خوش آمدید.

صنایع ایمن فراز ارک برگزار می کند
دسته بندی و کاربرد
تکنیک های شناسایی
خطر و ارزیابی ریسک
Hazards identification and Risk Assessment techniques: classification and application
سرفصل های دوره :
- ساختار کلی تکنیکهای شناسایی خطر و ارزیابی ریسک
- دسته بندی تکنیک های شناسایی خطر
- ویژگیهای تکنیک های شناسایی خطر
- معرفی برخی از تکنیکهای شناسایی خطر
- دسته بندی تکنیک های ارزیابی ریسک
- معرفی و تحلیل قابلیت های برخی از تکنیک های ارزیابی ریسک
دکتر مصطفی پویاکیان
عضو هیئت علمی دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی
زمان دوره:
۱۱ اردیبهشت ۱۴۰۲
ساعت ۱۶ الی ۱۸
جهت ثبت نام به سایت تجهیزات ایمنی ارک مراجعه نمایید.
Ark.safety
Ark-safety.com
0914 474 5241
Dr. M. Pouyakian, SBMU

دسته بندی و کاربرد تکنیک های ارزیابی ریسک

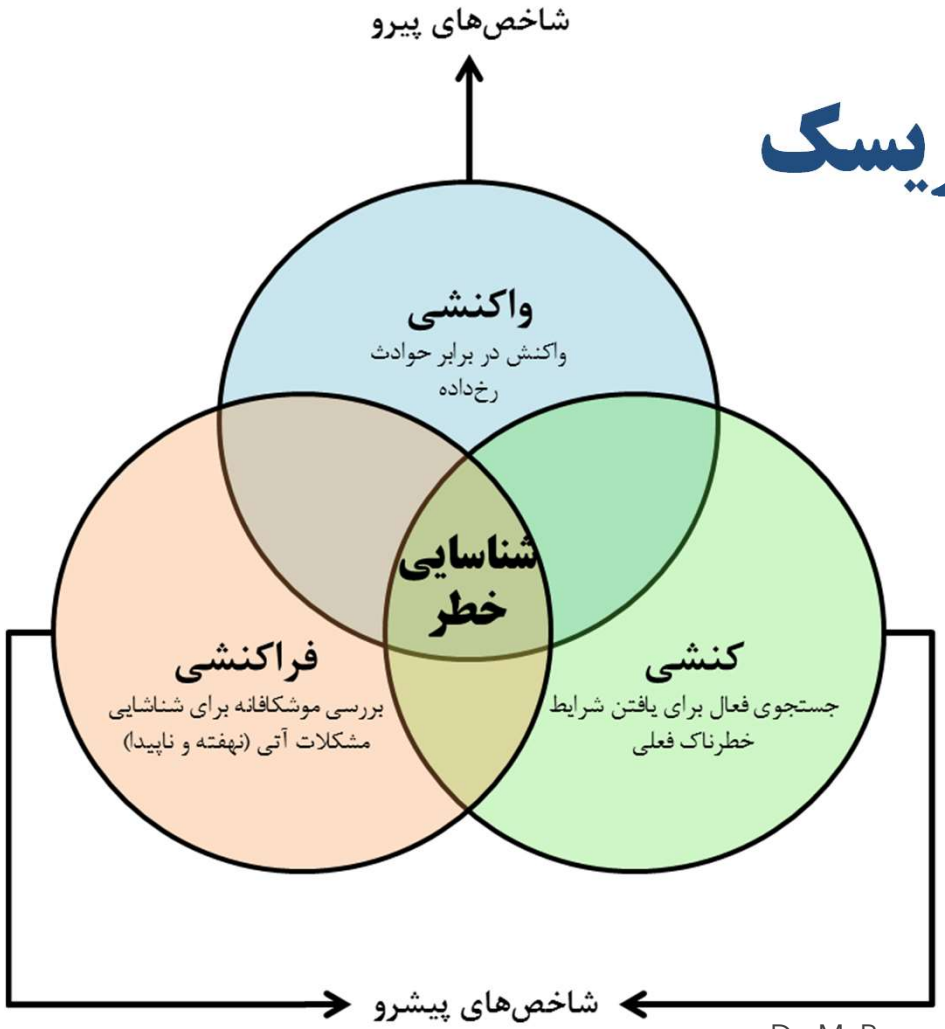
دکتر مصطفی پویاکیان

دانشیار مهندسی بهداشت حرفه ای و ایمنی کار
دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی

فهرست مطالب

- ساختار کلی تکنیک های شناسایی خطر و ارزیابی ریسک
- دسته بندی تکنیک های شناسایی خطر
- ویژگی های تکنیک های شناسایی خطر
- معرفی برخی از تکنیک های شناسایی خطر
- دسته بندی تکنیک های ارزیابی ریسک
- معرفی و تحلیل قابلیت های برخی از تکنیک های ارزیابی ریسک

رویکردهای ایمنی برای شناسایی خطر و مدیریت ریسک در ایمنی سیستم



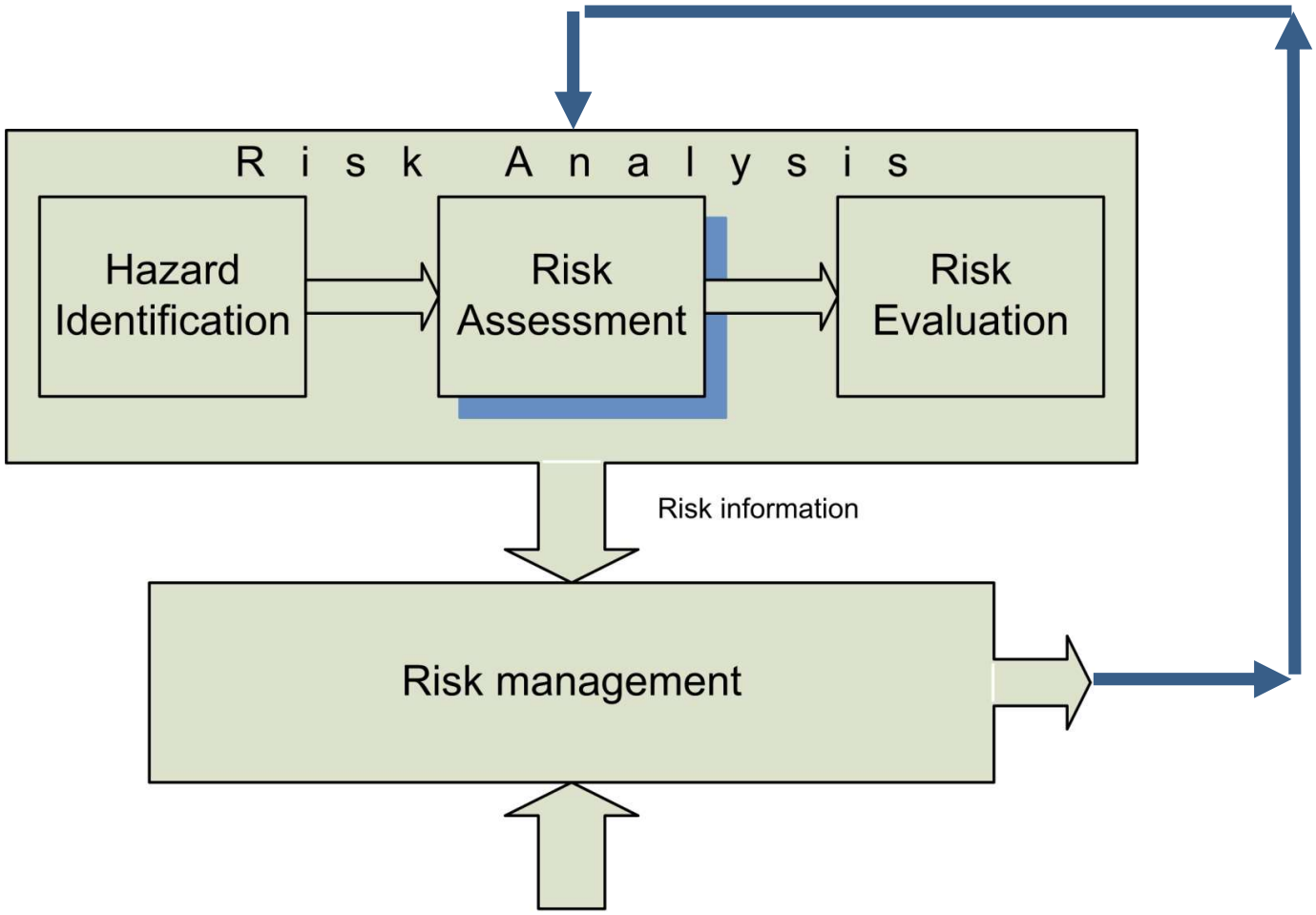
چرخه ارزیابی و مدیریت ریسک

چرخه عمر سیستم SLC

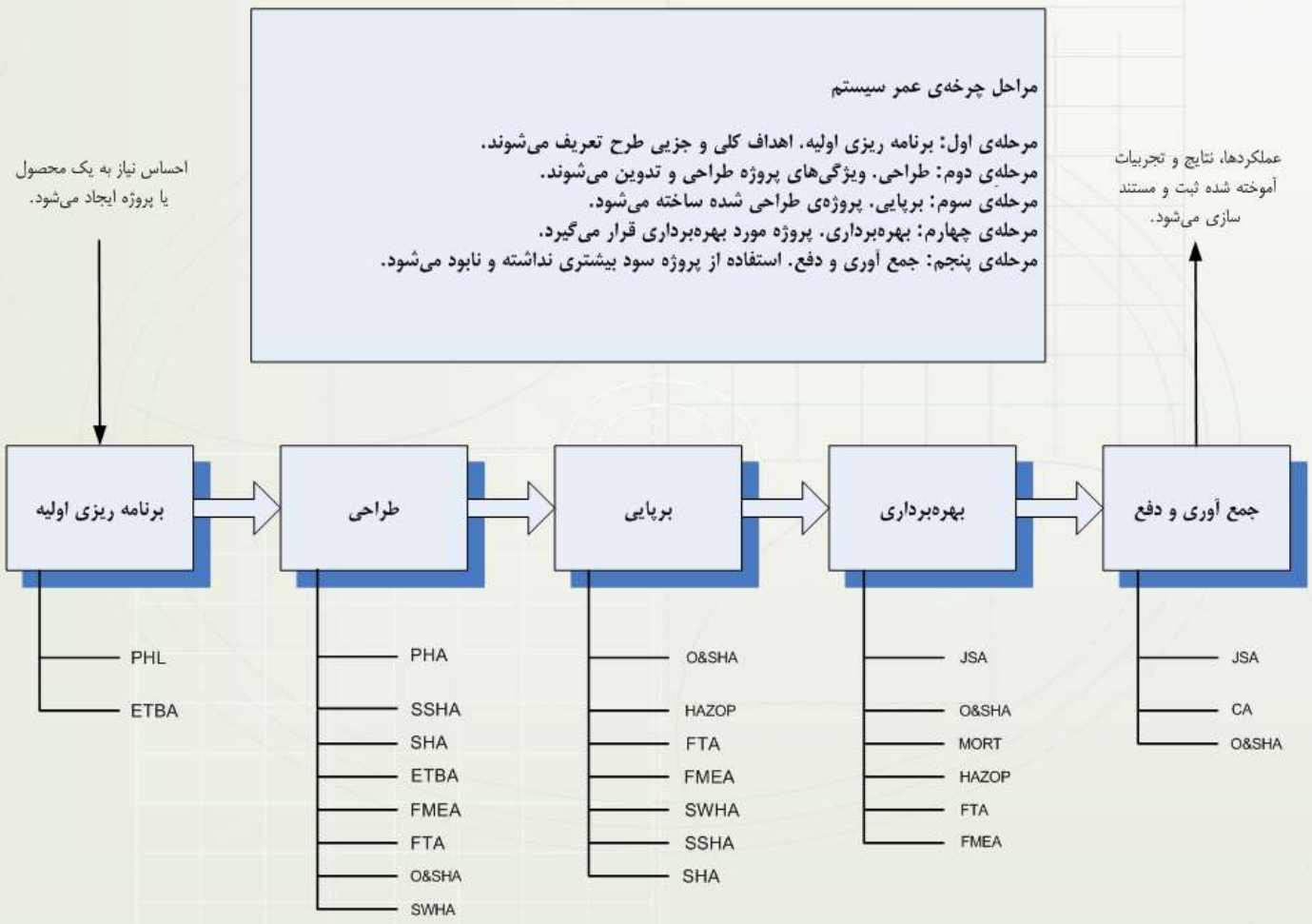
در ایمنی سیستم آشنایی با چرخه عمر سیستم و چرخه ارزیابی و مدیریت ریسک اهمیت اساسی دارند.

الگوهای مختلفی برای بیان چرخه ارزیابی و مدیریت ریسک ارایه شده است لیکن همه آنها از قالبی مشابه برخوردارند.

چرخه ارزیابی و مدیریت ریسک



ارتباط چرخه عمر سیستم و ارزیابی ریسک



ساختار کلی تکنیک های شناسایی خطر و ارزیابی ریسک

آنالیزهای ایمنی در ساختار کلی، چگونه انجام میشوند؟

آنالیز ایمنی

- کاربرد روش‌های نظام‌مند برای تجزیه و تحلیل سیستم‌ها در جهت شناسایی و ارزیابی خطرات و ویژگی‌های مربوط به ایمنی سیستم
- این روش ها در صنایع گوناگون با نامهایی مشابه با اندکی تغییر در تکنیک ها، اهداف و دامنه کاربرد با نامهای زیر هم شناخته می شوند:

- آنالیز ریسک
- ارزیابی ریسک
- ارزیابی ایمنی بر اساس احتمالات
- آنالیز ریسک بر اساس احتمالات
- ارزیابی کمی ایمنی
- آنالیز کمی ریسک
- آنالیز خطر

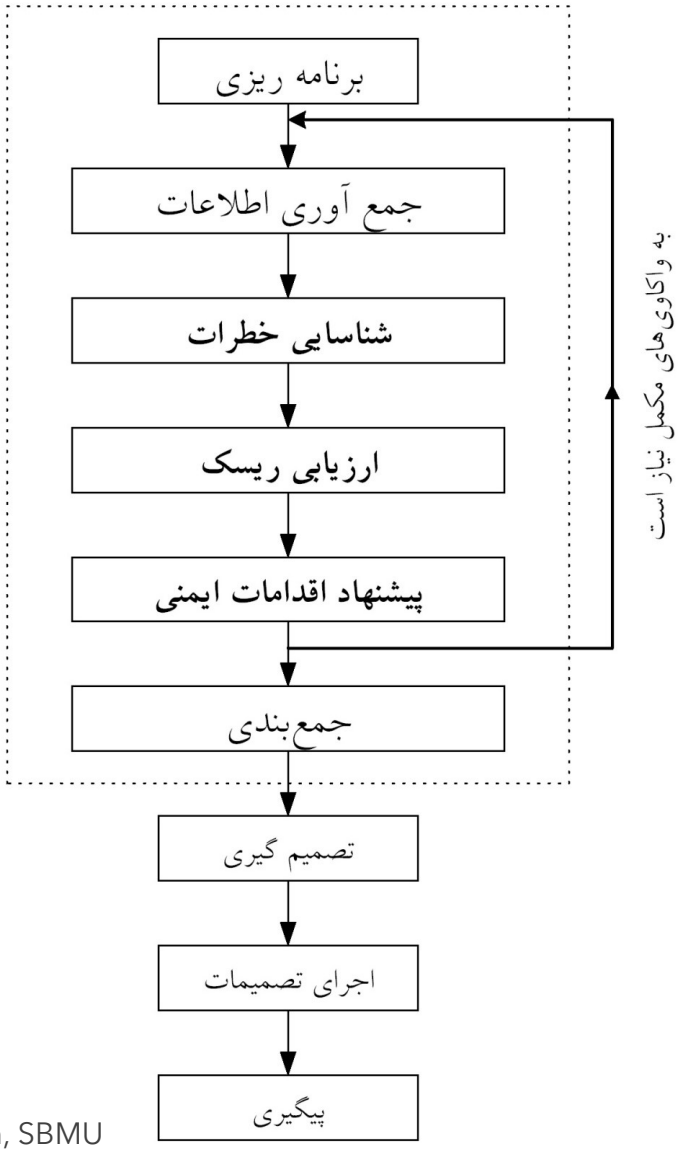
ساختار کلی ارزیابی ایمنی

مراحل ارزیابی ایمنی در اغلب روش ها شامل مراحل زیر است:

I. برنامه ریزی
II. جمع آوری اطلاعات
III. شناسایی خطرات
IV. ارزیابی ریسک
V. پیشنهاد اقدامات ایمنی
VI. جمع بندی
VII. تصمیم گیری
VIII. اجرای تصمیمات
IX. پیگیری نتایج

این سه مرحله بسته به نوع روشی که برای ارزیابی ایمنی به کار می رود شکل های متفاوتی به خود می گیرند.

فرایند آنالیز ایمنی



برنامه ریزی برای انجام واکاوی ایمنی

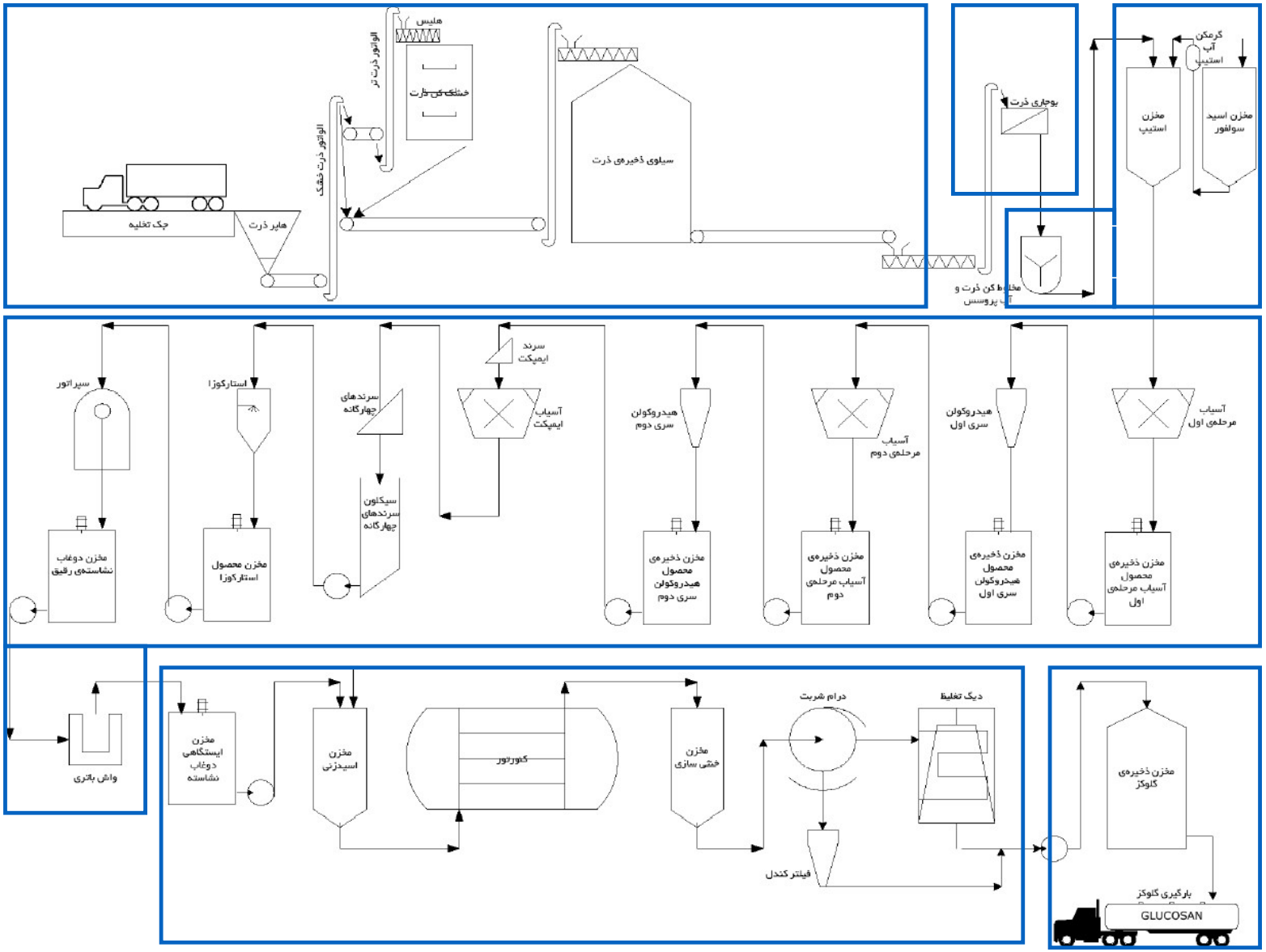
- تصمیم گیری و برنامه ریزی برای اجرای واکاوی ایمنی با توجه به نکات زیر صورت می گیرد:
  - آنچه که باید واکاوی شود؛ با در نظر گرفتن محدودیت‌ها و فرضیات آنالیز
  - هدف واکاوی، که می‌تواند در دو هدف کلی تعریف شود:
    - یافتن راه‌هایی برای افزایش سطح ایمنی یا
    - ارزیابی کلی ایمنی
  - انتخاب روش و دستورالعمل

گرد آوری اطلاعات

- طراحی فنی سیستم
- نحوه عملکرد سیستم
- حوادث، شبه حوادث و اختلالات در جریان کار
- تعداد نقص در اجزای سیستم های تولید
- چیدمان و پلان تولید
- تعداد دستگاه ها
- تاسیسات و پشتیبانی

مثال

PFD فرایند تولید و تقسیم بندی بخش های آن


هایپر ذرت
چک تخلیه
الواتور ذرت خشک
الواتور ذرت تر
هایپر
خشک کن ذرت
سیلوی ذخیره‌ی ذرت
بوجاری ذرت
مخلوط کن ذرت و آب پروسس
گرمکن آب استیپ
مخزن استیپ
مخزن اسید سولفور
سپراتور
مخزن دوغاب نشاسته‌ی رقیق
استارکوزا
مخزن محصول استارکوزا
سرندهای چهارگانه
سیکلون سرندهای چهارگانه
سرند ایمپکت
آسیاب ایمپکت
هیدروکولن سری دوم
مخزن ذخیره‌ی محصول هیدروکولن سری دوم
آسیاب مرحله‌ی دوم
مخزن ذخیره‌ی محصول آسیاب مرحله‌ی دوم
هیدروکولن سری اول
مخزن ذخیره‌ی محصول هیدروکولن سری اول
آسیاب مرحله‌ی اول
مخزن ذخیره‌ی محصول آسیاب مرحله‌ی اول
واش باتری
مخزن ایستگاهی دوغاب نشاسته
مخزن اسیدزنی
کنورتور
مخزن خشی سازی
درام شربت
دیگ تغلیظ
فیلتر کندل
مخزن ذخیره‌ی گلوکز
بارگیری گلوکز
GLUCOSAN

شناسایی خطرات

- بخش اصلی در روش های واکاوی ایمنی است.
- میزان دقت در شناسایی خطرات، تعیین کننده میزان قدرت و قابلیت اعتماد کل ارزیابی است.
- بسته به روش انتخاب شده برای آنالیز، روش شناسایی خطر متفاوت خواهد بود.
- در هر روشی همواره تعدادی از خطرات کشف نشده باقی می مانند.

ارزیابی ریسک

- ارزیابی ریسک برای پاسخ دادن به این سوال است که:
  - یک سیستم تا چه اندازه ایمن است؟
  - کدام اقدام برای حفظ ایمنی سیستم ضروری است؟

- ارزیابی ریسک باید به چه روشی صورت گیرد؟
  - کمّی
  - کِیفی

پیشنهاد اقدام ایمنی

- هدف از اجرای اقدام ایمنی **حذف** یا **کاهش** ریسک ناپذیرفتنی ناشی از یک خطر به زیر شاخص پذیرفتنی است.
- روش های پیشنهاد شده برای کاهش ریسک باید حداقل بتوانند یکی از پارامترهای ریسک را به اندازه پذیرفتنی کاهش دهند:
  - احتمال وقوع حادثه ناشی از خطر
  - پیامدهای ناشی از تبدیل خطر به حادثه
  - احتمال کشف
  - سطح تماس با خطر
- روش های کاهش ریسک از نظر میزان تاثیر گذاری دارای اولویت و برتری نسبت به هم هستند.

روش های کاهش ریسک

- تغییر در طراحی سیستم برای رسیدن به کمترین ریسک ممکن
- استفاده از تجهیزات ایمنی (کنترل های مهندسی و ابزارها و دستگاه های ایمنی)
- استفاده از علایم و وسایل هشدار دهنده
- استفاده از دستورالعمل های استاندارد و آموزش آنها
- پذیرش میزانی از ریسک در سیستم

واکاوی تکمیلی

- بر اساس نتایج به دست آمده از واکاوی اولیه نیاز به انجام آنالیزهای تکمیلی احساس می شود.

جمع بندی

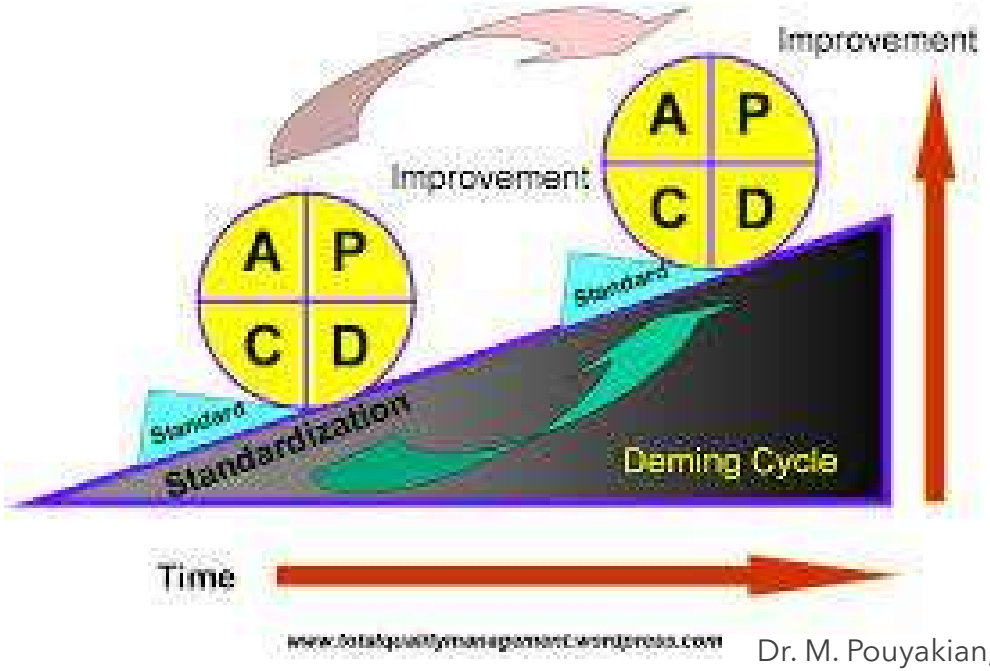
- حداقل محتویات جمع بندی
  - فهرستی از خطرات مشاهده شده
  - پیشنهادهایی برای کاهش ریسک ها
  - فرضیات و شرایطی که آنالیز ایمنی تحت آن شرایط انجام شده است.

- پایان آنالیز ایمنی

اقدامات پس از واکاوی ایمنی

- تصمیم گیری
- اجرای اقدام
- پیگیری (بررسی نتایج)
- واکاوی های جدیدتر

- **چرخه دمینگ**



ملاحظات ارزیابی ایمنی

قبل از انجام ارزیابی ایمنی باید موضوعات زیر شفاف گردند:

- هدف و استفاده نهایی از ارزیابی ایمنی
- تعریف دقیق سیستم مورد نظر
- دسته بندی نگرانی های اصلی
- شناخت مفرضات و تنگناها
- منابع اطلاعاتی مورد استفاده
- تنگناهای زمانی موجود
- افراد مورد نیاز و قابل دسترسی جهت پشتیبانی از ارزیابی ایمنی در مراحل مختلف
- روش های به کار گرفته شده

عوامل مؤثر بر کیفیت نتایج آنالیز ایمنی

- وجود رهبر و هماهنگ کننده واجد صلاحیت
- تیم کاری (۲ نفر و بیشتر)
- آشنایی اعضای تیم با روش ارزیابی ایمنی و ارزیابی ریسک
- متفاوت بودن حوزه دانش و تخصص اعضای تیم
- وجود اطلاعات مربوط به برگه های عملیاتی، نقشه ها، روش های اجرایی و ...
- آشنایی با تکنولوژی سیستم و دانش مربوط به آن
- کیفیت مستند سازی نتایج
- وجود سیستم پیگیری در سازمان

مفاهیم پایه و تئوری خطر

تعریف خطر

شرایطی با توانایی ایجاد حادثه

خاصیت ذاتی در آن شرایط

پتانسیل ایجاد زیان/ آسیب‌رسانی

پیش‌درآمد حادثه

رابطه مستقیم میان خطر و حادثه

ارتباط خطر و حادثه

دو سر یک طیف

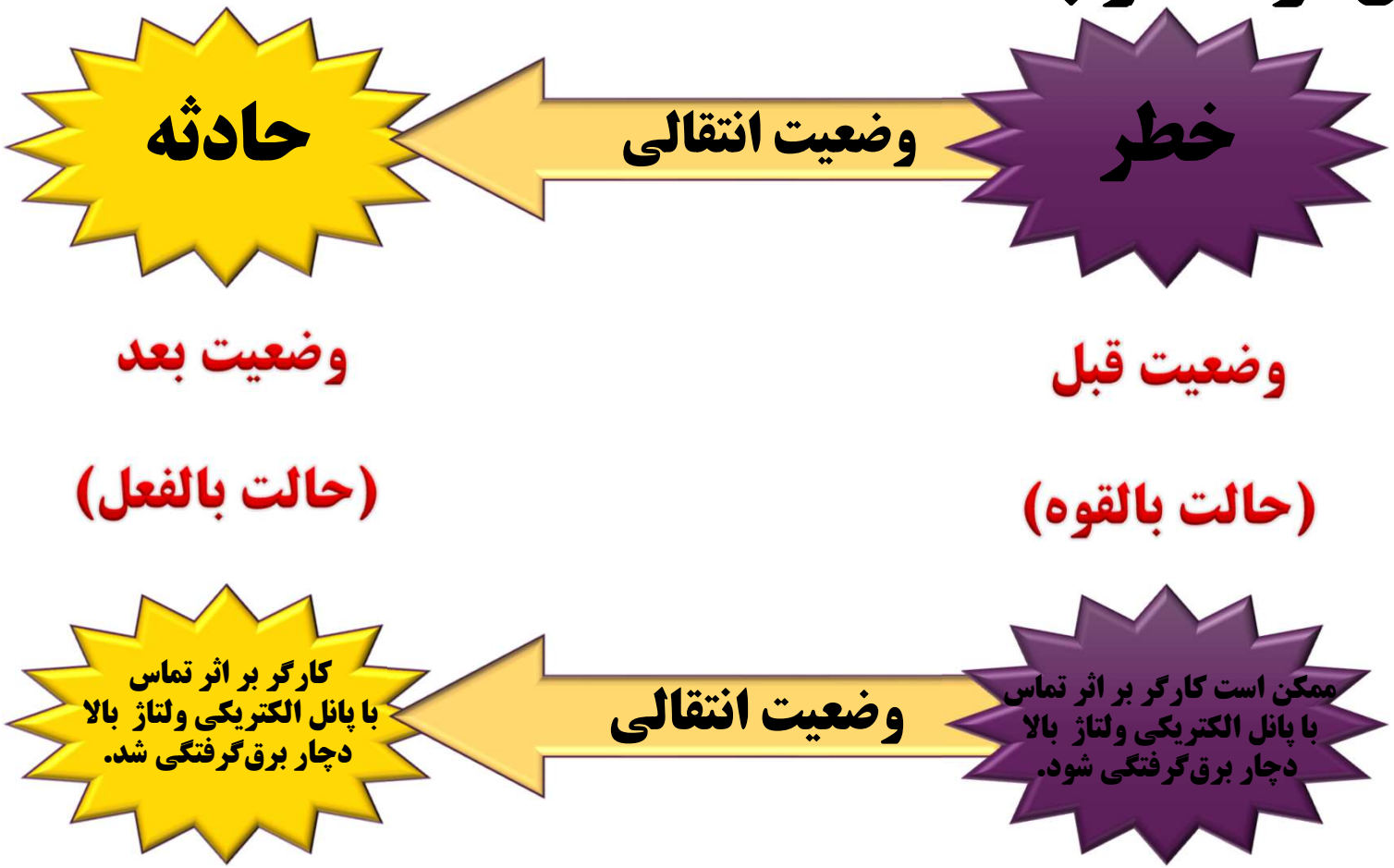
خطر: پتانسیل بروز رویداد
حادثه: خود رویداد

دو حالت پیش و پس از انتقال

دو شکل متفاوت از یک پدیده
همانند حالت‌های مختلف فیزیکی آب

تبدیل خطر به حادثه با گذر از یک وضعیت انتقالی

انتقال از خطر به حادثه



نظریه خطر Hazard Theory

اجزاء مثلث خطر

حادثه

انفجار

عنصر خطرآفرین Hazardous Element (HE)

اصلی‌ترین عامل شکل‌دهنده مفهوم خطر

مانند: منبع سوخت

سازوکار آغازگر Initiating Mechanism(IM)

واقعه‌ای مؤثر بر تبدیل خطر از حالت نهفته به حالت فعال

مانند: نزدیک‌شدن شعله/ حرارت به منبع سوخت

هدف و تهدید Target and Threat (T/T)

جزء آسیب‌پذیر (تعیین‌کننده شدت و نتیجه پایانی)

مانند: افراد و تجهیزات آسیب‌دیده

ضرورت شناسایی خطر

هدف غایی ایمنی:

پیشگیری از زیان از طریق کنترل حوادث

شناسایی خطر قلب ایمنی سیستم است.

معرفی برخی از تکنیک های آنالیز خطر

تکنیک آنالیز خطر: تعریف

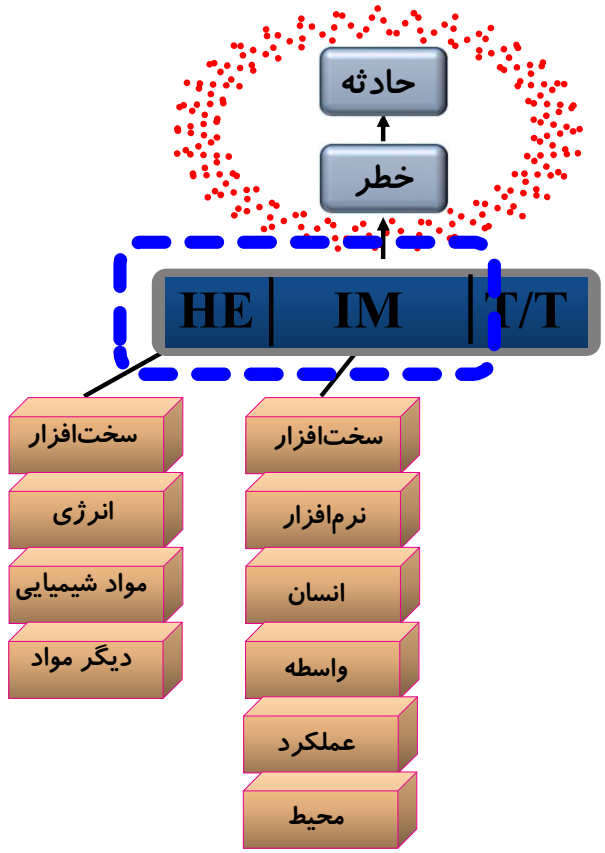
- فن یا تکنیک واکاوی خطر، روش شناسی منحصر به فرد برای واکاوی است که از اصولی مشخص تبعیت کرده و نتایجی خاص را به همراه می آورد.
- بیش از ۱۰۰ تکنیک واکاوی خطر وجود دارد.
- تعداد تکنیک های به آرامی رو به افزایش است.
- برخی از تکنیک های تفاوتهای جزئی باهم داشته و بسیار شبیه به هم هستند.

عوامل شکل‌دهنده خطر

سطح ۱: اجزاء خطر

سطح ۲: عوامل علّی

واکاوی خطر



سطح ۳: عوامل اختصاصی

- خطای نرم‌افزاری
- خطای انسانی
- خطای طراحی

برخی از رایج ترین تکنیک های واکاوی خطر

ردیف	عنوان
۱.	فهرست مقدماتی خطر (PHL)
۲.	واکاوی مقدماتی خطر (PHA)
۳.	واکاوی الزامات یا معیارهای ایمنی (SRCA)
۴.	واکاوی خطر زیرسیستم (SSHA)
۵.	واکاوی خطر سیستم (SHA)
۶.	واکاوی خطر عملیات و پشتیبانی (O&SHA)
۷.	واکاوی حالت شکست و اثرات آن (FMEA)
۸.	ارزیابی خطرات بهداشتی (HHA)
۹.	واکاوی درخت خطا (FTA)
۱۰.	واکاوی خطرخطا (FaHA)
۱۱.	واکاوی خطر هنگام کارکرد (FuHA)
۱۲.	واکاوی مدار پنهان (SCA)
۱۳.	واکاوی شبکه پتری (PNA)
۱۴.	واکاوی مارکوف (MA)
۱۵.	واکاوی حفاظ (BA)
۱۶.	واکاوی پین خمیده (BPA)
۱۷.	ارزیابی تهدید خطر (THA)
۱۸.	واکاوی خطر توانایی کارکرد (HAZOP)
۱۹.	واکاوی علت- پیامد (CCA)
۲۰.	واکاوی علل رایج نقص (CCFA)
۲۱.	واکاوی درخت ریسک چشم‌پوشی مدیریت (MORT)
۲۲.	واکاوی ایمنی نرم‌افزار (SWHA)

آنالیز ایمنی با استفاده از فهرست های بازبینی (CA)

- فهرست های بازبینی در تمام مراحل چرخه عمر سیستم قابل استفاده اند.
- زمانی که نمی توان از افراد با تجربه برای شناسایی خطر به هر دلیل استفاده کرد، این ابزار روش قابل اعتمادی برای شناسایی خطرات است.
- استفاده از این روش نیازی به گروه های کاری نداشته و به صورت انفرادی نیز امکان پذیر است.
- این روش برای شناسایی رایج ترین خطرات در سیستم به کار می رود.
- در این روش از موارد (آیتم ها) یا مراحل کاری برای تایید یا رد وضعیت سیستم استفاده می شود.

نمونه از فهرست های بازبینی خطرات

1. Acceleration
2. Contamination
3. Corrosion
4. Chemical dissociation
5. Electrical
   - Shock
   - Thermal
   - Inadvertent activation
   - Power source failure
6. Explosion
7. Fire
8. Heat and temperature
   - High temperature
   - Low temperature
   - Temperature variations
9. Leakage
10. Moisture
    - High humidity
    - Low humidity
11. Oxidation
12. Pressure
    - High
    - Low
    - Rapid change
13. Radiation
    - Thermal
    - Electromagnetic
    - Ionizing
    - Ultraviolet
14. Chemical replacement
15. Shock (mechanical)
16. Stress concentrations
17. Stress reversals
18. Structural damage or failure
19. Toxicity
20. Vibration and noise
21. Weather and environment
22. Gravity

Figure 4.5 *Example of hazard checklist for general sources.*

نمونه ای از فهرست های بازبینی (چک لیست) حالت های شکست در سیستم

۱. از کار افتادن
۲. عملکرد نادرست یا اشتباه
۳. به کار افتادن ناخواسته
۴. به کار افتادن در زمان نامناسب (بسیار زود یا بسیار دیر)
۵. متوقف نشدن
۶. دریافت اطلاعات نادرست
۷. ارسال اطلاعات نادرست
۸. اطلاعات متناقض
۹. جاری‌شدن به علت تأثیر منابع خارجی
۱۰. گرم‌شدن به علت تأثیر منابع خارجی

یک نمونه از کاربرگ WHAT IF...? ... برای راکتور پلیمریزاسیون اتیلن

"What If" Analysis on the Ethylene Polymerization Reactor

What if...	Consequence/Hazard	Recommendation
1. Cooling water pump breaks down	Runaway reaction/explosion/fire	Stand-by pump/alarm system
2. Too much oxygen fed into reactor	Runaway reaction/explosion/fire/ debris flying	Alarm system/feed flow control/ initiator flow control
3. Wrong initiator	None likely	----------
4. Valve after reactor gets clogged	Pressure buildup/explosion/fire/ debris flying	Feed flow control/initiator flow control/alarm system
5. Compressor breaks down	None likely	----------
6. Trauma to cooling jacket	Runaway reaction/explosion/fire/ debris flying	Temperature alarm/feed flow control

روش ترکیبی
چه می شود اگر.../فهرست بازبینی ایمنی

استفاده از این روش مزایای ویژگی بارش افکار چه می شود اگر...؟ و ویژگی نظام مند بودن فهرست های بازبینی به صورت توام فراهم می کند.

این روش ترکیبی محدودیت های استفاده از دو روش به صورت مجزا را پوشش می دهد.

نتایج روش فهرست بازبینی به تجربه افرادی که آن را انجام می دهند بستگی دارد و در صورتی که این روش به صورت خوبی اجرا نشود نمی تواند موقعیت و وضعیت خطرات در سیستم را به خوبی مشخص کند.

- در این روش ترکیبی اجرای روش چه می شود اگر...؟ به شناسایی خطراتی که خارج از تجربه تهیه کنندگان فهرست بازبینی بوده و به آنها اشراف نداشته و از قلم انداخته اند، کمک می کند.
- در عوض اجرای فهرست بازبینی نیز ساختار نظام مندتری را به اجرای چه می شود اگر....؟ می دهد.
- این روش نسبت به روش های دیگر از عمق کمتری برخوردار است.
- به عنوان یک آنالیز اولیه برای آنالیز های عمیق تر بعدی مطرح است.

اهداف و نتایج این روش

- شناسایی خطرات
- تعیین انواع عمده حوادث ناشی از فرایند و فعالیت ها
- ارزیابی کیفی اثرات حوادث
- تعیین میزان اثر بخشی روش های حفاظتی موجود

- نتایج آنالیز به صورت کاربرگ ها و فهرست های بازبینی تکمیل شده ثبت می شود.

اساس شناسایی خطر در روش HAZOP
شناسایی انحراف

Guide Word + Property = Deviation

For example:

- **When Property = Parameter:**

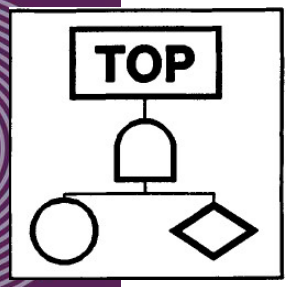
High	+	Flow	=	High Flow
Low	+	Pressure	=	Low Pressure
More	+	Reaction	=	Greater Reactivity

- **When Property = Operation:**

No	+	Transfer	=	No Transfer
Less	+	Empty	=	Residue Remaining

- **When Property = Material:**

No	+	Steam	=	No Steam
More	+	Diluent	=	More Diluent



روش FTA

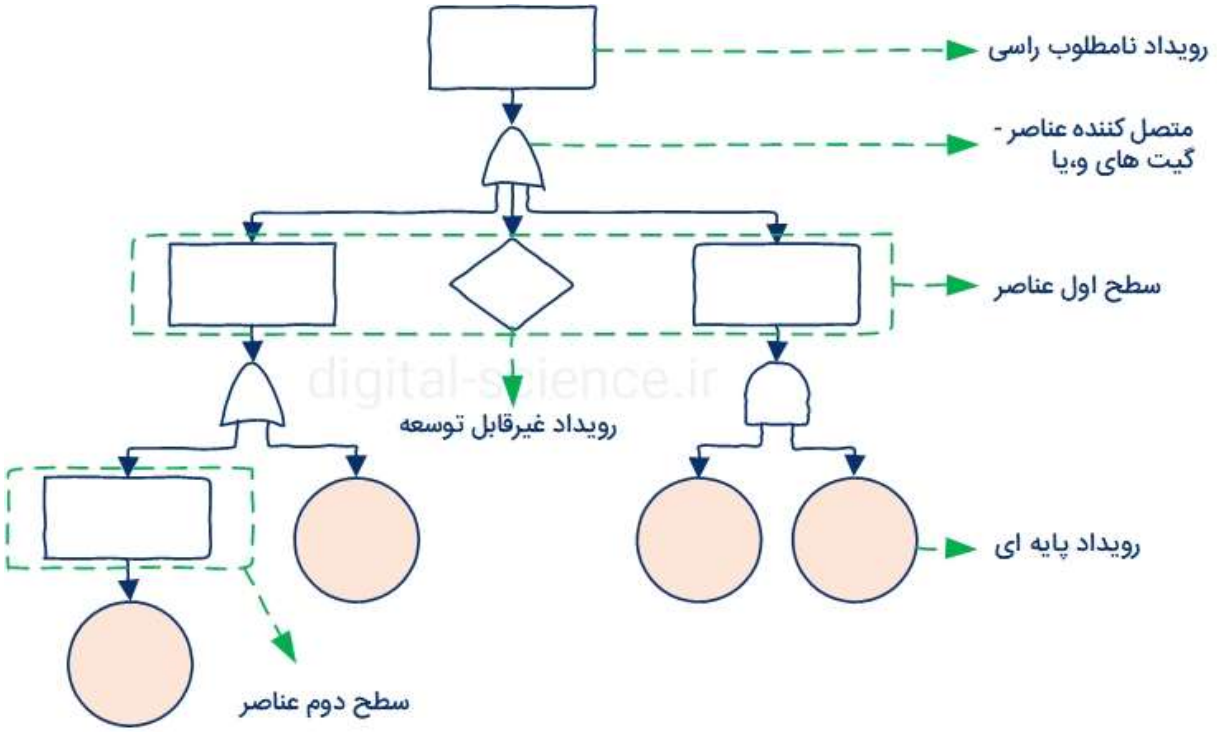
- در این روش یک وضعیت ناخواسته و نامطلوب که معمولاً از نظر ایمنی، یک وضعیت بحرانی تلقی می‌شود، در نظر گرفته شده **(Top Event)** و سپس با توجه به محیط و عملکرد سیستم، همه‌ی راه‌هایی که می‌توانند سبب بروز آن وضعیت ناخواسته و نامطلوب شوند، جستجو می‌گردند.

- روش FTA در اصل یک مدل تصویری از مجموعه‌ای از وقایع (خطاها) موازی و متوالی است که می‌توانند منجر به وقوع یک رویداد ناخواسته‌ی از پیش تعیین شده شوند. این وقایع (خطاها) رویدادهایی هستند که می‌توانند ناشی از نقص یا خرابی یکی از اجزای سخت افزار، خطای انسانی یا هر رویداد مرتبط دیگری باشند که می‌تواند منجر به وقوع رویداد ناخواسته شود.

- بر خلاف سایر روش هایی که تاکنون درباره آنها بحث شده است، نتیجه اجرای این روش تصویری از روند رویدادهاست و نه کاربرگ هایی با اطلاعات و جزئیات زیاد.

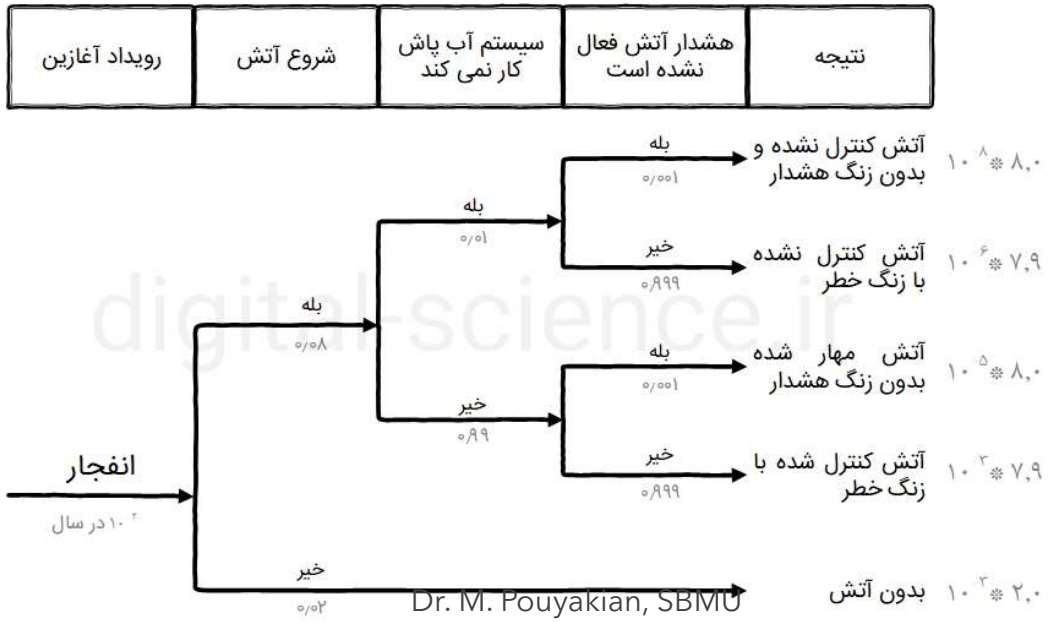
- درخت خطا ارتباط منطقی میان رویدادهای پایه را ترسیم می‌کند که می‌توانند منجر به وقوع رویداد ناخواسته شوند که همان رویداد اصلی و پایانی درخت خطاست.

- روش FTA یک مدل کیفی است که می‌توان آن را به شکل کمّی اجرا و ارزیابی کرد.


رویداد نامطلوب راسی
متصل کننده عناصر - گیت های و،یا
سطح اول عناصر
رویداد غیرقابل توسعه
رویداد پایه ای
سطح دوم عناصر

آنالیز درخت رویداد

- ETA یک روش قدرتمند برای شناسایی و ارزیابی تمامی مسیرهای پیامدهای سیستم که امکان وقوع آنها پس از رویداد آغازین وجود دارد، است. مدل ETAمی تواند نشان دهد احتمال اینکه طراحی سیستم در یک مسیر عملکرد ایمن، یا مسیر افت عملکرد و یا مسیر غیر ایمن باشد.



digital-science.ir

BOW-TIE (ترکیب روش های FTA و ETA)

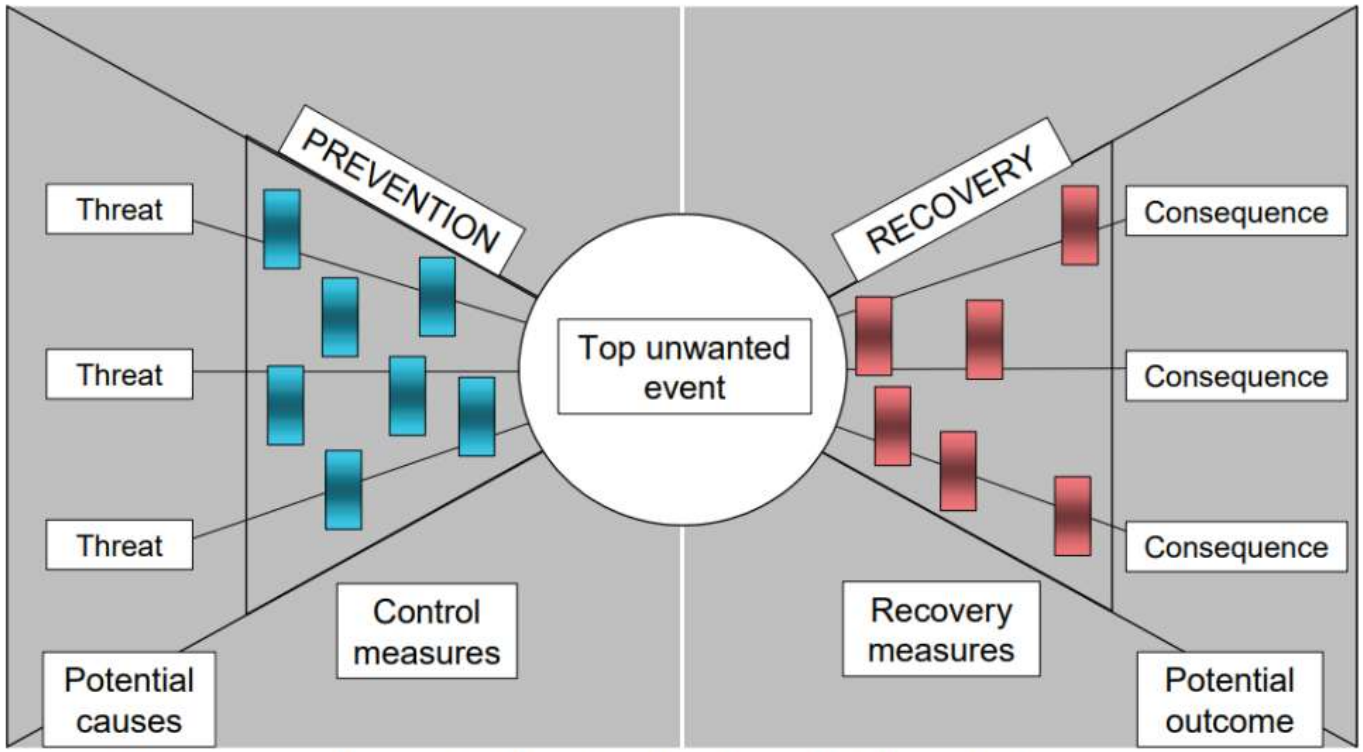


Figure 8 - Bow Tie Analysis (BTA) method.

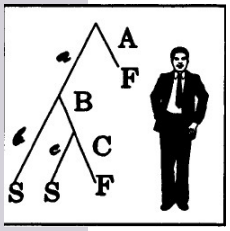
ویژگی های تکنیک های شناسایی خطر

ویژگی های تکنیک های واکاوی خطر

ردیف	ویژگی	تفسیر
۱	کمّی/ کیفی	ارزیابی واکاوی می‌تواند به‌صورت کمّی یا کیفی انجام شود.
۲	عمق جزئیات	عمق طراحی که در هر فن ممکن است ارزیابی شود.
۳	داده‌های موردنیاز	نوع و عمق اطلاعاتی که در هر فن لازم می‌آید.
۴	زمان‌بندی برنامه	بخشی از چرخه عمر سیستم که فن مورد نظر می‌تواند بیشترین اثربخشی را داشته باشد.
۵	زمان مورد نیاز	مدت زمان لازم برای انجام واکاوی
۶	استقرایی/قیاسی	نیاز به کاربرد منطق استقرایی یا قیاسی در فن مورد نظر
۷	پیچیدگی	پیچیدگی نسبی هر فن
۸	دشواری	دشواری نسبی هر فن
۹	مهارت در فن	مهارت و تجربه نسبی لازم برای به‌اجرا درآوردن هر فن
۱۰	وسایل مورد نیاز	بدون نیاز به وسایل و یا نیاز به ابزار اضافی
۱۱	هزینه	هزینه نسبی برای به‌اجرا درآوردن فن
۱۲	ابزار ایمنی اولیه	فن مورد نظر، ابزاری اولیه است یا ثانویه

انتخاب تکنیک بر اساس هدف آنالیز

- **Technical-oriented methods**
  - PHA, What if… analysis?, CA, CCA, ETBA, FMEA, FTA, ETA, HAZOP



- **Behavioral-oriented methods**
  - O&SHA, SHERPA, HEART, THERP

- **Organizational-oriented methods**
  - MORT, SCM

دشواری، پیچیدگی و مهارت در تکنیک برای شناسایی خطرات

- برای تشخیص خطر وجود چهار عنصر ضروری است:

- درک نظریه خطر
- تسلط بر دست کم یکی از فنون واکاوی خطر
- درک روش های شناسایی خطر
- درک طراحی سیستم و عملیات بهره برداری

معیارهای کلیدی برای ارایه تصویری درست از خطرات توسط ارزیاب

۱. به‌کارگیری اجزاء سه‌گانه خطر:
   الف) HE: کاربرد فهرست بازبینی عناصر و اجزاء خطرناک
   ب) IM: ارزیابی واقعه آغازگر و عوامل علّی
   پ) T/T: ارزیابی تهدیدها و حوادث احتمالی
۲. کاربرد دانسته‌های به‌دست آمده از تجارب پیشین و عبرت‌های آموخته‌شده
۳. تحلیل طراحی‌های موفق پیشین
۴. بازنگری طراحی کلی معیارها، اصول و قواعد ایمنی
۵. بازنگری و واکاوی سطح ۲ از عوامل علّی خطر
۶. طرح پرسش‌های کلیدی برای بررسی حالت شکست
۷. ارزیابی حادثه اصلی و عملکردهای مهم ایمنی

قیاسی یا استقرایی بودن روش

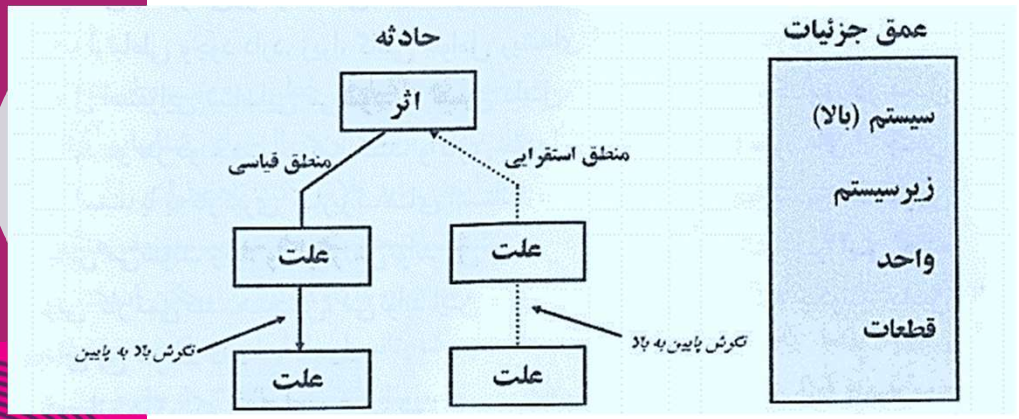
منطق استقرا و قیاس

- واژه های استقرایی و قیاسی بیانگر منطق به کار گرفته شده در تکنیک هستند.

- استدلال قیاسی: یک فرآیند منطقی است که از میان مجموعه ای از فرضیات و بدون اطلاعات دیگر، نتیجه ای را بیرون می کشد.
  - نتیجه ای که از استدلال قیاسی به دست می آید نمی تواند فراتر از فرض هایی رود که بر پایه آنها بنا شده است.
  - مثال: همه سگها حیوان هستند..... پس اگر سگی ببینیم می توانیم نتیجه بگیریم که یک حیوان است.

- استدلال استقرایی: یک فرآیند منطقی است که نتیجه آن دربردارنده اطلاعاتی فراتر از مشاهده و تجربه های صورتی گرفته است.
  - در استدلال استقرایی، نتیجه پهناورتر از فرضیاتی خواهد بود که از داده های دردسترس سرچشمه می گیرد.
  - مثال: هر کلاغی که تاکنون مشاهده شده سیاه است..... پس همه کلاغها سیاه هستند.

قیاس و استقرا در تکنیک های آنالیز ایمنی



- **روش های استقرایی (Inductive Methods)**
  - رسیدن از جزء به کل
  - مانند روش FMEA
- **روش های قیاسی (Deductive Methods)**
  - رسیدن از کل به جزء
  - مانند روش FTA

ویژگی های واکاوی قیاسی و استقرایی

	استقرایی	قیاسی
روش‌شناسی	• چه می‌شود؟ ... اگر • حرکت از جزء به کل	• چگونه ... می‌تواند • حرکت از کل به جز
ویژگی‌های کلی	• سیستم به اجزای آن شکسته می‌شود. • احتمال بروز نقص برای هر جزء بررسی می‌شود. (چه چیزی می‌تواند اشتباه باشد؟) • اثر هر نقص مشخص می‌شود (چه اتفاقی می‌افتد اگر اشتباهی رخ دهد؟)	• ماهیت کلی خطری که پیش از این شناسایی‌شده است (آتش‌سوزی، پرتاب ناخواسته موشک و غیره) • به‌منظور یافتن علل پدیدآورنده هر خطر، سیستم بررسی می‌شود (چطور ممکن است چنین واقعه‌ای رخ دهد؟)
کاربردپذیری	• سیستم‌هایی با اجزای اندک • سیستم‌هایی با نقص در یک نقطه منفرد مشخص (SPF) • واکاوی‌های مقدماتی یا کلی	• سیستم‌هایی با هر اندازه • توسعه‌یافته برای سیستم‌های پیچیده • طراحی‌شده برای شناسایی علل خطر هایی با نقص‌های چندگانه
ضعف‌های احتمالی	• دشواری برای به‌کارگیری در سیستم‌های پیچیده • اجزای فراوان باید بررسی شود • مشکل‌بودن بررسی نقص‌های ترکیبی.	• مستندات سیستمی همراه با جزئیات لازم • بررسی حجم فراوانی از داده‌ها. • زمان‌بر
نمونه	• واکاوی حالت نقص و اثرات آن (FMEA) • بررسی خطر و توانایی بهره‌برداری (HAZOP)	• واکاوی درخت خطر (FTA) • واکاوی درخت واقعه (ETA) • واکاوی علل معمول نقص‌ها (CCFA)

کمّی یا کِیفی بودن روَش

- در واکاوی کیفی قضاوت های ذهنی کارشناسان در مورد شدت و احتمال حادثه ملاک عمل قرار می گیرد.
- در واکاوی کمّی مقادیر عددی شدت و احتمال بروز حادثه ملاک عمل هستند لیکن نتایج اعداد دقیق نیستند بلکه برآوردی اند.

- واکاوی کیفی در اغلب سیستم های با ریسک متوسط و پایین کارآمد است و واکاوی کمی تنها برای خطراتی با پیامدهای شدید و زمانی که دقت ارزیابی بسیار مهم است، به کار می رود چون هزینه و زمان زیادی نیاز دارد.

تفاوت میان تکنیک های کمّی و کیفی

ردیف	ویژگی	کیفی	کمّی
۱	نتایج کمّی	خیر	بله
۲	هزینه	اندک	زیاد
۳	ذهنی/عینی	ذهنی	عینی
۴	دشواری	اندک	زیاد
۵	پیچیدگی	اندک	زیاد
۶	داده‌ها	جزئیات کمتر	جزئیات بیشتر
۷	مهارت فنی	اندک	زیاد
۸	زمان مورد نیاز	اندک	زیاد
۹	ابزارمورد نیاز	به ندرت	معمولاً
۱۰	دقت	اندک	زیاد

در خصوص تیم ارزیابی ریسک و جلسات

اعضای تیم آنالیز ایمنی

- رهبر تیم:
  - تعریف حوزه و گستره کار
  - انتخاب افرادتیم
  - طراحی مطالعه
  - ریاست جلسات
- دبیر تیم:
  - تهیه کاربرگ
  - ثبت بحث‌های انجام‌شده در هر جلسه
  - صورت‌جلسه‌و گزارش‌ها

... اعضای تیم

- تیم اصلی برای بررسی فرایند:
  - مهندس پروژه
  - مدیرجلسه
  - مهندس فرایند
  - مهندس برق وتجهیزات
  - مهندس ایمنی
- دیگر اعضا (در صورت ضرورت):
  - مهندس تعمیرونگهداری
  - نماینده مشتریان
  - و ...

مثال: تیم اجرایی HAZOP

تیم اجرایی HAZOP عموماً بین ۴ تا ۸ نفر (یا ۵ تا ۷ نفر) است که بسته به میزان وسعت فرآیند انتخاب می شوند.

اعضای تیم شامل:

راهبر تیم: کارشناس و متخصص ایمنی یا مهندس فرآیند (باید آشنایی لازم با کل فرآیند و تجربه راهبری یک تیم HAZOP را داشته باشد)

مهندس فرآیند یا طراح

مهندس مکانیک

مهندس شیمی

مهندس تولید یا صنایع

مسئول تعمیر و نگهداری

مسئول ابزار دقیق و کنترل

سرپرست یا اپراتورهای فرآیند

عوامل موثر بر مفید و موثربودن تیم

- عملکرد فعال و پویا
- برخورد مسئولانه
- نکته‌سنجی
- همکاری تیمی
- مدیریت موفق جلسات

برگزاری جلسات

- تعیین برنامه کار جلسه
- معرفی و حضور و غیاب شرکت‌کنندگان
- ارایه بررسی سیستم/عملیات
- توضیح کامل روش روش (در نخستین جلسه)
- طرح گره/قسمت منطقی عملیات
- واکاوی گره/قسمت با استفاده از پارامترها و کلمات کلیدی

- تکمیل واکاوی
- تهیه خلاصه یافته‌ها
- تمرکز بر خطرات و مشکلات عملیاتی بالقوه
- یادداشت برداری از مباحث و ثبت داده ها
- ثبت یافته‌ها درکاربرگ مربوطه
- جلسات نباید بیشترازدو ساعت طول بکشد.

برآورد زمان ارزیابی ریسک با روش های مختلف

زمان برآورد شده برای اجرای روش CA

Table 4.2 Time Estimates for Using the Checklist Analysis Technique

Scope	Preparation	Evaluation	Documentation
Simple/Small System	2 to 4 hr	4 to 8 hr	4 to 8 hr
Complex/Large Process	1 to 3 days	3 to 5 days	2 to 4 days

زمان برآورد شده برای اجرای WHAT IF...؟ و CA به هم

Table 4.6 Time Estimates for Using the What-If/Checklist Analysis Technique

Scope	Preparation[a]	Evaluation	Documentation[a]
Simple/Small System	6 to 12 hr	6 to 12 hr	4 to 8 hr
Complex/Large Process	1 to 3 days	4 to 7 days	1 to 3 weeks

[a]Primarily, team leader and scribe.

زمان برآورد شده برای اجرای HAZOP

Table 4.7 Time Estimates for Using the HAZOP Analysis Technique

Scope	Preparation[a]	Evaluation	Documentation[b]
Simple/Small System	8 to 12 hr	1 to 3 days	2 to 6 days
Complex/Large Process	2 to 4 days	1 to 3 weeks	2 to 6 weeks

زمان تقریبی لازم برای اجرای FTA

Table 4.9 Time Estimates for Using the Fault Tree Analysis Technique

Scope	Preparation	Model Construction	Qualitative Evaluation	Documentation
Simple/Small System	1 to 3 days	3 to 6 days	2 to 4 days	3 to 5 days
Complex/Large Process	4 to 6 days	2 to 3 weeks	1 to 4 weeks	3 to 5 weeks

برآورد زمان برای اجرای روش آنالیز درخت رویداد

Table 4.10 Time Estimates for Using the Event Tree Analysis Technique

Scope	Preparation	Model Construction	Qualitative Evaluation	Documentation
Simple/Small System	1 to 2 days	1 to 3 days	1 to 2 days	3 to 5 days
Complex/Large Process	4 to 6 days	1 to 2 weeks	1 to 2 weeks	3 to 5 weeks

برآورد زمان برای اجرای روش آنالیز علت–پیامد

Table 4.11 Time Estimates for Using the Cause-Consequence Analysis Technique

Scope	Preparation	Model Construction	Qualitative Evaluation	Documentation
Simple/Small System	1 to 2 days	1 to 3 days	1 to 3 days	3 to 5 days
Complex/Large Process	4 to 6 days	1 to 2 weeks	1 to 2 weeks	3 to 5 weeks

برآورد زمان برای اجرای تکنیک آنالیز قابلیت اطمینان انسانی

Table 4.12 Time Estimates for Using the Human Reliability Analysis Technique

Scope	Preparation	Model Construction	Qualitative Evaluation	Documentation
Simple/Small System	4 to 8 hours	1 to 3 days	1 to 2 days	3 to 5 days
Complex/Large Process	1 to 3 days	1 to 2 weeks	1 to 2 weeks	1 to 3 weeks

برخی از ویژگی های تعدادی از تکنیک های رایج واکاوی خطر

فن	رده	تعیین خطر	تعیین علل ریشه‌ای	گامه چرخه عمر	کیفی/کمّی	مهارت	عمق طراحی	استقرایی/قیاسی
PHL	CD-HAT	بله	خیر	CD-PD	کیفی	SS	اندک	استقرایی
PHA	PD-HAT	بله	تا اندازه‌ای	CD-PD	کیفی	SS	متوسط تا عمیق	استقرایی-قیاسی
SSHA	DD-HAT	بله	بله	DD	کیفی	SS, Engr. ,M&S	عمیق	استقرایی-قیاسی
SHA	SD-HAT	بله	بله	PD-DD-T	کیفی	SS, Engr. ,M&S	عمیق	استقرایی-قیاسی
O&SHA	OD-HAT	بله	بله	PD-DD-T	کیفی	SS, Engr. ,M&S	عمیق	استقرایی-قیاسی
HHA	HD-HAT	بله	بله	PD-DD-T	کیفی	SS, Engr. ,M&S	عمیق	استقرایی-قیاسی
SRCA	RD-HAT	تا اندازه‌ای	خیر	PD-DD	کیفی	SS	عمیق	N/A
FTA	SD-HAT، DD-HAT	تا اندازه‌ای	بله	PD-DD	کیفی/کمّی	SS, Engr. ,M&S	متوسط تا عمیق	قیاسی
ETA	SD-HAT	تا اندازه‌ای	تا اندازه‌ای	PD-DD	کیفی/کمّی	SS, Engr. ,M&S	متوسط تا عمیق	قیاسی
FMECA	DD-HAT	تا اندازه‌ای	تا اندازه‌ای	PD-DD	کیفی/کمّی	SS, Engr. ,M&S	عمیق	استقرایی
FaHA	DD-HAT	بله	تا اندازه‌ای	PD-DD	کیفی	SS, Engr. ,M&S	عمیق	استقرایی
FuHA	SD-HAT	بله	تا اندازه‌ای	CD-PD-	کیفی	SS,	متوسط	استقرایی

برخی از ویژگی های تعدادی از تکنیک های رایج واکاوی خطر

	DD-HAT			DD		Engr. ,M&S	تا عمیق	
SCA	SD-HAT، DD-HAT	تا اندازه‌ای	بله	DD	کیفی	SS, Engr. ,M&S	متوسط تا عمیق	قیاسی
PNA	SD-HAT، DD-HAT	تا اندازه‌ای	خیر	PD-DD	کیفی/کمّی	SS, Engr. ,M&S	عمیق	قیاسی
MA	SD-HAT، DD-HAT	تا اندازه‌ای	خیر	PD-DD	کیفی/کمّی	SS, Engr. ,M&S	متوسط تا عمیق	قیاسی
BA	SD-HAT	بله	تا اندازه‌ای	PD-DD	کیفی	SS,Eg	متوسط تا عمیق	استقرایی
BPA	DD-HAT	بله	تا اندازه‌ای	PD-DD	کیفی	SS, Engr. ,M&S	عمیق	قیاسی
HAZOP	SD-HAT، DD-HAT	بله	تا اندازه‌ای	PD-DD	کیفی	SS, Engr. ,M&S	متوسط تا عمیق	استقرایی
CCA	SD-HAT، DD-HAT	بله	تا اندازه‌ای	PD-DD	کیفی/کمّی	SS, Engr. ,M&S	متوسط تا عمیق	قیاسی
CCFA	SD-HAT، DD-HAT	بله	تا اندازه‌ای	PD-DD	کیفی	SS, Engr. ,M&S	متوسط تا عمیق	قیاسی
MORT	SD-HAT، DD-HAT	بله	تا اندازه‌ای	PD-DD	کیفی/کمّی	SS, M&S	متوسط تا عمیق	قیاسی
SWSA	SD-HAT، DD-HAT	بله	تا اندازه‌ای	CD-PD	کیفی	SS, Engr. ,M&S	متوسط تا عمیق	N/A

SS: ایمنی سیستم؛ Engr مهندس الکترونیک، مکانیک، نرم‌افزار؛ M&S: ریاضی و آمار؛ CD: توصیف اولیه؛ PD: طراحی اولیه؛ DD: طراحی دقیق؛ T: آزمون.

مقاله پژوهشی
http://ioh.iums.ac.ir
سلامت کار ایران
دوره ۱۶، شماره ۲، خرداد و تیر ۱۳۹۸

آنالیز روش‌های شناسایی مخاطرات در صنایع فرایندی با استفاده از تکنیک فرایند تحلیل شبکه‌ای (ANP)

اشکان خطابخش: کارشناس ارشد مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار، دانشکده بهداشت و ایمنی، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران.
زهرا ملکی: کارشناس ارشد مهندسی صنایع گرایش ایمنی صنعتی، موسسه آموزش عالی کاسپین، قزوین، ایران.
طه حسین حجازی: استادیار مهندسی صنایع، موسسه آموزش عالی کاسپین، قزوین ایران.
مصطفی پویاکیان: (نویسنده مسئول) استادیار گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار، دانشکده بهداشت و ایمنی، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران.
pouyakian@sbmu.ac.ir

کاربرگ های ثبت نتایج

چهارچوب کلی کاربرگ های ثبت نتایج آنالیز ایمنی

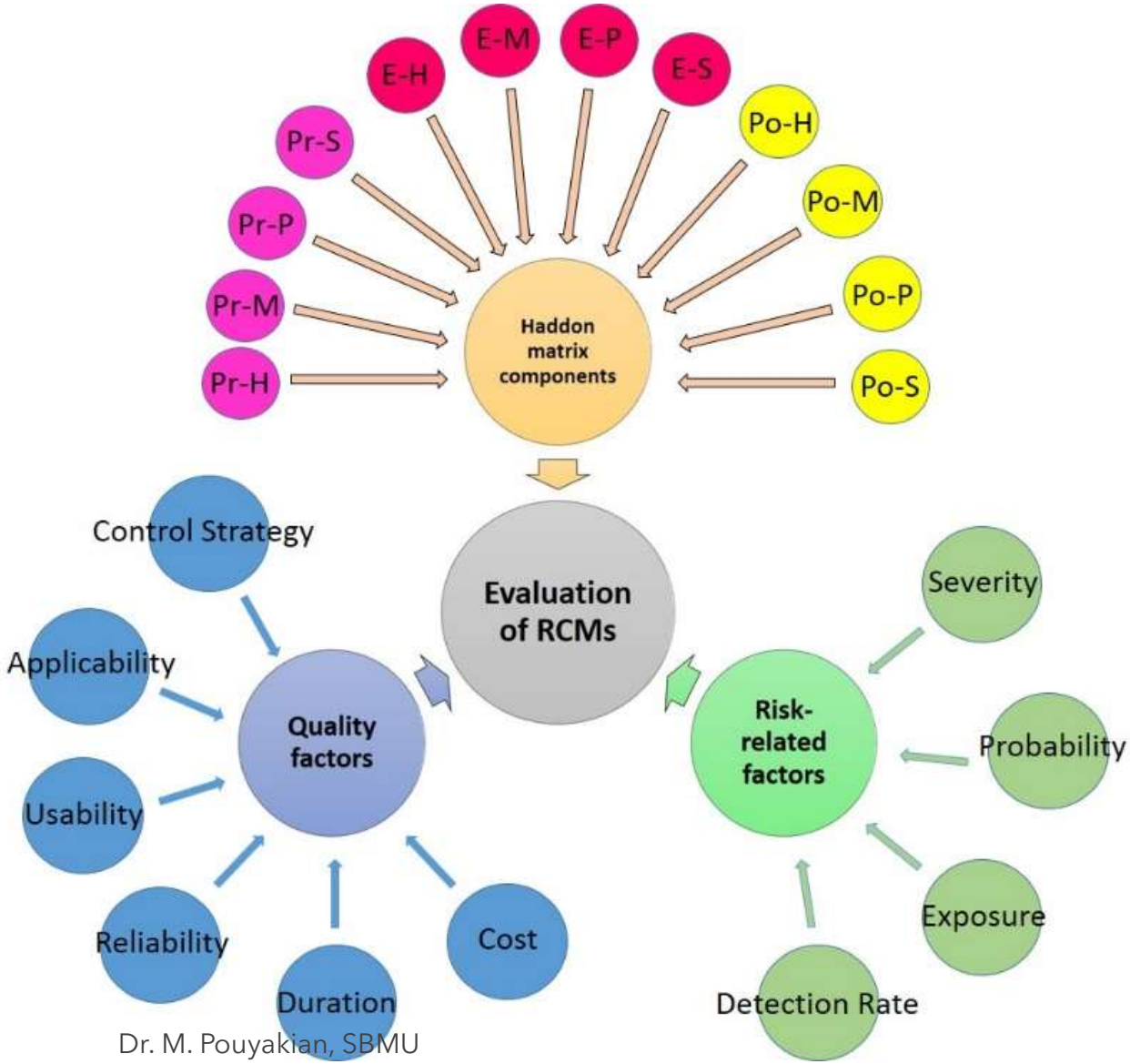
Last column or one of the last columns of the worksheet is entitled as Risk Control Measures (RCMs)", "recommended action", "mitigation method", "mitigation recommendation", or "recommendations"

Table 1. A typical worksheet to record the risk analysis data

No.	Group 1: Hazard data (source, type, activation way, intermediate and systemic effect)	Group 2: Risk data before intervention (Probability, consequences, detection rate, exposure)	Group 3: Risk control data (recommended countermeasures)	Group 4: Risk data after intervention (Probability, consequences, detection rate, exposure)
1				
2				
...				
n				

دسته بندی روش های ارزیابی ریسک

پارامترهای ارزیابی ریسک



روش های ارزیابی ریسک

- **Two parameter methods**
  - MIL-STD-882 (B, C, D, E)
  - Kjellen method
  - ….
- **Three parameter methods**
  - Risk Priority Number (RPN)
  - William Fine
  - 3D Melbourne

مقاله مروری
http://ioh.iums.ac.ir

سلامت کار ایران

دوره ۱۶، شماره ۶، بهمن و اسفند ۱۳۹۸

آنالیز مطالعات شناسایی خطر و ارزیابی ریسک با رویکرد ارزیابی راهکارهای کنترلی از سال ۱۳۸۰ تا ۱۳۹۶ در ایران: یک مرور سیستماتیک

مصطفی پویاکیان: استادیار، گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار، دانشکده بهداشت و ایمنی، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران

اشکان خطابخش: (*نویسنده مسئول) کارشناس ارشد مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار، دانشکده بهداشت و ایمنی، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران.
Khatabakhsh2012@gmail.com

محمد جواد جعفری: دانشیار، گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار، دانشکده بهداشت و ایمنی، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران

جدول ۱- ادامه

ردیف	عنوان	سال	نویسنده	روش شناسایی خطر	روش ارزیابی ریسک
۵	ارزیابی ریسک‌های ایمنی براساس منطق فازی در پروژه‌های ساخت مترو	۱۳۹۶	طاهرخانی و همکاران (۲۵)	بیان نشده	روش توسعه یافته براساس میزان درجه اهمیت به روش تحلیل سلسله مراتبی فازی
۶	بررسی تاثیر آموزش بر کد ارزیابی ریسک به روش تجزیه و تحلیل ایمنی شغلی کمی شده در واحد بارگیری شرکت تولید سیمان آبیک	۱۳۹۵	حلوانی و همکاران (۲۶)	JSA	MIL-STD-882
۷	کاربرد تکنیک‌های آنالیز خطر شغلی و ارزیابی ریسک ویلیام فاین در شناسایی و ارزیابی ریسک صنعت نورد گرم فولاد کویر	۱۳۹۵	حلوانی و همکاران (۲۷)	JHA	William Fine
۸	ارائه برنامه مدیریت ریسک‌های ایمنی و بهداشت شغلی در سالن رنگ و رنگ‌پاشی شرکت میهن خودرو	۱۳۹۵	رضایان و همکاران (۲۸)	FMEA	RPN
۹	مدل تصمیم‌گیری سازشی گروهی فازی تردیدی با در نظر گرفتن وزن تصمیم‌گیران بمنظور ارزیابی ریسک‌های ایمنی در پروژه‌های تولیدی	۱۳۹۵	گلزار راغب و همکاران (۲۹)	مرور مستندات و نظرات خبرگان	روش توسعه یافته با استفاده از مدل تصمیم‌گیری سازشی گروهی براساس مجموعه‌های فازی تردیدی
۱۰	ارزیابی و اولویت‌بندی ریسک‌های ایمنی، بهداشت و محیط زیست در بیمارستان‌ها (مطالعه موردی دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی)	۱۳۹۵	امیدواری و شهبازی (۳۰)	FMEA	روش توسعه یافته براساس FANP
۱۱	ارزیابی ریسک ایمنی در فرآیند توزیع برق با استفاده از روش بهبود یافته ETBA و رتبه‌بندی آن با مدل‌های VIKOR و TOPSIS در محیط فازی	۱۳۹۵	رحمانی و امیدواری (۳۱)	ETBA	روش توسعه یافته براساس Fuzzy Topsis - Fuzzy Vikor
۱۲	ارزیابی ریسک ایمنی با استفاده از مدل ویلیام-فاین بهبود یافته با تلفیق DEMATEL در محیط فازی در فرایند ماشین‌کاری	۱۳۹۴	مکنت جو و امیدواری (۳۲)	JSA	مدل ویلیام فاین بهبود یافته با تلفیق DEMATEL در محیط فازی
۱۳	کاربرد تکنیک‌های آنالیز ایمنی شغلی (JSA) و روش ویلیام فاین در شناسایی و کنترل خطرات در یکی از معادن اورانیوم منطقه مرکزی ایران	۱۳۹۴	ابراهیم‌زاده و همکاران (۳۳)	JSA	William Fine
۱۴	شناسایی و ارزیابی ریسک در یکی از نمایندگی‌های وابسته به شرکت ایران خودرو به روش آنالیز ایمنی شغلی	۱۳۹۳	کوهنورد و همکاران (۳۴)	JSA	MIL-STD-882

روش ارزیابی ریسک MIL-STD-882

شدت خطر: توصیف طبقه‌بندی شده‌ای از سطح یا میزان خطر است. این توصیف برپایه‌ی پتانسیل واقعی یا درک شده‌ی خطر، برای ایجاد صدمه، جراحت یا خسارت بیان می‌شود.

احتمال بالفعل شدن خطر: یک معیار داوری کیفی در مورد احتمال نسبی وقوع حادثه بر اثر خطرات کنترل نشده.

شدت خطر: بر اساس استاندارد MIL-STD-882

توصیف	طبقه	تعریف حادثه
فاجعه بار	۱	مرگ یا از کار افتادن سیستم
بحرانی	۲	جراحت، بیماری شغلی یا صدمه ی شدید به سیستم
مرزی	۳	جراحت، بیماری شغلی یا صدمه ی خفیف به سیستم
جزئی	۴	جراحت، بیماری شغلی یا صدمه ی کمتر از حد خفیف به سیستم

احتمال وقوع : بر اساس استاندارد MIL-STD-882

توصیف	سطح	تعریف حادثه
مکرر	A	وقوع مکرر آن محتمل است
محتمل	B	در طول عمر یک سیستم چندین بار رخ خواهد داد
گاه به گاه	C	گاهی اوقات وقوع آن در طول عمر یک سیستم محتمل است
بعید	D	وقوع آن غیر محتمل است، ولی ممکن است در طول عمر سیستم رخ دهد
غیر محتمل	E	بسیار غیر محتمل، می توان فرض کرد که خطر رخ نخواهد داد

ماتریس خطر:

	طبقه بندی خطر			
میزان تکرار	فاجعه بار ۱	بحرانی ۲	مرزی ۳	جزئی ۴
مکرر (A)	1A	2A	3A	4A
محتمل (B)	1B	2B	3B	4B
گاه به گاه (C)	1C	2C	3C	4C
بعید (D)	1D	2D	3D	4D
غیر محتمل (E)	1E	2E	3E	4E

شاخص تصمیم‌گیری در مورد ریسک ها

طبقه بندی ریسک	شاخص ریسک
1A,1B,1C,2A,2B,3A	غیر قابل قبول
1D,2C, 4A,3B	نامطلوب
1E,2E,3D,2D,4B, 3C, 4C	قابل قبول با تجدید نظر
3E,4D,4E	قابل قبول بدون تجدید نظر

نمونه دیگری از طبقه بندی پیامدهای حادثه

کد	طبقه
۰	بی‌ضرر یا با ضرر جزیی
۱	بیماری کوتاه مدت
۲	بیماری دراز مدت
۳	از کار افتادگی
۴	مرگ
۵	مرگ و میر زیاد، فاجعه‌ی بزرگ

نمونه دیگری از طبقه بندی احتمال حادثه

کد	طبقه	احتمال
۰	بسیار ناممکن	۱ بار در هر ۱۰۰۰ سال
۱	ناممکن	۱ بار در هر ۱۰۰ سال
۲	به نسبت ناممکن	۱ بار در هر ۱۰ سال
۳	به نسبت ممکن	۱ بار در هر سال
۴	ممکن	۱ بار در هر ماه

ارزیابی ریسک بر مبنای تاثیر بر عناصر ارزشمند سیستم

احتمال (فرکانس)	تأثیر				رتبه
	افراد	هزینه	محیط	افکار عمومی	
مکرراً در چرخه حیات سیستم یا حداقل یکبار در سال رخ می دهد	مرگ و میر چندین نفر	تعطیلی کارخانه به مدت بیشتر از یکماه . خسارت بیشتر از ۵۰ میلیون دلار	صدمه دائمی اکولوژی با گسترش زیاد	توجه بین المللی و ملی	۵
چندین باردر طول چرخه سیستم یا حداقل یکبار در ۱۰ سال رخ می‌دهد	مرگ و میر ۱ نفر	تعطیلی کارخانه به مدت یکماه، خسارت بیش از ۱۰ میلیون دلار تا ۵۰ میلیون دلار	برخی صدمات دائمی اکولوژی	توجه در سطح کشور	۴
حداقل یکبار در چرخه حیات سیستم رخ میدهد (مشخصاً یکبار در هر ۲۵ سال)	آسیب‌های منجر به ناتوانی	تعطیلی کارخانه به مدت ۱ هفته . خسارت کمتر از ۱ میلیون دلار	آسیب عمده به محیط زیست	توجه استانی	۳
در طول چرخه حیات سیسم احتمال وقوع ندارد (یکبار در هر ۲۵ سال تا ۲۰۰ سال)	آسیبی که نیاز به خدمات پزشکی دارد	بهم ریختگی تولید قابل توجه . خسارت بیشتر از ۱۰۰ هزار دلار	آسیب به محیط زیست اما تحت کنترل است	توجه محلی و جامعه	۲
کمتر از یکبار در هر ۲۰۰ سال یا بیشتر	آسیب جزئی ناخوشی (نیاز به کمک‌های اولیه دارد)	بهم ریختگی جزئی تولید . خسارت کمتر از ۱۰۰ هزار دلار	آسیب جزئی به محیط زیست	نگرانی فردی	۱

RISK PRIORITY NUMBER (RPN)

روش RPN عموما با روش FMEA به کار گرفته می شود ولی محدود به آن نیست.

محاسبه عدد اولویت ریسک

$$RPN = S \times O \times D$$

$$1 < RPN < 1000$$

RPN: شدت پیامد (وخامت)

S

رتبه	شدت اثر	شرح
۱۰	خطرناک ـ بدون هشدار	وخامت تاسف بار است مثل خطر مرگ ، تخریب کامل
۹	خطرناک ـ با هشدار	وخامت تاسف بار است اما همراه با هشدار است
۸	خیلی زیاد	وخامت جبران ناپذیر است- عدم توانایی انجام وظیفه اصلی از دست دادن یک عضو بدن
۷	زیاد	وخامت زیاد است همانند آتش گرفتن تجهیزات، سوختگی بدن
۶	متوسط	وخامت کم است مانند ضرب دیدگی ،مسمومیت خفیف غذایی
۵	کم	وخامت خیلی کم است مانند ضرب دیدگی مسمومیت خفیف غذای
۴	خیلی کم	وخامت خیلی کم است ولی بیشتر افراد آن را احساس می کنند نشت جزئی گاز
۳	اثرات جزئی	اثر جزئی بر جا می گذارد مثل خراش دست بهنگام تراشکاری
۲	خیلی جزئی	اثر خیلی جزئی دارد
۱	هیچ	بدون اثر

RPN: احتمال وقوع

- O

احتمال رخداد خطر	نرخ های احتمالی خطر	رتبه
بسیار زیاد خطر تقریبا اجتناب ناپذیر است	۱در ۲ یا بیش از آن	۱۰
	۱در ۳	۹
زیاد ـ خطر های تکراری	۱در۸	۸
	۱در ۲۰	۷
متوسط ـ خطر های مورد	۱در ۸۰	۶
	۱در ۴۰۰	۵
	۱ در ۲۰۰۰	۴
کم ـ خطر های نسبتا نادر	۱ در ۱۵۰۰۰	۳
	۱در ۱۵۰۰۰۰۰	۲
بعید ـ خطر نا محتمل است	کمتر از ۱ در ۱۵۰۰۰۰۰۰	۱

RPN: احتمال کشف خطر

D

معیار : احتمال کشف خطر	قابلیت کشف	رتبه
هیچ کنترلی وجود ندارد و یا در صورت وجود قادر به کشف خطر بالقوه نیست	مطلقاً هیچ	۱۰
احتمال خیلی ناچیزی دارد که با کنترلهای موجود خطر ردیابی و اشکار شود	خیلی ناچیز	۹
احتمال ناچیزی دارد که با کنترلهای موجود خطر ردیابی و آشکار شود	ناچیز	۸
احتمالی خیلی کمی دارد که با کنترلهای موجود خطر ردیابی و آشکار شود	خیلی کم	۷
احتمال کمی دارد که با کنترلهای موجود خطر ردیابی و آشکار شود	کم	۶
در نیمی از موارد محتمل است که با کنترل موجود خطر بالقوه ردیابی و آشکار شود	متوسط	۵
احتمال نسبتاً زیادی وجود دارد که با کنترل موجود خطر بالقوه ردیابی و آشکار شود	نسبتاً زیاد	۴
احتمال زیادی وجود دارد که با کنترل موجود خطر بالقوه ردیابی و آشکار شود	زیاد	۳
احتمال خیلی زیاد وجود دارد	خیلی زیاد	۲
تقریباً بطور حتم با کنترلهای موجود خطر بالقوه ردیابی و آشکار می شود.	تقریباً حتمی	۱

اقدامات کنترلی

برای تمامی خطراتی که عدد اولویت ریسک آنها از حد تعیین شده توسط سیستم بالاتر است اقدام اصلاحی انجام می گیرد.

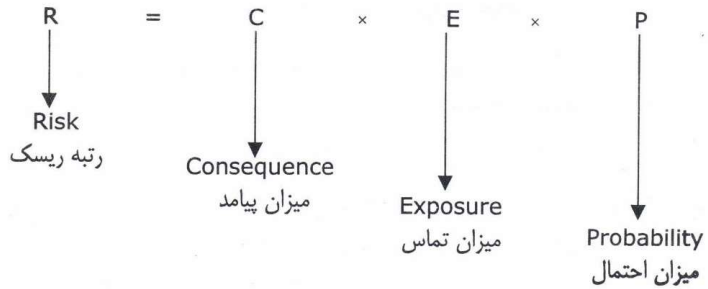
برای تمامی خطراتی که حداقل یک عدد ۱۰ گرفته اند، اقدام کنترل در نظر گرفته می شود.

برای تمامی خطراتی که نرخ وخامت و رخداد بالای ۷ دارند باید اقدام کنترلی در نظر گرفته شود.

اقدامات کنترلی شامل
- حذف علل ریشه ای ایجاد خطر
- کاهش پیامدهای خطر
- افزایش احتمال کشف خطر در فرایند
- افزایش رضایت کاری کارکنان از وضعیت ایمنی

روش WILLIAM FINE

محاسبه رتبه ریسک و تصمیم گیری در خصوص توجیه پذیری هزینه اصلاح یک خطر



J=R/(CF*DC)

J=Cost Justification Value میزان هزینه قابل توجیه

CF= Cost Factor ضریب هزینه

DC= Degree of Correction Value درجه میزان اصلاح

WF: پیامد خطر C

۱۰۰	فاجعه ـ مرگ و میر بسیار زیاد ـ خسارت بیشتر از ۱۰۰۰۰۰۰ دلار ـ توقف فعالیت بطور عمده
۵۰	مرگ و میر متعدد ـ خسارت بین ۴۰۰/۰۰۰ دلار تا ۱۰۰۰۰۰۰ دلار
۲۵	مرگ و میر ، خسارت ۱۰۰۰۰۰۰ تا ۴۰۰۰۰۰۰ دلار
۱۵	صدمات به شدت جدی (مثل قطع عضوی از بدن ـ ناتوانی دائمی) خسارت بین ۱۰۰۰۰ تا ۱۰۰۰۰۰
۵	آسیب منجر به ناتوانی ـ خسارت بالای ۱۰۰۰ دلار
۱	صدمات ، آسیب و خسارت خفیف

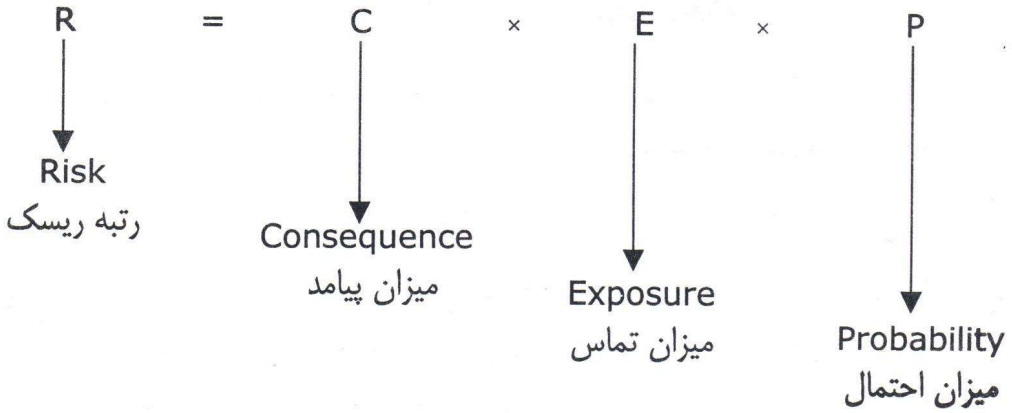
WF: تماس با خطر E

۱۰	بطور پیوسته / چند بار در روز
۶	غالباً ـ مکرراً / حدود یکبار در روز
۳	گهگاه ـ بعضی اوقات / یکبار در هفته تا یک بار در ماه
۲	بطور غیر معمول و غیر عادی / یکبار در ماه تا یکبار در سال
۱	بندرت / بعنوان موردی که اتفاق بیافتد می‌شناسیم
۰/۵	بطور جزئی / بعنوان موردی که اتفاق بیافتد نمی شناسیم

WF: احتمال وقوع خطر P

۱۰	اغلب محتمل است
۶	کاملاً ممکن است ـ شانس وقوع ۵۰/۵۰ است
۳	می‌تواند تصادفی ممکن باشد
۰/۵	چند سال بعد از تماس هرگز اتفاق نمی افتد اما امکانپذیر می‌تواند باشد
۱/۰	بطور عملی وقوعش غیر ممکن است (هرگز اتفاق نخواهد افتاد)

معیار تصمیم گیری بر اساس رتبه ریسک



	رتبه	عمل
۱	۱۵۰۰-۲۰۰	اصلاحات فوری نیاز است. فعالیت بایستی متوقف شود تا خطر کاهش یابد
۲	۹۰-۱۹۹	اضطراری ـ توجهات لازم در اسرع وقت بایستی صورت گیرد
۳	۰-۸۹	خطر بایستی بدون تاخیر حذف شود، اما وضعیت اضطراری نیست.

EVALUATION OF RISK CONTROL MEASURES: CONFLICTING CRITERIA

- Make decision on the RCMs:
- William T. Fine (1971) J index :

$$\text{Eq. 2: } J = \frac{RS}{DC \times CF}$$

$$\text{Eq. 1: } RS = C \times E \times P$$

- J value higher than or equal to 10 is considered an acceptable RCM and a value smaller than 10 is considered as an unacceptable RCM

میزان هزینه قابل توجیه

J>10: هزینه قابل توجیه می شود.

J<10 هزینه قابل توجیه نیست.

J=R/(CF*DC)

J=Cost Justification Value میزان هزینه قابل توجیه

CF= Cost Factor ضریب هزینه

DC= Degree of Correction Value درجه میزان اصلاح

فاکتور هزینه

Table 1. Cost factor (CF)

Definition of criterion	CF factor
Over $50000	10
$25000-50000	6
$10000-25000	4
$1000-10000	3
$100-1000	2
$25-100	1
Below $25	0.5

ضریب اصلاح

Table 2. Degree of correction (DC)

Definition of criterion	DC factor
The risk is completely eliminated (100%)	1
At least 75% of the risk is eliminated	2
75 to 50 percent of the risk is eliminated	3
50 to 25 percent of the risk is eliminated	4
Less than 25% of the risk is eliminated	6

TEHRAN UNIVERSITY OF MEDICAL SCIENCES

IJOH INTERNATIONAL JOURNAL OF OCCUPATIONAL HYGIENE
Copyright © 2008 by Iranian Occupational Health Association (IOHA)
2008-5435/14/63-1-8

IRANIAN OCCUPATIONAL HEALTH ASSOCIATION IOHA

REVIEW ARTICLE

Application of Cost Justification Index of Safety Control Measures (J) In William Fine's Method in the Iranian Studies: A Systematic Review

BAFRIN MOLOUDPOURFARD[1], MOSTAFA POUYAKIAN[2*]

[1] *MSc Student, Occupational Health and Safety Engineering, School of Public Health and Safety, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran*

[2] *Assistant Professor, Department of Occupational Health and Safety Engineering, School of Public Health and Safety, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran*

Received February 11, 2020; Revised June 23, 2020; Accepted July 01, 2020

This paper is available on-line at http://ijoh.tums.ac.ir

ماتریس Nigel Bauer

شدت خطر

احتمال خطر	نرخ شدت
مرگ	۵
آسیب جدی بیماری منجر به ناتوانی	۴
آسیبی که به درمان در بیمارستان نیاز دارد- بیماری	۳
آسیب خفیف که فقط نیاز به کمک‌های اولیه باشد	۲
تعلل	۱

احتمال وقوع

احتمال خطر	نرخ شدت
قطعا اتفاق می افتد	۵
خیلی محتمل	۴
محتمل	۳
نامحتمل	۲
خیلی نامحتمل	۱

ماتریس NIGEL BAUER

شدت		احتمال				
		قطعی	خیلی محتمل	محتمل	نامحتمل	خیلی نامحتمل
مرگ	۵	۵	۴	۳	۲	۱
		۲۵	۲۰	۱۵	۱۰	۵
آسیب‌جدی	۴	۲۰	۱۶	۱۲	۸	۴
آسیب‌متوسط	۳	۱۵	۱۲	۹	۶	۳
آسیب خفیف	۲	۱۰	۸	۶	۴	۲
تعلل	۱	۵	۴	۳	۲	۱

ماتریس URBAN KJELLEN

پیامد	امتیاز	تکرار				
		یکبار در ۱۰۰۰ سال	یکبار در ۱۰۰ سال	یکبار در ۱۰ سال	یکبار در سال	ده بار در سال
		۱	۲	۳	۴	۵
آسیبی که نیاز به کمک‌های اولیه دارد	۱	پایین	پایین	پایین	پایین	متوسط
آسیبی که منجر به روز از دست رفته کاری می‌شود	۲	پایین	پایین	پایین	متوسط	متوسط
آسیب منجر به ناتوانی	۳	پایین	پایین	متوسط	بالا	بالا
مرگ یک نفر	۴	پایین	متوسط	بالا	بالا	بالا
مرگ بیش از یک نفر	۵	متوسط	بالا	بالا	بالا	بالا

روش 3-D MELBOURNE

ارزیابی ریسک بر مبنای سه عامل:

-تماس (E)

-احتمال (L)

-پیامد (C)

محاسبه رتبه ریسک

$$RS=E\times L\times C$$

تماس (E)

تماس E	رتبه
پیوسته	۱۰
مکرر	۶
گاهاً	۳
منقطع	۲
به ندرت	۱

احتمال (L)

احتمالی L	رتبه
تقریباً قطعی	۱
متحمل	۰/۶
ممکن	۰/۳
نامتحمل	۰/۱
به ندرت	۰/۰۵

پیامد (C)

پیامد C	رتبه
فاجعه	۲۰
عمده	۱۰
متوسط	۵
خفیف	۲
جزئی	۱

تعیین رتبه و سطح ریسک

رتبه ریسک	سطح ریسک
> ۲۰	E شدید
۱۰-۲۰	Hبالا
۳-۱۰	M متوسط
<۳	L کم

روش RIDLEY

Risk rating

A risk rating is a numerical value given to the risks associated with a hazard. It is a compound of the probability of an injury occurring times the likely most severe injury. Typical numerical values for probability and severity are:

Probability	*Nominal numerical value*	*Severity*	*Nominal numerical value*
Unlikely	1	Negligible	1
Possible	2	Minor injury	2
Probable	4	Serious injury	4
Highly probable	8	Major or multiple injury	8
Almost certain	16	Fatality	16

Risk rating = Probability × Severity
Example: Possible serious injury = 2 × 4 = 8
Almost certain minor injury = 16 × 2 = 32

بهینه سازی روش های مدیریت ریسک

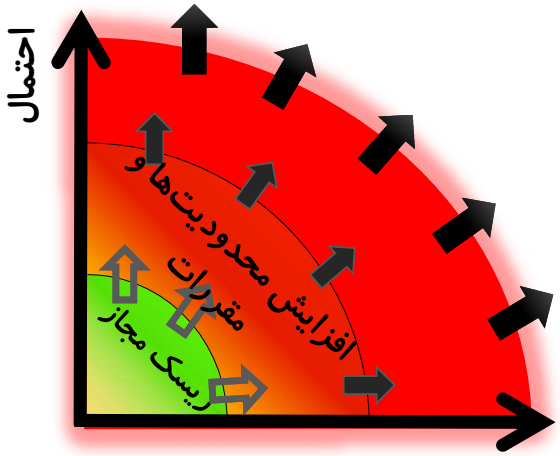
استراتژی‌های کنترل ریسک

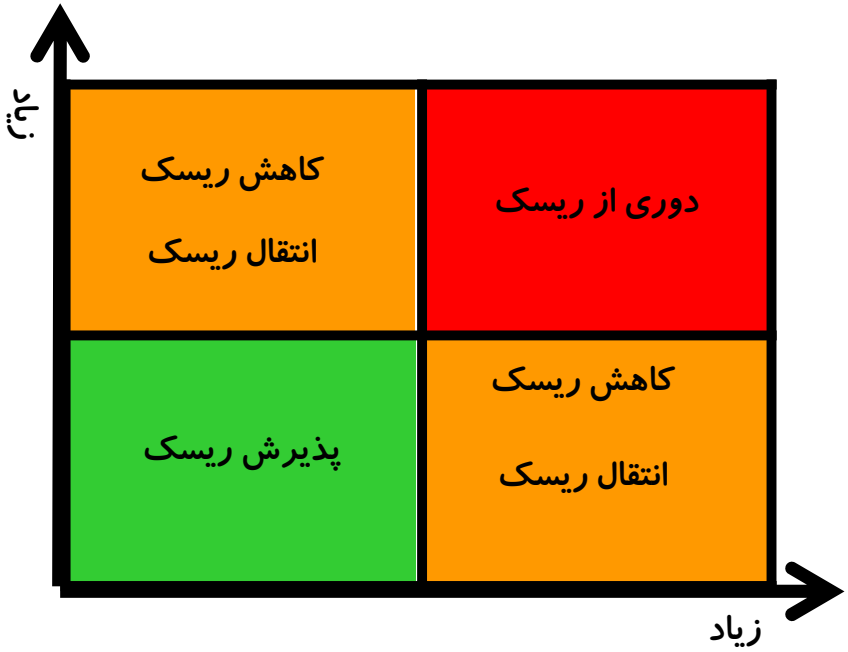
دوری از ریسک Risk Avoidance (توقف فعالیت)

کاهش ریسک Risk Mitigation (وسایل کنترل، بازرسی، کاهش نرخ خرابی)

انتقال ریسک Risk Transfer (بیمه)

پذیرش ریسک Risk Acceptance





- دوری از ریسک
- کاهش ریسک
- انتقال ریسک
- پذیرش ریسک

مقاله مروری

فصلنامه بهداشت در عرصه
دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی- دانشکده بهداشت و ایمنی
دوره ۸ شماره۳، پائیز۱۳۹۹، صفحات ۳۲ تا ۴۳

به سوی بهبود مدیریت ریسک: مروری بر الگوهای اولویت‌بندی راهکارهای کنترل ریسک و ارائه یک چارچوب مفهومی جدید

اشکان خطابخش[۱]، مصطفی پویاکیان*[۲]، محمد جواد جعفری[۳]

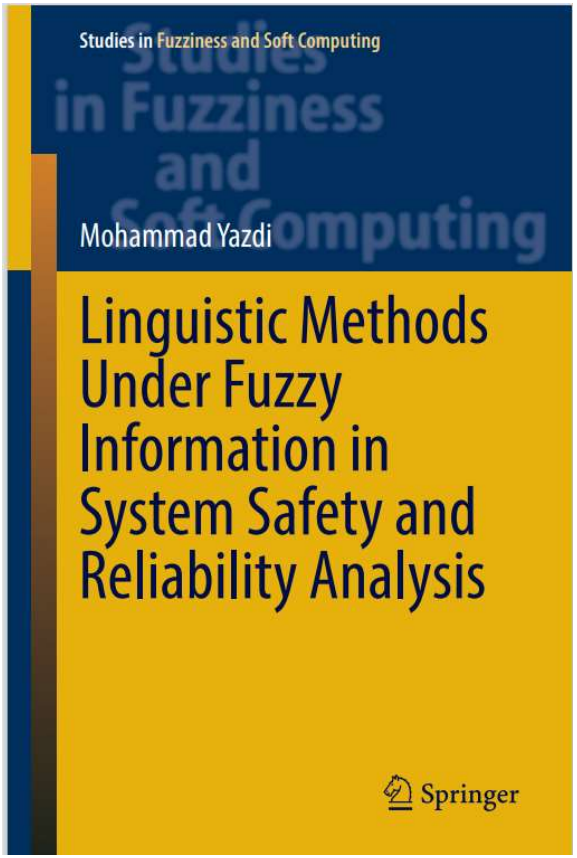
۱- کارشناس ارشد مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار، دانشکده بهداشت و ایمنی، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران
۲- استادیار، گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار، دانشکده بهداشت و ایمنی، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران
۳- استاد، گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار، دانشکده بهداشت و ایمنی، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران

Chapter 4
Optimizing the Allocation of Risk Control Measures Using Fuzzy MCDM Approach: Review and Application

Mostafa Pouyakian, Ashkan Khatabakhsh, Mohammad Yazdi, and Esmaeil Zarei

4.1 Introduction

Choosing the best decision has been one of the oldest intellectual challenges of mankind. In today's modern and complex world, decision making has become a specialized and difficult subject. Managers and scholars are often surrounded by large amounts of data and are pressured by interests or conflicting orientations of decision criteria. They must be able to make the best decisions and defend the credibility of their choices. This chapter addresses optimizing the selection of risk control measures.



با سپاس از توجه شما

Instagram: @mostafapouya1

Email: mpouyakian@gmail.com

Phone: 09122198763