

## ماتریس مدیریت ریسک پروژه در مهندسی

ناصر آزاد<sup>۱</sup> و صدرا رشیدی<sup>۲</sup>

۱. دانشکده مهندسی صنایع، دانشگاه آزاد اسلامی واحد جنوب

۲. دانشکده مهندسی صنایع و بهره‌وری، دانشگاه آزاد اسلامی

واحد اراک

**چکیده:** ریسک پروژه در مهندسی، واقعه‌ای یا شرایطی غیر قطعی است که اگر اتفاق بیفتد، بر روی یکی از اهداف پروژه اثری مثبت یا منفی دارد. در واقع، یک ریسک یک علت دارد و اگر اتفاق بیفتد یک معلول. مدیریت ریسک فرایند برنامه‌ریزی سیستماتیک برای تشخیص، تحلیل، پاسخگویی و سنجش ریسک پروژه است. هدف اصلی از فرایند مدیریت ریسک مدیریت اثربخش ریسکها و فرصتهای پروژه است. در هر فرایندی استفاده از ابزارهای مرتبط برای رسیدن به اهداف فرایند مرسوم است و فرایند مدیریت ریسک نیز از این قاعده مستثنا نیست. ماتریس ریسک یکی از ابزارهای مفید فرایند مدیریت ریسک است. در واقع، ماتریس ریسک ما را قادر می‌سازد تا ضمن شناسایی ریسکها، پاسخی برای سنجش و کنترل ریسکهای اصلی پروژه آماده کنیم. در این مقاله ضمن معرفی ریسکهای پروژه و فرایند تشکیل ماتریس ریسک، برای درک هر چه بهتر مطلب از یک نمونه تحقیق موضوعی مربوط به صنایع ایران و دو نمونه تحقیق موضوعی مربوط به صنایع کشور هند استفاده شده است. در هر کدام از تحقیقات موضوعی، برای اخذ تصمیم، ریسکهای اثرگذار بر آن مشخص و سپس ماتریس ریسک تشکیل شده و در نهایت، عدد ریسک به دست آمده است. از طریق عدد ریسک به اخذ یا عدم اخذ تصمیم پرداخته شده است [در واقع، به کمک عدد ریسک می‌توان تشخیص داد که ریسکها قابل کنترل هستند یا خیر].

واژه‌های کلیدی: ریسک، ماتریس مدیریت ریسک، ریسکهای خارجی پروژه و فرایند مدیریت ریسک.

## ۱. مقدمه

برنامه‌ریزی در مدیریت پروژه، اغلب پس از شناسایی نیازهای پروژه آغاز می‌شود و با انتخاب پروژه و گسترش محدوده آن ادامه می‌یابد.

تصمیمات مدیریتی در سه سطح مجزا طبقه بندی می‌شوند. در اولین سطح مهم ترین تصمیم این است که بررسی شود آیا پروژه اخیر بهترین گزینه انتخابی سازمان است. یا به عبارت دیگر، آیا اهداف پروژه با اهداف کلان ساختاری سازمان سازگار است یا خیر؟ تصمیم برای انتخاب پروژه تأثیر عمیقی در آینده پروژه و امکان ادامه یافتن دارد و موفقیت آن تا حد بالایی تضمین می‌کند. سطح بعدی به آلترناتیوهای راهبردی و استراتژیک در برنامه‌ریزی پروژه توجه دارد.

اگرچه هدف برنامه‌ریزی تکمیل و به انجام رسانیدن پروژه طی زمان و با بودجه و عملکرد معین است،

ولی راههای گوناگونی برای اعمال آن وجود دارد تا مورد قبول هنجارهای سازمان قرار گیرد. در سطح سوم، تصمیمات عمدتاً به قرار ملاقاتها، زمانبندی فعالیتها تخصیص امکانات و غیره مربوط می‌شوند. تجدید نظر در تصمیمات اتخاذ شده در سطوح اول و دوم در طول اجرای پروژه تقریباً ناممکن است، لذا، تصمیم‌گیریهای اولیه به طور ویژه حایز اهمیت است و باید روی آنها حساب جداگانه‌ای باز کرد.

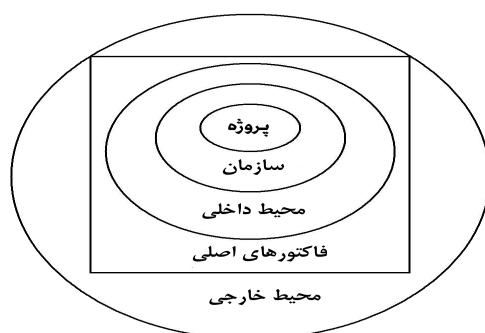
پروژه‌های صنعتی حاوی عوامل متفاوتی هستند که برخاسته از محیط اجرایی آنهاست و تصمیمات و ریسکهای اتخاذ شده باید با تکیه بر این عوامل تعیین شوند در کتاب پیکره دانش مدیریت پروژه<sup>۱</sup> (PMBOK) پیشنهاد می‌شود که سیستم‌های مدیریت ریسک، تعیین ویژگیهای ریسک، گسترش کنشها و واکنشهای ریسک و کنترل و واکنشهای ریسک در نظر گرفته شوند.

گرچه ابزار و روشهای متداولی در هر یک از این فرایندها در دسترس است، به نظر می‌رسد هنگامی که به ریسکهای محیطی می‌پردازیم، به دیدگاه کلی‌تر و عمیق‌تری

---

1. Project Management Body of Knowledge

نیازمندیم. به طور مسلم نبودن شیوه ای جامع برای شناسایی ریسکهای متفاوت و ارزیابی آنها از منظر کلی پروژه ما را در استفاده از این روشها محدود می کند. بنابراین، در عمل مدیران پروژه باید روی جنبه های کلیدی که حایز اهمیت هستند، به طور ویژه سرمایه گذاری و تمرکز کنند. برای مثال، یک پروژه نوگرایانه که هدف آن افزایش حجم تولید و کیفیت محصولات است و نیز یک پروژه کنترل آلودگی ضایعات کارخانه، از نظر کلی و ویژگیهای منحصر به فرد خود با هم متفاوت اند. شکل ۱ تنها نگاه به پروژه در محیط خود نیست، بلکه راهنمایی مفید برای مدیران به منظور نشان دادن ساختار کلی، دیدگاهها و نظرهای آنها در ارتباط با منابع گوناگون ریسک است تا به آنها کمک کند به فهرستی جامع و فراگیر از ریسکهای مرتبط دست پیدا کنند.



شکل (۱)

## ۲. ریسکهای خارجی پروژه<sup>۱</sup>

تجزیه و تحلیل ریسکهای بیرونی در گامهای اولیه پروژه بسیار شایان توجه است، چرا که در بسیاری موارد از بین بردن آنها در حین پروژه بسیار مشکل

---

1. External Project Risks

است. شناسایی اولیه و مقدماتی این ریسکها، به کیفیت تصمیم گیری بهتر و آمادگی بیشتر کمک می کند.

هنگام ردیابی ریسکهای خارجی لازم است آنها با عوامل ویژه خود تشریح شوند. آنالیز این گونه ریسکها را در فهم تغییرات جاری و نهفته آنان در محیط بیرونی هدایت می کند که این عمل نیازمند یک چارچوب زمانی از کوتاه مدت تا بلند مدت است و به سازمان در مواجهه با اتفاقات جاری در چرخه حیات پروژه کمک می کند. ریسکهای خارجی در پروژه اهمیت بسیاری دارند که به قرار زیر است:

**الف. ریسک تکنولوژیکی:** ریسکهای تکنولوژیکی برای مدیر پروژه بدین صورت تفسیر می شوند: اهداف فنی که حاصل نشده است یا یک وسیله، دستگاه یا سیستمی که شانس رسیدن به سطح مطلوب را ندارد. شکل ۲ نشان دهنده دامنه گزینه‌هایی است که مدیر باید برای انتخاب تکنولوژی مورد نیاز پروژه از آنها استفاده کند. هنگام انتخاب پروژه مدیر باید معلوم کند که تکنولوژی انتخابی او در کجای این طیف قرار دارد و ریسکهای مرتبط با آن کدام است.

Application of State of Art	Evolutionary Improvement	External Technology	New Technology To Supplant Old	New Technology For New Function
Low Risk			High Risk	

From: Lowell W Steele. (1989). *Managing Technology*.

## شکل (۲)

**ب. ریسکهای سیاسی:** دیوید مور (۱۹۸۳) بیان می کند که برای سرمایه گذاری، ریسکهای سیاسی وابسته به پایداری سیاسی چه در داخل و چه در خارج هستند.

یک سرمایه‌گذاری عظیم نیازمند بررسی خطی مشی سیاسی حداقل ۱۵ ساله است این بدان معنی است که طی این مدت ممکن است سه پارلمان با خط مشی‌های اقتصادی گوناگون سرکار بیایند.

بی‌ثباتی‌های سیاسی در یک کشور که بر اثر تغییر دولتها به وجود می‌آیند، می‌توانند از این هم پا را فراتر بگذارند. اتفاقات سیاسی خارجی مانند انقلاب شوروی سابق و انقلاب ۱۹۷۹ ایران، مصایب و مشکلات لاینحلی برای پروژه‌های بزرگ بجای گذاشتند. برای مثال، کارخانه عظیم فولاد «دورگاپور» در هند که مهم‌ترین تأمین‌کننده و خریدارش شوروی بود، در طول انقلاب با تأخیرات زمانی جبران‌ناپذیری مواجه شد.

به طور مشابه، ایران در سال ۱۹۷۳ یکی از دینفغان قطعی و بزرگ کمپانیهای نفتی در دریای شمال بود. اما بعد از انقلاب، شرکتهای خارجی سرمایه‌های خود را به دلیل درصد ریسک بالا جمع‌آوری و ایران را ترک کردند.

**پ. ریسکهای مرتبط با اوضاع اقتصادی:** شن<sup>۱</sup>، لی<sup>۲</sup> و لاو<sup>۳</sup> اظهار داشتند که نرخ نامعین تورم، بروی اجرای پروژه‌های ساخت و ساز از نظر جریان نقدینگی، هزینه مصالح، هزینه حقوقها و غیره اثر می‌گذارد. یک پیش‌بینی از جریانهای جاری، برای کمپانیهای صنعتی که رقیبان چند ملیتی و شرکای خارجی دارند، بسیار حیاتی است؛ یعنی یک تجزیه و تحلیل از بالانس وجوهات و پرداختها و دیگر عوامل اثرگذار در ارزشیابیها ممکن است موردنیاز واقع شود.

سرمایه‌گذاری در صنایعی که دارای سرمایه متمرکز هستند، باید با پشتوانه یک اقتصاد قدرتمند صورت گیرد تا از آسیبهای سرمایه‌ای مصون باشیم. گرچه ضروری است به پشت زمینه عمومی اقتصاد، به منظور حفظ سلامت و بقای صنایع خصوصی و

---

1. Shen

2. Li

3. Love

انفرادی نیز توجه شود برای مثال، سرمایه‌گذاری در صنعت فولاد، لازمه توجه به صنایع وابسته به آن است.

همچنین، رشد زیر ساخت‌های کشور، تغییر خطی‌مشی دولت در مواردی همچون جهانی‌سازی، رقابت با صنایع کشورهای خارجی، نرخ تورم و غیره، روی میزان سوددهی یک سرمایه‌گذاری مؤثر است. ریسک‌های مربوط به سیاست‌های دولتی نیازمند بررسی جداگانه‌ای است.

**ت. ریسک‌های مرتبط با اوضاع بومی:** تجزیه و تحلیل محیط اجتماعی نیازمند تمرکز بر جنبه‌های مهمی از محیط اجتماعی است که با پروژه‌های خاص در ارتباط اند. اینها شامل نحوه زندگی و ارزش‌های اجتماعی جامعه‌ای است که پروژه در آن جریان دارد.

تجزیه و تحلیل ارزش‌های اجتماعی در فهم اینکه مردم بومی در خصوص موضوعات اجتماعی چگونه فکر می‌کنند، مفید است. این موضوع همچنین، به پذیرش عمومی پروژه کمک می‌کند. در مقابل پروژه‌هایی هستند که به دلیل مخالفت‌های محلی تصویب نمی‌شود و در آنها سرمایه‌گذاری نمی‌شود. برای نمونه، ممکن است بعضی شوراهای محلی به کارگران خارجی اجازه کار و فعالیت ندهند.

### ۳. گام‌های فرایند مدیریت ریسک و تهیه ماتریس ریسک:

۳.۱. **شناسایی ریسک:** شناسایی ریسک‌ها به طرق زیر امکان پذیر است:

الف. فهرست نمونه ریسک‌های پروژه؛

ب. دانش شخصی و تجربه‌ها از اعضا از پروژه؛

پ. مشاوره با افراد خبره و کسانی که آگاهی مناسبی از پروژه و محیطش دارند.

۳.۲. **اولویت بندی عوامل ریسک:** اهمیت هر کدام از عوامل، با دادن وزن به آنها مشخص می‌شود. وزن دهی می‌تواند به طرق مختلفی از جمله طوفان مغزی، برگزاری جلسات متعدد و تجربه‌های قبلی انجام شود.

۳.۳. **احتمال وقوع عوامل ریسک (تحلیل کمی ریسک):** تحلیل کمی ریسک راهی برای تخمین عدد احتمال هر کدام از عوامل است. تحلیل کمی ریسک

شامل روشهای آماری است که به راحتی به وسیله نرم افزارهای تخصصی قابل استفاده هستند.

۳. ۴. برنامه‌ریزی پاسخ به ریسک: با طی سه مرحله یاد شده و انجام دادن محاسبات ریاضی، ماتریس ریسک کامل می‌شود. در این مرحله باید تصمیم‌گیری مناسب صورت گیرد و در نهایت، یکی از چهار حالت زیر انتخاب می‌شود:

الف. اجتناب: در این حالت برای حذف ریسک یا حفظ اهداف پروژه از تأثیرات ریسک، برنامه پروژه تغییر می‌یابد و از روشهایی چون افزایش زمان یا افزایش منابع می‌توان استفاده کرد.

ب. انتقال: در این حالت تأثیر مالی ریسک را با برون سپاری بعضی از بخشهای کار منتقل می‌کند.

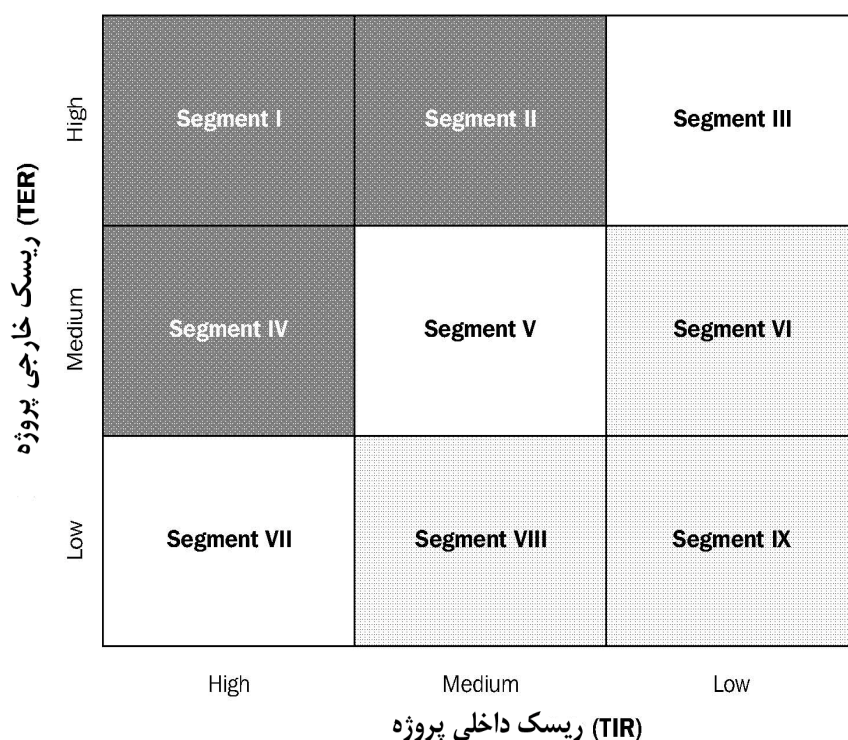
پ. آرام سازی: در این حالت مدیران پروژه به دنبال راهی هستند تا احتمال وقوع ریسک را به یک آستانه قابل قبول کاهش دهند.

ت. پذیرش: تیم مدیریتی پروژه تصمیم می‌گیرند که ریسکهای حتمی را بپذیرند.

#### ۴. ماتریس مدیریت ریسک

به منظور داشتن یک دیدگاه کلی از ریسکهای برخاسته از محیط، مطابق شکل ۱ به یک ماتریس مدیریت ریسک دو بعدی نیاز است. همان طور که در شکل ۳ نشان داده شده است، احتمال وزنی ریسکهای آنی و ریسکهای خارجی، دو بعد این ماتریس را تشکیل داده‌اند.

محور ریسک خارجی، بر مبنای عوامل و مشخصه‌های بسیاری که توضیح داده شد، رسم شده است. پنج ویژگی که مورد استفاده قرار می‌گیرند، عبارت‌اند از: ریسکهای تکنولوژیکی (TE)، ریسکهای سیاسی (PO)، ریسکهای اقتصادی (EC)، ریسکهای محلی (DC) و ریسکهای اجتماعی (SO). محور یا بعد ریسک آنی باید ترکیبی از ریسکهای مربوط به پروژه‌های بزرگ و پیچیده، مشکلات ادراکی، مدیریت پروژه توسط نماینده‌ای خارجی، خود قرارداد و غیره باشد.



شکل (۳)

البته، این گونه ریسکهای آنی و خارجی، فراگیر نیست و بسته به وضعیت پروژه ریسکهای دیگری می‌توانند اضافه یا حذف شوند. هر بُعد از ۰ تا ۱۰۰ شماره‌گذاری شده است و مجموع ۱۰۰ شماره، وزن مختص به ریسک آن بُعد است. این شکل ۱۰۰ شماره‌ای وسیله مناسبی هم برای محاسبات و هم برای توزیع اعداد بزرگی از ریسکهاست. همچنین، هر ریسک یک احتمال وقوع دارد که حتی در صورت بی‌اهمیت بودن ریسک، احتمال رخداد آن ممکن است بسیار بالا باشد.



یک تصویر دقیق از ریسک در صورتی که احتمال رخداد آن به درستی محاسبه شده باشد، به دست می‌آید. ریسکهای ترکیب شده روی یک بعد خاص و مجموع احتمالات ریسکهای متناسب با آن بعد است.

به بیان ریاضی مجموع ریسک روی هر بعد:

$$T_x = \sum W_n P_n \quad (I)$$

که  $X$  = مجموع ریسک خارج یا مجموع ریسک فوری است؛

$n$  = از ۱ تا هر تعداد از ریسکهای هر بعد متفاوت است؛

$W$  = وزن تخصیص داده شده به هر عامل ریسک با مقیاس ۰ تا ۱۰۰ است؛

مجموع وزنه‌های تمام ریسکها در یک بعد ۱۰۰ بوده است؛

$P$  = احتمال متناظر با رخداد ریسک است.

سپس، زمانی که پاسخگوهای یکطرفه روی واکنشها اثر بگذارند، قابلیت فازی در جمع‌آوری داده‌ها برای کاهش احتمال هرکدام از محرکها معرفی و استفاده قرار می‌شود.

مطالعات انتقالی برای این منظور عبارت‌اند از :

$$A_n = (W_n) + (W_n) * R \quad (II)$$

$$B_n = (P_n) + (P_n) * R \quad (III)$$

که  $n$  از ۱ تا مجموع تعداد ریسکهای هر بعد متغیر است؛

$A$  = وزن بعد از معرفی فازی است،

$B$  = احتمال بعد از معرفی فازی است.

$W$  = وزن تخصیص داده شده به هر عامل ریسک با مقیاس ۰ تا ۱۰۰ است؛ مجموع

وزنه‌های تمام ریسکها در هر بعد برابر ۱۰۰ است،

$P$  = احتمال به دست آمده از پاسخگوهای انفرادی در برابر یک عامل ریسک است،

$R$  = عدد تصادفی است.

مجموع ریسک در هر بُعد، پس از معرفی فازی با استفاده از  $A_n$  و  $B_n$  در معادله یک (I) محاسبه می‌شود، که:

$$T_x = \sum A_n B_n \quad \text{IV}$$

به منظور تفسیر مقدار ریسک کلی در هر بعد که از معادلات ۱ و به دست آمده است.

هر بعد از ماتریس به سه بخش: پایین، متوسط و بالا تقسیم می‌شود.

### ۵. روش‌شناسی (Methodology):

به منظور آزمایش ماتریس مدیریت ریسک، دو پروژه عظیم صنعتی مورد مطالعه و بررسی قرار گرفتند. اطلاعات اولیه در دو مرحله جمع‌آوری شد که در هر مرحله اول یک نمونه آماری از مدیرانی که با پروژه‌های دارای عوامل ریسک‌پذیر درگیر بودند انتخاب شدند. این عوامل مربوط به عوامل محیطی، چه خارجی و چه آنی است و در مرحله بعد یک پرسشنامه ساختاربندی شده با یک چک لیست آماده شد تا روی چندین محرک بالقوه آزمایش شوند. جوابها نسبت به محاسبه وزنها و احتمالات ریسکها در هر مورد میانگین‌گیری شدند. تحقیق موضوعی ۱ مربوط به صنایع ایران و تحقیقهای موضوعی ۲ و ۳ مربوط به صنایع کشور هند هستند.

نمونه‌گیریها برای موردهای ۲ و ۳ از ۲۰ تا ۱۳ انجام شده که شرح مختصری از این دو مورد در بخش بعدی بیان شده است.

**۱.۵. تحقیق موضوعی ۱:** موضوع این تحقیق مربوط به شرکت نیک کاوه اسپادان به عنوان یکی از شرکتهای پیمانکار در زمینه نصب تجهیزات، پایپینگ و اسکلت فلزی در پالایشگاه گاز ایلام است. با توجه به مشکلات پیش آمده از قبیل تأخیر در ورود متریاال بعضی از قسمتهای پالایشگاه و در نتیجه، کسری متریاال (NIS) و همچنین، تأخیر در اجرای برنامه های زمانبندی که معمولاً در پروژه های مختلف امری طبیعی و ناگزیر است، به دلایل مختلف از قبیل شرایط بد جوی، اعتصابات کارگری، خرابی ماشین آلات و ... شرکت تصمیم گرفت برای جبران عقب ماندگی و رسیدن به سطح پیشرفت

مطلوب در جبهه های مختلف کاری اقدام کند. به منظور رسیدن به این خواسته، برگزاری جلسات متعدد با مهندسان کارشناسان شاغل در شرکت در دستور کار قرار گرفت. نتیجه این شد که شرکت باید در افزایش تعداد نیروی انسانی در جبهه های مختلف کاری اقدام کند.

ریسک های داخلی	عوامل ریسک داخلی و احتمال وقوع					عوامل ریسک داخلی و وزنهای مربوط					شماره فرد	
	TIR	P5	P4	P3	P2	P1	AN	MS	UE	WA		TR
	۱۵	۰/۱	۰/۱	۰/۱	۰/۵	۰/۱	۱۰	۱۰	۱۵	۵۰	۱۵	۱
	۱۹/۳	۰/۰۱	۰/۱۵	۰/۲	۰/۶	۰/۱	۵	۱۵	۳۰	۳۰	۲۰	۲
	۳۷/۵	۰/۱	۰/۲	۰/۴	۰/۵	۰/۲	۵	۱۰	۳۰	۴۰	۱۵	۳
	۴۵	۰/۱	۰/۲	۰/۴	۰/۷	۰/۳	۱۰	۵	۲۵	۵۰	۱۰	۴
	۳۰	۰/۱	۰/۲	۰/۴	۰/۳	۰/۳	۵	۲۰	۳۰	۳۵	۱۰	۵
	۲۱/۵۵	۰/۱	۰/۱	۰/۱	۰/۳	۰/۲	۵	۱۰	۱۰	۴۵	۳۰	۶
	۲۰/۵۵	۰/۱	۰/۲	۰/۲	۰/۳	۰/۱۵	۵	۲۵	۲۵	۲۵	۲۰	۷
	۱۴/۷	۰/۱	۰/۱	۰/۲	۰/۲	۰/۱	۱۰	۱۰	۳۵	۳۰	۱۵	۸
	۱۳/۷	۰/۱	۰/۱	۰/۱	۰/۲	۰/۲	۱۰	۱۰	۲۵	۳۰	۲۵	۹
	۴۱/۵	۰/۳	۰/۴	۰/۵	۰/۵	۰/۳	۱۵	۱۵	۳۰	۳۰	۱۰	۱۰
	۲۷	۰/۲	۰/۲	۰/۳	۰/۴	۰/۲	۱۵	۲۰	۱۵	۳۵	۱۵	۱۱
	۴۴	۰/۱	۰/۱	۰/۴	۰/۶	۰/۱	۵	۱۰	۳۰	۵۰	۵	۱۲
	۳۴	۰/۱	۰/۲	۰/۱۵	۰/۵	۰/۱	۱۰	۱۵	۱۰	۵۵	۱۰	۱۳
	۳۷/۵	۰/۱	۰/۳	۰/۳	۰/۶	۰/۲	۱۰	۲۵	۱۵	۴۰	۱۰	۱۴
	۴۸	۰/۱	۰/۱	۰/۳	۰/۷	۰/۱	۱۰	۵	۲۰	۶۰	۵	۱۵
۳۲/۵۳	میانگین مجموع ریسک های داخلی											

پس از آزمایش ترکیبهای مختلف و امکان پذیر از چیدمان نیروهای انسانی و تهیه ماتریس ریسک، تصمیم گرفته شد تا برای یک دوره سه ماهه در افزایش تعداد شاغلان شرکت سرمایه گذاری شود تا عقب ماندگیهای برنامه جبران شود. به همین

دلیل، شرکت به جذب نیروهای مختلف فنی از جمله مهندس، کارشناس، تکنسین، جوشکار آرگون، جوشکار برق آرگون، جوشکار برق، مونتاژکار، فیتور و ... اقدام کرد. این اقدام در طول دوره سه ماهه به طور متوسط هزینه‌ای حدود -/۱۷۰۰۰۰۰۰۰۰ ریال برای شرکت در پی داشت، ولی با مدیریت ریسکی در طول تصمیم‌گیری شرکت توانست به خواسته خود که رسیدن به پروگرس مطلوب بود، دست یابد.

**۲.۵. تحقیق موضوعی ۲:** تحقیق اول در زمینه روی مدرنیزه کردن یک کارخانه فولاد در هند انجام شد. کارخانه در سال ۱۹۵۹ با حجم تولید سالیانه یک میلیون تن فولاد تأسیس شد و در اواخر سالهای دهه ۱۹۶۰ به ۱.۶ میلیون تن فولاد مذاب گسترش پیدا کرد. این کارخانه هرگز نمی‌توانست بیش از این حجم از تولید دست پیدا کند تا اینکه مشاوران و مهندسان متعددی به کار گرفته شدند و به این نتیجه رسیدند که باید روی مدرنیزه کردن کارخانه سرمایه‌گذاری شود.

شماره فرد پاسخگو	فاکتورهای ریسک خارجی و وزن های مربوطه					فاکتورهای ریسک خارجی و احتمال وقوع					مجموع ریسکهای خارجی
	TE	PO	EC	DC	SO	p(TR)	p(PR)	p(ER)	p(DR)	p(SR)	TER
1	20	12	34	30	4	0.1	0.01	0.2	0.1	0.01	11.96
2	10	5	40	40	5	0.05	0.01	0.4	0.8	0.05	48.8
3	10	20	30	20	20	0.2	0.7	0.7	0.2	0.2	45
4	40	15	25	15	5	0.2	0.1	0.5	0.4	0.1	28.5
5	50	10	20	10	10	0.9	0.1	0.9	0.1	0.1	66
6	15	10	35	35	5	0.1	0.05	0.5	0.7	0.1	44.5
7	30	20	30	15	5	0.6	0.4	0.2	0.2	0.01	35.05
8	10	50	25	10	5	0.1	0.5	0.5	0.1	0.1	40
9	15	40	25	10	10	0.2	0.9	0.5	0.1	0.1	53.5
10	20	30	10	30	10	0.25	0.9	0.1	0.9	0.1	61
11	25	20	40	10	5	0.9	0.25	0.15	0.5	0.5	41
12	20	10	50	10	10	0.2	0.1	0.5	0.5	0.2	37
13	15	15	25	40	5	0.3	0.3	0.4	0.6	0.1	43.5
14	20	30	30	10	10	0.3	0.6	0.2	0.2	0.1	33
15	10	40	20	20	10	0.25	0.25	0.5	0.5	0.25	35
16	10	20	35	20	15	0.1	0.15	0.2	0.15	0.15	16.25
17	40	40	10	5	5	0.5	0.5	0.5	0.1	0.1	46
18	50	10	20	10	10	0.5	0.1	0.3	0.2	0.1	35
19	70	5	10	10	5	0.6	0.05	0.2	0.05	0.1	45.25
20	70	5	10	10	5	0.5	0.1	0.2	0.5	0.1	43
میانگین مجموع ریسک های خارجی											40.47

پس از آزمایش طرحهای گوناگون، در ۲۰ فوریه ۱۹۸۹ تصمیم گرفته شد تا ۲۶۶/۷۶ میلیون دلار شامل ۶۸/۵ میلیون سرمایه خارجی روی مدرنیزه کردن کارخانه سرمایه‌گذاری صورت بگیرد تا حجم تولید را تا ۱/۸۷۶ میلیون تن فولاد جذاب را افزایش دهند. این پروژه با هزینه‌ای معادل ۴۳۷/۶۱۴ میلیون در آوریل ۱۹۹۷ به اتمام رسید.

**۳.۵. تحقیق موضوعی ۳:** این پژوهش روی یکی دیگر از کارخانه‌های فولاد در کشور هند انجام شد که این کارخانه در سال ۱۹۷۸ با ظرفیت ۱/۷ میلیون تن شمش فولاد در سال راه‌اندازی شد و تا سال ۱۹۹۰ این حجم را به ۴/۰ میلیون تن شمش سالیانه گسترش داد. این بررسی روی پروژه مدرنیزه کردن به منظور احداث کارخانه‌ای با سیستم ریخته‌گری پیوسته و دیگر کارخانه‌های هم پیمان با آن صورت گرفت.

شماره فرد پاسخگو	فاکتورهای ریسک داخلی و وزن های مربوطه					فاکتورهای ریسک داخلی و احتمال وقوع					مجموع ریسک های داخلی
	PL	PC	PM	TC	CF	p(SR)	p(CO)	p(MR)	p(CR)	p(FR)	TIR
1	12	25	25	13	25	0.1	0.1	0.1	0.1	0.4	17.5
2	10	15	55	15	5	0.05	0.05	0.5	0.2	0.1	32.25
3	10	30	15	20	25	0.5	0.8	0.5	0.7	0.8	70.5
4	30	20	25	10	15	0.2	0.2	0.3	0.15	0.15	21.25
5	10	40	30	15	5	0.1	0.9	0.5	0.8	0.2	65
6	15	10	50	15	10	0.1	0.1	0.5	0.2	0.3	31
7	30	20	10	10	30	0.4	0.3	0.3	0.3	0.8	48
8	10	5	50	25	10	0.3	0.2	0.8	0.5	0.2	58.5
9	20	15	40	10	15	0.4	0.3	0.8	0.2	0.2	49.5
10	30	10	20	10	30	0.9	0.2	0.9	0.2	0.9	76
11	20	30	10	10	30	0.5	0.8	0.1	0.3	0.9	68
12	10	30	10	10	40	0.1	0.4	0.2	0.2	0.5	35
13	25	15	25	15	20	0.2	0.2	0.6	0.5	0.7	44.5
14	20	15	25	20	20	0.8	0.5	0.6	0.7	0.4	60.5
15	10	20	20	10	40	0.5	0.25	0.25	0.25	0.5	37.5
16	30	20	15	20	15	0.25	0.2	0.1	0.2	0.1	18.5
17	15	10	15	30	30	0.5	0.3	0.1	0.4	0.6	42
18	50	10	10	20	10	0.5	0.1	0.1	0.2	0.2	33
19	20	10	10	20	40	0.2	0.05	0.05	0.1	0.6	31.5
20	10	20	10	20	40	0.1	0.2	0.1	0.2	0.4	26
میانگین مجموع ریسک های داخلی											43.3

کارخانه‌های جدید انتظار داشتند هزینه‌های تولید را به وسیله افزایش محصول و کاهش انرژی صرف شد، پایین بیاورند. همچنین کیفیت گرمای کوره‌ها نیز افزایش پیدا

کند. کل هزینه پروژه ۱۶۴/۹۴۸ میلیون تخمین زده شد که در نهایت، پس از ۴۸ سال با هزینه‌ای بالغ بر ۲۲۰ میلیون دلار به اتمام رسید.

### ۶. نتیجه گیری

هدف نهایی فرایند مدیریت ریسک و ابزارهایی از جمله ماتریس ریسک، اخذ تصمیمات بهینه به منظور نیل به اهداف پروژه است. البته، شایان ذکر است که چنین فرایندی مستلزم صرف زمان، برگزاری جلسات متعدد، دخالت دادن تمام واحدهای مرتبط با ریسکهای شناسایی شده در جلسات، داشتن بینش کافی درباره مسائل سیاسی و اقتصادی روز و داشتن مستندات کافی از گذشته است.

در نمونه‌های تحقیقی ذکر شده در مقاله قبل از اخذ تصمیم، ریسکهای مؤثر بر آن شناسایی شدند اعداد ریسکی به دست آمد که قابل کنترل بودند. اخذ تصمیم قبل از حصول اطمینان از قابل کنترل بودن ریسکها هزینه های زیادی را به سازمان تحمیل می کند.

### مراجع

1. H, Kerzner, **Project Management: A Systems Approach to Planning, Scheduling and Controlling**, New York, NY: Van, Nostrand Reinhold, 1995.
2. M. Walton, **The Deming Management Method**, New York, NY: Perigee Books, 1986.
3. E. M. Goldratt, and Cox, Jeff, **The Goal**, Croton-on-Hudson, NY: North River Press, 1992.
- 4., B. M. Nagy, Modeling and Rehearsing Project Management, Philadelphia, PA: PMI '99, Project Management Institute, 1999.
5. J. P., Lewis, **The Project Manager's Desk Reference**, Chicago, IL: Probus Publishing Company, 1993.
6. M. Hammer and Champy, James, **Reengineering the Corporation, a Manifesto for Business Revolution**, New York, NY: Harper Business, 1993.
7. P. F., Drucker, **Managing for the Future, The 1990s and Beyond**, New York, NY: Truman Talley Books, 1992.
8. T., Peters, **Thriving on Chaos**, Handbook for a Management, Revolution, New York, NY: Harper Perennial. 1987.
9. P. F., Drucker, **The Practice of Management**, New York, NY: Harper Business, 1986.

10. D. Keirse, and Bate, **Marilyn, Please Understand Me**, Del Mar, CA: Prometheus Nemesis Book Company, 1984.
11. W. Deming, Edwards, **Out of the Crisis**, Cambridge, MA: Massachusetts Institute of Technology, 1986.
12. L. Mobley, and McKeown, Kate, **Beyond IBM**, Washington D.C.: Enter Publishing, 1989.
13. B. Nagy M., Playing "Milestone: The Game," Philadelphia, PA: PMI '99, Project Management Institute, 1999.

(تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۸۶/۹/۱۴)

(تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۸۶/۱۲/۱۵)