

وزارت راه و ترابری
معاونت آموزش، تحقیقات و فناوری
دفتر مطالعات فناوری و ایمنی

معرفی سیستم مدیریت ریسک

(به همراه بررسی موردی در صنعت هوایی کشورهای مختلف)

مرجع اصلی این مجموعه برگرفته از کارگاه آموزشی سیستم مدیریت ایمنی است که با مشارکت انجمن ایمنی سیستم‌های اروپا (ESSS) و کمیته ایمنی شورای اصلاحات وزارت راه و ترابری در مردادماه سال ۸۳ برگزار گردید و همچنین برگرفته از هندبوک‌های زیر می‌باشد که از سوی FAA انتشار یافته است.

1- FAA System Safety Handbook, Chapter 7, " Integrated System Hazard Analysis", December 30, 2000

2- FAA System Safety Handbook, Chapter 8, " Safety Analysis/Hazard Analysis Tasks", December 30, 2000

توجه: هدف از تهیه این گونه مجموعه‌ها، طرح موضوعات تخصصی از طریق نشر منابع تخصصی معتبر می‌باشد. لذا به کلیه بهره‌برداران توصیه می‌گردد جهت کاربرد اعداد و استانداردهای مورد اشاره به اصل منابع مراجعه نمایند. بدیهی است ناشر هیچ گونه مسؤلیتی در خصوص پیامدهای سوء ناشی از عدم توجه به توصیه فوق را متقبل نخواهد شد.

دفتر مطالعات فناوری و ایمنی

سرشناسه	: عبدی، سارا گردآورنده و مترجم.
عنوان و پدیدآور	: معرفی سیستم مدیریت ریسک: (به همراه بررسی موردی در صنعت هوایی کشورهای مختلف)، ترجمه و تدوین سارا عبدی، جعفر حیدری، الناز پوریامهر، [برای] وزارت راه و ترابری، معاونت آموزش، تحقیقات و فناوری، دفتر مطالعات فناوری و ایمنی.
مشخصات نشر	: تهران: وزارت راه و ترابری، معاونت آموزش، تحقیقات و فناوری پژوهشکده حمل و نقل، ۱۳۸۵
مشخصات ظاهری	: ۴۵ص.
شابک	: ۹۶۴-۶۲۹۹-۶۷-۹
یادداشت	: فهرست نویسی براساس اطلاعات فیبا
یادداشت	: مرجع اصلی این مجموعه برگرفته از کارگاه آموزشی سیستم مدیریت ایمنی است که با مشارکت انجمن ایمنی سیستم‌های اروپا (ESSS) و کمیته انجمن شورای اصلاحات وزارت راه و ترابری در مرداد ماه سال ۸۳ برگزار گردید و همچنین برگرفته از هندبوک‌های زیر می‌باشد که از سوی FAA انتشار یافته است.
کتابنامه و واژه‌نامه	1- FAA System Safety Handbook, Chapter 7... 2- FAA System Safety Handbook, Chapter 8...
موضوع	: کتابنامه: ص. ۳۳
موضوع	: مدیریت ریسک
شناسه افزوده	: حمل و نقل هوایی -- مدیریت
شناسه افزوده	: حیدری، جعفر
شناسه افزوده	: پوریامهر، الناز
شناسه افزوده	: ایران. وزارت راه و ترابری. دفتر مطالعات فناوری و ایمنی
شناسه افزوده	: ایران. وزارت راه و ترابری. پژوهشکده حمل و نقل
رده‌بندی کنگره	: HD۶۱
نشانه اثر	: ۱۳۸۵ م ۲ ع /
رده‌بندی دیوی	: ۶۵۸/۱۵۵
شماره کتابخانه ملی	: ۲۰۰۶۴-۸۵

دفتر مطالعات فناوری و ایمنی - گروه مطالعات تطبیقی

عنوان گزارش	: معرفی سیستم مدیریت ریسک (به همراه بررسی موردی در صنعت هوایی کشورهای مختلف)
ترجمه و تدوین	: جعفر حیدری - الناز پوریامهر - سارا عبدی
طرح جلد	: لیلا سلوکی
ناشر	: پژوهشکده حمل و نقل
نوبت چاپ	: اول
تاریخ انتشار	: تابستان ۱۳۸۵
کد انتشار	: 85/RRRM/204
شابک	: ۹۶۴-۶۲۹۹-۶۷-۹
تیراژ	: ۱۵۰۰ نسخه
قیمت	: ۱۰۰۰ تومان
لیتوگرافی	: باران
چاپ و صحافی	: پژمان
نشانی	: میدان آرژانتین - ابتدای بزرگراه آفریقا - اراضی عباس آباد - ساختمان شهید دادمان - وزارت راه و ترابری - طبقه سیزدهم شمالی - واحد اطلاع رسانی و نشر پژوهش‌ها
	تلفکس: ۸۲۲۴۴۱۶۴
	وب سایت فروش نشریات
	دفتر مرکزی فروش (انتشارات رنگین قلم)
	web: www.rahiran.ir
	http://shop.rahiran.ir
	۸۸۹۶۹۴۵۱

* کلیه حقوق برای ناشر محفوظ است *

این گزارش با حمایت مالی پژوهشکده حمل و نقل منتشر می‌گردد

بسمه تعالی

برقراری و حفظ ایمنی در صنعت حمل و نقل هوایی از اهداف اصلی سازمان هواپیمایی کشوری است که در این میان اتخاذ تدابیر لازم جهت حفظ سلامت و جان پرسنل، خدمه پروازی، پیمانکاران مرتبط و مسافران یکی از وظایف اصلی و شاید بتوان گفت مهمترین وظیفه این سازمان به منظور نیل به هدف مذکور می باشد. در این راستا و به منظور حفظ سلامت و جان انسانها، ابزارهای مختلفی می تواند مورد استفاده قرار گیرد که در بین آنها سیستم مدیریت ریسک بعنوان ابزاری کارا و اثربخش به شناسایی خطرات و شرایط بالقوه ایجاد سانحه و حادثه پرداخته، آنها را ارزیابی کرده و پس از تحلیل به حذف یا کاهش ریسک ناشی از مخاطرات، قبل از منجر شدن خطر به سانحه یا حادثه که صدمات جبران ناپذیر خود را به دنبال دارد، می پردازد. قابل ذکر است که ارزیابی ریسک یک ابزار تصمیم گیری است و با ایجاد یک ساختار سیستماتیک در جهت حذف یا کاهش ریسک های موجود، قطعاً موجب بهبود ایمنی سیستم خواهد شد و سازمان را در جهت نیل به هدف نهایی خویش پیش خواهد برد.

در این نوشتار به ارزیابی مفاهیم، اجزاء و فرآیند سیستم مدیریت ریسک به همراه مشخصات و الزامات آن پرداخته می شود و امید است با انجام مطالعات دقیق و نهادینه کردن سیستم مدیریت ریسک با شرایط حاکم بر ایران بتوان در جهت پیاده سازی یک سیستم مدیریت ریسک کارا در کشور گامی موثر برداشت تا با شناسایی و رفع به موقع خطرات از بروز سوانح و حوادثی که بار مالی و جانی زیادی را بر صنعت هواپیمایی کشورمان تحمیل می نمایند، جلوگیری به عمل آید. شایان ذکر است، مطالب این گزارش به گونه ای می باشند که با اندکی تغییرات می توان آنها را در حوزه ها و سیستم های دیگر اعم از حمل و نقلی و یا سایر سیستم ها نیز به کار برد. در پایان از پژوهشکده حمل و نقل، به جهت حمایت از انتشار این مجموعه تشکر و قدردانی می گردد.

معاونت آموزش، تحقیقات و فناوری

دفتر مطالعات فناوری و ایمنی

معرفی سیستم مدیریت ریسک

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۱	۱- مقدمه.....
۲	۲- مفاهیم پایه در مدیریت ریسک.....
۳	۳- فرآیند ارزیابی ریسک در ایمنی.....
۳	۱-۳- شناسایی خطر.....
۴	۲-۳- تجزیه و تحلیل ریسک.....
۴	۱-۲-۳- شناسایی عوامل خطر.....
۵	۲-۲-۳- شناسایی عواقب خطر.....
۸	۳-۲-۳- ارزیابی خسارات.....
۹	۴-۲-۳- تعیین سطوح ریسک.....
۱۰	۳-۳- کنترل ریسک.....
۱۰	۱-۳-۳- شناسایی راه‌حل‌های مختلف.....
۱۱	۲-۳-۳- انتخاب بهترین گزینه‌ها.....
۱۲	۳-۳-۳- بازنگری و کنترل.....
۱۳	۴- مدیریت ریسک.....
۱۳	۱-۴- برنامه‌ریزی و تخمین منابع.....
۱۳	۲-۴- سازماندهی و تخصیص منابع.....
۱۴	۳-۴- آموزش و اجرا.....
۱۴	۴-۴- سیستم مدیریت خطر.....
۱۵	۵-۴- کنترل تغییرات در سیستم.....
۱۵	۶-۴- بازنگری و بهبود مستمر.....
۱۵	۷-۴- دستورالعمل مواجهه با شرایط غیرمترقبه.....
۱۶	۸-۴- نظام ممیزی سیستم مدیریت ریسک.....
۱۷	۵- کارنامه ایمنی.....
۱۸	۶- سیستم مدیریت ریسک در کشورهای مختلف.....

۱۸ ۱-۶ سیستم مدیریت ریسک در انگلستان
۲۲ ۲-۶ سیستم مدیریت ریسک در ایالات متحده آمریکا
۲۶ ۳-۶ سیستم مدیریت ریسک در استرالیا
۳۰ ۷- مراجع

۱- مقدمه

مدیریت ریسک یکی از ابزارهای سیاست‌گذاری مدیریت در هر سازمان می‌باشد که با استفاده از بررسی و ارزیابی ریسک‌های موجود در سیستم و با هدف جلوگیری از وقوع شرایط نامطلوب و یا کاهش اثر(ات) عوامل خطرزا یا به عبارتی کاهش ریسک، به‌وجود آمده است و مورد استفاده قرار می‌گیرد. این ابزار به صورت گسترده در سرمایه‌گذاری‌ها، مدیریت پروژه و غیره کاربرد پیدا کرده است. فرآیند استفاده از این تکنیک در ایمنی سیستم‌ها شامل تعیین ریسک، تعیین عوامل ایجادکننده ریسک، بررسی و ارزیابی ریسک و اقدام در جهت کنترل ریسک‌های موجود می‌باشد. در این گزارش مجموعه مطالعات صورت گرفته در دو بخش عنوان می‌گردد. در بخش اول مفاهیم پایه و اصلی مدیریت ریسک تشریح شده است و در بخش دوم مطالعات، سیستم‌های مدیریت ریسک در صنعت هوانوردی کشورهای مختلف مورد بررسی و مطالعه قرار گرفته است. در این مطالعه فرآیند ارزیابی و مدیریت ریسک، قوانین پذیرش ریسک و سطوح مختلف ریسک در کشورهای انگلستان، استرالیا و آمریکا تشریح می‌گردد.

۲- مفاهیم پایه در مدیریت ریسک

خطر: موقعیتی است که می‌تواند منجر به سانحه و یا حادثه شود. هدف از شناسایی خطرها، فراهم ساختن موقعیتی به منظور ارزیابی، کاهش و در بهترین حالت حذف خطر است.

ریسک: شانس (احتمال) منجر شدن یک خطر به حادثه یا سانحه است. در واقع ریسک ترکیبی از احتمال وقوع و وخامت عواقب حادثه یا سانحه می‌باشد.

خسارت: آسیب جانی ناشی از بروز یک سانحه، زیان مالی مستقیم یا غیرمستقیم حاصل از حادثه یا سانحه و خسارات زیست محیطی و یا ترکیبی از آنها خسارت نام دارد.

عواقب: شرایطی است که در نتیجه بالفعل شدن خطر به وجود می‌آید.

با افزایش پیچیدگی سیستم‌ها، میزان خطرها و ریسک‌های آنها نیز به مراتب افزایش یافته است. به همین منظور در قوانین و مقررات مربوط به ایمنی اغلب کشورهای پیشرفته، مدیریت و کنترل ریسک، پیش‌بینی شده و به صورت فعال به کار گرفته می‌شود.

در اغلب کشورها تعادلی بین کاهش ریسک و هزینه‌های مربوطه و همچنین منافع ناشی از کاهش ریسک برقرار می‌گردد، اما از آنجا که در مبحث ایمنی مساله جان انسان‌ها مطرح است در اغلب کشورهای توسعه‌یافته هزینه‌های هنگفتی برای این منظور تخصیص یافته است. به عنوان مثال در کشور انگلستان به ازای هر راه‌حلی که بتواند جان یک نفر را از مرگ نجات دهد، هزینه‌ای تا سقف ۱۲۰۰۰۰۰۰ پوند توسط دولت پرداخت می‌شود. این مبلغ در مورد جلوگیری از یک جراحی عمده ۱۴۰۰۰۰ پوند و برای یک جراحی جزئی ۱۱۰۰۰ پوند می‌باشد. این ارقام نشان‌دهنده اهمیت مبحث ایمنی و جان انسانها در کشورهای توسعه یافته است.

مدیریت و کنترل ریسک از یک دیدگاه سیستمی در دو مرحله انجام می‌شود:

الف- ارزیابی ریسک

ب- مدیریت ریسک

تفاوت موجود در اغلب کشورها، در مورد قوانین مربوط به حد ریسک قابل پذیرش و تکنیک‌های به‌کار رفته در ارزیابی ریسک می‌باشد. هر دو مبحث ارزیابی و مدیریت ریسک در ادامه این گزارش تشریح گردیده است.

۳- فرآیند ارزیابی ریسک در ایمنی

در اولین گام از فرآیند مدیریت ریسک لازم است حوزه و محدوده سیستم، اجزاء سیستم و ارتباطات بین اجزا به طور کامل شناسایی و تعریف شود، سپس فرآیند ارزیابی ریسک در حوزه تعریف شده انجام می‌گیرد. این فرآیند شامل ۳ فاز عمده می‌باشد:

- ۱- شناسایی خطر
 - ۲- تجزیه و تحلیل ریسک (شناسایی عوامل و عواقب هر خطر، ارزیابی خسارات و تعیین سطوح ریسک)
 - ۳- کنترل ریسک (شناسایی راه‌حل‌های مختلف، انتخاب بهترین گزینه‌ها، بازنگری و کنترل)
- این ۳ فاز به ۸ مرحله ذیل تقسیم‌بندی می‌شود که در ادامه به شرح هر یک از مراحل می‌پردازیم.

- شناسایی خطر
- تجزیه و تحلیل عوامل
- تجزیه و تحلیل عواقب
- تجزیه و تحلیل خسارت
- تعیین سطوح ریسک
- تجزیه و تحلیل و ارزیابی راهکار
- انتخاب راه‌حل مناسب
- بازنگری و کنترل

۳-۱- شناسایی خطر

در این فاز کلیه شرایطی که در یک سیستم ممکن است منجر به بروز حادثه یا سانحه شود، شناسایی و بررسی می‌گردند. این شرایط و حالات که اکثراً قابل پیش‌بینی بوده و دارای پتانسیل ایجاد ریسک می‌باشند، «خطر» نامیده می‌شوند. به منظور شناسایی خطرها دو روش عمده وجود دارد:

۱- روش تجربی

۲- روش خلاق

در صورتی که سیستم پیچیده نبوده و همچنین موارد مشابه آن در گذشته دیده شده باشد، می‌توان از روش تجربی استفاده کرد، در این روش کارشناسان با تنظیم چک‌لیست به بررسی رویدادهای گذشته و خطرات ممکن خواهند پرداخت. از مزایای این روش سرعت زیاد و هزینه کم آن می‌باشد. اما باید توجه داشت که با این روش نمی‌توان کلیه خطرات سیستم را شناسایی نمود؛ چراکه با پیشرفت تکنولوژی همواره احتمال بروز خطر جدید یا شرایط خطرناک جدید وجود دارد. از این رو توصیه می‌شود کارشناسان خبره، با برگزاری جلسات گروهی، تحلیل اطلاعات گذشته و یا بازنگری چک‌لیست، نواحی خطر خیز را که دارای پتانسیل ایجاد خطر بوده و نیازمند بررسی بیشتری هستند، شناسایی نمایند.

چنانچه به علت پیچیدگی سیستم نتوان از روش‌های تجربی به منظور شناسایی خطر استفاده کرد، روش‌های خلاق مورد استفاده قرار می‌گیرند که این روش‌ها در مقایسه با روش تجربی، به هزینه و زمان بیشتری نیاز دارند. لازم به ذکر است جهت دستیابی به تخمین دقیق‌تر استفاده از دانش و تجربه کارشناسان مربوطه بسیار کارگشا خواهد بود. برای ورود به مرحله بعد و تجزیه و تحلیل ریسک نیاز به انتخاب پراهمیت‌ترین خطرهای می‌باشد، به این منظور شاخص خطر به صورت زیر تعریف می‌شود:

شاخص خطر = تلفات جانی و خسارات مالی ناشی از خطر × احتمال بروز حادثه یا سانحه ناشی از خطر مورد نظر

شاخص خطر بزرگتر نشان‌دهنده اهمیت بیشتر خطر و اولویت بالاتر آن جهت ادامه بررسی‌ها می‌باشد. جهت استفاده از اطلاعات جمع‌آوری شده این مرحله در آینده، لازم است کلیه خطرات شناسایی شده و فرآیند شناسایی آنها ثبت گردد. این مستندات مرجع اصلی فعالیت‌های آتی در زمینه ایمنی سیستم خواهد بود بنابراین ضروری است اطلاعات مورد نیاز از جمله حوزه مورد بررسی، تاریخ بررسی، اعضای هیات بررسی‌کننده، تعداد جلسات و... در این مستندات موجود باشد.

۳-۲- تجزیه و تحلیل ریسک

پس از شناسایی خطرهای فعالیت بررسی و مطالعه تکمیلی در مورد خطرهای شناسایی شده آغاز می‌گردد. این فرآیند شامل تجزیه و تحلیل عوامل ایجاد خطر، تجزیه و تحلیل عواقب هر خطر، ارزیابی زیان‌های ناشی از هرخطر و در نهایت تعیین سطوح ریسک با استفاده از تکنیکهای تجزیه و تحلیل ریسک به منظور تعیین راه‌حل‌های مناسب، به مرحله اجرا در می‌آید.

۳-۲-۱- شناسایی عوامل خطر

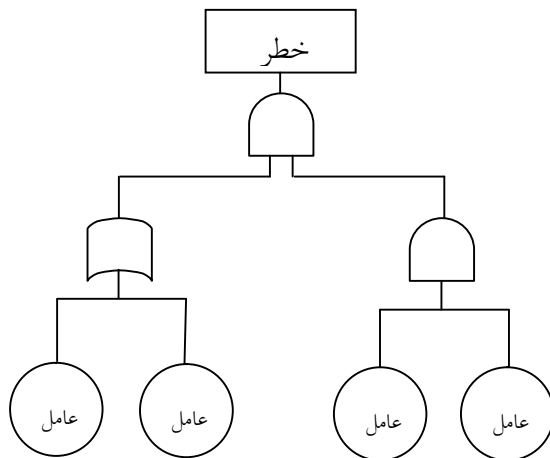
از آنجا که حذف یا کاهش خطرهای نیازمند حذف و یا کاهش عوامل ایجادکننده آنهاست، بررسی عوامل خطر فعالیت بسیار مهم تلقی می‌گردد. روشهای گوناگونی جهت شناسایی عوامل ایجاد خطر وجود دارد، یکی از روش‌های توصیه شده استفاده از درخت تحلیل خطا^۱ می‌باشد. در این روش با برگزاری جلسات کارشناسی، عوامل ایجاد خطر و ارتباط بین عوامل و خطر مورد نظر تا چندین لایه مشخص می‌گردد. بدین صورت که با برگزاری جلسات کارشناسی، بحث و بررسی در مورد عوامل بروز خطر انجام شده و علل مختلف بروز خطر شناسایی می‌شوند تا در نهایت در مورد حذف یا کاهش آنها تصمیم‌گیری شود. در مورد هر عامل شناسایی شده احتمال اینکه عامل منجر به بروز سانحه یا ایجاد عامل دیگری گردد تعیین شده و ارتباطات عوامل نیز با یکدیگر در نظر گرفته می‌شود. در نهایت در انتهای این مرحله با استفاده از روابط آماری می‌توان احتمال بروز خطر را محاسبه نمود.

1- Fault Tree Analysis

یک نمونه از درخت تحلیل خطا و راهنمای علایم آن در زیر آمده است:

یا: یکی از عوامل می تواند منجر به یک خروجی گردد.

و: برای ایجاد خروجی لازم است تمام ورودی ها وجود داشته باشند.



شکل ۱- درخت تحلیل خطا

در نمونه ذکر شده رابطه بین عامل ۱ با «یا» بوده و رابطه بین عامل ۳ با «و» می باشد. در صورتیکه عامل های ۳ و ۴ همراه با یکی از عامل های ۱ یا ۲ وجود داشته باشد، شرایط بروز خطر وجود خواهد داشت.

۳-۲-۲- شناسایی عواقب خطر

با توجه به این مطلب که حذف خطر همواره میسر نبوده و این احتمال وجود دارد که در مواردی خطر مورد نظر به شکل بالفعل درآمده و منجر به وقوع سانحه یا حادثه شود، بررسی و شناسایی عواقب خطر برای مواجهه با شرایط بحرانی اجتناب ناپذیر است. هدف از بررسی و تجزیه و تحلیل عواقب ناشی از خطر، ایجاد موانعی به منظور کاهش شدت عواقب و یا جلوگیری از شکل گیری سانحه یا حادثه است.

روش ها و تکنیک های متعددی برای تجزیه و تحلیل عواقب وجود دارد که از آن جمله می توان به درخت تحلیل وقایع^۱ به عنوان یک روش صرفاً ریاضی، روش CCA^۲ و روش ACCA^۳ اشاره نمود.

در روش درخت تحلیل وقایع، برعکس درخت تحلیل خطا، بررسی از خطر آغاز شده و به نتایج ممکن حاصل از خطر می انجامد. در این روش همانند روش طوفان ذهنی، کارشناسان به بحث و بررسی در مورد موانع ممکن

1- Event tree analysis

2- Cause- Consequence Analysis

۳- این روش که نام کامل آن Advanced Cause- Consequence Analysis است توسط انجمن سیستم های ایمنی اروپا ابداع گردیده است.

جلوگیری کننده از بروز سانحه و حادثه خواهند پرداخت و در حقیقت تمامی حالات ممکن در شرایط خطرناک به بحث و بررسی گذاشته خواهد شد.

پس از بررسی و شناخت عواقب ناشی از هر خطر ضروری است با تعیین موانع مناسب از وقوع این گونه عواقب پیشگیری نمود. به این منظور ۳ نوع مانع بازدارنده برای ممانعت از بروز سانحه یا حادثه پیشنهاد می گردد:

موانع ابزاری: مانند دستگاه‌های هشداردهنده، حسگرها، اجسام فیزیکی و ...

موانع دستوری: مانند دستورالعمل‌های اقدام سریع و برنامه‌های زمان‌بندی نگهداری و تعمیرات و ...

موانع احتمالی: پایین‌ترین و ضعیف‌ترین سطح موانع می‌باشند و همان‌طور که از نام آن‌ها پیداست، موانعی هستند که به صورت کاملاً تصادفی از بروز سانحه پیشگیری می‌کنند، مانند مشاهده اتفاقی خطر که مانع از بروز یک سانحه یا حادثه گردد. این دسته از موانع ارزش چندانی نداشته و به خصوص در حوزه هوانوردی که ایمنی از اهمیت بسیار بالایی برخوردار است، می‌بایست به دست فراموشی سپرده شود.

در نمونه آورده شده به عنوان مثال: در صورتی که مانع شماره ۱ و مانع شماره ۲ فعال باشند نتیجه ۱ حاصل خواهد شد اما در صورتی که مانع شماره ۱ و ۳ فعال نباشند، آنگاه در صورتی که مانع شماره ۴ فعال باشد نتیجه ۲ حاصل خواهد شد و در صورتی که مانع شماره ۴ فعال نباشد نتیجه شماره ۳ حاصل خواهد شد. بدین ترتیب می‌توان موانع مناسب در جهت جلوگیری از بروز سوانح و حوادث را شناسایی و در جهت تقویت آنها اقدام نمود.

در نهایت با ترکیب درخت تحلیل عوامل و درخت تحلیل عواقب می‌توان در مورد هر خطر، عوامل و عواقب ناشی از آن را مورد نقد و بررسی قرار داد.

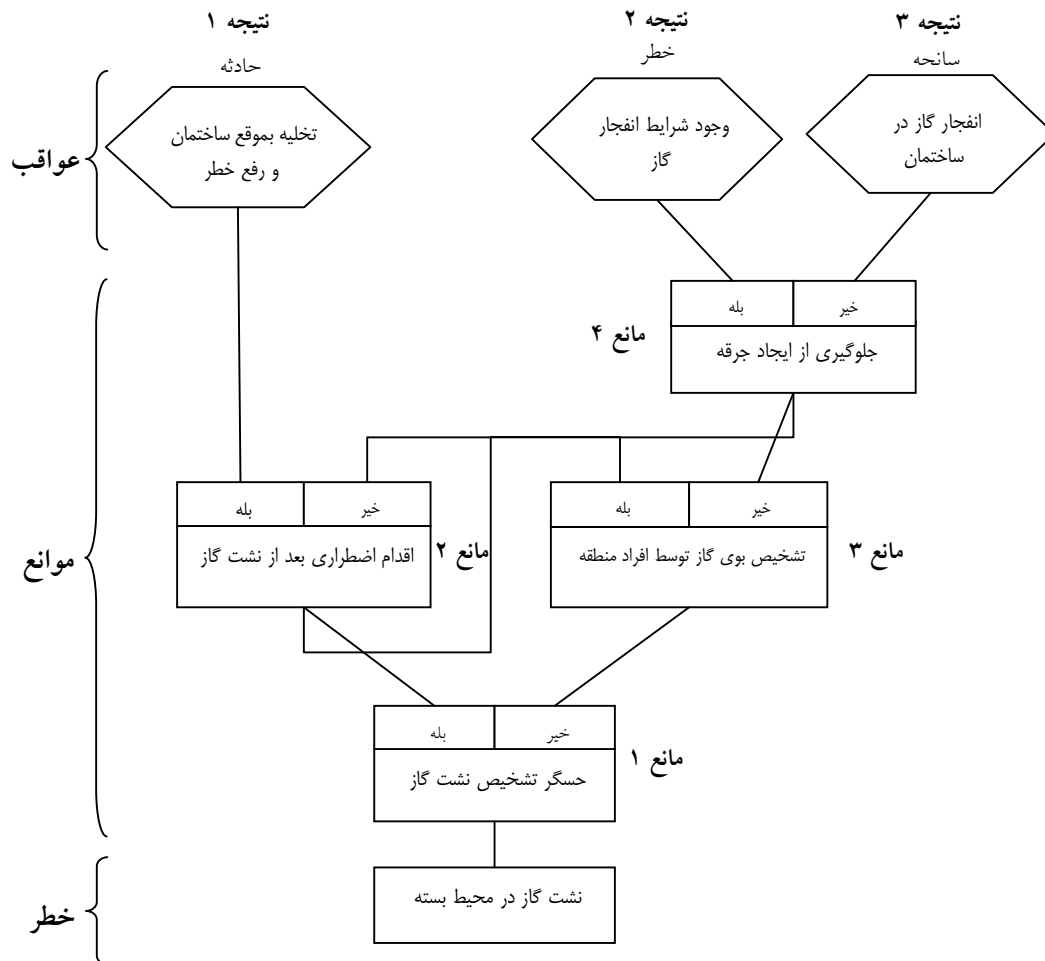
مثال:

خطر:

 : مانع بروز سانحه یا حادثه

نتیجه نهایی امکان پذیر ناشی از خطر مورد بررسی

--



شکل ۲- درخت تحلیل وقایع

در این مثال موانع عبارتند از:

مانع ابزاری: حسگر تشخیص نشت گاز

مانع دستورات عملی: اقدام اضطراری بعد از نشت گاز

مانع احتمالی: تشخیص بوی گاز توسط افراد منطقه و جلوگیری از ایجاد چرکه

۳-۲-۳- ارزیابی خسارات

شناسایی راه‌حل‌های مناسب، مستلزم بررسی و ارزیابی زیان‌های ناشی از خطر است. هدف از ارزیابی و تجزیه و تحلیل خسارت، تعیین هزینه‌های ناشی از بروز سوانح و حوادث به منظور تصمیم‌گیری مناسب در مورد راه‌حل‌های ممکن می‌باشد.

به طور کلی سه نوع خسارت در سوانح و حوادث تعریف می‌شود:

خسارت جانی: این خسارت شامل مرگ، جراحت، صدمات و آسیب‌های وارده به افراد است.

خسارت مالی: این خسارت شامل هزینه‌های مستقیم و غیر مستقیم حادثه یا سانحه روی داده است؛ مانند:

هزینه خرابی تجهیزات، هزینه انتقال مجروحین، هزینه‌های دادگاهی، هزینه‌های از دست رفتن اعتبار شرکت و...

خسارت زیست‌محیطی^۱: این خسارت شامل آسیب‌های وارده به محیط‌زیست، جرایم و هزینه‌های پاک‌سازی

محیط می‌باشد.

هر سانحه یا حادثه ممکن است یک، دو یا تمامی این خسارات را در پی داشته باشد اما نکته قابل توجه آنست که، در نهایت هر سه نوع خسارت می‌بایست به شکل کمی ارایه گردند. در مورد خسارات مالی و زیست‌محیطی این مطلب به سادگی امکان‌پذیر است اما در مورد خسارات جانی این مطلب دارای پیچیدگی بیشتری خواهد بود. تبدیل خسارات جانی به مقادیر عددی در کشور انگلستان با استفاده از مفهومی تحت عنوان «معادل تلفات^۲» انجام می‌گیرد. در این روش هر ۱۰ جراحت عمده معادل با یک مرگ و هر ۲۰ جراحت جزئی برابر با یک جراحت عمده در نظر گرفته می‌شود. به این ترتیب معادل تلفات محاسبه شده و با در نظر گرفتن خسارت ناشی از هر مرگ می‌توان هزینه‌های ناشی از خسارات جانی را محاسبه نمود.

$$۲۰۰ \text{ جراحت جزئی} = ۱۰ \text{ جراحت عمده} = ۱ \text{ مرگ}$$

از دیدگاه دیگری می‌توان خسارات را به دو دسته مستقیم و غیرمستقیم تقسیم‌بندی کرد. نکته جالب توجه آن است که خسارات غیرمستقیم علی‌رغم نامحسوس بودن به شکل معمول سهم بیشتری را نسبت به خسارات مستقیم در سوانح و حوادث به خود اختصاص می‌دهند.

به منظور سنجش خسارت، سه روش کلی وجود دارد:

۱- استفاده از اطلاعات و دانش گذشته

۲- نظریه متخصصین

۳- تحلیل ابعادی (مدل‌سازی)

پس از ارزیابی خسارات ناشی از یک سانحه یا حادثه، هزینه‌های تحمیل شده بر سازمان که به دلیل عدم توجه به موقع و مناسب به خطرها به وجود خواهد آمد، به وضوح قابل رؤیت خواهد بود.

۱- توجه به این نوع خسارت در کشور ما چندان رایج نیست درحالی‌که در کشورهای توسعه یافته به دلیل توجه خاص نهادهای ذیربط به این مساله، خسارات زیست‌محیطی از جمله عمده‌ترین خسارات محسوب گردیده و در دسته‌بندی آنها لحاظ می‌گردد.

جدول زیر به منظور ثبت اطلاعات و نتایج حاصل از مراحل فوق‌الذکر شامل شناسایی خطرات، عوامل ایجاد خطر، عواقب خطر و ارزیابی خسارت می‌باشد. این اطلاعات جهت اولویت‌بندی خطرات و شناسایی راه‌حل‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد.

جدول ۱- شناسایی خطرات

کد خطر	خطر	عوامل	عواقب	احتمال وقوع	شدت عواقب	خسارات	
						مالی	جانی

ستون کد خطر به منظور دسته‌بندی خطرهای شناسایی شده و استفاده آتی از این مستندات طراحی شده است. باید توجه داشت که این جدول در اولین گام از شناسایی خطرات تهیه شده و تمامی اطلاعات این جدول به صورت کلی و با استفاده از نظرات اولیه کارشناسان تعیین می‌گردد. پس از اولویت‌بندی خطرات و در مراحل بعدی، این اطلاعات در مورد خطرات با اولویت بالاتر به طور دقیق و جامع تهیه می‌شود.

۳-۲-۴- تعیین سطوح ریسک

در این مرحله پس از تعیین احتمال وقوع و شدت عواقب خطرات، تعیین می‌شود که ریسک در چه سطحی قرار می‌گیرد.

سطح ریسک مورد قبول در سیستم‌های کشورهای مختلف با توجه به قوانین حاکم بر آن کشورها مشخص می‌گردد. این قوانین لزوماً مشابه یکدیگر نبوده و با توجه به شرایط اجتماعی، فرهنگی و اقتصادی همان جامعه تدوین می‌شود.

با توجه به مطالعات انجام گرفته سطح ریسک می‌تواند در سه دسته ذیل تعریف گردد:

ریسک قابل قبول: آن دسته از ریسک‌هایی که دارای احتمال وقوع پایین بوده و عواقب جزئی در پی دارند، در این دسته قرار می‌گیرند. در حقیقت پذیرش این دسته از ریسک‌ها در فعالیت‌های معمول سیستم اجتناب‌ناپذیر است؛ به همین دلیل در مورد این ریسک‌ها نیازی به اقدامات بعدی نبوده و کاهش آنها بیش از این ممکن نیست.

ریسک غیرقابل قبول: ریسک‌هایی در این دسته قرار می‌گیرند که خسارات جانی و مالی نسبتاً شدیدی در پی داشته و بنابراین به منظور برقراری ایمنی در سازمان می‌بایست فعالیت‌های ایجادکننده این قبیل ریسک‌ها متوقف شوند.

این ریسک‌ها در شرایط عادی قابل پذیرش نبوده و تنها در شرایط خاص که چاره‌ای جز قبول ریسک‌های بالا نیست، پذیرفته می‌شوند.

ریسک قابل تأمل: این دسته از ریسک‌ها بین دو سطح فوق قرار داشته و تنها در صورتی که منافع حاصل از پذیرش ریسک بیش از ریسک آن باشد و کلیه خطرهای سیستم شناسایی و کنترل شده باشد مورد پذیرش قرار خواهند گرفت. در هر حال ضروری است همواره در جهت کاهش ریسک این سیستم‌ها اقدام گردد.

تقسیم‌بندی‌های فوق بر اساس «حاصل ضرب احتمال وقوع در شدت عواقب» تعیین می‌شوند. در صورت بالا بودن این فاکتور، ریسک غیرقابل قبول خواهد بود. واضح است که بالا بودن هر یک از فاکتورهای احتمال یا شدت عواقب می‌تواند باعث غیرقابل قبول شدن ریسک گردد.

تجزیه و تحلیل ریسک می‌تواند به صورت کیفی یا کمی انجام شود. در صورتی که به دلیل عدم وجود داده‌های کافی در مورد یک خطر خاص، امکان تجزیه و تحلیل کمی وجود نداشته باشد از روشهای کیفی استفاده می‌شود. در آنالیز کیفی ریسک از ماتریس احتمال وقوع- شدت عواقب با مقادیر کیفی استفاده می‌شود. نمونه‌ای از این ماتریس در جدول زیر نشان داده شده است.

جدول ۲- ماتریس احتمال وقوع- شدت عواقب

احتمال وقوع	عواقب				
	ناچیز	جزئی	متوسط	مهم	فاجعه
	۱	۲	۳	۴	۵
قطعی	ریسک بالا	ریسک بالا	ریسک بسیار زیاد	ریسک بسیار زیاد	ریسک بسیار زیاد
محتمل	ریسک متوسط	ریسک بالا	ریسک بالا	ریسک بسیار زیاد	ریسک بسیار زیاد
ممکن	ریسک پایین	ریسک متوسط	ریسک بالا	ریسک بسیار زیاد	ریسک بسیار زیاد
غیرمحتمل	ریسک پایین	ریسک پایین	ریسک متوسط	ریسک بالا	ریسک بسیار زیاد
نادر	ریسک پایین	ریسک پایین	ریسک متوسط	ریسک بالا	ریسک بالا

قرار گرفتن ریسک در هر یک از محدوده‌های یاد شده، نحوه برخورد با آن در مراحل آتی را مشخص خواهد ساخت.

۳-۳- کنترل ریسک

۳-۳-۱- شناسایی راه‌حل‌های مختلف

این مرحله با توجه به لیست رتبه‌بندی شده خطرها و با شروع از مهمترین ریسک‌ها آغاز می‌گردد که در آن با توجه به تجزیه و تحلیل عوامل ایجاد خطر و موانع وقوع سانحه یا حادثه که در مراحل قبل صورت گرفت، به شناسایی راهکارهای موجود پرداخته خواهد شد.

در دسته‌بندی راه‌حل‌های مختلف، راه‌حل‌های مربوط به حذف و یا کاهش عوامل ایجادکننده خطر «راه‌حل‌های کاهنده»^۱ نامیده می‌شوند. به منظور دستیابی به این‌گونه راه‌حل‌ها نیاز به درک دقیق از عوامل ایجاد خطر و یافتن راهی جهت حذف یا کاهش این عوامل می‌باشد. این راه‌حل‌ها معمولاً در زمینه آموزش و نگهداری است. دسته دیگر راه‌حل‌ها که به مرحله بعد از وقوع خطر مربوط می‌شوند، راه‌حل‌های «محصورکننده»^۲ نام دارند. این راه‌حل‌ها به کم کردن اثرات خطرها با استفاده از تقویت موانع بروز سانحه یا حادثه می‌پردازند، در نتیجه به منظور دستیابی به این‌گونه راه‌حل‌ها نیاز به فهم عمیق از موانع بروز سانحه و یافتن راهی جهت تقویت این موانع می‌باشد. از جمله این راه‌حل‌ها می‌توان به تهیه دستورالعمل‌ها، طرح‌های اضطراری و بکارگیری موانع ایزاری اشاره نمود.

با توجه به این‌که راه‌حل‌های کاهنده موجب حذف و یا کاهش خطر می‌شوند، بر راه‌حل‌های محصورکننده ارجحیت دارند. توصیه می‌شود برای هرخطر حداقل دو راه‌حل کاهنده و یک راه‌حل محصورکننده شناسایی شود. بعد از شناسایی راه‌حل‌ها، لازم است هزینه و میزان کاهش ریسک حاصل از اجرای هر راه‌حل برآورد گردد.

۳-۲- انتخاب بهترین گزینه‌ها

از آنجا که ایجاد بهبود در سیستم‌ها در حوزه ایمنی همانند سایر فعالیت‌ها نیازمند صرف منابع مالی سازمان بوده و میزان بودجه نیز با محدودیت مواجه است، از سوی دیگر پرداختن به همه راه‌حل‌ها موجب پیچیدگی بیشتر سیستم و صرف هزینه و زمان زیادی خواهد شد، ضروری است تا از میان گزینه‌های بهبود بهترین راه‌حل‌ها انتخاب گردند.

بهترین راه‌حل‌ها آنهایی هستند که در عین اینکه بیشترین کاهش را در سطح ریسک ایجاد می‌نمایند، هزینه کمتری نیز در پی داشته باشند. در نتیجه برای انتخاب راه‌حل توصیه می‌شود تا از شاخصی به صورت زیر استفاده گردد:

$$\text{میزان کاهش ریسک}^3 / \text{هزینه راه‌حل} = \text{شاخص انتخاب راه‌حل}$$

هر راه‌حل عملی که کمترین مقدار شاخص انتخاب راه‌حل را دارا باشد، انتخاب می‌گردد. در محاسبه شاخص، مقدار یک نشان‌دهنده نقطه سر به سر خواهد بود بدین مفهوم که هزینه‌های راه‌حلی که شاخص آن برابر یک باشد با سود حاصل از کاهش ریسک آن برابر خواهد بود.

جدول ۳ به‌منظور بررسی راه‌حل‌های مختلف می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد:

1- Reduction Options

2- Containment Options

۳- اثر کاهش ریسک، میزان خسارت ناشی از وقوع خطری است که در مرحله ارزیابی خسارت تعیین شده و با ارایه راه حل از ایجاد آن جلوگیری می‌گردد.

جدول ۳- بررسی راه‌حل‌های مختلف

توضیح	زمان اجرا	میزان کاهش ریسک / هزینه راه‌حل	اثر کاهش ریسک			هزینه اجرایی راه‌حل	نوع راه‌حل	راه‌حل	ردیف
			زیست محیطی	مالی	جانی				

این جدول به منظور شناسایی و مقایسه راه‌حل‌های مختلف مورد استفاده قرار می‌گیرد. در ستون نوع راه‌حل، کاهنده یا محصورکننده بودن راهکار تعیین می‌گردد. اثر راهکار پیشنهاد شده بر روی کاهش ریسک به صورت درصدی و توسط تیم کارشناسی تعیین می‌شود. در نهایت زمان اجرای هر یک از راهکارها به صورت تخمینی تعیین می‌گردد.

۳-۳-۳- بازنگری و کنترل

پس از انجام اقدامات اصلاحی، فعالیت‌های انجام شده از دو جنبه بررسی می‌گردد:

۱- بررسی اثربخشی اقدامات صورت گرفته در جهت کاهش و کنترل ریسک،

۲- بررسی ریسک سیستم پس از انجام اقدام اصلاحی مورد نظر.

در صورتی که ریسک تا حد مطلوب کاهش نیافته باشد، سایر راه‌حل‌های ممکن برای کاهش ریسک بررسی

می‌گردند. در غیر این صورت دلایل پذیرش ریسک باقی‌مانده ثبت می‌شود.

در صورتی که اقدامات اصلاحی انجام شده نتایج مورد نظر را در پی نداشته باشد، ضروری است تا دلایل آن

مشخص گردد. از جمله این دلایل می‌توان به تشخیص نادرست خطر، عوامل ایجاد آن یا عواقب ناشی از آن و یا فرآیند

تجزیه و تحلیل نادرست اشاره کرد.

۴- مدیریت ریسک

مدیریت ریسک یک ابزار تصمیم‌گیری است که عملکرد ایمنی را به صورت مستمر بهبود می‌بخشد. قواعد و اصولی که زیربنای مدیریت ریسک را به وجود آورده و توجه به آنها بسیار ضروری است عبارتند از:

- برنامه‌ریزی و تخمین منابع
- سازماندهی و تخصیص منابع
- آموزش و اجراء
- سیستم مدیریت خطر
- کنترل تغییرات در سیستم
- نظارت و بهبود مستمر
- دستورالعمل مواجهه با شرایط غیرمترقبه
- نظام ممیزی سیستم مدیریت ریسک

در ادامه به طور مختصر به بیان نکات و نیازمندی‌های هر مورد پرداخته خواهد شد.

۴-۱- برنامه‌ریزی و تخمین منابع

به منظور اجرای اثربخش سیستم مدیریت ریسک، بایستی برنامه‌ریزی دقیق و تخمین منابع صورت گیرد. در این راستا ضروری است موارد زیر مد نظر قرار گیرد:

- مراحل انجام کار مشخص شود.
- برهه‌های زمانی^۱ در مورد هر فعالیت مشخص گردد.
- منابع مورد نیاز مشخص شوند.
- فعالیت‌های مورد نیاز زمان‌بندی شوند.
- استانداردهای قابل اجرا شناسایی گردند.

۴-۲- سازماندهی و تخصیص منابع

در بحث سازماندهی و تخصیص منابع ضروری است تا:

- ساختار سیستم مشخص شود.
- سلسله مراتب سازمان مشخص باشد.
- قوانین سیستم و حوزه مسئولیت‌های افراد مشخص شده باشد.
- فرآیند ارتباطات و گزارش‌دهی در موارد مناسب تدوین شده باشد.

- در زمینه تأمین نیروی متخصص مورد نیاز اقدام شود. لازم به ذکر است که در تأمین نیروی انسانی سیستم، توجه به ۳ جنبه اساسی ذیل در داوطلبان ضروری است:
 - ۱- داشتن دانش لازمه انجام کار
 - ۲- داشتن تجربه اجرایی
 - ۳- داشتن انرژی و انگیزه کافی برای اجرای آن فعالیت

۳-۴- آموزش و اجرا

- در زمینه آموزش پرسنل موارد زیر می‌بایست مورد توجه قرار گیرد:
 - اطلاعات و آموزش‌های لازم در زمینه استراتژی سازمان به کارکنان داده شود.
 - آموزش‌های مهارتی به منظور بهبود کارایی به کارکنان ارائه گردد.
 - اجرایی بودن و اعتبار استراتژی مورد بررسی قرار گیرد.
 - فرآیندها، نتایج و تصمیمات اتخاذ شده مستند شوند.
 - زمینه لازم برای ارتباط بین کلیه بخش‌های مرتبط وجود داشته باشد.
 - جنبه‌های اجتماعی (نرم^۱) و فنی (سخت^۲)، به شکل همزمان مورد توجه قرار گیرد.

۴-۴- سیستم مدیریت خطر^۳

- به منظور راه‌اندازی موفق یک سیستم مدیریت ریسک، شناسایی خطرهای و عوامل و عواقب آنها از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. در این راستا سیستمی جهت ثبت و نگهداری خطرهای و ریسک‌ها مورد نیاز می‌باشد، که از آن با عنوان «سیستم مدیریت خطر» یاد می‌شود. نکات حایز اهمیت در مبحث مدیریت خطر عبارتند از:
 - ثبت و نگهداری خطرهای و عوامل و عواقب آنها
 - ثبت و نگهداری سطوح ریسک و راه‌حل‌های مؤثر
 - ارزیابی مجدد ریسک‌ها پس از بکارگیری راه‌حل‌ها
 - ثبت خطرهای جدید که ناشی از بکارگیری راه‌حل‌ها می‌باشند
 - ثبت و نگهداری مستندات مربوطه
 - فراهم نمودن امکان دسترسی کلیه افراد ذی‌نفع به اطلاعات لازم
- لازم به ذکر است «مجموعه خطرهای» که شامل با اهمیت‌ترین خطرهای سیستم و عوامل و عواقب آنهاست تا زمانی که محصول، کالا یا خدمات در حال بهره‌برداری است، نگهداری می‌شوند.

1- Soft
2- Hard
3- Hazard Management System

۴-۵- کنترل تغییرات در سیستم

اعمال تغییرات مکرر در سیستم بدون توجه به هماهنگی‌های مورد نیاز و عدم کنترل و ثبت تغییرات، پس از مدتی ناهمگونی و از دست رفتن ایمنی در سیستم را در پی خواهد داشت. به منظور اجتناب از این امر موارد زیر می‌بایست رعایت گردد:

- آگاهی افراد از مفروضات اساسی سیستم
- شناسایی عوامل ایجادکننده تغییرات در سیستم
- آگاهی از تغییرات ایجاد شده در سیستم
- ارزیابی مجدد استراتژی و مفروضات سیستم

۴-۶- بازنگری و بهبود مستمر

حفظ سطوح مطلوب و یا افزایش کارایی در هر سیستمی، به بازنگری و بهبود مستمر در کلیه فعالیت‌های آن نیاز دارد و سیستم مدیریت ریسک نیز از این امر مستثنی نیست. رعایت موارد زیر به منظور بهبود مستمر سیستم الزامی است:

- به روز کردن دانش کارکنان
- کنترل مستمر تغییرات سیستم
- بهبود و تصحیح استراتژی
- بهبود طرح مواجهه با شرایط اضطراری
- بهینه‌سازی هزینه‌ها و استفاده صحیح از منابع سازمان
- به‌کارگیری و توسعه بهترین روش‌ها^۱
- ارزیابی و بهبود صلاحیت کارکنان از نظر دانش، تجربه و انگیزه

۴-۷- دستورالعمل مواجهه با شرایط غیرمترقبه

از آنجا که کل فضای خطر هرگز قابل پیش‌بینی نیست، ضروری است تا طرح‌ها و دستورالعمل‌های لازم برای مواجهه با شرایط اضطراری پیشاپیش تهیه گردد. در این خصوص موارد زیر می‌بایست مورد توجه قرار گیرند:

- استراتژی مورد استفاده در طرح اضطراری اجرایی باشد.
- از آنجا که کلیه خطرات شناخته شده نیست، باید آمادگی لازم برای مقابله با وقایع پیش‌بینی نشده وجود داشته باشد.
- امکان استفاده از نیروهای سایر سازمان‌ها برای کنترل شرایط خطرناک وجود داشته باشد.

۴-۸- نظام ممیزی سیستم مدیریت ریسک

به منظور حصول اطمینان از صحت عملکرد سیستم و نیز جهت بازرسی و نظارت بر فعالیت‌ها، سیستم تحت ممیزی قرار می‌گیرد. در این خصوص اجرای موارد زیر ضروری است:

- مستندسازی فرآیندها
- بازرسی جهت حصول اطمینان از مطابقت وضعیت جاری با استانداردهای پذیرش
- بازرنگری و آرایه بازخورد
- انجام ممیزی از طریق بازرسان بی‌طرف به دلیل داشتن دیدگاه مستقل
- متناسب بودن سطح ممیزی با سطح ریسک، به این معنی که هرچه سطح ریسک مورد بررسی بیشتر باشد ممیزی دقیق‌تر و سخت‌گیرانه‌تری را نیاز خواهد داشت.

۵- کارنامه ایمنی^۱

اهمیت موضوع ایمنی در حمل و نقل را می توان در رابطه آن با حفظ جان انسان‌ها، به‌عنوان مهمترین رسالت دولتمردان هر کشور جستجو کرد. از آنجا که از یک سو سناریوی رویداد سوانح مختلف حتی در صورت مشابهت زیاد، تکراری نبوده و از سوی دیگر ابعاد و تبعات مالی، جانی، اجتماعی و.. در یک سانحه، خارج از حدود تصور است، ضروری به نظر می‌رسد که در راستای نیل به اهداف ایمنی در بخش هوانوردی، راهکارهای پیشگیرانه اولویت بسیار بالاتری را نسبت به دیدگاه‌های اصلاحی پس از بررسی سوانح به وقوع پیوسته، به خود اختصاص دهد. به عبارت ساده‌تر متولیان برقراری ایمنی در این صنعت می‌بایست علاوه بر رفع عیوب شناخته شده پس از سوانح، به دنبال شناسایی و رفع نواقص و عیوبی باشند که هر چند هنوز منجر به سانحه نگردیده اند اما به شکل بالقوه ظرفیت ایجاد چنین رویدادی را در خود دارند.

شکل‌گیری چنین دیدگاهی است که سبب گردیده مقوله پیشگیری از سوانح در اکثر کشورهای اروپایی نظیر انگلستان، آلمان، فرانسه و کشورهای هم‌چون استرالیا، با حساسیت بیشتری دنبال شده و استانداردهای ایمنی در این مورد تدوین گردد. اصول و قواعد اصلی این استانداردها عموماً مشابه و با هدف افزایش ایمنی سیستم‌ها است. تفاوت این استانداردها مربوط به جزئیات و سطح ریسک قابل قبول می‌باشد. هر سیستم جدید به منظور کسب مجوز قانونی برای پیاده‌سازی و اجرا، ملزم به رعایت اصول مندرج در این استانداردها می‌باشد.

کلید اقدامات انجام شده در زمینه مدیریت و کنترل ریسک، به منظور اثبات رعایت اصول استانداردهای ایمنی، در مجموعه‌ای با عنوان «کارنامه ایمنی» به مراجع رسیدگی کننده ارائه می‌شود. در حقیقت کارنامه ایمنی، ارایه کلید دلالی است که نشان‌دهنده ایمن بودن کالا یا خدمت ارایه شده، هستند. لازم به ذکر است که هر یک از این کشورها بنا بر شرایط تکنولوژیکی، سیاسی و فرهنگی خود قوانین مخصوص به خود را در این زمینه دارا می‌باشند.^۲

1- Safety Case

۲- خلاصه‌ای از استانداردها و شرایط جاری در سایر کشورها در ادامه گزارش مورد اشاره قرار گرفته است.

۶- سیستم مدیریت ریسک در کشورهای مختلف

۶-۱- سیستم مدیریت ریسک در کشور انگلستان

در سیستم مدیریت ایمنی انگلستان به منظور اطمینان از پیاده‌سازی دقیق اصول ایمنی در کلیه قسمت‌های سیستم، قوانینی تدوین شده است که بخشی از این قوانین، مربوط به ارزیابی ریسک و مستندسازی فرآیندهای مربوط به آن می‌باشد. هدف از ارزیابی ایمنی در کشور انگلستان به صورت زیر تعریف شده است:

ارزیابی ایمنی به منظور حصول اطمینان از تناسب سطح مدیریت خطر با ریسک آن خطر و اهداف ایمنی انجام می‌گردد.

مطالب ارائه شده در ادامه این بخش با مطالعه و بررسی مستندات از جمله CAP728 و CAP729 تهیه شده و دیدگاه موجود در صنعت هوایی کشور انگلستان نسبت به ارزیابی و مدیریت ریسک را به تصویر می‌کشد.

فرآیند مدیریت ریسک

فرآیند کلی مدیریت ریسک در ۵ مرحله قابل بیان است:

× شناسایی خطرهای ممکن

مهمترین گام در مدیریت ریسک شناسایی دقیق خطرهای پراهمیت سیستم است. جهت شناخت دقیق خطرها دو تکنیک اصلی اشاره شده در زیر مورد استفاده قرار می‌گیرند:

- چک‌لیست

با استفاده از چک‌لیست، تجربیات و اطلاعات موجود در زمینه سوانح، حوادث یا سیستم‌های مشابه مرور و بررسی می‌شود. همچنین نواحی خطر خیز که دارای پتانسیل ایجاد خطر بوده و نیازمند بررسی بیشتری هستند، شناسایی می‌گردند.

- بازنگری گروهی^۱

در این شیوه با برگزاری جلسات طوفان ذهنی^۲ یا بازبینی چک‌لیست‌ها به صورت گروهی، خطرهای سیستم شناسایی می‌گردند. اعضای گروه می‌بایست از دانش و تجربه لازم در ارتباط با امور ایمنی و ریسک برخوردار باشند.

× ارزیابی وخامت عواقب خطرهای شناسایی شده

پیامدهای هر یک از خطرهای شناسایی شده در مرحله قبل، جهت بررسی اثر آن بر ایمنی هوایی ارزیابی می‌شود. خسارات احتمالی ناشی از وقوع هر خطر برآورد می‌شود تا زمینه اندازه‌گیری ریسک فراهم گردد.

1- Group Review

2- Brain Storming

× محاسبه یا تخمین احتمال وقوع سوانح و حوادث

تعریف احتمال وقوع سوانح یا حوادث هم به صورت کمی و هم به شکل کیفی امکان پذیر است. در مواردی که ریسک بسیار بالا بوده و پتانسیل ایجاد فاجعه وجود داشته باشد، روش های عددی مورد استفاده قرار می گیرند درحالی که در سطوح ریسک پایین تر روش های کیفی نتایج قابل قبولی ارایه می دهند. جدول زیر نمونه ای از ارتباط بین احتمال کمی و کیفی را نشان می دهد:

جدول ۴ - تعریف احتمال وقوع

بسیار غیرمحمول	بسیار بعید	بعید	محمول	زیاد (به کرات)	طبقه بندی احتمال وقوع
در واقع هرگز در طول عمر ناوگان اتفاق نمی افتد	غیر محتمل است که در مجموعه چندین سیستم مشابه رخ دهد اما به هر حال به عنوان یک احتمال بسیار بعید باید در نظر گرفته شود	غیر محتمل است که در طی کل زمان عملیاتی هر سیستم رخ دهد اما ممکن است در مجموعه چند سیستم مشابه، چندین بار رخ دهد	ممکن است یکبار یا چندین بار در طی زمان عملیاتی رخ دهد	ممکن است یکبار در کل زمان عملیاتی هر سیستم واحد رخ دهد	تعریف کیفی
در هر ساعت پرواز 10^{-9}	در هر ساعت پرواز 10^{-7} تا 10^{-9}	در هر ساعت پرواز 10^{-5} تا 10^{-7}	در هر ساعت پرواز 10^{-3} تا 10^{-5}	۱ تا 10^3 در هر ساعت پرواز	تعریف کمی

× تعیین وضعیت ریسک

پس از شناسایی شدت خطر و تخمین احتمال وقوع آن، با توجه به قوانین پذیرش ریسک سه حالت وجود دارد:

- ریسک در محدوده قابل قبول^۱ قرار گیرد.
- ریسک در محدوده قابل تحمل^۲ قرار گیرد.
- ریسک در محدوده غیر قابل قبول^۳ قرار گیرد.

قرار گرفتن ریسک در هر یک از محدوده های یاد شده نحوه برخورد با آن را در مراحل آتی مشخص خواهد ساخت.

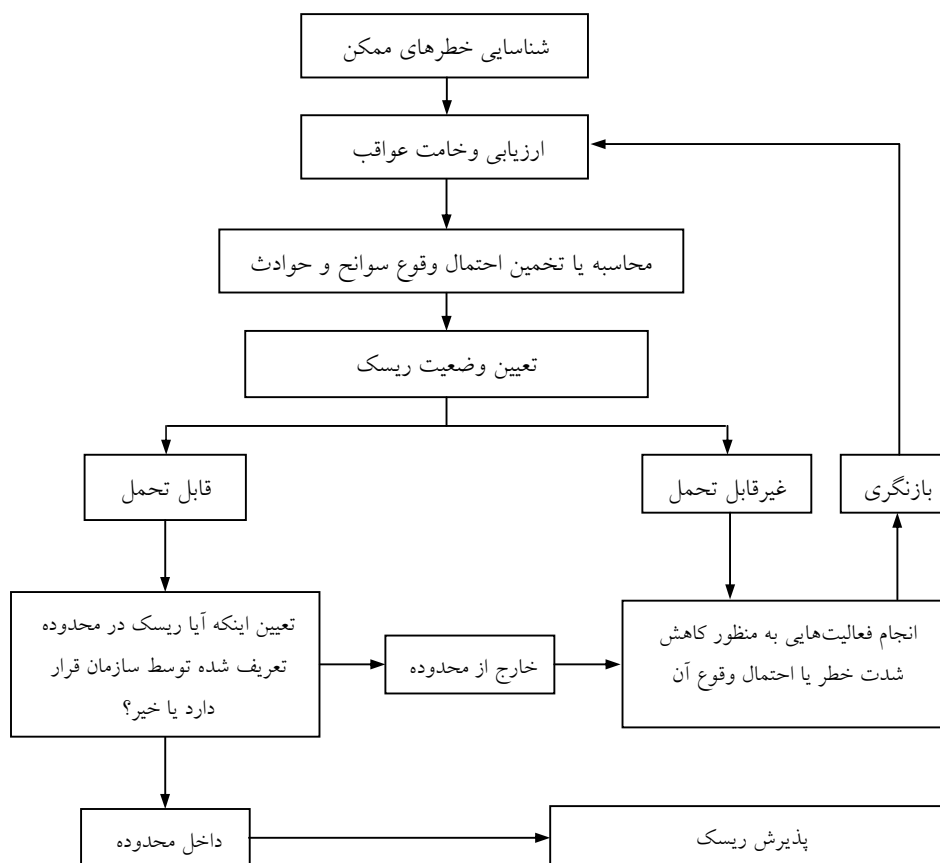
جدول ۵ - نمونه ماتریس تحمل پذیری

احتمال وقوع					شدت وقوع
بسیار غیرمحمول	بسیار بعید	بعید	محمول	زیاد (به کرات)	
بازنگری	غیر قابل قبول	غیر قابل قبول	غیر قابل قبول	غیر قابل قبول	فاجعه
بازنگری	بازنگری	غیر قابل قبول	غیر قابل قبول	غیر قابل قبول	خطرناک
قابل قبول	بازنگری	بازنگری	بازنگری	بازنگری	عمده
قابل قبول	قابل قبول	قابل قبول	قابل قبول	بازنگری	جزئی

1- Acceptable
2- Tolerable
3- Unacceptable

× تعیین نحوه برخورد با ریسک بر اساس وضعیت آن

در صورتی که ریسک در محدوده قابل قبول قرار داشته باشد، پذیرفته می‌شود، در عین حال تلاش برای کم کردن ریسک تا پایین‌ترین حد منطقی قابل قبول با در نظر گرفتن هزینه‌ها، همچنان ادامه خواهد داشت. چنانچه ریسک در محدوده قابل تحمل قرار گیرد، در صورتی که منافع سیستم بیشتر از ریسک ایجاد شده باشد، ریسک پذیرفته می‌شود. در این محدوده لازم است ریسک کنترل گردد و تا حدی که هزینه‌ها اجازه دهد، کاهش داده شود. در نهایت اگر ریسک در محدوده غیرقابل قبول قرار گیرد، پذیرفته نمی‌شود. عدم پذیرش ریسک به آن معناست که باید شرایطی که مسبب ایجاد چنین ریسکی شده، به شکل کلی حذف گردد. توالی فعالیت‌ها و روند کار در نمودار ذیل نشان داده شده است:



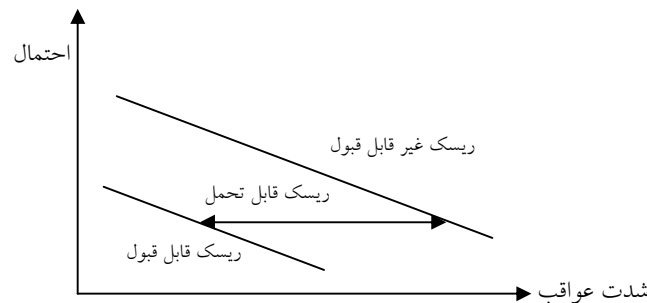
شکل ۳- نمودار توالی فعالیتها در ارزیابی ریسک

قانون پذیرش ریسک^۱ (ALARP)

ALARP مجموعه قوانین پذیرش ریسک در کشور انگلستان می‌باشد. این اصل بر اساس حذف یا کاهش ریسک سیستم‌ها تا حدی که عملی و از لحاظ هزینه‌ای معقول باشد بنا نهاده شده است. مطابق اصل ALARP لازم است میزان ریسک در هر سیستم تا حدی که از لحاظ هزینه‌ای منطقی باشد کاهش یابد. بر اساس این اصل سه محدوده برای ریسک سیستم‌ها تعریف می‌گردد.

- **ریسک قابل قبول:** ریسک‌هایی که در زندگی روزمره و عادی وجود دارد و قابل چشم‌پوشی است. بنابراین اصل ALARP در مورد این دسته از ریسک‌ها نیز در صورت امکان و توجیه‌پذیری اقتصادی، سیاست‌های کاهش ریسک اعمال می‌گردد تا ریسک به کمترین حد عملی ممکن برسد.
- **ریسک قابل تحمل:** این دسته از ریسک‌ها به این دلیل که از لحاظ هزینه‌ای کاهش بیشتر آنها مقرون به صرفه نیست و همچنین دارای منفعت بیشتری در مقایسه با ریسک حاصله هستند، در صورتی که از ابزارهای کنترل ریسک، مانند برچسب‌های هشداردهنده استفاده گردد، مورد پذیرش قرار می‌گیرند.
- **ریسک غیر قابل قبول:** این ریسک‌ها تنها در موارد خاص از قبیل آتش‌نشانی و نجات غریق پذیرفته می‌شوند. در سایر موارد به دلیل اهمیت مبحث ایمنی و جان انسان‌ها، سیستم‌های با این سطح ریسک به هیچ عنوان مجوز بهره‌برداری دریافت نمی‌کنند، مگر اینکه ریسک خود را تا حد قابل قبولی کاهش دهند.

نمودار زیر نشان‌دهنده اصل ALARP و محدوده ریسک‌های طبقه‌بندی شده بر اساس این اصل می‌باشد.

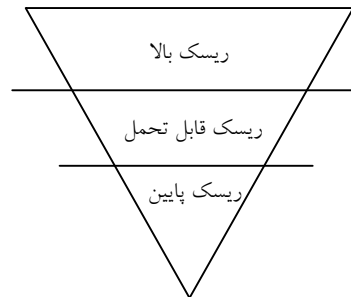


شکل ۴- اصل ALARP

همانطور که در نمودار دیده می‌شود آن دسته از ریسک‌ها که احتمال وقوع آنها بالا بوده و نیز عواقب وخیمی به دنبال دارند، غیر قابل قبول می‌باشند، در صورتی که ریسک‌هایی با احتمال وقوع کم و عواقب ناچیز پذیرفته می‌شوند چراکه سیستم فاقد هر گونه ریسک وجود ندارد. آن دسته از ریسک‌ها که به دلیل عدم توجیه اقتصادی، کاهش بیشتر آنها مقرون به صرفه نیست در محدوده ریسک‌های قابل تحمل قرار می‌گیرند.

1- As Low As Reasonable Practicable

شکل زیر به مثلث ALARP معروف بوده و نشان‌دهنده سه سطح ریسک مورد اشاره در فوق می‌باشد.



شکل ۵- مثلث ALARP

محدوده بین ریسک‌های بالا و پایین که در مثلث ALARP نشان داده شده است، شامل ریسک‌هایی می‌باشد که نه آن‌چنان پایین هستند که مورد پذیرش قرار گیرند و نه آن‌چنان بالا که غیرقابل قبول باشند. معمولاً در این محدوده تحلیل ریسک و بررسی توجیهی طرح صورت می‌گیرد و در صورتی که منفعت طرح بیش از ریسک حاصل از اجرای آن باشد و کاهش بیشتر ریسک از نظر اقتصادی به‌صرفه نباشد، طرح مورد پذیرش قرار خواهد گرفت.

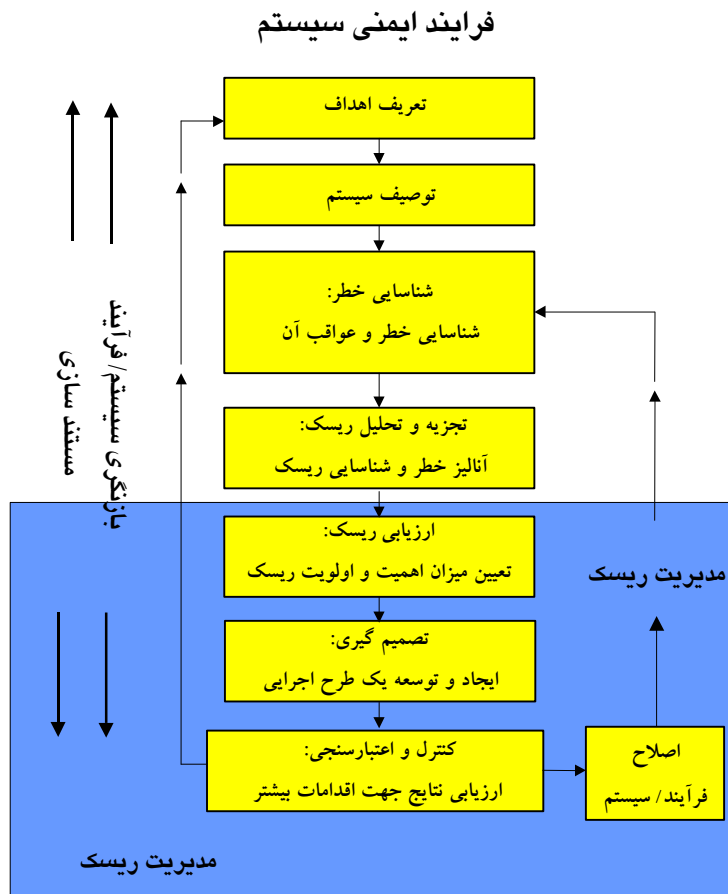
مرجع رسمی رسیدگی‌کننده به امور ایمنی و صدور مجوز بهره‌برداری در کشور انگلستان سازمان HSE^۱ می‌باشد. به منظور دریافت مجوز بهره‌برداری هر سیستم، لازم است تا دلایل و مدارک ایمن بودن سیستم در محدوده‌های تعریف شده قانونی، در قالب یک کارنامه ایمنی^۲ به سازمان HSE ارائه گردد. در صورتی که سیستم بنابر اصل ALARP، ایمن ارزیابی گردد، مجوز بهره‌برداری برای آن صادر می‌شود.

۲-۶- سیستم مدیریت ریسک در ایالات متحده آمریکا

بررسی و مطالعه ساختار حمل و نقل هوایی در کشور آمریکا حاکی از آن است که، مدیریت ایمنی در این کشور بر اساس مدیریت ریسک بنا نهاده شده است و در حقیقت مدیریت ریسک، محور فعالیت‌های بهبود ایمنی می‌باشد. تعاریف، مفاهیم و فرآیند مدیریت ریسک صنعت هوانوردی آمریکا از بعد ایمنی در هندبوک ایمنی سیستم^۳ FAA تشریح گردیده است و مطالبی که در ادامه این بخش از گزارش آمده است از این هندبوک استخراج گردیده است. اصول و قواعد ایمنی سیستم به صورت کاربرد مهارت‌های مدیریتی و فنی در شناسایی سیستماتیک و کنترل خطرها تعریف شده است. هدف اولیه ایمنی، جلوگیری از وقوع سانحه بوده و این هدف تنها با شناسایی به موقع خطرها و حذف یا کنترل آنها امکان‌پذیر است. در واقع در کشور آمریکا نگرشی فوق‌فعال^۴ (پیش‌گیرانه) نسبت به مسایل ایمنی وجود دارد. مطابق مستندات ارائه شده دو مفهوم «خطر» و «ریسک» به شکل زیر تعریف شده‌اند.

1- Health & Safety Executive
2- Safety Case
3- FAA System Safety Handbook
4- Proactive

خطر: شرایط، پیشامد یا حادثه‌ای که می‌تواند منجر به رخداد غیرمنتظره و نامطلوب گردد، خطر نامیده می‌شود.
ریسک: ترکیبی از شدت بروز رخداد غیرمنتظره حاصل از خطر و احتمال آن را ریسک گویند.
 در خلال فرآیند ایمن‌سازی سیستم‌ها، خطرهای شناسایی شده و ریسک‌ها تحلیل، ارزیابی و اولویت‌بندی می‌شوند و در نهایت نتایج به منظور اتخاذ تصمیم مناسب مستند می‌گردند. مراحل ایمن‌سازی سیستم به صورت شماتیک در شکل زیر نشان داده شده است^۱. شایان ذکر است که این فرآیند انعطاف‌پذیر بوده و مطابق با شرایط قابل تغییر است.



شکل ۶- فرآیند ایمنی سیستم

رویکرد سیستماتیک جهت بهبود فرآیند، نیازمند جستجوی فرصت‌ها جهت بهبود فرآیند در هر مرحله با نگرش فوق‌فعال بوده و بدین منظور نباید تنها به شناسایی ناکارآمدی‌ها بعد از وقوع رخداد‌های ناخواسته اکتفا نمود.

۱- این فرآیند مطابق با Safety Risk Management Order, 8040.4 می‌باشد.

مدیریت ریسک فرآیندی است که با استفاده از مجموع نتایج ارزیابی ریسک و مسایل فنی، اقتصادی، اجتماعی و سیاسی، مکانیزمی جهت تصمیم‌گیری در مورد نیاز به کاهش ریسک یا روش‌های کاهش ریسک فراهم می‌نماید. در ادامه هر یک از گام‌های فرآیند ایمن‌سازی سیستم به طور مختصر تشریح می‌گردد.

۱- تعریف اهداف

اولین قدم در فرآیند ایمنی سیستمها تعریف اهداف می‌باشد. اهداف غالباً در طرح تجاری^۱ و مشخصه‌های عملیاتی مستند می‌گردند.

۲- توصیف سیستم

تشریح ارتباطات بین افراد، رویه‌ها، ابزارها، مواد، تجهیزات، تسهیلات، نرم‌افزارها، محیط و داده‌ها در این مرحله انجام می‌گیرد.

۳- شناسایی خطر و عواقب آن

خطرهای گوناگون ناشی از منابع داخلی یا خارجی سیستم شناسایی شده و در لیست خطرهای اولیه^۲ ثبت می‌گردند. سپس این خطرها بر اساس معیارهای مشخص طبقه‌بندی می‌شوند. همچنین قبل از تجزیه و تحلیل ریسک، نتایج و عواقب هر خطر با توجه به سناریوی آن مشخص می‌گردد. سناریوی خطر در اصل جوابگوی مواردی مانند: چه کسی، چه زمانی، کجا، چگونه و چرا در مورد خطر می‌باشد.

۴- تجزیه و تحلیل ریسک (آنالیز خطر و شناسایی ریسک)

در فرآیند آنالیز ریسک، خطرها از لحاظ احتمال وقوع و شدت عواقب دسته‌بندی می‌گردند. تجزیه و تحلیل ریسک با توجه به خطر مشخص می‌نماید که چه واقعه‌ای در چه زمانی می‌تواند رخ دهد. این تجزیه و تحلیل می‌تواند به صورت کیفی یا کمی انجام شود. در صورتی که به دلیل عدم وجود داده‌های کافی در مورد یک خطر خاص، امکان تجزیه و تحلیل کمی وجود نداشته باشد از روشهای کیفی استفاده می‌شود. در آنالیز کیفی ریسک از ماتریس احتمال وقوع- شدت عواقب با مقادیر کیفی استفاده می‌گردد. نمونه‌ای از این ماتریس و تعاریف بخش‌های آن در انتهای این قسمت آمده است.

۵- ارزیابی ریسک (تعیین میزان اهمیت و اولویت ریسک)

در این مرحله ریسک‌های شناسایی شده در فرآیند تجزیه و تحلیل ریسک با توجه به معیارهای پذیرش، سنجیده شده و پس از دسته‌بندی به منظور تصمیم‌گیری نهایی مورد استفاده قرار می‌گیرند.

1- Business Plan

2- Preliminary Hazard List (PHL)

۶- تصمیم‌گیری (ایجاد و توسعه یک طرح اجرایی)

این مرحله با توجه به لیست رتبه‌بندی شده خطرها و با شروع از مهمترین ریسک‌ها آغاز می‌گردد. برای هر ریسک چهار گزینه وجود دارد که عبارتند از: انتقال^۱ ریسک، حذف^۲ ریسک، کاهش^۳ ریسک یا پذیرش^۴ ریسک.

به طور کلی، به منظور بهبود ایمنی سیستم فعالیت‌های زیر در فرآیند طراحی انجام می‌شود:

۱- طراحی به منظور داشتن حداقل ریسک

۲- استفاده همزمان از ابزارهای مختلف ایمنی

۳- فراهم کردن ابزارهای هشداردهنده

۴- ایجاد و توسعه دستورالعمل‌ها و آموزش

۷- کنترل و اعتبارسنجی (ارزیابی نتایج جهت اقدامات بیشتر)

در این مرحله اعتبار فعالیت‌های انجام شده از دو جنبه بررسی می‌گردد:

۱- نتایج تحلیل‌های انجام شده بر روی اثربخشی اقدامات صورت گرفته،

۲- وضعیت فعلی هر یک از ریسک‌های اولویت‌بندی شده.

ریسک باقی‌مانده ممکن است قابل پذیرش، غیر قابل پذیرش یا نامعین باشد. در صورتی که ریسک باقی‌مانده قابل پذیرش باشد، ضروری است مستندسازی به منظور انعکاس اصلاح سیستم انجام شده و دلایل پذیرش ریسک باقی‌مانده مشخص گردد. در صورتی که ریسک غیر قابل قبول باشد، یک اقدام جایگزین یا اصلاح در فرآیند یا سیستم مورد نیاز است.

جدول ۶- ماتریس ارزیابی کیفی ریسک

ماتریس ارزیابی ریسک				
احتمال وقوع	شدت عواقب			
	فاجعه	بحرانی	متوسط	جزئی
مکرر	زیاد	بحرانی	متوسط	جزئی
محتمل	زیاد	جدی	متعادل	جزئی
گاهی	متوسط	متعادل	متعادل	کم
غیر محتمل	متوسط	متعادل	متعادل	کم
بعید	متعادل	متعادل	متعادل	کم

1- Transfer

در صورت تغییر فرآیند به منظور کاهش ریسک، این احتمال وجود دارد که قسمتی از ریسک آن به یک فرآیند دیگر منتقل گردد.

2- Eliminate

3- Mitigate

4- Accept

۸- اصلاح فرآیند / سیستم

در صورتی که وضعیت ریسک تغییر کند یا اقدامات انجام شده نتیجه مورد نظر را در بر نداشته باشد، ضروری است دلایل آن مشخص شود. تشخیص نادرست خطر یا ضرورت اصلاح سیستم یا فرآیندها از جمله این دلایل هستند. گام بعدی در هر دو حالت، برگشت دوباره به مرحله شناسایی خطرها است. نمونه‌ای از ماتریس ارزیابی کیفی ریسک و تعاریف بخش‌های آن در ادامه دیده می‌شود.

جدول ۷- تعریف شدت عواقب

تعریف شدت عواقب	
مرگ یا از بین رفتن سیستم	فاجعه
جراحات عمده و خسارت کلی به سیستم	بحرانی
جراحی جزئی یا خسارت جزئی به سیستم	متوسط
جراحی بسیار جزئی یا خسارت خیلی کم به سیستم	جزئی

جدول ۸- تعریف احتمال وقوع

تعریف احتمال وقوع		
مکرر	جزء سیستم	اغلب اوقات اتفاق می‌افتد
	کل سیستم	به طور پیوسته اتفاق می‌افتد
محتمل	جزء سیستم	چندین بار اتفاق می‌افتد
	کل سیستم	اغلب اتفاق می‌افتد
گاهی	جزء سیستم	برخی اوقات اتفاق می‌افتد
	کل سیستم	چندین بار اتفاق می‌افتد
غیر محتمل	جزء سیستم	معمولاً اتفاق نمی‌افتد ولی احتمال بروز آن وجود دارد
	کل سیستم	غیر محتمل ولی به طور معقول امکان وقوع آن وجود دارد
بعید	جزء سیستم	کاملاً غیر محتمل، می‌توان فرض کرد که اتفاق نمی‌افتد
	کل سیستم	احتمال بسیار کم اما وقوع آن ممکن است

۳-۶- سیستم مدیریت ریسک در کشور استرالیا

ارزیابی و مدیریت ریسک در کشور استرالیا به عنوان یکی از زیرمجموعه‌های اصلی سیستم مدیریت ایمنی شناخته شده است. هدف از شناسایی مخاطرات و ارزیابی ریسک، اتخاذ رویکردی اثربخش جهت کاهش و یا حذف

ریسک‌های نامعقول می‌باشد. در ادامه، مفاهیم، تعاریف و فرآیند مدیریت ریسک مطابق با مستندات ارائه شده از سوی استرالیا در این زمینه، بیان گردیده است.

ریسک، شانس منجر شدن یک مخاطره به حادثه یا سانحه است. در واقع ریسک، ترکیبی از احتمال وقوع رویدادها و شدت و وخامت عواقب وقوع آنهاست.

مدیریت ریسک، یک ابزار تصمیم‌گیری است که عملکرد ایمنی را به صورت پیوسته بهبود می‌بخشد. در استرالیا ریسک در سه سطح تقسیم‌بندی شده است: برخی از ریسک‌ها در سطح قابل قبول قرار دارند، درحالی‌که بعضی از آنها قابل حذف بوده و می‌بایست در مورد حذف آنها اقدام نمود و دسته سوم ریسک‌ها باید تا سطح ریسک قابل قبول، کاهش یابند.

فرآیند مدیریت ریسک

فرآیند مدیریت ریسک از ترتیب منطقی زیر پیروی می‌کند:

۱- شناسایی مخاطرات

در ابتدا ضروری است پروژه‌ای که لازم است فرآیند مدیریت ریسک روی آن انجام شود، کاملاً واضح تعریف شده و جزئیات آن شامل حوزه و محدوده مورد بررسی، اجزای درگیر در سیستم، الزامات، نیازمندی‌های مشتری، موضوعات فنی و مالی مشخص شود. پس از انجام این فعالیت‌ها، شناسایی مخاطرات در حوزه تعریف شده انجام می‌شود.

راه‌های زیادی برای شناسایی مخاطرات وجود دارد که برخی از آنها عبارتند از:

- چک لیست
- قضاوت برپایه تجربیات قبلی
- سوابق موجود و تحلیل روند آنها
- جلسات طوفان ذهنی با کارکنان و مراجعین
- فلوچارت‌ها
- تحلیل سیستم، این روش چگونگی عملکرد اجزای سیستم را در کنار یکدیگر ارزیابی می‌کند.
- تحلیل سناریو، این روش سناریوی احتمالی وقوع مخاطرات و خطاها را حدس زده و تعیین می‌نماید.

۲- تجزیه و تحلیل ریسک

فرآیندی است که احتمال و عواقب وقوع هر خطر را برآورد کرده و اطمینان حاصل می‌کند که جزئیات و فاکتورهای اثرگذار بر ریسک مورد شناسایی قرار گرفته و اولویت آن مشخص گردیده است. لیست اولویت‌بندی شده ریسک‌ها جهت تخصیص منابع به مواردی که بیشترین تهدید را دارند بسیار مفید خواهد بود.

در تجزیه و تحلیل ریسک باید موارد زیر مشخص شود:

- احتمال وقوع مخاطره
- عواقب و نتایج وقوع مخاطره

هر ریسک که عواقب وخیمی در پی داشته و احتمال وقوع آن نیز متوسط یا زیاد باشد، اولویت بالاتری خواهد داشت.

۳- ارزیابی ریسک

بعد از شناسایی مخاطره و تعیین تقریبی اولویت آن، سطح ریسک ارزیابی می‌شود. خط‌مشی ایمنی چگونگی تعیین سطح و اقدامات مربوط به هر سطح را تعریف می‌کند. به عنوان مثال یکی از الگوهای ممکن تقسیم‌بندی ریسک در سه سطح پایین، متوسط و بالا است.

ارزیابی ریسک‌ها از طرق زیر امکان‌پذیر است:

- بحث گروهی با مسئولان و کارشناسان مرتبط
- تحقیق و بررسی توسط مدیر ایمنی
- اطلاعات سایر منابع از قبیل کارکنان، مشاوران، سازندگان و ...

۴- اجرای اقدامات پیشگیرانه

هر یک از مخاطرات شناسایی شده، باید به وسیله اقدامات مناسبی کنترل شوند. این اقدامات پیشگیرانه باید منجر به یکی از موارد زیر گردد:

- حذف ریسک
 - کاهش سطح ریسک (کاهش احتمال وقوع یا شدت نتایج)
 - اجتناب از ریسک
- به منظور اجرای اثربخش اقدامات تعریف شده باید:
- نیروی انسانی و کارکنان از این اقدامات آگاه باشند.
 - آموزش‌های لازم مربوط به اجرای این اقدامات داده شود.
 - ابزار و تجهیزات مورد نیاز فراهم باشد.
 - کارکنان، صلاحیت و اجازه استفاده از این اقدامات را در مواقع ضروری دارا باشند.

۵- پایش و بازنگری اقدامات

مدیریت ریسک باید اطمینان حاصل نماید که مخاطرات به شکل اثربخشی کنترل شده و اقدامات ایمنی و پیشگیرانه، مخاطرات جدیدی را ایجاد نمی‌نمایند.

جدول ۹- مقادیر کیفی عواقب

سطح	توصیف‌گر	توضیحات
۱	ناچیز	بدون جراحت، خسارت مالی کم
۲	جزئی	نیازمند به کمک‌های اولیه، شامل اقدام فوری در محل، خسارت مالی متوسط
۳	متوسط	نیازمند درمان پزشکی، کنترل و اقدام مؤثر جهت رفع بحران در محل با پشتیبانی سایر نهادهای خارجی، خسارت مالی زیاد
۴	مهم	جراحات شدید، خسارت شدید به تجهیزات، کنترل و اقدام توسط نهادهای خارجی، خسارات عمده مالی
۵	فاجعه‌آمیز	مرگ، کنترل و اقدام توسط نهادهای خارجی، از دست رفتن اعتبار، خسارات مالی بسیار عظیم

جدول ۱۰- مقادیر کیفی احتمال وقوع ریسک

سطح	توصیف‌گر	توضیحات
A	قطعی	انتظار می‌رود در اکثر رویدادها اتفاق بیفتد
B	محتمل	احتمالا در برخی مواقع اتفاق خواهد افتاد
C	ممکن	ممکن است برخی مواقع رخ دهد
D	غیرمحتمل	برخی مواقع می‌تواند رخ دهد
E	نادر	ممکن است فقط در رویدادهای استثنایی رخ دهد

جدول ۱۱- ماتریس احتمال وقوع- عواقب (مطابق استانداردهای استرالیا و نیوزلند)^۱

احتمال وقوع	عواقب				
	ناچیز	جزئی	متوسط	مهم	فاجعه‌آمیز
	۱	۲	۳	۴	۵
A (قطعی)	H	H	E	E	E
B (محتمل)	M	H	H	E	E
C (ممکن)	L	M	H	E	E
D (غیرمحتمل)	L	L	M	H	E
E (نادر)	L	L	M	H	H

E: ریسک بسیار زیاد^۲، اقدام فوری مورد نیاز است.

H: ریسک بالا^۳، مسؤولیت مدیریت ارشد باید به طور صریح مشخص شود.

M: ریسک متوسط^۴، مسؤولیت مدیریت باید به طور صریح مشخص شود.

L: ریسک پایین^۵، توسط رویه‌های جاری مدیریت می‌شود.

1- AS/NZS 4360 Risk Management. Australia: Standards Australia.

2- Extreme risk

3- High risk

4- Moderate risk

5- Low risk

۷- مراجع

FAA:

System Safety Process Steps

<http://www.asy.faa.gov/Risk/SSProcess/SSProcess.htm>

FAA System Safety Handbook, Chapter 7: Integrated System Hazard Analysis

December 30, 2000

http://www.asy.faa.gov/RISK/SSHandbook/Chap1200_7.pdf

FAA System Safety Handbook, Chapter 8: Safety Analysis/Hazard Analysis Tasks

December 30, 2000

http://www.asy.faa.gov/RISK/SSHandbook/Chap1200_8.pdf

United Kingdom:

CAP 728- The Management of Safety- Guidance to Aerodromes and Air Traffic Service Units on the Development of Safety Management Systems

<http://www.caa.co.uk/docs/33/CAP728.pdf>

CAP 729- Guidance on Aerodrome Development Procedures

<http://www.caa.co.uk/docs/33/CAP729.pdf>

کارگاه آموزشی سیستم مدیریت ایمنی،

با همکاری انجمن ایمنی سیستم‌های اروپا^۱ (ESSS) و کمیته ایمنی وزارت راه و ترابری

Australia:

SMS - Getting started,

<http://www.casa.gov.au/avreg/business/download/sms2.pdf>

۱- انجمن ایمنی سیستم‌های اروپا (European Systems Safety Society) از سال ۱۹۹۹ میلادی با هدف گسترش و اشاعه بکارگیری بهترین روشها در مسایل ایمنی سیستمهای کشورهای اروپایی، حمایت و پشتیبانی آموزشی در زمینه ایمنی و حمایت مالی از تحقیقات مربوط به ایمنی، تاسیس گردیده است.

فهرست انتشارات

عنوان کتاب	سال انتشار	قیمت (ریال)
<i>الف) پروژه‌های تحقیقاتی</i>		
1. کاربرد آب و مصالح محلی چابهار برای ساخت بلوکهای ساختمانی	بهار ۸۳	۱۱/۰۰۰
2. شیوه‌های طراحی و کاربرد حفاظها و ضربه‌گیرهای ایمنی در راهها	بهار ۸۳	۱۳/۰۰۰
3. ضوابط طراحی و اجرای روسازی راه آهن بدون بالاست	بهار ۸۳	۱۴/۰۰۰
4. بررسی و مقایسه فنی و اقتصادی رویه‌های بتنی و آسفالتی	بهار ۸۳	۲۷/۰۰۰
5. بررسی مسائل کمی و کیفی مصرف قیر در راههای کشور	زمستان ۸۳	۱۶/۰۰۰
6. ضوابط طراحی و اجرای آسفالت ماستیک	بهار ۸۴	۱۱/۰۰۰
7. راهنمای طراحی و ایمن‌سازی پایه علائم راه	بهار ۸۴	۱۱/۰۰۰
8. بررسی عوامل مؤثر در ارزیابی و توجیه فنی و اقتصادی، اجتماعی و زیست محیطی پروژه‌های راه و راه‌آهن	تابستان ۸۴	۲۴/۰۰۰
9. راهنمای طراحی و اجرای سیستم زهکشی آبهای سطحی و زیرسطحی راه، راه‌آهن و فرودگاه (و نقشه‌های اجرایی)	تابستان ۸۴	۱۰/۰۰۰
10. روش‌های جدید طرح مخلوط‌های آسفالتی بر اساس عملکرد و پیشنهاد روش مناسب برای کشور	تابستان ۸۴	۱۳/۰۰۰
11. راهنمای تثبیت لایه‌های خاکریز و روسازی راهها	تابستان ۸۴	۱۸/۰۰۰
12. تسلیح خاکریز و بستر راهها با استفاده از ژئوگرید	تابستان ۸۴	۱۴/۰۰۰
13. سیستم‌های هوشمند حمل و نقل ریلی	پاییز ۸۴	۲۰/۰۰۰
14. ظرفیت باربری محوری شمعهها	زمستان ۸۴	۱۷/۰۰۰
15. راهنمای تهیه مشخصات فنی، جزئیات و نقشه‌ها در پل و سازه‌های راه	زمستان ۸۴	۲۶/۰۰۰
16. آیین نامه نحوه بارگیری، حمل و مهار ایمن بار وسایل نقلیه باربری جاده‌ای	زمستان ۸۴	۵۰/۰۰۰
17. تثبیت شیب شیروانی خاکریزها و خاکبرداری‌ها	بهار ۸۵	۱۴/۰۰۰
18. روشهای نوین تعیین مشخصات و ارزیابی روسازی راه	بهار ۸۵	۱۰/۰۰۰
19. روشهای بازیافت سرد و گرم آسفالت و امکان‌سنجی اقتصادی آن در ایران	بهار ۸۵	۱۵/۰۰۰
۲۰. بررسی و ارائه روش‌های ساماندهی اخذ عوارض در آزادراههای کشور	بهار ۸۵	۲۲/۰۰۰
۲۱. معیارهای طرح مخلوط‌های آسفالتی برای مناطق گرمسیر، سردسیر و شیبهای تند جاده‌ها	بهار ۸۵	۲۰/۰۰۰
۲۲. کاربرد پلیمر در بهبود خواص قیرها و مخلوط‌های آسفالتی	تابستان ۸۵	۱۵/۰۰۰

ب) گزارش‌های تخصصی

۱۰/۰۰۰	۸۲	تابستان	۱. ممیزی ایمنی راه
۱۰/۰۰۰	۸۲	پاییز	۲. پیشنهاداتی برای آزمایش ژئوتکستایلیها
۱۰/۰۰۰	۸۲	پاییز	۳. راهنماییهای سودمند برای طراحی و ساخت خاکریزهای راه
۱۰/۰۰۰			۴. روشها و شرایط لازم برای عملیات خاکی به منظور کاهش اثرات زیست محیطی پروژه‌های راه
	۸۲	پاییز	
۱۰/۰۰۰	۸۲	پاییز	۵. آلودگی ناشی از دی اکسید نیتروژن در تونلهای راه
۱۰/۰۰۰	۸۳	بهار	۶. ایمنی در تونلها
۱۰/۰۰۰	۸۳	بهار	۷. مدیریت ترافیک و کیفیت سرویس
۱۰/۰۰۰	۸۳	بهار	۸. بهینه سازی شبکه‌های موجود بین شهری
۱۰/۰۰۰	۸۳	بهار	۹. بیست و دومین همایش جهانی راه پیارک
۱۰/۰۰۰	۸۳	بهار	۱۰. یارانه‌ها هزینه‌ها و منافع اجتماعی حمل‌ونقل عمومی
۱۰/۰۰۰	۸۳	بهار	۱۱. برنامه‌ریزی و بودجه در شبکه راهها
۱۰/۰۰۰	۸۳	بهار	۱۲. روشهای مشارکت همگانی در توسعه پروژه راه
۱۱/۰۰۰	۸۳	بهار	۱۳. قیمت‌های بین‌المللی سوخت (بنزین و گازوییل)
۱۱/۰۰۰	۸۳	بهار	۱۴. سیاست حمل‌ونقل اروپایی تا سال ۲۰۱۰
۱۰/۰۰۰	۸۳	بهار	۱۵. مبانی تحلیل اقتصادی
۱۰/۰۰۰	۸۳	بهار	۱۶. گزارش سالانه ژوئیه ۲۰۰۳ GRSP
۱۰/۰۰۰	۸۳	بهار	۱۷. راهنمای ممیزی ایمنی راه
۱۰/۰۰۰	۸۳	تابستان	۱۸. راهنمای فیلم‌های IRF
			۱۹. انتخاب مصالح و طراحی روسازی‌های انعطاف‌پذیر برای آمدو شد و شرایط آب‌وهوایی سخت
۱۶/۰۰۰	۸۳	تابستان	
۱۰/۰۰۰	۸۳	تابستان	۲۰. راههای دسترسی به مناطق برون شهری
۱۱/۰۰۰	۸۳	تابستان	۲۱. روشهای ساده نگهداری راه
۱۰/۰۰۰	۸۳	تابستان	۲۲. تجهیزات اتوماتیک بررسی ترک خوردگی روسازی راه
۱۰/۰۰۰	۸۳	پاییز	۲۳. ارتقاء و بهبود عملکرد داخلی راهها
۱۰/۰۰۰	۸۳	پاییز	۲۴. تأمین مالی و ارزیابی اقتصادی
۱۰/۰۰۰	۸۳	پاییز	۲۵. بهبود تأمین منابع مالی و مدیریت نگهداری راه
۱۰/۰۰۰	۸۳	پاییز	۲۶. بازیافت روسازی‌های انعطاف‌پذیر موجود
۱۰/۰۰۰	۸۳	پاییز	۲۷. حمل‌ونقل هوشمند
۱۰/۰۰۰	۸۳	پاییز	۲۸. محیط زیست و پروژه‌های راهسازی

۱۰/۰۰۰	۸۳	پاییز	۲۹. تقسیم مسؤولیت برای داشتن جاده‌های ایمن تر
۱۰/۰۰۰	۸۳	زمستان	۳۰. فرآیند تصمیم‌گیری در اعمال سیاست‌های پایدار حمل‌ونقل جاده‌ای
۱۰/۰۰۰	۸۳	زمستان	۳۱. کیفیت خدمات جاده‌ای
۱۰/۰۰۰	۸۳	زمستان	۳۲. روشهایی برای ارزیابی خطر وقوع زمین لغزه‌ها
۱۰/۰۰۰	۸۳	زمستان	۳۳. روشهای ارزیابی اقتصادی برای پروژه‌های راه در کشورهای عضو پیارک
۱۰/۰۰۰	۸۳	زمستان	۳۴. راهنمای ارزیابی سیستم‌های نگهدارنده خاک
۱۰/۰۰۰	۸۴	بهار	۳۵. آشنایی با مفاهیم مدیریت روسازی
			۳۶. راهنمای انعقاد قرارداد، نحوه انتخاب و مدیریت مشاوران در فعالیت‌های
۱۰/۰۰۰	۸۴	بهار	مهندسی پیش از ساخت
۱۰/۰۰۰	۸۴	بهار	۳۷. تضمین کیفیت در عملیات خاکی
۱۰/۰۰۰	۸۴	بهار	۳۸. رویه‌های بتنی مسلح پیوسته
۱۰/۰۰۰	۸۴	بهار	۳۹. طبقه‌بندی تونل‌ها، دستورالعمل‌ها، تجربیات موجود و پیشنهادات
۱۰/۰۰۰	۸۴	بهار	۴۰. نقش مدل‌های اقتصادی و اجتماعی - اقتصادی در مدیریت راه
۱۰/۰۰۰	۸۴	تابستان	۴۱. حمل‌ونقل ترکیبی، اقداماتی جهت تشویق به استفاده از حمل‌ونقل عمومی
۱۰/۰۰۰	۸۴	تابستان	۴۲. پیشرفت مدیریت و تأمین بودجه نگهداری راهها در افریقا
۱۱/۰۰۰	۸۴	پاییز	۴۳. برنامه ملی ایمنی ترافیک کشور ترکیه
۱۷/۰۰۰	۸۴	پاییز	۴۴. بررسی توسعه حمل‌ونقل در منطقه اسکاپ در سال ۲۰۰۳، آسیا و اقیانوسیه
۱۰/۰۰۰	۸۴	زمستان	۴۵. تبادل فناوری و توسعه
۱۰/۰۰۰	۸۴	زمستان	۴۶. راههای دارای رویه بتنی
۱۰/۰۰۰	۸۴	زمستان	۴۷. تجدید ساختار بخش راه
۱۰/۰۰۰	۸۴	زمستان	۴۸. حمل‌ونقل کالا
۱۰/۰۰۰	۸۴	زمستان	۴۹. گزارش سالانه ژوئن ۲۰۰۴ GRSP
			۵۰. بکارگیری مصالح حاصل از بازیافت رویه‌های آسفالتی و بتن خرد شده در
۱۰/۰۰۰	۸۴	زمستان	خاکریز
۱۰/۰۰۰	۸۴	زمستان	۵۱. تراکم ترافیک در آزادراهها و بزرگراهها
۱۰/۰۰۰	۸۴	زمستان	۵۲. کاربرد بتن غلتکی در راهسازی
۱۰/۰۰۰	۸۴	زمستان	۵۳. راهنمای تأمین روشنایی راهها
۱۰/۰۰۰	۸۴	زمستان	۵۴. راهسازی در نواحی بیابانی
۱۰/۰۰۰	۸۵	بهار	۵۵. مدیریت عملکرد پلها
۱۲/۰۰۰	۸۵	بهار	۵۶. سیستم مدیریت ایمنی در صنعت حمل‌ونقل ریلی
۱۰/۰۰۰	۸۵	بهار	۵۷. راهنمای ممیزی سیستم مدیریت ایمنی هوایی

۱۰/۰۰۰	۸۵	بهار	۵۸. توسعه ابزارهای سنجش عملکرد
۳۰/۰۰۰	۸۵	تابستان	۵۹. نگهداری نواحی کنار راه و زهکشی (جلد اول)
۳۰/۰۰۰	۸۵	تابستان	۶۰. تعمیر و نگهداری راههای شوسه (جلد دوم)
۲۵/۰۰۰	۸۵	تابستان	۶۱. تعمیر و نگهداری راههای دارای رویه آسفالتی (جلد سوم)
۱۵/۰۰۰	۸۵	تابستان	۶۲. نگهداری سازه‌ها و ادوات کنترل ترافیک (جلد چهارم)
۱۰/۰۰۰	۸۵	تابستان	۶۳. فناوری و اقدامات ابتکاری کنترل ترافیک در اروپا
۱۰/۰۰۰	۸۵	تابستان	۶۴. معرفی سیستم مدیریت ریسک

ج) کتب

۱۵/۰۰۰	۸۳	تابستان	۱. فرهنگ جامع دریایی
۳۹/۰۰۰	۸۳	تابستان	۲. برنامه‌ریزی و طراحی فرودگاه (دو جلد)
۱۰/۰۰۰	۸۳	تابستان	۳. فرهنگ و اصطلاحات فنی و مهندسی راه
۱۲۵/۰۰۰	۸۴	پاییز	۴. راهنمای ایمنی راه (پیارک)
۴۰/۰۰۰	۸۴	پاییز	۵. فرهنگ مصور دریایی (همراه با نسخه الکترونیک)

د) لوح فشرده

۳۴/۵۰۰	۸۳	پاییز	۱. نشریات Austroads (شامل ۱۸۶ عنوان از نشریات وزارت راه استرالیا و نیوزلند در موضوعات مختلف بصورت فایل pdf)
۳۴/۵۰۰ (قیمت واحد)	۸۳	زمستان	۲. فیلم‌های آموزشی راه IRF (شامل ۱۰۷ فیلم در ۴۲ لوح فشرده)
۳۴/۵۰۰	۸۴	بهار	۳. نشریات SWOV (شامل ۱۳۸ عنوان از نشریات DRI , VTI , SWOV, NCHRP, در موضوعات مختلف بصورت فایل pdf)
۴۷/۵۰۰	۸۴	پاییز	۴. آیین‌نامه ایمنی راهها (مجموعه هفت جلدی منتشر شده از سوی سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی)

Ministry of Roads and Transportation
Deputy of Education Research and Technology

***An Introduction to the Risk
Management System***

with a Case Study in the Aviation Industry of Different Countries