

# تعیین ضریب عملکرد پروژه در مدیریت ارزش کسب شده با استفاده از مدیریت ریسک به منظور تخمین نتایج پایانی کار پیمانکاران

محمود گلابچی<sup>۱\*</sup> محمد حسن سبط<sup>۲</sup> و حسین نقاش طوسی<sup>۳</sup>

<sup>۱</sup>دانشیار دانشکده معماری - پردیس هنرهای زیبا - دانشگاه تهران

<sup>۲</sup>دانشیار دانشکده عمران و محیط زیست - دانشگاه صنعتی امیرکبیر

<sup>۳</sup>دانشجوی دکتری مهندسی و مدیریت ساخت - دانشگاه صنعتی امیرکبیر

(تاریخ دریافت ۸۵/۱۱/۸، تاریخ دریافت روایت اصلاح شده ۸۶/۶/۳۱، تاریخ تصویب ۸۶/۷/۷)

یکی از پرسش‌هایی که در هر پروژه ای مطرح می‌شود، این است که "هزینه پایانی پروژه چقدر خواهد بود؟" یا "تکمیل آن چه مدت به طول خواهد انجامید؟" مدیریت ارزش کسب شده روشی را برای پیش بینی این نتایج ارائه می‌دهد. در روش‌ها و فرمول‌های رایج در سیستم مدیریت ارزش کسب شده، عملکرد آینده پروژه صرفاً براساس روند گذشته آن پیش بینی شده و تغییر شرایط محیطی یا دیگر عوامل مؤثر در تغییر عملکرد پروژه در آینده در نظر گرفته نمی‌شود. اما مدیریت ریسک افقی دورتر را درون آینده می‌بیند و آینده نامشخص و نامعلوم را جستجو می‌کند تا خطرات و فرصتهای بالقوه را شناسایی کرده و رویداد آنها را جهت تأثیر بر عملکرد پروژه کنترل نماید. در این مقاله با استفاده از فرآیند مدیریت ریسک و با به چالش کشیدن ابعاد و عوامل تأثیر گذار بر عملکرد آینده پروژه از جنبه‌های گوناگون، ضریب ریسکی در ترکیب با ضرایب کنونی سیستم مدیریت ارزش کسب شده برای صحت و دقت بیشتر در تخمین نتایج پایانی پروژه ارائه می‌شود. هدف این روش تمرکز بخشیدن به توجه مدیریت در حصول به اهداف پروژه، به وسیله تعامل بین این دو روش در تعیین ضریب عملکرد دقیق آینده پروژه است. با استفاده از این ضریب پیش بینی دقیق نتایج پایانی کار قابل دستیابی است.

: مدیریت ارزش کسب شده - مدیریت ریسک - تخمین نتایج پایانی پروژه - ضریب عملکرد

پروژه

به پیشرفت زمانی پروژه تا حدود ۹۰ درصد نیازی نخواهد بود. زمانی که پروژه تا این حد پیشرفت داشته باشد، با درک مشکلات و روبرو شدن با آنها نمی‌توان کاری از پیش برده و راه حل مناسب یافت. لذا سیستم مدیریت ارزش کسب شده ابزاری برای هشدار سریع<sup>۱</sup> به مدیران پروژه ارائه می‌دهد تا با اقدامات اصلاحی و فعالیت‌های مضاعف به موقع به نتایج نهایی مطلوب دست یابند. اما ضریب عملکرد در نظر گرفته شده در مدیریت ارزش کسب شده برای تخمین نتایج پایانی پروژه، با استفاده از ضرایب عملکرد گذشته پروژه در زمان، هزینه یا ترکیبی از آنها تعیین می‌شود و به تحولاتی که ممکن است در اثر تغییر شرایط پروژه در آینده روی دهد توجهی ندارد. این خود باعث می‌شود تا صحت و دقت تخمین‌های صورت گرفته به دلیل عدم در نظر گرفتن امکان تأثیر عوامل مختلف و تغییر و تحولات آتی در روند پیشرفت پروژه زیر سؤال قرار

طرفداران مدیریت بر مبنای ارزش کسب شده به دلیل توجه زیاد به اطلاعات تاریخی و گذشته پروژه‌ها و استفاده از آنها در پیش بینی آینده، اغلب مورد سؤال قرار گرفته‌اند. این در حالی است که مدیران پروژه، مدیران ارشد شرکتها و مشتریان، بسیار علاقمند هستند که بدانند در آینده چه اتفاقی برای پروژه خواهد افتاد و هزینه نهایی آن چقدر خواهد شد. تخمین نتایج پایانی پروژه نیازمند ارزیابی کار باقیمانده است و تعیین میزان کار باقیمانده نیازمند درک مناسب و کامل از وضعیت آینده پروژه است. سیستم مدیریت ارزش کسب شده این اطلاعات اساسی و مهم را فراهم می‌کند و مدیران پروژه را قادر می‌سازد تا تنها پس از تکمیل ۱۵ درصد از کار پروژه پیش بینی‌های آماری مناسبی از نتایج پایانی پروژه داشته باشند [۲]. در واقع با استفاده از سیستم مدیریت ارزش کسب شده، برای شناسایی مشکلات و وضعیت آینده پروژه

۳- مقدار کار باقیمانده را بر مقدار یکی از عوامل عملکرد پروژه تقسیم کنید. در فرمول های رایج که در ادامه بیان می شوند، عوامل یا ضرایب عملکرد پروژه در سیستم مدیریت ارزش کسب شده با استفاده از یکی از شاخص های عملکرد هزینه<sup>۸</sup>، شاخص عملکرد زمانبندی<sup>۹</sup>، شاخص عملکرد تجمعی هزینه، حاصلضرب شاخص عملکرد هزینه در شاخص عملکرد زمانبندی و یا ترکیبی از این دو شاخص با ضرایب متفاوت مشخص می شود.

با استفاده از این سه مرحله می توان مقدار هزینه پایانی پروژه و در نتیجه مقدار انحراف هزینه پایانی پروژه از بودجه مصوب آن را تخمین زد. از مراحلی که در تخمین نتیجه پایانی پروژه عنوان شد، مشخص می شود که تفاوت فرمول های متداول، در ضرایب عملکرد مختلفی است که در هر کدام از فرمول ها استفاده می شود [۱]. این سه فرمول عبارتند از:

#### محاسبه EAC با فرض عملکرد آینده ۱۰۰ درصد

در این روش مقدار EAC به سادگی و با افزودن بودجه مورد نیاز کارهای باقیمانده به هزینه واقعی که تا کنون صورت پذیرفته و یا افزودن انحراف تجمعی هزینه به هزینه پایانی مصوب پروژه بدست آمده و تخمینی از هزینه پایانی پروژه بدست می آید. در واقع در این روش فرض بر این است که عملکرد آتی پروژه، از این پس مطابق با مبنای برنامه ریزی شده پروژه پیش خواهد رفت و لذا ضریب عملکرد پروژه، یک در نظر گرفته می شود.

$$EAC = ACWP + (BCWR / 1)$$

$$(EAC = CV + BAC)$$

(۳)

#### محاسبه EAC با شاخص عملکرد هزینه تجمعی

در این روش از تقسیم بودجه کل پروژه بر شاخص عملکرد هزینه، تخمینی از هزینه پایانی پروژه بدست می آید و نتیجه ادامه روند عملکرد را از هم اکنون تا پایان پروژه منعکس می سازد. برخی به جای استفاده از شاخص عملکرد هزینه تجمعی، از میانگین ۳ یا ۶ ماهه آن و یا شاخص دوره جاری به عنوان عامل عملکرد استفاده می کنند. این کار اگرچه احتمالاً اثرات انحراف ایجاد شده در شاخص عملکرد هزینه را به دلیل بازنگری مبنای پروژه کاهش می دهد، ولی در مقابل مشکلات فنی پروژه را که بر آینده پروژه اثر می گذارند مخفی می کند [۴].

طی سالهای متمادی، فرمولهای زیادی برای تخمین نتایج پایانی پروژه ارائه شده است که از بین آنها سه فرمول دارای اعتبار و کاربرد بیشتری هستند. در این قسمت ابتدا فرمول کلی تخمین نتایج پایانی پروژه را که آخرین پیش بینی تجدید نظر شده<sup>۲</sup> نیز نامیده می شود [۱]، بررسی کرده و سپس به بیان سه فرمول متداول در تخمین نتایج پایانی پروژه ها پرداخته می شود.

$$EAC = Actuals + ETC$$

(۱)

در فرمول ۱، EAC نشان دهنده تخمین هزینه پایانی پروژه، Actuals مقدار هزینه واقعی صرف شده در پروژه تا این مقطع زمانی و ETC مقدار بودجه مورد نیاز برای تکمیل پروژه می باشند<sup>۳</sup>. در تخمین هزینه پایانی پروژه، بیشتر بحث ها و فرمول های موجود به خاطر اختلاف نظر در روش تخمین بودجه مورد نیاز برای کارهای باقیمانده<sup>۴</sup> به وجود آمده اند [۲]. به طور کلی بودجه مورد نیاز برای تکمیل پروژه را می توان به صورت زیر نشان داد:

$$ETC = BCWR / P.F.^5 = (BAC^6 - BCWP^7) / P.F.$$

(۲)

در فرمول ۲، BCWR نشان دهنده بودجه مورد نیاز برای تکمیل کارهای باقیمانده، P.F. ضریب عملکرد پروژه، BAC کل بودجه مصوب پروژه و BCWP میزان ارزش کسب شده تا این مقطع از پروژه می باشند. همانطور که در فرمول فوق مشخص است، آنچه که در تخمین بودجه مورد نیاز برای تکمیل پروژه، بیشتر مورد بحث قرار می گیرد نحوه محاسبه عامل عملکرد پروژه است.

بر این اساس برای تخمین آماری هزینه پایانی پروژه و سپس محاسبه زمان پایانی پروژه با استفاده از آن، باید مراحل زیر را اجرا نمود:

۱- مقدار هزینه واقعی صرف شده تا کنون را مشخص کنید.

۲- مقدار بودجه مورد نیاز برای کارهای باقیمانده را تعیین کنید. این مقدار را می توان از تفاضل کل بودجه مصوب پروژه و ارزش کسب شده پروژه بدست آورد.

برای بهبود کیفیت تصمیم گیری در همه سطوح سازمان ها و پروژه ها وجود دارد. روشهای بسیاری برای نشان دادن این ناپایداری با کوشش برای معرفی برخی چارچوب های منطقی در فرآیند تصمیم گیری وجود دارند که دو مورد از روشهای پیش گام در این زمینه، مدیریت ارزش کسب شده و مدیریت ریسک هستند. این دو مورد در بین سایر روشها برجسته هستند، زیرا این روشها بایستی به صورت متمرکز در سراسر سازمان به کار روند. در مرحله آغاز پروژه، مدیریت ریسک بینش های عمیقی به عمق فاکتورهای مؤثر بر کارایی پروژه دارد که این اطلاعات در کمک به کار مدیریت پروژه فوق العاده ارزشمند می باشند [۱۵]. یکی از ضعف های اصلی در سیستم مدیریت ارزش کسب شده، اتکالی آن به نظریه ای کلیدی است که عنوان می کند کارایی آینده پروژه می تواند توسط کارایی گذشته آن پیش بینی شود. شاخصهای عملکردی محاسبه شده در ارزش کسب شده نظیر شاخصهای عملکرد زمان، هزینه و انحراف های آنها برای پیش بینی آینده به کار رفته و نتایج نهایی پروژه را تخمین می زنند. اما متأسفانه هیچ ضمانتی وجود ندارد که فرضیه اساسی مدیریت ارزش کسب شده صحیح باشد و احتمال دارد که نتیجه آتی با آنچه که از روی عملکرد قبلی تعیین و پیش بینی می گردد متفاوت باشد. با توجه به گذشته نگر بودن این شاخصها و مشخص شدن آنها براساس عملکرد گذشته پروژه، توجهی به عوامل حاکم بر شرایط آینده پروژه در تعیین ضریب عملکرد پروژه برای تخمین نتایج پایانی آن نمی شود. در واقع در روش ها و فرمول های رایج در سیستم مدیریت ارزش کسب شده، عملکرد آینده پروژه صرفاً براساس روند گذشته آن پیش بینی شده و تغییر شرایط محیطی یا دیگر عوامل مؤثر در تغییر عملکرد پروژه در آینده، نظیر دردسترس بودن اطلاعات، منابع، تاریخهای تحویل، هزینه مواد و مصالح و غیره در نظر گرفته نمی شود. این ریسک یا عدم اطمینان از شرایط آینده پروژه هم شامل فرصت های مناسب و هم تهدیدات اساسی است که می تواند باعث ایجاد ابهامات و تغییراتی در عملکرد آینده پروژه شود.

روش تخمین نتایج پایانی پروژه در مدیریت ارزش

$$EAC = BAC / CPI$$

( )

$$EAC = (ACWP) + (BCWR / CPI)$$

(۵)

### محاسبه EAC با استفاده از شاخص عملکرد هزینه و زمان تجمعی

آخرین فرمول آماری دارای مقبولیت بیشتر، فرمولی متشکل از ترکیب شاخص عملکرد هزینه و زمانبندی است [۲]. اگر طرح از نظر هزینه و نیز زمانبندی در وضعیت نامطلوبی قرار داشته باشد، باید افزایش هزینه بیشتری را در پروژه انتظار داشت. علت این افزایش هزینه می تواند افزایش بالقوه زمان و یا افزایش سرعت کارها برای اتمام پروژه در زمان تعیین شده باشد. در هر حال هر دوی اینها هزینه بر هستند. از ضرب دو شاخص عملکرد هزینه و زمان، شاخصی مرکب بدست می آید که در محاسبه بودجه کار باقیمانده مورد استفاده قرار می گیرد. حاصل این محاسبه همراه هزینه و زمان واقعی، تخمین نتایج پایانی پروژه را مشخص می نماید.

$$EAC = ACWP + (BCWR / CPI * SPI)$$

(۶)

محققان بسیاری مانند کوچ و همکارانش [۷]، برایت و هوارد [۸] و ریادل و چنس [۹] در مسیر جستجوی بهترین فرمول محاسبه نتایج پایانی پروژه و یا تعیین عامل عملکرد مناسب گام برداشته اند. آنها در تحقیقات خود با استفاده از داده های واقعی استخراج شده از پروژه های مورد مطالعه، عوامل عملکرد مختلفی را مورد مطالعه قرار داده و اثرات آنها را بر دقت تخمین نتایج پایانی در طول زمان اجرای پروژه ها بررسی کرده اند. دکتر کریستنسن نیز مجموعه مقالات یاد شده را در مقاله خود تحت عنوان تعیین EAC دقیق و صحیح [۱۰]، مورد نقد و بررسی قرار داده و پیشنهادهای برای تخمین دقیق آن ارائه داده است. در واقع انتخاب بهترین یا مناسب ترین فرمول، به عوامل مختلفی نظیر نظر و قضاوت مدیر پروژه، توافق با کارفرما یا مشتری پروژه، اولویت بندی اهداف پروژه در زمان، هزینه و کیفیت مورد نظر و نیز وضعیت موجود پروژه از نظر زمانی، هزینه ای و فنی بستگی دارد [۳].

در محیط شغلی ناپایدار امروز فشار غیر قابل درکی

کسب شده، با استفاده از برون یابی هزینه های واقعی برای پیش بینی ادامه روند باقیمانده پروژه در آینده صورت می گیرد. اما تخمین نتایج پایانی پروژه به این طریق، به عنوان اثر ریسک های آتی بر روی نتایج تخمینی پروژه محسوب نمی شود. یک راه ساده برای انجام این کار، افزودن ضریبی در محاسبات تخمین نتایج پایانی پروژه به عنوان احتمال وزنی وقوع ریسک می باشد. فرآیند مدیریت ریسک با بررسی ابعاد و عوامل تأثیر گذار بر عملکرد آینده پروژه از جنبه های گوناگون و به چالش کشیدن این موضوعات، می تواند ضریب بسیار مناسبی را در ترکیب با ضرایب کنونی سیستم مدیریت ارزش کسب شده برای صحت و دقت بیشتر تخمین نتایج پایانی یا به عبارتی پیش بینی اوضاع آتی پروژه ارائه کند. این ضریب، دامنه ای از رویدادهای ممکن را از طریق تجزیه و تحلیل اثر ترکیبی ریسک های شناخته شده و یا عدم قطعیت ها بر روی باقیمانده پروژه پیش بینی می کند. در واقع، ماحصل یک ارزیابی کامل نسبت به شرایط متغیر آتی پروژه، منجر به ایجاد ضریبی خواهد شد که براساس پیش بینی فرصت ها و تهدیدهای پیش روی پروژه، جهت گیری عملکرد پروژه را در هریک از ابعاد هزینه ای، زمانی، کیفی یا منابع در دسترس مشخص خواهد نمود. اگرچه بر اساس مطالعات دکتر کریستنسن در سال ۱۹۹۴، عملکرد پروژه ها اغلب به سمت بهبود معطوف نیست و در پیشرفت ۱۵ درصد، عملکرد پروژه از میانگین عملکرد جاری آن تقریباً هیچگاه بیشتر نشده و اغلب کمتر نیز می شود [۱۱]، اما عدم در نظر گرفتن شرایط متغیر حاکم بر فضای پروژه و تغییرات متعددی که هریک می تواند شرایط پروژه را دچار تحول نماید، همچنین نادیده گرفتن نقش مدیر پروژه به عنوان یک عامل انسانی که می تواند در انگیزش عوامل انسانی پروژه و تحول عملکرد آنها در مقاطع آتی بسیار تعیین کننده باشد، باعث می شود تا در تعیین ضریب عملکرد پروژه نقش تمام عوامل تأثیر گذار بر عملکرد آتی پروژه مدنظر قرار گیرد. با انجام ارزیابی کامل ریسک در برنامه پروژه که نشان دهنده نقاط عدم اطمینان در زمان، هزینه، کیفیت، منابع و سایر عوامل تشکیل دهنده پروژه می باشند، می توان میزان ریسک و تأثیر آن را در عملکرد آینده پروژه ارزیابی نمود. در این ارزیابی هم فرصتها و هم تهدیدها که نمادی از احتمال افزایش یا سقوط میزان تحقق برنامه پروژه می باشند، در تعیین

ضریب ریسک نشان داده می شوند که در مثالهای قسمت پنجم مقاله تحت عنوان تعیین ضریب عملکرد پروژه، تأثیر شرایط گوناگون بر نحوه عملکرد پایانی پروژه نشان داده شده است. همچنین در ادامه فرآیند مدیریت ریسک [۱۴] باید سعی در ارائه پاسخ هائی طرح ریزی شده به ریسک های شناسایی شده نمود تا سبب بهبود و ارتقای ضریب عملکرد پروژه فراهم آید.

با توجه به این مطلب که عملکرد پروژه تحت تأثیر عوامل مختلف تشکیل دهنده آن شکل می گیرد، کافی است نسبت به تهیه فهرستی کامل از عوامل تأثیر گذار بر عملکرد پروژه اقدام نمود. برای تهیه این فهرست می توان از ساختارهای مختلف شکست ریسک استفاده کرد. ساختارهای شکست ریسک کمک خواهند کرد تا عدم قطعیت های فراوان حوزه های مختلف پروژه را شناسایی و نسبت به پیش بینی شرایط آینده پروژه در هر کدام از آن حوزه ها اقدام نمود. وقوع رویدادهای مختلف با توجه به تغییرات فراوان دوران کنونی، موجب می شود تا پروژه ها به صورت مداوم در معرض تهدیدها و فرصت های متنوعی قرار گیرند که هریک از آنها می تواند موجب تغییر عملکرد آینده پروژه شود. به این منظور هرچه ساختار مورد استفاده در شکست ریسک یا مرحله شناسایی عوامل و ابعاد تشکیل دهنده عملکرد پروژه، کاملتر و جامع تر باشد، می توان به شناسایی تغییرات بیشتری در شرایط آینده پروژه اطمینان داشت. جدول (۱) نمونه ای از عوامل مختلف تأثیر گذار بر عملکرد پروژه ها را نشان می دهد. در این جدول پس از معرفی مجموعه ای از ریسک های تأثیر گذار بر عملکرد پروژه ها، معیارهایی برای بررسی هر ریسک ارائه شده است که با استفاده از آن می توان احتمال وقوع رویداد مثبت یا منفی و به عبارتی رویداد فرصت یا تهدید را براساس جداول راهنمای موجود در منابع مختلف نظیر جدول راهنمای استاندارد دانش مدیریت پروژه و یا سایر جداول مشابه [۱۲ و ۱۳]، جهت ارزیابی کیفی ریسک تعیین نمود. نمونه ای از جداول راهنمای تعیین احتمال/ اثر ریسک به ترتیب در جداول (۲) و (۳) نشان داده شده است. همچنین، براساس مرحله ارزیابی کیفی فرآیند مدیریت ریسک [۱۲] و مشابه روش تعیین احتمال ریسک شناسایی شده در جدول (۱) به

ها و معیارهای عنوان شده در جدول (۱)، به عنوان عوامل تأثیر گذار بر عملکرد پروژه، فقط جنبه بیانی داشته و پروژه های مختلف ممکن است قادر به تعیین ریسک ها یا شاخصهای دقیق تر و مناسب تری، از طریق بازبینی داده ها و شرایط جاری پروژه های خود باشند.

کمک جدول (۲)، تأثیر ریسک شناسایی شده بر عملکرد پروژه نیز با استفاده از جداولی مشابه جدول (۳) تعیین می شود. بر این اساس، میزان احتمال وقوع هر ریسک، در بازه (۱,۵) و میزان تأثیر وقوع تهدیدها یا فرصتها، در بازه (۵,+) (-۵) تعیین می شوند. خاطر نشان می سازد که ریسک

:

میزان ریسک	تأثیر ریسک					احتمال ریسک	معیارهای مؤثر بر اهداف پروژه	نوع ریسک	ردیف
	خیلی زیاد	زیاد	متوسط	کم	خیلی کم				
							طراحی های اولیه کامل و صحیح / ناصحیح	طراحی کلی	۱
							وجود/عدم وجود جزئیات صحیح، دقیق و کامل	طراحی تفصیلی	۲
							میزان عدم محدودیت/ محدودیت زمانی فعالیتها یا وجود Milestone های خاص در پروژه	برنامه ریزی	۳
							بررسی کافی / ناکافی مجوزهای مورد نیاز و اخذ موارد لازم	قوانین و مقررات	۴
							شرایط مناسب/ نامناسب محیطی، بستر، تجهیز، امنیت و دسترسی پروژه	محیطی و تجهیز	۵
							شرایط مساعد/ نامساعد حمل کالا، دسترسی به تجهیزات لازم، کیفیت مصالح منطقه، انبار و ...	تدارکات	۶
							میزان سادگی/ پیچیدگی پروژه (در اثر عدم وجود سوابق مشابه، وجود جزئیات خاص یا عوامل ویژه)	حوزه عملیاتی	۷
							طراحی صحیح/ ناصحیح روش های اجرایی کار	ایمنی	۸
							حضور/عدم حضور عوامل متنوع، متعدد و مختلف اجرایی در پروژه	پرسنل	۹
							پایبندی/عدم پایبندی فروشندگان به تعهدات خود	فروشندهگان	۱۰
							پایبندی/عدم پایبندی پیمانکاران جزء به تعهدات داده شده خود	پیمانکاران جزء	۱۱
							تبادل اطلاعات و ارتباطات مناسب/ نامناسب میان عوامل پروژه	ارتباطات	۱۲
							شرایط مناسب/ نامناسب قراردادها در مفاد لازم، ارزیابی شرایط و ضمانت اجرا	قراردادها	۱۳
							زیر ساختهای مناسب/ نامناسب کار پروژه ای و سازمانی و رویه های آنها در تصمیم گیری و گردش کار	حوزه زیر ساختها	۱۴
							وجود/عدم وجود پرداختهای مالی به موقع و گردش نقدینگی مناسب	مالی	۱۵
							وجود/عدم وجود حجم کار مناسب، کار تیمی، کارکنان مناسب و روان بودن گردش کار در پروژه	سازماندهی	۱۶
							میزان ریسک پروژه		۱۷

سطح	احتمال وقوع	وضعیت فرصت	وضعیت تهدید
۱	دور از دسترس	رویداد قابل دستیابی نیست، راه حل دیگری هم برای دستیابی به آن نیست.	رویداد قابل پیشگیری است.
۲	غیر محتمل	رویداد قابل دستیابی نیست، ولی با راه حل دیگری امکان پذیر است.	معمولاً این رویداد قابل پیشگیری می باشد.
۳	محتمل	رویداد ممکن است اتفاق بیفتد، ولی فعالیتهای اضافی ممکن است لازم باشد.	ممکن است از وقوع این رویداد پیشگیری کرد، ولی ممکن است فعالیتهای اضافی لازم باشد.
۴	بسیار محتمل	معمولاً این نوع رویداد قابل دستیابی است.	از این نوع رویداد نمی توان پیشگیری کرد، ولی با راه حل دیگری امکان پذیر است.
۵	نزدیک به قطعیت	رویداد قابل دستیابی است.	از این رویداد نمی توان پیشگیری کرد و روشهای دیگری هم برای این کار وجود ندارد.

سطح	محدوده و کیفیت	زمانبندی	هزینه های	
فرصت:	+۵	تأثیر مثبت و کاملاً مطلوب	برهه های کلیدی برنامه بطور اساسی ارتقاء می یابد (تسریع بیش از ۲۰٪)	کاهش هزینه بیش از ۴۰٪
	+۴	مطلوب با ارتقاء اساسی در حاشیه یا محدوده (قابل تشویق)	ارتقاء اساسی در برهه ها یا مسیر بحرانی (تسریع بین ۱۰٪ تا ۲۰٪)	کاهش هزینه بین ۲۰٪ تا ۴۰٪
	+۳	مطلوب با ارتقاء قابل توجه در حاشیه یا محدوده	ارتقاء کم در برهه ها (تسریع بین ۵٪ تا ۱۰٪)	کاهش هزینه بین ۱۰٪ تا ۲۰٪
	+۲	مطلوب با کمی ارتقاء در حاشیه یا محدوده	کمی ارتقاء در زمانبندی (تسریع کمتر از ۵٪)	کاهش هزینه کمتر از ۱۰٪
	+۱	بدون تأثیر مطلوب یا با تأثیر بسیار کم	بدون تأثیر مطلوب یا با تأثیر بسیار کم	تقریباً بدون کاهش هزینه
تهدید:	-۱	بدون تأثیر نامطلوب یا با تأثیر بسیار کم (تقریباً برابر دستور کار)	تقریباً بهنگام	تقریباً بدون افزایش هزینه
	-۲	قابل قبول با کمی تنزل در حاشیه یا محدوده	منابع اضافه ای مورد نیاز است، قادر به رسیدن به تاریخهای تعیین شده است (دیرکرد کمتر از ۵٪)	افزایش هزینه کمتر از ۱۰٪
	-۳	با تنزل قابل توجه در حاشیه یا محدوده (اما قابل قبول)	افزایش کم در برهه ها، قادر به رسیدن به تاریخهای تعیین شده نیست (دیرکرد بین ۵٪ تا ۱۰٪)	افزایش هزینه بین ۱۰٪ تا ۲۰٪
	-۴	ناپذیرفتنی از نظر کارفرما، حاشیه یا محدوده ای باقی نمی ماند	اساسی در برهه ها یا مسیر بحرانی (دیرکرد بین ۱۰٪ تا ۲۰٪)	افزایش هزینه بین ۲۰٪ تا ۴۰٪
	-۵	غیر قابل قبول، منتج به دوباره کاری	به برهه های اصلی و کلیدی نمی رسیم (دیرکرد بیش از ۲۰٪)	افزایش هزینه بیش از ۴۰٪

دارای مقداری مثبت بوده و به صورت کسری از مقدار حداکثر ریسک، به علاوه یک بیان می شود. واضح است که جمع کردن ضریب حاصل شده از جدول با عدد یک به دلیل ضریب عملکرد یک پروژه در حالت ارزش ریسک برابر صفر می باشد. به عنوان مثال اگر مجموع ارزش ریسک بدست آمده براساس جدول (۱) برای پروژه الف برابر ۱۱۰+ باشد، مقدار ضریب ریسک این پروژه عبارت است از:

$$REI^{11} = 1 + [(+110) / (400)] = +1.275$$

(۷)

حالت سوم نیز هنگامی اتفاق می افتد که مجموع ارزش ریسک های پروژه منفی باشد. این حالت به معنی پیش بینی وقوع تهدیدهایی برای عملکرد آینده پروژه در مقایسه با گذشته بوده و ضریب عملکرد گذشته پروژه را که از روش مدیریت ارزش کسب شده بدست می آید، با کاهش همراه می نماید. در این حالت ضریب ریسک پروژه دارای مقداری منفی بوده و به صورت کسری از مقدار حداکثر خود به علاوه یک بیان می شود. با توجه به فرمول ارائه شده برای بدست آوردن ضریب ریسک پروژه، این ضریب همواره مقداری در بازه (۰,۲+) خواهد داشت. به عنوان مثال اگر مجموع ارزش ریسک بدست آمده براساس جدول (۱) برای پروژه ب برابر ۱۴۰- باشد، مقدار ضریب ریسک این پروژه عبارت است از:

$$REI = 1 + [(-140) / (400)] = +0.65$$

(۸)

با انجام ارزیابی کامل ریسک شامل تجزیه و تحلیل فرصتها و تهدیدهای اجرای پروژه که نشان دهنده نقاط عدم اطمینان در زمان، هزینه و سایر عوامل پروژه می باشد، می توان میزان ریسک و تأثیر آن را در عملکرد آینده پروژه ارزیابی کرد. این نکته بسیار حائز اهمیت است که ضریب ریسک بر پایه ریسک های تعریف شده مشتق شده است و نه بر پایه برون یابی کارایی گذشته پروژه، بنابراین می تواند نمایش دقیق تری از برآمدهای ممکن پایانی پروژه باشد.

مدیریت ارزش کسب شده و مدیریت ریسک هر دو سعی دارند تا تخمین نتایج آینده پروژه را بر پایه اطلاعاتی که اخیراً درباره پروژه بدست آمده است پیش بینی کنند.

با استفاده از جداول راهنمای تعیین مقادیر احتمال و تأثیر (جداول ۲ و ۳)، مجموعه ای از تهدیدها و فرصت های تأثیر گذار بر عملکرد آینده پروژه شناسایی می شوند که هر یک می توانند مقادیری را در بازه (۲۵,۲۵-) اخذ نمایند. بر این اساس هر پروژه پس از محاسبه جمع جبری ارزش های مثبت و منفی ریسک های محتمل خود که بیانگر فرصت ها و تهدیدهای مؤثر بر عملکرد آینده پروژه می باشند، می تواند با توجه به ساختار نمونه ارائه شده مجموع ارزش ریسکی در بازه (۴۰۰,۴۰۰-) داشته باشد<sup>۱۰</sup>.

مجموع ارزش ریسک بدست آمده با این روش، نشان دهنده پیش بینی عوامل مؤثر بر عملکرد آینده پروژه بوده و در کنار عوامل گذشته نگر عملکرد در مدیریت ارزش کسب شده نظیر ضریب عملکرد هزینه و زمان و ضرایب ترکیبی دیگر، می تواند واقع بینانه ترین نتایج پایانی پروژه را پیش بینی نماید. حال جهت تعیین ضریب وزنی ارزش ریسک های مؤثر بر عملکرد آینده پروژه متناسب با ضرایب عملکرد مدیریت ارزش کسب شده، لازم است تا میزان ریسک حاصل از جدول (۱) را منطبق با بازه ضرایب عملکرد روش ارزش کسب شده نموده و آن را براساس مقادیر حداکثر و حداقل خود بیان نمود.

در این روش پیش بینی عملکرد آینده پروژه، سه حالت ممکن وجود دارد. حالت اول هنگامی است که عملکرد آینده پروژه دقیقاً مطابق با عملکرد گذشته آن باشد و هیچ تغییری در شرایط پروژه ایجاد نشود. این حالت به معنی آن است که ریسکی برای پروژه وجود نداشته و شرایط به طور کامل دارای ثبات و منطبق با پیش بینی ها خواهد بود و یا اینکه مجموع تأثیر تهدیدها و فرصتهای آینده یکدیگر را خنثی خواهند نمود. در این صورت ارزش ریسک های شناسایی شده برای پروژه یا جمع جبری تهدیدها و فرصتها برابر صفر خواهد شد و این به معنی عملکرد مشابه گذشته برای پروژه و یا ضریب ریسک یک می باشد.

حالت دوم هنگامی اتفاق می افتد که مجموع ارزش ریسک های پروژه مثبت باشد. این حالت به معنی پیش بینی وقوع فرصت هایی برای بهبود عملکرد آینده پروژه در مقایسه با گذشته بوده و ضریب عملکرد گذشته پروژه را که از روش مدیریت ارزش کسب شده بدست می آید، با افزایش همراه می نماید. در این حالت ضریب ریسک پروژه

برای این منظور، مدیریت ارزش کسب شده این مسأله را با استفاده از شاخص های محاسبه شده عملکرد محاسبه می کند. این روش چنانکه شرح داده شد، با محاسبه هزینه واقعی کار انجام شده تا امروز آغاز شده و بودجه باقیمانده پروژه یا به صورت مستقیم و یا با استفاده از شاخص های عملکرد گذشته هزینه، زمان و یا شاخص ترکیبی به آن افزوده می شود.

با استفاده از ضریب ریسک تعریف شده در این مقاله، می توان ضریب مناسبی را بر اساس پیش بینی تغییر عملکرد آینده پروژه محاسبه نمود و آن را در ترکیب با ضرایب عملکرد موجود در مدیریت ارزش کسب شده به کار برد. در واقع در این روش ضریب عملکرد آتی پروژه با استفاده از مجموعه اطلاعات مدیریت ارزش کسب شده و مدیریت ریسک تعیین می شود. همچنین می توان از نتایج تجزیه و تحلیل ریسک برای نشان دادن اثر ریسک های خاص بر روی عملکرد پروژه استفاده نمود. این تجزیه و تحلیل مشخص می کند که کدام ریسک ها بیشترین تأثیر را بر روی ارزش کسب شده و عملکرد پروژه خواهند داشت و بر این اساس توجه مدیریت را برای افزایش عملکرد پروژه به خود جلب می کنند.

بر پایه روش ارائه شده در این مقاله ضریب عملکرد پروژه در فرمول (۴) با استفاده از حاصلضرب ضریب عملکرد زمان و هزینه مدیریت ارزش کسب شده در ضریب ریسک پروژه محاسبه می شود. در نتیجه پیش بینی نتایج پایانی پروژه براساس ارزیابی عملکرد گذشته پروژه همراه با نگاهی به آینده آن و ارزیابی شرایط محتمل آتی، صورت می گیرد. برای مثال، اگر بودجه پایان برنامه ریزی شده برای پروژه الف در فرمول (۹)، بر مبنای روش مدیریت ارزش کسب شده ۷,۲ میلیارد تومان بوده و پس از گذشت سه ماه از پروژه مقادیر بودجه برنامه ریزی شده تا آن تاریخ، ارزش کسب شده و هزینه های واقعی آن به ترتیب برابر با ۲,۲، ۱,۹ و ۲,۵ میلیارد تومان باشد، ضرایب عملکرد هزینه و زمان این پروژه به ترتیب برابر با ۰,۷۶ و ۰,۸۶ می باشد.<sup>۱۲</sup> بر این اساس تخمین هزینه پایانی پروژه عبارت است از:

$$EAC=BCWR/P.F= \frac{(BAC-BCWP)}{(CPI*SPI)} = \frac{(7.2-1.9)}{(0.76*0.86)} = 11,10 \quad (9)$$

حال با توجه به ارزیابی ریسکی که برای این پروژه انجام شد و ضریب ریسکی که برای آن براساس فرض فرصت های مناسب پیش رو در بهبود عملکرد عوامل پروژه در فرمول (۷) بدست آمد، تخمین هزینه پایانی پروژه مطابق با ضریب عملکرد پیشنهادی ارائه شده عبارت است از:

$$EAC=BCWR/P.F= \frac{(BAC-BCWP)}{(CPI*SPI*REI)} = \frac{(7.2-1.9)}{(0.76*0.86*1.275)} = 6,36 \quad (10)$$

محاسبات بالا نشان می دهد بهره گیری از فرصتهای پیش روی پروژه می تواند عملکرد پائین پروژه را نه تنها جبران کند، بلکه باعث کسب نتایج پایانی بهتر از تخمینهای اولیه نیز شود. این در حالی است که ضریب ریسک در نظر گرفته شده برای پروژه الف از ارزش ریسک ۱۱۰+ حاصل شده است که میزان فرصت بسیار بالایی برای پروژه محسوب نمی شود و پروژه ها می توانند دارای فرصت هائی بیش از این نیز باشند.

عکس این مطلب نیز برای تهدیدهای فرا روی پروژه صادق است. برای مثال، اگر پروژه الف را در شرایطی ارزیابی نمود که تجزیه و تحلیل ریسک، ضریب ۰,۶۵ را که نشان از تهدیدهای فرا روی پروژه است نشان دهد، تخمین هزینه پایانی پروژه با اطلاعات بالا باز هم بسیار متفاوت از تخمینهای ارزش کسب شده خواهد بود و عبارت است از:

$$EAC=BCWR/P.F= \frac{(BAC-BCWP)}{(CPI*SPI*REI)} = \frac{(7.2-1.9)}{(0.76*0.86*0.65)} = 12,47 \quad (11)$$

استفاده از روش ارائه شده در تخمین نتایج پایانی پروژه ها باعث می شود تا مدیریت پروژه با ارزیابی فرصت ها و تهدیدهای پیش روی پروژه، همواره برای کنترل عملکرد آینده پروژه در تلاش بوده و بتواند نقش خود را به عنوان یک عامل مهم و تأثیر گذار بر نتایج پایانی پروژه و تغییر عملکرد گذشته آن اثبات کند.

از آنجا که ضرایب عملکرد ارزش کسب شده در تخمین هزینه نهایی پروژه نقش مؤثری دارند، باید در انتخاب ضریب و تعیین میزان آنها بررسی عمیق تری صورت گیرد، زیرا نوع ضریب و مقدار هریک از آنها



پروژه تا چه حدی صورت می گیرد و اطلاعات ارائه شده تا چه میزان مورد قبول مدیریت واقع خواهد شد. همچنین باید مشخص شود که وقوع چه رویدادهایی منجر به تغییر روش مدیریت برای اجرای فعالیت های باقیمانده خواهد شد. ارزیابی نمونه ای از این رویدادها و ابعاد تأثیر گذار بر عملکرد آینده پروژه در جدول (۱) ارائه شد. اگر فعالیت های مستمر و جهشی مدیر پروژه برای تغییر در عوامل شکل دهنده عملکرد پروژه به طور زود هنگام صورت گیرد، می تواند منجر به تغییر و دگرگونی نتایج پایانی پروژه در راستای اهداف اصلی آن شود. در این مقاله تأثیر این فعالیت ها و تغییرات آینده بر عملکرد آتی پروژه، در قالب ضریب ریسک پروژه محاسبه و در تخمین نتایج پایانی پروژه به عنوان یکی از عوامل تعیین کننده عملکرد آینده پروژه مورد استفاده قرار گرفت.

می تواند تأثیر قابل توجهی بر تخمین نهایی هزینه و زمانبندی پروژه داشته باشد. فضای رقابتی موجود در پروژه و جو سیاسی محیط اطراف آن می تواند راهبرد مدیر پروژه را منحرف کرده و یا تحت تأثیر قرار دهد. این جو و فضای رقابتی، اغلب موجب در نظر گرفتن مقداری ریسک توسط برنامه ریزان و تهیه کنندگان طرح مبنای پروژه می شود که با توجه به خصوصیات افراد مختلف، سطوح مختلف ریسک و در نهایت مبناهای مختلفی برای پروژه ها حاصل خواهد شد.

در این خصوص نقش و عزم مدیریت در تعیین نتایج نهایی پروژه اغلب مهمترین و مؤثرترین عامل تعیین کننده ضریب عملکرد پروژه می باشد. نتایج نهایی پروژه قطعی نبوده و قابل تغییر هستند. اما این امر تنها زمانی تحقق می یابد که اقدامات مدیریتی جهشی صورت گیرد. برای انجام این اقدامات باید مشخص شود که نظارت بر عملکرد

- 1 - Vahedi diz, Ali, (2004). *Project Management by Earned Value Management System; Supply Automotive Parts Company (SAPCO)*, Tehran-Iran. [In Farsi].
- 2 - Fleming, Q. W. and Koppelman, J. M. (2000). *Earned value project management*. 2nd Edition, Project Management Institute, Pennsylvania, USA.
- 3 - Ghane Pasand Fomeni, Faeze, (2005). *Earned Value Management System and Costs Control in Project*, 4th International Conference Industrial Engineering, Tehran-Iran. [In Farsi].
- 4 - Carroll, R., et al. (2000). "Estimate at completion (EAC)." *EVMS Conference II*, Presentation Papers.
- 5 - Christensen, D. S. (1999). "Using the earned value cost management report to evaluate the contractor's EAC." *Acquisition Review Quarterly*.
- 6 - Faraj mashaei, M. R. (2006). *Earned Value Project Management*, Project Management Research and Development Center, Tehran-Iran. [In Farsi].
- 7 - Covach, J., et al. (1981). *A Study to Determin Indicators and Methods to Compute EAC*, ManTech International Corporation, Virginia.
- 8 - Bright, H. R. and Howard, T. W. (1981). "Weapon system cost control: forecasting contract completion costs." *Comptroller/Cost Analysis Division, US Army Missile Command*, Redstone Arsenal, Alabama.
- 9 - Riedel, M. A. and Chance, J. L. (1989). "Estimate At Completion (EAC): A Guide to Their Calculation and Application for Aircraft, Avionics and Engine Programs, Aeronautical Systems Division, Wright- Patterson AFB Ohio.
- 10 - Christensen, D. S. (1993). *Determining an Accurate EAC*, National Contract Management Journal.
- 11 - Christensen, D. S. (1994). *Cost Overrun Optimism: Fact or Fiction*, Acquisition Review Quarterly.
- 12 - Project Management Institute (2004). *A Guide to the Project Management Body of knowledge*, USA.
- 13 - Jabaghourain, H. and Cvetko, R. (2002). *Risk And Opportunity Managemen*.
- 14 - www.risk-doctor.com

---

15 - Hillson, D. (2004). "Earned value management and risk management: a practical synergy." *PMI 2004 Global Congress Proceedings-Anaheim, California, USA.*

- 1 - Early Warning
- 2 - LRE (Latest Revised Estimate)
- 3 - ETC (Estimate To Complete)
- 4 - BCWR (Budgeted Cost for Work Remained)
- 5 - Performance Factor
- 6 - Budgeted At Completion
- 7 - Budgeted Cost for Work Performed
- 8 - CPI (Cost Performance Index)
- 9 - SPI (Schedule Performance Index)

۱۰ - مقدار حداکثر ریسک با توجه به ساختار نمونه ارائه شده (جدول ۳-۱) که دارای ۱۶ ردیف ریسک می باشد برابر با  $۱۶ * ۲۵ = ۴۰۰$  می باشد.

11 - Risk Estimate Index

12 -  $CPI=(1.9/2.5)=0.76$  ,  $SPI=(1.9/2.2)=0.86$

Archive of SID