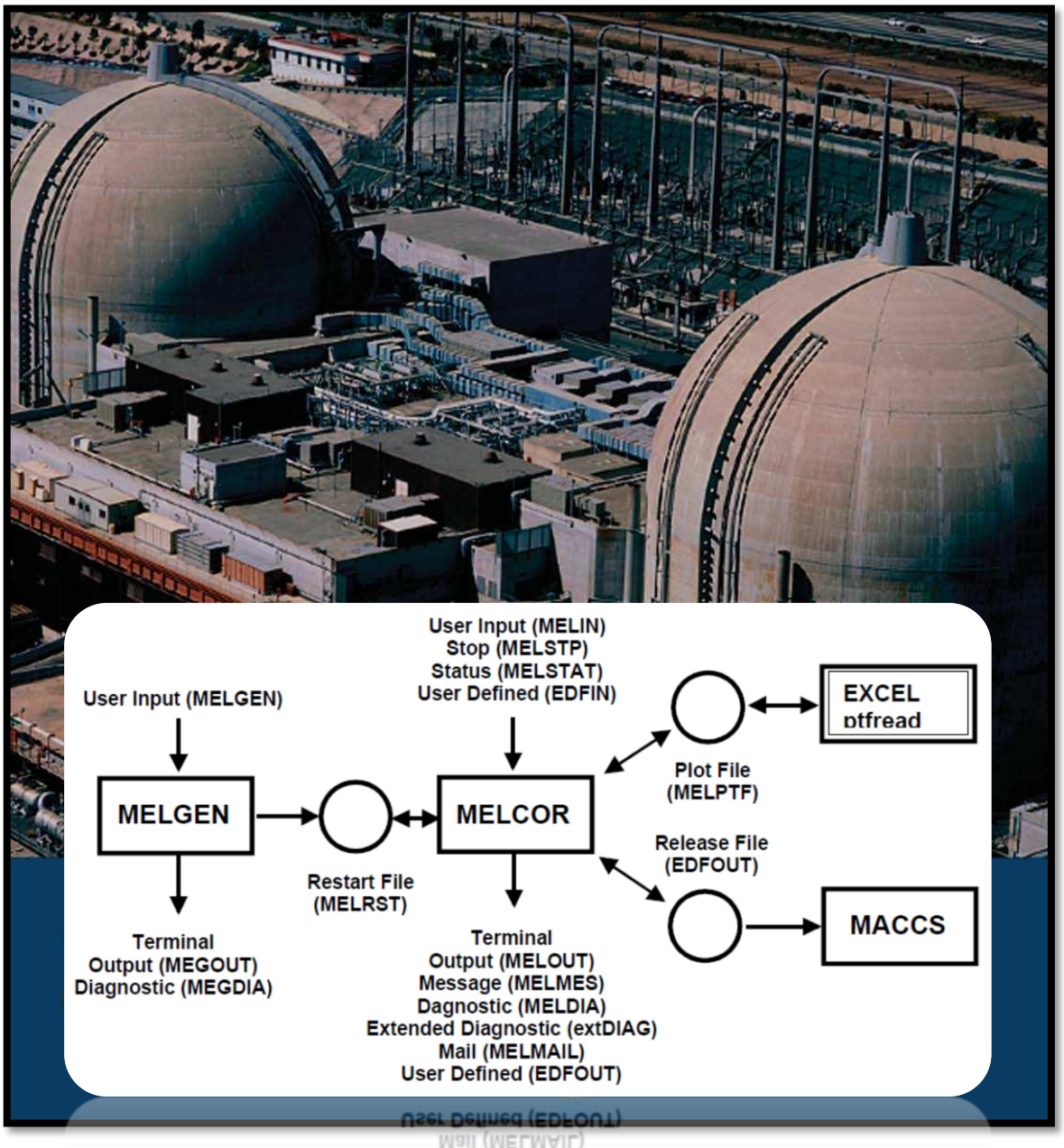
مرکز محاسبات پیشرفته هسته‌ای

Advanced Nuclear Computing Center (ANCC)

آشنایی با کد محاسباتی MELCOR



تاریخ انتشار:	۱۳۹۹/۰۵/۱۵	شناسه مدرک:	ANC-PUB-HM-TN-03-00
شمار صفحات:	۳۶۳	شماره پروانه انتشار:	AAA-XX-YY-ZZ

info@ancc.ir *www.ancc.ir*

© ۱۳۸۹ – ۱۳۹۹ | همه حقوق این اثر متعلق به مرکز محاسبات پیشرفته هسته‌ای بوده و رونوشت از مطالب آن تنها با یادکرد نام مدرک مجاز است.

«بسم الله الرحمن الرحیم»

درباره مرکز

مرکز محاسبات پیشرفته هسته‌ای (ANCC) در سال ۱۳۸۹ به دستور رییس محترم وقت سازمان انرژی اتمی ایران و با مسئولیت شهید بزرگوار دکتر مجید شهریاری آغاز به کار نمود. در سند چشم‌انداز ۲۰ ساله مرکز، اهداف و مأموریت‌های زیر برای این نهاد در نظر گرفته شده است:

- توسعه و تأمین نرم‌افزارهای حرفه‌ای مورد نیاز برای صنعت هسته‌ای کشور؛
- پرورش نیروی انسانی مورد نیاز برای توسعه و کاربری نرم‌افزارهای هسته‌ای در کشور؛
- فراگیری روش‌های محاسباتی نوین و پیاده‌سازی آن‌ها در نرم‌افزارهای هسته‌ای؛
- آموزش کاربری نرم‌افزارهای هسته‌ای با برگزاری کارگاه‌های آموزشی؛
- ایجاد پایگاهی از نرم‌افزارها و داده‌های هسته‌ای و به‌روز نگهداشتن آن‌ها؛
- راستی‌آزمایی و اعتبارسنجی نرم‌افزارهای هسته‌ای و پیگیری دریافت پروانه بهره‌برداری از مراجع قانونی؛
- تبدیل شدن به یک مرجع ملی در زمینه کدهای هسته‌ای؛
- همکاری با دانشگاه‌ها و مراکز صنعتی و پژوهشی؛

این مرکز امیدوار است که با توکل بر پروردگار متعال و با تکیه بر توان‌مندی کارشناسان و مدیران خود در سایه حمایت‌های سازمان انرژی اتمی ایران به اهداف یادشده دست‌یافته و کشور را به ترازی از دانش محاسبات پیشرفته هسته‌ای برساند که شایسته آن است.

آگهی سلب مسئولیت حقوقی

مرکز محاسبات پیشرفته هسته‌ای برای حفظ کیفیت محصولات خود، فرایند تولید بسته‌های نرم‌افزاری و تهیه مستندات علمی و مهندسی را برپایه آیین‌نامه‌های نظام ایمنی هسته‌ای کشور و استانداردهای ملی و فراملی پی‌ریزی نموده است. از این رو، چرخه‌های چندگانه تولید، بازبینی، ویرایش و بهبود پیش از انتشار هر گزارش محاسباتی یا بسته نرم‌افزاری پیش‌بینی شده است. با وجود این، نه مرکز و نه هیچ شخص حقیقی یا حقوقی دیگری به نمایندگی از مرکز:

۱. هیچ تضمینی (صریح یا ضمنی) برای درستی یا دقت تولیدات مرکز ارائه نمی‌دهد، و

۲. هیچ تعهدی را نسبت به زیان‌ها و آسیب‌های ناشی از به‌کارگیری محصولات مرکز برعهده نمی‌گیرد.

فهرست مطالب

چکیده ۱۴
کلیدواژه ۱۴
اختصارات ۱۴
۱- مقدمه ۱۵
۲- جایگاه کد محاسباتی MELCOR در ایمنی هسته‌ای ۱۶
۳- ساختار کلی کد محاسباتی MELCOR ۱۹
۳-۱- ساختار کلی کد ۲۱
۳-۲- کلیات بسته‌های محاسباتی ۲۴
۳-۳- مراحل کار ۲۶
۳-۴- ضرایب حساسیت ۲۷
۳-۵- اجرای کد ۲۸
۴- بسته‌های محاسباتی کد محاسباتی MELCOR ۳۰
۴-۱- بستهٔ EXEC ۳۰
۴-۱-۱- قالب ورودی MELGEN و MELCOR ۳۲
۴-۱-۲- کارت‌های قالب کلی ورودی ۳۵
۴-۱-۳- ورودی MELGEN ۳۷
۴-۱-۴- ورودی MELGEN ۳۹
۴-۱-۵- متغیرهای قابل رسم و آرگومان‌های توابع کنترلی در بستهٔ EXEC ۴۴
۴-۱-۶- نمونهٔ ورودی بسته EXEC ۴۵
۴-۲- بستهٔ CVH/FL ۴۶

۴-۲-۱- مدل‌های بستهٔ CVH/FL ۴۶
۴-۲-۲- قابلیت‌های محاسباتی ۴۹
۴-۲-۳- ورودی بخش MELGEN بستهٔ CVH ۵۲
۴-۲-۴- ورودی بخش MELCOR بستهٔ CVH ۶۴
۴-۲-۵- ضرایب حساسیت بستهٔ CVH ۶۴
۴-۲-۶- متغیرهای قابل رسم و آرگومان‌های توابع کنترلی در بستهٔ CVH ۶۵
۴-۲-۷- نمونهٔ ورودی بستهٔ CVH ۶۶
۴-۲-۸- ورودی بخش MELGEN بستهٔ FL ۶۹
۴-۲-۹- ورودی بخش MELCOR بستهٔ FL ۷۷
۴-۲-۱۰- متغیرهای قابل رسم و آرگومان‌های توابع کنترلی در بستهٔ FL ۷۷
۴-۲-۱۱- نمونهٔ ورودی بستهٔ FL ۷۸
۴-۳- بستهٔ CVT ۸۲
۴-۳-۱- حالت ترمودینامیک تعادلی ۸۳
۴-۳-۲- حالت ترمودینامیک غیرتعادلی ۸۵
۴-۴- بستهٔ TF ۸۵
۴-۴-۱- ورودی بخش MELGEN بستهٔ TF ۸۶
۴-۴-۲- نمونهٔ ورودی بستهٔ TF ۸۸
۴-۵- بستهٔ CF ۸۹
۴-۵-۱- توابع کنترلی متغیری ۹۰
۴-۵-۲- توابع کنترلی منطقی ۹۲
۴-۵-۳- ورودی بخش MELGEN بستهٔ CF ۹۲
۴-۵-۴- ورودی بخش MELCOR بستهٔ CF ۹۶

۴-۵-۵- متغیرهای قابل رسم و آرگومان‌های توابع کنترلی در بستهٔ CF ۹۶
۴-۵-۶- نمونهٔ ورودی بستهٔ CF ۹۶
۴-۶- بستهٔ HS ۱۰۰
۴-۶-۱- معادلهٔ اختلاف محدود رسانش داخل سازهٔ حرارتی ۱۰۱
۴-۶-۲- چشمه‌های توان ۱۰۳
۴-۶-۳- انتقال حرارت ۱۰۳
۴-۶-۴- انتقال جرم ۱۰۶
۴-۶-۵- آشنایی با ورودی بستهٔ HS ۱۰۷
۴-۶-۶- ورودی بخش MELGEN بستهٔ HS ۱۰۹
۴-۶-۷- ورودی بخش MELCOR بستهٔ HS ۱۳۱
۴-۶-۸- ضرایب حساسیت بستهٔ HS ۱۳۳
۴-۶-۹- متغیرهای قابل رسم و آرگومان‌های توابع کنترلی در بستهٔ HS ۱۳۵
۴-۶-۱۰- نمونهٔ ورودی بستهٔ HS ۱۳۷
۴-۷- بستهٔ MP ۱۴۴
۴-۷-۱- معرفی بستهٔ MP ۱۴۴
۴-۷-۲- ورودی بستهٔ MP ۱۴۵
۴-۷-۳- نمونهٔ ورودی بستهٔ MP ۱۴۹
۴-۸- بستهٔ NCG-H_2O ۱۵۰
۴-۸-۱- ورودی بستهٔ NCG H_2O ۱۵۰
۴-۸-۲- ضریب حساسیت بستهٔ NCG H_2O ۱۵۱
۴-۸-۳- نمونهٔ ورودی بستهٔ NCG H_2O ۱۵۲
۴-۹- بستهٔ COR ۱۵۲

۴-۹-۱- گره‌بندی قلب و بخش پایینی محفظهٔ راکتور ۱۵۳
۴-۹-۲- مدل‌های انتقال حرارت و اکسیدشدن ۱۵۵
۴-۹-۳- مدل‌های جابجایی جرم مواد قلب درون محفظهٔ راکتور ۱۶۶
۴-۹-۴- مدل انتشار نقره از میلهٔ کنترل ۱۷۱
۴-۹-۵- مدل سازهٔ نگهدارنده ۱۷۲
۴-۹-۶- مدل بخش پایینی محفظهٔ راکتور ۱۷۳
۴-۹-۷- آشنایی با ورودی بستهٔ COR ۱۷۵
۴-۹-۸- کارت‌های عمومی ورودی بخش MELGEN در بستهٔ COR ۱۷۶
۴-۹-۹- کارت‌های ورودی سطح محوری بخش MELGEN در بستهٔ COR ۱۹۰
۴-۹-۱۰- کارت‌های ورودی حلقه‌های شعاعی بخش MELGEN در بستهٔ COR ۱۹۳
۴-۹-۱۱- کارت‌های ورودی سلول‌ها در بخش MELGEN در بستهٔ COR ۱۹۶
۴-۹-۱۲- کارت‌های ورودی بخش پایینی محفظهٔ راکتور در بخش MELGEN از بستهٔ COR ۲۱۱
۴-۹-۱۳- سایر کارت‌های بخش MELGEN در بستهٔ COR ۲۱۵
۴-۹-۱۴- ورودی MELCOR در بستهٔ COR ۲۱۸
۴-۹-۱۵- ورودی مورد نیاز برای سایر بسته‌ها ۲۲۱
۴-۹-۱۶- ضرایب حساسیت بستهٔ COR ۲۲۴
۴-۹-۱۷- متغیرهای قابل رسم و آرگومان‌های توابع کنترلی در بستهٔ COR ۲۲۷
۴-۹-۱۸- نمونهٔ ورودی بستهٔ COR ۲۳۵
۴-۱۰- بستهٔ CAV ۲۴۰
۴-۱۰-۱- تولید انرژی و انتقال حرارت ۲۴۳
۴-۱۰-۲- واکنش‌های شیمیایی ۲۴۴
۴-۱۰-۳- انتقال جرم و اثرات حرارتی وابسته ۲۴۵

۴-۱۰-۴- آشنایی با ورودی بستهٔ CAV ۲۴۷
۴-۱۰-۵- ورودی بخش MELGEN بستهٔ CAV ۲۴۸
۴-۱۰-۶- ورودی بخش MELCOR بستهٔ CAV ۲۶۲
۴-۱۰-۷- ضرایب حساسیت بستهٔ CAV ۲۶۳
۴-۱۰-۸- متغیرهای قابل رسم و آرگومان‌های توابع کنترلی در بستهٔ CAV ۲۶۳
۴-۱۰-۹- نمونهٔ ورودی بستهٔ CAV ۲۶۴
۴-۱۱- بستهٔ DCH ۲۶۷
۴-۱۱-۱- توضیح کلیات بستهٔ DCH ۲۶۷
۴-۱۱-۲- ورودی بخش MELGEN در بستهٔ DCH ۲۶۸
۴-۱۱-۳- ضرایب حساسیت بستهٔ DCH ۲۷۴
۴-۱۱-۴- متغیرهای قابل رسم و آرگومان‌های توابع کنترلی در بستهٔ DCH ۲۷۵
۴-۱۱-۵- نمونهٔ ورودی بستهٔ DCH ۲۷۵
۴-۱۲- بستهٔ RN ۲۷۸
۴-۱۲-۱- انتشار هسته‌های پرتوزا ۲۷۹
۴-۱۲-۲- دینامیک ذرات معلق ۲۸۰
۴-۱۲-۳- ورودی بخش MELGEN بستهٔ RN ۲۸۷
۴-۱۲-۴- ورودی بخش MELCOR بستهٔ RN ۲۹۲
۴-۱۲-۵- ضرایب حساسیت بستهٔ RN ۲۹۲
۴-۱۲-۶- متغیرهای قابل رسم و آرگومان‌های توابع کنترلی در بستهٔ RN ۲۹۴
۴-۱۲-۷- نمونهٔ ورودی بستهٔ RN ۲۹۸
۴-۱۳- بستهٔ BUR ۳۰۲
۴-۱۳-۱- ورودی بخش MELGEN بستهٔ BUR ۳۰۵

۴-۱۳-۲- ورودی بخش MELCOR بستهٔ BUR ۳۱۱
۴-۱۳-۳- ضرایب حساسیت بستهٔ BUR ۳۱۱
۴-۱۳-۴- متغیرهای قابل رسم و آرگومان‌های توابع کنترلی در بستهٔ BUR ۳۱۲
۴-۱۳-۵- نمونهٔ ورودی بستهٔ BUR ۳۱۳
۴-۱۴- بستهٔ EDF ۳۱۴
۴-۱۴-۱- کلیات بستهٔ EDF ۳۱۴
۴-۱۴-۲- ورودی بخش MELGEN بستهٔ EDF ۳۱۵
۴-۱۴-۳- ورودی بخش MELCOR بستهٔ EDF ۳۱۸
۴-۱۴-۴- متغیرهای قابل رسم و آرگومان‌های توابع کنترلی در بستهٔ EDF ۳۱۸
۴-۱۴-۵- نمونهٔ ورودی بستهٔ EDF ۳۱۹
۴-۱۵- بستهٔ TP ۳۲۱
۴-۱۵-۱- کلیات بستهٔ TP ۳۲۱
۴-۱۵-۲- ورودی بخش MELGEN بستهٔ TP ۳۲۲
۴-۱۵-۳- ورودی بخش MELCOR بستهٔ TP ۳۲۵
۴-۱۵-۴- نمونهٔ ورودی بستهٔ TP ۳۲۶
۴-۱۶- بستهٔ FDI ۳۳۰
۴-۱۶-۱- مدل LPME ۳۳۱
۴-۱۶-۲- مدل HPME ۳۳۲
۴-۱۶-۳- آشنایی با ورودی بستهٔ FDI ۳۳۳
۴-۱۶-۴- ورودی بخش MELGEN بستهٔ FDI ۳۳۵
۴-۱۶-۵- ورودی بخش MELCOR بستهٔ FDI ۳۴۰
۴-۱۶-۶- ضرایب حساسیت بستهٔ FDI ۳۴۰

۴-۱۶-۷- متغیرهای قابل رسم و آرگومان‌های توابع کنترلی در بستهٔ FDI ۳۴۱
۴-۱۶-۸- نمونهٔ ورودی بستهٔ FDI ۳۴۳
۴-۱۷- بستهٔ ESF ۳۴۷
۴-۱۷-۱- بستهٔ FCL ۳۴۷
۴-۱۷-۲- ورودی بخش MELGEN بستهٔ FCL ۳۴۸
۴-۱۷-۳- ضریب حساسیت بستهٔ FCL ۳۵۰
۴-۱۷-۴- متغیرهای قابل رسم و آرگومان‌های توابع کنترلی در بستهٔ FCL ۳۵۰
۴-۱۷-۵- نمونهٔ ورودی بستهٔ FCL ۳۵۰
۴-۱۷-۶- بستهٔ PAR ۳۵۱
۴-۱۷-۷- ورودی بخش MELGEN بستهٔ PAR ۳۵۲
۴-۱۷-۸- متغیرهای قابل رسم و آرگومان‌های توابع کنترلی در بستهٔ PAR ۳۵۴
۴-۱۷-۹- نمونهٔ ورودی بستهٔ PAR ۳۵۴
۴-۱۷-۱۰- بستهٔ SPR ۳۵۵
۴-۱۷-۱۱- ورودی بخش MELGEN بستهٔ SPR ۳۵۵
۴-۱۷-۱۲- ضریب حساسیت بستهٔ SPR ۳۵۹
۴-۱۷-۱۳- متغیرهای قابل رسم و آرگومان‌های توابع کنترلی در بستهٔ SPR ۳۶۰
۴-۱۷-۱۴- نمونهٔ ورودی بستهٔ SPR ۳۶۰
۵- جمع‌بندی ۳۶۲
فهرست مراجع ۳۶۳

فهرست شکل‌ها

شکل ۱: تقسیم‌بندی کدهای محاسباتی حوادث وخیم بر اساس قابلیت کدها در مدل‌سازی مراحل رشد حادثه ۱۸
شکل ۲: ساختار بخش‌ها و فایل‌های کد محاسباتی ۲۳
شکل ۳: سیال درون حجم کنترل ۴۷
شکل ۴: نحوه اتصال مسیرهای جریان ۴۸
شکل ۵: پارامتر کسر خلأ در مسیر جریان ۴۸
شکل ۶: پارامترهای مؤثر در محاسبه هد گرانشی ۵۱
شکل ۷: ساختار محاسباتی بستهٔ CVT ۸۳
شکل ۸: نمونه‌ای از یک سازهٔ حرارتی در حجم کنترل ۱۰۱
شکل ۹: گره‌بندی درونی یک سازهٔ حرارتی ۱۰۲
شکل ۱۰: گره‌بندی سطوح مرزی سازه‌های حرارتی ۱۰۲
شکل ۱۱: گره‌بندی قلب- بخش پایینی محفظهٔ راکتور ۱۵۴
شکل ۱۲: اجزای سازنده سلول قلب ۱۵۵
شکل ۱۳: رفتار سطح آب و پیشروی خنک‌سازی در مدل سرریز جریان کد MELCOR ۱۵۷
شکل ۱۴: استخرهای مذاب درحال جابجایی ۱۶۱
شکل ۱۵: مراحل انجماد مواد مذاب قلب ۱۶۷
شکل ۱۶: هندسه آوار کلوخه‌شده در بسته‌های میلهٔ سوخت ۱۶۹
شکل ۱۷: الگوریتم جابجایی مواد MP1 و MP2 ..... ۱۷۰
شکل ۱۸: هندسه بخش پایین محفظهٔ راکتور ۱۷۳
شکل ۱۹: مکانیزم‌های انتقال حرارت در کلگی پایین ۱۷۵
شکل ۲۰: هندسه چاهک راکتور ۲۴۲
شکل ۲۱: مسیر عبور گاز از میان استخر ۲۴۵
شکل ۲۲: مسیر عبور فلز از میان استخر ۲۴۶
شکل ۲۳: مسیر عبور اکسید از میان استخر ۲۴۶
شکل ۲۴: متغیرهای هندسی چاهک راکتور ۲۵۶
شکل ۲۵: طرح شماتیک تغییر شکل ید در محاسبات MELCOR ۲۸۴

شکل ۲۶: ارتباط بین مدل استخر ید و محاسبات MELCOR ۲۸۵
شکل ۲۷: مدل جت آب در بستهٔ RN ۲۸۶

فهرست جدول‌ها

جدول شماره ۱: تقسیم‌بندی کدهای محاسباتی ایمنی یقینی برای حوادث وخیم ۱۷
جدول شماره ۲: متغیرهای قابل رسم و آرگومان‌های توابع کنترلی در بستهٔ EXEC ۴۴
جدول شماره ۳: متغیرهای قابل رسم و آرگومان‌های توابع کنترلی در بستهٔ CVH ۶۵
جدول شماره ۴: متغیرهای قابل رسم و آرگومان‌های توابع کنترلی در بستهٔ FL ۷۸
جدول شماره ۵: حالت‌های مختلف تریپ‌های مستقیم و معکوس ۹۲
جدول شماره ۶: توابع کنترلی منطقی ۹۲
جدول شماره ۷: معیار محاسبات انتقال حرارت جابجایی استخر و فضا ۱۰۳
جدول شماره ۸: گازهای معتبر در مدل چشمهٔ گاز در سازهٔ حرارتی ۱۲۴
جدول شماره ۹: تقسیم‌بندی شماره‌های ضرایب حساسیت بستهٔ HS ۱۳۳
جدول شماره ۱۰: متغیرهای قابل رسم و آرگومان‌های توابع کنترلی در بستهٔ HS ۱۳۵
جدول شماره ۱۱: مواد تعریف‌شده در بستهٔ MP ۱۴۴
جدول شماره ۱۲: خواص مواد تعریف‌شده در بستهٔ MP ۱۴۴
جدول شماره ۱۳: نام‌های مواد پیش‌فرض ۱۴۶
جدول شماره ۱۴: گازهای موجود در کتابخانه بستهٔ NCG-H_2O ۱۵۰
جدول شماره ۱۵: نام خاصیت ماده در بستهٔ NCG H_2O ۱۵۱
جدول شماره ۱۶: واکنش‌های یوتکتیک قلب ۱۶۶
جدول شماره ۱۷: تقسیم‌بندی شماره‌های ضرایب حساسیت بستهٔ COR ۲۲۴
جدول شماره ۱۸: متغیرهای مربوط به جرم قلب در بستهٔ COR ۲۲۸
جدول شماره ۱۹: متغیرهای مربوط به مساحت جریان قلب و حجم اجزا در بستهٔ COR ۲۲۹
جدول شماره ۲۰: متغیرهای مربوط به دما و کسر ذوب قلب در بستهٔ COR ۲۳۰
جدول شماره ۲۱: متغیرهای مربوط به انرژی قلب و انتقال حرارت در بستهٔ COR ۲۳۱
جدول شماره ۲۲: متغیرهای مربوط به بار و خرابی سازه‌های قلب در بستهٔ COR ۲۳۱
جدول شماره ۲۳: متغیرهای مربوط به جرم اکسیدشدن و واکنش کاربید بور در بستهٔ COR ۲۳۲
جدول شماره ۲۴: متغیرهای مربوط به سرمایش قلب در بستهٔ COR ۲۳۲
جدول شماره ۲۵: متغیرهای مربوط به نفوذ، بخش پایینی و خروج مذاب در بستهٔ COR ۲۳۲

جدول شماره ۲۶: متغیرهای مربوط به استخر مذاب در بستهٔ COR ۲۳۳
جدول شماره ۲۷: متغیرهای شمارنده در بستهٔ COR ۲۳۴
جدول شماره ۲۸: مواد موجود در بستهٔ CAV ۲۴۷
جدول شماره ۲۹: ترکیب بتون‌های پیش‌فرض (درصد جرمی) ۲۵۲
جدول شماره ۳۰: خواص بتون‌های پیش‌فرض ۲۵۳
جدول شماره ۳۱: متغیرهای قابل رسم و آرگومان‌های توابع کنترلی در بستهٔ CAV ۲۶۳
جدول شماره ۳۲: دسته‌بندی کلی عناصر رادیواکتیو موجود در کد MELCOR ۲۶۷
جدول شماره ۳۳: متغیرهای قابل رسم و آرگومان‌های توابع کنترلی در بستهٔ DCH ۲۷۵
جدول شماره ۳۳: نوع حجم کنترل تعریف‌شده جهت انتشار هسته‌های پرتوزا ۲۷۹
جدول شماره ۳۵: متغیرهای قابل رسم و آرگومان‌های توابع کنترلی در بستهٔ RN ۲۹۴
جدول شماره ۳۶: متغیرهای قابل رسم و آرگومان‌های توابع کنترلی در بستهٔ BUR ۳۱۲
جدول شماره ۳۷: متغیرهای قابل رسم و آرگومان‌های توابع کنترلی در بستهٔ EDF ۳۱۹
جدول شماره ۳۸: متغیرهای قابل رسم و آرگومان‌های توابع کنترلی در بستهٔ FDI ۳۴۱
جدول شماره ۳۹: متغیرهای قابل رسم و آرگومان‌های توابع کنترلی در بستهٔ FCL ۳۵۰
جدول شماره ۴۰: متغیرهای قابل رسم و آرگومان‌های توابع کنترلی در بستهٔ PAR ۳۵۴
جدول شماره ۴۱: متغیرهای قابل رسم و آرگومان‌های توابع کنترلی در بستهٔ SPR ۳۶۰

چکیده

کد محاسباتی MELCOR برای انجام محاسبات حوادث وخیم در راکتورهای آب سبک در سال ۱۹۸۲ توسعه یافته است. در این گزارش نتیجهٔ حاصل از مطالعات در زمینهٔ فراگیری کد محاسباتی MELCOR، شامل توضیح ساختار کلی و بخش‌های مختلف کد و نحوهٔ استفاده از آن ارائه شده است. این کد شامل یک ساختار کلی و بخش‌های متعدد است. بخش‌های مختلف کد به منظور تأمین هدفی در محاسبات ترموهیدرولیکی در حوادث به صورت جداگانه توسعه داده شده و سپس به یکدیگر مرتبط شده‌اند. محاسبات هیدرودینامیکی، انتقال حرارت در سازه‌های حرارتی، خواص مواد، توابع جدولی و کنترلی، محاسبات ذوب قلب، محاسبات احتراق، محاسبات مذاب در چاهک، محاسبات مربوط به انتشار و گرمای حاصل از هسته‌های پرتوزا، مدل‌های سیستم‌های ایمنی محفظه و ... از بخش‌های مهم این کد می‌باشند. در پایان انتظار می‌رود با مطالعهٔ این گزارش آشنایی کامل با کد محاسباتی MELCOR حاصل شود.

کلیدواژه

کد محاسباتی MELCOR، بسته‌های محاسباتی، تحلیل یقینی، مدل‌سازی حوادث وخیم، ذوب قلب، محفظهٔ ایمنی.

اختصارات

اختصار	عبارت اصلی	اختصار	عبارت اصلی
BDBA	Beyond Design Basis Accident	BWR	Boiling Water Reactor
DBA	Design Basis Accident	PWR	Pressurized Water Reactor
BUR	Burn Package	LWR	Light Water Reactor
CAV	Cavity Package	CND	Condenser Package
CVH	Control Volume Hydrodynamics Package	COR	Core Package
EDF	External Data File Package	DCH	Decay Heat Package
FDI	Fuel Dispersal Package	FCL	Fan Cooler Package
HS	Heat Structures Package	FL	Flow Path Package
NCG	Non-Condensable Gas Package	MP	Material Properties Package
SPR	Containment Sprays Package	RN	Radionuclide Package
TP	Transfer Process Package	TF	Tabular Function Package

۱- مقدمه

کد محاسباتی MELCOR یک کد کامپیوتری کاملاً یکپارچه[۱] در سطح مهندسی[۲] است که انتشار و رشد حوادث وخیم در نیروگاه‌های هسته‌ای آب سبک را مدل‌سازی می‌کند. این کد در مرکز آزمایشگاهی ملی سندیای کمیتهٔ هسته‌ای امریکا[۳] و به عنوان ابزار ارزیابی ریسک[۴] در نیروگاه‌های نسل دوم[۵] و جانشینی برای بستهٔ محاسباتی با رویکرد واحد چشمه[۶] توسعه یافت[۷]. طیف وسیعی از پدیده‌های حوادث وخیم در هر دو نوع راکتور آب جوشان و راکتور آب تحت فشار، در کد محاسباتی MELCOR در یک قالب واحد[۸] لحاظ شده‌اند. این پدیده‌ها شامل رفتار ترموهیدرولیکی خنک‌کنندهٔ راکتور، چاهک راکتور[۹]، محفظهٔ ایمنی[۱۰] و سایر ساختمان‌ها؛ داغ شدن قلب[۱۱]، گسیختگی[۱۲] و جابجایی[۱۳] آن؛ برهمکنش مواد قلب و بتون؛ تولید هیدروژن، انتقال و احتراق آن؛ انتشار[۱۴] و انتقال[۱۵] محصولات شکافت می‌شوند. در حال حاضر کد محاسباتی MELCOR شامل برآورد چشمه‌های حوادث وخیم و حساسیت و عدم قطعیت آنها در کاربردهای مختلف است.

راهنمای نسخهٔ ۱,۸,۶ کد محاسباتی MELCOR در سال ۲۰۰۵ منتشر شده است و شامل سه جلد می‌باشد. در جلد اول، مطالب مختصری از پدیده‌های به کار رفته در کد و ساختار بسته‌های محاسباتی بیان شده است و بخش عمدهٔ آن راهنمای کاربری است. جلد دوم، گزارش فنی کد است که مدل‌های پدیده‌های به کار رفته در هر بستهٔ محاسباتی در آن به تفصیل شرح داده شده‌اند. جلد سوم، شامل مسأله‌های نمونهٔ تحلیل آزمایش‌ها و نیروگاه کامل است.

در این گزارش که مشابه راهنمای استفاده از کد محاسباتی MELCOR است، ساختار کلی کد و بخش‌های مختلف آن توضیح داده می‌شوند. ضرورت تهیهٔ این گزارش نیاز به تأمین کارشناس آشنای به این کد در مرکز محاسبات می‌باشد و محدودهٔ کار آشنایی با همهٔ بخش‌های مهم که در مدل‌سازی حوادث وخیم مورد استفاده قرار می‌گیرند، می‌باشد.

---

[۱] -Fully Integrated
[۲] - Engineering-level
[۳] - Sandia National Laboratories for the U.S. Nuclear Regulatory Commission
[۴] - Risk assessment tool
[۵] - Second-generation plant
[۶] - Source term code package
[۷] – برداشت نویسنده گزارش: منظور از واحد چشمه به کدهایی اطلاق می‌شود که شرایط مرحله‌ای از حادثه را از کد دیگری به عنوان چشمه دریافت می‌کند. به عنوان مثال کد CONTAIN قابلیت مدل‌سازی مدارهای نیروگاه را ندارد و مواد منتشر شده از محل شکست در حادثه شکست از مدار اول به محفظه را که توسط کد دیگری مانند RELAP محاسبه می‌شود، به عنوان شرایط مرزی دریافت می‌کند.
[۸] - Unified Framework
[۹] - Reactor Cavity
[۱۰] - Containment
[۱۱] - Core heat up
[۱۲] - Degradation
[۱۳] - Relocation
[۱۴] - Release
[۱۵] - Transport

جایگاه کد محاسباتی MELCOR در ایمنی هسته‌ای در بخش دوم گزارش گنجانده شده است. در بخش سوم، توضیح ساختار کلی کد ارائه شده است. در بخش چهارم بسته‌های مختلف کد شرح داده می‌شوند. این بخش شامل توضیح مدل‌های به کار رفته در بسته، تشریح ورودی آن بسته و مثال مرتبط با آن بسته می‌باشد.

۲- جایگاه کد محاسباتی MELCOR در ایمنی هسته‌ای

وقوع حوادث در تأسیسات هسته‌ای در طول زمان حساسیت‌ها و توجه روزافزون جامعهٔ جهانی به اهمیت ایمنی هسته‌ای را به تدریج افزایش داده است. وقوع حادثه در واحد ۲ نیروگاه آب سبک تحت فشار تری مایل آیلند، واقع در نزدیکی رودخانه‌ای در ۱۶ کیلومتری هاریسبورگ امریکا، در ۲۷ مارس سال ۱۹۷۹ را می‌توان اولین حادثهٔ جدی در نیروگاه‌های هسته‌ای دانست که البته این حادثه، نشت مواد پرتوزا به همراه نداشته است. پس از آن، در ۲۵ آوریل سال ۱۹۸۶، در واحد ۴ نیروگاه گرافیتی (کند کننده) - آبی (خنک کننده) از نوع RBMK-1000 واقع در چرنوبیل اوکراین، حادثهٔ وخیمی روی داد که در اثر آن حجم بسیار زیادی از هسته‌های پرتوزا به محیط منتشر شده و در عرض چند ساعت نشانه‌های دریافت تشعشعات پرتوزا در تعداد زیادی از کارکنان نیروگاه نمایان شد. بعد از انفجار در این واحد، ابتدا مواد پرتوزا به محیط اطراف نیروگاه منتشر شد و به تدریج در اثر حرکت ابرهای آلوده، بخش‌های وسیعی از اروپا تحت تأثیر این آلودگی قرار گرفت. می‌توان گفت با توجه به نیمه‌عمر سزیم (۳۰ سال)، با گذشت ۳۴ سال، همچنان در منطقه وجود دارد. آخرین حادثهٔ وخیم در تأسیسات هسته‌ای دائیچی و دائینی رخ داد. این تأسیسات در شهر اوکاما در استان فوکوشیما در شمال شرقی ژاپن واقع است و شامل ۶ راکتور هسته‌ای آب جوشان است. حادثه در این نیروگاه در ۱۱ مارس سال ۲۰۱۱ در اثر زمین‌لرزه‌ای به بزرگی ۹ ریشتر در سواحل شرقی ژاپن و در پی آن ایجاد امواج سهمگین سونامی و قطع برق خارجی نیروگاه و وقوع حادثه قطع کامل[۱] برق رخ داد. در اثر این حادثه، راکتور واحدهای ۱، ۲ و ۳ به شدت آسیب دید. در اثر شکست مخزن تحت فشار، مواد پرتوزا ابتدا به محفظهٔ ایمنی و سپس به محیط منتشر شد. انفجار بخار در واحدهای ۱، ۳ و ۴ منجر به انتشار حجم بسیار زیادی از هسته‌های پرتوزا به محیط گردید.

در پی وقوع حادثهٔ تری مایل آیلند، توسعهٔ کدهای مدلسازی حادثهٔ ذوب قلب و همچنین ارتقای دستوالعمل‌های ایمنی مورد توجه قرار گرفت. امریکا از سال ۱۹۸۰ توسعهٔ دو کد محاسباتی یکپارچهٔ MAAP و MELCOR را در دستور کار خود قرار داد. در اواخر سال ۱۹۸۰ کدهای محاسباتی THALES و ESCADRE توسط ژاپن و فرانسه توسعه داده شد. بعد از آن فرانسه توسعه کد محاسباتی ASTEC را آغاز نمود تا آن را جایگزین کد محاسباتی ESCADRE نماید. اوایل

[۱] - Station Blackout

سال ۲۰۰۰ نیز روسیه توسعه کد محاسباتی SOCART را شروع کرد. وقوع حادثهٔ فوکوشیما نیز، جامعهٔ هسته‌ای را به سمت مطالعه و بررسی حوادث وخیم و پیامدهای آن سوق داد. دستورالعمل‌ها و نظام نامه‌های ایمنی ارتقا یافتند و تغییراتی در طراحی‌های جدید، در جهت نیل به ایمنی ذاتی تجهیزات، صورت گرفت.

حوادث وخیم در اثر عدم مهار و رشد حوادث مرحلهٔ پایین‌تر از لحاظ ایمنی مانند گذره‌های عملکردی و حوادث مبنای طرح رخ می‌دهند. مدل‌سازی گسترش و رشد حادثه در محفظهٔ ایمنی نیروگاه‌های هسته‌ای و همچنین تحلیل پیامدهای حوادث، مبنای کدهای محاسباتی تحلیل حوادث وخیم می‌باشند.

در بررسی روند رشد حوادث پدیده‌های مختلف وجود دارد که در هر مرحله وارد عمل می‌شوند. به عبارت دیگر در این روند، طیفی از پدیده‌ها و مدل‌ها قرار دارد. اساسی‌ترین مبنای تقسیم‌بندی کدهای یقینی تحلیل حوادث این است که یک کد در کجای این طیف به بررسی مدل‌ها و پدیده‌ها می‌پردازد. البته در مقالات و گزارش‌های مرتبط با مبحث ایمنی هسته‌ای یقینی و تحلیل حوادث، تقسیم‌بندی‌های دیگری نیز برای این کدها ارائه شده است که نشان دهنده عدم وجود معیار دقیق در این تقسیم‌بندی‌ها است.

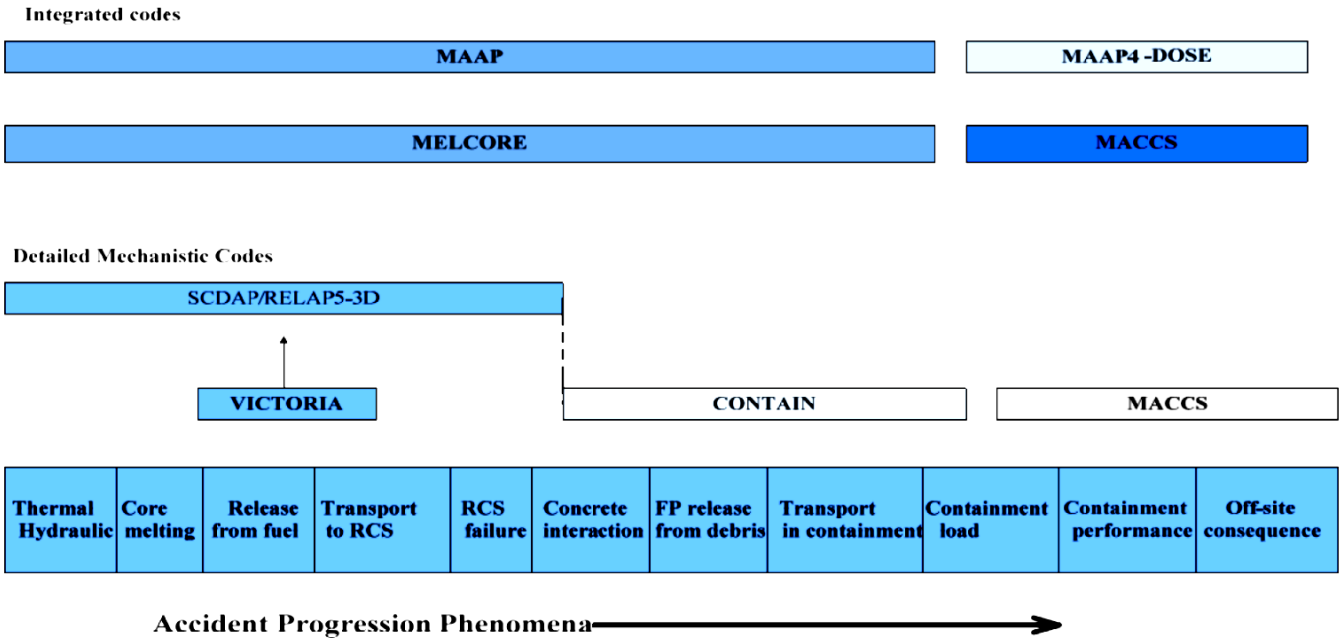
به عنوان مثال در جدول شماره ۱ یک تقسیم‌بندی کدهای محاسباتی حوادث ارائه شده است.

جدول شماره ۱: تقسیم‌بندی کدهای محاسباتی ایمنی یقینی برای حوادث وخیم

تقسیم‌بندی کدها	عنوان کدها
کدهای ترموهیدرولیکی محفظهٔ ایمنی	WAVCO, RALOC, COCOSYS, GOTHIC, CONTAIN
کدهای تحلیل حوادث وخیم	MELCOR, MACCS2, CONTAIN, SCDAP/RELAP5-3D, MAAP, IFCI, ICARE, ATHLET-CD, VICTORIA, IMPACT, COCOSYS, SAMPSON, GOTHIC, WAVCO, ASTEC
کدهای تحلیل حوادث وخیم با مدل‌های جزئی	TRACE/MELPROG, ICARE, CATHARE, ATHLET-CD, CFD

همانطور که در جدول شماره ۱ مشاهده می‌شود برخی از کدها در دو گروه از تقسیم‌بندی انجام شده، وجود دارند. این نشان می‌دهد که این تقسیم‌بندی مانع نیست. به عبارت دیگر این تقسیم‌بندی به خوبی تمایز بین کدها را نشان نمی‌دهد.

اما بهترین تقسیم‌بندی بر اساس مدل‌های و پدیده‌های موجود در روند رشد حادثه است، که در شکل ۱ نشان داده شده است.



شکل ۱: تقسیم‌بندی کدهای محاسباتی حوادث وخیم بر اساس قابلیت کدها در مدل‌سازی مراحل رشد حادثه

در این شکل مراحل رشد یک حادثهٔ وخیم نشان داده شده است. این مراحل به صورت زیر می‌باشند:

- مرحلهٔ اول: فاز محاسبات ترموهیدرولیکی سیال در مدارهای اصلی نیروگاه و سیستم‌های ایمنی،
- مرحلهٔ دوم: ذوب قلب راکتور،
- مرحلهٔ سوم: انتشار مواد پرتوزای سوخت راکتور،
- مرحلهٔ چهارم: انتقال مواد پرتوزای سوخت به خنک‌کنندهٔ راکتور،
- مرحلهٔ پنجم: آسیب سیستم خنک سازی راکتور و شکست یا گسیختگی آن،
- مرحلهٔ ششم: واکنش‌های مواد مذاب با بتون،
- مرحلهٔ هفتم: آزاد شدن پاره‌های شکافت از تکه‌ها و قطعات ذوب شدهٔ قلب،
- مرحلهٔ هشتم: انتقال پاره‌های شکافت در فضای محفظهٔ ایمنی،
- مرحلهٔ نهم: ایجاد بار و فشار به محفظهٔ ایمنی،
- مرحلهٔ دهم: عملکرد محفظهٔ ایمنی در برابر فشار حاصل از حادثه،
- مرحلهٔ یازدهم: پیامدهای خارج از تأسیسات نیروگاه.

بر اساس شکل ۱ هر یک از کدهای محاسباتی تحلیل حوادث وخیم مراحلی از مراحل فوق را پوشش می‌دهند. کد محاسباتی SCDAP/RELAP، محاسبات ترموهیدرولیکی، ذوب قلب و انتشار مواد پرتوزا از سوخت و همچنین آسیب به

مدار اول در ناحیهٔ محفظهٔ راکتور را مدل‌سازی می‌کند. همچنین شکل ۱ نشان می‌دهد این کد قابلیت اندکی در مدل‌سازی واکنش‌های مواد مذاب با بتون دارد. کد محاسباتی CONTAIN، امکان مدل‌سازی مدارهای نیروگاه و مرحلهٔ ذوب قلب راکتور را ندارد و قابلیت‌های این کد، شامل مدل‌سازی حادثه از مرحلهٔ ششم تا مرحلهٔ نهم می‌باشد. کد محاسباتی MELCOR، امکان مدل‌سازی کلیهٔ مراحل حادثهٔ وخیم را از مرحلهٔ اول تا مرحلهٔ ۹ داراست. این شکل طیف وسیع قابلیت کدهای محاسباتی MELCOR و MAAP را نسبت به سایر کدها نشان می‌دهد و گواه بر جامعیّت و ارزش فوق العادهٔ این دو کد است. اما توجه به این نکته ضروری است که این مزیت در دل خود یک نقص را به همراه دارد. قانون کلی طبیعت در مورد تعادل بین سرعت (هزینهٔ محاسباتی) و دقت (جزئیات محاسبات) و همچنین کیفیت و کمیت، در اینجا نیز برقرار است. این شکل به صورت ضمنی حاوی این مطلب است که در کدهای محاسباتی SCDAP/RELAP و CONTAIN، در قلمرو توانمندی های این دو کد، به مدل‌های جزئی‌تری پرداخته شده است.

بنابراین می‌توان نتیجه گرفت پس از وقوع حوادثی که احتمال وقوع آنها کمتر از $۱۰^{-۶}$ بار در سال به ازای یک راکتور است و از لحاظ نظری وقوع آنها بعید قلمداد می‌شده است، اهمیت محاسبات تحلیل حوادث وخیم در راستای اطمینان بخشی به جامعهٔ بشری در زمینهٔ ایمن بودن طراحی‌های جدید نیروگاه‌های هسته‌ای بیش از پیش شده است. یکی از کدهای مهم در زمینهٔ تحلیل حوادث وخیم کد محاسباتی MELCOR می‌باشد. بر اساس محدودهٔ وسیع قابلیت‌های کد محاسباتی MELCOR، مدل‌های متعددی برای مدل‌سازی پدیده‌های مختلف و متنوع لحاظ شده است و به دنبال آن کار با این کد امری نه آسان که همراه با دشواری‌هایی در مدل‌سازی و خطایابی ورودی می‌باشد. در کد محاسباتی MELCOR برای مدل‌سازی این محدودهٔ وسیع پدیده‌ها، بسته‌های[۱] محاسباتی متعددی در نظر گرفته شده است که هر یک از این بسته‌ها برخی از بسته‌های دیگر ارتباط محاسباتی دارد.

۳- ساختار کلی کد محاسباتی MELCOR

ساختار کد محاسباتی MELCOR از بخش اجرایی و تعدادی ماژول یا بسته‌های محاسباتی، تشکیل شده است که هم سیستم‌های مهم تأسیسات یک راکتور و هم ارتباطات بین آن سیستم‌ها را مدل‌سازی می‌کنند. سیستم‌های تأسیسات راکتور و پاسخ آنها به شرایط غیر عادی و حادثه شامل موارد زیر است:

- پاسخ ترموهیدرولیکی سیستم خنک‌کنندهٔ اولیهٔ راکتور، چاهک راکتور، محفظهٔ ایمنی و ساختمان‌های مرتبط با آن،

[۱] - Packages

- عاری شدن قلب[۱] (از دست رفتن خنک‌کننده) در اثر حرارت، داغ شدن[۲] سوخت (تغییر هندسهٔ میله)، اکسیدشدن غلاف، گسیختگی سوخت، ذوب و جابجایی مواد قلب،
- داغ شدن بخش پایینی[۳] محفظهٔ راکتور[۴] توسط مواد مذاب جابجاشدهٔ قلب، بارهای حرارتی و مکانیکی و شکستن بخش پایینی محفظهٔ راکتور و انتقال مواد مذاب قلب به چاهک راکتور،
- واکنش بین قلب و بتن و به دنبال آن تولید ذرات معلق[۵] در فضای محفظهٔ ایمنی،
- تولید هیدروژن درون محفظهٔ راکتور و بیرون آن، و نیز انتقال و احتراق هیدروژن،
- انتشار و انتقال پاره‌های شکافت گازی، ذرات معلق و بخار،
- رفتار ذرات معلق پرتوزا در ساختمان محفظهٔ ایمنی شامل سایش[۶] در استخرهای آب و مکانیک ذرات معلق در فضای محفظهٔ ایمنی مانند انباشتگی ذره و رسوب گرانشی،
- تأثیر سیستم‌های ایمنی بر رفتار ترموهیدرولیکی و همچنین بر رفتار هسته‌های پرتوزا.

برنامه‌های کامپیوتری بسته‌های محاسباتی با استفاده از طرح دقیق ساختار ماژولار با ارتباطات بین آنها نوشته شده‌اند، به طوری که تبادل کامل و سازگاری بین آنها برقرار شده است و همهٔ پدیده‌ها در هر گام زمانی به صورت صریح همبسته می‌شوند. این ساختار همچنین نگهداری و ارتقای کد را تسهیل کرده است.

در ابتدا، کد محاسباتی MELCOR بدلیل اجرای سریع، از لحاظ فرایندهای پیچیدهٔ فیزیکی غالباً با فقدان عمومی در زمینهٔ فیزیک حادثه در راکتور همراه بود. اما با گذشت زمان و با کاهش عدم قطعیت‌های پدیده‌ای و افزایش انتظارات و نیاز کاربران، مدل‌های به کار رفته در کد محاسباتی MELCOR ارتقا یافتند. سرعت افزوده شده و هزینهٔ کاسته شده کامپیوترهای مدرن بسیاری از قیدهای پیش‌روی کد محاسباتی MELCOR را برداشت. امروزه اغلب مدل‌های کد محاسباتی MELCOR مکانیکی[۷] با قابلیت‌هایی معادل قابلیت‌های اغلب کدهای تفصیلی سال‌های گذشته است. استفاده از مدل‌های اکیداً پارامتری کاهش یافته است، و منحصراً در زمینه‌های با عدم قطعیت پدیده‌ای بالا که اجماعی در باب یک رویکرد مکانیکی قابل قبول ندارند، به کار رفته‌اند.

کاربردهای کنونی کد محاسباتی MELCOR اغلب شامل تحلیل‌های عدم قطعیت و حساسیت می‌شود. برای تسهیل این امر، مدل‌های مکانیکی بسیاری با پارامترهای قابل تغییر اختیاری همراه شده است و کاربر می‌تواند آنها را تغییر دهد. این

---

۱ - Core Uncovering
۲ - Heat-up
۳ - Lower Head
۴ - Reactor Pressure Vessel
۵ - Aerosol
۶ - Scrubbing

۷ - منظور ساختارمند بودن است و در مقابل آن رویکرد پارامتری در مدل‌سازی پدیده‌هاست.

امکان، طبیعت مکانیکی مدل‌سازی را تحت تأثیر قرار نمی‌دهد، بلکه به کاربر این امکان را می‌دهد که تأثیر پارامترهای خاص مدل‌سازی را بر مسیر حادثه بررسی کند. این پارامترها همانند پارامترهای عددی معیارهای همگرایی و تعداد تکرارهای حل در کد محاسباتی MELCOR به عنوان ضرایب حساسیت تعریف شده‌اند و کاربر می‌تواند از طریق کارت‌های ورودی اختیاری آنها را تغییر دهد.

مدل‌سازی کد محاسباتی MELCOR در رویکرد حجم کنترل برای تعریف سیستم نیروگاهی، جامع و انعطاف‌پذیر است. حجم‌بندی خاصی از یک سیستم به کاربر تحمیل نمی‌شود و کاربر می‌تواند میزان جزئیات مناسب برای مسألهٔ مورد نظر خود را انتخاب کند. تنها هندسهٔ مخصوص راکتور در مدلسازی قلب راکتور کاربر را مقید می‌کند. حتی در اینجا نیزیک مدل پایه برای مدل‌سازی یک راکتور آب جوشان یا راکتور آب تحت فشار کافی است و محدودهٔ وسیعی از میزان جزئیات برای کاربر قابل انتخاب است. به عنوان مثال، برای مدل‌سازی راکتورهای اروپایی، VVER و RBMK به صورت موفقیت‌آمیز استفاده شده است.

نسخهٔ ۱,۸,۶ کد محاسباتی MELCOR در سپتامبر ۲۰۰۵ عرضه شده است. در این نسخه، به منظور بهبود قابلیت‌های کد برای مدل‌سازی رفتار فاز آخر یک حادثهٔ وخیم، مدل‌های متعددی در بستهٔ محاسباتی COR ارتقا یافته‌اند. به عنوان مثال امکان افزودن بخش پایینی نیم کره‌ای محفظهٔ راکتور، مدل‌هایی برای شبیه‌سازی شکل‌گیری استخرهای مذاب در بخش پایینی و قلب، همرفت در استخرهای مذاب، لایه‌ای شدن استخر مذاب به صورت لایه‌های فلزی و اکسید و تقسیم هسته‌های پرتوزا بین لایه‌های استخر، مدل سرد شدن مذاب در حضور سیال[۱]، مدل رهایش نقره میله‌های کنترل، مدل اکسیدشدن میلهٔ کنترل کربید بور جدید در این بسته افزوده شده‌اند.

۳-۱- ساختار کلی کد

کد محاسباتی MELCOR از دو بخش تشکیل شده است. بخش اول تحت عنوان MELGEN است که در آن بخش اعظم ورودی تعریف، پردازش و بررسی می‌شود. هنگامی که بررسی فایل ورودی با موفقیت پایان می‌یابد، یک فایل آغاز مجدد برای شرایط اولیهٔ محاسبات تولید می‌شود. بخش دوم تحت عنوان MELCOR است که مسأله را در طول زمان بر اساس ورودی تعریف شده در MELGEN و MELCOR اجرا می‌کند. فایل‌های مربوط به دو بخش کد عبارتند از:

[۱] - Reflood Quench Model

۱. ورودی کاربر[۱]: فایل ورودی کاربر MELGEN شامل بخش عمدهٔ ورودی تعریف شده برای یک مسأله است. بخش MELGEN، این ورودی را پردازش[۲] و بررسی[۳] می‌کند و یک فایل آغاز مجدد برای بخش MELCOR تولید می‌کند. بخش MELCOR وابسته به فایل آغاز مجدد برای بدنهٔ ورودی خود وابسته است. برخی از پارامترها مانند گام زمانی، کل زمان حادثه و اطلاعات ویرایش در فایل ورودی بخش MELCOR توسط کاربر تعیین می‌شوند. داده‌های ورودی برای MELGEN و MELCOR می‌توانند در یک فایل واحد تعریف شوند.

۲. خروجی[۴]: هر دو بخش MELGEN و MELCOR فایل‌های خروجی تولید می‌کنند. اطلاعات انتخاب شده‌ای نیز در فایلهای تشخیص، پیام و پایانه چاپ می‌شوند. فایل‌های خروجی انعکاسی از فایل‌های ورودی کاربر است. خروجی بخش MELGEN لیست کاملی از همهٔ داده‌های پردازش شده می‌دهد که شامل داده‌های غیر وابسته به زمان است. فایل خروجی بخش MELCOR شامل ویرایش‌های پی در پی وابسته به زمان برای داده‌ها در هر بازه‌های زمانی تعیین شده توسط کاربر است.

۳. رسم شکل[۵]: مقادیر همهٔ متغیرهای تعیین شده برای رسم در بازه‌های زمانی تعیین شده توسط کاربر در این فایل ذخیره می‌شوند. این فایل توسط HISPLT برنامه‌های پس‌پردازنده گرافیکی[۶] قابل خواندن و نمایش است.

۴. آغاز مجدد[۷]: پایگاه داده MELCOR، شامل همهٔ داده‌های ضروری برای آغاز مجدد MELCOR، در فایل آغاز مجدد در بازه‌های زمانی تعیین شده توسط کاربر نوشته می‌شود. بخش MELGEN فایل اولیه آغاز مجدد را می‌سازد که شامل شرایط اولیه مسأله بر اساس ورودی کاربر است و بخش MELCOR این فایل را برای ادامه روند محاسبات به کار می‌برد.

۵. پیام[۸]: پیامهای خاصی در فایل پیام نوشته می‌شوند. این فایل تنها توسط بخش MELCOR نوشته می‌شود و شامل زمان وقوع رویدادهای مهم مانند شکست بخش پایینی محفظهٔ راکتور، خروج مذاب، اشتعال هیدروژن و ... است. برای راحتی کاربر فایل پیام در پایان فایل خروجی پس از پایان اجرا چاپ می‌شود.

۶. تشخیص[۹]: فایل تشخیص شامل پیام‌های تشخیصی ویژهٔ تولید شده توسط MELGEN و MELCOR، مانند پیام‌های خطا و اخطار که برای کاربر مفید است، می‌باشد. برای سهولت کاربر فایل تشخیص در انتهای فایل خروجی هنگامی که محاسبات با مشکلی مواجه می‌شود، چاپ می‌شود. همچنین آخرین اطلاعات تکمیلی در فایل

---

۱ - User Input
۲ - Process
۳ - Check
۴ - Output
۵ - Plot
۶ - Graphics post-processing programs
۷ - Restart
۸ - Message
۹ - Diagnostic

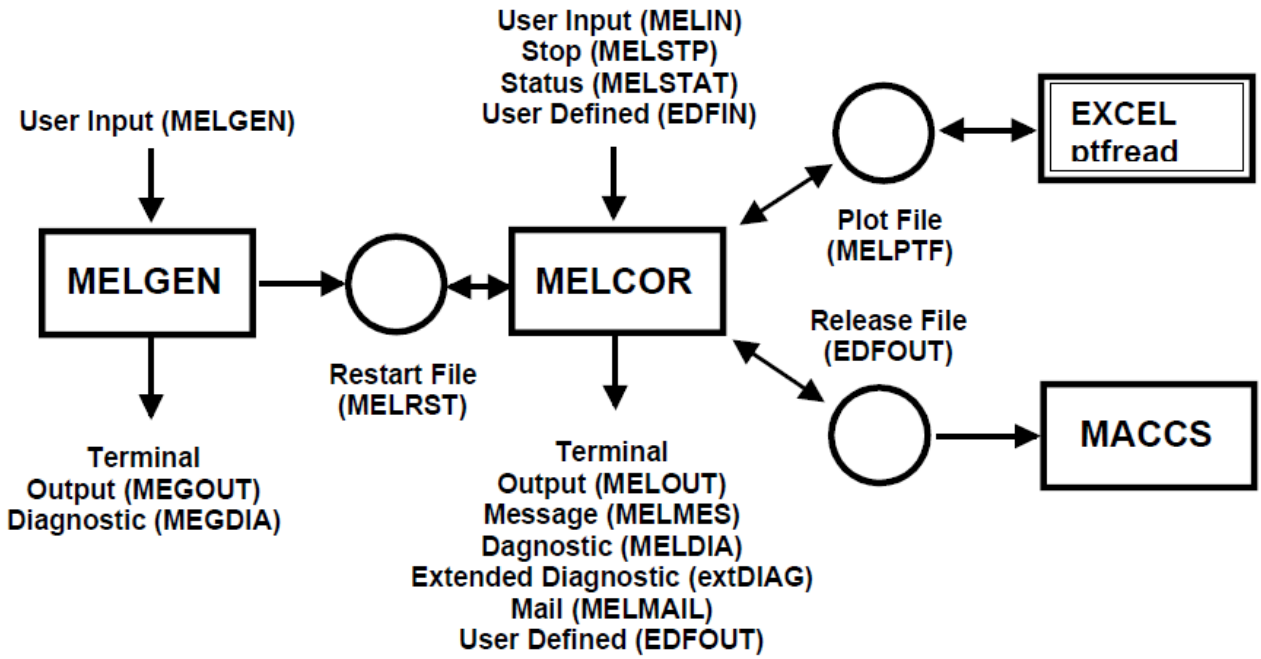
تشخیص توسعه یافته ارائه می‌شوند. این فایل برای توسعه‌دهندگان کد برای دنبال کردن مسائلی که کاربر نمی‌تواند آنها را کنترل کند، بسیار مفید است.

۷. پایانه[۱]: در این فایل خلاصهٔ مختصری از مراحل محاسبات ارائه می‌شود. به علاوه پیام‌های ویژه، زمان مسأله، گام زمانی و زمان پردازنده کامپیوتر در صورت نیاز کاربر در این فایل چاپ می‌شوند.

۸. توقف[۲]: کاربر می‌تواند این فایل را در هر زمان از اجرا تولید کند. این کار در batch file مربوط به MELCOR انجام می‌شود. اگر این فایل وجود داشته باشد، محاسبات MELCOR متوقف شده و داده‌های گام زمانی نهایی در فایل خروجی، رسم شکل و آغاز مجدد چاپ می‌شوند.

۹. رایانامه[۳]: با تعریف این فایل در هر زمان در batch file مربوط به MELCOR، خلاصه‌ای از حالت محاسبات تهیه شده و به رایانامه کاربر ارسال می‌شود. هدف این بخش اطلاع دادن به کاربر از نحوه اجرای مسأله است.

ارتباط بین MELCOR، MELGEN و HISPLT بر اساس توضیحات ارائه شده تاکنون در شکل نشان داده شده است. در این شکل، MACCS برنامه‌ای برای تعیین پیامدهای آزاد شدن محصولات شکافت در محیط خارج از تأسیسات نیروگاه است.



شکل ۲: ساختار بخش‌ها و فایل‌های کد محاسباتی

[۱] - Terminal
[۲] - Stop
[۳] - Mail

فایل‌های تشخیص و پیام باید بعد از هر بار اجرا بررسی شوند. فایل تشخیص شامل پیغام‌های خطا و سایر اطلاعاتی است که ممکن است مربوط به مشکلی در شرایط اولیه تعیین شده در MELGEN یا محاسبات MELCOR باشد. کاربر باید این فایل را پس از هر بار اجرا جهت تشخیص اشکالات در نتایج، به دقت بررسی کند. فایل پیام شامل اطلاعات زمانی رویدادهای مهم است. این فایل خلاصه‌ای از رویدادهای مهم در محاسبات را بدون نیاز به بررسی کل فایل خروجی ارائه می‌کند.

۳-۲- کلیات بسته‌های محاسباتی

کد محاسباتی MELCOR شامل بسته‌های محاسباتی مختلفی به منظور تحلیل حوادث می‌باشد. مدل‌های کد در قالب این بسته‌های محاسباتی گنجانده شده و هر بسته قابلیت مدل‌سازی مجموعه‌ای از پدیده‌های مرتبط با این مدل‌ها را دارد. بسته‌های محاسباتی مهم کد بر اساس اهمیت به ترتیب عبارتند از:

- بستهٔ EXEC – کنترل اجرای MELGEN و MELCOR،
- بستهٔ CVH/FL - مدل‌سازی رفتار ترموهیدرولیکی سیال (مایع و بخار)، ارزیابی جریانهای جرم و انرژی بین حجم‌های کنترل،
- بستهٔ TF - بسته تعریف توابع جدولی برای تعریف یا کنترل پارامترهای مختلف،
- بستهٔ CF - بسته تعریف توابع کنترلی برای اعمال کنترل در شرایط مختلف مانند باز و بستن شیرها،
- بستهٔ HS - مدل‌سازی سازه‌های حرارتی، محاسبات انتقال حرارت رسانش، چگالش، جابجایی و تشعشع در سازه‌ها و انتقال حرارت و جرم بین سازهٔ حرارتی و حجم کنترل،
- بسته MP- تعریف مواد و خواص فیزیکی آنها از جمله حالت ترمودینامیکی مواد و خواص انتقال حرارت به جز آب و گازهای چگالش‌ناپذیر،
- بستهٔ NCG H_2O- تعیین خواص آب بر اساس معادله حالت کینان و کییز توسعه داده شده برای دماهای بالا با استفاده از داده‌های جنف و معادله حالت مخلوط گازهای چگالش‌ناپذیر،
- بستهٔ COR - ارزیابی رفتار حرارتی قلب و سازه‌های درون بخش پایینی محفظهٔ راکتور شامل داغ شدن، بسته شدن جریان، شکل‌گیری و جابجایی آوار[۱]، شکست بخش پایینی محفظهٔ راکتور و انتشار مواد قلب به محفظهٔ ایمنی،

[۱] - Debris

- بستهٔ CAV- مدل‌سازی چاهک راکتور و اثرات مواد مذاب بر بتن است که بر اساس کد CORCON-MOD3 به همراه تحلیل حساسیت بهبود یافته و قابلیت مدل‌سازی چند چاهک است،
- بستهٔ DCH- این بسته توسط سایر بسته‌ها برای ارزیابی توان گرمای واپاشی ناشی از واپاشی هسته‌های پرتوزا استفاده می‌شود،
- بستهٔ RN- مدل‌سازی انتشار هسته‌های پرتوزا، رفتار ذرات معلق، پاره‌های شکافت گازی، انتشار پاره‌های شکافت از سوخت و آوار، چگالش و تبخیر مجدد ذرات معلق، رسوب بر روی سازه‌ها، انتقال از طریق مسیرهای جریان و برداشت توسط سیستم‌های ایمنی مهندسی،
- بستهٔ BUR- بررسی معیار اشتعال و انفجار در حجم‌های کنترل، آغاز و انتشار اشتعال هیدروژن و مونوکسید کربن و محاسبه کامل بودن احتراق و سرعت شعله،
- بستهٔ EDF - کنترل خواندن و نوشتن فایل‌های اطلاعات خارجی بزرگ در تعامل با بسته‌های توابع کنترلی و فرایند انتقال،
- بستهٔ TP - کنترل انتقال آوار قلب بین بسته‌های مختلف و انتقال هسته‌های پرتوزا در بستهٔ RN.
- بستهٔ FDI- مدل‌سازی تغییرات آوار در خارج قلب، انتقال حرارت و اکسیدشدن در اثر واکنش سوخت و خنک‌کننده و خروج پرفشار مذاب،
- بستهٔ PAR - مدل‌سازی بازترکیب کننده هیدروژن غیرفعال در محفظهٔ ایمنی،
- بستهٔ ESF - مدل‌سازی ترموهیدرولیکی اجزای ایمنی مهندسی که با سایر بسته‌ها قابل مدل‌سازی نیستند. در حال حاضر تنها مدل فن کولر در این بسته لحاظ شده است.
- بستهٔ SPR - مدل‌سازی نرخ‌های انتقال جرم و حرارت بین قطرات اسپری‌های محفظهٔ ایمنی و محفظهٔ ایمنی.

اغلب این بسته‌ها طی محاسبات ممکن است فعال یا غیرفعال باشند. بسته‌های EXEC، CVH و برخی از بسته‌های پایه‌ای همواره در هر محاسبه‌ای فعال هستند. در حالت پیش‌فرض، اغلب سایر بسته‌ها غیرفعال است. به عنوان مثال، در حالت پیش‌فرض، بستهٔ BUR غیرفعال است. بنابراین محاسبات احتراق انجام نمی‌شود مگر اینکه، این بسته فعال شود. معمولاً همهٔ بسته‌ها در تحلیل کامل نیروگاه فعال می‌شوند. حالت هر بسته در خروجی بخش MELGEN داده می‌شود.

۳-۳- مراحل کار

تجربه نشان می‌دهد که شروع با مسأله‌های ترموهیدرولیکی ساده شامل فقط بسته‌های EXEC، CVH و FL راه بسیار خوبی برای یادگیری اجزای عمومی کد محاسباتی MELCOR بدون ایجاد سردرگمی در کد است. پس از اینکه بسته‌های CVH و FL خوب فراگرفته شدند، یک مسأله ساده می‌تواند به تدریج با افزودن ورودی برای بسته‌های دیگر پیچیده‌تر شود. بسته‌های مناسب بعدی برای فراگیری بسته‌های TF و CF، به عنوان مثال برای مدل‌سازی عمل کردن شیر ساده، هستند. پس از آنها بسته‌های HS و MP، برای مدل‌سازی سازه‌های ساده‌ای مانند لوله یا دیواره‌های اتاق، توصیه می‌شود. با استفاده از بسته‌های NCG برای تعیین گازهای چگالش‌ناپذیر و BUR، می‌توان پیچیدگی‌های ترمودینامیکی مسأله را مدل‌سازی نمود. رفتار قلب راکتور واقعی توسط بستهٔ COR شبیه‌سازی می‌شود، که می‌تواند در این مرحله به همراه بستهٔ DCH به مسأله افزوده شود.

افزودن بسته‌های ESF و SPR در هر زمانی که بسته‌های پایهٔ ترموهیدرولیکی (CVH/FL) فهمیده شدند، امکان‌پذیر است. به کارگیری بستهٔ RN، مستلزم فهم کامل همهٔ بسته‌های مرتبط با بسته‌های ترموهیدرولیکی است. در پایان، بسته‌های FDI و CAV به همراه بستهٔ TP برای کنترل فصل اشتراک آنها و بستهٔ COR، می‌توانند افزوده شوند.

هنگامی که کاربر به صورت پایه‌ای با ورودی کد MELCOR آشنا شد، مطالعهٔ ارتباطات بین بسته‌ها مفید است.

اساساً، کد محاسباتی MELCOR برای اجرا با گام‌های زمانی نسبتاً بزرگ و حجم‌بندی ریز برای اغلب محاسبات یکپارچهٔ نیروگاهی، طراحی شده است. برای یک مدل نیروگاه هسته‌ای کامل ساده، یک حجم‌بندی مبنا شامل سیستم خنک‌کننده راکتور، محفظهٔ راکتور و ساختمان‌های جانبی، نوعاً شامل ۱۵ تا ۲۵ حجم‌کنترل، ۱۰۰ تا ۲۰۰ سازهٔ حرارتی، ۳ یا ۴ حلقه شعاعی برای قلب و ۱۰ تا ۱۵ سطح محوری برای قلب به همراه بخش پایینی راکتور می‌شود. ممکن است تحلیل حساسیت مستلزم استفاده از حجم‌بندی ریزتر برای برخی سیستم‌ها باشد. مدل‌های تأسیسات پیچیده که با گردش طبیعی خنک‌کننده در داخل مدارهای راکتور سروکار دارند، می‌توانند از حجم‌بندی ترموهیدرولیکی با جزئیات بیشتری در بستهٔ CVH در این نواحی استفاده کنند.

طی فازهایی از حادثه که در آن فازها رفتار ترموهیدرولیکی سیال داخل محفظهٔ راکتور و رشد مذاب، پدیده‌های غالب هستند، حداکثر گام‌های زمانی تعیین شده توسط کاربر باید بین ۵ تا ۱۰ ثانیه باشد. همچنین طی فازهایی از حادثه که رفتار ترموهیدرولیکی محفظهٔ ایمنی و واکنش‌های مذاب و بتون غالب است، حداکثر گام زمانی تعیین شده توسط کاربر باید بین ۱۰ تا ۲۰ ثانیه باشد. اگرچه مدل‌های بسیاری، گام زمانی را هنگامی که در محاسبات لازم باشد، به مقادیر

کوچک‌تر کاهش خواهند داد؛ پدیده‌های بسیار سریع، رویدادهای پدیده‌ای خاص، یا مسائل عددی به وجود آمده در کد، ممکن است استفاده از گام‌های زمانی کوچکتر از حداکثر گام زمانی تعیین شده توسط کاربر را برای بخش‌هایی از حادثه ضروری سازند. در نتیجه می‌توان گفت کد محاسباتی MELCOR تاحدی وابسته به مهارت کاربر در انتخاب گام‌های زمانی مناسب است.

۳-۴- ضرایب حساسیت

یکی از اهداف MELCOR فراهم نمودن امکان بررسی همهٔ ثوابت و پارامترهای مدل‌ها یا روابط، معیارهای همگرایی و پارامترهای مشابه سیستم که به صورت عادی در ورودی قابل دسترسی نیستند، تحت عنوان ضرایب حساسیت می‌باشد. این ضرایب حساسیت در آرایه‌های شماره‌گذاری شده که یک سری از پارامترهای مشابه را نشان می‌دهند، تقسیم‌بندی شده‌اند. این آرایه‌ها با یک شماره چهار عددی که با نام آرایه در ارتباط است، تعیین می‌شوند. هر بستهٔ محاسباتی MELCOR محدوده‌ای از این اعداد چهار رقمی برای ضرایب حساسیت در آن بسته دارند. ضرایب حساسیت مختلفی در هر بستهٔ محاسباتی ارائه شده‌اند. این ضرایب حساسیت در ورودی MELGEN قابل تعریف هستند و همچنین می‌توان در در ورودی MELCOR آنها را تغییر داد. بنابراین اثرات تغییرات مدل در محاسبات قابل آزمایش است. بستهٔ UTIL پردازش ورودی‌های مربوط به تغییرات ضرایب حساسیت در بسته‌های مختلف را هماهنگ می‌کند. مقدار هر ضریب حساسیت با استفاده از یک ورودی با قالب زیر قابل تغییر است.

SCiiiii – Sensitivity Coefficient Identifier
00000 ≤ iiiii ≤ ZZZZZ is used for identifying and ordering the input

(1) NNNN - Unique four-digit identifier of the sensitivity coefficient array.

(2) VALUE - New value of the sensitivity coefficient. Values must be real-valued only—no integer values are allowed.

(3) NA - First index of the sensitivity coefficient.

(4) NB - Second index of the sensitivity coefficient (if required).

تعداد پارامترهای مورد نیاز وابسته به هر ضریب حساسیت است. برای مثال، ورودی مربوط به ضریب حساسیت زیر، دمای پیش‌فرض حجم کنترل بستهٔ ترمودینامیکی را از ۲۹۸ به ۳۶۸ کلوین تغییر می‌دهد.

```
SC00000    2090    368.0    1    * CHANGE NATURAL TEMPERATURE TO 368 K
```

۳-۵- اجرای کد

می‌توان بخش‌های MELGEN و MELCOR را با یا بدون پارامترهای خط فرمان اجرا کرد. اغلب پارامترهای مجاز برای اجرای کد عبارتند از:

```
i = input_file_name
sf = stop_file_name
id = runid
ow = x
```

همه یا برخی از این پارامترها قابل استفاده در خط فرمان هستند. عبارت "i=" مربوط به نام فایل ورودی (پیش‌فرض MELGIN یا MELIN) و عبارت "sf=" مربوط به نام فایل توقف (پیش‌فرض MELSTP) است که در کارت STOPF*ILE تعیین می‌شود. با استفاده از عبارت id می‌توان یک یا دو کاراکتر به نام فایل‌هایی که توسط اجرا تولید می‌شوند افزود. به این صورت که اگر یک ورودی فایل‌هایی به نام MELPTF و OUTPUT.TXT تولید کند، به کارگیری عبارت id = 22 در خط فرمان باعث خواهد شد که فایل‌های تولیدی با نام‌های MELPTF22 و OUTPUT22.TXT تولید شوند.

در صورتیکه یک فایل خروجی با همان نام تعیین شده برای فایل خروجی در پوشه اجرا وجود داشته باشد، با عبارت x در دستور ow = x رفتاری که باید با نام فایل خروجی انجام شود تعیین می‌شود. با عبارت o فایل جدید با همان نام چاپ می‌شود و فایل قبلی پاک می‌شود. با عبارت e فایل قبلی را نگه می‌دارد و فایل جدید را با نام مشابه ذخیره می‌کند. اگر غیر از این دو عبارت استفاده شود، عملیات چاپ فایل متوقف می‌شود.

دستورات زیر برای اجرای MELGEN در خط فرمان در فایل bat.*، قابل قبول هستند. با جایگزینی MELCOR به جای MELGEN می‌توان برای اجرای MELCOR از این دستورات استفاده کرد.

```
(1) melgen
(2) melgen filename
(3) melgen sf=stopper i=filename
(4) melgen ow=o i=filename id=runid
(5) melgen id=runid
```

در حالت‌های ۱ و ۵، از نام پیش‌فرض برای ورودی استفاده می‌شود. در همهٔ حالت‌ها به جز حالت ۴، اگر نام فایل خروجی متنی کپی نام یک فایل موجود در پوشه اجرا باشد، کد متوقف می‌شود. در حالت ۴، فایل خروجی موجود پاک و فایل جدید با همان نام چاپ می‌شود. در حالت ۳، حضور فایلی به نام stopper در پوشهٔ اجرا، اجرای کد را حتی زمانی که کارت STOPF*ILE در فایل ورودی استفاده شده و نام متفاوتی داشته باشد، متوقف می‌کند.

پارامتر runid یک یا دو کاراکتر الفبایی است که نام فایل‌های تولیدشده در اثر اجرا افزوده می‌شود. این فایل‌ها شامل فایل‌های DIAGFILE، OUTPUTFILE، RESTARTFILE، MESSAGEFILE، PLOTFILE و EXTDIAGFILE می‌شود.

در مثال‌های فوق علامت مساوی بدون فاصله باید استفاده شود. به عنوان مثال دستور زیر کد MELCOR را اجرا می‌کند.

```
melcor      i=myinput          id=22
```

که فایل ورودی myinput، حاوی دستورات زیر است:

```
outputfile      ‘myout’
plotfile        ‘myplot’
restartfile     ‘myresf’
```

با اجرای این ورودی، فایل‌های زیر تولید می‌شود:

```
myout22             the output file
myplot22            the plot file
myresf22            the restart file
MELDIA22            the default diagnostic file
MELMES22            the default message file
```

نام فایل می‌تواند دارای پسوند باشد:

```
outputfile      ‘my.out’
```

در این صورت نتیجه حاصل برای نام فایل خروجی به صورت زیر خواهد بود.

```
my22.out
```

۴- بسته‌های محاسباتی کد MELCOR

۴-۱- بستهٔ EXEC

بستهٔ EXEC کنترل کلی اجرای محاسبات MELGEN و MELCOR را انجام می‌دهد. این بسته وظیفهٔ پردازش‌های مختلفی برای سایر بسته‌های کد، مانند اجرا، پردازش ورودی و خروجی، اصلاح ضریب حساسیت، انتخاب گام زمانی سیستم، بروز رسانی زمانی و پایان محاسبات را انجام می‌دهد.

همانطور که در ساختار کلی کد MELCOR ارائه شد، این کد در دو بخش اجرا می‌شود. بخش اول MELGEN است که در آن بخش عمدهٔ ورودی، تعیین، پردازش و بررسی می‌شود. هنگامی که بررسی ورودی تکمیل می‌شود، در صورتی‌که خطایی در آن وجود نداشته باشد، یک فایل راه‌اندازی مجدد از همهٔ اطلاعات از پایگاه دادهٔ MELCOR برای شرایط اولیهٔ محاسبات تولید می‌شود. بخش دوم کد، MELCOR است که برنامه را در طول زمان بر اساس پایگاه داده تولید شده توسط MELGEN و هر ورودی دیگری که در بخش MELCOR افزوده شده است، پیش می‌برد.

بخش‌های MELGEN و MELCOR یک معماری ماژولار و ساختارمند به اشتراک می‌گذارند، به نحوی که الحاق مدل‌های پدیده‌ای اضافی یا اختیاری را تسهیل می‌سازد. این ساختار از چهار سطح تشکیل می‌شود. سطح بالا مربوط به بسته EXEC است، که شامل زیربرنامه‌هایی است که اجرای وظایف پردازش‌های گوناگون را هماهنگ و پیش‌روی محاسبات کلی را کنترل می‌کند. سطح بعدی شامل برنامه‌های مدیریت پایگاه داده است که اطلاعات مورد نیاز پایگاه دادهٔ MELCOR را به سطح سوم که شامل ماژول‌ها یا بسته‌های مختلف است، ارائه می‌کند. هر بسته مجموعه‌ای از پدیده‌های مرتبط با هم را مدل می‌کند و یا عملیات خاص تعریف شده را انجام می‌دهد. سطح چهارم شامل برنامه‌هایی است که عملیاتی مانند به دست آوردن ماتریس معکوس، انتگرال‌گیری از معادلات دیفرانسیل یا انتقال جرم و انرژی بین بسته‌ها انجام می‌دهند. اغلب این برنامه‌ها در بستهٔ UTIL قرار دارند که نیاز به ورودی کاربر ندارد.

در بخش MELGEN، بستهٔ EXEC سایر بسته‌ها را برای وظیفه پردازش خودشان که باید برای تهیهٔ پایگاه داده انجام شود، فرا می‌خواند. اولین وظیفه شامل مقداردهی به متغیرهای عمومی شامل نشان‌گرهای پایگاه داده، ضرایب حساسیت و متغیرهای پایگاه داده داخلی بر اساس مقادیر پیش‌فرض است. در مرحله بعد، همهٔ فایل‌های ورودی و خروجی MELGEN باز شده و ورودی کاربر پردازش می‌شود تا ورودی به صورت مرتب ثبت و در پایگاه داده‌های ورودی با قالبی استاندارد برای استفاده سایر بسته‌ها در مرحله بعد، ذخیره شود.

در بسته MELGEN محاسبات طی سه مرحله پردازش ورودی انجام می‌شود. در مرحله اول، هر بسته توسط بستهٔ EXEC فراخوانده می‌شود تا همهٔ داده‌های تعیین شده توسط کاربر را بخواند و ابعاد مسأله مشخص شود. در مرحله دوم، هر بسته توسط بستهٔ EXEC فراخوانده می‌شود تا پایگاه داده خود را با داده‌های تعریف شده در سایر بسته‌ها در مرحله اول تکمیل کند و نیز سازگاری هر بسته با سایر بسته‌ها بررسی شود. در مرحله سوم توابع کنترلی که ممکن است به آرگومان‌های داده‌های تعریف شده در مرحله دوم برای یک بسته مرتبط باشد، تعیین می‌شود.

در صورتی‌که در هر یک از این سه مرحله خطایی وجود داشته باشد روند پردازش ادامه پیدا نمی‌کند. پس از اینکه همهٔ ورودی پردازش شد، بستهٔ EXEC هر بسته را برای تولید خروجی چاپ کرده و در صورت عدم وجود خطا در هیچ مرحله‌ای، نوشتن پایگاه داده اولیه در فایل آغاز مجدد را فرا می‌خواند.

اجرای MELCOR شامل دو مرحله است:

۱. مرحله آماده‌سازی، که در آن پایگاه داده اولیه تولید شده در زمان صفر توسط MELGEN یا تولید شده در زمانی دیگر توسط اجرای MELCOR، از فایل آغاز مجدد خوانده می‌شود و هر ورودی اضافی پردازش می‌شود.
۲. مرحله اجرا، که شبیه‌سازی را در طول زمان انجام، و بخش‌های وابسته به زمان در پایگاه داده را در هر بازه بروزرسانی می‌کند و به صورت متناوب پایگاه داده بروزرسانی شده را در فایل آغاز مجدد ثبت می‌کند.

طی مرحله آماده‌سازی، بسیاری از وظایف انجام شده توسط MELGEN، مانند مقداردهی اولیه به پارامترهای عمومی، بازکردن فایل، پردازش ورودی، اصلاح ضریب حساسیت و پردازش ورودی توسط بسته EXEC، تکرار می‌شوند.

قلب MELCOR مرحله پیش‌روی مسأله در زمان است. بسته EXEC ابتدا بررسی می‌کند که آیا زمان پایان محاسبات رسیده است یا خیر. در این صورت هر بستهٔ فعال برای انجام وظیفهٔ خود فراخوانده می‌شود. سپس بسته EXEC گام زمانی جدید ثابت برای همهٔ بسته‌ها را با توجه به مقادیر حداقل و حداکثر تعیین شده توسط کاربر و بر طبق درخواست‌های بسته‌ها از گام زمانی قبلی، محاسبه می‌کند.

اطلاعات فایل آغاز مجدد کد MELCOR شامل همهٔ بخش‌های پایگاه داده مسأله است که برای اجرای مجدد کد کافی است. این فایل بر اساس بازه‌های زمانی تعیین شده توسط کاربر است که مبتنی بر زمان شبیه‌سازی و یا زمان پردازنده کامپیوتر است. ضرایب حساسیت و متغیرهای ورودی MELCOR در آغاز مجدد قابل تغییر هستند تا سناریوهای مختلف محاسبات قابل آزمایش باشند.

۴-۱-۱- قالب ورودی MELGEN و MELCOR

ورودی‌های MELGEN و MELCOR را می‌توان در یک یا دو فایل نوشت. قالب نوشتاری ورودی کد آزاد است. هر داده در ورودی باید یک شناسه داشته باشد و یا یک داده دستوری و یا یک پیغام باشد.

در فایل ورودی تنها ۱۲۰ کاراکتر اول خوانده و پردازش می‌شوند. در نسخه‌های پیشین تنها ۸۰ کاراکتر اول ورودی خوانده می‌شدند. اولین بخش از یک خط ورودی به عنوان شناسه در نظر گرفته می‌شود که تنها از کاراکترهای الفبایی است و حالت بزرگ یا کوچک بودن حروف مهم نیست. سایر بخش‌های ورودی می‌توانند عدد صحیح، عبارت منطقی، عدد حقیقی تک دقتی یا عدد حقیقی با دقت مضاعف و کاراکتر باشند. مانند:

```
IDENT      0      1.0   1.E28      1.D29      .FALSE.      'CHARACTER DATA'
```

فاصلهٔ بین پارامترهای ورودی می‌تواند با فاصله SPACE، کاما و یا کاراکتر TAB ایجاد شود. سه خط زیر یکسان هستند.

```
IDENT   4.4 5.5 6.6

IDENT,,,,,4.4,,,,,5.5,, [TAB],,,6.6

IDENT , 4.4 , [TAB] 5.5 , 6.6
```

پارامترهای الفبایی را می‌توان داخل دو علامت نقل قول قرار داد. درصورتی‌که میان آنها فاصله خالی یا کاما نباشد، آنگاه استفاده از علامت نقل قول ضروری نیست. برای مثال خط زیر شامل یک شناسه و چهار پارامتر الفبایی است.

```
IDENT      BOY      'BIG BOY'      '1.1'      'MY, FAVORITE, YEAR'
```

کل ورودی به حالت اندازه حروف وابسته نیست. حروف کوچک به صورت خودکار به حروف بزرگ تبدیل می‌شوند. البته این کار برای عبارت‌هایی که داخل علامت نقل قول قرار دارند، انجام نمی‌شود. به عنوان مثال، سه خط پایین یکسان هستند.

```
Ident      george      1.e7

IDENT      GEORGE      1.E7

Ident      George      10000000.
```

هنگامی که علامت نقل قول استفاده شود، شرایط تغییر می‌کند. در مثال زیر هر سه خط با یکدیگر متفاوتند.

```
ident      george      filename
```

```
IDENT     ‘george’     ‘filename’
Ident     ‘George’     ‘Filename’
```

دسترسی و تفسیر داده‌های ورودی با فراخوانی برنامه CRACKR از بسته UTIL انجام می‌شود. موقعیت داده، معرفی شماره، نوع و مقدار داده توسط این برنامه انجام می‌شود. اگر شماره داده یا نوع آن صحیح نباشد، پیغام خطایی توسط این برنامه ارائه می‌شود.

در فایل ورودی، در صورتی‌که ابتدای یک خط کاراکتر ستاره (*) باشد، آن خط به عنوان یک پیغام در نظر گرفته می‌شود. همچنین، همهٔ کاراکترهای سمت راست یک ستاره به عنوان پیغام در نظر گرفته می‌شوند. عبارت *EOR* یک پیغام نیست و یکی از شناسه‌های فایل ورودی است. خطوطی که کاملاً خالی هستند به عنوان پیغام لحاظ می‌شوند. نمونه‌هایی از پیغام به صورت زیر است:

```
* THIS RECORD IS JUST A LITTLE OLD COMMENT
IDENT     4.4     5.5     * FORWARD AND REVERSE LOSS COEFFICIENTS
```

در برخی حالت‌ها از پارامترهای چند کلمه‌ای استفاده می‌شود. پردازنده ورودی این پارامترها را با علامت نقل قول یا خط تیره می‌پذیرد. به عنوان مثال:

```
HS00011201     ‘STAINLESS STEEL OXIDE’
HS00011201     stainless-steel-oxide
hs00011201     Stainless-Steel-Oxide
```

به طور کلی، کاراکترهای با حروف کوچک نباید در پارامترهای چندکلمه‌ای داخل علامت نقل قول استفاده شوند، چراکه آنها به حروف بزرگ تبدیل نخواهند شد و درنتیجه ممکن است با شناسه یا اسم فایل مربوط سازگار نباشند.

در برخی حالت‌ها در شناسه‌ها کاراکترهای متفرقه به کار می‌رود. به عنوان مثال:

```
RESTARTF*ILE
```

در این حالت، کد هر دو عبارت RESTARTF و RESTARTFILE را تشخیص خواهد داد. تنها یکی از این دو باید در یک فایل ورودی استفاده شود.

آخرین داده در یک فایل باید نقطه به عنوان پایان‌دهنده باشد که می‌تواند با پیغامی پس از آن همراه باشد.

به صورت پیش‌فرض، در پردازش داده‌های تکراری (داده‌هایی که شناسهٔ یکسان دارند)، یک پیغام خطا تولید می‌شود. عبارت "ALLOWREPLACE" در ورودی اجازه تکرار داده‌ها را با جایگزینی آخرین داده تکراری به جای داده‌های پیشین می‌دهد.

قالب ورودی MELGEN یا MELCOR برای هر بسته در آن بسته توضیح داده شده است. برای مثال، مشخصات ورودی حجم‌های کنترل هیدرودینامیکی در بستهٔ CVH و ورودی‌های توابع کنترلی در بستهٔ CF ارائه شده است.

خصوصیات همهٔ اطلاعات ورودی یک قالب کلی دارند. برای مثال، هر اطلاعات ورودی فرضی دارای قالب کلی زیر است:

ABCnnnXX - Object Definition Record
000 ≤ nnn ≤ 999 is the user number of some object
Optional

(1) NAME - User-defined name of the object
(Type = character*20, default = none)

(2) VAR - Value of a variable names "VAR"
(Type = real, default=0.0, units = kg/s)

در این قالب، ABCnnnXX، یک شناسه است که شامل یک شماره دلخواه (مثلاً شماره حجم کنترل یا مسیر جریان nnn) است. هر خط داده علاوه بر شناسه می‌تواند یک یا چند پارامتر داشته باشد. در این قالب فرضی، دو پارامتر وجود دارد. اولی یک پارامتر کاراکتری است که طول آن حداکثر ۲۰ کاراکتر است و در آن یک نام تعیین می‌شود. پارامتر دوم اختیاری است و در صورت قید شدن باید از نوع حقیقی باشد. در صورت عدم تعیین این پارامتر توسط کاربر، مقدار صفر در نظر گرفته می‌شود. خط زیر، مثالی برای قالب فوق است.

```
ABC101XX      Peter      9.8
```

این خط، یک شیء با شماره ۱۰۱ و نام Peter تعیین می‌کند و مقدار ۹/۸ به متغیر VAR تخصیص داده شده است. همچنین:

```
ABC857XX      "Paul"
```

این خط، یک شیء با شماره ۸۵۷ و نام Paul را نشان می‌دهد. مقدار پیش‌فرض پارامتر VAR، یعنی صفر، برای این پارامتر در نظر گرفته خواهد شد. توجه شود که هیچ‌یک از خطوط زیر بر اساس قالب ارائه شده، معتبر نیستند. دلیل خطا در هر خط در انتهای آن به صورت پیغام نوشته شده است.

ABC123XX	‘Extremely long, verbose name’	*NAME too long
ABC456XX	9.8	*NAME wrong type
ABC789XX	Mary -1	*VAR wrong type

همچنین، هیچ‌یک از خطوط زیر به عنوان داده با شناسهٔ ABCnnnXX عملیات تشخیص داده نمی‌شوند و پردازش بر آنها صورت نمی‌گیرد، چراکه شناسه آنها صحیح نیست.

ABC1Y2XX	“Tom”	37.
ABC12XX	Dick	-4
ABC6789XX	-4	Harry

۴-۱-۲- کارت‌های قالب کلی ورودی

برخی از ورودی‌ها شناسه ندارند و در واقع دستورات کنترلی هستند. این ورودی‌ها دستورات پردازنده ورودی نامیده می‌شوند که پردازش سایر ورودی‌ها را کنترل می‌کنند. در ادامه به مهم‌ترین آنها پرداخته می‌شود.

ALLOWREPLACE – Allow Replacement Records

بر اساس این دستور، همانطور که پیش از این گفته شد، اطلاعات با شناسهٔ تکراری مجازند. در این حالت آخرین مقادیر داده‌های با شناسه یکسان در نظر گرفته می‌شوند. اگر آخرین داده با شناسه تکراری شامل عبارت '*DELETE*' باشد، به جای جایگذاری آخرین داده، داده‌های آن شناسه پاک می‌شوند. با جایگذاری یا پاک شدن داده‌ها پیغامی صادر خواهد شد. در حالت پیش‌فرض کد، این دستور فعال نیست.

از این دستور برای تغییر پارامترها بدون ویرایش ورودی استفاده می‌شود. با این دستور، مطالعات حساسیت و سایر تغییرات بدون تغییر در ورودی اصلی انجام می‌شوند. این دستور باید قبل از هرگونه تکراری در ورودی و نیز در محدودهٔ فعال تعریف شده توسط دستور *EOR*، که در ادامه توضیح داده خواهد شد، قرار گیرد.

EOR – Record to Allow Input to Many Codes in Same File

ورودی‌ها معمولاً بین کامپیوترها و کاربران مختلف جابجا می‌شوند. برای سهولت این امر، همهٔ فایل‌های مرتبط ورودی برای MELGEN، MELCOR و HISPLT را می‌توان با استفاده از دستور *EOR* در یک فایل قرار داد. این دستور برای

جمع کردن همهٔ اجزای مختلف ورودی برای یک مسأله در یک فایل طراحی شده است. پس از عبارت دستور باید یک نام تعیین شود. قالب کلی فایل حاوی کلیه اجزا به صورت زیر است.

```
*EOR* MELGEN
      .
      .
      MELGEN input with terminator (.)
      .
      .
*EOR* MELCOR
      .
      .
      MELCOR input with terminator (.)
      .
      .
*EOR* HISPLT
      .
      .
      HISPLT input
      .
      .
*EOR* anything else
      .
      .
      Ignored by MELGEN, MELCOR, and HISPLT
      .
      .
{end of file}
```

در این دستور علامت * باید در اولین ستون خط قرار بگیرد. این دستور نقش یک شاخص تعیین کننده در فایل ورودی دارد. MELCOR تنها داده‌های پس از *EOR* MELCOR تا *EOR* بعدی و در صورت عدم وجود، تا پایان فایل را پردازش می‌کند. چند دستور *EOR* تکراری با یک نام ثابت مجاز است. این امر، غیرفعال‌سازی بخشی از ورودی را با بریدن آن با *EOR* ممکن می‌سازد. اطلاعات قبل از اولین *EOR* پردازش می‌شوند. اما چون تنها داده‌های قابل شناسایی با سه کد پرازنده MELGEN، MELCOR و HISPLT، پیغام‌ها هستند، طبیعتاً تنها باید پیغام‌های مربوط به همهٔ کد می‌توانند قبل از اولین *EOR* قرار گیرند. تنها اطلاعات داخل محدودهٔ فعال کد پردازنده مربوطه (از سه کد پردازنده MELGEN، MELCOR و HISPLT) برای انعکاس در خروجی هر یک استفاده می‌شوند. سایر اطلاعات خارج محدوده فعال صرف‌نظر می‌شوند. اگر در فایل ورودی عبارت *EOR* استفاده نشود، همهٔ اطلاعات فایل پردازش می‌شوند.

R*I*F – Redefine Input File

با کمک دستور R*I*F می‌توان فایل ورودی را به فایل‌های ورودی مجزا تقسیم کرد. این دستور با یک نام همراه است که توسط کاربر تعیین می‌شود. هر فایل حاوی داده‌های ورودی است و در پایان آن نقطه قرار می‌گیرد. فایل در موقعیت فعلی خوانده می‌شود. پس از خواندن نقطه پایانی فایل جدید، فایل جدید بسته می‌شود. این دستور می‌تواند هشت لایهٔ تودرتوی عمقی ایجاد کند. یک فایل ورودی می‌تواند به صورت زیر تعریف شود.

```
.
.
R*I*F       CVHDAT          * CVH INPUT DATA
R*I*F       CORDAT          * CORE INPUT DATA
R*I*F       RNDAT           * RADIONUCLIDE INPUT DATA
R*I*F       HSDAT           * HEAT SLAB INPUT DATA
.
.
```

۴-۱-۳- ورودی MELGEN

با اجرای MELGEN، بستهٔ EXEC نام فایل ورودی را از پارامتر خط اجرا و یا پس از عبارت MELGEN در فایل ورودی می‌خواند.

```
MELGEN      fname
```

همهٔ داده‌های ورودی MELGEN در این فایل قرار می‌گیرند. اگر نام فایل MELGEN تعیین نشود، در این حالت کد به دنبال فایلی به نام MELGIN خواهد بود.

مشابه سایر کدها، هر دادهٔ ورودی MELGEN شامل یک شناسه به همراه پارامترهایی می‌شود که تحت عنوان کارت شناخته می‌شوند. کارت‌های ورودی MELGEN عبارتند از:

CRTOUT – Edit Format Flag for 80-Column Output
Optional

در این کارت هیچ پارامتری تعیین نمی‌شود. در صورت استفاده از این کارت اغلب بسته‌ها پارامترهای خروجی را در ۸۰ ستون در هر خط چاپ می‌کنند. این یک قالب قدیمی است که کاربر در صورت نیاز می‌تواند از آن استفاده کند. در غیر این صورت خروجی در قالب ۱۳۲ ستونی چاپ خواهد شد.

DIAGF*ILE – Filename for Diagnostic Output

Optional

(1) DIAGFILE - Filename for diagnostic output file.
(Type = character*80, default = MEGDIA)

در این کارت نام فایل مورد نظر برای چاپ پیغام‌های تشخیص خطا تعیین می‌شود. اگر این کارت استفاده نشود، نام این فایل به صورت پیش‌فرض MEGDIA است.

DTTIME – Initial Time Step
Optional

(1) DT - Initial time step.
(Type = real, default = 1.0, units = s)

در این کارت گام زمانی اولیه برای اجرای MELCOR تعیین می‌شود. در صورت عدم استفاده از این کارت، مقدار ۱ ثانیه برای گام زمانی اولیه استفاده می‌شود.

JOBID – Job Identifier
Optional

(1) JOBID - Job identifier field.
(Type = character*7, default = unique character string)

به صورت پیش‌فرض هر اجرا می‌تواند یک هویت واحد داشته باشد. این کارت امکان تعیین این هویت را به کاربر می‌دهد. هویت تعیین شده در همهٔ خروجی‌های حاصل از آن اجرا چاپ خواهد شد.

MACCSnn – MACCS Release Path Definition
$1 \leq nn \leq 99$ is the release path number
Optional

(1) MCCSFP - The magnitude of MCCSFP is the user number of the flow path; the sign is the sign of flow corresponding to "release."
(Type = integer, default = none, units = none)

این کارت به کاربر این امکان را می‌دهد تا مسیرهای جریانی که به عنوان مسیرهای رهاسازی برای کد بررسی پیامدهای انتشار در محیط MACCS به کار می‌روند را تعیین کند. برای این مسیرها، داده‌های مربوط به سیال و انتقال هسته‌های پرتوزا از میان مسیر در فایل رسم شکل چاپ خواهد شد.

OUTPUTF*ILE – Filename for Output Listing File
Optional

(1) OUTPUTFILE - Alternate filename for all listable output.

(Type = character*80, default = MEGOUT)

نام پی‌فرض فایل خروجی MELGEN را که MEGOUT است، می‌توان با این کارت تغییر داد.

TITLE – Title of the Calculation
Required

(1) TITLE - Title of the calculation.
(Type = character*80)

تنها کارتی که در بسته EXEC در بخش MELGEN باید حتماً استفاده شود، کارت عنوان است که در آن یک عنوان برای مسأله تعیین می‌شود. این عنوان در فایل‌های آغاز مجدد، ویرایش و رسم شکل چاپ می‌شود. در صورتیکه در عنوان از فاصله خالی استفاده شود، باید کل عبارت عنوان داخل دو علامت نقل قول قرار گیرد.

کارت‌های دیگری مانند کارت‌های زیر که همگی اختیاری هستند در ورودی MELGEN وجود دارند و کاربر بنا به نیاز خود می‌تواند از آنها استفاده کند. برای مطالعه بیشتر در مورد این کارت‌ها مرجع شماره [۱] قابل استفاده است.

PLOTxxx – Control Function Argument to Be Plotted

RESTARTF*ILE – Filename for Restart File

RUNONLY – Run Only on Specified Code Version

TSTART – Initial Start Time

UNDEF – Redefine Initialization of Real Database and Scratch Storage

WRITENEWINP – Write New Input File in Canonical Form

۴-۱-۴- ورودی MELGEN

با اجرای MELCOR، بستهٔ EXEC نام فایل ورودی را از پارامتر خط اجرا و یا پس از عبارت MELCOR در فایل ورودی می‌خواند.

MELCOR fname

همهٔ داده‌های ورودی MELCOR در این فایل قرار می‌گیرند. اگر نام فایل MELCOR تعیین نشود، در این حالت کد به دنبال فایلی به نام MELIN خواهد بود. اگر این فایل یافت نشود یا قابل بازکردن نباشد، خطایی ظاهر می‌شود. در ورودی

MELCOR تنها کارت‌های CPULEFT، CPULIMT، TIMEk و TITLE ضروری هستند و سایر کارت‌ها اختیاری می‌باشند. در ادامه برخی از کارت‌های این بخش ارائه می‌شوند. برای مطالعه سایر کارت‌ها مراجعه به مرجع [۱] پیشنهاد می‌شود.

CPULEFT – Desired Minimum Number of CPU Seconds Left at End of Calculation.
Required

(1) CPULEF - Desired minimum number of CPU seconds left at the end of the calculation. CPULEF must be nonnegative.
(Type = real, default = none, units = s)

محاسبات پس از کامل شدن پایان می‌پذیرد، اگر زمان سپری شده توسط CPU از مقدار پارامتر تعیین شده در این کارت کمتر باشد. این کارت برای متوقف کردن محاسبات با لحاظ زمان کافی برای ذخیره کردن فایل‌ها و تولید شکل‌ها و ... به کار می‌رود.

CPULIM – Maximum Number of CPU Seconds Allowed for this Execution.
Required

(1) CPULIM - Maximum number of CPU seconds allowed for this execution.
(Type = real, default = none, units = s)

حداکثر زمان CPU مجاز برای اجرا در این کارت تعیین می‌شود. هنگامی که زمان CPU بعلاوه ضریب ایمنی تعیین شده در کارت قبلی بزرگ‌تر یا مساوی مقدار حداقل بین مقدار تعیین شده در کارت CPULIM و حد خارجی تحمیل شده CPU باشد، ویرایش و چاپ فایل آغاز مجدد انجام می‌شود و محاسبات متوقف می‌گردد.

CYMESF – Cycle Message Frequency Parameters
Optional

(1) NCYEDD - Number of cycles between messages written to the terminal or job stream file. This can be reset from the interactive menu.
(Type = integer, default = 10, units = none)

(2) NCYEDP - Number of cycles between messages written to OUTPUTFILE.
(Type = integer, default = 1, units = none)

(3) NCYSTP - Number of cycles between checks for existence of a STOPFILE
(Default name ‘MELSTP’, modifiable using the STOP*FILE input record) or STATUSFILE. (Default name ‘MELSTAT’, modifiable using the STATUS*FILE input record).
(Type = integer, default = 1, units = none)

(4) NCYUIN - Number of cycles between checks for a possible user interrupt.
(Type = integer, default = 1, units = none)

این کارت بسامد چاپ پیغام‌های محاسبات کامل شده در فایل‌های خروجی را کنترل می‌کند. در این کارت یک تا سه پارامتر قابل تعیین است.

DTINCR – Time Step Increase Factor
Optional

(1) DTINCR - Maximum increase factor allowed in time step.
Allowed range 1 < DTINCR < 2.
DT(next) ≤ DTINCR * DT(last)
(Type = real, default = 101/5 = 1.5848932, units = none)

MELCOR رشد گام زمانی بین سیکل‌های متوالی را با نسبت تعیین شده در این کارت، محدود می‌کند.

DTTIME – Initial Time Step
Optional

(1) DT - Initial time step.
(type = real, default = from restart, units = s)

این کارت گام زمانی اولیه را برای اجرا تعیین می‌کند. اگر این کارت استفاده نشود، گام زمانی اولیه از فایل آغاز مجدد خوانده می‌شود. به صورت طبیعی این کارت باید تنها در ورودی MELGEN و نه MELCOR استفاده شود. هنگامی که محاسبات جدیدی در سیکل صفر شروع می‌شود، اختلافی حاصل نمی‌شود، ولی هنگامی‌که آغاز مجدد در سیکل بزرگتر از صفر داریم، پارامتر این کارت، گام زمانی را جایگزین می‌کند و نتایج متفاوت می‌شوند.

TIMEk – Time Step, Edit, Plot and Restart Control ($1 \leq k \leq 24$)
Required - at least one of these records is required

(1) TIME - Time the data on this record go into effect.
(Type = real, default = none, units = s)

(2) DTMAX - Maximum time step allowed during time interval.
(Type = real, default = none, units = s)

(3) DTMIN - Minimum time step allowed during time interval.
(Type = real, default = none, units = s)

(4) DTEDIT - Edit frequency during this time interval.
(Type = real, default = none, units = s)

(5) DTPLOT - Plot frequency during this time interval.
(Type = real, default = none, units = s)

(6) DTREST - Restart frequency during this time interval.
(Type = real, default = none, units = s)

مقدار حداقل و حداکثر گام‌های زمانی، فرکانس چاپ در ویرایش، رسم شکل و فایل آغاز مجدد در این کارت کنترل می‌شوند. اولین پارامتر این کارت، زمان شروع یک محدوده زمانی را تعیین می‌کند. کد گام زمانی را بر اساس دستورات بسته‌ها تعیین می‌کند، ولی نمی‌تواند گام‌های زمانی بزرگ‌تر از مقدار گام زمانی بیشینه، یا کوچک‌تر از مقدار گام زمانی کمینه انتخاب کند.

TEND – End of Calculation Time
Optional

(1) TEND - End of calculation time.
(Type = real, default = 5.4321×10^{20}, units = s)

زمانی که زمان مسأله بزرگتر یا مساوی TEND باشد، محاسبات متوقف خواهد شد. همچنین ممکن است بدلیل تمام شدن زمان CPU توقف محاسبات درخواست شود.

TITLE – Title of the Calculation
Required

(1) TITLE - Title of the calculation.
(Type = character*80)

هر مسأله نیاز به یک عنوان دارد. این عنوان در همهٔ فایل‌های خروجی چاپ می‌شود. تعداد کاراکترهای عنوان در ورودی MELCOR باید بر اساس مقدار تعیین شده در کارت COMTC، با عنوان تعیین شده در ورودی MELGEN مطابق باشد. اگر عنوان حاوی فضای خالی و یا حروف کوچک باشد، عنوان باید داخل دو علامت نقل قول قرار گیرد.

COMTC – Number of Matching Characters in MELGEN and MELCOR Titles
Optional

(1) NCOMTC - Number of Characters to Compare in the Two Titles.
(Type = integer, default = 20, units = none)

هر ورودی MELGEN و MELCOR باید حاوی یک عنوان باشند. این عنوان با نام فایل ورودی متفاوت است. تعداد کاراکترهای تطابق دو عنوان مذکور در این کارت تعیین می‌شود. در صورت عدم تطابق تعداد کاراکترهای تعیین شده در

دو عنوان، محاسبات MELCOR انجام نخواهد شد. این امر از اجرای تصادفی یک ورودی اشتباه جلوگیری می‌کند و نیز این امکان را به کاربر می‌دهد که اجرای متعدد MELCOR را با استفاده از یک فایل آغاز مجدد MELGEN و تغییر انتهای عنوان بخش MELCOR برای مشاهده اختلاف‌های دو اجرا، انجام دهد. پارامتر تعیین شده در این کارت باید بزرگتر یا مساوی ۲۰ و کوچکتر یا مساوی ۸۰ باشد. اگر این پارامتر کوچکتر از ۲۰ تعیین شود، به صورت خودکار به مقدار ۲۰ تغییر خواهد کرد.

سایر بسته‌های اختیاری ورودی MELCOR در بستهٔ EXEC در ادامه لیست شده‌اند.

CRTOUT – Edit Format Flag for 80-Column Output

DIAGF*ILE – Filename for Diagnostic Output File

DTMAXCF – Time Step Limit Control Function

DTSUMMARY – Additional Time Step Data to Output File

EDITCF – Special Edit Control Function

EXACTTIMEk – Define Exact End-of-Time-Step Times ($1 \leq k \leq 25$)

EXTDIAGF*ILE – Filename for Extended Diagnostic Output File

FORCEPLOT – Control of Extra Plot Information Following Time Step Cuts

JOBID – Job Identifier

PLOTxxx – Control Function Argument to Be Plotted

MESSAGEF*ILE – Filename for Event Message Output

NOCOPY – Suppress Copy of Files to Output File

NOFLUSH – Suppress Explicit Buffer Flushing

OUTPUTF*ILE – Filename for Output Listing File

PLOTCF – Special Plot Control Function

PLOTF*ILE – Filename for Plot File

RESTART – Restart Dump Number Used to Start Calculation

RESTARTCF – Special Restart Control Function

RESTARTF*ILE – Filename for Restart File

RFMOD – Restart File Modification Option

RUNONLY – Run Only on Specified Code Version

SOFTDTMIN – Define Conditions for Limited Under-Run of DTMIN Input

STATUSF*ILE - Filename for MELCOR Status Request File

STOPCF – Special Stop Control Function

STOPF*ILE – Filename for MELCOR Stop File

UNDEF - Redefine initialization of real database and scratch storage

WARNINGL*EVEL – Define Level for Warning and Information Messages

WRITENEWINP – Write New Input File in Canonical Form

۴-۱-۵- متغیرهای قابل رسم و آرگومان‌های توابع کنترلی در بستهٔ EXEC

در هر بسته محاسباتی پارامترهای خروجی که ممکن است برای رسم شکل به کار روند و همچنین پارامترهایی که در آرگومان‌های توابع کنترلی قابل استفاده هستند، وجود دارد. پارامترهای مذکور در بستهٔ EXEC در جدول شماره ۲ ارائه شده است. پارامترهای قابل رسم با حرف p و پارامترهای مربوط به آرگومان‌های توابع کنترلی با حرف c بین دو ممیز نشان داده شده‌اند.

جدول شماره ۲: متغیرهای قابل رسم و آرگومان‌های توابع کنترلی در بستهٔ EXEC

Parameter	Type	Description (Unit)
TIME	/pc/	Problem time. (s)
DT	/pc/	Time step. (s)
CYCLE	/pc/	Cycle number. (dimensionless)
CPU	/pc/	CPU time used. (s)
WARP	/p/	Problem time minus initial problem time, divided by CPU time. (dimensionless)
LOCALWARP	/p/	Same as WARP except computed with decaying time history (i.e., calculated over a few cycles, weighted more heavily for the more recent cycles) to indicate current performance. (dimensionless)
MACCS-RHONOM	/p/	Nominal aerosol density used to relate diameter and mass. (kg/m^3)
MACCS-nn-PLTEMP	/p/	Fluid temperature associated with release path nn. (K)
MACCS-nn-PLMFLO	/p/	Cumulative fluid mass flow associated with release path nn. (kg)
MACCS-nn-PLMWT	/p/	Fluid molecular associated with release path nn. (kg/mole)
MACCS-nn-M-RE-cc.ii	/pc/	Released radioactive mass for RN class cc in size group (section) ii, associated with release path nn. Vapor is in size group 0. Here, “cc” is the

Parameter	Type	Description (Unit)
		two-digit class number. (kg)
MACCS-nn-M-RE-cc.AER	/c/	Released radioactive aerosol mass for RN class cc. (kg)
MACCS-nn-M-RE-cc.TOT	/c/	Total released radioactive mass for RN class cc, including aerosol and vapor. (kg)

۴-۱-۶- نمونهٔ ورودی بسته EXEC

در ادامه یک نمونهٔ ورودی برای MELGEN و MELCOR در بستهٔ EXEC ارائه شده است. این ورودی نحوهٔ استفاده از کارت‌های مختلف MELGEN و MELCOR را نشان می‌دهد. همان‌گونه که از این نمونه مشاهده می‌شود، اکثر کارت‌های MELGEN و MELCOR اختیاری هستند و استفاده از آنها ضروری نیست.

```
* Comments common to MELGEN and MELCOR
*
*EOR*           MELGEN
TITLE           TMI-2
RUNONLY         NM
RESTARTFILE     tmirest
OUTPUTFILE      tmioutg
DIAGFILE        tmidiagg
DTTIME          0.1
CRTOUT
R*I*F           cvhinput
R*I*F           corinput
R*I*F           hsinput
R*I*F           rninput
R*I*F           otherinput
PLOT000         COR-MZR-CL.103
PLOTabc         COR-MZR-CL.104
...
PLOTxyz         COR-MZR-CL.412
.
*
*EOR*           MELCOR
TITLE           TMI-2
RUNONLY         NM
RESTARTFILE     tmirest
OUTPUTFILE      tmiout
DIAGFILE        tmidiag
MESSAGEFILE     tmimes
PLOTFILE        tmiplot
CPULEFT         30.0
CPULIM          36000.0
CRTOUT
NOCOPY
RESTART         0
TIME1       0.0     5.0     0.0001     500.0     2.0     500.0
```

```
TIME2    1000.0    10.0     0.0001    1000.0     5.0    1000.0
TEND     6000.0
R*I*F             scinput
PLOT000           RN1-ADEP-1-2-1.30001
PLOTabc           RN1-ADEP-1-4-1.30001
...
PLOTxyz           RN1-ADEP-1-16-1.30001
.
```

همان‌طور که از قالب این ورودی مشخص است، هر دو ورودی بخش MELGEN و MELCOR در یک فایل قرار دارند و در انتهای هر بخش نقطه پایان وجود دارد. همچنین از فایل برداشت می‌شود که بخش‌هایی از ورودی MELGEN از فایل‌های دیگر خوانده خواهد شد. در واقع این ورودی یک ورودی بدون مسأله است و هیچ‌گونه هندسه و مدلی در آن تعریف نشده است. تنها پارامترهای مربوط به بستهٔ EXEC در دو بخش MELGEN و MELCOR ارائه شده‌اند. ورودی‌های بسته‌های محاسباتی مختلف در همین قالب و در داخل بخش مربوط به ورودی فوق به تدریج افزوده می‌شوند تا ورودی مسأله کامل شود. به این ترتیب که پارامترهای بخش MELGEN مربوط به بسته‌های CVH/FL، TF، CF، HS و ... در بخش MELGEN فایل فوق قرار می‌گیرند. پارامترهای مربوط به بخش .MELCOR نیز به همین روال به ورودی افزوده می‌شوند.

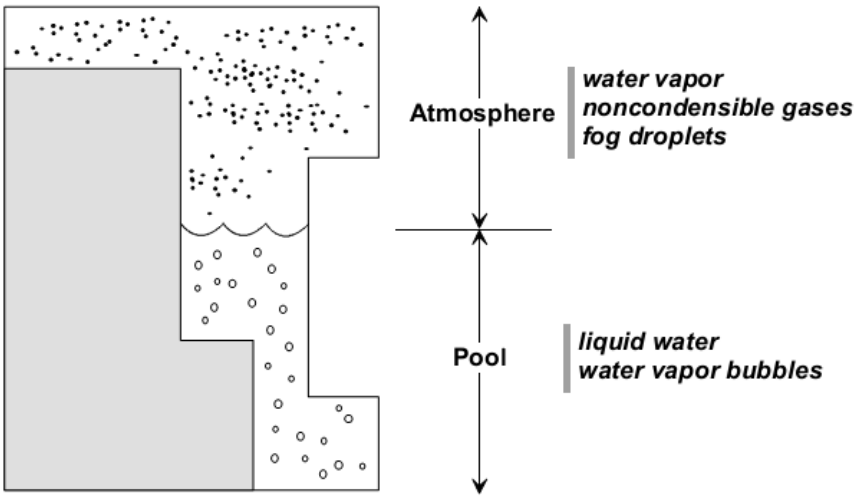
۴-۲- بستهٔ CVH/FL

۴-۲-۱- مدل‌های بستهٔ CVH/FL

دو بستهٔ CVH و FL شامل مدل‌هایی برای رفتار ترموهیدرولیکی خنک‌کننده در دو فاز مایع و بخار و محاسبات جرم و انرژی می‌باشد. داده‌های محاسبه‌شده توسط این بسته به عنوان شرایط مرزی برای بسته‌هایی که محاسبات پدیده‌شناختی را انجام می‌دهند از جمله HS، FDI، COR، CAV و BUR، به کار می‌روند. روش محاسباتی برای حجم‌های کنترل و مسیرهای جریان در این بسته مشابه کدهای RELAP4، HECTR و CONTAIN می‌باشد. ورودی مورد نیاز برای انجام محاسبات بسته‌های CVH و FL عبارتند از: نوع مواد و خواص آنها از بستهٔ MP، تعریف هندسه حجم کنترل، تعیین نوع جریان درون حجم و همچنین تعریف مسیرهای جریان بین حجم‌های مختلف. شرایط اولیه سیال درون حجم کنترل نیز به عنوان ورودی مسأله در نظر گرفته می‌شود. حالت سیال در همهٔ حجم‌های کنترل (در هر لحظه)، خروجی محاسبات این بسته می‌باشد.

تغییر اساسی که در بستهٔ CVH/FL در نسخه ۱,۸,۶ این کد نسبت به نسخه‌های قبلی آن اعمال شده است، افزودن قابلیت مدل‌سازی تبخیر آنی[۱] آب مافوق گرم می‌باشد.

مواد هیدرودینامیکی که در محاسبات کد MELCOR در نظر گرفته می‌شوند، شامل خنک‌کننده (آب)، بخار و گازهای چگالش‌ناپذیر می‌باشند. مواد قلب و یا آوار قلب، سایر ساختارها، پاره‌های شکافت، ذرات معلق و یا فیلم‌های آب روی سازه‌های حرارتی در این دسته مواد قرار نمی‌گیرند. مواد هیدرودینامیکی در قالب دو دسته کلی استخر[۲] و فضا[۳] در نظر گرفته می‌شوند. استخر می‌تواند شامل آب مایع تک‌فاز و یا دوفاز باشد. فضا نیز شامل بخار آب، گازهای چگالش‌ناپذیر و همچنین قطرات معلق آب (مه[۴]) است. حجم‌های کنترل از طریق مسیرهای جریان به یکدیگر متصل می‌شوند و مواد استخر و فضا به تنهایی و یا هر دو می‌توانند از طریق این مسیرها جریان یابند. در کد MELCOR مواد با شماره‌های ۱ و ۲ و ۳ شناخته می‌شوند که به ترتیب استخر، مه و بخار آب نام دارند. نمونه‌ای از یک حجم کنترل شامل استخر، فضای گازی شکل و مه در شکل ۳ نشان داده شده است.

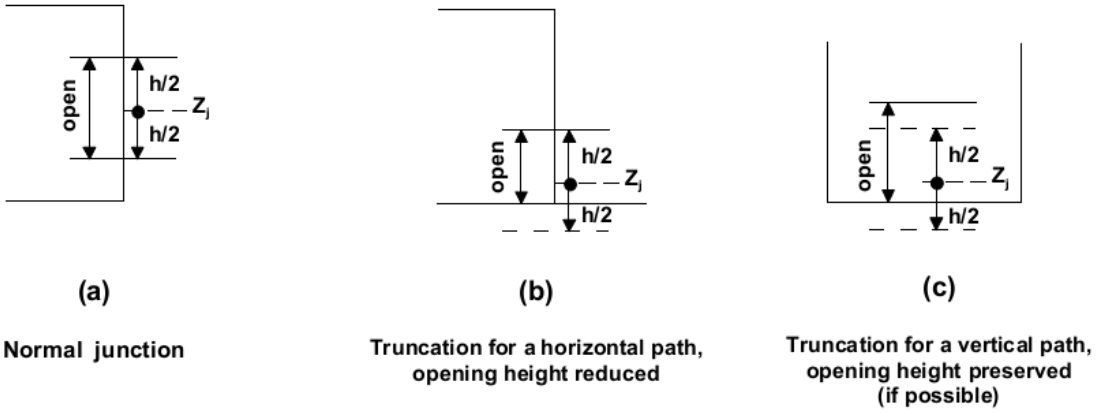


شکل ۳: سیال درون حجم کنترل

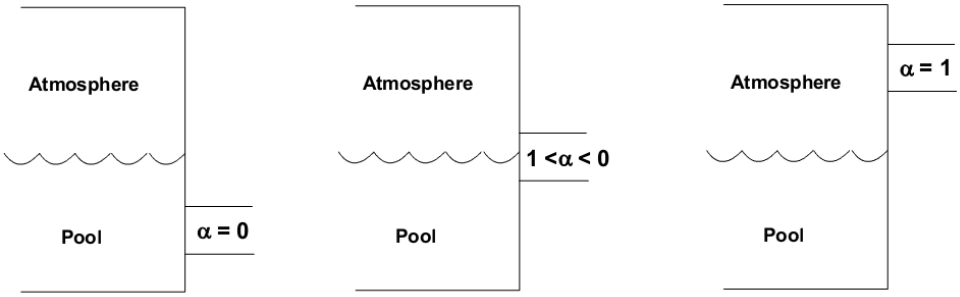
در محاسبات ترمودینامیک حجم کنترل، دو حالت تعادلی و غیرتعادلی در نظر گرفته می‌شود. درحالت ترمودینامیک تعادلی فرض می‌شود استخر و فضا در تعادل حرارتی و مکانیکی هستند. به عبارتی دارای دما و فشار یکسان می‌باشند. در حالت ترمودینامیک غیرتعادلی، تنها تعادل مکانیکی برقرار بوده و هیچ‌گونه تعادل حرارتی بین استخر و فضا برقرار نمی‌باشد. به این معنی که استخر و فضا دارای فشار یکسان و دمای مختلف هستند.

۱ - Flashing
۲ - Pool
۳ - Atmosphere
۴ - Fog

در محاسبات مسیرهای جریان باید نوع مسیر جریان، حجم‌هایی که از طریق این مسیرها به یکدیگر متصل می‌شوند و هندسه مسیر جریان (سطح مقطع و طول) تعریف شوند. مسیر جریان ممکن است به صورت افقی و عمودی تعریف شود. در تعریف مسیر جریان، نوع مدخل[۱] اتصال مسیر جریان حائز اهمیت می‌باشد (شکل ۴). علاوه بر این کسر حجمی بخار[۲] نیز یکی دیگر از پارامترهایی است که با توجه به موقعیت نسبی مدخل اتصال و سطح استخر تعیین می‌شود (شکل ۵) و در محاسبات جریان به کار می‌رود.



شکل ۴: نحوه اتصال مسیرهای جریان



شکل ۵: پارامتر کسر خلأ در مسیر جریان

۴-۲-۱-۱- معادلات حاکم

معادلات بقای جرم و انرژی و مومنتوم برای بررسی رفتار ترموهیدرولیکی در کد MELCOR به کار می‌روند. این معادلات ابتدا به صورت معادلهٔ دیفرانسیلی معمولی مرتبه اول برای حجم کنترل نوشته شده و سپس به روش تفاضل محدود ضمنی[۳] خطی شده و حل می‌شوند. این معادلات با انتگرال‌گیری معادله دیفرانسیل جزئی مرتبه سه برای یک حجم (معادلات عددی جرم و انرژی) و در طول یک خط (معادله برداری مومنتوم) بدست می‌آیند. تقریب تفاضل محدود برای

۱ - Opening
۲ - Void fraction
۳ - Implicit finite difference

حل معادلات یک، دو و سه بعدی به کار می‌رود. به‌دلیل اینکه معادله مومنتوم برای هر مسیر جریان تنها به صورت یک‌بعدی است، اثرات چندبعدی مرتبط با جابجایی مومنتوم (شار مومنتوم) نمی‌تواند به طور صحیح محاسبه شود.

به طورکلی در یک حجم کنترل، معادله بقای جرمی ماده m در حجم کنترل i به صورت رابطه (۴-۱) نوشته می‌شود:

$$\frac{\partial M_{i,m}}{\partial t} = \sum_j \sigma_{ij}\alpha_{j,\varphi}\rho^d_{i,m}.v_{j,\varphi}.F_j.A_j + \dot{M}_{i,m} \qquad (۱-۴)$$

در این رابطه، M جرم کلی، v سرعت جریان، A سطح جریان، F کسری از سطح مسیر که باز است، ρ چگالی، اندیس‌های φ, j به‌ترتیب مسیر جریان و فاز ماده موجود در حجم کنترل (استخر P و فضا A) و اندیس d علامت سلول دهنده[۱] است. $\alpha_{i,\varphi}$ کسر حجمی فاز φ در مسیر جریان j و σ_{ij} با توجه به جهت جریان در مسیر جریان j و حجم i به صورت زیر تعریف می‌شود:

- برابر ۱ اگر مسیر جریان از j به حجم i باشد.
- برابر ۱- اگر مسیر جریان j از حجم i منشعب شود.
- برابر صفر اگر مسیر جریان j به حجم i متصل نباشد.

معادلهٔ بقای انرژی نیز به صورت زیر نوشته می‌شود:

$$\frac{\partial E_{i,\varphi}}{\partial t} = \sum_j \sigma_{ij}\alpha_{j,\varphi}(\sum_m \rho^d_{i,m}.h^d_{i,m}).v_{j,\varphi}.F_j.A_j + \dot{H}_{i,\varphi} \qquad (۲-۴)$$

در این معادله، E انرژی درونی کلی، m مجموع جرم ثانویه مواد در فاز φ، h آنتالپی ویژه و H آنتالپی همهٔ چشمه‌های جرمی است.

۴-۲-۲- قابلیت‌های محاسباتی

مدل‌ها و قابلیت‌های محاسباتی بستهٔ CVH-FL به شرح زیر است:

- انتقال جرم و انرژی بین فضا و استخر - هنگامی‌که ترمودینامیک تعادلی در حجم کنترل برقرار است، از آنجا که استخر و فضا در تعادل حرارتی و تبخیری هستند، انتقال جرم و انرژی بین فضا و استخر به طور ضمنی تعیین می‌شود. در این صورت نرخ انتقال از طریق محاسبات بستهٔ CVT[۲] به دست می‌آید. اگر حجم کنترل در

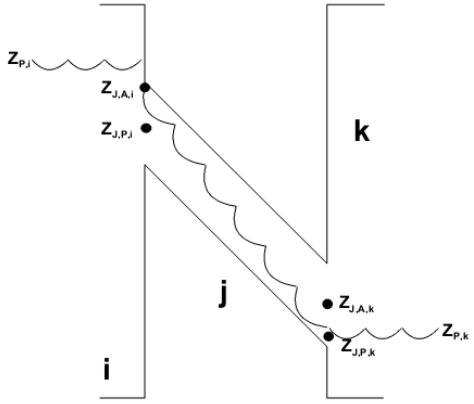
[۱] - Donor cell

[۲] - این بسته جزء بسته‌هایی که نیاز به ورودی کاربر داشته باشد نیست و در ادامه توضیح داده خواهد شد.

ترمودینامیک تعادلی نباشد، انتقال جرم بین استخر و فضا از طریق بستهٔ CVT محاسبه نمی‌شود. در این صورت بستهٔ CVH باید تبادل انرژی در سطح استخر، تبخیر و چگالش و جداسازی فاز در استخر (به صورت بالاآمدن حباب و یا رسوب مه بر روی استخر) را محاسبه کند. در محاسبات این بسته ابتدا شار جرمی در حضور گازهای چگالش‌ناپذیر و همچنین در غیاب آنها محاسبه می‌شود. با محاسبه شار جرمی، دما و فشار سیال، نرخ جریان‌های حرارتی به سطح و در نهایت میزان جرم و انرژی منتقل‌شده بین استخر و فضا تعیین می‌گردد.

- انتقال حرارت در فصل مشترک استخر و فضا - در این محاسبات، ابتدا ضرایب انتقال حرارت تابشی و جابجایی (آزاد و اجباری) برای هر حوزه جریان و سپس اعداد گراشوف[۱] و پرانتل[۲] تعیین می‌شوند و درنهایت نرخ جریان حرارتی در فصل مشترک استخر و فضا به دست می‌آید.
- بالارفتن حباب[۳] و جداسازی فاز[۴] - فرآیند جوشش در اثر انتقال حرارت به استخر و یا تبخیر آنی در واکنش به کاهش فشار حجم کنترل، ممکن است سبب مشاهده حباب‌های بخار در استخر شود. بالا رفتن این حباب‌ها به سمت سطح استخر موجب انتقال جرم و انرژی از استخر به فضا می‌گردد. مدل بالارفتن حباب به کار رفته، یک مدل ساده با فرض حالت پایا و جریان حجمی رو به جلوی حباب‌ها می‌باشد. این جریان به طور خطی از مقدار صفر در پایین حجم کنترل به مقدار J_{max} در بالای حجم کنترل و با سرعت ثابت ۰/۳ m/s تغییر می‌کند. در محاسبات این مدل ابتدا حجم حباب‌ها و سپس کسر حجمی بخار به دست می‌آید. در نهایت، جرم کلی بخار در استخر محاسبه می‌شود.
- محاسبات هدهای گرانشی- این محاسبات در کد زمانی انجام می‌شود که مسیر جریان بین دو حجم کنترل دارای اختلاف ارتفاع باشد. با توجه به شکل ۶، سه عامل مؤثر در ایجاد هد گرانشی عبارتند از:
  ۱. اختلاف فشار بین سطح استخر در سلول i ($Z_{P,i}$) و ارتفاع متوسط فازها در محل انشعاب جریان ($Z_{j,\varphi,i}$).
  ۲. اختلاف فشار در حجم k (هد استاتیکی).
  ۳. تغییر چگالی متوسط فاز در مسیر جریان (هد گرانشی).

۱ - Grashof
۲ - Prandtl
۳ - Bubble rise
۴ - Phase separation



شکل ۶: پارامترهای مؤثر در محاسبه هد گرانشی

- رسوب مه - مه در این کد شامل قطرات آب معلق در فضاست. چنانچه بستهٔ RN فعال باشد، این مه شامل ترکیبات آب در حوزه ذرات معلق نیز می‌شود. در بستهٔ CVH هیچ مدل مکانیکی برای برداشت مه وجود ندارد، اما در بستهٔ RN این محاسبات براساس مدل MAEROS انجام می‌شود.
- افت فشار اصطکاکی در اثر جریان مواد (شامل اصطکاک دیواره و افت شکل[۱]).
- نیروهای درون فاز (نیروی بین استخر و فضا).
- مدل‌سازی پمپ‌ها و فن‌ها با استفاده از مدل FANA - این مدل برای شبیه‌سازی یک فن ساده که برای حرکت هوا از یک بخش به بخش دیگری در محفظهٔ ایمنی طراحی شده، به کار می‌رود. همچنین مدل فوق را می‌توان برای یک پمپ خنک‌کننده با سرعت ثابت نیز به کار برد. در این مدل هد فشار براساس جریان حجمی محاسبه می‌شود.
- مدل فیزیک حباب - چنانچه جریان مواد موجود در فضا در ارتفاعی پایین‌تر از سطح استخر به حجم کنترل وارد شود، باید از استخر عبور کرده تا به مقصد نهایی برسند. این فرآیند به عنوان بالارفتن حباب‌ها در استخر شناخته می‌شود. در این مدل اثرات مادون سرمایی استخر و فاصله بالا آمدن حباب‌ها برای رسیدن به سطح استخر، به صورت پارامترهای بازده تعریف می‌شوند. در نهایت جرم و انرژی سیال در سلول‌های دهنده و گیرنده محاسبه می‌شود.
- مدل جریان بحرانی - بعد از حل معادله جریان، جریان محاسبه شده در هر مسیر با جریان بحرانی محاسبه شده در آن مسیر مقایسه می‌شود. این کار برای تعیین ایجاد حالت شوک جریان است. بر این منظور، آستانه‌ای برای سرعت سیال درون مسیر جریان در نظر گرفته شده است. در صورتی که سرعت سیال از این حد آستانه تجاوز

[۱] - Form loss

کند، حالت بحرانی در نظر گرفته شده و شوک در مسیر جریان رخ می‌دهد. در این صورت شار جرمی بحرانی با توجه به سرعت و نوع سیال در مسیر جریان، محاسبه می‌شود. شار جرمی سیال استخر و فضا و شار جرمی بحرانی، نتیجه محاسبات این مدل است.

- مدل‌سازی شیرها در مسیر جریان.
- سرعت متوسط حجمی که برای محاسبه ضریب انتقال حرارت جریان اجباری به کار می‌رود.
- انسداد جریان قلب که برای محاسبه تغییرات مقاومت جریان در قلب آسیب‌دیده به کار می‌رود. در این مدل افت فشار جریان در محیط متخلخل[۱] و بر اساس سرعت متوسط سیال و عدد رینولدز[۲] محاسبه می‌شود.
- تبخیر آنی آب - اگر آب مایع مافوق‌گرم در ارتفاعی بالاتر از سطح استخر به حجم کنترل وارد شود، بخشی از آن به طور آنی به بخار تبدیل می‌شود. قسمت‌های دیگر نیز به صورت قطرات کوچک مایع، متفرق شده و در فضا معلق می‌مانند. اگر بستهٔ RN فعال باشد، قطرات آب در فضا به صورت ذرات معلق در نظر گرفته می‌شوند. در این صورت مدل توزیع روزین-راملر[۳] برای محاسبات گسترش مه بر روی بخش‌های ذرات معلق آب به کار می‌رود. در کد، دو مدل ذرات معلق غیرهیدروسکوپی و هیدروسکوپی برای محاسبات توزیع ذره به کار رفته است. مدل غیرهیدروسکوپی، ذرات معلق آب در حوزه مه را از طریق بستهٔ CVH/FL مدل می‌کند و مدل هیدروسکوپی، قطرات مه را به صورت آب مایع در ذرات معلق در نظر گرفته و محاسبات آن توسط بستهٔ RN انجام می‌شود. در این صورت اثرات کشش سطحی (اثر کلوین) در محاسبات در نظر گرفته می‌شود. درصورتی‌که هیچ چشمه مه وجود نداشته باشد و مدل هیدروسکوپی فعال نباشد، بستهٔ RN با استفاده از معادله میسون[۴]، محاسبات تغییر توزیع اندازه قطره را انجام می‌دهد. اگر مدل هیدروسکوپی فعال باشد، فرآیندهای تبخیر و یا چگالش مستقیماً توسط بستهٔ RN محاسبه می‌شود.

۴-۲-۳- ورودی بخش MELGEN بستهٔ CVH

اطلاعات ورودی بستهٔ CVH با سرشناسه CV در ورودی تعریف می‌شوند. عمده اطلاعات ورودی در این بسته مربوط به بخش MELGEN است. یک دسته از اطلاعات این بسته که با کارت CVTYPEnn شناخته می‌شوند، اختیاری هستند و برای تعریف یک نام برای مجموعه‌های دلخواه حجم‌های کنترل به کار می‌روند. دسته دوم اطلاعات که با کارت CVnnnXX تعریف می‌شوند، الزامی بوده و برای تعریف هر حجم کنترل در مسأله به کار می‌روند. در این بخش تا ۹۹۹

۱ - Porous media
۲ - Reynolds
۳ - Rosin-Rammler
۴ - Mason

حجم کنترل قابل تعریف است. بر اساس تجربه، تعداد حجم‌های کنترل توسط حافظه کامپیوتر محدود می‌شود. به طور کلی اطلاعاتی که با عبارت I تا N معرفی می‌شوند باید عدد صحیح باشند و اطلاعاتی که با عبارت A تا H یا O تا Z معرفی می‌شوند باید به صورت اعداد حقیقی تعریف شوند.

تعداد کارت‌های متعددی برای تعریف ورودی مربوط به بستهٔ CVH وجود دارد که در این گزارش برخی موارد مهم ارائه می‌شوند. برای مطالعه سایر کارت‌ها مرجع [۱] پیشنهاد می‌شود.

CVnnn00 – Control volume name and switches
$1 \leq nnn \leq 999$, nnn is the user-assigned control volume number
Required

(1) CVNAME - User defined control volume name.

(2) ICVTHR - Control volume thermodynamics switch. The nonequilibrium option is recommended in general.

(3) ICVFF - Control volume flow flag. This flag is currently unused, but an input value from the following list must be specified.

(4) ICVTYP - Type of control volume.

این کارت نام و خواص حجم کنترل را تعریف می‌کند. پارامترهای نام حجم کنترل، حالت تعادلی و غیرتعادلی ترمودینامیکی، جهت جریان و نوع حجم کنترل بر اساس کارت CVTYPEnn در این کارت تعریف می‌شوند.

CVnnn01 – Control volume switches
$1 \leq nnn \leq 999$, nnn is the user-assigned control volume number

(1) IPFSW - Pool/no pool, fog/no fog switch.
= 0 pool, fog allowed (default)
= 1 no pool, fog allowed** do not use**
= 2 pool allowed, no fog (any liquid water is moved to pool)

(2) ICVACT - Active/inactive switch.
= 0 active, with state advanced by integrating the conservation equations, (default)
= 1 inactive** do not use**
= -1 time-independent
= -2 properties specified as a function of time
= -3 treated as time-independent (but with a velocity calculation performed by default) for TIME < TENDIN, and as active for TIME >= TENDIN. TENDIN is defined on record CVHTENDINI

این کارت به کاربر امکان تعیین شرایط سیال را می‌دهد. به عنوان مثال کاربر می‌تواند تعیین کند که در قسمت اتمسفر این حجم کنترل مه وجود ندارد. در این حالت همهٔ آب در داخل استخر در نظر گرفته می‌شود.

یک حجم می‌تواند به صورت وابسته به زمان یا مستقل از زمان تعریف شود. یک حجم ممکن است تنها طی فاز آغاز محاسبات به صورت مستقل از زمان و در فاز بعدی به صورت یک حجم وابسته به زمان تعریف شود. زمان فاز آغاز در کارت CVHTENDINI تعریف می‌شود. برخی از گزینه‌های دیگر بدلیل عدم توسعه کافی کد، استفاده نمی‌شوند.

CVnnn02 – Control volume initial velocities
$1 \leq nnn \leq 999$, nnn is the user-assigned control volume number
Optional

(1) VLATMO - Velocity of atmosphere.

(2) VLPOLO - Velocity of pool.

سرعت‌های متوسط در اتمسفر و استخر حجم کنترل در محاسبات ضرایب انتقال حرارت در بسته‌های CVH، COR و HS استفاده می‌شوند. این کارت برای تعیین مقادیر غیرصفر این سرعت‌ها به کار می‌رود. این مقادیر در اولین محاسبه و قبل از محاسبه شدن مجدد آنها داخل کد، استفاده می‌شوند.

CVnnn03 – Control volume area for velocity calculation
$1 \leq nnn \leq 999$, nnn is the user-assigned control volume number
Optional

(1) CVARA - Control volume area used for velocity calculation.

Or

(1) IVELCF - User number of control function that defines the characteristic fluid velocity in this volume

طی پیش‌روی زمانی، سرعت‌های هر حجم از سطح مقطع حجم و سطح مقطع، کسرحجمی بخار و سرعت‌های داخل مسیرهای جریان متصل به حجم کنترل محاسبه می‌شوند. مقدار پیش‌فرض سطح مقطع حجم کنترل از تقسیم حجم بر ارتفاع برای حجم‌های کنترل نرمال با ICVACT برابر صفر یا ۳- به دست می‌آید.

برای حجم‌های مستقل از زمان یا حاوی پارامترهای تعریف شده بر حسب زمان (ICVACT برابر ۱- یا ۲-)، سرعت‌ها برابر صفر در نظر گرفته می‌شوند. اما در نسخه ۱,۸,۶ کد، در صورتی‌که مساحت سطح مقطع وارد شود، محاسبات نرمال انجام می‌شود.

کاربر همچنین می‌تواند سرعت را مستقیماً با تعریف تابع کنترلی تعیین کند. این گزینه برای هر حجم قابل استفاده است، ولی عملاً برای حجم‌های مرزی (با شرایط مستقل از زمان یا وابسته به زمان) مناسب است.

CvnnnA0 – Switch for type of thermodynamic input
$1 \leq nnn \leq 999$, nnn is the user-assigned control volume number

(1) ITYPTH - Type of thermodynamic input
= 1 material masses and energies
= 2 pressures, temperatures, and mass fractions
= 3 separate pool and atmosphere input (default)

کاربر باید اطلاعات کافی برای تعریف حالت اولیه ترمودینامیکی حجم کنترل را ارائه کند. متغیرهای پایه‌ای در کد، شامل جرم و انرژی داخلی هستند. با تعیین حالت اولیه ترمودینامیکی، جرم و انرژی به دست می‌آیند و به عنوان ورودی‌های معادلهٔ حالت در بستهٔ ترمودینامیک حجم کنترل به کار می‌روند. به علاوه، اگر شرایط غیرتعادلی (دماهای غیریکسان در استخر و اتمسفر) برای یک حجم تعیین شود، در حالی‌که حالت ترمودینامیکی آن در پارامتر ICVTHR در کارت CVnnn00، به صورت تعادلی تعریف شده باشد، ورودی پردازش شده و در پایان به حالت تعادل در می‌آید. سه گزینه برای انتخاب در ورودی وجود دارد:

۱. ورودی مستقیم جرم و انرژی. این گزینه برای مطابق‌سازی شرایط در محاسبات گذشتهٔ کد MELCOR مناسب است. کاربر جرم و انرژی داخلی هر ماده حاضر در حجم را وارد می‌کند. انرژی داخلی باید با معادلات حالت به کار رفته در کد با توجه به نقطه مرجع ترمودینامیکی، مطابق باشند.
۲. ورودی دماها، فشارها و کسرهای جرمی. این گزینه برای سازگاری با نسخه پیشین کد نگه داشته شده است. کاربر دماها و فشارهای حجم را وارد می‌کند. موقعیت آب با کسر جرمی در استخر، مه و اتمسفر باید تعیین شود. ترکیب گازهای چگالش‌ناپذیر در اتمسفر، باید با کسر جرمی تعیین شود. مقدار واقعی همهٔ مواد از دماها و فشارها به دست خواهند آمد.
۳. ورودی استخر و اتمسفر مجزا. این گزینه برای کاربردهای نرمال پیشنهاد می‌شود. این تنها گزینه مجاز برای حجم‌های وابسته به زمان (حجم‌هایی که در آنها پارامتر ICVACT در کارت CVnnn01 برابر ۲- است) می‌باشد. در این گزینه فشارها و/یا دماها باید تعیین شوند. همچنین جرم، حجم یا ارتفاع سطح استخر باید تعیین شوند. ترکیب اتمسفر شامل آب (فشار جزئی، رطوبت نسبی، یا دمای نقطه شبنم) و کسرهای مولی گازهای

چگالش‌ناپذیر نیز باید تعیین شوند. کسر حجمی بخار اولیه در استخر و محتوای مه در اتمسفر نیز قابل تعریف هستند.

CVnnnAk – Thermodynamic input
$1 \leq nnn \leq 999$, nnn is the user-assigned control volume number
$1 \leq k \leq Z$, k is a sequencing character
Required

ورودی ترمودینامیکی شامل داده‌های دوتایی است. اولی یک متغیر کاراکتری است که کمیت را تعیین می‌کند و دومی مقدار عددی آن پارامتر است. متغیر کاراکتری ممکن است از یک یا دو بخش تشکیل شود. اگر دو بخش باشد، شماره ماده است که از اولی با یک نقطه جدا می‌شود. هر دو المان یک زوج داده باید در یک کارت باشند.

برای توضیح این بخش ابتدا لازم است بیان شود که شماره n به چه معناست.

n = 1 is pool.

n = 2 is fog (liquid water in atmosphere)

n = 3 is water vapor in atmosphere.

n = 4, 5, … are noncondensible gases (identified by input to the NCG package) and that MELCOR pressures are defined at the pool/atmosphere interface, the top of the pool or bottom of the atmosphere.

متغیرهای ورودی مورد نیاز و رفتار پیش‌فرض برای هر حالت ترمودینامیکی (ITYPTH در کارت CvnnnA0) متفاوت است. پارامترهای این کارت برای حجم‌های مستقل از زمان مانند حجم‌های عادی است، ولی برای حجم‌های وابسته به زمان متفاوت است که در توضیحات مربوط به ITYPTH=3 ارائه شده است.

- حالت ITYPTH=1

For ITYPTH = 1 (Mass and energy input)

ETOT.n - Total internal energy of material n.
(Type = real, default = 0.0, units = J)

MASS.n - Mass of material n.
(Type = real, default = 0.0, units = kg)

- حالت ITYPTH=2

در این حالت، فشار کلی حجم، فشار جزئی بخار آب در اتمسفر و دماهای استخر و اتمسفر باید تعیین شوند. همچنین تقسیم‌بندی آب در استخر، اتمسفر و مه به صورت کسرجرمی باید تعیین شود. جرم‌های واقعی به صورت ضمنی با دماها، فشارها و کل حجم به دست می‌آیند. اگر بخار آب و مه وجود داشته باشد، فشار جزئی آب در اتمسفر باید برای حالت اشباع در دمای اتمسفر باشد.

ترکیب گازهای چگالش‌ناپذیر در اتمسفر به صورت کسرهای جرمی باید تعیین شود. مقادیر واقعی به صورت ضمنی توسط اختلاف بین فشار جزئی بخار آب در اتمسفر و فشار کلی تعیین می‌شوند. فشار حجم کنترل به عنوان فشار در سطح مشترک استخر و اتمسفر تعیین می‌شود. اگر استخر وجود نداشته باشد، فشار در پایین‌ترین ارتفاع خواهد بود. اگر اتمسفر نباشد، فشار در بالاترین ارتفاع سلول خواهد بود.

For ITYPTH = 2 (Mass fraction input)

MFRC.n - Mass fraction of material n.
(Type = real, default = 0.0, units = dimensionless)

اگر در حجم آب وجود داشته باشد، مجموع کسر جرمی مواد ۱ تا ۳ که در بالا معرفی شدند، باید برابر ۱ باشد. در صورت حضور گازهای چگالش‌ناپذیر، جمع کسر حجمی گازها باید برابر ۱ باشد.

PVOL - Control volume pressure (pool pressure if a pool is present).
(Type = real, default = see discussion, units = Pa)

در این پارامتر فشار حجم کنترل تعیین می‌شود. اگر در حجم کنترل استخر داشته باشیم (یعنی MFRC.1 > 0.0) این پارامتر باید تعیین شود. در صورتی‌که استخر نداشته باشیم و فشار حجم (PVOL) تعیین نشده باشد، فشار حجم کنترل برابر فشار بخار آب در اتمسفر لحاظ خواهد شد. در این حالت مجاز به استفاده از گازهای چگالش‌ناپذیر نیستیم.

PH2O - Partial pressure of water vapor in the atmosphere.
(Type = real, default = see discussion, units = Pa)

در این پارامتر مقدار فشار جزئی بخار آب در اتمسفر تعیین می‌شود. اگر در این پارامتر عدد منفی وارد شود، مقدار فشار جزئی بخار آب به مقدار فشار کل حجم کنترل (PVOL) داده خواهد شد. اگر پارامتر PVOL تعیین نشده باشد (حالتی که استخر نداشته باشیم)، مقدار تعیین شده در پارامتر PH2O به عنوان فشار کل در نظر گرفته می‌شود. در هر دو حالت، گازهای چگالش‌ناپذیر مجاز به استفاده نیستند. در صورتی‌که استخری وجود نداشته باشد و نیز آب در اتمسفر وجود نداشته باشد، این پارامتر باید برابر صفر قرار داده شود.

TATM - Temperature of atmosphere.
(Type = real, default = -1.0, units = K)

در این پارامتر دمای اتمسفر حجم کنترل تعیین می‌شود. اگر عدد منفی وارد شود یا هیچ عددی وارد نشود، دمای اشباع در فشار جزئی آب در اتمسفر (PH2O) استفاده خواهد شد.

TPOL - Temperature of pool.
(Type = real, default = -1.0, units = K)

در این پارامتر دمای استخر تعیین می‌شود. اگر عدد منفی وارد شود یا هیچ عددی وارد نشود، دمای استخر برابر دمای اشباع در فشار استخر (PVOL) در نظر گرفته خواهد شد.

For ITYPTH = 3 (Separate pool and atmosphere input)

Pool Input

MASS.1 - Mass of pool.
(Type = real, default = 0.0, units = kg)

VPOL - Volume of the pool.
(Type = real, default = 0.0, units = m3)

ZPOL - Elevation of the pool surface.
(Type = real, default = none, units = m)

در حالت سوم، ورودی استخر و اتمسفر به صورت مجزا از هم در نظر گرفته می‌شوند. اگر استخر داشته باشیم، مقادیر پارامترهای ترمودینامیکی آن باید تعیین شود. فشار و دما (کمتر از دمای اشباع در فشار داده شده) در حالت مادون سرد، فشار یا دما در حالت اشباع باید تعیین شوند. در حالت مادون سرد، فشار بر اساس دمای اشباع مرتبط قابل تعیین است. در حالت اشباع، کسر حجمی بخار اولیه قابل تعریف است. بقیه پارامترهای مربوط به استخر در حالت سوم در ادامه توضیح داده می‌شوند.

PVOL - Control volume pool pressure.
(Type = real, default = 1.0, units = Pa)

در این پارامتر فشار استخر تعیین می‌شود. اگر این پارامتر صفر یا منفی باشد و یا تعیین نشود، فشار حجم برابر فشار اشباع در دمای اشباع استخر TSAP (اگر تعیین شده باشد) یا در دمای استخر TPOL لحاظ می‌شود.

TPOL - Temperature of pool.
(Type = real, default = -1.0, units = K)

در این پارامتر دمای استخر تعیین می‌شود. اگر این پارامتر صفر یا منفی باشد و یا تعیین نشود، دمای استخر برابر دمای اشباع در فشار استخر (PVOL) لحاظ می‌شود.

TSAP - Saturation temperature of pool, used to define the pressure (Which is also the total control volume pressure).
(Type = real, default = -1.0, units = K)

دمای اشباع استخر که برای تعیین فشار حجم کنترل استفاده می‌شود، در این پارامتر تعیین می‌شود. اگر هر دو پارامتر PVOL و TSAP صفر یا منفی باشند و یا تعیین نشوند، فشار استخر برابر فشار اشباع در دمای استخر (TPOL) لحاظ می‌شود.

VOID - Void fraction in the pool, in the range $0.0 \leq VOID < 1.0$.
(Type = real, default = 0.0, units = dimensionless)

در این پارامتر کسر حجمی بخار در استخر تعیین می‌شود. بدلیل اینکه امکان قرار گرفتن در استخر را ندارند، هر حبابی داخل استخر، باید بخار آب باشد. بنابراین، تعریف این پارامتر تنها برای یک استخر در حالت اشباع مجاز است. اگر مقداری تعیین نشود، کسر حجمی بخار برابر صفر لحاظ می‌شود.

در صورتی‌که اتمسفر حجم کنترل حاوی مه باشد، بقیه حجم کنترل را پر خواهد کرد. اگر استخر کل حجم را پر کند (که توسط پارامترهای VPOL یا ZPOL تعیین می‌شود)، نیازی به ورود خواص اتمسفر نیست. اگر یک استخر وجود داشته باشد، فشار حجم در بخش پارامترهای استخر تعیین می‌شود، اگر استخر وجود نداشته باشد، فشار حجم کنترل باید با پارامتر PVOL تعیین شود.

Atmosphere Input

PVOL - Control volume pressure.
(Type = real, default = -1.0, units = Pa)

اگر این پارامتر صفر یا منفی باشد و یا تعیین نشود، و نیز در بخش ورودی استخر (فشار اشباع در دمای استخر) تعیین نشود، فشار حجم برابر فشار اشباع در دمای اتمسفر (TATM)، که باید در ورودی تعیین شود.

اگر اتمسفر وجود داشته باشد، فشار جزئی بخار آب در اتمسفر (تعیین مستقیم یا با رطوبت نسبی یا دمای نقطه شبنم) و دما (بالاتر از دمای اشباع برای فشار بخار داده شده) باید تعیین شوند. اگر اتمسفر مافوق داغ باشد، تنها فشار جزئی بخار یا دمای اشباع، باید تعیین شوند. توجه شود که تعیین یک مقدار غیرمنفی برای PH2O یا تعیین یکی از پارامترهای

RHUM یا TDEW محتوای بخار آب داخل اتمسفر را مشخص می‌کند. تعیین اطلاعات اضافی با مقداردهی به بیش از یک مورد ذکر شده، مجاز نیست.

PH2O - Partial pressure of water vapor in the atmosphere.
(Type = real, default = -1.0, units = Pa)

در این پارامتر فشار جزئی بخار آب در اتمسفر تعیین می‌شود. اگر عددی تعیین نشود ویا عدد تعیین شده منفی باشد، فشار جزئی بخار در اتمسفر برابر فشار اشباع یا رطوبت نسبی (RHUM) در دمای اتمسفر (TATM) و یا فشار اشباع در دمای نقطه شبنم (TDEW)، که یکی از آنها باید تعیین شود، در نظر گرفته می‌شود.

RHUM - Relative humidity of the atmosphere, in the range $0.0 \leq RHUM \leq 1.0$.
(Type = real, default = 1.0, units = dimensionless)

رطوبت نسبی در اتمسفر در این پارامتر تعیین می‌شود. این پارامتر به صورت نسبت فشار جزئی بخار آب به فشار اشباع در دمای اتمسفر تعریف می‌شود.

TATM - Temperature of atmosphere.
(Type = real, default = -1.0, units = K)

در این پارامتر دمای اتمسفر تعیین می‌شود. اگر این پارامتر منفی یا برابر صفر باشد و یا تعیین نشود، دمای اشباع در فشار جزئی آب در اتمسفر (PH2O) برای این پارامتر استفاده خواهد شد.

TDEW - Dewpoint temperature in the atmosphere.
(Type = real, default = none, units = K)

دمای نقطه شبنم در این پارامتر قابل تعیین است. دمای نقطه شبنم دمای اشباع در فشار جزئی بخار آب است.

در صورتی‌که در اتمسفر حجم کنترل گازهای چگالش‌ناپذیر وجود داشته باشد، باید ترکیب این گازها به صورت کسرمولی تعریف شود. مقادیر واقعی گازهای مختلف به طور ضمنی با اختلاف بین فشار جزئی بخار آب در اتمسفر و فشار کل تعریف می‌شود. اگر این اختلاف صفر باشد، تعیین ورودی مجاز نیست.

MLFR.n - Mole fraction of noncondensible gas n.
(Type = real, default = 0.0, units = dimensionless)

این پارامتر تنها در حالت سوم تعیین خواص ترمودینامیکی (ITYPTH = 3) استفاده می‌شود. درصورت حضور گازهای چگالش‌ناپذیر، جمع مواد ۴ و ۵ و ... باید برابر یک باشد.

در صورت حضور اتمسفر در حجم کنترل، اگر فشار جزئی بخار آب برابر فشار اشباع در دمای بخار باشد، می‌توان با تعیین جرم یا به طور غیرمستقیم با کسر حجمی در کل اتمسفر، اجزای مه را تعیین کرد.

MASS.2 - Mass of fog.
(Type = real, default = 0.0, units = kg)

VFOG - Volume fraction of fog in the atmosphere in the range $0.0 \leq VFOG < 1.0$.
(Type = real, default = 0.0, units = dimensionless)

برای حجم‌های کنترلی که خواص آنها وابسته به زمان است پارامترهای ورودی کمی با حالت‌های قبل تفاوت دارد. در این حالت با تعیین ICVACT = -2 در کارت CVnnn01، می‌توان خواص حجم کنترل را با کمک توابعی از زمان تعریف کرد. در این حالت پارامترها مشابه حالت قبل هستند ولی می‌توان آنها را به صورت تابع زمان یا به صورت ارجاع به یک تابع تعریف کرد. عبارت‌های قابل ارجاع TF.n، CF.n یا EDF.n.m هستند، که به ترتیب نشان‌دهندهٔ تابع جدولی n، تابع کنترلی n و کانال m از فایل خروجی n می‌باشند. یک مقدار ثابت باید با ارجاع به یک تابع جدولی ثابت یا تابع کنترلی یا فایل خارجی ارجاع داده شود. پارامترهای مشترک با حالت‌های قبل شامل PVOL، ZPOL، TPOL، VOID، TATM، PH2O و MLFR.n است.

For Time-Specified Volumes

PVOL - Control volume pressure. Required.
(Type = real, default = none, unit = Pa)

ZPOL - Elevation of pool surface.
(Type = real, default = none, unit = m)

پارامتر ZPOL اختیاری است ولی در صورت عدم تعیین استخری در حجم کنترل وجود نخواهد داشت و تعیین دو پارامتر TPOL و VOID مجاز نخواهد بود.

TPOL - Temperature of pool.
(Type = real, default = -1.0, unit = K)

این پارامتر تنها در حالتی که ZPOL تعیین شده باشد، مجاز به تعریف است. طی دوره‌ای که استخر وجود ندارد (بر اساس تعیین در ZPOL)، مقدار TPOL استفاده نمی‌شود. هنگامی‌که استخر وجود داشته باشد، مقادیر TPOL که کمتر از ۱ کلوین از دمای اشباع در فشار PVOL بیشتر باشند، به عنوان حالت اشباع در نظر گرفته می‌شود. اگر اختلاف این دما و دمای اشباع بیشتر باشد، محاسبات متوقف می‌شود. توجه شود که حالت ترمودینامیکی مافوق اشباع استخر در کد

MELCOR مجاز نیست. این محدوده اشاره شده تنها برای پوشش دادن اختلاف‌های کوچک حاصل از میان‌یابی در داده‌های جدولی در حالت استخر اشباع در نظر گرفته شده است.

اگر پارامتر ZPOL تعیین شود و پارامتر TPOL تعیین نشود، استخر (در صورت وجود) به حالت اشباع در فشار PVOL در نظر گرفته می‌شود.

VOID - Void fraction in the pool. Optional, permitted only if ZPOL is input.
(Type = real, default = 0.0, unit = dimensionless)

این پارامتر تنها در حالت اشباع و در صورت تعیین پارامتر ZPOL مجاز است.

TATM - Temperature of atmosphere.
(Type = real, default = 1.0, unit = K)

در صورت وجود اتمسفر و عدم تعیین این پارامتر، فرض می‌شود که اتمسفر حاوی بخار آب اشباع در فشار است PVOL است. حتی اگر اتمسفر مافوق داغ یا حاوی گازهای چگالش‌ناپذیر باشد، این پارامتر باید تعیین شود. بررسی کردن ورودی برای حصول اطمینان از اینکه پارامترهای PVOL و TATM همواره یک حالت مافوق اشباع را تعیین می‌کنند، در کد امکان‌پذیر نیست. بنابراین، پارامتر TATM تعیین شود، ترکیب گازهای چگالش‌ناپذیر (MLFR.n) نیز باید تعیین شود.

PH2O - Partial pressure of water vapor in the atmosphere.
(Type = real, default = 1.0, unit = Pa)

این پارامتر تنها در حالتی که TATM تعیین شده باشد، مجاز است. در اجرای کد، در صورتی‌که مقدار PH2O برابر مقدار فشار اشباع در دمای TATM باشد، حالت اشباع در نظر گرفته می‌شود. همچنین برای پوشش دادن اختلاف‌های کوچک حاصل از میان‌یابی در داده‌های جدولی، در صورتی‌که دمای مورد نظر که مبنای بدست آوردن فشار اشباع است کمتر از ۱ کلوین از دمای TATM کمتر باشد، نیز حالت اشباع در نظر گرفته می‌شود. میزان مادون‌سردی بیش از این مقدار (۱ کلوین) موجب توقف محاسبات می‌شود. اگر دمای TATM تعیین شود و فشار PH2O تعیین نشود، فشار جزئی برابر حداقل مقدار بین PVOL و فشار اشباع در دمای TATM خواهد بود.

MLFR.n - Mole fraction of noncondensible gas n ($n \geq 4$).
(Type = real, default = 0.0, unit = dimensionless)

تعیین کسر مولی گازهای چگالش‌ناپذیر در صورتی‌که دمای TATM تعیین شده باشد، ضروری است و در غیر این صورت مجاز نیست. (اگر TATM تعیین شود، هر دو پارامتر فشار و دما تعیین خواهند شد) جمع مقادیر این پارامتر باید برابر ۱ با اختلاف ۰/۰۰۱ باشد. این بازه بدلیل عدم دقت در میان‌یابی داده‌های جدولی لحاظ شده است.

تابع جدولی، تابع کنترلی و یا فایل داده خروجی باید پارامتر مورد نظر با به صورت تابعی از زمان در واحد SI تعیین کند. به عنوان مثال:

```
PVOL        EDF.101.3
```

کانال ۳ از فایل داده خروجی شماره ۱۰۱ باید حاوی فشار مورد نظر بر حسب پاسکال باشد.

CVnnnBk – Altitude/volume table

$1 \leq nnn \leq 999$, nnn is the user-assigned control volume number

$0 \leq k \leq Z$, k is a sequencing character
Required

(Type = real, default = none, units = m and m3)

داده‌های ورودی در این کارت شامل زوج‌های تعیین کننده ارتفاع و حجم می‌باشد. اولین عدد از این زوج ارتفاع و عدد دوم حجم اولیه قابل اشغال توسط مواد (حجم خالی) در بستهٔ CVH است. حجم مجازی در اینجا لحاظ نمی‌شود. حداقل دو زوج (یعنی چهار عدد) باید تعیین شوند. حجم مربوط به پایین‌ترین ارتفاع باید برابر صفر باشد. برای سایر زوج‌ها نیز اگر حجم مثبت تعیین شود، به عنوان حجم کل بین ارتفاع پایین (پایین ترین ورودی ارتفاع) و ارتفاع کنونی لحاظ می‌شود و اگر مقدار ورودی برای حجم منفی باشد، مقدار مطلق آن به عنوان تغییر حجم نسبت به ارتفاع ورودی پایینی مجاور لحاظ می‌شود.

در یک کارت چند زوج عدد قرار می‌توانند گیرند و تنها با محدودیت تعداد کاراکترها در هر خط محدود می‌شوند. یک زوج عدد حتماً باید در یک خط باشند.

سایر کارت‌های بسته CVH عبارتند از:

CVHTENDINI – Time to end initialization

CVTYPEnn – Control volume type names

CVnnnCk – External Mass and Energy Sources

CVnnnFi – Water source data

کارت‌های فوق اختیاری هستند. برای مطالعه آنها مراجعه به مرجع [۱] پیشنهاد می‌شود.

۴-۲-۴- ورودی بخش MELCOR بستهٔ CVH

پایگاه داده بستهٔ CVH قابل تغییر در بخش MELCOR نیست. تنها امکانی که در بخش MELCOR برای این بسته در حال حاضر وجود دارد، گزینه ردیابی تشخیصی است که به وسیلهٔ آن پردازش حل معادلات هیدرودینامیکی ردیابی شده و پیام‌هایی جهت اطلاع در فایل تشخیص چاپ می‌شود. این گزینه را در بستهٔ EXEC نیز می‌توان فعال کرد.

۴-۲-۵- ضرایب حساسیت بستهٔ CVH

ضریب حساسیت در کد MELCOR یک بخش قدرتمند است که به کاربر امکان تغییر پارامترهای انتخابی مدل‌های فیزیکی را که برای تغییر آنها باید برنامه کامپیوتری فرترن تغییر کند، را می‌دهد. ضرایب حساسیت برای همهٔ مدل‌های بسته‌های CVH و FL با شماره‌های ۴۴۰۰ تا ۴۵۹۹ تعیین می‌شوند. در این بخش این ضرایب حساسیت معرفی می‌شوند. توضیحات بیشتر در مرجع [۱] ارائه شده است.

4400 – Timestep Control

4401 – Velocity Convergence Criteria

4402 – Minimum velocity to be considered for choking calculation

4404 – Friction Factor Parameters

4405 – SPARC Bubble Physics Parameters

4406 – Maximum Allowed Fog Density

4407 – Pool/Atmos Heat/Mass Transfer Parameters

4408 – Pressure Iteration Parameters

4409 – Limits and Tolerances for Time-Specified Volumes

4410 – Vapor Velocity Enhancement during Direct Containment Heating

4411 – Limits and Tolerances for Iterations in the CVT Package

4412 – Limits and Tolerances for Iterations in the CVH Package

4413 – Flow Blockage Friction Parameters

4414 – Minimum Hydrodynamic Volume Fraction

4415 – Criteria for Solving the Flow Equations in Sparse Form

4500 – Parameters in Flashing Model for Sources and Flows

۴-۲-۶- متغیرهای قابل رسم و آرگومان‌های توابع کنترلی در بستهٔ CVH

متغیرهایی که در حجم کنترل هیدرودینامیکی ممکن است برای رسم شکل (p) و آرگومان‌های توابع کنترلی (c) استفاده شوند، در جدول شماره ۳ ارائه شده‌اند.

جدول شماره ۳: متغیرهای قابل رسم و آرگومان‌های توابع کنترلی در بستهٔ CVH

Parameter	Type	Description (Unit)
CVH-ATM-FR.n	/p/	Atmosphere (nonpool) volume fraction in control volume n, equivalent to the previous variable CVH-VOID.n. (dimensionless)
CVH-CLIQLEV.n	/pc/	Collapsed liquid elevation in control volume n. (m)
CVH-CPUT	/p/	Total CPU usage by the RUN (time-advancement) portion of CVH package. (s)
CVH-CPUE	/p/	CPU usage for edit in RUN portion of CVH package. (s)
CVH-CPUC	/p/	CPU usage for calculations in RUN portion of the CVH package. (s)
CVH-CPUR	/p/	CPU usage to process restart file in RUN portion of CVH package. (s)
CVH-E.n	/p/	Specific internal energy in control volume n. (J/kg)
CVH-E.m.n	/pc/	Specific internal energy of material m in control volume n. (J/kg)
CVH-ECV.n	/p/	Total internal energy in control volume n. (J)
CVH-ECV.m.n	/p/	Total internal energy of material m in control volume n. (J)
CVH-H.n	/pc/	Specific enthalpy in control volume n. (J/kg)
CVH-H.m.n	/pc/	Specific enthalpy of material m in control volume n. (J/kg)
CVH-LIQLEV.n	/pc/	Swollen liquid elevation in control volume n. (m)
CVH-MASS.n	/p/	Mass of material in control volume n. (kg)
CVH-MASS.m.n	/pc/	Mass of material m in control volume n. (kg)
CVH-P.n	/pc/	Pressure of control volume n. (Pa)
CVH-PPART.m.n	/pc/	Partial pressure of material m in control volume n. (Pa)
CVH-PSAT(TLIQ).n	/pc/	Saturation pressure of water at pool temperature in control volume n. (Pa)
CVH-PSAT(TVAP).n	/pc/	Saturation pressure of water at atmosphere temperature in control volume n. (Pa)
CVH-QUALITY.n	/p/	“Quality” (nonpool, nonfog mass fraction) in control volume n. (dimensionless)
CVH-RHO.n	/pc/	Net mass density of all materials in control volume n. (kg/m3)
CVH-RHO.m.n	/p/	Mass density of material m in control volume n. (kg/m3)
CVH-RHOA.n	/c/	Mass density of atmosphere in control volume n. (kg/m3)
CVH-RHOP.n	/c/	Mass density of pool in control volume n. (kg/m3)
CVH-TLIQ.n	/pc/	Pools temperature in control volume n. (K)
CVH-TOT-E	/p/	Total internal energy in the control volume hydrodynamics package. (J)
CVH-TOT-E.m	/p/	Total internal energy of material m in the control volume hydrodynamics package. (J)

Parameter	Type	Description (Unit)
CVH-TOT-M	/p/	Total mass in the control volume hydrodynamics package. (kg)
CVH-TOT-M.m	/p/	Total mass of material m in the control volume hydrodynamics package. (kg)
CVH-TSAT(A).n	/pc/	Water saturation temperature at the partial pressure of water vapor in the atmosphere of control volume n. (K)
CVH-TSAT(P).n	/pc/	Water saturation temperature at the pressure of control volume n. (K)
CVH-TVAP.n	/pc/	Atmosphere temperature in control volume n. (K)
CVH-VELVAPCV.n	/p/	Velocity of atmosphere in control volume n. (m/s)
CVH-VELLIQCV.n	/p/	Velocity of pool in control volume n. (m/s)
CVH-VIRVOVAP.n	/p/	Virtual volume in atmosphere in control volume n. (m3)
CVH-VIRVOLIQ.n	/p/	Virtual volume in pool in control volume n. (m3)
CVH-VOID-P.n	/p/	Void (bubble) volume fraction in pool of control volume n. (dimensionless)
CVH-VOID-T.n	/pc/	Total void (nonliquid) volume fraction in control volume n, including the atmosphere and bubbles in the pool. (dimensionless)
CVH-VOLFOG.n	/pc/	Volume of fog in control volume n. (m3)
CVH-VOLLIQ.n	/pc/	Swollen volume of pool (including any vapor bubbles) in control volume n. (m3)
CVH-VOLVAP.n	/pc/	Volume of gaseous atmosphere in control volume n. (m3)
CVH-X.m.n	/pc/	Mole fraction of gaseous material m (m ≥ 3) in the atmosphere of control volume n. (dimensionless)

۴-۲-۷- نمونهٔ ورودی بستهٔ CVH

در این بخش چند مثال ورودی برای بستهٔ CVH ارائه می‌شود. مطالبی که بعد از یک علامت ستاره (*) می‌آیند به عنوان پیغام هستند. مثال اول برای یک حجم کنترل است که با شماره ۱ و نام VOLUME ONE تعیین شده است. در این حجم حالت ترمودینامیکی غیر تعادلی و جریان افقی در نظر گرفته شده است. (لازم به ذکر است که جهت جریان در هیچ مدلی استفاده نشده است.) حجم کنترل دارای حجم ۱۵۰ مترمکعب و ارتفاع ۱۰ متر است. سطح پایین حجم کنترل در ارتفاع صفر در نظر گرفته شده است و دارای سطح مقطع افقی ثابت است. مساحت سطح برای اهداف تعیین سرعت متوسط، برابر ۱۲/۵ مترمربع است. در ابتدا تا ارتفاع ۹/۵ متر داخل حجم کنترل آب با حالت اشباع در فشار ۰/۷ مگاپاسکال وجود دارد و فضای باقی‌مانده با بخار آب اشباع اشغال شده است.

```
CV00100     'VOLUME ONE'     2     2     1     * NEQ, vert flow, RCS
CV00101      0     0                          * Pool + fog, active
CV00103     12.5                              * Flow area
CV001A0      3                                * Pool, atmos input
CV001A1     PVOL      7.0E6     ZPOL    9.5    * See discussion
CV001B0      0.0       0.0                     * Bottom at 0 m
CV001B1     10.0    150.0                      * 150 m3 total volume
```

استخر به دلیل اینکه تنها فشار در آن تعریف شده است، اشباع در نظر گرفته می‌شود. اتمسفر شامل بخار آب است، چون خواص اضافی دیگری برای آن تعریف نشده است. اگر کارت زیر

```
CV001A2      TATM       650.0                    * Superheated
```

اضافه شود، اتمسفر حاوی بخار آب مافوق اشباع در ۶۵۰ کلوین و ۰/۷ مگاپاسکال خواهد بود. در کارت‌های CV00101 و CV001A0 مقادیر پیش‌فرض استفاده شده است و می‌توان آنها را حذف کرد. می‌توان شرایط حجم کنترل را به صورت مستقل از زمان به صورت زیر تعریف کرد.

```
CV00101       0        -1                      * Time-indep
```

با تغییر حجم در نیمهٔ پایینی حجم کنترل، می‌توان به صورت زیر هندسه مسأله را پیچیده‌تر کرد.

```
CV001B1      5.0      50.0      10.0     150.0 * 50 m3 below 5 m
```

مثال بعدی شامل یک حجم کنترل با شماره ۲۰۰ و نام Wet Well است. در این حجم شرایط ترمودینامیکی غیرتعادلی استفاده می‌شود. حجم ۸۰۰۰ مترمکعب، سطح مقطع ثابت بین ارتفاع‌های ۲۵- و ۵- متر و فشار اولیه ۱۱۰ کیلوپاسکال مشخصات دیگر این حجم کنترل هستند. حجم کنترل تا ارتفاع ۱۵- متر با آب مادون سرد در دمای ۳۲۳ کلوین پر شده است. اتمسفر در دمای ۳۲۳ کلوین دارای رطوبت نسبی ۹۰ است. در این حجم گازهای چگالش‌ناپذیر با شماره‌های ۴ و ۵ و کسرهای مولی ۸۰ درصد و ۲۰ درصد وجود دارد.

```
CV20000    'Wet Well'     2     1     3          * NEQ, hrz flo, wet well
CV200A1      PVOL      1.1E5    ZPOL    -15.0    * Pressure, pool surface
CV200A3      TPOL      313.0    TATM    323.0    * Pool, atmos temps
CV200A4      RHUM      0.9                       * RHUM implies PH2O
CV200A6      MLFR.4    0.8      MLFR.5    0.2    * Noncondensibles
CV200B1     -25.0     0.0      -5.0      8.0E3    * Volume/Altitude table
```

فشار جزئی بخار آب در اتمسفر برابر ۰/۹ فشار اشباع (۱۲/۲ کیلوپاسکال) در دمای ۳۲۳ کلوین یا ۱۱ کیلوپاسکال است. گازهای چگالش‌ناپذیر مابقی فشار کل را که ۹۹ کیلوپاسکال است، با نسبت ۴ به ۱ (نسبت فشار ماده ۴ به ماده ۵) به خود اختصاص داده است. باید توجه داشت که این گازها باید در بسته NCG تعریف شوند. به عنوان مثال:

```
NCG001       N2       4       * Material 4 is N2
NCG010       O2       5       * Material 5 is O2
NCG025       H2       6       * Material 6 is H2
```

در کارت‌های فوق در بستهٔ NCG، ماده شماره ۴ به عنوان نیتروژن، ماده شماره ۵ به عنوان اکسیژن و ماده شماره ۶ به عنوان هیدروژن تعریف شده است.

افزودن یک چشمه هیدروژن به حجم ۲۰۰، با دبی جرمی ۱ کیلوگرم بر ثانیه و دمای ۸۰۰ کلوین، به سادگی با کارت‌های زیر و با استفاده از بستهٔ توابع جدولی قابل انجام است.

```
CV200C4      MASS.6     101     2      * Rate from TF 101
CV200C5      TE         102     8      * Temperature from TF 102
*
TF10100     H2-RATE      1     1.0     * 1-point table, scale by 1.0
TF10110       0.0     1.0              * Constant value 1.0
*
TF10200     H2-TEMP      1     1.0     * 1-point table, scale by 1.0
TF10210       0.0    800.0             * Constant value 800.0
```

برای اطلاع بیشتر از ساختار ورودی توابع جدول به بخش ۴-۴ مراجعه شود.

در مثال بعدی، یک حجم وابسته به زمان با شماره ۴۵۶ و نام BOUNDARY تعریف می‌شود که دارای حجم ۱۰ مترمکعب بین ارتفاع ۱ و ۲ متر است. این حجم شامل یک استخر حاوی آب مادون سرد با فشار و دمای تعیین شده در کانال ۳ و ۵ داده‌های خارجی با شماره فایل ۷ است. ارتفاع سطح به صورت تابعی از زمان در تابع جدول شماره ۱۲ تعریف شده است. دمای اتمسفر در کانال همان فایل خروجی تعیین شده است. ترکیب هر یک از گازهای چگالش‌ناپذیر با توابع کنترلی شماره ۳ و ۸ تعریف شده‌اند.

```
CV45600     BOUNDARY     2     1     7            * NEQ, horiz flow, misc 1
CV456A1     PVOL    EDF.7.3     TPOL    EDF.7.5 * Pool P, T from EDF 7
CV456A2     ZPOL    TF.12                       * Pool surf from TF 12
CV456A3     TATM    EDF.7.4                     * Atm T from EDF 7
CV456A4     MLFR.4     CF.3     MLFR.5     CF.8   * NCG from CFs 3 and 8
CV456B3     1.0     0.0     2.0     10.0          * Volume/altitude table
```

توابع جدولی و کنترلی و فایل‌های خروجی باید تعریف شوند.

برای توسعهٔ مثال، می‌توان یک چشمه آب مادون سرد برای حجم ۱ با خواص مرتبط با آب از حجم ۴۵۶ می‌توان در نظر گرفت، که فشار و دمای آن در کانال شماره ۳ و ۵ فایل شماره ۷ گرفته می‌شوند. جرم تجمعی که باید افزوده شود در تابع کنترلی شماره ۶۶ تعیین شده است.

```
CV001C3      MASS.1      66     0       * Integral mass source from CF 66
CV001CB      PE          88     2       * Energy rate source from CF 88
*
```

```
CF07700     POOL-RATE     DER-F     1     1.0    * Construct mass rate as
CF07700     1.0     0.0   CFVALU-66               * derivative of CF 66
*
CF08800     ENERGY-RATE     MULTIPLY     2     1.0 * Multipled mass rate
CF08810     1.0      0.0    CFVALU.77              * by specific h of
CF08811     1.0      0.0    CVH-H.1.456            * pool in CV 456
*
CF06600   INT-MASS-SOURCE . . . * Input as appropriate
```

در این ورودی نرخ آنتالپی افزوده شده در تابع کنترلی ۸۸ تعیین می‌شود. مقدار دبی جرمی نیز از جرم تجمعی تابع کنترلی ۶۶ و تابع کنترلی ۷۷ به دست می‌آید.

مثال آخر شامل ورود سیال به حجم ۳۰۰ در ارتفاع ۱۰ متر می‌شود که شرایط آن یک استخر فوق اشباع است. هرگاه ارتفاع استخر زیر محل ورود باشد، این انتشار به صورت پاششی است و با تولید بخار و مه در آن حجم همراه است. فرض می‌شود که فایل خارجی شماره ۱ برای تعریف دبی‌ها وجود داشته باشد.

```
CV300F3     10.0                                  * Entrance elevation
CV300C1     WATER-MASS.3        RATE EDF.1.1
CV300C2     WATER-ENTHALPY.3    RATE EDF.1.4
*
CV300C4     MASS.2          RATE EDF.1.2
CV300C5     MASS.3          RATE EDF.1.3
CV300CA     ENERGY.A        RATE EDF.1.5
```

۴-۲-۸- ورودی بخش MELGEN بستهٔ FL

ورودی بستهٔ FL در بخش MELGEN شامل تعریف هندسه مسیرهای جریان متصل‌کننده حجم‌های کنترل، سرعت‌های اولیه در این مسیرهای جریان و گزینه‌های مختلف در مدل‌سازی است. همچنین در این بخش پمپ‌ها و شیرها با کمک توابع کنترلی یا توابع جدولی تعریف می‌شوند. برخی از کارت‌های زیر ضروری و برخی دیگر اختیاری هستند. حداکثر تا ۹۹۹ مسیر جریان قابل تعریف هستند. اما عملاً تعداد حداکثر مسیر جریان‌ها بر اساس حافظه کامپیوتر محدود می‌شوند.

FLnnn00 – Flow path name, *to* and *from* control volume data
$1 \leq$ nnn $\leq$ 999, nnn is the user-assigned flow path number
Required

(1) **FLNAME** - User defined flow path name
(Type = character*16)

(2) **KCVFM** - *From* control volume number
(Type = integer, default = none, units = dimensionless)

(3) **KCVTO** - *To* control volume number
(Type = integer, default = none, units = dimensionless)

(4) **ZFM** - Altitude of *from* junction
(Type = real, default = none, units = m)

(5) **ZTO** - Altitude of *to* junction
(Type = real, default = none, units = m)

در این کارت نام مسیر جریان، شمارهٔ حجم در مبدأ و شماره حجم در مقصد مسیر جریان و ارتفاع آنها تعیین می‌شوند.

FLnnn01 – Flow path geometry
$1 \leq$ nnn $\leq$ 999, nnn is the user-assigned flow path number
Required

(1) **FLARA** - Flow path area
(Type = real, default = none, units = m^2)

(2) **FLLEN** - Flow path length
(Type = real, default = none, units = m)

(3) **FLOPO** - Fraction of flow path open
(Type = real, default = none, units = dimensionless)

(4) **FLHGTF** - *From* junction flow path opening height
(Type = real, default = diameter of circle with area FLARA for a horizontal flow path = radius of circle with area FLARA for a vertical flow path, units = m)

(5) **FLHGTT** - *To* junction flow path opening height
(Type = real, default = diameter of circle with area FLARA for a horizontal flow path, = radius of circle with area FLARA for a vertical flow path, units = m)

در این کارت هندسه مسیر جریان تعیین می‌شود. تنها سه پارامتر اول ضروری هستند. اگر کارت‌های FLnnn0F یا FLnnn0T وجود داشته باشند، پارامترهای آنها باید کسر بازشدگی اتصال را تعیین کنند و مقادیر FLHGTF و یا FLHGTT استفاده نخواهند شد.

FLnnn02 – Flow path junction switches
$1 \leq$ nnn $\leq$ 999, nnn is the user-assigned flow path number
Optional

(1) **KFLGFL** - Type of flow path flag
(Type = integer, default = 0, units = dimensionless)

= 0 normal vertical flow path
= 1 atmosphere-first vertical flow path
= 2 pool-first vertical flow path
= 3 normal horizontal flow path
= 4 atmosphere-first horizontal flow path
= 5 pool-first horizontal flow path
= 6 pool velocity = atmosphere velocity, vertical flow
= 7 pool velocity = atmosphere velocity, horizontal flow
= 10 – 17 same as 0 – 7, but only forward flow is permitted
= 20 – 27 same as 0 – 7, but only reverse flow is permitted

(2) **KACTFL** - Active/inactive flow path flag
(Type = integer, default = 0, units = dimensionless)

= 0 active
= 1 inactive ** do not use. Input is accepted, but code does not function correctly for flow paths specified as inactive **

(3) **IBUBF** - *From* junction bubble rise model switch
(Type = integer, default = 0, units = dimensionless)

= 0 no bubble rise physics
= 1 SPARC model with RN aerosol and iodine vapor scrubbing
= -1 SPARC model with no RN scrubbing
= -2 SPARC model with scrubbing of RN aerosols only
= -3 SPARC model with scrubbing of RN iodine vapor only

(4) **IBUBT** - *To* junction bubble rise model switch
(Type = integer, default = 0, units = dimensionless)

= 0 no bubble rise physics
= 1 SPARC model with RN aerosol and iodine vapor scrubbing
= -1 SPARC model with no RN scrubbing
= -2 SPARC model with scrubbing of RN aerosols only
= -3 SPARC model with scrubbing of RN iodine vapor only

در این کارت نوع مسیر جریان تعیین می‌شود. یک مسیر جریان می‌تواند افقی یا عمودی باشد. الگوریتم تعریف ارتفاع بازشدگی معادل، برای این دو حالت متفاوت است. در مسیر جریانی که مبدأ آن استخر است، تنها آب استخر جریان می‌یابد تا اینکه همهٔ آب در دسترس استخر تخلیه شود. هنگامی که استخری نباشد، محتویات اتمسفر از مسیر جریان عبور می‌کند. در مسیرهای جریان عادی افقی یا عمودی مخلوطی از محتوای استخر و اتمسفر جریان می‌یابد که وابسته به

ارتفاع استخر، سرعت‌ها و ارتفاع و طول کسر بازشدگی جریان است. همچنین امکان مقید کردن یک سرعت یکسان برای استخر و اتمسفر ممکن است.

یک مسیر جریان را می‌توان به صورت یک مسیر یک طرفه تعریف کرد. این حالت برای شبیه‌سازی رفتار یک شیر اطمینان ایده‌آل به کار می‌رود. دو حالت از حالت‌های پارامتر KFLGFL، به این امر اختصاص دارند.

مدل بالارفتن حباب ممکن است مستلزم تعیین برهم‌کنش‌های ترمودینامیکی و شسته شدن هسته‌های پرتوزا (در صورت فعال بودن بستهٔ RN) باشد. محاسبهٔ انتقال جرم و حرارت برای هر مقدار قابل قبول و غیرصفر پارامترهای IBUBF و IBUBT انجام می‌شود. مقدار مشخص غیرصفر تنها اگر بستهٔ RN فعال باشد، معنی‌دار خواهد بود.

FLnnn03 – User specified loss coefficients
$1 \leq$ nnn $\leq$ 999, nnn is the user-assigned flow path number
Optional

(1) **FRICFO** - Forward loss coefficient
(Type = real, default = 1.0, units = dimensionless)

(2) **FRICRO** - Reverse loss coefficient
(Type = real, default = 1.0, units = dimensionless)

(3) **CDCHKF** - Choked flow forward discharge coefficient
(Type = real, default = 1.0, units = dimensionless)

(4) **CDCHKR** - Choked flow reverse discharge coefficient
(Type = real, default = 1.0, units = dimensionless)

کاربر می‌تواند ضرایب افت مسیر مستقیم یا معکوس و ضریب تخلیه جریان دچار شوک را در این کارت تعیین کند. اگر این کارت وارد شود، تنها حداکثر دو پارامتر آن باید تعیین شود. دو پارامتر اول به عنوان ضرایب افت لحاظ می‌شوند. مقادیر سوم و چهارم ضرایب تخلیه جریان دچار شوک شده مستقیم و معکوس هستند.

ضرایب افت فشار ناشی از شکل مسیر جریان را تعیین می‌کنند. ضریب افت مستقیم هنگامی‌که سرعت مثبت و ضریب معکوس هنگامی‌که سرعت منفی است، استفاده می‌شوند.

برای بررسی حالت شوک، جریان بحرانی از یک رابطه به دست می‌آید و در یک ضریب تخلیه ضرب می‌شود. این ضریب ممکن است در حالت مستقیم و معکوس متفاوت باشد.

FLnnn04 – Initial atmosphere and pool velocities

$1 \leq$ nnn $\leq$ 999, nnn is the user-assigned flow path number
Optional

(1) **VLFLAO** - Atmosphere velocity
(Type = real, default = none, units = m/s)

(2) **VLFLPO** - Pool velocity
(Type = real, default = none, units = m/s)

در این کارت سرعت‌های اولیه استخر و اتمسفر قابل تعریف هستند. در صورت استفاده از این کارت هر دو سرعت باید تعیین شوند. در صورت عدم استفاده از این کارت مقدار صفر برای هر دو سرعت اولیه لحاظ می‌شود.

FLnnn0F – Junction limits, *from* volume
$1 \leq$ nnn $\leq$ 999, nnn is the user-assigned flow path number
Optional

(1) **ZBJFM** - Elevation of bottom of junction opening for *from* volume. Must lie between bottom of *from* volume and nominal junction elevation (inclusive).
(Type = real, default = none, units = m)

(2) **ZTJFM** - Elevation of top of junction opening for *from* volume. Must lie between nominal junction elevation and top of *from* volume (inclusive).
(Type = real, default = none, units = m)

در این کارت بازشدگی اتصال برای حجم مبدأ با تعیین مستقیم محدودهٔ ارتفاع‌های اتصال در حجم قابل تعریف است. اگر این کارت استفاده شود، مقدار FLHGTF در کارت FLnnn01 استفاده نخواهد شد.

کارت FLnnn0T مشابه این کارت است با این تفاوت که برای حجم مقصد است.

FLnnnSk – Piping segment parameters
$1 \leq$ nnn $\leq$ 999, nnn is the user-assigned flow path number
$0 \leq$ k $\leq$ Z, k is a continuation parameter
Required

(1) **SAREA** - Segment flow area
(Type = real, default = none, units = m_2)

(2) **SLEN** - Segment length
(Type = real, default = none, units = m)

(3) **SHYD** - Segment hydraulic diameter.

(Type = real, default = none, units = m)

(4) **SRGH** - Surface roughness. Optional.
(Type = real, default = 5.E-5, units = m)

(5) **SLAM** - Laminar flow coefficient. Optional.
(Type = real, default = value of sensitivity coefficient C4404, whose default value is 16.0, units = dimensionless)

(6) **ISFLT** - This field is required if and only if an enhanced filter is defined on RN2FLTXXYY records with $21 \leq$ YY ≤ 45, in which case ISFLT must be the user number, XX, of the enhanced filter modeled in this segment.
(Type = integer, default = 0, units = dimensionless)

در این کارت باید چند پارامتر برای هر تکه تعیین شود. حداقل تعیین یک تکه برای اتصال لازم است. برخی از پارامترها اختیاری هستند. هر کارت باید شامل همهٔ پارامترهای یک تکه باشد و پارامترهای یک تکه را نمی‌توان در دو کارت تقسیم کرد. پارامتر SHYD در کارت فوق از تقسیم چهار برابر مساحت جریان بر محیط تر شده به دست می‌آید. اگر پارامتر SLAM منفی باشد، نشان‌دهنده شماره تابع کنترلی خواهد بود.

FLnnnVk – Valve input
$1 \leq$ nnn ≤ 999, nnn is the user-assigned flow path number
$0 \leq$ k $\leq$ Z, k is a continuation character
Optional

در یک مسیر جریان می‌توان فقط یک شیر تعریف کرد. اگر بیش از یک کارت با شناسه FLnnnVk تعریف شده باشد، تنها کارتی پردازش می‌شود که مقدار k کوچک‌تری دارد.

شیرها ممکن است برای باز و بستن مسیرها در طول محاسبات استفاده شوند. مساحت جریان می‌تواند مقداری بین صفر (کاملاً بسته) و FLARA (کاملاً باز) داشته باشد. مقدار باز شدن با یک یا چند تابع کنترلی قابل تعریف است. در صورتی‌که از تریپ استفاده نشود، می‌توان از یک تابع کنترلی استفاده کرد، اگرچه هنوز سه پارامتر باید در کارت تعیین شود.

اگر از یک تریپ استفاده شود، یک تابع کنترلی برای تریپ برای تعریف حالت‌های مثبت (روشن – مستقیم)، صفر (خاموش) و منفی (روشن – معکوس) استفاده می‌شود. یک تریپ در کد MELCOR با کدهای RELAP و TRACE

متفاوت است. توابع کنترلی مختلفی برای تعریف مقدار بازشدگی شیر برای حالت‌های مثبت و منفی استفاده می‌شود. در کارت شیر سه پارامتر وجود دارد.

(1) **NVTRIP** - If positive then NVTRIP is the trip control function number. If negative then a trip is not used and the fraction open is defined by the "on-forward" control function.
(Type = integer, default = none, units = dimensionless)

(2) **NVFONF** - Control function used to defined the fraction open of the flow path for an "on-forward" state of the trip. If no trip is defined, this control function will always define the fraction open.
(Type = integer, default = none, units = dimensionless)

(3) **NVFONR** - Control function used to define the fraction open of the flow path for an "on-reverse" state of the trip. If no trip is defined, this must be a valid control function number (i.e., one defined in MELGEN input), but the value of the control function will not be used.
(Type = integer, default = none, units = dimensionless)

مقدار مثبت برای پارامتر NVTRIP نشان می‌دهد که این مقدار شمارهٔ تابع کنترلی است و مقدار منفی نشان می‌دهد که در این شیر، تریپ استفاده نمی‌شود و مقدار این پارامتر شماره تابع کنترلی است که مقدار بازبودن شیر در حالت (روشن – مستقیم) را تعیین می‌کند.

پارامتر NVFONF شمارهٔ تابع کنترلی است که مقدار باز بودن مسیر جریان در حالت (روشن – مستقیم) یک تریپ را تعیین می‌کند. اگر تریپ تعریف نشده باشد، این تابع کنترلی همواره کسر باز بودن مسیر جریان را تعیین می‌کند.

پارامتر NVFONR تابع کنترلی تعیین مقدار باز بودن در حالت (روشن – معکوس) یک تریپ را تعیین می‌کند. اگر تریپی تعریف نشده باشد، این پارامتر باید یک تابع کنترلی تعریف شده را تعیین کند، هرچند این تابع کنترلی استفاده نمی‌شود.

FLnnnPk – Pump input data
$1 \leq$ nnn $\leq$ 999, nnn is the user-assigned flow path number
$0 \leq$ k $\leq$ Z, k is a continuation character
Optional

(1) **PTYPE** - Pump type
(Type = character, default = none, units = dimensionless)

تنها یک پمپ در یک مسیر جریان قابل تعریف است. در اولین پارامتر این کارت، نوع پمپ تعیین می‌شود. پارامترهای بعدی وابسته به نوع پمپ هستند. دو نوع پمپ FANA و QUICK-CF در کد در نظر گرفته شده‌اند.

PUMP TYPE = FANA

(1) **PTYPE** - FANA
(Type = character, default = none, units = dimensionless)

(2) **DPMAX** - Maximum pressure head
(Type = real, default = none, units = Pa)

(3) **VPZERO** - Volumetric flow rate at zero pressure head. The pressure head is zero for volumetric flow rates greater than or equal to VPZERO.
(Type = real, default = none, units = m^3/s)

(4) **VPMAX** - Volumetric flow rate at maximum pressure head. The pressure head is also set to DPMAX for flows less than VPMAX.
(Type = real, default = 0, units = m^3/s)

(5) **ITRIP** - Pump trip flag. If ITRIP is zero (default), the pump is always on; otherwise, the pump is on and the pressure head is calculated only if the value of a trip is nonzero. If ITRIP is positive, the value of control function number ITRIP is used for the trip value. If ITRIP is negative, tabular function number – ITRIP is used for the trip value. The tabular function independent argument is time.
(Type = integer, default = 0, units = dimensionless)

پمپ FANA یک دمنده ساده در محدودهٔ عملکرد نرمال است که مدل یک پمپ خنک‌کننده با سرعت ثابت است. همبسته‌سازی معادلهٔ مومنتوم در این مدل به صورت صریح است و درنتیجه در گام‌های زمانی بزرگ ناپایداری بیشتر می‌شود. این مسأله معمولاً با افزایش طول اینرسی مسیر جریان، FLLEN، در کارت FLnnn01 مهار می‌شود.

PUMP TYPE = QUICK-CF

(1) **PTYPE** - QUICK-CF
(Type = character, default = none, units = dimensionless)

(2) **IPUMCF** - Number of control function defining the pressure head; the values from this control function should have units of Pascals.
(Type = integer, default = none, units = dimensionless)

پمپ از نوع QUICK-CF به کاربر اجازه تعریف هد پمپ به وسیله یک تابع کنترلی می‌دهد. این تابع ممکن است به سادگی یک تابع جدولی از سرعت یا زمان باشد. پیچیدگی مدل تنها به مهارت کاربر محدود می‌شود.

FLnnnTk – Time dependent flow path
$1 \leq$ nnn $\leq$ 999, nnn is the user-assigned flow path number
$0 \leq$ k $\leq$ Z, k is a continuation character
Optional

(1) **NTFLAG** - Time dependent flow path type flag
(Type = integer, default = none, units = dimensionless)
= 1 Use tabular function number NFUN to define velocity versus time.
= 2 Use control function number NFUN to define velocity versus time.

(2) **NFUN** - Tabular or control function number to define the velocity versus time. The interpretation is dependent on the value of NTFLAG.
(Type = integer, default = none, units = dimensionless)

سرعت در مسیر جریان را می‌توان با استفاده از توابع جدولی یا کنترلی تعریف کرد. سرعت‌های استخر و اتمسفر برابرند. تنها یک پایگاه داده وابسته به زمان در یک مسیر جریان قابل تعیین است. سایر کارت‌های اختیاری بستهٔ FL در ادامه لیست شده‌اند که توضیحات آنها در مرجع [۱] ذکر شده است.

FLnnn05 – Length for pool/atmosphere momentum exchange

FLnnn06 – Flow path connection to EDF

FLnnnBk – Data for blockage of flow by another package

FLnnn0T – Junction limits, *to* volume

FLnnnBk – Data for blockage of flow by another package

FLnnnFF – Flow path flashing for forward (positive) flow

FLnnnFR – Flow path flashing for reverse (negative) flow

FLnnnMk – Momentum flux input data

۴-۲-۹- ورودی بخش MELCOR بستهٔ FL

کارت‌های FLnnn05، Flnnn0F و FLnnn0T را می‌توان در بخش MELCOR نیز به کار برد. تعریف مجدد این پارامترها در محاسبات آغاز مجدد ممکن شده است. علاوه براین، چند مشخصهٔ توابع کنترلی را می‌توان در آغاز مجدد تغییر داد که دسترسی اندکی به پمپ و شیر در این بخش ایجاد می‌کند.

۴-۲-۱۰- متغیرهای قابل رسم و آرگومان‌های توابع کنترلی در بستهٔ FL

متغیرهایی که در مسیرهای جریان ممکن است برای رسم شکل (p) و آرگومان‌های توابع کنترلی (c) استفاده شوند، در جدول شماره ۴ ارائه شده‌اند.

جدول شماره ۴: متغیرهای قابل رسم و آرگومان‌های توابع کنترلی در بستهٔ FL

Parameter	Type	Description (Unit)
FL-EFLOW.x.n	/cp/	Enthalpy flow rate of pool (x = ‘P’) or atmosphere (x = ‘A’) flow through flow path n, with respect to the normal MELCOR reference point (W)
FL-EFLOW-TR.x.n	/c/	Enthalpy flow rate of pool (x = ‘P’) or atmosphere (x = ‘A’) flow through flow path n, with respect to the normal MELCOR reference point, including any transformation within the path by SPARC or the flashing model. (W)
FL-FRUNBLK.n	/p/	Fraction of flow path that is unblocked by core debris. This variable is available only for flowpaths where the flow blockage model has been invoked by inclusion of a FLnnnBk record as part of MELGEN input; for flowpaths whose area is controlled by an ordinary valve, the open fraction may be plotted as the value of the related control function, CFVALU.m (dimensionless)
FL-I-EFLOW.x.n	/cp/	Integral of enthalpy associated with pool (x = ‘P’) or atmosphere (x = ‘A’) flow through flow path n, with respect to the normal MELCOR reference point (J)
FL-I-EFLOW-TR.x.n	/c/	Integral of enthalpy associated with pool (x = ‘P’) or atmosphere (x = ‘A’) flow through flow path n, with respect to the normal MELCOR reference point, point, including any transformation within the path by SPARC or the flashing model. (J)
FL-I-H2O-MFLOW.n	/p/	Integral of mass of water (pool + fog + vapor) flowing through flow path n (kg)
FL-I-MFLOW.m.n	/cp/	Integral of mass of material m flowing through flow path n (kg)
FL-I-MFLOW-TR.m.n	/cp/	Integral of mass of material m flowing through flow path n, point, including any transformation within the path by SPARC or the flashing model. (kg)
FL-MFLOW.n	/p/	Total mass flow rate (all hydrodynamic materials) through flow path n (kg/s)
FL-MFLOW-TR.m.n	/cp/	Mass flow rate of material m through flow path n, point, including any transformation within the path by SPARC or the flashing model. (kg/s)
FL-MFLOW.m.n	/cp/	Mass flow rate of material m through flow path n (kg/s)
FL-V-N-OC.n	/p/	Number of times valve number n has opened or closed. Any area fraction greater than 0.0 is considered “open.” (dimensionless)
FL-VELLIQ.n	/cp/	Velocity of pool through flow path n (m/s)
FL-VELVAP.n	/cp/	Velocity of atmosphere through flow path n (m/s)
FL-VOID.n	/cp/	Void fraction in flow path n (dimensionless)

۴-۲-۱۱- نمونهٔ ورودی بستهٔ FL

در مثال اول، مسیر جریان شماره ۱۲ یک درب بین حجم‌های کنترل ۱۰ و ۲۰ را تعریف می‌کند. جریان مثبت از حجم ۱۰ به حجم ۲۰ است. درب ۱ متر پهنا و ۲ متر اتفاع دارد. ارتفاع کف در صفر قرار داد. هر دو ارتفاع اتصال در مرکز درب (۱ متر) لحاظ شده‌اند. ارتفاع هر دو بازشدگی جریان برابر ۲ متر در نظر گرفته شده است تا همهٔ ارتفاع درب را شامل شود. طول اینرسی که چند برابر از ضخامت دیوار است، برابر ۱ متر تخمین زده شده است. طول تکه اتصال تخمینی از ضخامت دیوار است. قطر هیدرولیکی از تقسیم چهار برابر مساحت (۲ مترمربع) بر محیط تر شده (۶ متر) به دست می‌آید.

ضریب افت شکلی ممکن است از اصطکاک دیواره بسیار مهم‌تر باشد. ضریب افت شکلی در دو جهت برابر ۲ درنظر گرفته شده است.

```
FL01200    'Door'    10    20    1.0    1.0            * Center alt = 1 m
*           A        L     Open   H-fm   H-to           * Junction openings
FL01201    2.0     1.0     1.0    2.0    2.0            * see full 2 m height
FL01202    3                                            * Normal, horiz
FL01203    2.0     2.0                     * Forward and reverse loss coeffs
FL012S1    2.0     0.2     1.33            * Segment L, A, and hyd diam
```

در مثال دوم، مسیر جریان ۱۲۵، اتصال عمودی قلب (حجم کنترل ۱۲۰) به بخش بالایی (حجم کنترل ۱۵۰) در یک راکتور BWR را نشان می‌دهد. جهت جریان مثبت از قلب به بخش بالایی است. ارتفاع صفحه‌ای که این دو حجم را از هم جدا می‌کند برابر ۱۰ متر است. ضرایب افت شکلی برای جریان مستقیم ۹/۵ و برای جریان معکوس برابر ۱۰/۵ است. از مرکز قلب با مرکز بخش بالایی، سیال باید ۲ متر را از مساحت ۴ مترمربع با قطر هیدرولیکی ۰/۰۱ متر در قلب و ۱/۶ متر از میان بخش بالایی با مساحت ۸ مترمربع و قطر هیدرولیکی ۰/۸ متر طی کند. مساحت جریان اسمی برابر ۴ مترمربع در نظر گرفته شده است. طول اینرسی از رابطه $L/4\ m^2=2\ m/4\ m^2+1.6\ m/8\ m^2$ برابر ۲/۸ متر محاسبه شده است.

```
FL12500    'Core to UP'    120    150    10.0    10.0      * CV120 to CV150
FL12501    8.0    2.8    1.0                              * A, L, Open fraction
FL12502    0    0    0    0                  * Vert, Active, no SPARC + or -
FL12503    9.5    10.5                       * Forward, Reverse form losses
*           A      L      Dhyd
FL125S1    4.0    2.0    0.01               * Segment for half Core
FL125S2    8.0    1.6    0.8                * Segment for half UP
```

در کارت FL12502 مقادیر پیش‌فرض استفاده می‌شوند و قابل حذف شدن است. به دلیل اینکه در کارت FL12501 ارتفاع بازشدگی اتصال وارد نشده است، شعاع یک دایره با مساحت ۴ (۱/۱۳ متر) در هر حجم استفاده خواهد شد. این مقدار معقولی برای کسری از ارتفاع هر حجم است که استفاده از مقدار پیش‌فرض را معقول می‌سازد.

در صورت نیاز، ارتفاع بازشدگی اتصالات را می‌توان با تعیین مقادیر مطلوب در کارت FL12501، کاهش داد. همچنین با تعیین حدود مطلوب در کارت‌های FL1250F و FL1250T این کار قابل انجام است. برای مثال به کارگیری کارت‌های:

```
FL1250F     9.5    10.0                    *'From' opening, 9.5-10.0 m
FL1250T    10.0    11.0                    *'To' opening, 10.0-11.0 m
```

به صورت صریح تعیین می‌کند که بازشدگی اتصال محدوده‌ای بین ۹/۵ و ۱۰ متر برای جریان مستقیم خارج شونده از حجم ۱۲۰ و محدوده‌ای بین ۱۰ تا ۱۱ متر برای جریان معکوس خارج شونده از حجم ۱۵۰ است.

طول تبادل مومنتوم پیش‌فرض برای این مسیر جریان، ممکن است جریان هم مرکز استخر از بخش بالایی (حجم ۱۵۰) و جریان اتمسفر از قلب (حجم ۱۲۰) را محدود کند و به حالت شناوری آب در بخش بالایی تحت شرایط جوشش شدید در قلب منجر شود. به کارگیری کارت زیر

```
FL12505     0.2                              * Momentum exchange length
```

می‌تواند محدوده جریان هم مرکز را افزایش داده و شناوری آب در بخش بالایی را کاهش دهد.

```
FL12504     0.0     4.0                      * Initial atmos, pool velocity
```

با افزودن کارت فوق، می‌توان سرعت اولیه استخر را از قلب به بخش بالایی در مسیر جریان برابر ۴ متر بر ثانیه تعریف کرد.

در راکتورهای BWR، جت پمپ‌ها با مسیرهای جریان شبیه لوله مدل می‌شوند.

```
FL15100    'Jet Pump'    110    100    9.0    4.0    * From DC to LP
FL15101    0.63    5.0    1.0                        *A, L, Open fraction
. . .
FL151S1    0.63    5.0    0.2    5.E-6          *Dhyd for one of 20, smooth
```

این بخش از ورودی جت پمپ است که شامل ۲۰ جت پمپ موازی، هر کدام با قطر ۰/۲ متر با مساحت سطح کل ۰/۶۳ متر مربع، متصل به پایین‌ریز (حجم کنترل ۱۱۰) در ارتفاع ۹ متری به بخش پایینی (حجم کنترل ۱۰۰) در ارتفاع ۴ متری است. زبری سطح ۵ میکرومتر است. حجم پمپ‌ها معمولاً در بخش پایینی لحاظ می‌شود.

مقاومت زیاد جریان و بسته‌شدن مسیرهای جریان توسط تکه‌های قلب مذاب را می‌توان با کارت FLnnnBk تعریف کرد. به عنوان مثال، اگر مسیر جریان ۱۱۲ بخش پایینی را به ناحیهٔ کانال قلب یک راکتور BWR متصل کند، استفاده از ورودی زیر:

```
FL11200    'LP to CHNL'    110    120    4.0    4.0       * CV110 to CV120
. . .
FL112B0    COR    AXIAL-C    104    306    * Channel flow blockage by COR
```

مقاومت تکه‌های مذاب در کانال‌های ناحیهٔ ۱ تا ۳ از سطح محوری چهارم تا ششم قلب در جریان‌های محاسبه شده در مسیر جریان ۱۱۲ را شامل می‌شود. لازم است نواحی کانال همهٔ سلول‌های قلب در یکی از حجم‌های کنترل (۱۱۰ یا ۱۲۰) متصل با مسیر جریان قرار گیرند.

ورودی مشابه مدل‌سازی بازشدگی مسیر جریان بین نواحی کانال و کنارگذر قلب را ممکن می‌سازد. اگر مسیر جریان ۱۲۳ نواحی کانال و کنارگذر را بهم متصل سازد، استفاده از کارت‌های زیر

```
FL12300    'CH to BP'    120    130    6.0    6.0      * CV120 to CV130
. . .
FL123B0    COR    CHANNEL-BOX    104    306           * Channel box failure
```

مساحت باز و مقاومت جریان در مسیر جریان ۱۲۳ را بر حالت کانال‌ها در حلقهٔ ۱ تا ۳ از سطح محوری چهارم تا ششم قلب قرار می‌دهد. لازم است نواحی کانال و کنارگذر در همهٔ سلول‌های قلب به کار رفته، قابل شناسایی باشند. علاوه براین، نواحی کانال همهٔ سلول‌ها باید در یکی از حجم‌های کنترل (۱۲۰ یا ۱۳۰) متصل شده با مسیر جریان و نواحی کنارگذر قرار گیرند.

```
FL19900    'Pipe'    123    456    20.0    -10.0
FL19901    0.002    30.0    1.0                    * A, L, Open fraction
. . .
*              A        L      Dhyd
FL199S1    0.002    0.5    0.05
FL199S3    0.05    29.5    0.25
```

مثال فوق، یک لوله عمودی با طول ۳۰ متر که حجم کنترل ۱۲۳ در ارتفاع ۲۰ متر و حجم کنترل ۴۵۶ در ارتفاع ۱۰- متر را متصل می‌کند. تکهٔ کوچک‌تر این اتصال، دارای سطح ۰/۰۰۲ مترمربع و قطر ۵۰ میلیمتر و تکهٔ دیگر دارای سطح مقطع ۰/۰۵ مترمربع و قطر ۰/۲۵ متر است.

```
FL199V0    -1    20    20              * no trip, open fraction from CF 20
```

کارت فوق شامل یک شیر ساده بدون تریپ در مسیر جریان است. کسر بازشدگی مساحت سطح آن از مقدار تابع کنترلی ۲۰ تعیین می‌شود. مقدار ۱ مربوط به حالت باز کامل همهٔ ۰/۰۰۲ مترمربع است.

مسیر جریان ۱۹۹ شامل یک شیر یک‌طرفه است. البته پیشنهاد می‌شود که از مسیر جریان «one way» به جای یک شیر استفاده شود. این کار تعداد توابع کنترلی را کاهش می‌دهد و از جریان‌های کوچک معکوس که ممکن است قبل از شناسایی توسط بستهٔ CF، رخ دهند، ممانعت می‌کند. این امر ناشی از طبیعت صریح عددی همهٔ مدل‌های توابع کنترلی MELCOR است.

```
FL19902    10                              * Vertical, one-way forward
```

در این حالت کارت FL199V0 لازم و مجاز نیست.

```
FL199P0    QUICK-CF    200              * Control function pump
```

کارت فوق شامل یک پمپ در مسیر جریان است. فشار پمپ از تابع کنترلی ۲۰۰ به دست می‌آید.

```
*                      VOLUMES      JUNCT.ELEV
*                      FM     TO    FM      TO
FL00900    'Break'     150    300   10.0    10.0
FL009FF    1    30.0E-6             * Flashing model on for forward flow, with
                                    * Sauter mean droplet diameter 30 microns
```

ورودی فوق مدل پاشش آب برای مسیر جریان به حجم مقصد (حجم ۱۵۰) را فعال می‌کند.

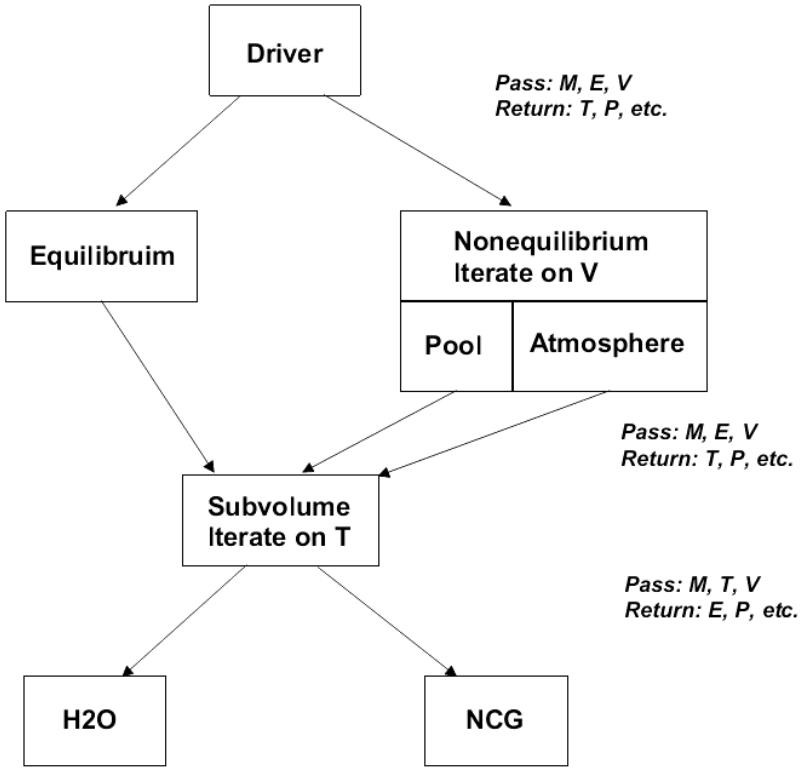
۴-۳- بستهٔ CVT

بسته CVT شامل مدل‌هایی برای محاسبات ترمودینامیکی حجم‌های کنترل است. همان‌طور که قبلاً نیز اشاره شد، سیال درون حجم کنترل ممکن است به دو صورت وجود داشته باشد:

- استخری که شامل آب در حالت مادون‌سرد و یا اشباع باشد،
- فضایی که شامل بخار آب، مه آب مایع و گازهای چگالش‌ناپذیر می‌باشد.

برای مدل‌سازی سیال دوفاز دو حالت ترمودینامیکی تعادلی و غیرتعادلی می‌توان در نظر گرفت. در محاسبات کد MELCOR فرض می‌شود که استخر و فضا در حالت تعادل مکانیکی و حرارتی قرار داشته و دارای دما و فشار یکسانی هستند. در حالت غیرتعادلی فرض بر این است که تعادل مکانیکی وجود دارد، اما تعادل حرارتی وجود ندارد. به عبارت دیگر، فشار یکسان ولی دما متفاوت است. ساختار مدل‌سازی بستهٔ CVT در شکل ۷ نشان داده شده است.

بستهٔ CVT به ورودی توسط کاربر نیاز ندارد، بلکه محاسبات با توجه به پارامترهای سایر بسته‌ها و به طور خودکار انجام می‌شود. جرم و انرژی اولیه و همچنین مواد استخر و فضا از بستهٔ CVH و خواص آب و گازهای چگالش‌ناپذیر به ترتیب از محاسبات بسته‌های H_2O و NCG به دست می‌آیند.



شکل ۷: ساختار محاسباتی بستهٔ CVT

۴-۳-۱- حالت ترمودینامیک تعادلی

در حالت ترمودینامیک تعادلی از یک معادلهٔ حالت تعادلی برای مادهٔ مخلوط به منظور تعیین خواص ترمودینامیکی آب و گازهای چگالش‌ناپذیر استفاده می‌شود. این معادله مستقیماً برای حجم کنترلی که در تعادل ترمودینامیکی است، به کار می‌رود. در حجم کنترل‌هایی که در تعادل ترمودینامیکی نیستند، این معادله به طور جداگانه برای استخر و فضا به کار می‌رود. در ترمودینامیک تعادلی فرض می‌شود که استخر و فضا دارای دمای یکسانی هستند. پس از اینکه حجم کلی، انرژی درونی کلی و جرم آب و گازهای چگالش‌ناپذیر محاسبه شد، مقدار دما، فشار کلی، فشار جزئی هر ماده و برخی خواص ترمودینامیکی، به دست می‌آید. در تعریف فشار سه حالت زیر در نظر گرفته می‌شود:

- اگر هیچ فضایی وجود نداشته باشد (تنها در حالتی رخ می‌دهد که هیچ گاز چگالش‌ناپذیری موجود نباشد)، فشار برابر فشار استخر است.
- اگر هیچ استخری وجود نداشته باشد، فشار کلی برابر مجموع فشارهای جزئی است.
- چنانچه استخر و فضا هر دو موجود بوده و دارای دما و فشار یکسانی باشند، فشار جزئی آب در فضا برابر فشار اشباع در آن دما خواهد بود.

معادلات حاکم برای ترمودینامیک تعادلی به صورت زیر نوشته می‌شود:

$$\rho_l = \frac{M_l}{V_l} \quad (۳-۴)$$

$$\rho_V = \frac{M_V}{V_V} \quad (۴-۴)$$

$$M_l + M_V = M_W \quad (۵-۴)$$

$$V_l + V_V = V \quad (۶-۴)$$

$$g_l(\rho_l, T) = g_V(\rho_V, T) \quad (۷-۴)$$

$$E = M_l e_l(\rho_l, T) + M_V e_V(\rho_V, T) + \sum_{i=4}^{N} M_i e_i(T) \quad (۸-۴)$$

$$P = P_l(\rho_l, T) = P_V(\rho_V, T) + \sum_{i=4}^{N} \frac{M_i R_i T}{V_V} \quad (۹-۴)$$

در روابط فوق، ρ چگالی، M جرم، V حجم، g انرژی آزاد گیبس، T دما، E انرژی درونی کلی، e انرژی درونی ویژه، P فشار، R ثابت جهانی گاز، اندیس‌های W، l و V به ترتیب نشانگر آب، آب مایع و بخار و N تعداد کل مواد در مسأله می‌باشد.

اگر هیچ گاز چگالش‌ناپذیری در حجم کنترل موجود نباشد، فشار کلی به صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$P_{tot} = P_W(\rho_W, T) \quad (۱۰-۴)$$

اگر هیچ آب مایعی در حجم کنترل موجود نباشد، فشار کلی برابر است با:

$$P_{tot} = P_W(\rho_W, T) + \sum_{i=4}^{N} \frac{M_i R_i T}{V} \quad (۱۱-۴)$$

چنانچه حجم کنترل شامل آب مایع و گاز چگالش‌ناپذیر باشد، در این صورت فشار کلی از رابطه بعدی محاسبه خواهد شد.

$$P_{tot} = \begin{cases} P_W(\rho_W, T) + \dfrac{\delta V}{K.V_l} & (pool) \\ P_{sat}(T) + \displaystyle\sum_{i=4}^{N} \frac{M_i R_i T}{V_V + \delta V} & (atmosphere) \end{cases} \quad (۱۲-۴)$$

در این رابطه، K ضریب تراکم‌پذیری و δV تغییرات حجم مایع است.

۴-۳-۲- حالت ترمودینامیک غیرتعادلی

درحالت ترمودینامیک غیرتعادلی فرض می‌شود که استخر و فضا دارای فشار یکسان و دمای متفاوت می‌باشند. استخر شامل آب مایع و بخار، و فضا نیز شامل مه و بخار است. فرض می‌شود همهٔ گازهای چگالش‌ناپذیر در فضا موجود هستند. معادلات کلی حاکم عبارتند از:

$$V = V_a + V_p \qquad (۱۳-۴)$$

$$dP_p = \left(\frac{\partial P_p}{\partial E_p}\right)_{M_p,V_p}.(dE_p - PdV_p) + \left(\frac{\partial P_p}{\partial M_{w,p}}\right)_{E_p,V_p}.dM_{w,p} + \sum_{i=4}^{N}\left(\frac{\partial P_p}{\partial M_{i,p}}\right)_{E_p,V_p}.dM_{i,p} + \left(\frac{\partial P_p}{\partial V_p}\right)_{E_p,V_p} dV_p \qquad (۱۴-۴)$$

$$dP_a = \left(\frac{\partial P_a}{\partial E_a}\right)_{M_a,V_a}.(dE_a - PdV_a) + \left(\frac{\partial P_a}{\partial M_{w,a}}\right)_{E_a,V_a}.dM_{w,a} + \sum_{i=4}^{N}\left(\frac{\partial P_a}{\partial M_{i,a}}\right)_{E_a,V_a}.dM_{i,a} + \left(\frac{\partial P_a}{\partial V_a}\right)_{E_a,V_a} dV_a \qquad (۱۵-۴)$$

اندیس‌های a و p به ترتیب مربوط به فضا و استخر هستند.

ظرفیت حرارتی ویژه در فشار ثابت و سرعت صوت در استخر و فضا، خواص دیگری هستند که با استفاده از روابط ترمودینامیکی بستهٔ CVT محاسبه می‌شوند.

۴-۴- بستهٔ TF

بسته توابع کنترلی به کاربر امکان تعریف جدول‌های یک بعدی (x,y) می‌دهد. این زوج داده تعیین کننده متغیرهای مستقل و وابسته است. این جدول‌ها توسط سایر بسته‌ها قابل استفاده هستند و به تنهایی اثری ندارند. تعیین توان واپاشی، چشمه‌های انرژی و جرم در حجم‌های کنترل و سرعت‌های مسیر جریان به صورت تابع زمان، تعریف خواص مواد به صورت توابعی از دما، تعیین شرایط مرزی سازه‌های حرارتی (ضریب انتقال حرارت، شار حرارتی، یا دمای سطح) به صورت توابعی از زمان یا دما از جمله کاربردهای رایج توابع جدولی هستند. همچنین توابع کنترلی می‌توانند به توابع جدولی برای تعیین ارتباط تابعی بین جفت متغیرها دسترسی داشته باشند.

مقادیر پارامترهای توابع جدولی با استفاده از میان‌یابی خطی به دست می‌آیند. مقدار میان‌یابی شده حاصل در ضریب تعیین شده توسط کاربر ضرب و با مقدار تعیین شده جمع می‌شود. حداقل تعداد زوج داده‌های قابل تعریف توسط کاربر یک عدد است و حداکثر آن به ۱۰۰۰ محدود شده است. (برای جدول‌های بسیار بزرگ بسته EDF قابل استفاده است.)

در بسیاری از شرایط زوج داده‌های ورودی به گونه‌ای مرتب شده‌اند که متغیرهای مستقل صعودی هستند. توابع پله را می‌توان با وارد کردن دو یا چند مقدار برابر از متغیر مستقل تعریف کرد. در این حالت، مقادیر به صورت خودکار مرتب نمی‌شوند و وارد کردن یک روند کاهشی متغیر مستقل تولید خطا می‌کند. اگر یک تابع پله وارد شود و یک مقدار که دقیقاً برابر لحظه پرش است خواسته شود، آخرین مقدار آن داده خواهد شد.

سه گزینه برای شرایط برون‌یابی در مرزهای بالا و پایین جدول ممکن است:

۱- دامنه تابع می‌تواند به صورت غیرمحدود با مقدار برابر مرز و ثابت نگه داشتن آن باشد. (حالت پیش‌فرض)
۲- دامنه تابع می‌تواند به صورت غیرمحدود با دو زوج داده نزدیک مرز برون‌یابی خطی انجام دهد.
۳- دامنه تابع می‌تواند به زوج داده متغیرهای مستقل تعیین شده محدود شود. اگر متغیر مستقل خارج محدوده تعریف شده باشد، خطایی تولید شده و مقدار آن برابر حد نهایی تعیین می‌شود.

گزینه‌های مختلف در هر دو انتهای جدول قابل تعریف هستند.

۴-۴-۱- ورودی بخش MELGEN بستهٔ TF

کل ورودی این بسته در بخش MELGEN قرار دارد و بخش MELCOR در این بسته ورودی ندارد. کاربر باید دو یا چند کارت برای تعریف یک تابع جدولی تعریف کند. این کارت‌ها عبارتند از:

TFnnn00 – Tabular Function Parameter Record
$001 \leq$ nnn ≤ 999, nnn is the tabular function number.
Required

(1) **TFNAME** - User-specified tabular function name.
(Type = character*16, default = none)

(2) **NTFPAR** - Number of tabular function data pairs.
(Type = integer, default = none, units = none)

(3) **TFSCAL** - Multiplicative scale factor.
(Type = real, default = none, units = none)

(4) **TFADCN** - Additive constant. This field is optional.
(Type = real, default = 0, units = none)

در این کارت، نام، تعداد زوج داده، مقدار افزاینده و ضریب ثابت تعریف می‌شوند. تعداد زوج داده‌های تابع جدولی در این کارت با تعداد زوج داده‌های خوانده شده در این تابع جدولی مقایسه می‌شود. اگر تطابق وجود نداشته باشد، خطایی تولید می‌شود. مقدار تابع جدولی بر اساس رابطه کلی زیر است:

TFVALU = TFSCAL * f(x) + TFADCN

در این رابطه کلی، f(x) مقدار میان‌یابی شده از بین زوج داده‌های جدول است. اگر TFADCN در این کارت تعریف نشده باشد، مقدار پیش‌فرض آن که صفر است لحاظ می‌شود.

TFnnn01 – Boundary Condition Record
001 ≤ nnn ≤ 999, nnn is the tabular function number.
Optional

(1) **NTFBDL** - Lower boundary condition switch.
(Type = integer, default = 0, units = none)

(2) **NTFBDU** - Upper boundary condition switch.
(Type = integer, default = 0, units = none)

در کارت فوق، شرایط مرزی تابع تعیین می‌شوند. ممکن است تابع جدولی از آخرین زوج داده تعیین شده ادامه داده شود. این کار با ثابت نگه داشتن آخرین مقدار، برون‌یابی خطی از آخرین زوج داده و یا اعلام خطا در صورت خارج محدوده بودن یک مقدار انجام می‌شود. شاخص تعیین مرز بالا و پایین به صورت زیر است:

- مقدار صفر: محدوده تابع به صورت غیرمحدود و با نگه داشتن مقدار ثابت مرز (حالت پیش‌فرض)،
- مقدار ۱: محدوده تابع به صورت غیرمحدود توسعه داده می‌شود و به صورت خطی برون‌یابی بر اساس دو زوج دادهٔ آخر تابع انجام می‌گردد،
- مقدار ۲: خارج محدوده تعیین شده مقداری برای تابع لحاظ نمی‌شود.

TFnnnkk – Data Pairs
001 ≤ nnn ≤ 999, nnn is the tabular function number.
10 ≤ kk ≤ 99, kk is used for ordering the input.
Required

(1) **X** - The first element (independent variable) in a data pair.
(Type = real, default = none, dimension = none, units = as appropriate for the tabular function data)

(2) **Y** - The second element (dependent variable) in a data pair.

(Type = real, default = none, units = as appropriate for the tabular function data)

در کارت فوق، زوج داده‌ها تعیین می‌شوند. تابع جدولی توسط زوج داده‌ها تعریف می‌شود. اولین مقدار در یک زوج، متغیر مستقل و دومین مقدار متغیر وابسته است. تعداد دلخواهی از زوج داده‌ها در کارت قابل تعریف هستند اما هر دو مقدار زوج داده باید در یک خط باشند.

۴-۴-۲- نمونهٔ ورودی بستهٔ TF

ورودی زیر شامل چهار تابع جدولی است. اولین تابع دارای چهار زوج داده و تابع دوم تنها یک زوج داده (تابع ثابت) دارند. دو تابع دیگر توابع پله با یک تابع کنترلی هستند که برای باز و بستن یک شیر قابل استفاده می‌باشند.

```
TF00100     'Bills function'     4     1.0
TF00110      0.0     1.0     5.0     100.5       * first two data pairs
TF00111    100.8    55.0                         * third data pair
TF00120     5000.0     90.993                    * fourth data pair
*
TF10000    'Sams constant function'    1    1.0    0.0
TF10010     0.0      1.0
*
* Note the next two functions illustrate two different
* ways of constructing a step function.
* These tabular functions with the control function can be
* used as a valve to control opening and closing.
*
CF20000    'valve control'    HYST    1    1.0    0.0
CF20001     0.0
CF20003    -201                      * open TF
CF20004    -202                      * close TF
CF20010     1.0    0.0    cvh-p.210 * look at pressure in cvh volume 210
*
TF20100    'valve open'    2    1.0    0.0
TF20101     0 0                     * this is the default
TF20110     7.07E6    0.0           * closed until p increases to 7.07 MPa
TF20111     7.07E6    1.0           * full open
*
TF20200    'valve close' 4 1. 0.
TF20201     2      2
TF20210    -1.E20    0.0
TF20211     6.7E6    0.0           * opened until p decreases to 6.7 MPa
TF20212     6.7E6    1.0           * full close
TF20213     1.E20    1.0
```

۴-۵- بستهٔ CF

در این بخش توابع کنترلی توضیح داده می‌شوند و نحوه استفاده و تعریف آنها توسط کاربر شرح داده می‌شود. بستهٔ توابع کنترلی به کاربر امکان تعریف توابعی از متغیرها در پایگاه دادهٔ MELCOR را فراهم می‌سازد و مقادیر این توابع را در دسترس سایر بسته‌های کد قرار می‌دهد. کاربر می‌تواند مقادیر وابسته به زمان یک متغیر را که در اجرای کد محاسبه خواهند شد را استفاده کند. بستهٔ توابع کنترلی کاربردهای متعددی دارد که برخی از آنها ممکن است واضح نباشند. به عنوان مثال فشارها در حجم‌های کنترل ممکن است برای باز و بستن یک شیر یا خرابی یک قسمت استفاده شوند، دما در حجم ممکن است آنتالپی مرتبط با یک چشمه جرمی را تعریف کند و یا میزان ذرات بر یک فیلتر ممکن است مقاومت جریان در مسیر جریان مربوط را تغییر دهد. منطق کنترلی پیچیده شامل مقادیر شماری از متغیرهای سیستم، قابل شبیه‌سازی است. به کمک بستهٔ توابع کنترلی متغیرهای جدید که جزئی از خروجی MELCOR نیستند قابل تعریف و رسم هستند. همچنین وقوع شرایط خاص ممکن است تست شود و برای تولید ورودی اضافی استفاده شود.

مقادیر توابع کنترلی خودشان متغیرهایی در پایگاه داده خواهند بود که خود از مقادیر اولیهٔ متغیرهای تعریف کننده آن توابع به دست می‌آیند. هر دو مقدار توابع منطقی و توابع متغیری قابل دسترسی هستند. هر تابع کنترلی در هر زمان یک مقدار منحصر به فرد دارد و یک تابع ضمنی از زمان خواهند بود.

توابع کنترلی ممکن است برای تعریف یک کمیت ورودی برای یک بسته به کار روند که در آن تابع کنترلی تابع شرایط کنونی سیستم است. کاربردهای توابع کنترلی عبارتند از:

۱. نرخ افزودن جرم یا انرژی، یا دمای یک چشمه یا چاه جرمی در بستهٔ CVH
۲. مقدار یک متغیر ترمودینامیکی مستقل در حجم وابسته به زمان در بستهٔ CVH
۳. سرعت در مسیر جریان وابسته به زمان در بسته FL
۴. کسر بازشدگی مسیر جریان برای شیرها، سوراخ‌ها، محل‌های شکست و ...) در بستهٔ FL
۵. ضریب اصطکاک جریان آرام در تکه‌های مسیر جریان در بسته FL (برای مدل‌سازی اثرات بارهای فیلتر استفاده می‌شود)
۶. نرخ جریان اسپری در بسته SPR
۷. دمای ورودی برای مدل dT/dz در بسته COR
۸. توان شکافت در بسته COR

۹. تقسیم گرمای واپاشی بین فازهای فلزی و اکسیدی در بسته CAV

توابع کنترلی متغیری یا منطقی برای حالت اولیه یا کنترل عملکرد اجزا یا مدلها با تغییر شرایط در محاسبات قابل استفاده هستند. به عنوان مثال:

۱. باز و بستن شیرها در بستهٔ FL
۲. عمل کردن پمپها در بسته FL
۳. عمل کردن چشمه‌های اسپری در بسته SPR
۴. خرابی بخش پایینی محفظه در بسته COR
۵. عمل کردن مشتعل کننده‌ها در بسته BUR
۶. عمل کردن بسته PAR

۴-۵-۱- توابع کنترلی متغیری

توابع مختلفی در این بستهٔ قابل استفاده هستند که در این بخش برخی از آنها توضیح داده می‌شود. سایر توابع در مرجع [۱] ارائه شده‌اند.

قالب کلی تابع کنترلی Nام که دارای n آرگومان متغیر و m عدد متفرقه است به صورت زیر است.

$$FUNCT_N = SC_N\, f(a_1, a_2, \ldots, a_n ; c_1, c_2, \ldots, c_n) + AC_N$$

f تابع اصلی است و SC_N و AC_N پارامترهای ضریب و ثابت تابع کنترلی هستند. آرگومان iام دارای قالب کلی زیر است.

$$a_i = SA_i\, X + AA_i$$

که در آن X یک آرگومان تابع کنترلی است که در بسته‌های MELCOR قابل دسترسی است و SA_i و AA_i ضریب و ثابت ورودی در بستهٔ تابع کنترلی است.

یکی از توابع کنترلی متغیری که تنها یک آرگومان دارد، HYST است. این تابع برای مدل کردن رفتار شیرهای اطمینان به کار می‌رود. در این شیرها هنگامی که فشار افزایشی است باز و هنگامی که فشار کاهشی است بسته می‌شود به گونه‌ای که یک بازه مرده بین دو نقطه فشار باز و بسته شدن وجود دارد.

یکی دیگر از توابع کنترلی تریپ‌ها هستند. تریپ‌ها نیز تنها یک متغیر در آرگومان خود دارند که می‌تواند متغیری یا منطقی باشد. در ساده‌ترین شکل، این تابع تنها دو حالت روشن یا خاموش دارد و می‌تواند به عنوان تابع منطقی به کار رود. مقدار تابع در حالت خاموش برابر صفر و در حالت روشن مقدار غیرصفر دارد. دو حالت روشن وجود دارد: حالت روشن مستقیم که در آن مقدار تابع مثبت است و حالت روشن معکوس که در آن مقدار تابع منفی است. در این دو حالت مقدار تابع برابر با زمان است.

ساده‌ترین تابع تریپ با نام TRIP یک تابع از یک متغیر منطقی است که حالت اولیه آن خاموش با مقدار صفر است و تا زمانی که حالت آرگومان تغییر نکند، صفر باقی می‌ماند. بنابراین اگر آرگومان این تابع صحیح باشد، مقدار تابع مثبت است و حالت تریپ روشن مستقیم است و اگر آرگومان تابع نادرست باشد، مقدار تابع منفی است و حالت تریپ روشن معکوس است و هیچ‌گاه مجدداً نمی‌تواند خاموش باشد. هنگامی که تریپ روشن است، اندازه تابع برابر زمان سپری شده از آخرین تغییر است.

نوع دیگری از تریپ TRIP-OFF-FORWARD است که به اختصار T-O-F نامیده می‌شود. این تریپ در مقادیر کوچک، خاموش و در مقادیر بزرگ، روشن مستقیم است. دو مقدار S_1 و S_2 دامنه آرگومان را به ناحیهٔ خاموش، ناحیهٔ مرده و ناحیهٔ روشن مستقیم تقسیم می‌کنند.

$a_1 \le S_1$	trip is off
$S_1 < a_1 < S_2$	state = previous state, off or on-forward
$S_2 \le a_1$	trip is on-forward.

نوع مشابه دیگر، تریپ TRIP-REVERSE-OFF است که به اختصار T-R-O نامیده می‌شود. این تریپ در مقادیر کوچک، روشن معکوس و در مقادیر بزرگ، خاموش است.

$a_1 \le S_1$	trip is on-reverse
$S_1 < a_1 < S_2$	state = previous state, off or on-forward
$S_2 \le a_1$	trip is off.

حالت‌های دیگر مشابه برای این تریپ‌ها در جدول شماره ۵ آمده است. کلیه پارامترهای با عنوان S باید به عنوان پارامترهای اضافه در تابع تعیین شوند.

جدول شماره ۵: حالت‌های مختلف تریپ‌های مستقیم و معکوس

T-O-R	off	S_1	Dead-band	S_2	on-rev				
T-F-O	on-fwd	S_1	Dead-band	S_2	off				
T-O-F-O	off	S_1	Dead-band	S_2	on-fwd	S_3	Dead-band	S_4	off
T-O-R-O	off	S_1	Dead-band	S_2	on-rev	S_3	Dead-band	S_4	off
T-F-O-F	on-fwd	S_1	Dead-band	S_2	off	S_3	Dead-band	S_4	on-fwd
T-R-O-R	on-rev	S_1	Dead-band	S_2	off	S_3	Dead-band	S_4	on-rev
T-F-O-R	on-fwd	S_1	Dead-band	S_2	off	S_3	Dead-band	S_4	on-rev
T-R-O-F	on-rev	S_1	Dead-band	S_2	off	S_3	Dead-band	S_4	on-fwd

۴-۵-۲- توابع کنترلی منطقی

این توابع می‌توانند حالت قفل و یا یک‌بار تغییر داشته باشند. اگر حالت تعیین شده برای تابع حالت عادی باشد، مقدار آن همواره با تغییر متغیرهای آرگومان تغییر خواهد کرد. در مقابل اگر حالت قفل و یا حالت یک‌بار تغییر انتخاب شود، حالت تابع پس از اولین تغییر دیگر تابع متغیر آرگومان نخواهد بود. در حالت قفل، مقدار جدید برای همیشه به عنوان حالت تابع تعیین می‌شود و وابسته به تغییرات در آرگومان تابع نخواهد بود. در حالت یک‌بار تغییر، مقدار تغییر یافته فقط برای یک گام زمانی لحاظ می‌شود و پس آن در گام زمانی بعدی به مقدار اولیه بازخواهد گشت و برای ادامه محاسبات استفاده خواهد شد. در جدول شماره ۶ توابع کنترلی منطقی آورده شده است.

جدول شماره ۶: توابع کنترلی منطقی

Function Name	Input Type	# arg	Mathematical or FORTRAN definition	Miscellaneous Numbers
L-Equals	L-EQUALS	1	$f = a_1$	None
L-Not	L-NOT	1	$f = .NOT. a_1$	None
L-Equivalent	L-EQV	2	$f = a_1 .EQV. a_2$	None
L-Equal	L-EQ	2	$f = a_1 .EQ. a_2$	None
L-Greater Than	L-GT	2	$f = a_1 .GT. a_2$	None
L-Greater or Equal	L-GE	2	$f = a_1 .GE. a_2$	None
L-Not Equal	L-NE	2	$f = a_1 .NE. a_2$	None
L-AND	L-AND	≥ 2	$f = a_1 .AND. \ldots .AND. a_n$	None
L-OR	L-OR	≥ 2	$f = a_1 .OR. \ldots .OR. a_n$	None

L-If Then Else	L-L-IFTE	3	IF (a_1) THEN
			$f = a_2$
			ELSE
			$f = a_3$
			END IF
				None

۴-۵-۳- ورودی بخش MELGEN بستهٔ CF

در قالب کلی تعریف تابع کنترلی، شماره تابع با عبارت n...n نشان داده شده است که ممکن است سه یا هشت عدد داشته باشد که ناشی از تفاوت در نسخه قدیمی و نسخه جدید کد است.

CFn…n00 – Control Function Definition Record
n…n is the 3- to 8-digit control function number
Required

(1) **CFNAME** - User-defined control function name.
(Type = character*16, default = none)

(2) **CFTYPE** - Control function type (from Section 2).
(Type = character*8, default = none)

(3) **NCFARG** - Number of arguments. Must agree with description in Section 2.
(Type = integer, default = none)

(4) **CFSCAL** - Multiplicative scale factor for control function.
(Type = real, default = none, units = dimensionless)

(5) **CFADCN** - Additive constant for control function.
(Type = real, default = 0.0, units = same as control function)

در این کارت، نام، نوع، تعداد آرگومان‌ها، ضریب و عدد ثابت در تابع کنترلی تعریف می‌شوند. تعریف ضریب برای توابع منطقی مجاز نیست، ولی این ضریب و عدد ثابت باید در ورودی تعیین شوند، هرچند استفاده نمی‌شوند. مقدار تابع کنترلی به این صورت زیر تعیین می‌شود: CFSCAL * Function Value + CFADCN

CFn…n01 – Initial Value of Control Function
n…n is the 3- to 8-digit control function number
Optional

(1) **CFVALR** - Real initial value if real-valued control function.
(Type = real, default = none, units = same as control function)

Or

(2) **LCFVAL** - Logical initial value if logical-valued control function.
(Type = logical, default = none, units = dimensionless)

در این کارت مقدار اولیه تابع کنترلی تعیین می‌شود. مقدار اولیهٔ یک تابع کنترلی می‌تواند توسط کاربر تعیین شود یا از پایگاه داده اولیه محاسبه شود. در حالت‌هایی که تابع کنترلی شامل تاریخچه (وابسته به مقادیر گذشته) است، باید توسط کاربر تعیین شود تا نتیجه مطلوب حاصل شود. مقدار ورودی متغیر یا منطقی باید با نوع تابع هم‌خوانی داشته باشد.

CFn…n02 – Upper and Lower Bounds
n…n is the 3- to 8-digit control function number

Optional

(1) ICFLIM - Switch specifying bounds input.
(Type = integer, default = 0, units = dimensionless)

= 0 no bounds input (default)
= 1 only lower bound input
= 2 only upper bound input (field 2 must be present, but is unused)
= 3 both bounds input

(2) CFLIML - Lower bound, required for ICFLIM = 1, 2, or 3, but unused for ICFLIM = 2.
(Type = real, default = none, units = same as control function)

(3) CFLIMU - Upper bound, required for ICFLIM = 2 or 3.
(Type = real, default = none, units = same as control function)

در این کارت حد بالا و پایین تابع کنترلی تعیین می‌شوند. حد بالا و پایین برای توابع متغیری قابل تعیین است. اگر حدی تعیین نشود، مقادیر تابع تنها با محدودیت‌های داخلی کامپیوتر محدود خواهند شد.

CFn…n0k – Miscellaneous Numbers
n…n is the 3- to 8-digit control function number
$3 \leq k \leq 4$, k used for ordering
Required for some types of control functions

(1) **FIELDS** - Appropriate integers or reals required for control function n...n.
(Type = real or integer, default = none, units depend on application)

در این کارت اعداد اضافی مورد نیاز برخی از توابع کنترلی تعیین می‌شوند. بیش از یک مقدار در یک کارت قابل تعیین است.

CFn…n05 – Logical Control Function Classification
n…n is the 3- to 8-digit control function number
Optional

(1) **CLASS** - Classification. May be ‘NORMAL’, ‘LATCH’, or ‘ONE-SHOT’.
(Type = character*8, default = ‘NORMAL’)

در این کارت نوع تابع کنترلی منطقی تعیین می‌شود. یک تابع کنترلی منطقی می‌تواند حالت‌های عادی قفل‌شده و یا یک‌بار تعیین داشته باشند.

CFn…n06 – Logical Control Function Switching Message

n…n is the 3- to 8-digit control function number
Optional

(1) **MSGFIL** - Flag indicating files to which the message is written.
(Type = integer, default = 0, units = dimensionless)

= 0 do not write message
= 1 write message to standard output file only
= 2 write message to standard output file, special message file, and log file, but only if timestep is successfully completed.

(2) **SWTMSG** - Switching message.
(Type = character*64, default = none)

یک تابع کنترلی برای نوشتن یک پیغام در فایل خروجی و یا در یک فایل پیغام ویژه قابل تعریف است. در این حالت از کارت فوق استفاده می‌شود.

CFn…nkk – Control Function Arguments
n…n is the 3- to 8-digit control function number
$10 \leq$ kk $\leq$ ZZ, kk is used for ordering
Required

(1) **ARSCAL** - Multiplicative scale factor.
(Type = real, default = none, units = dimensionless)

(2) **ARADCN** - Additive constant.
(Type = real, default = 0.0, units = same as database element)

(3) **CHARG** - Database element identifier. Refer to the Users' Guides for the various packages for permitted values.
(Type = character*24, default = none)

هر تابع کنترلی نیازمند یک یا چند آرگومان است. هر آرگومان از یک المان در پایگاه داده تشکیل می‌شود. نوع (متغیر حقیقی یا متغیر منطقی) هر آرگومان در بخش MELGEN بررسی می‌شود و اگر مطابق با نوع تعیین شده در پارامتر CFTYPE در کارت CFn…n00 نباشد، یک پیغام خطا صادر می‌شود.

مقدار آرگومان بصورت ARSCAL * Database Element + ARADCN محاسبه می‌شود.

۴-۵-۴- ورودی بخش MELCOR بستهٔ CF

برخی از داده‌های مرتبط با توابع کنترلی موجود هنگام اجرای کد قابل تغییر هستند. توابع کنترلی جدید را نمی‌توان در بخش MELCOR تعیین کرد. همچنین نوع یک تابع کنترلی تعریف شده را نمی‌توان تغییر داد. ورودی بخش MELCOR زیرمجموعه‌ای از ورودی MELGEN است. کارت‌های زیر برای توابع کنترلی تعریف شده بخش MELGEN را می‌توان در بخش MELCOR تغییر داد.

CFn…n00 – Control Function Definition Record

CFn…n01 – Initial Value of Control Function

CFn…n02 – Upper and Lower Bounds

۴-۵-۵- متغیرهای قابل رسم و آرگومان‌های توابع کنترلی در بستهٔ CF

تنها متغیری که در این بخش قابل استفاده است، متغیر مقدار تابع کنترلی است.

CFVALU.n	/cp/	Value of control function n. (only real-valued)

۴-۵-۶- نمونهٔ ورودی بستهٔ CF

در این بخش مثال‌هایی از ورودی توابع کنترلی و کاربردهای آنها ارائه می‌شود.

۴-۵-۶-۱- تابع ثابت

یک مقدار ثابت را می‌توان به چند طریق تعریف کرد. دو نوع سادهٔ آن با استفاده از ضریب و عددی ثابت در تابع یا در آرگومان است.

```
CF00100     PI     EQUALS     1     0.0     3.1416    *Constant value 3.1416
CF00110    1.0     0.0     TIME                       *(Argument irrelevant)
```

یا

```
CF00100     PI     EQUALS     1     1.0              *Constant value 3.1416
CF00110     0.0     3.1416     TIME                  *(Argument irrelevant)
```

نتیجهٔ هر دو حالت فوق یکسان است.

۴-۵-۶-۲- اختلاف فشار و هد

اختلاف فشار بین دو حجم کنترل ۲۰۰ و ۳۰۰ که مثلاً مدار اولیه و محفظهٔ ایمنی را نشان می‌دهند، به صورت تابع کنترلی زیر می‌توان تعریف کرد.

```
CF00500     DELTA-P     ADD     2     1.0       *Pressure difference
CF00510     1.0     0.0     CVH-P.200           *Press in volume 200
CF00511    -1.0     0.0     CVH-P.300           *Press in volume 300
```

در اینجا CVH-P.nnn یک آرگومان تابع کنترلی در بستهٔ CVH است، و فشارهای استفاده شده مربوط به سطح استخر هستند.

اگر هد استاتیک در استخر در حجم شماره ۲۰۰ مهم باشد، می‌توان با توابع کنترلی زیر آن را بدست آورد.

```
CF00500     DELTA-P    ADD    3     1.0         *Pressure difference
CF00510     1.0     0.0     CVH-P.200          *Press in volume 200
CF00511     1.0     0.0     CFVALU.4           *Pressure head in pool
CF00512    -1.0     0.0     CVH-P.300          *Press in volume 300
*
CF00400     POOL-HEAD     MULTIPLY    2    9.81 *Pressure head in pool
CF00410     1.0    0.0     CVH-RHOP.200         *Pool density
CF00411     1.0    0.0     CFVALU.3             *Pool depth over junction
*
CF00300     POOL-DEPTH     DIM    2     1.0      *Pool depth over junction
CF00310     1.0    0.0     CVH-LIQLEV.200       *Pool surface elevation
CF00311     0.0    3.57     TIME                *Junction elevation=3.57m
```

در اینجا CVH-RHOP.nnn و CVH-LIQLEV.nnn چگالی استخر و ارتفاع سطح استخر در حجم nnn در بستهٔ CVH هستند. ارتفاع اتصال ۳/۵۷ متر است و شتاب جاذبه به صورت ضریب در تابع کنترلی ۴ است.

۴-۵-۶-۳- کنترل شیر

اختلاف فشار داده شده در تابع کنترلی CF005 برای باز شدن یک شیر به منظور تعیین شکست در مدار اولیه قابل استفاده است. این شیر باید در حالت اولیه مسیر جریان بین حجم‌های ۲۰۰ و ۳۰۰ را بسته باشد. به عنوان مثال، این اختلاف می‌تواند برای عمل کردن یک تریپ به صورت زیر استفاده شود.

```
CF01000     RUPTURE     T-O-F     1     1.0     *Trip on pressure diff
CF01001     0.0                                 *Initial value (off)
CF01003     -2.0E7                              *Lower (off) setpoint
CF01004     2.0E7                               *Upper (on-fwd) setpoint
CF01010     1.0     0.0     CFVALU.5            *Pressure difference
```

برای استفاده از این تریپ برای عمل کردن شیر باید در بستهٔ FL باید شماره تابع کنترلی ۱۰ در متغیر اول کارت FLnnnVk تعریف شود.

حالت شیر نمی‌تواند از حالت اولیه تغییر کند مگر اینکه اختلاف فشار بیشتر از ۲۰ مگاپاسکال شود و تابع کنترلی به حالت روشن مستقیم درآید. سپس میزان بازشدگی را می‌توان با تابع کنترلی تعریف شده در پارامتر دوم کارت FLnnnVk تعیین کرد. اگر اختلاف فشار به کمتر از حد پایین برسد، کسر بازشدگی برابر آخرین مقدار محاسبه شده ثابت باقی می‌ماند.

پس از اینکه تابع کنترلی به حالت روشن مستقیم درآمد، مقدار آن برابر زمان تریپ خواهد بود. بنابراین کسر بازشدگی می‌تواند تابعی از زمان بعد از شکست باشد. برای این کار باید تابع کنترلی دوم را به صورت تابعی از مقدار تابع کنترلی اول (CFVALU.10) تعریف کرد.

همچنین، اختلاف فشار می‌تواند برای کنترل عملکرد یک شیر اطمینان به کار رود. در این حالت، نیازی به تعریف تریپ نیست (متغیر اول منفی در کارت FLnnnVk) و تابع کنترلی که شماره آن در متغیر دوم کارت FLnnnVk وارد شده است می‌تواند کسر بازشدگی جریان در شیر اطمینان را با یک تابع HYST تعریف کند.

```
CF02000    VALVE-FRACT    HYST    1    1.0 *Open fract of valve area
CF02001    0.0                             *Initial value (closed)
CF02003   -100                             *TF100 for loading
CF02004   -200                             *TF200 for unloading
CF02010    1.0    0.0   CFVALU.5           *Pressure difference
```

در مثال‌های اختلاف فشار و هد، زمان‌هایی که شیر باز و بسته می‌شود می‌تواند در خروجی ثبت شود. این کار توسط توابع منطقی قابل انجام است. برای مثال فرض می‌شود تریپ CF010 استفاده شده است:

```
CF10000    VALVE-OPEN     L-GT    2    1.0    *True if valve open
CF10001    .FALSE.                           *Initially false
CF10006    2    'VALVE OPENED OR CLOSED'     *to out, log, message
CF10010    1.0    0.0   CFVALU.10            *Valve trip
CF10011    0.0    0.0   TIME                 *Zero
```

تابع کنترلی فوق هر زمان که شیر باز یا بسته شود، در خروجی پیغام می‌گذارد. با افزودن خط زیر:

```
CF10005    LATCH                            *First opening only
```

فقط پس از اولین باز شدن شیر پیغام گذاشته می‌شود. اگرچه بهتر است از پیغام زیر استفاده شود.

```
CF10006     2     'FIRST OPENING OF VALVE'        *to out, log, message
```

نهایتاً تابع کنترل زیر می‌تواند برای اولین باز شدن در کارت EDITCF در بستهٔ EXEC استفاده شود.

```
CF11000     EDIT-FLAG     L-EQUALS     1     1.0     *for record EDITCF
CF11001     .FALSE.                                  *Initially false
CF11005     ONE-SHOT                                 *True at most once
CF11010     1.0    0.0    CFVALU.100                 *Valve open
```

۴-۵-۶-۴- تعریف پارامتر جدید خروجی

مقادیر توابع کنترلی در فایل خروجی و رسم شکل چاپ می‌شود و می‌توان آنها را به صورت تابعی از زمان رسم کرد. پارامترهای متعددی به خصوص در بستهٔ RN وجود دارند که جزء آرگومان‌های توابع کنترلی هستند، ولی در بخش رسم شکل قابل رسم نیستند. این امر ناشی از اندازه بزرگ و پیچیدگی پایگاه داده است. در نسخهٔ ۱،۸،۴ برای رسم این پارامترها از تابع کنترلی EQUAL استفاده می‌شد. در نسخه کنونی با استفاده از دستور PLOTxxx در بستهٔ EXEC می‌توان این پارامترها را رسم کرد.

هنوز حالت‌هایی وجود دارد که کاربر برای دستیابی به مقدار یک کمیت که در خروجی وجود ندارد، به تعریف تابع کنترلی نیاز دارد. به عنوان یک مثال ساده، دستیابی به حداکثر فشار در یک حجم کنترل از طریق تابع کنترلی زیر قابل دستیابی و رسم است.

```
CF13000     PEAK-PRESS     MAX     2     1.     *Peak pressure in CV 202
CF13001     0.0                                 *Initialize to 0.0
CF13010     1.0     0.0    CVH-P.202            *Pressure in CV 202
CF13011     1.0     0.0    CFVALU.130           *Previous peak
```

در این ورودی حداکثر فشار در حجم کنترل ۲۰۲ با مقایسه فشار در هر لحظه با آخرین مقدار حداکثر به دست آمده، تعیین می‌شود.

مثال دیگر برای یافتن زمان وقوع حداکثر فشار است.

```
CF14000    NEW-GT-OLD    L-GT    2    1.0     0.0    *True if p .gt. old max
CF14001    .TRUE.                                    *Initialize true
CF14010    1.0    0.0    CVH-P.202                   *Pressure in cv202
CF14011    1.0    0.0    CFVALU.141                  *Previous peak press
*
CF14100    PEAK-PRESS     L-A-IFTE    3    1.0       *Peak pressure in cv202
CF14110    1.0    0.0    CFVALU.140                  *New .gt. old peak
CF14111    1.0    0.0    CVH-P.202                   *Pressure in cv202
CF14112    1.0    0.0    CFVALU.141                  *Previous peak press
*
```

```
CF14200   T-AT-PEAK   L-A-IFTE   3   1.0        *Time at peak pressure
CF14210   1.0   0.0   CFVALU.140                *New .gt. old peak
CF14211   1.0   0.0   TIME                      *Time
CF14212   1.0   0.0   CFVALU.142                *Time at previous peak
```

در این مثال تا زمانی که تابع کنترلی حالت اولیه را صحیح می‌دهد، توابع ۱۴۱ و ۱۴۲ مقادیر آرگومان دوم خود را می‌دهند (CVH-P.202 و TIME). مقادیر هر سه تابع کنترلی در خروجی قابل چاپ هستند.

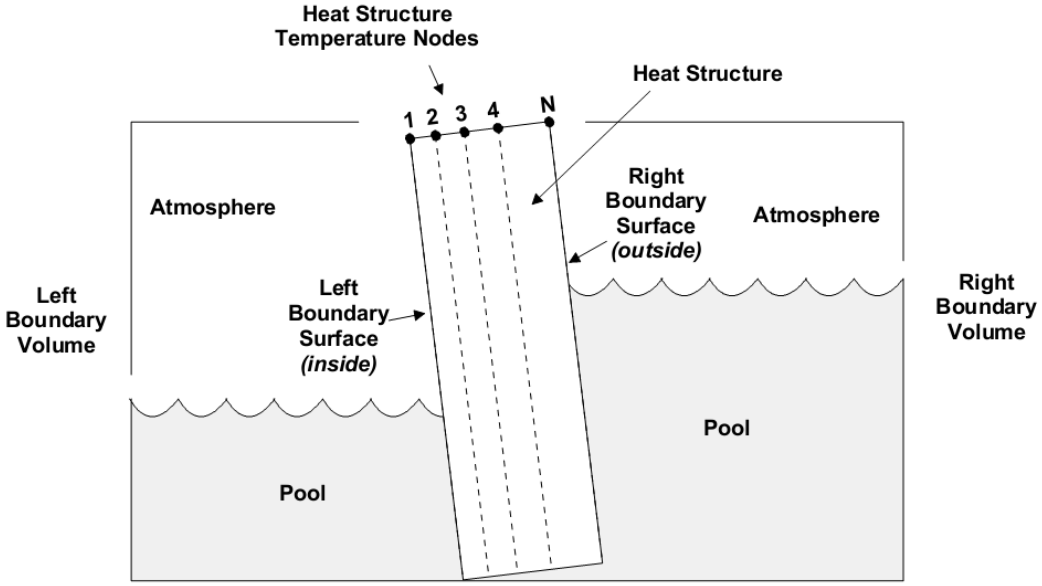
۴-۵-۶-۵- مدل پمپ متشابه

مدل پمپ QUICK-CF در بستهٔ مسیر جریان از یک تابع کنترلی برای محاسبه فشار تولید شده توسط پمپ استفاده می‌کند. در ادامه ورودی تابع کنترلی برای مدل پمپ متشابه ارائه شده است.

```
* Homologous pump model for flow path 2
* CF203 = delta-p = density*grav*speed**2 * fcn (flow/speed)
*
CF20000   SPEED any real CF                 *(Normalized) pump speed
CF200..
*
CF20100   FLOW/SPEED   DIVIDE   2   1.0     *(Normalized) flow/speed
CF20110   1.0    0.0   CFVALU.200           *Speed
CF20111   0.05   0.0   FL-VELLIQ.2          *1/.05 is v at rated flow
*
CF20200   PUMP-HEAD   TAB-FUN   1   1.0        *Fcn (flow/speed) in m
CF20203   202                                  *Pump curve
CF20210   1.0   0.0   CFVALU.201               *(Normalized)flow/speed
*
TF20200   PUMP-CURVE   n   1.0   0.0           *Table of n points
*       Norm flow/speed Head (m)
TF20210   a.a   x.x
TF202..   b.b   y.y
*
CF20300   DELTA-P   MULTIPLY   4   9.81         *9.81 is grav
CF20310   1.0   0.0   CVH-RHOP.3               *Upstream volume is 3
CF20311   1.0   0.0   CFVALU.202               *Head in m
CF20312   1.0   0.0   CFVALU.200               *Speed/nom_speed
CF20313   1.0   0.0   CFVALU.200               *Speed/nom_ speed
```

۴-۶- بستهٔ HS

این بسته قابلیت مدل‌سازی سازه‌های حرارتی و محاسبات انتقال حرارت در دیواره‌ها و ساختارهای داخل محفظهٔ راکتور، دیواره‌ها و سازه‌های حرارتی محفظهٔ ایمنی، میلهٔ سوخت با گرمایش هسته‌ای و یا الکتریکی، لوله‌های مولد بخار، دیواره‌های خطوط لوله و ... را دارد. شکل ۸ نمونه‌ای از یک سازهٔ حرارتی بین دو حجم کنترل را نشان می‌دهد.



شکل ۸: نمونه‌ای از یک سازهٔ حرارتی در حجم کنترل

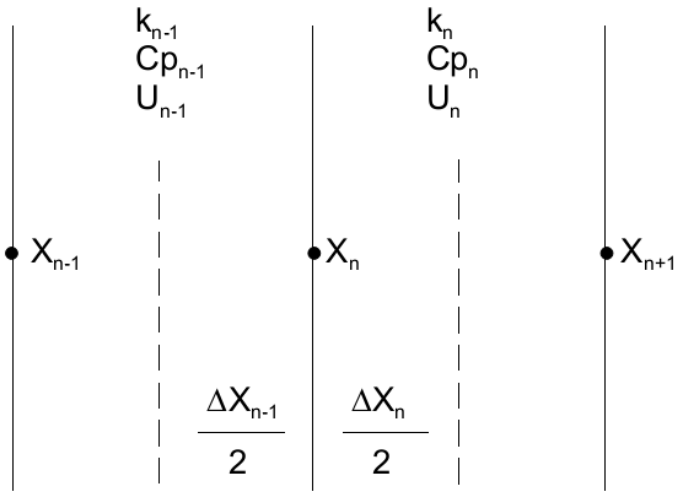
۴-۶-۱- معادلهٔ اختلاف محدود رسانش داخل سازهٔ حرارتی

برای انجام محاسبات تفاضل محدود در بستهٔ HS، محاسبهٔ چشمه‌های توان، کسرهای استخر، خواص حرارتی، انتقال حرارت و جرم و مدل‌سازی فیلم مایع مورد نیاز است. معادله انتقال حرارت هدایت یک‌بعدی برای سازه‌های حرارتی درونی به صورت زیر است:

$$C_p \frac{\partial T}{\partial t} = \frac{1}{A}\frac{\partial}{\partial X}(KA\frac{\partial T}{\partial X}) + U \qquad (۱۶-۴)$$

در این رابطه، U توان حجمی، K ضریب رسانش حرارتی، A سطح انتقال حرارت، C_P ظرفیت گرمای حجمی، $\frac{\partial}{\partial t}$ مشتق جزئی نسبت به زمان و $\frac{\partial}{\partial X}$ مشتق جزئی نسبت به یک متغیر خاص می‌باشند.

از روش تفاضل محدود برای حل معادلات هدایت حرارت استفاده می‌شود. بدین‌منظور سازهٔ حرارتی به تعداد محدودی گره حرارتی تقسیم می‌شود (شکل ۹). در این شکل، N تعداد گره‌های دمایی در سازهٔ حرارتی، n شماره گره داخلی، X موقعیت گره دمایی و ΔX_n طول بازه مکانی یا فاصله بین دو گره می‌باشد.

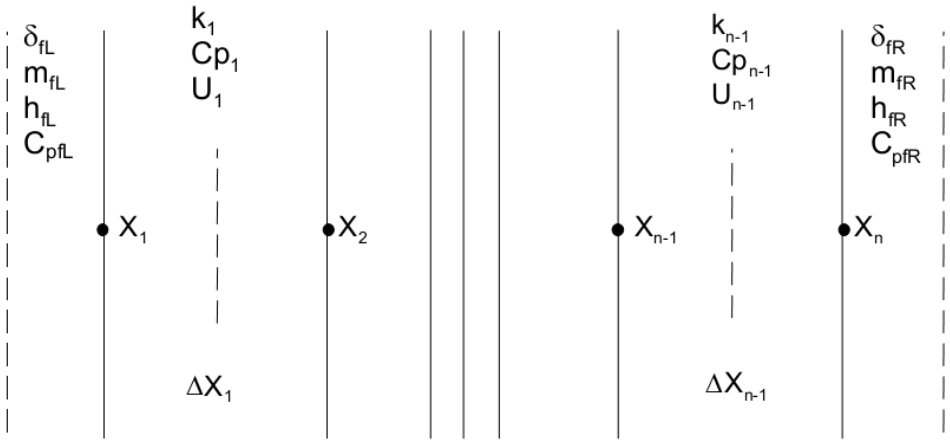


شکل ۹: گره‌بندی درونی یک سازهٔ حرارتی

برای ساختارهای مرزی نیز از روش تفاضل محدود استفاده می‌شود. گره‌بندی سطوح مرزی سازه‌های حرارتی در شکل ۱۰ نشان داده شده است. در این شکل، δ_f ضخامت فیلم مایع، m_f جرم فیلم مایع و h_f آنتالپی ویژه فیلم مایع می‌باشد. شکل کلی معادله شرایط مرزی در سطح سازهٔ حرارتی به صورت زیر است:

$$\alpha T + \beta \frac{dT}{dN} = \gamma \qquad \textbf{(۱۷-۴)}$$

در این رابطه، $\frac{dT}{dN}$ گرادیان دما در جهت خارجی است. ضرایب α، β و γ با توجه به شرایط مرزی تقارن، جابجایی، شار حرارتی و دمای سطح به‌دست می‌آیند.



شکل ۱۰: گره‌بندی سطوح مرزی سازه‌های حرارتی

۴-۶-۲- چشمه‌های توان

چشمهٔ توان در محاسبهٔ توزیع دما در سازهٔ حرارتی تأثیرگذار است. این چشمه می‌تواند شامل موارد زیر باشد:

- چشمه درونی - به صورت توان حجمی در هر بازه مکانی تعریف می‌شود. کاربر باید توزیع چشمه توان را برای سازهٔ حرارتی که شامل یک چشمه درونی است، تعریف کند.
- چشمه سطحی - چشمه توان سطحی برای سطوح با شرط مرزی جابجایی و محاسبهٔ ضرایب انتقال حرارت تعیین می‌شود. این نوع چشمه توسط یک تابع کنترلی تعیین‌شده توسط کاربر و یا تابع جدولی نسبت به زمان تعریف می‌شود. در این صورت شار انرژی ناشی از این چشمه، در سطح مرزی محاسبه می‌شود. این شار سطحی، قبل از انجام محاسبات توزیع دما در هر سازهٔ حرارتی به دست می‌آیند.
- انرژی منتقل‌شده توسط سایر بسته‌ها - این انرژی شامل انرژی تابشی از سازه‌های یک سلول، هدایت از آوار ته‌نشین شده بر روی سطح سازه (مدل HPME بستهٔ FDI) و یا گرمای واپاشی هسته‌های پرتوزای رسوب‌کرده بر روی سطح سازهٔ حرارتی است.

۴-۶-۳- انتقال حرارت

محاسبات انتقال حرارتی که در بستهٔ HS انجام می‌شود شامل انتقال حرارت جابجایی استخر و فضا، انتقال حرارت تابشی و همچنین انتقال حرارت جوشش استخری است. برای انجام محاسبات انتقال حرارت از تقریب تفاضل محدود استفاده شده است.

۴-۶-۳-۱- انتقال حرارت جابجایی استخر و فضا

در این محاسبات، انتقال حرارت جابجایی طبیعی و اجباری و همچنین جابجایی مختلط باتوجه به معیارهای جدول شماره ۷ تعیین می‌شود.

جدول شماره ۷: معیار محاسبات انتقال حرارت جابجایی استخر و فضا

Region	Criteria
Natural Convection	$Re^2 < 1.0\ Gr$
Forced Convection	$Re^2 > 10.0\ Gr$
Mixed Convection	$1.0\ Gr \leq Re^2 \leq 10.0\ Gr$
Natural Convection	

Laminar Natural Convection	$Ra < 10^9$
Turbulent Natural Convection	$Ra > 10^{10}$
Transition between Laminar and Turbulent Natural Convection	$10^9 \leq Ra \leq 10^{10}$
Forced Convection	
Laminar Forced Convection	$Re < 3\times10^5$ (rectangular)
	$Re < 2\times10^3$ (cylindrical/spherical)
Turbulent Forced Convection	$Re > 6\times10^5$ (rectangular)
	$Re > 1\times10^4$ (cylindrical/spherical)
Transition between Laminar and Turbulent Forced Convection	$3\times10^5 \leq Re \leq 6\times10^5$ (rectangular)
	$2\times10^3 \leq Re \leq 1\times10^4$ (cylindrical/spherical)

۴-۶-۳-۲- انتقال حرارت تابش

مدل‌های ساده‌ای در کد MELCOR به منظور بررسی تبادل انرژی بین سطح یک سازهٔ حرارتی و فضای اطراف آن و همچنین بین سطوح سازه‌های حرارتی در نظر گرفته شده است. محاسبات انتقال حرارت تابشی فضا توسط دو مدل باند معادل[۱] و گاز خاکستری[۲] انجام می‌شود. مدل باند معادل مبتنی بر نتایج مطالعات ادوارد[۳] و دیگران است که نرخ انتقال حرارت تابشی را بر اساس خواص تابشی محاسبه می‌کند. مدل انتقال حرارت گاز خاکستری نیز برای مدل‌سازی انتقال حرارت تابشی بین دو سازهٔ حرارتی به کار می‌رود. در این مدل، نرخ انتقال حرارت تابشی بین دو سطح با استفاده از رابطه مدل ساده سطح خاکستری و براساس ضریب دید[۴] و گسیلندگی به‌دست می‌آید. مقادیر گسیلندگی و جذب‌پذیری از مدل‌های مشابه به کار رفته در کد CONTAIN محاسبه می‌شوند.

۴-۶-۳-۳- انتقال حرارت جوشش

چنانچه سازهٔ حرارتی در استخر غوطه‌ور باشد و یا یک فیلم مایع بر روی آن باشد و نیز دمای سطح سازهٔ حرارتی بیشتر از دمای اشباع سیال در فشار کلی حجم کنترل باشد، انتقال حرارت جوشش از سازه‌های حرارتی در نظر گرفته می‌شود. جوشش هسته‌ای، شار حرارتی بحرانی، حداقل شار حرارتی جوشش فیلم، جوشش فیلم پایدار و جوشش گذرا در انتقال حرارت جوشش بررسی می‌شوند.

۱ - Equivalent band model
۲ - Gray gas model
۳ - Edward
۴ - View factor

انتخاب رژیم جوشش استخری مناسب به صورت زیر است:

۱. اگر شار حرارتی جوشش هسته‌ای که توسط رابطهٔ روزنو[۱] محاسبه می‌شود، کمتر از شار حرارتی بحرانی به دست آمده از رابطه زوبر[۲] باشد، مقدار به دست آمده از رابطهٔ روزنو برای جوشش هسته‌ای در محاسبات لحاظ می‌شود.
۲. اگر شار حرارتی جوشش فیلمی توسط رابطه برواملی[۳] بزرگتر یا مساوی حداقل شار حرارتی جوشش فیلمی به دست آمده از رابطه زوبر باشد، جوشش فیلمی برواملی در نظر گرفته می‌شود.
۳. چنانچه هیچ‌کدام از شرایط فوق برقرار نباشد، حالت جوشش گذرا در نظر گرفته شده و درون‌یابی خطی دمای سطح برای تعیین شار حرارتی جوشش در آن دما به کار می‌رود.

شار حرارتی جوشش هسته‌ای براساس رابطه روزنو به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$\frac{C_{pl}(T_{surf}-T_{sat})}{h_{fg}} = C_{sf}\left[\frac{q''_{nb}}{\mu h_{fg}}\left(\frac{\sigma}{g(\rho_l-\rho_v)}\right)^{1/2}\right]^n .\mathrm{Pr}^m \qquad (۱۸-۴)$$

در رابطه فوق، q''_{nb} شار حرارتی جوشش هسته‌ای، C_{pl} ظرفیت حرارتی مایع در دمای اشباع، T_{surf} دمای سطح، T_{sat} دمای اشباع در حجم مرزی، C_{sf} ثابت تجربی (پیش‌فرض = ۰/۰۱۳)، μ لزجت دینامیکی مایع در دمای متوسط، h_{fg} گرمای نهان تبخیر در حجم مرزی، σ تنش سطح در دمای متوسط، g شتاب گرانشی، ρ_l چگالی مایع در دمای اشباع، ρ_v چگالی بخار در دمای اشباع، n مقدار ثابت (پیش‌فرض= ۰/۳۳)، Pr عدد پرانتل مایع و m مقدار ثابت (پیش‌فرض = ۱) می‌باشد.

شار حرارتی بحرانی روزنو از رابطه زیر به‌دست می‌آید:

$$q''_{chf} = 0.18\rho_v h_{fg}\left[\sigma(\rho_l-\rho_v)g/\rho_v^2\right]^{1/4}.\left[\rho_l/(\rho_l+\rho_v)\right]^{1/2} \qquad (۱۹-۴)$$

زوبر مقدار ثابت ۰/۱۳۱ را به‌جای مقدار ۰/۱۸ که توسط روزنو ارائه شده، پیشنهاد داده است.

رابطه محاسبهٔ حداقل شار حرارتی جوشش فیلمی زوبر به صورت زیر است:

$$q''_{mfilm} = 0.09\rho_v h_{fg}\left[\sigma(\rho_l-\rho_v)g/\rho_l^2\right]^{1/4}.\left[\rho_l/(\rho_l+\rho_v)\right]^{1/2} \qquad (۲۰-۴)$$

شار حرارتی جوشش فیلمی پایدار[۴] با استفاده از رابطه برواملی نیز به صورت زیر تعریف می‌شود:

---
۱ - Rohsenow
۲ - Zuber
۳ - Bromley
۴ - Stable

$$q''_{film} = 0.943\left[\rho_v(\rho_l-\rho_v)gk_v^3.(h_{fg}+\frac{1}{2}C_{pv}\Delta T)/\mu_v.L_c\right]^{1/4}.\Delta T^{0.75} \quad (۲۱-۴)$$

در رابطه فوق، L_c طول مشخصه، μ_v لزجت دینامیکی بخار در دمای متوسط، K_v ضریب رسانش حرارتی بخار در دمای متوسط و ΔT اختلاف دمای سطح و دمای اشباع می‌باشد.

علاوه‌بر موارد فوق، شرایط زیر نیز در محاسبات انتقال حرارت بستهٔ HS مورد بررسی قرار می‌گیرد:

- تابش هنگام جوشش (انتقال حرارت تابشی بین سطح مرزی و استخر در جوشش گذرا و جوشش فیلمی پایدار).
- انتقال انرژی از سطح سازهٔ حرارتی به استخر و فضای حجم.

۴-۶-۴- انتقال جرم

چگالش بر روی سطح زمانی رخ می‌دهد که دمای سطح، کمتر از نقطه شبنم باشد. تبخیر از فیلم مایع موجود بر روی سطح نیز زمانی رخ می‌دهد که دمای سطح فیلم از نقطه شبنم بیشتر باشد. فرآیندهای چگالش و تبخیر با انتقال جرم همراه هستند. نرخ انتقال جرم به صورت تابعی از ضریب انتقال جرم تعریف می‌شود. این ضریب به عدد ناسلت فضا وابسته است و با استفاده از عدد شرود محاسبه می‌شود. برای محاسبه شار جرمی در سطح سازهٔ حرارتی باید شار جرمی چگالش و تبخیر در سطح تعیین شوند. شار جرمی تبخیر از رابطه زیر محاسبه می‌شود:

$$\dot{m}_e = h_e \min(0, T_{dew}-T_{srf})/h_{fg} \quad (۲۲-۴)$$

در این رابطه، $\dot{m}_e$ شار جرمی تبخیر، h_e ضریب انتقال جرم تبخیر آنی، h_{fg} گرمای نهان تبخیر، T_{srf} دمای سطح و T_{dew} دمای نقطه شبنم است.

شار جرمی چگالش در سطح نیز از رابطه زیر به‌دست می‌آید:

$$\dot{m}_c = h_D\rho_v \ln(\frac{\Delta P_{srf}}{\Delta P_{atm}}) \quad (۲۳-۴)$$

$$\Delta P_{srf} = P_{tot} - P_{srf} \quad (۲۴-۴)$$

$$\Delta P_{atm} = P_{tot} - P_{stm} \quad (۲۵-۴)$$

در روابط فوق، $\dot{m}_c$ شار جرمی چگالش، h_D ضریب انتقال جرم چگالش، ρ_v چگالی بخار در دمای اشباع و فشار کلی، P_{tot} فشار کلی، ΔP_{srf} فشار اشباع بخار در دمای سطح و ΔP_{atm} فشار جزئی بخار در حجم کنترل می‌باشد.

در نهایت شار جرمی در سطح سازهٔ حرارتی به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$\dot{m} = \max(\dot{m}_c, \dot{m}_e) \quad (۲۶-۴)$$

مدل‌های دیگری که در بستهٔ HS بررسی می‌شوند، پارامتر کسر استخر و مدل‌سازی فیلم مایع است. چنانچه بخشی از سطح یک سازهٔ حرارتی، در استخر غوطه‌ور باشد، باید انتقال حرارت بین استخر و فضا تفکیک شود. این تفکیک انتقال حرارت بر مبنای کسری از سازهٔ حرارتی که در استخر غوطه‌ور شده است، انجام می‌شود. این کسر اصطلاحاً کسر استخر نامیده می‌شود و مقداری بین صفر و یک دارد. پارامتر کسر استخر با توجه به هندسه سازهٔ حرارتی و برای هندسه‌های مکعبی، استوانه‌ای، کروی و نیمکره محاسبه می‌شود.

مدل‌سازی فیلم مایع نیز شامل مدل‌های فیلم برای تعیین خواص فیلم و همچنین مدل ردیابی فیلم[۱] برای ردیابی تخلیه[۲] فیلم مایع بر سطوح سایر سازه‌های حرارتی متصل به هم می‌باشد. جرم فیلم مایع بر روی یک سطح از طریق روش‌های زیر در محاسبات لحاظ می‌شود:

- جرمی که از طریق چگالش، تبخیر و یا تخلیه، بین سطح و حجم مرزی آن منتقل می‌شود.
- جرم مایعی که از طریق محاسبات سایر بسته‌های کد به سطح منتقل می‌شود.
- جرم مایعی که توسط چشمهٔ خارجی یا تخلیهٔ فیلم از سایر سطوح سازه‌های حرارتی به سطح منتقل می‌شود.

محاسبات جرم فیلم مایع در بستهٔ HS مشابه مدل ردیابی فیلم در کد CONTAIN است. در این محاسبات، ضخامت فیلم به صورت تابعی از عدد رینولدز و نرخ جرم جریان ورودی و خروجی از سطح به دست می‌آید.

در محاسبات بستهٔ HS علاوه بر موارد فوق، شرایط زیر نیز مورد بررسی قرار می‌گیرد:

- انرژی کلی ذخیره شده در هر سازهٔ حرارتی،
- نرخ جرم و انرژی درونی گازهای منتشر شده توسط هر چشمه با استفاده از مدل گاززدایی[۳]،
- محاسبه نرخ کاهش سطح چگالنده یخ با استفاده از مدل چگالنده یخ[۴].

۴-۶-۵- آشنایی با ورودی بستهٔ HS

سازهٔ حرارتی می‌تواند هندسهٔ مکعبی، استوانه‌ای، کروی و یا نیمکره داشته باشد. ساختار دمایی با N گره[۵] دمایی نشان داده می‌شود. گره‌بندی توسط کاربر تعیین می‌شود و فاصله بین گره‌ها می‌تواند یکسان نباشد و نیز مواد بین گره‌ها

۱ - Film tracking
۲ - Drainage
۳ - Degassing model
۴ - Ice condenser model
۵ - Node

می‌توانند مختلف باشند. برای هر سازهٔ حرارتی می‌توان چشمه حرارتی درونی تعریف کرد. هر سازهٔ حرارتی دارای دو سطح مرزی است (سطح چپ و راست برای سطوح مکعبی و سطح داخلی و خارجی برای سطوح استوانه‌ای، کروی و نیمکره). برای سطح مرزی باید یکی از شرایط مرزی زیر در نظر گرفت:

- تقارن (بدون انتقال حرارت)،
- جابجایی از طریق محاسبه ضریب انتقال حرارت،
- جابجایی از طریق محاسبه ضریب انتقال حرارت و تابع توان سطح،
- جابجایی بوسیله تابع ضرایب انتقال حرارت،
- تابع دمای سطح،
- تابع شار حرارتی.

چنانچه یک حجم مرزی برای سطح در نظر گرفته شود، داده‌های زیر به منظور انجام محاسبات مورد نیاز است:

- مساحت سطح،
- طول مشخصه (برای محاسبه اعداد رینولدز، گراشوف، ناسلت[۱] و شرود[۲] به کار می‌رود)،
- طول محوری (طول ساختار در طول سطح مرزی که برای تعیین کسر استخر به کار می‌رود)،
- نوع جریان بالای سطح (جریان داخلی و یا خارجی که برای محاسبه عدد ناسلت مورد استفاده قرار می‌گیرد)،
- کسرهای استخر بحرانی (کسری از سطح سازهٔ حرارتی که در استخر غوطه‌ور شده است) برای محاسبه انتقال حرارت استخر و فضا.

اطلاعاتی را که کاربر باید برای هر سازهٔ حرارتی تعریف کند عبارتند از: تعداد و موقعیت گره‌های دمایی، نوع هندسه ساختار، ارتفاع، نام و جرم مواد در هر مش، جرم و حجم کلی ساختار، اطلاعات چشمه‌های درونی (چنانچه چشمه حرارتی درون ساختار وجود داشته باشد)، تعریف سطوح مرزی و شرایط آن، تعیین نوع جریان داخلی و یا خارجی بر روی سطح مرزی، مساحت، طول مشخصه و طول محوری سطوح مرزی، اطلاعات چشمه‌های حرارتی سطحی و همچنین کسرهای استخر بحرانی.

پس از انجام محاسبات بستهٔ HS، چهار دسته خروجی زیر به‌دست می‌آید:

[۱] - Nusselt
[۲] - Sherwood

۱. توزیع دمای سازهٔ حرارتی.
۲. داده‌های انتقال حرارت شامل دمای سطح، کسر استخر، ضرایب انتقال حرارت جابجایی و تابشی فضا، ضریب انتقال حرارت استخر.
۳. داده‌های انتقال جرم شامل کسر استخر، شار جرمی، ضخامت و جرم فیلم مایع و همچنین تغییرات جرم بخار، قطرات مه و استخر در حجم مرزی ناشی از انتقال جرم به سطح.
۴. داده‌های انتقال انرژی شامل انرژی ذخیره‌شده، انرژی ورودی توسط چشمه‌های درونی و سطحی، انرژی انتقالی از سایر بسته‌های محاسباتی، آنتالپی ویژه فیلم مایع و انرژی منتقل‌شده به استخر و فضا در اثر انتقال جرم.

۴-۶-۶- ورودی بخش MELGEN بستهٔ HS

توضیحات ورودی بخش MELGEN بستهٔ HS حاوی چهار قسمت است:

۱. ورودی سازهٔ حرارتی
۲. ورودی چشمهٔ گاز
۳. ورودی رهگیری فیلم مایع
۴. ورودی تشعشع بین دو سازهٔ حرارتی

۴-۶-۶-۱- ورودی سازهٔ حرارتی در سازه HS

شناسه ورودی‌های سازهٔ حرارتی به صورت HSCCCCCXNN است. در این شناسه:

HS – نشان می‌دهد که ورودی مربوط به بسته HS است.

CCCCC – شماره تعیین کننده سازهٔ حرارتی

X - نوع کارت را مشخص می‌کند.

NN – شمارهٔ نوع کارت تعیین شده در X است.

در ادامه برخی از کارت‌های مهم مربوط به ورودی بخش MELGEN برای سازه‌های حرارتی ارائه می‌شود.

HSCCCCC000 – General Heat Structure Data
00000 ≤ CCCCC ≤ 99999, CCCCC is the heat structure number.
Required

(1) **NP** - Number of temperature nodes.
(Type = integer, default = none, units = none)

(2) **IGEOM** - Indicator for type of geometry.
= 1 rectangular geometry
= 2 cylindrical geometry
= 3 spherical geometry
= 4 hemispherical geometry of the bottom half of a sphere
= 5 hemispherical geometry of the top half of a sphere.
(Type = integer, default = none, units = none)

(3) **ISS** - Steady-state initialization flag.
(Type = integer, default = 0, units = none)

این کارت وجود سازهٔ حرارتی با شماره CCCCC را تعیین می‌کند. تعداد گره‌ها در پارامتر اول باید بیش از ۱ و کمتر از ۱۰۰ باشد. در پارامتر دوم فقط هندسه‌های لیست شده مجاز به استفاده هستند. در پارامتر سوم شرایط اولیه تعیین می‌شود. اگر این پارامتر صفر و یا مثبت باشد و یا اصلاً تعیین نشود، محاسبات حالت پایا به عنوان شرایط اولیه برای این سازهٔ حرارتی استفاده خواهد شد. اگر عددی منفی تعیین شود، محاسبات حالت پایا انجام نخواهد شد و شرایط اولیه توزیع دما در این سازهٔ حرارتی باید در کارت‌های HSCCCCC8XX تعیین شوند.

گره ۱ در مرز سمت چپ برای هندسهٔ مستطیلی یا مرز داخلی در هندسه‌های استوانه‌ای، کروی و نیم‌کره در نظر گرفته می‌شود. گره NP گره دمایی در مرز سمت راست هندسه مستطیلی یا مرز داخلی در هندسه‌های استوانه‌ای، کروی و نیم‌کره است.

HSCCCCC001 – Heat Structure Name
00000 ≤CCCCC ≤ 99999, CCCCC is the heat structure number.
Optional

(1) **HSNAME** - Name of heat structure.
(Type = character*16, default = none)

در این کارت که اختیاری است یک نام برای سازهٔ حرارتی تعیین می‌شود.

HSCCCCC002 – Heat Structure Elevation and Orientation Data
00000 ≤ CCCCC ≤ 99999, CCCCC is the heat structure number.
Required

(1) **HSALT** - Elevation parameter. This value is the elevation of the lowest point on Heat Structure CCCCC.
(Type = real, default = none, units = m)

(2) **ALPHA** - Orientation parameter.
(Type = real, default = none, units = none)

در این کارت ارتفاع و جهت سازهٔ حرارتی تعیین می‌شود. پارامتر اول ارتفاع پایین‌ترین نقطه سازهٔ حرارتی است. هر سطح مرزی بایستی با حجم مرزی خود انطباق داشته باشد. پارامتر دوم در هندسه‌های مختلف متفاوت است.

هندسهٔ مستطیلی: مقدار مطلق این پارامتر برابر کسینوس زاویهٔ حادهٔ بین خط قائم و راستای سازهٔ حرارتی است. مقدار این پارامتر برای حالت‌های مختلف به صورت زیر است:

- سطح قائم: برابر ۱
- سطح افقی در حالتی که مرز سمت چپ در پایین قرار دارد: برابر صفر
- سطح مایل در حالتی که مرز سمت چپ در پایین قرار دارد: بین صفر و یک
- سطح افقی در حالتی که مرز سمت راست در پایین قرار دارد: برابر $-۱۰^{-۷}$
- سطح مایع در حالتی که مرز سمت راست در پایین قرار دارد: بین ۱- و $-۱۰^{-۶}$

هندسهٔ استوانه‌ای: مقدار مطلق این پارامتر برابر کسینوس زاویهٔ حادهٔ بین خط قائم و محور سازهٔ حرارتی است. تنها مقدار مطلق این پارامتر برای هندسهٔ استوانه‌ای استفاده می‌شود.

هندسه‌های کروی و نیم‌کره: این پارامتر معنایی ندارد و نیازی به تعیین آن نیست.

برای هندسه‌های مستطیلی و استوانه‌ای این پارامتر باید بزرگتر یا مساوی ۱- که مشخص کنندهٔ سازهٔ حرارتی قائم است، باشد.

۴-۶-۶-۱-۱- نکاتی در مورد سقف‌ها و کف‌ها

در سازه‌های حرارتی افقی، سطح بالای سازه باید به عنوان کف حجم کنترل متصل به آن در نظر گرفته شود. بنابراین، برای سازهٔ حرارتی با ضخامت DELT و زاویهٔ صفر، مقدار HSALT+DELT باید بزرگتر یا مساوی ارتفاع پایین‌ترین نقطه حجم کنترل متصل به آن باشد. در این حالت سمت راست سازه کف حجم کنترل خواهد بود و شماره حجم کنترل باید در پارامتر IBVR در کارت HSCCCCC600 وارد شود.

اگر برای همان سازهٔ حرارتی زاویه برابر 10^{-7}- باشد، توضیحات قبلی فقط با جابجایی سمت راست و چپ تکرار می‌شود. سمت راست سازه در پایین و کف حجم کنترل سمت چپ سازه خواهد بود. همچنین شماره حجم کنترل باید در پارامتر IBVL در کارت HSCCCCC400 وارد شود.

در مورد سقف نیز همین الگو وجود دارد و سطح پایین سازهٔ حرارتی به عنوان سقف حجم کنترل باید لحاظ شود.

HSCCCCC003 – Heat Structure Multiplicity
00000 ≤CCCCC ≤ 99999, CCCCC is the heat structure number.
Optional

(1) **HSMULT** - Multiplicity of heat structure.
(Type = real, default = 1.0, units = none)

در این کارت تعداد سازه‌های حرارتی مشابه سازهٔ حرارتی CCCCC در مسأله تعیین می‌شود.

HSCCCCC004 – Boundary Fluid Temperature Option
00000 ≤CCCCC ≤ 99999, CCCCC is the heat structure number.
Optional

(1) **IOPTL** - Option for left (inside) surface of the heat structure.
(Type = integer, default = 0, units = none)

(2) **IOPTR** - Option for right (outside) surface of the heat structure.
(Type = integer, default = 0, units = none)

این کارت برای کاربر امکان انتخاب دمای تودهٔ سیال در محاسبات هر سمت سازهٔ حرارتی را فراهم می‌سازد. تعیین این کارت برای سازه‌های حرارتی شعاعی بستهٔ COR ضروری است. (به کارت‌های COR00006 و CORZjj02 در بستهٔ COR مراجعه شود.)

برای پارامتر اول در این کارت سه حالت وجود دارد:

عدد کوچکتر از صفر: یعنی شماره یک تابع کنترلی برای دمای سیال مرزی در سمت چپ تعیین شده است.

برابر صفر: از دمای تودهٔ سیال در حجم کنترل مجاور مرز چپ برای دمای سیال مرزی در سمت چپ استفاده می‌شود. (هر کدام از دماهای استخر یا اتمسفر وابسته به سطح آب)

بزرگتر از صفر: از دمای سیال محاسبه شده توسط مدل dT/dz در بستهٔ COR برای دمای سیال مرزی در سمت چپ استفاده می‌شود.

در مورد سمت راست نیز همین توضیحات تکرار می‌شوند، به جز اینکه حالت سوم یعنی مقدار بزرگتر از صفر به دلیل اینکه ورودی برای سلول‌های قلب در سمت راست وجود ندارد، مجاز نخواهد بود.

HSCCCCC100 – Temperature Node Location Data
00000 ≤ CCCCC ≤ 99999, CCCCC is the heat structure number.
Required

(1) **NODLOC** - Indicator for location of temperature node location data.
(Type = integer, default = none, units = none)

(2) **IFRMAT** - Format flag for temperature node location data.
(Type = integer, default = none, units = none)

(3) **XI** - Left (inside) boundary location.
(Type = real, default = none, units = m)

در این کارت اطلاعات مربوط به گره‌های دمایی تعیین می‌شوند. در پارامتر اول شاخص موقعیت گره دمایی تعیین می‌شود. اگر شاخص منفی باشد، همهٔ داده‌های موقعیت گره دمایی باید برای سازهٔ حرارتی CCCCC در HSCCCCC1NN کارت تعیین شوند. اگر عدد غیرمنفی پنج رقمی MMMMM تعیین شود، این داده‌ها از مقادیر تعیین شده در کارت HSMMMMMM1NN برای سازهٔ حرارتی MMMMM که باید در ورودی وجود داشته باشد، استفاده می‌شود.

در پارامتر دوم قالب داده‌های گره دمایی تعیین می‌شود. این مقدار قالب مشخصات داده‌ها را در کارت HSCCCCC1NN تعیین می‌کند و دارای دو حالت است:

- اگر این پارامتر برابر عدد ۱ باشد: هر زوج داده در این کارت به عنوان موقعیت یک گره دمایی و شماره آن گره خواهد بود. گره‌های میانی در فاصله‌های مساوی بین گره‌های تعیین شده قرار می‌گیرند.
- اگر این پارامتر برابر عدد ۲ باشد: هر زوج داده در این کارت به عنوان طول و شمارهٔ متوالی بازهٔ مکانی با این طول خواهد بود.

در پارامتر سوم موقعیت گره دمایی در سطح مرزی چپ سازهٔ حرارتی تعیین می‌شود. این عدد باید بزرگتر یا مساوی صفر باشد و به هندسه سازهٔ حرارتی وابسته است:

- در هندسه مستطیلی: XI نسبت به هر مرجعی می‌تواند باشد.
- در هندسه استوانه‌ای: XI فاصله نسبت به محور استوانه است.
- در هندسه کروی: XI فاصله نسبت به مرکز کره است.
- در هندسه نیم‌کره: فاصله نسبت به مرکز کره‌ای که حاوی نیم‌کره است.

اگر XI برابر صفر باشد، هندسهٔ این سازهٔ حرارتی باید مستطیلی (پارامتر IGEOM برابر ۱ در کارت HSCCCCC000) و یا مرز متقارن (پارامتر IBCL برابر صفر در کارت HSCCCCC400) تعریف شود.

HSCCCCC1NN – Temperature Node Data
00000 ≤ CCCCC ≤ 99999, CCCCC is the heat structure number.
01 ≤ NN ≤ 99, NN is the sequence number

(1) **XVALUE** - Location of temperature node (IFRMAT = 1); Length of mesh interval (IFRMAT = 2)
(Type = real, default = none, units = m)

(2) **NXVALU** - Number of temperature node which has location XVALUE (IFRMAT = 1); Number of consecutive mesh intervals with length XVALUE (IFRMAT = 2)
(Type = real, default = none, units = m)

اگر پارامتر NODLOC در کارت HSCCCCC100 منفی باشد، این کارت باید تعیین شود. قالب داده‌ها در کارت قبل توضیح داده شده‌اند و موقعیت گره ۱ در پارامتر XI کارت HSCCCCC100 تعیین شده است. دو پارامتر در هر کارت HSCCCCC1NN تعیین می‌شوند تا اینکه همهٔ گره‌های دمایی برای سازهٔ حرارتی CCCCC تعیین شود.

HSCCCCC200 – Location of Material Composition Data
00000 ≤ CCCCC ≤ 99999, CCCCC is the heat structure number.
Optional

(1) **MCDLOC** - Indicator for location of material composition data.
(Type = integer, default = none, units = none)

در این کارت اطلاعات مربوط به موقعیت مواد در سازهٔ حرارتی تعیین می‌شوند. این کارت مشابه کارت HSCCCCC100 است. اگر در پارامتر اول عدد منفی وارد شود، ترکیب مواد سازهٔ حرارتی باید در کارت HSCCCCC2NN تعیین شود. اگر یک عدد پنج رقمی غیرمنفی MMMMM وارد شود، اطلاعات مربوط به ترکیب مواد سازهٔ حرارتی CCCCC مشابه اطلاعات مواد سازهٔ حرارتی MMMMM خواهد بود که در کارت HSMMMMM2NN تعیین شده است.

اگر این کارت تعیین نشود، اطلاعات ترکیب مواد سازهٔ حرارتی CCCCC باید در کارت HSCCCCC2NN تعیین شوند.

HSCCCCC2NN – Material Composition Data
00000 ≤ CCCCC ≤ 99999, CCCCC is the heat structure number.
01 ≤ NN ≤ 99, NN is the sequence number

(1) **MATNAM** - Name of material in mesh interval N, where N is greater than or equal to 1 and less than NP.
(Type = character*24, default = none)

(2) **MSHNUM** - Mesh interval, N.
(Type = integer, default = none, units = none)

قالب تعیین داده‌های ترکیب در این کارت شامل دو پارامتر در یک کارت است. در این کارت مواد به کار رفته سازهٔ حرارتی تعیین می‌شوند. در پارامتر اول نام ماده تعیین می‌شود. ماده مورد نظر می‌تواند یکی از مواد پیش‌فرض یا ماده جدیدی باشد. اگر ماده جدید باشد، باید خواص آن ماده در بستهٔ MP تعیین شوند. در اینجا نمی‌توان از گازهای بستهٔ MP استفاده کرد. گازها باید به عنوان شبه‌گاز با تعریف مقادیر صحیح چگالی، ظرفیت گرمایی ویژه و رسانش حرارتی تعریف شوند.

در پارامتر دوم شماره فاصله مکانی که حاوی ماده تعیین شده در پارامتر قبلی است، تعیین می‌شود. این پارامتر باید نسبت به مقدار NN در کارت HSCCCCC2NN یک تابعیت افزایشی داشته باشد.

HSCCCCC300 – Internal Power Source Data
00000 ≤ CCCCC ≤ 99999, CCCCC is the heat structure number.
Required

(1) **ISRC** - Internal power source type.
(Type = integer, default = none, units = none)

(2) **NSDLOC** - Location of internal power source distribution data.
(Type = integer, default = none, units = none)

(3) **VSMULT** - Internal source multiplier.
(Type = real, default = none, unites = none)

در این کارت اطلاعات چشمه توان داخلی تعیین می‌شود. در پارامتر اول، اگر عدد منفی یا صفر وارد شود، چشمهٔ توانی وجود نخواهد داشت. اگر یک عدد مثبت سه رقمی TTT تعیین شود، توان باید به صورت تابعی از زمان از تابع جدولی با همین شماره خوانده شود. اگر عددی با قالب 9X…X تعیین شود، توان از تابع کنترلی با شماره X…X خوانده می‌شود.

این عدد باید بین سه تا هشت رقم داشته باشد. توان حاصل از تابع‌های جدولی یا کنترلی باید بر حسب وات باشد. در پارامتر دوم، موقعیت چشمه توان تعیین می‌شود. اگر در این پارامتر عدد منفی وارد شود و تابع جدولی (TTT) برای توان تعیین شده باشد، داده‌های توزیع چشمه توان داخلی باید در کارت HSCCCCC3NN تعیین شوند. اگر عدد غیرمنفی MMMMM باشد و اگر ISRC در این کارت مثبت باشد، این داده‌ها از داده‌های کارت HSMMMMM3NN استفاده می‌شوند. پارامتر سوم به گونه‌ای باید تعیین شود که در پارامتر اول مقدار TTT تعیین شده باشد. کسری از توان حاصل از جدول TTT که باید در سازهٔ حرارتی تولید شود در این پارامتر تعیین می‌شود.

اگر پارامتر ISRC منفی و یا صفر باشد، پارامترهای دوم و سوم نادیده گرفته می‌شوند و نیازی به تعیین آنها نیست.

HSCCCCC3NN – Internal Power Source Distribution Data
$00000 \leq$ CCCCC ≤ 99999, CCCCC is the heat structure number.
$01 \leq$ NN ≤ 99, NN is the sequence number

(1) **QFRCIN** - Relative source strength.
(Type = real, default = none, units = none)

(2) **MSHNUM** - Mesh interval number.
(Type = integer, default = none, units = none)

این کارت در صورتی نیاز است که پارامتر ISRC در کارت HSCCCCC300 مثبت و پارامتر NSDLOC منفی باشند. توزیع توان در این کارت به صورت زوج داده تعیین می‌شود.

در پارامتر اول، ضریب نسبی تولید توان تعیین می‌شود. این مقدار می‌تواند طی پردازش ورودی نرمال شده و در ضریب توان (پارامتر VSMULT در کارت HSCCCCC300) ضرب شود، تا کسر توان تولیدی برای هر بازه مکانی از تابع جدولی تعیین شده به دست آید. در پارامتر دوم، شماره بازهٔ مکانی که مربوط به پارامتر اول است تعیین می‌شود. لازم به ذکر است همانند کارت تعیین ترکیب مواد، در اینجا نیز می‌توان عددی که نمایندهٔ تعداد بازه‌های مکانی متوالی با تولید توان برابر با پارامتر اول است، تعیین شود.

HSCCCCC400 – Left (Inside) Boundary Surface Data
$00000 \leq$ CCCCC ≤ 99999, CCCCC is the heat structure number.
Required

(1) **IBCL** - Boundary condition type.
(Type = integer, default = none, units = none)

در این کارت مشخصات سطح مرزی چپ تعیین می‌شود. این کارت دارای ۹ پارامتر است که به دلیل مفصل بودن توضیحات، به ترتیب شرح داده می‌شوند.

در پارامتر اول نوع شرایط مرزی تعیین می‌شود. اندازه پارامتر IBCL باید برابر یکی از اعداد زیر باشد تا نوع شرایط مرزی که در سطح مرزی چپ به کار رفته است، تعیین شود. اگر علامت این پارامتر منفی باشد، انتقال جرم در این سطح مجاز نخواهد بود.

در توضیحات بعدی، مقدار XXX که نشان‌دهندهٔ شمارهٔ تابع جدولی است، باید دقیقاً حاوی سه رقم باشد که می‌توانند صفر باشند. همچنین مقدار X...X که نشان‌دهندهٔ شمارهٔ تابع کنترلی است می‌تواند حاوی سه تا ۸ رقم باشد.

گزینه‌های ممکن برای پارامتر IBCL عبارتند از:

- صفر: شرایط مرز متقارن (عایق) لحاظ می‌شود.
- ۱: شرایط مرزی جابجایی با ضریب انتقال حرارت محاسبه شده توسط بستهٔ HS لحاظ می‌شود.
- 1XXX: شرایط مرزی جابجایی با ضریب انتقال حرارت محاسبه شده توسط بسته HS لحاظ می‌شود. یک چشمهٔ توان سطحی نیز برای سطح لحاظ می‌شود که توان آن به صورت تابعی از زمان در تابع جدولی XXX به دست می‌آید. واحد کمیت توان از جدول باید وات باشد.
- 2XXX: شرایط مرزی با دمای سطح مشخص است که دمای سطح به صورت تابعی از زمان از تابع جدولی XXX به دست می‌آید. واحد دما باید کلوین باشد.
- 3XXX: شرایط مرزی شار حرارتی مشخص در سطح است که به صورت تابعی از زمان در تابع جدولی XXX با واحد وات بر مترمربع تعیین می‌شود.
- 4XXX: شرایط مرزی جابجایی با ضریب انتقال حرارت به صورت تابعی از زمان در تابع جدولی XXX در نظر گرفته می‌شود. واحد ضریب انتقال حرارت باید وات بر مترمربع بر کلوین باشد.
- 5XXX: شرایط مرزی جابجایی با ضریب انتقال حرارت به صورت تابعی از دما در تابع جدولی XXX در نظر گرفته می‌شود. واحد ضریب انتقال حرارت باید وات بر مترمربع بر کلوین باشد.
- 6XXX: شرایط مرزی جابجایی با ضریب انتقال حرارت تعیین شده در تابع کنترلی X...X است. واحد ضریب انتقال حرارت باید وات بر مترمربع بر کلوین باشد.
- 7XXX: شرایط مرزی جابجایی با ضریب انتقال حرارت محاسبه شده در بستهٔ HS در نظر گرفته می‌شود. یک چشمه توان سطحی نیز برای سطح لحاظ می‌شود که توان آن در تابع کنترلی X...X تعیین شده است. واحد کمیت توان از جدول باید وات باشد.

- 8XXX: دمای سطح مشخص مرز در تابع کنترلی X...X تعیین می‌شود. واحد دما باید کلوین باشد.
- 9XXX: شار حرارتی در سطح مرز توسط تابع کنترلی X...X تعیین می‌شود. واحد شار حرارتی باید وات بر مترمربع باشد.

اگر توابع کنترلی برای تعیین شرایط مرزی (6XXX، 7XXX، 8XXX و 9XXX) استفاده شوند، مقادیر اولیه آنها باید توسط کارت CFXXX01 تعیین شوند.

(2) **IBVL** - Numerical identifier of boundary volume.
(Type = integer, default = none, units = none)

در پارامتر دوم، حجم کنترلی که با سطح مرزی سمت چپ در تماس است تعیین می‌شود. اگر یک عدد منفی وارد شود، حجم کنترلی به سطح سازهٔ حرارتی متصل نخواهد بود. همهٔ کمیت‌های سیال مورد نیاز برای محاسبه ضریب انتقال حرارت از حجم کنترل تعیین شده به دست می‌آیند. ارتفاع‌های حجم کنترل و سازهٔ حرارتی باید به گونه‌ای تعیین شوند که سازهٔ حرارتی دقیقاً در داخل حجم کنترل قرار گیرد.

(3) **IFLOWL** - Indicator for type of flow over left (inside) boundary surface of Heat Structure CCCCC.
(Type = character*3, default = none)

در پارامتر سوم، نوع جریان بر سطح مرزی تعیین می‌شود. این پارامتر برای تعیین نوع رابطهٔ انتقال حرارت جابجایی جهت محاسبه ضریب انتقال حرارت جابجایی استفاده می‌شود. دو حالت جریان داخلی (INT) و جریان خارجی (EXT) در این پارامتر قابل تعریف هستند.

(4) **CPFPL** - Critical pool fraction for pool.
(Type = real, default = none, units = none)

در پارامتر چهارم کسر بحرانی برای استخر تعیین می‌شود. این پارامتر حداقل مقدار کسر استخر است که انتقال حرارت به استخر از سطح سمت چپ به آن محاسبه می‌شود. مقدار این پارامتر باید بین صفر و یک باشد.

(5) **CPFAL** - Critical pool fraction for atmosphere.
(Type = real, default = CPFPL, units = none)

در پارامتر پنجم، کسر بحرانی برای اتمسفر تعیین می‌شود. این پارامتر حداکثر مقدار کسر استخر است که انتقال جرم و حرارت به اتمسفر از سطح سمت چپ به آن محاسبه می‌شود. مقدار این پارامتر بین صفر و یک است.

(6) **CTDPL** - Critical temperature difference for pool heat transfer.
(Type = real, default = 100.0, units = K)

در این پارامتر اختلاف دمای بحرانی برای انتقال حرارت استخر تعیین می‌شود. اگر اختلاف دما بین سطح سازه و استخر از این مقدار تجاوز کند، گام زمانی برای تضمین صحت محاسبه اختلاف دما و نیز پایداری در دمای استخر محدود می‌شود.

(7) **CTDAL** - Critical temperature difference for atmosphere heat transfer.
(Type = real, default = 100.0, units = K)

در پارامتر هفتم، اختلاف دمای بحرانی برای انتقال حرارت اتمسفر تعیین می‌شود. کاربرد این پارامتر مشابه پارامتر CTDPL است، به جز اینکه به انتقال حرارت از سطح سازه به اتمسفر لحاظ می‌شود.

(8) **XHTFCL** - Calculated atmosphere heat transfer scaling factor.
(Type = real, default = 1.0, units = none)

در پارامتر هشتم، ضریب اصلاح انتقال حرارت اتمسفر محاسبه شده تعیین می‌شود. ضرایب انتقال حرارت محاسبه شده (در اثر انتخاب مقادیر ۱، 1XXX و 7XXX برای پارامتر IBCL) به اتمسفر در این ضریب ضرب می‌شوند که باید غیرمنفی باشد.

(9) **XMTFCL** - Mass transfer scaling factor.
(Type = real, default = 1.0, units = none)

در پارامتر نهم، ضریب اصلاح ضرایب انتقال جرم در تبخیر و چگالش فیلم مایع، (برای حالت‌هایی که IBCL بزرگتر از صفر است)، تعیین می‌شود. این ضریب باید غیرمنفی باشد.

تعیین حجم کنترل و انتقال جرم برای شرایط مرزی عایق (IBCL برابر صفر، 2XXX یا 8XXX) ممنوع است. برای این شرایط، مقدار IBCL باید کمتر یا مساوی با صفر باشد و پارامترهای ۲ تا ۹ صرف‌نظر می‌شوند و نیازی به تعیین آنها نیست. پارامتر IBVL باید برای هر شرایط دیگری تعیین شود.

انتقال جرم به یک سطح با شار حرارتی مرزی مشخص (IBCL برابر 3XXX یا 9XXX) نیز ممنوع است، اگرچه تعیین حجم کنترل در این حالت اختیاری است. در این شرایط مقدار پارامتر IBCL باید منفی و مقدار پارامتر IBVL باید تعیین شود.

اگر به یک سطح، حجم کنترلی متصل نشود (IBVL کوچکتر از صفر باشد)، نوع شرط مرزی باید عایق، دمای مشخص و یا شار حرارتی مشخص تعیین شود (IBCL برابر صفر، 2XXX، 3XXX، 8XXX و یا 9XXX). علاوه براین، پارامترهای ۳ تا ۹ صرف‌نظر شده و نیازی به تعیین آنها نیست.

برای شرایط مرزی با ضریب انتقال حرارت مشخص یا محاسبه شده، (IBCL برابر یک، 1XXX، 4XXX، 5XXX، 6XXX و یا 7XXX)، پارامترهای ۳ و ۴ ضروری هستند. اگرچه پارامتر سوم در حالتی که ضریب انتقال حرارت مشخص است (IBCL برابر 4XXX، 5XXX و یا 6XXX)، استفاده نمی‌شود.

اگر شار حرارتی در دو سطح یک سازهٔ حرارتی تعیین شود یعنی از حالت‌های صفر، 3XXX و یا 9XXX برای هر دو سطح استفاده شوند، در این حالت نباید از حالت اولیه پایا (پارامتر ISS در کارت HSCCCCC000) استفاده کرد.

در تعیین پارامترهای چهارم و پنجم (CPFPL و CPFAL) باید ملاحظات دقیقی را رعایت کرد:

- اگر مقادیر این دو پارامتر برابر هم تعیین شوند، انتقال حرارت فقط به استخر یا اتمسفر بر اساس مقدار کسر استخر در زمان کنونی انجام خواهد شد.
- اگر مقدار CPFPL از CPFAL بیشتر باشد، انتقال حرارت به استخر یا اتمسفر تا زمانی که مقدار کسر استخر بین CPFPL و CPFAL باشد، انجام نخواهد شد.
- اگر CPFAL از CPFPL بیشتر باشد، انتقال حرارت به هر دو بخش استخر و اتمسفر تا زمانی که کسر استخر بین CPFPL و CPFAL باشد، انجام خواهد شد.

در صورتی‌که مقادیر پارامترهای CPFPL و CPFAL برابر نباشد، یک پیغام خطای غیرمتوقف کننده در فایل خروجی و فایل تشخیص چاپ خواهد شد. همین ملاحظات برای این دو پارامتر در مرز راست نیز باید لحاظ شوند.

HSCCCCC401 – Left (Inside) Boundary Surface Radiation Data
00000 ≤ CCCCC ≤ 99999, CCCCC is the heat structure number.
Optional

(1) **EMISWL** - Wall emissivity of the left surface.
(Type = real, default = none, units = none)

(2) **RMODL** - Radiation model employed.
(Type = character*10, default = none)

(3) **PATHL** - Radiation path length for the left surface.
(Type = real, default = none, units = m)

در این کارت مشخصات مربوط به انتقال حرارت تشعشعی در سطح مرزی چپ سازهٔ حرارتی تعیین می‌شوند. با به کار بردن این کارت انتقال حرارت تشعشعی در محاسبات این سازهٔ حرارتی فعال می‌شود.

در پارامتر اول، ضریب انتشار سطح تعیین می‌شود. در صورتی‌که این پارامتر صفر باشد، انتقال حرارت تشعشعی غیرفعال می‌شود. ضریب انتشار دیوار برای حالت گذرا به جز زمانی که فیلم مایع روی سطح باشد، ثابت است. در این حالت ضریب انتشار دیواره از مدل مکانیکی برای تشعشع بر سطوح حاوی فیلم مایع محاسبه می‌شود. در پارامتر دوم، مدل تشعشع انتخاب می‌شود. در این پارامتر امکان انتخاب یکی از دو مدل باند معادل (equiv-band) و مدل گاز خاکستری (gray-gas-a) وجود دارد. در پارامتر سوم، طول مسیر تشعشع برای سطح تعیین می‌شود.

در صورت حضور این کارت، همهٔ سه پارامتر باید تعیین شوند. اگر این کارت در ورودی استفاده نشود، انتقال حرارت تشعشعی در این سطح سازهٔ حرارتی محاسبه نخواهد شد.

HSCCCCC500 – Additional Left (Inside) Boundary Surface Data
00000 ≤ CCCCC ≤ 99999, CCCCC is the heat structure number.

(1) **ASURFL** - Area of boundary surface.
(Type = real, default = none, units = m_2)

(2) **CLNL** - Characteristic length of boundary surface.
(Type = real, default = none, units = m)

(3) **BNDZL** - Axial length of boundary surface.
(Type = real, default = none, units = m)

این کارت برای سطح سمت چپ هر سازهٔ حرارتی ضروری است، مگر در دو حالت که نیازی به تعیین این کارت نیست.

حالت اول: شرایط تقارن یا دمای مشخص در سطح مرزی (مقدار IBCL در کارت HSCCCCC400 برابر صفر، 2XXX یا 8XXX باشد.)

حالت دوم: عدم تعیین حجم کنترلی متصل به سطح مرزی (مقدار IBVL در کارت HSCCCCC400 منفی باشد.)

در پارامتر اول، مساحت سطح مرزی چپ تعیین می‌شود. این پارامتر باید مثبت باشد و برای هندسه‌های استوانه‌ای و کروی صرف‌نظر می‌شود.

در هندسه‌های مستطیلی، مقدار این پارامتر در مرز چپ و راست (ASURFR در کارت HSCCCCC700) باید برابر باشد.

در هندسه‌های استوانه‌ای، مقدار این پارامتر از موقعیت گره دمایی چپ (XI در کارت HSCCCCC100) و طول محوری این سازه (BNDZL در کارت HSCCCCC100) محاسبه خواهد شد.

در هندسه‌های کروی و نیم‌کره، این پارامتر از موقعیت مرز چپ محاسبه خواهد شد.

در پارامتر دوم، طول مشخصهٔ سطح مرزی تعیین می‌شود. این پارامتر در محاسبهٔ کمیت‌هایی مانند اعداد بی‌بعد رینولدز، گراشف، ناسلت و شرود استفاده می‌شود.

در پارامتر سوم، طول محوری سطح مرزی تعیین می‌شود. این پارامتر مرتبط با سطح مرزی سمت چپ سازهٔ حرارتی است که عمود بر جهت جریان انرژی در این سازهٔ حرارتی است. این پارامتر باید مثبت باشد و برای هندسه‌های کروی و نیم‌کره صرف‌نظر می‌شود.

در هندسه‌های مستطیلی و استوانه‌ای، طول محوری این سطح و سطح مرزی راست (BNDZR در کارت HSCCCCC700) باید برابر باشد.

در هندسه‌های کروی و نیم‌کره، طول محوری از موقعیت گره دمایی سطح مرزی چپ (XI در کارت HSCCCCC100) محاسبه می‌شود.

HSCCCCC600 – Right (Outside) Boundary Surface Data

HSCCCCC601 – Right (Outside) Boundary Surface Radiation Data

HSCCCCC700 – Additional Right (Outside) Boundary Surface Data

برای سطح مرزی راست کارت‌های مشابه سطح مرزی چپ وجود دارد که باید بر اساس شرایط مسأله در مرز راست در کارت‌های فوق تعیین شوند. لازم به ذکر است که در این کارت‌ها تفاوت‌هایی با کارت‌های سطح مرزی چپ وجود دارد. به عنوان مثال امکان تعریف چگالندهٔ یخی[1] در کارت‌های مرزی راست وجود دارد که توضیحات بیشتر آن در مرجع [۱] ارائه شده است.

HSCCCCC800 – Initial Temperature Distribution Location
00000 ≤ CCCCC ≤ 99999, CCCCC is the heat structure number.
Optional

(1) **NTDLOC** - Indicator for location of initial temperature distribution.
(Type = integer, default = none, units = none)

[1] - Ice-Condenser

در کارت فوق، موقعیت توزیع دمای اولیه تعریف می‌شود. این کارت و کارت بعدی در حالتی که پارامتر ISS در کارت HSCCCCC000 بزرگتر یا مساوی صفر باشد، نباید به کار روند. چراکه محاسبات حالت پایا برای تعیین توزیع دمای اولیه استفاده خواهد شد.

اگر پارامتر NTDLOC منفی باشد، توزیع دمای اولیه برای سازهٔ حرارتی باید در کارت HSCCCCC8NN تعیین شود. اگر یک عدد غیرمنفی پنج رقمی MMMMM باشد، از داده‌های تعیین شده در کارت HSMMMMMM8NN استفاده خواهد شد، که مربوط به سازهٔ حرارتی MMMMM است.

HSCCCCC8NN – Initial Temperature Distribution Data
00000 ≤ CCCCC ≤ 99999, CCCCC is the heat structure number.
01 ≤ NN ≤ 99, NN is the sequence number.

(1) **TEMPIN** - Initial temperature. This temperature must be strictly positive.
(Type = real, default = none, units = K)

(2) **NODNUM** - Temperature node number.
(Type = integer, default = none, units = none)

در این کارت توزیع دمای اولیه تعیین می‌شود و در صورتی نیاز است که پارامتر NTDLOC در کارت HSCCCCC800 منفی باشد. توزیع دما به صورت زوج داده در دو پارامتر TEMPIN و NODNUM که به ترتیب دمای اولیه و شماره گره دمایی است تعیین می‌شود. برای همهٔ NP گرهٔ معرفی شده در کارت HSCCCCC000 باید دمای اولیه تعیین شود. می‌توان یک دما را به همهٔ گره‌های دمایی تنها یا یک زوج داده تعیین نمود.

۴-۶-۶-۲- ورودی چشمهٔ گاز

در بخش (۴-۶-۶-۱) ورودی مشخصات سازهٔ حرارت در بخش MELGEN که اصلی‌ترین بخش در بستهٔ HS است، ارائه شد. ورودی سایر بخش‌های این بسته در ادامه به اختصار ارائه می‌شود. برای دریافت مطالب بیشتر مراجع [۱] پیشنهاد می‌شود.

یکی از بخش‌های دیگر بستهٔ HS، بخش ورودی مربوط به چشمه‌های گازی است. ورودی مدل چشمه‌های گازی با شناسه HSDGCCCCCN شناسایی می‌شوند. در این شناسه:

HSDG – نشان می‌دهد که این کارت مربوط به چشمهٔ گاز در سازهٔ حرارتی است.

CCCCC – شماره سازهٔ حرارتی است که در آن مدل چشمه گاز به کار رفته است.

N – شمارنده کارت است.

کارت‌های زیر برای تعیین یک چشمهٔ گازی نیاز هستند. در ادامه کارت‌های این بخش به اختصار ارائه می‌شوند. برای دریافت اطلاعات بیشتر مرجع [۱] پیشنهاد می‌شود.

HSDGCCCCC0 – General Gas Source Data
$00000 \leq$ CCCCC ≤ 99999, CCCCC is the gas source number
Required

(1) **ISRCHS** - Gas release surface.
(Type = integer, default = none, units = none)

(2) **ISDIST** - Source distribution.
(Type = integer, default = none, units = none)

(3) **GASNAM** - Name of released gas.

در این کارت اطلاعات عمومی چشمهٔ گاز تعیین می‌شوند. در پارامتر اول، سطحی که از آن گاز آزاد می‌شود (CCCCC)، تعیین می‌شود. مقدار مطلق این پارامتر شماره سازهٔ حرارتی است که حاوی چشمه گازی است. اگر این پارامتر منفی باشد، گاز از سطح مرزی چپ آزاد خواهد شود و اگر مثبت باشد، گاز از سطح مرزی راست آزاد خواهد شد. این مقدار نمی‌تواند برابر صفر باشد و حتماً باید برابر شماره سازهٔ حرارتی باشد که در ورودی موجود است. در پارامتر دوم، تعداد بازهٔ مکانی (مش) در سازهٔ حرارتی CCCCC است که چشمه در آن توزیع شده است. این پارامتر باید بزرگتر یا مساوی ۱ و کوچکتر یا مساوی تعداد بازه‌های مکانی آن سازهٔ حرارتی حاوی چشمهٔ گازی باشد. در پارامتر سوم نام گاز آزاد شونده تعیین می‌شود. گاز تعیین شده در اینجا باید در مسأله تعریف شده باشد. نام گازهای تعریف شده در کد، در جدول شماره ۸ ارائه شده‌اند.

جدول شماره ۸: گازهای معتبر در مدل چشمهٔ گاز در سازهٔ حرارتی

Name	Type
FOG	Atmosphere liquid water
H2O-VAP	Atmosphere water vapor
H2	Hydrogen
O2	Oxygen
CO2	Carbon dioxide
CO	Carbon monoxide
N2	Nitrogen
NO	Nitrogen monoxide

Name	Type
N2O	Nitrous oxide
NH3	Ammonia
C2H2	Acetylene
CH4	Methane
C2H4	Ethylene
GASk	User-defined gas (k=A, B, …, J)

در جدول شماره ۸ دو گاز اول در همهٔ مسائل وجود دارند. سایر گازهای این جدول باید در بستهٔ NCG به عنوان گازهای چگالش‌ناپذیر معرفی شوند.

نوع مادهٔ SS وابسته به محاسبات بستهٔ COR است که در آن مدل ذوب سازه‌های استیلی مرزی قلب ذوب می‌شوند و استیل مذاب وارد حلقهٔ شعاعی خارجی ناحیهٔ قلب می‌شود. در صورت عدم حضور بستهٔ COR این ماده صرف‌نظر خواهد شد. همچنین محدودیت‌هایی برای رهاسازی گاز از استیل وجود دارد که در مرجع [۱] ذکر شده است.

HSDGCCCCC1 – Gas Source Characterization Data
00000 ≤ CCCCC ≤ 99999, CCCCC is the gas source number
Required

(1) **RHOSRC** - Density of gas source.
(Type = real, default = none, units = kg/m3)

(2) **HTRSRC** - Heat of reaction of gas source.
(Type = real, default = none, units = J/kg)

(3) **TEMPL** - Lower temperature for degassing.
(Type = real, default = none, units = K)

(4) **TEMPU** - Upper temperature for degassing.
(Type = real, default = none, units = K)

(5) **HTCICE** - Ice condenser Nusselt number multiplier.
(Type = real, default = none, units = none)

(6) **RNDICE** - Ice condenser RN deposition surface area enhancement factor.
(Type = real, default = none, units = none)

(7) **EXPICE** - Ice condenser surface area exponent.
(Type = real, default = none, units = none)

در این کارت اطلاعات مربوط به چشمهٔ گازی تعیین می‌شود. در پارامتر RHOSRC، مقدار چگالی چشمه گازی تعیین می‌شود. این چگالی در حجم بازه مکانی حاوی چشمه گاز ضرب می‌شود و جرم گازی که می‌تواند از این چشمه آزاد شود، مشخص می‌شود. این عدد باید بزرگتر یا مساوی صفر باشد.

در پارامتر HTRSRC، گرمای واکنش چشمهٔ گازی تعیین می‌شود. ظرفیت گرمایی حجمی از تقسیم حاصل‌ضرب دو پارامتر HTRSRC و RHOSRC بر محدودهٔ دمایی آزاد شدن گاز (TEMPU منهای TEMPL) به دست می‌آید. در پارامتر TEMPL، حد پایین دما برای آزاد شدن گاز تعیین می‌شود. در پارامتر TEMPU، حد بالای دما برای آزاد شدن گاز تعیین می‌شود. این پارامتر باید از پارامتر TEMPL بزرگتر باشد. سه پارامتر بعدی تنها اگر سازهٔ حرارتی چگالنده یخی در کارت HSCCCCC600 تعریف شده باشد، به کار می‌روند که توضیحات آنها در مرجع [۱] ارائه شده است.

۴-۶-۶-۳- ورودی رهگیری فیلم مایع

داده‌های ورودی برای مدل رهگیری فیلم مایع با شناسه HSFTijjkk تعیین می‌شوند که در آن:

HSFT – نشان دهندهٔ مدل رهگیری فیلم مایع است.

i – شمارنده شبکه‌های سازه‌های حرارتی است.

jj – شماره توالی برای هر سازهٔ حرارتی در شبکه است.

kk – شماره توالی سازه‌های حرارتی متصل جهت تخلیه مایع است.

مدل رهگیری فیلم مایع به صورت خودکار کل مقدار آبی که از سطح هر سازهٔ حرارتی در شبکه تخلیه می‌شود را محاسبه می‌کند. کاربر باید مقصد تخلیه را مشخص کند. تقسیم‌بندی مقصد به کاربر امکان تقسیم کل آب تخلیه شده به سه قسمت را می‌دهد:

۱. سطح یک یا چند سازهٔ حرارتی در یک شبکه
۲. از طریق بستهٔ SPR و بستهٔ TP برای بارش از سطح
۳. استخر در حجم کنترل بستهٔ CVH مرتبط با سطح

ممکن است در یک مسأله بیش از یک شبکه وجود داشته باشد (به عنوان مثال، یک شبکه برای محفظهٔ راکتور، یک شبکه در مولدهای بخار، یک شبکه برای سازه‌های محفظهٔ ایمنی)، اما هر سازهٔ حرارتی باید فقط در یک شبکه باشد. سازه‌های

حرارتی باید از بالا به پایین در کارت HSFTijj00 در توضیح شبکه لیست شوند. به این صورت که اگر سازهٔ حرارتی A به سازهٔ حرارتی B تخلیه داشته باشد، آنگاه سازهٔ حرارتی A باید اول قرار گیرد (یعنی مقدار jj آن در کارت HSFTijj00 خودش کوچکتر از مقدار jj در کارت HSFTijj00 برای سازهٔ حرارتی B باشد). علاوه براین، گردش تخلیه آب فیلم مایع مجاز نیست و سازهٔ حرارتی B نمی‌تواند به سازهٔ حرارتی A تخلیه داشته باشد. همهٔ سازه‌های حرارتی که تخلیه فیلم آب را از یک سازهٔ حرارتی دیگر یا یک چشمهٔ خارجی دریافت می‌کنند، باید در یک شبکه قرار داشته باشند. سطوح سازهٔ حرارتی که تخلیه فیلم مایع را از سازه‌های حرارتی دیگر یا چشمهٔ خارجی دریافت می‌کنند باید در آنها انتقال جرم فعال شده باشد. برای این منظور باید مقادیر پارامترهای IBCL و IBVL در کارت HSCCCCC400 و یا پارامترهای IBCR و IBVR در کارت HSCCCCC600 مثبت باشند. جمع همهٔ کسرهای تخلیه (FRAINs بعلاوهٔ همهٔ FDRNsها برای s = L یا s = R) برای هر سطح یک سازهٔ حرارتی در شبکه باید از ۱ بیشتر نباشد. اگر این مقدار کمتر از ۱ باشد، آب اضافه به استخر حجم CVH مرتبط با آن سطح تخلیه خواهد شد.

HSFTi0000 – Network Size Data
$0 \leq i \leq 9$, i is the network identification number
Required

(1) **NUMSTR** - Number of heat structures in the network
(Type = integer, default = none, units = none)

در این کارت اندازهٔ شبکهٔ سازه‌های حرارتی تعیین می‌شود. در پارامتر NUMSTR تعداد سازه‌های حرارتی در شبکه i تعیین می‌شود.

HSFTijj00 – Network Heat Structure Identification and Source Data
i has the same value as i in record HSFTi0000
$01 \leq jj \leq NUMSTR \leq 99$, jj is a sequencing identifier for these records
Required

در این کارت سازه‌های حرارتی موجود در یک شبکه و مشخصات لازم آنها تعیین می‌شوند. شش پارامتر اول در این کارت ضروری هستند. چهار پارامتر بعدی در صورتی نیاز هستند که چشمهٔ خارجی آب وجود داشته باشد. این کارت باید برای هر سازهٔ حرارتی موجود در شبکه تعیین شود. شمارندهٔ سازه‌های حرارتی jj در شناسهٔ کارت است.

(1) **IDSTRC** - Heat structure number (CCCCC value from HSCCCCCxxx records)
(Type = integer, default = none, units = none)

اولین پارامتر این کارت، شمارهٔ سازهٔ حرارتی را مشخص می‌کند. شمارهٔ سازهٔ حرارتی همان CCCCC در کارت HSCCCCCxxx است.

(2) **NUMDRN** - Number of heat structures this structure drains to
(Type = integer, default = none, units = none)

تعداد سازه‌های حرارتی که این سازهٔ حرارتی به آنها تخلیه فیلم مایع دارد در این پارامتر تعیین می‌شود.

(3) **FRAINL** - Fraction of the total drainage from the left surface of the heat structure that is transferred to the Spray package as "rain."
(Type = real, default = none, units = none)

در پارامتر FRAINL، کسر کل تخلیهٔ از سطح چپ سازهٔ حرارتی که به بستهٔ اسپری (SPR) به صورت بارش منتقل می‌شود، تعیین می‌شود.

(4) **NTPL** - The "in" transfer process number for "rain" transfers to the SPR package from the left surface of the structure
(Type = integer, default = none, units = none)

شمارهٔ مربوط به فرایند انتقال در بستهٔ TP برای انتقال بارش به بستهٔ SPR از سطح چپ سازهٔ حرارتی در این پارامتر تعیین می‌شود. اگر مقدار پارامتر FRAINL برابر صفر است، این پارامتر نیز برابر صفر خواهد بود.

(5) **FRAINR** - Same as FRAINL except for right surface.
(Type = real, default = none, units = none)

این پارامتر مشابه پارامتر FRAINL است، با این تفاوت که برای سطح مرزی راست سازهٔ حرارتی لحاظ می‌شود.

(6) **NTPR** - Same as NTPL except for left surface.
(Type = integer, default = none, units = none)

این پارامتر مشابه پارامتر NTPL است، با این تفاوت که برای سطح مرزی راست سازهٔ حرارتی لحاظ می‌شود.

(7) **IMSRCL** - Mass source rate (kg/s) identifier number for left surface.
(Type = integer, default = none, units = none)

در پارامتر IMSRCL، شماره تعیین کنندهٔ نرخ چشمهٔ جرمی برای سطح چپ تعیین می‌شود. یک مقدار مثبت شماره تابع جدولی برای چشمه جرمی و یک مقدار منفی شمارهٔ تابع کنترلی برای چشمهٔ جرمی خواهد بود. مقدار صفر یعنی چشمه جرمی وجود ندارد.

(8) **IESRCL** - Specific enthalpy (J/kg) source identifier number for source associated with IMSRCL; a positive value indicates a tabular function, a negative value indicates a control function and 0 indicates there is no source.

(Type = integer, default = none, units = none)

در پارامتر IESRCL، شماره تعیین کنندهٔ نرخ چشمهٔ آنتالپی ویژه برای سطح چپ تعیین می‌شود. یک مقدار مثبت شماره تابع جدولی برای آنتالپی ویژه و یک مقدار منفی شمارهٔ تابع کنترلی برای آنتالپی ویژه خواهد بود. مقدار صفر یعنی چشمه وجود ندارد.

(9) **IMSRCR** - Same as IMSRCL except for right surface of heat structure CCCCC.
(Type = integer, default = none, units = none)

این پارامتر مشابه پارامتر IMSRCL است، با این تفاوت که برای سطح مرزی راست سازهٔ حرارتی لحاظ می‌شود.

(10) **IESRCR** - Same as IESRCL except it is associated with IMSRCR.
(Type = integer, default = none, units = none)

این پارامتر مشابه پارامتر IESRCL است، با این تفاوت که برای سطح مرزی راست سازهٔ حرارتی لحاظ می‌شود.

HSFTijjkk – Data for Drainage Heat Structures
i has the same value as i in HSFTi0000
jj has the same value as jj in HSFTijj00
$01 \leq$ kk $\leq$ NUMDRN ≤ 99, kk is a sequence number for these records

در این کارت، اطلاعات سازه‌های حرارتی که به آنها تخلیه صورت می‌گیرد، معرفی می‌شود. در این کارت i همان مقدار i در کارت HSFTi0000 است. یعنی هنوز در شبکه i هستیم. jj نیز همان مقدار در کارت HSFTijj00 است. این عدد مربوط به سازه‌های حرارتی موجود در شبکه است.

این کارت در صورتی ضروری است که پارامتر NUMDRN در کارت HSFTijj00 مثبت باشد و به تعداد NUMDRN کارت از نوع HSFTijjkk برای تعیین سازه‌های حرارتی دریافت کننده فیلم مایع نیاز است که با شمارندهٔ kk متمایز می‌شوند.

(1) **IDSDRN** - The heat structure number of the structure receiving the film drainage.
(Type = integer, default = none, units = none)

(2) **FDRNL** - The fraction of the total film drainage from the left surface of heat structure IDSTRC that goes to the left surface of heat structure IDSDRN.
(Type = real, default = none, units = none)

(3) **FDRNR** - Same as FDRNL except applies to right surface of heat structures.
(Type = real, default = none, units = none)

در پارامتر IDSDRN، شماره سازهٔ حرارتی دریافت کننده فیلم مایع تعیین می‌شود. در پارامتر FDRNL، کسر تخلیه فیلم مایع از سطح چپ سازهٔ حرارتی مبدأ (IDSTRC) که به سطح چپ سازهٔ حرارتی مقصد (IDSDRN) تخلیه می‌شود،

تعیین می‌گردد. پارامتر سوم مشابه پارامتر FDRNL است، با این تفاوت که برای سطح راست سازه‌های حرارتی لحاظ می‌شود.

۴-۶-۶-۴- ورودی تشعشع بین دو سازهٔ حرارتی

اطلاعات ورودی تشعشع بین دو سازهٔ حرارتی با شناسهٔ HSRDCCCCC0 تعیین می‌شوند. در این شناسه CCCCC یک عدد صحیح پنج رقمی است که برای یک زوج سطح توسط کاربر تعیین می‌شود. هر زوج سطح باید شماره یکتا داشته باشد به گونه‌ای که سطوحی که در یک زوج سطح مشخص شده‌اند نباید در زوج سطح دیگری تعیین شوند. تعداد مجاز زوج سطح‌ها محدود نیست و تنها با ظرفیت ذخیره کامپیوتر برای پایگاه داده محدود می‌شود.

HSRDCCCCC0 – Structure-to-Structure Radiation
Optional

(1) **IHSRD1** - Heat structure number for the first surface of the pair.

(Type = integer, default = none, units = none)

(2) **IHSRD2** - Heat structure number for the second surface of the pair. The left and right side conventions are the same as above for surface 1.
(Type = integer, default = none, units = none)

(3) **VIEW** - View factor between surface 1 and surface 2.
(Type = integer, default = none, units = none)

(4) **ICFRD1** - Optional real-valued control function index whose value is the emissivity of surface 1.
(Type = integer, default = 0, uints = none)

(5) **ICFRD2** - Optional real-valued control function index whose value is the emissivity of surface 2.
(Type = integer, default = 0, units = none)

ورودی مدل تشعشع بین دو سازهٔ حرارت یک کارت دارد. در پارامتر اول این کارت شماره سطح اول تعیین می‌شود. سطح سمت چپ با علامت منفی و سطح سمت راست سازهٔ حرارتی با علامت مثبت تعیین می‌شوند. در پارامتر دوم، شماره سطح دوم تعیین می‌شود. سطوح سمت چپ و راست مانند پارامتر IHSRD1 تعیین می‌شوند. در پارامتر سوم، ضریب دید بین سطوح ۱ و ۲ تعیین می‌شود. در پارامترهای چهارم و پنجم که اختیاری هستند، شماره تابع کنترلی که حاوی ضرایب انتشار سطوح ۱ و ۲ هستند را تعیین می‌کنند. اگر این پارامترها صفر یا خالی باشد، از یک رابطه برای تعیین ضریب انتشار به صورت تابعی از دما استفاده می‌شود.

اگر از توابع کنترلی برای ضریب انتشار استفاده شود، ضریب انتشار باید مقداری بین صفر و یک داشته باشد. اگر هر یک از ضرایب انتشار سطوح صفر باشد، یا اگر ضریب دید ورودی صفر باشد، یا هر یک از سطوح تعیین شده با آب استخر حجم کنترل CVH پوشیده شده باشند، انتقال حرارت تشعشعی صفر خواهد بود.

لازم به ذکر است که مدل تشعشع بین سطوح نباید برای سازه‌های با شرایط مرزی دما یا شار حرارتی مشخص استفاده شود. بنابراین مقادیر صفر، 2XXX، 3XXX، 8XXX و 9XXX برای پارامترهای IBCL یا IBCR برای استفاده از مدل تشعشع بین سطوح مجاز نیستند.

۴-۶-۷- ورودی بخش MELCOR بستهٔ HS

همهٔ کارت‌های ورودی بسته HS در بخش MELCOR اختیاری هستند و می‌توانند در این بخش استفاده نشوند. معمولاً کلیهٔ اطلاعات ورودی در بخش MELGEN تعیین می‌شوند. در بخش MELCOR تنها تغییرات مجاز در اطلاعات ورودی موجود در پایگاه دادهٔ بستهٔ HS به کار می‌رود. می‌توان ورودی‌های بخش MELCOR را مشابه ورودی‌های بخش MELGEN به چهار بخش تقسیم کرد.

۴-۶-۷-۱- ورودی سازهٔ حرارتی بخش MELCOR

اطلاعات ورودی در این بخش برای تغییر داده‌های مستقل از زمان یا توزیع‌های دما در یک آغاز مجدد به کار می‌روند. هر تغییری در اطلاعات یک سازهٔ حرارتی مجاز است به جز تغییر هندسه یا تغییر در گره‌های دمایی. در این بخش امکان افزودن یا پاک کردن یک سازهٔ حرارتی ممکن نیست. موارد زیر به پردازش ورودی توسط بستهٔ HS طی آغاز مجدد مربوط می‌شوند که اهمیت داشته و باید با کل ورودی بخش MELCOR برای سازه‌های حرارتی تطبیق داده شوند.

۱. اگرچه اطلاعات کامل برای هر سازهٔ حرارتی در بخش MELCOR نیاز نیست، هر داده در این بخش باید کامل باشد. بنابراین همهٔ پارامترهای یک کارت قبل و بعد از پارامتری که جهت تغییر مورد نظر است، باید قید شوند. یک استثناء وجود دارد و آن تغییر شرایط مرزی برای سازهٔ حرارتی در یک آغاز مجدد است. اگر تغییری در کارت‌های اطلاعات سطوح مرزی HSCCCCC400 (401) یا HSCCCCC600 (601) مورد نظر باشد، باید هر دو کارت HSCCCCC400 (401) و HSCCCCC600 (601) برای آن سازهٔ حرارتی در ورودی MELCOR قید شوند.
۲. همه پارامترهای یک کارت باید با معیارها یا محدودیت‌های ذکر شده در بخش ورودی MELGEN مطابقت داشته باشند.

۳. موقعیت همهٔ پارامترهایی که در بخش ورودی MELGEN توضیح داده شده است، توسط پردازندهٔ ورودی بستهٔ HS طی اجرای MELCOR تفسیر می‌شوند و به اطلاعات سازهٔ حرارتی MMMMM و نه اطلاعات کارت HSMMMMMXNN تخصیص داده می‌شوند. بنابراین، کاربر باید کارت‌هایی که حاوی اطلاعات جدید برای سازهٔ حرارتی CCCCC است، فراهم آورد. این در صورتی لازم است که اطلاعات مرتبط با سازهٔ حرارتی MMMMM تغییر خواهد کرد. زمانی که پردازندهٔ ورودی کارت‌ها را مرتب می‌کند، در صورتی‌که مقدار CCCCC کوچکتر از MMMMM باشد، تغییرات مورد نظر اعمال نمی‌شود.

۴-۶-۷-۲- ورودی چشمه‌های گازی در بخش MELCOR

همهٔ کارت‌های ورودی بستهٔ HS مربوط به این مدل در این بخش اختیاری است. کارت‌های ورودی در این بخش تنها برای تغییر داده‌های مستقل از زمان در یک اجرای آغاز مجدد است. هر تغییری در یک چشمهٔ گاز داده شده مجاز است. در حال حاضر امکان افزودن یا حذف کردن چشمه گازی در این بخش وجود ندارد. چشمهٔ گازی CCCCC می‌تواند به صورت مؤثر در اینجا با صفر قرار دادن چگالی در پارامتر RHOSRC در کارت HSDGCCCCC1 غیرفعال شود. موارد زیر به پردازش ورودی توسط بستهٔ HS طی آغاز مجدد مربوط می‌شوند که اهمیت داشته و باید با کل ورودی بخش MELCOR برای سازه‌های حرارتی تطبیق داده شوند.

۱. اگرچه اطلاعات کامل برای هر سازهٔ حرارتی در بخش MELCOR نیاز نیست، هر داده در این بخش باید کامل باشد. بنابراین همهٔ پارامترهای یک کارت قبل و بعد از پارامتری که جهت تغییر مورد نظر است، باید قید شوند.
۲. همه پارامترهای یک کارت باید با معیارها یا محدودیت‌های ذکر شده در بخش ورودی MELGEN مطابقت داشته باشند.
۳. پارامترهای ورودی ISRCHS، ISDIST و GASNAM در کارت HSDGCCCCC0 مجاز به تغییر برای چشمه گازی SS نیستند.

۴-۶-۷-۳- ورودی مدل رهگیری فیلم مایع در بخش MELCOR

کارت‌های ورودی در این بخش تنها برای تغییر داده‌های مستقل از زمان در یک اجرای آغاز مجدد است. تنها اطلاعاتی که ممکن است تغییر کند مقادیر FRAINL، NTPL، FRAINR، NTPR، IMSRCL، IESRCL، IMSRCR، IESRCR، FDRNL و FDRNR است. شبکه‌ها و سازه‌های حرارتی شبکه‌ها قابل افزودن و یا پاک شدن نیستند. مقدار پارامتر NUMSTR در کارت HSFTi0000 برای یک اجرای مجدد باید برابر تعداد سازه‌های حرارتی در شبکه i که تغییر می‌کند،

باشد. به طور مشابه، مقدار NUMDRN در کارت HSFTijj00 باید برابر تعداد سازه‌های حرارتی محل تخلیه که مقادیر FDRNL و یا FDRNR در آنها تغییر می‌کند، باشد.

۴-۶-۷- ورودی تشعشع بین سازه‌های حرارتی در بخش MELCOR

اگرچه اطلاعات ورودی برای مدل تشعشع بین سازه‌های حرارتی در بخش MELCOR مجاز نیست، ممکن است این مدل با استفاده از تابع کنترلی ضرایب انتشار در ورودی بخش MELGEN (پارامترهای ICFRD1 و ICFRD2 در کارت HSRDCCCCC0) فعال یا غیرفعال شود. طی اجرای MELCOR، هنگامی که انجام محاسبات تشعشع (بین دو سطحی که قبلاً در آنها مدل تشعشع فعال شده است) مطلوب نباشد، کاربر می‌تواند تابع کنترلی را به گونه‌ای تعیین کند که ضریب انتشار در آن صفر شود و بنابراین انتقال حرارت تشعشعی صفر خواهد شد. به دلیل اینکه ورودی تابع کنترلی در آغاز مجدد MELCOR مجاز است، این مدل به کاربر امکان کنترل مدل تشعشع طی همهٔ قسمت‌های محاسبات MELCOR را می‌دهد.

۴-۶-۸- ضرایب حساسیت بستهٔ HS

ضرایب حساسیت برای بستهٔ HS با شماره‌های ۴۰۰۰ تا ۴۲۹۹ تعیین می‌شوند. تقسیم‌بندی ضرایب حساسیت بستهٔ HS در جدول شماره ۹ ارائه شده است.

جدول شماره ۹: تقسیم‌بندی شماره‌های ضرایب حساسیت بستهٔ HS

Number	Description
4000 – 4049	Analytic Functions
4050 – 4059	Iteration Parameters
4060 – 4079	Parameter Ranges for Atmosphere Heat Transfer
4080 – 4099	Parameter Ranges for Pool Heat Transfer
4100 – 4149	Atmosphere Heat Transfer Correlations
4150 – 4199	Pool Heat Transfer Correlations
4200 – 4249	Mass Transfer Parameters and Correlations
4250 – 4299	Liquid Film Parameters and Correlations

در این بخش این ضرایب حساسیت معرفی می‌شوند. توضیحات بیشتر در مرجع [۱] ارائه شده است. لازم به ذکر است که در نسخه ۱,۸,۶ از کد MELCOR، تست خطای مقادیر جدید ضرایب حساسیت بستهٔ HS انجام نشده است. بنابراین، این اخطار به کاربر داده می‌شود که تغییر نامناسب یک ضریب ممکن است منجر به نتایج غیرواقعی یا خطای محاسباتی و توقف کد شود.

4000 – Surface Tension

4051 – Steady-State Iteration Parameters

4052 – Steady-State Iteration Weight Parameters

4055 – Transient Iteration Parameters

4056 – Transient Iteration Weight Parameters

4060 – Atmosphere Natural and Forced Convection Ranges

4061-4063 – Atmosphere Laminar and Turbulent Natural Convection Ranges

4064-4066 – Atmosphere Laminar and Turbulent Forced Convection Ranges

4071-Bounds on Critical Pool Fractions

4080-Pool Natural and Forced Convection Ranges

4081-4083 – Pool Laminar and Turbulent Natural Convection Ranges

4084-4086 – Pool Laminar and Turbulent Forced Convection Ranges

4101-4112 – Atmosphere Natural Convection

4113-4124 – Atmosphere Forced Convection

4151-4162 – Pool Natural Convection

4163-4174 – Pool Forced Convection

4180 – Nucleate Boiling Heat Flux

4181 – Critical Heat Flux

4182 – Minimum Film Boiling Heat Flux

4183 – Film Boiling Heat Flux

4184 – Radiation to Pool Heat Flux (Plane Model)

4200 – Mass Transfer Flux Model Transition Parameter

4201 – Sherwood Number for Diffusion Mass Transfer

4202 – Film Flashing Heat Transfer Coefficient

4203 – CVH Steam Depletion Control Parameters

4205 – Stainless Steel Melting (degassing) Parameters

4210-4232 – Film Heat Transfer Coefficient Correlations

4251 – Minimum and Maximum Liquid Film Thickness

4252 – Film Modeling Options

4253 – Film-Tracking Model Correlation Parameters

۴-۶-۹- متغیرهای قابل رسم و آرگومان‌های توابع کنترلی در بستهٔ HS

متغیرهایی که در بستهٔ HS ممکن است برای رسم شکل (p) و آرگومان‌های توابع کنترلی (c) استفاده شوند، در جدول شماره ۱۰ ارائه شده‌اند.

جدول شماره ۱۰: متغیرهای قابل رسم و آرگومان‌های توابع کنترلی در بستهٔ HS

Parameter	Type	Description (Unit)
HS-CPUC	p	Total CPU time used for HS package calculations (s)
HS-CPUE	p	Total CPU time used for HS package edits (s)
HS-CPUR	p	Total CPU time used for HS package restarts (s)
HS-DEGAS-ENERGY.GGGG	cp	Total energy of released gas from Gas Source GGGGG (J)
HS-DEGAS-MASS.GGGGG	cp	Total mass of released gas from Gas SourceGGGGG (kg)
HS-DEGAS-RATE.GGGGG	cp	Degasing rate of Gas Source GGGGG (kg/ s)
HS-DEGAS-STEELM.GGGGG	p	Steel mass melted during the system cycle for steel degassing source GGGGG (kg)
HS-DEGAS-CSTEELM.GGGGG	p	Cumulative mass of steel melted for steel degassing source GGGGG (kg)
HS-DELE-ATMS-L.CCCCC	cp	Integrated energy transfer to boundary volume atmosphere of left (inside) boundary surface of Heat Structure CCCCC due to mass transfer (J)
HS-DELE-ATMS-R.CCCCC	cp	Integrated energy transfer to boundary volume atmosphere of right (outside) boundary surface of Heat Structure CCCCC due to mass transfer (J)
HS-DELE-POOL-L.CCCCC	cp	Integrated energy transfer to boundary volume pool of left (inside) boundary surface of Heat Structure CCCCC due to mass transfer (J)
HS-DELE-POOL-R.CCCCC	cp	Integrated energy transfer to boundary volume pool of right (outside) boundary surface of Heat Structure CCCCC due to mass transfer (J)
HS-FILM-TEMP-L.CCCCC	cp	Temperature of film/ atmosphere interface at left boundary surface of Heat Structure CCCCC (K)
HS-FILM-TEMP-R.CCCCC	cp	Temperature of film/ atmosphere interface at right boundary surface of Heat Structure CCCCC (K)
HS-DELM-DROP-L.CCCCC	cp	Integrated droplet (fog) mass transfer to boundary volume atmosphere of left (inside) boundary surface of Heat Structure CCCCC (kg)
HS-DELM-DROP-R.CCCCC	cp	Integrated droplet (fog) mass transfer to boundary volume atmosphere of right (outside) boundary surface of Heat

Parameter	Type	Description (Unit)
		Structure CCCCC (kg)
HS-DELM-POOL-L.CCCCC	cp	Integrated water mass transfer to boundary volume pool of left (inside) boundary surface of Heat Structure CCCCC (kg)
HS-DELM-POOL-R.CCCCC	cp	Integrated water mass transfer to boundary volume pool of right (outside) boundary surface of Heat Structure CCCCC (kg)
HS-DELM-STEAM-L.CCCCC	cp	Integrated vapor (steam) mass transfer to boundary volume atmosphere of left (inside) boundary surface of Heat Structure CCCCC (kg)
HS-DELM-STEAM-R.CCCCC	cp	Integrated vapor (steam) mass transfer to boundary volume atmosphere of right (outside) boundary surface of Heat Structure CCCCC (kg)
HS-ENERGY-FLUX-L.CCCCC	p	Energy flux associated with HS-MASS-FLUXL.CCCCC (W
m2)		
HS-ENERGY-FLUX-R.CCCCC	p	Energy flux associated with HS-MASS-FLUXR.CCCCC (W
m2) HS-ENERGY-INPUT.CCCCC	cp	Energy input to Heat Structure CCCCC by internal and surface power sources and by other packages (J)
HS-ENERGY-STORED.CCCCC	p	Stored energy of Heat Structure CCCCC (J)
HS-FILM-ENTH-L.CCCCC	p	Specific enthalpy of liquid film on left (inside) boundary surface of Heat Structure CCCCC (J/ kg)
HS-FILM-ENTH-R.CCCCC	p	Specific enthalpy of liquid film on right (outside) boundary surface of Heat Structure CCCCC (J/ kg)
HS-FILM-MASS-L.CCCCC	p	Mass of liquid film on left (inside) boundary surface of Heat Structure CCCCC (kg)
HS-FILM-MASS-R.CCCCC	p	Mass of liquid film on right (outside) boundary surface of Heat Structure CCCCC (kg)
HS-FILM-THICK-L.CCCCC	p	Thickness of liquid film on left (inside) boundary surface of Heat Structure CCCCC (m)
HS-FILM-THICK-R.CCCCC	p	Thickness of liquid film on right (outside) boundary surface of Heat Structure CCCCC (m)
HS-HTC-ATMS-L.CCCCC	cp	Atmosphere heat transfer coefficient at left (inside) boundary surface of Heat Structure CCCCC (W/ m2 • K)
HS-HTC-ATMS-R.CCCCC	cp	Atmosphere heat transfer coefficient at right (outside) boundary surface of Heat Structure CCCCC (W/ m2 • K)
HS-HTC-POOL-L.CCCCC	cp	Pool heat transfer coefficient at left (inside) boundary surface of Heat Structure CCCCC (W/ m2 • K)
HS-HTC-POOL-R.CCCCC	cp	Pool heat transfer coefficient at right (outside) boundary surface of Heat Structure CCCCC (W/ m2 • K)
HS-ITER-FREQ	p	Average iteration frequency over all heat structures
HS-MASS-FLUX-L.CCCCC	cp	Mass flux to left (inside) boundary surface of Heat Structure CCCCC (kg/ m2 • s)
HS-MASS-FLUX-R.CCCCC	cp	Mass flux to right (outside) boundary surface of Heat Structure CCCCC (kg/ m2 • s)
HS-MTC-L.CCCCC	p	Diffusion mass transfer coefficient at left (inside) boundary surface of Heat Structure CCCCC (m/s)
HS-MTC-R.CCCCC	p	Diffusion mass transfer coefficient at right (outside) boundary surface of Heat Structure CCCCC (m/s)

Parameter	Type	Description (Unit)
HS-POOL-FRAC-L.CCCCC	cp	Fraction left (inside) boundary surface of Heat Structure CCCCC in pool of its boundary volume
HS-POOL-FRAC-R.CCCCC	cp	Fraction of right (outside) boundary surface of Heat Structure CCCCC in pool of its boundary volume
HS-QFLUX-ATMS-L.CCCCC	cp	Heat flux to atmosphere at left (inside) boundary surface of Heat Structure CCCCC (W/m^2)
HS-QFLUX-ATMS-R.CCCCC	cp	Heat flux to atmosphere at right (outside) boundary surface of Heat Structure CCCCC (W/m^2)
HS-QFLUX-POOL-L.CCCCC	cp	Heat flux to pool at left (inside) boundary surface of Heat Structure CCCCC (W/m^2)
HS-QFLUX-POOL-R.CCCCC	cp	Heat flux to pool at right (outside) boundary surface of Heat Structure CCCCC (W/m^2)
HS-QTOTAL-ATMS-L.CCCCC	p	Time and surface integral of heat flux to atmosphere at left (inside) boundary surface of Heat Structure CCCCC (J)
HS-QTOTAL-ATMS-R.CCCCC	p	Time and surface integral of heat flux to atmosphere at right (outside) boundary surface of Heat Structure CCCCC (J)
HS-QTOTAL-POOL-L.CCCCC	p	Time and surface integral of heat flux to pool at left (inside) boundary surface of Heat Structure CCCCC (J)
HS-QTOTAL-POOL-R.CCCCC	p	Time and surface integral of heat flux to pool at right (outside) boundary surface of Heat Structure CCCCC (J)
HS-TEMP.CCCCCMN	cp	Temperature at node MN of Heat Structure CCCCCC (K)

۴-۶-۱۰- نمونهٔ ورودی بستهٔ HS

در این بخش مثالی برای یک مسأله که از بستهٔ HS برای اجرای MELGEN و MELCOR استفاده می‌کند، بررسی می‌شود. این مسأله یک مسأله کلی برای سازهٔ حرارتی است. در یک راکتور آب جوشان که محفظهٔ ایمنی از نوع Mark II دارد، ۳۲۲۶ مگاوات حرارتی در ۴۷۳۶۸ میلهٔ سوخت تولید می‌شود. در مسأله نمونه فرض می‌شود که در شرایط اولیه ۸۵ درصد قلب از آب پوشیده است. در این مسأله بسته‌های زیر استفاده می‌شوند.

۱. بستهٔ HS
۲. بستهٔ CVH
۳. بستهٔ FL
۴. بستهٔ MP
۵. بستهٔ CF
۶. بستهٔ TF

در این مسأله از بستهٔ COR استفاده نشده است. در این مسأله قلب راکتور LaSalle با یک سازهٔ حرارتی که مدل یک میله سوخت با تعداد ۴۷۳۶۸ میله است، نشان داده شده است.

۴-۶-۱۰-۱- ورودی سازهٔ حرارتی برای بخش MELGEN

بخشی از ورودی MELGEN که یک فایل آغاز مجدد را برای اجرای مسأله می‌سازد در اینجا ارائه می‌شود. این ورودی نه تنها حاوی اطلاعات مورد نیاز سازهٔ حرارتی است بلکه برخی چشمه‌های گازهای محفظهٔ ایمنی، گازهای چگالش ناپذیر، خواص مواد و ورودی توابع جدولی نیز در آن وجود دارند.

در ادامه یک میله سوخت با سازهٔ حرارتی مدل‌سازی شده است. این سازهٔ حرارتی دارای هندسهٔ استوانه‌ای در جهت عمودی است. در داخل این سازهٔ حرارتی ۱۲ گره دمایی در نظر گرفته شده است. هر میله سوخت از سوخت اکسید اورانیوم، فاصله گازی و غلاف آلیاژ زیرکونیوم تشکیل شده است. توان واپاشی بعد از خاموشی راکتور با یک چشمه توان داخلی مشخص شده است. توان این چشمه داخلی توسط یک تابع جدولی بصورت تابعی از زمان تعیین می‌شود. شرط مرزی متقارن در مرکز میله و شرط مرزی جابجایی برای جریان خارجی با ضریب جابجایی حرارتی محاسبه شده توسط کد، در نظر گرفته شده است.

```
* INTACT FUEL RODS (5.4943-9.3043 M) - HEAT TRANSFER TO CORE
*
HS10100000    12    2
HS10100001    'FUEL ROD'
HS10100002    5.4943    1.0
HS10100003    4.7368E4
HS10100100    -1   1    0.0
HS10100102    8.678160E-4    2
HS10100103    1.735632E-3    3
HS10100104    2.603448E-3    4
HS10100105    3.471264E-3    5
HS10100106    4.339080E-3    6
HS10100107    5.206896E-3    7
HS10100108    5.321196E-3    8
HS10100109    5.524421E-3    9
HS10100110    5.727646E-3    10
HS10100111    5.930871E-3    11
HS10100112    6.134096E-3    12
HS10100201    uranium-dioxide   6
HS10100202    helium    7
HS10100203    zircaloy    11
HS10100300    500    -1    2.0889E-5
HS10100301    1.0   6
HS10100302    0.0    11
HS10100400    0
```

```
HS10100600    1   101    EXT    0.5    0.5
HS10100601    0.5    EQUIV-BAND    0.1
HS10100700    1.429449E-1   1.226819E-2    3.70884
```

در بخش بعدی، ورودی سازهٔ حرارتی نمایندهٔ بخش بالایی راکتور آمده است. بخش بالایی راکتور یک هندسه نیم‌کره‌ای از جنس استیل کربن‌دار است. شرط مرزی جابجایی برای جریان داخلی با ضرایب انتقال حرارت محاسبه شده در سطح داخلی راکتور و شرط مرزی جابجایی با ضریب جابجایی حرارتی حاصل از تابع جدولی در سطح خارجی در نظر گرفته شده است. شرط مرزی سطح خارجی نشان دهنده عایق در محفظهٔ راکتور است.

```
* UPPER HEAD – UPPER PLENIUM TO DRYWELL HEAT TRANSFER
*
HS10402000    5   5    -1
HS10402001    'UPPER HEAD'
HS10402002    18.53
HS10402100    -1    1    3.226
HS10402101    3.334   5
HS10402200    -1
HS10402201    CARBON-STEEL    4
HS10402300    -1
HS10402400    1   104   INT    0.5    0.5
HS10402401    0.75   EQUIV-BAND    3.0
HS10402500    50.59    3.226    3.226
HS10402600    5120    205   EXT    0.5    0.5
HS10402601    0.3   EQUIV-BAND    15.0
HS10402700    54.55    3.334    3.334
HS10402800    -1
HS10402801   560.0    5
```

ورودی بعدی مربوط به کف چاه مرطوب[1] محفظهٔ ایمنی برای نیروگاه است که یک سازهٔ حرارتی مستطیلی افقی از جنس بتون است. در هر دو سطح این سازه یک شرط مرزی جابجایی با ضریب انتقال حرارت محاسبه شده تعیین شده است.

```
* WETWELL FLOOR
* WETWELL TO SECONDARY CONTAINMENT HEAT TRANSFER
*
HS20002000   5   1   -1
HS20002001   'WETWELL FLOOR'
HS20002002   -28.7274   0.0
HS20002100   -1   2    0.0
HS20002101   0.7620   4
HS20002200   -1
HS20002201   CONCRETE    4
HS20002300   -1
HS20002400   1    300   EXT    0.5    0.5
```

[1] - wetwell floor

```
HS20002401    0.8     EQUIV-BAND     15.0
HS20002500    548.0     26.416     26.416
HS20002600    1    200     'EXT'     0.5     0.5
HS20002601    0.8    EQUIV-BAND     18.0
HS20002700    548.0    26.416    26.416
HS20002800    -1
HS20002801    325.0     5
```

در قسمت بعد، ورودی کامل چشمهٔ گاز که همان رهاشدن آب از بتون آهکی[1] است، آمده است. چشمه، بخار آب را به حجم مرزی سطح مرزی چپ سازهٔ حرارتی به شماره ۲۰۰۰۱، در محدودهٔ دمایی ۳۶۰ تا ۳۸۰ کلوین، به طور یکنواخت در کل سازهٔ حرارتی آزاد می‌کند. ظرفیت چشمه $۲/۲۱۱\times۱۰^{۵}$ کیلوگرم بخار آب است.

```
HSDG200110    -20001     4    H2O-VAP
HSDG200111     110.0    1.808E6     360.0    380.0
```

با افزایش دما، بتون آهکی همچنین می‌تواند بخار آب از آب محصور و نیز دی اکسید کربن از کربنات کلسیم آزاد کند.

```
HSDG200120     -20001     4     CO2
HSDG200121     72.0     6.912E6     500.0     520.0
HSDG200130     -20001     4     H20-VAP
HSDG200131     110.0     2.909E7     360.0     380.0
```

در ادامهٔ ورودی، گازهای چگالش‌ناپذیر در مسأله تعریف می‌شوند. باید مشخصات دی اکسید کربن تعیین شوند. بخار آب که از برخی گازها آزاد می‌شود ماده‌ای است که در مسأله وجود دارد.

```
NCG004     H2     4              * HYDROGEN
NCG005     N2     5              * NITROGEN
NCG006     CO2    6              * CARBON DIOXIDE
```

در ادامه، خواص مواد جدید استفاده شده در مسأله مانند CONCRETE تعیین می‌شوند. در این مسأله ورودی مواد جدید استیل و هلیوم باید تعریف شوند. توابع جدولی ۱۰۶، ۱۰۷ و ۱۰۸ باید رسانش حرارتی، ظرفیت گرمایی و چگالی بتون را تعیین کنند.

```
MPMAT10600     CONCRETE
MPMAT10601     THC     106
MPMAT10602     CPS     107
MPMAT10603     RHO     108
```

تابع جدولی ۱۲۰ حاوی ضریب انتقال حرارت به صورت تابعی از دما برای سطح خارجی عایق محفظهٔ راکتور است. این تابع مقدار ثابتی برای این ضریب برابر ۱۰ وات بر مترمربع بر کلوین را نشان می‌دهد.

[1] - Limestone concrete

```
TF12000     'HTC OUT VESS'     2    1.0     0.0
TF12010     273.15     10.0     5000.0     10.0
```

تابع جدولی ۵۰۰ توان واپاشی به صورت تابعی از زمان برای قلب راکتور LaSalle را تعیین می‌کند. اطلاعات این تابع حاوی مقدار اولیه توان برابر ۳۳۲۶ مگاوات و میزان واپاشی متداول برای راکتورهای آب جوشان بعد از توقف است.

```
TF50000     'DECAY-HEAT POWER'     22     3.326E9     0.0
TF50011     0.0     1.000000     0.1       0.900689
TF50012     0.2     0.274300     0.3       0.153171
TF50013     0.4     0.110821     0.5       0.091625
TF50014     0.6     0.083212     0.8       0.073556
TF50015     1.0     0.064777     1.5       0.063089
TF50016     2.0     0.059854     3.0       0.057265
TF50017     4.0     0.055204     6.0       0.052085
TF50018     8.0     0.049776     10.0      0.047947
TF50019     15.0    0.044575     20.0      0.042176
TF50020     30.0    0.038783     40.0      0.036348
TF50021     60.0    0.031546     1.0E5     0.001460
```

۴-۶-۱۰-۲- ورودی مدل چگالندهٔ یخی برای بخش MELGEN

یک مثال برای سازهٔ حرارتی، که شامل چشمهٔ گازی و ورودی مقدار جدولی برای مدل‌سازی چگالندهٔ یخی راکتور آب تحت فشار است، در ادامه آمده است. توضیحات این مدل در کارت HSCCCCC600 ارائه شده است.

```
HS00500000     2     2     -1                  * two nodes
HS00500001     'Ice Condenser'                 * name of structure
HS00500002     10.0     1.0                    * elevation is vertical
HS00500003     1000.0                          * multiplicity
HS00500100     -1     1     0.0                * node data
HS00500101     0.15     2                      * location node 2
HS00500200     -1                              * index for material
HS00500201     basket     1                    * mat. name and mesh interval
HS00500300     0                               * no internal heat source
HS00500400     0                               * adiabatic left surface
HS00500600     1    1    ice    0.5    0.5    * convective H.T.C.
HS00500700     1.0     0.3     14.60           * CLNR is diameter
HS00500800     -1                              * input option parameter
HS00500801     274.0     2                     * initial temperature
*
HSDG000010     500     1     pool              * ice water to pool
HSDG000011     1000.0    754419.0    274.0    373.0    1.2    0.33    1.0
*
* Basket properties
*
MPMAT01200     basket
MPMAT01201     rho     300
MPMAT01202     cps     400
MPMAT01203     thc     500
```

```
*
TF30000     'basket rho'     1     1.0
TF30010     274.0     1.0
TF40000     'basket cps'     1     1.0
TF40010     274.     485.7
TF50000     'basket thc'     1     1.0
TF50010     274.0     5.0
```

۴-۶-۱۰-۳- ورودی مدل رهگیری فیلم مایع برای بخش MELGEN و MELCOR

یک مثال برای سازهٔ حرارتی که حاوی مدل رهگیری فیلم مایع، تابع جدولی، اسپری و ورودی بستهٔ فرایند انتقال (TP) برای مدل‌سازی یک سیستم خنک‌سازی غیرفعال محفظه که برای یک محفظهٔ ایمنی فرض است، در ادامه آمده است. ورودی بخش MELGEN برای مدل رهگیری فیلم مایع به صورت زیر است:

```
cv00100     'containment'     2     2     7
cv001a1     pvo1    1.0e5    tatm    348.0    rhum    1.0    mlfr.4    1.0
cv001b1     0.0     0.0      6.0     169.646     9.0     226.195
cv001c1     ae     100     2
*
cv00200     'environment'     2     2     6
cv002a1     pvo1    1.0e5    tatm    298.0    rhum    0.5    mlfr.4    1.0
cv002b1     0.0     0.0     48.0     1.e10
*
tf10000    'enthalpy source'    4    1.0    *simulates containment heating
tf10010     0.0    0.0    10.0    0.0    10.1    1.0e7    1.e4    1.0e7
*
hs00100000     2     2                      * 2 nodes
hs00100001     'bot. cyl.'                  * cyl. bottom section
hs00100002     0.0     1.0                  * elevation, vertical
hs00100003     1.0                          * multiplicity
hs00100100     -1     1     3.              * temp. and node, loc.
hs00100101     3.05     2                   * location node 2
hs00100200     -1                           * index for material
hs00100201     'stainless-steel'     1      * material, mesh loc.
hs00100300     0                            * no internal power
hs00100400     1     1     int     0.5     0.5     * convective h.t.c.
hs00100500     1.     3.0     3.0                  * clnl is radius
hs00100600     1     2     ext     0.5     0.5     * convective h.t.c.
hs00100700     1.     3.0     3.0                  * clnl is radius
*
hs00200000     2     2                       * 2 nodes
hs00200001     'mid. cyl.'                   * cyl. middle section
hs00200002     3.0     1.0                   * elevation, vertical
hs00200003     1.                            * multiplicity
hs00200100     -1     1     3.0              * temp and node, loc.
hs00200101     3.05     2                   * location node 2
hs00200200     -1                           * index for material
hs00200201     'stainless-steel'     1      * material, mesh loc.
```

```
hs00200300    0                          * no internal power
hs00200400    1    1    int    0.5    0.5    * convective h.t.c.
hs00200500    1.    3.0    3.0                * clnl is radius
hs00200600    1    2    ext    0.5    0.5    * convective h.t.c.
hs00200700    1    3.0    3.0          * clnl is radius
*
hs00300000    2    5                    * 2 nodes
hs00300001    'top hemi.'               * hemispherical dome
hs00300002    6.0    1.0                * elevation, vert. unused)
hs00300003    1.0                       * multiplicity
hs00300100    -1    1    3.0           * temp and node, loc.
hs00300101    3.05    2                 * ocation node 2
hs00300200    -1                        * index for material
hs00300201    'stainless-steel'    1    * material, mesh loc.
hs00300300    0                         * no internal power
hs00300400    1    1    int    0.5    0.5    * convective h.t.c.
hs00300500    1.    3.0    3.0                * clnl is radius
hs00300600    1    2    ext    0.5    0.5    * convective h.t.c.
hs00300700    1.    3.0    3.0                * clnl is radius
*
hsft00000    3
hsft00100    300    1    0.5    100    0.0    0    0    0    10    20
hsft00101    200    0.5    1.0
hsft00200    200    1    0.0    0    0.0    0
hsft00201    100    1.0    1.0
hsft00300    100    0    0.0    0    0.0    0
*
tf01000    'water source'    3    1.0    * passive containment cooling
tf01010    0.0    3.e0    1.5e3    3.e0    4.e3    7.0
*
tf02000    'water enthalpy'    2    1.0    * water at about 300 K
tf02010    0.0    1.e5    1.e4    1.e5
*
sprsr0100    'rain'    1    8.0          * rain from HS 300
sprsr0101    300    0.0    -1    -1    100 * "out" Trans. Pr. 100
sprsr0102    3.e-3    1.0                * drop size (3 mm)
*
tpin10000    1    1                     * water mass, temp.
tpot10000    1    100    def.1          * from "in" TP 100
*
```

ورودی بخش MELCOR برای تغییر تقسیم‌بندی تخلیه در سطح سمت چپ سازهٔ ۳۰۰ به صورت زیر است:

```
*
hsft00000    1
hsft00100    300    1    0.2    100    0.0    0    * dec. left rain
hsft00101    200    0.8    1.0                    * inc. left
*
```

۴-۷- بستهٔ MP

۴-۷-۱- معرفی بستهٔ MP

در این بسته با استفاده از معادلات تحلیلی، روابط و جدول‌ها، خواص موادی که در سایر بسته‌های پدیده‌شناختی مورد نیاز هستند، محاسبه می‌شود. خواص مورد نیاز سایر بسته‌های کد شامل خواص حالت ترمودینامیکی و خواص انتقال برای مواد و نیز خواص انتقال برای آب و گازهای چگالش‌ناپذیر می‌باشد. خواص مربوط به مواد در این بسته و خواص مرتبط با حالت ترمودینامیکی آب و گازهای چگالش‌ناپذیر، در بسته‌های H_2O و NCG تعیین می‌شوند. بسته‌های HS، FDI و COR از خواص مواد استفاده می‌کنند، در حالی که بسته‌های CVH، ESF و RN اساساً از خواص انتقال سیال استفاده می‌کنند. خواص ۳۴ ماده در این بسته تعیین می‌شوند. لیست این مواد در جدول شماره ۱۱ و خواص مواد تعریف‌شده در بستهٔ MP نیز در جدول شماره ۱۲ ارائه شده است.

جدول شماره ۱۱: مواد تعریف‌شده در بستهٔ MP

Material Name	Material Name	Material Name
Water (WATER)	Carbon Dioxide (CO_2)	Silver-Indium-Cadmium (AGINC)
Steam (STEAM)	Carbon Monoxide (CO)	Uranium Metal (UMETL)
Air (AIR)	Nitrogen (N_2)	Graphite (GRAPH)
Hydrogen (H_2)	Nitric Oxide (NO)	Concrete (CON)
Helium (HE)	Nitrous Oxide (N_2O)	Oxygen (O_2)
Argon (AR)	Ammonia (NH_3)	Cadmium (CADM)
Deuterium (D_2)	Acetylene (C_2H_2)	Stainless Steel 304 (SS304)
Zircaloy (ZR)	Methane (CH_4)	Lithium Aluminum (LIAL)
Zirconium Oxide (ZRO_2)	Ethylene (C_2H_4)	Uranium Aluminum (UAL)
Uranium Dioxide (UO_2)	Uranium Hexafluoride (UF_6)	Carbon Steel (CS)
Stainless Steel (SS)	Aluminum (ALUM)	Boron Carbide (B_4C)
Stainless Steel Oxide (SSOX)	Aluminum Oxide (AL_2O_3)	-

جدول شماره ۱۲: خواص مواد تعریف‌شده در بستهٔ MP

Properties	Type	Unit
Enthalpy as a function of temperature	Tabular	J/kg
Temperature as a function of enthalpy	Tabular	K
Specific Heat Capacity as a function of temperature	Tabular	J/kg-K
Thermal Conductivity as a function of temperature		
a. From tables	Tabular	W/m-K
b. From Eucken correlation and Wassijewa equation	Calculated	W/m-K
Dynamic Viscosity as a function of temperature		
a. From tables	Tabular	kg/m-s
b. From Chapman-Enskog equations and Lennard-Jones potentialparameters	Calculated	kg/m-s
Binary Diffusion Coefficient		
a. Function of temperature and pressure	Calculated	m^2/s

b. From Chapman-Enskog equations and Lennard-Jonespotential parameters	Calculated	m^2/s
Density		
a. Constant	Constant	kg/m^3
b. Function of temperature	Tabular	kg/m^3
c. Function of temperature and pressure	Calculated	kg/m^3
Melting Temperature	Constant	K
Latent Heat of Fusion	Constant	J/kg

خواص مواد در بستهٔ MP به صورت زیر تعیین می‌شوند:

- آنتالپی ویژه به صورت تابعی از دما با استفاده از مقادیر پیش‌فرض جدولی،
- ظرفیت گرمای ویژه به صورت تابعی از دما با استفاده از مقادیر پیش‌فرض جدولی،
- ضریب رسانش حرارتی به صورت تابعی از دما به دو روش: استفاده از مقادیر پیش‌فرض جدولی برای مواد ساختاری و دیگری استفاده از رابطه مربوطه برای گازهای چگالش‌ناپذیر، بخار و هوا. در مورد دوم، رابطه اوکن[۱] برای گازهای خالص فشارپایین و رابطه واسیجیوا[۲] برای ترکیبی از گازها به کار می‌رود.
- لزجت دینامیکی به صورت تابعی از دما به دو روش: استفاده از مقادیر جدولی برای مواد ساختاری و یا استفاده از روابط مربوطه برای گازهای چگالش‌ناپذیر، بخار و هوا. در مورد دوم از معادله چاپمن-اینسکوگ[۳] برای گازهای فشارپایین (خالص و یا ترکیبی از گازها) استفاده شده است.
- ضریب دوتایی پخش جرمی به دو روش: به صورت تابعی از دما و فشار و یا استفاده از معادله چاپمن-اینسکوگ برای یک جفت گاز فشارپایین و یا ترکیبی از گازهای فشارپایین.
- چگالی- برای محاسبه چگالی سه روش وجود دارد: استفاده از مقادیر ثابت چگالی، تعیین چگالی به صورت تابعی از دما با استفاده از جدول و یا تعیین چگالی بخار و هوا به صورت تابعی از دما و فشار.
- دمای ذوب.
- گرمای نهان ذوب.

۴-۷-۲- ورودی بستهٔ MP

کاربر می‌تواند مواد جدیدی در بستهٔ MP تعریف کند. این کار با نامگذاری مواد و تعریف خواص آنها در یک تابع جدولی یا یک مقدار ثابت انجام می‌شود. اگر نام مادهٔ ورودی با نام یکی از ۳۴ مادهٔ پیش‌فرض مطابق باشد، خواص ورودی به جای

۱ - Eucken
۲ - Wassijewa
۳ - Chapman-Enskog

مقادیر پیش‌فرض برای آن مواد استفاده خواهد شد. یک سری از کارت‌های زیر برای هر مادهٔ جدید یا هر تعریف مجدد ماده نیاز است.

MPMATnnn00 - Material Name
$0 \leq$ nnn $\leq$ 999, nnn is the user-defined material ID number
Required

(1) **MATNAM** - Default or user-defined material name.
(Type = character * 24)

در این کارت که ضروریست نام ماده تعیین می‌شود. نام ماده می‌تواند یکی از نام‌های پیش‌فرض یا یک نام جدید باشد. هر نامی که حاوی فاصلهٔ خالی باشد، باید داخل دو علامت نقل قول قرار گیرد. یک خط تیره به جای فاصلهٔ خالی قابل استفاده است. حروف بزرگ و کوچک یکسان فرض می‌شوند. در جدول شماره ۱۳ نام مواد پیش‌فرض ذکر شده است.

جدول شماره ۱۳: نام‌های مواد پیش‌فرض

1	WATER	17	CONCRETE
2	STEAM	18	OXYGEN
3	AIR	19	CARBON DIOXIDE
4	HYDROGEN	20	CARBON MONOXIDE
5	HELIUM	21	NITROGEN
6	ARGON	22	NITRIC OXIDE
7	DEUTERIUM	23	NITROUS OXIDE
8	ZIRCALOY	24	AMMONIA
9	ZIRCONIUM OXIDE	25	ACETYLENE
9A	ZRO2-INT	26	METHANE
10	URANIUM DIOXIDE	27	ETHYLENE
10A	UO2-INT	28	URANIUM HEXAFLUORIDE
11	STAINLESS STEEL	29	ALUMINUM
12	STAINLESS STEEL OXIDE	30	ALUMINUM OXIDE
13	BORON CARBIDE	31	CADMIUM
13A	B4C-INT	32	STAINLESS STEEL 304
14	SILVER-INDIUM-CADMIUM	33	LITHIUM ALUMINUM
15	URANIUM METAL	34	URANIUM ALUMINUM
16	GRAPHITE	35	CARBON STEEL

MPMATnnnmm - Property, Tabular Function Pairs
$0 \leq$ nnn $\leq$ 999, nnn is the user-defined material ID number
$01 \leq$ mm $\leq$ 49, mm is used for ordering the input

Required

(1) **PROP** - Property mnemonic.
(Type = character * 3)
(2) **ITBPRP** - Number of the tabular function for property PROP.
(Type = integer, default = none, units = dimensionless)

در این کارت زوج داده‌های خواص ماده تعیین می‌شوند. پارامتر اول عنوان خاصیت ماده و پارامتر دوم شماره تابع جدولی است که برای این خاصیت ماده است. تنها برای خاصیت ضریب رسانش حرارتی، پارامتر دوم می‌تواند منفی باشد که نشان‌دهندهٔ تابع کنترلی برای این خاصیت است. می‌توان در یک کارت چند زوج پارامتر وارد کرد، اما نمی‌توان یک زوج پارامتر را در دو خط مجزا قرار داد. اگر یک خاصیت برای یک ماده دوبار تعیین شود، آخرین مقدار تعیین شده استفاده خواهد شد.

در پارامتر اول، یکی از خواص زیر را باید انتخاب کرد:

ENH - enthalpy vs temperature,

TMP - temperature vs enthalpy,

CPS - specific heat vs temperature,

THC - thermal conductivity vs temperature,

VIS - viscosity vs temperature, or

RHO - density vs temperature.

انتخاب خواص ENH، TMP و CPS برای مواد پیشفرض B4C-INT، ZRO2-INT و UO2-INT مجاز نیستند.

در پارامتر دوم، شماره تابع جدولی برای تعیین مقدار خاصیت PROP مشخص می‌شود. تنها در حالتی که در پارامتر اول عبارت THC انتخاب شود، در پارامتر دوم می‌توان شمارهٔ تابع کنترلی با علامت منفی جهت تعیین خواص استفاده کرد.

MPMATnnnmm - Property, Constant Value Pairs
$0 \leq$ nnn $\leq$ 999, nnn is the user-defined material ID number
$50 \leq$ mm $\leq$ 98, mm is used for ordering the input
Required

(1) **PROP** - Mnemonic for a constant property.
(Type = character * 3)

(2) **CPROPV** - Constant property value to be used for property, PROP.
(Type = real, defaults = see MP Reference Manual, units = kg/m^3 for 'DEN', K for 'MLT', J/kg for 'LHF', Å (10^{-10}m) for 'SIG', K for 'EPS')

در این کارت خواص ثابت تعیین می‌شوند و در شمارنده mm با کارت قبلی تفاوت دارد. در پارامتر اول این کارت، عنوان خاصیت و در پارامتر دوم، مقدار آن تعیین می‌شوند. در پارامتر اول این کارت یکی از خواص زیر را باید انتخاب کرد:

DEN - constant density,

MLT - melting temperature,

LHF - latent heat of fusion,

SIG - Lennard-Jones potential parameter, σ , or

EPS - Lennard-Jones potential parameter, ε /k.

کاربر می‌تواند ترکیب استیل را در کارت بعدی تغییر دهد. در بستهٔ COR ترکیب استیل شامل ۷۴ درصد آهن، ۱۸ درصد کروم، ۸ درصد نیکل و صفر درصد کربن است. در صورتی که نیاز باشد، مقادیر نرمال می‌شوند به طوری که جمع کسر ترکیبات برابر یک شود.

MPMATnnn99 - Steel Composition
$0 \leq nnn \leq 999$, nnn is the user-defined material ID number for stainless steel (SS)
Optional

(1) **XFE** - Relative mass fraction of iron (must be greater than 0.0).
(Type = real, default = 0.74, units = dimensionless)

(2) **XCR** - Relative mass fraction of chromium.
(Type = real, default = 0.18, units = dimensionless)

(3) **XNI** - Relative mass fraction of nickel.
(Type = real, default = 0.08, units = dimensionless)

(3) **XCAR** - Relative mass fraction of carbon.
(Type = real, default = 0.0, units = dimensionless)

در پارامترهای این کارت به ترتیب نسبت‌های آهن، کروم، نیکل و کربن در استیل تعیین می‌شوند.

علاوه بر کارت‌های توضیح داده شده، در بستهٔ MP کارت‌های اختیاری زیر وجود دارد که توضیحات آنها در مرجع [۱] ارائه شده است.

MPCREEPmm0 – User-defined set of creep properties

MPCREEPmm1 – User-defined set of creep properties

MPCREEPmm2 – Second user-defined set of creep properties

۴-۷-۳- نمونهٔ ورودی بستهٔ MP

در این بخش نمونهٔ ورودی بستهٔ MP ارائه شده است. در این ورودی کارت‌هایی از بستهٔ EXEC نیز مشاهده می‌شود.

```
*****************************************************
* MELGEN INPUT FOR USER'S GUIDE *
*****************************************************
*
TITLE     'USERS GUIDE'
*
*********
* FILES *
*********
*
OUTPUTF     MPUSERS.GOUT
DIAGF       MPUSERS.GDIA
RESTARTF    MPUSERS.RST
*
CRTOUT
*
***********************************************************
* CHANGE NH3 THERMAL CONDUCTIVITY AND VISCOSITY THROUGH *
* LENNARD-JONES POTENTIAL PARAMETERS, SIG AND EPS *
***********************************************************
*
MPMAT00200    'AMMONIA'
MPMAT00250    SIG    3.000     * CONSTANT SIG (ANGSTROMS)
MPMAT00251    EPS    600.0     * CONSTANT EPS (K)
*
***********************************
* CHANGE B4C MELTING TEMPERATURE *
***********************************
MPMAT00300    'BORON CARBIDE'
MPMAT00350    MLT    2750.0     * CONSTANT MLT (K)
*
*************************************************************
* ADD LENNARD-JONES POTENTIAL PARAMETERS FOR A NEW GAS, HELIUM *
*************************************************************
MPMAT00400 'GASA'          * MUST USE NAME COMPATIBLE WITH NCG PACKAGE
MPMAT00450 SIG 2.551       * CONSTANT SIG (ANGSTROMS)
MPMAT00451 EPS 10.22       * CONSTANT EPS (K)
* NOTE: GASA (HELIUM) PARAMETERS MUST BE DEFINED USING NCG CARDS
```

۴-۸- بستهٔ NCG-H_2O

در بسته‌های H_2O و NCG روابطی برای معادلات حالت آب و گازهای چگالش‌ناپذیر استفاده می‌شوند. گازهای چگالش‌ناپذیر به وسیله دمای وابسته به ظرفیت حرارتی ویژه، دمای حالت نرمال (دمای مرجع)، انرژی تشکیل، آنتروپی در دمای مرجع و وزن مولکولی ماده توصیف می‌شوند. معادله حالت آب نیز مبتنی بر عبارت تحلیلی تابع هلمهولتز[۱] است که برای ایجاد جداول خواص به کار می‌رود. در بسته H_2O، همهٔ خواص ترمودینامیکی حالت تک‌فاز آب به صورت تابعی از چگالی و دما تعیین می‌شوند. خواص حالت دوفاز سیال نیز با استفاده از جداول مربوطه به‌دست می‌آید. در این بسته همچنین کتابخانه‌ای شامل داده‌های مورد نیاز گازها ایجاد شده است. لیست گازهای موجود در این کتابخانه در جدول شماره ۱۴ بیان شده است.

جدول شماره ۱۴: گازهای موجود در کتابخانه بستهٔ NCG-H_2O

Gas Name	Gas Name	Gas Name
Hydrogen (H_2)	Carbon Dioxide (CO_2)	Argon (Ar)
Deuterium (D_2)	Acetylene (C_2H_2)	Methane (CH_4)
Helium (He)	Ethylene (C_2H_4)	Carbon Monoxide (CO)
Nitrogen (N_2)	Ammonia (NH_3)	Nitrous Oxide (N_2O)
Oxygen (O_2)	Nitrogen Monoxide (NO)	User Defined Gases

۴-۸-۱- ورودی بستهٔ NCG H_2O

در این بسته کاربر باید تعیین کند چه گاز چگالش‌ناپذیری در مسأله استفاده شده است. همچنین هر تغییری در ضرایب پیشفرض و سایر ضرایب تعیین کننده حالت گاز که خواص ماده نامیده می‌شوند در این بخش تعیین می‌شوند. آب مایع و بخار همواره مواد شماره یک، دو و سه هستند و نیازی به تعریف ندارند. برای افزودن یک ماده در محاسبات، ورودی به صورت زیر در بخش MELGEN لازم است.

NCGnnn – Identifier Field
$000 \leq$ nnn $\leq$ zzz used for ordering
Required

(1) **MNAME** - MELCOR material name, e.g., O2 for oxygen.
(Type = character, default = none, units = dimensionless)

(2) **MNUMBER** - MELCOR material number. This material will be referred to by this number through the calculation.
(Type = integer, default = none, units = dimensionless)

[۱] - Helmholtz

(3) **MP NAME** - Material property name. Refer to the following table of allowed material properties.
(Type = character, default = none, units = dimensionless)

(4) **MP VALUE** - Material property value. Refer to the following table for units.
(Type = real, default = none, units = depends on property)
.
.
.
additional MP NAME/VALUE pairs

در پارامتر اول نام ماده در MELCOR تعیین می‌شود. در پارامتر دوم شماره ماده در MELCOR تعیین می‌شود. در پارامترهای بعد، اول خاصیت ماده مشخص و در پارامتر بعدی مقدار آن تعیین می‌شود. نام خاصیت ماده و واحد آن در جدول شماره ۱۵ ارائه شده است.

جدول شماره ۱۵: نام خاصیت ماده در بستهٔ NCG H_2O

Material Property Name	Units	Physical Interpretation
CV0	J/(kg K)	c_{v0} coefficient in $c_v(T)$
CV1	J/(kg K^2)	c_{v1} coefficient in $c_v(T)$
CV2	J/(kg K^3)	c_{v2} coefficient in $c_v(T)$
CV3	J/(kg K^4)	c_{v3} coefficient in $c_v(T)$
CVSQRT	J/(kg $K^{0.5}$)	c_{vsqrt} coefficient in $c_v(T)$
CVM1	J/kg	c_{vm1} coefficient in $c_v(T)$
CVM2	(J K)/kg	c_{vm2} coefficient in $c_v(T)$
TLOW	K	T_{low} lowest temperature for fit to $c_v(T)$
TUP	K	T_{up} lowest temperature for fit to $c_v(T)$
WM	kg/mol	molecular weight
EF	J/kg	e_f energy of formation
SZ	J/(kg K)	s_0 entropy at natural temperature (not used currently)

پس از اینکه همهٔ کارت‌ها پردازش شدند، همهٔ شماره‌های مواد بین ۱ و بزرگترین مقدار به کار رفته برای شماره مواد هیدرودینامیکی در ورودی بستهٔ CVH باید تعریف شوند. البته مواد ۱، ۲ و ۳ به صورت خودکار تعریف شده‌اند. نباید بین شماره مواد فاصله باشد. به عنوان مثال اگر تنها مواد ۱، ۲، ۳ و ۶ تعریف شده باشند، آنگاه یک خطا بدلیل عدم تعریف مواد ۴ و ۵ صادر می‌شود.

۴-۸-۲- ضریب حساسیت بستهٔ NCG H_2O

در این بسته تنها یک ضریب حساسیت استفاده می‌شود و آن دمایی است که در انتگرال گرمای ویژه برای تعیین انرژی داخلی و آنتالپی ظاهر می‌شود. این ضریب حساسیت با عدد ۲۰۹۰ شناسایی می‌شود.

۴-۸-۳- نمونهٔ ورودی بستهٔ NCG H_2O

مواد ۱، ۲ و ۳ همیشه آب داخل استخر (که می‌تواند دوفاز باشد)، آب مایع در اتمسفر (مه) و بخار آب در اتمسفر هستند. مثال زیر ماده شماره ۴ را هیدروژن و ماده شماره ۵ را اکسیژن با مقدار تغییر یافته c_{v0} برابر ۳۰۰۰ تعریف می‌کند.

```
NCG000      O2      5      CV0      3000.0
NCG010      H2      4
```

۴-۹- بستهٔ COR

بستهٔ COR برای مدل‌سازی رفتار حرارتی قلب و سازه‌های درون بخش پایینی محفظهٔ راکتور در حادثه طراحی شده است. این بسته همچنین قادر است جابجایی مواد قلب و سازه‌های درون بخش پایینی را در طول فرآیند ذوب، ریزش آوار و تشکیل استخرهای مذاب در اثر شکست محفظهٔ راکتور و تزریق آوار به درون چاهک راکتور، مدل‌سازی نماید. قرص‌های سوخت، غلاف، نگهدارنده‌ها[۱]، دیواره‌های کنیستر[۲] (برای راکتورهای BWR)، محفظه پوششی[۳] قلب و قالب‌ها[۴] (برای راکتورهای PWR)، سازه‌های دیگر مانند میله‌های کنترل و میله‌های هادی[۵]، استخرهای مذاب و همچنین ذرات آوار به طور جداگانه و در سلول‌های مجزا مدل می‌شوند. کلیه فرآیندهای مهم انتقال حرارتی که در قلب رخ می‌دهند، از طریق مدل‌های این بسته قابل بررسی است. تابش حرارتی در سازه‌های درون یک سلول و یا بین سلول‌ها در همهٔ جهت‌های محوری و شعاعی، تابش نسبت به ساختارهای مرزی (پوسته قلب و یا بخش بالایی[۶] محفظهٔ راکتور که توسط بستهٔ HS مدل می‌شود)، انتقال حرارت درون قرص‌های سوخت و در طول فاصلهٔ گازی[۷] غلاف و سوخت، رسانش محوری بین تجهیزات در سلول‌های مجاور، هدایت شعاعی درون صفحات قلب و درون بستر آوار از جمله مواردی هستند که با استفاده از این بسته مدل می‌شوند. در نسخهٔ ۱,۸,۶ کد محاسباتی MELCOR، مدل‌هایی به منظور بهبود قابلیت‌های کد به بستهٔ COR افزوده شده است که به‌اختصار عبارتند از:

- امکان تعریف هندسه کروی برای بخش پایین محفظهٔ راکتور،
- مدل‌هایی برای شبیه‌سازی تشکیل استخرهای مذاب در بخش پایینی محفظهٔ راکتور و صفحه بالایی قلب[۸]،
- مدل‌های تشکیل پوسته، لغزش و جابجایی در استخرهای مذاب،

---
۱ - Grid spacer
۲ - Canister
۳ - Baffle
۴ - Former
۵ - Guide tube
۶ - Upper plenum
۷ - Gap
۸ - Upper core

- بررسی فرآیندهای انتقال حرارت ناشی از جابجایی استخرهای مذاب،
- مدل‌سازی لایه‌بندی شدن استخرهای مذاب به لایه‌های اکسیدی و فلزی،
- تفکیک هسته‌های پرتوزا بین استخرهای مذاب لایه‌بندی‌شده،
- بررسی انسدادهای موضعی ناشی از انجماد مجدد مواد مذاب،
- مدل سرعت پیشروی خنک‌سازی،
- مدل جدید اکسیدشدن کاربید بور میلهٔ کنترل،
- مدل انتشار نقره میلهٔ کنترل.

توصیف کلی هندسه قلب و بخش پایین محفظهٔ راکتور، تعریف سطوح مرزی محوری و شعاعی، تعریف مواد قلب و همچنین تعیین پارامترهای انتقال حرارت از جمله ورودی‌های بستهٔ COR می‌باشند. برخی از ورودی‌ها، مختص بستهٔ COR بوده و برخی دیگر از سایر بسته‌های کد محاسبه می‌شوند. ورودی‌هایی که از سایر بسته‌های کد به‌دست می‌آیند عبارتند از:

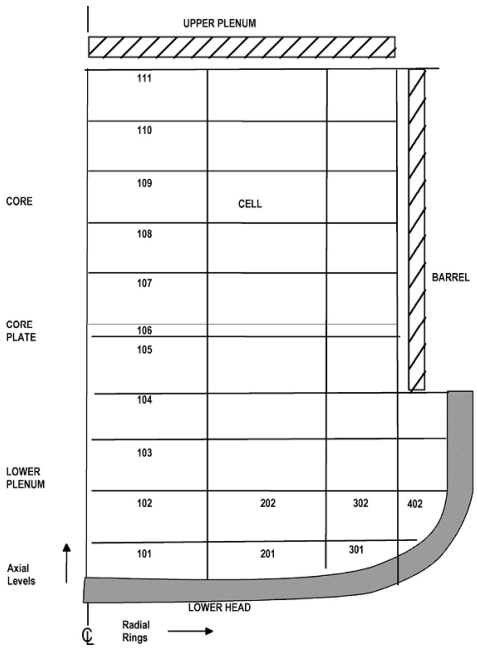
- ورودی مورد نیاز جهت انتقال حرارت بین ساختارهای قلب و جریان‌های گازی و مایع درون قلب از بسته‌های CVH و FL.
- توزیع گرمای واپاشی و تعریف مواد هسته‌های پرتوزا از ورودی بسته‌های DCH و RN.
- خواص مواد از بستهٔ MP.
- خواص هیدروژن و مونوکسیدکربن از بستهٔ NCG.
- ورودی سازه‌های حرارتی مرزی در بخش بالایی ناحیهٔ استوانه‌ای محفظهٔ راکتور به منظور محاسبه انرژی تابشی از سلول‌های قلب، تعیین شرایط مرزی برای مدل توزیع دمای حجم کنترل و همچنین ورودی ذوب سازه‌های حرارتی با استفاده از مدل گاززدایی نیز توسط بستهٔ HS توصیف می‌شود.

توصیف حالت قلب و شرایط آوار قلب در هر لحظه به عنوان خروجی محاسبات بستهٔ COR محسوب می‌شود.

۴-۹-۱- گره‌بندی قلب و بخش پایینی محفظهٔ راکتور

نواحی قلب و بخش پایینی محفظهٔ راکتور به حلقه‌های شعاعی متحدالمرکز و سطوح محوری تقسیم می‌شود (شکل ۱۱). تعداد این حلقه‌ها و سطوح محوری توسط کاربر تعیین می‌شود. شمارهٔ سلول با اعداد سه رقمی نمایش داده شده است. اولین رقم سمت چپ نشان‌دهنده شماره حلقه شعاعی و دو رقم آخر نشان‌دهنده شماره سطوح محوری است. حلقه‌های

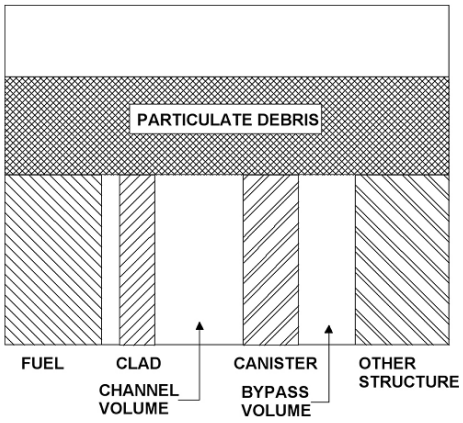
شعاعی از مرکز به‌سمت خارج و سطوح محوری از انتها به‌سمت بالا شماره‌گذاری می‌شوند. گره‌بندی حجم کنترل مربوط به قلب از طریق این بسته و همچنین بستهٔ CVH انجام می‌شود.



شکل ۱۱: گره‌بندی قلب- بخش پایینی محفظهٔ راکتور

هر سلول شامل یک یا چند جزء می‌باشد. ۹ جزئی که ممکن است در سلول قلب مدل شوند (شکل ۱۲) عبارتند از: سوخت، غلاف، دیواره‌های کنیستر (راکتورهای BWR)، ساختارهای نگهدارنده[۱]، محفظهٔ پوششی قلب (راکتورهای PWR)، قالب‌های قلب بین محفظه پوششی و برل[۲] (راکتورهای PWR)، سازه‌های غیرنگهدارنده[۳] و سایر ساختارها. سازه‌های نگهدارنده قابلیت نگهداشتن سایر اجزای قلب را دارند (مانند ساختارهای نگهدارنده قلب[۴])، در حالی که سازه‌های غیرنگهدارنده فاقد این قابلیت هستند (مانند میله‌ها یا تیغه‌های کنترل). هر سلول قلب همچنین ممکن است شامل استخر مواد مذاب و نیز ذرات ریز[۵] آواری شود که از متلاشی‌شدن میله‌های سوخت و اجزای سازنده قلب تشکیل می‌شود. در راکتورهای BWR ذرات ریز آوار و یا استخر مذاب ممکن است به ترتیب در ناحیهٔ کانال و یا کنارگذر[۶] قرار گیرند. در راکتورهای PWR نیز، این ذرات و استخر مذاب در ناحیهٔ کنارگذر که بین محفظهٔ پوششی قلب و برل قلب و در دورترین حلقه از قلب فعال است، قرار می‌گیرند.

۱ - Supporting structure
۲ - Barrel
۳ - Non-supporting structure
۴ - Core support structure
۵ - Rubble
۶ - Bypass



شکل ۱۲: اجزای سازنده سلول قلب

۴-۹-۲- مدل‌های انتقال حرارت و اکسیدشدن

انتقال حرارت‌های تابشی، هدایتی، جابجایی، انتقال حرارت در استخرهای مذاب، اکسیدشدن، تولید توان و برهم‌کنش مواد از جمله مواردی است که از طریق این بسته مدل‌سازی می‌شوند.

۴-۹-۲-۱- انتقال حرارت تابشی

تابش حرارتی میان اجزای تشکیل‌دهنده درون سلول قلب، در طول مرزهای سلول و از اجزای تشکیل‌دهنده به بخار، به صورت تغییرات تابش بین سطوح خاکستری[۱] مدل می‌شود (مدل توسعه‌یافته کریث[۲]). نرخ انتقال حرارت خالص از i امین سطح به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$q_i = A_i(J_i - G_i) \qquad (۲۷-۴)$$

در این رابطه، J_i شار کلی انرژی از i امین سطح، G_i تابع شار تابشی بر روی سطح و A_i مساحت سطح i ام می‌باشد.

یکی از پارامترهایی که در محاسبات تابش مورد بررسی قرار می‌گیرد، گسیلندگی است. گسیلندگی بخار و سطح با استفاده از مدلی که از کد MARCON 2.1B به‌دست آمده و توسط کد MARCH 2 توسعه داده شده است، محاسبه می‌شود. برای غلاف و کنیستر، گسیلندگی سطح زیرکونیوم مورد استفاده قرار می‌گیرد که از طریق مدل کد MATPRO به صورت تابعی از دما و ضخامت اکسید در نظر گرفته می‌شود. پارامتر دیگری که در روابط انتقال حرارت تابشی مورد استفاده قرار می‌گیرد، ضریب دید است که اثرات جهت‌گیری سطح را مدل کرده و توسط کاربر تعیین می‌شود. این ضریب برای محاسبهٔ نرخ انتقال حرارت بین سطوح به کار می‌رود. برای تابش درون سلولی، کاربر باید دو نوع ضریب دید تعریف کند تا تابش بین میلهٔ سوخت و دیوارهٔ کنیستر و همچنین بین دیوارهٔ کنیستر و سایر سازه‌ها را مورد بررسی قرار دهد. چنان‌چه استخر

[۱] - Gray surface
[۲] - Kreith

مایعی در بخش پایین محفظهٔ راکتور وجود داشته باشد، باید ضریب دیدی برای محاسبه تابش محوری از پایین‌ترین ناحیهٔ قلب بدون پوشش‌شده[۱] به سمت بخش پایین محفظهٔ راکتور و یا استخر مایع در نظر گرفته شود.

۴-۹-۲-۲- انتقال حرارت رسانش

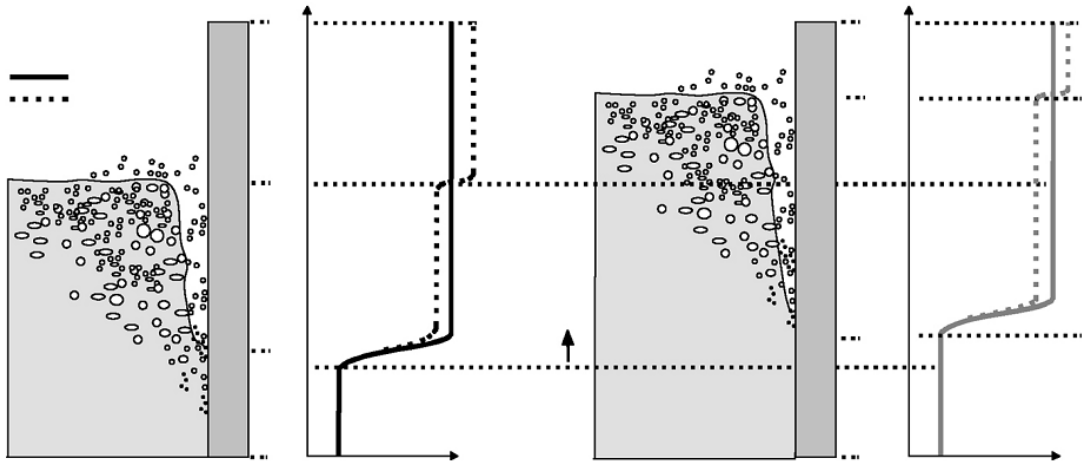
در کد MELCOR انتقال حرارت رسانش در سلول‌های هم‌جوار در قلب به صورت محوری و شعاعی و همچنین بین اجزای یک سلول به صورت محوری مدل می‌شود. رسانش بین ذرات آوار و سایر اجزای درون سلول، رسانش حرارتی شعاعی سلول به سلول برای ساختارهای نگهدارنده، رسانش در فاصله گازی بین سوخت و غلاف، جابجایی در استخر آوار، رسانش حرارتی گذرا از استخر مذاب به بخش پایینی محفظهٔ راکتور و همچنین هدایت از سایر اجزای بخش پایینی محفظهٔ راکتور از طریق این مدل تحلیل می‌شوند.

برای انجام محاسبات انتقال حرارت رسانش، سطح اجزای درون سلول قلب به دو بخش تقسیم می‌شوند: سرد[۲] و گرم[۳] و یا خنک‌شده[۴] و خنک‌نشده[۵]. هر کدام از این بخش‌ها دارای دماهای مختلفی بوده و سطح تماس متفاوتی با استخر و فضای موجود در سلول قلب دارند. انتقال حرارت جابجایی به طور مجزا برای هریک از این بخش‌ها محاسبه می‌شود. برای محاسبه دمای متوسط هر جزء سلول قلب، از یک معادله انرژی استفاده می‌شود. در این معادله، انتقال حرارت جابجایی کلی، تولید حرارت داخلی، تابش، رسانش حرارتی به سایر اجزای قلب در سلول، هدایت سلول به سلول و اثرات انجماد مواد مذاب قلب در نظر گرفته می‌شود. برای هریک از این بخش‌ها نیز معادلهٔ انرژی مجزایی حل می‌شود. این معادلات تنها شامل تولید حرارت داخلی، عبارت‌های انتقال حرارت جابجایی و عبارتی برای هدایت حرارت بین بخش‌های پوشیده‌شده و بدون‌پوشش قلب می‌باشد.

کلیات پیاده‌سازی مدل سرریز[۶] جریان و خنک‌سازی[۷] درون حوزه محوری یک سلول قلب در شکل ۱۳ نشان داده شده است. اگر نقطه پیش‌روی خنک‌سازی[۸] از زیر سطح آبی که کاملاً میلهٔ سوخت را پوشانده، شروع شود و گرادیان‌های دما کوچک باشد، در این صورت ممکن است سه ناحیه تعریف شود: ناحیهٔ زیر سطح پیش‌سرمایش، ناحیهٔ بین سطح پیش‌سرمایش و سطح استخر و ناحیهٔ بالای سطح استخر. با استفاده از این مدل، دمای مستقل سطح برای هر سه ناحیه

۱ - Uncovered
۲ - Cold
۳ - Hot
۴ - Quenched
۵ - Unquenched
۶ - Reflood
۷ - Quenching
۸ - Quench front

محاسبه می‌شود. حل این مدل سه ناحیه‌ای بسیار مشکل است، به همین دلیل تقریب ساده‌ای از مدل در نظر گرفته شده است و دو بخش اجزای قلب به صورت یک ناحیهٔ خنک‌نشده منفرد مدل می‌شود.



شکل ۱۳: رفتار سطح آب و پیشروی خنک‌سازی در مدل سرریز جریان کد MELCOR

در مدل انتقال حرارت رسانش، شرایط زیر مورد بررسی قرار می‌گیرند:

- توزیع دمای محوری در طول هر ناحیه،
- رسانش حرارتی محوری در اجزای درون سلول قلب،
- سرعت پیش‌روی خنک‌سازی،
- رسانش حرارتی محوری بین اجزای سلول‌های مختلف قلب (مانند غلاف به غلاف)، انتقال حرارت بین اجزای نگهدارنده، رسانش بین اجزاء و ذرات آوار در سلول‌های مجاور (چنانچه ذرات آوار در یکی از دو سلول مجاور وجود داشته باشند و تماس فیزیکی بین آوار و اجزای قلب برقرار باشد). در این حالت نرخ انتقال حرارت با استفاده از ضریب رسانش حرارتی مؤثر بین دو سلول و اختلاف دمای سلول‌ها محاسبه می‌شود.
- انتقال حرارت رسانش شعاعی بین اجزای سازهٔ نگهدارنده و همچنین رسانش بین ذرات آوار در سلول‌های شعاعی مجاور قلب،
- رسانش حرارتی بین آوار و اجزای قلب در یک سلول،
- رسانش حرارتی در سراسر صفحات سوخت و شکاف گازی بین سوخت و غلاف. محاسبات با فرض سهموی بودن توزیع دمایی در سوخت، ثابت بودن ضخامت فاصله گازی و صرف‌نظر از مقاومت حرارتی غلاف انجام می‌شود،
- رسانش به سمت سازه‌های حرارتی مرزی.

۴-۹-۲-۳- انتقال حرارت جابجایی

۴-۹-۲-۳-۱- جابجایی آزاد و اجباری

انتقال حرارت جابجایی برای محدودهٔ گسترده‌ای از شرایط سیال وجود دارد. در بستهٔ COR مجموعهٔ ساده‌ای از روابط برای جابجایی آزاد و اجباری با دو جریان آرام و مغشوش استفاده می‌شود. این روابط عدد ناسلت را به صورت تابعی از اعداد رینولدز و رایلی[۱] تعریف می‌کند. نرخ انتقال حرارت برای هر جزء از رابطه زیر محاسبه می‌شود:

$$q = h_{rlx}.A_s(T_s - T_f) \qquad (۲۸-۴)$$

در این رابطه، h_{rlx} ضریب انتقال حرارت تخفیف‌یافته[۲]، T_s دمای سطح، T_f دمای موضعی سیال، A_s سطح جزء (برای بررسی اثرات آوار کلوخه‌شده[۳] محاسبه می‌شود).

ضریب انتقال حرارت بر اساس عدد ناسلت محاسبه می‌شود. عدد ناسلت نیز باتوجه به روابط تجربی جابجایی اجباری آرام و مغشوش و همچنین جابجایی آزاد آرام و مغشوش به‌دست می‌آید. برای جریان اجباری مغشوش در کانال‌ها، رابطه دیتوس-بولتر[۴] برای محاسبه عدد ناسلت به‌کار می‌رود.

۴-۹-۲-۳-۲- فرآیند خنک‌سازی و خشک‌شدن[۵] آوار

انتقال حرارت از آوار به استخرهای آب مایع ممکن است به دو روش خنک‌سازی و خشک‌شدن آوار رخ دهد. در روش خنک‌سازی آوار درحال ریزش[۶]، شکست مهارکننده‌های[۷] صفحه نگهدارندهٔ قلب موجب آزاد شدن و جابجایی جرم زیادی از آوار داغ از ناحیهٔ قلب به بخش پایینی محفظهٔ راکتور می‌شود. در این روش فرض می‌شود که نرخ‌های انتقال حرارت گذرا، برای خنک‌سازی سریع آوار و کاهش فشار بخار کافی خواهد بود. به دنبال فرآیند خنک‌سازی، فرض می‌شود که تولید گرمای واپاشی در بستر آوار موجود در بخش پایینی محفظهٔ راکتور ادامه می‌یابد. این امر سبب جوشیدن همهٔ آب باقی‌مانده در بخش پایینی شده و در نهایت منجر به خشک‌شدن بستر آوار می‌گردد. مدل خنک‌سازی آوار درحال ریزش به طور پیش‌فرض فعال است. اگر این مدل توسط کاربر غیرفعال شود، فرض می‌شود که آوار بلافاصله از ناحیهٔ قلب به سمت بستر آوار خنک‌نشده در بخش پایینی جابجا خواهد شد.

---
۱ - Rayleigh
۲ - Relaxed
۳ - Conglomerate debris
۴ - Dittus- Boelter
۵ - Dryout
۶ - Falling-debris quench
۷ - Trigger

از زمان شروع شکست صفحهٔ نگهدارندهٔ قلب در هریک از حلقه‌های شعاعی، آوار قلب (که به صورت مخروطی شکل است) به سمت بخش پایینی محفظهٔ راکتور ریزش می‌کند. به محض رسیدن لبهٔ جلوی[۱] آوار درحال ریزش به استخر آب بخش پایینی محفظه، انتقال حرارت خنک‌سازی آغاز می‌شود. سطح انتقال حرارت با این فرض که ذرات آوار دارای قطر کروی معادلی برابر با قطر هیدرولیکی ذرات آوار هستند، تعیین می‌گردد. ضرایب انتقال حرارت خنک‌سازی تعیین‌شده توسط کاربر نیز تا زمان رسیدن لبهٔ آوار درحال ریزش به انتهای بخش پایینی، ثابت می‌ماند. در این حالت یک ضریب واپاشی[۲] برای شبیه‌سازی کاهش انتقال حرارتی که در شرایط گذار از دوره خنک‌سازی به دوره تشکیل بستر آوار رخ می‌دهد، در نظر گرفته می‌شود. در مدت زمان کوتاه بین شکست صفحه نگهدارنده قلب و زمان رسیدن لبهٔ آوار در حال ریزش به بخش پایینی محفظهٔ راکتور، مدل‌های انجماد مواد مذاب قلب، تجزیه (انحلال)[۳] و انتشار شعاعی[۴] آوار غیرفعال هستند. در بستهٔ COR از رابطهٔ بدون بعد لیپینسکی[۵] برای محاسبهٔ شار حرارتی خشکیدگی[۶] استفاده می‌شود.

در محاسبات انتقال حرارت جابجایی بستهٔ COR، فرآیندهای زیر نیز مورد بررسی قرار می‌گیرند:

- جابجایی از ذرات آوار - استفاده از روابط ذرات کروی منفرد برای بررسی جابجایی گازها،
- جوشش - استفاده از منحنی‌های جوشش کد MARCH 2.0 برای محاسبه ضرایب انتقال حرارت،
- انتقال حرارت از سطح تخت افقی - برای برخی اجزای قلب مانند میله‌های سوخت، کنیسترهای راکتور BWR، عناصر کنترلی، میله‌های هادی و همچنین میله‌های کنترل BWR، انتقال حرارت جابجایی از سطوح جانبی (عمودی) رخ می‌دهد. چنانچه استخر آبی در سلول قلب وجود داشته باشد، سطح اجزاء با توجه به افزایش یا کاهش سطح استخر، به آرامی از سیال پوشیده شده و یا بدون پوشش می‌شوند. صفحات تخت نیز دارای سطوح افقی بالایی و پایینی می‌باشند که با تغییر نسبتاً اندکی در سطح استخر می‌توانند پوشیده شده و یا بدون‌پوشش شوند. برای محاسبهٔ انتقال حرارت از سطوح افقی به سمت بالا و یا پایین استخر آب، مدلی اختیاری در نظر گرفته می‌شود. اگر این مدل فعال باشد، ضریب انتقال حرارت در مورد بالای سطح معمولاً از رابطهٔ جوشش استخری[۷] و برای پایین سطح با استفاده از رابطهٔ جوشش وجه پایین رونده[۸] محاسبه می‌شود.

۱ - Leading edge
۲ - Decay factor
۳ - Dissolution
۴ - Radial spreading
۵ - Lipinski
۶ - Dry-out
۷ - Built-in pool boiling
۸ - Boiling downward-facing

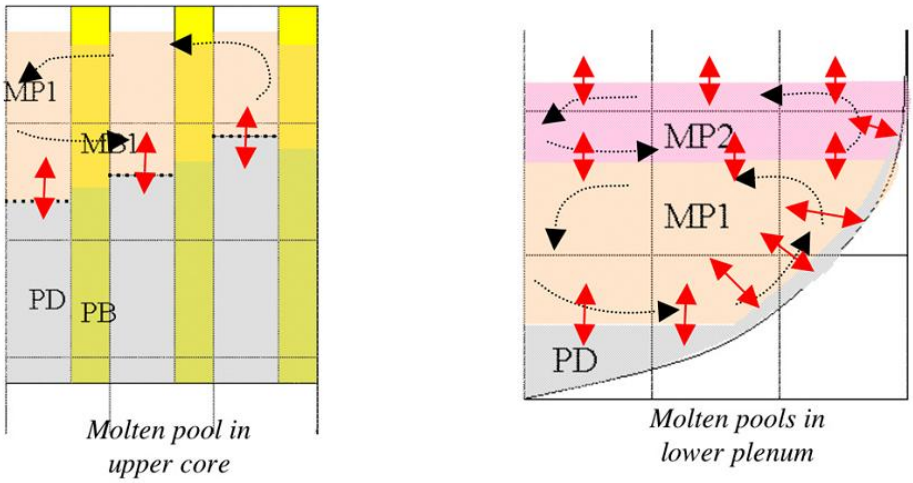
۴-۹-۲-۴- انتقال حرارت استخر مذاب

به طور کلی دو نوع استخر مذاب پیوستهٔ[۱] متمایز (اکسیدی و فلزی) در بخش پایینی محفظهٔ راکتور و چهار نوع استخر مذاب پیوسته در بالای قلب (اکسید و فلز در کانال و اکسید و فلز در حجم فرعی) مدل می‌شوند. بررسی‌ها نشان می‌دهند که استخرهای مذاب پیوستهٔ بیشتری در مجاورت قلب و بخش پایینی محفظهٔ راکتور ایجاد می‌شوند که به صورت استخرهای مذاب در حال جابجایی[۲] مدل می‌شوند. حرارت از طریق این استخرهای مذاب در حال جابجایی، به بخش پایین محفظهٔ راکتور (یا استخرهای بخش پایینی)، سیال‌ها (آب و بخار)، مواد زیرلایه، ترکیبات ساختاری مانند پوسته[۳] (در راکتورهای PWR) منتقل می‌شود. علاوه بر این، انتقال حرارت و انتقال هسته‌های پرتوزا بین استخرهای مذاب لایه‌بندی شده[۴] نیز رخ می‌دهد.

در نسخه ۱,۸,۶ کد محاسباتی MELCOR، بخشی از محفظهٔ راکتور که زیر ارتفاع صفحهٔ محفظه پوششی قلب در راکتورهای BWR و یا صفحهٔ انتهایی راکتورهای PWR واقع شده است به عنوان مدل بخش پایینی محفظهٔ راکتور در نظر گرفته می‌شود. این ارتفاع به منظور تمایز بین استخرهای مذاب در حال جابجایی در بخش پایینی محفظهٔ راکتور و بخش بالای قلب به کار می‌رود (شکل ۱۴). این استخرهای مذاب ممکن است به روش‌های زیر با محیط اطراف خود در تبادل حرارتی باشند:

- انتقال حرارت جابجایی با زیرلایه‌های نگهدارنده،
- تابش از بالای سطح،
- جابجایی به سمت استخر و یا فضای بالای سطح،
- انتقال حرارت بین استخرهای مذاب لایه‌بندی شده.

[۱] - Contiguous molten pool
[۲] - Convecting molten pool
[۳] - Shroud
[۴] - Stratified molten pool



شکل ۱۴: استخرهای مذاب درحال جابجایی

کد محاسباتی MELCOR قادر است شرایط جابجایی گذرا را هنگامی‌که استخرها در اثر گسترش حادثه، تشکیل شده و یا گسترش می‌یابند، محاسبه کند. جریان‌های جابجایی در استخر مذاب به واسطه گرادیان‌های چگالی ایجاد می‌شود. این گرادیان‌های چگالی ناشی از تولید حرارت درونی و اختلاف دما در طول لایه‌های مرزی است.

توجه شود در مواردی که تنها یک استخر مذاب وجود داشته باشد، موازنه حرارتی برای استخر باید شامل افت‌های تابشی و جابجایی به سمت فضا و یا استخر باشد و انتقال حرارت فصل مشترک بین استخرهای مذاب در نظر گرفته نمی‌شود. افت‌های حرارتی تابشی و افت‌های حرارتی جابجایی سیال تنها برای سطح بالای استخر مذاب محاسبه می‌شود. در مورد استخرهای مذاب لایه‌بندی شده، افت‌های تابشی تنها برای استخر بالایی محاسبه می‌شود و افت‌های حرارتی از سطح بالای استخر پایینی تنها ناشی از انتقال حرارت فصل مشترک خواهد بود. در فصل مشترک نیز انتقال حرارت از استخر مذاب، با استفاده از ضرایب انتقال حرارت مبتنی بر رابطه عدد رایلی و اختلاف دمای بین فصل مشترک و استخر حجمی به دست می‌آید.

از جمله مواردی که باید در مورد انتقال حرارت استخر مذاب در نظر گرفت، انتقال حرارت از استخر مذاب به زیرلایه زیرین است. استخر مذابی که در ناحیهٔ قلب و یا بخش پایینی تشکیل می‌شود، توسط یک زیرلایه جامد نگه داشته می‌شود. این زیرلایه ممکن است ذرات آوار و یا بخش پایین محفظهٔ راکتور باشد که به صورت یک پوستهٔ نشت‌ناپذیر در فصل مشترک رفتار می‌کنند. در هر رویدادی، فصل مشترکی بین فازهای جامد و مایع ایجاد می‌شود که ممکن است در اثر انتقال مواد بین فازها، گسترش یافته و یا حرکت کند. در کد محاسباتی MELCOR، یک مدل کلی موسوم به مدل استفان[۱]، برای محاسبه رسانش حرارتی گذرا از استخر مذاب به زیرلایه زیرین توسعه داده شده است. این مدل قادر است پدیده‌های ذوب،

[۱] - Stefan model

انجماد[1] و برداشت حرارت گذرا از زیرلایه را بررسی نماید. در این حالت شار حرارتی هدایتی بین زیرلایه و پوسته جامد از رابطه زیر محاسبه می‌شود:

$$q_s = h(T_p - T_s) \qquad (۲۹-۴)$$

در این رابطه، T_p دمای استخر مذاب و T_s دمای سطح جامد و h ضریب جابجایی حرارتی از استخر مذاب به سطح جامد است.

در روند انجام این محاسبات باید دو حالت در نظر گرفته شوند: انتقال حرارت با فصل مشترک ثابت و یا انتقال حرارت با فصل مشترک متحرک مانند فرسایش و یا انجماد. معادله فوق ابتدا با فرض فصل مشترک ثابت حل می‌شود. چنانچه دمای سطح کمتر از دمای ذوب ماده جامد و بزرگتر از دمای انجماد ماده مایع باشد، فرض فصل مشترک ثابت قابل قبول بوده در غیر این صورت معادله باید برای حالت فصل مشترک متحرک حل شود.

برای حالت فصل مشترک ثابت، معادله دیفرانسیل تفاضلی تک‌بعدی برای محاسبه ضریب انتقال حرارت ثابت مورد استفاده قرار می‌گیرد. در این مورد شار حرارتی هدایتی برابر با شار حرارتی جابجایی ضمنی از استخر مذاب است. در مورد فصل مشترک متحرک نیز از یک معادلهٔ دیفرانسیلی تفاضلی تک‌بعدی استفاده می‌شود. در این صورت شار حرارتی هدایتی کوچکتر از شار حرارتی جابجایی ضمنی از استخر مذاب می‌باشد.

محاسبات انتقال حرارت استخر مذاب پس از محاسبات انتقال حرارت و اکسیدشدن و قبل از محاسبه انتقال حرارت به بخش پایینی محفظهٔ راکتور انجام می‌شود. ترتیب انجام محاسبات بسیار مهم است. ابتدا استخرهای مذاب مشخص می‌شوند و خواص حرارتی برای همهٔ استخرهای موجود در بالای قلب و یا بخش پایینی محفظهٔ راکتور ارزیابی می‌گردند. ترکیبات استخر مذاب برای هر سلول، شناسایی شده و استخرهای مذاب در حال جابجایی تعیین می‌گردند. خواصی از قبیل جرم استخر، ترکیبات آن، لزجت، ضریب انبساط حرارتی، رسانش حرارتی، ارتفاع سطوح استخر و طول‌های مشخصه برای هر استخر ارزیابی می‌شوند. سپس زیرلایه جامد در تماس با استخر مذاب، شناسایی شده و مورد بررسی قرار می‌گیرد. خواص حرارتی، سطوح حرارتی، حجم‌ها و ضخامت این زیرلایه تعیین می‌شوند و برای استفاده در مدل استفان در حافظه کد ذخیره می‌گردند. سپس با استفاده از خواص استخر، ضریب انتقال حرارت جابجایی گذرا برای هر استخر و همچنین افت‌های حرارتی تابشی و جابجایی محاسبه می‌شوند.

[1] - Freezing

بعد از توصیف استخرهای مذاب و زیرلایه جامد و محاسبهٔ ضرایب انتقال حرارت برای همهٔ استخرهای مذاب، مسألهٔ استفان برای هر فصل مشترکی بین استخر مذاب و محیط اطرافش حل می‌شود. سپس حرارت منتقل‌شده بین استخر مذاب درحال جابجایی و ذرات آوار و همچنین انتقال حرارت به سمت پایین بخش پایین محفظهٔ راکتور محاسبه می‌شود. تا زمانی‌که دماهای جدید تعیین نشده‌اند، انتقال جرم بین ترکیبات استخر مذاب و ذرات آوار به تعویق می‌افتد. پس از تعیین دماهای جدید، محاسبات انتقال حرارت از استخر مذاب به زیرلایه و محیط اطراف و همچنین انتقال جرم مواد بین استخر مذاب و زیرلایه انجام می‌شود.

۴-۹-۲-۵- اکسیدشدن

در بستهٔ COR، فرآیند اکسیدشدن آلیاژ زیرکونیوم توسط بخار و اکسیژن و نیز اکسیدشدن استیل توسط بخار در نظر گرفته شده است. اکسیدشدن زیرکونیوم برای غلاف، ترکیبات کنیستر و میله‌های هادی میله‌های کنترل و اکسیدشدن استیل برای سایر ساختارها محاسبه می‌شود. هر دو حالت برای ذرات آوار نیز ارزیابی می‌شود. همچنین اکسیدشدن آوار انباشته‌شده و اکسیدشدن زیرکونیوم خنک‌نشده و سطوح فلزی که زیر سطح استخر قرار دارد، در کد لحاظ شده است. واکنش‌های زیرکونیوم به دو صورت زیر انجام می‌شود:

$$Zr + 2H_2O \rightarrow ZrO_2 + 2H_2 + Q_{OX} \quad (۳۰-۴)$$

$$Zr + O_2 \rightarrow ZrO_2 + Q_{OX} \quad (۳۱-۴)$$

با اکسیدشدن استیل، استیل به عناصر اصلی آهن، کروم، نیکل و کربن تقسیم می‌شود. واکنش فلزات با بخار به صورت زیر است:

$$Fe + H_2O \rightarrow FeO + H_2 + Q_{OX} \quad (۳۲-۴)$$

$$2Cr + 3H_2O \rightarrow Cr_2O_3 + 3H_2 + Q_{OX} \quad (۳۳-۴)$$

$$Ni + H_2O \rightarrow NiO + H_2 + Q_{OX} \quad (۳۴-۴)$$

$$C + H_2O \rightarrow CO + H_2 + Q_{OX} \quad (۳۵-۴)$$

لازم به ذکر است که واکنش استیل با اکسیژن در بستهٔ COR در نظر گرفته نمی‌شود.

در بستهٔ COR دو مدل ساده و پیشرفته برای مدل‌سازی واکنش کاربید بور وجود دارد. در مدل ساده، تیغه‌های کنترل کاربید بور در راکتور BWR با بخار آب واکنش می‌دهند (براساس مدل موجود در کد MARCON2.1B). این مدل شامل سه واکنش زیر است:

$$B_4C + 7H_2O \rightarrow 2B_2O_3 + CO + 7H_2 + Q_1 \quad (۳۶-۴)$$

$$B_4C + 8H_2O \rightarrow 2B_2O_3 + CO_2 + 8H_2 + Q_2 \quad (۳۷-۴)$$

$$B_4C + 6H_2O \rightarrow 2B_2O_3 + CH_4 + 4H_2 + Q_3 \quad (۳۸-۴)$$

در مدل پیشرفتهٔ واکنش کاربید بور، تیغه‌های کنترل راکتورهای BWR بر اساس مدل‌های BWRSAR و SCDAP با بخار موجود در فضای اطراف، واکنش می‌دهند. در این مدل شرایط تعادلی برای هر حجم کنترل تعیین می‌شود. در این صورت، اختلاف بین ترکیبات اولیه در حجم کنترل و ترکیبات در حالت تعادل، نرخ مصرف واکنش‌دهنده‌ها را تعیین می‌کند. در محاسبات MELCOR، از الگوریتمی مبتنی بر کد کامپیوتری روسی SOLGASMIX برای تعیین میزان مصرفی که موجب حداقل شدن انرژی آزادشده می‌شود، استفاده شده است. در این مدل فرض می‌شود که تعادل شیمیایی بین واکنش‌دهنده‌ها در طی هر مرحلهٔ زمانی برقرار می‌شود. همچنین جرم واکنش‌دهنده‌ها درطی هر مرحله زمانی به طور خطی به بزرگی مرحلهٔ زمانی وابسته است. اگر مقدار مرحلهٔ زمانی به صفر برسد، نرخ واکنش نیز صفر خواهد شد.

یکی از وجه تمایزات بین نسخه ۱،۸،۶ کد و نسخه‌های قبلی آن، افزودن مدل جدید اکسیدشدن میلهٔ کنترل کاربید بور به بستهٔ COR است. میلهٔ کنترل کاربید بور شبیه یک میلهٔ سوخت است و شامل قرص‌های کاربید بور است و غلافی از جنس استیل ضدزنگ که با گاز هلیم پر شده است، دارد. میلهٔ کنترل درون یک لولهٔ از جنس زیرکونیوم و یا استیل ضدزنگ قرار گرفته است. هنگامی‌که دمای میلهٔ کنترل به حدود ۱۵۰۰ K برسد، کاربید بور شروع به تشکیل یوتکتیک با غلاف می‌کند. این امر سبب می‌شود که میلهٔ کنترل به‌جای شکست در دمای ذوب استیل ضدزنگ (۱۷۰۰ K)، در دمای ۱۵۰۰ K بشکند. سپس یوتکتیک ایجاد شده به سمت خارج و یا داخل پوسته میلهٔ کنترل جریان پیدا می‌کند. زمانی‌که یوتکتیک به بخش‌های خنک‌تر قلب برسد، اکسیدشدن متوقف می‌شود. مدل اصلاح‌شده اکسیدشدن کاربید بور، تشکیل یوتکتیک SS-B_4C را مدل می‌کند.

علاوه بر مدل‌های فوق، مدل‌هایی به منظور محاسبات توزیع دمای حجم کنترل، تولید توان و برهم‌کنش مواد در بستهٔ COR در نظر گرفته شده است:

مدل توزیع دمای حجم کنترل (dT/dz) در بستهٔ COR به منظور تخمین توزیع دمای فضای موجود در حجم کنترل در نظر گرفته شده است. این مدل به بررسی دقیق‌تر انتقال حرارت از سلول‌های مختلف قلب که درون یک حجم کنترل قرار گرفته‌اند، به فضای گازی حجم کنترل می‌پردازد. با استفاده از این مدل، تقریب دمای موضعی سیال برای سلول‌های بالای سطح مایع قلب محاسبه می‌شود. سایر سلول‌ها نیز از دماهای استخر و فضای درون حجم کنترل استفاده می‌کنند.

مدل تولید توان در بستهٔ COR به بررسی دو نوع توان می‌پردازد: توان شکافت و توان واپاشی. بستهٔ COR شامل مدل ساده‌ای است که توان شکافت را با استفاده از رابطه چکسل- لایمن[1] محاسبه می‌کند و توان واپاشی، توزیع انرژی پرتو گاما را از واپاشی محصولات شکافت به دست می‌آورد.

مدل برهم‌کنش‌های مواد به بررسی فرآیندهای تشکیل مخلوط، محاسبه خواص مواد (دمای انجماد مخلوط و آنتالپی ویژه) و همچنین انحلال شیمیایی مواد جامد می‌پردازد. هنگامی‌که مدل برهم‌کنش مواد فعال است، مواد آوار کلوخه‌شده به عنوان بخشی از مخلوط چسبنده در نظر گرفته می‌شوند. در این مدل، مواد مذاب به سه روش به مخلوط آوار کلوخه‌شده وارد می‌شوند:

- به صورت مایع نرمالی که هنگام رسیدن مادهٔ جامد سالم به نقطه ذوب، تشکیل می‌شوند.
- به صورت محصول یک واکنش یوتکتیکی هنگامی‌که مواد جامد سالمی که در تماس مکانیکی با اجزای درون قلب هستند، به دمای یوتکتیک خود برسند.
- از طریق تجزیه سوخت UO_2.

در محاسبات بستهٔ COR سه نوع واکنش یوتکتیکی در نظر گرفته می‌شود که منجر به شکست اولیه میله‌های سوخت و کنترل می‌شود. این واکنش‌ها عبارتند از:

۱. واکنش یوتکتیک بین غلاف زیرکالوی و شبکه‌های نگهدارنده اینکونل که منجر به شکست اولیه میلهٔ سوخت می‌شود.
۲. واکنش یوتکتیک بین میله‌های هادی زیرکونیوم و غلاف استیل که می‌تواند منجر به شکست اولیه میله‌های کنترل راکتورهای PWR شود.
۳. واکنش یوتکتیک بین پودر کاربید بور و غلاف استیل که می‌تواند منجر به شکست اولیه میله‌های کنترل راکتورهای BWR شود.

آستانه دمایی دو واکنش اول، ۱۴۰۰ K و برای واکنش سوم، ۱۵۲۰ K می‌باشد. واکنش‌های یوتکتیکی مواد قلب و دمای یوتکتیک آنها در جدول شماره ۱۶ بیان شده‌اند.

[1] - Chexal-Layman

جدول شماره ۱۶: واکنش‌های یوتکتیک قلب

Material Pairs		Molar Ratio	Eutectic Temperature
Zr	Inconel	0.76-0.24	1210
Zr	Steel	0.76-0.24	1210
ZrO_2	UO_2	0.5-0.5	2800
Zr	B_4C	0.43-0.57	1900
Steel	B_4C	0.69-0.31	1420
Zr	Ag-In-Cd	0.67-0.33	1470

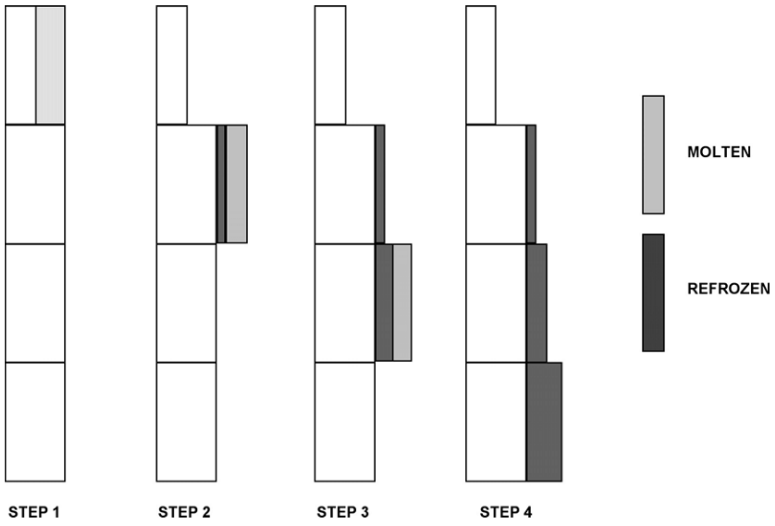
۴-۹-۳- مدل‌های جابجایی جرم مواد قلب درون محفظهٔ راکتور

فرآیند انجماد مواد مذاب[۱] قلب، انتقال مواد ذوب‌نشده از طریق مواد مذاب، تشکیل استخرهای مذاب، گسترش و جابجایی شعاعی این استخرها و همچنین تشکیل انسدادهای جریان از جمله مواردی است که در این مدل بررسی می‌شود. علاوه‌براین، بستهٔ COR شامل مدل‌هایی برای تشکیل ذرات آوار و پخش شعاعی آن، جابجایی شعاعی ذرات آوار، جابجایی محوری از طریق رسوب گرانشی و همچنین ریزش آوار می‌باشد.

۴-۹-۳-۱- فرآیند انجماد مذاب قلب

بعد از انجام محاسبات انتقال حرارت و اکسیدشدن، ممکن است مواد مذاب بر روی سطوح اجزای قلب وجود داشته باشند. فرض بر این است که این جرم مذاب با نرخ ثابتی در یک بازه زمانی تولید می‌شود. عبارت انجماد مذاب برای حالتی به کار می‌رود که جریان رو به پایین مواد مذاب قلب ایجاد شود و سپس در اثر انتقال گرمای نهان آن به سازه‌های خنک‌تر پایینی، مجدداً منجمد شود (شکل ۱۵). مواد مذاب جابجاشده، مجدداً بر روی بخش پایین‌تر سلول منجمد می‌شوند. این مواد منجمد شده اصطلاحاً آوار کلوخه‌شده نام دارند و به عنوان یک بخش جدایی‌ناپذیر از اجزای قلب به شمار می‌آیند. در مدل انجماد مذاب، جریان رو به پایین مواد مذاب در اثر نیروی گرانشی و درحالت پایا درنظر گرفته می‌شود.

[۱] - Candling



شکل ۱۵: مراحل انجماد مواد مذاب قلب

مدل انجماد مذاب به کار رفته در بستهٔ COR، یک مدل نیمه‌مکانیکی مبتنی بر اصول ترموهیدرولیکی است. این مدل برای جریان پایدار فیلم‌ها و یا جریان‌های کوچک قابل قبول است. این مدل معادلهٔ مومنتوم را برای سرعت جریان حل نمی‌کند. به جای آن، یک حالت پایا برای تولید و جریان مواد مذاب در نظر می‌گیرد. در محاسبات این مدل، مقدار جرمی که مجدداً بر روی پایین‌ترین جزء سلول منجمد می‌شود، براساس نرخ انتقال حرارت بین فیلم مذاب و جزء سلول به دست می‌آید.

از جمله مواردی که در مدل انجماد مذاب در نظر گرفته شده است، می‌توان به موارد زیر اشاره نمود:

- قابلیت پیش‌بینی انسدادهای جریان - توزیع عمودی موادی که بر روی اجزای درون سلول قلب مجدداً منجمد شده‌اند، منجر به تشکیل انسدادهای موضعی می‌شود. هنگامی‌که انسدادهای موضعی شناسایی شوند، هر ماده منجمد نشده‌ای که باقی‌مانده است، تبدیل به ماده استخر مذاب می‌گردد. تشکیل انسدادهای موضعی در بالای قلب موجب مسدودشدن جریان رو به پایین مواد مذاب و همچنین جابجایی رو به پایین مواد جامد می‌شود. جابجایی مواد مذاب قلب منجر به کاهش سطح، افزایش مقاومت جریان و یا انسداد کلی جریان درون بخش‌های مختلف قلب می‌شود. اثر جابجایی مواد قلب بر جریان‌های هیدرودینامیکی با استفاده از مدل انسداد جریان قلب در بستهٔ CVH مدل‌سازی می‌شود.
- ایجاد مانع[۱] توسط لایه‌های اکسیدی - اگر ضخامت لایهٔ اکسید بزرگتر از مقدار بحرانی باشد، و اگر دمای جزء سلول کمتر از دمای بحرانی باشد و نیز اگر انجماد مذاب در هیچ جای سلول رخ ندهد، مواد مذاب به عنوان مانع

[۱] - Holdup

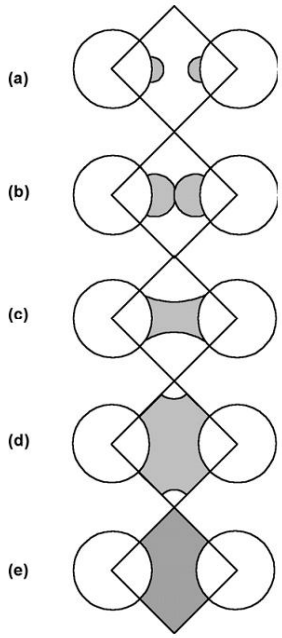
شناخته می‌شوند. رفتار این مدل به مقدار جرمی که مجدداً در پایین‌ترین سلول‌های قلب منجمد می‌شود، وابسته است. در این مدل، زمان شکست پوسته‌های اکسیدی براساس جرم مواد مذاب به دست می‌آید.

- انتقال مواد جامد غیرمذاب - مدل ساده‌ای که با پیاده‌سازی آن، امکان انتقال مواد ذوب‌نشده ثانویه مانند ZrO_2، UO_2، اکسید فولاد و سموم کنترلی از طریق فرآیندهای انجماد مذاب فراهم می‌شود. این مدل می‌تواند برای بررسی شکست بخش‌های نازکی از پوسته‌های اکسیدی که با مواد مذاب، حمل شده‌اند و یا برای شبیه‌سازی انحلال UO_2 توسط زیرکونیوم مذاب به کار رود. در این مدل، با استفاده از جرم موادی که مجدداً منجمد می‌شوند (مدل جریان پایا)، جرم مواد جامد جابجاشده، به دست می‌آید.
- جابجایی شعاعی مواد مذاب - برای جابجایی شعاعی مواد دو مدل وجود دارد: جابجایی مواد مذاب قلب که هنوز موجود هستند و دیگری جابجایی ذرات آوار. در محاسبات این مدل، حجم مواد جابجاشده به‌دست می‌آید.

علاوه‌بر موارد فوق، اثرات سطح آوار کلوخه‌شده نیز در مدل انجماد مذاب مورد بررسی قرار می‌گیرد. افزایش آوار کلوخه‌شده‌ای که مجدداً بر روی سطح اجزای سلول منجمد می‌شوند، بر سطحی که در معرض جابجایی سیال، اکسیدشدن و یا انجماد مجدد قرار دارد، تأثیر می‌گذارد. برای میله‌های سوخت و ذرات آوار، آوار کلوخه‌شده می‌تواند فضای درون شبکه‌ای را پر کند و بنابراین قسمتی از سطح بخش‌های زیرلایه و یا همهٔ آن را مسدود می‌کند (شکل ۱۶). فرض می‌شود که مواد مذابی که مجدداً بر روی میلهٔ سوخت منجمد می‌شوند، ابتدا شروع به تشکیل یک نیم‌استوانه بر روی میله و درست در نقطه‌ای که مستقیماً مجاور میلهٔ بعدی است، می‌کند (قسمت a, b). متعاقب رشد این نیم‌استوانه آوار کلوخه‌شده، سطح آن نیز گسترش می‌یابد. درنهایت آوار کلوخه‌شده به میله مجاور رسیده و پل ارتباطی بین دو میلهٔ سوخت تشکیل می‌شود (قسمت c). اگر مواد بیشتری افزوده شود، میله سالم بیشتری با آوار کلوخه‌شده پوشیده می‌شوند. این فرآیند تا زمانی ادامه می‌یابد که یک خلأ استوانه‌ای متمرکز در ناحیهٔ درون‌شبکه‌ای مجموعه‌ای متشکل از چهار میلهٔ سوخت تشکیل شود (قسمت d). درنهایت این خلأ متمرکز منقبض می‌شود و به صفر می‌رسد، به‌گونه‌ای‌که سطح درون‌شبکه‌ای به طور کامل پر شود (قسمت e). برای انجام محاسبات، فرآیندهای بالا به سه مرحله دسته‌بندی می‌شوند:

۱. مرحله اول تا زمانی‌که پل نیم‌استوانه‌ای آوار کلوخه‌شده در فضای بین میله‌ها تشکیل شود، ادامه می‌یابد (b).
۲. مرحله دوم تا زمان گسترش آوار کلوخه‌شده و تشکیل پل ارتباطی بین دو میلهٔ سوخت طول می‌کشد (c).
۳. مرحله سوم تا زمان پرشدن کامل خلأ مرکزی ادامه دارد (e).

در محاسبات این مدل، سطح و حجم آوار کلوخه‌شده برای هر یک از مراحل فوق و درنهایت سطح کلی مؤثر که در محاسبات انتقال حرارت بستهٔ CVH به کار می‌رود، محاسبه می‌شود.



شکل ۱۶: هندسه آوار کلوخه‌شده در بسته‌های میلهٔ سوخت

۴-۹-۳-۲- ذرات آوار

موادی که در نتیجهٔ متلاشی‌شدن اجزای قلب ایجاد می‌شوند، اصطلاحاً به عنوان ذرات آوار شناخته می‌شوند. این ذرات آوار پس از تشکیل می‌توانند به طور شعاعی پخش شده و یا به طور عمودی رسوب کنند. در مدل ذرات آوار بستهٔ COR شرایط زیر مورد بررسی قرار می‌گیرد:

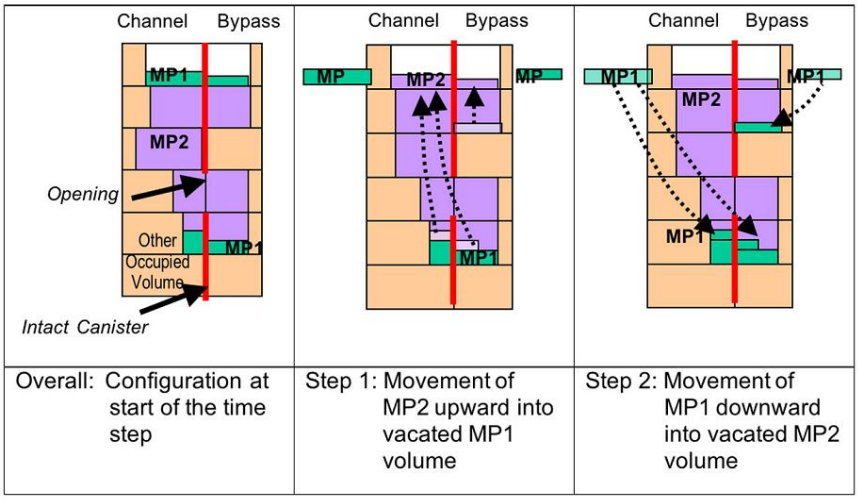
- تشکیل ذرات آوار،
- افزایش میزان آوار در اثر ذوب سازه‌های حرارتی،
- دفع ذرات آوار از طریق اجزای قلب،
- جابجایی شعاعی ذرات آوار،
- رسوب گرانشی ذرات آوار.

۴-۹-۳-۳- استخر مذاب

در نسخه ۱,۸,۶ کد MELCOR، دو ترکیب جدید از مواد به بستهٔ COR اضافه شده است: استخر مذاب اکسیدی (MP1) و استخر مذاب فلزی (MP2). همچنین بخش‌های مشابهی برای ردیابی مواد استخر مذاب در نواحی فرعی در راکتورهای BWR (MB1 و MB2) در نظر گرفته شده است. در مدل استخر مذاب، فرآیندهای جابجایی و ریزش مواد، انتقال حرارت در استخرهای مذاب پیوسته و همچنین انتقال هسته‌های پرتوزا مورد بررسی قرار می‌گیرد. الگوریتمی که برای محاسبه

جابجایی ترکیبات مختلف مواد در سلول به کار می‌رود، در شکل ۱۷ نشان داده شده است. مراحل جابجایی ترکیبات مواد به ترتیب عبارتند از:

۱. بررسی حجم‌های کوچک در سلول،
۲. در نظر گرفتن مسیرهای مجزای جریان برای کانال و حجم‌های فرعی،
۳. تعیین حجم قابل دسترس برای جابجایی MP1،
۴. انشعاب جریان باتوجه به سطح بازشوهای کنیستر،
۵. یافتن پایین‌ترین ارتفاع برای جابجایی،
۶. جابجایی رو به بالای MP2 به سمت حجمی که با جابجایی رو به پایین MP1 خالی شده است،
۷. افزایش جرم، حجم و آنتالپی MP2 در سلول گیرنده،
۸. بررسی حجم‌های کوچک باقی‌مانده،
۹. برقراری حرکت هسته‌های پرتوزا و تشکیل آنها،
۱۰. حذف جرم، حجم و آنتالپی MP2 در سلول دهنده،
۱۱. جابجایی رو به پایین MP1 به‌سمت حجمی که با جابجایی رو به بالای MP2 خالی شده است،
۱۲. افزایش جرم، حجم و آنتالپی MP1 در سلول گیرنده،
۱۳. بررسی حجم‌های کوچک باقی‌مانده،
۱۴. برقراری حرکت هسته‌های پرتوزا و تشکیل آنها،
۱۵. حذف جرم، حجم و آنتالپی MP1 در سلول دهنده.



شکل ۱۷: الگوریتم جابجایی مواد MP1 و MP2

۴-۹-۴- مدل انتشار نقره از میلهٔ کنترل

در این مدل، انتشار و خروج آلیاژ نقره – ایندیم - کادمیم از میله‌های کنترل در اثر شکست غلاف استیل ضدزنگ میلهٔ کنترل را توصیف می‌کند. دو سناریوی مختلف شکست برای میله‌های کنترل، باتوجه به فشار سیستم نسبت به فشار داخلی میلهٔ کنترل، وجود دارد:

۱. در فشار پایین سیستم، میلهٔ کنترل متورم می‌شود به طوری‌که غلاف استیل ضدزنگ به نقطه ذوب رسیده و استحکام آن کاهش می‌یابد. اگر لولهٔ هادی از جنس استیل ضدزنگ باشد، میلهٔ کنترل در دمای حدود ۱۷۲۰ K می‌شکند و اگر از جنس زیرکونیوم باشد، شکست میلهٔ کنترل در دمای حدود ۱۴۷۰ K رخ می‌دهد. در این نوع شکست، تزریق آلیاژ مذاب تحت فشار منجر به تشکیل ذرات معلق اولیه می‌گردد.
۲. در فشار بالای سیستم، هنگامی‌که استحکام غلاف استیل ضدزنگ کاهش یابد (در دمای حدود ۱۷۲۰ K)، میلهٔ کنترل می‌شکند. در این نوع شکست، آلیاژ مذابی که تحت فشار بالا نیست، به‌سمت پایین میلهٔ کنترل جریان می‌یابد.

مدل انتشار نقره در کد MELCOR مبتنی بر مدل VAPOR می‌باشد. انتشار، تخلیه و تجزیه آلیاژ میلهٔ کنترل تنها در شرایط فشار بالای سیستم با استفاده از مدل VAPOR توصیف می‌شود. این مدل شامل چندین تابع اصلی است: شکست میلهٔ کنترل، تخلیه داخلی میلهٔ کنترل تا زمان شکست، جریان رو به پایین میلهٔ کنترل و تبخیر فیلم جریان. شکست میلهٔ کنترل در دمای ذوب استیل ضدزنگ رخ می‌دهد. به محض وقوع شکست، جرم کلی نقره – ایندیم - کادمیم در ناحیهٔ شکسته‌شده به بخش آوار کلوخه‌شده منتقل می‌شود. نرخ انتقال جرم ناشی از شکست با استفاده از معادلهٔ برنولی و حل شبه پایا محاسبه می‌شود. در این مدل، سرعت انتشار و نرخ انتشار جرم آلیاژ مذاب به دست می‌آید. در مدل تبخیر نیز نرخ تبخیر از یک فیلم جریانی و یا از آوار کلوخه‌شده به سمت حوزه گاز محاسبه می‌شود. در این مدل فرض می‌شود که فرآیند تبخیر، از طریق پخش جرمی در گاز حجمی کنترل می‌شود. اثرات حرارتی تبخیر بر فرآیند خنک‌کنندگی آلیاژ مذاب نیز در نظر گرفته نمی‌شود. چگالش بخار بر روی آلیاژ مذاب امکان‌پذیر نبوده و ابتدا بخار به گروه‌های هسته‌های پرتوزا انتقال یافته و سپس مدل‌های چگالش و تبخیر بستهٔ RN برای سازه‌های حرارتی به کار می‌رود. نرخ انتقال جرم کلی برای سه دسته ترکیبات مختلف میلهٔ کنترل و با توجه به کسر جرمی اصلی در آلیاژ میلهٔ کنترل محاسبه می‌شود.

از جمله محدودیت‌های این مدل می‌توان به موارد زیر اشاره نمود:

- نرخ تبخیر محاسبه شده در مدل ممکن است با مقدار واقعی مطابقت نداشته باشد. همچنین این مدل قادر به تغییر ترکیب آلیاژ مذاب نمی‌باشد.
- اختلاف فشار برای محاسبات سرعت شکست استفاده نمی‌شود و فقط هدهای گرانشی به کار می‌روند. این امر به دلیل عدم دسترسی به اطلاعات هندسی، فشار داخلی میلهٔ کنترل و نرخ کاهش فشار در اثر شکست میلهٔ کنترل می‌باشد. به عبارت دیگر، تنها جرم آلیاژ، ارتفاع گره‌ها و سطح مقطع عرضی میله‌ها در دسترس است.
- فقط سطح مقطع عرضی کلی میله‌ها که شامل لوله‌های هادی نیز می‌شود، به عنوان ورودی در نظر گرفته می‌شود و سطح مقطع عرضی داخلی میلهٔ کنترل و تعداد میله‌ها در دسترس نیست. به عبارتی تنها یک خوشه از میله‌های کنترل در نظر گرفته شده و سطح مقطع عرضی کلی آن به عنوان ورودی لحاظ می‌شود.

۴-۹-۵- مدل سازهٔ نگهدارنده

سازه‌ها در کد MELCOR به دو دسته سازه‌های نگهدارنده و سایر سازه‌ها طبقه‌بندی می‌شوند. در کد هیچ مدل مکانیکی برای مدل‌سازی سایر سازه‌ها وجود ندارد و تنها از یک مدل پارامتری ساده برای بررسی شکست این سازه‌ها استفاده می‌شود. اجزای سازه‌های نگهدارنده در هر سلول قلب ممکن است به صورت یک لبهٔ نگهدارنده، یک شبکهٔ نگهدارنده، صفحهٔ قلب راکتور BWR و یا لوله‌های هادی میلهٔ کنترل راکتور BWR در نظر گرفته شوند. سازه‌های نگهدارنده شامل چهار نوع COLUMN، PLATEB، PLATEG و PLATE می‌باشد که به ترتیب برای مدل‌سازی ستون‌ها، لوله‌های هادی میلهٔ کنترل راکتور BWR، شبکه‌های نگهدارنده و لبه‌های نگهدارنده مورد استفاده قرار می‌گیرند. در محاسبه هر یک از این مدل‌ها، مقدار تنش براساس بار کلی وارد بر صفحه محاسبه می‌شود.

مکانیزم‌های مختلف شکست سازه‌های نگهدارنده به صورت زیر است:

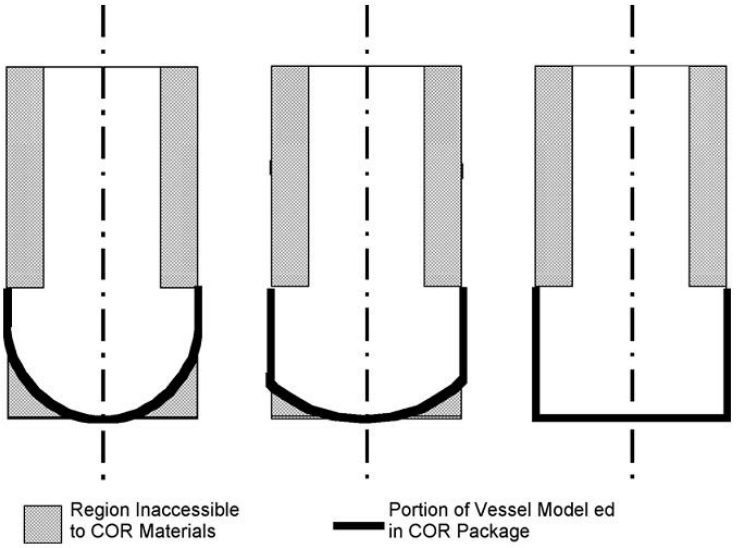
- مکانیزم شکست مبتنی بر تنش - شامل شکست صفحات و ستون‌ها بر اساس تنش تسلیم و شکست ستون‌ها بر اساس کمانش[۱] می‌باشد. این مکانیزم‌ها تحت عنوان مدل‌های خرابی فاجعه‌بار[۲] شناخته می‌شوند. در این مدل‌ها، تنش تسلیم و تنش پیچشی برای ساختار محاسبه می‌شود.
- شکست ناشی از خزش در تنش‌های کمتر از تنش تسلیم - این مدل که به مدل شکست بخش پایین محفظهٔ راکتور وابسته است، از پارامتر لارسون- میلر[۳] برای محاسبه تنش استفاده می‌کند. خزش در نظر گرفته شده در

۱ - Buckling
۲ - Catastrophic failure
۳ - Larson-Miller

این مدل، خزش حرارتی است. اغلب روابط این مدل تجربی بوده و در نتیجه استفاده از آنها، تنش مؤثر و در نهایت زمان شکست بخش پایین محفظهٔ راکتور محاسبه می‌شود.

۴-۹-۶- مدل بخش پایینی محفظهٔ راکتور

در مدل انتقال حرارت بخش پایینی محفظهٔ راکتور در بستهٔ COR، بخش‌های مهمی مانند نیمکره بخش پایینی، نواحی نفوذ[۱] به بخش پایینی مانند لوله‌های تجهیزات یا لوله‌های هادی، لایه‌های آوار و یا مواد مذابی که بر روی بخش پایینی محظه راکتور باقی مانده‌اند و همچنین چشمه‌های حرارتی موجود در چاهک راکتور لحاظ می‌شوند. قابلیت مدل‌سازی سه نوع هندسه برای بخش پایین شامل نیمکره، شبه نیمکره و استوانه‌ای در نسخه جدید کد مطابق شکل ۱۸ وجود دارد.



شکل ۱۸: هندسه بخش پایین محفظهٔ راکتور

بخش پایین محفظهٔ راکتور به بخش‌هایی تقسیم می‌شود که توسط کاربر تعیین می‌گردد. برای انجام محاسبات رسانش حرارتی، ضخامت دیواره این بخش به گره‌های کوچکتر تقسیم می‌شود. ارتفاع سطح بالای استخر مذاب، انتقال حرارت در استخر مذاب و دمای سازه بخش پایین از جمله مواردی هستند که توسط مدل‌های بستهٔ COR محاسبه می‌شوند. ارتفاع محاسبه شدهٔ استخر برای سطح‌های انتقال حرارت به کار می‌رود و توزیع دمایی نیز در مدل پاسخ مکانیکی برای تعیین تنش و کرنش در بخش پایین و پیش‌بینی شکست ناشی از خزش مورد استفاده قرار می‌گیرد. خزش (کرنش پلاستیک) از

[۱] - Penetration

پارامتر لارسون - میلر و قانون ضریب عمر[۱] محاسبه می‌شود و توزیع دمایی نیز از محاسبات انتقال حرارت دوبعدی با روش نیمه ضمنی[۲] به دست می‌آید.

به دلیل اینکه هیچ جزئی از بخش پایینی محفظهٔ راکتور نباید فصل مشترکی با بیش از یک سلول قلب داشته باشد، باید بخش مرزی در هر نقطه از این بخش، در مرز بین حلقه‌های شعاعی و سطوح محوری در نظر گرفته شود. همچنین باید حداقل تعداد قسمت‌های مورد نیاز (NLHT) در ناحیهٔ منحنی شکل (هندسهٔ نیمکره) و یا تخت (هندسهٔ استوانه‌ای) تعیین گردند. محاسبات مدل بخش پایین شامل سه بخش کلی است: انتقال حرارت، تعیین شکست در برخی منافذ و یا شکست کلی در یک بخش[۳] و همچنین تزریق آوار به درون چاهک راکتور.

مکانیزم‌های انتقال حرارت این مدل عبارتند از: انتقال حرارت از ذرات آوار به سمت بخش پایینی، انتقال حرارت از ذرات آوار به‌سمت منافذ، رسانش حرارتی از منافذ به سمت بخش پایینی، انتقال حرارت جابجایی از منافذ و آوار و همچنین سطوح بخش پایین، انتقال حرارت از استخرهای مذاب (استخرهایی که در تماس با بخش پایینی هستند) و رسانش حرارتی از طریق پوسته (مدل استفان). سطوح انتقال حرارت با توجه به عمق آوار و استخر مذاب و نیز هندسه، محاسبه می‌شود. جرم‌های منافذ و بخش پایینی نیز با توجه به ترکیبات آنها و گره‌بندی در نظر گرفته شده، محاسبه می‌شود. همچنین ضرایب انتقال حرارت برای ترکیبات آوار و استخر مذاب باید با استفاده از مقادیر پارامتری و یا مقادیر تابع کنترلی به دست آیند و برای استخر مذاب مستقیماً از مدل‌های انتقال حرارت استخر مذاب محاسبه شوند. در مدل استفان، انتقال حرارت هدایت گذرا از استخر مذاب به آوار و از استخر مذاب به بخش پایینی، محاسبه می‌شود. ضخامت پوسته‌ای که مجدداً بر روی پایین‌ترین سطح منجمد می‌شوند، با استفاده از این مدل به دست می‌آید.

گره‌بندی بخش پایینی محفظهٔ راکتور و مکانیزم‌های انتقال حرارت در شکل ۱۹ نشان داده شده است. انتقال حرارت‌های نشان داده شده در شکل عبارتند از: q_{m1p} و q_{m2p} به‌ترتیب انتقال حرارت از بالاترین و پایین‌ترین استخر مذاب به منفذ، q_{dp} انتقال حرارت از آوار به منفذ، q_{ph} انتقال حرارت از منفذ به بالاترین گرهٔ بخش پایینی، q_{dh} انتقال حرارت از آوار به بخش پایینی، $q_{h,c}$ انتقال حرارت از مرزهای خارجی بخش پایینی به حجم‌های کنترل چاهک راکتور، q_{m1d} و q_{m2d} انتقال حرارت از استخرهای مذاب به آوار و q_{m1h} و q_{m2h} انتقال حرارت از استخرهای مذاب به کلگی پایین.

در مدل شکست ناشی از خزش، توزیع دمای بخش پایینی برای محاسبه خزش مبتنی بر پارامتر لارسون - میلر به کار می‌رود. در این مدل زمان شکست (t_R) با استفاده از رابطه زیر محاسبه می‌شود:

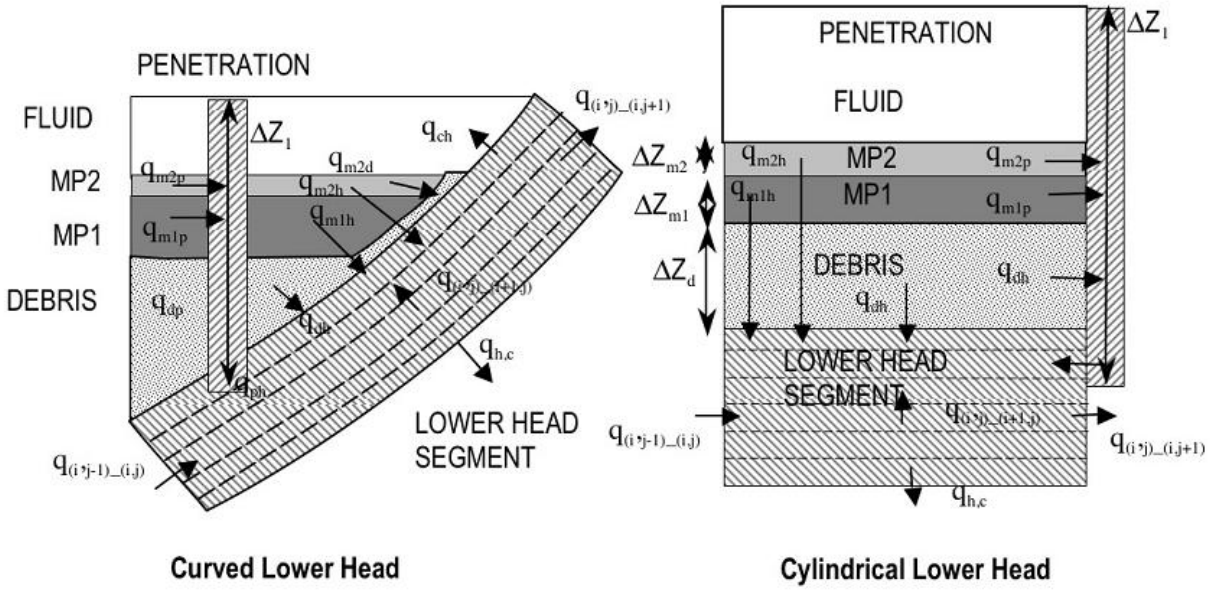
۱ - Life-fraction
۲ - Semi-implicit
۳ - Segment

$$t_R = 10^{(\frac{P_{LM}}{T} - 7.042)} \quad (۳۹-۴)$$

در این رابطه، T دمای لایه و P_{LM} پارامتر لارسون- میلر است که با توجه به تنش مؤثر σ_e، به صورت زیر به دست می‌آید:

$$P_{LM} = 4.812 \times 10^4 - 4.725 \times 10^3 \log_{10}^{\sigma_e} \quad (۴۰-۴)$$

بعد از وقوع شکست، هر ماده‌ای که در انتهای بخش پایینی محفظهٔ راکتور وجود دارد به درون چاهک راکتور تزریق می‌شود. در این مدل، سرعت تزریق مواد، حداکثر جرم موادی که می‌تواند تزریق شود و همچنین نرخ فرسایش بخش پایینی محاسبه می‌شود.



شکل ۱۹: مکانیزم‌های انتقال حرارت در کلگی پایین

۴-۹-۷- آشنایی با ورودی بستهٔ COR

سرشناسهٔ کارت‌های بستهٔ COR با همین عبارت آغاز می‌شوند. برخی از این کارت‌ها اجباری و اغلب آنها اختیاری هستند که برای آنها مقدار پیش‌فرض استفاده می‌شود و یا همان مقادیر از پیش تعیین شده برای سایر سلول‌ها هستند. کارت‌های بین COR00000 و COR00012، COR000DX، COR000NS و COR000SS برای تعیین اطلاعات عمومی در مورد هندسه، حجم‌بندی و مدل فیزیکی برای قلب و بخش پایینی به کار می‌روند. کارت‌های با شناسهٔ CORZjjnn (که در آنها nn برابر 01، 02، 03، 04، DX، NS و SS است) برای تعیین اطلاعات سطح محوری jj استفاده می‌شوند. کارت‌های با شناسهٔ CORRiinn (که در آنها nn برابر 01، 02، 03، 04، DX، NS و SS است) برای تعیین اطلاعات حلقه‌های محوری ii

استفاده می‌شوند. کارت‌های با شناسهٔ CORijjnn که در آنها nn برابر 01، 02، 02A، 03، 04، 05، 06، 07، DX، NS و SS است) برای تعیین اطلاعات یک سلول قلب در حلقه شعاعی i و سطح محوری jj است. به عنوان مثال کارت COR31201 اطلاعات سلول ۳۱۲ را که در حلقه شعاعی ۳ و سطح محوری ۱۲ قرار دارد را تعیین می‌کند. کارت‌های با شناسهٔ CORijjKcc و CORijjYcc برای تعیین جرم‌های اولیهٔ اجزای قلب در حالت قلب آسیب‌دیده، شامل اکسید، تکه‌های آوار و آوار کلوخه شده در همهٔ اجزای ممکن، استفاده می‌شوند.

کارت‌های با شناسهٔ CORLHDii، CORLHNnn و CORPENnn (که در آنها ii و nn شمارنده هستند) برای تعیین اطلاعات بخش پایینی و حفره‌های آن به کار می‌روند. کارت‌های با شناسهٔ CORTINxx برای تعیین شیوهٔ محاسبهٔ دمای حجم کنترل قلب در مدل قلب به کار می‌روند، اگرچه استفاده از آنها ممکن است نیاز نبوده و توصیه نشود.

هر زمان بستهٔ COR فعال باشد، باید هیدروژن و مونوکسید کربن در بستهٔ NCG تعریف شده باشند. برای راکتورهای آب جوشان حاوی کاربید بور، گاز اکسیژن، دی اکسید کربن و متان باید در بستهٔ NCG تعریف شوند.

۴-۹-۸- کارت‌های عمومی ورودی بخش MELGEN در بستهٔ COR

COR00000 – Nodalization Parameters
Required

(1) **NRAD** - Number of radial rings in the core and lower plenum (maximum = 9).
(Type = integer, default = none, units = none)

(2) **NAXL** - Total number of axial levels in the core and lower plenum (maximum = 99).
(Type = integer, default = none, units = none)

(3) **NTLP** - Number of axial levels in the lower plenum only (maximum = 49).
NTLP must be less than NAXL.
(Type = integer, default = none, units = none)

(4) **NCVOL** - Number of CVH fluid volumes in the core and lower-plenum region.
(Type = integer, default = none, units = none)

(5) **NLH** - Number of temperature nodes in the vessel lower head (maximum = 24).
(Type = integer, default = none, units = none)

(6) **NLHTA** - Number of segments in noncylindrical (flat or hemispherical) portion of lower head.
(Type = integer, default = none, units = none)

(7) **NPNTOT** - Total number of representative lower-head penetrations modeled (maximum = 19, no more than 3 per ring, but cannot use 3 for each of 9 rings).
(Type = integer, default = none, units = none)

(8) **NINSLH** - Total number of insulation (non-load bearing) mesh layers in the vessel lower head (maximum = NLH–1).
(Type = integer, default = 0, units = none)

(9) **NNHTR** - Maximum number of arbitrary conduction or radiation heat transfer paths to be defined.
(Type = integer, default = 0, units = none)

در این کارت پارامترهای مربوط به حجم‌بندی قلب و بخش پایین محفظهٔ راکتور تعیین می‌شوند. در بخش پایین تعداد لایه‌ها یک لایه کمتر از تعداد گره‌های دمایی است (NLH-1)، چون گره‌های دمایی در مرزهای لایه‌ها تعریف می‌شوند.

در پارامتر اول این کارت، NRAD، تعداد حلقه‌های شعاعی در قلب و بخش پایین تعیین می‌شود. حداکثر مقدار مجاز این پارامتر ۹ حلقه است. در پارامتر دوم، NAXL، کل تعداد سطوح محوری در قلب و بخش پایینی تعیین می‌شود. حداکثر مقدار مجاز این پارامتر ۹۹ سطح محوری است. تعداد سطوح محوری در بخش پایینی در پارامتر سوم، NTLP، تعیین می‌شود. پارامتر چهارم، NCVOL، تعداد حجم‌های کنترل سیال در قلب و بخش پایینی است. پارامتر پنجم، NLH، مربوط به تعداد گره‌های دمایی در بخش پایینی محفظهٔ راکتور می‌باشد که حداکثر ۲۴ عدد است. پارامتر ششم، NLHTA، تعداد قسمت‌های بخش غیراستوانه‌ای (تخت یا نیم‌کره) بخش پایینی است. پارامتر هفتم، NPNTOT، کل تعداد حفره‌های در نظر گرفته شده در بخش پایینی است. حداکثر مقدار این پارامتر ۱۹ عدد است. در هر حلقه حداکثر ۳ عدد مجاز است، اما نمی‌توان برای هر ۹ حلقه ۳ حفره در نظر گرفت. در پارامتر هشتم، NINSLH، کل تعداد لایه‌های بازه‌های عایق در بخش پایینی محفظهٔ راکتور است. حداکثر مقدار این پارامتر برابر NLH-1 است. در پارامتر نهم، NNHTR، حداکثر تعداد مسیرهای انتقال حرارت رسانش یا تشعشعی دلخواه تعیین می‌شود. هفت پارامتر اول باید تعیین شوند. NTLP به عنوان مقدار پیش‌فرض برای IAXSUP در کارت اختیاری COR00012 است. پارامتر IAXSUP برای تعریف موقعیت صفحه نگهدارنده قلب در برخی مدل‌ها به کار می‌رود. اگر این دو برابر نباشند، مقدار NTLP تنها برای تخصیص فضا برای بخش پایینی به کار می‌رود.

COR00001 – Geometric Parameters
Optional

(1) **RFUEL** - Outer radius of the fuel pellets in the fuel rods.
(Type = real, default = 0.00521 (B) or 0.00464 (P), units = m)

(2) **RCLAD** - Outer radius of the fuel rod cladding.
(Type = real, default = 0.00613 (B) or 0.00536 (P), units = m)

(3) **DRGAP** - Thickness of the gas gap between fuel pellets and cladding.
(Type = real, default = 0.00012 (B) or 0.00011 (P), units = m)

(4) **PITCH** - Center-to-center spacing of the fuel rods.
(Type = real, default = 0.0162 (B) or 0.0143 (P), units = m)

(5) **DXCAN** - Thickness of the canister wall.
(Type = real, default = 0.0025 (B) or 0.0 (P), units = m)

(6) **DXSS** - Thickness of OS.
(Type = real, default = 0.0014 (B) or 0.00036 (P), units = m)

در این کارت اطلاعات هندسی کلیدی برای میله‌های سوخت، میله‌های کنترل و برای بسته‌های کنیستر راکتورهای آب جوشان، تعیین می‌شوند. اگر این کارت استفاده شود، ممکن است شامل صفر تا هفت پارامتر باشد. برای پارامترهایی که تعیین نشوند، مقدار پیش‌فرض استفاده می‌شود. مقادیر پیش‌فرض مختلف برای یک راکتور آب جوشان و یا راکتور آب تحت فشار بر اساس پارامتر IRTYP در کارت COR00002 استفاده می‌شود. در توضیحات پارامترها با عبارت‌های (B) و (P) به نوع راکتور اشاره شده است. شعاع خارجی قرص‌های سوخت در میلهٔ سوخت، شعاع خارجی غلاف سوخت، ضخامت فاصله گازی، گام میله‌های سوخت، ضخامت دیواره کنیستر و ضخامت سازهٔ متفرقه به ترتیب در پارامترهای این بخش تعیین می‌شوند.

COR00001A – Vessel Parameters
Required

(1) **RCOR** - Outer radius for COR package in active core region.
(Type = real, default = 2.376 (B) or 1.8796 (P), units = m)

(2) **RVLH** - Radius of curvature of inside of lower head.
(Type = real, default = 3.34 (B) or 2.2392 (P), units = m)

(3) **RVESS** - Radius of inside of vessel cylinder.
(Type = real, default = value of RVLH units = m)

(4) **ILHTYP** - Reactor lower-head type:
= 0 Lower head is a (portion of a) hemisphere.
= 1 Lower head is flat.
(Type = integer, default = 0)

(5) **ILHTRN** - Reactor lower head transition type:
=0 Transition is at RCOR, as in typical BWR.
=1 Transition is at RVESS, as in typical PWR.
(Type = integer, default = 0)

(6) **DZRV** - Thickness of cylindrical vessel wall.
(Type = real, default = 0.17779 (B) or 0.2144 (P), units = m)

(7) **DZLH** - Thickness of lower head inside the transition radius specified by ILHTRN on record COR00002.
(Type = real, default = 0.22 (B) or 0.13 (P), units = m)

این کارت پارامترهای کلیدی برای محفظهٔ راکتور شامل ناحیهٔ قلب را تعیین می‌کند. مقادیر مختلف پیش‌فرض برای راکتورهای آب جوشان و آب تحت فشار در نظر گرفته شده است.

در پارامتر اول، شعاع خارجی ناحیهٔ فعال قلب تعیین می‌شود. در پارامتر دوم، شعاع انحنای داخلی بخش پایینی تعیین می‌شود. این مقدار نمی‌تواند از مقدار RVESS که در پارامتر سوم تعیین می‌شود، کمتر باشد. همچنین این مقدار برای هندسه تخت در بخش پایینی (مقدار ۱ برای پارامتر ILHTYPE در کارت COR00002) استفاده نمی‌شود. در پارامتر سوم، شعاع داخلی بخش استوانه‌ای محفظهٔ راکتور تعیین می‌شود. اگر این پارامتر برابر پارامتر دوم (RVLH) باشد، بخش پایین یک نیم‌کره کامل خواهد بود و اگر این پارامتر از پارامتر دوم بزرگتر باشد، بخش پایینی قسمتی از یک نیم‌کره خواهد بود. در پارامتر چهارم، نوع بخش پایینی محفظهٔ راکتور تعیین می‌شود. دو حالت نیم‌کره و تخت قابل انتخاب هستند. در پارامتر پنجم، نوع محل اتصال بخش پایینی به بخش استوانه‌ای مشخص می‌شود. در پارامتر ششم، ضخامت دیواره بخش استوانه‌ای محفظهٔ راکتور تعیین می‌شود. در پارامتر هفتم، ضخامت محفظه در بخش پایینی در شعاع تعیین شده در پارامتر ILHTRN در کارت COR00002 مشخص می‌شود. هر یک از پارامترهای اول و دوم این کارت (RCOR و RVLH) باید با یکی از شعاع حلقه‌های ورودی RINGR در کارت CORRii00 سازگار باشند.

COR00001B – Additional Vessel Parameters
Required

(1) **HLST** - Elevation of BWR baffle plate or PWR bottom plate.
(Type = real, default = none, units = m)

(2) **HCSP** - Elevation of core support plate, which cannot be below HLST.
(Type = real, default = none, units = m)

در پارامتر اول این کارت، ارتفاع صفحهٔ baffle در راکتور آب جوشان یا صفحه پایین راکتور آب تحت فشار تعیین می‌شود. بخشی از محفظهٔ راکتور که زیر این صفحه قرار دارد به عنوان بخش پایینی مدل می‌شود. در پارامتر دوم این کارت ارتفاع صفحه نگهدارنده قلب تعیین می‌شود. این پارامتر نمی‌تواند پایین صفحهٔ HLST باشد. مقدار HCSP به عنوان ارتفاعی که استخر مذاب بخش پایین را از استخر مذاب داخل قلب جدا می‌کند، لحاظ می‌شود.

مقادیر HLST و HCSP ارتفاع‌های مطلق نسبت به مرکز مختصات مسأله بوده و مربوط به پایین محفظه نمی‌باشند. هر یک از این دو پارامتر باید با ارتفاع یکی از سطوح محوری ورودی به عنوان Z در کارت CORZjj01 مطابق باشند.

COR00002 – Reactor Type
Optional

(1) **IRTYP** - Reactor type. Three choices are allowed: ‘BWR’, ‘PWR’, and ‘SBWR’.
(Type = character*4, default = ‘BWR’)

(2) **MCRP** - Control rod poison material. Only two choices are allowed: ‘B4C’ and ‘AG-IN-CD’.
(Type = character*8, default = ‘B4C’)

(3) **MATHT** - Electric heating element material.
(Type = character*24, default = none)

در این کارت نوع راکتور (پارامتر IRTYP)، مواد میلهٔ کنترل (پارامتر MCRP) و ماده گرم‌کن الکتریکی (پارامتر MATHT) انتخاب می‌شود.

COR00003 – Radiative Exchange Factors
Optional

(1) **FCNCL** - Radiative exchange factor for radiation from the canister wall to the fuel rod cladding. A value must be entered for PWRs but is not used.
(Type = real, default = 0.25, units = none)

(2) **FSSCN** - Radiative exchange factor for radiation from an OS (e.g., control blades) to the adjacent canister walls or to fuel rods and debris if canister is not present.
(Type = real, default = 0.25, units = none)

(3) **FCELR** - Radiative exchange factor for radiation radially outward from the cell boundary to the next adjacent cell.
(Type = real, default = 0.25, units = none)

(4) **FCELA** - Radiative exchange factor for radiation axially upward from the cell boundary to the next adjacent cell.

(Type = real, default = 0.25, units = none)

(5) **FLPUP** - Radiative exchange factor for radiation from the liquid pool to the core components.
(Type = real, default = 0.25, units = none)

در این کارت ضرایب تبادل تشعشعی برای مدل تشعشع حرارتی در داخل قلب تعیین می‌شوند. این ضرایب مرتبط با ضریب دید هندسی بین دو سطح است. این کارت ضروری نیست، ولی اگر استفاده شود باید هر پنج پارامتر آن تعیین شوند. مقادیر پارامترها باید غیرمنفی و کوچک‌تر یا مساوی ۱ باشند.

همانطور که از تعریف پارامترهای این کارت مشخص است، ضرایب تبادل تشعشعی بین بخش‌های مختلف موجود در محفظه، شامل دیواره کنیستر، غلاف سوخت، سازه‌های متفرقه، مرزهای شعاعی و محوری سلول‌ها و استخر تعیین می‌شود. مقادیر پیش‌فرض این ضرایب برابر با ۰/۲۵ است.

COR00004 – TP Interface and Fission Power and Gap Conductance Control Functions
Required

(1) **NTPCOR** - 'In' Transfer Process number ('nnn' on the TPINnnn00 record) that specifies the input for transferring masses and energies from the COR package to the CAV or FDI packages.
(Type = integer, default = none, units = none)

(2) **ICFFIS** - Fission power control function number.
(Type = integer, default = 0, units = none)

(3) **ICFGAP** - Fuel-cladding gap conductance control function number.
(Type = integer, default = 0, units = none)

در این کارت شماره ماتریس انتقال از بستهٔ فرایند انتقال (TF) برای انتقال جرم و انرژی به بستهٔ CAV تعیین می‌شود. همچنین شمارهٔ توابع کنترلی مربوط به توان شکافت و رسانش فاصله گازی بین سوخت و غلاف در این کارت قابل تعریف هستند. تعیین این کارت ضروری است و باید حداقل شامل اولین پارامتر باشد.

در پارامتر اول، NTPCOR، شماره مبدأ برای فرایند انتقال (شماره nnn در کارت TPINnnn00 در بستهٔ TP) است که ورودی برای انتقال جرم و انرژی از بستهٔ COR به بسته‌های CAV یا FDI را تعیین می‌کند. برای حالت عادی، مقدار صفر، نشان می‌دهد که در اینجا از بستهٔ TP در محاسبات استفاده نمی‌شود و بخش پایینی محفظه تخریب نخواهد شد و تکه‌های آوار خارج نخواهد شد. شمارهٔ جرم‌های انتقالی و شمارهٔ متغیرهای ترمودینامیکی در کارت TPINnnn00 از بستهٔ TP باید به ترتیب برابر ۶ و ۹ باشند (NMSIN = 6 و NTHRM = 9). همچنین در کارت TPMnnn0000 باید NCOL =

6 باشد. مواد موجود در جرم‌های انتقالی در ماتریس انتقال در کارت TPMnnnkkkk شامل (۱) اکسید اورانیوم، (۲) زیرکونیوم، (۳) استیل، (۴) اکسید زیرکونیوم، (۵) اکسید استیل و (۶) سم کنترلی است. آلیاژ اینکونل به صورت خودکار در استیل لحاظ شده است. برای اطلاعات بیشتر مراجعه به مطالب ارائه شده در بستهٔ TP ضروریست.

در پارامتر دوم، ICFFIS، شماره تابع کنترلی توان شکافت تعیین می‌شود. اگر این مقدار برابر صفر باشد یا تعیین نشود، محاسبات توان واپاشی انجام نخواهد شد. اگر مقداری مثبت تعیین شود، شماره تابع کنترلی برای محاسبه سطح آب مایع در رابطهٔ سطح مایع و توان شکافت چکسل – لایمن استفاده خواهد شد. اگر در این پارامتر یک عدد منفی تعیین شود، تابع کنترلی برای کل توان شکافت به کار خواهد رفت. اگر قدر مطلق این پارامتر کمتر از ۱۰۰ باشد، توان شکافت در تمام سلول‌های قلب (به جز سلول‌های بخش پایینی) بر اساس جرم سوخت توزیع خواهد شد و اگر بزرگتر از ۱۰۰ باشد، توان شکافت تنها در سلول‌های پر از آب شامل سوخت توزیع خواهد شد. گرمای واپاشی به صورت خودکار به توان شکافت به منظور حصول کل توان قلب اضافه می‌شود. بنابراین مقداری که کاربر در اینجا وارد می‌کند نباید حاوی توان واپاشی باشد.

پارامتر سوم، ICFGAP، شماره تابع کنترلی رسانش فاصله گازی سوخت و غلاف را تعیین می‌کند. اگر این پارامتر تعیین نشود یا برابر صفر باشد، مقاومت اضافه برای فاصله گازی محاسبه نخواهد شد. اگر یک مقدار مثبت تعیین شود، رسانش تعیین شده به صورت سریالی به رسانش فاصله گازی برای همهٔ سلول‌های حاوی میلهٔ سوخت به صورت موازی با تشعشع داخل فاصله گازی افزوده می‌شود.

COR00005 – Candling Heat Transfer Coefficients

(1) **HFRZUO** - Refreezing heat transfer coefficient for UO_2.
(Type = real, default = 1000.0, units = W/m_2-K)

(2) **HFRZZR** - Refreezing heat transfer coefficient for Zircaloy.
(Type = real, default = 1000.0, units = W/m_2-K)

(3) **HFRZSS** - Refreezing heat transfer coefficient for steel.
(Type = real, default = 1000.0, units = W/m_2-K)

(4) **HFRZZX** - Refreezing heat transfer coefficient for ZrO_2.
(Type = real, default = 1000.0, units = W/m_2-K)

(5) **HFRZSX** - Refreezing heat transfer coefficient for steel oxide.
(Type = real, default = 1000.0, units = W/m_2-K)

(6) **HFRZCP** - Refreezing heat transfer coefficient for the control poison material.
(Type = real, default = 1000.0, units = W/m_2-K)

در این کارت ضرایب انتقال حرارت انجماد مجدد در مدل انجماد مواد مذاب قلب برای هر یک از مواد تعیین می‌شوند. این کارت ضروری نیست، ولی اگر این کارت استفاده شود، هر شش پارامتر آن باید تعیین شوند. بدلیل میزان بالای عدم قطعیت پدیده، تعیین دقیق این پارامترها بسیار مشکل است. مقادیر پیش‌فرض، تخمینی از اندازهٔ این ضرایب است که مقداری قابل قبول برای شبیه سازی است. ولی در مطالعات حساسیت باید این مقادیر تغییر کنند تا اثر آنها در رفتار رشد کلی مذاب تعیین شود.

COR00006 – Model Switches
Optional

(1) **IEUMOD** - Materials interactions model switch
= 0 Model is inactive
= 1 Model is active.
(Type = integer, default = 0, units = none)

(2) **IHSDT** - HS boundary condition option switch
= 0 dT/dz boundary condition option required for core radial boundary structures input on record CORZjj02
= 1 dT/dz boundary condition option not required.
(Type = integer, default = 0, units = none)

(3) **IDTDZ** - dT/dz inlet specification option switch.
= 0 dT/dz inlet flow and temperature from default hydrodynamic calculation in CVH/FL. For this option, CORTIN records are *not allowed* as part of MELGEN input.
= 1 dT/dz inlet flow and temperature calculated as in MELCOR 1.8.3, with the addition of a downward-flow option. For this option, CORTIN records are *required* for at least the lowest and highest hydrodynamic control volumes containing core cells.
(Type = integer, default = 0, units = none)

(4) **IOLDOS** - OS option switch.
= 0 Input may not contain specification of OS. Structures must be modeled using SS and NS.
= 1 Input may not contain specification of either SS or NS; only OS may be used to model structures.
(Type = integer, default = 0, units = none)

(5) **ICORCV** - CVH volume consistency switch.
= 0 Consistency between fluid volumes in CVH and in COR, meaning that the volume in COR may not exceed that in CVH, is required.
= 1 Consistency between fluid volumes in CVH and in COR is not required.
(Type = integer, default = 0, units = none)

این کارت مدل‌ها و گزینه‌های مختلفی را فعال و غیرفعال می‌کند. مقادیر پیش‌فرض پارامترهای دوم تا پنجم با تأکید پیشنهاد می‌شوند.

مشکلاتی در مدل واکنش مواد در نسخه ۱,۸,۳ وجود داشت که برخی از آنها در نسخه‌های بعدی اصلاح شدند. با این حال استفاده از این مدل‌ها در حال حاضر پیشنهاد نمی‌شود. بسیاری از اثرات واکنش‌های مواد بدون فعال کردن مدل، ممکن است حاصل شود.

مدل قلب در نسخه ۱,۸,۶ امکان حضور سازه‌های نگهدارنده SS (مانند صفحات نگهدارنده قلب) و سازه‌های غیرنگهدارنده NS (مانند میله‌ها و تیغه‌های کنترل) به عنوان اجزای مجزا، را دارد. در نسخه‌های قبل از نسخهٔ ۱,۸,۵ تنها سازه‌های تک (OS) را مدل می‌کردند. این قابلیت به منظور سازگاری با فایل‌های ورودی نسخه‌های پیشین، در نسخهٔ ۱,۸,۶ نگهداشته شده است، ولی در نسخه‌های آینده حذف خواهد شد. استفاده از این گزینه مستلزم فعال‌سازی آن با قرار دادن IOLDOS=1 است. با این انتخاب برخی از مدل‌های نسخه ۱,۸,۶ غیرقابل استفاده خواهند شد.

COR00007 – Candling Secondary Material Transport Parameters
Optional

(1) **MTUOZR** - Transport mechanism flag for UO_2 in molten Zircaloy.
(Type = integer, default = 1, units = none)

(2) **MTZXZR** - Transport mechanism flag for ZrO_2 in molten Zircaloy.
(Type = integer, default = 1, units = none)

(3) **MTSXSS** - Transport mechanism flag for steel oxide in molten steel.
(Type = integer, default = 2, units = none)

(4) **MTCPSS** - Transport mechanism flag for control poison material in molten steel.
(Type = integer, default = 2, units = none)

(5) **FUOZR** - Transport parameter for UO_2 in molten Zircaloy.
(Type = real, default = 0.2, units = none)

(6) **FZXZR** - Transport parameter for ZrO_2 in molten Zircaloy.
(Type = real, default = 0.0, units = none)

(7) **FSXSS** - Transport parameter for steel oxide in molten steel.
(Type = real, default = 1.0, units = none)

(8) **FCPSS** - Transport parameter for control poison material in molten steel.
(Type = real, default = 0.0, units = none)

در این کارت پارامترهای مورد نیاز برای مدل‌سازی انتقال مواد ثانویه طی فرایند انجماد مواد مذاب قلب تعیین می‌شود. این کارت ضروری نیست، اما در صورت استفاده از این کارت باید همهٔ هشت پارامتر آن تعیین شوند. مکانیزم انتقال ۱ می‌گوید که مادهٔ ثانویه به عنوان بخشی از جرم مذاب تعیین شده در پارامتر انتقال، جایگزین می‌شود. مکانیزم انتقال ۲ می‌گوید که مادهٔ ثانویه با نسبت کسری از مقدار موجود آن که در پارامتر انتقال تعیین می‌شود، جایگزین می‌شود.

COR00008 – Component Critical Minimum Thicknesses
Optional

(1) **DRCLMN** - Critical minimum thickness of unoxidized Zircaloy in cladding or canister. Set to 0.0 to allow uncollapsed “bare” fuel pellets to survive to a temperature set by sensitivity coefficient 1132.
(Type = real, default = 0.0001, units = m)

(2) **DRSSMN** - Critical minimum thickness of unoxidized steel in “other structure.”
(Type = real, default = 0.0001, units = m)

در این کارت حداقل ضخامت برای غلاف و سایر سازه‌ها برای جلوگیری از تبدیل این سازه‌ها به تکه‌های آوار تعیین می‌شود. با انتخاب این کارت اختیاری، تعیین هر دو پارامتر آن ضروری می‌شود. هر دو مقدار باید مثبت باشند. مقادیر پیش‌فرض فاقد عمومیت هستند و باید در مطالعات حساسیت تغییر داده شوند تا اثر این پارامترها بر رفتار قلب در حادثه تعیین شود.

در پارامتر اول حداقل ضخامت بحرانی آلیاژ اکسیدنشدهٔ زیرکونیوم غلاف یا کنیستر تعیین می‌شود. تعیین مقدار صفر برای این پارامتر باعث می‌شود که قرص‌های سوخت تا دمای تعیین شده در ضریب حساسیت ۱۱۳۲ بدون خرابی باقی بمانند.

در پارامتر دوم حداقل ضخامت بحرانی استیل اکسیدنشده در سایر سازه‌ها تعیین می‌شود.

COR00009 – Lower Head Failure Modeling Parameters
Optional

(1) **HDBPN** - Heat transfer coefficient from debris to penetration structures.
(Type = real, default = 1000.0, units = W/m^2-K)
or
(1) **ICFHPN** - User number of control function defining the heat transfer coefficient (in W/m^2-K) from debris to penetration structures.
(Type = integer, default = none, units = none)

(2) **HDBLH** - Heat transfer coefficient from debris to lower head.
(Type = real, default = 1000.0, units = W/m^2-K)

or

(2) **ICFHLH** - User number of control function defining the heat transfer coefficient (in W/m^2-K) from debris to the lower head.
(Type = integer, default = none, units = none)

(3) **HMPOLH** - Heat transfer coefficient from the oxidic molten pool to the lower head.
(Type = real, default = 1000.0, units = W/m^2-K)
or
(3) **ICFHMPO** - User number of control function defining the heat transfer coefficient (in W/m^2-K) from the oxidic molten pool to the lower head.
(Type = integer, default = none, units = none)
or
(3) **MDHMPO** - Character string 'MODEL', signifying that the heat transfer coefficient from the oxidic molten pool to the lower head is to be calculated from the internal model.
(Type = character*5, default = none, units = none)

(4) **HMPMLH** - Heat transfer coefficient from the metallic molten pool to the lower head.
(Type = real, default = 1000.0, units = W/m^2-K)
or
(4) **ICFHMPM** - User number of control function defining the heat transfer coefficient (in W/m^2-K) from the metallic molten pool to the lower head.
(Type = integer, default = none, units = none)
or
(4) **MDHMPM** - Character string 'MODEL', signifying that the heat transfer coefficient from the metallic molten pool to the lower head is to be calculated from the internal model.
(Type = character*5, default = none, units = none)

(5) **TPFAIL** - Failure temperature of the penetrations or the lower head.
(Type = real, default = 1273.15, units = K)

(6) **CDISPN** - Discharge coefficient for ejection of debris through failed penetration opening.
(Type = real, default = 1.0, units = none)

در این کارت پارامترهای مورد نیاز برای مدل‌سازی خرابی بخش پایینی محفظهٔ راکتور تعیین می‌شوند. این کارت ضروری نیست ولی در صورت حضور باید همهٔ شش پارامتر آن تعیین شوند. ضرایب انتقال حرارت پیش‌فرض مقادیر تخمینی از اندازه این پارامترها هستند که باید در مطالعات حساسیت برای تعیین اثر آنها بر انتقال حرارت بخش پایینی تغییر داده شوند. می‌توان ضرایب انتقال حرارت را به صورت مقادیر حقیقی از توابع کنترلی و یا برای استخر مذاب از یک مدل داخلی محاسبه کرد. دمای خرابی پیش‌فرض، تخمینی از گذار به رفتار پلاستیک برای استیل است.

COR00011 – Core Boundary Conduction Parameters
Optional

(1) **ICBCD** - Component number that conducts to boundary heat structures.
(Type = integer, default = none, units = none)

(2) **MATBCD** - Gap material for conduction to boundary heat structures.
(Type = character*24, default = none, units = none)

(3) **DXBCD** - Gap thickness.
(Type = real, default = none, units = m)

(4) **CDFBCD** - Boundary conduction thermal diffusion constant.
(Type = real, default = none, units = m^2-K-$s^{1/2}$/J)

در این کارت پارامترهای محاسبهٔ رسانش از حلقه‌های خارجی قلب به سازه‌های حرارتی مرزی تعیین شده در کارت CORZjj02 تعیین می‌شوند. این کارت ضروری نیست، ولی در صورت حضور باید همهٔ پارامترهای آن تعیین شوند. شماره جزئی که به سازهٔ حرارتی مرزی تبادل حرارت رسانش می‌کند در پارامتر ICBCD تعیین می‌شود. مادهٔ فاصله گازی برای هدایت حرارتی به سازه‌های حرارتی مرزی در پارامتر MATBCD تعیین می‌شود. ضخامت فاصلهٔ گازی بین سوخت و غلاف در پارامتر DXBCD تعیین می‌شود. ثابت پخش حرارتی رسانش در مرز در پارامتر CDFBCD تعیین می‌شود.

COR0002x – Properties of User-Defined SS Type
x can be any alphanumeric character
Optional

(1) **CSSUDF** - Name of user-defined SS type.
(Type = character*6, default = none, units = none)

(2-4) **CSSOPT** - Support capability of user-defined SS type.
= 'INTACT' SS of type CSSUDF supports intact components in the cell above until failure.
= 'DEBRIS' SS of type CSSUDF supports all particulate debris (PD and PB) in the cell above until failure.
= 'SELF' SS of type CSSUDF continues to be self-supporting after failure.
(Type = character*6, default = none, units = none)

کاربر می‌تواند یک تا سه نوع از سازه‌های نگهدارنده علاوه بر انواع موجود تعریف کند. در پارامتر اول این کارت، نام نوع جدید تعریف شده توسط کاربر باید تعیین شود. قابلیت نوع جدید در پارامترهای ۲ تا ۴ این کارت تعریف می‌شود. تا قبل

از خرابی همهٔ انواع تعریف شده توسط کاربر، فرض می‌شود که خودنگهدار هستند. قابلیت نگهداشتن سایر سازه‌ها و تکه‌های آوار باید توسط کاربر برای هر نوع تعیین شود. سرنوشت نوع جدید بعد از خرابی نیز باید توسط کاربر تعریف شود.

نام یک نوع جدید سازهٔ حرارتی نگهدارندهٔ تعیین شده در این کارت، در کارت CORxxxSS مشابه سازه‌های نگهدارنده موجود در کد مانند PLATE و COLUMN، قابل استفاده است. هرچند تنها گزینه‌های خرابی پارامتری (TSSFAI و ISSLCF) برای این سازه‌های جدید مجازند.

حداقل یکی از قابلیت‌های سازهٔ نگهدارنده برای نوع جدید باید انتخاب شود. سه قابلیت برای انواع جدید سازه‌های نگهدارنده قابل لحاظ است.

COR000BK – Global Core Blockage Enhancement Factor
Optional

(1) **ICFBKC** - User number of control function to account for fraction of porosity in the channel that is connected.
(Type = integer, default = none, units = none)

(2) **ICFBKB** - User number of control function to account for fraction of porosity in the bypass that is connected.
(Type = integer, default = ICFBKC, units = none)

تغییرات هندسهٔ قلب می‌تواند در تغییرات مقاومت جریان برای مسیرهای جریان منعکس شوند. با تغییر در مسیرهای جریان که در کارت FLnnnBk تعیین می‌شوند مدل بسته شدن جریان شبیه‌سازی می‌شود. در کارت COR000BK امکان ایجاد تغییرات کلی مقدار استفاده شده برای تخلخل در ارزیابی مقاومت جریان در معادلهٔ اورگان وجود دارد.

اگر از این کارت استفاده شود، مقدار پیش‌فرض تخلخل در مقدار تعیین شده در تابع کنترلی که عددی بین صفر و یک است ضرب می‌شود. در پارامتر اول تابع کنترلی مربوط به کانال‌های قلب و در پارامتر دوم ضریب مربوط به کانال کنارگذر تعیین می‌شود. در صورتیکه هر یک از این پارامترها برابر صفر باشد، به صورت پیش‌فرض این ضریب برابر ۱ در نظر گرفته می‌شود.

COR000SS – Global Loading and Failure Rule for SS
Optional

(1) **ISSMOD** - Structural model option for SS.
= '**PLATE**' SS in a cell will be treated as an edge-supported plate.
= '**PLATEG**' SS in a cell will be treated as a grid-supported plate.

= '**PLATEB**' SS in a cell will be treated as a BWR core plate.
= '**COLUMN**' SS in a cell will be treated as a column, usually representing a BWR control rod guide tube. The bottom of a COLUMN (SS is defined as a COLUMN in a cell with no COLUMN in the cell below) is treated as self-supporting unless there is an SS defined as a PLATE or PLATEG in the cell below. If either type of plate is present, it is assumed to support the bottom of the COLUMN, so that the COLUMN will collapse when the plate fails. Otherwise, the bottom of the COLUMN will not collapse until it itself fails.
= '**ENDCOL**' SS in a cell will be treated as a self-supported element of a COLUMN and will not collapse until it itself fails. (The lowest element of a COLUMN that does not rest on a PLATE or PLATEG is internally converted to ENDCOL.)
= **name** where 'name' is a user-defined SS type with properties defined on a COR0002x input record.
(Type = character*6, default = 'PLATEG', units = none)

استفاده اولیه از سازهٔ نگهدارنده در مدل‌سازی یک راکتور تجاری، مدل‌سازی سازه‌های نگهدارنده‌ای مانند صفحات قلب و لوله‌های هدایت‌کننده میله‌های کنترل است. این کارت قاعدهٔ کلی و خرابی سازهٔ نگهدارنده را مشخص می‌کند. در نسخهٔ ۱,۸,۶ پایین‌ترین جزء یک COLUMN به صورت خود نگهدار در نظر گرفته می‌شود.

این کارت اختیاری است. در اولین پارامتر این کارت، مدل سازه تعیین می‌شود. در پارامترهای بعدی پارامترهای محاسبات تخریب سازه که ممکن است پارامتری و یا مبتنی بر تنش باشند، تعیین می‌شوند. حالت پیش‌فرض شامل یک صفحه شبکه‌ای (PLATEG) با معیار خرابی در دمای بالا است که بسیار نزدیک به مدل سازه‌های متفرقه (OS) در نسخه‌های پیشین کد است. اگر این کارت با تعداد پارامترهای کمتر از حداکثر تعداد پارامترهای مجاز برای مدل تعیین شده در اولین پارامتر استفاده شود، مقادیر پیش‌فرض برای پارامترهای فراموش شده استفاده خواهد شد.

در پارامتر اول این کارت، نوع سازهٔ نگهدارنده مورد نظر انتخاب می‌شود. توضیح هر نوع به اختصار در بالا اشاره شده است.

برای مدل‌های پارامتری، پارامتر دوم این کارت یک متغیر کاراکتری است که مدل مورد نظر و همچنین نوع پارامتر سوم را تعیین می‌کند.

(2) **ISSFAI** - Failure model, either 'TSFAIL' or 'LOG-CF'.
(Type = character*6, default = 'TSFAIL', units = none)

(3) **TSSFAI** - Failure temperature for the TSFAIL model
(Type = real, default = 1273.15, units = K)
or
(3) **ISSLCF** - Number of a logical control function for the LOG-CF model. A .TRUE. value will define failure of the SS.

(Type = integer, default = none, units = none)

برای مدل‌های خرابی مبتنی بر تنش، در پارامترهای ۲ تا ۴ متغیرهای مورد نیاز برای تبدیل کل بار تحمل‌شده توسط سازه تعیین می‌شوند. این مدل‌ها وابسته به نوع سازهٔ نگهدارندهٔ انتخاب شده در پارامتر اول است. در مرجع [۱] این مدل‌ها و پارامترهای مربوط به آنها ارائه شده است.

سایر کارت‌های زیر اختیاری بوده و مربوط به اطلاعات عمومی ورودی بخش MELGEN در بستهٔ COR هستند. توضیحات این کارت‌ها در مرجع [۱] ارائه شده است.

COR00012 – In-Vessel Falling Debris Quench Model Parameters

COR000DX – Global Particulate Debris Exclusion Parameters

COR000NS – Global Support Rule for NS

COR000PC – Global Pool Heat Transfer from Bottom/Top of SS Plates

COR000PR – Global Downward Radiation from SS to Pool or to Lower Head

CORCR0 – Control Rod Silver Release

CORB4C – Control Rod B4C Oxidation Model

۴-۹-۹- کارت‌های ورودی سطح محوری بخش MELGEN در بستهٔ COR

CORZjj01 – Axial Level Geometric Parameters
$1 \leq$ jj $\leq$ NAXL, jj is the axial level number
Required

(1) **Z** - Elevation of lower boundary of axial level.
(Type = real, default = none, units = m)

(2) **DZ** - Axial length of level from lower boundary to upper boundary.
(Type = real, default = none, units = m)

(3) **PORIN** - Unused.
(Type = real, default = none, units = none)

(4) **PORDP** - Porosity of particulate debris for all cells in axial level jj. The value must be nonnegative and less than 1.0.
(Type = real, default = none, units = none)

در این کارت پارامترهای مختلف هندسی برای سطح محوری jj تعیین می‌شوند. برای هر سطح محوری چهار پارامتر نیاز است. در پارامتر اول، ارتفاع پایین‌ترین مرز سطح محوری تعیین می‌شود. در پارامتر دوم، طول محوری سطح از مرز پایین تا مرز بالا تعیین می‌شود. پارامتر سوم استفاده نمی‌شود. در پارامتر چهارم ضریب تخلخل تکه‌های آوار برای همهٔ سلول‌ها در سطح محوری jj تعیین می‌شود. مقدار این پارامتر باید غیرمنفی و کوچکتر از ۱ باشد.

CORZjj02 – Radial Boundary Heat Structure Specification, Component Support Flag
$1 \leq$ jj $\leq$ NAXL, jj is the axial level number
Required

(1) **IHSA** - Boundary heat structure number for this axial level, or 0 for levels below HLST.
(Type = integer, default = none, units = none)

(2) **ISUP** - Core component support flag, composed of two digits, used only for the OS component, which is allowed only if IOLDOS = 1 on input record COR00006.
(Type = integer, default = 0, units = none)

برای سطح محوری jj در بالای صفحه baffle راکتور آب جوشان یا صفحهٔ پایینی راکتور آب تحت فشار همان‌گونه که در پارامتر HLST در کارت COR00001B تعیین شده است، اولین پارامتر این کارت شماره سازهٔ حرارتی است که مرز حرارتی شعاعی را مشخص می‌کند. در اغلب حالت‌ها، سازه‌های حرارتی بالای این سطح بخشی از محفظهٔ shroud در راکتور آب جوشان و یا محفظهٔ barrel در راکتور آب تحت فشار است.

در نسخهٔ ۱,۸,۶ برای بخش پایینی محفظهٔ راکتور، کارت CORZjj02 ضروری است ولی پارامتر IHSA باید برابر صفر باشد.

ذوب شدن این سازه‌ها با ورودی صحیح در بستهٔ HS با استفاده از کارت‌های ورودی HSDGCCCCCn قابل مدل‌سازی است. در این صورت استیل مذاب از سازه به خارجی‌ترین حلقهٔ شعاعی سطح محوری حاوی سازه افزوده می‌شود.

در پارامتر اول، شماره سازهٔ حرارتی مرزی برای سطح محوری تعیین می‌شود. این پارامتر برای سطح‌های محوری پایین‌تر از HLST باید برابر صفر باشد. برای هر سطح محوری بالای HLST باید یک سازهٔ حرارتی واحد تعیین شود.

در پارامتر دوم، نگهدارندهٔ اجزای قلب در این سطح محوری تعیین می‌شود. این پارامتر اختیاری است و تنها زمانی که سازه‌های متفرقه به کار رفته باشد، استفاده می‌شود. برای سازه‌های حرارتی متفرقه، پارامتر IOLDOS در کارت COR00006 باید برابر یک باشد. اگرچه پارامتر ISUP در ابتدا برای همهٔ سلول‌های سطح محوری jj تعریف می‌شود، ولی

ممکن است در اطلاعات سلول‌های همان سطح محوری بر طبق دمای سلول تغییر کنند. (به کارت CORZjj04 مراجعه شود.)

پارامتر دوم شامل دو عدد صحیح است. اگر عدد صحیح اول غیرصفر باشد، آنگاه سازه متفرقه مورد نظر (مانند صفحه قلب) تکه‌های آوار را نگه خواهد داشت و اجازه نفوذ آن به سطح‌های پایین‌تر را نخواهد داد؛ تا اینکه به دمای تخریب سازه (پارامتر TSFAIL در کارت CORZjj04) برسد. اگر عدد اول صفر باشد یا صرف‌نظر شود، آنگاه تکه‌های آوار در آن سطح محوری توسط سازه نگهداشته نخواهند شد. اگر عدد دوم پارامتر ISUP (یعنی یکان آن عدد) غیرصفر باشد، اجزای داخل سلول jj تا زمان ذوب یا تشکیل تکه‌های آوار در داخل آن سلول باقی خواهند ماند. اگر عدد دوم برابر صفر باشد، باید در سلول jj-1 اجزایی برای نگهداشتن اجزای سلول jj وجود داشته باشد. در غیر این صورت این اجزا به تکه‌های آوار تبدیل خواهند شد.

در صورتی‌که پارامتر IOLDOS در کارت COR00006 برابر صفر باشد، هر مقداری که برای پارامتر ISUP تعیین شود، استفاده نخواهد شد. در این حالت سازه‌های نگهدارنده در کارت CORZjj04 تعریف می‌شوند.

CORZjj03 – Axial Power Density Profile
$1 \leq$ jj $\leq$ NAXL, jj is the axial level number
Optional

(1) **FZPOW** - Relative power density in this level.
(Type = real, default = 1.0, units = none)

در این کارت توان شکافت نسبی تولید شده به ازای واحد جرم سوخت در سطح محوری jj تعیین می‌شود. همچنین در صورتی‌که بستهٔ RN غیرفعال باشد، مقدار نسبی توان واپاشی به ازای واحد جرم نیز در اینجا تعیین می‌شود. در صورتی‌که پارامتر ICFFIS در کارت COR00004 برابر صفر نباشد و یا اگر بستهٔ RN غیرفعال باشد، جمع مقادیر برای همهٔ سطوح محوری باید بیشتر از صفر باشد. این مقادیر برای همهٔ سلول‌های حاوی سوخت که مقدار |ICFFIS| آنها کمتر از ۱۰۰ یا برای همهٔ سلول‌های پر از آب حاوی سوخت که مقدار |ICFFIS| آنها بزرگتر یا مساوی ۱۰۰ است، نرمالیزه می‌شود. این کارت ضروری نیست، اما اگر استفاده شود، باید یک عدد حقیقی تعیین شود.

CORZjj04 – “Other Structure” Failure Temperature
$1 \leq$ jj $\leq$ NAXL, jj is the axial level number
Optional

(1) **TSFAIL** - “Other structure” failure temperature for cells in this level.

(Type = real, default = 1273.15, units = K)

دمایی که سازه‌های متفرقه در سطح محوری jj در آن دما تخریب می‌شود، در این کارت تعیین می‌شود. این کارت تنها وقتی استفاده می‌شود که پارامتر IOLDOS در کارت COR00006 برابر ۱ باشد. در سازه‌های متفرقه تخریب سازه با توجه به ظرفیت سازه که نگه داشتن اجزای داخل سلول و تکه‌های آوار است، تعیین می‌شود.

CORZjjSS – Loading and Failure Rule for SS in Axial Level
$1 \leq$ jj $\leq$ NAXL, jj is the axial level number
Optional

در این کارت می‌توان تعریف کلی یا پیش‌فرض برای سازه‌های نگهدارنده برای همهٔ سلول‌های قلب در سطوح محوری را تغییر داد. قالب و گزینه‌های این کارت مشابه کارت COR000SS است که پیش از این توضیح داده شده است.

سایر کارت‌های زیر اختیاری بوده و مربوط به ورودی سطح محوری بخش MELGEN در بستهٔ COR هستند. توضیحات این کارت‌ها در مرجع [۱] ارائه شده است.

CORZjjBK – Core Blockage Enhancement Factor for Axial Level

CORZjjDX – Particulate Debris Exclusion Parameters in Axial Level

CORZjjNS – Support Rule for NS in Axial Level

CORZjjPC – Pool Heat Transfer from Bottom/Top of SS Plates in Axial Level

CORZjjPR –Downward Radiation from SS to Pool or Lower Head in Axial Level

۴-۹-۱۰- کارت‌های ورودی حلقه‌های شعاعی بخش MELGEN در بستهٔ COR

CORRii00 – Radial Ring Outer Radius
$1 \leq$ ii $\leq$ NRAD, ii is the radial ring number
Required

(1) **RINGR** - Outer radius of ring ii in COR nodalization
(Type = real, default = none, units = m)

در این کارت شعاع خارجی هر حلقه تعیین می‌شود. این مقادیر برای حجم‌بندی کلی حلقه‌های شعاعی قلب به کار می‌روند. لازم است که مقادیر پارامترهای RCOR و RVESS در کارت COR00001A با مقادیر این کارت سازگار باشند.

CORRii01 – Radial Ring Cross-sectional (Axial Boundary) Area
$1 \leq$ ii $\leq$ NRAD, ii is the radial ring number

Optional

(1) **ASCELA** - Total cross-sectional area of radial ring ii.
(Type = real, default = $\pi (R_o^2 - R_i^2)$ where R_o and R_i are the outer and inner radii of ring ii from CORRii00 records, units = m^2)

در این کارت کل مساحت سطح مقطع محوری در حلقهٔ شعاعی ii شامل همهٔ اجزای قلب، مساحت جریان کانال و کنارگذر تعیین می‌شود. این مقدار در مدل شعاعی برای محاسبه تبادل انرژی تشعشعی داخل سلولی به کار می‌رود. این مقادیر در محاسبه حجم‌های سلول‌ها استفاده نمی‌شوند. حجم‌های اجزا و مساحت سطوح جریان سیال در کارت‌های CORijj05 تعیین می‌شوند. برای هر حلقه شعاعی یک عدد حقیقی نیاز است.

اگر مقدار ورودی به مقدار قابل توجهی با مقدار پیش‌فرض تفاوت داشته باشد، ضمن پذیرش مقدار ورودی، پیغام اخطاری در خروجی MELGEN صادر می‌شود.

CORRii02 – Upper Boundary Heat Structure and Lower Head Failure CF Specification
$1 \leq$ ii $\leq$ NRAD, ii is the radial ring number
Required

(1) **IHSR** - Upper-boundary heat structure number for this radial ring.
(Type = integer, default = none, units = none)

(2) **ICFLHF** - If ICFLHF > 0, a value of .TRUE. calculated by a logical control function with user number ICFLHF, will trigger failure of the lowerhead penetrations in this radial ring.
(Type = integer, default = 0, units = none)

در این کارت شمارهٔ سازهٔ حرارتی مرز محوری بالا برای حلقهٔ شعاعی ii و یک تابع کنترلی برای خرابی بخش پایینی برای این حلقه تعیین می‌شود. حداقل باید اولین پارامتر در این کارت برای هر سطح تعیین شود. ذوب شدن این سازه‌ها با تعریف صحیح آنها در کارت HSDGCCCCCn در بستهٔ HS قابل مدل‌سازی است. استیل مذاب حاصل از سازهٔ حرارتی به خارجی‌ترین حلقهٔ شعاعی بالاترین سطح محوری قلب افزوده می‌شود.

در پارامتر دوم، اگر مقدار مثبتی تعیین شود، این مقدار مثبت برابر شماره تابع کنترلی منطقی است که TRUE شدن این تابع منطقی، به معنی خرابی حفره‌های بخش پایینی در این حلقهٔ شعاعی است.

CORRii03 – Radial Power Density Profile
$1 \leq$ ii $\leq$ NRAD, ii is the radial ring number
Optional

(1) **FRPOW** - Relative power density in this ring.
(Type = real, default = 1.0, units = none)

در این کارت توان شکافت نسبی تولید شده به ازای واحد جرم سوخت در حلقهٔ شعاعی ii تعیین می‌شود. همچنین در صورتی‌که بستهٔ RN غیرفعال باشد، مقدار نسبی توان واپاشی به ازای واحد جرم نیز در اینجا تعیین می‌شود. در صورتی‌که پارامتر ICFFIS در کارت COR00004 برابر صفر نباشد و یا اگر بستهٔ RN غیرفعال باشد، جمع مقادیر برای همهٔ حلقه‌های شعاعی باید بیشتر از صفر باشد. این مقادیر برای همهٔ سلول‌های حاوی سوخت که مقدار |ICFFIS| آنها کمتر از ۱۰۰ یا برای همهٔ سلول‌های پر از آب حاوی سوخت که مقدار |ICFFIS| آنها بزرگتر یا مساوی ۱۰۰ است، نرمالیزه می‌شود. این کارت ضروری نیست، اما اگر استفاده شود، باید یک عدد حقیقی تعیین شود.

CORRii04 – Ring Flow Direction Control Functions
$1 \leq$ ii $\leq$ NRAD, ii is the radial ring number
Optional

(1) **ICFCHN** - The number of a REAL control function from which the direction of flow in the channel will be inferred.
(Type = integer, default = 0, units = none)

(2) **ICFBYP** - The number of a REAL control function from which the direction of flow in the bypass will be inferred.
(Type = integer, default = 0, units = none)

در این کارت امکان استفاده از توابع کنترلی برای تعیین جهت جریان فرضی در محاسبه اکسیدشدن فراهم می‌شود. اگر یک عدد غیرصفر تعیین شود، جهت از مقدار تعیین شده در تابع کنترلی، استخراج می‌شود. یک مقدار مثبت نشان‌دهنده جریان رو به بالا و یک مقدار منفی نشان‌دهنده یک جریان رو به پایین است.

سایر کارت‌های زیر اختیاری بوده و مربوط به ورودی سطح محوری بخش MELGEN در بستهٔ COR هستند. توضیحات این کارت‌ها در مرجع [۱] ارائه شده است.

CORRiiBK – Core Blockage Enhancement Factor for Radial Ring

CORRiiDX – Particulate Debris Exclusion Parameters in Radial Ring

CORRiiNS – Support Rule for NS in Radial Ring

CORRiiSS – Loading and Failure Rule for SS in Radial Ring

CORRiiPC – Pool Heat Transfer from Bottom/Top of SS Plates in Radial Ring

CORRiiPR – Downward Radiation from SS to Pool or Lower Head in Radial Ring

۴-۹-۱۱- کارت‌های ورودی سلول‌ها در بخش MELGEN در بستهٔ COR

CORijj01 – Cell Reference and Fluid Boundary Volumes
$1 \leq i \leq$ NRAD, i is the radial ring number
$1 \leq jj \leq$ NAXL, jj is the axial level number
Required

(1) **IREFN** - Reference cell (3-digit cell number) for setting values not input for this cell.
(Type = integer, default = –1, units = none)

(2) **ICVHC** - Channel control volume adjacent to this cell.
(Type = integer, default = –1, units = none)

(3) **ICVHB** - Bypass control volume adjacent to this cell.
(Type = integer, default = –1, units = none)

در این کارت یک سلول مرجع برای تعریف ورودی‌های جامانده و شماره حجم مجاور سلول ijj تعیین می‌شود. این کارت دارای سه پارامتر است که تنها پارامتر اول آن نیاز است. در پارامتر اول، سلول مرجع سه رقمی برای تعیین مقادیر تعیین نشدهٔ سلول ijj، مشخص می‌شود. هر مقدار ورودی تعیین نشده برای این سلول برابر مقادیر سلول IREFN در نظر گرفته خواهد شد و خطایی تولید نمی‌شود. اگر به سلول مرجع نیاز نباشد، این پارامتر باید برابر ۱- تعیین شود.

در پارامتر دوم، حجم کنترل کانال مجاور سلول تعیین می‌شود. اگر یک سلول در پارامتر اول تعیین شده باشد، این پارامتر باید برابر ۱- باشد و یا اینکه تعیین نشود.

در پارامتر سوم، حجم کنترل کنارگذر مجاور سلول تعیین می‌شود. برای راکتورهای آب جوشان این پارامتر حجم بین بسته‌های کنیستر را نشان می‌دهد. برای یک راکتور آب تحت فشار، این پارامتر حجم داخل ناحیهٔ barrel/baffle است. اگر یک سلول در پارامتر اول تعیین شده باشد، این پارامتر باید برابر ۱- باشد و یا اینکه تعیین نشود.

اگر یک سلول قلب در بخش غیرقابل دسترس حجم بندی قلب قرار گیرد، آن سلول حاوی اجزای قلب و حجم سیال نخواهد بود. نسخهٔ ۱,۸,۶ اجازهٔ تعریف چنین سلولی را در کارت CORijj01 با استفاده از عبارت NULL در پارامتر IREFN، می‌دهد.

CORijj01 – Specification of a Null Cell
$1 \leq i \leq$ NRAD, i is the radial ring number

1 ≤ jj ≤ NAXL, jj is the axial level number

(1) **IREFN** - 'NULL' to specify
(Type = CHARACTER*4, default = none, units = none)

در این حالت، پارامتر دیگری در این کارت نیاز نیست و خوانده نخواهد شد.

CORijj02 – Cell Component Masses
1 ≤ i ≤NRAD, i is the radial ring number
1 ≤ jj ≤NAXL, jj is the axial level number
Optional if valid IREFN entered

(1) **XMFU** - Mass of UO2 in the cell fuel component.
(Type = real, default = –1.1, units = kg)

(2) **XMCL** - Mass of Zircaloy in the cell cladding component.
(Type = real, default = –1.1, units = kg)

(3) **XMOS** - Mass of steel in the cell OS component.

(Type = real, default = –1.1, units = kg)

(4) **XMCP** - Mass of control poison in the cell OS component.
(Type = real, default = –1.1, units = kg)

(5) **XMCN** - Total mass of Zircaloy in the two cell canister components.
(Type = real, default = –1.1, units = kg)

(6) **XMHT** - Mass of electric heating element in the cell fuel component.
(Type = real, default = –1.1, units = kg)

(7) **XMIN** - Mass of Inconel associated with the cell cladding component (e.g., PWR grid spacers).
(Type = real, default = –1.1, units = kg)

(8) **XMGT** - Mass of Zircaloy associated with the cell "other structure" component (e.g., PWR control rod guide tubes).
(Type = real, default = –1.1, units = kg)

در این کارت و کارت CORijj02A جرم‌های اولیه اجزای داخل سلول ijj تعیین می‌شوند. در صورتی‌که تنها از سازه‌های متفرقه استفاده شده باشد (پارامتر IOLDOS در کارت COR00006. برابر ۱ باشد)، استفاده از کارت CORijj02A مجاز نیست. اگر یک سلول معتبر در پارامتر IREFN در کارت CORijj01 تعیین شده باشد، هیچ‌کدام از این دو کارت نیاز

نیستند. در این کارت ۸ پارامتر نیاز است. در صورتی که مقدار سلول مرجع برای هرکدام از این پارامترها مورد نظر باشد، می‌توان هر کدام از این پارامترها را برابر ۱/۱- قرار داده و یا آنها را حذف کرد.

جرم اکسید اورانیوم در سوخت موجود در سلول، جرم آلیاژ زیرکونیوم موجود در غلاف سوخت سلول و جرم استیل سازه‌های متفرقه در سلول به ترتیب در سه پارامتر اول این کارت تعیین می‌شوند. اگر در سلول، سازه متفرقه استفاده نشده باشد (IOLDOS = 0 در کارت COR00006)، برای این پارامتر مقدار غیرصفر مجاز نیست.

در پارامتر چهارم، جرم سموم کنترلی در سازه متفرقه داخل سلول تعیین می‌شود. اگر در سلول سازه متفرقه استفاده نشده باشد، در پارامتر مقدار غیرصفر مجاز نیست.

اگر در سلول سازه متفرقه استفاده نشده باشد و نیز هر یک از پارامترهای پنجم تا هشتم حاضر باشند، مقدار صفر (به جای ۱/۱-) نیاز است.

در پارامتر پنجم، جرم آلیاژ زیرکونیوم در اجزای کنیستر دو سلول تعیین می‌شود. در غیر این صورت کل جرم کنیستر تعیین شده در ضریب حساسیت ۱۵۰۱ به صورت مساوی بین دو جزء کنیستر تقسیم می‌شود. اگر پارامتر ششم تعیین نشود، پارامتر پنجم برای راکتورهای آب تحت فشار صرف‌نظر می‌شود.

در پارامتر ششم، جرم گرم‌کن‌های برقی موجود در سوخت سلول تعیین می‌شود. اگر این پارامتر غیرصفر باشد، نسخهٔ بهبودیافته زیربرنامهٔ ELHEAT باید به MELCOR متصل شود.

در پارامتر هفتم، جرم اینکونل به کار رفته در غلاف سلول (مانند شبکه‌های نگهدارنده) تعیین می‌شود.

در پارامتر هشتم، آلیاژ زیرکونیوم سازه‌های متفرقه داخل سلول (مانند لوله‌های هدایت کننده میله‌های کنترل در راکتور آب تحت فشار) تعیین می‌شود.

CORijj02A – Additional Cell Component Masses
$1 \leq$ i $\leq$NRAD, i is the radial ring number
$1 \leq$ jj $\leq$NAXL, jj is the axial level number
Optional if valid IREFN entered

(1) **XMSSSS** - Mass of steel in cell supporting structure component.
(Type = real, default = –1.1, units = kg)

(2) **XMSSZR** - Mass of Zircaloy in the cell supporting structure component.

(Type = real, default = –1.1, units = kg)

(3) **XMNSSS** - Mass of steel in cell nonsupporting structure component.
(Type = real, default = –1.1, units = kg)

(4) **XMNSCP** - Mass of control poison in the cell nonsupporting structure component.
(Type = real, default = –1.1, units = kg)

(5) **XMNSZR** - Mass of Zircaloy in the cell nonsupporting structure component.
(Type = real, default = –1.1, units = kg)

در این کارت جرم اولیهٔ سازهٔ نگهدارنده (SS) و سازهٔ غیرنگهدارنده (NS) در سلول ijj تعیین می‌شود. این کارت تنها زمانی مجاز است که پارامتر IOLDOS در کارت COR00006 برابر صفر باشد. در این کارت پنج پارامتر حقیقی مجاز به تعیین هستند. اگر یک سلول مرجع معتبر در IREFN تعیین شده باشد، هر کدام از این پارامترها قابل حذف هستند و یا می‌توان مقدار پیش‌فرض را برای آنها در نظر گرفت. در این پارامترها به ترتیب جرم‌های استیل در سازهٔ نگهدارنده، آلیاژ زیرکونیوم در سازهٔ نگهدارنده، استیل در سازهٔ غیرنگهدارنده، سموم کنترلی در سازهٔ غیر نگهدارنده و آلیاژ زیرکونیوم در سازهٔ غیرنگهدارنده تعیین می‌شوند.

به جای استفاده از کارت‌های CORijj02 و CORijj02A برای تعیین جرم‌های اجزای داخل سلول، می‌توان از گزینهٔ کارت‌های ورودی برای هر جزء حاضر در سلول استفاده کرد. این فرمت برای اجزای محفظه پوششی قلب راکتور آب تحت فشار در نسخهٔ ۱,۸,۶ مورد نیاز است. این کارت ضروری نیست، ولی در صورت استفاده برای هر سلول قلب، حداقل یک مقدار جرم برای حداقل یک جزء باید تعیین شود. برای یک سلول مشخص، هر دو گزینه نباید مخلوط شوند، استفاده از کارت CORijj02 مانع از استفاده از هر قالب جدید برای کارت‌های جرم اجزا می‌شود. اما در هر حال گزینه‌های مختلف برای سلول‌های مختلف قابل استفاده هستند.

CORijjKFU – Fuel Component Masses
$1 \leq i \leq$ NRAD, i is the radial ring number
$1 \leq jj \leq$ NAXL, jj is the axial level number
Optional

(1) **XMFUUO** - Mass of UO2 in the cell fuel component.
(Type = real, default = –1.1, units = kg)

(2) **XMFUHT** - Mass of electric heating element in the cell fuel component. If nonzero, a modified version of subroutine ELHEAT must be linked to MELCOR.
(Type = real, default = –1.1, units = kg)

(3) **XMFUXM** - Mass of additional fuel material (as defined on the CORXFUMAT record) in the cell fuel component.
(Type = real, default = –1.1, units = kg)

(4) **XMFUXO** - Mass of oxide of additional fuel material (if it is ZR or SS) in the cell fuel component.
(Type = real, default = –1.1, units = kg)

در این کارت جرم‌های اولیهٔ اجزای سوخت در سلول ijj تعیین می‌شود. این کارت ضروری نیست، اما اگر قرار است گزینه قالب جدید برای این سلول آزمایش شود، جرم‌های اجزا برای حداقل یک جزء باید تعیین شوند. در این کارت چهار پارامتر حقیقی وجود دارد. اگر هر یک از این پارامترها حذف شده و یا برابر ۱/۱- باشند و یا از این کارت استفاده نشود، اطلاعات مورد نیاز از سلول مرجع تعیین شده در IREFN اخذ خواهند شد.

در پارامترهای این کارت، جرم‌های اکسید اورانیوم، گرم‌کن برقی، مواد اضافی سوخت و اکسید مواد اضافی سوخت در سلول تعیین می‌شوند. پارامتر سوم تنها اگر کارت CORXFUMAT استفاده شده باشد، مجاز است. پارامتر چهارم تنها اگر مواد آلیاژ زیرکونیوم یا استیل باشند، مجاز است.

CORijjKCL – Cladding Component Masses
$1 \leq i \leq$ NRAD, i is the radial ring number
$1 \leq jj \leq$ NAXL, jj is the axial level number
Optional

(1) **XMCLZR** - Mass of Zircaloy in the cell cladding component.
(Type = real, default = –1.1, units = kg)

(2) **XMCLIN** - Mass of Inconel associated with the cell cladding component (e.g., PWR grid spacers).
(Type = real, default = –1.1, units = kg)

(3) **XMCLZX** - Mass of ZrO_2 in the cell cladding component.
(Type = real, default = –1.1, units = kg)

در این کارت جرم‌های اولیهٔ اجزای غلاف در سلول ijj تعیین می‌شوند. این کارت ضروری نیست، اما اگر قرار است گزینهٔ قالب جدید برای این سلول آزمایش شود، جرم‌های اجزا باید برای حداقل یک جزء تعیین شوند. در این کارت سه پارامتر حقیقی وجود دارد. اگر هر یک از این پارامترها حذف شده و یا برابر ۱/۱- باشند و یا از این کارت استفاده نشود، اطلاعات مورد نیاز از سلول مرجع تعیین شده در IREFN اخذ خواهند شد.

در پارامترهای این کارت جرم‌های آلیاژ زیرکنیوم، اینکونل و اکسید زیرکونیوم در غلاف سوخت داخل سلول تعیین می‌شوند.

CORijjKOS – "Other Structure" Component Masses
$1 \leq i \leq$ NRAD, i is the radial ring number
$1 \leq jj \leq$ NAXL, jj is the axial level number
Optional

(1) **XMOSSS** - Mass of steel in the cell "other structure" component.
(Type = real, default = –1.1, units = kg)

(2) **XMOSCP** - Mass of control poison in the cell "other structure" component.
(Type = real, default = –1.1, units = kg)

(3) **XMOSZR** - Mass of Zircaloy associated with the cell "other structure" component (e.g., PWR control rod guide tubes).
(Type = real, default = –1.1, units = kg)

(4) **XMOSSX** - Mass of steel oxide in the cell "other structure" component.
(Type = real, default = –1.1, units = kg)

(5) **XMOSZX** - Mass of ZrO_2 in the cell "other structure" component.
(Type = real, default = –.1, units = kg)

این کارت جرم‌های اولیهٔ سازه‌های متفرقه در سلول ijj را تعیین می‌کند. این کارت تنها در حالتی که پارامتر IOLDOS در کارت COR00006 برابر با ۱ باشد، مجاز است. حتی در این حالت نیز این کارت ضروری نیست، اما جرم‌های اجزا باید برای حداقل یک جزء تعیین شوند. این در حالی است که از قالب جدید برای سلول استفاده شود. در این کارت پنج پارامتر مجاز هستند. اگر هر یک از این پارامترها حذف شده و یا برابر ۱/۱- باشند و یا از این کارت استفاده نشود، اطلاعات مورد نیاز از سلول مرجع تعیین شده در IREFN اخذ خواهند شد.

در پارامترهای این کارت، به ترتیب جرم‌های استیل، سموم کنترلی، آلیاژ زیرکونیوم، اکسید استیل و اکسید زیرکونیوم در سازه‌های متفرقهٔ سلول تعیین می‌شوند.

CORijjKSS – Supporting Structure Component Masses
$1 \leq i \leq$ NRAD, i is the radial ring number
$1 \leq jj \leq$ NAXL, jj is the axial level number
Optional

(1) **XMSSSS** - Mass of steel in the cell supporting structure component.
(Type = real, default = –1.1, units = kg)

(2) **XMSSZR** - Mass of Zircaloy in the cell supporting structure component.
(Type = real, default = –1.1, units = kg)

(3) **XMSSSX** - Mass of steel oxide in the cell supporting structure component.
(Type = real, default = –1.1, units = kg)

(4) **XMSSZX** - Mass of ZrO_2 in the cell supporting structure component.
(Type = real, default = –1.1, units = kg)

این کارت جرم‌های اولیهٔ سازه‌های نگهدارنده در سلول ijj را تعیین می‌کند. این کارت در حالتی که پارامتر IOLDOS در کارت COR00006 برابر با ۱ باشد، مجاز نیست. این کارت ضروری نیست، اما جرم‌های اجزا باید برای حداقل یک جزء تعیین شوند. این در حالی است که از قالب جدید برای سلول استفاده شود. در این کارت چهار پارامتر مجاز هستند. اگر هر یک از این پارامترها حذف شده و یا برابر ۱/۱- باشند و یا از این کارت استفاده نشود، اطلاعات مورد نیاز از سلول مرجع تعیین شده در IREFN اخذ خواهند شد.

در پارامترهای این کارت، به ترتیب جرم‌های استیل، آلیاژ زیرکونیوم، اکسید استیل و اکسید زیرکونیوم در سازه‌های نگهدارندهٔ سلول تعیین می‌شوند.

CORijjKNS – Nonsupporting Structure Component Masses
$1 \leq i \leq$ NRAD, i is the radial ring number
$1 \leq jj \leq$ NAXL, jj is the axial level number
Optional

(1) **XMNSSS** - Mass of steel in the cell nonsupporting structure component.
(Type = real, default = –1.1, units = kg)

(2) **XMNSCP** - Mass of control poison in the cell nonsupporting structure component.
(Type = real, default = –1.1, units = kg)

(3) **XMNSZR** - Mass of Zircaloy associated with the cell nonsupporting structure component (e.g., PWR control rod guide tubes).
(Type = real, default = –1.1, units = kg)

(4) **XMNSSX** - Mass of steel oxide in the cell nonsupporting structure component.
(Type = real, default = –1.1, units = kg)

(5) **XMNSZX** - Mass of ZrO_2 in the cell nonsupporting structure component.

(Type = real, default = –1.1, units = kg)

این کارت جرم‌های اولیهٔ سازه‌های غیرنگهدارنده در سلول ijj را تعیین می‌کند. این کارت در حالتی که پارامتر IOLDOS در کارت COR00006 برابر با ۱ باشد، مجاز نیست. این کارت ضروری نیست، اما جرم‌های اجزا باید برای حداقل یک جزء تعیین شوند. این در حالی است که از قالب جدید برای سلول استفاده شود. در این کارت پنج پارامتر مجاز هستند. اگر هر یک از این پارامترها حذف شده و یا برابر ۱/۱- باشند و یا از این کارت استفاده نشود، اطلاعات مورد نیاز از سلول مرجع تعیین شده در IREFN اخذ خواهند شد.

در پارامترهای این کارت، به ترتیب جرم‌های استیل، سموم کنترلی، آلیاژ زیرکونیوم، اکسید استیل و اکسید زیرکونیوم در سازه‌های نگهدارندهٔ سلول تعیین می‌شوند.

CORijjKPD – Particulate Debris Component Masses
$1 \leq i \leq$ NRAD, i is the radial ring number
$1 \leq jj \leq$ NAXL, jj is the axial level number
Optional

(1) **XMPDUO** - Mass of UO_2 in the cell particulate debris component.
(Type = real, default = –1.1, units = kg)

(2) **XMPDZR** - Mass of Zircaloy in the cell particulate debris component.
(Type = real, default = –1.1, units = kg)

(3) **XMPDZX** - Mass of ZrO_2 in the cell particulate debris component.
(Type = real, default = –1.1, units = kg)

(4) **XMPDSS** - Mass of steel in the cell particulate debris component.
(Type = real, default = –1.1, units = kg)

(5) **XMPDSX** - Mass of steel oxide in the cell particulate debris component.
(Type = real, default = –1.1, units = kg)

(6) **XMPDCP** - Mass of control poison in the cell particulate debris component.
(Type = real, default = –1.1, units = kg)

(7) **XMPDIN** - Mass of Inconel in the cell particulate debris component.
(Type = real, default = –1.1, units = kg)

در این کارت جرم‌های اولیهٔ اجزای ذرات آوار در سلول ijj تعیین می‌شوند. برای یک سلول با ناحیهٔ کنارگذر مجزا در یک راکتور آب جوشان، این کارت مختص کانال‌های قلب است و جرم در ناحیهٔ کنارگذر در کارت CORijjKPB تعیین

می‌شود. این کارت ضروری نیست، ولی اگر گزینهٔ قالب جدید برای این سلول استفاده شود، جرم‌های اجزا برای حداقل یک جزء باید تعیین شوند. در این کارت هفت پارامتر حقیقی وجود دارند. اگر هر یک از این پارامترها حذف شده و یا برابر ۱/۱- باشند و یا از این کارت استفاده نشود، اطلاعات مورد نیاز از سلول مرجع تعیین شده در IREFN اخذ خواهند شد.

در پارامترهای این کارت به ترتیب جرم‌های اکسید اورانیوم، آلیاژ زیرکونیوم، اکسید زیرکونیوم، استیل، اکسید استیل، سموم کنترلی و اینکونل در اجزای ذرات آوار در سلول تعیین می‌شوند.

CORijjYcc – Conglomerate Debris Masses
$1 \leq$ i $\leq$ NRAD, i is the radial ring number
$1 \leq$ jj $\leq$ NAXL, jj is the axial level number
cc is the component identifier (any component permitted by the value of IOLDOS on input record COR00006 except FU)
Optional

(1) **YMCCUO** - Mass of UO_2 in the conglomerate debris for component cc.
(Type = real, default = –1.1, units = kg)

(2) **YMCCZR** - Mass of Zircaloy in the conglomerate debris for component cc.
(Type = real, default = –1.1, units = kg)

(3) **YMCCZX** - Mass of ZrO_2 in the conglomerate debris for component cc.
(Type = real, default = –1.1, units = kg)

(4) **YMCCSS** - Mass of steel in the conglomerate debris for component cc.
(Type = real, default = –1.1, units = kg)

(5) **YMCCSX** - Mass of steel oxide in the conglomerate debris for component cc.
(Type = real, default = –1.1, units = kg)

(6) **YMCCCP** - Mass of control poison in the conglomerate debris for component cc.
(Type = real, default = –1.1, units = kg)

(7) **YMCCIN** - Mass of Inconel in the conglomerate debris for component cc.
(Type = real, default = –1.1, units = kg)

در این کارت، جرم‌های تکه‌های آوار کلوخه‌شده برای جزء cc در سلول ijj تعیین می‌شوند. اگر هر یک از این پارامترها حذف شده و یا برابر ۱/۱- باشند و یا از این کارت استفاده نشود، اطلاعات مورد نیاز از سلول مرجع تعیین شده در IREFN اخذ خواهند شد.

در پارامترهای این کارت به ترتیب جرم‌های اکسید اورانیوم، آلیاژ زیرکونیوم، اکسید زیرکونیوم، استیل، اکسید استیل، سموم کنترلی و اینکونل در اجزای تکه‌های آوار کلوخه‌شده در سلول تعیین می‌شوند.

CORijj03 – Initial Component Temperatures
$1 \leq i \leq$ NRAD, i is the radial ring number
$1 \leq jj \leq$ NAXL, jj is the axial level number
Optional if valid IREFN entered

(1) **TFU** - UO_2 fuel temperature.
(Type = real, default = –1.1, units = K)

(2) **TCL** - Cladding temperature.
(Type = real, default = –1.1, units = K)

(3) **TOS** - OS "other structure" temperature. This field is ignored for IOLDOS = 0.
(Type = real, default = –1.1, units = K)

(4) **TCN** - Canister (CN) temperature. This field is ignored for PWR calculations (IRTYP = 'PWR').
(Type = real, default = –1.1, units = K)

(5) **TCB** - Canister (CB) temperature. If omitted, the CB component will be initialized to the CN component temperature entered on the fourth field. This field is ignored for PWR calculations (IRTYP = 'PWR').
(Type = real, default = –1.1, units = K)

(6) **TPD** - Particulate debris temperature. If omitted, the value from reference cell IREFN is used if IREFN is defined; otherwise, the value is set to zero.
(Type = real, default = –1.1, units = K)

(7) **TSS** - Supporting structure temperature.
(Type = real, default = –1.1, units = K)

(8) **TNS** - Nonsupporting structure temperature.
(Type = real, default = –1.1, units = K)

(9) **TPB** - Particulate debris temperature in the bypass. If omitted, the value from reference cell IREFN is used if IREFN is defined; otherwise, the value is set to zero.
(Type = real, default = –1.1, units = K)

در این کارت دماهای اولیه برای سلول ijj تعیین می‌شود. در صورتی‌که یک سلول مرجع معتبر تعیین شده باشد، این کارت ضروری نیست. در این کارت ۹ پارامتر حقیقی وجود دارد. اگر هر یک از این پارامترها حذف شده و یا برابر ۱/۱- باشند و یا از این کارت استفاده نشود، اطلاعات مورد نیاز از سلول مرجع تعیین شده در IREFN اخذ خواهند شد.

در پارامترهای این کارت به ترتیب دماهای سوخت اکسید اورانیوم، غلاف، سازه‌های متفرقه، دو جزء کنیستر برای راکتورهای آب جوشان، ذرات آوار، سازه‌های نگهدارنده، سازه‌های غیرنگهدارنده و تکه‌های آوار کلوخه‌شده در کنارگذر تعیین می‌شوند.

CORijj03B –Initial PWR Component Temperatures
$1 \leq$ i $\leq$ NRAD, i is the radial ring number
$1 \leq$ jj $\leq$ NAXL, jj is the axial level number
Optional if valid IREFN entered

(1) **TSH** - Core shroud (baffle) temperature.
(Type = real, default = –1.1, units = K)

(2) **TFM** - Core former temperature.
(Type = real, default = –1.1, units = K)

در این کارت اجزای اولیه محفظهٔ پوششی قلب راکتور آب تحت فشار و دمای آن برای سلول ijj تعیین می‌شود. این کارت تنها برای راکتور آب تحت فشار استفاده می‌شود. اگر هر یک از دو پارامتر این کارت حذف شده و یا برابر ۱/۱- باشند و یا از این کارت استفاده نشود، اطلاعات مورد نیاز از سلول مرجع تعیین شده در IREFN اخذ خواهند شد.

CORijj04 – Equivalent Diameter Record
$1 \leq$ i $\leq$ NRAD, i is the radial ring number
$1 \leq$ jj $\leq$ NAXL, jj is the axial level number
Optional if valid IREFN entered

(1) **DHYCL** - Cladding equivalent outside diameter.
(Type = real, default = –1.1, units = m)

(2) **DHYOS** - OS “other structure” equivalent diameter.
(Type = real, default = –1.1, units = m)

(3) **DHYPD** - Particulate debris equivalent diameter.
(Type = real, default = –1.1, units = m)

(4) **DHYCNC** - Canister inside equivalent diameter.

(Type = real, default = –1.1, units = m)

(5) **DHYCNB** - Canister outside equivalent diameter.
(Type = real, default = –1.1, units = m)

(6) **DHYSS** - Supporting structure equivalent diameter.
(Type = real, default = –1.1, units = m)

(7) **DHYNS** - Nonsupporting structure equivalent diameter.
(Type = real, default = –1.1, units = m)

(8) **DHYPB** - Particulate debris equivalent diameter in the bypass of a BWR.
(Type = real, default = DHYPD, units = m)

این کارت قطر معادل برای انتقال حرارت جابجایی برای هر جزء در سلول ijj را تعیین می‌کند. این کارت ضروری نیست. اگر هر یک از پارامترهای این کارت حذف شده و یا برابر ۱/۱- باشند و یا از این کارت استفاده نشود، اطلاعات مورد نیاز از سلول مرجع تعیین شده در IREFN اخذ خواهند شد.

در پارامتر اول و دوم به ترتیب قطر معادل خارجی غلاف و سازه‌های متفرقه تعیین می‌شود. در پارامتر سوم، قطر معادل ذرات آوار تعیین می‌شود. این قطر اهمیت زیادی در محاسبهٔ انتقال حرارت سرمایش طی جابجایی آوار از قلب به بخش پایین در مدل سرمایش آوار در حال ریزش دارد و در محاسبهٔ مساحت سطح آوار کلی استفاده می‌شود. در صورت نیاز می‌توان مقدار متفاوتی برای این پارامتر در پارامتر DHYPB برای آوار در کنارگذر راکتور آب جوشان تعریف کرد.

در پارامتر چهارم قطر معادل داخلی کنیستر تعیین می‌شود. همین مقدار برای هر دو جزء کنیستر استفاده می‌شود. این پارامتر برای راکتور آب تحت فشار صرف‌نظر می‌شود.

در پارامتر پنجم، قطر معادل خارجی کنیستر تعیین می‌شود. در حال حاضر همین مقدار برای هر دو جزء کنیستر استفاده می‌شود. به عبارت دیگر این واقعیت که یک جزء کنیستر در مجاورت تیغهٔ کنترل قرار دارد و دیگری در مجاورت تیغهٔ کنترل نیست، در نظر گرفته نمی‌شود. این کارت برای راکتور آب تحت فشار صرف‌نظر می‌شود.

در پارامترهای ششم و هفتم به ترتیب قطرهای معادل سازه‌های نگهدارنده و غیرنگهدارنده تعیین می‌شوند.

در پارامتر هشتم، قطر معادل ذرات آوار در کنارگذر راکتور آب جوشان تعیین می‌شود. اگر این پارامتر حذف شده باشد، همان قطر معادل تعیین شده در کانال برای کنارگذر استفاده خواهد شد.

CORijj05 – Cell Boundary and Flow Areas Record

$1 \leq$ i $\leq$ NRAD, i is the radial ring number
$1 \leq$ jj $\leq$ NAXL, jj is the axial level number
Optional if valid IREFN entered

(1) **ASCELR** - Area of outer radial cell boundary (2π R·DZ, where R is the outer radius of ring i and DZ is the axial level length of level jj).
(Type = real, default = –1.1, units = m^2)

(2) **AFLOWC** - Channel flow area of cell.
(Type = real, default = –1.1, units = m^2)

(3) **AFLOWB** - Bypass flow area of cell in a BWR. For a PWR (IRTYP = 'PWR'), AFLOWB will simply be added to AFLOWC except with cells in the barrel/baffle region (if IOLDOS = 0).
(Type = real, default = –1.1, units = m^2)

این کارت مساحت مرز شعاعی خارجی و مساحت‌های جریان سطوح مقطعی تماسی در سلول ijj را تعیین می‌کند. مساحت‌های جریان برای هر جرم آوار حاضر در سلول ijj به صورت خودکار ساده‌سازی می‌شوند. در صورتی‌که یک سلول مرجع معتبر تعیین شده باشد، این کارت ضروری نیست. این کارت حاوی سه پارامتر است که اگر هر یک از پارامترهای این کارت حذف شده و یا برابر ۱/۱- باشند و یا از این کارت استفاده نشود، اطلاعات مورد نیاز از سلول مرجع تعیین شده در IREFN اخذ خواهند شد.

در پارامتر اول مساحت مرز سلول شعاعی خارجی تعیین می‌شود. در پارامتر دوم مساحت جریان کانال در سلول تعیین می‌شود. در پارامتر سوم، مساحت جریان کنارگذر در راکتور آب جوشان تعیین می‌شود. در یک راکتور آب تحت فشار این پارامتر به پارامتر دوم افزوده می‌شود (به جز سلول‌های داخل ناحیهٔ barrel/baffle).

CORijj06 – Surface Area Record
$1 \leq$ i $\leq$ NRAD, i is the radial ring number
$1 \leq$ jj $\leq$ NAXL, jj is the axial level number
Optional if valid IREFN entered

(1) **ASFU** - Fuel surface area.
(Type = real, default = –1.1, units = m^2)

(2) **ASCL** - Cladding surface area.
(Type = real, default = -–1.1, units = m^2)

(3) **ASOS** - OS "other structure" surface area.
(Type = real, default –1.1, units = m^2)

(4) **ASCN** - Total canister inside surface area. The value entered in this field will be divided equally between the two canister components, unless specified otherwise in sensitivity coefficient array 1501. This field is ignored for PWR calculations (IRTYP = 'PWR')
(Type = real, default = –1.1, units = m^2)

(5) **ASSS** - Supporting structure surface area.
(Type = real, default = –1.1, units = m^2)

(6) **ASNS** - Nonsupporting structure surface area.
(Type = real, default = –1.1, units = m^2)

این کارت مساحت سطح تماس برای هر جزء تماسی در سلول ijj را تعیین می‌کند. این سطوح به صورت خودکار برای هر جرم آوار حاضر در سلول به کار می‌روند. در صورتی‌که یک سلول مرجع معتبر تعیین شده باشد، این کارت ضروری نیست. این کارت حاوی شش پارامتر است که اگر هر یک از پارامترهای این کارت حذف شده و یا برابر ۱/۱- باشند و یا از این کارت استفاده نشود، اطلاعات مورد نیاز از سلول مرجع تعیین شده در IREFN اخذ خواهند شد.

مساحت سطح سوخت، غلاف، سازه‌های متفرقه، کنیستر، سازه‌های نگهدارنده و سازه‌های غیرنگهدارنده، به ترتیب در پارامترهای این کارت تعیین می‌شوند.

CORijj07 – Oxidation Shutoff and Structure Failure Control Function Record
$1 \leq$ i $\leq$ NRAD, i is the radial ring number
$1 \leq$ jj $\leq$ NAXL, jj is the axial level number
Optional

(1) **ICFNOX** - Oxidation shutoff control function. A control function value of .TRUE. will shut off oxidation in cell ijj (e.g., to model the effects of a flow blockage) for all surfaces connected to the channel control volume (ICVHC on record CORijj01).
(Type = real, default = 0 or –1, units = none)

(2) **ICFLSF** - Structure failure control function, used for other structure OS only. A control function value of .TRUE. will cause the "tens" digit of the particulate debris support flag ISUP in cell ijj to be reset to zero, thus eliminating support of any debris by "other structure."
(Type = real, default = 0 or –1, units = none)

این کارت توابع کنترلی منطقی برای کنترل کردن مدل‌های مختلف مبتنی بر سلول را تعیین می‌کند. مقدار صفر یعنی تابع کنترلی استفاده نمی‌شود. اگر این کارت استفاده نشود، مقادیر پیش‌فرض مربوط به سلول مرجع و یا صفر استفاده خواهند شد. مقدار ۱- نشان می‌دهد که مقدار سلول مرجع استفاده نشود.

در پارامتر اول، تابع کنترلی بسته‌شدن اکسید تعیین می‌شود. در صورتی‌که این تابع کنترلی TRUE باشد، در سلول ijj (به عنوان مثال برای مدل کردن اثر بسته شدن مسیر) برای همهٔ سلول‌های متصل به حجم کنترل کانال (پارامتر ICVHC در کارت CORijj01) بسته می‌شود.

در پارامتر دوم، تابع کنترلی خرابی سازهٔ متفرقه تعیین می‌شود. در صورتی‌که این تابع کنترلی TRUE باشد، عدد دهگان پارامتر ISUP در کارت CORZjj02 برای سلول ijj برابر صفر می‌شود و بنابراین نگهداشتن هرگونه آواری توسط سازه‌های متفرقه حذف می‌شود.

CORijjFcc – Control Function Component Failure
$1 \leq$ i $\leq$ NRAD, i is the radial ring number
$1 \leq$ jj $\leq$ NAXL, jj is the axial level number
cc identifies the component; CL (cladding), CN (canister), and CB (canister adjacent to blade) are the only options currently allowed.

(1) **ICFAI** - User number of a LOGICAL control function that enforces the collapse of the specified component in core cell ijj.
(Type = integer, default = none, units = none)

در این کارت تابع کنترلی منطقی مربوط به فروریختن جزء cc در سلول ijj تعیین می‌شود. جزء cc می‌تواند غلاف یا اجزای کنیستر باشد. اگر این تابع کنترلی زمانی که میله‌های سوخت هنوز در سلول ijj سالم هستند، TRUE شود، میله‌های سوخت به آوار تبدیل می‌شوند.

CORijjQcc – Control Function Heat Source
$1 \leq$ i $\leq$ NRAD, i is the radial ring number
$1 \leq$ jj $\leq$ NAXL, jj is the axial level number
cc is a two-character component identifier, FU, CN, CL, CB, OS, SS, NS, PD, or PB
Optional

(1) **ICFQ** - User number of a REAL control function whose value specifies an additional heat source (in W) to be added to component cc in core cell ijj.
(Type = integer, default = none, units = none)

در برخی از محاسبات، ممکن است چشمه حرارتی در قلب که مرتبط با شکافت، واپاشی و یا گرمایش الکتریکی نیست، وجود داشته باشد. این کارت امکان تعیین این چشمهٔ حرارتی در قلب را به کاربر می‌دهد. در این کارت شماره تابع کنترلی

متغیری تعیین می‌شود که مقدار آن به عنوان چشمه حرارت با واحد وات به جزء cc از قلب در سلول ijj تخصیص داده می‌شود.

سایر کارت‌های بخش اطلاعات اختصاصی سلول‌های بستهٔ COR در ادامه لیست شده‌اند. توضیح این کارت‌ها در مرجع [۱] ارائه شده است.

CORijjKCN – Canister (CN) Component Masses

CORijjKCB – Canister (CB) Component Masses

CORijjKSH – PWR Core Shroud Component Masses

CORijjKFM – PWR Core Former Component Masses

CORijjKPB – Particulate Debris Component Masses in Bypass

CORijj04A – Canister Equivalent Diameter Record

CORijj04B – PWR Shroud and Former Equivalent Diameter Record

CORijj06A – Canister Surface Area Record

CORijj06B – PWR Shroud and Former Surface Area Record

CORijjBK – Core Blockage Enhancement Factor in a Single Cell

CORijjDX – Particulate Debris Exclusion Parameters in a Single Cell

CORijjNS – Support Rule for NS in a Single Cell

CORijjSS – Loading and Failure Rule for SS in a Single Cell

CORRijjPC – Pool Heat Transfer from Bottom/Top of SS Plates in a Radial Ring

CORRijjPR –Downward Radiation from SS to Pool or to Lower Head in a Radial Ring

۴-۹-۱۲- کارت‌های ورودی بخش پایینی محفظهٔ راکتور در بخش MELGEN از بستهٔ COR

در نسخه‌های ۱,۸,۵به بعد کد MELCOR بین حجم‌بندی اجزای بخش پایینی محفظهٔ راکتور و حلقه‌های قلب تناظر وجود ندارد و مشخصات حجم‌بندی اجزای بخش پایینی باید به صورت مجزا تعیین شوند.

اولین مقدار NLHTA شعاع خارجی این اجزای بخش پایینی را که به دیوارهٔ استوانه‌ای محفظهٔ راکتور متصل نیست، مشخص می‌کند. شعاع همهٔ حلقه‌های ورودی NRAD در پارامتر RINGR در کارت CORijj00 باید لیست شوند.

مدل بخش پایین همچنین شامل یک قسمت برای هر سطح محوری مرتبط با قسمت استوانه‌ای می‌شود و کارت‌های ورودی برای این قسمت‌ها باید استفاده شود.

CORLHDkk – Lower Head Structure Record
$01 \leq$ kk $\leq$ NLHT, kk is the lower head segment number
Required

(1) **IS** - Segment number.
(Type = integer, default = none, units = none)

(2) **TLH** - Initial temperature of lower head nodes in head segment IS.
(Type = real, default = none, units = K)

(3) **RADLH** - Outer radius of head segment IS.
(Type = real, default = none, units = m)

(4) **ICVCAV** - Reactor cavity control volume number.
(Type = integer, default = none)

در هر کارت اطلاعات یک قسمت از بخش پایینی تعیین می‌شود. کل قسمت‌های بخش پایینی محفظهٔ راکتور برابر NLHT است که یک متغیر ورودی نیست. پارامتر NLHTA، تعداد قسمت‌های بخش غیراستوانه‌ای (تخت یا نیم‌کره) بخش پایینی محفظه است که در کارت COR00000 تعیین می‌شود. تعداد قسمت‌های باقی‌مانده (NLHT-NLHTA) در بخش استوانه‌ای قرار خواهند گرفت. که از این تعداد، در هر سطح محوری یک قسمت قرار دارد.

در پارامتر اول، شماره قسمت و در پارامتر دوم، دمای اولیهٔ گره‌های بخش پایینی در آن قسمت تعیین می‌شود. در پارامتر سوم شعاع خارجی قسمت مورد نظر تعیین می‌شود. این مقدار باید برای قسمت NLHTAام برابر RVESS باشد که در کارت COR00001A تعیین شده است. پارامتر سوم برای قسمت‌های بزرگتر از NLHTA استفاده نمی‌شود.

در پارامتر چهارم حجم کنترل چاهک راکتور تعیین می‌شود. این پارامتر برای همهٔ کارت‌های CORLHDkk ضروریست.

CORLHNnn – Lower Head Nodalization Record
$1 \leq$ nn $\leq$ NLH-1, nn is a sequencing identifier for the lower head mesh layers
Optional

(1) **MATLH** - Material name from the MP package database or a user-defined material that is present in this mesh of the lower head.
(Type = character*24, default = none, units = none)

(2) **DZHEAD** - Distance from inner surface of lower head to outer boundary of this mesh layer.
(Type = real, default = none, units = m)

(3) **MATCYL** - Material name from the MP package database or a user-defined material that is present in this mesh of the lower vessel cylinder.
(Type = character*24, default = none, units = none)

(4) **DZWALL** - Distance from inner surface of lower head to outer boundary of this mesh layer.
(Type = real, default = none, units = m)

این کارت اختیاری برای تعریف گره‌بندی و ترکیب بخش پایینی محفظهٔ راکتور استفاده می‌شود. اگر این کارت استفاده نشود، بخش پایینی شامل (بخش استوانه‌ای و بخش منحنی) هر یک شامل NLH-1 لایه استیل کربنی خواهند بود. ضخامت هر لایه در بخش منحنی پایین برابر DZLH/(NLH-1) و برای بخش استوانه‌ای برابر DZRV/(NLH-1) است. اگر این کارت‌ها استفاده شوند، همهٔ لایه‌ها (از ۱ تا NLH-1) باید از داخلی‌ترین گره بخش منحنی پایین تا سطح خارجی تعیین شوند.

در نسخهٔ ۱,۸,۶ به این اطلاعات برای هر دو بخش استوانه‌ای و بخش منحنی شکل نیاز است و در هر کارت می‌توان اطلاعات یک بازهٔ مکانی را تعیین کرد. در کل باید NLH-1 کارت تعیین شود. در نسخه‌های قبلی در یک کارت اطلاعات بیش از یک گره قابل تعریف بود که در این نسخه این حالت حذف شده است.

اگر ماده‌ای که در این کارت‌ها تعیین می‌شود، در پایگاه دادهٔ بستهٔ MP موجود نباشد، یا اگر پایگاه دادهٔ بستهٔ MP همهٔ خواص مورد نیاز مواد پیش‌فرض را نداشته باشد، کاربر باید ورودی مورد نیاز برای آن خواص (رسانش حرارتی، گرمای ویژه، چگالی، آنتالپی بر حسب دما، دما بر حسب آنتالپی، دمای ذوب و گرمای نهان ذوب مواد) را در بستهٔ MP تعیین کند.

در پارامتر اول این کارت، نام ماده موجود در بازهٔ مکانی (مش) بخش منحنی پایینی محفظهٔ راکتور تعیین می‌شود. در پارامتر دوم، فاصلهٔ بین سطح داخلی بخش پایینی تا مرز خارجی آن بازهٔ مکانی تعیین می‌شود. آخرین مقدار این پارامتر باید برابر مقدار DZLH در کارت COR00001A باشد. در پارامتر سوم، نام ماده موجود در بازهٔ مکانی (مش) بخش استوانه‌ای از بخش پایینی محفظهٔ راکتور تعیین می‌شود. در پارامتر چهارم، فاصلهٔ بین سطح داخلی بخش استوانه‌ای تا مرز خارجی آن بازهٔ مکانی تعیین می‌شود. آخرین مقدار این پارامتر باید برابر مقدار DZRV در کارت COR00001A باشد.

CORPENnn – Lower Head Penetration Record
$01 \leq$ nn $\leq$ NPNTOT, nn is the penetration number

Required if NPNTOT > 0

(1) **IPNREF** - Reference penetration number.
(Type = integer, default = none, units = none)

(2) **IRP** - Radial ring where this representative penetration is located.
(Type = integer, default = none, units = none)

(3) **XMPN** - Total mass of structures represented by this penetration.
(Type = real, default = none, units = kg)

(4) **TPN** - Initial temperature of representative penetration.
(Type = real, default = none, units = K)

(5) **ASPN** - Total surface area of structures represented by this penetration, based on the height DZ of the bottom axial level.
(Type = real, default = none, units = m^2)

(6) **AXPN** - Total effective conduction area of structures represented by this penetration at junction with the lower head, which is used to control heat transfer between head and penetration.
(Type = real, default = none, units = m^2)

(7) **DFLPN** - Initial diameter of failure opening for ejection of molten core materials (may represent single or multiple tube failures).
(Type = real, default = none, units = m)

در این کارت اطلاعات مربوط به حفره‌های بخش پایینی nn تعیین می‌شوند. این کارت باید برای هر حفره از ۱ تا NPNTOT که در کارت COR00000 تعیین شده است، وارد شود. در هر حلقهٔ شعاعی بیش از ۳ حفره قابل تعریف نیست. این مقدار برای تعریف مدل‌های مجزا برای لوله‌های اندازه‌گیری، لوله‌های هدایت‌کننده میله‌های کنترل و محل تخلیه کافی است. اگر اولین پارامتر یک حفره مرجع معتبر را تعیین کند، آنگاه تنها پارامتر دوم که تعیین کنندهٔ شمارهٔ حلقهٔ شعاعی است، پردازش خواهد شد. اگر اولین پارامتر یک حفرهٔ مرجع معتبر را تعیین نکند، بقیهٔ پارامترها باید تعیین شوند.

در پارامتر اول، شمارهٔ حفرهٔ مرجع تعیین می‌شود. این شماره باید از مقدار nn کمتر باشد. اگر به حفرهٔ مرجع نیاز نباشد، این پارامتر برابر ۱- قرار داده می‌شود. در پارامتر دوم، حلقهٔ شعاعی که این حفره در آن واقع است تعیین می‌شود. مقدار این پارامتر باید بزرگتر یا مساوی مقدار قبلی همین پارامتر در کارت قبلی باشد. در پارامتر سوم، کل جرم سازه‌های حفره باید تعیین شوند. در پارامتر چهارم دمای اولیهٔ حفره تعیین می‌شود. در پارامتر پنجم مساحت سطح کل سازه‌های حفره بر

اساس ارتفاع DZ سطح محوری پایین تعیین می‌شود. سطح تماس با آوار از این پارامتر (ASPN) بر اساس ارتفاع آوار محاسبه می‌شود. در پارامتر ششم، سطح رسانش مؤثر کلی سازه‌های حفره در اتصال با بخش منحنی پایین تعیین می‌شود. این پارامتربرای کنترل انتقال حرارت بین بخش منحنی و حفره استفاده می‌شود. در پارامتر هفتم، قطر اولیهٔ بازشدگی خرابی برای خروج مواد مذاب قلب تعیین می‌شود.

۴-۹-۱۳- سایر کارت‌های بخش MELGEN در بستهٔ COR

علاوه بر کارت‌های ارائه شده در بستهٔ COR کارت‌های دیگری مانند کارت‌های تعیین مسیر انتقال حرارت تشعشعی و یا رسانش، کارت‌های تعریف مواد جدید برای سوخت، غلاف و کنیستر و محفظه پوششی قلب، کارت‌های ورودی اشتراک با جریان سیال در بستهٔ CVH و کارت‌های کنترل خروجی وجود دارد که برخی از آنها در اینجا ارائه می‌شوند.

CORTINxx – Inlet Temperature Specification Record
"xx" can be anything

(1) **IVOL** - Core control volume number.
(Type = integer, default = none, units = none)

(2) **ITUP** - Inlet temperature specification for volume IVOL for upflow.

= 0 Use exit temperature for next-lower control volume. (This is the default for all volumes not appearing on CORTIN records.)
= 1000 Disable dT/dz model for this volume.
= 2000 Use the model employed for IDTDZ = 0. (Must also specify ITDN = 2000.)
> 0 Use temperature of volume ITUP ≤ 999.
< 0 Use value of control function –ITUP ≤ 999.

(Type = integer, default = 0, units = none)

(3) **ITDN** - Inlet temperature specification for volume IVOL for downflow.
= 0 Use exit temperature for next-higher control volume.
(This is the default for all volumes not appearing on CORTIN records.)
Other options are the same as for ITUP.
(Type = integer, default = 0, units = none)

این کارت به کاربر اجازه می‌دهد تا یک دمای ورودی مرزی برای مدل dT/dz که با مدل پیش‌فرض متفاوت است، تعیین کند. این کارت تنها زمانی مجاز است که پارامتر IDTDZ در کارت COR00006 برابر ۱ باشد. در این صورت این کارت برای حجم‌های بالا و پایین حاوی سلول‌های قلب، لازم بوده و برای سایر حجم‌های کنترل اختیاری است. این کارت برای

هر حجم کنترلی که (۱) شامل سلول‌های پایین و بالای قلب و یا (۲) مستقیماً بالا یا پایین یک حجم کنترل که در آن محاسبات dT/dz با سایر کارت‌های CORTIN غیرفعال شده است، تعیین می‌شود.

در پارامتر اول این کارت، شماره حجم کنترل قلب تعیین می‌شود. در پارامتر دوم این کارت، مشخصهٔ دما برای حجم تعیین شده در پارامتر اول برای جریان رو به بالا تعیین می‌شود. حالت‌های مختلف این پارامتر عبارتند از:

- صفر: دمای خروجی برای حجم کنترل بعدی پایینی (این حالت برای همهٔ حجم‌های کنترلی که در کارت‌های CORTIN حاضر نیستند، به صورت پیش‌فرض لحاظ می‌شود)
- ۱۰۰۰: مدل dT/dz برای این حجم غیرفعال می‌شود.
- ۲۰۰۰: از مدل به کار رفته برای IDTDZ برابر صفر استفاده می‌شود. (در این حالت باید پارامتر سوم برابر ۲۰۰۰ باشد.)
- بزرگتر از صفر: از دمای حجم استفاده می‌شود. $ITUP \leq 999$
- کوچکتر از صفر: از مقدار تابع کنترلی استفاده می‌شود. $-ITUP \leq 999$

در پارامتر سوم این کارت، مشخصهٔ دما برای حجم IVOL برای جریان رو به پایین تعیین می‌شود. در صورتی‌که این پارامتر برابر صفر باشد، دمای خروجی برای حجم کنترل بعدی بالایی تعیین می‌شود. این حالت برای همهٔ حجم‌های کنترلی که در کارت‌های CORTIN حاضر نیستند، به صورت پیش‌فرض استفاده می‌شود.

CORVOLxxx – Ring Flow Area Control Functions
xxx can be any three digit integer
Optional

(1) **IVOL** - The CVH control volume number for which the control functions on this record apply.
(Type = integer, default = none, units = none)

(2) **ICFVOL** (1)
- The number of the REAL control function from which the unblocked flow area of ring 1 is to be obtained.
(Type = integer, default = none, units = none)

(3) **ICFVOL** (2)
- The number of the REAL control function from which the unblocked flow area of ring 2 is to be obtained.
(Type = integer, default = none, units = none)

ICFVOL (NRAD+1)
- The number of the REAL control function from which the unblocked flow area of ring NRAD is to be obtained.
(Type = integer, default = none, units = none)

در این کارت توابع کنترلی (ICFVOL) برای مدل اکسیدشدن COR برای تعریف مساحت‌های جریان مرتبط با هر حلقهٔ COR درون حجم‌های CVH که در تماس با بستهٔ COR هستند، تعیین می‌شود. مساحت‌های جریان حلقه تنها برای تخصیص بخار و اکسیژن از حجم‌های CVH به حلقه‌های مختلف مدل‌شده در بستهٔ COR استفاده می‌شوند.

همانطور که در کارت COR00000 تعیین می‌شود، قلب به تعداد NRAD حلقه تقسیم می‌شود و با تعداد NCVOL حجم کنترل در ارتباط است. هر کارت CORVOLxxx به تعداد NRAD تابع کنترلی برای یک حجم کنترل تعریف می‌کند. ممکن است به تعداد NCVOL کارت، هر کدام شامل NRAD+1 پارامتر وجود داشته باشد.

در پارامتر اول این کارت، شماره حجم کنترل CVH که تابع کنترلی برای آن تعریف می‌شود، تعیین می‌گردد. در پارامتر دوم این کارت، شماره تابع کنترلی متغیری تعیین می‌شود. از این تابع کنترلی مساحت جریان بسته نشده حلقهٔ ۱ به دست می‌آید. در پارامتر سوم این کارت، شماره تابع کنترلی متغیری تعیین می‌شود. از این تابع کنترلی مساحت جریان بسته نشده حلقهٔ ۲ به دست می‌آید. در پارامتر ICFVOL(NRAD+1)، شماره تابع کنترلی متغیری تعیین می‌شود. از این تابع کنترلی مساحت جریان بسته نشده حلقهٔ NRAD به دست می‌آید. محاسبات پیش‌فرض مساحت جریان بسته نشده در هر حلقه با قرار دادن مقدار صفر در پارامتر مربوطهٔ فوق انجام می‌شود. در حالت کلی، یک حجم کنترل CVH نیازی به اتصال با همهٔ حلقه‌های قلب ندارد. برای مساحت جریان هر حلقهٔ قلب که در تماس با حجم کنترل IVOL نیست، مقدار پارامتر تعیین کنندهٔ تابع کنترلی باید برابر صفر باشد.

COREDV01 – Edit Flags Record
Optional

(1) **ITEMP** - Temperature edit flag.
(Type = integer, default = 1, units = none)

(2) **IMASS** - Mass edit flag.
(Type = integer, default = 1, units = none)

(3) **IVOL** - Volume edit flag.
(Type = integer, default = 0, units = none)

(4) **IASUR** - Surface area edit flag

(Type = integer, default = 0, units = none)

(5) **IPMV** - Component masses plot flag
(Type = integer, default = 0, units = none)

(6) **IPOW** - Decay heat/fission power edit flag
(Type = integer, default = 0, units = none)

در نسخهٔ ۱,۸,۶ کد MELCOR گزینهٔ کنترل حضور یا عدم حضور بخش‌های چاپ شده در خروجی و رسم شکل در MELGEN قرار داده شده است و به عنوان بخشی از فایل آغاز مجدد لحاظ شده است. کارت COREDV01 که تنظیمات پیش‌فرض را تغییر می‌دهد، در بخش‌های MELGEN و MELCOR قابل استفاده است.

در این کارت پارامترهای ویرایش که به کاربر امکان کنترل متغیرهای بستهٔ COR در خروجی را می‌دهند، تعیین می‌شوند. این کارت اختیاری است و در صورت استفاده هر کدام از شش پارامتر قابل تعیین هستند.

ویرایش نمایش دما، جرم، حجم، مساحت سطح، جرم‌های اجزا و توان شکافت/ واپاشی در پارامترهای این کارت قابل انتخاب هستند.

سایر کارت‌های بخش MELGEN در بستهٔ COR در ادامه آورده شده‌اند. توضیحات این کارت‌ها در مرجع [۱] ارائه شده است.

CORHTRxx – Added COR Heat Transfer Path

CORXFUMAT - Extra Fuel Material Record

CORCLMAT –Cladding Material Record

CORCNMAT –Canister Material Record

CORSHMAT –Core Shroud Material Record

CORMATx – Core Material Specification Record

۴-۹-۱۴- ورودی MELCOR در بستهٔ COR

کارت‌های COR00003 تا COR00005 و COR00007 تا COR00009 و کارت COR00012 از بخش MELGEN در بخش MELCOR در هر آغاز مجدد قابل استفاده هستند. این کارت‌ها پارامترهای مدل‌های اساسی برای بستهٔ COR را

تعیین می‌کنند و امکان تغییر آنها برای فرایندهای تست و تحلیل‌های حساسیت مناسب است. اما کاربر باید آگاه باشد که تغییر این پارامترها در وسط محاسبات ممکن است منجر به نتایج غیرفیزیکی شود.

کارت COREDV01 می‌تواند برای تغییر گزینه‌های حضور یا عدم حضور بخش‌هایی از خروجی و رسم شکل تعیین شده در بخش MELGEN، در بخش MELCOR نیز استفاده شود.

کارت‌های دیگر که در بخش آغاز مجدد MELCOR استفاده می‌شوند با کنترل گام زمانی، کنترل ویرایش و غیرفعال سازی ماژول‌های فیزیکی مرتبط هستند و در ادامه ارائه شده‌اند.

CORDTC01 – COR Package Time Step Control Record
Optional

(1) **DTMPCR** - Maximum allowed temperature increase of a component during a COR package time step.
(Type = real, default = 30.0, units = K)

(2) **DTCMIN** - Minimum COR package time step allowed.
(Type = real, default = 0.001, units = s)

(3) **NSUBMX** - Maximum number of COR package subcycles during a single system cycle.
(Type = integer, default = 64, units = none)

این کارت به کاربر اجازهٔ تعیین کمیت‌های خاص مورد نیاز برای کنترل گام زمانی داخلی بستهٔ COR را می‌دهد. این کارت ضروری نیست، اما اگر استفاده شود سه پارامتر آن باید تعیین شوند.

در پارامتر اول این کارت، حداکثر افزایش دمای مجاز برای یک جزء در طول یک گام زمانی بستهٔ COR تعیین می‌شود. این مقدار تنها برای اجزایی که جرم کلی آنها بزرگتر از حداقل مقدار تعیین شده در ضریب حساسیت ۱۵۰۲ است، به کار می‌رود. در پارامتر دوم این کارت، حداقل مقدار گام زمانی مجاز بستهٔ COR تعیین می‌شود. در پارامتر سوم این کارت، حداکثر تعداد زیرحلقه‌های اجرا در بستهٔ COR طی یک حلقهٔ اجرای سیستم تعیین می‌شود.

CORTST01 – Physics On/Off Switches
Optional

(1) **IRAD** - Disable switch for radiation model, including radiation-to-steam, (regardless of the value of switch number 8).
(Type = integer, default = 0, units = none)

(2) **ICND** - Disable switch for conduction model.

(Type = integer, default = 0, units = none)

(3) **ICNV** - Disable switch for convection model.
(Type = integer, default = 0, units = none)

(4) **IOXD** - Disable switch for all oxidation models, including the B_4C reaction (regardless of the value of switch number 7).
(Type = integer, default = 0, units = none)

(5) **IDRP** - Disable switch for candling model.
(Type = integer, default = 0, units = none)

(6) **ITDZ** - Disable switch for core dT/dz model.
(Type = integer, default = 0, units = none)

(7) **IB4C** - Disable switch for B_4C reaction model, if not already disabled by switch 4.
(Type = integer, default = 0, units = none)

(8) **IRDS** - Disable switch for radiation-to-steam model, if not already disabled by switch 1.
(Type = integer, default = 0, units = none)

(9) **IDEJ** - Disable switch for solid debris ejection model.
(Type = integer, default = 0, units = none)

(10) **ISPR** - Disable switch for radial relocation model.
(Type = integer, default = 0, units = none)

(11) **IOXS** - Disable switch for oxidation of unquenched submerged surfaces not already disabled by switch 4.
(Type = integer, default = 0, units = none)

(12) **IMPMOD** - Disable inclusion of molten pool models.
(Type = integer, default = 0, units = none)

(13) **IMPHT** - Disable treatment of molten pool heat transfer.
(Type = integer, default = 0, units = none)

(14) **IMPSTR** - Disable treatment of molten pool stratification.
(Type = integer, default = 0, units = none)

(15) **IMPPRT** - Disable partition of RNs between stratified molten pools.
(Type = integer, default = 0, units = none)

در این کارت پارامترهایی که به کاربر امکان غیرفعال کردن اجزایی از فیزیک بستهٔ COR را می‌دهند، در نظر گرفته شده است. این قابلیت برای تست و آزمایش ماژول‌های جدید فیزیکی افزوده شده است. این کارت ضروری نیست، و هر تعداد از پارامترهای آن قابل تعیین است. مقدار ۱ برای غیرفعال سازی مدل مربوطه و مقدار صفر برای فعال‌سازی مجدد به کار می‌رود.

در مورد پارامتر چهارم لازم به ذکر است که دو گزینه اکسیدشدن وجود دارد: گزینه پیش‌فرض برای رفتار سلسله مراتبی که در آن اکسیدشدن بخار قبل از اینکه همهٔ اکسیژن مصرف نشده است، شروع نمی‌شود. گزینه دوم اکسیدشدن همزمان با اکسیژن و بخار است. علاوه براین، اکسیدشدن آوار کلوخه شده ممکن است بدون غیرفعال سازی اکسیدن شدن اجزای در تماس، غیرفعال شود. مقادیر زیر برای پارامتر چهارم IOXD قابل تعیین هستند.

- صفر (پیش‌فرض): گزینه سلسله مراتبی هم برای اجزای در تماس و هم آوار کلوخه شده،
- ۱: برای اجزای در تماس و یا آوار کلوخه شده اکسید شدن لحاظ نمی‌شود،
- ۲: گزینه سلسله مراتبی برای اجزای در تماس بدون اکسیدشدن آوار کلوخه شده،
- ۳: گزینه اکسیدشدن همزمان برای اجزای در تماس و آوار کلوخه شده،
- ۴: گزینه اکسیدشدن همزمان برای اجزای در تماس و غیرفعال بودن اکسیدشدن آوار کلوخه شده.

در مورد پارامتر پنجم، این توضیح لازم است که دو حالت زیر برای این پارامتر وجود دارد:

- IDRP = 1: به طور کامل مدل انجماد مذاب قلب کاملاً غیرفعال می‌شود.
- IDRP = 2: تنها مدل توقف مذاب[۱] غیرفعال می‌شود.

در پارامتر دهم، مقدار ISPR = 1 تنها مدل جابجایی شعاعی مواد مذاب را غیرفعال می‌کند. مقدار ISPR = 2 تنها مدل جابجایی شعاعی ذرات آوار را غیرفعال می‌کند و مقدار ISPR = 3 هر دو مدل جابجایی شعاعی را غیرفعال می‌کند.

۴-۹-۱۵- ورودی مورد نیاز برای سایر بسته‌ها

بسیاری از مدل‌های بستهٔ COR نیاز به تبادل با سایر بسته‌های کد دارند. در این بخش نیازمندی‌های این تبادل برای حجم‌های هیدرودینامیکی (CVH)، مسیر جریان (FL)، گازهای چگالش‌ناپذیر (NCG)، توابع کنترلی (CF)، گرمای واپاشی (DCH)، هسته‌های پرتوزا (RN) و سازه‌های حرارتی (HS) ارائه شده است.

[۱] - melt holdup model

۴-۹-۱۵-۱- ورودی بسته‌های CVH، FL و NCG

بستهٔ COR انتقال حرارت بین سازه‌های قلب و مایع و گاز موجود داخل قلب را مدل می‌کند. این جریان‌ها با بسته‌های CVH و FL مدل‌سازی می‌شوند. کاربر باید یک حجم کنترل برای کانال خنک‌کننده (و برای کنارگذر BWR) در هر سلول قلب تعیین کند تا آن سلول در ارتباط با اطلاعات انتقال حرارت قرار گیرد. این کار در کارت CORijj01 در بستهٔ COR انجام می‌شود. هر حجم کنترلی که در این کارت تعیین می‌شود باید در ورودی بستهٔ CVH تعریف شود. حجم‌های کنترل باید توسط مسیرهای جریان تعریف شده در ورودی بستهٔ FL به هم متصل شوند. بستهٔ COR تنها وجود حجم کنترلی که ارجاع داده شده است را چک می‌کند. کاربر مسئولیت صحیح بودن، منطقی بودن و بالاتر از همهٔ سازگاری با شرایط واقعی هندسهٔ قلب با مدل در ورودی CVH و FL را بر عهده دارد.

برخی درجات سازگاری بین توزیع حجم‌های سیال مشترک در دو بستهٔ COR و CVH ضروری است. الزام اصلی این است حجم کل سیال اولیه در COR زیر هر قسمت از حجم کنترل CVH نمی‌تواند به حجم سیال در آن قسمت برسد. بنابراین پر کردن همهٔ حجم سیال در COR با آوار نمی‌تواند CVH را پر کند.

ورودی دیگر COR که در کارت CORTINxx تعیین می‌شود، به طور غیرمستقیم به CVH و FL مرتبط است. این کارت برای تعیین دمای ورودی به قلب، هرگاه مدل dT/dz برای تخمین دماهای هیدرودینامیکی محلی استفاده شده است، به کار می‌رود. کاربر باید تضمین کند هر حجم کنترل یا تابع کنترلی ارجاع داده شده با این کارت در بسته‌های CVH یا CF وجود داشته باشد.

اگر کاربر بخواهد محاسبات گردش طبیعی با جزئیات با استفاده از بسته‌های CVH و FL انجام دهد، یک حجم کنترل باید برای یک سلول قلب تعریف کند. بسته شدن مسیر جریان در قلب و مدل‌های شار مومنتوم باید برای همهٔ مسیرهای جریان حاوی سلول‌های قلب فعال شوند (کارت‌های FLnnnBk و FLnnnMk). گزینه‌های جدید بسته شدن مسیر مورد نیاز برای محیط قلب راکتور آب تحت فشار در نسخهٔ ۱,۸,۶ وجود دارد.

هرگاه بستهٔ COR فعال باشد، باید هیدروژن و مونوکسید کربن به عنوان مواد فعال در بستهٔ NCG تعیین شوند، چراکه این گازها در مدل‌های اکسیدشدن این بسته تولید می‌شوند. علاوه براین، برای محاسباتی که کاربید بور به عنوان یک ماده سم کنترلی استفاده می‌شود، گازهای اکسیژن، دی اکسید کربن و متان باید به عنوان مواد فعال در بستهٔ NCG تعیین شوند، چراکه این مواد در مدل واکنش کاربید بور تولید می‌شوند.

۴-۹-۱۵-۲- ورودی بسته‌های DCH و RN

بستهٔ COR گرمای واپاشی تولید شده توسط پاره‌های شکافت و در صورت کاربردی بودن، انرژی شکافت را در اجزای قلب توزیع می‌کند. خواص این توزیع گرمای واپاشی وابسته به زمان در ورودی بسته‌های DCH و RN تعیین می‌شوند. توان شکافت در بستهٔ COR از طریق تابع کنترلی تعریف می‌شود.

کل گرمای واپاشی قلب در ورودی بستهٔ DCH تعیین می‌شود. به طور کلی این بسته، نوع راکتور، زمان خاموشی راکتور در مسأله، سطح توان عملکرد راکتور و نوع رابطهٔ گرمای واپاشی را مشخص می‌کند.

گرمای واپاشی در سلول‌های قلب به روش‌های گوناگون وابسته به فعال یا غیرفعال بودن بستهٔ RN توزیع می‌شود. اگر این بسته غیرفعال باشد، انرژی توان شکافت بر اساس توزیع چگالی محوری و شعاعی تعیین شده در کارت‌های CORZjj03 و CORRii03 تعیین می‌گردد.

در صورتی‌که بستهٔ RN فعال باشد، گرمای واپاشی در سراسر MELCOR متناسب با توزیع هسته‌های پرتوزا که در این بسته تعیین شده است، توزیع می‌شود. کاربر باید توزیع اولیهٔ هسته‌های پرتوزای را در بستهٔ RN تعیین کند. اگر این کار انجام نشود، هیچ گرمای واپاشی به قلب منتقل نخواهد شد.

در محاسبات حادثه گذره‌های قابل پیش‌بینی بدون خاموشی راکتور (ATWS) یا سایر مسائلی که حاوی گرمایش شکافت هستند، توان شکافت کل قلب با استفاده از تابع کنترلی تعیین شده در کارت COR00004 قابل تعیین است. این تابع کنترلی باید در بستهٔ CF تعریف شود. توان در داخل بستهٔ COR بر اساس توزیع‌های چگالی محوری و شعاعی تعیین شده در کارت‌های CORZjj03 و CORRii03 توزیع شده و به گرمای واپاشی افزوده می‌گردد.

علاه براین، اگر مدل واکنش کاربید بور ارتقایافته استفاده شود، هفت کلاس بستهٔ هسته‌های پرتوزای اضافی برای عمل کردن محصولات واکنش اضافی تولید شده در این مدل، باید تعریف شوند.

۴-۹-۱۵-۳- ورودی بستهٔ HS

به منظور محاسبهٔ انرژی حاصل از تشعشع از سلول‌های قلب، باید سازه‌های حرارتی مرزی برای سطوح بالای HLST (بالای قسمت استوانه‌ای محفظهٔ راکتور) برای بستهٔ COR تعیین شوند. این سازه‌های حرارتی باید در ورودی بستهٔ HS تعریف شوند و وجود آنها در بستهٔ COR چک می‌شود. برای صحیح عمل کردن مدل dT/dz، باید دقیقاً به ازای هر سطح محوری بالای HLST یک سازهٔ حرارتی تعریف شود. در غیر این صورت اثر این سازه‌های حرارتی بر توزیع دمای حجم کنترل به گونهٔ صحیح عمل نخواهد کرد. همچنین، سازه‌های حرارتی دیگری با قلب و حجم‌های کنترل بخش پایینی در

ارتباط نخواهد بود، به جز آنهایی که در کارت ورودی CORZjj02 تعیین شده‌اند. علاوه براین، برای اینکه مدل dT/dz صحیح عمل کند و بستهٔ HS انتقال حرارت را به درستی انجام دهد، مهم است که سازه‌های حرارتی نمایندهٔ مرز شعاعی قلب (مانند محفظه پوششی قلب) با دماهای محاسبه شده توسط مدل dT/dz در ارتباط باشند. بنابراین، سلول‌های حلقهٔ خارجی قلب باید به عنوان مرز دمای سیال در کارت‌های HSCCCCC004 تعیین شوند، مگر اینکه گزینهٔ IHSDT در کارت COR00006 برابر ۱ باشد.

ذوب این سازه‌های حرارتی مرزی با استفاده از کارت‌های ورودی HSDGCCCCCn قابل مدل‌سازی است. هنگامی که چنین سازه‌ای ذوب شود، استیل مذاب به آوار قلب در سلول مجاور در قلب افزوده می‌شود. این سلول مستقیماً به عنوان بخشی از ورودی HS تعیین نمی‌شود، بلکه از ارتفاع سازه‌حرارتی استنتاج می‌گردد. استیل سازه‌های بالای قلب به خارجی‌ترین حلقهٔ بالاترین سطح قلب منتقل می‌شود.

۴-۹-۱۵-۴- ورودی بستهٔ MP

بستهٔ COR خواص مواد را از بستهٔ MP می‌گیرد. علاوه بر سازگاری عمومی جدول‌های گوناگون و خواص ثابت تعریف کنندهٔ معادلات حالت، بستهٔ COR فرض می‌کند که محدودهٔ ذوب هر مادهٔ خالص دقیقاً ۰/۰۱ کلوین است. این فرض برای همهٔ مواد پیش‌فرض موجود در بستهٔ MP صحیح است.

در صورتی‌که خواص یک ماده پیش‌فرض در بستهٔ COR تغییر داده شود، یا اگر یک ماده تعریف شده توسط کاربر به عنوان یک ماده در قلب استفاده شود، ضروری است که محدودهٔ ذوب ۰/۰۱ کلوین در نظر گرفته شود. یک مادهٔ جدید می‌تواند در پارامتر MATHT در کارت COR00002 برای گرمکن الکتریکی یا یک مادهٔ جایگزین برای یکی از مواد قلب در پارامتر MATNAM در کارت CORMATx باشد.

۴-۹-۱۶- ضرایب حساسیت بستهٔ COR

ضرایب حساسیت برای بستهٔ COR با شماره‌های ۱۰۰۱ تا ۱۶۹۹ تعیین می‌شوند. تقسیم‌بندی ضرایب حساسیت بستهٔ COR در جدول شماره ۱۷ ارائه شده است.

جدول شماره ۱۷: تقسیم‌بندی شماره‌های ضرایب حساسیت بستهٔ COR

Number	Description
1001 – 1299	Oxidation and heat transfer parameters
1301 – 1399	Fission power parameters
1401 – 1499	Numerical control parameters

1501 – 1599	Geometric parameters
1600 – 1699	Lower-head mechanical model parameters

در این بخش این ضرایب حساسیت معرفی می‌شوند. توضیحات بیشتر در مرجع [۱] ارائه شده است.

۴-۹-۱۶-۱- ضرایب حساسیت اکسیدشدن، انتقال حرارت و جابجایی

1001 – Zircaloy Oxidation Rate Constant Coefficients

1002 – Steel Oxidation Rate Constant Coefficients

1003 – Gaseous Diffusion Oxidation Coefficients

1004 – Oxidation Cutoff Temperatures

1005 – B_4C Reaction Model Parameters

1006 – B_4C Reaction Rate Parameters

1007 – Ring Minimum Flow Area Fractions

1010 – Material Dissolution Rate Coefficients

1011 – Eutectic Reaction Temperatures

1020 – Radial Relocation Model Parameters

1021 – Channel-Bypass Relocation Time Constant

1030 – dT/dz Model Parameters

1101 – Fuel-Cladding Gap Emissivities

1102 – Steel Emissivity

1103 – Particulate Emissivity

1104 – Oxidized Zircaloy Emissivity

1131 – Molten Material Holdup Parameters

1132 – Core Component Failure Parameters

1141 – Core Melt Breakthrough Candling Parameters

1151 – Conglomerate Debris Surface Area Coefficients

1152 – Surface-to-Volume Ratio for Fluid

1200 – Smoothing of Heat-Transfer Coefficients

1212 – Laminar Nusselt Numbers

1213 – Laminar Developing Flow

1214 – Turbulent Forced Convective Flow in Tubes

1221 – Laminar Free Convection between Parallel Vertical Surfaces

1222 – Turbulent Free Convection between Parallel Vertical Surfaces

1231 – Forced Convective Flow over a Spherical Particle

1232 – Free Convective Flow over a Spherical Particle

1241 – Simplified Nucleate Boiling Curve

1242 – Simplified Transition Film Boiling Curve

1244 – Debris Dry-Out Heat Flux Correlation

1245 – Downward-Facing Lower Head Heat Transfer Correlations

1246 – Heat Transfer Coefficient, Lower Head to Atmosphere

1250 – Conduction Enhancement for Molten Components

1260 – Quench Model Parameters

1270 – Flow Regime Map Parameters

1280 – Nusselt-Rayleigh Correlation for Molten Pool

1281 – Molten Pool Convection Inertial Time Constant

1290 – Molten Pool Convection Model Directional Parameters

۴-۹-۱۶-۲- ضرایب حساسیت توان شکافت و واپاشی

1301 – Chexal-Layman Fission Power/Liquid Level Correlation

1311 – Materials Fission Power Absorption Efficiencies

1312 – Component Fission Power Absorption Parameters

1321 – Material Absorption Efficiencies for Decay Heat

1322 – Component Decay Power Absorption Parameters

۴-۹-۱۶-۳- ضرایب حساسیت کنترل عددی

1401 – Time Step Control Parameters

1402 – Candling Control Parameter

۴-۹-۱۶-۴- ضرایب حساسیت پارامترهای هندسی

1501 – Canister Mass/Surface Area Splits

1502 – Minimum Component Masses

1503 – Core Blockage Parameters

1505 – Core Blockage Parameters

1504 – Core Cell Volume Consistency Tolerances

۴-۹-۱۶-۵- ضرایب حساسیت مدل مکانیکی بخش پایینی محفظهٔ راکتور

1600 – Model Parameters

1601 – Larson-Miller Creep-Rupture Parameters for Vessel Steel

1602 – Vessel Steel Elastic Modulus Parameters

1603 – Vessel Steel Yield Stress Parameters

۴-۹-۱۶-۶- ضرایب حساسیت مدل مکانیکی سازه‌های نگهدارنده

1604 – Larson-Miller Creep-Rupture Parameters for Support Structures

1605 – Internal Steel Elastic Modulus Parameters

1606 – Internal Steel Yield Stress Parameters

۴-۹-۱۷- متغیرهای قابل رسم و آرگومان‌های توابع کنترلی در بستهٔ COR

متغیرهایی که در بستهٔ COR ممکن است برای رسم شکل (p) و آرگومان‌های توابع کنترلی (c) استفاده شوند، در جدول‌های این بخش ارائه شده‌اند. برای کاهش حجم مطالب، متغیرهای مرتبط با کنیستر یا ناحیهٔ کنارگذر در فایل رسم شکل نوشته نمی‌شوند. این پارامترها شامل خواص ذرات آوار در کنارگذر و تقسیم حجم‌ها بین کانال و کنارگذر می‌شود.

اطلاعات مربوط به اجزای سازه‌های نگهدارنده، غیرنگهدارنده و متفرقه تنها برای اجزایی که توسط پارامتر IOLDOS در کارت COR00006 در ورودی MELCOR تعیین شده‌اند، در دسترس هستند. علاوه براین، آرگومان‌های توابع کنترلی شامل جزئی که مجاز نباشد، در بخش MELGEN قابل شناسایی نخواهد بود.

۴-۹-۱۷-۱- متغیرهای جرم قلب

متغیرهای مربوط به جرم قلب در جدول شماره ۱۸ ارائه شده‌اند.

جدول شماره ۱۸: متغیرهای مربوط به جرم قلب در بستهٔ COR

Parameter	Type	Description (Unit)
COR-MCRP.n	p	Total control poison mass in cell n. (kg)
COR-MCRP-TOT	p	Total control poison in core. (kg)
COR-MINC.n	p	Total Inconel mass in cell n. (kg)
COR-MINC-TOT	p	Total Inconel in core. (kg)
COR-MSS.n	p	Total steel mass in cell n. (kg)
COR-MSSOX.n	p	Total steel oxide mass in cell n. (kg)
COR-MSS-TOT	p	Total steel in core. (kg)
COR-MSX-TOT	p	Total steel oxide in core. (kg)
COR-MUO2.n	p	Total UO_2 mass in cell n. (kg)
COR-MUO2-TOT	p	Total UO_2 in core. (kg)
COR-MZR.n	p	Total Zircaloy mass in cell n. (kg)
COR-MZRO2.n	p	Total ZrO_2 mass in cell n. (kg)
COR-MZR-TOT	p	Total Zircaloy in core. (kg)
COR-MZX-TOT	p	Total ZrO_2 in core. (kg)
COR-MSS-SS.n	c	Intact supporting structure (SS) steel mass in cell n. (kg)
COR-MZR-SS.n	c	Intact supporting structure (SS) Zircaloy mass in cell n. (kg)
COR-MZRO2-SS.n	c	Intact supporting structure (SS) ZrO_2 mass in cell n. (kg)
COR-MSSOX-SS.n	c	Intact supporting structure (SS) steel oxide mass in cell n. (kg)
COR-MSS-NS.n	c	Intact supporting structure (NS) steel mass in cell n. (kg)
COR-MCRP-NS.n	c	Intact other structure (OS) control poison mass in cell n. (kg)
COR-MZR-NS.n	c	Intact supporting structure (NS) Zircaloy mass in cell n. (kg)
COR-MZRO2-NS.n	c	Intact supporting structure (NS) ZrO_2 mass in cell n. (kg)
COR-MSSOX-NS.n	c	Intact supporting structure (NS) steel oxide mass in cell n. (kg)
COR-MSS-SH.n	c	Intact PWR core shroud (SH) steel mass in cell n. (kg)
COR-MSS-FM.n	c	Intact PWR core former (FM) steel mass in cell n. (kg)
In the following four variables only, character strings are required for material m and component k, instead of integers. Acceptable strings for material are MUO2, MZR, MSS, MINC, MZRO2, MSSOX, and MCRP. (Interpretation is as in previous variables). Acceptable strings for component are FU, CL, CN, CB, OS, SS, NS, SH, FM, PB, and PD. These four control function arguments are always active, but the corresponding plot variables are active only if IPMV has been set to 1 on MELCOR input record COREDV01.		

Parameter	Type	Description (Unit)
COR-DC.m.k.n	pc	Conglomerate debris mass for material m on component k in cell n. (kg)
COR-PB.m.n	pc	Particulate debris mass for material m in bypass of cell n. (kg)
COR-PD.m.n	pc	Particulate debris mass for material m in cell n. (kg)
COR-M.m.k.n	pc	Total mass (intact plus conglomerate) of material m in component k in cell n. If FU contains optional additional materials, their masses are available through this variable. (kg)
COR-MUO2-FU.n	c	Intact fuel UO_2 mass in cell n. (kg)
COR-MZR-CL.n	c	Intact cladding Zircaloy mass in cell n. (kg)
COR-MZR-CN.n	c	Intact canister (including CB) Zircaloy mass in cell n. (kg)
COR-MSS-OS.n	c	Intact other structure (OS) steel mass in cell n. (kg)
COR-MCRP-OS.n	c	Intact other structure (OS) control poison mass in cell n. (kg)
COR-MZRO2-CL.n	c	Intact cladding ZrO_2 mass in cell n. (kg)
COR-MZRO2-CN.n	c	Intact canister (including CB) ZrO_2 mass in cell n. (kg)
COR-MSSOX-OS.n	c	Intact other structure steel oxide mass in cell n. (kg)
In the following variables, “debris” includes particulate and conglomerate.		
COR-MUO2-DB.n	c	Total UO_2 debris mass in cell n. (kg)
COR-MZR-DB.n	c	Total Zircaloy debris mass in cell n. (kg)
COR-MSS-DB.n	c	Total steel debris mass in cell n. (kg)
COR-MZRO2-DB.n	c	Total ZrO_2 debris mass in cell n. (kg)
COR-MSSOX-DB.n	c	Total steel oxide debris mass in cell n. (kg)
COR-MCRP-DB.n	c	Total control poison debris mass in cell n. (kg)

۴-۹-۱۷-۲- متغیرهای مساحت جریان قلب و حجم اجزا

متغیرهای مربوط به مساحت جریان قلب و حجم اجزا در جدول شماره ۱۹ ارائه شده‌اند.

جدول شماره ۱۹: متغیرهای مربوط به مساحت جریان قلب و حجم اجزا در بستهٔ COR

Parameter	Type	Description (Unit)
COR-AFLMIN.m.n	c	Minimum flow area open between core cells m and n, inclusive (channel and bypass combined for BWR). (m^2)
COR-VOL-FLU.n	c	Volume of fluid (“empty volume”) in cell n (total for BWR). (m^3)
COR-VOL-FLUB.n	c	Volume of fluid in bypass of cell n (zero for PWR). (m^3)
COR-VOL-FLUC.n	c	Volume of fluid in channel of cell n (total for PWR). (m^3)
Unlike MELCOR 1.8.5, the following plot variables are always active in MELCOR 1.8.6.		
COR-VOLF-FU.n	p	Intact fuel volume fraction in cell n. (none)
COR-VOLF-CL.n	p	Cladding volume fraction in cell n. (none)
COR-VOLF-CN.n	p	Canister volume fraction in cell n. (none)
COR-VOLF-OS.n	p	OS “other structure” volume fraction in cell n. (none)
COR-VOLF-SS.n	p	Supporting structure volume fraction in cell n. (none)
COR-VOLF-NS.n	p	Nonsupporting structure volume fraction in cell n. (none)

Parameter	Type	Description (Unit)
COR-VOLF-PB.n	p	Particulate debris volume fraction in bypass of cell n. (none)
COR-VOLF-PD.n	p	Particulate debris volume fraction in cell n. (none)
COR-VOLF-FLB.n	p	Fluid volume fraction in cell bypass of cell n. (none)
COR-VOLF-FLC.n	p	Fluid volume fraction in channel of cell n (BWR only). (none)
COR-VOLF-FL.n	p	Fluid volume fraction in cell n. (none)
COR-VOLF-SH.n	p	PWR core shroud volume fraction in cell n. (none)
COR-VOLF-FM.n	p	PWR core former volume fraction in cell n. (none)
COR-VOLF-MP1.n	p	Molten pool 1 (oxide) volume fraction in cell n. (none)
COR-VOLF-MB1.n	p	Molten pool 1 (oxide) volume fraction in bypass of cell n. (none)
COR-VOLF-MP2.n	p	Molten pool 2 (metallic) volume fraction in cell n. (none)
COR-VOLF-MB2.n	p	Molten pool 2 (metallic) volume fraction in bypass of cell n. (none)

۴-۹-۱۷-۳- متغیرهای دما و کسر ذوب قلب

متغیرهای مربوط به دما و کسر ذوب قلب در جدول شماره ۲۰ ارائه شده‌اند.

جدول شماره ۲۰: متغیرهای مربوط به دما و کسر ذوب قلب در بستهٔ COR

Parameter	Type	Description (Unit)
COR-TFU.n	pc	Temperature of UO_2 in cell n. (K)
COR-TCL.n	pc	Temperature of Zircaloy cladding in cell n. (K)
COR-TCN.n	pc	Temperature of canister (the part not adjacent to the control blade) in cell n. (K)
COR-TCB.n	pc	Temperature of canister adjacent to control blade. (K)
COR-TOS.n	pc	Temperature of OS “other structure” in cell n. (K)
COR-TSS.n	pc	Temperature of supporting structure in cell n. (K)
COR-TNS.n	pc	Temperature of nonsupporting structure in cell n. (K)
COR-TPB.n	pc	Temperature of particulate debris in bypass cell n. (K)
COR-TPD.n	pc	Temperature of particulate debris in cell n. (K)
COR-TSVC.n	pc	Local channel fluid temperature seen by cell n. (K)
COR-TSVB.n	pc	Local bypass fluid temperature seen by cell n. (K)
COR-MLTFR.n.m.k	c	Melt fraction of material number m in component number k in cell n. (none)
COR-TSH.n	pc	Temperature of PWR core shroud in cell n. (K)
COR-TFM.n	pc	Temperature of PWR core former in cell n. (K)
COR-TMP1.n	c	Temperature of molten pool 1 material in cell n. (K)
COR-TMP2.n	c	Temperature of molten pool 2 material in cell n. (K)
COR-TMB1.n	c	Temperature of molten pool 1material in bypass of cell n. (K)
COR-TMB1.n	c	Temperature of molten pool 2 material in bypass of cell n. (K)

۴-۹-۱۷-۴- متغیرهای انرژی قلب و انتقال حرارت

متغیرهای مربوط به انرژی قلب و انتقال حرارت در جدول شماره ۲۱ ارائه شده‌اند.

جدول شماره ۲۱: متغیرهای مربوط به انرژی قلب و انتقال حرارت در بستهٔ COR

Parameter	Type	Description (Unit)
COR-ENERGY-TOT	pc	Total internal energy in COR package. (J)
COR-EFPD-TOT	pc	Total cumulative fission power and decay heat generated in core. (J)
COR-EMWR-TOT	pc	Total cumulative oxidation heat generated in core. (J)
COR-EB4C-TOT	pc	Total cumulative heat from B_4C reactions in core. (J)
COR-ECNV-TOT	pc	Total cumulative energy transfer to CVH package. (J)
COR-EBND-TOT	pc	Total cumulative energy transfer to HS package. (J)
COR-EFPD-RAT	pc	Total fission power and decay heat generation rate in core. (W)
COR-EMWR-RAT	pc	Total oxidation heat generation rate in core. (W)
COR-EB4C-RAT	pc	Total heat generation rate from B_4C reactions in core. (W)
COR-ECNV-RAT	pc	Total convective heat generation rate in core. (W)
COR-EBND-RAT	pc	Total radiative heat transfer rate to boundary heat structures. (W)
COR-QCNV.m	pc	Heat transfer rate (including radiation) to atmosphere in fluid volume m. (W)
COR-EBND-RAT-RADIAL.ia	c	Radiative heat transfer rate to radial boundary heat structure in level ia. (W)
COR-EBND-RAT-AXIAL.ir	c	Radiative heat transfer rate to axial boundary heat structure in ring ir. (W)
COR-HTCLH.i	p	Heat transfer coefficient from ring i of lower head to water pool. (W/m^2K)
COR-HTCLH-AVE	p	Average heat transfer coefficient from lower head to water pool. (W/m^2K)
COR-QFLXLH.i	p	Heat flux from ring i of lower head to water pool. (W/m^2)
COR-QFLXLH-AVE	p	Average heat flux from lower head to water pool. (W/m^2)
COR-QTOTLH.i	p	Cumulative heat transferred from ring i of lower head to water pool. (J)
COR-QTOTLH-TOT	p	Total cumulative heat transferred from lower head to water pool. (J)

۴-۹-۱۷-۵- متغیرهای بار و خرابی سازه‌های قلب

متغیرهای مربوط به بار و خرابی سازه‌های قلب در جدول شماره ۲۲ ارائه شده‌اند.

جدول شماره ۲۲: متغیرهای مربوط به بار و خرابی سازه‌های قلب در بستهٔ COR

Parameter	Type	Description (Unit)
COR-SS-LOAD.n	c	Load supported by supporting structure (SS) in cell n. (kg)
COR-SS-STRESS.ijj	pc	Maximum component of stress in SS in core cell ijj. (Pa)
COR-SS-DAMAGE.ijj	pc	Damage fraction (fraction of damage that will produce failure) for SS in core cell ijj. (none)
COR-SS-TLEFT.ijj	pc	Remaining life for SS in core cell ijj (for unchanged temperature and load). (s)

۴-۹-۱۷-۶- متغیرهای جرم اکسیدشدن و واکنش کاربید بور

متغیرهای مربوط به جرم اکسیدشدن و واکنش کاربید بور در جدول شماره ۲۳ ارائه شده‌اند.

جدول شماره ۲۳: متغیرهای مربوط به جرم اکسیدشدن و واکنش کاربید بور در بستهٔ COR

Parameter	Type	Description (Unit)
COR-DMH2-TOT	p	Total cumulative hydrogen production in core from all oxidation processes. (kg)
COR-DMH2-SS	p	Total cumulative hydrogen production by oxidation of stainless steel in core. (kg)
COR-DMH2-ZIRC	p	Total cumulative hydrogen production by oxidation of Zircaloy in core. (kg)
COR-DMH2-B4C	p	Total cumulative hydrogen production by oxidation of boron carbide in core. (kg)
COR-DMCO-TOT	p	Total cumulative carbon monoxide production in core. (kg)
COR-DMCO2-TOT	p	Total cumulative carbon dioxide production in core (available only for MCRP = ‘B4C’). (kg)
COR-DMCH4-TOT	p	Total cumulative methane production in core (available only for MCRP = ‘B4C’). (kg)

۴-۹-۱۷-۷- متغیرهای سرمایش قلب

متغیرهای مربوط به سرمایش قلب در جدول شماره ۲۴ ارائه شده‌اند.

جدول شماره ۲۴: متغیرهای مربوط به سرمایش قلب در بستهٔ COR

Parameter	Type	Description (Unit)
COR-ZQ-k.n	c	Position of the quench front on the surface of component k in cell n. It is returned as the elevation of the bottom of the cell if the entire surface is unquenched and as the elevation of the top of the cell if it is quenched. This is also available as a plot variable, for k = CL only. (m)
COR-TQ-k.n	c	Temperature of the quenched portion of the surface of component k in cell n. If there is no quench front in the core cell, it is returned as the average temperature. This is also available as a plot variable, for k = CL only. (K)
COR-TUQ-k.n	c	Temperature of the unquenched portion of the surface of component k in cell n. If there is no quench front in the core cell, it is returned as the average temperature. This is also available as a plot variable, for k = CL only. (K)

۴-۹-۱۷-۸- متغیرهای نفوذ، بخش پایینی و خروج مذاب

متغیرهای مربوط به نفوذ، بخش پایینی و خروج مذاب در جدول شماره ۲۵ ارائه شده‌اند.

جدول شماره ۲۵: متغیرهای مربوط به نفوذ، بخش پایینی و خروج مذاب در بستهٔ COR

Parameter	Type	Description (Unit)
COR-TPN.n	Pc	Temperature of penetration n. (K)
In the following three variables, ijj refers to node jj of ring i, where jj = 01 is on the outside of the lower head. (Although nodal information on CORLHNnn records is entered from inside to outside, the nodes are actually numbered in the opposite direction.)		

Parameter	Type	Description (Unit)
COR-TLH.ijj	pc	Temperature of vessel lower head node. (K)
COR-VSTRAIN.ijj	p	Plastic strain in vessel lower head node. (dimensionless)
COR-VSTRESS.ijj	p	Stress in vessel lower head node. (Pa)
COR-ABRCH	c	Total flow area of vessel breach. (m^2)
COR-MEJEC-TOT	p	Total debris mass ejected through vessel breach. (kg)

۴-۹-۱۷-۹- متغیرهای استخر مذاب

متغیرهای مربوط به استخر مذاب در جدول شماره ۲۶ ارائه شده‌اند.

جدول شماره ۲۶: متغیرهای مربوط به استخر مذاب در بستهٔ COR

Parameter	Type	Description (Unit)
COR-T- LP-MP1.1	p	Temperature of lower plenum convecting molten oxidic pool in channel. (K)
COR-T- LP-MP1.2	p	Temperature of lower plenum convecting molten oxidic pool in bypass. (K)
COR-T- LP-MP2.1	p	Temperature of lower plenum convecting metallic molten pool in channel. (K)
COR-T- LP-MP2.2	p	Temperature of lower plenum convecting metallic molten pool in bypass. (K)
COR-T- UP-MP1.1	p	Temperature of upper core convecting oxidic molten pool in channel. (K)
COR-T- UP-MP1.2	p	Temperature of upper core convecting oxidic molten pool in bypass. (K)
COR-T- UP -MP2.1	p	Temperature of upper core convecting metallic molten pool in channel. (K)
COR-T-UP-MP2.2	p	Temperature of upper core convecting metallic molten pool in bypass. (K)
COR-M-LP-MP1.1	p	Total mass of lower plenum convecting oxidic molten pool in channel. (kg)
COR-M-LP-MP1.2	p	Total mass of lower plenum convecting oxidic molten pool in bypass. (kg)
COR-M-LP-MP2.1	p	Total mass of lower plenum convecting metallic molten pool in channel. (kg)
COR-M- LP-MP2.2	p	Total mass of lower plenum convecting metallic molten pool in bypass. (kg)
COR-M-UP-MP1.1	p	Total mass of upper core convecting oxidic molten pool in channel. (kg)
COR-M-UP-MP1.2	p	Total mass of upper core convecting oxidic molten pool in bypass. (kg)
COR-M- UP-MP2.1	p	Total mass of upper core convecting metallic molten pool in channel. (kg)
COR-M-UP-MP2.2	p	Total mass of upper core convecting metallic molten pool in bypass. (kg)
COR-MP-V-COR1.1	p	Volume of upper core convecting oxidic molten pool in channel. (m^3)
COR-MP-V-COR1.1	p	Volume of upper core convecting molten oxidic pool in bypass. (m^3)
COR-MP-V-COR2.1	p	Volume of upper core convecting metallic molten pool in channel. (m^3)
COR-MP-V-COR2.2	p	Volume of upper core convecting metallic molten pool in bypass. (m^3)
COR-MP-V-LP1.1	p	Volume of lower plenum convecting oxidic molten pool in channel. (m^3)
COR-MP-V-LP1.1	p	Volume of lower plenum convecting oxidic molten pool in bypass. (m^3)
COR-MP-V-LP2.1	p	Volume of lower plenum convecting metallic molten pool in channel. (m^3)
COR-MP-V-LP2.2	p	Volume of lower plenum convecting metallic molten pool in bypass. (m^3)
COR-MP-RA-COR1.1	p	Rayleigh number of upper core convecting oxidic molten pool in channel. (m^3)

Parameter	Type	Description (Unit)
COR-MP-RA-COR1.1	p	Vol Rayleigh number of upper core oxidic convecting molten pool in bypass. (m^3)
COR-MP-RA-COR2.1	p	Rayleigh number of upper core convecting metallic molten pool in channel. (m^3)
COR-MP-RA-COR2.2	p	Rayleigh number of upper core convecting metallic molten pool in bypass. (m^3)
COR-MP-RA-LP1.1	p	Rayleigh number of lower plenum convecting oxidic molten pool in channel. (m^3)
COR-MP-RA-LP1.1	p	Rayleigh number of lower plenum convecting oxidic molten pool in bypass. (m^3)
COR-MP-RA-LP2.1	p	Rayleigh number of lower plenum convecting metallic molten pool in channel. (m^3)
COR-MP-RA-LP2.2	p	Rayleigh number of lower plenum convecting metallic molten pool in bypass. (m^3)
COR-MPr-UP-CH-OX.n	p	Mass of radionuclides in upper plenum oxide molten pool in cell n. (kg)
COR-MPr-UP-CH-MT.n	p	Mass of radionuclides in upper plenum metallic molten pool in cell n. (kg)
COR-MPr-UP-BY-OX.n	p	Mass of radionuclides in upper plenum oxide molten pool in bypass in cell n. (kg)
COR-MPr-UP-BY-MT.n	p	Mass of radionuclides in upper plenum metallic molten pool in bypass in cell n. (kg)
COR-MPr-LP-CH-OX.n	p	Mass of radionuclides in lower plenum oxide molten pool in cell n. (kg)
COR-MPr-LP-CH-MT.n	p	Mass of radionuclides in lower plenum metallic molten pool in cell n. (kg)
COR-MPr-LP-BY-OX.n	p	Mass of radionuclides in lower plenum oxide molten pool in bypass in cell n. (kg)
COR-MPr-LP-BY-MT.n	p	Mass of radionuclides in lower plenum metallic molten pool in bypass in cell n. (kg)

۴-۹-۱۷-۱۰- متغیرهای شمارنده

متغیرهای مربوط به شمارندهٔ قلب در جدول شماره ۲۷ ارائه شده‌اند.

جدول شماره ۲۷: متغیرهای شمارنده در بستهٔ COR

Parameter	Type	Description (Unit)
COR-DT	p	COR package time step. (s)
COR-NCYCLE	p	Total number of COR package subcycles. (none)
COR-CPU	p	Total CPU usage by run portion of COR package. (s)
COR-MASSERR	p	Total mass error for COR package. (kg)
COR-ENERGYERR	p	Total energy error for COR package. (J)
COR-REL-ENGY-ERR	p	COR relative energy error, defined as COR-ENERGYERR/COR-ENERGY-TOT (dimensionless)

Parameter	Type	Description (Unit)
COR-REL-ENGY-ERM	p	COR relative energy error, modified to include enthalpy of mass transfer to HS, defined as CORENERGYERR/(COR-ENERGY-TOT + debris to CAV) (dimensionless)
COR-MASS-DISCARD	c	Total accumulated mass of discarded components of "negligible" mass. (kg)
COR-ENGY-DISCARD	c	Total accumulated energy associated with discarded components of "negligible" mass. (J)

۴-۹-۱۸- نمونهٔ ورودی بستهٔ COR

این بخش شامل مثال ورودی بخش MELGEN برای بستهٔ COR با حجم‌بندی حاوی سه حلقهٔ شعاعی و ۱۲ سطح محوری است. در این مثال سازه‌های نگهدارنده و غیرنگهدارنده به کار رفته است. تعداد کمی سازهٔ غیرنگهدارنده در سطح ۱ برای نگهداشتن لوله‌های هادی میله‌های کنترل در سطوح ۲ تا ۵ در نظر گرفته شده است. این مثال مربوط به هیچ راکتور واقعی نیست.

```
* GENERAL CORE INPUT
*
*          NRAD NAXL NTLP NCVOL NLH NPNTOT
COR00000    3    12   6     3    5    3
*
*          RFUEL     RCLAD      DRGAP    PITCH    DXCAN    DXSS    DZLH
COR00001 0.005207 0.0061341 0.0001143 0.016    0.00254 0.0012 0.2254
*
*          IRTYP   MCRP
COR00002    BWR    B4C
*
*          FCNCL   FSSCN   FCELR   FCELA   FLPUP
COR00003    0.25   0.95    0.25    0.25    0.25
*
*          NTPCOR   ICFFIS ICFGAP
COR00004    101      -51     61
*
*          HFRZFU   HFRLIR   HFRZSS   HFRLIX   HFRZSX   HFRZCP
COR00005    2000.0   2000.0   2000.0   2000.0   2000.0   2000.0
*
*          IEUMOD
COR00006      1
*
*          MTUOZR MTZXZR MTSXSS MTCPSS FUOZR FZXZR FSXSS FCPSS
COR00007     1      2      2      2     0.2   1.0   1.0   0.0
*
*          HDBPN   HDBLH   TPFAIL   CDISPN
COR00009    500.0   500.0   1273.15   1.0
*
* CELL ELEVATIONS
*           Z         DZ     PORIN    PORDP
CORZ0101    0.0       1.2954   0.0      0.3          * PORIN NOT USED
CORZ0201    1.2954    0.9803   0.0      0.3
```

```
CORZ0301    2.2757    0.9803    0.0       0.3
CORZ0401    3.2560    0.9803    0.0       0.3
CORZ0501    4.2363    0.9803    0.0       0.3
CORZ0601    5.2166    0.2777    0.0       0.3
CORZ0701    5.4943    0.635     0.0       0.3
CORZ0801    6.1293    0.635     0.0       0.3
CORZ0901    6.7643    0.635     0.0       0.3
CORZ1001    7.3993    0.635     0.0       0.3
CORZ1101    8.0343    0.635     0.0       0.3
CORZ1201    8.6693    0.635     0.0       0.3
*
* CELL AXIAL BOUNDARY AREAS
*           ASCELA
CORR0101    5.729
CORR0201    5.729
CORR0301    5.729
*
* OUTER BOUNDARY HEAT STRUCTURES
CORZ0102    10001      * ISUP NOT USED FOR IOLDOS=0
CORZ0202    10002
CORZ0302    10003
CORZ0402    10004
CORZ0502    10005
CORZ0602    10006
CORZ0702    10207
CORZ0802    10208
CORZ0902    10209
CORZ1002    10210
CORZ1102    10211
CORZ1202    10212
*
* UPPER BOUNDARY HEAT STRUCTURES AND LOWER HEAD FAILURE CF'S
CORR0102    10301    52
CORR0202    10302    53
CORR0302    10303    54
*
* AXIAL POWER DENSITY PROFILE
CORZ0703    0.75
CORZ0803    0.90
CORZ0903    1.20
CORZ1003    1.20
CORZ1103    0.90
CORZ1203    0.75
*
* RADIAL POWER DENSITY PROFILE
CORR0103    1.2
CORR0203    0.9
CORR0303    0.75
*
* SS AND NS OPTIONS
*
* TREAT ALL NS IN INPUT AS CONTROL BLADE
*
COR000NS    BLADE     * NOT REQUIRED, SINCE DEFAULT FOR BWR
*
```

```
* TREAT ALL SS IN INPUT AS COLUMN, EXCEPT FOR LEVEL 6.
* LEVEL 6 TO BE TREATED AS PLATEB
*
*                    XNUM    RADO    RADI
COR000SS    COLUMN    50.0    0.14    0.13
* THICK SPACE AKMB
CORZ06SS    PLATEB    0.08    0.3     0.15    * AKMB INCREASED FOR HOLES
*
* LOWER PLENUM INPUT
*
* CRD HOUSING - *** NOTE: ALL MASS INPUT WITH PENETRATION INPUT
*
*           IREFN    ICVHC    ICVHB
COR10101     -1       100      100
COR101KFU    0.0     * EMPTY: EXPLICITLY SPECIFY COMPONENT OF ZERO MASS
*
*          TFU    TCL    TOS    TCN    TCB    TPD    TSS    TNS
COR10103 560.0 560.0 560.0 560.0 560.0 560.0 560.0 560.0
*
*          DHYCL DHYOS DHYDP DHYCNC DHYCNB DHYSS DHYNS
COR10104    1.0   1.0  0.005  1.0     1.0     1.0   1.0
*
*          ASCELR    AFLOWC    AFLOWB
COR10105   10.99     5.729      0.0
*
*          ASFU ASCL ASOS ASCN ASSS ASNS
COR10106   0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0
*
COR20101   101        * REFERENCE TO CELL 101 FOR MISSING INPUT
COR20105   15.54
*
COR30101   101        * REFERENCE TO CELL 101 FOR MISSING INPUT
COR30105   21.98
*
*          CR    GUIDE    TUBES (185)
COR10201   -1     100      100
COR102KSS   1750.0
COR10203   560.0 560.0 560.0 560.0 560.0 560.0 560.0 560.0
COR10204   1.0   1.0   0.005   1.0   1.0   1.0   0.3
COR10205   8.3177   5.5039   0.0
COR10206   0.0   0.0   0.0   0.0   106.1   0.0
COR10301   102        * REFERENCE TO CELL 102 FOR MISSING INPUT
COR10401   102        * REFERENCE TO CELL 102 FOR MISSING INPUT
COR10501   102        * REFERENCE TO CELL 102 FOR MISSING INPUT
*
COR20201   102        * REFERENCE TO CELL 102 FOR MISSING INPUT
COR20205   11.763
COR20301   202        * REFERENCE TO CELL 202 FOR MISSING INPUT
COR20401   202        * REFERENCE TO CELL 202 FOR MISSING INPUT
COR20501   202        * REFERENCE TO CELL 202 FOR MISSING INPUT
*
COR30201   102        * REFERENCE TO CELL 102 FOR MISSING INPUT
COR30205   16.6354
COR30301   302        * REFERENCE TO CELL 302 FOR MISSING INPUT
COR30401   302        * REFERENCE TO CELL 302 FOR MISSING INPUT
```

```
COR30501    302         * REFERENCE TO CELL 302 FOR MISSING INPUT
*
* LOWER CORE SUPPORT STRUCTURE (FUEL SUPPORT PIECES, CORE PLATE,
* AND FUEL ASSEMBLY NOSE PIECES)
COR10601    -1    100    100
COR106KSS    5000.0
COR10603    560.0 560.0 560.0 560.0 560.0 560.0 560.0 560.0
COR10604    1.0    1.0    0.005    1.0    1.0    0.15    1.0
COR10605    2.356    3.4585    0.0
COR10606    0.0    0.0    0.0    0.0    50.0    0.0
COR20601    106         * REFERENCE TO CELL 106 FOR MISSING INPUT
COR20605    3.332
COR30601    106         * REFERENCE TO CELL 106 FOR MISSING INPUT
COR30605    4.712
*
* CORE INPUT
*
COR10701     -1    101    102
COR107KFU    9360.0
COR107KCL    1968.0
COR107KNS    596.0    99.2
COR107KCN    730.0
COR107KCB    730.0
COR10703     595.0 560.0 560.0 560.0 560.0 560.0 560.0 560.0
COR10704     0.005 1.0 0.005 0.005 0.003 1.0 0.003
COR10705     5.3879    2.65    0.8
COR10706     328.0    399.0    0.0    86.7    0.0    127.0
COR10801     107              * REFERENCE TO CELL 107 FOR MISSING INPUT
COR10803     595.0 560.0 560.0 560.0
COR10901     107              * REFERENCE TO CELL 107 FOR MISSING INPUT
COR10903     595.0 560.0 560.0 560.0
COR11001     107              * REFERENCE TO CELL 107 FOR MISSING INPUT
COR11003     595.0 560.0 560.0 560.0
COR11101     107              * REFERENCE TO CELL 107 FOR MISSING INPUT
COR11103     595.0 560.0 560.0 560.0
COR11201     107              * REFERENCE TO CELL 107 FOR MISSING INPUT
COR11203     595.0 560.0 560.0 560.0
*
COR20701     107              * REFERENCE TO CELL 107 FOR MISSING INPUT
COR20705     7.6196
COR20801     207              * REFERENCE TO CELL 207 FOR MISSING INPUT
COR20901     207              * REFERENCE TO CELL 207 FOR MISSING INPUT
COR21001     207              * REFERENCE TO CELL 207 FOR MISSING INPUT
COR21101     207              * REFERENCE TO CELL 207 FOR MISSING INPUT
COR21201     207              * REFERENCE TO CELL 207 FOR MISSING INPUT
*
COR30701     107              * REFERENCE TO CELL 107 FOR MISSING INPUT
COR30705     10.7758
COR30801     307              * REFERENCE TO CELL 307 FOR MISSING INPUT
COR30901     307              * REFERENCE TO CELL 307 FOR MISSING INPUT
COR31001     307              * REFERENCE TO CELL 307 FOR MISSING INPUT
COR31101     307              * REFERENCE TO CELL 307 FOR MISSING INPUT
COR31201     307              * REFERENCE TO CELL 307 FOR MISSING INPUT
*
* LOWER HEAD INPUT
```

```
*
*          IRS IRE    TLH     RADLH    ICVCAV
CORLHD01    1   1    560.0    1.350    205        * RADIUS OF RING 1
CORLHD02    2   2    560.0    1.910               * RADIUS OF RING 2
CORLHD03    3   3    560.0    2.800               * RADIUS OF LOWER HEAD
* BY DEFAULT, THE LOWER HEAD WOULD BE MODELED AS CARBON STEEL WITH
* NLH=5 EQUALLY SPACED NODES AND A TOTAL THICKNESS OF DZLH=0.2254M
* THE FOLLOWING RECORDS DEFINE A HEAD WITH 1 INCH OF STAINLESS
* STEEL INSIDE A CARBON STEEL SHELL, USING UNEQUALLY-SPACED NODES.
CORLHN01     STAINLESS-STEEL    0.0254    CARBON-STEEL    0.0754
CORLHN02     CARBON-STEEL       0.1754    CARBON-STEEL    0.2254
*
* LOWER HEAD PENETRATIONS INPUT
*
* ALL PENETRATIONS ARE CRD HOUSINGS AND STUB TUBES
* GEOMETRIC VALUES ARE ESTIMATES
*
*          IPNREF IRP    XMPN     TPN     ASPN    AXPN     AFLPN
CORPEN01    -1     1    704.0    560.0    18.3    0.431     1.03
CORPEN02     1    2
CORPEN03     1    3
*
* COR DT/DZ INLET SPEC INPUT
* THIS INPUT IS NO LONGER REQUIRED OR RECOMMENDED.
* SEE DISCUSSION OF CORTIN RECORD
*
*************************
* DECAY HEAT DEFINITION *
*************************
*
DCHREACTOR 'BWR'
*
* USE ALL DEFAULT RADIONUCLIDE CLASSES
DCHDEFCLS0 ALL
DCHNEM0000 'CI' 1.E-9
DCHNEM0001 0. 0.
DCHNEM0100 'B2' 1.E-9
DCHNEM0101 0. 0.
DCHNEM0200 'B3' 1.E-9
DCHNEM0201 0. 0.
DCHNEM0300 'B4' 1.E-9
DCHNEM0301 0. 0.
DCHNEM0400 'B5' 1.E-9
DCHNEM0401 0. 0.
DCHNEM0500 'B6' 1.E-9
DCHNEM0501 0. 0.
DCHNEM0600 'B7' 1.E-9
DCHNEM0601 0. 0.
DCHNEM0700 'B8' 1.E-9
DCHNEM0701 0. 0.
DCHCLS0160 'CSI'
DCHCLS0161 'CI'
DCHCLS0170 'H3B3O6'
DCHCLS0171 'B2'
DCHCLS0180 'HBO2'
```

```
DCHCLS0181 'B3'
DCHCLS0190 'BH3'
DCHCLS0191 'B4'
DCHCLS0200 'B2H6'
DCHCLS0201 'B5'
DCHCLS0210 'BOH'
DCHCLS0211 'B6'
DCHCLS0220 'B(S)'
DCHCLS0221 'B7'
DCHCLS0230 'C(S)'
DCHCLS0231 'B8'
*
**********************
* RADIONUCLIDE INPUT *
**********************
*
* ACTIVATE RN1 PACKAGE
RN1000    0
*
* DEFINE 23 RN CLASSES
*        NUMSEC NUMCMP NUMCLS NCLSW NCLSBX NUMSRA NUMSRV NCLCSI
RN1001    5       1     23     14     13     0       0       16
*
```

کارت‌های زیر مربوط به ورودی بخش MELCOR در بستهٔ COR می‌باشند.

```
*          DTMPCR DTCMIN NSUBMX
CORDTC01    30.0   0.005   32
*          ITEMP IMASS IVOL IASUR IPMV
COREDV01    1     1     1    0     0
*
*          IRAD ICND ICNV IOXD IDRP ITDZ IB4C IRDS IDEJ ISPR
CORTST01    0    0    0    0    0    0    1    0    1    0
```

۴-۱۰- بستهٔ CAV

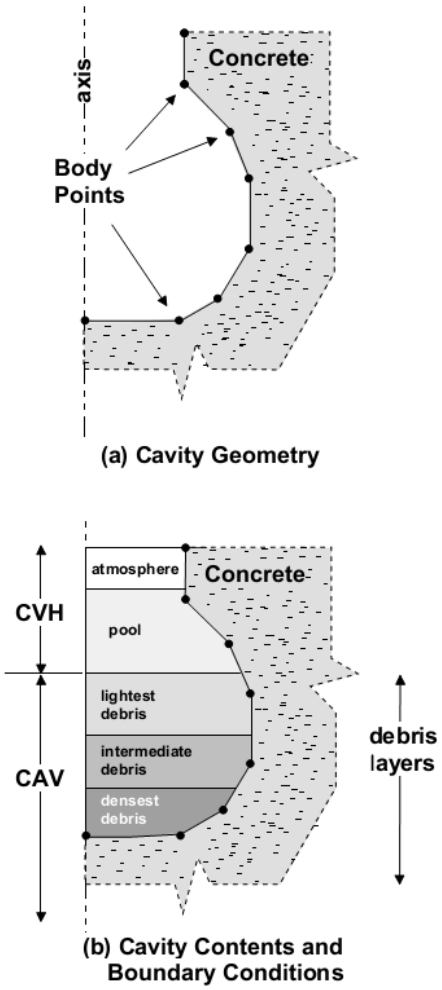
بستهٔ CAV به بررسی اثرات انتقال حرارت، فرسایش بتن، تغییر شکل چاهک راکتور و تولید گاز ناشی از واکنش‌های مواد مذاب قلب با بتن می‌پردازد. مدل‌های موجود در این بسته اغلب از مدل‌های کد CORCON-Mod3 استفاده می‌کند. البته فرآیندهای انتقال ذرات معلق و پاره‌های شکافت از مدل VANESA و در بستهٔ RN بررسی می‌شود. محاسبات بستهٔ CAV به صورت هم‌بسته با برخی از بسته‌های کد انجام می‌شود:

- شرایط مرزی برای سطح بالای آوار از حجم کنترل تعریف‌شده توسط بستهٔ CVH به‌دست می‌آید.
- انتقال آوار از بسته‌های COR و FDI.
- محاسبه گرمای واپاشی از بسته‌های RN و DCH.

مدل CORCON بستهٔ CAV در نسخه ۱,۸,۵ قادر به پیش‌بینی خنک‌سازی آوار قلب در چاهک راکتور با حضور حجم زیاد آب نبود. این امر موجب خوردگی بتن، تولید گازهای چگالش‌ناپذیر، تولید گازهای قابل اشتعال در اثر اکسیدشدن فلزات آوار و همچنین انتشار پاره‌های شکافت تا زمان کاهش سطح آب می‌گردید. در نسخه ۱,۸,۶ کاربر قادر است با افزایش مقادیر ضرایب رسانش حرارتی به کار رفته در محاسبات انتقال حرارت، فرآیند خنک‌سازی آوار را ارتقاء دهد. البته این حالت تنها یک پارامتر کنترلی است نه یک مدل جدید. علاوه براین متغیرهای جدیدی نیز برای تسهیل بررسی فرآیندهای انتقال حرارت و تشکیل پوسته در نظر گرفته شده است.

هندسه‌ای که توسط بستهٔ CAV در نظر گرفته می‌شود، شامل چاهک بتنی متقارن محوری، استخر آوار چندلایه و مجموعه‌ای از شرایط مرزی که توسط بستهٔ CVH مدل می‌شود و در بالای سطح بستر آوار قرار می‌گیرد، می‌شود. نمایی از این هندسه در شکل ۲۰ نشان داده شده است. شکل اولیهٔ چاهک راکتور به صورت ورودی و توسط کاربر از طریق تعدادی گره که اصطلاحاً نقاط بدنه[1] نام دارند، تعریف می‌شود. این نقاط در یک برش عمودی از سطح بتن قرار دارند. مشخصات بتن نیز از طریق تعریف ترکیب شیمیایی و همچنین خواص ترموشیمیایی آنها تعیین می‌گردد. فرض مدل‌سازی این است که همهٔ بخش‌های اکسیدی در آوار مانند همهٔ بخش‌های فلزی به طور متقابل قابل انحلال هستند، اما اکسیدها نمی‌توانند با فلزات مخلوط شوند.

[1] - Body points



شکل ۲۰: هندسه چاهک راکتور

در محاسبات مدل CORCON پنج لایهٔ آوار درنظرگرفته می‌شود که عبارتند از:

- LOX: اکسید خالص، با تراکم کمتر نسبت به فاز فلزی،
- LMX: فاز مخلوط با تراکم کمتر نسبت به فاز فلزی،
- MET: فلز خالص،
- HMX: فاز مخلوط با تراکم بیشتر نسبت به فاز فلزی،
- HOX: اکسید خالص، تراکم بیشتر نسبت به فاز فلزی.

در بستهٔ CAV، به طور پیش‌فرض، اولین لایه به صورت مخلوط کامل در نظر گرفته می‌شود. اما کاربر می‌تواند هر گزینهٔ دیگری را به صورت ورودی تعریف کند. برای شناسایی لایه‌بندی و اختلاط لایه‌ها در CORCON سه گزینه در نظر گرفته شده است.

۱. اختلاط کامل - گزینه ساده‌ای که آوار را به صورت یک لایه منفرد در نظر گرفته و به طور پیش‌فرض در محاسبات لحاظ شده است.
۲. لایه‌بندی کامل- هنگامی‌که این گزینه فعال است احتمال جداسازی فیزیکی دو لایه اکسیدی توسط یک لایه فلزی وجود دارد.
۳. مدل‌سازی مکانیکی- به منظور پیش‌بینی شروع و میزان اختلاط لایه‌ها، اغلب مدل‌های مکانیکی جداسازی[۱] و حمل شدن ذرات جامد و یا گازی توسط جریان سیال[۲] که توسط گرین[۳] توسعه یافته‌اند، مورد استفاده قرار می‌گیرند. در این مدل فرض می‌شود اگر حباب‌های عبوری از میان فصل مشترک دو لایه به اندازه کافی بزرگ باشند، ممکن است مواد را از لایهٔ پایین به لایهٔ بالا جابجا کنند. قطر بحرانی حباب‌ها به نسبت‌های چگالی و کشش سطحی فصل مشترک مایع - مایع وابسته است. مدل جداسازی نیز مبتنی بر سرعت نهایی سقوط قطراتی است که اندازه آنها مطابق با عدد بحرانی وبر برای شروع نوسانات قطره می‌باشد. نرخ جداسازی نیز متناسب با فاز ناپیوسته در لایهٔ مخلوط است و براساس جرم قطرات معلق در لایه مخلوط، سرعت رسوب و ضخامت لایه محاسبه می‌شود.

۴-۱۰-۱- تولید انرژی و انتقال حرارت

گرمای واپاشی تولیدشده درون استخر آوار و همچنین گرمای ناشی از واکنش‌های اکسیدشدن منجر به واکنش اولیه سوخت و بتن می‌گردد. برای محاسبات بقای انرژی، هر لایهٔ آوار به صورت توده جرمی با متوسط دمای منفرد در نظر گرفته می‌شود. شار حرارتی بین هر لایه و فصل مشترک آن (با سایر لایه‌ها، بتن، استخر و یا فضای حجم کنترل) به طور مجزا مورد بررسی قرار می‌گیرد. روش‌های انتقال حرارتی که ممکن است در هر لایهٔ آوار در نظر گرفته شوند عبارتند از: رسانش و جابجایی طبیعی و همچنین جابجایی از طریق بالارفتن حباب[۴] مبتنی بر مدل‌های کوتاتلداز و تجدید سطح[۵]. مدل‌سازی‌ها با این فرض انجام می‌شود که درون لایه، سیال قرار دارد درحالی‌که یک یا چند سطح محوری و شعاعی از آن توسط یک پوستهٔ جامد پوشیده شده است. انتقال حرارت درون سیال به صورت جابجایی و در پوسته به صورت رسانش می‌باشد. در همهٔ موارد، تنها اثرات تک‌بعدی درنظرگرفته شده و حالت شبه پایا[۶] فرض می‌شود.

۱ - Separation
۲ - Entrainment
۳ - Green
۴ - Bubble-enhanced convection
۵ - Surface renewal
۶ - Quasi-steady

تلفات حرارتی از سطح به صورت زیر محاسبه می‌شود: تابش، جابجایی در غیاب لایه آب و یا استفاده از منحنی جوشش استخری کامل در صورت وجود لایه آب. منحنی جوششی که در MELCOR وجود دارد همان منحنی جوشش CORCON است که شامل جابجایی، جوشش هسته‌ای، جوشش گذرا و رژیم‌های جوشش فیلمی است. در رژیم جوشش فیلمی، اثرات مادون‌سرد بودن خنک‌کننده و تزریق گاز چگالش‌ناپذیر[۱] در فصل مشترک خنک‌کننده که سبب افزایش سریع دما و شار حرارتی جوشش فیلم می‌شود، در نظر گرفته می‌شود.

سطح بتن با استفاده از مدل فرسایش شبه‌پایدار مدل‌سازی می‌شود. چنان‌چه بتن فرسوده شود، شرط مرزی دما ثابت با دمای فرسایش (T_a) تعریف می‌شود. اگر شار حرارتی بر سطح بتن در دمای فرضی T_a منفی شود، هیچ‌گونه فرسایشی رخ نداده و انتقال حرارت تنها به صورت لایه مرزی حرارتی در بتن اثر می‌گذارد. دراین شرایط، تغییرات آنتالپی این لایهٔ مرزی قابل صرف‌نظر است و سطح بتن به صورت مرز آدیاباتیک در نظر گرفته می‌شود.

علاوه‌بر موارد فوق، مقاومت حرارتی بین آوار و بتن نیز بررسی می‌شود. این محاسبات براساس کد CORCON-Mod3 و توسط دو مدل فیلم گاز[۲] و فیلم سرباره[۳] انجام می‌شود. مدل فیلم گاز مبتنی بر این فرض است که یک فیلم گاز بین آوار و بتن قرار دارد. مدل فیلم سرباره نیز مبتنی بر نرخ رشد گذرا و برداشت است که توسط بردلی[۴] توسعه یافته است.

۴-۱۰-۲- واکنش‌های شیمیایی

مدل شیمیایی به کار رفته در بستهٔ CAV واکنش‌های بین محصولات ناشی از تجزیه بتن و بخش‌های فلزی در استخر آوار را بررسی می‌کند. در محاسبات بستهٔ CAV فرض می‌شود تعادل شیمیایی برقرار است. روش محاسباتی بسیار کلی است و مبتنی بر به حداقل رساندن تابع گیبس برای فاز فلزی، گازی و اکسیدی است. هرکدام از این سه فاز به صورت محلول ایده‌ال در نظر گرفته می‌شود. در این محاسبات دو واکنش جدا لحاظ می‌شود: اولی شامل واکنش‌های درون آوار می‌باشد. برای یک لایهٔ فلزی خالص، این حالت به صورت تعادل دوطرفه بین لایهٔ فلزی و حباب‌های گاز و اکسیدهای ناشی از تجزیهٔ بتن که از طریق حباب‌ها عبور می‌کنند، مدل می‌شود. برای لایهٔ فاز مخلوط، جزء اصلی اکسیدی لایه به عنوان واکنش‌دهنده در نظر گرفته می‌شود. واکنش دوم شامل تعادل دوطرفه میان لایهٔ فلزی، فیلم گاز در مرز شعاعی و محصولات اکسیدشدن فلزی است. در این حالت، اکسیدهای ناشی از تجزیه بتن در نظر گرفته نمی‌شوند.

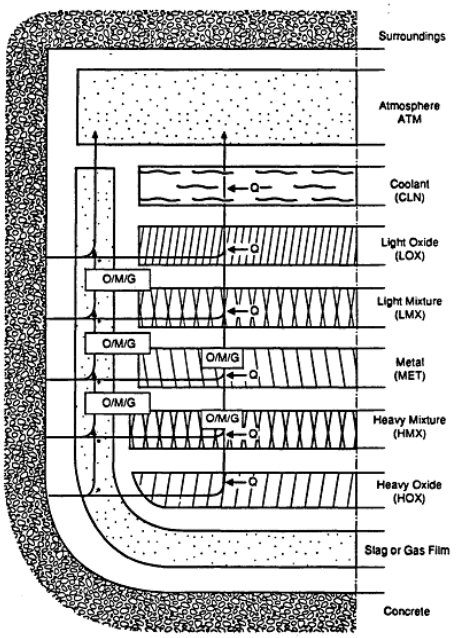
---
۱ - Gas barbotage
۲ - Gas film
۳ - Slag film
۴ - Bradley

۴-۱۰-۳- انتقال جرم و اثرات حرارتی وابسته

فرآیند انتقال جرم در بستهٔ CAV به روش‌های زیر صورت می‌گیرد: تزریق محصولات ناشی از تجزیه بتن به درون استخر آوار، افزودن مواد ساختاری و قلب، افزودن آوار ناشی از شکست و یا سرریز از چاهک دیگر و همچنین تولید مواد فاز چگالیده در اثر واکنش‌های شیمیایی. انتقال جرم و انتقال انرژی مربوط به آن در مورد همهٔ لایه‌ها از طریق دو مسیر زیر صورت می‌گیرد:

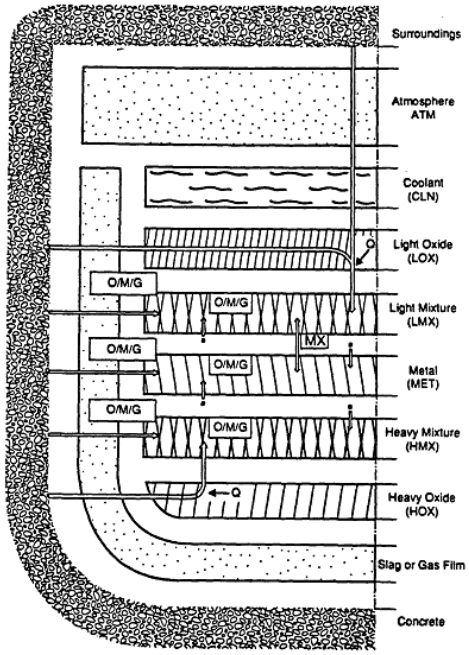
- مسیر رو به بالا از میان استخر آوار که شامل بالارفتن گازها، مواد فاز چگالیده حاصل از تجزیه بتن و یا واکنش‌های گاز- مذاب - بتن می‌شود.
- مسیر رو به پایین از میان استخر آوار که شامل هر ماده ورودی به استخر از سمت بالا، محصولات ناشی از واکنش رسوبات[۱] و یا محصولات فرسایش بتن می‌باشد.

مسیرهای عبور گاز، فلز و اکسید از میان استخر به ترتیب در شکل ۲۱، شکل ۲۲ و شکل ۲۳ نشان داده شده است.

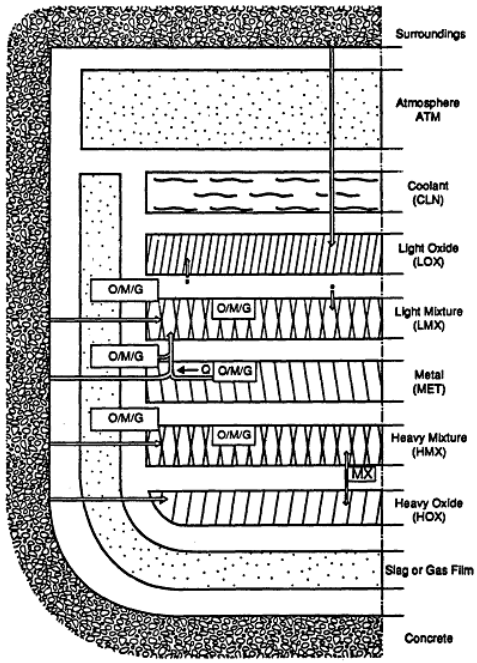


شکل ۲۱: مسیر عبور گاز از میان استخر

[۱] - Sinking reaction



شکل ۲۲: مسیر عبور فلز از میان استخر



شکل ۲۳: مسیر عبور اکسید از میان استخر

علاوه براین، گسترش آوار نیز در محاسبات بستهٔ CAV بررسی می‌شود. فرض کلی در CORCON این است که آوار به طور غیریکنواخت و لحظه‌ای، در تمام عرض چاهک پخش می‌شود. در کد CORCON-Mod3 یک پارامتر اختیاری لحاظ شده است، که قابلیت شبیه‌سازی نرخ نهایی پخش آوار را، از طریق تعیین حداکثر شعاع در طول استخر آوار، به صورت تابعی از زمان، فراهم می‌کند.

یکی دیگر از گزینه‌هایی که در بستهٔ CAV گنجانده شده است، خواص مواد می‌باشد. خواص موادی که برای ترکیبات گازی و یا چگالیده تعریف شده‌اند، عبارتند از: گرمای ویژه، آنتالپی و همچنین پتانسیل‌های شیمیایی. مواد تعریف شده در بستهٔ CAV در جدول شماره ۲۸ بیان شده‌اند. علاوه بر مواد فوق، پنج نوع ماده‌ای که ممکن است در ترکیب بتن مورد استفاده قرار بگیرند نیز در مواد این بسته در نظر گرفته شده‌اند. این پنج ماده عبارتند از: CO_2، H2OCHEM (آب شیمیایی)، H2OEVAP (آب تبخیری[1])، $CaCO_3$ و $Ca(OH)_2$. تفاوت بین آب شیمیایی و آب تبخیری در انرژی پیوندی است که باید بر آزادشدن آب شیمیایی از بتن غلبه کند.

جدول شماره ۲۸: مواد موجود در بستهٔ CAV

OXIDES				METALS		
SiO_2	CaO	UO_2	Fe_3O_4	Fe	Na	Ca
TiO_2	SrO	ZrO_2	-	Cr	Al	C
FeO	BaO	$C_{r2}O_3$	-	Ni	U	UAl_2
MnO	$F_{e2}O_3$	NiO	-	Zr	Si	-
MgO	$AlSO_3$	Mn_3O_4	-	Mn	UAl_3	-

۴-۱۰-۴- آشنایی با ورودی بستهٔ CAV

ورودی‌های مورد نیاز برای محاسبات هر چاهک راکتور عبارتند از:

۱. اندازه اولیه، شکل و حجم چاهک و همچنین نوع بتن،
۲. تعیین حجم کنترلی که شرایط مرزی را تعریف می‌کند و فرآیندهای انتقالی که برای رسوب مواد در چاهک به کار می‌روند،
۳. روش محاسبات گرمای واپاشی،
۴. تعریف پارامترهای مدل.

خروجی‌های محاسبات بستهٔ CAV نیز به اختصار عبارتند از:

۱. خلاصه کلی از موقعیت استخر، ماکزیمم شعاع و عمق استخر و همچنین تقریبی از موجودی جرم و انرژی در هر لحظه،
۲. نرخ تولید و انتشار گازها (فقط شامل H_2O, H_2, CO_2 و CO می‌شود)،
۳. هندسه چاهک در هر لحظه،

[1] - Evaporative water

۴. جزئیات انتقال حرارت در فصل مشترک بین استخر آوار و بتن شامل نرخ‌های فرسایش، ضخامت فیلم گاز و دمای فصل مشترک استخر و فیلم،
۵. نتایج واکنش‌های شیمیایی درطی هر بازه زمانی،
۶. ترکیبات استخر،
۷. خواص لایه‌ها شامل خواص ترموشیمیایی و انتقال هر لایه،
۸. خواص فازهای منفرد در لایه‌های فاز مخلوط. این خواص شامل جرم، چگالی و دامنه ذوب می‌باشد.

۴-۱۰-۵- ورودی بخش MELGEN بستهٔ CAV

کارت‌های مربوط به ورودی بستهٔ CAV در بخش MELGEN شامل اطلاعات زیر هستند:

۱. اندازهٔ اولیه، شکل، نوع بتون و محتوای چاهک
۲. حجم کنترلی که شرایط مرزی را فراهم می‌کنند و فرایندهای انتقالی که مواد را به داخل چاهک رسوب می‌دهند.
۳. روش محاسبهٔ گرمایش داخلی (واپاشی)
۴. پارامترهای مدل و کنترل متفرقه

در ادامه کارت‌های این بخش ارائه می‌شوند.

CAVnn00 – Cavity Declaration
$00 \leq$ nn $\leq$ 99, nn is the cavity number
Required

(1) **ICAVN** - User number of associated control volume
(Type = integer, default = none, units = dimensionless)

(2) **CAVNAM** - User-defined cavity name
(Type = character*16, default = control volume name)

(3) **IBUBX** - Optional RN pool scrubbing activation flag
(Type = integer, default = 0, units = dimensionless)

در این کارت حجم کنترل مربوط به هر چاهک راکتور و در صورت نیاز نام چاهک تعیین می‌شوند. یک پارامتر اختیاری غیرفعال‌سازی شسته‌شدن هسته‌های پرتوزای ذرات معلق و یا بخار ید که از گازهای چاهک بر روی سطح استخر آب CVH منتشر می‌شود، را ممکن می‌سازد.

در پارامتر اول شماره حجم کنترل، در پارامتر دوم نام چاهک و در پارامتر سوم حالت‌های زیر قابل تعیین هستند:

- صفر: شسته شدن ذرات معلق هسته‌های پرتوزا و بخار ید فعال است.
- ۱-: شسته شدن کل هسته‌های پرتوزا غیرفعال است.
- ۲-: تنها شسته شدن ذرات معلق هسته‌های پرتوزا فعال است.
- ۳-: تنها شسته شدن هسته‌های پرتوزای بخار ید فعال است.

CAVnnm0 – Initial Layer Definition
$00 \leq$ nn $\leq$ 99, nn is the cavity number
$1 \leq$ m $\leq$ 9, m is the layer number, used for input only
Optional

Form 1, defining a layer:
(1) - **Keyword**. The character variable TEMP must be entered.
(Type = character, default = none)

(2) **TEMP** - Initial temperature of layer
(Type = character, default = none, units = K)

Form 2, deleting a layer:
(1) - **Keyword**. The character variable DELETE must be entered.
(Type = character, default = none)

این کارت برای تعیین موادی که در ابتدای محاسبات در چاهک راکتور به شمارهٔ nn استفاده می‌شود، می‌تواند به کار رود. به صورت عادی، در ابتدای محاسبات موادی داخل چاهک وجود ندارند، اما طی حادثه از سایر بسته‌های کد به آن افزوده می‌شوند.

اگر شروع محاسبات با وجود مواد داخل چاهک nn مورد نظر باشد، دمای اولیه برای لایه در چاهک باید در کارت CAVnnm0 تعیین شود. می‌توان یک لایه تنها حاوی فلزات و یا یک لایه تنها حاوی اکسیدها و یا یک لایه حاوی هر دو نوع فلزات و اکسیدها تعریف کرد. مقدار یا مقادیر واقعی m استفاده نمی‌شود. ترتیب لایه‌ها با توجه به چگالی محاسبه شدهٔ آنها تعیین می‌شود.

در صورتیکه هدف پاک کردن یک لایه‌ای که در نسخهٔ قبلی تعریف شده است باشد، می‌توان این کار را در این کارت انجام داد. توجه شود که اگر حالت جایگزینی استفاده شود، تنها آخرین کارت CAVnnm0 در ورودی استفاده خواهد شد و از هر کارت CAVnnmx با m یکسان صرف‌نظر خواهد شد.

CAVnnmk – Layer Contents

$00 \leq nn \leq 99$, nn is the cavity number, m is the layer number

$1 \leq m \leq 9$, m is the layer number, used for input only.

$1 \leq k \leq 9$

Required, if record CAVnnm0 (first form) is present

For each data pair:

(1) - Keyword identifying species.
(Type = character, default = none)

(2) **SPMASS** - Initial mass of material
(Type = real, default = none, units = kg)

این کارت‌ها برای تعیین لایهٔ اولیه محتوای چاهک به کار می‌روند. در هر لایه تا ۹ ماده قابل تعیین است. هر کارت شامل یک یا چند جفت پارامتر است. اولین پارامتر از هر زوج یک متغیر کاراکتری است که نوع ماده و دومین پارامتر یک مقدار حقیقی است که جرم اولیه آن ماده را تعیین می‌کند. بیش از ۲ لایه نمی‌توان در هر چاهک تعریف کرد.

موادی که در پارامتر اول قابل تعریف هستند شامل: AL2O3، CAO، CR2O3، FEO، NIO، SIO2، UO2، ZRO2، AL، C، CR، FE، NI، U و ZR می‌شود. سایر مواد در جدول شماره ۲۸ آورده شده‌اند.

CAVnnC0 – Concrete Declaration

$00 \leq nn \leq 99$, nn is the cavity number

Required

(1) - **Keyword**. The character variable CORCON must be entered.
(Type = character, default = none)

(2) **ICON - CORCON** concrete type
(Type = character, default = none)
= 1 Basaltic aggregate concrete
= 2 Limestone aggregate/common sand concrete
= 3 Generic SE United States concrete
= 4 Savannah River Site concrete

Form 2, Standard concrete with simplified composition:

(1) **CONTYP** - Type of concrete in cavity
(Type = character*16, default = none)
= BASALT basaltic concrete
= LIMESTONE/CS limestone/common sand concrete

= CRBR Clinch River Breeder Reactor concrete

Form 3, Nonstandard concrete:

(1) **CONTYP** - Name of nonstandard concrete type
(Type = chraacter*16, default = USER-INPUT)

کارت CAVnnC0 نوع بتون به کار رفته در چاهک تعیین می‌شود. در این کارت سه حالت برای تعیین ورودی وجود دارد. در حالت اول حالت استاندارد از کد CORCON است. حالت دوم حالت استاندارد با ترکیب ساده شده است و حالت سوم بتون غیر استاندارد است.

CAVnnCk – Concrete Composition
$00 \leq$ nn $\leq$ 99, nn is the cavity number
$1 \leq$ k $\leq$ 9
Required if CONTYP is not a standard composition
Otherwise, optional to modify standard composition

For each data pair:

(1) - Keyword identifying species. Possible values include AL2O3, CAO, CR2O3, FEO, NIO, SIO2, UO2, ZRO2, AL, C(C), CR, FE, NI, U, and ZR.
(Type = character, default = none)

(2) **XMFRCT** - Mass fraction of material.
(Type = real, default = none, units = dimensionless)

در کارت CAVnnCk ترکیب بتون تعیین می‌شود. تا ۹ مورد از این کارت می‌توان تعریف کرد. در هر جفت پارامتر نوع جزء بتون و کسر جرمی آن تعیین می‌شود.

در کد MELCOR بر خلاف کد CORCON میله‌های تقویت کنندهٔ بتون به عنوان جزئی از ترکیب بتون در نظر گرفته می‌شوند. ترکیب پیش‌فرض برای بتون‌های استاندارد شامل میله‌های استیل تقویت کننده نیست. بنابراین اجزای این میله‌ها باید به عنوان جزئی از این اطلاعات حتی برای بتون‌های استاندارد تعیین شوند. ترکیب به آهن محدود نیست. این ویژگی برای مدل کردن فلزات تزریق شده به بتون در برخی آزمایش‌ها قابل استفاده است.

اگر یک ترکیب غیراستاندارد برای CONTYP تعیین شود، این کارت ترکیب بتون را تعیین خواهد کرد. برای این حالت، کسرهای جرمی غیرنرمال شده قابل تعریف هستند.

اگر یک نوع بتون استاندارد برای CONTYP تعیین شود، ترکیب پیش‌فرض آن در جدول ارائه شده است. کارت CAVnnCk برای اصلاح ترکیب‌های پیش‌فرض (به عنوان مثال افزودن میله‌های تقویت کننده یا اصلاح محتوای آب) قابل استفاده است. برای این حالت کسر جرمی جدید مواد مستقیماً استفاده خواهند شد و کسر جرمی سایر مواد موجود در ترکیب استاندارد مجدداً نرمال خواهد شد، به گونه‌ای که جمع کسرهای جرمی همهٔ مواد بتون برابر ۱ خواهد شد. سایر مواد قابل تعیین در پارامتر اول در جدول شماره ۲۸ آورده شده‌اند.

جدول شماره ۲۹: ترکیب بتون‌های پیش‌فرض (درصد جرمی)

SPECIES	CORCON				BASALT	LIMESTONE/CS	CRBR
	1	2	3	4			
SIO2	54.84	35.80	3.60	67.05	65.00	36.00	4.00
TIO2	1.05	0.18	0.12	1.00			
MNO		0.03	0.01				
MGO	6.16	0.48	5.67	2.68			
CAO	8.82	31.30	45.40	13.41			
NA2O	1.80	0.082	0.078	1.00			
K2O	5.39	1.22	0.68	1.00			
FE2O3	6.26	1.44	1.20	1.00			
AL2O3	8.32	3.60	1.60	6.26	20.00	5.00	3.00
CR2O3		0.014	0.004				
CO2	1.50	21.154	35.698	1.50			
H2OCHEM	2.00	2.00	2.00	2.00			
CACO3					3.00	48.00	81.00
CA(OH)2					8.00	8.00	8.00
H2OEVAP	3.86	2.70	3.94	3.10	4.00	3.00	4.00

CAVnnCa – Other Concrete Properties

$00 \leq$ nn ≤ 99, nn is the cavity number

$A \leq a \leq Z$

DENSCT - Density of concrete.

(Type = real, units = kg/m^3, default = Table 2.2 for standard concrete, none for other concrete)

TSOLCT - Solidus temperature of concrete.

(Type = real, units = K, default = Table 2.2 for standard concrete, none for other concrete)

TLIQCT - Liquidus temperature of concrete.

(Type = real, units = K, default = Table 2.2 for standard concrete, none for other concrete)

TABLCT - Ablation temperature of concrete.

(Type = real, units = K, default = Table 2.2 for standard concrete, none for other concrete)

TINCT - Initial temperature of concrete.
(Type = real, default = 298.0, units = K)

EMISCT - Emissivity of concrete.
(Type = real, default = 0.6, units = dimensionless)

در کارت CAVnnCa سایر خواص بتون تعیین می‌شوند. از این کارت‌ها می‌توان ۲۶ کارت تعریف کرد. هر کدام شامل زوج پارامترهایی است که پارامتر اول نوع و پارامتر دوم مقدار یک متغیر را تعیین می‌کنند. مقادیر پیش‌فرض برای انواع بتون استاندارد در جدول شماره ۳۰ ارائه شده‌اند، ولی این مقادیر نباید به عنوان مقادیر توصیه شده در نظر گرفته شوند. پارامترهای کاراکتری در بالا لیست شده‌اند.

اگر نوع بتون تعیین شده در پارامتر CONTYP یک ترکیب استاندارد نباشد، در این کارت تعیین همهٔ پارامترهای لیست شده در بالا به جز TINCT و EMISCT ضروری است.

جدول شماره ۳۰: خواص بتون‌های پیش‌فرض

PROPERTY	CORCON				BASALT	LIMESTONE/CS	CRBR
	1	2	3	4			
DENSCT (kg/m³)	2340.0	2340.0	2340.0	2400.0	2400.0	2340.0	2340.0
TSOLCT (K)	1350.0	1420.0	1690.0	1353.0	1350.	1420.0	1690.0
TLIQCT (K)	1650.0	1670.0	1875.0	1653.0	1650.0	1670.0	1875.0
TABLCT (K)	1450.0	1500.0	1750.0	1450.0	1450.0	1500.0	1750.0

CAVnnDH – Control Functions for Decay Heat
$00 \leq nn \leq 99$, nn is the cavity number
Optional

(1) **IPDHCF** - Flag for total decay heat.
(Type = integer, default = none)
< -1 Set decay heat to zero.
= -1 Use calculation from decay heat and radionuclide packages.
≥ 0 Number of the control function which defines the total decay heat in the cavity.

(2) **IPOXCF** - Flag for fraction of heat in oxide phase.
(Type = integer, default = none)
< 0 Use split calculated by MELCOR
≥ 0 Number of control function which specifies fraction of total decay heat to be put into the oxide phase

(3) **IPMCF** - Flag for fraction of heat in metal phase.
(Type = integer, default = none)
< 0 Use split calculated by MELCOR
≥ 0 Number of control function which specifies fraction of total decay heat to be put into the metal phase

به صورت پیش‌فرض، توان گرمای واپاشی ورود به چاهک راکتور توسط موجودی هسته‌های پرتوزا در چاهک (محاسبه شده توسط بستهٔ RN) و توان‌های واپاشی ویژه آنها (تعریف شده توسط بستهٔ DCH) تعیین می‌شود. اگر بستهٔ RN غیرفعال باشد، یا اگر کاربر بخواهد نتایج آن را تغییر و یا اصلاح کند، می‌توان با تعریف توابع کنترلی برای محاسبهٔ گرمای واپاشی و معرفی آنها در در کارت CAVnnDH این کار را انجام داد. در این حالت قابلیت تعریف گرمای واپاشی کلی وجود دارد.

به جز در حالتی که پارامتر IPDHCF برابر ۱- باشد (یعنی استفاده از بستهٔ RN و محاسبه گرمای واپاشی)، باید دو پارامتر IPOXCF و IPMCF بزرگتر از صفر باشند. چراکه در این حالت، کد MELCOR راهی برای تعیین جزئی از گرمای واپاشی بین لایه‌ها ندارد.

CAVnnDL – Ablation Delay
00 ≤ nn ≤ 99, nn is the cavity number
Optional

(1) **IPDEL** - Number of a logical control function to define an additional criterion that must be met before ablation will be calculated.
(Type = integer, default = none)

با این کارت می‌توان شروع فرسایش بتون را تا زمانی که معیار دلخواه کاربر علاوه بر الزامات مدل CORCON محقق شود، به تأخیر انداخت. اگر از این کارت استفاده شود، امکان فرسایش تا زمانی که تابع کنترلی منطقی TRUE نشود، لحاظ نخواهد شد.

اگر تابع کنترلی از قبل TRUE باشد، یک پیغام اخطار صادر می‌شود. اگر طی اجرای حادثه در طول زمان، تابع کنترلی TRUE شود و موادی داخل چاهک راکتور باشد، فرسایش برای آن گام زمانی و همهٔ گام‌های زمانی بعدی لحاظ خواهد شد. در این تابع کنترلی باید حالت قفل لحاظ شود تا تغییرات پس از آن صرف‌نظر شوند.

CAVnnG0 – Cavity Geometry
00 ≤ nn ≤ 99, nn is the cavity number
Required

(1) **CORCON** - Keyword. The character variable CORCON must be entered.
(Type = character, default = none, units = dimensionless)

(2) **IGEOM** - CORCON geometry type. The value 2 must be entered.
(Type = integer, default = none)

در این کارت هندسهٔ اولیه چاهک راکتور تعیین می‌شود. تنها گزینهٔ در دسترس در این زمان استوانهٔ با انتهای صاف از کد CORCON است. توجه شود که کد CORCON از سیستم مختصات خود با z مثبت در راستای پایین که کاملاً از MELCOR مستقل است، استفاده می‌کند. عملاً پارامترهای این کارت از پیش تعیین شده و ثابت هستند.

CAVnnG1 – Parameters of CORCON Coordinate System
$00 \leq$ nn ≤ 99, nn is the cavity number
Required

(1) **NRAYS** - Number of rays in CORCON system (≤ 100)
(Type = integer, default = none, units = dimensionless)

(2) **RO** - Radial coordinate of center of ray system. The value 0.0 must be entered.
(Type = real, default = none, units = m)

(3) **ZO** - Axial coordinate of center of ray system. This value should be chosen such that it will be central to the eroded cavity, so that the angles between rays and the surface is not too acute.
(Type = real, default = none, units = m)

در کارت CAVnnG1 پارامترهای سیستم مختصات CORCON تعیین می‌شوند.

CAVnnG2 – Cavity Shape
$00 \leq$ nn ≤ 99, nn is the cavity number
Required

(1) **ZT** - Z coordinate of cylinder top edge
(Type = real, default = none, units = m)

(2) **RAD** - Radius of cylindrical activity
(Type = real, default = none, units = m)

(3) **HIT** - Height of cylindrical cavity
(Type = real, default = none, units = m)

(4) **RADC** - Radius of corner (transition from cylindrical wall to floor) of cavity.
(Type = real, default = none, units = m)

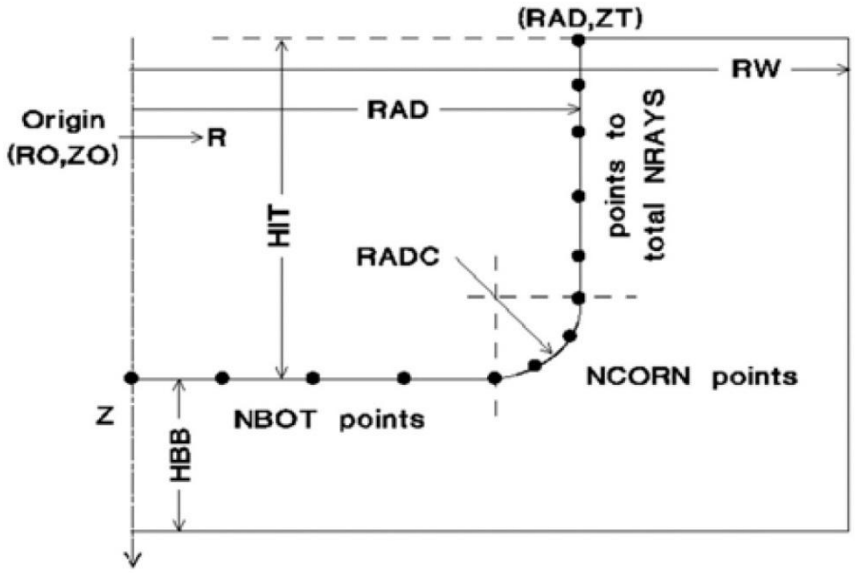
(5) **RW** - > 0 External radius of concrete
(Type = real, default = none, units = m)
≤ 0 Negative of number of Tabular Function that defines external radius of concrete as a function of z
(Type = real, default = none, units = dimensionless)

(6) **HBB** - Thickness of concrete below bottom of cavity
(Type = real, default = none, units = m)

(7) **NBOT** - Number of points defining flat bottom of cavity, ≥ 2.
(Type = integer, default = none, units = dimensionless)

(8) **NCORN** - Number of points defining corner
(Type = real, default = none, units = dimensionless)

در این کارت شکل اولیه چاهک تعیین می‌شود. پارامترهای این کارت در شکل ۲۴ نشان داده شده‌اند. در این شکل مقادیر پارامترهای این کارت عبارتند از: NBOT=5، NCORN=2 و NRAYS=13. تجربه نشان داده است که استفاده از نقاط نزدیک به یکدیگر در گوشه ممکن است منجر به مشکلات محاسباتی شود. بنابراین پیشنهاد می‌شود از انتخاب مقادیر کوچک برای پارامتر RADC و یا مقادیر بزرگ برای پارامتر NCORN اجتناب شود.



شکل ۲۴: متغیرهای هندسی چاهک راکتور

CAVnnGa – Additional Geometry Points
A ≤ a ≤ Z, used for sequencing
Optional

NEXTRA - Number of points to be added. If NEXTRA > 1, the points will be uniformly spaced along a line segment from the old last point to the new one.
(Type = integer, default = none, units = none)

REXTRA - R coordinate of new last point
(Type = real, default = none, units = m)

ZEXTRA - Z coordinate of new last point
(Type = real, default = none, units = m)

از کارت‌های نوع CAVnnGa می‌توان ۲۶ مورد تعریف کرد. این کارت حاوی سه پارامتر است. هر کارت برای افزودن یک یا چند نقطه به هندسه تعیین شده در کارت قبلی در بالای چاهک راکتور است. تعداد کل نقاط نباید به ۱۰۰ برسد. در یک کارت می‌توان دو سری از این پارامترهای سه گانه تعریف کرد.

CAVnnRa – Rupture/Overflow Input
$00 \leq$ nn $\leq$ 99, nn is the cavity number
a = R, A, or T
Optional

(1) **NOVC** - User number of the cavity that will receive overflowing material following a rupture.
(Type = integer, default = -1, units = dimensionless)

(2) **NCFRUP** - Number of the logical Control Function that will trigger rupture of this cavity.
(Type = integer, default = none, units = dimensionless)

(3) **NCFREL** - Number of the real-valued Control Function that specifies the rupture elevation for this cavity.
(Type = integer, default = none, units = dimensionless)

در کارت CAVnnRa تعیین می‌شود که کدام مواد در صورت شکست چاهک جابجا می‌شود و نیز توابع کنترلی برای کنترل زمان شکست و ارتفاع شکست تعیین می‌شوند. سه نوع شکست ممکن است تعیین شود. محوری (a = A)، شعاعی (a = R) و تابع کنترلی (a = T).

در پارامتر اول، شمارهٔ چاهکی که مواد جابجا شدهٔ حاصل از شکست را دریافت می‌کند مشخص می‌شود. اگر این پارامتر برابر ۱- باشد، در صورت وقوع چنین شکستی محاسبات متوقف می‌شود. اگر این پارامتر برابر ۲- باشد، حتی در صورت شکست، محاسبات بدون تغییر ادامه خواهد یافت.

در پارامتر دوم، شمارهٔ تابع کنترلی منطقی که خرابی این چاهک را مشخص می‌کند، تعیین می‌شود. این پارامتر برای حالت‌های a = A یا a = R اختیاری و برای حالت a = T اجباری است.

در پارامتر سوم، شماره تابع کنترلی متغیری که ارتفاع خرابی این چاهک راکتور را مشخص می‌کند، تعیین می‌شود. توجه شود که ارتفاع باید در سیستم مختصات CORCON داده شود. این پارامتر نیز برای حالت‌های a = A یا a = R اختیاری و برای حالت a = T اجباری است.

CAVnnSP – Definition of Parametric Debris Spreading
00 ≤ nn ≤ 99, nn is the cavity number
Optional

(1) **SOURCE** - Source of data for maximum debris radius as a function of time.
(Type = character, default = none, units = dimensionless)
= TF.nnn Data from tabular function nnn.
= CF.nnn Data from control function nnn.
= EDF.nnn.m Data from channel m of external data file nnn.

(2) **HTSIDE** - Treatment of heat transfer from radial face of spreading debris.
(Type = character, default = heat transfer activated, units = dimensionless)
= ADIABATIC Heat transfer suppressed.

این کارت برای مدل‌سازی پخش شدن آوار در چاهک قابل استفاده است. در این کارت کاربر باید حداکثر شعاع آوار را به صورت تابعی از زمان در یک تابع جدولی، تابع کنترلی یا فایل خارجی تعیین کند.

پارامتر دوم این کارت اختیاری است. اگر این پارامتر تعیین نشود، انتقال حرارت از سطح شعاعی آوار پخش شده لحاظ خواهد شد. اگر این پارامتر تعیین شود، تنها مقدار مجاز ADIABATIC خواهد بود که منجر به توقف محاسبات انتقال حرارت برای این سطح خواهد شد.

CAVnnTP – Out Transfer Process Number
00 ≤ nn ≤ 99, nn is the cavity number
Optional

(1) **NTPOT** - “Out” transfer process number (“nnn” on the TPOTnnn00 record) associated with the “in” transfer process for masses and energies from the COR or FDI package.
(Type = integer, default = none, units = dimensionless)

در کارت CAVnnTP شمارهٔ خروجی فرایند انتقال برای انتقال جرم و انرژی از بسته‌های COR یا FDI به چاهک تعیین می‌شود. اگر این کارت به کار نرود، جرمی از بسته‌های بررسی برهمکنش‌های آوار قلب یا سوخت به چاهک منتقل نخواهد شد.

توجه شود که در بستهٔ TP باید ورودی مربوط به این انتقال نیز تعریف شود. ورودی صحیح در این بسته برای چاهک، در کارت TPOTnnn00 شامل دو پارامتر NMSOT = 5 و NPOTOI = "in" است و شمارهٔ فرایند انتقال نیز در کارت COR00004 یا FDInn00 باید یکسان باشد.

برای انتقال از بستهٔ FDI باید ماتریس واحد انتقال استفاده شود (OUTMTX=DEF.1). برای انتقال مستقیم از بستهٔ COR، یک ماتریس تعریف شده توسط کاربر باید تعیین شود (OUTMTX = UIN.mmm) که در آن mmm شماره ماتریس انتقال است). در این حالت باید در کارت مربوطه در بستهٔ TP (TPMmmm0000) پارامترهای NROW = 5 و NCOL = 6 تعیین شوند. سایر کارت‌های بستهٔ TP باید درایه‌های ماتریس انتقال ۱/۱، ۲/۲، ۳/۳، ۴/۴ و ۵/۵ را برابر ۱ تعیین کنند.

به منظور انتقال جرم کل هسته‌های پرتوزا، شماره‌های فرایند انتقال اضافی باید تعریف شوند. در حالت حاضر این شماره‌ها باید دقیقاً برابر شماره‌های فرایند انتقال تعریف شده برای انتقال کل جرم و انرژی مربوطه در بسته‌های COR یا FDI و CAV بعلاوه ۵۰۰ باشند. پارامترهای صحیح در بستهٔ TP شامل شماره جرم‌ها (NTHERM = 1، که برابر کل تعداد کلاس‌های هسته‌های پرتوزا است)، و یک ماتریس یکه انتقال (DEF.1 در کارت TPOTnnn00) است.

CAVnnak – Miscellaneous Control and Model Parameters
$0 \leq$ nn $\leq$ 99, nn is the cavity number
U $\leq$ a $\leq$ Z
k arbitrary
Optional

BOILING - Treatment of enhancements to the boiling curve for heat transfer to overlying coolant. A multiplier may be applied to the standard curve (including subcooling and gas barbotage enhancements), or the enhancements may be suppressed.
(Type = real, default = 0.0, units = none)
= 0. Use standard CORCON-Mod3 model, including enhancements
> 0. Use value as multiplier on standard model
< 0. Suppress enhancements (the CORCON-Mod2 model)

COKE - Coking flag. A value of zero will enable production of condensed carbon during oxidation of zirconium. If enabled by previous input, a non-zero value will suppress the reaction.
(Type = real, default = 1.0, units = none)

COND.OX - Multiplier applied to the internally-calculated thermal conductivity of oxidic mixtures.
(Type = real, default = 1.0, units = none)

COND.MET - Multiplier applied to the internally-calculated thermal conductivity of metalic mixtures.
(Type = real, default = 1.0, units = none)

CTOXYREA - Treatment of chemical reactions involving concrete decomposition products. Any non-zero value will suppress the reduction of ablated oxides by debris metals. If suppressed by previous input, a value of zero will enable the reaction.
(Type = real, default = 0.0, units = none)
= 0. Include oxides and gases as reactants
≠ 0. Exclude oxides, and consider gases only (the CORCONMod2 model)

EMISS.OX - Emissivity of the oxide phase.
(Type = real, default = 0.6, units = dimensionless)

EMISS.MET - Emissivity of the metal phase.
(Type = real, default = 0.6, units = dimensionless)

EMISS.SUR - Emissivity of the surroundings.
(Type = real, default = 0.6, units = dimensionless)

GFILMBOTT - Selection of gas or slag film model for the melt/concrete interface at the bottom surface of the debris. Any non-zero value selects the gas film model.
(Type = real, default = 1.0, units = none)
= 0. Use slag film model
≠ 0. Use gas film model (the CORCON-Mod2 model)

GFILMSIDE - Selection of gas or slag film model for the melt/concrete interface at the radial surface of the debris. Any non-zero value selects the gas film model.
(Type = real, default = 1.0, units = none)
= 0. Use slag film model
≠ 0. Use gas film model (the CORCON-Mod2 model)

HTRBOT - Treatment of debris-to-surface heat transfer at the bottom surface of the debris. Either a multiplier on the standard model or an alternate analytic form may be specified.
(Type = real, default = 0.0, units = dimensionless)
= 0. Use standard CORCON-Mod3 model

> 0. Use value as multiplier on standard model
< 0. Use alternate form of correlation with coefficients defined by sensitivity coefficients C2309 (1-3)

HTRINT - Treatment of debris-to-surface heat transfer at interior interfaces between debris layers. Either a multiplier on the standard model or an alternate analytic form may be specified.
(Type = real, default = 0.0, units = dimensionless)
= 0. Use standard CORCON-Mod3 model
> 0. Use value as multiplier on the standard model
< 0. Use alternate form of correlation with coefficients defined by sensitivity coefficients C2309 (7-9)

HTRSIDE - Treatment of debris-to-surface heat transfer at the radial surface of the debris. Either a multiplier on the standard model or an alternate analytic form may be specified.
(Type = real, default = 0.0, units = dimensionless)
= 0. Use standard CORCON-Mod3 model
> 0. Use value as multiplier on the standard model
< 0. Use alternate form of correlation with coefficients defined by sensitivity coefficients C2309 (4-6)

MIXING - Treatment of mixing between metallic and oxidic components of the debris.
(Type = real, default = -1.0, units = none)
= 0. Suppress mixing (the CORCON-Mod2 model)
> 0. Calculate mixing and separation rates from correlations
< 0. Enforce mixing (all debris forms a single mixed layer)

NONIDEAL - Treatment of chemical free energies in the VANESA fission product release model. Because the nonideal oxide model is not operational, options invoking it cannot be used.
(Type = real, default = -1.0, units = none)
= 0. Nonideal model for both metals and oxides – not available for use
> 0. Ideal model for both metals and oxides
= -1. Nonideal model for metals, ideal model for oxides
= -2. Ideal model for metals, nonideal model for oxides – not available for use

RADLEN - Path length for the optional aerosol opacity calculation in the calculation of radiative heat loss from the debris surface.
(Type = real, default = 0.0, units = m)

SHAPEPLOT - Inclusion of cavity shape data in the plot file in the form of r and z coordinates of the defining body points. By default these are omitted to reduce the size of the plot file. (see Section 4 for details)
(Type = real, default = 0.0, units = none)
= 0. Exclude cavity shape data from plot file
≠ 0. Include cavity shape data in plot file

TDEBUG - Time to start CORCON diagnostic print.
(Type = real, default = “infinity”, units = s)

در کارت CAVnnak سایر پارامترهای متفرقه و کنترل مدل‌ها تعیین می‌شوند. این کارت اختیاری است. می‌توان ۲۱۶ مورد از این کارت‌ها در ورودی استفاده کرد. پارامترهای این کارت به صورت زوج پارامتر که شامل کاراکتر تعیین کنندهٔ نوع پارامتر و مقدار آن است، می‌باشد. در یک کارت می‌توان چند زوج پارامتر تعریف کرد، اما زوج پارامترها باید حتماً در یک کارت قرار گیرند.

۴-۱۰-۶- ورودی بخش MELCOR بستهٔ CAV

المان‌های خاصی از ورودی برای کاربرد مدل چاهک در صورتی‌که مدل هنوز فعال نباشد (اگر چاهک حاوی ماده‌ای نباشد)، در اجرای آغاز مجدد قابل تغییر هستند. در این قابلیت، امکان تغییر هندسهٔ اولیه، نوع بتون و مدل‌های متفرقه وجود دارد و کاربر مجاز است محاسبات متعددی با پارامترهای چاهک بدون نیاز به اجرای مجدد محاسبات بخش پیش از خرابی محفظهٔ راکتور، انجام دهد.

علاوه براین، ورودی شکست چاهک می‌تواند تغییر کند، به گونه‌ای که چاهک بدون هیچ‌گونه انتقال مواد به خارج به روند شکست ادامه دهد، حتی اگر شکست پیش‌بینی شده باشد. این تغییر می‌تواند حتی اگر یک چاهک پیش از این فعال باشد، ایجاد شود.

ورودی بخش MELCOR زیرمجموعه‌ای از ورودی شرح داده‌شده برای بخش MELGEN است. کارت‌های مجاز در ادامه لیست شده‌اند.

CAVnn00 – Cavity Declaration
Only the cavity name may be changed from MELGEN.

CAVnnC0 – Concrete Declaration

CAVnnCk – Concrete Composition

CAVnnCa – Other Concrete Properties
If CAVnnC0 is present, a complete concrete definition must be included. If CAVnnC0 is absent, other CAVnnC* records will be ignored.

CAVnnG0 – Cavity Geometry

CAVnnG1 – Parameters of CORCON Coordinate System

CAVnnG2 – Cavity Shape
If CAVnnG0 is present, all of the following records must be included, even though the data elements involved may be unchanged from MELGEN, If CAVnnG0 is absent, other CAVnnG* records will be ignored.

CAVnnGa – Additional Geometry Points
This may not be included without CAVnnG0, CAVnnG1, and CAVnnG2, even if these involve no changes from MELGEN.

CAVnnRa – Rupture/Overflow Input
The only overriding change permitted is to change NOVC to -2. NCFRUP and NCFREL need not be entered. If they are, they must be identical to the values previously input to MELGEN.

CAVnnak – Miscellaneous Model and Control Parameters
Any appropriate combination described in the preceding section may be entered, whether or not present in MELGEN input.

۴-۱۰-۷- ضرایب حساسیت بستهٔ CAV

ضرایب حساسیت برای بستهٔ CAV با شماره‌های ۲۳۰۰ تا ۲۴۹۹ تعیین می‌شوند و شامل موارد زیر است.

2300 – Ablation Enthalpy

2306 – Heat Transfer, Above Melt

2309 – Heat Transfer, Layer Bulk to Interface

۴-۱۰-۸- متغیرهای قابل رسم و آرگومان‌های توابع کنترلی در بستهٔ CAV

متغیرهایی که در بستهٔ CAV ممکن است برای رسم شکل (p) و آرگومان‌های توابع کنترلی (c) استفاده شوند، در جدول شماره ۳۱ ارائه شده‌اند.

جدول شماره ۳۱: متغیرهای قابل رسم و آرگومان‌های توابع کنترلی در بستهٔ CAV

Parameter	Type	Description (Unit)
CAV-ACTIVe.n	c	Activity flag for cavity n. (logical)
CAV-MTOT.n	p	Total mass in cavity n. (kg)
CAV-HTOT.n	p	Total enthalpy for cavity n. (J)
CAV-DHR.n	cp	Decay heat rate for cavity n. (W)
CAV-MASS.spc.n	c	Total mass of requested condensed-phase species in cavity n (summed over all debris layers). (kg)
CAV-M.lay.n	p	Mass of layer. (kg)

Parameter	Type	Description (Unit)
CAV-T.lay.n	cp	Layer temperature. (K)
CAV-RHO.lay.n	p	Layer density. (kg/m3)
CAV-THICK.lay.n	cp	Layer thickness. (m)
CAV-VOL.lay.n	cp	Volume occupied by layer. (m3)
CAV-VF.lay.n	p	Layer void fraction. (dimensionless)
CAV-MAXRAD.n	cp	Maximum cavity radius. (m)
CAV-MINALT.n	cp	Minimum cavity altitude. (m)
CAV-TMEX.n	p	Total mass of gas released from cavity n. (kg)
CAV-MEX.gas.n	cp	Total mass of requested gas released from cavity n. (kg)
CAV-QREA.n	cp	Heating rate by chemical reactions in cavity n. (W)
CAV-QCNCT.n	cp	Heat loss to concrete in cavity n. Under the assumptions of CORCON-Mod2, this heat goes to the ablation of concrete. (W)
CAV-QSURF.n	cp	Heat loss from the surface of debris in cavity n. It may go to either a pool or the atmosphere in the bounding control volume. (W)
CAV-TGASMOL.n	c	Total moles of gas released from cavity n. (mol)
CAV-R.n.i	cp	Radial coordinate of i-th body point in cavity n. (m) Available as a plot variable if and only if the SHAPEPLOT flag has been set on a CAVnnak record. Note the order of the indices.
CAV-Z.n.i	cp	Axial coordinate of I-th body point in cavity n. (m) Available as a plot variable if and only if the SHAPEPLOT flag has been set on a CAVnnak record. Note the order of the indices.
CAV-ASURF.n	p	Area of upper surface of debris pool. (m2)
CAV-CRUSTB.lay.n	p	Thickness of frozen crust on lower surface. (m)
CAV-CRUSTT.lay.n	p	Thickness of frozen crust on upper surface. (m)
CAV-TSURF.n	p	Temperature of upper surface of debris pool. (K)
CAV-MASSERR.n	p	Area of upper surface of debris pool. (kg)
CAV-ENERGYERR.n	p	Area of upper surface of debris pool. (J)
CAV-CPUT	p	Total CPU time used in Cavity package, including computation and I/O. (s)
CAV-CPUC	p	CPU time used for computation in Cavity package. (s)

۴-۱۰-۹- نمونهٔ ورودی بستهٔ CAV

در این بخش دو مثال ارائه می‌شود. مثال اول یک ورودی نوعی برای چاهک خالی ارائه شده است. در این چاهک ابتدا محاسبات بدون حضور مواد داخل آن آغاز می‌شود و سپس از بستهٔ COR به آن جرم منتقل می‌گردد. در مثال دوم یک ورودی نوعی برای محاسبات چاهکی که جرم اولیه در آن وجود دارد ارائه شده است.

در مثال اول، چاهک شمارهٔ ۱ با نام آن Cavity 1 با حجم کنترل ۲۰۱ مرتبط است. در آغاز محاسبات، این چاهک خالی است اما پس از ذوب قلب از طریق بخش پایینی محفظه، جرم دریافت می‌کند. قلب مذاب از بستهٔ COR با استفاده از

بستهٔ TP به بستهٔ CAV منتقل می‌شود. چاهک از قسمت "out" مربوط به بستهٔ TP به شماره ۱۰۲ آوار را دریافت می‌کند. در این مثال بتون نوع ۲ از CORCON استفاده شده است و ۱۳/۵ درصد استیل تقویت کننده در آن لحاظ شده است. چاهک اولیه یک استوانهٔ با کف صاف با شعاع ۳ متر و عمق ۵ متر است. چاهک حاوی ۹۵ گره است که ۱۰ گرهٔ آن در ابتدا در کف چاهک و ۱۰ گره در شعاع ۰/۱ متری گذار بین کف و دیواره قرار دارد. ضریب انتشار لایهٔ فلزی از مقدار پیش‌فرض به ۰/۷ تغییر یافته است.

```
***** CAVITY INPUT *****
CAV0100    201     'CAVITY 1'
** Concrete type **
CAV01C0    CORCON    2       * Concrete type
CAV01C2    FE     0.135      * Include rebar
** Cavity geometry **
CAV01G0    CORCON    2       * Geometry type
*          NRAYS     RO      ZO
CAV01G1    95      0.0     0.5
*           ZT RAD HIT RADC RW HBB NBOT NCORN
CAV01G2    0.0 3.0 5.0 0.1 4.0 2.0 10    10
** Transfer process to introduce debris **
CAV01TP    102             * RN will use TP 602
** Miscellaneous parameters **
CAV01Y1    EMISS.MET    0.7
```

ورودی مورد نیاز در بستهٔ TP به صورت زیر است:

```
TPOT10200     5    101    UIN.103       * Transfer process for debris
TPM1030000    5    6                    * Translation matrix
TPM1030001 1/1 1.0 2/2 1.0 3/3 1.0 4/4 1.0 5/5 1.0
TPOT60200    15    601    DEF.1         * Transfer process for RN
```

که در آن فرض شده است که بستهٔ COR متصل به بخش in از بستهٔ TP به شمارهٔ ۱۰۱ است و بستهٔ RN با ۱۵ کلاس پیش‌فرض فعال است.

به صورت پیش‌فرض، آوار یک لایهٔ مخلوط را شکل می‌دهد. لایه‌ای شدن کامل (مدل CORCON-Mod2) ممکن است با کارت زیر لحاظ شود:

```
CAV01XA    0.0          * suppress mixing of phases
```

همچنین، محاسبات مکانیکی مخلوط شدن و جداسازی مجدد با کارت زیر قابل تعیین است:

```
CAV01XA    1.0          * perform mechanistic mixing calculation
```

در صورتی‌که آوار سبب فرسایش دو متر از بتون زیر چاهک ۱ شود، محاسبات MELCOR، متوقف خواهد شد. با لحاظ کارت زیر آغاز مجدد انجام خواهد شد.

```
CAV01RA    -2              * ignore axial rupture
```

در صورتی‌که مقدار بتون بی‌نهایت باشد، روند محاسبات ادامه خواهد یافت. اگر کاربر بخواهد آوار به داخل چاهک دوم سقوط کند و محاسبات ادامه یابد، باید کارت زیر علاوه بر اطلاعات کامل چاهک ۷، در ورودی MELGEN قرار گیرد، چراکه یک چاهک نمی‌تواند در آغاز مجدد[1] افزوده شود.

```
CAV01RA    7               * axial rupture with overflow to cavity 7
```

در مثال دوم، یک چاهک نوعی (stand-alone) در نظر گرفته شده است. مشابه مثال قبل، چاهک ۱ با حجم کنترل ۲۰۱ در ارتباط است، ولی در این مثال، در ابتدا فرض می‌شود که چاهک حاوی جرم است. دو لایه مواد در چاهک در حالت اولیه وجود دارند: لایه اکسید و لایه فلزی. هر دو لایه در دمای اولیه ۲۵۰۰ کلوین قرار دارند. بتون استفاده شده در این مثال بازالت است، اما ترکیب پیش‌فرض آن اندکی تغییر داده شده است. دمای اولیهٔ بتون به ۳۵۰ کلوین افزایش داده شده و دمای فرسایش به ۱۷۷۳ کلوین تغییر داده شده است. هندسهٔ اولیه چاهک مشابه مثال قبل است.

```
***** CAVITY INPUT *****
CAV0100    201    'CAVITY 1'
** Initial layer contents **
CAV0110    TEMP    2500.0
CAV0111    UO2     100000.0    ZRO2 14000.0
CAV0112    FEO     6000.0
CAV0120    TEMP    2500.0
CAV0121    ZR      10000.0     FE   70000.0
CAV0122    CR      10000.0     NI   6000.0
** Concrete input **
CAV01C0    BASALT              * Concrete type
CAV01C1    H2OEVAP   0.06      * Water content
CAV01C2    SIO2      0.700     * SiO2 content
CAV01CA    TINCT     350.0     * Initial concrete temperature
CAV01CB    TABLCT    1773.0    * Ablation temperature
** Cavity geometry **
CAV01G0    CORCON    2         * Geometry type
*        NRAYS    RO    ZO
CAV01G1    95    0.0    0.5
*          ZT     RAD    HIT    RADC    RW    HBB    NBOT NCORN
CAV01G2    0.0    3.0    5.0    0.1    4.0    2.0    10    10
```

[1] - Restart

ورودی حجم کنترل ۲۰۱ باید تهیه شود تا دما و فشار شرایط مرزی برای چاهک حاصل شود. این خواص را می‌توان مستقیماً به صورت توابع جدولی از زمان با تعیین این حجم به صورت حجم تابع زمان تعیین کرد.

با وجود تعریف لایه‌های مجزای اکسیدی و فلزی، به صورت پیش‌فرض آوار اولیه در یک لایهٔ حاوی مخلوط فازها، قرار خواهد گرفت. رفتار اختلاط می‌تواند با استفاده از واژه MIXING در کارت CAV01ak اصلاح شود.

۴-۱۱- بستهٔ DCH

۴-۱۱-۱- توضیح کلیات بستهٔ DCH

گرمای ناشی از واپاشی پاره‌های شکافت پرتوزا از طریق بستهٔ DCH مدل‌سازی می‌شود. در محاسبات این بسته، گرمای واپاشی برای مواد قلب موجود در محفظهٔ راکتور و چاهک راکتور و نیز برای ذرات معلق و یا ته‌نشین‌شده و گازها مورد بررسی قرار می‌گیرد. بستهٔ DCH نمی‌تواند محاسبات انتقال پاره‌های شکافت و یا واکنش‌های شیمیایی آنها را انجام دهد. مدل‌سازی این فرآیندها از طریق بستهٔ RN انجام می‌شود. در کد MELCOR، ۱۰۲ عنصر پرتوزا از طریق ۱۶ دسته کلی تعریف می‌شوند. دسته‌بندی کلی عناصر پرتوزای موجود در بسته‌های DCH و RN در جدول شماره ۳۲ آمده است. عناصری که گرمای واپاشی قابل توجهی ندارند (کمتر از ۱ ٪)، میان دو کمان نشان داده شده‌اند. مشخصات عملکردی راکتور، مانند توان عملکردی[۱]، زمان خاموشی، نوع راکتور، و همچنین تعیین دسته‌بندی هسته‌های پرتوزا و عناصر هر دسته به عنوان ورودی و جرم عناصر رادیواکتیو تولیدشده و توان واپاشی هرکدام از آنها و همچنین توان واپاشی کلی به عنوان خروجی محاسبات بستهٔ DCH می‌باشند.

جدول شماره ۳۲: دسته‌بندی کلی عناصر رادیواکتیو موجود در کد MELCOR

	Class Number and Name	Member Elements
1	Noble gases	Xe, Kr, (Rn), (He), (Ne), (Ar), (H), (N)
2	Alkali Metals	Cs, Rb, (Li), (Na), (K), (Fr), (Cu)
3	Alkaline Earths	Ba, Sr, (Be), (Mg), (Ca), (Ra), (Es), (Fm)
4	Halogens	I, Br, (F), (Cl), (At)
5	Chalcogens	Te, Se, (S), (O), (Po)
6	Platinoids	Ru, Pd, Rh, (Ni), (Re), (Os), (lr), (Pt), (Au)
7	Transition Metals	Mo, Tc, Nb, (Fe), (Cr), (Mn), (V), (Co), (Ta), (W)
8	Tetravalent	Ce, Zr, (Th), Np, (Ti), (Hf), (Pa), (Pu), (C)
9	Trivalent	La, Pm, (Sm), Y, Pr, Nd, (Al), (Sc), (Ac), (Eu), (Gd), (Tb), (Dy), (Ho), (Er), (Tm), (Yb), (Lu), (Am), (Cm), (Bk), (Cf)
10	Uranium	U
11	More Volatile Main Group Metals	(Cd), (Hg), (Pb), (Zn), As, Sb, (Tl), (Bi)

[۱] - Operating power

	Class Number and Name	Member Elements
12	Less Volatile Main Group Metals	Sn, Ag, (In), (Ga), (Ge)
13	Boron	(B), (Si), (P)
14	Water	(Wt)
15	Concrete	(Cc)
16	Cesium Iodide	(classes 2 and 4)

گرمای واپاشی و مقدار اولیهٔ هسته‌های پرتوزا در سوخت با توجه به توان عملکردی راکتور محاسبه می‌شود. در نسخه ۱,۸,۵ کد و نسخه‌های قبلی آن، توان عملکردی از طریق مقادیر پیش‌فرض کد استخراج می‌شد، اما در نسخه ۱,۸,۶ این پارامتر به صورت یک ورودی برای کد تعریف شده است. علاوه براین، در نسخه‌های قبلی نیاز بود که گرمای واپاشی برای دستهٔ ۱۶ عناصر که ترکیبی از عناصر دسته ۲ و ۴ است و از طریق تعیین یک عنصر ساختگی، تعریف شود. درحالی‌که در نسخه ۱,۸,۶، دستهٔ ۱۶ عناصر و همچنین گرمای واپاشی آنها در کتابخانه کد گنجانده شده است.

محاسبات گرمای واپاشی در بستهٔ DCH به یکی از چهار روش زیر انجام می‌شود:

- تجمیع داده‌های گرمای واپاشی از موجودی پاره‌های شکافتی که توسط کد ORIGEN برای راکتورهای BWR و PWR محاسبه می‌شود،
- استفاده از استاندارد ANS 1979 برای محاسبه توان واپاشی،
- استفاده از تابع جدولی تعریف‌شده توسط کاربر که گرمای واپاشی کل قلب را به صورت تابعی از زمان ارائه می‌دهد،
- استفاده از تابع کنترلی تعریف‌شده توسط کاربر برای تعیین گرمای واپاشی.

۴-۱۱-۲- ورودی بخش MELGEN در بستهٔ DCH

۴-۱۱-۲-۱- ورودی عمومی

در این بخش کارت‌های حاوی اطلاعات عمومی برای محاسبات گرمای واپاشی کل قلب و کلاس‌های هسته‌های پرتوزا توضیح داده می‌شوند.

DCHREACTOR – Reactor type
Optional

(1) **REACTP** - Character string selecting reactor type:

(1) ‘PWR’, use PWR mass inventories for radionuclide class calculation and set default power to 3412 MW.

(2) ‘BWR’, use BWR mass inventories for radionuclide class calculation and set default power to 3578 MW.
(Type = character * 3, default = ‘PWR’)

در این کارت نوع راکتور تعیین می‌شود. نوع راکتور، سطوح توان پیش‌فرض و برای محاسبات کلاس‌های هسته‌های پرتوزا، موجودی جرم هسته‌های پرتوزا را تحت تأثیر قرار می‌دهد. گزینه‌های مجاز و پیش‌فرض مختص مدل قلب هستند. مقادیر داده شده در اینجا برای بستهٔ COR می‌باشند. توجه شود که نوع پیش‌فرض راکتور آب تحت فشار با نوع راکتور در کارت COR00002 در بستهٔ COR سازگار نیست و یکی از این دو باید توسط کاربر تغییر کند.

DCHSHUT – Reactor Shutdown Time
Optional

(1) **ISHTCF** - Reactor shutdown trip control function number.
(Type = integer, default = 0, units = none)

(2) **TMSHUT** - Reactor shutdown time.
(Type = real, default = 0.0, units = s)

این کارت زمان خاموش شدن راکتور در مسأله را برای اهداف محاسبات گرمای واپاشی تعریف می‌کند. در کارت اول شمارهٔ تابع کنترلی مربوط به خاموشی راکتور تعیین می‌شود. اگر این پارامتر کوچکتر یا مساوی صفر بود، از تابع کنترلی استفاده نمی‌شود. اگر این پارامتر مثبت بود، آنگاه باید یک تابع کنترلی منطقی برای خاموشی راکتور تعریف شود. طی محاسبات، هرگاه مقدار تابع کنترلی از FALSE به TRUE تغییر می‌کند، زمان خاموشی راکتور برابر زمان کنونی مسأله قرار داده می‌شود.

در پارامتر دوم، زمان خاموشی راکتور تعیین می‌شود. اگر کارت DCHSHUT استفاده شود و پارامتر اول حاوی یک مقدار مثبت نباشد، آنگاه تعیین پارامتر TMSHUT ضروری خواهد بود.

۴-۱۱-۲-۲- کارت‌های ورودی محاسبات کل قلب

در این کارت‌ها داده‌های محاسبات گرمای واپاشی کل قلب تعیین می‌شود.

DCHOPERPOW – Reactor Operating Power
Required

(1) **OPRPOW** - Reactor operating power (thermal).
(Type = real, default = none, units = W)

در این کارت، توان عملکرد راکتور قبل از خاموشی تعیین می‌شود. این مقدار در محاسبهٔ موجودی پاره‌های شکافت و توان واپاشی به کار می‌رود.

DCHDECPOW – Decay Power of Nuclides
Optional

(1) **WCTYPE** - Character string of four possible forms:

(1) 'ORIGEN', use summation of default ORIGEN radionuclide decay heats (note that the value will not be affected by changes to elemental decay power tables input on DCHNEMnnmm input records)
(2) 'ANS', use ANS standard calculation
(3) 'CF-nnn', use control function nnn for decay heat (W)
(4) 'TF-nnn', use tabular function nnn as table of whole-core decay heat (W) as function of time since shutdown in seconds

(Type = character * 6, default = 'ORIGEN')

این کارت کاربر را قادر می‌سازد تا محاسبات به کار رفته برای محاسبات گرمای واپاشی کل قلب را تعیین نماید. در این کارت امکان انتخاب یکی از چهار روش محاسبات گرمای واپاشی وجود دارد.

DCHFPOW – Fission Power of Nuclides
Optional

(1) **U235P** - Power due to thermal fission of U-235.
(Type = real, default = 2.2086E9 (PWR), 2.316E9 (BWR), units = W)

(2) **PU239P** - Power due to thermal fission of Pu-239.
(Type = real, default = 1.0598E9 (PWR), 1.1114E9 (BWR), units = W)

(3) **U238P** - Power due to fast fission of U-238.
(Type = real, default = 1.436E8 (PWR), 1.506E8 (BWR), units = W)

در این کارت توان حرارتی کل ناشی از هسته‌های U-235، Pu-239 و U-238 شامل شکافت و واپاشی تعریف می‌شود. این اطلاعات تنها در صورتی‌که پارامتر WCTYPE در کارت DCHDECPOW برابر ORIGEN یا ANS انتخاب شده باشد، استفاده خواهند شد. حالت پیش‌فرض برای این کارت وابسته به نوع راکتور است. این مقادیر پیش‌فرض از اجرای کد SANDIA-ORIGEN با دادن توان‌های متوسط در یک سیکل سوخت تعادلی به دست آمده‌اند. مقدار پیش‌فرض برای توان کل راکتور آب تحت فشار ۳۴۱۲ مگاوات و برای راکتور آب جوشان برابر ۳۵۷۸ مگاوات است. برای راکتورهای متفاوت کاربر باید مستندات مربوط به آن راکتور را بررسی نماید.

DCHOPRTIME – Reactor Operating Time
Optional

OPRTIM - Reactor operating time.
(Type = real, default = 5.05E7, units = s)

در این کارت، زمان تشعشع که مدت زمان انجام شکافت در سوخت راکتور است، تعیین می‌شود. طی این زمان یک نرخ ثابت شکافت فرض می‌شود. مقدار پیش‌فرض پارامتر OPRTIM برابر ۰/۸ × ۲ سال یا ۵۸۴ روز است که برای سازگاری با اجرای ORIGEN با شرایط زمان متوسط داخل قلب برابر ۲ سال برای سوخت در پایان سیکل تعادلی با ضریب ظرفیت ۸۰ درصد، انتخاب شده است. این داده تنها زمانی استفاده می‌شود که پارامتر WCTYPE در کارت DCHDECPOW برابر ANS باشد.

DCHNCPSI – Number of fissions per Initial Fissile Atom
Optional

(1) **PSINC** - Number of Fissions per initial fissile atom.
(Type = real, default = 0.713, units = fissions/atom)

در این کارت ضریب نسبت تعداد شکافت‌ها به اتم‌های شکافای اولیه تعیین می‌شود. این ضریب به عنوان ضریب اصلاح G(t) در رابطهٔ گیراندازی نوترون به کار می‌رود. مقدار پیش‌فرض از اطلاعات کد SANDIA-ORIGEN برای موجودی مواد شکافای نوعی محاسبه شده است و تنها زمانی استفاده می‌شود که پارامتر WCTYPE در کارت DCHDECPOW برابر ANS باشد.

۴-۱۱-۲-۳- ورودی کلاس هسته‌های پرتوزا

این کارت‌ها برای تعیین اطلاعات ورودی محاسبات گرمای واپاشی کلاس هسته‌های پرتوزا به کار می‌روند. گروه‌بندی المان‌ها در کلاس‌های هسته‌های پرتوزا در جدول شماره ۳۲ ارائه شده است. نام‌های معتبر برای ورودی‌های پیش‌فرض در کارت‌های DCHNEMnn00 و DCHCLSnnnm در زیر لیست شده‌اند. تنها مواردی از جدول شماره ۳۲ که بدون پرانتز هستند، دارای جدول‌های گرمای واپاشی در MELCOR هستند.

‘H’, ‘HE’, ‘LI’, ‘BE’, ‘B’, ‘C’, ‘N’, ‘O’, ‘F’, ‘NE’,
‘NA’, ‘MG’, ‘AL’, ‘SI’, ‘P’, ‘S’, ‘CL’, ‘AR’, ‘K’, ‘CA’,
‘SC’, ‘TI’, ‘V’, ‘CR’, ‘MN’, ‘FE’, ‘CO’, ‘NI’, ‘CU’, ‘ZN’,
‘GA’, ‘GE’, ‘AS’, ‘SE’, ‘BR’, ‘KR’, ‘RB’, ‘SR’, ‘Y’, ‘ZR’,
‘NB’, ‘MO’, ‘TC’, ‘RU’, ‘RH’, ‘PD’, ‘AG’, ‘CD’, ‘IN’, ‘SN’,
‘SB’, ‘TE’, ‘I’, ‘XE’, ‘CS’, ‘BA’, ‘LA’, ‘CE’, ‘PR’, ‘ND’,

‘PM’, ‘SM’, ‘EU’, ‘GD’, ‘TB’, ‘DY’, ‘HO’, ‘ER’, ‘TM’, ‘YB’,
‘LU’, ‘HF’, ‘TA’, ‘W’, ‘RE’, ‘OS’, ‘IR’, ‘PT’, ‘AU’, ‘HG’,
‘TL’, ‘PB’, ‘BI’, ‘PO’, ‘AT’, ‘RN’, ‘FR’, ‘RA’, ‘AC’, ‘TH’,
‘PA’, ‘U’, ‘NP’, ‘PU’, ‘AM’, ‘CM’, ‘BK’, ‘CF’, ‘ES’, ‘FM’,
‘WT’ (water) ‘CC’ (concrete)

DCHNEMnn00 – Element Name
$0 \leq$ nn $\leq$ 99, nn is the user-defined element number
Optional

(1) **ELMNAM** - User-input element name. May be a default element or a new name.
(Type = character * 2)

(2) **ELMMAS** - Mass inventory of element ELMNAM in reactor at shutdown.
(Type = real, default = none, units = kg)

این کارت در ارتباط با کارت DCHNEMnnmm است و به کاربر امکان تعریف یک المان جدید یا تعریف مجدد یک المان پیش‌فرض را به منظور محاسبه گرمای واپاشی فراهم می‌کند. اگر کاربر یک المان پیش‌فرض را وارد کند، داده‌های گرمای واپاشی المان تعریف شده توسط کاربر به جای مقادیر پیش‌فرض استفاده خواهد شد. اگر همان المان بیش از یک‌بار تعریف شود، اولین تعریف استفاده و یک پیغام اخطار صادر خواهد شد.

DCHNEMnnmm – Time, Decay Heat Data
$0 \leq$ nn $\leq$ 99, nn is the user-defined element number
$1 \leq$ mm $\leq$ 99, mm is used for ordering the input
Optional

(1) **TIME** - Time after shutdown.
(Type = real, default = none, units = s)

(2) **DCHEAT** - Decay heat power per unit mass for this element at time TIME.
(Type = real, default = none, units = W/kg)

در این کارت زوج پارامترهای مربوط به داده‌های گرمای واپاشی برای المان ELMNAM تعیین می‌شود. پارامتر اول زمان پس از خاموشی و پارامتر دوم توان گرمای واپاشی به ازای واحد جرم در آن زمان است. ممکن است به تعداد دلخواه زوج پارامتر در یک کارت تعیین شوند، اما نباید یک زوج پارامتر در دو کارت شکسته شود. ضروری نیست که زمان‌های واپاشی یک روند صعودی داشته باشند.

DCHCLSnnn0 – Radionuclide Class Name
$0 \leq$ nnn $\leq$ 999, nnn is the class ID number
Optional

(1) **RDCNAM** - User-input class name
(Type = character * 32)

این کارت در ارتباط با کارت DCHCLSnnnm است و به کاربر اجازه می‌دهد یک کلاس جدید را تعریف و یا یک کلاس موجود را بازتعریف نماید. اگر کاربر شماره یک کلاس پیش‌فرض را وارد نماید (کلاس ۱ تا ۱۵)، کلاس تعریف شده توسط کاربر به جای کلاس پیش‌فرض استفاده خواهد شد.

DCHCLSnnnm – Elements in class
$0 \leq$ nnn $\leq$ 999, nnn is the class ID number
$1 \leq$ mm $\leq$ 9, m is used for ordering the input
Optional

(1) **CLSELM** - Name of element in class.
(Type = character * 2)

در این کارت المان‌های کلاس با شماره nnn و نام RDCNAM تعریف می‌شوند. نام این المان‌ها می‌تواند توسط کاربر تعریف شود و یا از نام‌های پیش‌فرض استفاده شود.

DCHDEFCLSm – Default Classes
$0 \leq$ m $\leq$ 9, m is used for ordering the input
Optional (if not input, no default radionuclide classes are defined)

(1) **DEFCLS** - This field can be of two types:

- Integer - default class ID number. Numbers must be in the range from 1 through 15, and can be in any order. This field may be repeated on a record as often as necessary.
(Default = none, units = none)

- Character - ‘ALL’ indicates that all default classes listed in Table 2.1 of the DCH Package Reference Manual are to be used in the calculation.
(Type = character *3)

در این کارت کلاس‌های پیش‌فرض برای استفاده در محاسبات هسته‌های پرتوزا انتخاب می‌شوند. کلاس‌های پیش‌فرض با شمارهٔ ۱ تا ۱۶ در جدول شماره ۳۲ ارائه شده‌اند. یک کلاس پیش‌فرض با یک شماره، تنها یک بار می‌تواند وارد شود.

DCHCLSNORM – Class Decay Heat Normalization Flag

Optional

(1) **CLSNRM** - Class Normalization Flag
'YES' - Normalize class decay heats to whole-core decay heat
'NO' - No normalization
(Type = character* 3, default = 'YES')

این کارت به کاربر امکان نرمالیزه کردن توان گرمای واپاشی کلاس‌های هسته‌های پرتوزا را به توان گرمای واپاشی کل قلب می‌دهد. اگر شاخص نرمالیزه کردن YES باشد، گرمای واپاشی محاسبه شده برای هر کلاس در نسبت جمع همهٔ گرمای واپاشی کلاس‌ها به گرمای واپاشی کل قلب ضرب خواهد شد. بنابراین، جمع توان‌های واپاشی همهٔ کلاس‌ها برابر توان واپاشی کل قلب خواهد بود.

اگر توان کل قلب از مدل ORIGEN استفاده شود، جمع توان‌های کلاس‌ها شامل اثرات ضرایب حساسیت ۳۲۱۰ و ۳۲۱۱ مجدداً به مجموع توان‌های کلاس‌ها قبل از لحاظ این ضرایب حساسیت، نرمالیزه خواهد شد.

در بستهٔ DCH کارت ورودی برای بخش وجود ندارد.

۴-۱۱-۳- ضرایب حساسیت بستهٔ DCH

ضرایب حساسیت برای مدل‌های بستهٔ DCH با شماره‌های ۳۲۰۰ تا ۳۲۹۹ تعیین می‌شوند. در این بخش ضرایب حساسیت لیست می‌شوند. توضیحات بیشتر در مرجع [۱] ارائه شده است.

3200 – Multiplier for ANS decay heat curve

3201 – Energy per Fission for Nuclides

3202 – Times for ANS decay heat power tables

3203 – Decay heat powers for ANS decay heat curve

3204 – Neutron capture correction factors for ANS decay heat curve

3205 – Parameters for actinide decay heat calculation

3210 – Multiplier for all ORIGEN elemental decay heat curves

3211 – Multipliers for individual ORIGEN elemental decay heat curves

3212 – Fraction of fuel equilibrium cycle elapsed

۴-۱۱-۴- متغیرهای قابل رسم و آرگومان‌های توابع کنترلی در بستهٔ DCH

متغیرهایی که در بستهٔ DCH ممکن است برای رسم شکل (p) و آرگومان‌های توابع کنترلی (c) استفاده شوند، در جدول شماره ۳۳ ارائه شده‌اند.

جدول شماره ۳۳: متغیرهای قابل رسم و آرگومان‌های توابع کنترلی در بستهٔ DCH

Parameter	Type	Description (Unit)
DCH-COREPOW.0	cp	Whole-core decay heat power. (W)
DCH-CLSPOW.n	cp	Decay heat power per unit mass for radionuclide class n. (W/kg)
DCH-TOTCLSPOW.0	cp	Total decay heat power for all radionuclide classes. (W)

۴-۱۱-۵- نمونهٔ ورودی بستهٔ DCH

مثال‌های ورودی زیر، شامل یک سری داده‌های گرمای واپاشی پیش‌فرض است و شامل سه بخش است: بخش عمومی، بخش کل قلب و کلاس‌های هسته‌های پرتوزا است.

۴-۱۱-۵-۱- ورودی عمومی

```
* REQUEST PWR DEFAULT REACTOR POWER AND
* RADIONUCLIDE INVENTORIES
*
DCHREACTOR      PWR
*
* SET REACTOR SHUTDOWN TIME TO DEFAULT - 0.0 S, NO SHUTDOWN FUNCTION.
*
DCHSHUT     0     0.0
```

۴-۱۱-۵-۲- ورودی کل قلب

```
* SELECT ANS DECAY CURVE FOR WHOLE-CORE DECAY HEAT
*
DCHDECPOW ANS
*
* SET REACTOR OPERATING TIME TO DEFAULT - 0.8 * 2 YEARS
*
DCHOPRTIME 5.05E7
*
* SET TOTAL REACTOR FISSION POWER DUE TO:
* U-235 2208.6 MW (DEFAULT FOR PWR)
* PU-239 1059.8 MW (DEFAULT FOR PWR)
* U-238 143.6 MW (DEFAULT FOR PWR)
*
DCHFPOW     2.2086E9    1.0598E9    1.436E8
*
* SET PSI IN NEUTRON CAPTURE CORRECTION EQUATION TO DEFAULT
*
DCHNCPSI    0.713
*
```

```
* ANS DECAY HEAT SENSITIVITY COEFFICIENTS
*
* SET ANS MULTIPLIER TO DEFAULT
SC00001     3200    1.00     1
* SET ENERGY PER FISSION FOR U-235 DEFAULT - 199 MEV/FISSION
SC00002     3201    199.0    1
* SET ENERGY PER FISSION FOR PU-239 DEFAULT - 210.2 MEV/FISSION
SC00003     3201    210.2    2
* SET ENERGY PER FISSION FOR U-238 DEFAULT - 199.3 MEV/FISSION
SC0004      3201    199.3    3
* SET TIME AT WHICH DECAY HEAT POWER AND NEUTRON
* CAPTURE CORRECTION FACTOR GIVEN - FIRST POINT ONLY
* TIME = 0.0 S AFTER SHUTDOWN
SC0005      3202    0.0      1
* SET DECAY HEAT POWER FOR U-235 AT FIRST TIME POINT -
* DEFAULT = 13.18 MEV/FISSION
SC0006      3203    13.18    1    1
* SET DECAY HEAT POWER FOR PU-239 AT FIRST TIME POINT -
* DEFAULT = 10.93 MEV/FISSION
SC0007      3203    10.93    1    2
* SET DECAY HEAT POWER FOR U-238 AT FIRST TIME POINT -
* DEFAULT = 16.23 MEV/FISSION
SC0008      3203    16.23    1    3
* SET NEUTRON CAPTURE CORRECTION FACTOR GMAX AT FIRST TIME POINT
* DEFAULT = 1.02
SC0009      3204    1.02     1
*
* SET PARAMETERS FOR ACTINIDE DECAY HEATS
*
* ATOMS OF U-239 PRODUCED PER SECOND PER FISSION PER SECOND, DEFAULT
SC00010     3205    0.54     1
* ENERGY FROM DECAY OF U-239 ATOM - MEV
SC00011     3205    0.474    2
* ENERGY FROM DECAY OF NP-239 ATOM - MEV
SC00012     3205    0.419    3
* DECAY CONSTANT FOR U-239 - INVERSE SECONDS
SC00013     3205    4.91E-4  4
* DECAY CONSTANT FOR NP-239 - INVERSE SECONDS
SC00014     3205    3.41E-6  5
```

۴-۱۱-۵-۳- ورودی کلاس‌های هسته‌های پرتوزا

```
* DEFINE NEW ELEMENTS
* NEW ELEMENT XX
*
*            NAME    MASS (KG)
DCHNEM0100    XX     0.100
*            TIME (S) DECAY HEAT (W/KG)
DCHNEM0101    0.0          10.0
DCHNEM0102    5.0          0.01
*
* NEW ELMENT YY
*
DCHNEM0200    YY       9.900
DCHNEM0201    0.0      0.1
DCHNEM0202    10.0    0.01
```

```
DCHNEM0203   100.0 0.001
*
* ********** DEFINE CLASSES **********
*
* DEFINE CLASS 17 – NEW ELEMENT XX
*
DCHCLS0170    'FIRST NEW CLASS'
DCHCLS0171    XX
*
* DEFINE CLASS 18 – NEW ELEMENTS YY AND XX
*
DCHCLS0180    'SECOND NEW CLASS'
DCHCLS0181    YY    XX
*
* DEFINE CLASS 19 – NEW ELEMENT YY + DEFAULT ELEMENT PM
*
DCHCLS0190    'THIRD NEW CLASS'
DCHCLS0191    YY    PM
*
* SELECT ALL DEFAULT CLASSES
*
DCHDEFCLS0   ALL
*
* SET ORIGEN SENSITIVITY COEFFICIENTS
*
* SET MULTIPLIER FOR ALL ORIGEN DATA TO 1.0
SC00015    3210   1.0   1
* SET MULTIPLIER FOR BROMINE TO 1.0
SC00016    3211   1.0   3
*
* SET FRACTION OF FUEL EQUILIBRIUM ELAPSED – DEFAULT = END OF CYCLE
*
SC00017    3212   1.0   1
* TO NORMALIZE CLASS DECAY HEATS TO WHOLE-CORE DECAY HEAT,
* INPUT NEXT CARD
* DCHCLSNORM YES
```

در این ورودی لازم است به این نکته توجه شود که اگرچه المان‌های XX، YY و PM هر کدام در دو کلاس وجود دارند (PM در کلاس پیش‌فرض ۹ نیز قرار دارد.) ولی این به این معنی نیست که گرمای واپاشی آنها دوبار حساب شود. هر جرمی که ناشی از محاسبات در بستهٔ RN هر یک از کلاس‌ها حاضر است، یک توان ویژه (W/kg) برای مخلوط المانهای خود متناسب با موجودی خود در هنگام خاموشی خواهد داشت. بنابراین، هر جرمی در کلاس ۱۷ توان ویژهٔ المان XX را خواهد داشت، درحالی که جرم در کلاس ۱۷ یک توان ویژه مربوط به مخلوط با 0.1/(0.1+9.9) جزء با جرم XX و 9.9/(0.1+9.9) جزء جرم YY خواهد داشت. در نهایت هر جرمی در کلاس ۱۸ به عنوان مخلوطی از المان‌های YY و PM با نسبت ۹/۹ کیلوگرم از YY به ۹/۸۹۴۸ کیلوگرم از PM لحاظ می‌شود.

۴-۱۲- بستهٔ RN

در بستهٔ RN، رفتار ذرات معلق و بخار پاره‌های شکافت، انتشار از میلهٔ سوخت و آوار قلب، دینامیک ذرات معلق (چگالش و تبخیر)، رسوب بر روی سطوح سازه‌های حرارتی، انتقال از طریق مسیرهای جریان و برداشت توسط سیستم‌های ایمنی مهندسی مورد بررسی قرار می‌گیرد. شرایط مرزی برای مدل‌های مختلف بستهٔ RN، از سایر بسته‌های کد MELCOR به‌دست می‌آید: شرایط سیال از بستهٔ CVH، دمای سوخت و آوار از بسته‌های COR و CAV و همچنین دمای سطح ساختار از بستهٔ HS محاسبه می‌شود. تغییراتی که در بستهٔ RN نسخه ۱,۸,۶ نسبت به نسخه‌های قبلی آن اعمال شده است به‌اختصار عبارتند از:

۱. نرمالیزه‌کردن موجودی هسته‌های پرتوزا (جرم اولیه دسته ۱۰ عناصر رادیواکتیو در جدول شماره ۳۲)،
۲. توسعه مدل انتشار CORSOR-Booth،
۳. استفاده از مدل‌های بیشتری برای بررسی انتشار هسته‌های پرتوزا،
۴. انعطاف‌پذیری بیشتر مدل فیلتر ذرات معلق،
۵. محاسبه دقیق‌تر ضرایب ذرات معلق در مدل‌های کد MAEROS،
۶. استفاده از متغیرهای جدید در تعریف آرگومان‌های توابع کنترلی.

ورودی‌های بستهٔ محاسباتی RN به صورت کلی شامل موارد زیر می‌باشد:

- پارامترهای کلی شامل دسته‌بندی مواد و مدل‌ها،
- تعریف موجودی اولیه هسته‌های پرتوزا،
- تعریف پارامترهای مدل انتشار هسته‌های پرتوزا،
- پارامترهای مدل‌سازی ذرات معلق و مدل‌های چگالش و تبخیر،
- تعریف پارامترهای توزیع گرمای واپاشی،
- پارامترهای مدل استخر ید و سیستم‌های ایمنی.

جرم کلی ذرات معلق در واحد حجم، نرخ برداشت ذرات معلق توسط سیستم‌های ایمنی، نرخ چگالش و یا تبخیر آب از ذرات معلق و همچنین محاسبه غلظت ید در فضا از جمله خروجی‌های محاسبات بستهٔ RN می‌باشد. سایر خروجی‌ها و نتایج مدل‌ها در توضیحات هر مدل ذکر گردیده است.

موادی که در کتابخانه این بسته گنجانده شده‌اند، باتوجه به خواص شیمیایی مشابه، به گروه‌هایی دسته‌بندی شده‌اند. به طور پیش‌فرض ۱۶ گروه مواد در بستهٔ RN درنظرگرفته شده است (جدول شماره ۳۲ در بستهٔ DCH) که باتوجه به خواص زیر توصیف می‌شوند:

- نرخ‌های انتشار قلب،
- وزن‌های مولکولی،
- فشار بخار،
- ضریب پخش بخار،
- گرمای واپاشی.

۴-۱۲-۱- انتشار هسته‌های پرتوزا

فرآیند انتشار هسته‌های پرتوزا ممکن است از سوخت، فاصلهٔ گازی بین غلاف و سوخت و همچنین از مواد موجود در چاهک راکتور رخ دهد. قبل از شکست غلاف، هسته‌های پرتوزای منتشرشده از سوخت، به فاصله گازی بین غلاف و سوخت منتقل می‌شوند و در صورت شکست غلاف به فضای حجم‌های کنترل که به صورت کانال و یا مسیر فرعی بر اساس جدول شماره ۳۴ برای هر سلول تعریف شده‌اند، منتقل می‌شوند. برای انتشار هسته‌های پرتوزا از ترکیبات سوخت، سه مدل CORSOR، CORSOR-M و CORSOR-Booth در نظر گرفته شده است.

جدول شماره ۳۴: نوع حجم کنترل تعریف‌شده جهت انتشار هسته‌های پرتوزا

Core Component	RN Release Volume
Intact:	
Fuel	Channel
Cladding	Channel
Control Rods	Bypass
Canisters	Split Equality Between Channel and Bypass
Conglomerate Debris:	
Refrozen on Cladding	Channel
Refrozen on Control Rods	Bypass
Refrozen on Canisters	Channel
Particulate Debris:	
All	Channel

پس از شکست غلاف، فرآیند انتشار هسته‌های پرتوزا در فاصلهٔ گازی بین سوخت و غلاف رخ می‌دهد. اگر دمای غلاف از معیار تعیین‌شده تجاوز کند و یا هندسهٔ غلاف سالم در اثر اکسیدشدن و یا انجماد مذاب، دستخوش تغییر شود، آنگاه فرض می‌شود شکست در غلاف رخ داده است. به منظور مدل‌سازی انتشار هسته‌های پرتوزا از چاهک راکتور در اثر واکنش مواد مذاب قلب و بتن نیز مدل VANESA به صورت هم‌بسته با CORCON مورد استفاده قرار می‌گیرد.

۴-۱۲-۲- دینامیک ذرات معلق

پاره‌های شکافت منتشرشده از سوخت در اثر یک حادثه در راکتورهای آب سبک ممکن است منجر به تولید ذرات معلق شوند. سایر پدیده‌ها مانند واکنش آوار قلب و بتن، جوشش استخری، گرمایش مستقیم محفظهٔ ایمنی و آسیب قلب نیز ممکن است سبب تولید ذرات معلق شوند. محاسبات انباشتگی و رسوب ذرات معلق در کد MELCOR مبتنی بر کد محاسباتی MAEROS است. مدل دینامیک ذرات معلق بستهٔ RN قابلیت شبیه‌سازی فرآیندهای زیر را دارد:

- چشمه‌های ذرات معلق از سایر بسته‌های محاسباتی (مانند انتشار از میله‌های سوخت و یا انتشار در اثر واکنش آوار قلب و بتن)،
- چگالش آب و پاره‌های شکافت بر ذرات معلق و یا تبخیر از آن،
- انباشتگی ذره که به موجب آن دو ذره با هم برخورد کرده و تشکیل یک ذره بزرگتر دهند،
- رسوب ذره بر روی سطوح و یا ته‌نشینی از طریق مسیرهای جریان به درون حجم‌های کنترل پایین‌تر،
- جابجایی ذرات معلق بین حجم‌های کنترل توسط جریان‌های سیال حجمی،
- برداشت ذرات معلق توسط سیستم‌های ایمنی مهندسی.

۴-۱۲-۲-۱- توزیع جرم و اندازه ذره

به منظور محاسبه توزیع اندازه ذرات معلق، مدل‌های انباشتگی و رسوب MAEROS به کار می‌روند. برای محاسبه جرم کلی ذرات معلق در واحد حجم سیال باید ضرایب انباشتگی، برداشت یا رسوب، چشمه‌ها و نیز ضریب تبدیل گاز به ذره یا همان تبخیر و چگالش، تعیین شوند. هریک از این ضرایب با توجه به مدل‌های مربوطه، به‌دست آمده و برای محاسبه جرم به کار می‌روند. فرآیندهای مدل انباشتگی به کار رفته عبارتند از:

- رسوب گرانشی،
- پخش براونی[۱]،
- انباشتگی مغشوش با استفاده از نیروهای اینرسی و برشی.

فرض اساسی در فرآیند انباشتگی این است که انباشتگی هم‌زمان سه ذره و یا بیشتر از آن قابل چشم‌پوشی است.

[۱] - Brownian diffusion

رسوب، فرایند دیگری است که در مورد ذرات معلق بررسی می‌شود. ذرات معلق می‌توانند به طور مستقیم بر روی سازه‌های حرارتی و سطح استخرهای آب رسوب کنند. ذرات معلق همچنین می‌توانند از طریق سطوح مسیر جریان[۱] از یک حجم کنترل به حجم دیگری منتقل شوند. درنهایت ذرات معلق می‌توانند انباشته شده و بزرگتر شوند. فرض می‌شود که ذرات معلق بلافاصله بر روی سطح استخرهای آب و یا سطوح سازه‌های حرارتی افقی رسوب کرده و یا از یک حجم به حجم دیگر ته‌نشین شوند. فرآیند رسوب ذرات معلق در کد MELCOR به چهار روش مدل می‌شود:

- رسوب گرانشی. برای حجم‌های کنترل بزرگ مانند حجم‌هایی که برای شبیه‌سازی محفظهٔ ایمنی به کار می‌رود، رسوب گرانشی معمولاً مکانیزم غالب است. پخش ذره نیز برای فرآیندهای رسوب کم اهمیت در نظر گرفته می‌شود. رسوب گرانشی تنها برای سطوح رو به بالا (مانند کف، سطح استخرهای آب) و مسیرهای جریان رو به حجم‌های کنترل پایین‌تر به کار می‌رود. برای سطوح رو به پایین (مانند سقف) این مکانیزم از طریق سایر روش‌های رسوب مدل می‌شود. پارامتری که از این طریق تعیین می‌شود، سرعت رسوب با توجه به مدل‌های مختلف می‌باشد.
- پخش براونی به سطح.
- حرکت ذرات مایع در اثر حرارت[۲]. در این مکانیزم رسوب ذرات معلق در نتیجهٔ اعمال نیرو بر ذرات معلق توسط گرادیان‌های دمایی در تودهٔ گاز[۳] رخ می‌دهد.
- حرکت ذرات مایع در اثر پخش[۴]. هنگامی‌که آب بر روی سطح یک ساختار چگالیده می‌شود و یا از آن تبخیر شود، گرادیان‌های ترکیب گاز مجاور بر رسوب ذرات معلق روی سطح تأثیر می‌گذارد. عواملی سبب ایجاد این گرادیان‌ها می‌شوند. عامل اول، شار مولی خالص گاز به سمت سطح درحال چگالش و یا از سطح درحال تبخیر است، که معمولاً جریان استفان[۵] نام دارد و میل به حرکت ذرهٔ معلق با گاز دارد. دومین عامل، اختلاف در مومنتوم منتقل‌شده از طریق برخوردهای مولکولی در جهت‌های معکوس ذره است که میل به حرکت ذره در جهت کاهش غلظت دارد. این شرایط، منجر به حرکت ذرات مایع در اثر پخش می‌شوند.

۱ - Flow through
۲ - Thermophoresis
۳ - Bulk gas
۴ - Diffusiophoresis
۵ - Stefan flow

در محاسبات کد MELCOR، پارامتر سرعت با توجه به چهار مکانیزم فوق محاسبه شده و مجموع این سرعت‌ها به محاسبه نرخ برداشت ذرات معلق منتهی می‌شود. در محاسبات کد MAEROS، روش رانگ کوتا برای حل عددی معادلات دینامیک ذرات معلق به کار می‌رود ولی معادلات کد MELCOR با استفاده از روش صریح اویلر[۱] حل می‌شوند.

۴-۱۲-۲-۲- چگالش و تبخیر

پاره‌های شکافت به همراه آب می‌توانند در ذرات معلق، بر روی سطوح سازه‌های حرارتی و یا درون استخرهای آب، چگالیده شوند و یا از آنها تبخیر گردند. در کد MELCOR دو روش برای چگالش و تبخیر ذرات معلق آب وجود دارد. مدل اصلی که از اثرات قابل رؤیت سیال[۲] بر ذرات معلق، کشش سطحی و همچنین اثرات حرکت آزاد مولکولی صرف‌نظر می‌کند و مدل دوم که با جزئیات بیشتر است، همهٔ اثرات فوق را در نظر می‌گیرد. در مدل اول نرخ رشد ذرهٔ معلق منفرد در اثر چگالش، با استفاده از معادلهٔ میسون به دست می‌آید و سپس جرم کلی آب چگالیده‌شده، محاسبه می‌شود. مدل دوم در کد MELCOR مبتنی بر معادله میسون است که پخش مولکول‌های بخار آب به سطح یک ذرهٔ معلق و هدایت گرمای نهان تبخیر از ذره به فضای حجمی را توصیف می‌کند. در این مدل، اثرات انحلال‌پذیری (هیدروسکوپیک)، اثرات کلوین (کشش سطح) و نیز اثرات پیوستگی (حرکت آزاد مولکولی) بررسی می‌شود. با استفاده از معادلهٔ میسون، نرخ چگالش و یا تبخیر آب بر روی یک ذرهٔ معلق محاسبه می‌شود. برای حل این معادله از روش ضمنی تفاضل رو به عقب[۳] استفاده شده است.

چگالش بخارهای پاره‌های شکافت به سطح سازه‌های حرارتی، سطوح استخر و ذرات معلق و یا تبخیر از آنها نیز با استفاده از معادلات ساده‌ای که در کد TRAP-MELT2 وجود دارد، ارزیابی می‌شود. جرم بخار پاره‌های شکافت در فضای حجم کنترل و مقدار جرم چگالیده بر سطوح سازه‌های حرارتی و ذرات معلق توسط معادلات نرخ مبتنی بر مساحت سطح، ضریب انتقال جرم، غلظت فضا و غلظت‌های اشباع بخار در دمای سطوح تعیین می‌شوند.

۴-۱۲-۲-۳- مدل‌های ESF

در کد MELCOR مدل‌هایی برای برداشت هسته‌های پرتوزا از طریق شستشو در استخر، گیراندازی توسط فیلترها و همچنین شست‌وشو توسط اسپری‌ها گنجانده شده است.

- مدل شست‌وشو در استخر مبتنی بر کد SPARC-90 بوده و برداشت ذرات معلق و بخارهای ید و همچنین رفتار بخار ید ارگانیک (CH_3I) را مورد بررسی قرار می‌دهد.

---
۱ - Explicit Euler
۲ - Hydroscope
۳ - Implicit backward difference

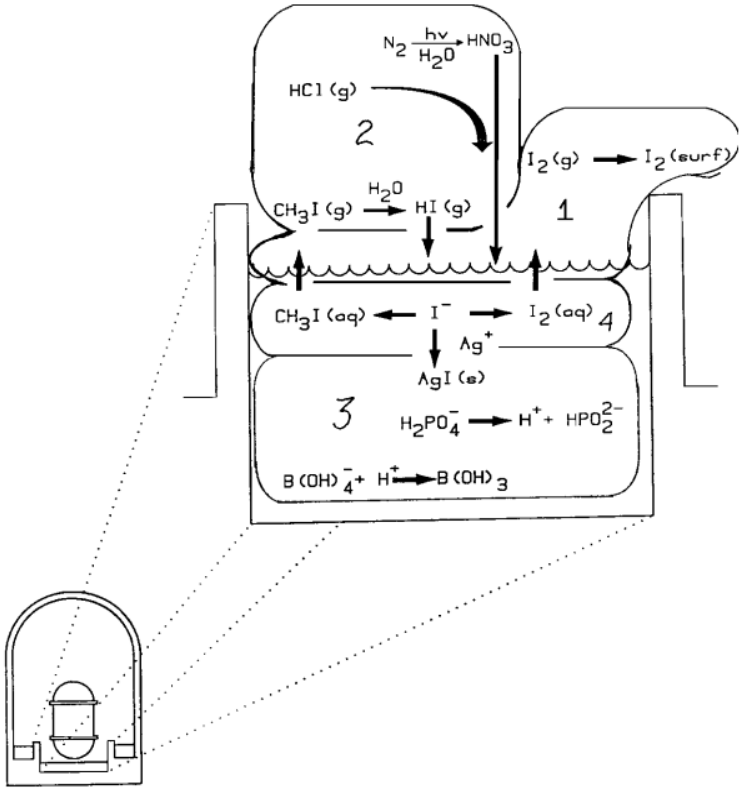
- برای مدل‌سازی فیلترها در کد MELCOR یک مدل ساده استفاده می‌شود. هنگامی‌که ذرات معلق و بخارها از طریق مسیرهای جریان منتقل می‌شوند، کسری از مواد ممکن است توسط عملکرد فیلترها در مسیر جریان برداشت شود. توجه شود که هر ذرهٔ معلق و یا بخار پاره شکافت توسط یک فیلتر مجزا برداشت می‌شود.
- مدل اسپری محفظهٔ ایمنی نیز مشابه کد HECTR است. بستهٔ SPR که رفتار ترموهیدرولیکی مرتبط با سیستم‌های اسپری را بررسی می‌کند، به منظور محاسبهٔ شست‌وشوی ذرات معلق و یا آلودگی‌زدایی اتمسفر توسط اسپری‌ها، با بستهٔ RN کوپل شده است. در مدل اسپری بستهٔ SPR فرض می‌شود که قطرات اسپری به صورت کروی و هم‌دما بوده و با توجه به سرعت نهایی‌شان به فضای محفظهٔ ایمنی سقوط می‌کنند. برداشت حرارت از قطرات و خنک‌سازی در محیط بخار، با استفاده از رابطه ضریب انتقال حرارت جابجایی اجباری مدل می‌شود. تبخیر و چگالش نیز با استفاده از رابطه ضریب انتقال جرم محاسبه می‌شود.

۴-۱۲-۲-۴- مدل استخر ید

انتشار ید پرتوزا در نتیجهٔ حادثهٔ آسیب قلب در یک راکتور هسته‌ای به عنوان یک اصل اساسی در ایمنی راکتور و تحلیل پیامدهای آن بشمار می‌آید. مدل استخر ید برای درک رفتار شیمیایی ید به منظور پیش‌بینی فاکتورهای تأثیرگذار بر غلظت ید در فضا توسعه یافته است. مطابق شکل ۲۵، چهار سطح مدل‌سازی با این مدل در ارتباط هستند:

۱. سطح ۱، انتقال نمونه‌های ید در طول دیواره‌ها، توده گاز و استخر را نشان می‌دهد. این بخش از مدل به طور مستقیم با حل ضریب انتقال جرم درون سلولی (مشابه TRAP-MELT) سروکار دارد و برای تعیین غلظت شیمیایی و فیزیکی نمونه‌های ید با استفاده از واکنش‌های جنبشی و درنهایت تعیین نرخ انتقال به کار می‌رود.
۲. سطح ۲، درواقع بخش فضای محفظهٔ ایمنی در مدل است و تشکیل پرتوکافت[۱] اسیدها و فرونشانی فاز گازی و تشکیل نمونه‌های ید را بررسی می‌کند. نمونه‌های ید از طریق استخر، سطوح ساختاری و سلول‌های مجاور به فضای سلول افزوده می‌شوند.
۳. سطح ۳، با غلظت یون هیدروژن مرتبط است و اثرات اسیدها بر استخر و نیز برداشت ید ناشی از نقره را بررسی می‌کند. بنابراین می‌توان گفت این مدل نمی‌تواند اثرات سایر موادی را که ممکن است در استخر وجود داشته باشند (از جمله کادمیم، آهن، اورانیوم و لجن[۲] کف استخر)، مورد بررسی قرار دهد.
۴. سطح ۴ به عنوان مدل شیمی ید آبی مرسوم است. معادلات تعادل ید، هیدروژن، اکسیژن، کربن، آهن و الکترون از این طریق مدل می‌شود.

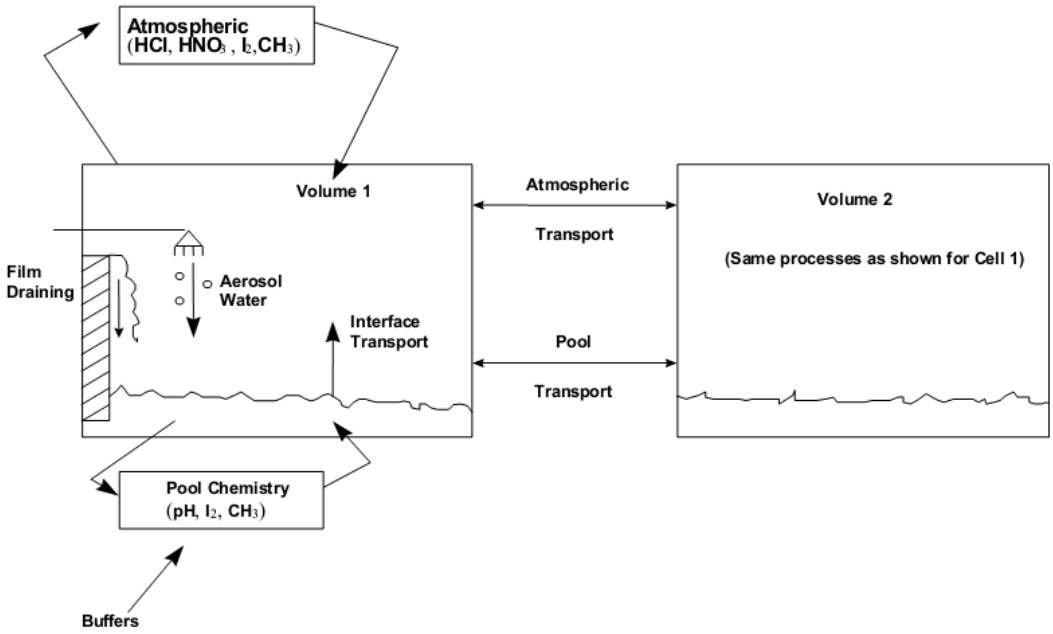
[۱] - Radiolytic
[۲] - Sludge



شکل ۲۵: طرح شماتیک تغییر شکل ید در محاسبات MELCOR

در کد MELCOR، فرآیندهای انتقال درون‌سلولی (مانند چگالش و رسوب ذرات معلق در یک حجم) تحت عنوان انتقال درون‌سلولی مواد در نظر گرفته می‌شود (به عنوان مثال انتقال نقره و ید از سیستم خنک‌کننده راکتور به محفظهٔ ایمنی). مدل شیمی ید می‌تواند به عنوان انتقال درون‌سلولی درنظرگرفته شود. فرآیندهای مدل ید بر توزیع ید در طول استخر، فضا و سازه‌های حرارتی در حجم‌های کنترل مختلف اثر می‌گذارد. در راکتورهای آب فشرده پس از اینکه مخلوط آب و هسته‌های پرتوزا از طریق رسوب یا فعالیت اسپری‌ها از محفظهٔ ایمنی برداشت شوند و درون استخر آب[۱] کف محفظه قرار گیرند، توزیع ید در میان استخر، حجم آزاد محفظهٔ ایمنی و دیواره‌ها رخ می‌دهد. در راکتورهای آب جوشان نیز پس از اینکه هسته‌های پرتوزا در سلول تر[۲] واقع شوند، توزیع ید در میان استخر مهار فشار[۳]، فضای بخار بالای آن و دیواره‌های سلول تر صورت می‌پذیرد. شکل ۲۶ رابطه بین مدل‌های ید و محاسبات کد MELCOR را نشان می‌دهد. حجم ۱ و ۲، حجم‌های کنترل هیدرودینامیکی در کد MELCOR می‌باشند. حجم ۱ شامل شستشوی ذرات معلق از فضا توسط اسپری‌ها، رسوب ذرات معلق به سطوح ساختاری از طریق تخلیه فیلم‌های آب به درون استخر و همچنین انتقال فصل مشترک بین استخر و فضا می‌باشد.

۱ - Sump
۲ - Wet well
۳ - Pressure suppression pool



شکل ۲۶: ارتباط بین مدل استخر ید و محاسبات MELCOR

در مدل استخر ید، هفت زیرمدل اصلی وجود دارد که عبارتند از:

۱. تولید اسید و انتقال به سمت دیواره‌ها و استخر. نرخ تشکیل اسید نیتریک و اسید هیدروکلریک در فضا با استفاده از پرتوکافت و همچنین نرخ ته‌نشین‌شدن آنها در فیلم‌های آب با استفاده از معادله انتقال جرم از این طریق محاسبه می‌شود.
۲. محاسبه pH استخر به وسیله تخمین غلظت یون هیدروژن.
۳. مدل ید - نقره. باتوجه به اینکه نقره موجود در استخر می‌تواند عمل گیراندازی ید را انجام دهد، این مدل کسر ثابتی از نقره موجود در استخر را جهت واکنش با ید و تشکیل رسوب AgI درنظر می‌گیرد.
۴. شیمی استخر آبی ید. این مدل یک مدل نیمه مکانیکی است که شامل اثرات پرتوکافت، جذب ید توسط نقره، یون‌های فلزی و حفاظ‌های[۱] پایه اسیدی می‌باشد.
۵. انتقال جرم استخر - فضا. یکی از ویژگی‌های استخر که توسط مدل شیمی آبی تعیین می‌شود، تبادل جرمی ید و متیل ید با فضا است. در این صورت نرخ انتقال جرم بین استخر و فضا براساس ضریب انتقال جرم و ضریب تفکیک ید به دست می‌آید.

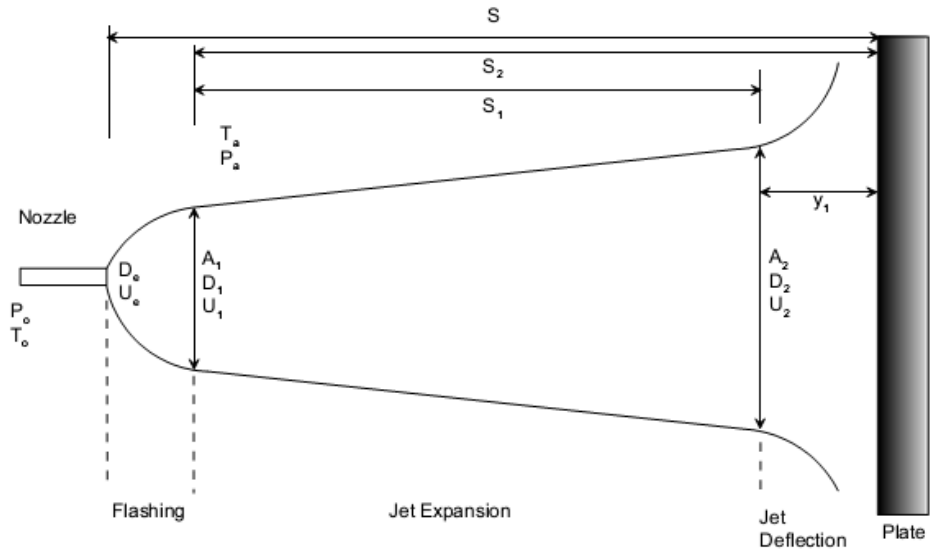
[۱] - Buffer

۶. شیمی پرتوکافت اتمسفریک ید و بازترکیب آن. تجزیه پرتوکافت همگن ترکیبات ید و واکنش‌های بازترکیب متعاقب آن در این مدل در نظر گرفته می‌شود. علاوه براین، کاهش اتمسفریک ید از طریق واکنش با هیدروژن و اوزون و همچنین کاهش پرتوکافت آن، بررسی می‌شود. نرخ تلفات حرارت از طریق این دو واکنش و تعیین غلظت ید، نتیجه محاسبات این مدل است.

۷. رسوب ید موجود در فضا بر روی دیواره‌ها. ترکیبات ید در فضا می‌توانند بر روی سطوح خشک دیواره رسوب کنند. این فرآیند از طریق یک مدل فیزیکی جذب سطحی - واجذب مشابه کد LIRIC صورت می‌پذیرد.

علاوه بر موارد فوق، مدل‌های زیر نیز در بستهٔ RN در نظر گرفته شده است:

- مدل شیمی پاره‌های شکافت،
- مدل جذب شیمیایی بر سطح - ضریب جذب جرمی و نرخ جذب شیمیایی توسط این مدل محاسبه می‌شود.
- مدل برخورد جت آب درحال تبخیر آنی - این مدل به منظور توصیف برخورد یک جت آب درحال تبخیر آنی به یک صفحه، توسعه یافته است. جت آب که در فشاری پایین‌تر از فشار ورودی، به حجم کنترل وارد می‌شود به طور آنی تبخیر شده و سپس منبسط می‌شود (شکل ۲۷). در محاسبات این مدل، سرعت ورود آب (U_e)، سرعت جت در فشار تعادلی (U_1) و همچنین قطر جت در نقطه انحنا (D_2) تعیین می‌شوند.



شکل ۲۷: مدل جت آب در بستهٔ RN

۴-۱۲-۳- ورودی بخش MELGEN بستهٔ RN

ورودی این بسته حاوی قسمت‌های متعدد و کارت‌های زیادی است که بدلیل زیاد بودن حجم مطالب، در این بخش توضیحات برخی از آنها به صورت کلی ارائه شده است. برای مطالعه بیشتر به مرجع [۱] مراجعه شود.

۴-۱۲-۳-۱- کارت‌های اطلاعات عمومی

در کارت‌های اطلاعات عمومی، ابعاد، گزینه‌ها و نگاشت‌هایی که ساختار و چارچوب مدل‌های بستهٔ RN را کنترل می‌کنند، تعیین می‌شوند.

RN1000 Record – Activates RN Package

RN1001 Record – Dimension Record

RN1002 Record – Activates Hygroscopic Model

RN1003 Record – Additional array dimensions

RN2001 Record – Convection option switch.

RN1DCHNORM - Class Normalization Record

RNCRCLXX Records – Core Material to RN Class Map

RNCLVNXX Records – RN Class to VANESA Group Map

RNVNCLXX Records – VANESA Group to RN Class Map

۴-۱۲-۳-۲- کارت‌های موجودی اولیهٔ هسته‌های پرتوزا

موجودی اولیهٔ هسته‌های پرتوزا در قلب، چاهک و حجم‌های کنترل در این کارت‌ها تعیین می‌شود. این اطلاعات مقدار گرمای واپاشی در قلب و چاهک و در محل انتشار آنها، گرمای واپاشی تولید شده از ذرات معلق تولید شده از قلب و چاهک را تعیین می‌کند. اگر این اطلاعات وارد نشوند، گرمای واپاشی از مواد آزاد شده از قلب و یا چاهک وجود نخواهد داشت. گرمای واپاشی برای جرم‌های هسته‌های پرتوزا و از چشمه‌های وابسته به کسرهای پرتوزای تعیین شده تولید می‌شود. اگر بستهٔ RN فعال نباشد، مقدار کل گرمای واپاشی محاسبه شده توسط بستهٔ توان گرمای واپاشی (DCH) بین قلب و چاهک بر اساس مقدار سوخت در هر یک تقسیم می‌شود.

RNFPNijjXX Records – Initial Core Fuel and Cavity Radionuclide Inventories

RNGAPijjXX Records – Initial Fuel-Cladding Gap Inventory Fractions

RNAGXXX Records – Initial Aerosol Masses in Atmosphere

RNALXXX Records – Initial Aerosol Masses in Pool

RNVGXXX Records – Initial Fission Product Vapor Masses in Atmosphere

RNVLXXX Records – Initial Fission Product Vapor Masses in Pool

۴-۱۲-۳-۳- پارامترهای مدل انتشار

پارامترهای انتشار شامل مدل انتشار قلب، تعیین کلاس‌های سزیم برای مدل انتشار CORSOR-Booth، دمای انتشار گپ و پارامترهای ترکیب کلاس‌ها در انتشار است.

RNFP000 Record – Core Release Model

RN1BOOTH00 – Identification of Cs class(es) for the CORSOR-Booth release model

RN1BOOTHxx – Identification of classes associated with “alternate” fuel

RNGAPijj00 Record – Gap Release Temperature

RNCLSNNXX Records – Parameters for Class Combination at Release

۴-۱۲-۳-۴- پارامترهای مدل‌سازی ذرات معلق

پارامترهای انتخاب ذرات معلق، ضرایب محاسباتی، شرایط ضرایب ذرات معلق، ثابت‌های دینامیک ذرات، نگاشت کلاس‌های مواد و اجزای ذرات معلق، سطوح رسوب هسته‌های پرتوزا، جریان عبوری از میان سطوح انتقال بین حجم‌ها، چشمه ذرات معلق و پارامترهای معلق شدن مجدد ذرات در این بخش تعیین می‌شوند.

RN1100 Record – Aerosol Sectional Parameters

RNACOEF Record – Aerosol Coefficients

RNPT000 Record – Conditions for Aerosol Coefficients

RNCFXXX Record Series – Aerosol Coefficient Input

RNCFDS Record

RNCFPT Record

RNCFXXX Records

RNMS000 Record – Miscellaneous Aerosol Dynamics Constants

RNCCXXX Records – Class/Component Map

RNDSXXX Records – Radionuclide Deposition Surfaces

RNSETXXX Records – Flow-through Areas for Intervolume Transport

RNASXXX Records – Aerosol Source Records

RNARXXX Records – Aerosol Resuspension Parameters

۴-۱۲-۳-۵- مدل‌های تبخیر و چگالش

پارامترهای شاخص فعال کردن مدل‌های چگالش ذرات معلق و پارامترهای چشمهٔ تبخیر در این بخش تعیین می‌شوند.

RNACOND Record – Aerosol Condensation Index

RNVSXXX Records – Vapor Source Records

۴-۱۲-۳-۶- توزیع گرمای واپاشی

گرمای واپاشی تولید شده توسط هسته‌های پرتوزای داخل اتمسفر حجم کنترل، سطوح سازه‌های حرارتی، سطح استخر و اتمسفرها و سطوح سایر حجم‌های کنترل توزیع شده است. پارامترهای تعیین کننده این توزیع در این بخش تعیین می‌شوند.

RNDHLENXXX Records – Length for Absorption of Decay Betas

RNDHVXXX Records – Decay Heat Split for Control Volumes

RNDHVSXXX Records – Control Volume Decay Heat Split to Other Components

RNDHSXXX Records – Decay Heat Split for Heat Structures

RNDHSSXXX Records – Surface Decay Heat Split to Other Components

۴-۱۲-۳-۷- پارامترهای ESF

در این بخش پارامترهای فرسایش استخر، پارامترهای مشخصات فیلتر، کلاس فیلتر، ضریب زدایش آلودگی به صورت تابعی از کلاس هسته‌های پرتوزا و اندازه ذرات معلق، مشخصات بازدهی فیلترهای ذرات معلق و بخار، اطلاعات رسوب حرارتی و رسوب رادیوشیمیایی برای فیلترهای بخار، اطلاعات احتراق ذغال فیلتر، پارامترهای اسپری، کلاس ید و ضریب تقسیم اسپری تعیین می‌شوند.

RN2PLSXX Record – Pool Scrubbing Record

RN2FLTXXYY Record Series – Filter Parameters

RN2FLTXX00 – Filter Specification

RN2FLTXXKK – Filter Class Parameters

RN2FLTXXyx – Decontamination Factor as Function of Aerosol Size

RN2FLTXXyx – Decontamination Factor as Function of RN Class and Aerosol Size

RN2FLTXXKK – Initialization of Filter RN Mass

RN2FLTXX41 – Performance Characteristics of Aerosol Filters

RN2FLTXX42 – Performance Characteristics of Charcoal (Vapor) Filters

RN2FLTXX43 – Thermal Desorption Data for Charcoal Filters

RN2FLTXX44 – Radiolytic Desorption Data for Charcoal Filters

RN2FLTXX45 – Charcoal Combustion Data for Charcoal Filters

RN2SPRXX Record Series – Spray Parameters

RN2SPR00 – Iodine Class

RN2SPRXX – Spray Partition Coefficient

۴-۱۲-۳-۸- پارامترهای شیمیایی هسته‌های پرتوزا

در این بخش اطلاعات واکنش کلاس‌ها، کلاس‌های مبدأ، مقصد و آرایهٔ انتقال، حجم‌های کنترل و حالت‌ها، اطلاعات انتقال جرم و انرژی واکنش‌های مستقیم و معکوس و اطلاعات انتقال کلاس‌ها تعیین می‌شوند.

RNRCTIIYY Records – Class Reaction Information

RNRCTII00 – *From* Class Specification

RNRCTII01 – *To* Class Specification

RNRCTII02 – Translation Array

RNRCTII03 – Control Volumes

RNRCTII04 – States

RNRCTII10 – Forward Reaction Mass Transfer Data

RNRCTII11 – Backward Reaction Mass Transfer Data

RNRCTII20 – Forward Reaction Energy Transfer Data

RNRCTII21 – Backward Reaction Energy Transfer Data

RNTRNIIYY Records – Class Transfer Information

RNTRNII00 – *From* Class Specification

RNTRNII01 – *To* Class Specification

RNTRNII02 – Translation Array

RNTRNII03 – Control Volumes

RNTRNII04 – States

RNTRNII10 – Mass Transfer Data

RNTRNII11 – Energy Transfer Data

۴-۱۲-۳-۹- پارامترهای جذب شیمیایی

در این بخش پارامترهای فعال‌سازی جذب شیمیایی، فعال‌سازی کلاس‌های جذب شیمیایی و نگاشت کلاس‌های جذب شیمیایی به بخار هسته‌های پرتوزا تعیین می‌شوند.

RNCA100 Record – Chemisorption Activation Flag

RNCAONxx Records – Chemisorption Class Activation Flags

RNCACMxx Records – Chemisorption Class to Radionuclide Vapor Mapping

۴-۱۲-۳-۱۰- مدل استخر ید

در این بخش پارامترهای فعال‌سازی مدل ید، زمان شروع، نوع محاسبات Ph، دوز ورودی و پوشش روی سطح دیواره تعیین می‌شوند.

RNIOD100 Record – Iodine model activation flags

RNIOD200 Record – Iodine pool model start time

RNPHxxx – Ph Calculation Type

RNDOSxxxy – Dose input record

RNCBxxx – Cable mass input

RNSCyyy – Surface coating on walls

RNIOPyyy – Iodine pool species to be output on plot file.

۴-۱۲-۳-۱۱- مدل Flashing-Jet

در این بخش مدل flashing-jet و مدل برخورد برای یک سازهٔ حرارتی فعال می‌شود. برای این مدل باید یک مسیر جریان یا یک سری از چشمه‌های تأمین کنندهٔ قطرات آب برای توزیع ذرات معلق وجود داشته باشد.

RNJIkkk – Impacting jet model

۴-۱۲-۴- ورودی بخش MELCOR بستهٔ RN

در بخش MELCOR دو کارت زیر قابل استفاده هستند.

RNEDTFLG Record – RN Edit Flags

RNIOD200 Record – Iodine pool model start time

۴-۱۲-۵- ضرایب حساسیت بستهٔ RN

ضرایب حساسیت بستهٔ BUR در ادامه ارائه شده‌اند. توضیحات بیشتر در مرجع [۱] ارائه شده است.

7000 – Differential Equation Convergence

7001 – Aerosol Coefficient Criteria

7002 – Fission Product Decay Beta Range

7003 – Parameters for Interpolation of Aerosol Coefficients

7100 – COR Material Release Multipliers

7101 – CORSOR Coefficients

7102 – CORSOR-M Coefficients

7103 – CORSOR-Booth Class Scaling Factors: Nominal Values

7104 – Release Surface-to-Volume Ratio

7105 – Modification of Release Rates

7106 – CORSOR-Booth Transient Release Parameters for Cesium

7107 – CORSOR-Booth Class Scaling Factors: Oxidation Modified

7110 – Vapor Pressure

7111 – Vapor Diffusivity Constants

7120 – Class Molecular Weights

7130 – Oxidation-Based Release Coefficients for Metallic Fuels

7131 – Birney Non-Oxidation Release Coefficients for Metallic Fuel

7132 – Arrhenius Non-Oxidation Release Coefficients for Metallic Fuel

7135 – Noble Gas Release on Failure of Metallic Fuel

7136 – Solubility of RN Classes in Water Films

7140 – Release from Molten U-Al Pools

7141 – Solubility of Classes in Al-U Alloy

7142 – Debris Particle of Average Surface Area

7143 – Molten Fraction Criterion for Release from U-Al Pools

7144 – Temperature Criterion for Release from Intact Fuel

7150 – SPARC-90 Model Parameters

7151 – SPARC-90 Globule Size Correlation

7152 – SPARC-90 Bubble Size/Shape Model

7153 – SPARC-90 Bubble Rise Velocity Model

7154 – SPARC-90 Swarm Velocity Model

7155 – SPARC-90 Particle Impaction Model

7155 – SPARC-90 Particle Impaction Model

7157 – SPARC-90 Settling Velocity Correlation

7158 – SPARC-90 HOI Correlation

7159 – SPARC-90 I2 Chemistry Model Parameters

7160 – Chemisorption

7170 – Hygroscopic Aerosol Parameters

7180 - Iodine Pool Model Mass Transfer Parameters

7181 - Iodine Pool Chemistry Iteration Parameters

7182 - Iodine Pool Chemistry Activation Limits

۴-۱۲-۶- متغیرهای قابل رسم و آرگومان‌های توابع کنترلی در بستهٔ RN

متغیرهایی که در بستهٔ RN ممکن است برای رسم شکل (p) و آرگومان‌های توابع کنترلی (c) استفاده شوند، در جدول شماره ۳۵ ارائه شده‌اند.

جدول شماره ۳۵: متغیرهای قابل رسم و آرگومان‌های توابع کنترلی در بستهٔ RN

Parameter	Type	Description (Unit)
RN1-CPUC	p	Total time for the run routines of the RN1 package. (s)
RN1-CPUE	p	Total time for the edit routines of the RN1 package. (s)
RN1-CPUR	p	Total time for the restart routines of the RN1 package. (s)
RN1-CPUT	p	Sum of the run, edit and restart times of the RN1 package. (s)
RN1-ATMG.cv	p	Total mass of aerosol (radioactive plus nonradioactive) in the gas phase, for each control volume cv. (kg)
RN1-ARMG.cv	p	Total mass of radioactive aerosol in the gas phase, for each control volume cv. (kg)
RN1-VTMG.cv	p	Total mass of fission product vapor (radioactive plus nonradioactive) in the gas phase, for each control volume cv. (kg)
RN1-VRMG.cv	p	Total mass of radioactive fission product vapor in the gas phase, for each control volume cv. (kg)
RN1-ATML.cv	p	Total mass of aerosol (radioactive plus nonradioactive) in the liquid phase, for each control volume cv. (kg)
RN1-ARML.cv	p	Total mass of radioactive aerosol in the liquid phase, for each control volume cv. (kg)
RN1-VTML.cv	p	Total mass of fission product vapor (radioactive plus nonradioactive) in the liquid phase, for each control volume cv. (kg)
RN1-VRML.cv	p	Total mass of radioactive fission product vapor in the liquid phase, for each control volume cv. (kg)
RN1-XMRLSE-x-y.cv	cp	Total mass of class x released from COR components or CAV debris in control volume cv. The parameter y specifies total mass as a compound (y=1), the radioactive mass only (y=2), or the total mass as an element, including nonradioactive sources and/or structural releases (y=3). (kg)
RN1-XMRLSET	cp	Total non-radioactive plus radioactive mass released from COR components. (kg)
RN1-XMRLSER	cp	Total radioactive mass released from COR components. (kg)
RN1-TOTMAS-y.x	p	Sum of masses of class x in all locations, excluding that not yet released from fuel or debris. The parameter y specifies either total mass (y=1) or just the radioactive mass (y=2). (kg)

Parameter	Type	Description (Unit)
RN1-TYCLAIR-x-y.ty	c	Airborne mass of class x in all volumes of type ty, including aerosols and vapors. The parameter y specifies either total mass (y=1) or just the radioactive mass (y=2). (kg)
RN1-AMG-w-x-y.cv	c	Aerosol mass of section w, class x, in the atmosphere of control volume cv not including aerosols deposited on heat structures. The parameter y specifies total mass (y=1) or radioactive mass only (y=2). (kg)
RN1-VMG-x-y.cv	c	Vapor mass of class x, in the atmosphere of control volume cv not including vapor deposited on heat structures. The parameter y specifies total mass (y=1) or radioactive mass only (y=2). (kg)
RN1-AML-x-y.cv	c	Aerosol mass of class x, in the pool of control volume cv not including aerosols deposited on heat structures. The parameter y specifies total mass (y=1) or radioactive mass only (y=2). (kg)
RN1-VML-x-y.cv	c	Vapor mass of class x, in the pool of control volume cv not including vapor deposited on heat structures. The parameter y specifies either total mass (y=1) or radioactive mass only (y=2). (kg)
RN1-ADEP-s-x-y.hs	c	Aerosol mass of class x, deposited on side s (s=1 is the LHS, s=2 is the RHS) of heat structure hs. The parameter y specifies total mass (y=1) or radioactive mass only (y=2). (kg)
RN1-VDEP-s-x-y.hs	c	Vapor mass of class x, deposited on side s (s=1 is the LHS, s=2 is the RHS) of heat structure hs. The parameter y specifies total mass (y=1) or radioactive mass only (y=2). (kg)
RN1-ATMT	p	Total radioactive plus non-radioactive aerosol mass in the atmosphere and pool regions, not including deposited aerosols on heat structures. (kg)
RN1-ATMR	p	Total radioactive aerosol mass in the atmosphere and pool regions, not including deposited aerosols on heat structures. (kg)
RN1-VTMT	p	Total radioactive plus non-radioactive fission product vapor mass in the atmosphere and pool regions, not including deposited vapors on heat structures. (kg)
RN1-VTMR	p	Total radioactive fission product vapor mass in the atmosphere and pool regions, not including deposited vapors on heat structures. (kg)
RN1-TMT	p	Total radioactive and non-radioactive aerosol and fission product vapor masses in the atmosphere and pool regions. Equal to RN1-ATMT plus RN1-VTMT variables. (kg)
RN1-TMR	p	Total radioactive aerosol and fission product vapor masses in the atmosphere and pool regions. Equal to RN1-ATMR plus RN1-VTMR variables. (kg)
RN1-MDTT-n-y	p	Total radioactive and non-radioactive mass deposited on heat structure n (user number) on side y. The values of y are 1 for the LHS and 2 for the RHS. (kg)
RN1-MDTR-n-y	p	Total radioactive mass deposited on heat structure n (user number) on side y. The values of y are 1 for the LHS and 2 for the RHS. (kg)
RN1-TMDTT	p	Total radioactive and non-radioactive mass deposited on all heat structures. (kg)

Parameter	Type	Description (Unit)
RN1-TMDTR	p	Total radioactive mass deposited on all heat structures. (kg)
RN1-DHTOT	p	Total decay heat calculated by RadioNuclide package for all locations of radionuclides. (W)
RN1-DHCOR	p	Total decay heat from the radionuclides in the core. (W)
RN1-DHCAV	p	Total decay heat from the radionuclides in the cavity. (W)
RN1-DHDEP	p	Total decay heat from the radionuclides deposited on the heat structures. (W)
RN1-DHATM	p	Total decay heat from airborne radionuclides. (W)
RN1-DHPOL	p	Total decay heat from radionuclides in the pool. (W)
RN1-AMGT-x-y.cv	c	Aerosol mass of class x in the atmosphere of control volume cv (sum of sections), not including aerosols deposited on heat structures. The parameter y specifies either total mass (y=1) or just the radioactive mass (y=2). (kg)
RN1-CVCLT-x-y.cv	c	Total mass of class x as aerosol and vapor in control volume cv. Includes mass in pool and atmosphere, but not that deposited on heat structures. The parameter y specifies either total mass (y=1) or just the radioactive mass (y=2). (kg)
RN1-TYCLT-x-1.ty	c	Total mass of class x in all control volumes of type ty, including mass deposited on heat structures associated with the control volumes. (kg)
RN1-TYCLT-x-2.ty	cp	Radioactive mass of class x in all control volumes of type ty, including mass deposited on heat structures associated with the control volumes. (kg)
RN1-CVTOT-y.cv	c	Mass of radionuclides in control volume cv. Includes mass in pool and atmosphere, but not that deposited on heat structures. The parameter y specifies either total mass (y=1) or just the radioactive mass (y=2). (kg)
RN1-TYTOT-1.ty	c	Sum of total masses of radionuclides in all control volumes of type ty. Includes mass in pool and atmosphere, but not that deposited on heat structures. (kg)
RN1-TYTOT-2.ty	cp	Sum of radioactive masses of radionuclides in all control volumes of type ty. Includes mass in pool and atmosphere, but not that deposited on heat structures. (kg)
RN1-MMDW.cv	cp	Mass median diameter of the wet aerosol distribution in the gas phase for each control volume cv. (m)
RN1-GSDW.cv	cp	Geometric standard deviation of the wet aerosol distribution in the gas phase for each control volume cv. (none)
RN1-MMDD.cv	cp	Mass median diameter of the dry aerosol distribution in the gas phase for each control volume cv. (m)
RN1-GSDD.cv	cp	Geometric standard deviation of the dry aerosol distribution in the gas phase for each control volume cv. (none)
RN1-PH.nnn	p	pH of pool in control volume nnn. (none)
RN1-IOP-cccccc.nnn	c	Concentration of aqueous species cccccc in control volume nnn. Although this is available as a plot variable, the “c” means that the pool species must be specified on record RNIOPyyy before it can be output. This is done because

Parameter	Type	Description (Unit)
		there are many pool species (39) and the user does not necessarily want them all on the plot file, increasing the size of the plot output file. The species cccccc can be one of the names in the table in the RNIOP record description. (kmole/m^3)
RN1-IOT-x-y-.cv	c	Total mass of iodine pool surface deposition class x deposited on surfaces in control volume cv. The parameter y specifies either total mass (y=1) or radioactive mass only (y=2). (kg)
RN1-IOD-s-x-y.hs	c	Mass of iodine pool surface deposition class x deposited on side s of heat structure hs. The parameter y specifies either total mass (y=1) or radioactive mass only (y=2). (kg)
RN1-CAT-x-y-.cv	c	Total mass of chemisorption surface deposition class x deposited on surfaces in control volume cv. The parameter y specifies either total mass (y=1) or radioactive mass only (y=2). (kg)
RN1-CAD-s-x-y.hs	c	Mass of chemisorption surface class x deposited on side s of heat structure hs. The parameter y specifies either total mass (y=1) or radioactive mass only (y=2). (kg)
RN1-TMCAT	p	Total mass of chemisorbed species deposited on all heat structures. (kg)
RN1-TMCAR	p	Total radioactive mass of chemisorbed species deposited on all heat structures. (kg)
RN1-MCAT-n-y	p	Total mass chemisorbed on side y of heat structure n (user number). The LHS is y=1 and the RHS is y=2. (kg)
RN1-MCAR-n-y	p	Total radioactive mass chemisorbed on side y of heat structure n (user number). The LHS is y=1 and the RHS is y=2. (kg)
RN1-MMDC-x.cv	cp	Mass median diameter of component x in the aerosol distribution in the gas phase for each control volume cv. (m)
RN1-GSDC-x.cv	cp	Geometric standard deviation of component x in the aerosol distribution in the gas phase for each control volume cv. (none)
RN2-CPUC	p	Total time for the run routines of the RN2 package. (s)
RN2-CPUE	p	Total time for the edit routines of the RN2 package. (s)
RN2-CPUR	p	Total time for the restart routines of the RN2 package. (s)
RN2-CPUT	p	Sum of the run, edit and restart times of the RN2 package. (s)
RN2-AMFLT-x.f	cp	Total aerosol mass of class x on filter f, where f is the filter number. (kg)
RN2-RAFLT-x.f	c	Radioactive aerosol mass of class x on filter f. (kg)
RN2-AMFLT.f	cp	Total aerosol mass on filter f (sum of RN2-AMFLT-x.f) (kg)
RN2-VMFLT-x.f	cp	Total vapor mass of class x on filter f. (kg)
RN2-RVFLT-x.f	c	Radioactive vapor mass of class x on filter f. (kg)
RN2-VMFLT.f	p	Total vapor mass on filter f (sum of RN2-VMFLT-x.f). (kg)
RN2-FLT-QTOT.f	p	Total decay heat from all radionuclides deposited on filter f. (W)
RN2-FLT-QLOS.f	p	Heat loss from filter f (portion of RN2-FLT-QTOT that is assumed to be lost from the system). (W)

Parameter	Type	Description (Unit)
RN2-VFLT-TMP.f	p	Temperature of charcoal bed in vapor filter f. (K)
RN2-VFLT-RAD.f	p	Radiolytic desorption rate of fission product vapors from filter f. (kg/s)
RN2-VFLT-THR.f	p	Thermal desorption rate of fission product vapors from filter f. (kg/s)
RN2-VFLT-BUR.f	p	Rate of fission product vapor release from filter f due to charcoal combustion. (kg/s)
RN2-DFBUB-w.ip	p	Instantaneous decontamination factor of aerosols in mass section w from pool scrubbing associated with path ip. (ip=10*NFL+1 for the *from* volume associated with flow path NFL, ip=10*NFL+2 for the *to* volume associated with flow path NFL, and ip=10*NCAV for the pool associated with cavity NCAV.)
RN2-DFBUB-a.ip	p	(a=NUMSEC+1) Instantaneous decontamination factor of total aerosol mass from pool scrubbing associated with path ip. (ip=10*NFL+1 for the *from* volume associated with flow path NFL, ip=10*NFL+2 for the *to* volume associated with flow path NFL, and ip=10*NCAV for the pool associated with cavity NCAV.)
RN2-DFBUB-v.ip	p	(v=NUMSEC+1+x) Instantaneous decontamination factor of vapor in class x from pool scrubbing associated with path ip. (ip=10*NFL+1 for the *from* volume associated with flow path NFL, ip=10*NFL+2 for the *to* volume associated with flow path NFL, and ip=10*NCAV for the pool associated with cavity NCAV.) Currently, only x=4 is calculated.
RN2-DFBBT-w.ip	p	Cumulative decontamination factor of aerosols in mass section w from pool scrubbing associated with path ip. (ip=10*NFL+1 for the *from* volume associated with flow path NFL, ip=10*NFL+2 for the *to* volume associated with flow path NFL, and ip=10*NCAV for the pool associated with cavity NCAV.)
RN2-DFBBT-a.ip	p	(a=NUMSEC+1) Cumulative decontamination factor of total aerosol mass from pool scrubbing associated with path ip. (ip=10*NFL+1 for the *from* volume associated with flow path NFL, ip=10*NFL+2 for the *to* volume associated with flow path NFL, and ip=10*NCAV for the pool associated with cavity NCAV.)
RN2-DFBBT-v.ip	p	(v=NUMSEC+1+x) Cumulative decontamination factor of vapor in class x from pool scrubbing associated with path ip. (ip=10*NFL+1 for the *from* volume associated with flow path NFL, ip=10*NFL+2 for the *to* volume associated with flow path NFL, and ip=10*NCAV for the pool associated with cavity NCAV.) Currently, only x=4 is calculated.

۴-۱۲-۷- نمونهٔ ورودی بستهٔ RN

در این بخش یک ورودی نوعی برای محاسبات یک نیروگاه ارائه شده است. در این مثال مدل CORSOR-Booth به جای مدل پیش‌فرض CORSOR-M استفاده شده است. کلاس شانزدهم برای CsI به کار رفته است. جزء دوم ذرات معلق برای

مدل‌کردن بهتر ذرات معلق آب استفاده شده است و محدودهٔ اندازهٔ مدل‌شده برای ذرات معلق توسعه داده شده است. موجودی اولیهٔ هسته‌های پرتوزا در سوخت قلب برای سه حلقه و پنج سطح قلب در نظر گرفته شده است. پایین‌ترین سطح فعال قلب در سطح ششم قرار گرفته است و کسرهای این موجودی برای پنج کلاسی که به فضای بین سوخت و غلاف منتشر شده است در شرایط اولیه در نظر گرفته شده است. ورودی مثال برای مساحت‌های عبور جریان و سطوح رسوب سازه‌های حرارتی تهیه شده است. یک فیلتر دارای ضریب زدایش آلودگی برابر ۴ در نظر گرفته شده است که قادر است تا ۰/۱ کیلوگرم از ذرات معلق مستقل از کلاس را که در یک مسیر جریان قرار گرفته است، بزداید.

```
RN1000 0        * activate RN package
*
* declare 2 aerosol components (one for water)
* and add 16th class for CsI
* NUMSEC NUMCMP NUMCLS NCLSW CLSBX NUMSRA NUMSRV NCLCSI
RN1001 5 2 16 14 13 0 0 16
*
* combine Cs and I to form CsI
RNCLS0100 16         * acceptor class number
RNCLS0101 2 1.0      * one mole class 2 (Cs) per mole CsI
RNCLS0102 4 0.5      * one-half mole class 4 (I2) per mole CsI
*
* define new CsI "element" - call it CI to put in class 16
* ELMNAM ELMMAS
DCHNEM0100 CI 1.E-6 * must establish nonzero initial mass
*
* define decay curve for "CI" - combination of Cs and I curves
* TIME DCHEAT TIME DCHEAT TIME DCHEAT
DCHNEM0101 0. 5.0211E5 6.12 4.0919E5 11.88 3.8675E5
DCHNEM0102 18. 3.5494E5
DCHNEM0103 29.88 3.1747E5 61.2 2.8612E5 118.8 2.4439E5
DCHNEM0104 241.2 2.3141E5 612. 2.1557E5 1188. 1.9989E5
DCHNEM0105 3600. 1.5937E5 5400. 1.3421E5 7200. 1.2565E5
DCHNEM0106 14400. 8.3485E4 21600. 6.8352E4 28800. 5.8241E4
DCHNEM0107 36000. 5.1511E4 43200. 4.3972E4 54000. 3.8938E4
DCHNEM0108 72000. 3.1424E4 86400. 2.6405E4 129600. 1.7206E4
DCHNEM0109 172800. 1.3019E4 259200. 8.8273E3 345600. 6.4804E3
DCHNEM0110 518400. 4.5686E3 691200. 3.5628E3 864000. 3.0797E3
*
* define decay heat for class 16
DCHCLS0160 CSI      * new class name
DCHCLS0161 CI       * element "CI" defined with DCHNEM records
*
RNCLVN01 16 25      * RN class 16 maps into VANESA group 25
RNVNCL01 25 16      * VANESA group 25 maps back into RN class 16
*
RNFP000 -3 * use CORSOR-Booth model for high burn-up fuel
*
```

```
* initialize core radionuclide masses as fractions of total
* 40% rings 1 and 2, 20% ring 3
* 15% level 6, 25% level 7, 30% level 8, 20% level 9, 10% level10
* NINP RINP1 RINP2
RNFPN11001 0 0.1 0.4     * 4% of total mass in cell 110
RNFPN10901 0 0.2 0.4     * 8% of total mass in cell 109
RNFPN10801 0 0.3 0.4     * 12% of total mass in cell 108
RNFPN10701 0 0.25 0.4    * 10% of total mass in cell 107
RNFPN10601 0 0.15 0.4    * 6% of total mass in cell 106
*
RNFPN21001 0 0.1 0.4     * 4% of total mass in cell 210
RNFPN20901 0 0.2 0.4     * 8% of total mass in cell 209
RNFPN20801 0 0.3 0.4     * 12% of total mass in cell 208
RNFPN20701 0 0.25 0.4    * 10% of total mass in cell 207
RNFPN20601 0 0.15 0.4    * 6% of total mass in cell 206
*
RNFPN31001 0 0.1 0.2     * 2% of total mass in cell 310
RNFPN30901 0 0.2 0.2     * 4% of total mass in cell 309
RNFPN30801 0 0.3 0.2     * 6% of total mass in cell 308
RNFPN30701 0 0.25 0.2    * 5% of total mass in cell 307
RNFPN30601 0 0.15 0.2    * 3% of total mass in cell 306
*
RNFPN00001 0 0.0 0.0     * no initial cavity inventory
*
* 100% total
*
* initialize gap fractions - constant throughout core
NINP RINP1 RINP2
RNGAP11001 1 0.03 1.0      * 3% of class 1 (Xe) in gap
RNGAP11002 2 0.05 1.0      * 5% of class 2 (Cs) in gap
RNGAP11003 3 1.E-6 1.0     * .0001% of class 3 (Ba) in gap
RNGAP11004 4 0.017 1.0     * 1.7% of class 4 (I) in gap
RNGAP11005 5 0.0001 1.0    * .01% of class 5 (Te) in gap
*
RNGAP10901 -110 1.0 1.0    * same fractions as in cell 110
RNGAP10801 -110 1.0 1.0    * same fractions as in cell 110
RNGAP10701 -110 1.0 1.0    * same fractions as in cell 110
RNGAP10601 -110 1.0 1.0    * same fractions as in cell 110
*
RNGAP21001 -110 1.0 1.0    * same fractions as in cell 110
RNGAP20901 -110 1.0 1.0    * same fractions as in cell 110
RNGAP20801 -110 1.0 1.0    * same fractions as in cell 110
RNGAP20701 -110 1.0 1.0    * same fractions as in cell 110
RNGAP20601 -110 1.0 1.0    * same fractions as in cell 110
*
RNGAP31001 -110 1.0 1.0    * same fractions as in cell 110
RNGAP30901 -110 1.0 1.0    * same fractions as in cell 110
RNGAP30801 -110 1.0 1.0    * same fractions as in cell 110
RNGAP30701 -110 1.0 1.0    * same fractions as in cell 110
RNGAP30601 -110 1.0 1.0    * same fractions as in cell 110
*
```

```
* change minimum and maximum aerosol sizes
* DMIN DMAX RHONOM
RN1100 5.E-7 5.E-4 1000.
*
RNACOEF 1          * calculate the aerosol coefficients (don't read)
*
* set water (class 14) to aerosol component 2
RNCC001 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 2 1 1
*
* declare flowthrough areas at bottom of CV 301
*       IVOLF IVOLT ELEV AREA
RNSET001 301 302 12.0 75.0
RNSET002 301 303 12.0 25.0
*
* override heat structure 10501 orientation for RN deposition
* IDS ISDE ITYP
RNDS001 10501 RHS FLOOR      * default orientation "WALL"
RNDS002 10501 LHS CEILING    * default orientation "WALL"
*
* place aerosol filter in flow path 321
* with global DF of 4.0 and maximum loading of 0.1 kg
*        IFLTFP CTYPE DFG XMASG
RN2FLT0100 321 AEROSOL 4.0 0.1
```

استفاده از ورودی بستهٔ RN برای موجودی ذرات معلق و بخار اولیه و چشمه‌های وابسته به زمان برای شبیه‌سازی آزمایش‌ها و مسائل مربوط به بخشی از حادثه در نیروگاه، مناسب‌تر است. ورودی زیر برای تعیین مقدار اولیه جرم‌های کلاس‌ها در یک حجم کنترل و برای تعیین چشمهٔ ذرات معلق و بخار ورودی زیر قابل استفاده است.

```
* declare tabular aerosol and vapor sources
*     NUMSEC NUMCMP NUMCLS NCLSW NCLSBX NUMSRA NUMSRV
RN1001 5      2      16     14    13     1      1
*
* initial CsI aerosol masses in CV 301
*      IVOL ICLS RFRAC
RNAG001 301 16 1.0
* XMASS for each of NUMSEC sections
RNAG002 0.1 0.1 0.1 0.1 0.1
*
* CsI aerosol source defined by TF 101 with log-normal dist.
*      IVOL IPHS ICLS RFRAC XM ITAB IDIST
RNAS000 301   2   16   1.0 1.0 101   2
* mass median diameter = 10.0 microns, standard deviation = 2.0
*        AMMD GSD
RNAS001 10.E-6 2.
*
* aerosol TF linearly decreasing from 0.1 kg/s to zero at 100 s
*          TFNAME   NTFPAR TFSCAL TFADCN
TF10100 AEROSOL-SOURCE 2    1.0    0.0
```

```
*      TIME RATE
TF10110 0.0 0.1
TF10111 100.0 0.0
*
* iodine vapor source defined by TF 102
*      IVOL IPHS ICLS RFRAC XM ITAB
RNVS000 301 2 4 1.0 1.0 102
*
* vapor TF linearly constant at 0.05 kg/s
*         TFNAME   NTFPAR TFSCAL TFADCN
TF10200 VAPOR-SOURCE 1     1.0    0.0
*      TIME RATE
TF10210 0.0 0.05
```

۴-۱۳- بستهٔ BUR

بستهٔ BUR شامل مدل‌های احتراق گازها و مبتنی بر مدل‌های اشتعال کد HECTR 1.5 می‌باشد. مدل‌های این بسته اثرات سوختن گازهای ازپیش مخلوط‌شده را بدون مدل‌سازی عکس‌العمل‌های سینتیکی واقعی و یا ردیابی واقعی شعله پس از انتشار، در نظر می‌گیرد. در بستهٔ BUR تنها پدیدهٔ اشتعال[۱] مدل‌سازی می‌شود و مدل‌های این بسته قادر به شبیه‌سازی پدیده انفجار[۲] نمی‌باشد. زمانی‌که بستهٔ BUR فعال باشد، گازهای هیدروژن، مونوکسیدکربن، دی‌اکسیدکربن و اکسیژن در بستهٔ NCG باید تعریف شوند. بخار آب نیز به طور پیش‌فرض در محاسبات MELCOR لحاظ می‌شود. بستهٔ BUR قابلیت محدودی در مدل‌سازی سوختن گاز دوتریم (D_2) نیز دارد.

واکنش‌های شیمیایی زیر درطی فرآیند اشتعال رخ می‌دهد:

$$H_2 + \frac{1}{2}O_2 \rightarrow H_2O \qquad (۴۱-۴)$$

$$CO + \frac{1}{2}O_2 \rightarrow CO_2 \qquad (۴۲-۴)$$

اشتعال در حجم کنترل زمانی رخ می‌دهد که شرط زیر برقرار شود:

$$X_{H_2} + X_{CO}(L_{H_2,ign} / L_{CO,ign}) \geq L_{H_2,ign} \qquad (۴۳-۴)$$

در رابطه فوق،

X_{H_2} کسر مولی هیدروژن در حجم کنترل،

[۱] - Deflagration
[۲] - Detonation

X_{CO} کسر مولی مونوکسید کربن در حجم کنترل،

$L_{H_2,ign}$: اگر مشتعل کننده‌ای در حجم نباشد و گرمایش مستقیم محفظهٔ ایمنی[1] وجود نداشته باشد، برابر XH2IGN است. اگر مشتعل کننده در حجم وجود داشته باشد و گرمایش مستقیم محفظهٔ ایمنی وجود نداشته باشد، برابر XH2IGY است. اگر گرمایش مستقیم محفظهٔ ایمنی در حجم وجود داشته باشد، برابر XH2DCH است.

$L_{CO,ign}$: اگر مشتعل کننده‌ای در حجم نباشد و گرمایش مستقیم محفظهٔ ایمنی وجود نداشته باشد، برابر XCOIGN است. اگر مشتعل کننده در حجم وجود داشته باشد و گرمایش مستقیم محفظهٔ ایمنی وجود نداشته باشد، برابر XCOIGY است. اگر گرمایش مستقیم محفظهٔ ایمنی در حجم وجود داشته باشد، برابر XCODCH است.

XH2IGN: کسر مولی هیدروژن مورد نیاز برای اشتعال بدون وجود مواد محترق‌کننده[2] هنگامی‌که گرمایش مستقیم محفظهٔ ایمنی رخ ندهد (پیش‌فرض= ۰/۱).

XH2IGY: کسر مولی هیدروژن مورد نیاز برای اشتعال با حضور مواد محترق‌کننده هنگامی‌که گرمایش مستقیم محفظهٔ ایمنی رخ ندهد (پیش‌فرض= ۰/۰۷).

XH2DCH: کسر مولی هیدروژن مورد نیاز برای اشتعال درطی فرآیند گرمایش مستقیم محفظهٔ ایمنی (پیش‌فرض=XH2IGY).

XCOIGN: کسر مولی مونوکسیدکربن مورد نیاز برای اشتعال بدون حضور مواد محترق‌کننده هنگامی‌که گرمایش مستقیم محفظهٔ ایمنی رخ ندهد (پیش‌فرض= ۰/۱۶۷).

XCOIGY: کسر مولی مونوکسیدکربن مورد نیاز برای اشتعال با حضور مواد محترق‌کننده هنگامی‌که گرمایش مستقیم محفظهٔ ایمنی رخ ندهد (پیش‌فرض= ۰/۱۲۹).

XCODCH: کسر مولی مونوکسیدکربن مورد نیاز برای اشتعال درطی فرآیند گرمایش مستقیم محفظهٔ ایمنی (پیش‌فرض مقدار XCOIGY).

در محاسبات کد MELCOR نیازی نیست که اشتعال به صورت کامل رخ دهد و یا همهٔ گازهای قابل احتراق موجود در یک حجم کنترل درطی فرآیند اشتعال، بسوزند. در این کد، فرآیند احتراق کامل برای تعیین مقدار گازهای قابل احتراقی

[1] - DCH
[2] - Igniter

که باید در پایان فرآیند سوختن در حجم کنترل موجود باشند، مورد استفاده قرار می‌گیرد. محاسبات احتراق کامل کد بر مبنای معادله لی‌چاتلیر[۱] می‌باشد. پارامترهای دیگری که از محاسبات بستهٔ BUR به‌دست می‌آیند عبارتند از:

- ضریب احتراق کامل: این ضریب براساس رابطه لی‌چاتلیر محاسبه می‌شود و برای تعیین مقدار گازهای قابل احتراقی که در پایان فرآیند سوختن کامل در حجم کنترل موجود است، به کار می‌رود.
- مدت زمان احتراق: از تقسیم بعد مشخصه‌ای که توسط کاربر تعیین می‌شود، بر سرعت شعله به‌دست می‌آید. سرعت شعله را نیز می‌توان به صورت مقدار ثابت ورودی تعریف کرد و یا از روابط مربوطه محاسبه نمود.
- نرخ احتراق: نرخ احتراق (مقدار هیدروژن، مونوکسیدکربن، دی‌اکسیدکربن و اکسیژنی که به بخار تبدیل می‌شود در واحد زمان) درطی مدت زمان سوختن ثابت نیست، بلکه در هر بازه زمانی به‌گونه‌ای تنظیم می‌شود که جریان‌های درون بخش[۲] و چشمه‌های گاز به شرایط نهایی برسند. به‌عبارت دیگر نرخ احتراق به‌گونه‌ای تنظیم می‌شود که کسرهای مولی (باتوجه به احتراق کامل) و زمان احتراق مورد انتظار به طور هم‌زمان به‌دست آیند.

پس از شروع اشتعال در حجم کنترل، موج اشتعال می‌تواند به‌سمت حجم‌های کنترل مجاور انتشار پیدا کند. انتشار احتراق زمانی رخ می‌دهد که دوره زمانی کنترل‌شده توسط کاربر سپری شود. جهت انتشار نیز به طور مستقیم از مسیر جریان ورودی تعیین می‌شود. اگر مسیر جریان بسته باشد و یا با آب پوشیده شده باشد، انتشار احتراق ممکن نمی‌باشد.

ذکر این نکته قابل توجه است کد MELCOR قابلیت مدل‌سازی فرآیند انفجار را ندارد. اما اگر میزان کسرهای مولی شرایط زیر را برآورده کنند، پیغام اخطاری در محاسبات ظاهر می‌شود که نشان‌دهنده احتمال وقوع انفجار می‌باشد و محاسبات در شرایط اشتعال ادامه می‌یابد.

$$X_{H_2} > XH2DET \qquad (۴۴-۴)$$

$$X_{O_2} > XO2DET \qquad (۴۵-۴)$$

$$X_{H_2O} > XH2ODT \qquad (۴۶-۴)$$

XH2DET: حداقل کسر مولی هیدروژن برای مخلوط قابل انفجار (پیش‌فرض= ۰/۱۴).

XO2DET: حداقل کسر مولی اکسیژن برای مخلوط قابل انفجار (پیش‌فرض= ۰/۰۹).

XH2ODT: حداکثر کسر مولی بخار آب برای مخلوط قابل انفجار (پیش‌فرض= ۰/۳).

۱ - LeChatelier
۲ - Inter-compartment

فرآیند سوختن گاز قابل احتراق با استفاده از مدل شعلهٔ پخش بررسی می‌شود. مدل شعلهٔ پخش به معنی مدل سوختن هیدروژن ورودی به حجم کنترل در شرایط رخ دادن گرمایش مستقیم محفظهٔ ایمنی است. درچنین شرایطی، هیدروژن ورودی به حجم کنترل با مواد مذاب داغی که به عنوان ماده محترق‌کننده به‌کار می‌روند، ترکیب می‌شود. فرآیند اشتعال و سوختن دراین‌شرایط کاملاً متفاوت از آن چیزی است که در سوختن حجمی رخ می‌دهد. مدل شعله پخش مدل ساده‌ای است که برای مدل‌سازی سوختن گاز قابل احتراقی که از مسیر جریان عبور می‌کند و یا به حجم کنترل وارد می‌شود و شامل اکسیژن است، به‌کار می‌رود. این روش کلی هم در کد MELCOR و هم در کد CONTAIN مورد استفاده قرار گرفته است.

توجه: هرگاه بستهٔ BUR فعال شود، گازهای هیدروژن، مونوکسید کربن، دی اکیسد کربن و اکسیژن باید در بستهٔ گازهای چگالش‌ناپذیر (NCG) تعریف شوند. بخار آب به صورت پیش‌فرض برای همهٔ محاسبات به جز در موارد ذکر شده، وجود دارد.

۴-۱۳-۱- ورودی بخش MELGEN بستهٔ BUR

BUR000 - Activation Record
Optional

(1) **IACTV** - Activation Parameter
= 0, BUR package active
= 1, BUR package not active
(Type = integer, default = 1, units = none)

با این کارت بستهٔ BUR فعال و یا غیرفعال می‌شود.

BUR001 - Ignition Parameters
Optional

(1) **XH2IGN** - H_2 mole fraction limit for ignition without igniters.
(Type = real, default = 0.10, units = none)

(2) **XCOIGN** - CO mole fraction limit for ignition without igniters.
(Type = real, default = 0.167, units = none)

(3) **XH2IGY** - H_2 mole fraction limit for ignition with igniters.
(Type = real, default = 0.07, units = none)

(4) **XCOIGY** - CO mole fraction limit for ignition with igniters.

(Type = real, default = 0.129, units = none)

(5) **XO2IG** - Minimum O_2 mole fraction for ignition.
(Type = real, default = 0.05, units = none)

(6) **XMSCIG** - Maximum H_2O plus CO_2 mole fraction for ignition.
(Type = real, default = 0.55. units = none)

(7) **XH2DCH** - H_2 mole fraction limit for ignition during DCH.
(Type = real, default = XH2IGY, units = none)

(8) **XCODCH** - CO mole fraction limit for ignition during DCH.
(Type = real, default = XCOIGY, units = none)

(9) **XO2DCH** - O_2 mole fraction limit for ignition during DCH.
(Type = real, default = XO2IG, units = none)

(10) **XINDCH** - H_2O plus CO_2 mole fraction limit for ignition during DCH.
(Type = real, default = XMSCIG, units = none)

در این کارت پارامترهای احتراق تعیین می‌شوند. در این کارت شش یا همهٔ پارامترها در صورت حضور کارت باید تعیین شوند که وابسته به ورودی بخش MELCOR است.

BUR002 - Detonation Parameters
Optional

(1) **XH2DET** - Minimum H_2 mole fraction for detonation.
(Type = real, default = 0.14, units = none)

(2) **XO2DET** - Minimum O_2 mole fraction for detonation.
(Type = real, default = 0.09, units = none)

(3) **XH2ODT** - Maximum H_2O mole fraction for detonation.
(Type = real, default = 0.30, units = none)

در این کارت، پارامترهای تعیین کنندهٔ انفجار تعیین می‌شوند. در صورتی‌که این کارت استفاده شود، هر سه پارامتر باید تعیین شوند.

BUR003 - Combustion Completeness and Propagation Parameters
Optional

(1) **XH2CC** - H_2 mole fraction value for calculating combustion completeness.
(Type = real, default = 0.08, units = none)

(2) **XCOCC** - CO mole fraction value for calculating combustion completeness.
(Type = real, default = 0.148, units = none)

(3) **XH2PUP** - H_2 mole fraction limit for upward propagation.
(Type = real, default = 0.041, units = none)

(4) **XCOPUP** - CO mole fraction limit for upward propagation.
(Type = real, default = 0.125, units = none)

(5) **XH2PHO** - H_2 mole fraction limit for horizontal propagation.
(Type = real, default = 0.06, units = none)

(6) **XCOPHO** - CO mole fraction limit for horizontal propagation.
(Type = real, default = 0.138, units = none)

(7) **XH2PDN** - H_2 mole fraction limit for downward propagation.
(Ttype = real, default = 0.09, units = none)

(8) **XCOPDN** - CO mole fraction limit for downward propagation.
(Type = real, default = 0.150, units = none)

(9) **XH2CCD** - Value of XH2CC during DCH.
(Type = real, default = XH2CC, units = none)

(10) **XCOCCD** - Value of XCOCC during DCH.
(Type = real, default = XCOCC, units = none)

در این کارت، پارامترهای کنترل کنندهٔ حد و اندازه احتراق و انتشار آن به حجم‌های متصل تعیین می‌شوند.

BUR004 - Plot Edit Control
Optional

(1) **IFLAGS** - Plot controlling variable.
≥ 0, Plot edit will be requested at start and end of each burn if control function number IFLAGS is true; no BUR plot edits will be requested if it is false.
= -1, Plot edits will be requested at the start and end of each burn.
= -2, No plot edits will be requested by the BUR package.
(Type = integer, default = -1, units = none)

این کارت مربوط به ویرایش رسم شکل‌ها در بستهٔ BUR است.

BUR005 - Diffusion flame activation and burn parameters
Optional

(1) **IACTF** - Diffusion flame model activation flag. Default is 0 (off); set to 1 (on) to activate model.
= 0, Off
= 1, On
(Type = integer, default = 0, units = none)

(2) **XH2FLM** - Minimum hydrogen mole fraction of the flow path to burn. This should be set lower than the usual bulk burn default for realistic simulation (default is 0.0; and up to about 0.03 is reasonable). Default in code is 0.07
(Type = real, default = 0.0, units = none)

(3) **XCOFLM** - Minimum carbon monoxide mole fraction of the flow path to burn. Default is typical of bulk burn during DCH.
(Type = real, default = 0.129, units = none)

(4) **XO2FLM** - Minimum oxygen mole fraction in downstream control volume to burn.
(Type = real, default = 0.01, units = none)

(5) **XSCFLM** - Maximum inerting gas concentration in downstream control volume (steam+carbon dioxide) before burn stops.
(Type = real, default = 0.9, units = none)

(6) **XH2CCF** - Hydrogen mole fraction to use in the LeChatelier formula for the combustion completeness of the diffusion flame. This is set to the DCH bulk burn value as default.
(Type = real, default = 0.08, units = none)

(7) **XCOCCF** - Carbon monoxide mole fraction to use in the LeChatelier formula for the combustion completeness of the diffusion flame. This is set to the DCH bulk burn value as default.
(Type = real, default = 0.148, units = none)

در این کارت، مدل پخش شعله فعال می‌شود و پارامترهای سوخت شعله تعیین می‌گردد. مقادیر پیش‌فرض برای حالت سوختن اغلب هیدروژن و مونوکسید کربن ورودی در یک مسیر جریان طی فرایند DCH در نظر گرفته می‌شود و با مدل سوخت توده‌ای نوعی بسیار متفاوت است. اگر تنها پارامتر اول حاضر باشد، مدل با مقادیر پیش‌فرض فعال می‌شود، در غیر این صورت همهٔ هفت پارامتر باید تعیین شوند.

BURCFxx - Diffusion flame combustion completeness parameters.
$01 \leq xx \leq 99$
Optional

(1) **IFLNUM** - Flow path number. Putting -1 as the flow path will cause the value of CC to be used for all flow paths except those redefined on subsequent BURCFXX records.
(Type = integer, default = none, units = none)

(2) **ICCFLG** - Option to use for combustion completeness. For all options, the completeness must satisfy $0.0 \leq CC \leq 1.0$.
= -1, use constant CC.
= 0, use HECTR correlation.

(3) **CC** - Combustion completeness, $0.0 \leq CC \leq 1.0$.

در این کارت پارامترهای مربوط به کامل بودن احتراق شعلهٔ پخش شونده برای یک مسیر جریان تعیین می‌شود. در پارامتر دوم این کارت، یک ضریب کامل بودن ثابت (CC) و یا رابطهٔ HECTR قابل تعیین است، اگرچه اعتبار رابطهٔ HECTR برای شعلهٔ پخش شونده نامعلوم است.

برای تعیین پارامترهای مختلف برای مسیر جریان‌های متفاوت، استفاده از بیش از یک کارت BURCFxx مجاز است.

BUR1XX - Burn Rate and Propagation Speed Parameters
$01 \leq XX \leq 99$
Optional

(1) **ICVNUM** - User control volume number.
(Type = integer, default = none, units = none)

(2) **IGNTR** - Igniter variable
< 0, IGNTR variable (0 or 1) given by REAL control function number ABS (IGNTR)
= 0, igniter not active in control volume
= 1, igniter is active in control volume
= 86, burning prohibited in control volume
(Type = integer, default = 0, units = none)

(3) **CDIM** - Characteristic dimension of control volume. If –1 is input, the radius of a sphere whose volume is the control volume total volume $(3V/(4\pi))^{1/3}$ will be used.
(Type = real, default = -1, units = m)

(4) **TFRAC** - Time fraction of burn before propagation is allowed. It must satisfy $0.0 \leq TFRAC \leq 1$.
(Type = real, default = 0.0, units = none)

(5) **CDDH** - Value of CDIM during DCH.
(Type = real, default = CDIM, units = m)

(6) **TFDH** - Value of TFRAC during DCH.
(Type = real, default = TFRAC, units = none)

پارامترهای تعیین کنندهٔ نرخ سوختن و سرعت انتشار در این کارت تعیین می‌شوند. اگر کمتر از چهار پارامتر در این کارت وجود داشته باشد، مقادیر پیش‌فرض برای سایر پارامترها استفاده خواهد شد.

BURCCXX - Combustion Completeness Option
$01 \leq XX \leq 99$
Optional

(1) **ICVNUM** - User control volume number. If -1 is entered, then this combustion completeness specification will be used in all the volumes except those redefined on subsequent BURCCXX records.
(Type = integer, default = none, units = none)

(2) **ICCFLG** - Option to use for combustion completeness. For all options, the combustion completeness must satisfy $0.0 \leq CC \leq 1.0$.

< 0, use constant value for completeness. Input the constant as entry 3 on this record
= 0, use correlation (sensitivity coefficient C2202)
> 0, calculate completeness from control function ICCFLG

(Type = integer, default = 0, units = none)

(3) **CC** - If ICCFLG < 0, this is the combustion completeness to use. Otherwise, a value is required as a placeholder, but will not be used, see entries (4) and (5).
(Type = real, default = none, units = none)

(4) **ICCDCH** - Value of ICCFLG, during DCH.
(Type = integer, default = ICCFLG, units = none).

(5) **CCDH** - Value of CC during DCH.
(Type = real, default = CC, units = none)

پارامترهای تعیین کنندهٔ گزینه‌های مورد استفاده برای محاسبهٔ کامل بودن احتراق برای هر حجم در سری کارت‌های BURCCXX تعیین می‌شود. در صورت استفاده از این کارت، تعیین دو پارامتر اول ضروری است.

BURFSXX - Flame Speed Option
$01 \leq XX \leq 99$
Optional

(1) **ICVNUM** - User control volume number. If -1 is entered, then this flame speed specification will be used in all the volumes except those redefined on subsequent BURFSXX records.
(Type = integer, default = none, units = none)

(2) **IFSFLG** - Option specifying how the flame speed is determined.

< 0, use constant value for flame speed. Input the constant as entry 3 on this record

= 0, use correlation (sensitivity coefficient C2200)
> 0, calculate flame speed from control function IFSFLG
(Type = integer, default = 0, units = m/s)

(3) **FS** - If IFSFLG < 0, enter the flame speed to use. Otherwise, a value is required as a placeholder, but will not be used, see entries (4) and (5).
(Type = real, default = none, units = none)

(4) **IFSDCH** - Value of IFSFLG during DCH.
(Type = integer, default = IFSFLG, units = none)

(5) **FSDH** - Value of FS during DCH.
(Type = real, default = FS, units = m/s)

پارامترهای تعیین کنندهٔ نحوهٔ محاسبهٔ سرعت شعله برای هر حجم در سری کارت‌های BURFSXX تعیین می‌شوند. در صورت استفاده از این کارت، تعیین دو پارامتر اول ضروری است.

۴-۱۳-۲- ورودی بخش MELCOR بستهٔ BUR

کارت‌های BUR001، BUR003، BUR004، BUR1XX، BURCCXX و BURFSXX در ورودی بخش MELCOR برای هر بار آغاز مجدد محاسبات قابل استفاده هستند. علاوه براین، اندازهٔ اولیهٔ گام زمانی در شروع اشتعال از طریق کارت زیر قابل کنترل است.

BURTIM - Burn Timestep Information
Optional

(1) **BURNDT** - Burn timestep variable
< 0.0 First system timestep during a burn will be ABS (BURNDT) x Total time of burn
= 0.0 First system timestep is 0.2 s
> 0.0 First system timestep is BURNDT
(Type = real, default = 0.0, units = s)

اطلاعات کنترل کنندهٔ گام زمانی سیستم در شروع اشتعال در این کارت تعیین می‌شوند. بستهٔ BUR یا سایر بسته‌ها می‌توانند اندازهٔ این گام زمانی اولیه را در صورت لزوم کاهش دهند و اندازهٔ گام‌های زمانی بعدی را کنترل کنند.

۴-۱۳-۳- ضرایب حساسیت بستهٔ BUR

ضرایب حساسیت بستهٔ BUR در ادامه ارائه شده‌اند. توضیحات بیشتر در مرجع [۱] ارائه شده است.

C2200 - Flame Speed Parameters

C2201 - Maximum Overshoot of Ignition Limit

C2202 - Combustion Completeness Parameters

C2203 - Minimum Debris Temperature to Invoke DCH Parameters

۴-۱۳-۴- متغیرهای قابل رسم و آرگومان‌های توابع کنترلی در بستهٔ BUR

متغیرهایی که در بستهٔ BUR ممکن است برای رسم شکل (p) و آرگومان‌های توابع کنترلی (c) استفاده شوند، در جدول شماره ۳۶ ارائه شده‌اند.

جدول شماره ۳۶: متغیرهای قابل رسم و آرگومان‌های توابع کنترلی در بستهٔ BUR

Parameter	Type	Description (Unit)
BUR-CPUC	p	CPU time used by the calculation routines in the BUR package. (s)
BUR-CPUE	p	CPU time used by the edit routines in the BUR package. (s)
BUR-CPUR	p	CPU time used by the restart routines in the BUR package. (s)
BUR-CPUT	p	Total CPU time used by the calculational, edit, and restart routines of the BUR package. (s)
BUR-N-SE.n	p	Number of times a burn has started or ended in control volume n. It is odd if a burn is occurring in the volume, and even if no burn is occurring. (none)
BUR-LOG	c	Logical control function argument that is TRUE if any control volume is burning and FALSE otherwise. (type = logical, units = none)
BUR-O2-RAT.n	cp	The rate of oxygen consumption from burning in CVH volume n. (kg/s)
BUR-02-TOT.n	cp	The total amount of oxygen consumed by burning in CVH volume n. (kg)
BUR-H2-RAT.n	cp	The rate of hydrogen consumed from burning in CVH volume n. (kg/s)
BUR-H2-TOT.n	cp	The total amount of hydrogen consumed by burning in CVH volume n. (kg)
BUR-CO-RAT.n	cp	The rate of carbon monoxide consumption from burning in CVH volume n. (kg/s)
BUR-CO-TOT.n	cp	The total amount of carbon monoxide consumed by burning in CVH volume n. (kg)
BUR-H2O-RAT.n	cp	The rate of steam production from burning in CVH volume n. (kg/s)
BUR-H2O-TOT.n	cp	The total amount of steam produced by burning in CVH volume n. (kg)
BUR-CO2-RAT.n	cp	The rate of carbon dioxide production from burning in CVH volume n. (kg/s)
BUR-CO2-TOT.n	cp	The total amount of carbon dioxide produced by burning in CVH volume n. (kg)
BUR-POWER.n	cp	The power generated by burning in CVH volume n. (W)
BUR-ENERGY.n	cp	The energy produced by burning in CVH volume n. (J)
BUR-O2-FTOT.n	p	Total oxygen burned in flow path n. (kg)
BUR-H2-FTOT.n	p	Total hydrogen burned in flow path n. (kg)
BUR-D2-FTOT.n	p	Total deuterium burned in flow path n. (kg)

BUR-CO-FTOT.n	p	Total carbon monoxide burned in flow path n. (kg)
BUR-H2O-FTOT.n	p	Total steam produced in flow path n. (kg)
BUR-CO2-FTOT.n	p	Total carbon dioxide produced in flow path n. (kg)
BUR-FENERGY.n	p	Total energy produced in flow path n. (J)

۴-۱۳-۵- نمونهٔ ورودی بستهٔ BUR

نمونهٔ مسأله ورودی بستهٔ BUR ارائه شده، حاوی چهار حجم است. ورودی بخش MELGEN و MELCOR در ادامه آمده است. تنها پارامترهای نرخ اشتعال، سرعت انتشار و کنترل گام زمانی نسبت به مقادیر پیش‌فرض تغییر داده شده‌اند.

```
TITLE    ...
JOBID    ...
*
* NONCONDENSIBLE GAS INPUT
*
NCG001    H2
NCG002    O2
NCG003    CO2
NCG004    CO
*
* CONTROL VOLUME SETUP    ...
*
* FLOW PATH INPUT    ...
*
* BURN PACKAGE INPUT
*
BUR000    0     * ACTIVATE BURN PACKAGE
*
* INPUT BURN RATE AND PROPAGATION SPEED PARAMETERS
*
BUR100    4    0    10.0    0.7
BUR101    7    1    20.0    0.5
BUR102    8    1    25.0    0.6
BUR103    9    0     8.0    0.1
```

در ادامه ورودی بخش MELCOR آمده است.

```
TITLE      ...
JOBID      ...
RESTART    ...
*
* OTHER INPUT
* BURN Timestep INPUT
BURTIM    -0.15
```

۴-۱۴- بستهٔ EDF

۴-۱۴-۱- کلیات بستهٔ EDF

بستهٔ فایل داده‌های خارجی (EDF) امکان دسترسی به فایل‌های خارجی را به سایر بسته‌ها می‌دهد. یک مسألهٔ MELCOR می‌تواند یک یا چند فایل خارجی داشته باشد. هر فایل توسط یک شماره و یک نام توسط کاربر تعریف می‌شود. هر فایل حاوی زمان و یک یا چند متغیر است و یک تابع از زمان را تعریف می‌کند که با عنوان کانال داده برای هر متغیر شناخته می‌شود. داده‌ها می‌توانند از یک فایل خوانده و یا در یک فایل نوشته شوند که نوع این حالت در بخش MELGEN تعیین می‌شود. یک فایل نمی‌تواند در یک محاسبه هم از نوع خواندنی و هم از نوع نوشتنی باشد.

فایل خواندنی با عنوان فایل READ شناخته می‌شود. داده‌هایی که از این فایل خوانده می‌شوند، در سایر بسته‌ها قابل استفاده هستند و نحوهٔ دریافت آنها یا به صورت آرگومان‌های توابع کنترلی در بستهٔ CF و یا مستقیماً از فراخوانی بستهٔ EDF می‌باشد. در حالت قبلی، تنها مقادیر قدیمی مرتبط با شروع گام زمانی فعلی تعریف می‌شود. برای هر مقدار تابع کنترلی نیز همین حالت وجود دارد. در حالت بعدی، تنها مقادیر پارامترها برای زمان داخل گام زمانی فعلی در دسترس هستند. بین نقاط جدول خوانده شده از فایل خروجی یک میان‌یابی خطی برقرار می‌شود. دسترسی مستقیم نیازمند کدگذاری خاصی است که باید توسط توسعه دهنده کد فراهم شود. این قابلیت تنها توسط توابع کنترلی بسته‌های هیدرودینامیک (CVH) و فرایند انتقال (TP) قابل استفاده است.

اطلاعاتی که باید در یک فایل نوشته شوند، از پایگاه دادهٔ سایر بسته‌های MELCOR به دست می‌آیند. زمان به صورت خودکار در بستهٔ EDF قابل دسترسی است. متغیرهای وابسته از دو راه قابل دسترسی هستند. در یک فایل نوشتنی، مقدار هر پارامتر قابل دسترس مانند آرگومان‌های توابع کنترلی با استفاده از روش‌هایی که برای آرگومان‌های بستهٔ CT به کار می‌روند، به بستهٔ EDF ارسال می‌شوند. برای یک فایل ارسالی، مقادیر باید توسط یک کارت در بستهٔ EDF به بستهٔ EDF معرفی شوند. اما فرایند انتقال توسط بستهٔ TP انجام می‌شود.

کاربرد اولیهٔ بستهٔ EDF اتصال داده‌های ورودی که یک چشمه و شرایط مرزی را تعریف می‌کند، می‌باشد. کاربرد بسیار روشن این بسته در ارتباط دادن اجراهای متعدد MELCOR به یکدیگر است. به عنوان مثال، چشمه‌های خارج محفظه می‌توانند توسط یک مدل حجم‌بندی تفصیلی از سیستم اولیه و یک مدل سادهٔ محفظهٔ ایمنی محاسبه شوند. این چشمه‌ها در یک فایل ذخیره می‌شوند و سپس به محاسبات بعدی که مدل محفظهٔ تفصیلی و مدل سیستم اولیهٔ کوچکی دارد و یا بدون مدل سیستم اولیه است، به عنوان شرایط مرزی داده می‌شود.

در حالت‌هایی که فایل خارجی داده‌ها یک چشمه یا چاه برای جرم یا انرژی را تعیین کند، ترجیح بر آن است که فایل حاوی چشمهٔ تجمعی به جای نرخ‌های پارامترها باشد. ساختن یک چشمهٔ تجمعی ممکن است نیازمند استفاده از تابع کنترلی انتگرالی در اجرای MELCOR که فایل را می‌نویسد، باشد. اگر بستهٔ دریافت کننده چشمه‌های تجمعی را نپذیرد، خواندن داده‌ها از این فایل با استفاده از تابع کنترلی تفاضل پیش‌رونده (DER-F) قابل تبدیل از حالت تجمعی به نرخ‌های پارامترها است.

همچنین بستهٔ EDF برای ارتباط دادن داده‌ها با سایر کدها قابل استفاده است. نیاز نیست یک فایل خروجی توسط کد MELCOR ساخته شده باشد. این فایل می‌تواند فایل خروجی یک کد دیگر باشد و یا به صورت دستی تهیه شده باشد. یک فایل نوشته شده توسط MELCOR می‌تواند به عنوان فایل ورودی برای یک کد شبیه‌ساز دیگر و یا یک پردازنده خروجی مانند نرم افزارهای رسم شکل استفاده شود. برای تسهیل این کاربرد، قالب داده‌ها در هر فایل در بخش MELGEN قابل تعیین است. حالت پیش‌فرض حالت بدون قالب است.

فایل‌های EDF همچنین برای تولید داده‌های جدولی در قالب‌های مجاز استاندارد برای تمرین‌های مقایسهٔ کد، قابل استفاده هستند. در این حالت‌ها، فایل‌های مورد نیاز می‌توانند مستقیماً توسط MELCOR در قالب تعیین شده، در صورتی‌که همهٔ کمیت‌ها به عنوان آرگومان‌های توابع کنترلی در دسترس یا قابل حصول باشند، نوشته شوند.

در هر آغاز مجدد، شامل اجرای اولیهٔ MELCOR از فایل آغاز مجدد ساخته شده توسط MELGEN، بررسی محدودی بر داده‌های هر فایل خواندنی انجام می‌شود. لازم است که آخرین داده قبل از زمان فعلی با برخی از داده‌های خوانده شده در اجرای قبلی سازگار باشد. در صورتی‌که موقعیت این داده در فایل تغییر کرده باشد، یک پیغام خطا صادر می‌شود. هدف از این کار شناسایی خطاهای آشکار بدون منع کردن کاربر از انجام برخی ویرایش‌های فایل است.

۴-۱۴-۲- ورودی بخش MELGEN بستهٔ EDF

در این بخش ورودی مورد نیاز بستهٔ EDF توضیح داده می‌شود. برخی از کارت‌ها برای هر فایل داده‌های خارجی ضروری هستند. کارت‌های واقعی مورد نیاز، برای انواع مختلف فایل، متفاوت هستند. اگرچه در قالب‌های ورودی، تعریف ۱۰۰۰ فایل مختلف مجاز است، کد حاضر تعداد کل ورودی‌ها را در هر اجرا به ۲۰ عدد محدود کرده است.

EDFnnn00 – External Data File Definition Record
$001 \leq$ nnn $\leq$ 999, nnn is the user-assigned number of the data file.
Required

(1) **EDFNAM** - User defined external data file name.
(Type = character*16, default = none)

(2) **NCHAN** - Number of channels (dependent variables) in each record of the file.
(Type = integer, default = none, units = dimensionless)

(3) **MODE** - Direction and mode of information transfer. May be ‘READ’, ‘WRITE’, or ‘PUSH’.
(Type = character, default = none)

در این کارت، نام فایل دادهٔ خارجی، تعداد کانال‌های داده‌ها (وابسته به تعداد متغیرها) و جهت و نوع انتقال اطلاعات تعیین می‌شود.

EDFnnn01 – File Specification
001 ≤ nnn ≤ 999, nnn is the user-assigned number of the data file.
Required

(1) **FILNAM** - Name of file on the operating system, such as ‘input47.dat’.
(Type = character*80, default = none)

در این کارت، نام فایل خارجی که در سیستم عامل با آن شناخته می‌شود، تعیین می‌شود. این نام، رشتهٔ کاراکتری است که در پارامتر FILE-FILNAM، هنگامی که فایل باز می‌شود، استفاده خواهد شد. اگر این پارامتر حاوی حروف کوچکی باشد که باید حفظ شوند، باید نام، بین دو علامت نقل قول قرار گیرد.

EDFnnn02 – External Data File Format
001 ≤ nnn ≤ 999, nnn is the user-assigned number of the data file.
Optional

(1) **IFMT** - Format of records in the external file. If the record is omitted or blank, the file is assumed to be unformatted. If the format contains one or more commas, it must be enclosed in single quotes. The enclosing parentheses may be included ‘(4E12.4)’ or omitted ‘4E12.4’; in the latter case, the input string is limited to character*22.
(Type = character*24, default = “ ”)

یک قالب برای هر فایل دادهٔ خارجی قابل تعریف است. در اینجا منظور از قالب، قالب نمایش پارامترها است. قالب پیش‌فرض برای فایل این است که بدون قالب باشد. تعیین‌کنندهٔ پارامتر زمان در فایل‌های نوشتنی یا انتقالی باید تعداد عددهای قابل توجه کافی را فراهم آورد تا اجازه دهد مقادیر زمان نوشته شده قابل تشخیص باشد. این قالب می‌تواند تعیین کند که یک دادهٔ منطقی حاوی بیش از یک دادهٔ فیزیکی است (یک خط در فایل). طول یک داده فیزیکی نباید بیش از ۱۳۳ کاراکتر باشد.

EDFnnn03 – Time Offset for External Data File
001 ≤ nnn ≤ 999, nnn is the user-assigned number of the data file.
Optional

(1) **TIMOFF** - Offset of time in the external data file relative to time in MELCOR.
(Type = real, default = 0.0, units = s)

به منظور ساده‌سازی ارتباطات بین کدهای مختلف، زمان صفر در فایل داده‌ها نیاز نیست که با اجرای MELCOR یکی باشد. در این کارت از رابطه $t_{file} = t_{MELCOR} + t_{off}$ استفاده می‌شود. انتقال زمانی می‌تواند مثبت و یا منفی باشد.

EDFnnn04 – Buffer Length for READ File
001 ≤ nnn ≤ 999, nnn is the user-assigned number of the data file.
Optional

(1) **NBUFF** - Size of READ file data buffer, in records. Must be ≥ 3.
(Type = integer, default = 5, units = dimensionless)

تنها یک بخش از داده در فایل خواندنی در پایگاه دادهٔ بستهٔ EDF ذخیره می‌شود. فضای خالی به کار رفته باید شامل داده‌های کافی برای پوشش دادن محدودهٔ کافی زمان از آغاز تا انتهای گام زمانی کنونی MELCOR باشد. اندازهٔ فضای خالی می‌تواند حدی برای گام‌های زمانی مجاز تحمیل کند. کوچک‌ترین مقدار کاربردی داده‌ها برابر ۳ است. اگر فایل خواندنی حاوی داده‌های نزدیک به هم باشد، بهتر است این مقدار برای جلوگیری از کند شدن غیرضروری محاسبات افزایش یابد.

EDFnnn1k – Write Increment Control for WRITE or PUSH File
001 ≤ nnn ≤ 999, nnn is the user-assigned number of the data file.
0 ≤ k ≤ Z is used for sequencing
Required

(1) **TWEDF** - Time at which the following output increment takes effect.
(Type = real, default = none, units = s)

(2) **DTWEDF** - Time increment between output records.
(Type = real, default = none, units = s)

داده‌های خروجی قابل کنترل توسط کاربر هستند. این کنترل حاوی زوج دادهٔ زمان آغاز و رشد زمانی است که شبیه خروجی کد MELCOR است، با این تفاوت که تا زمانی که اولین مقدار زمانی نرسیده باشد، خروجی تولید نخواهد شد.

کاراکتر k در شناسهٔ این کارت تنها برای تشخیص داده‌ها به کار می‌رود. زوج دادهٔ ذکر شده توسط کد ذخیره می‌شود. حداقل یک زوج داده باید تعیین شوند و بیش از ۱۰ زوج داده نمی‌توان تعیین کرد.

EDFnnnkk – Channel Variables for WRITE File
001 ≤ nnn ≤ 999, nnn is the user-assigned number of the data file.
A0 ≤ kk ≤ ZZ is used for sequencing
Required

(1) **CHARG** - Control function argument to identify an element of the database.
(Type = character*24, default = none)

مقادیر هر کانال (متغیر وابسته) در یک فایل نوشتنی، از ارجاع به تابع کنترلی به دست می‌آید. متغیرهای در دسترس در بستهٔ‌های مختلف ارائه شده است. به تعداد NCHAN آرگومان نیاز است. این آرگومان‌ها بر اساس ترتیب kk در این کارت در فایل قرار می‌گیرند. توجه شود که متغیر مستقل زمان به صورت خودکار در اولین موقعیت در هر داده در فایل خروجی چاپ می‌شود.

در یک کارت می‌توان بیش از یک آرگومان تابع کنترلی تعیین کرد.

۴-۱۴-۳- ورودی بخش MELCOR بستهٔ EDF

المان‌های خاصی از ورودی بستهٔ EDF در آغاز مجدد قابل تغییر هستند. تغییر نام فایل‌ها و فرکانس چاپ داده‌ها از جمله این موارد است.

ورودی بخش MELCOR زیرمجموعه‌ای از بخش MELGEN است. کارت‌های مجاز در بخش MELCOR عبارتند از:

EDFnnn01 – File Specification

EDFnnn02 – External Data File Format

EDFnnn03 – Time Offset for External Data File

EDFnnn1k – Write Increment Control for WRITE or PUSH File

۴-۱۴-۴- متغیرهای قابل رسم و آرگومان‌های توابع کنترلی در بستهٔ EDF

متغیرهایی که در بستهٔ EDF ممکن است برای رسم شکل (p) و آرگومان‌های توابع کنترلی (c) استفاده شوند، در جدول شماره ۳۷ ارائه شده‌اند.

جدول شماره ۳۷: متغیرهای قابل رسم و آرگومان‌های توابع کنترلی در بستهٔ EDF

Parameter	Type	Description (Unit)
EDF.n.m	cp	Value of the m_{th} data channel in external data file n. If the data are plotted, the units will be given (by default) as "UNK" because they are not—and cannot be—known by EDF. The user may, of course, specify the correct units by defining a nondefault axis label as part of the input to the plot program.

۴-۱۴-۵- نمونهٔ ورودی بستهٔ EDF

مثال نمونه برای بستهٔ EDF به صورت زیر است.

```
EDF00700    MELT-SOURCE    4    READ
EDF00701    RUN27.DAT
EDF00702    5E12.5          *Time and four dependent variables
EDF00703    2600.0          *Melcor time 0 corresponds to 2600 s on file
EDF00704    10              *Expand buffer to 10 data points
```

در این مثال یک فایل خارجی با شماره ۷ حاوی زمان و چهار پارامتر مستقل است که باید از فایل RUN27.DAT با قالب 5E12.5 خوانده شوند. مقادیر میان‌یابی شده متغیرهای وابسته در آرگومان‌های توابع کنترلی با نام‌های EDF.7.1 تا EDF.7.4 در دسترس خواهند بود. برای هر ۱۰ نقطهٔ زمانی برای هر متغیر وابسته، فضای خالی قرار خواهد گرفت.

داده‌های یک فایل خواندنی همیشه به عنوان آرگومان‌های توابع کنترلی قابل دسترس است. به طور کلی، این روش تنها روش در دسترس کاربر است. علاوه براین، در حال حاضر در چند بستهٔ کد امکان دسترسی به این پارامترها ایجاد شده است:

۱- در بستهٔ CVH یک خاصیت یک حجم وابسته به زمان (مرزی) قابل ارجاع مستقیم به یک فایل خارجی است. این کار با عبارت EDF.n.m در کارت CVHnnAk انجام می‌شود و آن خاصیت از کانال m در فایل خارجی n به دست می‌آید.

۲- در بستهٔ TP می‌توان بخشی از آوار یا هسته‌های پرتوزا را از داده‌های موجود در یک فایل خواندنی تعیین شده در کارت TPINnnn01 تعیین کرد. با این بخش از آوار مشابه آوار دریافت شده از سایر بسته‌ها (مانند بستهٔ COR) رفتار می‌شود. این بخش تا زمانی که توسط سایر بسته‌ها (مانند بستهٔ CAV) فراخوانده شود، نگهداشته می‌شود. این امر امکان افزودن آوار و هسته‌های پرتوزا از سایر کدها و یا به صورت دستی به محاسبات MELCOR را فراهم می‌سازد.

در ادامه مثالی از یک فایل نوشتنی ارائه شده است:

```
EDF11100   SPECIAL-DATA   3   WRITE
EDF11101   'specdat.dat'
EDF11110   500.0    100.0
EDF11111   1000.0   10.0
EDF11112   5000.0   1000.0
EDF111AA   CVH-P.200
EDF111AB   CFVALU.4
EDF111AC   CAV-MEX-H2.3
```

در این مثال یک فایل خارجی با شمارهٔ ۱۱۱، بدون قالب و از نوع نوشتنی در فایل specdat.dat معرفی شده است. داده‌ها باید هر ۱۰۰ ثانیه از لحظهٔ ۵۰۰ ثانیه، هر ۱۰ ثانیه از لحظهٔ ۱۰۰۰ ثانیه و هر ۱۰۰۰ ثانیه از لحظهٔ ۵۰۰۰ ثانیه در این فایل نوشته شوند. هر داده حاوی زمان، فشار در حجم ۲۰۰، مقدار تابع کنترلی شمارهٔ ۴ و کل جرم هیدروژن آزاد شده در حجم کنترل شماره ۳ است.

تفاوت یک فایل نوشتنی با یک فایل PUSH در این است که در فایل PUSH مقادیر NCHAN کانال داده باید توسط سایر بسته‌ها تعیین شود. همهٔ کانال‌های داده در یک فایل PUSH باید توسط بسته‌های محاسباتی تعریف شوند. در غیر این صورت در بخش MELGEN یک پیغام خطا صادر می‌شود. به طور مشابه، بخش MELCOR بدون کامل کردن گام زمانی، در صورتی‌که یک مقدار جدید برای یک یا چند کانال قبل از پایان گام زمانی تعیین نشود، متوقف خواهد شد. در حال حاضر تنها بستهٔ TP قابلیت ارسال اطلاعات به بستهٔ EDF را دارد. این بسته می‌تواند داده‌های خواص مواد منتقل شده به بستهٔ TP با فرایند IN را در یک فایل ثبت کند.

مثالی از ورودی فایل PUSH به صورت زیر است:

```
EDF00500   MELT-EJECTION   16   PUSH
EDF00501   MELTEJ.DAT
EDF00502   5E15.7        * Each logical EDF record requires 4 lines
EDF00510   3000.0   10.0
```

این مثال یک فایل خارجی با شماره ۵ را تعریف می‌کند. این مثال در ارتباط با کارت زیر

```
TPINnnn01   WRITE   5
```

منجر به نوشتن داده‌های قالب دار به فایلی به نام MELTEJ.DAT هر ۱۰ ثانیه با شروع از لحظهٔ ۳۰۰۰ ثانیه می‌شود. این فایل ممکن است به عنوان یک فایل ورودی برای تعریف چشمه‌های آوار در اجرای بعدی MELCOR به کار رود. همچنین

فایل مشابهی می‌تواند برای ثبت انتقال هسته‌های پرتوزای مرتبط و تعریف چشمه‌ها در اجرای دوم به کار رود. برای توضیحات بیشتر به توضیحات کارت TPINnnn01 در بستهٔ TP مراجعه شود.

۴-۱۵- بستهٔ TP

۴-۱۵-۱- کلیات بستهٔ TP

بستهٔ TP یک فصل مشترک استاندارد برای انتقال جرم و انرژی از یک بستهٔ فیزیکی به بستهٔ دیگر فراهم می‌آورد. به عبارت دیگر، بستهٔ TP به عنوان یک حسابدار ماهر برای انتقال جرم و انرژی بین بسته‌ها عمل می‌کند.

دو نوع فرایند انتقال وجود دارد: in و out. فرایند انتقال in اطلاعات را به بستهٔ TP ارسال می‌کند. هنگام درخواست، بستهٔ TP اطلاعات را پردازش کرده و به فرایند انتقال out که آن را فراخوانده است، ارسال می‌کند. کاربر باید رابطهٔ بین فرایندهای انتقال in و out را تعریف کند. در حالت حاضر، ورودی مورد نیاز برای بستهٔ TP برای بسته‌های COR، CAV و RN تجویز شده است.

کاربر باید یک ماتریس انتقال برای ارتباط دادن مواد در فرایند out به فرایند in از طریق رابطهٔ زیر تعیین کند.

$$\text{mass out} = \text{translation matrix} \times \text{mass in}$$

کل جرم یک ماده زمانی حفظ می‌شود که جمع المان‌های همهٔ ستون‌های ماتریس انتقال برای آن ماده برابر ۱ شود. بنابراین، نگهداشتن و یا تولید جرم در بستهٔ TP ممکن است. به عنوان مثال، اگر بستهٔ COR خروجی کاربید بور داشته باشد و بستهٔ CAV مواد آن را تشخیص ندهد (که چنین است)، باید از ماتریس انتقال بستهٔ TP استفاده کرد. هر جرمی که توسط بستهٔ TP نگهداشته و یا تولید می‌شود، در خروجی MELCOR به عنوان جرم فرایند in چاپ می‌شود.

									UO_2
UO_2		1	0	0	0	0	0		Zr
Zr		0	1	0	0	0	0		Steel
Steel	=	0	0	1	0	0	0	X	ZrO_2
ZrO_2		0	0	0	1	0	0		St. Ox.
St. Ox.		0	0	0	0	1	0		B_4C

همچنین ماتریس انتقال ممکن است برای تطبیق فرایندهای in تعریف شده توسط فایل‌های خارجی که قالب دقیق مورد نیاز فرایند out را ندارند، استفاده شود. به عنوان مثال یک چشمهٔ پاره‌های شکافت هفت گروهی می‌تواند در گروه پیش‌فرض مورد نظر بستهٔ RN با استفاده از یک ماتریس صحیح انتقال با ۱۵ ردیف و ۷ ستون به کار رود.

کل آنتالپی مواد منتقل شده از یک بسته به بستهٔ دیگر از طریق بستهٔ TP قابلیت بقا ندارد. چراکه بقای جرم در اینجا صادق نیست و یا به دلیل اختلاف در رابطهٔ حالت بین دو بسته، قانون بقا برقرار نیست. فرایند out که برای محاسبهٔ آنتالپی، جرم و متغیرهای ترمودینامیکی را دریافت می‌کند، تنها این اطلاعات را دریافت و به بستهٔ TP منتقل می‌کند. به عنوان مثال، بستهٔ COR ممکن است از دما برای متغیر ترمودینامیکی استفاده کند و یک آنتالپی برابر ۲ مگاژول برای یک جرمی محاسبه کند. بستهٔ CAV ممکن است آن جرم و دما را دریافت کند ولی آنتالپی را برابر ۲/۷ مگاژول محاسبه کند. بستهٔ CAV مقدار ۲/۷ مگاژول را به بستهٔ TP بازمی‌گرداند که دارای اختلاف ۰/۷ مگاژولی است. اختلاف آنتالپی نیز در خروجی MELCOR چاپ می‌شود.

اگر معادلات حالت برای مواد برای هر دو بسته به جز در نقطهٔ مرجع، یکسان باشند، در صورتی‌که دما به عنوان متغیر ترمودینامیکی به کار رود، خطایی برای انرژی واقعی رخ نخواهد داد. اگر معادلات حالت یکسان نباشند، اختلاف انرژی وجود خواهد داشت که قابل حل نبوده و یک خطای انرژی وجود خواهد داشت. برای حالت قبلی، خطای انرژی در محدودهٔ عدم قطعیت در معادلهٔ حالت خواهد بود.

ماتریس انتقالی که معمولاً استفاده می‌شود یک ماتریس مربعی قطری با درایه‌های برابر یک است. این ماتریس همهٔ مشخصه‌های مادهٔ ورودی را هنگام انتقال به فرایند خروجی حفظ می‌کند.

۴-۱۵-۲- ورودی بخش MELGEN بستهٔ TP

فرایندهای انتقال in و out و ماتریس تبدیل مواد in به مواد out توسط کاربر تعریف می‌شوند. هر فرایند in باید حداقل با یک فرایند out در ارتباط باشد. هر ماتریس انتقال باید حداقل با یک فرایند out در ارتباط باشد.

در ادامه توضیحات عمومی در مورد ورودی این بسته ارائه شده است. بسته‌های متعدد MELCOR (شامل COR، FDI، CAV و RN) الزامات خاصی برای ورودی بستهٔ TP دارند. در مثال‌های مربوط به این بسته‌ها نمونه‌هایی از کاربرد بستهٔ TP وجود دارد.

TPINnnn00 – *In* Transfer Process
001 ≤ nnn ≤ 999, nnn is the transfer process number.
Required

(1) **NMSIN** - Number of masses in.
(Type = integer, default = none, units = none)

(2) **NTHRM** - Number of thermodynamic variables.

(Type = integer, default = none, units = none)

در این کارت یک فرایند in، تعداد جرم‌ها و متغیرهای ترمودینامیکی در این فرایند تعریف می‌شود. آنتالپی محاسبه شده با استفاده از متغیرهای ترمودینامیکی نیز منتقل می‌شود، ولی خودش یکی از این پارامترها نیست.

TPINnnn01 – Connection to External Data File
001 ≤ nnn ≤ 999, nnn is the transfer process number.

(1) **DIRECT** - Direction of connection. This may be either 'WRITE' to write a history file or 'READ' to read a file.
(Type = character*5, default = none, units = none)

(2) **IP2EDF** - User number of associated EDF file. If DIRECT = 'WRITE', this must be the number of a valid "PUSH" file containing exactly NMSIN + 1 + NTHRM channels.

If DIRECT = 'READ', this must be the number of a valid "READ" file containing at least NMSIN + 1 + NTHRM channels, of which the first NMSIN + 1 + NTHRM will be used.

این کارت برقراری ارتباط بین فرایند in و یک فایل داده‌های خارجی را ممکن می‌سازد. از این کارت ممکن است برای نوشتن تاریخچه‌ای از فرایند in استفاده شود. این کارت اجازه می‌دهد که داده‌های حاصل از یک بار اجرای MELCOR برای استفادهٔ بعدی ذخیره شوند. همچنین ممکن است چنین تاریخچه‌ای برای خواندن و لحاظ در یک فرایند in جدید استفاده شود.

اگر یک فایل نوشته شود، به تعداد NMSIN جرم تجمعی، آنتالپی تجمعی و NTHRM متغیر ترمودینامیکی (یعنی NMSIN + NTHRM + 1 کانال) خواهد داشت. جرم‌ها و متغیرهای ترمودینامیکی به تعداد تعریف شده در فرایند in هستند. به توضیحات پارامتر NTPCOR در کارت COR00004 و پارامتر NFDTPI در کارت FDInn00 برای انتقال آوار مراجعه شود.

توجه شود که معمولاً یک فرایند انتقال دوم برای هسته‌های پرتوزای تعیین شده، تعریف می‌شود که شماره آن دقیقاً ۵۰۰ واحد بیشتر از شماره مربوط به آوار است. در این فرایند انتقال، NMSIN = NUMCLS (در کارت RN1001 شرح داده شده است) و NTHRM = 1 است. هر داده در فایل، حاوی کانال NUMCLS + 2 برای متغیر وابسته و یک آنتالپی تجمعی است.

TPOTnnn00 – *Out* Transfer Process Record
001 ≤ nnn ≤ 999, nnn is the transfer process number.

Required

(1) **NMSOT** - Number of masses associated with this *out* transfer process.
(Type = integer, default = none, units = none)

(2) **NPOTOI** - Associated *in* transfer process number.
(Type = integer, default = none, units = none)

(3) **OUTMTX** - Associated translation matrix.
(Type = character, default = none, units = none)

در این کارت، فرایند out، تعداد جرم‌هایی که به زیربرنامهٔ فراخواننده ارسال می‌شوند و شمارهٔ فرایند انتقال in مربوطه، تعریف می‌شود.

در پارامتر سوم این کارت ماتریس انتقال تعیین می‌شود. جرم‌های فرایند in در ماتریس انتقال ضرب می‌شوند تا جرم‌های فرایند out تولید شوند. هر فرایند انتقال out دارای یک ماتریس انتقال مرتبط با آن است. پارامتر OUTMTX باید در قالب KEYWORD.IOTMTX تعیین شود که در آن KEYWORD باید عبارت DEF یا UIN باشد و IOTMTX شمارهٔ ماتریس انتقال به کار رفته برای این فرایند انتقال است. عبارت DEF برای تعیین ماتریس انتقال پیش‌فرض به کار می‌رود. در حالت حاضر تنها DEF.1 که ماتریس یکه است قابل استفاده است. عبارت UIN در صورتی‌که کاربر یک ماتریس انتقال در ورودی تعریف کند، به کار می‌رود. به عنوان مثال عبارت UIN.200 یک ماتریس تعریف شده توسط کاربر با شمارهٔ ۲۰۰ را مشخص می‌کند.

TPMnnn0000 – Translation Matrix
$001 \leq$ nnn ≤ 999, nnn is the translation matrix number.
Optional

(1) **NROW** - Number of rows.
(Type = integer, default = none, units = none)

(2) **NCOL** - Number of columns.
(Type = integer, default = none, units = none)

در این کارت یک ماتریس انتقال شامل تعداد ردیف‌ها و ستون‌های ماتریس تعیین می‌شود. همهٔ المان‌های غیرصفر ماتریس باید در کارت TPMnnnkkkk تعیین شوند.

TPMnnnkkkk – Define Translation Matrix
$001 \leq$ nnn ≤ 999, nnn is the translation matrix number.

0001 ≤ kkkk ≤ ZZZZ, kkkk is a collocation field

(1) **NROW/NCOL** - Character string with NROW equal the row number and NCOL equal to the column number. For example 3/5 is the third row and fifth column.
(Type = character, default = none, units = none)

(2) **VALUE** - Value of the NROW-th row and NCOL-th column in the matrix.
(Type = real, default = 0, units = none)

در این کارت المان‌های غیرصفر ماتریس انتقال تعیین می‌شوند. در این کارت ورودی‌ها به صورت زوج عدد هستند. عدد اول به صورت NROW/NCOL است که NROW شمارهٔ ردیف و NCOL شمارهٔ ستون در ماتریس انتقال است. عدد دوم یک عدد حقیقی که مقدار درایهٔ ردیف NROWام و ستون NCOLام در ماتریس است.

۴-۱۵-۳- ورودی بخش MELCOR بستهٔ TP

برای یک فرایند انتقال out داده شده، کاربر می‌تواند شمارهٔ فرایند مربوطهٔ in و ماتریس انتقال را مجدداً تعریف کند. المان‌های ماتریس انتقال می‌تواند مجدداً تعریف شوند. فرایندهای جدید in و out و ماتریس انتقال جدید در بخش MELCOR تعریف نمی‌شوند. هر فرایند in باید حداقل با یک فرایند out مرتبط باشد.

TPOTnnn00 – *Out* Transfer Process Record
001 ≤ nnn ≤ 999, nnn is the transfer process number.
Optional

(1) **NMSOT** - Number of masses associated with this *out* transfer process. This may not be changed in MELCOR.
(Type = integer, default = none, units = none)

(2) **NPOTOI** - Associated *in* transfer process number.
(Type = integer, default = none, units = none)

(3) **OUTMTX** - Associated translation matrix. *In* process masses are multiplied by a translation matrix to generate the *out* process masses. Each *out* transfer process has

برای یک فرایند out موجود، با این کارت می‌توان فرایند in مرتبط و ماتریس انتقال مرتبط را مجدداً تعریف کرد.

TPMnnn0000 – Translation Matrix
001 ≤ nnn ≤ 999, nnn is the translation matrix number.
Optional

(1) **NROW** - Number of rows.
(Type = integer, default = none, units = none)

(2) **NCOL** - Number of columns.
(Type = integer, default = none, units = none)

این کارت اندازهٔ ماتریس انتقال را تعیین می‌کند و می‌تواند در بخش MELCOR برای ماتریس تعریف شده در بخش MELGEN استفاده شود. هرچند تعداد سطر و ستون‌های ماتریس را نمی توان تغیر داد.

TPMnnnkkkk – Define Translation Matrix
001 ≤ nnn ≤ 999, nnn is the translation matrix number.
0001 ≤ kkkk ≤ ZZZZ, kkkk is a collocation field.
Optional

(1) **NROW/NCOL** - Character string with NROW equal the row number and NCOL equal to the column number. For example 3/5 is the third row and fifth column.
(Type = character, default = none, units = none)

(2) **VALUE** - Value of the NROW-th row and NCOL-th column in the matrix.
(Type = real, default = 0.0, units = none)

با این کارت می‌توان مقدار درایه‌های ماتریس انتقال تعریف شده در بخش MELGEN را در بخش MELCOR تغییر داد.

۴-۱۵-۴- نمونهٔ ورودی بستهٔ TP

۴-۱۵-۴-۱- نمونهٔ ورودی ۱

در مثال زیر یک ورودی با دو فرایند انتقال in، سه فرایند انتقال out و دو ماتریس انتقال ارائه شده است. فرایند انتقال in اول دارای سه جرم و سه متغیر ترمودینامیکی است. فرایند انتقال in دوم شامل چهار جرم و دو متغیر ترمودینامیکی است. فرایند انتقال out اول با فرایند انتقال in اول مرتبط است و دارای سه جرم خروجی است و از ماتریس پیش‌فرض استفاده می‌کند. فرایندهای انتقال out دوم و سوم با فرایند انتقال in دوم در ارتباط هستند. توجه شود که جمع ستون چهارم دو ماتریس برابر یک نیست، بنابراین جرم کل ورودی برابر با جرم خروجی نخواهد بود.

```
TPIN10100 3 1              * MASSES THERMO
TPIN10200 4 2              * MASSES THERMO
*
TPOT20100 3 101 DEF.1      * MASSES, IN PROCESS, DEFAULT MATRIX 1
TPOT20200 6 102 UIN.100    * MASSES, IN PROCESS, USER MATRIX 100
TPOT20300 4 102 UIN.101    * MASSES, IN PROCESS, USER MATRIX 101
*
```

```
*              0.8    0    0    0
*              0.1    0    0    0
* MATRIX 100: 0.08    0    0    0
*             0.02    0    0    0
*               0     1    0    0
*               0     0    1    0
TPM1000000 6 4          * 6X4 MATRIX
TPM1000001 1/1 0.8      * ROW 1, COLUMN 1
TPM1000002 2/1 0.1      * ROW 2, COLUMN 1
TPM1000003 3/1 0.08     * ROW 3, COLUMN 1
TPM1000004 4/1 0.02     * ROW 4, COLUMN 1
TPM1000005 5/2 1.0      * ROW 5, COLUMN 2
TPM1000006 6/3 1.0      * ROW 6, COLUMN 3
*
*             0 0 0 0
* MATRIX 101: 0 0 0 0
*             0 0 0 0
*             0 0 0 0.9
*
TPM1010000 4 4           * 4X4 MATRIX
TPM1010001 4/4 0.9       * DEFINE NONZERO ELEMENTS
```

۴-۱۵-۴-۲- نمونهٔ ورودی ۲

در مثال دوم حاوی یک ورودی ساده برای بسته‌های COR، FDI، CAV و TP برای یک نیروگاه نوعی است. برای آشنایی بیشتر با این ورودی شماره‌های زیر در شماره‌های فرایندهای انتقال in و out در نظر گرفته شده است.

```
1 = COR, 2 = FDI, 3 = CAV, and 9 = TP
```

بنابراین همهٔ فرایندهای انتقال out با شماره ۹ (یا ۵۹ برای شماره‌های سه رقمی در بستهٔ RN) آغاز می‌شوند و همهٔ فرایندهای انتقال in با شمارهٔ ۹ پایان می‌پذیرند. به عنوان مثال TP #29 فرایند انتقال in است که جرم منتقل شده از بستهٔ FDI به بستهٔ TP را تعیین می‌کند.

```
* COR, FDI, AND CAV PACKAGE INPUT
* NO INPUT REQUIRED FOR RN PACKAGE
* COR'IN'TP
COR00004 19
*       NCV NCAV FDI'IN'TP FDI'OUT'TP
FDI0500 500 10       29        92
*   CAV'OUT'TP
CAV10TP 93
*
* 'IN' TRANSFER PROCESS FOR COR PACKAGE
*        NMSIN NTHRM
TPIN01900 6     9
* 'OUT' TRANSFER PROCESS FOR FDI PACKAGE
*        NMSOT NPOTOI IOTMTX
```

```
TPOT09200 5     19    UIN.506
* 'IN' TRANSFER PROCESS FOR FDI PACKAGE
*        NMSIN NTHRM
TPIN02900 5     9
* 'OUT' TRANSFER PROCESS FOR CAV PACKAGE
*        NMSOT NPOTOI IOTMTX
TPOT09300 5     29     DEF.1
*
* COR-FDI TRANSLATION MATRIX
* *** NOTE *** CONTROL POISON MASS IS NOT CONSERVED
*         NROW NCOL
TPM5060000 5    6
*       NROW/NCOL VALUE
TPM5060001 1/1     1.0      * UO2 MASS
TPM5060002 2/2     1.0      * ZR MASS
TPM5060003 3/3     1.0      * STEEL MASS
TPM5060004 4/4     1.0      * ZRO2 MASS
TPM5060005 5/5     1.0      * STEEL OXIDE MASS
*
* TRANSFER PROCESSES FOR RADIONUCLIDE TRANSFER
* RN TP NUMBERS MUST BE COR, FDI, CAV TP NUMBERS + 500
TPIN51900 15 1
TPIN52900 15 1
TPOT59200 15 519 DEF.1
TPOT59300 15 529 DEF.1
```

۴-۱۵-۴-۳- نمونهٔ ورودی ۳

در مثال سوم یک ورودی ساده برای تقسیم آوار خروجی از قلب به دو چاهک مختلف راکتور برای واکنش‌های بتون و قلب مذاب تهیه شده است. ۷۵ درصد آوار به چاهک ۲ و بقیهٔ آن به چاهک ۳ تزریق می‌شود. شماره‌های به کار رفته برای بسته‌های مختلف مشابه مثال دوم است.

```
* COR AND CAV PACKAGE INPUT
* COR'IN'TP
COR00004 19
* CAV2'OUT'TP
CAV02TP 92
* CAV3'OUT'TP
CAV03TP 93
*
* 'IN' TRANSFER PROCESS FOR COR PACKAGE
*       NMSIN NTHRM
TPIN01900 6     9
* 'OUT' TRANSFER PROCESSES FOR CAV PACKAGE
*       NMSOT NPOTOI IOTMTX
TPOT09200 5     19    UIN.2
TPOT09300 5     19    UIN.3
*
```

```
* COR-CAV TRANSLATION MATRICES
* 0.75 TO CAVITY 2, 0.25 TO CAVITY 3
* *** NOTE *** CONTROL POISON MASS IS NOT CONSERVED
* NROW NCOL
TPM0020000 5 6
*       NROW/NCOL VALUE
TPM0020001 1/1    0.75    * UO2 MASS
TPM0020002 2/2    0.75    * ZR MASS
TPM0020003 3/3    0.75    * STEEL MASS
TPM0020004 4/4    0.75    * ZRO2 MASS
TPM0020005 5/5    0.75    * STEEL OXIDE MASS
*
* NROW NCOL
TPM0030000 5 6
*       NROW/NCOL VALUE
TPM0030001 1/1    0.25    * UO2 MASS
TPM0030002 2/2    0.25    * ZR MASS
TPM0030003 3/3    0.25    * STEEL MASS
TPM0030004 4/4    0.25    * ZRO2 MASS
TPM0030005 5/5    0.25    * STEEL OXIDE MASS
*
* TRANSFER PROCESSES FOR RADIONUCLIDE TRANSFER
* RN TP NUMBERS MUST BE COR AND CAV TP NUMBERS + 500
TPIN51900 15 1
TPOT59200 15 519 UIN.12
TPOT59300 15 519 UIN.13
* MATRIX 12 IS 15 X 15 IDENTITY MATRIX TIMES 0.75
* NROW NCOL
TPM0120000 15 15
*       NROW/NCOL VALUE
TPM0120001 1/1     0.75
TPM0120002 2/2     0.75
TPM0120003 3/3     0.75
TPM0120004 4/4     0.75
TPM0120005 5/5     0.75
TPM0120006 6/6     0.75
TPM0120007 7/7     0.75
TPM0120008 8/8     0.75
TPM0120009 9/9     0.75
TPM0120010 10/10   0.75
TPM0120011 11/11   0.75
TPM0120012 12/12   0.75
TPM0120013 13/13   0.75
TPM0120014 14/14   0.75
TPM0120015 15/15   0.75
*
* MATRIX 13 IS 15 X 15 IDENTITY MATRIX TIMES 0.25
*         NROW NCOL
TPM0130000 15   15
*       NROW/NCOL VALUE
TPM0130001 1/1     0.25
```

```
TPM0130002 2/2      0.25
TPM0130003 3/3      0.25
TPM0130004 4/4      0.25
TPM0130005 5/5      0.25
TPM0130006 6/6      0.25
TPM0130007 7/7      0.25
TPM0130008 8/8      0.25
TPM0130009 9/9      0.25

TPM0130010 10/10    0.25
TPM0130011 11/11    0.25
TPM0130012 12/12    0.25
TPM0130013 13/13    0.25
TPM0130014 14/14    0.25
TPM0130015 15/15    0.25
```

۴-۱۶- بستهٔ FDI

این بسته، محاسبات مربوط به رفتار آوار در محفظهٔ ایمنی را مورد بررسی قرار می‌دهد. ذکر این نکته ضروری است که هیچ‌گونه انتشار پاره شکافتی از آوار سوخت در این بسته مدل نمی‌شود. فرآیند رسوب آوار در چاهک راکتور نیز از طریق مدل‌های بستهٔ CAV تحلیل می‌شود. در بستهٔ FDI دو دسته پدیده مورد بررسی قرار می‌گیرد:

۱- پرتاب سوخت مذاب فشار پایین از محفظهٔ راکتور (LPME)،

۲- پرتاب سوخت مذاب فشار بالا از محفظهٔ راکتور (HPME) و ایجاد فرآیند گرمایش مستقیم محفظهٔ ایمنی.

تعیین موقعیت چاهک راکتور و حجم‌های کنترل مرتبط با آن، تعریف نام و موقعیت مواد ورودی و خروجی از بستهٔ FDI و همچنین تعیین چشمهٔ مواد، جرم، ترکیبات و دمای آوار تزریق‌شده از محفظهٔ راکتور در یک بازهٔ زمانی و همچنین سرعت تزریق جریان و ضخامت بستر آوار که از محاسبات بستهٔ COR به‌دست می‌آیند، ورودی‌های بستهٔ FDI هستند. تعیین موقعیت محوری آوار، جرم آواری که بر کف چاهک انباشته شده است و نرخ انتقال حرارت بین آوار و استخر آب موجود در چاهک به عنوان خروجی مدل LPME و جرم مواد تشکیل‌شده در اثر واکنش‌های اکسیدشدن، نرخ تولید حرارت ناشی از اکسیدشدن، نرخ انتقال حرارت به گاز، جرم آوار رسوب‌کرده بر روی سطح و نرخ انتقال حرارت از آوار به سطح به عنوان خروجی مدل HPME می‌باشد.

در نسخه‌های قبلی کد، همگرایی ناقص معادله حالت در بستهٔ FDI به عنوان ایراد اساسی این بسته مطرح بود. در این نسخه از کد با تعریف یک ضریب حساسیت جدید برای تعیین آنتالپی و دما (با توجه به دمای ذوب مواد) و تعیین محدودهٔ همگرایی برای این معادله، اصلاح گردید.

۴-۱۶-۱- مدل LPME

مدل LPME مبتنی بر مدلی است که توسط کورادینی[۱] و دیگران در دانشگاه ویسکانسین[۲] توسعه یافته است. در این مدل حرارت از آوار به استخر آب موجود در چاهک به‌گونه‌ای منتقل می‌شود که سبب تجزیه آوار و ریزش آن به کف چاهک راکتور می‌گردد. انتقال حرارت معمولاً به صورت تابش در نظر گرفته می‌شود، اما در پایین‌ترین مرز از طریق هدایت در سراسر فیلم بخار (مدل بروملی برای جوشش فیلم) مدل می‌شود. کل انرژی منتقل‌شده از آوار مذاب برای جوشش آب استخر به کار می‌رود. ذکر این نکته قابل توجه است که مدل LPME نمی‌تواند اکسیدشدن عناصر فلزی در آوار تزریق‌شده را در نظر بگیرد.

محاسبات مدل LPME به صورت دو مرحله‌ای انجام می‌شود. مرحله اول عبارتست از بازیابی متغیرهایی برای توصیف حالت آوار شامل جرم، ترکیبات و دمای آوار تزریق‌شده از محفظهٔ راکتور در یک بازه زمانی و همچنین سرعت تزریق جریان و ضخامت بستر آوار توسط بستهٔ COR. مرحله دوم، شامل تعیین موقعیت محوری پیشانی و انتهای آوار تزریق‌شده خواهد بود. بدین منظور کاربر باید ارتفاع بالا و پایین حجم محاسباتی (به‌ترتیب Z_{Top} و Z_{Bot}) را محاسبه کند. این مقدار معمولاً برابر ارتفاع انتهای محفظهٔ راکتور و انتهای چاهک راکتور می‌باشد و سپس موقعیت پیشانی و انتهای آوار تزریق‌شده را به صورت زیر به‌دست آورد:

$$Z_{HEAD} = Z_{TOP} - U_f .\Delta t$$
$$Z_{TAIL} = Z_{HEAD} + m_f /(\pi D_{f_0}^2 \rho_f / 4) \qquad (۴۷-۴)$$

در این رابطه، Z_{HEAD} و Z_{TAIL} به ترتیب موقعیت محوری پیشانی و انتهای آوار، m_f جرم، D_{f_0} قطر اولیه است که از محاسبات بستهٔ COR به‌دست می‌آید و برابر با قطر شکاف[۳] محفظهٔ راکتور است، U_f سرعت آوار و ρ_f چگالی جریان تزریق شده است. چنانچه فرسایش حفره[۴] رخ دهد، ممکن است مقدار قطر اولیه افزایش یابد.

پس از تعیین موقعیت محوری پیشانی و انتهای آوار، جرم آواری که بر روی کف چاهک راکتور انباشته می‌شود، محاسبه شده و سپس انتقال حرارت از آوار به آب موجود در چاهک ارزیابی می‌شود. نرخ انتقال حرارت به کمک سطح فصل مشترک که تابعی از اندازه ذره آوار، میزان تخلخل و همچنین ارتفاع آوار است، به‌دست می‌آید. اندازهٔ ذرهٔ آوار نیز براساس رابطه چو[۵] و با توجه به عدد وبر[۶] محاسبه می‌شود. پارامتر دیگری که در نرخ انتقال حرارت مؤثر است، رژیم انتقال حرارت

۱ - Corradini
۲ - Wisconsin
۳ - Breach
۴ - Hole
۵ - Chu
۶ - Weber

می‌باشد. در مرحلهٔ اولیهٔ انتقال حرارت از آوار قلب، دمای آوار بسیار بالا بوده و بنابراین انتقال حرارت تابشی، مکانیزم غالب خواهد بود. هنگامی‌که دمای آوار کاهش یابد، سایر مکانیزم‌ها مهم می‌شوند. اگرچه تابش و هدایت در سراسر فیلم بخار به صورت موازی رخ می‌دهد، اما مدلی که در کد گنجانده شده است تنها مکانیزم غالب را در هر زمان درنظر می‌گیرد.

۴-۱۶-۲- مدل HPME

چنانچه سرعت آوار مذاب تزریق شده از محفظهٔ راکتور به یک مقدار بحرانی (پیش‌فرض ۱۰ m/s) برسد و یا اگر کاربر گزینه stand-alone را برای مدل‌سازی تزریق آوار مذاب فشار بالا انتخاب کند، بستهٔ FDI مدل فشار بالا را به جای مدل فشار پایین در نظر می‌گیرد. فرآیندهای اکسیدشدن بخش فلزی آوار (زیرکونیوم، آلومینیوم و استیل)، رسوب آوار منتشرشده در فضا[۱] از طریق گیراندازی[۲] و یا ته‌نشینی[۳] و همچنین انتقال حرارت به گاز و یا سطوح آوار رسوب‌کرده در این این مدل وجود دارند. مدل‌های HPME شامل مدل مکانیکی انتقال و جابجایی آوار نمی‌باشد، بلکه کاربر مجموعه‌ای از موقعیت‌های هدف و کسرهای انتقال را تعیین می‌کند تا آوار تزریق‌شده به سمت این موقعیت‌ها حرکت کند. رسوب آوار بر روی سطح در مدل HPME به دو روش مختلف صورت می‌گیرد.

۱. آوار تزریق شده قبل از هرگونه برهم‌کنشی با فضا، با سازه‌ها برخورد کرده و باتوجه به کسر انتقال تعریف شده توسط کاربر، به سطوح هدف می‌رسند. این فرآیند به گیراندازی موسوم است.
۲. بخشی از آوار که به طور قابل‌توجهی با فضا برهم‌کنش داشته، باید در یک ثابت زمانی به حجم کنترل خاصی وارد شود. این ثابت زمانی توسط کاربر تعریف می‌شود و برای ارزیابی نرخ رسوب بر روی سطوح هدف (سطح یک سازهٔ حرارتی و یا چاهک) به کار می‌رود. این فرآیند به ته‌نشینی موسوم است.

مدل HPME نمی‌تواند برهم‌کنش حرارتی بین آوار تزریق‌شده و آب موجود در استخر چاهک راکتور را مشابه آنچه در مدل LPME رخ می‌دهد، مدل کند. اگر هنگام تزریق آوار، استخر آبی درون چاهک راکتور وجود داشته باشد، آب موجود در چاهک متناسب با نرخ تزریق آوار، به حوزه قطرات موجود در فضا (مه) پخش می‌شود. نسبت نرخ جرم آب پخش‌شده از استخر (به فضای چاهک) به جرم آوار تزریق‌شده (از محفظهٔ راکتور به درون چاهک) به صورت یک ضریب حساسیت تعریف می‌شود. این ضریب برای بررسی برهم‌کنش بین آوار و آب موجود در چاهک مورد استفاده قرار می‌گیرد.

۱ - Airborne
۲ - Trapping
۳ - Settling

فرآیند اکسیدشدن نیز در این مدل به دو صورت مدل‌سازی می‌شود: اولی اکسیدشدن ترتیبی است که ابتدا اکسیدشدن زیرکونیوم و آلومینیوم و سپس اکسیدشدن استیل رخ می‌دهد. گزینه دوم اکسیدشدن هم‌زمان فلزات است. حالت پیش‌فرض، اکسیدشدن ترتیبی است.

مدل‌سازی گرمایش مستقیم محفظهٔ ایمنی در کد CONTAIN، شامل انتقال آوار مذاب با استفاده از مدل‌های لغزش گاز-آوار مذاب، مدل‌سازی فرسایش حفره راکتور، تخلیه آوار مذاب تک‌فاز و دوفاز، محاسبه نرخ انتقال ذرات آوار مذاب، محاسبه اندازه ذره آوار مذاب، مدل‌سازی فرآیند برداشت آوار مذاب در نتیجهٔ برهم‌کنش با ساختارها و یا ریزش گرانشی (مدل گیراندازی)، محاسبات انتقال حرارت تابشی و جابجایی و همچنین واکنش‌های شیمیایی می‌باشد. درحالی‌که کد MELCOR نمی‌تواند جریان درون‌سلولی آوار مذاب و نقل و انتقال ذرات آوار مذاب را مدل کند و حرکت این ذرات تنها از طریق رسوب گرانشی رخ می‌دهد. همان‌طورکه اشاره شد، انتقال آوار مذاب در کد MELCOR بر اساس دو مدل سادهٔ گیراندازی و رسوب انجام می‌شود که با مدل‌های موجود در کد CONTAIN متفاوت است.

با وجود اینکه کد CONTAIN قابلیت مدل‌سازی دقیق‌تر فرآیند گرمایش مستقیم محفظهٔ ایمنی را دارد، اما مدل‌های موجود در این کد تنها به بررسی فرآیندها از لحظه شکست محفظهٔ راکتور و ریزش آوار به درون چاهک و پخش آوار در فضای محفظهٔ ایمنی می‌پردازد و فرآیندهای قبل از شکست محفظهٔ راکتور را مدل نمی‌کند. زمان شکست محفظهٔ راکتور و همچنین سرعت، جرم و قطر اولیه آوار تزریق‌شده به درون چاهک از جمله پارامترهای مهم در مدل‌سازی رفتار آوار می‌باشد که فقط از طریق مدل‌های بستهٔ COR کد MELCOR محاسبه می‌شوند و به عنوان ورودی محاسبات بستهٔ FDI و همچنین محاسبات گرمایش مستقیم محفظهٔ ایمنی کد CONTAIN مورد استفاده قرار می‌گیرند.

۴-۱۶-۳- آشنایی با ورودی بستهٔ FDI

مدل FDI می‌تواند در چند موقعیت تزریق مذاب در مسأله استفاده شود. ولی در اغلب مسائل تنها در یک موقعیت استفاده می‌شود. این موقعیت اساساً جایی است که ممکن است آوار از محل شکست محفظهٔ راکتور خارج شود و یا از یک چشمهٔ خارجی به هندسهٔ مسأله وارد شود. در اغلب محاسبات راکتور کامل، این مدل در حجم کنترل CVH زیر بخش پایینی محفظهٔ راکتور (که در پارامتر ICVCAV در کارت CORLHDii در بستهٔ COR تعیین می‌شود) به کار می‌رود. در تحلیل تزریق فشار بالای stand-alone مسائل گرمایش مستقیم محفظهٔ ایمنی، این مدل در حجم پایین چشمهٔ آوار به کار می‌رود.

برای محاسباتی که ممکن است به خرابی محفظهٔ ایمنی در فشار نسبتاً بالا منجر شود، کاربر باید هر دو مدل تزریق فشار پایین و فشار بالا را فعال نماید. ورودی مدل تزریق فشار پایین موقعیت FDI، که به صورت نرمال شمارهٔ حجم کنترل چاهک راکتور است، شمارهٔ فرایند انتقال مرتبط با انتقال آوار از بستهٔ COR به بستهٔ FDI، شماره چاهک راکتور CAV و شمارهٔ فرایند انتقال مرتبط با انتقال آوار از بستهٔ FDI به بستهٔ CAV تعیین می‌شود. در ورودی مدل تزریق فشار بالا حجم‌هایی که ممکن است آوار به آنها تزریق شود و پارامترهای کنترل کننده برهمکنش بین آوار و محیط اطرافش تعیین می‌شوند. اگر ورودی مدل فشار بالا تعیین نشده باشد، مدل فشار پایین بدون توجه به اختلاف فشار بین محفظهٔ راکتور و چاهک راکتور طی تزریق مذاب، عمل خواهد کرد.

مدل FDI ممکن است برای مسائل گرمایش مستقیم محفظهٔ ایمنی و آزمایش‌هایی که شامل مدل واقعی از راکتور نیستند، به کار رود. در این حالت‌ها، مدل تزریق فشار بالا در مود stand-alone به کار می‌رود و چشمهٔ فشار بالای آوار توسط کاربر تعریف می‌گردد. در این محاسبات، مدل تزریق فشار پایین غیرفعال است و ورودی مدل فشار پایین که به صورت نرمال مدل فشار پایین را کنترل می‌کند، برای کنترل مدل فشار بالای satnd-alone به کار خواهد رفت. مدل فشار بالای satnd-alone با قرار دادن NFDCAV = -1 در کارت FDInn00 فعال می‌شود. در این مدل دو حالت برای تعیین چشمهٔ آوار وجود دارد. گزینهٔ اول تعیین چشمهٔ آوار از طریق بستهٔ EDF در پارامتر NFDTPO در کارت FDInn00 در این بسته است. گزینهٔ دوم تعیین چشمهٔ آوار از طریق تابع جدولی است. این گزینه با قرار دادن NFDTPO = -N در کارت FDInn00 انجام می‌شود که در آن N تعداد چشمهٔ مواد در توابع جدولی مجزای تعیین شده در کارت‌های FDInnII است. گزینهٔ دوم، دمای چشمهٔ آوار از طریف تابع جدولی تعیین می‌شود و شماره تابع جدولی در پارامتر NFDTPI در کارت FDInn00 تعیین می‌شود. بستهٔ COR نباید زمانی که از مدل فشار بالای stand-alone استفاده می‌شود، فعال باشد.

تنها پارامترهایی که توزیع آوار فشار بالا در سراسر محفظهٔ ایمنی را کنترل می‌کنند و پارامترهایی که برهمکنش آوار فشار بالا با فضای محفظهٔ ایمنی را کنترل می‌کنند، قابل تغییر در آغاز مجدد در ورودی MELCOR هستند. بنابراین، برای کاربر مهم است که تعیین کند کدام حجم‌های کنترل و سطوح رسوب در پایگاه داده هنگام اجرای MELGEN مشارکت دارند، چراکه سطوح و حجم‌ها بعد از اجرا قابل افزودن نیستند.

۴-۱۶-۴- ورودی بخش MELGEN بستهٔ FDI

تعیین یک سری از کارت‌های زیر برای هر موقعیت FDI ضروری است (تا ۱۰۰ موقعیت در کد قابل تعیین است). کارت‌های FDInn00 و FDInn02 برای فعال کردن مدل تزریق فشار بالا یا فشار پایین لازم هستند و کارت‌های FDInn04 و FDInnmm نیز برای فعال کردن مدل تزریق فشار بالا ضروری هستند.

Low-Pressure Model Input:

FDInn00 – FDI Location and Transfer Process Numbers
$00 \leq$ nn $\leq$ 99, nn is the FDI location number
Required

(1) **NFDICV** - User number of associated control volume
(Type = integer, default = none, units = none)

(2) **NFDCAV** - User number of associated cavity
(Type = integer, default = none, units = none)

NOTE: The stand-alone HPME model is invoked by setting NFDCAV = -1.

(3) **NFDTPI** - "In" transfer process number ('nnn' on the TPINnnn00 RECORD), for transfers to CORCON.
(Type = integer, default = none, units = none)

(4) **NFDTPO** - "Out" transfer process number ('nnn' on the TPOTnnn00 RECORD), for transfers from the core or EDF.
(Type = integer, default = none, units = none)

در این کارت حجم کنترل، چاهک، شمارهٔ فرایند انتقال in (برای انتقال به CORCON) و شمارهٔ فرایند انتقال out (برای انتقال از قلب) برای هر موقعیت FDI تعیین می‌شود. توجه شود که برای مدل تزریق فشار بالای stand-alone پارامترهای NFDCAV، NFDTPI و NFDTPO معنای خاصی دارند که در ادامه ذکر می‌شود.

- مدل تزریق فشار بالای stand-alone با قرار دادن NFDCAV = -1 احضار می‌شود.
- در پارامتر NFDTPI، شمارهٔ فرایند انتقال in تعیین می‌شود که همان nnn در کارت TPINnnn00 در بستهٔ TP است. اگر NFDCAV = -1 باشد، باید NFDTPI = N باشد، که در آن N شمارهٔ تابع جدولی برای دمای چشمه بر حسب زمان است. اگر یک فایل دادهٔ خارجی برای چشمه فشار بالای stand-alone استفاده شود، باید NFDTPI = -1 باشد.

- در پارامتر NFDTPO، شماره فرایند انتقال out تعیین می‌شود که همان nnn در کارت TPOTnnn00 در بستهٔ TP است. اگر NFDCAV = -1 باشد، باید NFDTPO = N باشد، که در آن N تعداد مواد چشمهٔ وارد شده توسط توابع جدولی مجزا است. اگر گزینهٔ FDI به کار رود، این پارامتر حالت عادی خود را خواهد داشت.

مواد از بستهٔ COR (یا فایل EDF در مدل تزریق فشار بالای stand-alone) به بستهٔ FDI و از بستهٔ FDI به بستهٔ CAV از طریق بستهٔ TP منتقل می‌شوند. کاربر باید فرایندهای انتقال را در بستهٔ TP تعریف کند. برای انتقال مواد از بستهٔ COR به بستهٔ FDI باید یک فرایند انتقال in برای انتقال مواد به بستهٔ TP از بستهٔ COR تعریف شود. این فرایند در پارامتر NTPCOR در کارت COR00004 در بستهٔ COR قرار می‌گیرد. یک فرایند انتقال out متناظر که شمارهٔ آن در پارامتر NFDTPO در کارت فوق قرار می‌گیرد، باید برای دریافت مواد خروجی از بستهٔ TP و ارسال آنها به بستهٔ FDI تعریف شود. انتقال‌های بین بسته‌های FDI و CAV به طور مشابه انجام می‌شوند که شامل فرایندهای in در پارامتر NFDTPI در کارت فوق و یک فرایند out تعیین شده در پارامتر NTPOT در کارت CAVnnTP در بستهٔ CAV است. در صورت نیاز، انتقال مستقیم از بستهٔ COR به بستهٔ CAV نیز با کنار گذاشتن بستهٔ FDI قابل انجام است.

برای انتقال از بستهٔ FDI به بستهٔ CAV تعداد جرم‌ها و تعداد متغیرهای ترمودینامیکی در کارت TPINnnn00 (که در آن nnn برابر NFDTPI است)، باید NMSIN = 5 و NTHRM = 9 باشد. همچنین در کارت مربوطهٔ TPMnnn0000، باید NCOL = 5 باشد. مواد تزریق شده از بستهٔ FDI که باید هنگام تولید ماتریس انتقال در کارت TPMnnnkkkk استفاده شوند، عبارتند از: اکسید اورانیوم، زیرکونیوم، استیل، اکسید زیرکونیوم و اکسید استیل. برای اطلاعات بیشتر در زمینهٔ انتقال‌های بین بسته‌های FDI و CAV به مطالب بستهٔ CAV مراجعه شود.

به منظور انتقال هسته‌های پرتوزای همراه با جرم‌های سوخت و فلز، شماره‌های اضافی فرایند انتقال باید تعریف شود. در حالت حاضر، این شماره‌های فرایندهای انتقال هسته‌های پرتوزا باید دقیقاً به اندازهٔ ۵۰۰ واحد از شماره‌های مرتبط فرایندهای انتقال تعریف شده برای جرم و انرژی در بسته‌های COR، FDI و CAV بزرگتر هستند. در ورودی TP باید شمارهٔ جرم‌ها باید برابر کل تعداد کلاس‌های هسته‌های پرتوزا، NTHERM برابر ۱ و ماتریس انتقال یکه (DEF.1 در کارت TPOTnnn00) تعریف شود.

FDInn01 – FDI Name
$00 \leq$ nn $\leq$ 99, nn is the FDI Location number
Optional
(1) **FDINAM** - Name of FDI Location.
(Type = Character*16, default = ‘ ‘, units = none)

در این کارت نام موقعیت در نظر گرفته شده برای FDI تعیین می‌شود.

FDInn02 – Elevations
$00 \leq$ nn ≤ 99, nn is the FDI location number
Required

(1) **ZBOTTM** - Floor elevation. Must lie within the control volume identified by NFDICV on record FDInnn00. If not coincident with the bottom of that volume, a warning message will be issued.
(Type = real, default = none, units = m)

(2) **ZTOP** - Top elevation of interaction region. Must be greater than ZBOTTM. If above the top of the associated control volume, a warning message will be issued.
(Type = real, default = none, units = m)

در این کارت ارتفاع محل شروع تزریق مواد که معمولاً ارتفاع کف حفره‌های بخش پایین است و ارتفاع سطحی که مواد پس از تزریق در آن رسوب می‌کنند، تعیین می‌شود.

High-Pressure Model Input:

FDInn04 – HPME Model Information
$00 \leq$ nn ≤ 99, nn is the FDI location number
Optional

(1) **NATM** - Number of control volumes HPME debris enters for this FDI location.
(Type = integer, default = none, units = none)

(2) **NDEP** - Number of deposition surfaces associated with this FDI location by either settling or direct deposition from the HPME source.
(Type = integer, default = none, units = none)

با استفاده از این کارت، مدل تزریق فشار بالا فعال می‌شود. این کارت در صورتی‌که در کارت FDInn00 مقدار پارامتر NFDCAV = -1 باشد، ضروری است. جمع دو پارامتر FATM و FDEP در کل حجم‌ها و سطوح مرتبط با موقعیت FDI باید برابر ۱ باشد.

FDInnII – HPME Source Information
$00 \leq$ nn ≤ 99, nn is the FDI location number
$10 \leq$ II $\leq$ 10+ |NFDTPO| -1, one card for each of the |NFDTPO| material sources
Required if NFDTPO < 0 on record FDInn00

(1) **MATNAM** - Source material name.

(Type = character, default = none, units = none)

(2) **ITABLE** - Tabular function number for material source MATNAM.
(Type = integer, default = none, units = none)

در این کارت مواد چشمه برای مدل تزریق فشار بالای stand-alone که به صورت تابع جدولی است، تعیین می‌شوند. تابع جدولی باید حاوی کل جرم انتگرالی مواد چشمه در جدول باشد.

مواد معتبر برای پارامتر MATNAM عبارتند از:

- Zircaloy
- zirconium-oxide
- uranium-dioxide
- stainless-steel
- stainless-steel-oxide
- boron carbide
- silver-indium-cadmium
- uranium-metal
- aluminum
- aluminum-oxide
- cadmium

FDInnmm – HPME Control Volume Parameters
$00 \leq$ nn ≤ 99, nn is the FDI location number
$50 \leq$ mm $\leq$ 50+NATM-1, one card for each of the NATM volumes
Required if FDInn04 record entered

(1) **IDATM** - User number of CVH volume receiving debris.
(Type = integer, default = none, units = none)

(2) **IFLR** - User number of HS surface or CAV cavity debris will settle onto from volume IDATM. (This must be one of the surfaces listed on FDInnkk input records.)
(Type = integer, default = none, units = none)

(3) **ITYP** - Character string which indicates what type of surface IFLR is.
'CAV' for CORCON cavity
'LHS' for left-hand side of HS structure
'RHS' for right-hand side of HS structure
(Type = character, default = none, units = none)

(4) **FATM** - Fraction of debris ejected from location nn that enters atmosphere of control volume IDATM.
(Type = real, default = none, units = none)

(5) **TOXV** - Time constant for oxidation reactions in the atmosphere of control volume IDATM. The time constant will have a value equal to the absolute value of TOXV. A positive value for TOXV indicates that a hierarchical scheme will be used in which the order of oxidation is Zr, Al then steel. A negative value of TOXV indicates that oxidation of all metals will occur simultaneously.
(Type = real, default = none, units = s)

(6) **THT** - Time constant for heat transfer to the atmosphere of control volume IDATM.
(Type = real, default = none, units = s)

(7) **TST** - Time constant for settling onto surface IFLR from control volume IDATM.
(Type = real, default = none, units = s)

در این کارت پارامترهای حجم کنترل برای مدل تزریق فشار بالا تعیین می‌شوند.

FDInnkk – HPME Deposition Surface Parameters
$00 \leq$ nn ≤ 99, nn is the FDI location number
$50+NATM \leq$ kk $\leq 50+NATM+NDEP-1$, one card for each NDEP surface
NOTE: kk continues where mm finished from preceding records.
Required if FDInn04 record entered.

(1) **IDDEP** - User number of HS surface or CAV cavity that receives debris from settling and/or direct deposition from the HPME source.
(Type = integer, default = none, units = none)

(2) **ITYP** - Character string which indicates what type of surface IDDEP is.
'CAV' for CORCON cavity
'LHS' for left-hand side of HS structure
'RHS' for right-hand side of HS structure
(Ttype = character, default = none, units = none)

(3) **FDEP** - Fraction of debris ejected from location nn which is deposited directly on surface IDDEP (independent of settling from control volumes).
(Type = real, default = none, units = none)

If ITYP = 'LHS' or 'RHS', then
(4) **TOXS** - Time constant for oxidation reactions on surface IDDEP. The time constant will have a value equal to the absolute value of TOXS. A positive value of TOXS indicates that a hierarchical scheme will

be used in which the order of oxidation is Zr, Al then steel. A negative value of TOXS indicates that oxidation of all metals will occur simultaneously.
(Type = real, default = none, units = s)

Otherwise, if ITYP = 'CAV', then
(4) **NFDITP** - "In" transfer process number associated with the deposition process to a CORCON cavity. This record is only read if ITYP = 'CAV'.
(Type = integer, default = none, units = none)

در این کارت پارامترهای مربوط به سطوحی که آوار بر آن‌ها رسوب می‌کند، تعیین می‌شود.

۴-۱۶-۵- ورودی بخش MELCOR بستهٔ FDI

کارت‌های FDInn04، FDInnmm و FDInnkk در آغاز مجدد در بخش MELCOR قابل تغییر هستند.

تنها حجم‌های کنترل و سطوح رسوبی که ابتدا در پایگاه داده تعریف شده‌اند، قابل تغییر هستند، بنابراین مقادیر NATM و NDEP در کارت FDInn04 نباید از مقادیر تعیین شده در MELGEN تجاوز کنند. همچنین جمع دو پارامتر FATM و FDEP برای همهٔ حجم‌ها و سطوح مرتبط با موقعیت nn باید برابر یک باشد.

۴-۱۶-۶- ضرایب حساسیت بستهٔ FDI

ضرایب حساسیت برای مدل‌های بستهٔ FDI لیست شده‌اند. توضیحات بیشتر در مرجع [۱] ارائه شده است.

4602 – High/Low Ejection Velocity Transition

4603 – Airborne Debris Temperature Limit

4604 – Maximum Change in CVH Atmosphere Temperature per Timestep

4605 – Pool Water Ejection Ratio

4606 – Minimum Airborne Mass Ratio

4607 – Initial Timestep Size for HPME initiation

4608 – Maximum Debris-to-Wall Heat Transfer Coefficient

4609 – Minimum Debris Temperature for Oxidation

4610 – Oxygen/Steam Oxidation Weighting Factor

4620 – Convergence criteria for the FDI equation of state

۴-۱۶-۷- متغیرهای قابل رسم و آرگومان‌های توابع کنترلی در بستهٔ FDI

متغیرهایی که در بستهٔ FDI ممکن است برای رسم شکل (p) و آرگومان‌های توابع کنترلی (c) استفاده شوند، در جدول شماره ۳۸ ارائه شده‌اند.

جدول شماره ۳۸: متغیرهای قابل رسم و آرگومان‌های توابع کنترلی در بستهٔ FDI

Parameter	Type	Description (Unit)
FDI-FMREL.n	cp	Mass of material released to CORCON from FDI location n for this timestep. (kg)
FDI-FMRELT.n	cp	Integrated mass released to CORCON from FDI location n for entire calculation. (kg)
FDI-ETRAN.n	cp	Energy transferred to water from FDI location n for this timestep. (J)
FDI-ETRANT.n	cp	Integrated energy transferred to water from FDI location n for entire calculation. (J)
FDI-STGEN.n	cp	Mass of steam generated in FDI location n for this timestep. (kg)
FDI-STGENT.n	cp	Integrated steam mass generation for FDI location n for entire calculation. (kg)
FDI-ZR-OXRAT.n.m	cp	Zircaloy oxidation rate in CVH volume m for FDI location n. (kg/s)
FDI-ZR-OXTOT.n.m	cp	Integral over time of the Zircaloy oxidation rate in CVH volume m for FDI location n. (kg)
FDI-AL-OXRAT.n.m	cp	Aluminum oxidation rate in CVH volume m for FDI location n. (kg/s)
FDI-AL-OXTOT.n.m	cp	Integral over time of the aluminum oxidation rate in CVH volume m for FDI location n. (kg)
FDI-SS-OXRAT.n.m	cp	Steel oxidation rate in CVH volume m for FDI location n. (kg/s)
FDI-SS-OXTOT.n.m	cp	Integral over time of the steel oxidation rate in CVH volume m for FDI location n. (kg)
FD-O2-OXRAT.n.m	cp	Oxygen consumption rate in CVH volume m for FDI location n. (kg/s)
FDI-O2-OXTOT.n.m	cp	Integral over time of the oxygen consumption rate in CVH volume m for FDI location n. (kg)
FDI-ST-OXRAT.n.m	cp	Steam consumption rate in CVH volume m for FDI location n. (kg/s)
FDI-ST-OXTOT.n.m	cp	Integral over time of the steam consumption rate in CVH volume m for FDI location n. (kg)
FDI-H2-OXRAT.n.m	cp	Hydrogen generation rate in CVH volume m for FDI location n. (kg/s)
FDI-H2-OXTOT.n.m	cp	Integral over time of the hydrogen generation rate in CVH volume m for FDI location n. (kg)
FDI-ATM-POWR.n.m	cp	Heat transfer rate to atmosphere in CVH volume m for FDI location n. (W)
FDI-ATM-HEAT.n.m	cp	Heat transferred to atmosphere in CVH volume m for FDI location n. (J)
FDI-DEBRIS-T.n.m	cp	Airborne debris temperature in CVH volume m for FDI location n. (k)
FDI-OX-ENRGY.n.m	cp	Energy generated by the oxidation of Zircaloy and steel in CVH volume m for FDI location n. (J)
FDI-MASS-ADD.n.m	cp	Mass transferred from TP package to CVH volume m for FDI location n. (kg)

Parameter	Type	Description (Unit)
FDI-ENTH-ADD.n.m	cp	Enthalpy transferred from TP package to CVH volume m for FDI location n. (J)
FDI-ATM-ZRM.n.m	cp	Airborne mass of Zircaloy in CVH volume m for FDI location n. (kg)
FDI-ATM-ZRX.n.m	cp	Airborne mass of ZrO_2 in CVH volume m for FDI location n. (kg)
FDI-ATM-UO2.n.m	cp	Airborne mass of UO_2 in CVH volume m for FDI location n. (kg)
FDU-ATM-SSM.n.m	cp	Airborne mass of steel in CVH volume m for FDI location n. (kg)
FDI-ATM-SSX.n.m	cp	Airborne mass of steel oxide in CVH volume m for FDI location n. (kg)
FDI-ATM-ALM.n.m	cp	Airborne mass of aluminum in CVH volume m for FDI location n. (kg)
FDI-ATM-ALX.n.m	cp	Airborne mass of Al_2O_3 in CVH volume m for FDI location n. (kg)
FDI-ATM-UMT.n.m	cp	Airborne mass of uranium metal in CVH volume m for FDI location n. (kg)
FDI-ATM-CDM.n.m	cp	Airborne mass of cadmium in CVH volume m for FDI location n. (kg)
FDI-ATM-B4C.n.m	cp	Airborne mass of boron carbide in CVH volume m for FDI location n. (kg)
FDI-ATM-AIC.n.m	cp	Airborne mass of Ag-In-Cd in CVH volume m for FDI location n. (kg)
FDI-ATM-ALL.n.m	p	Airborne mass of all components in CVH volume m for FDI location n. (kg)
FDI-ZR-SXRAT.s.n.k	cp	Zircaloy oxidation rate on the s (‘L’ or ‘R’) side of HS structure k for FDI location n. (kg/s)
FDI-ZR-SXTOT.s.n.k	cp	Integral over time of the Zircaloy oxidation rate on the s (‘L’ or ‘R’) side of HS structure k for FDI location n. (kg)
FDI-AL-SXRAT.s.n.k	cp	Aluminum oxidation rate on the s (‘L’ or ‘R’) side of HS structure k for FDI location n. (kg/s)
FDI-AL-SXTOT.s.n.k	cp	Integral over time of the aluminum oxidation rate on the s (‘L’ or ‘R’) side of HS structure k for FDI location n. (kg)
FDI-SS-SXRAT.s.n.k	cp	Steel oxidation rate on the s (‘L’ or ‘R’) side of HS structure k for FDI location n. (kg/s)
FDI-SS-SXTOT.s.n.k	cp	Integral over time of the steel oxidation rate on the s (‘L’ or ‘R’) side of HS structure k for FDI location n. (kg)
FDI-O2-SXRAT.s.n.k	cp	Oxygen consumption rate on the s (‘L’ or ‘R’) side of HS structure k for FDI location n. (kg/s)
FDI-O2-SXTOT.s.n.k	cp	Integral over time of the oxygen consumption rate on the s (‘L’ or ‘R’) side of HS structure k for FDI location n. (kg)
FDI-ST-SXRAT.s.n.k	cp	Steam consumption rate on the s (‘L’ or ‘R’) side of HS structure k for FDI location n. (kg/s)
FDI-ST-SXTOT.s.n.k	cp	Integral over time of the steam consumption rate on the s (‘L’ or ‘R’) side of HS structure k for FDI location n. (kg)
FDI-H2-SXRAT.s.n.k	cp	Hydrogen generation rate on the s (‘L’ or ‘R’) side of HS structure k for FDI location n. (kg/s)
FDI-H2-SXTOT.s.n.k	cp	Integral over time of the hydrogen generation rate on the s (‘L’ or ‘R’) side of HS structure k for FDI location n. (kg)
FDI-SRF-POWR.s.n.k	cp	Heat transfer rate to the s (‘L’ or ‘R’) side of HS structure k for FDI location n. (W)

Parameter	Type	Description (Unit)
FDI-SRF-HEAT.s.n.k	cp	Heat transferred to the s (‘L’ or ‘R’) side of HS structure k for FDI location n. (J)
FDI-TBD-SURF.s.n.k	cp	Temperature of deposited debris on the s (‘L’ or ‘R’) side of HS structure k for FDI location n. (K)
FDI-SX-ENRGY.s.n.k	cp	Energy generated by the oxidation of metals on the s (‘L’ or ‘R’) side of HS structure k for FDI location n. (J)
FDI-MASS-SET.s.n.k	cp	Total mass that has settled out of the atmosphere onto the s (‘L’ or ‘R’) side of HS structure k for FDI location n. (kg)
FDI-ENTH-SET.s.n.k	cp	Total enthalpy that has settled out of the atmosphere onto the s (‘L’ or ‘R’) side of HS structure k for FDI location n. (J)
FDI-SRF-ZRM.s.n.k	cp	Mass of Zircaloy on the s (‘L’ or ‘R’) side of HS structure k for FDI location n. (kg)
FDI-SRF-ZRX.s.n.k	cp	Mass of ZrO_2 on the s (‘L’ or ‘R’) side of HS structure k for FDI location n. (kg)
FDI-SRF-UO2.s.n.k	cp	Mass of UO_2 on the s (‘L’ or ‘R’) side of HS structure k for FDI location n. (kg)
FDI-SRF-SSM.s.n.k	cp	Mass of steel on the s (‘L’ or ‘R’) side of HS structure k for FDI location n. (kg)
FDI-SRF-SSX.s.n.k	cp	Mass of steel oxide on the s (‘L’ or ‘R’) side of HS structure k for FDI location n. (kg)
FDI-SRF-ALM.sn.k	cp	Mass of aluminum on the s (‘L’ or ‘R’) side of HS structure k for FDI location n. (kg)
FDI-SRF-ALX.s.n.k	cp	Mass of Al_2O_3 on the s (‘L’ or ‘R’) side of HS structure k for FDI location n. (kg)
FDI-SRF-UMT.s.n.k	cp	Mass of uranium metal on the s (‘L’ or ‘R’) side of HS structure k for FDI location n. (kg)
FDI-SRF-CDM.s.n.k	cp	Mass of cadmium on the s (‘L’ or ‘R’) side of HS structure k for FDI location n. (kg)
FDI-SRF-B4C.s.n.k	cp	Mass of boron carbide on the s (‘L’ or ‘R’) side of HS structure k for FDI location n. (kg)
FDI-SRF-AIC.s.n.k	cp	Mass of Ag-In-Cd on the s (‘L’ or ‘R’) side of HS structure k for FDI location n. (kg)
FDI-SRF-ALL.s.n.k	p	Mass of all components on the s (‘L’ or ‘R’) side of HS structure k for FDI location n. (kg)

۴-۱۶-۸- نمونهٔ ورودی بستهٔ FDI

مثال ارائه شده در این بخش حاوی یک موقعیت FDI است که با شمارهٔ ۱۵ تعیین شده است و با حجم کنترل ۲۱۰ و چاهک ۵۰ در ارتباط است. فرایندهای انتقال مربوطه نیز در این ورودی آورده شده‌اند تا نیازمندی‌های یک ورودی روشن

شود. مواد با فرایند in شمارهٔ ۱۰۱ و فرایند out شمارهٔ ۱۰۱ از قلب به بستهٔ FDI منتقل می‌شوند. مواد با فرایند in شمارهٔ ۱۰۲ و فرایند out شمارهٔ ۱۰۲ از بستهٔ FDI به CORCON منتقل می‌شوند. توجه شود که هر سم کنترلی (ماده شمارهٔ ۶) که از COR به TP منتقل می‌شود توسط ماتریس ۱۰۳ قبل از رسیدن به FDI حذف می‌شود. هسته‌های پرتوزا از طریق فرایندهای انتقال ۶۰۱ و ۶۰۲ (INFDTPO+۵۰۰ و NFDTPI+۵۰۰) منتقل می‌شوند. توجه شود که به دلیل اینکه کارت‌های FDI1504 و FDI15NN وجود ندارند، تنها مدل تزریق فشار پایین به کار می‌رود.

```
***** FDI PACKAGE INPUT *****
*       NFDICV NFDCAV NFDTPI NFDTPO
FDI1500 210     50      102     101
*       ZBOTTM ZTOP
FDI1502 -5.0    0.0
***** COR AND CAV PACKAGE INPUT *****
* NTPCOR
COR00004 101
*       NTPOT
CAV50TP 102
***** TP INPUT *****
*        NMSIN NTHRM
TPIN10100 6      9
TPIN10200 5      9
*        NMSOT NPOTOI IOTMTX
TPOT10100 5     101   UIN.103
TPOT10200 5     102   DEF.1
*        NROW NCOL
TPM10300 5     6
*        NROW/NCOL VALUE
TPM1030001 1/1      1.0
TPM1030002 2/2      1.0
TPM1030003 3/3      1.0
TPM1030004 4/4      1.0
TPM1030005 5/5      1.0
* RADIONUCLIDE TRANSFER PROCESSES
TPIN60100 16 1
TPIN60200 16 1
*
TPOT60100 16 601 DEF.1
TPOT60200 16 602 DEF.1
```

مثال بعد نشان می‌دهد چگونه مدل تزریق فشار بالای stand-alone به کار گرفته شود. به استفاده از ورودی EDF برای چشمهٔ آوار و ورودی MP برای تعریف ترکیب استیل توجه شود.

```
*****EXTERNAL DATA FILE PACKAGE INPUT *****
*
EDF00100 DCH-DATA 15 READ          * READ FROM EXTERNAL DATA FILE
```

```
EDF00101 DCHDATA
* EDF FILE IS NAMED DCHDATA
EDF00102 '(8E9.3)'                    * FORMAT OF DATA IN DCHDATA
*
***** TP INPUT *****
*
* 'IN' TRANSFER PROCESS FROM EDF PACKAGE
TPIN10100 5 9                         * 5 MATERIALS, 9 AUX. VARIABLES
TPIN10101 READ 1                      * READ DCH SOURCE FROM EDF FILE 1
* 'OUT' TRANSFER PROCESS TO FDI PACKAGE
TPOT10200 5 101 DEF.1                 * USE MATRIX DEF.1 ON TP101
*
***** FDI INPUT *****
*
* NFDICV NFDCAV NFDTPI NFDTPO
FDI0100 300 -1 -1 102                  * INVOKE STAND-ALONE
* NAME
FDI0101 CVH300/HS20001                 * MAKEUP A NAME
*      ZBOTTM    ZTOP
FDI0102 0.0     5.0                    * ANY TWO REAL VALUES OK
*      NATM NDEP
FDI0104 1    1
*       IDATM IFLR ITYP FATM TOXV THT TST
FDI0150 300 20001 LHS 1.0 3.E-1 2.E-1 1.E20
*       IDDEP ITYP FDEP TOXS
FDI0151 20001 LHS 0.0 1.E1
*
***** MP INPUT *****
*
MPMAT00600 'STEEL'
*
MPMAT00699 1.0 0.0 0.0 0.0            * 100% FE, no CR, NI, or C
```

مثال پایانی نشان می‌دهد که چگونه ورودی FDI مثال اول قابل توسعه برای فعال‌سازی مدل تزریق فشار بالا است. اگر حجم کنترل ۲۱۰ نمایندهٔ حجم کنترل چاهک راکتور متصل به چاهک CORCON به شمارهٔ ۵۰ باشد، ورودی مدل تزریق فشار پایین در مثال اول، با این مثال مطابق خواهد بود. فرض می‌شود محفظهٔ راکتور در فشار بالا خراب شود. احتمال این وجود دارد که بخشی از آوار تزریق شده می‌تواند از چاهک راکتور به سمت بالا در محفظهٔ ایمنی منتشر شود. در این حالت باید مدل تزریق فشار بالا فعال شود. فرض شود که نیروگاه هسته‌ای مورد نظر به صورت شکل ارائه شده در ورودی، حجم‌بندی شود. همچنین ۶۰ درصد آوار تزریق شده مستقیماً در استخر مذاب (چاهک ۵۰) رسوب می‌کند، ۳۰ درصد آوار به اتمسفر منتشر می‌شود ولی داخل حجم چاهک (حجم ۲۱۰) باقی می‌ماند، یک درصد بر روی دیواره‌های چاهک راکتور (سازهٔ حرارتی ۱۵۰) رسوب می‌کند و ۹ درصد از چاهک فرار می‌کند که ۴ درصد مستقیماً بر روی دیواره محفظهٔ ایمنی (سازهٔ حرارتی ۱۶۰) و ۵ درصد در اتمسفر محفظهٔ ایمنی منتشر می‌گردد. مقادیر صحیح برای ثابت‌های

زمانی اکسیدشدن، انتقال حرارت و ته‌نشینی در حجم کنترل ۲۱۰ و ۲۱۵ از دو طریق قابل حصول است: تحلیل نتایج محاسبه مستقل DCH مسأله و یا محاسبات سادهٔ دستی مبتنی بر فرضیات معقول شامل ابعاد هندسی محفظهٔ ایمنی، اندازه ذرات و ضرایب انتقال. مقدار ۰/۱ ثانیه برای ثابت‌های زمانی اکسیدشدن و انتقال حرارت و مقدار ۱ ثانیه برای ثابت زمانی ته‌نشینی فرض شده است.

```
*
*
*                  _____________________________
*                  |                           |
*                  |                           |__
*     |        |   |                           |/|
*     | VESSEL |   |          CVH 215          |/| HS
*     | CVH 100|   |                           |/| 160
*     |        |   |                           |/|
*     |        |   |                           |/|
*     |xxxxxxxx|   |                           |-
*   __|xxxxxxxx|___|    _______________________|
*   | \________/        |          |___________|
*   |                   |__          HS 155
*   |                   |/|
*   |      CHV 210      |/|
*   |                   |/| HS
*   |                   |/| 150
*   |                   |/|
*   |___________________|-
*   \                   /
*    \      CAV 50     /
*     \_______________/
*
***** FDI PACKAGE INPUT *****
*      NFDICV NFDCAV NFDTPI NFDTPO
FDI1500 210    50     102    101
*      ZBOTTM ZTOP
FDI1502 -5.0   0.0
*      NATM NDEP
FDI1504 2    4
*      IDATM IFLR ITYP FATM TOXV THT TST
FDI1550 210    50   CAV 0.3 1.E-1 1.E-1 1.E-0
*      IDATM IFLR ITYP FATM TOXV THT TST
FDI1551 215    155   LHS 0.05 1.E-1 1.E-1 1.E-0
*      IDDEP ITYP FDEP NFDITP
FDI1552 50    CAV 0.60 102          * DIRECT DEP. AND SETTLING
*      IDDEP ITYP FDEP TOXS
FDI1553 150    LHS 0.01 1.E1
*      IDDEP ITYP FDEP TOXS
FDI1554 155    LHS 0.0 1.E1
* IDDEP ITYP FDEP TOXS
FDI1555 160    LHS 0.04 1.E1
```

همانطور که انتظار می‌رود، شمارهٔ فرایند انتقال in برای مدل تزریق فشار بالا (NFDITP) همان شمارهٔ تعیین شده برای مدل تزریق فشار پایین (NFDTPI) است که مواد را به چاهک CORCON یکسان منتقل می‌کنند. توجه شود که سطوح سمت چپ سازه‌های حرارتی ۱۵۰، ۱۵۵ و ۱۶۰ نمی‌تواند مقدار NFDITP در ارتباط با آنها را داشته باشند.

۴-۱۷- بستهٔ ESF

مدل‌های بستهٔ ESF برای مدل‌سازی رفتار ترموهیدرولیکی تجهیزات ایمنی مهندسی در محفظهٔ ایمنی به کار می‌روند. این بسته شامل بسته‌های FCL، PAR و SPR است.

۴-۱۷-۱- بستهٔ FCL

بستهٔ FCL درواقع جزئی از بستهٔ ESF است که به منظور انجام محاسبات انتقال حرارت و جرم ناشی از عملکرد فن‌کولر طراحی شده است. مدل فن‌کولر کد MELCOR مبتنی بر کد MARCH 2.0 می‌باشد. فرآیند برداشت بخارهای پاره‌های شکافت و ذرات معلق توسط فن‌کولر با استفاده از مدل‌های موجود در بستهٔ RN مدل می‌شود. در محاسبات بستهٔ FCL، مشخصات عملکردی فن‌کولر به عنوان ورودی لحاظ می‌شود و درنهایت سطح انتقال حرارت مؤثر باتوجه به نرخ‌های جریان اولیه و ثانویه، دما و همچنین ضرایب انتقال حرارت و ظرفیت خنک‌کنندگی به‌دست می‌آید. نرخ انتقال حرارت واقعی در طول یک گذار نیز با استفاده از سطح مؤثری که از ارزیابی ضرایب انتقال حرارت به‌دست می‌آید، محاسبه می‌شود. ضریب انتقال حرارت کلی (h_T) در مدل MARCH از رابطه تجربی موجود در گزارش نهایی تحلیل ایمنی (FSAR) نیروگاه Oconee به‌دست می‌آید:

$$h_T = \begin{cases} 560.54 + 3603.4 X_{H_2O} & X_{H_2O} \le 0.26 \\ h_T(0.26) + 2325.25(X_{H_2O} - 0.26) & X_{H_2O} > 0.26 \end{cases} \qquad (۴۸-۴)$$

در رابطه فوق، X_{H2O} کسر مولی بخار آب است.

در کد MELCOR فرض می‌شود که ضریب انتقال حرارت کلی به دو جزء تقسیم می‌شود.

- جزء جابجایی (h_H) - فقط انتقال گرمای محسوس درنظرگرفته می‌شود.
- جزء چگالش (h_M) - فقط گرمای نهان منتقل می‌شود.

نرخ انتقال حرارت کلی فن‌کولر نیز برحسب ضریب انتقال حرارت کلی، از رابطه زیر محاسبه می‌شود:

$$Q_T = Q_H + Q_M \qquad (۴۹-۴)$$

$$Q_H = h_H . A_{eff} (T_{P,avg} - T_{S,avg}) \quad (۵۰-۴)$$

$$Q_M = h_M . A_{eff} (T_{P,avg} - T_{S,avg}) \quad (۵۱-۴)$$

که $T_{P,avg}$ و $T_{S,avg}$ به ترتیب دمای اولیه و ثانویه سیال و A_{eff} سطح مؤثر انتقال حرارت می‌باشد. سطح مؤثر براساس رابطه‌ای از دما و نرخ‌های جریان اولیه و ثانویه، ضریب انتقال حرارت جابجایی و ظرفیت خنک‌کنندگی محاسبه می‌شود.

۴-۱۷-۲- ورودی بخش MELGEN بستهٔ FCL

کارت‌های ورودی بستهٔ FCL دارای شناسهٔ ESFFCL هستند. در این بسته فن کولرهای متعدد قابل انتخاب هستند.

ESFFCLnnn00 - Fan Cooler Name
$1 \leq$ nnn $\leq$ 999, where nnn is the fan cooler number
Required

(1) **FCNAME** - Fan cooler name.
(Type = character*16, default = none)

در این کارت یک نام برای فن کولر تعیین می‌شود. این نام برای سهولت شناسایی است.

ESFFCLnnn01 - Fan Cooler Interface and Control Integers
$1 \leq$ nnn $\leq$ 999, where nnn is the fan cooler number
Required

(1) **ICVI** - Fan cooler inlet control volume number.
(Type = integer, default = none, units = none)

(2) **ICVD** - Fan cooler discharge control volume number. If this field is omitted, the discharge volume is the same as the inlet volume, i.e., the fan coolers sits entirely within a control volume. If this field is different from the inlet volume, the fan cooler operates somewhat like a flow path with a constant volumetric flow (that is cooled or dehumidified) from the inlet volume to the discharge volume.
(Type = integer, default = ICVI, units = none)

(3) **ICF** - The number of the fan cooler logical control function that determines whether the fan cooler is on or off. This control function should return a value of .TRUE. whenever the fan cooler should be on. If this field is omitted, the fan cooler is always on.
(Type = integer, default = none, units = none)

(4) **IOPT** - Fan cooler model flag.
(Type = integer, default = 0, units = none)

در این کارت حجم‌های کنترل متصل به فن کولر، تابع کنترلی برای خاموش و روشن کردن فن کولر و یک شاخص کنترلی برای کنترل مدل پدیده‌ای که در حال حاضر تنها مدل مبتنی بر MARCH است، تعیین می‌شوند. این کارت ضروری است. تعیین پارامتر اول ضروری و سه پارامتر دیگر اختیاری است.

ESFFCLnnn02 - Fan Cooler Rated Flows and Temperatures
$1 \leq$ nnn $\leq$ 999, where nnn is the fan cooler number
Required

(1) **XVFGSR** - Rated fan cooler gas volumetric flow rate.
(Type = real, default = none, units = m^3/s)

(2) **XMFSER** - Rated fan cooler secondary coolant mass flow rate.
(Type = real, default = none, units = kg/s)

(3) **TSECIR** - Rated fan cooler secondary coolant inlet temperature.
(Type = real, default = none, units = K)

(4) **TPR** - Rated fan cooler inlet gas temperature.
(Type = real, default = none, units = K)

در این کارت نرخ‌های اولیه و ثانویه جریان و دماهای ورودی تعیین می‌شوند. باید نرخ‌های جریان و دماها با ظرفیت فن کولر سازگار باشند.

ESFFCLnnn03 - Additional Fan Cooler Rated Conditions
$1 \leq$ nnn $\leq$ 999, where nnn is the fan cooler number
Required

(1) **QRAT** - Rated fan cooler capacity.
(Type = real, default = none, units = W)

(2) **FMLSTR** - Steam mole fraction at rated conditions.
(Type = real, default = none, units = none)

در این کارت شرایط مجاز دیگر فن کولر تعیین می‌شوند. این کارت ضروری است.

ESFFCLnnn04 - Fan Cooler Actual Flows and Temperatures
$1 \leq$ nnn $\leq$ 999, where nnn is the fan cooler number
Optional

(1) **XVFGSI** - Actual fan cooler gas volumetric flow rate.
(Ttype = real, default = XVFGSR, units = m^3/s)

(2) **XMFSEC** - Actual fan cooler secondary coolant mass flow rate.
(Type = real, default = XMFSER, units = kg/s)

(3) **TSECIN** - Actual fan cooler secondary coolant inlet temperature.
(Type = real, default = TSECIR, units = K)

در این کارت نرخ جریان اولیه واقعی و نرخ جریان جرمی ثانویه و دمای ورودی طی شرایط گذرا در صورتی‌که با مقادیر مجاز متفاوت باشند، تعیین می‌شوند. اگر عدد منفی یا صفر تعیین شود، مقدار مجاز به صورت پیش‌فرض استفاده می‌شود. در این بسته ورودی بخش MELCOR وجود ندارد.

۴-۱۷-۳- ضریب حساسیت بستهٔ FCL

در بستهٔ FCL یک ضریب حساسیت در کد لحاظ شده است که با شماره ۹۰۰۱ شناسایی می‌شود.

9001 - Coefficients for MARCH Fan Cooler Heat Transfer Correlation

۴-۱۷-۴- متغیرهای قابل رسم و آرگومان‌های توابع کنترلی در بستهٔ FCL

متغیرهایی که در بستهٔ FCL ممکن است برای رسم شکل (p) و آرگومان‌های توابع کنترلی (c) استفاده شوند، در جدول شماره ۳۹ ارائه شده‌اند.

جدول شماره ۳۹: متغیرهای قابل رسم و آرگومان‌های توابع کنترلی در بستهٔ FCL

Parameter	Type	Description (Unit)
ESF-QFC-RAT.n	pc	Heat transfer rate for fan cooler n. (W)
ESF-QFC-TOT-n.	pc	Total energy transfer for fan cooler n. (J)
ESF-MFC-RAT.n	pc	Condensation rate for fan cooler n. (kg/s)
ESF-MFC-TOT.n	pc	Total steam condensed for fan cooler n. (kg)

۴-۱۷-۵- نمونهٔ ورودی بستهٔ FCL

در این بخش یک مثال ورودی MELGEN برای یک فن کولر بر اساس مدل MARCH ارائه شده است. برای اجرای مدل FCL نیازی به ورودی MELCOR نیست.

```
* FAN COOLER INPUT
*
ESFFCL10100 'MARCH1'
*
*           ICVI  ICVD  ICF  IOPT
ESFFCL10101 100   100   20    0
*
```

```
*            XVFGSR XMFSER TSECIR TPR
ESFFCL10102 100.0    65.0    294.0 339.0
*
*             QRAT FMLSTR
ESFFCL10103 1.9E6 0.693
*
*           XVFGSI XMFSEC TSECIN
ESFFCL10104 -1.0    -1.0    314.0
*
* CONTROL FUNCTION FOR FAN COOLER
*
* TURN FAN COOLER ON WHEN TIME GT 100.
*
CF02000 'ON100' L-GT 2 1.0
CF02001 .FALSE.
CF02010 1.0 0.0 TIME
CF02011 0.0 100.0 TIME
*
```

۴-۱۷-۶- بستهٔ PAR

بستهٔ PAR نیز جزئی از بستهٔ ESF است که نرخ برداشت هیدروژن را از طریق عملکرد بازترکیب‌کننده‌های هیدروژن[۱] محاسبه می‌کند. مدل پیش‌فرض در این بسته مبتنی بر مدل فیشر[۲] است که یک مدل پارامتری ساده است. نرخ جریان کلی گاز، زمان تخفیف گذرا[۳]، زمان تأخیر و کسرهای مولی هیدروژن از جمله پارامترهایی است که توسط این بسته محاسبه می‌شوند. بازترکیب هیدروژن و اکسیژن جهت تولید بخار و انتشار انرژی از طریق واکنش زیر انجام می‌شود:

$$2H_2 + O_2 \rightarrow 2H_2O + 1.2\times10^8\, J/kg \qquad (۵۲-۴)$$

نرخ واکنش هیدروژن از رابطه زیر محاسبه می‌شود:

$$R_H = \eta.\rho_H.Q.f(t) \qquad (۵۳-۴)$$

در رابطه فوق، R_H نرخ بازترکیب شدن هیدروژن (kg/s)، ρ_H چگالی گاز هیدروژن ورودی (kg/m^3)، η بازده واکنش هیدروژن (حدود ۰/۸۵)، Q نرخ جریان حجمی کلی فاز گازی (m^3/s)، $f(t)$ تابع زمان تخفیف در طول برداشت حرارت اولیه.

$$f(t) = \left[1 - e^{-\left[\frac{t-t_0}{\tau}\right]}\right] \qquad (۵۴-۴)$$

۱ - Hydrogen Recombiner
۲ - Fischer
۳ - Transient relaxation time

در این رابطه، τ زمان مشخصه برداشت حرارت (حدود ۱۸۰۰ s)، t_0 زمان شروع PAR (ثانیه) و t زمان بعد از شروع عملکرد PAR (ثانیه) است.

مدل موجود در بستهٔ PAR نمی‌تواند برای واکنش مونوکسیدکربن و یا سایر ترکیبات قابل احتراق به کار رود.

۴-۱۷-۷- ورودی بخش MELGEN بستهٔ PAR

کارت‌های ورودی بستهٔ FCL دارای شناسهٔ ESFPAR هستند. در این بسته انواع بازترکیب کننده‌های هیدروژن متعدد قابل انتخاب هستند.

ESFPARnnn00 – Hydrogen Recombiner Name
$1 \leq$ nnn $\leq$ 999, where nnn is the PAR number
Required

(1) **FPRNAM** - PAR name.
(Type = character*16, default = none)

در این کارت یک نام برای بازترکیب کنندهٔ هیدروژن انتخاب می‌شود. این کارت ضروری است.

ESFPARnnn01 – Hydrogen Recombiner Interface and Control Integers
$1 \leq$ nnn $\leq$ 999, where nnn is the PAR number
Required

(1) **IPAR** - Hydrogen Recombiner control volume number.
(Type = integer, default = none, units = none)

(2) **IPROPT** - Flag for selection of the Hydrogen Recombiner flow model. If this number is specified as zero, the basic Fischer model will be used. Otherwise this field should correspond to the identifier number of a control function that provides the PAR unit total gas volumetric flow rate.
(Type = integer, default = 0, units = none)

(3) **IETAPR** - Flag for selection of the Hydrogen Recombiner efficiency model. If this number is specified as zero, a constant efficiency (EPAR, provided on the 02 record) will be used for the PAR efficiency. Otherwise this field should correspond to the identifier number of a control function that provides the PAR efficiency.
(Type = integer, default = 0, units = none)

در این کارت حجم کنترل در ارتباط با بازترکیب کنندهٔ هیدروژن، تابع کنترلی یا شاخص تعیین مدل پایه و مدل تهیه شده توسط کاربر و یک تابع کنترلی یا شاخص برای بازدهی ثابت و یک بازدهی متغیر تعریف شده توسط کاربر، تعیین می‌شود. این کارت ضروری است، ولی تنها پارامتر اول آن باید تعیین شود و سایر پارامترها اختیاری هستند.

ESFPARnnn02 – Hydrogen Recombiner Parameters
$1 \leq$ nnn $\leq$ 999, where nnn is the PAR number
Optional

(1) **APAR** - Hydrogen Recombiner correlation coefficient.
(Type = real, default = 0.67, units = m^3/s)

(2) **BPAR** - Hydrogen Recombiner exponential parameter.
(Type = real, default = 0.307, units = none)

(3) **EPAR** - Hydrogen Recombiner efficiency.
(Type = real, default = 0.85, units = none)

(4) **TAUPAR** - Hydrogen Recombiner transient relaxation time.
(Type = real, default = 1800.0, units = s)

(5) **TPARD** - Hydrogen Recombiner operation delay time.
(Type = real, default = 0.0, units = s)

(6) **FPARD** - Number of hydrogen recombiners of this type. Note that this does not have to be a whole number of units. The degraded operation of one or more units can be simulated by using a fraction of a PAR unit.
(Type = real, default = 1.0, units = none)

در این کارت ضرایب رابطه نرخ جریان مدل Fischer، پارامترهای اثر حالت گذرا و تعداد بازترکیب کننده‌ها تعیین می‌شود. این کارت اختیاری است، ولی اگر هر یک از پارامترها نیاز باشند، باید همهٔ شش پارامتر کارت باید تعیین شوند.

ESFPARnnn03 – Hydrogen Recombiner Combustion Limit Data
$1 \leq$ nnn $\leq$ 999, where nnn is the PAR number
Required

(1) **HPAR0** - Minimum H_2 mole fraction for PAR startup.
(Type = real, default = 0.02, units = none)

(2) **HPARR** - Minimum H_2 mole fraction for PAR shutdown.
(Type = real, default = 0.005, units = none)

(1) **OPAR0** - Minimum O_2 mole fraction for PAR startup.
(Type = real, default = 0.03, units = none)

(2) **OPARR** - Minimum O_2 mole fraction for PAR shutdown.
(Type = real, default = 0.005, units = none)

در این کارت حدود غلظت مواد واکنش دهنده در بازترکیب کننده تعیین می‌شوند. دو پارامتر اول حداقل کسر مولی هیدروژن برای شروع کار بازترکیب کننده (نقطهٔ آغاز) و حداقل کسر مولی هیدروژن برای کاهش غلظت هیدروژن (نقطهٔ خاموشی) تعیین می‌شوند. در پارامترهای سوم و چهارم همین مقادیر برای حدود غلظت اکسیژن تعیین می‌شود. این کارت اختیاری است، ولی اگر هر یک از پارامترها نیاز باشند، باید همهٔ شش پارامتر کارت تعیین شوند.

باید توجه داشت که غلظت‌های نقطه خاموشی همواره کمتر از غلظت‌های نقطهٔ آغاز هستند. همچنین به دلیل فقدان اطلاعات، مقادیر پیش‌فرض به کار رفته در اینجا قابل دفاع نیستند. در این بسته ورودی بخش MELCOR وجود ندارد.

۴-۱۷-۸- متغیرهای قابل رسم و آرگومان‌های توابع کنترلی در بستهٔ PAR

متغیرهایی که در بستهٔ PAR ممکن است برای رسم شکل (p) و آرگومان‌های توابع کنترلی (c) استفاده شوند، در جدول شماره ۴۰ ارائه شده‌اند.

جدول شماره ۴۰: متغیرهای قابل رسم و آرگومان‌های توابع کنترلی در بستهٔ PAR

Parameter	Type	Description (Unit)
ESF-PAR-DMH2.n	pc	Per PAR unit H_2 removal rate for PAR n. (kg/s)
ESF-PAR-IMH2.n	pc	Total H_2 removed for all FPARD units of PAR n. (kg)
ESF-PAR-DVOL.n	pc	Per PAR unit total gas flow rate for PAR n. (m^3/s)
ESF-PAR-IVOL.n	pc	Total volume of gas processed in all FPARD units of PAR n. (m^3)
ESF-PAR-TOUT.n	pc	Outlet gas temperature for PAR n. (K)
ESF-PAR-FMOL.n	pc	Outlet gas H_2 mole fraction for PAR n. (m^3)

۴-۱۷-۹- نمونهٔ ورودی بستهٔ PAR

در این بخش یک مثال ورودی MELGEN برای مدل PAR ارائه شده است. برای اجرای مدل PAR نیازی به ورودی MELCOR نیست.

```
* PASSIVE AUTOCATALYTIC RECOMBINER INPUT
*
ESFPAR10100 'NISPAR1'
*
*           IPAR IPROPT IETAPR
ESFPAR10101 100   101   102
```

```
*
*            APAR BPAR EPAR TAUPAR TPARD FPARD
ESFPAR10102 0.75 0.300 0.75 1800.0 0.0 20.0
*
*            HPAR0 HPARR OPAR0 OPARR
ESFPAR10103 0.01 0.001 0.02 0.001
```

۴-۱۷-۱۰- بستهٔ SPR

فرآیندهای انتقال جرم و حرارت بین قطرات اسپری آب و فضای محفظهٔ ایمنی از طریق این بسته مدل‌سازی می‌شود. مدل‌های بستهٔ SPR از کد HECTR1.5 استخراج شده است. در محاسبات این بسته فرض می‌شود که قطرات اسپری به صورت کروی و هم‌دما بوده و هیچ‌گونه حرکت افقی ندارند و با سرعت حدی در فضای محفظهٔ ایمنی سقوط می‌کنند. تعریف چشمه اسپری، دمای اولیه قطرات، نرخ جریان قطرات و شرایط عملکردی سیستم اسپری به عنوان ورودی‌های محاسبات لحاظ می‌شوند. در محاسبات این بسته، برداشت حرارت از محیط و خنک‌سازی آن توسط قطرات اسپری با استفاده از رابطه ضریب انتقال حرارت جابجایی اجباری مدل می‌شود. تبخیر و چگالش نیز از رابطه ضرایب انتقال جرم محاسبه می‌شود. این ضرایب برای محاسبه نرخ‌های انتقال جرم و انرژی به روش رانگ کوتا[۱] به کار می‌روند. در نهایت جرم و دمای نهایی قطرات به دست می‌آیند. با مقایسه جرم و دمای به دست آمده نسبت به شرایط اولیه، انتقال حرارت و جرم محاسبه می‌شود. بستهٔ SPR به صورت هم‌بسته با بستهٔ RN برای انجام محاسبات آلودگی‌زدایی[۲] فضا و شستشوی[۳] ذرات معلق توسط سیستم اسپری به کار می‌رود.

بستهٔ SPR نمی‌تواند برهم‌کنش بین قطرات اسپری و سایر سازه‌ها را مدل کند. بنابراین مدل‌سازی اسپری‌های قلب و یا اسپری‌های آب تغذیه اضطراری[۴] برای مولدهای بخار از طریق مدل‌های این بسته امکان‌پذیر نمی‌باشد.

۴-۱۷-۱۱- ورودی بخش MELGEN بستهٔ SPR

۴-۱۷-۱۱-۱- داده‌های چشمهٔ اسپری

کاربر باید حجم‌های کنترل حاوی اسپری را تعیین کند. کاربر می‌تواند ارتفاع چشمه‌های اسپری را در صورتی‌که چشمه‌ها در بالای حجم کنترل نباشند، تعیین کند. کاربر می‌تواند شمارهٔ توابع کنترلی تعیین کنندهٔ حالت خاموش و روشن اسپری را تعیین کند. همچنین برای هر چشمه کاربر باید دمای اولیه قطرات، نرخ جریان اسپری و توزیع اندازهٔ قطرات را تعیین کند.

[۱] - Runge-Kutta
[۲] - Decontamination
[۳] - Washout
[۴] - Auxiliary feed water

SPRSRnn00 – Spray Source Name, Control Volume, Control Function

01≤nn≤99, nn is the user-defined spray source number (may be any value contiguous numbers are not necessary).

Required

(1) **SPNAME** - Character string defining a name for spray source.
(Type = character*16, default = none)

(2) **IVOL** - Number of control volume containing the spray source.
(Type = integer, default = none)

(3) **FALLHS** - Elevation of the spray source in control volume IVOL source. If this number is not input, the top elevation of control volume IVOL will be used. The value of FALLHS must be between the bottom and top elevations of control volume IVOL.
(Type = real, default = top elevation of control volume IVOL, units = m)

(4) **ISPCON** - Number of logical control function to be used in determining whether spray source is on or off. If the control function value is .TRUE., the spray source is on, if the value is .FALSE., the spray source is off. If no number is input, or if the number is not greater than zero, the spray source is assumed to be always on.
(Type = integer, default = -1)

(5) **IVOLRS** - Number of control volume containing reservoir (pool) for spray source. If no number is input, then the spray source is unidentified.
(Type = integer, default = no entry)

(6) **IFDRY** - Reservoir “dryout” option flag: enter 0 to inactivate spray upon reservoir “dryout”, enter 1 to stop calculation upon reservoir “dryout.”
(Type = integer, default = 0)

(7) **ELDRY** - Reservoir pool elevation at “dryout.”
(Type = real, default = CVBOT + 0.01*(CVTOP – CVBOT))

(8) **ELWET** - Reservoir pool elevation to resume spray after “dryout”
(Type = real, default = ELDRY + 0.04*(CVTOP – CVBOT))

این کارت به کاربر امکان تعریف نام چشمه اسپری، شماره حجم کنترل حاوی اسپری و ارتفاع چشمه اسپری در حجم کنترل را می‌دهد. کاربر می‌تواند یک تابع کنترلی اختیاری برای تعیین حالت خاموش و یا روشن اسپری، یک حجم کنترل حاوی مخزن آب، یک شاخص برای توقف محاسبات در صورت خشک شدن مخزن آب و پارامترهای مربوط به ارتفاع استخر را تعیین کند.

SPRSRnn01 – Spray Droplet Temperature and Flow Rate

$01 \leq$ nn ≤ 99, nn is the user-defined spray source.

Required

(1) **TDROPO** - Initial temperature of all droplets from this source. Used if control function ITMPCF is not input. The value of TDROPO must be between 273.15 and 647.245 even if the value will not be used because ITMPCF is input.
(Type = real, default = none, units = K)

(2) **SPFLO** - Total spray volumetric flow rate from this source. Used if control function IFLOCF is not input. The value of SPFLO must be greater than or equal to zero even if the value will not be used because IFLOCF is input.
(Type = real, default = none, units = m^3/s)

(3) **ITMPCF** - Number of real-valued control function whose value is the initial temperature (K) of all droplets from this source. The value of the control function must be between 273.15 and 647.245. This field is optional. If it is positive, the control function ITMPCF will be used for the droplet temperature and TDROPO is not used.
(Type = integer, default = 0)

(4) **IFLOCF** - Number of a real-valued control function whose value is the total spray flow rate (m^3/s) for this source. The value of the control function must be greater than or equal to zero. This field is optional. If it is positive, the control function IFLOCF will be used for the flow rate and SPFLO is not used.
(Type = integer, default = -1)

(5) **IHSTP** - "Out" transfer process number associated with the "in" transfer process that the Heat Structures package uses to transfer "rain" from the film-tracking model to the Spray package. If IHSTP is input, the specifications of temperature (TDROPO or ITMPCF) and flow (SPFLO or IFLOCF) will not be used.
(Type = integer, default = "not used")

در این کارت دمای اولیه قطرات اسپری و نرخ جریان برای چشمهٔ اسپری تعیین می‌شود. این مقادیر می‌توانند به صورت مقدار ثابت یا توابع کنترلی تعریف شوند. پارامتر اختیاری پنجم تنها در ارتباط با مدل بارش رهگیری فیلم مایع در بستهٔ سازه‌های حرارتی استفاده می‌شود.

SPRSRnnmm – Spray Droplet Size Distribution

$01 \leq$ nn ≤ 99, nn is the user-defined spray source.

$02 \leq$ mm ≤ 99, mm is used for ordering the input.

Required

(1) **DIAMO** - Initial diameter for this droplet type from this source. The value of DIAMO must be greater than zero.
(Type = real, default = none, units = m)

(2) **DRFREQ** - Relative frequency in source for this droplet type. The value of each frequency must be between 0.0 and 1.0 and the frequencies of all droplets from a source must sum to 1.
(Type = integer, default = none, units = none)

این کارت امکان تعریف قطر اولیه قطرات اسپری و فرکانس نسبی برای یک نوع قطرات در چشمهٔ اسپری را فراهم می‌آورد. یک کارت به ازای یک نوع قطرات به کار می‌رود و حداکثر تعداد انواع قطرات به ازای هر چشمه ۵ نوع می‌باشد.

هنگامی که بستهٔ هسته‌های پرتوزا (RN) فعال باشد، شسته شدن هسته‌های پرتوزا با اسپری به صورت خودکار محاسبه خواهد شد. اما این محاسبات هنگامی که اندازه‌های مختلف برای قطرات استفاده می‌شود و یا حضور اسپری‌ها در همان حجم کنترل باشد، با احتیاط استفاده می‌شود. به همین دلیل، تأکید می‌شود که کاربر از به کار بردن اندازه‌های مختلف برای قطرات و چند اسپری در هر حجم کنترلی که محاسبات شسته شدن هسته‌های پرتوزا در آن انجام می‌شود، امتناع ورزد.

۴-۱۷-۱۱-۲- اطلاعات اتصال اسپری

قطرات اسپری رسیده به کف یک حجم کنترل می‌توانند به حجم‌های کنترل دیگر حمل شوند. کسری از این قطرات که وارد هر حجم کنترل بعدی می‌شوند توسط کاربر تعیین می‌شود. اگر جمع کسرهای تعیین شده برای یک حجم مبدأ برابر CAROVR باشد، آنگاه این مقدار نباید بزرگتر از یک باشد. اگر این مقدار کمتر از یک باشد، و حجم کنترل مبدأ در لیست حجم‌های کنترل تخلیه شونده به چاهک اسپری نباشد، آنگاه کسر CAROVR-۱از قطرات در استخر حجم مبدأ قرار می‌گیرند. قطرات اسپری یک چشمهٔ اسپری نمی‌توانند از بیش از ۲۰ اتصال اسپری عبور کنند.

SPRJUNmm – Spray Junction Volumes, Transmission Factors
$01 \leq$ mm ≤ 99, mm is the user-defined spray junction number (may be any value contgiuous numbers are not necessary).
Optional

(1) **KCVFM** - “From” control volume number for this junction
(Type = integer, default = none)

(2) **KCVTO** - “To” control volume number for this junction
(Type = integer, default = none)

(3) **FRSPTI** - Fraction of spray droplets reaching bottom of "from" volume that are to be transported into "to" volume. Must be between 0 and 1.
(Type = real, default = none, units = none)

۴-۱۷-۱۱-۳- اطلاعات چاهک اسپری

کاربر می‌تواند به صورت اختیاری حجم کنترل حاوی چاهک اسپری را تعریف کند. چاهک یک استخر است که قطرات اسپری در صورتی‌که به انتهای حجم‌های کنترل انتخاب شده توسط کاربر برسند و به سایر حجم‌های کنترل منتقل نشوند، داخل آن جمع می‌شوند. کاربر می‌تواند یک لیست از حجم‌های کنترلی که قطرات می‌توانند از آنها وارد چاهک شوند را تعریف کند. اگر جمع ضرایب انتقال برای یک حجم در این لیست برابر CAROVR باشد، آنگاه مقدار کسر CAROVR-۱ از قطرات به انتهای حجم چاهک خواهد رسید. در حال حاضر بیش از یک چاهک نمی‌توان تعریف کرد.

SPRSUMP0 – Spray Sump Control Volume
Optional

(1) **MCVSUM** - Number of the control volume containing the sump.
(Type = integer, default = none)

در این کارت شماره حجم کنترل حاوی چاهک اسپری تعیین می‌شود.

SPRSUMPn – Control Volumes which Empty Sprays into Sump
$1 \leq n \leq 9$, n is used for ordering input.
Optional

These records are required if any spray droplets are to fall into the sump.

(1) **ICVISM** - Number of a control volume through which spray droplets may fall into sump. Up to 10 control volumes may be entered on a record. These control volume numbers must have already been input on either spray source or spray junction records.
(Type = integer, default = none)

در این کارت حجم‌های کنترلی که قطرات اسپری را به چاهک هدایت می‌کنند، تعیین می‌شود.

۴-۱۷-۱۲- ضریب حساسیت بستهٔ SPR

در بستهٔ SPR دو ضریب حساسیت در کد لحاظ شده است که با شماره ۳۰۰۰ و ۳۰۰۱ شناسایی می‌شود.

3000 – Correlation Coefficients for Terminal Droplet Velocity and Reynolds Number

3001 – Correlation Coefficients for Mass Transfer

۴-۱۷-۱۳- متغیرهای قابل رسم و آرگومان‌های توابع کنترلی در بستهٔ SPR

متغیرهایی که در بستهٔ SPR ممکن است برای رسم شکل (p) و آرگومان‌های توابع کنترلی (c) استفاده شوند، در جدول شماره ۴۱ ارائه شده‌اند.

جدول شماره ۴۱: متغیرهای قابل رسم و آرگومان‌های توابع کنترلی در بستهٔ SPR

Parameter	Type	Description (Unit)
SPR-TP.n	cp	Temperature of spray droplets from source n (K)
SPR-FL.n	cp	Flow rate of spray droplets from source n (m^3/s)
SPR-HTTRAN.j	cp	Rate of heat transfer from sprays to steam in control volume j (W)
SPR-MSTRAN.j	cp	Rate of mass transfer from sprays to steam in volume j (kg/s)
SPR-SUMPHT.j	cp	Rate of heat transfer from sprays to pool in sump control volume j (W)
SPR-SUMPMS.j	cp	Rate of mass transfer from sprays to pool in sump control volume j (kg/s)

۴-۱۷-۱۴- نمونهٔ ورودی بستهٔ SPR

در مثال زیر، یک محفظهٔ ایمنی حاوی ۵ حجم کنترل با شماره‌های ۱۰۰، ۱۱۰، ۱۲۰، ۱۳۰ و ۱۴۰ در نظر گرفته شده است. دو چشمهٔ اسپری با مشخصات مختلف تعریف شده است. چشمهٔ ۲ در حجم ۱۰۰ دارای سه اندازه برای قطرات و چشمهٔ ۶ در حجم ۱۱۰ دارای دو اندازه برای قطرات است. قطرات حجم ۱۰۰ را ترک کرده و ۷۰ درصد آنها به حجم ۱۲۰ و بقیهٔ آنها به حجم ۱۱۰ می‌افتند. همهٔ قطرات حجم‌های ۱۱۰ و ۱۲۰ را ترک کرده و به حجم ۱۳۰ می‌افتند. حجم ۱۴۰ به عنوان چاهک اسپری در نظر گرفته شده است. همهٔ قطرات ترک کننده ۱۳۰ به حجم چاهک وارد می‌شوند.

```
* MELGEN INPUT
*
* ************************************
* *                          |SRC. 2 *
* *                          |_______ *
* *            100                    *
* *                                   *
* ************************************
* * SRC. 6|    *                      *
* *_______|    *                      *
* *            *                      *
* *    110     *          120         *
* *            *                      *
* *            *                      *
* ************************************
* *                                   *
* *                                   *
* *              130                  *
* *                                   *
* ************************************
```

```
* *                                   *
* *              140                  *
* *            SUMP                   *
* *                                   *
* ************************************
* CONTAINMENT SPRAY INPUT
*
* TWO SPRAY SOURCES WITH SEVERAL DROP SIZES, JUNCTIONS
* WITH DROPLETS FALLING INTO A SUMP
*
* SUMP INFO
*
* SUMP CONTROL VOLUME
SPRSUMP0 140
* CONTROL VOLUME OVER SUMP
SPRSUMP1 130
*
* SPRAY JUNCTION DATA
*
*         FROM VOL TO VOL TRAN FAC
SPRJUN05 100      110    0.3
SPRJUN15 100      120     0.7
SPRJUN25 110      130     1.0
SPRJUN35 120      130     1.0
*
* SPRAY SOURCE DATA
*
* SOURCE 2
*           NAME    VOL ELEV ON/OFF CF
SPRSR0200 MAINSPRAY 10 10.0 -1
*
*          TEMP FLOW TEMPERATURE CF FLOW CF
SPRSR0201 300. 2.5   -1              -1
*
* THREE DROPLET SIZES
*          DIAM    REL. FREQ.
SPRSR0202 1.0E-3    0.6
SPRSR0203 0.5E-3    0.3
SPRSR0204 0.25E-3   0.1
*
* SOURCE 6
*             NAME     VOL ELEV ON/OFF CF
SPRSR0600 BACKUPSPRAY 110 10.0 -1
*
*          TEMP FLOW TEMPERATURE CF FLOW CF
SPRSR0601 320. 1.3   -1              -1
*
* TWO DROPLET SIZES
*           DIAM   REL. FREQ.
SPRSR0602 0.75E-3 0.75
SPRSR0603 0.66E-3 0.25
```

معمولاً لازم است موجودی آب منبع اسپری محدود در نظر گرفته شود. به عنوان مثال اگر آب چشمهٔ اسپری از یک مخزن گرفته شود، اسپری‌ها باید با خالی شدن مخزن خاموش شوند. توابع کنترلی زیر این حالت را شبیه‌سازی می‌کنند. در اینجا رابطه به کار رفته تابع کنترلی ۱۰۰ برای نرخ جریان حجمی اسپری مورد نیاز است. بقیهٔ ورودی از نرخ جریان اسپری انتگرال می‌گیرد و اسپری‌ها را زمانی که کل جریان اسپری به ۱۰۰۰ مترمکعب رسید، خاموش می‌کند.

```
* CF 100 (NOT SHOWN) IS DEMANDED SPRAY VOLUMETRIC FLOW RATE
*
* THIS CONTROL FUNCTION INTEGRATES THE DEMANDED FLOW RATE
*
CF10100 TOTAL INTEG 2 1.0 0.0
CF10101 0.0
CF10110 1.0 0.0 CFVALU.100
CF10111 1.0 0.0 TIME
*
* THIS CONTROL FUNCTION GIVES (1000 M**3 - INTEGRAL FLOW), SO
* IT IS NEGATIVE IF MORE THAN 1000 M**3 HAS BEEN DEMANDED. THEN
* IT TAKES THE 'SIGN' FUNCTION OF THE DIFFERENCE, GIVING A VALUE
* +1 IF INTEGRAL IS LESS THAN 1000 M**3, AND -1 IF GREATER. THE
* VALUE IS THEN LIMITED TO BE BETWEEN 0.0 AND 1.0. THUS, THE
* RESULT OF THIS CONTROL FUNCTION IS:
* 0.0 IF INTEGRAL IS GREATER THAN 1000 M**3 (FLOW IMPOSSIBLE)
* 1.0 IF INTEGRAL IS LESS THAN 1000 M**3 (FLOW IS POSSIBLE)
*
CF10200 MULTIPLIER SIGNI 1 1.0 0.0
CF10201 1.0
CF10202 3 0.0 1.0
CF10210 -1.0 1000.0 CFVALU.101
*
* NOW MULTIPLY DEMANDED SOURCE BY FLOW POSSIBLE MULTIPLIER (ABOVE)
CF10300 SPSOURCE MULTIPLY 2 1.0 0.0
CF10310 1.0 0.0 CFVALU.100
CF10311 1.0 0.0 CFVALU.102
*
* THIS CONTROL FUNCTION (103) MUST BE REFERENCED ON SPRAY PACKAGE
* RECORD SPRSRNN01 AND REPRESENTS THE ACTUAL VOLUMETRIC FLOW RATE
* TO BE SENT TO THE SPRAYS
```

۵- جمع‌بندی

در این گزارش مبسوط، توضیحات مفصلی در مورد آشنایی با بخش‌ها و بسته‌های مختلف کد MELCOR، نحوهٔ تهیهٔ فایل ورودی، معرفی ضرایب حساسیت، لیست متغیرهای قابل رسم و مثال ورودی برای هر بسته محاسباتی ارائه شده است. انتظار می‌رود خوانندهٔ این گزارش پس از مطالعهٔ این گزارش با بخش‌های مختلف کد آشنا شده و توانمندی آغاز به کار مدل‌سازی مسائل مختلف در او ایجاد شود. بر اساس این گزارش می‌توان گفت که کد MELCOR ابعاد وسیعی از

پدیده‌های فیزیکی و محاسبات را برای مدل‌سازی حوادث وخیم در بر می‌گیرد که نشان‌دهندهٔ قدرتمندی کد است. انتشار مواد پرتوزا، پدیده‌های داخل محفظهٔ راکتور و خارج آن، ذوب قلب و واکنش بتون و آوار، ارزیابی رفتار محفظهٔ ایمنی، پدیده‌های احتراق، اکسیدشدن مواد قلب، محاسبات گرمای واپاشی، رفتار بخش پایینی محفظهٔ راکتور در اثر ورود آوار مذاب، انتشار مواد پرتوزا از چاهک راکتور در اثر برهمکنش بتون و آوار مذاب، بررسی رفتار ذرات معلق، تأثیر عملکرد سیستم‌های ایمنی و گرمایش مستقیم محفظه در اثر پرتاب آوار مذاب در فشار بالا از جمله قابلیت‌های محاسباتی کد MELCOR است. محدودهٔ وسیع عملکرد کد برای مدل‌سازی یک حادثه مستلزم تعیین تعداد پارامترهای بسیار زیادی توسط کاربر است و این امر حساسیت مدل‌سازی را بالا برده و علاوه بر سختی خطایابی مدل‌سازی انجام شده، رسیدن به نتیجهٔ مناسب را مشکل می‌سازد. به هر روی، با توجه به شناخته شده بودن و در دسترس بودن این کد، مطالعه و یادگیری آن را برای تحلیل حوادث وخیم در نیروگاه‌های هسته‌ای توجیه‌پذیر می‌سازد.

فهرست مراجع

1. R. O. Gauntt, J.E. Cash, R. K. Cole, C. M. Erickson, L.L. Humphries, S. B. Rodriguez, and M. F. Young, “MELCOR Computer Code Manuals, Vol. 1: Primer and Users’ Guide”, NUREG/CR-6119, Vol. 1, Rev. 3, 2005.