مدیریت صنعتی
Journal of Industrial Management
دانشکدهٔ مدیریت دانشگاه تهران
دورهٔ ۸، شمارهٔ ۲
تابستان ۱۳۹۵
صص. ۲۴۰- ۲۱۷

پیش‌بینی زمان پروژه از طریق طول زمان کسب‌شده و مدیریت ریسک

اکبر عالم‌تبریز[۱]، فرنوش خالدیان[۲]، مصطفی مهدی‌پور[۳]

چکیده: بسیار مشاهده می‌شود پروژه‌ها از زمان و هزینهٔ برنامه‌ریزی‌شده عقب می‌مانند؛ علل چنین مشکلاتی استفاده از روش‌هایی است که جهت کنترل عملکرد پروژه به گذشته توجه می‌کنند. در پژوهش حاضر برای نزدیک‌کردن برنامهٔ زمان‌بندی و واقعیت از دو روش مدیریت طول زمان کسب‌شده و مدیریت ریسک بهره گرفته شد تا در کنار دقت بالای روش اول، از آینده‌نگری روش دوم استفاده شود و زمان‌بندی برنامه و واقعیت به یکدیگر نزدیک شوند. در این پژوهش ابتدا با استفاده از شبیه‌سازی مونت کارلو حدود کنترلی شاخص‌های عملکردی پروژه ایجاد شدند، سپس ریسک‌های پروژه شناسایی گردیدند و پروژه تحت شرایطی که بحرانی‌ترین ریسک ایجاد شود؛ شبیه‌سازی شد و برای درصدهایی که حدود کنترلی نقض شدند زمان پایان پروژه مجدداً اندازه‌گیری شد. زمان پایان به‌دست‌آمده، حدود دو ماه بیشتر از زمان پایانی قبل از به‌کارگیری روش‌ها را نشان می‌دهد و بیان‌کنندهٔ لزوم شناسایی ریسک‌ها حین برنامه‌ریزی پروژه‌هاست.

واژه‌های کلیدی: تجزیه و تحلیل آثار و حالات ریسک، کنترل آماری پروژه، مدیریت ریسک، مدیریت طول زمان کسب‌شده.

۱. استاد گروه مدیریت، دانشکدهٔ مدیریت و حسابداری، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران
۲. کارشناس‌ارشد مدیریت صنعتی، دانشکدهٔ مدیریت و اقتصاد، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم تحقیقات، تهران، ایران
۳. کارشناس‌ارشد، مهندسی پزشکی، دانشکدهٔ مهندسی پزشکی، دانشگاه صنعتی امیرکبیر، تهران، ایران

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹٤/۱۲/۲۲
تاریخ پذیرش نهایی مقاله: ۱۳۹۵/۰۳/۱۷
نویسندهٔ مسئول مقاله: فرنوش خالدیان
E-mail: Khaledian.farnoosh@gmil.com

Archive of SID
www.SID.ir

مقدمه

امروزه با توجه به تأثیر مهمی که پروژه‌ها در رشد اقتصادی ـ اجتماعی کشورها دارند، مدیریت پروژه روز به روز اهمیت بیشتری می‌یابد. بنابراین نرم‌افزارها و روش‌های پیچیده‌ای برای کنترل پروژه‌ها فراهم آمده است. کنترل یکپارچه و دقیق پروژه منوط به دسترسی به موقع، مناسب و صحیح به اطلاعات پروژه است (عالم تبریز، ۱۳۸۸). بنابراین تکنیک‌های مختلفی برای پیش‌بینی و پیگیری پیشرفت پروژه‌ها ایجاد شده است که در این پژوهش مدیریت طول زمان کسب‌شده در کنار مدیریت ریسک برای ارائهٔ روشی به‌منظور برنامه‌ریزی هرچه دقیق‌تر پروژه به کارگرفته شده است.

مدیریت طول زمان کسب‌شده (EDM)[1] روشی است که با تکامل مدیریت ارزش کسب‌شده (EVM)[2] تدوین شده است تا با جداسازی بعد زمان از هزینه بتواند برنامهٔ زمان‌بندی را هر چه بیشتر به واقعیت نزدیک کند (خاموشی و گلفشانی، ۲۰۱۴). این در حالی است که روش یادشده همچنان مانند روش قبلی برای سنجش و ارزیابی زمان پروژه به داده‌های گذشتهٔ پروژه توجه می‌کند و تأثیر ریسک‌ها و عدم قطعیت‌ها را نادیده می‌انگارد؛ این مشکل می‌تواند با استفاده از مدیریت ریسک که بر شناسایی و پیگیری ریسک‌ها متمرکز، است حل شود. در این تحقیق سعی بر آن است، تخمین زمان پایان پروژه از طریق مدلی که ترکیبی از طول زمان کسب‌شده و مدیریت ریسک است، سنجیده شود تا علاوه‌بر استفاده از دقت بالای روش مدیریت طول زمان کسب‌شده، از آینده‌نگری روش مدیریت ریسک نیز اطمینان حاصل شود و ریسک‌های محیطی در کانون توجه قرار گیرد.

پیشینهٔ نظری پژوهش

مدیریت پروژه و شکل‌گیری مدیریت زمان کسب‌شده

پیدایش علم مدیریت پروژه به‌صورت علم پویا و نو به اوایل قرن بیستم باز می‌گردد. ابتدا هنری گانت و فردریک تیلور با ارائهٔ مدل گانت یا نمودار میله‌ای، فصل نوینی در مدیریت پروژه گشودند. بعدها در سال‌های ۱۹۵۷ و ۱۹۵۸ تکنیک‌های دیگری توسط سازمان‌های آمریکایی ابداع شد که امروزه به نام‌های CPM[3]، PERT[4] و GERT[5] شناخته می‌شوند (عوض‌خواه،

---

1. Earned Duration Management
2. Earned Value Management
3. Critical Path Method
4. Program Evaluation & Review Technique
5. Graphical Evaluation & Review Technique

Archive of SID

www.SID.ir

۱۳۸۸). پس از آنها، مفهوم ارزش کسب‌شده برای اولین بار توسط مهندسان صنایع که در اولین کارخانه‌های آمریکایی کار می‌کردند رایج شد. بهترین تجربه در به‌کارگیری آن، پس از انتشار معیارهای C/SCSC با عنوان سند رسمی در سال ۱۹۶۷ میلادی، به‌منظور راهبری برنامه‌های موشکی به‌دست آمد. مدیریت ارزش کسب‌شده از معیارهای سیستم کنترل زمان‌بندی/ هزینه نشئت گرفته است که به اختصار آن را به صورت C/SCSC[1] نمایش می‌دهند. معیارهای C/SCSC برای اولین بار توسط وزارت دفاع آمریکا در سال ۱۹۶۷ میلادی به‌عنوان روش‌های قابل قبول برای مدیریت هزینه در تدارکات سیستم‌های جدید بزرگ استفاده شدند.

مدیریت ارزش کسب‌شده طی سال‌ها تکامل یافت، در سال ۲۰۱۴ خاموشی و گلفشانی به جهت رفع یکی از نقص‌های این متد، یعنی سنجش زمان از طریق هزینه، مدیریت طول زمان کسب‌شده را بسط دادند. در تحقیق پیش رو از این روش برای سنجش شاخص‌های عملکرد زمانی برنامهٔ پروژه و همچنین ایجاد حدود کنترلی استفاده به‌عمل آمده است که در بخش روش‌های تحقیق بسط داده شده است.

مدیریت ریسک

سال ۱۹۵۰ این تکنیک به‌عنوان اولین تکنیک برنامه‌ریزی رسمی برای برنامه‌ریزی فعالیت‌ها، با فرض عدم قطعیت زمانی در پروژه استفاده شد. اوایل دههٔ ۶۰ بسیاری از محققان نسبت به استفاده از شاخه‌های تصمیم‌گیری احتمالی در پیاده‌سازی مدل‌های PERT به بحث می‌پرداختند و سعی بر ایجاد روش جدید داشتند. این روش «PERT تعمیم‌یافته» نام گرفت که بعدها با عنوان روش GERT معرفی شد. به علاوه، روش SCPRT[2] عنوانی است که برای این نوع مدل‌ها استفاده شده است. روش SCPRT درک موشکافانه‌ای از عدم قطعیت پروژه و ریسک‌های مربوط به آن ایجاد می‌کند که دارای چهار مرحله شامل تعیین محدودهٔ ریسک‌ها، ساختاردهی ریسک‌ها، اندازه‌گیری ریسک‌ها و پیاده‌سازی برنامهٔ مواجهه با آنها بود. طی ۱۹۸۰ و اوایل ۱۹۹۰، گزینه‌های این روش و برخی مدل‌های جدید برای گسترهٔ متفاوتی از کاربردها و برای دامنهٔ وسیعی از گرایش‌ها به‌کار برده شدند که اغلب با عنوان کلی «مهندسی یا مدیریت ریسک» مطرح می‌شدند (نظری و فرصت‌کار، ۱۳۸۷). طی سال‌ها افراد و مؤسسه‌های مختلف برای تکامل مدیریت ریسک، فرایندهای مختلفی را در آن گسترش دادند. نمونه‌ای از این فرایندها، فرایند چاپمن و وارد است. آنها فرایند مدیریت ریسک پروژه کلی را ارائه کردند که از ۹

1. Cost /Schedule Control System Criteria
2. Synergistic Contingency Planning & Review Technique

Archive of SID

www.SID.ir

فاز تشکیل شده است (لند، ۲۰۰۷). مؤسسهٔ مهندسی نرم‌افزار به‌عنوان یکی از سازمان‌های پیش رو در ارائهٔ روش‌های جدید مدیریت پروژه‌های نرم افزاری به مدیریت ریسک پروژه به‌عنوان فرایندی با پنج فاز مجزا نگاه می‌کند (جوران، ۲۰۰۰). استاندارد PMBOK[1] نیز فرایند شش‌مرحله‌ای را بررسی کرده است که عبارت‌اند از: ۱. برنامه‌ریزی مدیریت ریسک؛ ۲. شناسایی ریسک؛ ۳. تحلیل کیفی ریسک؛ ۴. تحلیل کمی ریسک؛ ۵. برنامه‌ریزی واکنش به ریسک؛ ۶. کنترل و نظارت بر ریسک. در جدول ۱ به برخی مطالعات انجام گرفته در این دو زمینه اشاره می‌گردد.

جدول ۱. مطالعات داخلی و خارجی انجام‌گرفته

مدیریت پروژه	
لیپکه (۱۹۹۹)	نسبت هزینهٔ توسعه‌داده‌شده و نسبت برنامه را برای مدیریت هزینه و زمان صرف‌شده در پروژه‌ها مطرح کرد.
لیپکه (۲۰۰۳) و هندرسون (۲۰۰۴)	کاربردها و اعتبار برنامهٔ زمانی کسب‌شده (ES)[2] را بررسی کردند.
انباری (۲۰۰۳)	از تکنیک ارزش برنامه‌ریزی‌شده (PV)[3] برای تخمین زمان تکمیل پروژه و بهبود بهره‌وری ارزش کسب‌شده استفاده به‌عمل آورد.
جاکوب(۲۰۰۳)	از روش زمان کسب‌شده (ED)[4] برای تخمین زمان تکمیل پروژه استفاده کرد.
کیم و همکاران(۲۰۰۳)	از روش ارزش کسب‌شده (EV)[5] در انواع مختلف پروژه‌ها و سازمان‌ها استفاده به عمل آورد.
لیپکه و همکاران (۲۰۰۹)	از متدهای آماری برای پیش‌بینی زمان و هزینه پروژه‌ها استفاده به‌عمل آوردند.
عالم تبریز و همکاران (۲۰۱۳)	یک مدل تلفقی حاصل از مدیریت ارزش کسب‌شده و مدیریت ریسک برای پیش‌بینی نتایج نهایی پروژه در محیط فازی به وجود آوردند.
نائینی و همکاران(۲۰۱۳)	از رویکرد فازی برای انجام محاسبات ارزش کسب‌شده استفاد کردند.
کلین و ونهوک (۲۰۱۴)	از کنترل آماری به‌منظور کنترل شاخص‌ها بر اساس مدیریت ارزش کسب‌شده استفاده کردند.
خاموشی و گلفشانی(۲۰۱۴)	روش جدید مدیریت طول زمان کسب‌شده را برای از بین بردن مشکلات متد پیشین مدیریت ارزش کسب‌شده را مطرح کردند.

1. Project Management Body of Knowledge
2. Earned Schedule
3. Planned Value
4. Earned Duration
5. Earned Value

Archive of SID

www.SID.ir

ادامهٔ جدول ۱

مدیریت ریسک	
لانگ و همکارانش (۲۰۰۰)	مدلی را برای شناسایی و اولویت‌بندی جنبه‌های مهم ریسک در صنایع معرفی کردند
مانیسی و همکارانش (۲۰۰۶)	روی مدل تاکسنومی عددی برای شناسایی ریسک کار کردند.
مطالعات داخلی	
جعفر نژاد و یوسفی (۱۳۸۷)	از طریق ارائهٔ نوعی مدل فازی به رتبه‌بندی ریسک‌ها در پروژه‌های حفاری شرکت پترو پارس اقدام به‌عمل آوردند.
دری و حمزه‌ای (۱۳۸۸)	در پژوهش خود با استفاده از تکنیک ANP[1] به مدیران، به‌منظور انتخاب یک راه‌حل از میان چندین راه‌حل برای پاسخ‌گویی به ریسک شناسایی‌شده از طریق فرایند مدیریت ریسک، کمک کردند.
الفت و همکاران (۱۳۸۹)	برای شناسایی ریسک در پروه‌های ساخت تقاطع غیر هم سطح از استاندارد PMBOK استفاده کردند.
صیادی و همکاران (۱۳۹۰)	با استفاده از تکنیک‌های تصمیم‌گیری چند شاخصه، ریسک‌های مربوط به عملیات تونل‌سازی سد سیمره را ارزیابی و رتبه‌بندی کردند.
اکبری و پور صالحی (۱۳۹۱)	با هدف ارتقای عملکرد سیستم مدیریت ارزش کسب‌شده از تلفیق نمودارهای آماری و سیستم مدیریت ارزش کسب‌شده استفاده کردند.
عادل آذر و همکاران (۱۳۹۱)	به شبیه‌سازی فازی مدت زمان نامطمئن فعالیت پرداختند.

سؤالات پژوهش حاضر عبارت‌اند از:

۱. حدود کنترلی شاخص‌های زمانی پروژه‌ای خاص قبل از آغاز به کار آن چگونه محاسبه می‌شوند؟
۲. ریسک‌های پروژه کدام‌اند؟
۳. آیا شکل‌گیری ریسک‌های مختلف اثر یکسانی بر روند پروژه دارند؟
۴. آیا شکل‌گیری یک ریسک در یک فاز از پروژه بر فازهای دیگر تأثیرگذارند؟
۵. حدود کنترلی ایجاد شده بر اساس چرخهٔ مدیریت ریسک طی اجرای یک پروژه چطور مورد استفاده قرار گیرند؟

اهداف اصلی و فرعی پژوهش نیز به شرح زیر هستند:

1. Analytical Network Process

Archive of SID

www.SID.ir

هدف اصلی: پیش‌بینی زمان پروژه از طریق مدل ترکیبی طول زمان کسب‌شده و مدیریت ریسک.

اهداف فرعی:

۱. ایجاد حدود کنترلی بر شاخص‌های زمانی پروژه قبل از آغاز به کار آن؛
۲. بررسی ریسک‌های محتمل و دسته‌بندی آنها بر اساس استاندارد PMBOK؛
۳. بررسی ریسک‌ها از طریق متد RFMEA؛
۴. بسط مدلی برای به‌کارگیری چرخهٔ مدیریت ریسک از زمان برنامه‌ریزی پروژه تا بهره‌برداری آن به‌منظور کنترل هر چه دقیق‌تر پروژه.

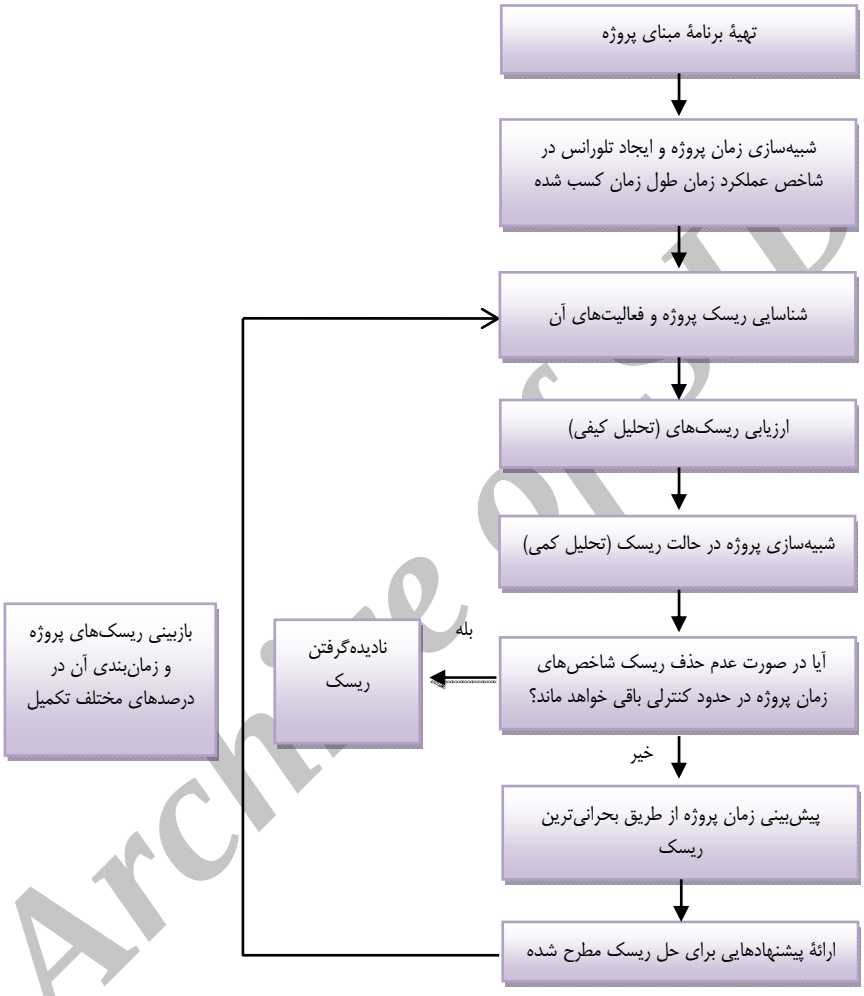
روش‌شناسی پژوهش

تحقیق پیش رو از نظر ماهیت هدف، توسعه‌ای کاربردی و از نظر ماهیت روش جزء تحقیقات توصیفی تحلیلی است. در این پژوهش منظور از جامعهٔ آماری، کارشناسان و مدیران اجرایی است که روی پروژهٔ در دست مطالعه مشغول به فعالیت‌اند. این جامعه محدود و برابر با ۱۰ نفر است. در این پژوهش به‌منظور گردآوری داده‌ها از دو روش کتابخانه‌ای و میدانی استفاده شده است. ابتدا با حضور محقق در محل دفتر پروژه و مصاحبه با کارشناسان برنامه مبنای پروژه و میزان انحرافات مجاز (به‌زعم آنها و به‌طور ذهنی) از زمان برنامه‌ریزی‌شده به‌دست آمد. سپس با استفاد از این اطلاعات و شبیه‌سازی مونت‌کارلو در نرم‌افزار متلب، حدود کنترلی شاخص‌های عملکرد پروژه با رویکرد EDM شناسایی شد، این مرحله در واقع نوعی کنترل آینده‌نگری در مدیریت ریسک یادشده به‌وجود می‌آورد؛ بدین معنا که از پیش مبنایی در دست است که چنانچه شاخص‌ها نقض شدند، سیگنال اخطار برای مدیران پروژه باشد. سپس با ایجاد طوفان فکری میان خبرگان ریسک‌ها شناسایی شدند و بر اساس متد RFMEA و مصاحبه با مدیر ارشد پروژه، بحرانی‌ترین ریسک شناسایی گردید. سپس جهت اطلاع از اینکه آیا این ریسک بحرانی آنقدر با اهمیت است که پروژه را به خطر بیندازد و به بازنویسی برنامهٔ پروژه و انجام اقدامات حیاتی آن هم از ابتدای کار نیاز دارد؛ به شبیه‌سازی پروژه تحت شرایط این ریسک پرداخته شد. برای انجام این کار ابتدا پرسشنامه میان خبرگان توزیع گردید و با جمع‌آوری اطلاعات، شبیه‌سازی در نرم‌افزار Pertmaster صورت گرفت. به‌منظور ارزیابی پایایی پرسشنامه از آلفای کرونباخ استفاده شد و این مقدار ۰/۸۹ به‌دست آمده است که پایایی پژوهش طبق آن قابل قبول است. سپس شاخص‌های عملکرد پروژه تحت ریسک با حدود کنترلی مقایسه شدند که در صورت رد این حدود توسط آنها، ضرورت اهمیت مقابله با ریسک و بازبینی برنامه درک می‌شود. در نهایت

Archive of SID

www.SID.ir

مرحلهٔ اقدام و بازبینی پروژه تشریح می‌گردد. شکل ۱ نمودار مراحل تحقیق را به نمایش گذاشته است.



شکل ۱. نمودار مراحل تحقیق

مدیریت طول زمان کسب‌شده (EDM)

در پژوهش پیش رو، این روش در دو سطح بررسی می‌شود: سطح فعالیت‌ها (سطح خرد) و سطح پروژه (سطح کلان)

Archive of SID

www.SID.ir

توجه در سطح خرد

- خط مبنای طول زمان برنامه‌ریزی‌شدهٔ فعالیت iام[1] (BPD_i): مبین زمان مجاز اختصاص داده‌شده در برنامهٔ کار برای به انجام‌رساندن فعالیت iام است. BPD_i از تاریخ وضعیت پروژه جداست (خاموشی و گلفشانی، ۲۰۱۴).
- زمان برنامه‌ریزی‌شدهٔ فعالیت iام[2] در برنامه (PD_i): در هر نقطه‌ای از زمان، زمان اختصاص داده‌شده به برنامهٔ کار برای تکمیل فعالیت است. این متغیر برای EDM مانند PV در EVM است.
- شاخص پیشرفت فعالیت iام (API_i): در هر نقطه‌ای از زمان، میزان پیشرفت فعالیت را اندازه‌گیری می‌کند.

رابطهٔ ۱) $$API_i = AD_i/(\ ADi + EDTC_i)$$

$EDTC$[3] معرف طول زمان تخمین‌زده‌شده برای تکمیل برنامهٔ فعالیت iام است.

باید توجه کرد API_i پیشرفت برنامه‌ای یک فعالیت را می‌سنجد و همیشه ارزشی کمتر و معادل با یک دارد. ارزش API_i از صفر آغاز می‌گردد و هرچه به سمت تکمیل نهایی میل می‌کند، به عدد یک نزدیک‌تر می‌شود.

- طول زمان کسب‌شده فعالیت iام[4] (ED_i): این متغیر ارزش کار انجام شده در هر نقطه‌ای از زمان است. این متغیر برای EDM برابر با مدت زمان ارزش کسب‌شدهٔ (EV) فعالیت در EVM است.

رابطهٔ ۲) $$ED_i = BPD_i \times API_i$$

- زمان واقعی فعالیت iام (AD_i): این متغیر نشان‌دهندهٔ زمان مابین شروع واقعی فعالیت تا هر نقطه‌ای از زمان که فعالیت ادامه یافته، در واحدهای تقویم است.

توجه در سطح کلان

- خط مبنای زمان برنامه‌ریزی‌شده (BPD)[5]: طول زمان مجاز اختصاص داده‌شده به کار برنامه‌ریزی‌شده برای دستیابی به کل پروژه است؛ بدون در نظر گرفتن تاریخ انجام کار.

---

1. Baseline Project Duration
2. Project Duration
3. Estimated Duration To Complete for scheduled activity i
4. Earned Duration of scheduled activity i
5. Baseline Planned Duration

Archive of SID

www.SID.ir

- کل طول زمان برنامه‌ریزی‌شده (TPD)

رابطهٔ ۳) $$TPD = \sum_{i=1}^{n} PDi$$

n تعداد فعالیت‌های در حال اجرا و تکمیل‌شده در نقطه‌ای از زمان است که در آن TPD اندازه‌گیری می‌شود.

- کل طول زمان کسب‌شده (TED)

رابطهٔ ۴) $$TED = \sum_{i=1}^{n} EDi$$

n تعداد فعالیت‌های در حال اجرا و تکمیل شده در نقطه‌ای از زمان است که در آن TPD اندازه‌گیری می‌شود.

- طول زمان کسب‌شده $(ED_{(t)})$: این متغیر در پروژه در هر نقطه‌ای از زمان، طول زمانی را نشان می‌دهد که متناظر با کل طول زمان کسب‌شده روی منحنی S است و شکل ریاضی آن به‌صورت رابطهٔ ۵ است.

رابطهٔ ۵) $$TPD_{(t)} \leq TED \text{ و } TED < TPD_{(t+1)(\text{تقویم واحد})}$$

$$ED_{(t)} = t + \left(\frac{\left(TED - TPD_{(t)}\right)}{TPD_{(t+1)\left(\text{واحد تقویم}\right)} - TPD_t}\right) \times 1(\text{واحد تقویم})$$

- کل طول زمان واقعی (TAD)

رابطهٔ ۶) $$TAD = \sum_{i=1}^{n} ADi$$

n تعداد فعالیت‌های در حال اجرا و تمام‌شده تا زمان مدنظر است.

سنجش عملکرد پیشرفت زمان در سطح خرد

- شاخص عملکرد زمان (DPI_i): این شاخص نشان می‌دهد یک فعالیت چقدر در جهت دستیابی به تاریخ تکمیلِ هدف، خوب عمل می‌کند.

Archive of SID

www.SID.ir

رابطهٔ ۷) $DPI_i = ED_i/AD_i$

چنانچه DPI_i بزرگ‌تر از ۱ باشد، یعنی عملکرد بهتر از برنامه است؛ اگر کوچک‌تر از ۱ باشد، نشان می‌دهد عملکرد پایین‌تر از برنامه است و چنانچه برابر با ۱ باشد، یعنی عملکرد مطابق با برنامه است.

چنانچه این شاخص در زمان تکمیل یک فعالیت اندازه‌گیری شود نشان‌دهندهٔ این است که در واقعیت عملکرد کلی برای رسیدن به فعالیت در مقایسه با برنامهٔ آن فعالیت چگونه بوده است. از نگاه دیگر، مقدار پایانی DPI برای هر فعالیت، میزان صحت برآورد طول زمان فعالیت (برنامه‌ای) را نشان می‌دهد.

- شاخص طول زمان کسب‌شده EDI_i: در هر نقطه‌ای از زمان پروژه نشان‌دهندهٔ زمان کسب‌شده در مقایسه با زمانی است که طبق برنامه تا آن لحظه باید انجام می‌شد.

رابطهٔ ۸) $EDI_i = ED_i/PD_i$

در هر نقطه‌ای از زمان، یک فعالیت بیشتر، کمتر یا مطابق با برنامه انجام شده است؛ بنابراین این شاخص به ترتیب بزرگ‌تر، کوچک‌تر و برابر با ۱ خواهد شد.

اندازه‌گیری عملکرد و پیشرفت زمان در سطح کلان

- شاخص پروسهٔ پروژه (PPI): این شاخص در هر نقطه از زمان پروژه، مدت زمان سراسر فرایند پروژه را می‌سنجد.

رابطهٔ ۹) $PPI = ED_{(t)}/BPD$

ارزش PPI از صفر آغاز می‌گردد و به عدد ۱ ختم می‌شود، هر چه پروژه به سطح تکمیل نزدیک شود، PPI هم به ۱ نزدیک‌تر می‌شود.

- شاخص ارزیابی طول زمان پروژه (DPI): این شاخص نشان می‌دهد یک پروژه برای دستیابی به تاریخ تکمیل نهایی، با توجه به مسیر بحرانی چقدر خوب عمل کرده است.

رابطهٔ ۱۰) $DPI = ED_{(t)}/AD$

چنانچه DPI بزرگ‌تر از ۱ باشد به‌معنای جلوتربودن پروژه از برنامه است؛ اگر کوچک‌تر از ۱ باشد، نشان می‌دهد پروژه عقب‌تر از برنامه است و اگر برابر با ۱ باشد، یعنی پروژه مطابق با برنامه است.

Archive of SID

www.SID.ir

- شاخص طول زمان کسب‌شدهٔ پروژه (EDI): این شاخص در هر نقطه از زمان پروژه سنجشی بر مبنای زمان از عملکرد سراسر کار با عنوان طول زمان کسب‌شده، در مقایسه با کار برنامه‌ریزی‌شده تا آن لحظه از زمان به‌عمل می‌آورد.

رابطهٔ ۱۱) $EDI = TED/TPD$

این شاخص نیز می‌تواند بزرگ‌تر، کوچک‌تر و برابر با ۱ باشد.

سنجش عملکرد برآورد زمان در سطح خرد

- شاخص برآورد طول زمان فعالیت iام (DEI_i): این شاخص فهم بهتری از صحت برآورد طول زمان فعالیت به ما می‌دهد. این شاخص طول زمان برنامه‌ریزی‌شده برای هر فعالیت را در مقابل طول زمان واقعی تا هنگام تکمیل هر فعالیت می‌سنجد.

رابطهٔ ۱۲) $DEI_i = BPI_i/AD_i$

DEI_i تنها پس از پایان همهٔ فعالیت‌ها باید اندازه‌گیری شود. این شاخص بزرگ‌تر و کوچک‌تر و برابر با ۱ است.

سنجش عملکرد برآورد هزینه و زمان در سطح کلان

- شاخص برآورد طول زمان پروژه (DEI)

رابطهٔ ۱۳) $DEI = (\sum_{i=1}^{m} DEIi)/m$

m تعداد کل فعالیت‌هایی است که تمام شده‌اند. زمانی که پروژه تکمیل شده باشد، m برابر با M یعنی کل تعداد فعالیت‌های پروژه است.

باید توجه داشت، همیشه طول زمان برنامه‌ریزی‌شده دارای سطح اطمینان ۱۰۰ درصد نیست، گاهی مقداری انحراف در شاخص‌های DEI پذیرفته می‌شود. در پروژه‌های قطعی، هنگام تخمین‌زدن طول زمان و هزینه، سطح اطمینان بالاتر و ریسک تأخیرات کمتری پذیرفته می‌شود. این مسئله در پروژه‌های احتمالی متفاوت است (پروژه‌هایی مانند تحقیق، مهندسی و توسعه)، در این‌گونه پروژه‌ها، تخمین‌ها دارای سطح اطمینان کمتری هستند و انتظار می‌رود انحراف عملکرد وجود داشته باشد (خاموشی و کیوفی، ۲۰۱۲).

Archive of SID

www.SID.ir

در پیش‌بینی‌هایی که توسط متد مدیریت طول زمان کسب‌شده انجام می‌گیرد، فرض بـر آن است که عملکرد حال حاضر پروژه ادامه پیدا می‌کند و عملکرد برای باقی‌ماندهٔ پروژه بـه‌صـورت قبل است.

- برآورد طول زمان تکمیل (EDAC)

$$EDAC = BPD/DPI = AD/PP$$ رابطهٔ ۱۴)

یافته‌های پژوهش

معرفی و زمان‌بندی پروژه: برنامهٔ زمان‌بندی پروژه‌ای که در این پژوهش بررسـی مـی‌شـود، مربوط به ساخت اسکلت پل ماشین‌رو است. این پل بـا تکمیـل ۲۷ فعالیـت بـه مرحلـهٔ تکمیـل می‌رسد که هر یک از این فعالیت‌ها طبق برنامه باید در ۶ روز کاری به اتمام برسند و کل پـروژه ظرف مدت ۷۸ روز کاری تمام شود. در تمام مراحل از نظر ۱۰ نفر از خبرگـانی کـه روی پـروژه مشغول به کارند استفاده شده است.

حدود کنترلی پروژه: با انجام این مرحله، در واقع نوعی کنترل آینده‌نگر بر برنامهٔ پروژه اعمـال خواهد شد. در تحقیق پیش رو برای ایجاد حدود کنترلی مراحل زیر طی شد:

- شبیه‌سازی زمان پروژه به‌صورتی که پروژه تحت کنترل باشد

در اولین قدم زمان فعالیت‌های پروژه تحت شرایطی شبیه‌سازی می‌شود که از نظر واحد مهندسی کارخانه تحت کنترل است. برای اجرای این منظور از متغیر σ_{ap} استفاده مـی‌شـود. متغیـر σ_{ap} از نظر خبرگان پروژه ۲۰ درصد است؛ بدین معنا که چنانچه هر فعالیت فقـط تـا میـزان ۲۰ درصـد بالاتر و پایین‌تر از زمان تخمین‌زده شده باشد، انحراف از سوی ذی‌نفعان و مـدیران پـروژه مـورد قبول واقع خواهد شد. برای شبیه‌سازی این حدود از توزیع یکنواخت استفاده شد.

- ارزیابی سطح MICRO (سطح فعالیت‌های پروژه)

با طی مرحلهٔ یادشده، گویی فعالیت‌های پروژه هر یک ۱۰۰۰ بار در واقعیت به انجام رسـیده‌انـد، بنابراین در هر اجرا زمان فعالیت‌ها این امکـان را دارنـد، هماننـد واقعیـت از طریـق متـد EDM بررسی و ارزیابی شوند. در این مرحله با توجه به روابط مطرح‌شدهٔ ارزیـابی سـطح فعالیـت‌هـا در مدیریت طول زمان کسب‌شده، متغیرهای ED، AD، PD، EDI، PDI، DEI بررسی شدند. هـر یک از متغیرهای نام برده‌شده برای هر فعالیت در هر روز تعریف می‌شوند.

Archive of SID

www.SID.ir

- ایجاد وابستگی بین فعالیت‌ها

در هر یک از مراحل بالا، فعالیت‌ها جداگانه و بدون در نظرگرفتن وابستگی میان فعالیت‌ها شبیه‌سازی شدند. برای شبیه‌سازی کامل یک پروژه نه‌تنها نمایان‌کردن هر فعالیت باید انجام شود، بلکه لازم است رابطهٔ مشخص شود. به‌زعم بسیاری از دانشمندان، ایجاد وابستگی میان فعالیت‌ها کار پرچالشی است، یکی از دلایل آن نیز این است که مراحل انجام فعالیت‌ها از پروژه‌ای به پروژه دیگر متفاوت است. در پژوهش پیش رو برای ساده‌سازی کار از فرض نمودار گانت به‌منظور مشخص‌شدن رابطهٔ میان فعالیت‌ها استفاده شد. از مزیت‌های استفاده از فرض نمودار گانت این است که قابلیت بهره‌مندی از متد ارائه‌شده در انواع پروژه را به‌صورت چشمگیری افزایش می‌دهد، همچنین استفاده از آن را برای کاربران در هر سطحی که باشند بسیار راحت می‌کند.

- ارزیابی سطح MACRO (سطح پروژه)

با ایجاد وابستگی در سطح فعالیت‌های پروژه، گویی پروژه ۱۰۰۰ بار در واقعیت از ابتدا تا به انتها انجام گرفته است، بنابراین فرصت ارزیابی پروژه در سطح MACRO نیز به برنامه داده می‌شود.

- ارزیابی در صد تکمیل پروژه در هر روز

به‌منظور امکان مقایسهٔ ۱۰۰۰ پروژه‌ای که شبیه‌سازی شد، ابتدا درصد تکمیل واقعی تمام پروژه‌ها در هر روز از مسیر بحرانی با استفاده از رابطهٔ زیر بررسی می‌گردد.

رابطهٔ ۱۵) $$\%Complete = Act.Duration/Duration$$

- ایجاد حدود کنترلی در متغیرهای EDI و DPI

در ۹ درصد تکمیل مشخص‌شده، میزان DPI و EDI برآورد شد. این حدود کنترلی در هر درصدی که نیاز باشد از طریق متد یادشده قابلیت اندازه‌گیری دارد، ولی در تحقیق پیش رو تنها به‌منظور جلوگیری از اطناب به ۹ درصد بسنده شده است. برای تخمین شاخص‌های عملکردی ذکر شده، از متد میانه‌گیری بهره برده شده است، برای نمونه به‌منظور اندازه‌گیری DPI، در درصد تکمیل ۵۰ پروژه از رابطه‌های زیر استفاده شد.

رابطهٔ ۱۶) $$DPI_p = 50\% = DPI_t + (50 - PC_t)\frac{DPI_{t+1} - DPI_t}{PC_{t+1} - PC_t}$$

t نشان‌دهندهٔ روزی است که شاخص DPI در آن قرار دارد.

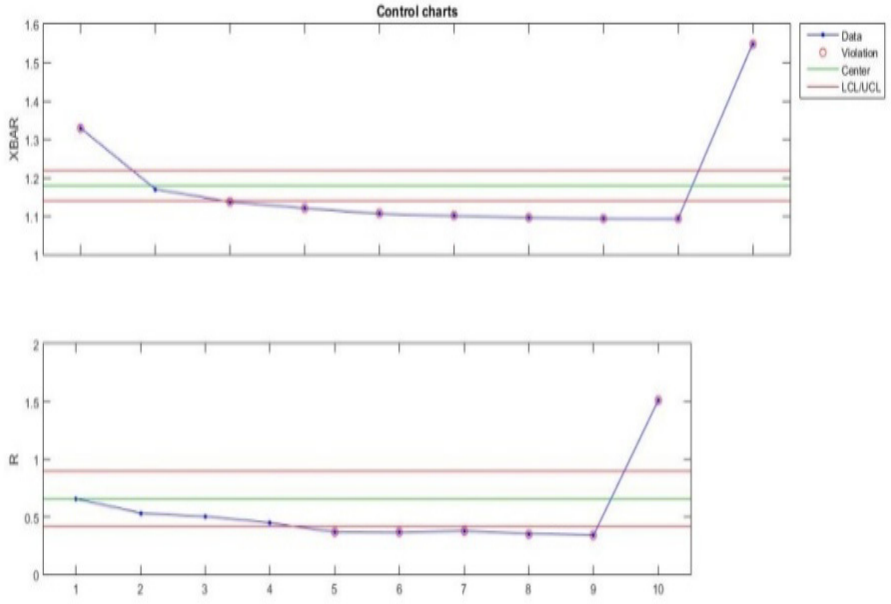
Archive of SID

www.SID.ir

پس از مشخص‌شدن تمام شاخص‌های عملکردی در تمام درصدهای تکمیل مشخص‌شدهٔ حدود کنترلی، دو شاخص DPI و EDI طبق جدول ۲ و شکل‌های ۲ و ۳ محاسبه شدند.

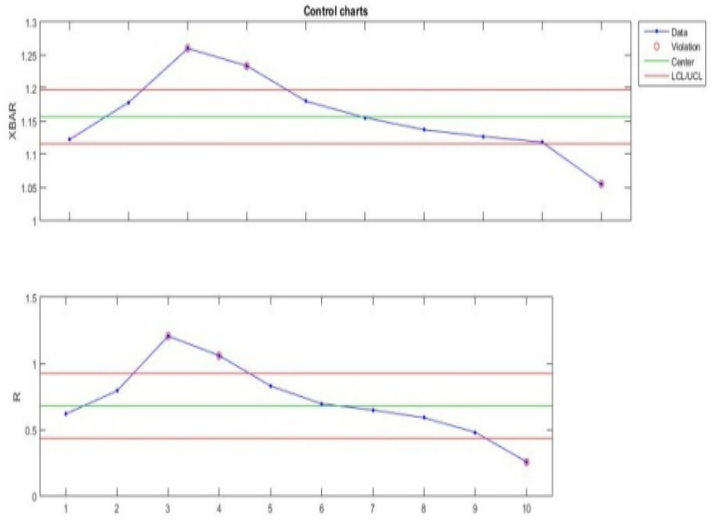
جدول ۲. حدود کنترلی محاسبه‌شدهٔ شاخص‌های DPI و EDI

نمودار	حدود	DPI	EDI
نمودار x	حد بالا	۱/۲۱	۱/۱۹
	حد مرکزی	۱/۱۷	۱/۱۵
	حد پایین	۱/۳۹	۱/۱۱
نمودار R	حد بالا	۰/۸۹	۰/۹۲
	حد مرکزی	۰/۶۵	۰/۶۷
	حد پایین	۱/۴۱	۰/۴۳



شکل ۲. نمودار کنترلی X و R شاخص DPI خروجی نرم افزار Matlab

www.SID.ir



شکل ۳. نمودار کنترلی X و R شاخص EDI خروجی نرم افزار Matlab

در نهایت باید عملکرد پروژه به‌صورت دوره‌ای محاسبه شود. هر مشاهدهٔ عملکرد پروژه بر روی چارت‌های کنترلی رسم می‌شود.

Y_P معرف ارزش شاخص عملکرد در خلال پروسهٔ پروژه در درصد تکمیل P است.

محاسبات با فروض زیر اعمال می‌شوند:

H_o پروژه طبق برنامه است؛

H_a پروژه خارج از برنامه است؛

H_o مورد پذیرش $LTL_P \leq Y_p \leq UTL_P$

H_o رد شده $(Y_p < LTL_P)$ و $(Y_p > UTL_P)$

مزیت استفاده از این تلورانس‌ها این است که همزمان با برنامه‌ریزی مبنای پروژه سیگنال‌های خطا تولید می‌شود و مدیریت پروژه برای شناسایی عملکرد پروژه ظرفیت بهتری پیدا می‌کند. از این مرحله به بعد وارد فاز تحلیل ریسک پروژه می‌شویم.

شناسایی ریسک‌های پروژه: ریسک‌ها به‌صورت فرصت‌ها و تهدیدها شکل می‌گیرند؛ برای جلوگیری از اطناب، تنها تهدیدها بررسی می‌شوند. در نهایت ۱۸ ریسک از طریق طوفان فکری بین خبرگان شناسایی و طبق استاندارد PMBOK به چهار دسته طبقه‌بندی شدند. ریسک‌های شناسایی‌شده و همچنین دسته‌بندی آنها در جدول ۳ نمایش داده شده است.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۳. اندازه‌گیری شاخص‌های REMEA مربوط به هر ریسک

طبقه‌بندی	ردیف	توصیف ریسک	احتمال رخداد (۱-۱۰)	درجهٔ تأثیر (۱-۱۰)	نمرهٔ ریسک (احتمال*درجه)	ضریب کشف (۱-۱۰)	RPN (نمره*ضریب)
ریسک فنی - کیفی - عملکردی	۱	نامناسب‌بودن تکنولوژی و یکسان‌نبودن تابلیه‌ها	۵	۹	۴۵	۱	۴۵
	۲	آسیب به ماشین‌آلات	۲	۱	۲	۱	۲
	۳	تغییر مداوم کیفیت مصالح	۲	۲	۴	۱	۴
ریسک درونی	۴	برآورد نامناسب هزینهٔ مهندس مشاور	۷	۳	۲۱	۵	۱۰۵
	۵	کمبود نیروی انسانی	۴	۵	۲۰	۲	۴۰
	۶	کمبود کارگر	۳	۳	۲۱	۲	۱۸
ریسک مدیریتی	۷	اصلاحات حین اجرای پروژه	۳	۳	۹	۶	۵۴
	۸	عدم توافق در بهره‌برداری	۱	۴	۴	۲	۸
	۹	کمبود نیروی متخصص	۳	۵	۱۵	۵	۷۵
	۱۰	تغییر مسئولان مرتبط	۵	۲	۱۰	۲	۲۰
ریسک بیرونی	۱۱	عدم تخصیص مناسب و به‌موقع منابع مالی	۸	۸	۶۴	۶	۳۸۴
	۱۲	اختلال در تهیهٔ مصالح	۱	۷	۷	۵	۴۵
	۱۳	وقوع حوادث غیرمترقبه	۵	۵	۲۵	۱	۲۵
	۱۴	عدم رفع معارض	۵	۵	۲۵	۲	۵۰
	۱۵	ناتوانی پیمانکار ساخت	۵	۷	۳۵	۸	۲۸۰
	۱۶	تأخیر در ایجاد پایه‌ها	۶	۸	۴۸	۵	۲۴۰
	۱۷	تغییر در قوانین دولتی	۱	۳	۳	۱	۳
	۱۸	اعتصابات	۱	۷	۷	۱	۷

شناسایی ریسک‌های بحرانی‌تر پروژه (تحلیل کیفی ریسک): در این مرحله به شناسایی ریسک‌های بحرانی‌تر پروژه پرداخته می‌شود. یکی از راه‌های تشخیص این ریسک‌های بحرانی استفاده از فرم RFMEA است که با اختصاص سه ویژگی به هر ریسک و ارزیابی آنها از طریق مدیران اجرایی پروژه می‌توان به وجود آنها پی برد (عالم‌تبریز و حمزه‌ای، ۱۳۹۰). این سه ویژگی عبارت‌اند از:

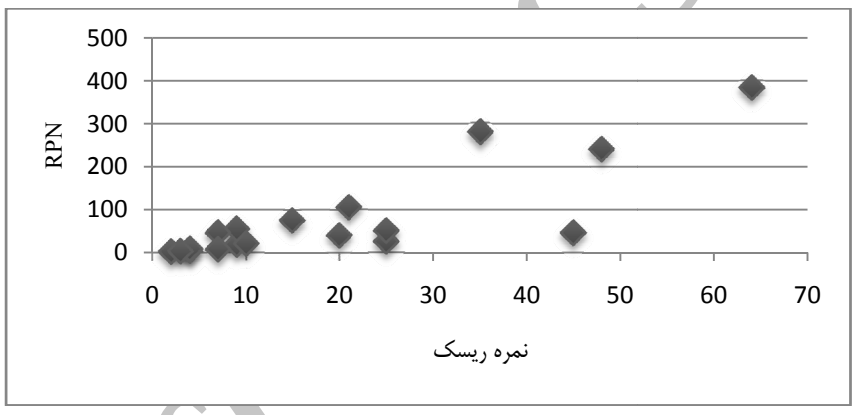
- احتمال رخداد ریسک: شمارش تعداد شکست‌ها نسبت به تعداد انجام فرایند است؛

Archive of SID

www.SID.ir

- درجهٔ تأثیر ریسک: ارزیابی سنجش نتیجهٔ شکست (البته اگر به‌وقوع بپیوندد) است؛
- ضریب کشف ریسک: احتمال تشخیص شکست قبل از آنکه اثر وقوع آن مشخص شود.

هر یک از این سه ویژگی روی یک مقیاس ده‌تایی درجه‌بندی می‌شوند که عدد ۱ کمترین و ۱۰ بیشترین میزان است. نمرهٔ هر ریسک از ضرب احتمال رخداد ریسک در درجهٔ تأثیر ریسک بر اهداف به‌دست می‌آید و میزان RPN نیز از ضرب دو مقدار نمره ریسک بر ضریب کشف ریسک محاسبه می‌شود (سانتوز و همکاران ۲۰۰۸). طبق جدول ۳ هر ریسکی که RPN بالاتری را نشان دهد، بحرانی‌تر است. برای ارزیابی ریسک‌ها طی مصاحبه‌ای که با مدیر ارشد پروژه به‌عمل آمد، سه میزان مطرح‌شدهٔ هر ریسک ارزیابی گردید و در نهایت ریسک عدم تخصیص بهینهٔ منابع مالی پروژه، به‌عنوان بحرانی‌ترین ریسک (دارای بالاترین RPN) شناخته شد.



شکل ٤. وضعیت ریسک‌ها بر اساس متد RFMEA

تحلیل کمی ریسک

- توزیع پرسشنامه

در ابتدا با ابلاغ بحرانی‌ترین ریسک شناسایی‌شده ـ عدم تخصیص بهینهٔ منابع مالی ـ به ۱۰ نفر از خبرگان پروژه و اعطای پرسشنامه، از آنها درخواست شد با فرض اینکه ریسک مدنظر از ابتدای پروژه رخ دهد، در رابطه با هر فعالیت محتمل‌ترین، خوش‌بینانه‌ترین و بدبینانه‌ترین زمان را به‌زعم خود مشخص کنند. باید یادآوری کرد، شکل‌گیری یک ریسک در یک فاز از پروژه بقیه فازها را نیز تحت تأثیر خود قرار خواهد داد.

www.SID.ir

- شبیه‌سازی پروژه تحت شرایط ریسک

پس از جمع‌آوری پرسشنامه‌ها، اطلاعات لازم برای شبیه‌سازی پروژه در نرم‌افزار Pertmaster به‌دست آمد. میانگین زمان‌های مد نظر خبرگان با استفاده از توزیع مثلثی، وارد نرم‌افزار شد. از این طریق پروژه ۱۰۰۰ بار تحت موقعیتی که به فرض ریسک شکل می‌گیرد ـ پیش از احداث واقعی پروژه ـ شبیه‌سازی گردید.

- گزارش‌گیری روزبه‌روز از پروژه شبیه‌سازی‌شده، برای محاسبهٔ شاخص‌های زمانی آن پروژه خروجی‌های نرم افزار Pertmaster ـ ازجمله زمان شروع و پایان هر فعالیت به تفکیک، به‌علاوهٔ زمان شروع و پایان کل پروژه ـ با درصدهای اطمینان مختلفی ارائه می‌شوند. در پژوهش پیش رو خروجی با سطح اطمینان ۵۰ درصد انتخاب گردید، همچنین فرض شد، پروژهٔ شبیه‌سازی‌شده همان پروژه‌ای است که در واقعیت در حال رخ دادن است. بنابراین از روز شروع تا روز پایان آن توسط نرم‌افزار Msp برای ارزیابی شاخص‌های زمانی با رویکرد EDM، به گزارش‌گیری اقدام شد (همان‌طور که مدیران پروژه در واقعیت هر روز از پروژه گزارش‌گیری به‌عمل می‌آوردند). این عمل در دو سطح خرد و کلان معرفی‌شده در مدیریت طول زمان کسب‌شده صورت گرفت. شاخص‌های زمانی پروژه برای جلوگیری از اطناب در درصدهای تکمیل ۱۰ و۲۰ و ... و ۹۰ محاسبه شدند. میزان شاخص‌ها، در سطح فعالیت و سطح پروژه به‌ترتیب در شکل ۵ و جدول ۴ ارائه شده است.

	Task Mode	فعالیت	Baseline Duration	Actual Duration	DPI	DEI
4	✓	G-4.7... G6.7	6 days	10 days	0.6	0.6
5	✓	G-4.6... G6.6	6 days	10 days	0.6	0.6
6	✓	G-4.5... G6.5	6 days	10 days	0.6	0.6
7	✓	G-4.4... G6.4	6 days	10 days	0.6	0.6
9	✓	G-1.7... G3.7	6 days	10 days	0.6	0.6
10	✓	G-1.6... G3.6	6 days	10 days	0.6	0.6
11	✓	G-1.4-G3.4 , G1.5-G3.5	6 days	10 days	0.6	0.6
13	✓	G-4.1... G4.3	6 days	10 days	0.6	0.6
14	✓	G-5.1... G5.3	6 days	10 days	0.6	0.6
15	✓	G-6.1... G6.3	6 days	10 days	0.6	0.6
17	✓	G-1.1... G1.3	6 days	10 days	0.6	0.6
18	✓	G-2.1... G2.3	6 days	10 days	0.6	0.6
19	✓	G-3.1... G3.3	6 days	10 days	0.6	0.6
21	✓	اجرای تیر های جنوبی شرقی A	6 days	7 days	0.86	0.86
22	✓	اجرای تیرهای جنوبی شرقی B	6 days	7 days	0.86	0.86
23	✓	اجرای تیر های شمالی شرقی A	6 days	7 days	0.86	0.86
24	✓	اجرای تیرهای شمالی شرقی B	6 days	7 days	0.86	0.86
25	✓	اجرای تیر های جنوبی غربی A	6 days	7 days	0.86	0.86
26	✓	اجرای تیر های جنوبی غربی B	6 days	7 days	0.86	0.86
27	✓	اجرای تیرهای شمالی قسمت غربی	6 days	7 days	0.86	0.86
29	✓	اجرای تیر های جنوبی شرقی A	6 days	8 days	0.75	0.75
30	✓	اجرای تیرهای جنوبی شرقی B	6 days	8 days	0.75	0.75
31	✓	اجرای تیر های شمالی شرقی A	6 days	8 days	0.75	0.75
32	✓	اجرای تیرهای شمالی شرقی B	6 days	8 days	0.75	0.75
33	✓	اجرای تیر های جنوبی غربی A	6 days	8 days	0.75	0.75
34	✓	اجرای تیر های جنوبی غربی B	6 days	8 days	0.75	0.75
35	✓	اجرای تیرهای شمالی قسمت غربی	6 days	8 days	0.75	0.75

شکل ۵. سطح فعالیت‌ها در پروژهٔ شبیه‌سازی‌شده خروجی نرم‌افزار Msp

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ٤. بررسی سطح پروژه در درصدهای مختلف تکمیل

PC	AD	TED	DPI	DEI
۱۰	۲۷	۱۶/۲	۰/۶۲	۰/۶
۲۰	۵۳	۳۲/۹۱	۰/۶	۰/۳۵
۳۰	۶۳	۴۹/۷۴	۰/۶۲	۰/۴
۴۰	۷۳	۶۵/۲۱	۰/۶	۰/۴۲
۵۰	۸۲	۸۱/۳۲	۰/۶	۰/۵
۶۰	۹۲	۹۷/۶۵	۰/۵۹	۰/۶
۷۰	۱۰۲	۱۱۴/۵۵	۰/۵۹	۰/۷
۸۰	۱۱۰	۱۳۰/۲۷	۰/۶	۰/۸
۹۰	۱۲۲	۱۴۶/۴	۰/۵۸	۰/۹

- مقایسهٔ شاخص‌های زمانی پروژهٔ شبیه‌سازی‌شده تحت شرایط ریسک با حدود کنترلی

یکی از مزایایی که محاسبهٔ شاخص‌ها در درصدهای تکمیل مختلف ایجاد می‌کنند، قابل مقایسه‌شدن پروژه‌های مختلف با یکدیگر است. میزان پیشرفت و عقب‌ماندن هر یک از برنامه‌ها نسبت به دیگری، در درصدهای تکمیل واقعی سنجیده می‌شود. در این مرحله به مقایسهٔ میزان شاخص‌های محاسبه‌شده طبق شرایط ریسک با حدود کنترلی ایجادشده در ابتدای کار اقدام شد. چنانچه شاخص‌ها حدود کنترلی را نقض نکنند، نیازی به بازبینی پروژه نیست؛ ولی چنانچه خارج از حدود کنترلی باشند و در واقع آنها را نقض کنند، باید به بازبینی پروژه پرداخت. شایان ذکر است در صورت خارج بودن شاخص‌ها از حدود کنترلی، تنها ایجاد تعدیلات در برنامهٔ پروژه کفایت نمی‌کند، بلکه مهم‌تر از آن بازبینی ریسک‌ها و عوامل ایجادکنندهٔ آنها است تا ضمن اینکه مدیریت پروژهٔ سازمان در هنگام رویارویی با آنها غافلگیر نشود، از پیش تدابیری برای مقابله با آنها اندیشیده باشد.

در پژوهش پیش رو با توجه به نمودارها و حدود کنترلی، چنانچه ریسک اتفاق بیفتد، حدود کنترلی $\overline{X}$ نقض می‌شود یا به بیان دیگر فرض صفر رد پذیرفته نمی‌شود، بدین ترتیب نیاز به بازبینی برنامهٔ پروژه به شدت احساس می‌گردد.

- پیش‌بینی زمان پایان پروژه در صورت بروز بحرانی‌ترین ریسک:

با در نظر گرفتن بحرانی‌ترین ریسک «عدم تخصیص منابع مالی» در هر یک از برهه‌های زمانی مرحلهٔ قبل با استفاده از رابطهٔ ۱۴، به تخمین زمان پروژه می‌پردازیم. جدول ۵ این زمان‌ها را

Archive of SID

www.SID.ir

نشان می‌دهد. با توجه به محاسبات، زمان پایان پروژه می‌تواند از ۱۲۶ تا ۱۳۴/۴ روز متغیر باشد؛ باید توجه کرد که هر روز از پروژه می‌تواند میلیاردها تومان هزینه دربرداشته باشد که این ۱۸ روز به توجه شایانی نیاز دارد.

جدول ۵. پیش‌بینی زمان پایان پروژه در درصدهای تکمیل مشخص‌شده

PC	۱۰	۲۰	۳۰	۴۰	۵۰	۶۰	۷۰	۸۰	۹۰
EDAC	۱۲۶	۱۳۰	۱۲۶	۱۳۰	۱۳۰	۱۳۲	۱۳۲	۱۳۰	۱۳۴/۴

پیشنهادهایی برای جلوگیری از رخداد ریسک مدنظر

در این مرحله باید به شناسایی راه‌حل‌هایی برای حل ریسک پرداخت. به‌زعم خبرگان پروژهٔ یادشده با فروش سهام در سررسیدهای مشخص یا وصول ۵۰ درصد از هزینهٔ پروژه از طرف کارفرما قبل از شروع به کار پروژه، می‌توان با بحرانی‌ترین ریسک این پروژه مقابله کرد.

بازبینی پروژه در درصدهای تکمیل مختلف

نمی‌توان ریسک را با عقد قرارداد به‌طور کامل حذف نمود. برخی ریسک‌ها نیز پس از مراحل کاهش و واکنش به ریسک همچنان باقی می‌مانند. هرچند اغلب این ریسک‌ها پذیرفته شده‌اند، باید به‌طور کامل مستندشده و در طول پروژه بازبینی شوند. ریسک‌هایی که در مرحلهٔ برنامه‌ریزی پذیرفته شده‌اند، در مرحلهٔ اجرای پروژه ممکن است اولویتشان تغییر کند. در بعضی موارد نیز، ریسک‌های ثانویه با استراتژی‌های اتخاذشده به‌وجود می‌آیند. بنابراین لازم و ضروری است، تیم کنترل پروژه زمانی را در هر دوره از پروژه (برای مثال در درصدهای تکمیل مختلف) به ایجاد جلسات ریسک اختصاص دهد. در این جلسات با مطرح‌کردن پرسش‌هایی مانند «ریسک‌ها در چه وضعیتی هستند؟»، «آیا ریسک‌های جدیدی وجود دارد؟» و «آیا اهمیت و اولویت ریسک‌ها تغییر کرده است؟» به بازبینی مداوم برنامه و کنترل پروژه بپردازند.

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

در این پژوهش، به توسعهٔ کارکرد مدیریت طول زمان کسب‌شده بر اساس مدیریت ریسک پرداخته شد. با توجه به اینکه سنجش شاخص‌های عملکردی و همچنین پیش‌بینی‌های پروژه بر اساس رویکرد EDM توسط خروجی‌های پروژه در اثنای کار و بدون توجه به آینده، صورت می‌گیرد؛ سعی شد با استفاده از مدیریت ریسک به آیندهٔ پروژه و شکل‌گیری ریسک‌های محتمل،

Archive of SID

www.SID.ir

کارکردها بهبود یابند. این چرخه بر اساس استاندارد PMBOK انجام گرفت با این تفاوت که ایجاد حدود کنترلی در ابتدای کار موجب ایجاد نوعی کنترل پیش‌نگر روی پروژه‌ها می‌شود. بهره‌مندی از این کنترل در فضای متلاطم امروز بسیار ضروری است. بدین ترتیب سؤال‌های پژوهش به شکل زیر پاسخ داده شدند:

- ایجاد حدود کنترلی بر اساس رویکرد EDM و با استفاده از شبیه‌سازی مونت‌کارلو به تفصیل توضیح داده شد؛
- ریسک‌های پروژه از طریق طوفان فکری میان خبرگان شناسایی شدند؛
- شکل‌گیری ریسک‌های مختلف اثر متفاوتی بر پروژه دارند که با توجه به استاندارد PMBOK دسته‌بندی شدند؛
- شکل‌گیری یک ریسک در یک فاز از پروژه، بقیه فازها را نیز تحت تأثیر قرار خواهد داد، در این پروژه فرض شد ریسک از ابتدا رخ داده است؛
- در مرحلهٔ آخر پروژه از حدود کنترلی استفاده به‌عمل آمد و میزان شاخص‌های عملکرد پروژه تحت ریسک با آن حدود مقایسه شدند.

با توجه به شبیه‌سازی پروژه در وضعیتی که ریسک بحرانی اتفاق بیفتد و مقایسهٔ نتایج به‌دست‌آمده با حدود کنترلی و نقض آنها توسط شاخص‌ها، می‌توان بیان کرد که وجود ریسک‌ها و عدم قطعیت‌های محیطی تأثیر بسزایی در برنامه‌ریزی و اجرای پروژه‌ها بازی دارد، از این رو استفاده از مدیریت ریسک هنگام برنامه‌ریزی پروژه ضروری است. از این طریق ضمن غافلگیرنشدن مدیران حین رویارویی با ریسک‌های محتمل، برنامهٔ پروژه به واقعیت نزدیک‌تر می‌شود و موجب اعتماد بیشتر ذی‌نفعان و حتی سرمایه‌گذاری بیشتر آنان در پروژه‌های بعدی خواهد شد. در تحقیق پیش رو بر اساس برنامه‌ریزی‌ها باید پروژه طی ۷۸ روز به پایان می‌رسید که طبق روش‌های به‌کار گرفته شده در صورت بروز ریسک، احتمالاً پروژه ۱۲۶ تا ۱۳۴/۴ روز طول می‌کشد. در ادامه پیشنهادهایی برای پروژه‌های آتی مطرح می‌شود:

۱. استفاده از توابع توزیع مختلف جهت شبیه‌سازی؛
۲. اندازه‌گیری اثر چندین ریسک مختلف (نه‌تنها ریسک بحرانی) به‌صورت همزمان بر پروژه؛
۳. استفاده از متدهای مختلف دیگر در شناسایی بحرانی‌ترین ریسک؛
۴. شناسایی متغیرهای دیگر (علاوه‌بر وجود ریسک‌ها) در زمان پایان پروژه.

Archive of SID

www.SID.ir

References

Akbari, A. & Salehipoor, A. (2010). Statistical Control of Time and Cost Performance Indices in Construction Projects: A Case Study. *Journal of Industrial Management Studies University of Alame Tabatabai*, 27:147-163. (*in Persian*)

Alam Tabriz, A., Farrokh, M., Mosalmani, N. & Hosseini-nia, H. (2013). A Combined Approach of the Earned Value Management and the Risk Management for Estimating Final Results of Projects in Fuzzy Environment. *Business Management and Strategy* 4(1), 32.

Alam Tabriz, A. & Hamzei, E. (2011). Analysis & Assessment project risks by integrated approach of risk management in PMBOK standard and RFMEA method. *Journal of Industrial Management*, (1), 20-33. (*in Persian*)

Alam Tabriz, A. & Rahimi, A. (2009).different *Approaches of production and operation management*. Tehran. Bazargani press. (*in Persian*)

Anbari, F. T. (2003). Earned value project management method and extensions. *Project management journal*, *34*(4), 12-23.

Azar, A. & Sagalorzade, S. & Rajabzadeh, A. (2012). "Fuzzy Simulation in Uncertain Circumstances". *Journal of Industrial Management University of Tehran,* 2: 1-20. (*in Persian*)

Colin, J. & Vanhoucke, M. (2014). Setting tolerance limits for statistical project control using earned value management. *Omega*, 49, 107-122.

Dori, B., Hamzei, E. (2009). Determining the Best Responding Strategy to Project Risk Using ANP Technique (Case Study: North Azadegan Oil Field Development Project)". *Journal of Industrial Management,* 2(4);75-92. (*in Persian*)

Henderson, K. (2004). Further developments in earned schedule. *The measurable news*, 1(1), 15-22.

Jacob, D. S., & Kane, M. (2004). Forecasting schedule completion using earned value metrics revisited. *The Measurable News*, 1(11), 7.

Archive of SID

www.SID.ir

Jafarnezhad, A. & Yosefi Zenuz, R. (2008). A Fuzzy Model of Ranking Risks at Petropars Company's Excavation of Oil Well Projects. *Journal of Industrial Management University of Tehran*, 1:21-38. (*in Persian*)

Jorion, P. (2007) *Value at risk: the new benchmark for managing financial risk*. Vol. 3. New York: McGraw-Hill.

Khamooshi, H. & Cioffi, D.F. (2012). Uncertainty in task duration and cost estimates: Fusion of probabilistic forecasts and deterministic scheduling. *Journal of Construction Engineering and Management,* 139(5), 488-497.

Khamooshi, H. & Golafshani, H. (2014). EDM: Earned Duration Management, a new approach to schedule performance management and measurement. *International Journal of Project Management*, 32(6), 1019-1041.

Kim, E., Wells, W. G., & Duffey, M. R. (2003). A model for effective implementation of Earned Value Management methodology. *International Journal of Project Management*, *21*(5), 375-382.

Land, R. (2007). *project risk management handbook (threats and opportunities).* 2nd. ed., Press: office of statewide project management improvement.

Lipke, W. (1999). Applying management reserve to software project management. *Journal of Defense Software Engineering*, 17-21.

Lipke, W. (2003). Schedule is Different, The Measurable News, 10-15.

Lipke, W., Zwikael, O., Henderson, K. & Abbari, F. (2009). Prediction of project outcome: The application of statistical methods to earned value management and earned schedule performance indexes. *International journal of project management*, 27(4), 400-407.

Naeni, L. & Shadrokh, S. & Salehipour, A. (2011). A fuzzy approach for the earned value management. *International Journal of Project Management*, 29(6): 764-772.

Nazari, A. Forsatkar, E. & Kiafar, B. Management in projects. *Deputy planning and strategic supervision presidency of the Islamic republic of Iran* (695). (*in Persian*)

Olfat, L. & Khosravani, F. & Jalali, R. (2012)." recognition & prioritizing risks using PMBOK standard and Fuzzy approach". *Journal of Industrial*

www.SID.ir

Management Studies University of Alame Tabatabai. 19:147-163. (*in Persian*)

Project management institute. (2008). *A Guide to the project management body of knowledge*.

Santos, Flávio Roberto Souza dos, & Sandro Cabral. (2008). FMEA and PMBOK applied to project risk management. *JISTEM-Journal of Information Systems and Technology Management,* 5(2), 347-364.

Sayadi, A. & Hajati, M. & Monzajeri, M. (2011). Risk Management in Tunnel Construction Using MADM Techniques. *Journal of Industrial Management University of Tehran,* 7; 99-116. (*in Persian*)

Archive of SID

www.SID.ir