

زمانبندی کسب شده<sup>۱</sup>  
توسعه مدیریت ارزش کسب شده<sup>۲</sup>  
امیرحسین رحیمیان<sup>۳</sup>  
کارشناس ارشد مجری طرحهای ساخت و توسعه آزاد راهها

چکیده :

زمانبندی کسب شده (ES)، روشی است که اطلاعات زمانبندی را از داده های مدیریت ارزش کسب شده استخراج می نماید. این روش شاخص ها و پیش بینی کننده های مطمئنی از زمانبندی را برای پروژه های دیر و زود ختم به نمایش می گذارد. مدیریت ارزش کسب شده (EVM) در دهه ۱۹۶۰ در وزارت دفاع ایالات متحده بنیان گذاشته شده و در طی چهار دهه از آن زمان، بعنوان سامانه ای بسیار ارزشمند برای مدیریت و کنترل پروژه نمایان شده است. EVM هزینه، زمانبندی و الزامات را به هم مرتبط نموده و در نتیجه امکان ایجاد شاخصهای عددی عملکرد پروژه را بوجود می آورد. تمامی دستاوردهای EVM، در بیان و تحلیل عملکرد هزینه می باشند، اما در عملکرد زمانبندی موفق نمی باشند. برخلاف انتظار، شاخصهای زمانبندی EVM بجای واحد زمان بر اساس واحد هزینه گزارش می شوند. شاخصهای زمانی وجود دارند، اما به اندازه شاخصهای هزینه نمی توان به آنها استناد نمود. ورای این مشکل، مسئله خیلی جدی تری نیز وجود دارد: شاخصهای زمانبندی EVM، طی اجرای پروژه بعد از تاریخ تکمیل پروژه اشتباه می باشند. در مدیریت ارزش کسب شده قدیمی، مقادیر مغایرت زمانبندی<sup>۴</sup> (SV(\$)) و شاخص عملکردی زمانبندی<sup>۵</sup> (SPI(\$)) دارای حالت ویژه ای هستند که محدودیتهایی را (براحتی قابل فهم) در استفاده و تحلیل و وضعیت و عملکرد زمانبندی پروژه بوجود می آورند. هدف ES اندازه گیری عملکرد زمانبندی با استفاده از یک مبنای اندازه گیری زمانی است که مقادیر مغایرت زمانبندی (SV(t)) و شاخص اجرای زمانبندی (SPI(t)) بر مبنای زمان از آن استخراج شوند.

---

<sup>1</sup> ES – Earned Schedule

<sup>2</sup> EVM – Earned Value Management

<sup>3</sup> Email : amirhassan@a-rahimiyan.com

<sup>4</sup> Schedule Variance

<sup>5</sup> Schedule Performance Index

تحلیلگران هزینه گزارشات و شاخصهای هزینه EVM را بررسی می کنند، در صورتیکه زمانبندان پروژه شدیداً و بصورت خسته کننده ای شبکه زمانبندی را تحلیل و برورسانی می نمایند. این مهارتهای مجزا (هزینه، زمان)، متناوباً در پروژه های بزرگ تفکیک می شوند و در اغلب موارد تحلیلهای آنها نسبت به هم تطبیق داده نمی شوند.

مقادیر ES که توسط لیپکه ارائه شده، در پروژه کوچکی شامل سبیدی از شش پروژه و زیر پروژه هایشان که توسط رویه EVM ساده مدیریت می شدند، بکار برده شده، این مقاله داده ها و نتایج حاصل از بررسی آنها را نشان می دهد. نتیجه اینکه مقادیر زمانبندی بر مبنای ES بسیار دقیق تر، عملکرد زمانبندی پروژه را نسبت به همتایان خود در EVM مصور می نمایند.

**کلید واژه:** مدیریت پروژه، ارزش کسب شده، مدیریت ارزش کسب شده، زمانبندی کسب شده

## شاخصها و مقادیر<sup>۱</sup> EVM:

اصول ارزش کسب شده در خیلی از منابع عمومی بصورت جامع و کافی مستند گردیده است. مدیریت ارزش کسب شده دارای سه مقدار است: ارزش برنامه ریزی ( $PV^2$ )، هزینه واقعی ( $AC^3$ )، و ارزش کسب شده ( $EV^4$ ). EVM مقادیر مضاعفی از عملکرد پروژه را مانوس با بودجه (BCWS) و هزینه واقعی (ACWP) معرفی می نماید و این مقداری از پیشرفت "فیزیکی پروژه" است که، عملاً کسب شده، یعنی ارزش کسب شده (BCWP). مغایرتها با مبنا قرار دادن مقادیر ارزش کسب شده محاسبه می گردند، هزینه با محاسبه تفاوت ACWP و زمانبندی با مبنا قراردادن تفاوت محاسبه شده از BCWS حاصل می گردد. بمنظور پشتیبانی از تحلیل مغایرتها، وجود واحد اندازه گیری مشترکی برای تمامی این مقادیر پایه الزامی است. این واحد "ارزش" یا "هزینه" است.

بعنوان کمک بحث، ارزش کسب شده در شکل ۱ ارائه گردیده است. ارزش برنامه ای کارهای تشکیل دهنده پروژه در دوره های زمانی معین (مثلاً هفتگی یا ماهانه) برای مشخص نمودن وضعیت عملکرد پروژه جمع می گردند. نمایش ارزش برنامه ای طی زمان، خط مبنای مدیریت عملکرد ( $PMB^5$ ) می باشد. هزینه های واقعی و ارزش کسب شده طی دوره های گزارشگیری جمع و مرتبط می گردند. برای هر یک از این مقادیر نمودارهایی طی زمان ترسیم می گردند که مشخصاً مانند "نمودار S" بنظر می رسند. مشاهده می نماید که PV در نقطه بودجه در پایان ( $BAC^6$ )، همان هزینه برنامه ریزی شده در پایان پروژه می باشد. بودجه در پایان، برابر با کل مقدار PV ای می باشد که باید کسب شود.

ریشه تمامی ویژگی ها گره در ارزش کسب شده و مغایرت زمانبندی EVM خورده است که عبارتند از:

---

<sup>1</sup> Measures

<sup>2</sup> Planned Value – Budgeted Cost Work Scheduled

<sup>3</sup> Actual Cost - Actual Cost Work Performed

<sup>4</sup> Earned Value - Budgeted Cost Work Performed

<sup>5</sup> Performance Management Baseline

<sup>6</sup> Budget At Completion

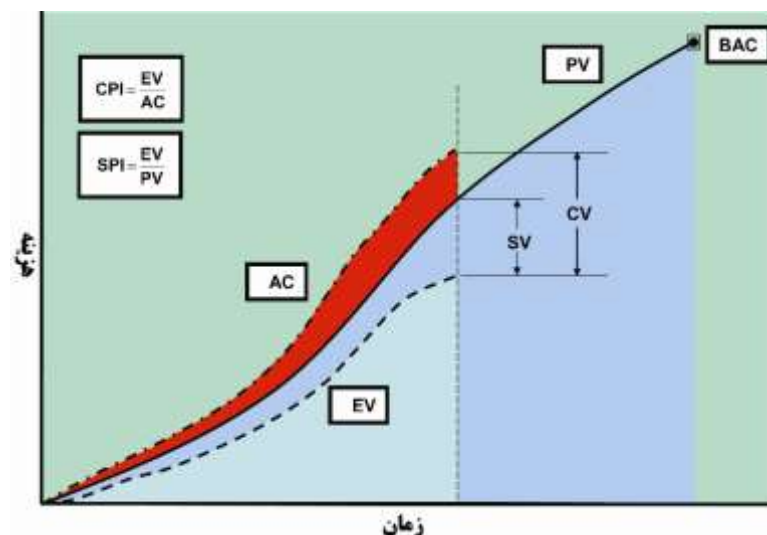
۱- ارزش کسب شده با جبر ریاضی توسط محاسبه "هزینه بودجه شده" محدود شده است. این بدان معنی است که ارزش کسب شده همواره با BCWS مساوی می گردد یعنی، کار مستقل از زمان واقعی پروژه انجام می گردد، و

۲-  $SV(\$)$  همانطور که از نامش مشخص است، اندازه ای بر مبنای زمان ندارد.

آب<sup>۱</sup> و سایرین چنین بیان کرده اند که  $SV(\$)$  حجم کار انجام شده در مقابل حجم کار برنامه ریزی شده می باشد، که ممکن است بعنوان "مغایرت اجرا" نامبرده شود.

از روی همین سه مقدار  $(PV, EV, AC)$  شاخصهای عملکردی پروژه شکل می گیرند. از روی مقادیر  $EV$  و  $AC$ ، مغایرت هزینه  $(CV)$  و شاخص عملکرد هزینه  $(CPI)$  با معادلات  $CV=EV-AC$  و  $CPI=EV/AC$  محاسبه می شوند. به طریقی مشابه، شاخصهای زمانبندی عبارتند از:  $SV=EV-PV$  و  $SPI=EV/PV$ ، که  $SV$  مغایرت زمانبندی و  $SPI$  شاخص عملکرد زمانبندی می باشد.

حال فرمول شاخصهای زمانبندی را امتحان می نمایم و در نظر می گیریم که منحنی های  $PV$  و  $EV$  در همان مقدار  $BAC$  به پایان می رسند. این حقیقت که در نقطه تکمیل (پایان) برنامه ریزی شده  $PV$  مساوی  $BAC$  باشد و هنگامیکه پروژه با تاخیر هم اجرا می شود تغییر نکند، دلیل این امر است که شاخصهای زمانبندی، عملکرد واقعی را اشتباه م تصور می سازند. این رفتار عموماً وقتی آغاز می گردد که پروژه تقریباً ۶۵ درصد تکمیل می گردد.



شکل ۱: ارزش کسب شده

این رفتار نامنظم شاخصهای زمانبندی باعث بروز مشکلاتی برای مدیران پروژه می گردد. این مشکل در نقاطی آشکار می گردد که شاخصهای  $SV$  و  $SPI$  ارزش مدیریتی خود را از دست می دهند. اما یک سطح خاکستری قبل از این حالت وجود دارد و آن زمانی است که مدیر نمی تواند نسبت به این شاخصها مطمئن باشد و عکس العمل مناسب نشان دهد. از این زمان عدم قطعیت، تا تکمیل پروژه، مدیر استناد بر بخش شاخصهای زمانبندی  $EVM$  را ندارد.

<sup>1</sup> Abba

<sup>2</sup> Cost Variance

<sup>3</sup> Cost Performance Index

<sup>4</sup> Schedule Variance

<sup>5</sup> Schedule Performance Index

## شرح زمانبندی کسب شده :

همانطوریکه رفتار  $SV(\$)$  نامنظم تشریح می گردید ، تمایل به ارائه مقادیر عملکرد زمانبندی بر مبنای زمان در محافل EVM متناوباً اظهار می شد ، تا دست اندر کاران امور بتوانند آنها را بجای مقادیر نظیر خود (بر مبنای هزینه) در EVM بکار برند .

زمانبندی کسب شده ، روشی است جهت حل مسئله شاخصهای زمانبندی EVM . تفکر ES ساده است : زمانی است که باید طی آن ارزش کسب شده حاصل می گردد . با تعیین این زمان ، می توان شاخصهای زمانی لازم برای تعیین مغایرت زمانبندی و اطلاعات مدیریت بهره وری عملکرد را تعیین نمود . لپیکه مفهوم زمانبندی کسب شده را ، از روی کارهای ابتدایی فلمینگ ، بسط داد . صاحب نظران مدعی می باشند که ES همانند ارزش کسب شده می باشد با این تفاوت که مقادیر مبتنی بر زمان بجای هزینه برای اندازه گیری میزان پیشرفت زمانبندی مورد استفاده قرار می گیرند .

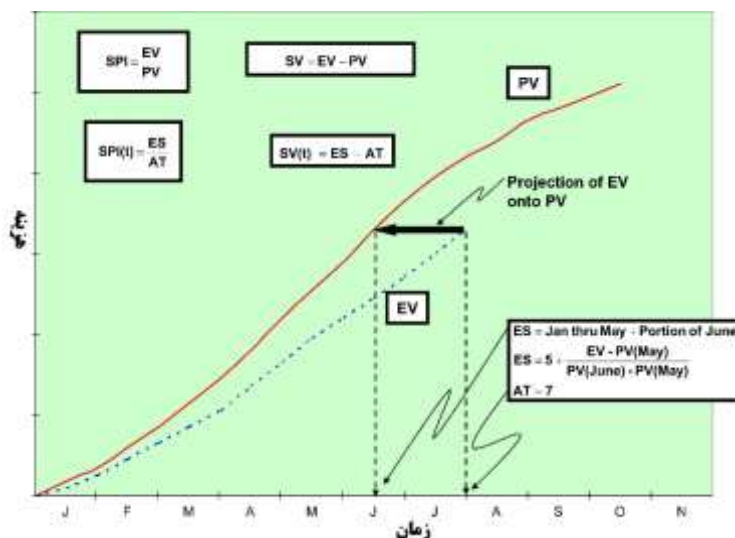
همانطور که لپیکه تشریح کرده ، مقدار ES با استفاده از BCWP پیدا می شود . این بدان معناست که در چه زمانی از رشد BCWS ، BCWP محقق شده است . مقدار ES برابر است با تعداد دوره های زمانی تا ابتدای رشد (مثلاً ماهها) بعلاوه خرده ای از آن . مقدار این خرده برابر است با BCWP در دوره زمانی رشد تقسیم بر BCWS برنامه ریزی شده در دوره زمانی رشد . شکل ۲ شرح می دهد که چگونه مقدار ES محاسبه می شود . همانطور که در نمودار نشان داده شده است ، انطباق EV روی منحنی PV (یعنی PMB) ، تعیین می نماید که در کجا ارزش برنامه ریزی شده (PV) مساوی EV است . این نقطه تقاطع تعیین کننده زمانی می باشد که طی آن مقدار EV باید کسب می گردیده . خط عمودی از نقطه مورد نظر روی PMB تا محور زمان ، بخشی از زمانبندی را تعیین می نماید که "کسب شده" است . دوره زمانی از ابتدای پروژه تا تقاطع خط عمود با محور زمان ، همان مقدار زمانبندی کسب شده (ES) می باشد .

با تعیین ES ، شاخصهای مبتنی بر زمان می توانند شکل بگیرند . در این معادلات AT زمان واقعی بر حسب دوره زمانی (مثلاً هفته یا ماه) می باشد . "زمان واقعی" ، زمانی است که EV تجمیعی در آن ثبت شده است . شاخصهای مبتنی بر زمان ، براحتی توسط دو اندازه فرموله می گردند ، ES و AT . با اندازه گیری ES مقادیر مبتنی بر زمان بصورت زیر محاسبه می گردند :

$$\text{مغایرت زمانبندی (t) : } SV(t) = ES - AT$$

$$\text{شاخص عملکرد زمانبندی (t) : } SPI(t) = ES / AT$$

لپیکه عمده این معیارها را تهیه کرد تا با روشی مشابه همانند شاخصهای هزینه ای EVM ، یعنی CV و CPI ، رفتار نمایند . جعبه پایین سمت راست در شکل ۲ ، نحوه محاسبه ES را نشان می دهد . همانطور که قبلاً ذکر گردید ، ES همواره می تواند بصورت نموداری محاسبه گردد ، اما این مفهوم زمانی که امکان محاسبه در آن موجود باشد ، بمراتب مفیدتر می گردد . همانطور که از شکل ملاحظه می گردد ، تمامی PV تا ماه می کسب شده است ، هرچند فقط مقداری از آن در ماه جون نسبت به خط مبنا تکمیل شده . بنابر این مدت زمان قسمت تکمیل شده از زمانبندی برنامه ریزی شده ، بیش از ۵ ماه می باشد . EV تجمیعی در پایان جولای ، نشان می دهد که زمان واقعی برابر با ۷ ماه است . روش محاسبه ES متعلق به آن بخشی از ماه جولای ، از طریق روش میان یابی خطی است . حاصل تفریق EV از PV تا ماه می ، تقسیم بر مقدار افزایش PV برنامه ریزی شده برای ماه جون ، بخشی از زمانبندی ماه جون را مشخص می نماید که کسب شده است .



شکل ۲: مفهوم زمانبندی کسب شده

## سیر تکاملی زمانبندی کسب شده

تفکر در رابطه با مفهوم ES در تابستان سال ۲۰۰۲ شروع شد و در مارس ۲۰۰۳ بصورت مقاله ای در "اخبار قابل اندازه گیری"، تحت عنوان "زمانبندی متفاوت است"، به عموم معرفی گردید. پس از چند ماه، مقاله اولیه با مقاله ای دونبال گردید، "زمانبندی کسب شده: پیشرفتی در راستای فرضیه ارزش اکتسابی؟ یک بررسی پس گرا با استفاده از داده های یک پروژه واقعی". در دومین مقاله با استفاده از داده های EVM مربوط به چندین پروژه واقعی که به اتمام رسیده بودند، مقادیر ES و عملکرد شاخصهای مغایرتی آن مقایسه گردیدند.

دومین مقاله پیش بینی کننده ای را برای زمان نهایی مانند پیش بینی کننده های هزینه نهایی، BAC/CPI، ارائه نمود. این پیش بینی زمان از طریق  $PD/SPI(t)$  محاسبه می گردید، که در آن PD همان زمان برنامه ریزی شده بود. این مقدار پیش بینی توسط داده های واقعی آزمایش شد و توانایی پیش بینی تاریخ تکمیل و زمان اجرای پروژه را توسط زمانبندی کسب شده به نمایش گذاشت.

در ادامه مقاله دوم، مقاله "توسعه های آتی در زمانبندی کسب شده" ارائه گردید. این مقاله روش پیش بینی ES را تشریح نمود و روشهای ES را از طریق جبر ریاضی با سایر تکنیکهای منتشر شده، مقایسه نمود. دو روش برای محاسبه پیش بینی ES ارائه شد، "نوع کوتاه" و "نوع بلند". نوع کوتاه برابر است با  $IEAC(t) = PD/SPI(t)$ ، که عبارتست از برآورد مستقل از تکمیل مبتنی بر زمان. نوع بلند، به تقلید از نوع کوتاه، معادله ای را برای پیش بینی هزینه نهایی ارائه نمود:  $IEAC = AC + (BAC - EV)/PF$ ، که  $PF^3$  عامل عملکردی دوره انتخابی می باشد. معادله زمانبندی

<sup>1</sup> Planned Duration

<sup>2</sup> Independent Estimate of Completion Date

<sup>3</sup> Performance Factor

برای نوع بلند بدین صورت می باشد:  $IEAC(t) = AT + (PD - ES) / PF(t)$ ، که  $AT$  زمان واقعی و  $PF(t)$  عامل عملکردی زمان انتخابی می باشند.

در مقاله "توسعه های آتی در زمانبندی کسب شده" برای مقایسه پیش بینی عملکرد از طریق  $ES$ ، دو روش مشترک

پیش بینی زمان استفاده شده بود، یکی  $SPI$  حاصل از  $EVM$  و دیگری عامل عملکردی را تحت عنوان "نسبت بحرانی"<sup>۱</sup> بکار برد. نسبت بحرانی برابر است با حاصل ضرب  $SPI$  در  $CPI$ . نتایج حاصل از نوع کوتاه با دو سناریو عملکرد زود و دیر ختم مقایسه گردیدند. با استفاده از داده های واقعی پروژه، مطلب مورد بررسی قرار گرفت. نتایج برای دو روش پیش بینی مذکور در جدول یک (مقایسه  $IEAC(t)$ ) ارائه شده است. فقط پیش بینی  $ES$  نتایج صحیحی را ارائه نمود. هیچیک از دو روش دیگر، نتایج صحیحی را برای هر یک از سناریوها ارائه نمودند.

دیر ختم هفته	زود ختم هفته	
۲۰	۲۵	زمان برنامه ریزی شده
۳۴	۲۲	زمان واقعی
۰,۵۲	۲,۰۸	CPI
۱,۰۰	۱,۱۷	SPI
۰,۵۹	۱,۱۴	SPI(t)
۳۴,۰	۲۲,۰	PD/SPI(t)
۲۰,۰	۲۱,۴	PD/SPI
۳۸,۷	۱۰,۳	PD/(CPI*SPI)

جدول ۱- مقایسه  $IEAC(t)$

در همان مقاله، معادله نوع بلند برای محاسبه نتایج نهایی بررسی گردید و نتایج یکسانی را با معادله هم سان خود ارائه نمود.

با توسعه کاربرد  $ES$ ، نیاز به مجموعه مشترکی از واژگان تخصصی نیز برای آن اهمیت پیدا می نمود. در این رابطه مسئولان مشترکاً به این توافق رسیدند که: اصطلاحات باید موازی با اصطلاحات  $EVM$ ، ولی از آنها متمایز باشند. همانطور که در جدول ۲ مشاهده می گردد، واژگان تخصصی زمانبندی کسب شده قابل قیاس با همتایانشان در  $EVM$  می باشند. در بیشتر مواقع بسادگی با اضافه کردن یک پسوند " $(t)$ " به آخر عبارات  $ES$ ، آنها شبیه عبارت نظیر خود در  $EVM$  می گردند. بعد از انتشار روش  $ES$  در مارس ۲۰۰۳، این روش با سرعت بعنوان پیوستی ماندگار به  $EVM$  عملی الصاق گردید. با پایان سال ۲۰۰۳، انستیتوی مدیریت پروژه - کالج مدیریت عملکرد ( $PMI-CPM$ ) نسبت به این روش جدید مشتاق شد و در طی سال بعد، اصول زمانبندی کسب شده در نسخه ۲۰۰۴ استاندارد عملی مدیریت ارزش کسب شده  $PMI-CPM$ ، بصورت اعلامیه تحت عنوان "عملکردی نوظهور"، گنجانده شد.

با افزایش کاربرد  $ES$ ، این سوال مطرح گردید که، "آیا  $ES$  در طول المدت پلی بین  $EVM$  و شبکه زمانبندی ایجاد می نماید؟"، مسیر اصلی تفکر  $EVM$  و رای ایجاد یک  $PMB$  می باشد، و هیچوقت نتوانسته است بین این دو جز مدیریتی ارتباط مستحکمی بوجود آورد. دلیل این امر آن است که،  $EVM$  ارزیابی عمده ای از عملکرد بر اساس هزینه به اجرا در می آورد، اما جزئیات لازم برای ارزیابی صحیح عملکرد بر مبنای زمان را ندارد.

دو مقاله یکی در سال ۲۰۰۵ منتشر شدند، که پاسخ این مسئله را مشخص می نمودند که چگونه  $ES$  در ایجاد ارتباط مستقیم بین زمانبندی و داده های  $EVM$  مشارکت می نماید. مقاله جون ۲۰۰۵ بدرستی چنین عنوان داده شده بود "اتصال ارزش کسب شده به زمانبندی"، در صورتیکه مقاله بهار ۲۰۰۵ عنوانش "زمانبندی کسب شده در عمل" بود. مقاله جون ۲۰۰۵ شرح داد که چگونه زمانبندی کسب شده پل مذکور را تامین می نماید.

<sup>1</sup> Critical Ratio

زمانبندی کسب شده	EVM	
زمانبندی کسب شده (ES)	ارزش کسب شده (EV)	وضعیت
زمان واقعی (AT)	هزینه واقعی (AC)	
SV(t)	SV	
SPI(t)	SPI	کارهای آینده
زمان طراحی شده برای کار باقیمانده (PDWR)	بودجه برای کارهای باقیمانده (BCWR)	
تخمین تا پایان (زمان) (ETC(t))	تخمین تا پایان (ETC)	
مغایرت در پایان (زمان) (VAC(t))	مغایرت در پایان (VAC)	پیش بینی
تخمین در پایان (زمان) (EAC(t)) (تامین کننده)	تخمین در پایان (EAC) (تامین کننده)	
EAC مستقل (زمان) (IEAC(t)) (مشتری)	EAC مستقل (IEAC) (مشتری)	
شاخص عملکرد زمانبندی تا تکمیل (TCPI(t))	شاخص عملکرد تا تکمیل (TCPI)	

جدول ۲- واژگان تخصصی زمانبندی کسب شده

مقاله "زمانبندی کسب شده در عمل" نتایج حاصل از کاربرد ES و روشهای پیش بینی زمان مسیر بحرانی را برای یک پروژه IT با ابعاد کوچک اما با بحران زمان مقایسه کرد. آنچه که در طی اجرای پروژه مشاهده شد این بود که زمان پیش بینی شده از طریق ES به مقدار واقعی بدبینانه تقرب داشت، در صورتیکه پیش بینی از طریق تحلیل CP<sup>1</sup> تقرب به حالت خوشبینانه داشت. دلیل این امر این بود که روش پیشگویی ES مقادیر اجرا شده زمانبندی در گذشته را مورد استفاده قرار می داد در صورتیکه روش CP چنین امکانی را نداشت، کلاً می توان گفت که ES نتیجه مقبول و با ثبات تری برای پیش بینی زمان نشان می دهد. مطالب مذکور در سطور بعدی تحت عنوان "داده های پروژه مقاله زمانبندی کسب شده در عمل" ارائه خواهند گردید.

یکی از محاسن ES نسبت به CP آن است که پیش بینی زمان حاصل از محاسبات ES، بسیار کمتر از رویه CP کار می برد. اما هنوز، دقیقاً مانند هزینه، نه EVM نه ES نمی توانند کاملاً جایگزین تکنیکهای حرکت به عقب باشند.

## داده های پروژه مقاله "زمانبندی کسب شده در عمل"

در بخش تجاری یک رویه EVM ساده، محدود به نیروی کار مستقیم پروژه، بیش از هفت سال را برای مدیریت پروژه های فناوری اطلاعات (IT) بکار بردند. ارزش کسب شده (BCWP) در این پروژه با استفاده از روش در صد تکمیل (بروزرسانی های هفتگی و ماهیانه بر اساس زمانبندی پروژه) بدست می آید. خلاصه ای از سبد پروژه هایی که ES در مورد آنها بکار برده شده در جدول سه ارائه شده است.

روشی که برای مطالعه اقتباس شده بود عبارت بود از:

- ۱- محاسبه مقادیر و اندازه های ES.
- ۲- تلفیق SV(t) با CV و SV(\$)، و مقایسه رفتار SV(t) با SV(\$).
- ۳- تلفیق SPI(t) با CPI و SPI(\$)، و مقایسه رفتار SPI(t) با SPI(\$).

<sup>1</sup> Critical Path

۴- تحلیل نتایج کسب شده .

۵- سایر کاربردهای ES .

پروژه	نوع	بودجه تکمیل	هزینه در تکمیل	زمان برنامه ریزی شده	زمان واقعی
		دلار استرالیا		هفته	
۱	فاز یک پروژه گسترش زیر ساخت تجارت IT* ۱	۱۵۸۸۹۹	۳۰۷۷۳۸	۲۰	۳۴
۲	فازهای دو و سه پروژه گسترش زیر ساخت تجارت IT* ۲	۱۱۲۰۰۰	۵۳۷۴۵	۲۵	۲۲
۳	کل فازهای یک، دو و سه پروژه گسترش زیر ساخت تجارت IT (تمامی پروژه) * ۳	۲۷۰۸۹۹	۳۶۱۴۸۳	۴۹	۴۶
۴	پروژه توسعه نرم افزار تجارت IT	۱۴۵۰۸۵	۱۴۳۵۷۵	۱۹	۱۳
۵	پروژه تعویض زیر ساخت تجارت IT (تجدید خط مینا) * ۴	۲۲۲۶۰۹۴ (۳۸۱۹۵۷۰)	۳۸۷۰۰۴۸	۶۵ (۸۱)	۸۳
۶	زیر پروژه توسعه سطح مشترک نرم افزار تجارت IT	۲۱۹۲۰۰	۴۰۹۴۷۰	۹	۲۳

نکته ۱- سالهای واقعی اجرای پروژه در شکل ۵، بمنظور حفظ اسرار تغییر کرده است .  
 نکته ۲- سالهای واقعی اجرای پروژه در شکل ۶، بمنظور حفظ اسرار تغییر کرده است .  
 نکته ۳- تفاوت در تجمیع زمان برنامه ریزی برای تمامی فازها با یک وقفه ۴ هفته بین تکمیل فاز یک و شروع فاز ۲/۳ در زمانبندی پایه توضیح داده شده است .  
 نکته ۴- (۱) 2,426,094 خط مبنای بودجه قرارداد نیروی انسانی فاقد ریسک می باشد (مدیریت ذخیره). با تغییر سفارشات و بازیابی مجدد ریسک برای تجدید مبنای هزینه در پایان به 3,819,570 افزوده شد .  
 (۲) دوره زمانی خط مبنای بودجه قراردادی ۶۵ هفته می باشد .  
 (۳) دوره زمانی تجدید خط مبنای بودجه در حدود ۸۱ هفته تنظیم گردید .  
 (۴) دوره زمانی واقعی تا تکمیل ۸۳ هفته است .

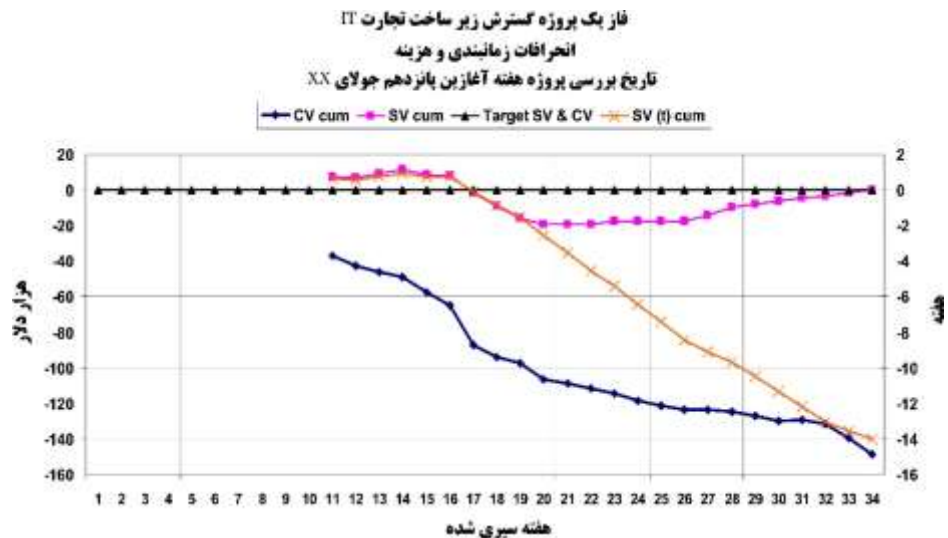
جدول ۳: خلاصه پروژه ای که زمانبندی کسب شده در آن بکار برده شده، نیروی انسانی مستقیم

شکل ۳ CV، SV(\$)، و SV(t) را برای مثال "دیر ختم" ارائه می دهد. مقادیر EVM اولین بار در هفته یازدهم محاسبه شد. شکل ۳ CV و SV هزینه ای پروژه را روی اولین محور y و SV(t) را روی دومین محور y بر حسب هفته نشان می دهد.

SV(t) و SV(\$) همگرایی شدیدی را تا هفته نوزدهم نشان می دهند. در هفته بیستم، که زمان تکمیل برنامه ریزی شده است، کارفرما تقریباً تمامی پیشرفت پروژه را قطع نمود. نتیجه آنکه پروژه در هفته بیست و ششم پایان یافت. از هفته ای که تاخیر شروع می گردد SV(\$) حدود 17,500- دلار ثابت می ماند، تا کار مجدداً شروع گردد. کاملاً مشهود است که SV(\$)، که با مبنا قراردادن BCWS محاسبه می گردد، در طی دوره تاخیر ثابت می ماند.



در مقایسه  $SV(t)$ ،  
 زمان واقعی را صحیح  
 محاسبه می نماید و پروژه  
 عملاً ۱۴- هفته تاخیر در  
 ختم را نشان می دهد.  
 دقت مصور شده از  
 وضعیت زمانبندی واقعی  
 پروژه بر اساس  $SV(t)$ ،  
 کاملاً نشان دهنده این  
 مطلب است که کاربرد



شکل ۳: مغایرت هزینه و زمانبندی، پروژه ۱ "دیر ختم"

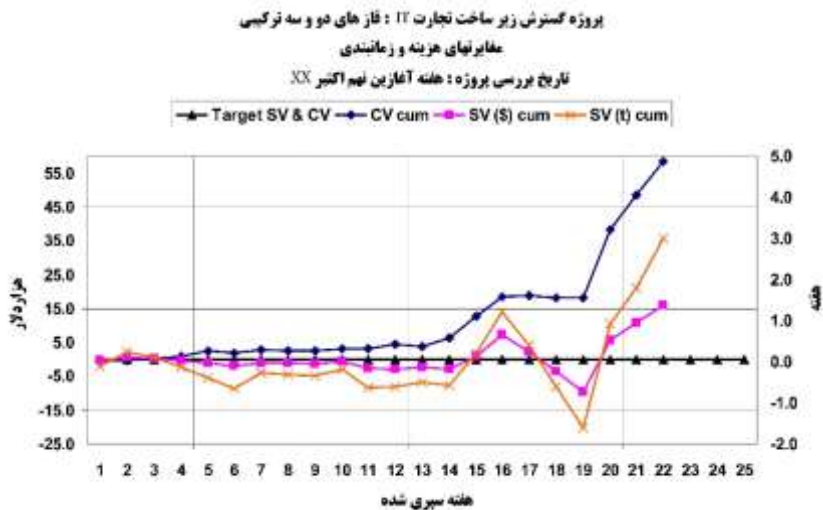
مدیریتی آن بمراتب از وضعیتی که  $SV(\$)$  نشان می دهد مفیدتر است. به همین صورت می توان تمایل زمانبندی و ختم پروژه را با مقایسه  $SPI(t)$  و  $SPI(\$)$  همانند شکل ۴ بدست آورد.



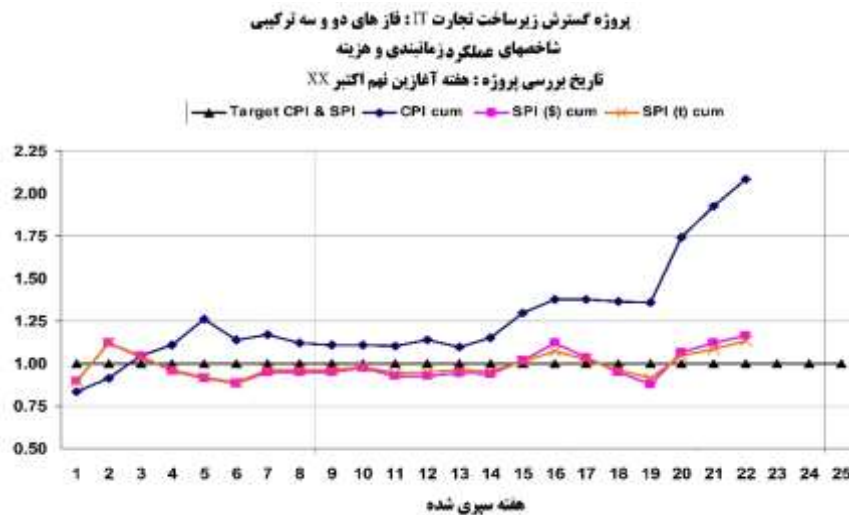
شکل ۴: شاخصهای اجرایی زمانبندی و هزینه، پروژه ۱ "دیر ختم"

رفتار  $SV(t)$  و  $SPI(t)$  مشابه بوده و نظایر هزینه ای خودشان را در EVM نیز پوشش می دهند. شکل ۵، CV،  $SV(\$)$  و  $SV(t)$  یک پروژه "زود ختم" را نشان می دهد. در تقابل با مثال "دیر ختم" شکل ۳،  $SV(\$)$  و  $SV(t)$  همگرایی زیادی را در طول پروژه نشان می دهند. استحکام این همگرایی زمانی بیشتر مشخص می گردد که  $SPI(t)$  و  $SPI(\$)$  را با هم مقایسه می نمایم.

گرچه  $SV(\$)$  و  $SV(t)$  هر دو بدرستی تاخیر را نشان می دهند، اما  $SV(t)$  تاخیر را بر اساس زمان نمایش می دهد.



شکل ۵: مغایرتهای زمانبندی و هزینه، پروژه ۲ "زود ختم"  
در حالت پروژه های زود ختم، معیارهای  $SV(t)$  و  $SPI(t)$  از  $ES$ ، رفتاری بمراتب پایدارتر نسبت به مقادیر نظیر خود  $EVM$  دارند.



شکل ۶: شاخصهای اجرایی زمانبندی و هزینه، پروژه ۲ "زود ختم"

## تخمین های زمان پروژه

لیکته روشهایی را بیان می نماید که می توانند مستقلاً با استفاده از  $ES$ ، تخمین های زمان پروژه را محاسبه نمایند و تخمینی از تاریخ ختم پروژه را بدست آورند. اولین روش، تخمین مستقل از زمان (پروژه)  $(IED^1)$  است که با استفاده از فرمول زیر محاسبه می گردد:

$$IED = \text{Planned Duration} / SPI(t)$$

<sup>1</sup> Independent Estimate Duration

دومین روش ، تخمین مستقل از تاریخ ختم پروژه (IECD) می باشد که ممکن است بصورت زیر محاسبه گردد :

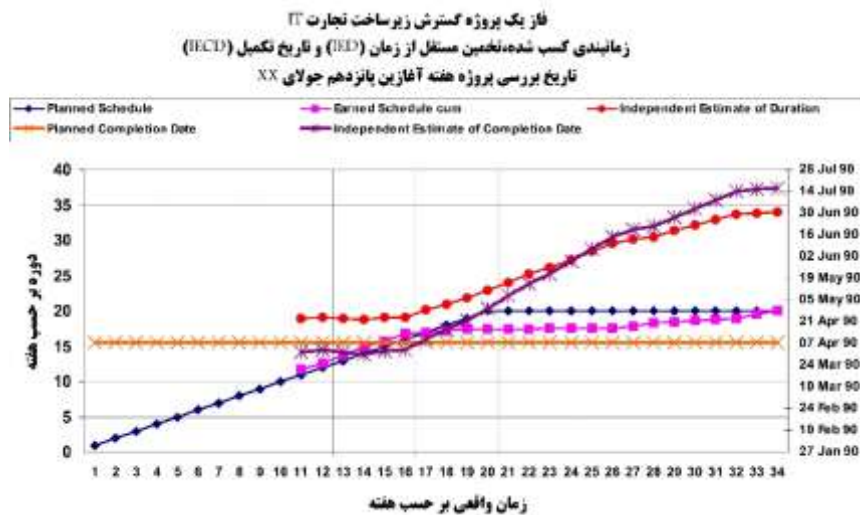
$$IECD = Project\ Start\ Date + IED$$

رفتار IED و IECD همانند همتایان خود در معادلات هزینه ای EVM (یعنی تخمین مستقل در پایان یا IEAC) ، می باشند . بعضی متخصصین EVM ، از جمله ریندلز ، برآوردهایی دوره ای از طریق فرمول زیر حساب نمودند که وسیله ای جهت استخراج IED بود .

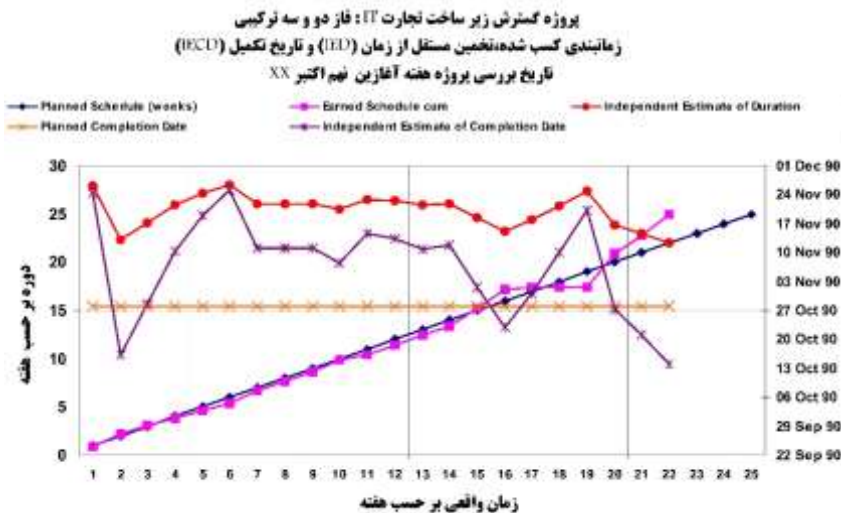
$$IED = Planned\ Duration / SPI(\$)$$

عدم اعتماد به SPI(\$) مسئله اصلی در استفاده از آن برای محاسبه IED بعنوان یک عامل عملکردی است . این مورد بعضی وقتها بعنوان "سطح خاکستری" نامیده می شود ، دوره ای که مدیریت پروژه نمی تواند مطمئن باشد که مقدار SPI(\$) قابل اطمینان است یا خیر . شکل ۷ کاربرد بالقوه ES در محاسبه IED و IECD در یک پروژه "دیر ختم" نمونه را نشان می دهد . اینها می توانند جهت بررسی سلامت "زمانبندی واقعی" و بعنوان ابزار درک روند پیشرفت زمانبندی بکار روند . IED و IECD هر دو دقیقاً بروز تاخیر از هفته ۱۹ تا ۲۶ را ترسیم می نماید .

شکل ۸ نمایش استفاده از مقادیر ES در تهیه محاسبات دوره ای IED و IECD در طول زمان برای پروژه ۱ "زود ختم" می باشد . IE و IECD هر دو بدرستی ، هفته به هفته در طول هفته ۱۶ تا ۱۹ تاخیر را روی زمانبندی پروژه زود ختم نشان می دهند .



شکل ۷: مقادیر هفتگی زمانبندی کسب شده ، IED و IECD ، پروژه ۱ "دیر ختم"

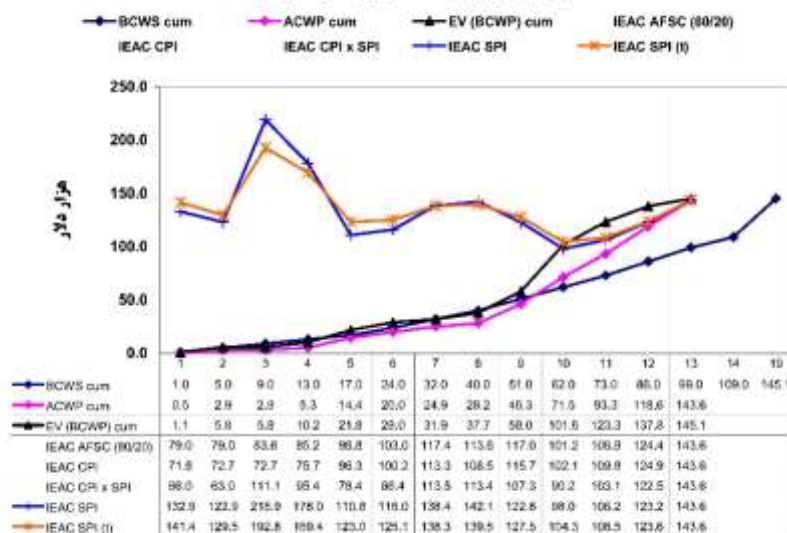


شکل ۸: مقادیر هفتگی زمانبندی کسب شده، IED و IECD، پروژه ۲ "زود ختم"

کریستین می گوید که کارهای اولیه انجام شده توسط فلینگ و کوپلمان بدین مطلب اشاره می نمایند که  $SPI(\$)$  "برای تعیین مشکلات زمانبندی مفید می باشد، خصوصاً زمانی که با اطلاعات مسیر بحرانی مورد استفاده قرار می گیرد" و "بدلیل اینکه مشکلات زمانبندی اغلب با تخصیص هزینه (منابع) بیشتر رفع می گردند، یک  $SPI(\$)$  مغایر، مشکلات هزینه را در آینده پیش بینی می نماید". کریستین سن نتایج حاصل از  $CPI(\$)$  و  $SPI(\$)$ ، و ترکیب  $CPI(\$)$  و  $SPI(\$)$  را برای تعیین حدود IEAC بکار برد. او اینکار را با استفاده از اطلاعات یک مورد مطالعاتی انجام داد. همانطور که قبلاً نشان داده شد،  $SPI(t)$  بدقت پیش بینی عملکرد زمانبندی پروژه را نشان می دهد، مخصوصاً در مورد پروژه های دیر ختم که  $SV(\$)$  و  $SPI(\$)$  کاربرد خود را از دست می دهند. لذا  $SPI(t)$  ممکن است کاربرد بیشتری را بعنوان عامل عملکرد برای محاسبات IEAC داشته باشد، بخصوص زمانی که با  $SPI(\$)$  مقایسه می گردد.

شکل ۹ محاسبات دوره ای IEAC برای مثال پروژه "زود ختم" را نشان می دهد.  $SPI(t)$  و IEAC ها بطور هفتگی با استفاده از فاکتورهای اجرایی که توسط کریستین سن اشاره شدند، محاسبه می گردند.  $IEAC\ SPI(t)$  و  $IEAC\ SPI(\$)$  جهت تحلیل و مقایسه ترسیم گردیده اند.

پروژه توسعه نرم افزار تجاری (فازهای نازسجی و توسعه)  
 معنی های S ارزش کسب شده برای سرویس های کاربردی XXXX  
 تخصیضات مستقل در پایان (IEAC)  
 تاریخ بررسی پروژه هفته آغازین بیست و نهم آگوست XX



شکل ۹: مقادیر هفتگی IEAC، پروژه ۴ "زود ختم"

## در خاتمه

در ابتدای بوجود آمدن زمانبندی کسب شده، بعضی بر این باور بودند که روشهای مذکور در عمل محدود می باشند. آنها اعتقاد داشتند که ES فقط می تواند برای پروژه های کوچکی از نوع فناوری اطلاعات، با موفقیت مورد استفاده قرار گیرد. اما این ظن بطور آشکارا غلط است. ES همانند EVM قابلیت مقیاس پذیری به بالا یا پایین را دارا می باشد. علاوه، ES همانند EVM، قابلیت اجرا در تمامی انواع پروژه ها را دارد. ES از این امر که مشخصه های مقیاس پذیری و اجرایی باید وجود داشته باشند تبعیت می نماید، و در نهایت ES از EVM اقتباس شده است. تحقیق ارائه شده ES با استفاده از داده های EVM پروژه نمونه، با وجود اینکه احادیث زیادی را بعزت اندازه کوچک پروژه بدونال داشت، اما با دقت زیادی صحت مفاهیم و مقادیر ES را  $SV(t)$  و  $SPI(t)$  در مقایسه با همتایانشان مقایسه در EVM نشان می داند. لپیکه اظهار می دارد که:

"کاربرد زمانبندی کسب شده، مجموعه ای از شاخصهای زمانبندی را تهیه می نماید که در تمامی طول دوره اجرای پروژه رفتاری مناسب دارند"

این مطلب با استفاده از پروژه نمونه هم ثابت گردید. انتظار می رود مقادیر ES هم جهت با همتایان هزینه ای خود در EVM رفتار نمایند، زیرا آنها بدرستی عملکرد واقعی زمانبندی را، در تمامی فازهای پروژه نمونه دیسر و زود ختم مرتبط می نمایند.

مقادیر پایه EVM عبارتند از :

ACWP = Actual Cost for Work Performed هزینه واقعی کار انجام شده

BCWP = Budgeted Cost for Work Performed (Earned Values) هزینه بودجه ای کار انجام شده

BCWS = Budgeted Cost for Work Scheduled (Planned Values) هزینه بودجه ای کار برنامه ریزی شده

مغایرت هزینه (CV) و مغایرت زمانبندی (SV) (\$) بدین صورت محاسبه می گردند :

$$CV = BCWP - ACWP$$

$$SV = BCWP - BCWS$$

شاخص عملکرد هزینه (CPI) و شاخص عملکرد زمانبندی (SPI) (\$) بدین صورت محاسبه می گردند :

$$CPI = BCWP/ACWP$$

$$SPI = BCWP/BCWS$$

سرجمع ES تعداد (N) دوره های زمان BCWS (\$) است که BCWP (\$) از آن بیشتر شده بعلاوه خرده ای از

BCWS که در طی زمان افزایش پیدا کرده . تساوی آن بصورت زیر است :

$$ES_{CUM} = N + \frac{[BCWP(\$) - BCWS(\$)_{Preceding\ Period}]}{[BCWP(\$)_{Current\ Period} - BCWS(\$)_{Preceding\ Period}]}$$

که N دوره های زمان BCWS (\$) است که BCWP (\$) از آن بیشتر شده است .

## منابع

1- Project Management Institute (PMI) , “ **The Practice Standard for Earned Value Management** ” , published in March ۲۰۰۵ under the volunteer leadership of John Singley, PMP, PhD.

2- Lipke Walt, Henderson Kym, “ **Earned Schedule: An Emerging Enhancement to Earned Value Management** ” , The journal of defense software Engineering , Nov 2006 Issue .

3- Lipke Walt, “ **Connecting Earned Value to the Schedule** ” , The journal of defense software Engineering , Jun 2005 Issue .

4. Lipke, Walt. “ **Schedule is Different** ” The Measurable News, March 2003: 10-15.

5. Henderson, Kym. “ **Earned Schedule: A Breakthrough Extension to Earned Value Theory? A retrospective Analysis of Real Project Data** ” The Measurable News, Summer 2003: 13-23.

زمانبندی کسب شده  
**Earned Schedule**  
توسعه مدیریت ارزش کسب شده  
**Earned Value Management Development**

چکیده :

Abstract :

زمانبندی کسب شده (ES)، روشی است که اطلاعات زمانبندی را از داده های مدیریت ارزش کسب شده استخراج می نماید.

Earned Schedule (ES) is a method which extracting schedule information from Earned Value Management (EVM) data.

این روش شاخصها و پیش بینی کننده های مطمئنی از زمانبندی را برای پروژه های دیر و زود ختم به نمایش می گذارد

This method shows reliable schedule indicators and predictors for both early and late finish projects.

مدیریت ارزش کسب شده (EVM) در دهه ۱۹۶۰ در وزارت دفاع ایالات متحده بنیان گذاشته شده و در طی چهار دهه از آن زمان، بعنوان سامانه ای بسیار ارزشمند برای مدیریت و کنترل پروژه نمایان شده است.

Earned Value Management (EVM) was founded in the 1960s within the United States Department of Defense and over the four decades from that time has been shown to be a very valuable for project management and control system.

EVM هزینه، زمانبندی و الزامات را به هم مرتبط نموده و در نتیجه امکان ایجاد شاخصهای عددی عملکرد پروژه را بوجود می آورد.

EVM connects cost, schedule, and requirements and there for allow to create numerical project performance indicators.

تمامی دستاوردهای EVM، در بیان و تحلیل عملکرد هزینه می باشند، اما در عملکرد زمانبندی موفق نمی باشند.

Accomplishments of EVM are in expressing and analyzing cost performance, but they are not successful in schedule performance.

برخلاف انتظار، شاخصهای زمانبندی EVM بجای واحد زمان بر اساس واحد هزینه گزارش می شوند.

Unlike our expectation, The EVM schedule indicators are reported in units of cost instead of time.

شاخصهای زمانی وجود دارند، اما به اندازه شاخصهای هزینه نمی توان به آنها استناد نمود.

The schedule indicators are available, but can not rely them upon cost indicators.

ورای این مشکل، مسئله خیلی جدی تری نیز وجود دارد: شاخصهای زمانبندی EVM، طی اجرای پروژه بعد از تاریخ تکمیل پروژه اشتباه می باشند.

Beyond this problem, there is also a very serious problem : EVM schedule indicators fail during the project execution after planned finish date.

در مدیریت ارزش کسب شده قدیمی ، مقادیر مغایرت زمانبندی<sup>1</sup> ( $SV(\$)$ ) و شاخص عملکردی زمانبندی<sup>2</sup> ( $SPI(\$)$ ) دارای حالت ویژه ای هستند که محدودیتهایی را (براحتی قابل فهم) در استفاده و تحلیل و وضعیت و عملکرد زمانبندی پروژه بوجود می آورند .

In the old Earned Value Management, schedule variance ( $SV(\$)$ ) and schedule performance index ( $SPI(\$)$ ) metrics have special status which create some limitations in use and analyze of project schedule status and performance.

هدف ES اندازه گیری عملکرد زمانبندی با استفاده از یک مبنای اندازه گیری زمانی است که مقادیر مغایرت زمانبندی ( $SV(t)$ ) و شاخص اجرای زمانبندی ( $SPI(t)$ ) بر مبنای زمان از آن استخراج شوند .

Aim of ES is measuring the schedule performance by using a time-base measure which the time base schedule variances ( $SV(t)$ ) and schedule performance index ( $SPI(t)$ ) derived from them.

---

<sup>1</sup> Schedule Variance

<sup>2</sup> Schedule Performance Index



تحلیلگران هزینه گزارشات و شاخصهای هزینه EVM را بررسی می کنند، در صورتیکه زمانبندان پروژه شدیداً و بصورت خسته کننده ای شبکه زمانبندی را تحلیل و بروزرسانی می نمایند. این مهارتهای مجزا (هزینه، زمان)، متناوباً در پروژه های بزرگ تفکیک می شوند و در اغلب موارد تحلیلهای آنها نسبت به هم تطبیق داده نمی شوند.

مقادیر ES که توسط لپکه ارائه شده، در پروژه کوچکی شامل سبدهی از شش پروژه و زیر پروژه هایشان که توسط رویه EVM ساده مدیریت می شدند، بکار برده شده، این مقاله داده ها و نتایج حاصل از بررسی آنها را نشان می دهد. نتیجه اینکه مقادیر زمانبندی بر مبنای ES بسیار دقیق تر، عملکرد زمانبندی پروژه را نسبت به همتایان خود در EVM مصور می نمایند.

**کلید واژه:** مدیریت پروژه، ارزش کسب شده، مدیریت ارزش کسب شده، زمانبندی کسب شده