

## پیشگفتار

روش تجزیه و تحلیل تشدید کارکردی<sup>۱</sup> که در ادامه با عنوان FRAM از آن یاد می‌شود، به نوعی خود، بازتابی از همان پدیده‌ای است که در پی توصیف آن است؛ بدین معنا که گاه رویدادها بدون علل روشن و قابل شناسایی رخ می‌دهند. برخلاف بسیاری از روش‌های دیگر ارزیابی ایمنی، نظیر درخت خطا<sup>۲</sup> که در سال ۱۹۶۲ به منظور تضمین ایمنی موشک بالستیک قاره‌پیمای Minuteman توسعه یافت، یا بخش عمده‌ای از روش‌های نسل نخست ارزیابی قابلیت اطمینان انسانی (HRA) که در واکنش به حادثه نیروگاه Three Mile Island در سال ۱۹۷۹ شکل گرفتند، به نظر می‌رسد FRAM از بستری پراکنده یا حتی از ذهنی آشفته پدیدار شده باشد.

نخستین ارائه منسجم از اصول بنیادین FRAM در اثر (2004) E. Hollnagel با عنوان Barriers and Accident Prevention منتشر شده در Farnham توسط Ashgate صورت گرفت. با این حال، ایده آن از چندین سال پیش مطرح بوده و بخشی از دوره‌های آموزشی ارائه شده در دانشگاه Linköping را تشکیل می‌داد. با نگاه به گذشته، چهار منبع اصلی الهام قابل شناسایی است: مقاله Floyd Allport در سال ۱۹۵۴ درباره ساختار رویدادها، مقاله Margoroh Maruyama در سال ۱۹۶۳ درباره سایبرنتیک مرتبه دوم، چندین توصیف از تکنیک تحلیل و طراحی ساخت یافته<sup>۳</sup>، و همچنین این برداشت که مفهوم تشدید تصادفی<sup>۴</sup> می‌تواند ایده‌ای کارآمد باشد؛ برداشتی که بر پایه مقاله‌ای در مجله New Scientist در سال ۱۹۹۶ شکل گرفت. افزون بر این، نارضایتی مستمر و روبه‌افزایش از نحوه پرداختن به مسائل ایمنی به‌ویژه چگونگی تبیین حوادث و رویدادها نیز نقش مهمی ایفا کرد. این نارضایتی که با بسیاری از همکاران مشترک بود، خود به انگیزه‌ای برای توسعه مهندسی تاب‌آوری<sup>۵</sup> تبدیل شد؛ هرچند این خود داستانی جداگانه است.

ایده FRAM از همان ابتدا با استقبال مواجه شد و توسعه این روش از زمان انتشار کتاب سال ۲۰۰۴ تاکنون، بدون علاقه، پرسش‌ها و مشارکت‌های افراد بسیاری ممکن نبود. هرچند ارائه فهرستی کامل ناممکن است، با این حال مایلم از (به ترتیب حروف الفبا) Karen Cardiff، Pedro Ferreira، Luigi Macchi، Jörg Leonhardt، Akinori Komatsubara، Ivonne Herrera، Gunilla Sundström، Rob Robson، Shawn Pruchnicki، Elaine Pelletier، Rogier Woltjer و در نهایت، Denis Besnard و کل جامعه FRAM قدردانی کنم. همچنین از تمامی افرادی که نامشان ذکر نشده است، صمیمانه بپوش می‌طلبم.

---

<sup>1</sup> Functional Resonance Analysis Method

<sup>2</sup> Fault Tree

<sup>3</sup> Structured Analysis and Design Technique

<sup>4</sup> Stochastic Resonance

<sup>5</sup> Resilience Engineering

|         |                                     |
|---------|-------------------------------------|
| ۸.....  | فصل ۱ ضرورت استفاده از FRAM         |
| ۸.....  | ناآگاهی نسبی                        |
| ۸.....  | دلایل ناآگاهی                       |
| ۹.....  | ناآگاهی، ریسک و ایمنی               |
| ۱۰..... | ناآگاهی، پیچیدگی و غیرقابل حل بودن  |
| ۱۲..... | بازتعریف سیستم‌ها                   |
| ۱۳..... | از احتمال تا تغییرپذیری             |
| ۱۵..... | نتیجه‌گیری                          |
| ۱۶..... | فصل ۲ پیشینه فکری                   |
| ۱۶..... | طبیعی بودن تفکر خطی                 |
| ۱۷..... | تفکر خطی ساده                       |
| ۱۸..... | تفکر خطی پیچیده                     |
| ۱۸..... | سیستم‌های دینامیک و توسعه‌های موازی |
| ۲۰..... | سایبرنتیک ثانویه                    |
| ۲۲..... | نتیجه‌گیری‌ها                       |
| ۲۳..... | فصل ۳ مبانی                         |
| ۲۴..... | چهار اصل FRAM :                     |
| ۲۴..... | معادل بودن شکست‌ها و موفقیت‌ها      |
| ۲۵..... | تنظیمات تقریبی                      |
| ۲۶..... | پیدایش (پدیدایی)                    |
| ۲۷..... | علل پنهان در پس وقایع               |
| ۲۸..... | تشدید                               |
| ۲۸..... | تشدید چیست؟                         |
| ۲۹..... | از تشدید تصادفی تا تشدید عملکردی    |
| ۳۱..... | فرکانس و تنوع                       |
| ۳۲..... | نتیجه‌گیری‌ها                       |

|         |                                                                  |
|---------|------------------------------------------------------------------|
| ۳۲..... | نظراتی بر فصل سه                                                 |
| ۳۴..... | <b>فصل ۴ مقدمه ای بر روش FRAM</b>                                |
| ۳۴..... | در جستجوی آنچه باید درست پیش برود                                |
| ۳۶..... | مرحله صفر: تشخیص هدف تحلیل FRAM                                  |
| ۳۸..... | نظرات در مورد فصل ۴                                              |
| ۳۹..... | <b>فصل ۵ روش: شناسایی و توصیف عملکردها (مرحله ۱)</b>             |
| ۴۰..... | چگونه می توان عملکردها را شناسایی کرد؟                           |
| ۴۰..... | تحلیل وظیفه به عنوان مبنایی برای شناسایی عملکردها                |
| ۴۲..... | شرح وظیفه در مقابل شرح عملکرد                                    |
| ۴۲..... | کادرها و فلش ها                                                  |
| ۴۴..... | معنا بخشی به فلش ها و خط ها                                      |
| ۴۶..... | جنبه های عملکردی                                                 |
| ۴۷..... | ورودی                                                            |
| ۴۸..... | خروجی                                                            |
| ۴۸..... | شرط پیشین                                                        |
| ۴۹..... | منابع (شرایط اجرا)                                               |
| ۵۱..... | کنترل                                                            |
| ۵۱..... | زمان                                                             |
| ۵۲..... | مسائلی در توصیف عملکردها                                         |
| ۵۳..... | یک عملکرد چه زمانی شروع و پایان می یابد؟                         |
| ۵۴..... | توابع و حالات                                                    |
| ۵۴..... | روش: شناسایی و توصیف توابع (مرحله ۱)                             |
| ۵۴..... | بازنگری کادرها و فلش ها                                          |
| ۵۶..... | عملکردهای بالادستی و پایین دستی                                  |
| ۵۶..... | عملکردهای پیش زمینه، عملکردهای پس زمینه و عوامل شکل دهنده کارایی |
| ۵۸..... | مسائل دیگر در توصیف عملکردها                                     |
| ۶۰..... | <b>فصل ۶ روش: شناسایی تغییرات (مرحله ۲)</b>                      |

|    |                                           |
|----|-------------------------------------------|
| ۶۱ | تغییرپذیری انواع مختلف عملکردها           |
| ۶۳ | تغییرپذیری داخلی (درون‌زا)                |
| ۶۴ | تغییرپذیری خارجی (برون‌زا)                |
| ۶۶ | نمودهای تغییرپذیری عملکرد                 |
| ۶۶ | مشخص کردن تغییرپذیری عملکرد - راه حل ساده |
| ۶۹ | تغییرپذیری بالقوه و واقعی عملکردها        |

## فصل ۷ روش: جمع‌آوری و ترکیب تفاوت‌ها (مرحله سوم) ۷۱

|    |                                                    |
|----|----------------------------------------------------|
| ۷۱ | اتصالات بالادست-پایین دست عملکردی                  |
| ۷۲ | اتصالات بالادست-پایین دست برای پیش‌شرط‌ها          |
| ۷۳ | کوپلینگ بالادست-پایین دست برای منابع یا شرایط اجرا |
| ۷۴ | کوپلینگ بالادست-پایین دست برای کنترل               |
| ۷۶ | کوپلینگ بالادست-پایین دست برای زمان                |
| ۷۷ | کوپلینگ بالادست-پایین دست برای ورودی               |
| ۷۸ | مسائل در کوپلینگ بالا به پایین                     |
| ۷۹ | نظرات درباره فصل ۷                                 |

## فصل ۸ روش: پیامدهای تحلیل (مرحله ۴) ۸۰

|    |                              |
|----|------------------------------|
| ۸۲ | حذف، پیشگیری، حفاظت و تسهیل  |
| ۸۳ | نظارت (شاخص‌های عملکرد)      |
| ۸۴ | مهار کردن                    |
| ۸۶ | تکیه بر کمیت‌سنجی چگونه است؟ |

## فصل ۹ سه نمونه از اجرای FRAM ۸۸

|    |                                 |
|----|---------------------------------|
| ۸۸ | "دوک آی بوک" (گازاستریل در شکم) |
| ۸۸ | شرح رویداد                      |
| ۹۰ | عملکردها و مدل FRAM             |
| ۹۶ | منابع تغییرات                   |
| ۹۶ | تغییرات داخلی                   |
| ۹۷ | تغییرات خارجی                   |

|     |                                       |
|-----|---------------------------------------|
| ۹۷  | پیوند بالا-پایین                      |
| ۹۸  | مثال کاربردی مدل                      |
| ۹۹  | فاجعه کشتی رول-آن رول-آف هرالد        |
| ۹۹  | شرح رویداد                            |
| ۱۰۱ | عملکردها و مدل FRAM                   |
| ۱۰۵ | منابع نوسان                           |
| ۱۰۵ | نوسان داخلی                           |
| ۱۰۵ | نوسان خارجی                           |
| ۱۰۶ | پیوندهای بالادست-پایین دست            |
| ۱۰۶ | نمونه سازی از مدل FRAM                |
| ۱۰۷ | سیستم مالی                            |
| ۱۰۷ | سیستم مورد بررسی                      |
| ۱۰۸ | عملکردها و مدل FRAM                   |
| ۱۱۱ | منابع نوسان                           |
| ۱۱۱ | نوسان داخلی                           |
| ۱۱۲ | نوسان خارجی                           |
| ۱۱۳ | نمونه ای از مدل                       |
| ۱۱۴ | نظرات در مورد موارد مورد مطالعه       |
| ۱۱۵ | <b>فصل ۱۰ نتیجه گیری</b>              |
| ۱۱۵ | FRAM: یک روش، نه یک مدل               |
| ۱۱۶ | روش هایی که به مدل های قوی متکی هستند |
| ۱۱۶ | AcciMap                               |
| ۱۱۶ | Tripod                                |
| ۱۱۷ | STAMP                                 |
| ۱۱۸ | مدل تفصیلی یا روش تفصیلی؟             |
| ۱۲۰ | مقیاس ثابت بودن                       |
| ۱۲۱ | <b>فصل ۱۱ FRAM</b>                    |