

نشریه علمی - پژوهشی بهبود مدیریت  
سال هشتم، شماره ۱، پیاپی ۲۳، بهار ۱۳۹۳  
صفحات ۱۲۸ - ۱۰۷

## شناسایی و تحلیل ریسک پروژه ساخت موتور نسل چهارم بر اساس استاندارد PMBOK

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۰۶/۱۸، تاریخ پذیرش: ۱۳۹۲/۱۲/۱۵)

فخرالدین نادری<sup>۱</sup>، منوچهر منطقی<sup>۲</sup>، علی صفایی مقدم<sup>۳\*</sup>

### چکیده

طراحی و ساخت موتورهای توربینی از جمله فن آوری‌های پیشرفته است که در انحصار تعداد معدودی از کشورهاست. کاربرد موتورهای نسل چهارم در صنایع هوایی، گسترده است و با توجه به قابلیت‌های ویژه این نوع موتور، طیف وسیعی از هواپیماهای مسافربری بزرگ تا هواپیماهای نظامی را در بر می‌گیرد. پیچیدگی‌های فنی و هزینه‌های بالای ساخت موتور نسل چهارم از یک سو و نوبت بودن صنعت ساخت موتورهای توربینی در کشور از سوی دیگر، شناسایی ریسک‌های پروژه را به‌منظور برنامه‌ریزی برای پاسخ‌گویی به آنها و کاهش زبان‌های احتمالی پروژه، ضروری می‌سازد. هدف کلی این تحقیق، شناسایی، رتبه‌بندی، تحلیل و ارائه راه‌کارهای پاسخ‌گویی به ریسک پروژه ساخت موتور نسل چهارم است. نوع این تحقیق، براساس هدف، اکتشافی و کاربردی است. اجرای فرآیند تحقیق، بر اساس استاندارد عملی PMBOK، بوده است. به این صورت که ابتدا ریسک‌ها به کمک مصاحبه بسته با خبرگان طرح و بررسی مستندات، شناسایی شده است و سپس به‌منظور تحلیل کیفی، ریسک پرسشنامه‌های براساس ماتریس احتمال و اثر PMBOK، تدوین شده و ریسک‌های خرد (فن آوری) و کلان (سیاسی، اقتصادی)، با توجه به میزان اثر بر اهداف سه‌گانه این طرح (هزینه، زمان و کیفیت)، رتبه‌بندی شده‌اند. برای درک علل وقوع ریسک‌های کلان (سیاسی، اقتصادی)، از تحلیل علل ریشه‌ای، استفاده شده و به کمک نمودار علت و معلول (ایشیکاوا)، روابط علی و معلولی بین ریسک‌ها، علل و آثار آنها، توصیف شده است. سپس با تدوین چند سناریوی محتمل و ارزیابی وضعیت فن آوری‌های گلوگاهی در سطح کشور که از طریق تحلیل جذابیت توانمندی ریسک‌های خرد (فن آوری) صورت گرفت، در نهایت راه‌کارهایی برای پاسخ‌گویی به ریسک‌های این پروژه، ارائه شده است.

### واژگان کلیدی:

مدیریت ریسک پروژه، ارزیابی فن آوری، استاندارد PMBOK، تحلیل سناریو، موتور نسل چهارم

۱- دانشجوی دکتری آینده‌پژوهی دانشکده علوم و فنون نوین دانشگاه تهران Naderif@ut.ac.ir

۲- عضو هیأت علمی دانشگاه صنعتی مالک اشتر، دکترای مهندسی صنایع

۳\* - کارشناس ارشد مدیریت بازرگانی دانشگاه شهید بهشتی (نویسنده مسؤول): Al.safaei@gmail.com

## ۱- مقدمه

بررسی اسناد بالادستی کشور، از جمله سیاست‌های کلی برنامه‌های چهارم و پنجم توسعه ج.ا.ایران در حوزه امور دفاعی، لزوم گسترش تحقیقات و انتقال فن‌آوری‌های پیشرفته را نشان می‌دهد:

- "تقویت توسعه و نوسازی صنایع دفاعی کشور با تاکید بر گسترش تحقیقات و سرعت دادن به انتقال فن‌آوری‌های پیشرفته." - ماده ۲۶ سیاست‌های کلی برنامه‌های چهارم توسعه ج.ا.ایران.
- "کسب دانش و فن‌آوری‌های نو و نرم‌افزارهای پیشرفته دفاعی و نوسازی و بازسازی صنایع دفاعی، افزایش ضریب خودکفایی با توسعه تحقیقات و بهره‌مندی از همه ظرفیت‌های صنعتی کشور." - بند ۱-۴۵ سیاست‌های کلی برنامه‌های پنجم توسعه ج.ا.ایران

توان توسعه و نوسازی ناوگان هوایی، یکی از موارد کلیدی اقتدار دفاعی و عاملی برای افزایش قدرت بازدارندگی کشور است. در این میان، با توجه به نقش کلیدی موتورهای جت در فرآیند تولید هواپیما، ضرورت خودکفایی صنعت ساخت موتور توربینی، آشکار می‌شود. طراحی و ساخت موتورهای توربینی از جمله فن‌آوری‌های پیشرفته است که در انحصار تعداد معدودی از کشورهاست. نسل جدید موتورهای توربینی در صنایع هوایی، از نوع نسل چهارم است. کاربرد این نوع موتورها در صنایع هوایی گسترده بوده و با توجه به قابلیت‌های ویژه این نوع موتور، طیف وسیعی از هواپیماهای مسافربری بزرگ تا هواپیماهای نظامی را در بر می‌گیرد. بررسی تاریخچه انتقال فن‌آوری نشان می‌دهد، در بیشتر مواقع، همه عوامل و عناصر فن‌آوری به کشورهای گیرنده منتقل نشده و سبب بروز مشکلاتی مانند اضافه هزینه، استفاده نکردن کامل از ظرفیت تولید و در نهایت شکست نسبی یا کامل پروژه انتقال فن‌آوری، شده است. با توجه به ماهیت سیاسی انتقال فن‌آوری‌های پیشرفته، کشورهای صنعتی معمولاً تمایلی به واگذاری فن‌آوری به کشورهای در حال رشد ندارند و برای حفظ تسلط خود بر آنها از همه توان و نیروی خود استفاده می‌کنند [۸]. کسب فن‌آوری‌های خارجی و توسعه آن‌ها فرآیندی پیچیده، هزینه‌بر و زمان‌بر است و برای افزایش ضریب موفقیت، نیازمند ایجاد سطوحی از توانمندی فنی در سازمان گیرنده است.

چنانچه انتقال فن‌آوری بر اساس یک برنامه جامع و دقیق تنظیم شده و از فرصت‌ها و ظرفیت‌های انواع قرارداد به‌منظور کاهش پیامدهای منفی استفاده شده باشد، کشور گیرنده می‌تواند با جذب فن‌آوری مورد نظر به هدف خوداتکایی فنی دست یابد. به‌کارگیری مدیریت ریسک، به‌منظور افزایش احتمال و اثر وقایع مثبت و کاهش احتمال و اثر وقایع ناخوشایند، صورت می‌گیرد. کسب این دیدگاه در حوزه انتقال فن‌آوری کمک می‌کند که پیش از انعقاد قراردادهای انتقال فن‌آوری، انواع ریسک‌های تاثیرگذار شناسایی و تحلیل شوند تا احتمال بروز پیامدهای منفی در فرآیند انتقال فن‌آوری کاهش یابد. از سوی دیگر، ترکیب این فرآیند با ابزارهای ارزیابی فن‌آوری، درکی جامع از حوزه‌های شکاف فن‌آوری، علل فنی و غیر فنی وقوع ریسک‌ها، آثار و میزان اهمیت هر یک، به‌دست می‌دهد و به مدیران سازمان گیرنده فن‌آوری کمک می‌کند تا با ایجاد زیرساخت‌های لازم، ضریب موفقیت انتقال فن‌آوری را افزایش دهند.

در این تحقیق به کمک استاندارد عملی مدیریت ریسک PMBOK (ویرایش چهارم)، ریسک‌های خرد (فن-آوری) و کلان (سیاسی اقتصادی) پروژه انتقال فن‌آوری ساخت موتور نسل چهارم، شناسایی و رتبه‌بندی شده‌اند، علل ریشه‌ای و آثار احتمالی آنها تحلیل شده و در نهایت راه‌کارهایی برای پاسخ‌گویی به ریسک پیشنهاد شده است.

## ۲- اهداف و سوال‌های تحقیق

اهداف این تحقیق به دو دسته کلی و فرعی تقسیم می‌شوند که عبارت‌اند از:

### ۱-۱ - هدف کلی:

هدف کلی در این تحقیق شناسایی، رتبه‌بندی و تحلیل ریسک‌های خرد (فن‌آوری) و کلان (سیاسی اقتصادی)، در پروژه ساخت موتور نسل چهارم است.

### ۱-۲ - اهداف فرعی:

اهداف فرعی تحقیق به صورت زیر تعریف می‌شوند:

- ارزیابی ریسک‌های خرد و کلان و تاثیرات آنها بر هزینه، زمان و کیفیت پروژه
- تدوین و ارائه الگوی مناسب برای تبیین پیامدهای منفی احتمالی ریسک‌های خرد
- ارائه راهکارهایی برای مدیریت ریسک پروژه با هدف حرکت به سوی خودکفایی فن‌آوری

سوال‌های اصلی تحقیق عبارت‌اند از:

- عمده‌ترین ریسک‌ها در پروژه ساخت موتور نسل چهارم کدام‌اند؟
- اولویت‌بندی ریسک‌ها از نظر میزان تاثیر بر اهداف پروژه، چگونه است؟
- علل پدیدآورنده ریسک‌های خرد و کلان و آثار احتمالی آنها، کدام‌اند؟
- نحوه پاسخ‌گویی و مواجهه با ریسک‌های عمده چگونه است؟

## ۳- تعاریف عملیاتی

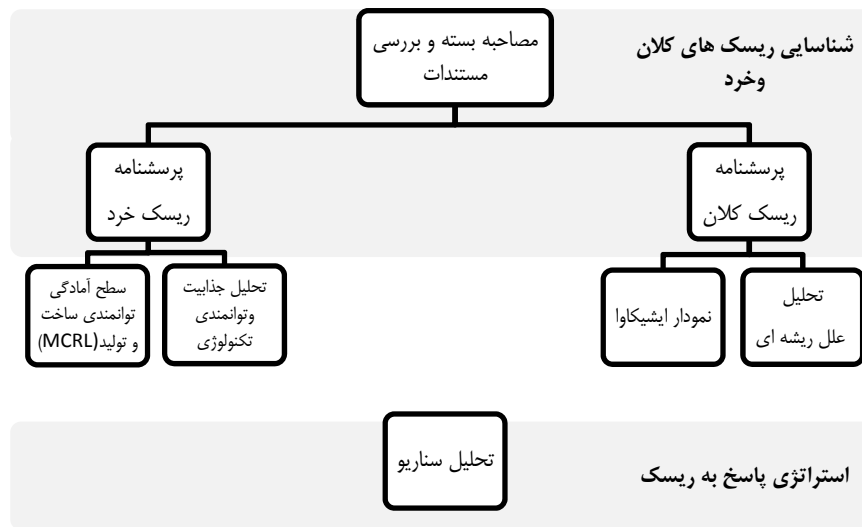
ریسک کلان: ریسک‌های مربوط به عوامل کلان سیاسی و اقتصادی که کاهش احتمال وقوع آنها از اراده و کنترل سازمان گیرنده فن‌آوری خارج است و برنامه پاسخ‌گویی ریسک، معطوف به کاهش پیامدهای منفی آنها خواهد بود.

ریسک خرد: ریسک‌های مربوط به حوزه فن‌آوری که سازمان گیرنده در صورت شناسایی آنها با برنامه مناسب، توان کاهش احتمال وقوع آنها را دارد.

هزینه: مجموع هزینه‌های مستقیم و غیر مستقیم تکمیل پروژه ساخت موتور که همه مراحل تحقیق و توسعه، ساخت، مونتاژ و تست را دربر گرفته و با واحد ریال یا سایر ارزهای رایج، قابل محاسبه است.

زمان: کل زمان صرف شده برای تکمیل پروژه ساخت موتور که همه مراحل تحقیق و توسعه، ساخت، مونتاژ و تست را در بر گرفته و با واحد ساعت، روز و غیره قابل محاسبه است.

کیفیت: میزان تطابق موتور و اجزای آن با استانداردهای ساخت، مونتاژ و عملکرد مورد انتظار کارفرما. بدیهی است موفقیت و شکست پروژه ساخت موتور در این بخش تعریف می‌شود. این عامل براساس استانداردهای فنی و شاخص‌های کمی، به‌طور نسبی قابل محاسبه است.



شکل ۱- فرآیند اجرای تحقیق

#### ۴- ابزار گردآوری داده‌ها و روش تحلیل یافته‌ها

در این تحقیق از ترکیب ابزارهای مختلف مدیریت ریسک و ارزیابی فن‌آوری استفاده شده است تا دقت و کارایی تحلیل، افزایش یابد. همچنین، در تمامی مراحل تحقیق، علاوه بر متغیرهای خرد، متغیرهای کلان (اقتصادی سیاسی) نیز مورد توجه قرار گرفته شده‌اند تا علل و بسترهای پیدایش ریسک‌ها شناسایی و پاسخ‌های هوشمندانه‌تری برای کاهش پیامدهای منفی فراهم شود. شکل ۱، مراحل مختلف فرآیند اجرای تحقیق و ابزارهای مورد استفاده در هر مرحله را نشان می‌دهد. در تحقیق حاضر، بر اساس استاندارد PMBOK، برای مدیریت ریسک مراحل سه‌گانه زیر طی شده است:

۱. شناسایی ریسک
۲. تحلیل کیفی ریسک
۳. برنامه‌ریزی پاسخ به ریسک

در مرحله شناسایی ریسک خرد و کلان، از بررسی مستندات گذشته و مصاحبه بسته با خبرگان پروژه به کمک ساختار شکست ریسک<sup>۱</sup>، استفاده شده است. به‌منظور تحلیل کیفی و رتبه‌بندی ریسک‌های خرد و

۱- Risk breakdown structure(RBS)

کلان، پرسشنامه توسعه یافته‌ای بر مبنای ماتریس احتمال و اثر<sup>۱</sup> ریسک تنظیم و به کار گرفته شده است. در پرسشنامه ریسک خرد (فن‌آوری)، احتمال وقوع ریسک، معادل احتمال بروز هر نوع خرابی<sup>۲</sup> در هر قطعه، از ترک<sup>۳</sup>، شکست<sup>۴</sup>، خوردگی<sup>۵</sup>، خستگی<sup>۶</sup>، خزش<sup>۷</sup>، سایش گرفته تا ناتوانی کلی و جزئی در طراحی، ساخت و تولید قطعه تعریف شده است. به بیان دیگر، این احتمال، فاصله وضع موجود فن‌آوری تا وضع مطلوب یا احتمال عدم دسترسی به فن‌آوری را نیز نشان می‌دهد، هرچه احتمال وقوع خرابی بالاتر باشد، فاصله فن‌آوری یا احتمال دست نیافتن به فن‌آوری بیشتر خواهد بود و برعکس. بر این اساس، در تحلیل کیفی ریسک‌های خرد، علاوه بر رتبه‌بندی ریسک، با توجه به میزان اثر بر اهداف پروژه، برآوردی از فاصله فن‌آوری نیز به دست می‌آید. در مرحله پاسخ‌گویی به ریسک، به منظور درک علل به وجود آورنده ریسک، برای ریسک‌های کلان از تحلیل علل ریشه‌ای<sup>۸</sup> بهره گرفته شده و در ادامه به کمک نمودار علت و معلول<sup>۹</sup> (ایشیکاوا)<sup>۱۰</sup>، روابط علی معلولی، توصیف شده است. این روابط، برای شناسایی علل مشترک و روابط بین ریسک‌ها، راه‌گشا است و کمک می‌کند که بتوان پاسخ مشترکی برای تعداد بیشتری از ریسک‌ها، ارائه کرد. برای ریسک‌های خرد، ارزیابی فن‌آوری از دیدگاه همکاران برون سازمانی بر مبنای تحلیل جذابیت- توانمندی فن‌آوری<sup>۱۱</sup>، صورت گرفت و در ادامه، ماتریس جذابیت- توانمندی فن‌آوری تشکیل شد. الگوی راهنما برای تخمین توانمندی، سطوح ده‌گانه آمادگی توانمندی ساخت و تولید<sup>۱۲</sup>، بوده است. همچنین برای تخمین جذابیت فن‌آوری، میزان اثر فن‌آوری بر اهداف راهبردی بنگاه، مد نظر قرار گرفته است. سپس، به کمک نتایج تحلیل علی ریسک-های کلان، چند سناریوی محتمل، تدوین شد. در این سناریوها، با توجه به ماتریس جذابیت-توانمندی فن‌آوری، راه‌کارهایی برای پاسخ به ریسک پیشنهاد شد.

## ۵- نتایج تحلیل یافته‌ها

### ۵-۱- تحلیل کیفی ریسک

فرآیند انجام تجزیه و تحلیل کیفی ریسک، مشخصات هر یک از ریسک‌های منفرد شناسایی شده ریسک را ارزیابی و بررسی می‌کند و ریسک‌ها را بر اساس ویژگی‌های توافق شده رتبه‌بندی می‌کند. سازمان‌ها تمایل دارند که منابع خود را بر اساس اولویت به ریسک‌های مهم تخصیص دهند که اغلب از طریق احتمال یا اثر مشخص می‌شوند. در این بخش، به کمک پرسشنامه تدوین شده بر اساس ماتریس احتمال و اثر PMBOK، اطلاعات ریسک‌های منفرد پروژه جمع‌آوری و رتبه‌بندی می‌شود.

۱- Probability – Impact Matrix(P-I)

۲- Failure

۳- Crack

۴- Fracture

۵- Corrosion

۶- Fatigue

۷- Creep

۸- Root Cause Analysis

۹- Cause and Effect Diagram

۱۰- Ishikawa Diagram

۱۱- Technology Attractiveness–Capability Analysis

۱۲- Manufacturing Capability Readiness Level(MCRL)

### ریسک کلان

براساس اطلاعات به دست آمده از پرسشنامه‌های تکمیل شده ریسک کلان و اعمال ضرایب مربوط به اولویت‌بندی عوامل هزینه، زمان و کیفیت از دیدگاه مدیریت پروژه، نتایج رتبه‌بندی ریسک‌ها براساس احتمال وقوع و میزان اثر آنها بر عوامل هزینه، زمان، کیفیت، به صورت زیر است. برای محاسبه میانگین وزنی نمره هر ریسک، ضرایب عوامل هزینه، زمان و کیفیت براساس دیدگاه مدیریت پروژه، به صورت زیر در نظر گرفته شده است.

جدول ۱- نتایج رتبه‌بندی ریسک کلان

رتبه	ریسک	نمره
۱	تامین مواد اولیه	۸,۱۶
۲	تامین قطعات گلوگاهی	۷,۸۰
۳	نوع قرارداد انتقال فن‌آوری	۷,۳۸
۴	تامین ماشین آلات و تجهیزات	۷,۳۶
۵	روابط سیاسی کشور صاحب فن‌آوری	۷,۱۶
۶	نوسان نرخ ارز	۶,۶۰
۷	راهبرد بازاریابی کشور صاحب فن‌آوری	۶,۴۹
۸	تامین مالی پروژه	۶,۴۳
۹	سیاست‌های دولت در زمینه خصوصی سازی	۵,۹۴
۱۰	راهبرد دفاعی	۵,۱۵
۱۱	تغییر در قوانین و مقررات	۳,۰۵

جدول ۲- ضرایب عوامل براساس دیدگاه مدیریت پروژه

عامل	ضریب (%)
هزینه	۵۰
زمان	۱۰۰
کیفیت	۷۵

حال برای بررسی و مقایسه اثرات پروژه، نتایج ریسک بدون اعمال ضرایب فوق و با شرط وقوع کلیه ریسک‌های پروژه در نظر گرفته می‌شود. نتایج مقایسه‌ای اثر هزینه‌ای، زمانی و کیفی ریسک‌های پروژه، در جدول ۳، آورده شده است:

جدول ۳- مقایسه آثار ریسک کلان

عامل	نمره
اثر هزینه ای	۶/۷۹
اثر زمانی	۶/۹۱
اثر کیفی	۵/۷۷

بنابراین بیشترین اثر مجموع ریسک‌های کلان بر زمان پروژه سپس هزینه و کیفیت آن خواهد بود. لازم به ذکر است که رتبه‌بندی ریسک‌های پروژه براساس ضرایب اولویت هزینه، زمان و کیفیت ابراز شده توسط مدیریت پروژه است. بدیهی است که بدون اعمال این ضرایب، نتایج رتبه‌بندی ریسک‌ها متفاوت خواهد بود.

#### ریسک خرد

براساس اطلاعات به‌دست آمده از پرسشنامه‌های تکمیل شده، ریسک خرد و اعمال ضرایب مربوط به اولویت‌بندی عوامل هزینه، زمان و کیفیت از دیدگاه مدیریت پروژه، نتایج رتبه‌بندی ریسک‌ها براساس احتمال وقوع (نداشتن دسترسی به فن‌آوری) و میزان اثر آنها بر عوامل هزینه، زمان، کیفیت، به‌صورت زیر است:

جدول ۴- نتایج رتبه‌بندی ریسک خرد

رتبه	ریسک	نمره
۱	Single Crystal پره توربین	۸,۱۴
۲	Powder Metallurgy دیسک	۷,۸۱
۳	Directional پره توربین	۷,۴۶
۴	Flow Forming شفت	۷,۳۶
۵	Powder Metallurgy دیسک توربین (HP)	۷,۳۵
۶	ISO Thermal پره کمپرسور	۷,۰۲
۷	Near to Shape دیسک توربین (LP)	۷,۰۰
۸	Near to Shape دیسک کمپرسور	۶,۹۲
۹	STEM سوراخ خنک کننده	۶,۵۱
۱۰	EDM/ECM سوراخ خنک کننده	۶,۳۶
۱۱	Hot Forging پره کمپرسور	۵,۹۰
۱۲	Heat Treatment شفت	۵,۳۷
۱۳	Thermal Barrier محفظه احتراق	۵,۲۳
۱۴	Electron Beam درام	۵,۱۷
۱۵	Super Drilling سوراخ خنک کننده	۵,۰۳
۱۶	Cold Rolling استاتور	۴,۸۵
۱۷	Strip Rolling استاتور	۴,۵۰
۱۸	Vacuum Brazing پره توربین و کمپرسور	۴,۳۱
۱۹	Sheet Metal Forming محفظه احتراق	۳,۸۷

در شکل ۲، وضعیت فن‌آوری‌های گلوگاهی از نظر درجه اهمیت ریسک نشان داده شده است. فن‌آوری‌هایی که در ناحیه قرمز قرار گرفته‌اند بیشترین درجه اهمیت را از نظر فاصله فن‌آوری زیاد یا احتمال بالای عدم دسترسی و نیز میزان اثر بر اهداف پروژه یعنی عوامل هزینه، زمان و کیفیت، دارند. به‌همین ترتیب نواحی نارنجی و زرد، دارای درجه اهمیت متوسط و کم خواهند بود.

درجه اهمیت ریسک					احتمال
					بسیار زیاد
					زیاد
					متوسط
					کم
					بسیار کم
بسیار زیاد	زیاد	متوسط	کم	بسیار کم	اثر

شکل ۲- درجه اهمیت ریسک خرد

حال برای بررسی و مقایسه اثرات پروژه، نتایج ریسک بدون اعمال ضرایب فوق و با شرط وقوع همه ریسک‌های پروژه، در نظر گرفته می‌شود. نتایج مقایسه‌ای اثرهزینه‌ای، زمانی و کیفی ریسک‌های پروژه، در جدول زیر آورده شده است:

جدول ۵- مقایسه آثار ریسک خرد

نمره	عامل
۵/۸۶	اثر هزینه‌ای
۶/۰۶	اثر زمانی
۶/۳۵	اثر کیفی

بنابراین، بیشترین اثر مجموع ریسک‌های خرد بر کیفیت پروژه و در مرحله بعد زمان و هزینه آن خواهد بود. لازم به ذکر است که رتبه‌بندی ریسک‌های پروژه براساس ضرایب اولویت هزینه، زمان و کیفیت ابراز شده توسط مدیریت پروژه، است. بدیهی است بدون اعمال این ضرایب، نتایج رتبه‌بندی ریسک‌ها متفاوت خواهد بود.

## ۲-۵ - ارزیابی برون سازمانی ریسک‌های خرد (فن‌آوری)

ارزیابی فن‌آوری<sup>۱</sup>، چارچوب فکری و ابزاری برای درک و شناسایی بهتر وضعیت فن‌آوری است. فرآیندی پیوسته و مستمر که بخش مهمی از مدیریت فن‌آوری هر بنگاه به‌شمار می‌رود. فرآیند ارزیابی، معمولاً برای

<sup>۱</sup> - Technology Assessment



فن‌آوری‌های راهبردی بنگاه یعنی فن‌آوری‌هایی که در تحقق اهداف راهبردی بنگاه نقش اساسی ایفا می‌کنند، انجام می‌شود. معیارهای ارزیابی فن‌آوری که عموماً معیارهای کیفی هستند، جذابیت و توانمندی فن‌آوری را مورد بررسی قرار می‌دهند [۲].

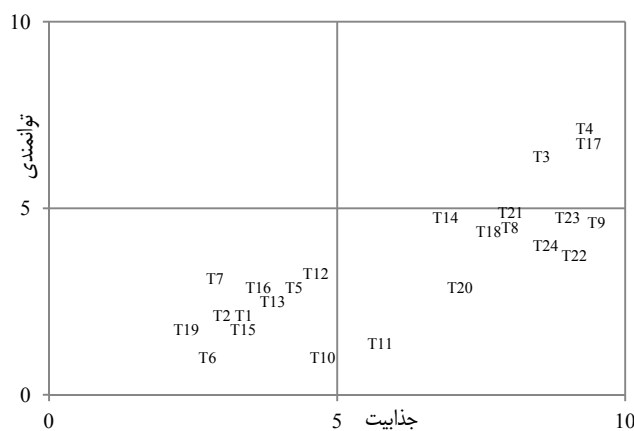
در این تحقیق، به منظور ارزیابی برون سازمانی وضعیت فن‌آوری‌های گلوگاهی و مکمل شرکت سازنده برای ساخت موتور نسل چهارم، پرسشنامه‌ای در اختیار خبرگان صنعت ساخت توربوکمپرسورهای گازی صنایع نفت و گاز که دارای فن‌آوری‌های مشابه است، قرار گرفت. با توجه به این‌که مکانیسم موتورهای هوایی و توربوکمپرسورهای گازی مشابه است ولی عملکرد متفاوتی دارند، مستندات فنی لازم در اختیار خبرگان قرار گرفت و از آنها خواسته شد، پرسشنامه تاحد ممکن مبتنی بر ویژگی‌های موتور نسل چهارم تکمیل شود. این ارزیابی، علاوه بر فن‌آوری‌های گلوگاهی که ریسک‌های خرد پروژه محسوب می‌شوند، فن‌آوری‌های مکمل را نیز شامل می‌شود. لیست این فن‌آوری‌ها و شماره هریک، در جدول ۶ آورده شده است.

جدول ۶- لیست فن‌آوری‌های اصلی و مکمل

Hot Forging پره کمپرسور	T <sub>۱</sub>
ISO Thermal Forging پره کمپرسور	T <sub>۲</sub>
Broaching دیسک کمپرسور (LP)	T <sub>۳</sub>
Precision Machining دیسک کمپرسور (LP)	T <sub>۴</sub>
Near to Shape Forging دیسک کمپرسور (LP)	T <sub>۵</sub>
Powder Metallurgy دیسک کمپرسور (HP)	T <sub>۶</sub>
Cold & Strip Rolling استاتور	T <sub>۷</sub>
Vacuum Brazing پره توربین و کمپرسور	T <sub>۸</sub>
E B W درام	T <sub>۹</sub>
Single Crystal پره توربین	T <sub>۱۰</sub>
Solidification Directional پره توربین	T <sub>۱۱</sub>
STEM سوراخ خنک کننده	T <sub>۱۲</sub>
EDM/ECM سوراخ خنک کننده	T <sub>۱۳</sub>
Super Drilling سوراخ خنک کننده	T <sub>۱۴</sub>
Powder Metallurgy دیسک توربین (HP)	T <sub>۱۵</sub>
Near to Shape Forging دیسک توربین (LP)	T <sub>۱۶</sub>
Precision Machining دیسک توربین (LP)	T <sub>۱۷</sub>
Heat Treatment شفت	T <sub>۱۸</sub>
Flow Forming شفت	T <sub>۱۹</sub>
Gear Hobbing شفت	T <sub>۲۰</sub>
Boring Mill شفت	T <sub>۲۱</sub>
Sheet Metal Forming محفظه احتراق	T <sub>۲۲</sub>
TBC به روش EVOF محفظه احتراق	T <sub>۲۳</sub>
Machining پره توربین	T <sub>۲۴</sub>

بر این اساس، ماتریس جذابیت - توانمندی، تشکیل شده است (شکل ۳) و فن‌آوری‌های اصلی و مکمل در آن جانمایی می‌شوند. برای هر گروه از فن‌آوری‌ها، که در یکی از نواحی ماتریس قرار گرفته‌اند، می‌توان یک راهبرد مانند توسعه داخلی، برون سپاری یا بینابین، پیشنهاد داد. اما بدون توجه به وضعیت فن‌آوری‌ها در داخل

شرکت سازنده، موتور این راهبردها از دقت و صحت کافی برخوردار نخواهند بود. با تجمیع نتایج تحلیل کیفی ریسک خرد که نوعی ارزیابی درون سازمانی وضعیت فن‌آوری است و ماتریس جذابیت توانمندی که ارزیابی برون سازمانی وضعیت فن‌آوری است، می‌توان جدولی ترسیم کرد که وضعیت فن‌آوری را به صورت کلی نمایش می‌دهد. در جدول ۸، وضعیت فن‌آوری به صورت کلی و چالش‌های اصلی دستیابی به هر فن‌آوری، آورده شده است. در مرحله بعد، با توجه به سناریوهای استخراج شده از وضعیت ریسک‌های کلان، می‌توان راهبردهایی را برای پاسخ به ریسک‌های خرد پیشنهاد داد.



شکل ۳- ماتریس توانمندی و جذابیت فناوری

به منظور کسب اطمینان از صحت بیشتر پاسخ‌ها، با توجه به حوزه تخصصی هریک از خبرگان (دیسک، پره، محفظه احتراق و...)، ضرایبی به نظریات آنها تخصیص داده شد. در طراحی پرسشنامه، الگوی راهنما برای تخمین توانمندی، سطوح ده‌گانه آمادگی توانمندی ساخت و تولید بوده است که این سطوح عبارت‌اند از:

۱. مفاهیم پایه
۲. مفاهیم کاربردی
۳. تحقیق و توسعه اولیه
۴. توسعه فن‌آوری در محیط آزمایشگاهی
۵. توان ساخت اجزای نمونه در محیط کارگاهی
۶. توان ساخت یک ماژول یا کل نمونه در سطح محیط کارگاهی
۷. توان ساخت اجزا یا ماژول‌ها با کارایی عملیاتی
۸. تست موفق نمونه در محیط عملیاتی و آمادگی برای تولید اندک
۹. تولید اندک، آمادگی برای تولید انبوه
۱۰. تولید انبوه با تاکید بر بهبود مستمر، تلاش برای تولید ناب

برای تخمین جذابیت فن آوری، میزان اثر فن آوری بر اهداف راهبردی بنگاه مد نظر قرار گرفته است که عبارت‌اند از:

۱. به‌کارگیری فن آوری برای سازمان ایجاد ارزش افزوده می‌کند.
۲. به‌کارگیری فن آوری برای سازمان ایجاد مزیت رقابتی می‌کند.
۳. اکتساب فن آوری با توجه به منحنی چرخه عمر آن، جذابیت دارد.
۴. اکتساب فن آوری، قابلیت‌ها و کاربردهای جدیدی برای فرآیند ساخت به‌همراه دارد.

نتایج ارزیابی جذابیت و توانمندی به تفکیک فن آوری، در جدول ۷ آمده است:

جدول ۷- نتایج ارزیابی توانمندی و جذابیت

شماره	توانمندی	جذابیت
T <sub>۱</sub>	۲/۱۳	۳/۳۸
T <sub>۲</sub>	۲/۱۳	۴/۰۰
T <sub>۳</sub>	۶/۳۸	۸/۰۰
T <sub>۴</sub>	۷/۱۳	۸/۷۵
T <sub>۵</sub>	۲/۸۸	۴/۲۵
T <sub>۶</sub>	۱/۷۵	۲/۷۵
T <sub>۷</sub>	۳/۱۳	۲/۸۸
T <sub>۸</sub>	۴/۵۰	۸/۰۰
T <sub>۹</sub>	۴/۶۳	۹/۵۰
T <sub>۱۰</sub>	۱/۰۰	۴/۷۵
T <sub>۱۱</sub>	۱/۳۸	۵/۷۵
T <sub>۱۲</sub>	۳/۲۵	۴/۶۳
T <sub>۱۳</sub>	۲/۵۰	۳/۸۸
T <sub>۱۴</sub>	۴/۷۵	۶/۸۸
T <sub>۱۵</sub>	۱/۷۵	۲/۷۵
T <sub>۱۶</sub>	۲/۸۸	۴/۲۵
T <sub>۱۷</sub>	۶/۷۵	۸/۷۵
T <sub>۱۸</sub>	۴/۳۸	۷/۶۳
T <sub>۱۹</sub>	۱/۷۵	۳/۰۰
T <sub>۲۰</sub>	۲/۸۸	۷/۱۳
T <sub>۲۱</sub>	۴/۸۸	۸/۶۳
T <sub>۲۲</sub>	۳/۷۵	۸/۵۰
T <sub>۲۳</sub>	۴/۷۵	۹/۰۰
T <sub>۲۴</sub>	۴/۰۰	۸/۰۰

جدول ۸- ارزیابی فناوری‌های اصلی و مکمل

شماره	نوع	ناحیه ریسک	رتبه	چالش‌ها در سطح برون سازمانی
T <sub>۱</sub>	اصلی	نارنجی	۱۱	نیاز به تحقیق و توسعه، تجهیزات و دانش فنی، در ایران بیشتر در سطح تحقیقاتی انجام شده است
T <sub>۲</sub>	اصلی	قرمز	۶	نیاز به تحقیق و توسعه، تجهیزات و دانش فنی
T <sub>۳</sub>	مکمل			نیاز به ابزارسازی دارد، ساخت ابزارهای Broach نیاز به تحقیق و توسعه دارد
T <sub>۴</sub>	مکمل			زیرساخت وجود دارد ولی برای ساخت قطعه مورد نظر باید تست های اولیه انجام شود
T <sub>۵</sub>	اصلی	نارنجی	۸	زیرساخت وجود ندارد، تجهیزات و دانش فنی لازم وجود ندارد
T <sub>۶</sub>	اصلی	قرمز	۲	فن آوری منسوخ شده و جذابیتی ندارد
T <sub>۷</sub>	اصلی	زرد	۱۷ و ۱۶	کاربردی در صنایع نفت ندارد ولی با دانش فنی لازم قابل اجراست.
T <sub>۸</sub>	اصلی	زرد	۱۸	نیاز به تحقیق و توسعه به همراه طراحی فیکسچر مناسب و احتمالاً به هم خوردن ابعاد قطعه حین عملیات
T <sub>۹</sub>	اصلی	نارنجی	۱۴	تجهیزات و دانش فنی، نیاز به تحقیق و توسعه نسبتاً زیاد
T <sub>۱۰</sub>	اصلی	قرمز	۱	تجهیزات بسیار گران، دانش فنی پیچیده که در ایران موجود نیست
T <sub>۱۱</sub>	اصلی	قرمز	۳	تجهیزات بسیار گران، دانش فنی نسبتاً پیچیده که در ایران موجود نیست
T <sub>۱۲</sub>	اصلی	نارنجی	۹	-
T <sub>۱۳</sub>	اصلی	نارنجی	۱۰	-
T <sub>۱۴</sub>	اصلی	نارنجی	۱۵	-
T <sub>۱۵</sub>	اصلی	قرمز	۵	فن آوری منسوخ شده و جذابیتی ندارد
T <sub>۱۶</sub>	اصلی	قرمز	۷	-
T <sub>۱۷</sub>	مکمل			-
T <sub>۱۸</sub>	اصلی	نارنجی	۱۲	دسترسی به کوره عملیات حرارتی با ابعاد مناسب
T <sub>۱۹</sub>	اصلی	قرمز	۴	-
T <sub>۲۰</sub>	مکمل			نیاز به تحقیق و توسعه زیاد، اگر کویپلینگ دنده ای مد نظر باشد نیاز به سنگ زنی خزشی دارد که دسترسی به تجهیزات سنگ زنی خزشی و دانش فنی لازم دشوار است
T <sub>۲۱</sub>	مکمل			-
T <sub>۲۲</sub>	اصلی	زرد	۱۹	نیاز به تحقیق و توسعه بسیار زیاد برای طراحی قالب ها و روش ها
T <sub>۲۳</sub>	اصلی	نارنجی	۱۳	زیرساخت لازم در ایران وجود دارد و قابل اجراست
T <sub>۲۴</sub>	مکمل			دسترسی به تجهیزات سنگ زنی خزشی و ابزارهای آن، فرآیند سنگ زنی نیازمند سعی و خطای زیاد است

### ۳-۵- تحلیل علی ریسک‌های کلان

منابع ایجاد برخی از ریسک‌های پروژه یکسان است. از طرفی بین ریسک‌های منفرد ممکن است روابط علی و معلولی برقرار باشد. برای درک بهتر این روابط به کمک مصاحبه با خبرگان پروژه، بررسی مستندات و مطالعات کتابخانه‌ای تحلیل علی ریسک، انجام می‌شود. در این بخش، ابتدا علل ریشه‌ای ریسک شناسایی و سپس نمودار علت و معلول ترسیم می‌شود.

### تحلیل علل ریشه‌ای

تحلیل علل ریشه‌ای به دنبال شناسایی علل اصلی ریسک‌هایی است که ممکن است باعث تغییرات اساسی شوند. همچنین ممکن است منجر به شناسایی منابع مشترک بروز بسیاری از ریسک‌ها شوند که در نتیجه آن پاسخ به تعداد بیشتری از ریسک‌ها با یک راهبرد واحد، میسر خواهد شد. در جدول ۹، علل اصلی بروز ریسک‌های کلان که از طریق بررسی گزارش‌های داده‌های اولیه و مصاحبه‌ها به دست آمده است، نشان داده شده و در ادامه پیرامون ریشه‌های مشترک این علل نیز بحث شده است.

جدول ۹- علل ریشه‌ای ریسک‌های کلان

ردیف	ریسک	علت
۱	روابط سیاسی کشور صاحب فن‌آوری	سیاست خارجی، تحریم‌های بین‌المللی
۲	نوسان نرخ ارز	تغییرات سیاست‌های اقتصادی دولت، تحریم‌های بین‌المللی
۳	راهبرد بازاریابی کشور صاحب فن‌آوری	رقابت و انحصارات در بازار فن‌آوری، تحریم‌های بین‌المللی
۴	راهبرد دفاعی	سیاست خارجی، اسناد بالادستی، تحریم‌های بین‌المللی
۵	تامین مالی پروژه	نوسان نرخ ارز، راهبرد دفاعی
۶	سیاست‌های دولت در زمینه خصوصی سازی	اسناد بالادستی، تحریم‌های بین‌المللی
۷	تغییر در قوانین و مقررات	تغییرات سیاست‌های اقتصادی دولت
۸	تامین مواد اولیه	نوع قرارداد انتقال فن‌آوری، راهبرد بازاریابی کشور صاحب فن‌آوری، تامین مالی پروژه
۹	تامین ماشین آلات و تجهیزات	
۱۰	تامین قطعات گلوگاهی	
۱۱	نوع قرارداد انتقال فن‌آوری	روابط سیاسی کشور صاحب فن‌آوری، رقابت و انحصارات در بازار فن‌آوری، تحریم‌های بین‌المللی

### ۱- سیاست خارجی

سیاست خارجی، علت بروز ریسک‌های ۱ و ۴، است. در توضیح روابط سیاسی کشور صاحب فن‌آوری، گفته شد که روابط سیاسی کشور صاحب فن‌آوری در تمامی مراحل انتقال فن‌آوری از جمله تحقیق و توسعه، ساخت و تعمیرات و نگهداری، بر پروژه اثرگذار است. علت اصلی این ریسک، نحوه تعامل کشور با سایر کشورهای موثر بر معادلات منطقه‌ای و جهانی است. همچنین می‌توان گفت راهبرد دفاعی بر اساس همین تعاملات تدوین می‌شود.

## ۲- تحریم‌های بین‌المللی

این عامل موجب کاهش ورود ارز به کشور، محدودیت در تدوین قراردادهای بین‌المللی کشور، محدودیت در جذب سرمایه‌های خارجی و نیز یک عامل محرک برای تسریع خصوصی سازی و حرکت به سمت خودکفایی در حوزه محصولات دفاعی و یکی از علل بروز ریسک‌های ۱ تا ۶ و ۱۱، است. با بررسی عمیق‌تر می‌توان گفت این ریسک خود، معلول سیاست خارجی و تعاملات جهانی است.

## ۳- اسناد بالادستی

اصول قانون اساسی از جمله اصل ۴۴، سند چشم‌انداز ۲۰ ساله ج.ا.ایران و برنامه‌های پنج‌ساله توسعه کشور و اسناد بالادستی در حوزه دفاعی مورد نظر است. پایداری یا عدم پایداری به این اسناد، یکی از علل ریشه‌ای بروز بسیاری از ریسک‌های حوزه کسب و کار داخلی است. بر ریسک‌های ۴ و ۶ اثرگذار است.

## ۴- تغییرات سیاست‌های اقتصادی دولت

عامل اصلی تغییر در قوانین و مقررات، بی‌ثباتی در فضای کسب و کار و افزایش ریسک سرمایه‌گذاری است که در افزایش نوسان نرخ ارز موثر است. این عامل را می‌توان ناشی از پایداری نبودن به اسناد بالادستی کشور (سند چشم‌انداز و برنامه‌های پنج‌ساله توسعه) و یا تصمیم‌های غیرکارشناسانه دانست. این عامل یکی از مهم‌ترین دلایل بروز ریسک‌های محیط کسب و کار تلقی می‌شود و عامل بی‌ثباتی و افزایش ریسک‌های تجاری است.

## ۵- رقابت و انحصار در بازار فن‌آوری

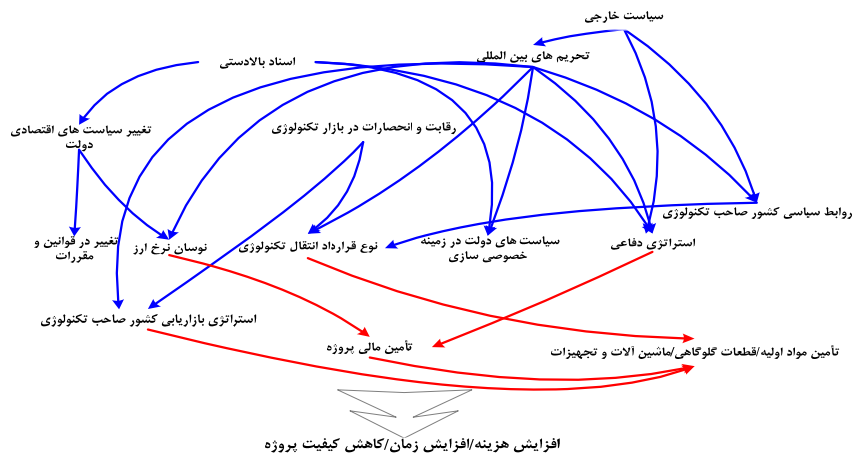
ماهیت بازار و رقابت به‌گونه‌ایست که صرف‌نظر از شرایط تحریمی که نوعی فوریت در فضای کسب و کار محسوب می‌شود، همواره صاحبان فن‌آوری انحصاری برای انتقال و فروش فن‌آوری را در قراردادها، در نظر می‌گیرند. به‌ویژه، در صنایع دفاعی که دانش طراحی، ساخت قطعات گلوگاهی و مواردی مانند این‌ها جزو انحصارات بوده و در قرارداد تحت عناوین مختلف از واگذاری آن خودداری می‌کنند. این عامل، علت بروز ریسک‌های ۳ و ۱۱ است. توضیحات فوق نشان می‌دهد که برخی از علل بالا خود، معلول علت دیگری هستند. همچنین میان تعدادی از ریسک‌های کلان روابط علی و معلولی وجود دارد. برای درک کامل‌تر از روابط علی و معلولی، نمودار علت و معلول، ترسیم می‌شود که در آن روابط ریسک‌های منفرد علل مشترک و آثار محتمل، نشان داده شده‌اند.

## نمودار علت و معلول (ایشیکاوا)

این نمودار، عللی را که منجر به خروجی مورد نظر می‌شود به‌صورت شماتیک نشان می‌دهد. هر علت اصلی می‌تواند به علت‌های فرعی دیگری تقسیم شود. در این روش معمولاً خروجی موردنظر، اهداف پروژه هستند که عوامل هزینه‌زمان و کیفیت هستند.

بخش بالایی نمودار علت‌های وقوع ریسک، بخش میانی ریسک‌های کلان و بخش پایین آثار ریسک را دربر می‌گیرد. در این نمودار، فلش‌های قرمز رنگ، روابط علی میان خود ریسک‌ها و فلش‌های آبی روابط میان علل ریشه‌ای و ریسک‌های کلان پروژه را نشان می‌دهند. این نمودار به خوبی، روابط علی و معلولی که میان تعدادی از ریسک‌های کلان وجود دارد را توصیف می‌کند. بنابراین، در مرحله پاسخ به ریسک، باید به این نکته توجه کرد که با یافتن راه‌کاری برای پاسخ به علت ریسک، احتمال وقوع ریسک یا پیامدهای منفی آن، خود به خود کاهش می‌یابد یا به کلی از بین می‌رود. به‌عنوان مثال، پاسخ به ریسک نوسان ارز، بخشی از عدم قطعیت‌های تامین مالی پروژه را که ناشی از ابهام در کل مبلغ سرمایه‌گذاری برای انجام پروژه است، پوشش می‌دهد. این امر به نوبه خود، پیامدهای منفی ریسک تامین مالی بر زنجیره تامین پروژه را کاهش می‌دهد، زیرا با ثبات نرخ ارز، بهای تمام شده خرید مواد اولیه، قطعات یا تجهیزات به‌صورت مقطوع قابل محاسبه خواهد بود. بنابراین انتظار می‌رود که از ناحیه مسایل مربوط به زنجیره تامین، هزینه یا زمان پروژه، افزایش نیابد یا احیاناً به دلیل بالاتر رفتن بهای ریالی یک قطعه، واحد تدارکات، مجبور به تامین قطعه ارزان‌تر مشابه که خود بر کاهش کیفیت خروجی پروژه موثر خواهد بود، نشود.

درخصوص علل ریشه‌ای ریسک، باید توجه کرد که به دلیل این‌که این عوامل، عموماً کلان و خارج از حوزه کنترل مدیران پروژه هستند، راهبرد پاسخ به ریسک در این موارد باید معطوف به کاهش اثر یا انتقال به شخص حقوقی ثالث باشد. به‌عنوان مثال، لازم است به عامل رقابت و انحصارها در بازار فن‌آوری، توجه شود. این عامل، در شرایط غیر تحریمی نیز پایدار و جزو عناصر ذاتی بازار فن‌آوری است. به دلیل ماهیت سیاسی انتقال فن‌آوری‌های پیشرفته، به‌ویژه صنایع دفاعی که عاملی برای برتری راهبردی محسوب می‌شود، کشور صاحب فن‌آوری تمایلی به انتقال کامل فن‌آوری ندارد. بنابراین حتی با فرض وجود روابط سیاسی مناسب با کشور گیرنده، قابل پیش‌بینی است که در قرارداد تحت عناوین مختلف از واگذاری قطعات گلوگاهی خودداری کند. ریسک دسترسی به مواد اولیه، قطعات یا تجهیزات حتی در شرایط غیر تحریمی نیز حضور خواهد داشت. عامل رقابت و انحصارها در بازار فن‌آوری خارج از حوزه کنترل مدیران پروژه و حتی مقامات سیاسی است. یکی از راه‌کارهای مناسب پاسخ به ریسک در این شرایط، تمرکز بر راهبردهای انتقال ریسک است. با توجه به روند خصوصی‌سازی در کشور و اولویت‌های توسعه صنعتی، می‌توان انتظار داشت که در صنایع دفاعی خوشه‌های صنعتی توسعه یابند. در این‌جا، راهبرد انتقال ریسک برای شرکت سازنده موتور می‌تواند برون‌سپاری ساخت یا تامین قطعاتی باشد که در قرارداد قابل واگذاری نیست. تقویت نقش کارفرمایی شرکت سازنده موتور و تمرکز بر فن‌آوری‌های تست، بازرسی و مونتاژ در راستای همین راهبرد خواهد بود.



شکل ۴- نمودار علت و معلول ریسک‌های کلان

## ۶- پاسخ به ریسک

در مرحله پاسخ به ریسک، به کمک تحلیل سناریو می‌توان چند سناریوی محتمل را تعریف کرد و پاسخ‌های متفاوت در هر سناریو را تشریح و ارزیابی کرد. زمانی که سناریوها خارج از کنترل سازمان باشند، تحلیل سناریو می‌تواند به مدیران سازمان برای برنامه‌ریزی احتیاطی کمک کند [۷]. با دقت در شکل ۴، می‌توان علل ریشه‌ای ریسک‌های کلان را به دو بخش علل خارجی و داخلی تقسیم کرد. در میان علل خارجی نقش تحریم‌های بین‌المللی، بسیار پررنگ است. با این حال، در صورت حذف تحریم‌های بین‌المللی از نمودار علت و معلول، هیچ یک از ریسک‌های کلان حذف نمی‌شوند. این نکته برای شناخت علل وقوع ریسک و نیز تعریف سناریو راه‌گشا است. به بیان دیگر، در شرایط عادی و رفع تحریم‌های بین‌المللی نیز ریسک‌های کلان پروژه همچنان، به قوت خود باقی خواهند ماند. بنابراین ضروریست که حداقل یکی از سناریوها، شرایط پاسخ به ریسک را در وضعیت عادی بررسی کند. با توجه به واقعیات موجود، این سناریو سناریوی خوشبینانه تلقی می‌شود، اما طرح آن برای درک جامع از آثار ریسک، ضروری به نظر می‌رسد.

### سناریوی خوشبینانه

در این سناریو در سطح خارجی، بخش عمده تحریم‌های بین‌المللی در بازه زمانی کمتر از دو سال، رفع شده‌اند. به طوری که اغلب تحریم‌های مالی - بانکی، تحریم‌های لجستیکی و تحریم کالا وجود نداشته و از این لحاظ در شرایط مشابه حدود ۱۰ سال پیش به سر می‌بریم. در سطح داخلی، سیاست‌های اصل ۴۴ قانون اساسی و سند چشم‌انداز با شتاب پیش‌بینی شده در حال اجرا است و



در حوزه صنعتی، خوشه‌های صنعتی توسعه یافته‌اند. تا حدی که در زمینه ساخت محصولات دفاعی می‌توان با این خوشه‌ها همکاری کرد. لازم به ذکر است چنین سیاستی در کشور روسیه برای حفظ بازار محصولات صنعت هوایی با تاکید ولادیمیر پوتین اجرا شد و نتیجه آن تاسیس بنگاه متحد هواپیما ۱، در سال ۲۰۰۶، بود. دربخش ساخت و تولید، خوشه فن‌آوری‌هایی که در زیر به آن‌ها اشاره شده است، آغاز به کار کرده‌اند یا درحال رشد هستند و به بلوغ کامل نرسیده‌اند:

- فن‌آوری ریخته‌گری
- فن‌آوری آهن‌گری
- فن‌آوری عملیات حرارتی
- فن‌آوری ماشین‌کاری پیشرفته
- فن‌آوری چرخ‌دنده زنی
- فن‌آوری جوش و اتصالات
- فن‌آوری مواد و متالورژی
- فن‌آوری پوشش سطحی
- فن‌آوری‌های نوین

برای شرکت سازنده امکان تقویت نقش کارفرمایی با تمرکز بر فن‌آوری‌های تست، کنترل و مونتاژ و گسترش راهبرد همکاری با خوشه‌های فن‌آوری و شرکت‌های فعال در زمینه‌های تخصصی مشابه مانند نفت و گاز وجود دارد. همچنین، امکان عقد قرارداد انتقال فن‌آوری با کشورهای خارجی، درصنایع نفت و گاز ممکن است. با توجه به نمودار علت و معلول، به دلیل ثبات سیاست‌های اقتصادی و قوانین حوزه کسب و کار، نرخ ارز ثابت است و تامین مالی پروژه، از منابع داخلی قابل تخصیص است. با این‌که روابط سیاسی با کشورهای صاحب فن‌آوری مناسب است، این ریسک به‌طور کامل از بین نرفته است، ضمن این‌که انحصارهای ذاتی بازار فن‌آوری و راهبرد بازاریابی این کشورها ایجاد می‌کند که همچنان از واگذاری تعدادی از فن‌آوری‌ها و قطعات گلوگاهی با توجه به کاربری نظامی، خودداری کنند. امکان خرید اغلب تجهیزات وجود دارد اما تامین سوپرالیاژها و مواد اولیه دشوار است. نمودار علت و معلول این سناریو، در شکل ۵، نشان داده شده است. در این شکل، تحریم‌های بین‌المللی و ریسک‌های منتج از این علت، حذف شده‌اند. با توجه به این‌که پایبندی به اسناد بالادستی در سطح مناسبی وجود دارد، ریسک ناشی از تغییرات در تصمیمات دولت مرتفع شده و نرخ ارز ثبات نسبی دارد. ریسک‌هایی که با رنگ سبز نمایش داده شده‌اند، عوامل مثبت (فرصت) تلقی شده و از عوامل کاهنده اثرات منفی هستند.

۱. راهبرد دفاعی در این حالت بر پی‌گیری پروژه‌های خودکفایی با توسعه زیرساخت‌های صنعتی تاکید دارد و بودجه لازم برای پروژه ساخت موتور تامین می‌شود.
۲. اجرای صحیح سیاست‌های کلی اصل ۴۴، فرصتی برای توسعه خوشه‌های ساخت و تولید فراهم می‌کند.
۳. روابط مناسب سیاسی مبتنی بر تعامل بخشی از پیامدهای منفی ریسک سیاسی را کاهش می‌دهد.

توجه به روابط علی و معلولی شکل ۵، این نکته مهم را که حتی در شرایط عادی و اجرای دیپلماسی تعاملی، به دلیل ماهیت انحصاری فن‌آوری‌های پیشرفته به‌ویژه در حوزه دفاعی، صاحبان فن‌آوری تمایلی به واگذاری آن به‌طور کامل ندارند، آشکار می‌کند. بنابراین در سناریوی خوشبینانه نیز نباید انتظار داشت که حتی با سرمایه‌گذاری و صرف هزینه‌های سنگین، انتقال فن‌آوری به‌صورت کامل انجام شود.

#### سناریوی واقع‌بینانه

در این سناریو، در سطح خارجی، تحریم‌های بین‌المللی به قوت خود باقی هستند ولی نسبت به وضعیت فعلی گسترده‌تر نشده است. در سطح داخلی، بخش عمده صنایع تولیدی در رکود به‌سر می‌برد و امکان جذب سرمایه خارجی در صنایع مشابه نیز وجود ندارد. امکان عقد قرارداد انتقال فن‌آوری با تعداد محدودی از کشورهای خارجی در صنایع نفت و گاز، در حد اندک وجود دارد. با توجه به نمودار علت و معلول، همه ریسک‌های کلان، فعال هستند ولی سیاست‌های اقتصادی و قوانین حوزه کسب و کار، ثبات نسبی دارند. نرخ ارز تقریباً ثابت است و امکان تخصیص منابع مالی داخلی به پروژه وجود دارد. با این حال، به دلیل وجود تحریم‌ها تامین مواد اولیه و قطعات دشوار است یا با صرف هزینه‌های بسیار، انجام می‌شود. سیاست خصوصی‌سازی برای دور زدن تحریم دنبال می‌شود و خودکفایی در حوزه‌های دفاعی، از جمله ساخت موتورهای توربینی، ضرورت بیشتری یافته است.

۱. راهبرد دفاعی، به‌عنوان عامل مثبت (فرصت) به دلیل فشار تحریم‌ها بر تسریع پروژه‌های خودکفایی تاکید دارد و بودجه لازم برای پروژه ساخت موتور تامین می‌شود.
  ۲. اجرای ناصحیح سیاست‌های کلی اصل ۴۴ در این سناریو، تنها، راهی برای دور زدن تحریم‌ها بوده و توسعه صنعتی پایدار، محقق نمی‌شود.
- بنابراین، تنها ریسک کلانی که محتمل است پیامد مثبت داشته باشد، راهبرد دفاعی است. نمودار علت و معلول مشابه شکل ۴ است.

#### راهبرد پاسخ به ریسک

در جدول ۱۰، راهبردهای پاسخ به ریسک، به تفکیک فن‌آوری‌ها، در چهارچوب سناریوی خوش‌بینانه و واقع-بینانه آورده شده است.

جدول ۱۰- راهبرد پاسخ به ریسک

شماره	نوع	ناحیه ریسک	رتبه ریسک	جذابیت	توانمندی	راهبرد پاسخ به ریسک در سناریوی خوش بینانه	راهبرد پاسخ به ریسک در سناریوی واقع بینانه
T <sub>۱</sub>	اصلی	نارنجی	۱۱	کم	کم	ایجاد ظرفیت و توسعه داخلی / همکاری بین المللی	ایجاد ظرفیت و توسعه داخلی
T <sub>۲</sub>	اصلی	قرمز	۶	کم	کم	برون سپاری به خوشه فن آوری / همکاری بین المللی	جایگزین یابی و برون سپاری / توقف
T <sub>۳</sub>	مکمل			بالا	بالا	برون سپاری / همکاری مشترک	برون سپاری به همکاران داخلی / همکاری مشترک
T <sub>۴</sub>	مکمل			بالا	بالا	برون سپاری / همکاری مشترک	برون سپاری به همکاران داخلی / همکاری مشترک
T <sub>۵</sub>	اصلی	نارنجی	۸	کم	کم	برون سپاری به خوشه فن آوری / همکاری بین المللی	جایگزین یابی و برون سپاری / توقف
T <sub>۶</sub>	اصلی	قرمز	۲	کم	کم	برون سپاری به خوشه فن آوری / جایگزین یابی	جایگزین یابی و برون سپاری / توقف
T <sub>۷</sub>	اصلی	زرد	۱۷ و ۱۶	کم	کم	ایجاد ظرفیت و توسعه داخلی / برون سپاری به خوشه فن آوری	ایجاد ظرفیت و توسعه داخلی
T <sub>۸</sub>	اصلی	زرد	۱۸	بالا	کم	همکاری مشترک داخلی / توسعه داخلی	همکاری مشترک داخلی / توسعه داخلی
T <sub>۹</sub>	اصلی	نارنجی	۱۴	بالا	کم	همکاری مشترک داخلی / برون سپاری به خوشه فن آوری	همکاری مشترک داخلی / توسعه داخلی
T <sub>۱۰</sub>	اصلی	قرمز	۱	کم	کم	برون سپاری به خوشه فن آوری / همکاری بین المللی	جایگزین یابی و برون سپاری / توقف
T <sub>۱۱</sub>	اصلی	قرمز	۳	بالا	کم	برون سپاری / همکاری مشترک	همکاری مشترک داخلی / جایگزین یابی / توقف
T <sub>۱۲</sub>	اصلی	نارنجی	۹	کم	کم	ایجاد ظرفیت و توسعه داخلی / همکاری مشترک	ایجاد ظرفیت و توسعه داخلی
T <sub>۱۳</sub>	اصلی	نارنجی	۱۰	کم	کم	ایجاد ظرفیت و توسعه داخلی / همکاری مشترک	ایجاد ظرفیت و توسعه داخلی
T <sub>۱۴</sub>	اصلی	نارنجی	۱۵	بالا	کم	ایجاد ظرفیت و توسعه داخلی / همکاری مشترک	ایجاد ظرفیت و توسعه داخلی / همکاری مشترک
T <sub>۱۵</sub>	اصلی	قرمز	۵	کم	کم	برون سپاری به خوشه فن آوری / جایگزین یابی	جایگزین یابی و برون سپاری / توقف
T <sub>۱۶</sub>	اصلی	قرمز	۷	کم	کم	برون سپاری به خوشه فن آوری / همکاری بین المللی	جایگزین یابی و برون سپاری / توقف
T <sub>۱۷</sub>	مکمل			بالا	بالا	برون سپاری / همکاری مشترک	برون سپاری به همکاران داخلی / همکاری مشترک
T <sub>۱۸</sub>	اصلی	نارنجی	۱۲	بالا	کم	ایجاد ظرفیت و توسعه داخلی / همکاری مشترک	ایجاد ظرفیت و توسعه داخلی / همکاری مشترک
T <sub>۱۹</sub>	اصلی	قرمز	۴	کم	کم	برون سپاری به خوشه فن آوری / همکاری بین المللی	جایگزین یابی و برون سپاری / توقف
T <sub>۲۰</sub>	مکمل			بالا	کم	برون سپاری به خوشه فن آوری / همکاری مشترک	همکاری مشترک داخلی / توسعه داخلی
T <sub>۲۱</sub>	مکمل			بالا	کم	برون سپاری به خوشه فن آوری / همکاری مشترک	همکاری مشترک داخلی / توسعه داخلی
T <sub>۲۲</sub>	اصلی	زرد	۱۹	بالا	کم	همکاری مشترک داخلی / برون سپاری به خوشه فن آوری	همکاری مشترک داخلی / توسعه داخلی
T <sub>۲۳</sub>	اصلی	نارنجی	۱۳	بالا	کم	ایجاد ظرفیت و توسعه داخلی / همکاری مشترک	ایجاد ظرفیت و توسعه داخلی / همکاری مشترک
T <sub>۲۴</sub>	مکمل			بالا	کم	برون سپاری به خوشه فن آوری / همکاری مشترک	همکاری مشترک داخلی / توسعه داخلی

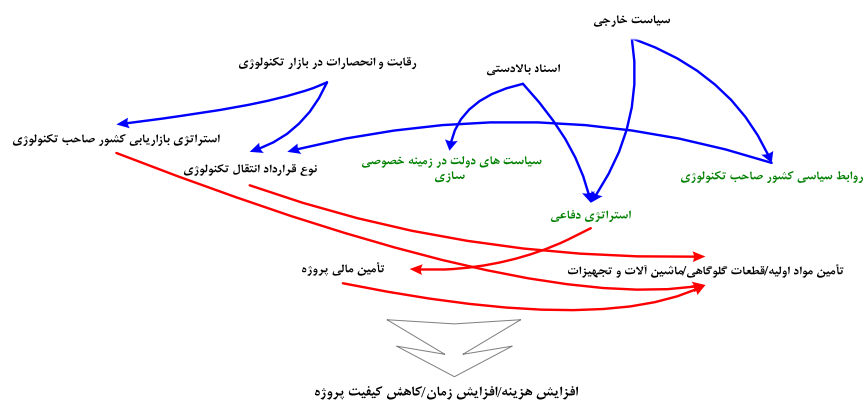
### ۷- نتیجه گیری

با توجه به جدول پاسخ به ریسک، در سناریوی خوش بینانه راهبرد انتقال فن آوری در حوزه فن آوری های پریسک (ناحیه قرمز) عمدتاً معطوف به برون سپاری به خوشه های صنعتی و همکاری های بین المللی است. اما همان گونه که تحلیل علل ریشه ای و روابط علی معلولی متغیرهای کلان نشان داد، حتی با رفع تحریم ها

و با اجرای دیپلماسی تعاملی، به دلیل ماهیت انحصاری فن‌آوری‌های پیشرفته، به ویژه در حوزه دفاعی، صاحبان فن‌آوری تمایلی به واگذاری آن به‌طور کامل ندارند. بنابراین تکیه بر توسعه درون‌زا، راهبردی ناگزیر برای بومی‌سازی این فن‌آوری‌ها است؛ که این امر بدون تقویت خوشه‌های صنعتی، محقق نخواهد شد. در سناریوی واقع‌بینانه، جایگزین‌یابی فن‌آوری‌های پرریسک (ناحیه قرمز)، حیاتی است و در غیر این صورت، توقف کل پروژه محتمل خواهد بود. ضمن این‌که نتایج ارزیابی جذابیت توانمندی فن‌آوری در سطح برون‌سازمانی، نشان می‌دهد که ظرفیت همکاری با شرکت‌های فعال در زمینه ساخت توبوکمپرسور گازی، که در صنایع نفت و گاز کاربرد داشته و مکانیسم و فن‌آوری‌های ساخت مشابه موتورهای توربینی دارد، تنها در زمینه سه فن‌آوری مکمل وجود داشته و درحوزه فن‌آوری‌های پرریسک (ناحیه قرمز)، توانمندی این شرکت‌ها یا جذابیت فن‌آوری برای آنها در سطح پایینی قرار دارد. با این حال، ماتریس جذابیت، توانایی کسب درک مناسبی از وضعیت برون‌سازمانی فن‌آوری‌ها را به‌دست می‌دهد و می‌تواند الگوی مناسبی برای تصمیم‌گیری درباره برون‌سپاری، همکاری مشترک یا توسعه داخلی باشد. به‌طور کلی، می‌توان گفت که شکاف فن‌آوری در حوزه فن‌آوری‌های پرریسک، زیاد بوده و زیرساخت‌های لازم برای توسعه درون‌زا، وجود ندارد. براساس دیدگاه مدیریت ریسک، بدون توسعه این زیرساخت‌ها پروژه ساخت موتور نسل چهارم، بسیار هزینه‌بر است و احتمال دارد که به نتیجه مطلوب نرسد. پیشنهاد می‌شود، مدیران و تصمیم‌گیرندگان در حوزه انتقال فن‌آوری‌های دفاعی، توجه خود را به ضرورت و چگونگی توسعه زیرساخت‌های لازم، از طریق ظرفیت‌سازی داخلی یا کمک به گسترش خوشه‌های صنعتی ساخت و تولید، معطوف کنند و چهار چوبی جامع برای تنوع‌بخشی به راهبردهای انتقال فن‌آوری، چه در حوزه دفاعی و یا حوزه‌های مشابه، ایجاد کنند. به‌طور کلی، توسعه توانمندی ساخت و تولید در سطح کشور، می‌تواند در زمینه پروژه‌های دفاعی نیز به‌کار گرفته شود، به همین دلیل، منافع حمایت از خوشه‌های صنعتی و واحدهای ساخت و تولید بخش خصوصی، در نهایت متوجه صنایع دفاعی نیز خواهد شد. در این تحقیق، از ترکیب ابزارهای مختلف مدیریت ریسک و ارزیابی فن‌آوری، استفاده شد تا دقت و کارایی تحلیل، افزایش یابد. همچنین، در تمامی مراحل تحقیق، علاوه بر متغیرهای خرد، متغیرهای کلان (اقتصادی - سیاسی) نیز، مورد توجه قرار گرفته است تا علل و بسترهای پیدایش ریسک‌ها شناسایی شود و پاسخ‌های هوشمندانه‌تری برای کاهش پیامدهای منفی، فراهم شود. استفاده از این روش ترکیبی و به‌طور کلی چهارچوب مدیریت ریسک، می‌تواند در سایر حوزه‌های صنایع دفاعی نیز به‌کار گرفته شود تا از وقوع پیامدهای منفی بر هزینه، زمان و کیفیت پروژه‌ها، پیش‌گیری شود. این چهارچوب برای پروژه‌های ملی در صنایع نفت، گاز، پتروشیمی و نیرو نیز سودمند خواهد بود. پیشنهاد می‌شود، تحقیقی با هدف شناسایی راهبردهای انتقال فن‌آوری درحوزه ساخت موتور توربینی که در کشورهای درحال توسعه به

ویژه چین و هند که سال‌هاست به دنبال ساخت موتورهای توربینی هستند، انجام شود و نتایج آن در اختیار تصمیم‌گیرندگان و سیاست‌گذاران، قرار گیرد تا از تجربه‌های مربوط به موفقیت و شکست این کشورها، استفاده کنند.

**توضیح:** ضامم شامل پرسشنامه‌های ریسک خرد، ریسک کلان، جذابیت توانمندی و جدول سطح آمادگی توانمندی ساخت و تولید در دفتر نشریه موجود است.



شکل ۵- نمودار علت معلول در سناریوی خوش‌بینانه

#### References:

منابع:

- ۱) اسلامی، رضا، (۱۳۸۰)، "عوامل موفقیت در انتقال تکنولوژی و توسعه صنعتی کشورهای در حال توسعه"، صنعت و توسعه.
- ۲) اثباتی، حسین، کریمیان، امیر هوشنگ، (۱۳۸۸)، "آشنایی با مبانی والگوه‌های تدوین راهبرد فن‌آوری"، صنایع دفاع، تهران.
- ۳) ذکایی، محسن، حسینی، حسین، (۱۳۸۵)، "راهنمای گسترده دانش مدیریت پروژه"، نشر آدینه، تهران.
- ۴) حاج فتحعلی‌ها، عباس، (۱۳۷۲)، "توسعه تکنولوژی"، دانشگاه علامه طباطبایی، تهران.
- ۵) حقیقت، بهروز، (۱۳۷۳)، "نظام انتقال یا جذب تکنولوژی"، شرکت صنعتی فن گستر.
- ۶) حمیدی زاده، محمدرضا، (۱۳۸۸)، "برنامه‌ریزی راهبردی و بلندمدت"، تهران. انتشارات سمت.
- ۷) روزبهی، صادق، جدا، خدیجه، (۱۳۸۸)، "استاندارد عملی مدیریت ریسک پروژه"، نشر پندارپارس، تهران.
- ۸) شهیدی، محمدنقی، (۱۳۷۱)، "انتقال تکنولوژی و صنعتی کردن کشورهای در حال توسعه"، انتشارات دانشگاه تهران.
- ۹) شهیدی، محمدنقی، (۱۳۷۲)، "بررسی استراتژی صنعتی ژاپن"، انتشارات بیمه ایران.

- ۱۰) طباطباییان، سیدحبیب الله، (۱۳۷۸)، "انتقال تکنولوژی"، نیازمند نگرشی جامع. مرکز مطالعات مدیریت و بهره وری ایران.
- ۱۱) معادی رودسری، (۱۳۷۹)، مصاحبه با گروه مخابرات و ارتباطات ایتان، شبکه تحلیلگران فن آوری ایران (ایتان).
- ۱۲) ناصریخت، جواد، (۱۳۸۲)، "چه کنیم که توسعه پیمانکاران عمومی در کشور منجر به تحقق انتقال تکنولوژی گردد؟" شبکه تحلیلگران فن آوری ایران (ایتان).
- ۱۳) هادی زنوز، بهروز، (۱۳۸۲)، "تجربه سیاست های صنعتی در ایران"، مرکز پژوهش های مجلس شورای اسلامی.
- ۱۴) وزیر صالحي، حسين، (۱۳۷۹)، "انتقال فن آوری و تحقیق و توسعه"، گروه مواد و نانو تکنولوژی شبکه تحلیلگران تکنولوژی ایران (ایتان).
- ۱۵) یوسف پور، قربان، (۱۳۷۶)، "انتقال تکنولوژی در جهان سوم و ایران"، نشر تندیس.
- ۱۶) Arain, F.M. and Low, S.P., (۲۰۰۶a), "A framework for developing a KBDSS for management of variation orders for institutional buildings", The Electronic Journal of Information Technology in Construction (ITCon), Vol. ۱۱ No. ۵, special issue on Decision Support Systems for Infrastructure Management, pp. ۲۸۵-۳۰۷.
- ۱۷) Arain, F.M. and Low, S.P., (۲۰۰۶b), "Knowledge based decision support system for management of variation orders for institutional building projects", Automation in Construction, Vol. ۱۵. No. ۳, pp. ۲۷۲-۹۱.
- ۱۸) Auden, W.C., Shackman, J.D., Onken, M.H., (۲۰۰۶), "Top management team, international risk management factor and firm performance", Team Performance Management, Vol. ۱۲ No. ۶, pp. ۲۸۲-۹۶.
- ۱۹) Cannicea, Mark V., Chen, Roger (Rongxin) and Daniels, John D., (۲۰۰۳), "Managing international technology transfer risk: A case analysis of U.S. high-technology firms in Asia", The Journal of High Technology Management Research, Volume ۱۴, Issue ۲, Pages ۱۷۱-۱۸۷.
- ۲۰) Dechezleprêtre, Antoine, Glachant, Matthieu and Ménière, Yann, (۲۰۰۹), "Technology transfer by CDM projects: A comparison of Brazil, China, India and Mexico", Energy Policy, Volume ۳۷, Issue ۲, February ۲۰۰۹, Pages ۷۰۳-۷۱۱
- ۲۱) Innovative Technology Transfer Framework Linked To Trade For UNIDO Action, (۲۰۰۲), UNIDO Publications.
- ۲۲) Jun Ying Liu, (۲۰۰۹), "Developing an organizational learning-based model for risk management in Chinese construction firms", Disaster Prevention and Management, Vol. ۱۸ No. ۲, ۲۰۰۹, pp. ۱۷۰-۱۸۶.
- ۲۳) Khalil M.Tarek, (۲۰۰۰), "Management of Technology", McGraw Hill.
- ۲۴) Kim J.A. (۱۹۹۳) "Managing Korea's system of technological innovation interfaces", Vol. ۲۳, No. ۶.
- ۲۵) Project Management Institute (PMI), (۲۰۰۹), A guide to the project management body of knowledge (PMBOK® Guide). Project Management Institute, Pennsylvania, Third Edition.
- ۲۶) Project Management Institute (PMI), (۲۰۰۹), A guide to the project management body of knowledge (PMBOK® Guide). Project Management Institute, Pennsylvania, Fourth Edition.