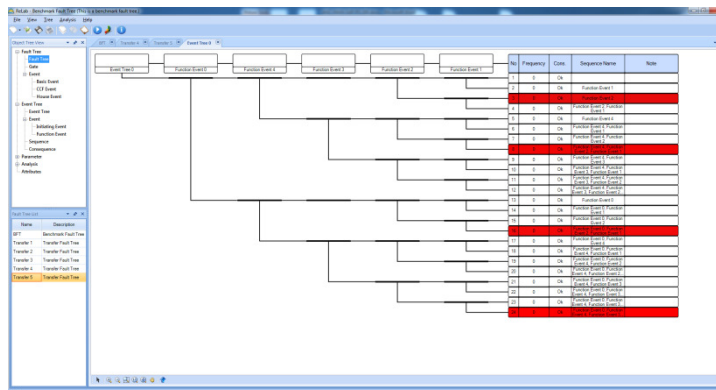


کد محاسباتی تحلیل درخت رویداد



راهنمای کاربر کد ReLab

بسته پنجم - ویرایش ۰ - خرداد ۱۳۹۲

ANC-MAN-SAP-PS-200

فهرست مطالب

- ۱- چکیده ۶
- ۲- کلیدواژه ۷
- ۳- اختصارات ۸
- ۴- ایجاد و ویرایش پروژه ۱۰
- ۵- ایجاد و ویرایش درخت رویداد ۱۶
- ۶- تحلیل درخت رویداد ۲۹

۷- ذخیره نتایج و گزارش گیری..... ۳۴

۸- مراجع..... ۳۸

لیست شکل‌ها

- شکل ۱: منوی انتخاب پروژه..... ۱۱
- شکل ۲: منوی ایجاد پروژه جدید..... ۱۲
- شکل ۳: منوی تعیین محل ذخیره پروژه جدید..... ۱۳
- شکل ۴: منوی اصلی کد ReLab..... ۱۴
- شکل ۵: نمایش درختی کلیه عناصر یک پروژه..... ۱۵
- شکل ۶: منوی ایجاد درخت رویداد..... ۱۷
- شکل ۷: فضای کاری ویرایش درخت رویداد..... ۱۸
- شکل ۸: افزودن رویداد عملکرد به درخت..... ۱۸
- شکل ۹: منوی ایجاد رویداد عملکرد..... ۱۹

- شکل ۱۰: درخت رویداد پس از افزودن رویدادهای عملکرد ۲۰
- شکل ۱۱: منوی ویرایش مشخصات رویداد آغازگر ۲۱
- شکل ۱۲: منوی ویرایش اطلاعات کلی رویداد عملکرد ۲۳
- شکل ۱۳: منوی ویرایش اطلاعات محاسباتی رویداد عملکرد ۲۴
- شکل ۱۴: منوی انتخاب ورودی رویداد عملکرد ۲۶
- شکل ۱۵: افزودن انشعاب به توالی ۲۷
- شکل ۱۶: مشاهده مشخصات گره‌های توالی ۲۸
- شکل ۱۷: منوی تحلیل درخت رویداد ۳۱
- شکل ۱۸: فرم نمایش نتایج تحلیل درخت رویداد ۳۲
- شکل ۱۹: مشاهده موارد تحلیل ۳۶

۱- چکیده

تحلیل درخت رویداد یکی از قابلیت‌های نسخه جدید کد ReLab می‌باشد، که به کاربر امکان مدل‌سازی روند پیشروی یک حادثه و پیامدهای مختلف پس از وقوع آن را می‌دهد. این قابلیت در یک واسط گرافیکی کاربرپسند ارائه شده است، که با استفاده از این واسط گرافیکی می‌توان شکل درخت رویداد را ترسیم نموده و تحلیل‌های مرتبط با آن را انجام داد. مشابه سایر کدهای تحلیل PSA/PRA، در کد ReLab نیز هر درخت رویداد با استفاده از یک رویداد آغازگر و تعدادی رویداد عملکرد^۱ ساخته می‌شود. رویداد آغازگر نشان دهنده حادثه نامطلوبی می‌باشد که هدف از تحلیل درخت رویداد مدل‌سازی آن می‌باشد، و رویدادهای عملکرد نیز در واقع گیت‌های رأس درخت‌های خطا می‌باشند، که ترکیب‌های مختلف

¹ Function Event

از خرابی و موفقیت آنها منجر به پیامدهای متفاوت پس از وقوع یک حادثه بخصوص می‌شود. نحوه ایجاد و ویرایش درخت‌های خطا در راهنمای کاربری نسخه قبلی نرم‌افزار [۱] ارائه شده است، و راهنمای کاربری حاضر مختص ایجاد، ویرایش و تحلیل درخت رویداد می‌باشد.

۲- کلیدواژه

تحلیل درخت رویداد، تحلیل توالی، تحلیل پیامد

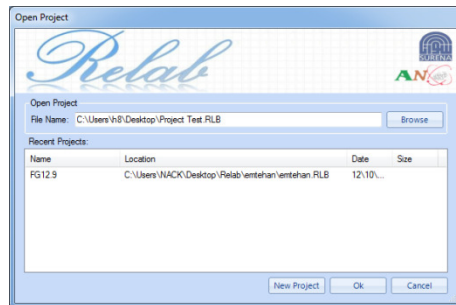
۳- اختصارات

توضیح	عبارت اختصاری	عبارت
تحلیل درخت رویداد	ETA	Event Tree Analysis
تحلیل درخت خطا	FTA	Fault Tree Analysis
مجموعه برشی کمینه	MCS	Minimal Cut Set
باند بالای مجموعه برشی کمینه	MCUB	Min Cut Upper Bound
روش بدست آوردن مجموعه‌های برشی	MOCUS	Method for Obtaining Cut Sets

تحلیل احتمالاتی ایمنی	PSA	Probabilistic Safety Analysis
تقریب رویداد نادر	REA	Rare Event Approximation
کد محاسباتی تحلیل احتمالاتی ایمنی	ReLab	Reliability Laboratory

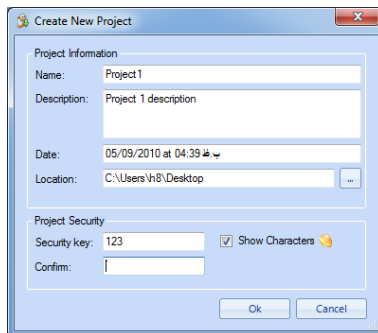
۴- ایجاد و ویرایش پروژه

عنوان پروژه در کد ReLab به مجموعه‌ای از درخت‌های خطا، درخت‌های رویداد و عناصر مرتبط با آنها مانند رویدادهای پایه و پارامترهای مرتبط اطلاق می‌شود، که جهت انجام یک تحلیل PSA/PRA ایجاد شده است. این مجموعه از اطلاعات توسط کد ReLab در یک فایل با پسوند RLB ذخیره می‌شود. با شروع برنامه، کاربر با پنجره شکل ۱ روبرو خواهد شد. در این هنگام کاربر یا باید پروژه‌ای را که قبلاً ایجاد شده است باز کند، یا یک پروژه جدید ایجاد نماید.



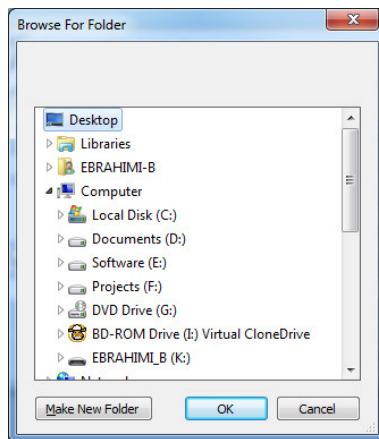
شکل ۱: منوی انتخاب پروژه

در صورت انتخاب گزینه **New Project** در پایین صفحه، فرم شکل ۲ ظاهر خواهد شد که در آن باید مشخصات پروژه مانند نام، توضیحات، تاریخ ایجاد و محل ذخیره پروژه تعیین شود. در قسمت پایین این پنجره نیز امکان اختصاص رمز ورود به هر پروژه در نظر گرفته شده است.



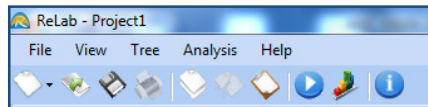
شکل ۲: منوی ایجاد پروژه جدید

با کامل کردن مشخصات پروژه، منوی شکل ۳ جهت تعیین مکان ذخیره‌سازی پروژه ظاهر خواهد شد. در این منو می‌توان یکی از پوشه‌های موجود را جهت ذخیره پروژه انتخاب نمود، یا اینکه یک پوشه جدید ایجاد نمود.



شکل ۳: منوی تعیین محل ذخیره پروژه جدید

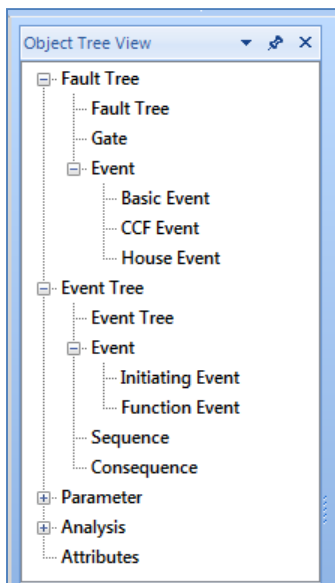
پس از ذخیره پروژه، کاربر وارد فضای کاری^۱ اصلی کد ReLab خواهد شد که در قسمت بالای آن، یک نوار منو و یک نوار ابزار مطابق شکل ۴ وجود دارد.



شکل ۴: منوی اصلی کد ReLab

در سمت چپ نیز یک نمایش درختی از کلیه عناصر پروژه مشابه شکل ۵ مشاهده می‌شود. در صورت انتخاب هر کدام از شاخه‌های این درخت لیست مربوط به آن در قسمت پایین آن ظاهر خواهد شد.

¹ Workspace

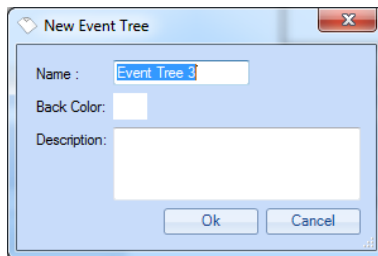


شکل ۵: نمایش درختی کلیه عناصر یک پروژه

عناصر اصلی در پروژه‌های ReLab، درخت‌های خطا و رویداد می‌باشند. نحوه ایجاد و ویرایش درخت‌های خطا در راهنمای کاربری نسخه قبلی نرم‌افزار [۱] ارائه شده است، و راهنمای کاربری حاضر مختص ایجاد، ویرایش و تحلیل درخت رویداد می‌باشد که جزئیات آن در بخش‌های آتی ارائه می‌شود.

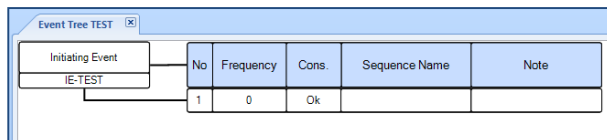
۵- ایجاد و ویرایش درخت رویداد

هر درخت رویداد در کد ReLab دارای یک نام اختصاری خواهد بود، که باید یکتا باشد. همچنین می‌توان به هر درخت رویداد توضیحات نیز اضافه نمود. جهت ایجاد درخت رویداد می‌توان از نوار منو یا نوار ابزار استفاده نمود. جهت ایجاد درخت رویداد در نوار منو باید ابتدا گزینه Tree را انتخاب نموده و از این منو گزینه New Event Tree را انتخاب نمود. در این هنگام فرم شکل ۶ ظاهر می‌شود. در این فرم بایستی اسم و توضیحات مربوط به درخت رویداد تعیین شود.



شکل ۶: منوی ایجاد درخت رویداد

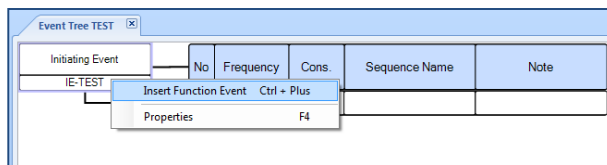
پس از تأیید اطلاعات درخت رویداد، فضای کاری مربوط به ویرایش درخت رویداد ظاهر خواهد شد. در هنگام ایجاد درخت رویداد، کد بصورت پیش فرض رویداد آغازگر و اولین توالی درخت رویداد را ایجاد خواهد نمود. در این هنگام کاربر با پنجره شکل ۷ روبرو خواهد شد.



Initiating Event	No	Frequency	Cons.	Sequence Name	Note
IE-TEST	1	0	Ok		

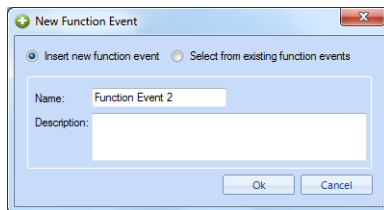
شکل ۷: فضای کاری ویرایش درخت رویداد

برای افزودن اولین رویداد عملکرد به درخت رویداد، ابتدا باید کاربر رویداد آغازگر را همانند شکل ۸ انتخاب کند، سپس بر روی آن راست کلیک نموده و از منوی مورد نظر گزینه Insert Function Event را انتخاب نماید.



شکل ۸: افزودن رویداد عملکرد به درخت

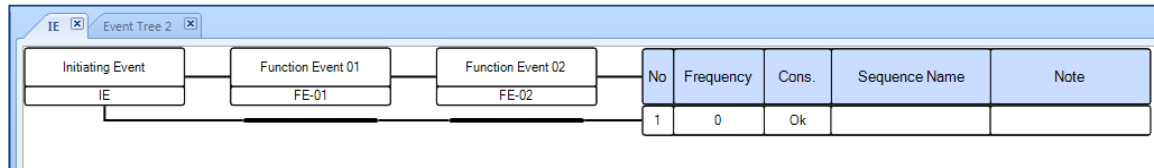
با انتخاب این گزینه کاربر با فرم مشابه شکل ۹ روبرو خواهد شد که در آن اطلاعات مربوط به رویداد عملکرد شامل نام و توضیحات آن وارد می‌شود. همچنین می‌توان از رویدادهای عملکرد موجود در درخت‌های رویداد دیگر نیز در درخت رویداد جدید استفاده نمود، اما کد ReLab امکان افزودن رویداد تکراری در یک درخت را به کاربر نمی‌دهد.



شکل ۹: منوی ایجاد رویداد عملکرد

پس از وارد نمودن اطلاعات رویداد عملکرد این رویداد به درخت افزوده خواهد شد، و به همین ترتیب می‌توان رویدادهای جدید دیگری به درخت اضافه نمود. پس از افزودن تمامی رویدادهای عملکرد، درخت رویداد مشابه شکل ۱۰ خواهد بود

که فقط یک توالی آن مشخص می‌باشد. اطلاعات مربوط به این توالی نیز در مقابل آن ثبت شده است که شامل شماره، فرکانس و پیامد توالی می‌باشد. همچنین امکان افزودن یادداشت به اطلاعات هر توالی وجود دارد. مشاهده می‌شود که پیامد توالی اول به صورت پیش فرض OK در نظر گرفته شده است.

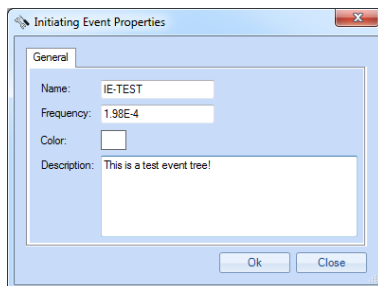


شکل ۱۰: درخت رویداد پس از افزودن رویدادهای عملکرد

نحوه ویرایش اطلاعات اجزای مختلف درخت رویداد شامل رویداد آغازگر، رویدادهای عملکرد و توالی‌های آن در بخش‌های آتی ارائه شده است.

۵-۱- ویرایش رویداد آغازگر

جهت ویرایش اطلاعات مربوط رویداد آغازگر در کد ReLab کافی است بر روی آن دو بار کلیک شود. با دو بار کلیک کردن بر روی رویداد آغازگر منوی شکل ۱۱ ظاهر می‌شود.



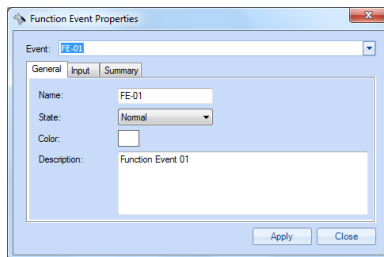
شکل ۱۱: منوی ویرایش مشخصات رویداد آغازگر

همانطور که در شکل مشاهده می‌شود، اطلاعات مربوط به رویداد آغازگر عبارتند از نام، فرکانس و توضیحات مربوطه، که همگی در این منو قابل ویرایش می‌باشند.

۵-۲- ویرایش رویدادهای عملکرد

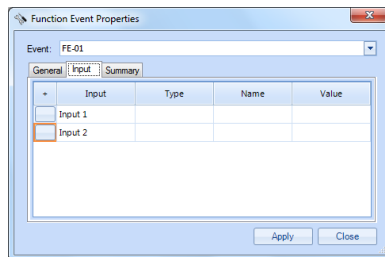
رویداد عملکرد در کد ReLab، نشان دهنده سیستم‌ها یا عملکردهای ایمنی می‌باشد که برای جلوگیری از پیامدهای یک رویداد آغازگر در نظر گرفته می‌شود. برای محاسبه فرکانس توالی‌های درخت رویداد باید تمامی رویدادهای عملکرد آن دارای احتمال خرابی باشند. احتمال خرابی رویدادهای عملکرد در کد ReLab با استفاده تحلیل مجموعه‌های برشی کمینه که جزئیات آن در گزارش فنی کد آمده است [۲]، محاسبه خواهد شد.

جهت ویرایش اطلاعات مربوط به رویدادهای عملکرد نیز کافی است بر روی آن دو بار کلیک شود. در این صورت کاربر با منوی شکل ۱۲ روبرو خواهد شد. منوی ویرایش اطلاعات رویداد عملکرد دارای دو سربرگ اصلی **General** و **Input** می باشد. سربرگ **Summary** در این فرم در حال حاضر غیرفعال می باشد.



شکل ۱۲: منوی ویرایش اطلاعات کلی رویداد عملکرد

در قسمت General مطابق شکل ۱۲ می توان اطلاعات کلی رویداد عملکرد شامل نام، توضیحات، وضعیت و رنگ آن را تغییر داد. قسمت Input نیز که در شکل ۱۳ مشاهده می شود جهت تعیین ورودی های لازم به منظور محاسبه احتمال رویداد عملکرد می باشد.

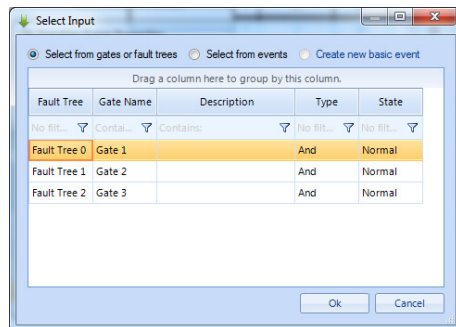


شکل ۱۳: منوی ویرایش اطلاعات محاسباتی رویداد عملکرد

در این قسمت می‌توان برای رویداد عملکرد تا دو ورودی تعیین نمود که در انشعاب‌های مختلف از آن استفاده شود. این ورودی‌ها بایستی از میان گیت‌ها یا رویدادهایی انتخاب شوند که قبلاً در پروژه ایجاد شده و محاسبات مجموعه برشی کمینه برای آنها انجام شده باشد.

۵-۲-۱- انتخاب ورودی‌های رویداد عملکرد

جهت تعیین ورودی‌های لازم برای رویدادهای عملکرد، بایستی بر روی ردیف‌های مربوط به Input 1 و Input 2 کلیک شود. با انتخاب هر کدام از ردیف‌های مذکور کاربر وارد فرم شکل ۱۴ خواهد شد که در آن فهرست گیت‌ها و رویدادهای مختلف موجود در پروژه وجود دارد، و از بین آنها می‌توان ورودی رویداد عملکرد را انتخاب نمود.

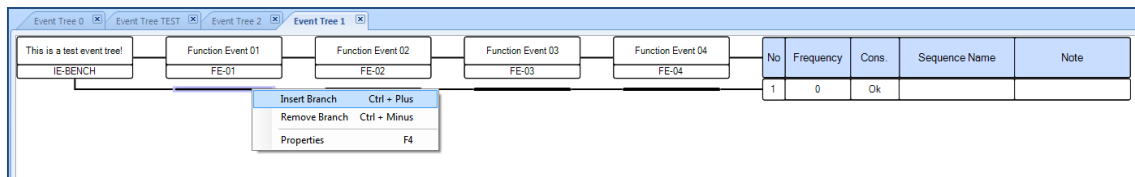


شکل ۱۴: منوی انتخاب ورودی رویداد عملکرد

پس از انتخاب ورودی رویداد عملکرد، بایستی کاربر بر روی گزینه OK در پایین فرم کلیک نموده تا این ورودی به لیست ورودی‌های رویداد عملکرد افزوده شود.

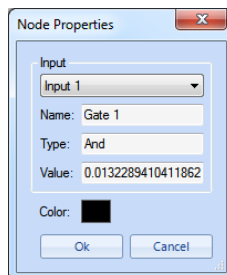
۵-۳- ایجاد و ویرایش توالی های درخت رویداد

همانطور که پیشتر اشاره شد، پس از افزودن رویدادهای عملکرد به یک درخت رویداد اولین توالی درخت بصورت پیش فرض توسط کد ایجاد می شود. با دقت در شکل ۱۵ مشاهده می شود که بر روی توالی ایجاد شده در راستای هر کدام از رویدادها عملکرد یک قسمت پررنگ وجود دارد. برای افزودن یک انشعاب به درخت رویداد باید قسمت پررنگ را انتخاب نموده و پس از راست کلیک کردن گزینه Insert Branch را انتخاب نمود.



شکل ۱۵: افزودن انشعاب به توالی

دو گزینه دیگر این منو جهت حذف شاخه‌های ایجاد شده در یک گره و همچنین مشاهده مشخصات آن می‌باشند. در صورت انتخاب گزینه Properties، فرم شکل ۱۶ ظاهر می‌شود که در آن مشخصات گره شامل نام، نوع و مقادیر ورودی‌های آن مشاهده می‌شود.



شکل ۱۶: مشاهده مشخصات گره‌های توالی

۶- تحلیل درخت رویداد

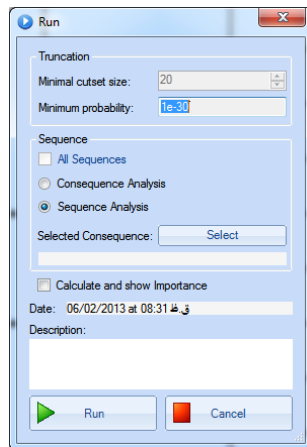
پس از ایجاد و ویرایش درخت رویداد، می‌توان فرکانس توالی‌های مختلف آن را محاسبه نمود که با استفاده از مجموعه‌های برشی کمینه صورت می‌گیرد. در این بخش نحوه انجام محاسبات درخت رویداد و استخراج نتایج در کد ReLab شرح داده خواهد شد.

۶-۱- تحلیل توالی و پیامد

برای انجام تحلیل درخت رویداد با استفاده از نوار منو، باید از منوی Analysis گزینه Run Analysis را انتخاب نمود. روش دیگر استفاده از کلید میانبر F5 است که برای شروع تحلیل در نظر گرفته شده است. در صورت استفاده از هر کدام از این روش‌ها کاربر ابتدا با منوی شکل ۱۷ روبرو خواهد شد که در آن باید اطلاعات انجام تحلیل را وارد کند. این

اطلاعات شامل مشخصات مربوط به تسطیح^۱ مجموعه‌های برشی کمینه، مشخصات الگوریتم محاسباتی و همچنین نحوه نمایش نتایج می‌باشد. قسمت مربوط به تسطیح مجموعه‌های برشی کمینه در حال حاضر غیرفعال می‌باشد. در این منو دو حالت تحلیل توالی و پیامد در نظر گرفته شده است. در صورت انتخاب تحلیل توالی، کاربر می‌تواند فرکانس یک یا چند توالی از یک درخت رویداد را محاسبه کند. در صورت انتخاب تحلیل پیامد نیز کاربر می‌تواند یکی از پیامدهای تحلیل درخت رویداد را انتخاب نموده و فرکانس کل آن پیامد ناشی از کلیه درخت‌های رویداد را بدست آورد.

¹ Truncation



شکل ۱۷: منوی تحلیل درخت رویداد

با انتخاب گزینه Run در پایین منوی شکل ۱۷ تحلیل درخت رویداد توسط کد ReLab شروع شده و در نهایت نتایج حاصل از انجام تحلیل در پایین فضای کاری ویرایش درخت رویداد نمایش داده خواهد شد. نحوه نمایش نتایج حاصل از تحلیل درخت رویداد در شکل ۱۸ نشان داده شده است.

No	Size	Probability	Minimal subset
44	5	1E-05	Event 26, Event 15, Event 14, Event 30, Event 1
110	5	1E-05	Event 26, Event 14, Event 30, Event 4, Event 1
197	5	1E-05	Event 26, Event 14, Event 13, Event 30, Event 1
198	5	1E-05	Event 26, Event 15, Event 28, Event 30, Event 1
22	6	1E-06	Event 16, Event 14, Event 17, Event 30, Event 26, Event 1
24	6	1E-06	Event 26, Event 15, Event 14, Event 22, Event 30, Event 19
36	6	1E-06	Event 26, Event 15, Event 14, Event 24, Event 30, Event 19
38	6	1E-06	Event 14, Event 15, Event 25, Event 30, Event 26, Event 19
40	6	1E-06	Event 26, Event 15, Event 14, Event 20, Event 30, Event 19
42	6	1E-06	Event 26, Event 15, Event 14, Event 18, Event 30, Event 19
43	6	1E-06	Event 26, Event 15, Event 14, Event 32, Event 31, Event 1
80	6	1E-06	Event 26, Event 14, Event 23, Event 4, Event 30, Event 19
86	6	1E-06	Event 26, Event 14, Event 24, Event 4, Event 30, Event 19

شکل ۱۸: فرم نمایش نتایج تحلیل درخت رویداد

در سمت چپ فرم شکل ۱۸ لیست مجموعه‌های برشی کمینه درخت رویداد نشان داده شده است. برای هر مجموعه برشی فرکانس وقوع، اندازه یا تعداد رویدادها و همچنین رویدادهای مجموعه داده شده است. در قسمت بالای فرم مربوطه سایر اطلاعات از قبیل تعداد مجموعه‌های برشی و فرکانس توالی درخت رویداد با دو روش Delete Terms و Split Fraction داده شده است. در پایین جدول شکل ۱۸ نیز گزینه‌های Log File جهت مشاهده گزارش تحلیل انجام شده، و گزینه Export برای گزارش‌گیری از نتایج تحلیل بصورت فایل Excel قرار داده شده است. دو گزینه دیگر در پایین صفحه، در بخش‌های بعد شرح داده می‌شود.

۶-۲- نتایج میزان اهمیت

تحلیل میزان اهمیت به منظور تعیین اهمیت رویدادها و همچنین تعیین میزان تأثیر آنها در نتیجه نهایی درخت رویداد انجام می‌گیرد. مشاهده نتایج تحلیل میزان اهمیت در کد ReLab برای تحلیل درخت رویداد کاملاً مشابه تحلیل درخت خطا می‌باشد که در گزارش [۱] شرح داده شده است.

۷- ذخیره نتایج و گزارش‌گیری

نحوه ذخیره‌سازی و گزارش‌گیری از نتایج درخت رویداد در کد ReLab مشابه ذخیره نتایج حاصل از تحلیل درخت خطا می‌باشد. نتایج تحلیل انجام شده بر روی یک درخت رویداد تحت عنوان مورد تحلیل یا Analysis Case ذخیره می‌شود و تا زمانی که تحلیل جدیدی بر روی درخت رویداد انجام نشود، مقادیر ذخیره شده در این مورد تحلیل نیز بدون تغییر

می‌مانند. با انجام یک تحلیل جدید بر روی درخت رویداد، در صورتی که درخت رویداد تغییر کرده باشد، نتایج قبلی حذف شده و نتایج جدید جایگزین نتایج قبلی خواهد شد.

برای مشاهده نتایج ذخیره شده برای هر درخت رویداد می‌توان از نوار منوی کد استفاده نمود. برای این کار از منوی Result در نوار منو، گزینه Analysis Cases را انتخاب نموده که منجر به مشاهده کلیه موارد تحلیل یک پروژه خواهد شد. موارد تحلیل ذخیره شده بصورت یک جدول مطابق شکل ۱۹ نمایش داده خواهد شد که در آن موارد تحلیل درخت خطا، تحلیل توالی و تحلیل پیامد بصورت جداگانه دسته‌بندی شده‌اند.

Name	Description	MCUB	REA	Date
Event Tree 0-24[...]		9.206672586...	9.207000000...	5/3/2011 at...
Event Tree 0-7(F...)		0	0	5/3/2011 at...
Event Tree 0-19[...]		0	0	5/3/2011 at...
Event Tree 0-13[...]		0.142550508	0.1452	5/3/2011 at...

شکل ۱۹: مشاهده موارد تحلیل

پس از انتخاب هر مورد تحلیل با انتخاب گزینه **Show Details** می‌توان جزئیات نتایج حاصل از تحلیل درخت رویداد، از قبیل مجموعه‌های برشی کمینه و احتمال رویداد رأس و همچنین نتایج تحلیل حساسیت را مشاهده نمود. برای استفاده

از نتایج تحلیل درخت رویداد می‌توان گزینه Export در پایین صفحه را انتخاب نموده که مجموعه‌های برشی کمینه را بصورت فایل Excel ذخیره خواهد کرد.

۸- مراجع

۱. ابراهیمی، بهروز. "راهنمای کاربر کد محاسباتی تحلیل درخت خطا (ReLab)". مرکز محاسبات پیشرفته هسته‌ای، شماره 00 ANC-RPT-SAP-PS-100-Rev. 00، ۱۳۹۱.
۲. ابراهیمی، بهروز. "گزارش فنی کد محاسباتی تحلیل درخت رویداد (ReLab)". مرکز محاسبات پیشرفته هسته‌ای، شماره 00 ANC-RPT-SAP-PS-200-Rev. 00، ۱۳۹۲.