

## بررسی مفهومی شاخص های هزینه ای در مدیریت پروژه

### درک مفهوم EV

مفهوم EV به هیچ وجه پیچیده نیست و نیاز به تعلیمات تخصصی و اساسی ندارد. درحقیقت افراد زیادی به گونه های مختلف از این روش در زندگی روزمره شان استفاده می کنند و هرگز آگاه نیستند که EV را به کار می برند. برای مثال بسیاری از مهندسان هزینه که در زمینه مدیریت پروژه فعالیت می کنند، برای تحلیل هزینه پروژه از مقدار پول هزینه شده تا تاریخ گزارش گیری استفاده نمی کنند، بلکه از هزینه های واقعی و هزینه های کار انجام شده استفاده می کنند. آنها رابطه ای بین هزینه های واقعی در برابر کار انجام شده برقرار می کنند. در واقع مهندسان هزینه فرم ساده ای از EV را بکار می برند.

EV هشدار می دهد که بودجه پیش بینی شده برای اتمام پروژه کافی است و یا می بایست برای اتمام پول بیشتری صرف گردد و حتی می تواند محاسبه کند که چه مقدار پول برای اتمام پروژه مورد نیاز است.

### مفهوم اجرایی Earned Value

در تمام پروژه ها بحث و جدل بر سر آن است که کارفرما بر اساس کار واقعی انجام گرفته چقدر به پیمانکار پول می دهد (که البته نمی خواهیم وارد جزئیات این موضوع بشویم). یعنی برای پیمانکار بر اساس بودجه تعیین شده توسط کارفرما، چه مقدار از پیشرفت فیزیکی واقعی، مورد تایید است. که معنی و مفهوم "Earned Value" همان موضوع بیان شده فوق است. و اینگونه آن را تعبیر می کنند

" کار واقعی انجام شده (توسط پیمانکار) بر اساس هزینه پیش بینی شده (طبق بودجه اعطایی کارفرما)."

### شاخصهای Earned Value

. آنالیز سود یا زیان و پیشرفت یا تاخیر پروژه بر اساس "ارزش کسب شده" روی منحنی Earned Value (منتج شده از منحنی

S-curve) معنی پیدا می کنند.

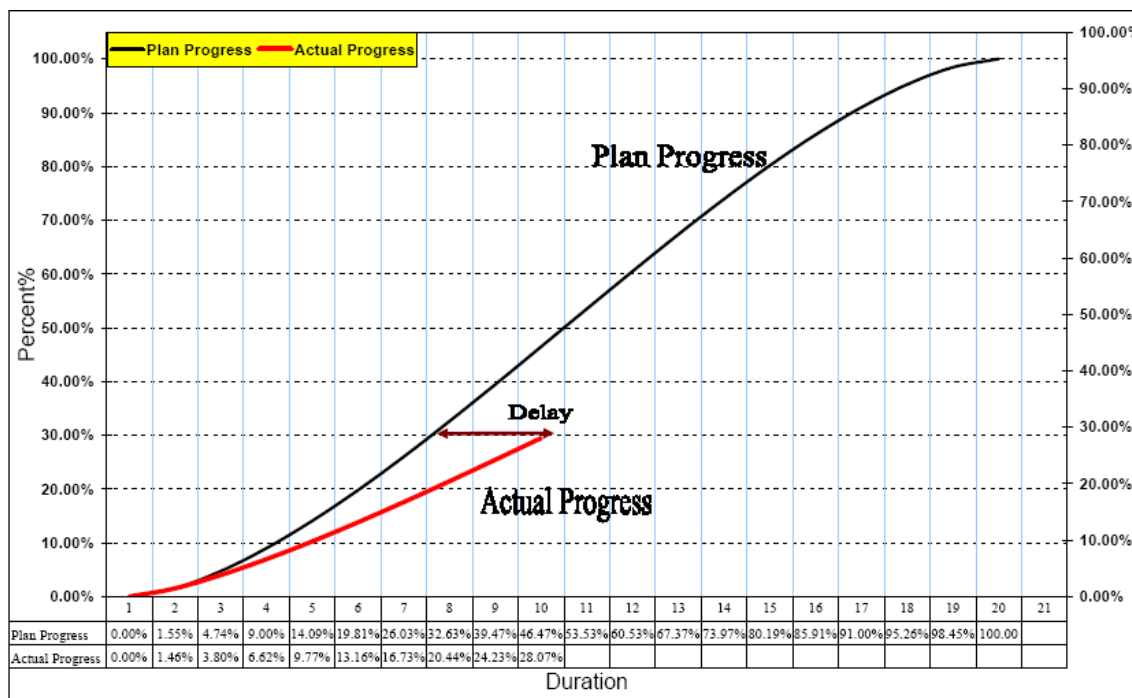
برای محاسبه تمام شاخصهای "ارزش کسب شده" نیازمند اطلاعات اولیه تشکیل دهنده منحنی Earned Value می باشیم. ترسیم منحنی Earned Value نیازمند تهیه یک برنامه زمانبندی برای یک پروژه (EPC-Engineering-Procurement-Construction) است. که تهیه برنامه زمانبندی نیازمند اطلاعاتی در خصوص تاریخچه پیشین اجرای پروژه، منابع استفاده شده، هزینه های تخصیص یافته به هر فعالیت، چگونگی ارتباطات بین فعالیتها، ضرایب وزنی مربوط به هر فعالیت (بر اساس منابع و زمان و هزینه) و.... می باشد. که نهایتاً تمامی موارد فوق منتج به ترسیم منحنی S-Curve می شود.

ترسیم S-Curve در پروژه ها بسیار پر اهمیت است، چرا که نحوه کارکرد پروژه در زمانهای مختلف نمایش داده می شود و ارتباط مستقیمی با منابع و هزینه های تخصیص یافته به فعالیتهای برنامه زمانبندی و به خصوص تسطیح منابع دارد. در واقع ترسیم منحنی Earned Value بر اساس منحنی S-Curve است. چرا که ماهیت S-Curve نشان دادن وضعیت پیشرفت یا تاخیر پروژه از برنامه می باشد و این پیشرفتهای (Plan Progress – Actual Progress) خود پاشنه انجام محاسبات برای تهیه منحنی Earned Value هستند. فقط در ترسیم منحنی Earned Value باید دقت کرد و هزینه هایی را که می بایست پس از تعیین هزینه های ماهیانه کسر گردند (بیمه، مالیات، حسن انجام کار، پیش پرداخت) در محاسبه در نظر گرفت.

در این مقاله هدف، کاربرد "ارزش کسب شده" در یکی از پروژه های EPC اجرا شده در گروه آفشور شرکت ایزوایکو بندر عباس می باشد. که در مقالات بعدی مباحث مهمتر پیشینیا ارزش کسب شده توضیح داده خواهد شد.

پاشنه تمام محاسبات شاخصها بر اساس EV و هزینه و زمان پیش بینی شده می بایست در نظر گرفته شود.

شکل زیر در واقع یک نمونه از S-Curve مربوط به پروژه خاص است که کارفرمای آن شرکت فلات قاره ایران و پیمانکار هم شرکت ایزوایکو بندر عباس است.



تعریف شاخصهای مربوط به ارزش کسب شده

|  |                                      |
|--|--------------------------------------|
| BCWS = Budget Cost of Work Schedule    | EAC = Estimate at Complete           |
| BCWP = Budget Cost of Work Performance | SPI = Schedule Performance Index     |
| ACWP=Actual Cost of Work Performance   | SV = Schedule Variance               |
| BAC = Budget at Complete               | SV% = Schedule Variance Percentage   |
| CPI = Cost Performance Index           | EAD = Estimate at Duration           |
| CV = Cost Variance                     | VAC= Cost variance at completion     |
| CV% = Cost Variance Percentage         | TCPI = To-Complete Performance Index |

بر اساس مفاهیم تعریف شده فوق می خواهیم نحوه محاسبات شاخصها را بررسی کنیم. (در تمام محاسبات Budget به معنی بودجه ایی است که کارفرما برای پیمانکار تعیین کرده است.)

$$BCWS = Plan\_Progress \times Budget$$

به معنی هزینه پیش بینی شده (کارفرما) بر اساس پیشرفت برنامه (پیمانکار) تا زمان مورد آنالیز که از S-Curve پروژه به دست آمده است.

$$BCWP = Actual\_Progress \times Budget$$

به معنی هزینه پیش بینی شده (کارفرما) بر اساس پیشرفت واقعی (پیمانکار) تا زمان مورد آنالیز که از S-Curve پروژه به دست آمده است.

$$ACWP = Actual\_Cost$$

به معنی هزینه واقعی صرف شده توسط پیمانکار تا زمان مورد آنالیز می باشد .  
جهت محاسبه ACWP می بایست مراکز هزینه یا گروه هزینه هایی در سیستم پروژه تعریف گردد که در ذیل روش تعیین آنها به طور خلاصه ذکر گردیده است:

#### مراکز هزینه:

مراکز هزینه طبق تعریف عبارتند از، واحد، مکان، ایستگاه، و...، در نهایت مرکزی که بودجه پروژه بدان تخصیص یافته و هزینه را صرف میکند. مراکز هزینه ای که عمدتاً در تمامی شرکتها وجود داشته و ما بدان نیاز داریم، عبارتند از:

۱) پروژه

۲) کارگاهها

۳) ماشین آلات

۴) پیمانکاران

۵) ستاده ها و تشکیلات پروژه

در سیستمهای کنترل هزینه و بودجه بندی، معمولاً از مراکز هزینه فقط جهت محاسبه میزان هزینه های مصرفی استفاده شده و بدلیل حجم بالای اطلاعاتی، کنار گذاشته می شود. در این حالت به جای ذکر مراکز هزینه، از گروههای هزینه استفاده می شود. بعنوان مثال در برنامه ریزی ماشین آلات، هزینه ای جهت بکارگیری یک جرثقیل ۵ تنی انجام شده بود ولی در عمل به جای آن یک لیفتراک ۵ تنی بکار گرفته شد. و یا مقرر بود برنامه ریزی به پیمانکار سپرده شود ولی برنامه ریزی و کنترل پروژه، هر دو به پیمانکار واگذار شد و .....

مراکز هزینه نه تنها بسیار طولانی و گاه پردردسر است، بلکه در عمل بدلیل مشکلات فوق، عدم انطباقهای غیر عملی صادر می کنند. لذا هم به جهت خلاصه سازی و تمرکز بیشتر روی جنبه های کاری و هم بدلیل مسائلی که ذکر شد، بهتر است مراکز هزینه را پس از محاسبات به گروه هزینه تبدیل کرده و کلیه اطلاعات را بر اساس آن استوار نماییم.

تبدیل مراکز هزینه به گروههای هزینه کاملاً اختیاری بوده و بهتر است با مشارکت امور مالی و مدیر پروژه صورت گیرد. در عمل معمولاً گروههای هزینه را به گروههای زیر تقسیم می کنند:

۱) گروه مواد:

هزینه کلیه مواد، حمل و نقل آنها، گمرکات، انتقال به سایت، بارگیری و بار اندازی را برای هر کالا از گروه تامین تجهیزات دریافت کرده و براساس تاریخ نیاز مواد مطابق برنامه زمانبندی تکمیل مینماییم.

۲) گروه طراحی:

بر اساس تعرفه، این مرکز هزینه براساس ساعات کار کارشناسان مهندسی بدست می آید. اگر توسط پیمانکار صورت بگیرد باید هزینه آن از مدیر مهندسی اخذ و بر اساس هیستوگرام منابع مهندسی طراحی، در واحد زمان توزیع می شود.

### ۳) گروه های پشتیبانی

بر اساس هیستوگرام منابع ستادی پروژه و نرخ مراکز هزینه هر کدام، هزینه آنها در واحد زمان بدست می آید.

### ۴) گروه اجرایی

بر اساس نرخ مراکز هزینه نیروهای داخلی و منحنی هیستوگرام آنها در واحد زمان بدست می آید. اگر توسط پیمانکار صورت بگیرد باید هزینه آنها بدست آمده و بر اساس هیستوگرام منابع، در واحد زمان توزیع شود.

### ۵) گروه ماشین آلات

بر اساس نرخ مراکز هزینه هر ماشین و منحنی هیستوگرام ماشین آلات در واحد زمان بدست می آید.

### ۶) گروه هزینه های متفرقه

به دو گروه هزینه های عمومی و هزینه کرایه سایت و دفاتر تقسیم می کنند. هزینه تجهیز کارگاه از مدیر پروژه یا مدیر سایت اخذ می گردد.

هزینه کرایه سایت و دفاتر که بر اساس تعرفه بهای کرایه منطقه پروژه، هزینه آن محاسبه و منظور می گردد. که بصورت خطی از ابتدا تا انتهای پروژه توزیع می گردد.

هزینه برق مصرفی و آب و گاز بر اساس میزان مصرف آنها مندرج در قسمت منابع پروژه و تعرفه بهای منطقه محاسبه می گردد.

کلیه هزینه های مهماندارو هتل، تنخواه و ... با نظر کلیه مدیران در پروژه محاسبه و منظور می گردد.

### ۷) بیمه و گواهینامه

کلیه موارد بیمه پروژه، گواهینامه ماشین آلات، تجهیزات و ....

تاما می موارد ذکر شده در بالا میتوانند شامل زیر گروه پیمانکار یا مشاور نیز باشند. ولی در صورت حساسیت این موضوع، میتوان گروه دیگری برای این منظور در نظر گرفت.

با توجه به تعاریف فوق سعی بر آن شده که برای مثال تشریحی خودمان فقط از **گروه هزینه و S-Curve و Earned Value** برای فقط بخش " مواد " پروژه جهت نشان دادن کاربرد " ارزش کسب شده " استفاده گردد.

$$CPI = \frac{BCWP}{ACWP} = \frac{\text{Cost Schedule} \times \text{Work Performed}}{\text{Cost Actual} \times \text{Work Performed}} \rightarrow \text{Base on EV}$$

$$SPI = \frac{BCWP}{BCWS} = \frac{\text{Cost Schedule} \times \text{Work Performed}}{\text{Cost Schedule} \times \text{Work Schedule}} \rightarrow \text{Base on EV}$$

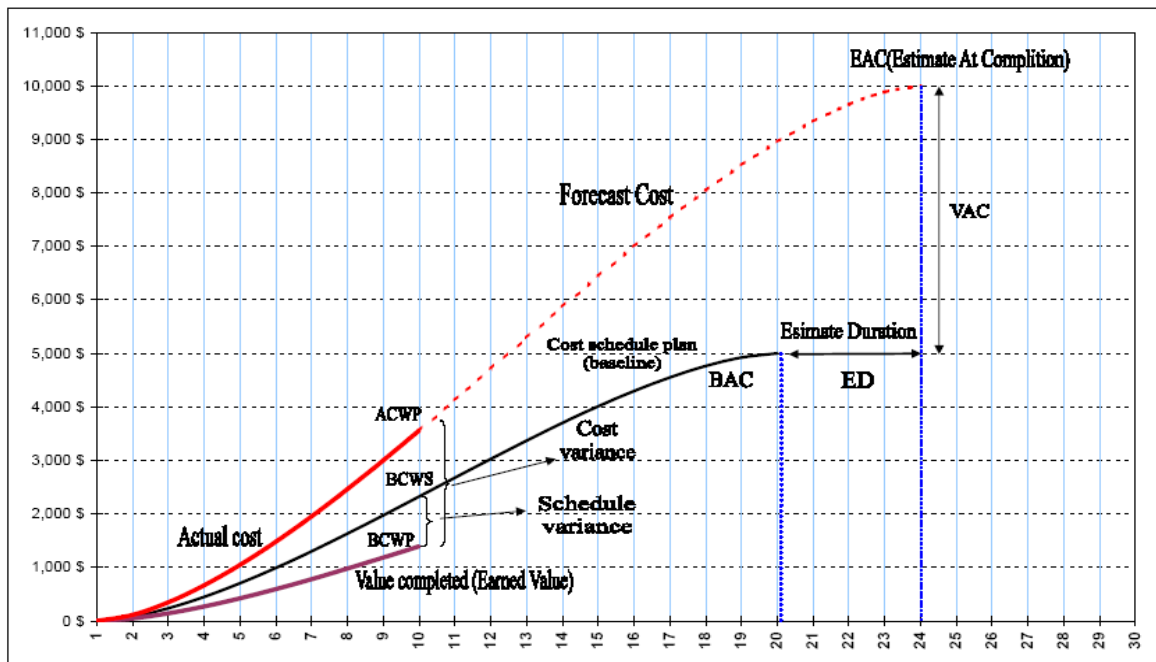
$$CV\% = \frac{CV}{BCWP} = \frac{BCWP - ACWP}{BCWP} = 1 - \frac{ACWP}{BCWP} \rightarrow \text{Base on Cost Schedule}$$

$$SV\% = \frac{SV}{BCWS} = \frac{BCWP - BCWS}{BCWS} = \frac{BCWP}{BCWS} - 1 \rightarrow \text{Base on Work Schedule}$$

$$CV = BCWP - ACWP$$

$$SV = BCWP - BCWS$$

فرمولهای نوشته شده فوق را باید با دقت مطالعه کرد (که در ادامه در خصوص هر کدام از آنها بطور مفصل توضیحات لازم داده شده است) و حتی ثابت می شود که چرا در  $CV\%$  عدد "یک" از کسر نوشته شده کسر می گردد و چرا در  $SV\%$  کسر نوشته شده از عدد "یک" کسر می گردد. (رجوع شود به تحلیل  $CV\%$  و  $SV\%$ )  
 در خصوص  $Base\ on\ EV$  و  $Base\ on\ Cost/Work\ Schedule$  نیز به طور مفصل توضیح داده شده است. (رجوع شود به تحلیل  $CPI\%$  و  $SPI\%$  و  $CV\%$  و  $SV\%$ )  
 مفاهیم اولیه روش ارزش بدست آمده با ترسیم نمودار S بخوبی روشن می شوند. با مقایسه پارامترهای فوق در نمودار S به نحو موثری می توان روند پیشرفت پروژه را بررسی کرد:



نکته: همانگونه که می دانیم مدیریت ارزش کسب شده به دنبال یافتن سود یا ضرر و پیشرفت یا تاخیر در پروژهها است .

### تحلیل شاخص $CPI$ :

بر اساس نکته فوق شاخص  $CPI$  در واقع همان راندمان هزینه است (یافتن سود یا ضرر پروژه) و نشان می دهد که برای محاسبه عملکرد مطلوب هزینه ای می بایست طبق مفاهیم مطرح شده، هزینه های واقعی انجام شده با هزینه های پیش بینی شده بر اساس کار انجام شده مقایسه گردد.

سوالی که مطرح است این است که چرا هزینه های واقعی نسبت به Earned Value باید مقایسه گردد؟ (نکته مر بوط به پاشنه محاسبه بر اساس EV).

کاملاً واضح است، چرا که میدانیم کارفرما بر اساس کار واقعی و هزینه پیش بینی،  $(BCWP \sim EV)$  صورت وضعیت را تایید و پرداخت می کند. و از طرفی ما هزینه ایی واقعی ( مازاد یا برابر یا کمتر از هزینه پیش بینی ) بر اساس همان کار واقعی، صرف پروژه کرده ایم (ACWP). که از مقایسه موارد فوق به راحتی می توان نتیجه گیری کرد که اگر بخواهیم بدانیم چند درصد از هزینه واقعیمان درست بوده و می توانیم از کارفرما اخذ نماییم، کافی است معادله زیر را حل کنیم:

$$ACWP \times \chi = BCWP$$

$$\chi = \frac{BCWP}{ACWP} = CPI$$

**نکته:** "ارزش کسب شده یا Earned Value~BCWP همان مبلغی است که از کارفرما اخذ می شود"

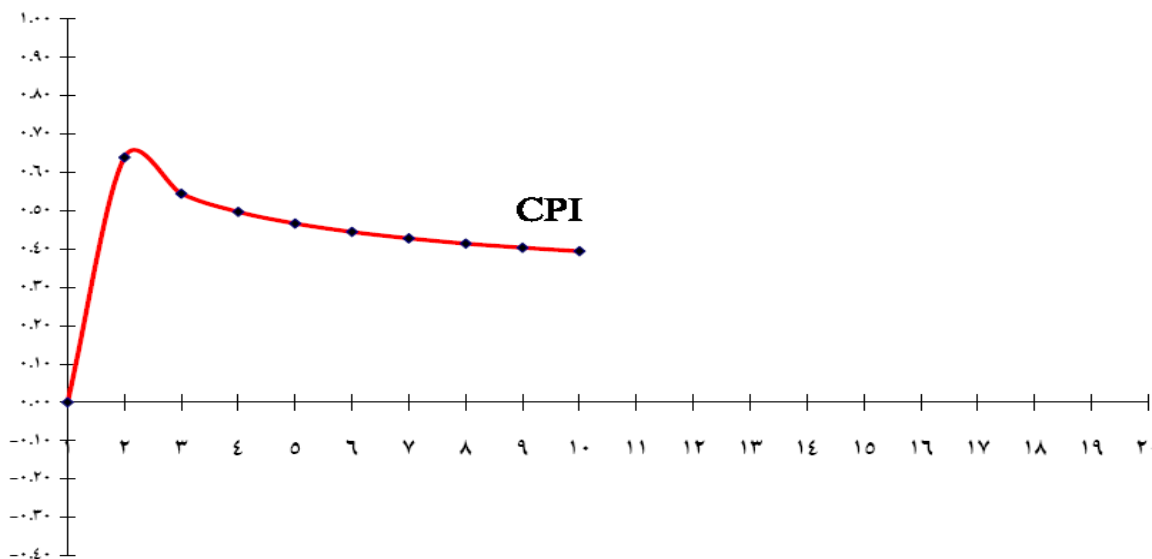
چنانچه هزینه های واقعی پس از حدود ۱۵ الی ۲۰ درصد از زمان پروژه برابر \$۵۰۰۰ باشد و از آن طرف هم طبق برنامه می بایست \$۳۰۰۰ خرج می گردید، به این مفهوم است که راندمان هزینه ایی ما ۶۰٪ بوده و \$۲۰۰۰ مازاد خرج شده است. لذا

۱. چنانچه ارزش بودجه ای کار انجام شده از هزینه واقعی صرف شده بیشتر باشد عملکرد مطلوب است

۲. چنانچه ارزش بودجه ای کار انجام شده با هزینه واقعی صرف شده منطبق باشد عملکرد عادی است

۳. چنانچه ارزش بودجه ای کار انجام شده از هزینه واقعی صرف شده کمتر باشد عملکرد نامطلوب است

$$CPI = \begin{cases} CPI > 1 \rightarrow \text{Good Performance} \\ CPI = 1 \rightarrow \text{Normal} \\ CPI < 1 \rightarrow \text{Bad Performance} \end{cases}$$



### تحلیل شاخص CV:

وقتی پولی که کارفرما بر اساس پیشرفت واقعی به پیمانکار می دهد و پیمانکار هم بر حسب نیاز پروژه جهت پیشرفت زمانی، هزینه هایی را برای فعالیتهای پروژه تخصیص داده است، پر واضح است که نتیجه نسبت به دریافت صورت وضعیت از کارفرمایا مثبت یا منفی یا صفر می شود. و در واقع معنی CV را به وجود می آورد که "همان انحراف هزینه یا ذخیره مدیریتی است". شاخص CV به ما میگوید اگر پس از حدود ۱۵ الی ۲۰ درصد از زمان پروژه \$۵۰۰۰ هزینه کرده باشیم و طبق برنامه می بایست \$۳۰۰۰ هزینه می کردیم (برای کار انجام شده) طبق معادله زیر خواهیم داشت:

$$CV = BCWP - ACWP = 3000\$ - 5000\$ = -2000\$ \rightarrow \begin{cases} CV > 0 \rightarrow \text{Good Performance} \\ CV = 0 \rightarrow \text{Normal} \\ CV < 0 \rightarrow \text{Bad Performance} \end{cases}$$

### تحلیل شاخص CV%:

اگر بخواهیم بدانیم که درصد انحراف از هزینه چقدر است بایستی معادله زیر را حل کنیم. نکته ایی که باید در محاسبه درصد انحراف هزینه در نظر بگیریم آن است که پیمانکار می خواهد بداند که بر اساس صورت وضعیت دریافتی از کارفرما چقدر زیادتر، کمتر یا برابر با آن خرج کرده است تا سود و ضرر پروژه خود را محاسبه کند یا به عبارت دیگر پیمانکار می خواهد بداند که هزینه پیش بینی (صورت وضعیت) چند درصد از هزینه واقعی انحراف دارد لذا: .  
(نکته مر بوط به پاشنه محاسبه بر اساس هزینه پیش بینی.)

$$BCWP \times \chi = ACWP$$

$$\chi = \frac{ACWP}{BCWP}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} ACWP > BCWP \rightarrow \frac{6000\$}{5000\$} = 120\% = 5000\$ + (20\% * 5000\$) \rightarrow \text{Variance} = -20\% \\ ACWP = BCWP \rightarrow \frac{6000\$}{6000\$} = 100\% \rightarrow \text{Variance} = 0 \\ ACWP < BCWP \rightarrow \frac{5000\$}{6000\$} = 83.3\% = 6000\$ - (83.3\% * 6000\$) \rightarrow \text{Variance} = +16.7\% \end{array} \right.$$

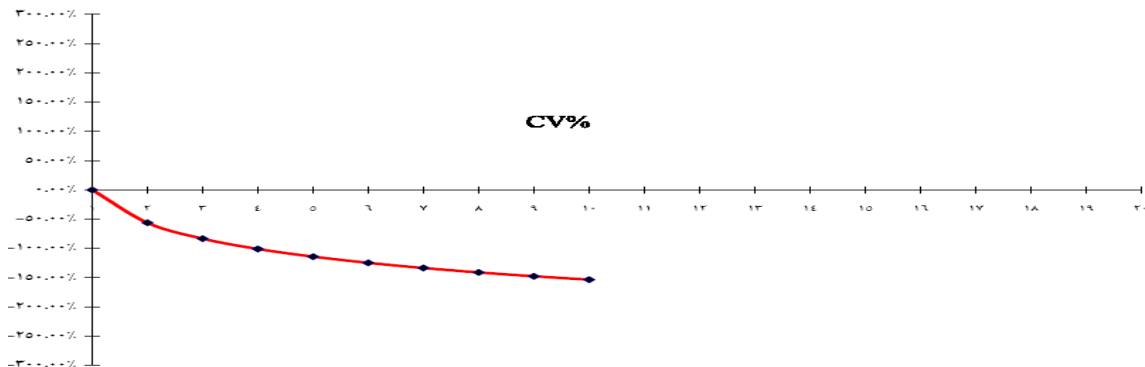
اگر مثال بالا را بخواهیم به صورت فرموله بیان کنیم و نیازی به نوشتن موارد بالا نباشد می توانیم از منطق موجود بین سه حالت ذکر شده در مثال بالا به رابطه زیر رسید:

$$CV\% = 100\% - \chi \rightarrow \left\{ \begin{array}{l} 100\% - 120\% = -20\% \\ 100\% - 100\% = 0\% \\ 100\% - 83.3\% = 16.7\% \end{array} \right.$$

یا اینکه از فرمول ذیل به طور مستقیم استفاده نمود:

$$CV\% = \frac{CV}{BCWP} = \frac{-2000\$}{3000\$} = -66\%$$

یعنی پیمانکار ۶۶٪ مازاد بر برنامه هزینه کرده است و این یعنی فاجعه. نکته دیگر آنکه راندمان هزینه ایی فوق ۶۰٪ بوده و انحراف از هزینه آن ۶۶٪-، یعنی شما نمی توانید بگویید چون ۶۰٪ راندمان هزینه دارم پس ۴۰٪ هم انحراف هزینه دارم (پاشنه هزینه پیش بینی می باشد) در صورتی که در آنالیز زمانی این موضوع برعکس است یعنی راندمان با انحراف مجموعاً ۱۰۰٪ می شوند



### تحلیل شاخص EAC:

اگر پیمانکار بخواهد پیش بینی کند که با راندمان فعلی (هزینه) پروژه با چه بودجه ای بسته می شود کافی است با یک تناسب ساده این پیش بینی را تهیه نماید. لذا می توان اینگونه بیان نمود که در شرایط فعلی پروژه با بودجه BAC و با راندمان CPI% در حال اجراست. و چنانچه بخواهیم این راندمان به ۱۰۰٪ برسد باید تناسب و معادله زیر را حل کنیم:

$$\frac{BAC}{\chi} = \frac{CPI\%}{100\%}$$

$$EAC = \frac{BAC}{CPI\%}$$

یا اینکه اگر پیش بینی بر اساس فقط راندمان هزینه باشد، می توانیم با حل معادله زیر نیز به جواب مطلوب برسیم:

$$EAC = |CV\%| \times BAC + BAC$$

البته روشهای متعددی برای محاسبه EAC وجود دارد که یک مورد دیگر آن دخالت دادن عملکرد زمانبندی است یعنی پیش بینی بر اساس عملکرد زمانبندی و هزینه.

$$EAC = \frac{BAC}{CPI \times SPI}$$

### تحلیل شاخص SPI

بر اساس نکته ذکر شده شاخص **SPI** در واقع همان راندمان زمانی است (یافتن پیشرفت یا تاخیر پروژه) و نشان می دهد که برای محاسبه عملکرد مطلوب پیشرفت زمانی می بایست طبق مفاهیم مطرح شده، کارهای پیش بینی شده با کارهای انجام شده مقایسه گردد

سوالی که مطرح است این است که چرا کارهای پیش بینی شده نسبت به **Earned Value** باید مقایسه گردد؟ (نکته مربوط به پاشنه محاسبه بر اساس EV).

کاملاً واضح است، چرا که کارفرما همیشه بر اساس برنامه زمانبندی اولیه پیشرفت یا کار انجام شده، پروژه را پیگیری می کند و می خواهد بداند **پیشرفت برنامه** (BCWS) با **پیشرفت واقعی** (Earned Value) چقدر فاصله دارد، یا به عبارت دیگر چند درصد از کار پیش بینی شده، انجام شده و راندمان زمانی چقدر است، که کافی است معادله زیر را حل کنیم:

$$BCWS \times \chi = BCWP$$

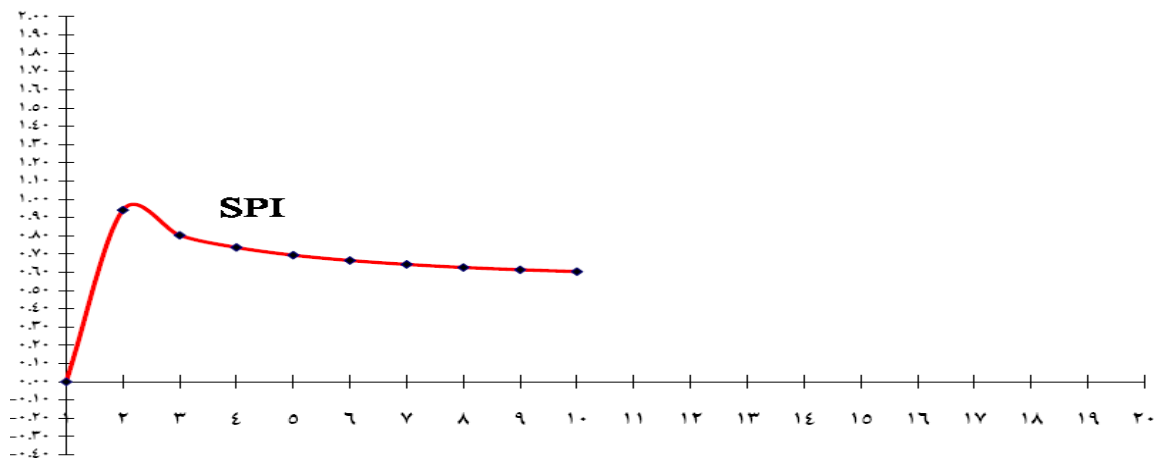
$$\chi = \frac{BCWP}{BCWS} = SPI$$



چنانچه پیشرفت واقعی پس از حدود ۱۵ الی ۲۰ درصد از زمان پروژه بر اساس هزینه برابر \$۳۰۰۰ باشد از آن طرف هم طبق برنامه می بایست پیشرفتی بر اساس هزینه معادل \$۴۰۰۰ خرج می گردید، به این مفهوم است که راندمان زمانی ما ۷۵٪ بوده و از لحاظ هزینه ای مبلغ \$۱۰۰۰ کمتر خرج شده است. (تاخیر ۲۵٪ داشته ایم) لذا

۱. چنانچه کار انجام شده از کار پیش بینی شده بیشتر باشد عملکرد زمانی مطلوب است
۲. چنانچه کار انجام شده با کار پیش بینی شده منطبق باشد عملکرد زمانی عادی است
۳. چنانچه کار انجام شده از کار پیش بینی شده کمتر باشد عملکرد زمانی نامطلوب است

$$SPI = \begin{cases} SPI > 1 \rightarrow \text{Good Performance} \\ SPI = 1 \rightarrow \text{Normal} \\ SPI < 1 \rightarrow \text{Bad Performance} \end{cases}$$



### تحلیل شاخص SV:

وقتی که کارفرما در صدد مقایسه پیشرفت واقعی با برنامه می شود، پیمانکار می بایست قبل از انجام مقایسه توسط کارفرما خود بررسی های لازم را به عمل آورد و سعی کند همیشه در بهترین حالت قبل از مواخذه کارفرما قرار داشته باشد. شاخص SV به پیمانکار میگوید اگر پس از حدود ۱۵ الی ۲۰ درصد از زمان پروژه پیشرفتی بر اساس هزینه، معادل \$۳۰۰۰ داشته باشد و طبق برنامه می بایست پیشرفتی بر اساس هزینه معادل \$۴۰۰۰ می داشت (برای کار انجام شده) معادله زیر را خواهیم داشت. (پیشرفت = کار انجام شده X ضریب وزنی)

$$SV = BCWP - BCWS = 3000\$ - 4000\$ = -1000\$ \rightarrow \begin{cases} SV > 0 \rightarrow \text{Good Performance} \\ SV = 0 \rightarrow \text{Normal} \\ SV < 0 \rightarrow \text{Bad Performance} \end{cases}$$

### تحلیل شاخص SV%:

اگر بخواهیم بدانیم که درصد انحراف از پیشرفت برنامه ای چقدر است بایستی معادله زیر را حل کنیم: نکته ای که باید در محاسبه درصد انحراف از پیشرفت برنامه ای در نظر بگیریم آن است که پیمانکار می خواهد بداند که چگونه می تواند قبل از بازخواست کارفرما مشکلات تاخیر زمانی را شناسایی و در جهت حل آن اقدام نماید. یا به عبارت دیگر چند درصد زمانی از برنامه تاخیر دارد لذا:

(نکته مر بوط به پاشنه محاسبه بر اساس زمان پیش بینی.)

$$BCWS \times \chi = BCWP$$

$$\chi = \frac{BCWP}{BCWS}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} BCWP > BCWS \rightarrow \frac{6000\$}{5000\$} = 120\% = 5000\$ + (20\% * 5000\$) \rightarrow \text{Variance} = +20\% \\ BCWP = BCWS \rightarrow \frac{6000\$}{6000\$} = 100\% \rightarrow \text{Variance} = 0 \\ BCWP < BCWS \rightarrow \frac{5000\$}{6000\$} = 83.3\% = 6000\$ - (83.3\% * 6000\$) \rightarrow \text{Variance} = -16.7\% \end{array} \right.$$

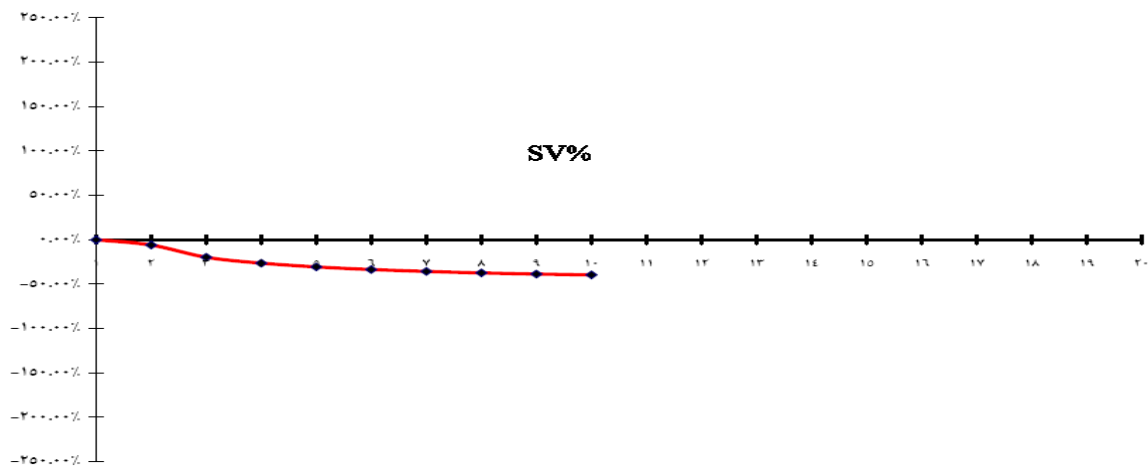
اگر مثال بالا را بخواهیم به صورت فرموله بیان کنیم و نیازی به نوشتن موارد بالا نباشد می توانیم از منطق موجود بین سه حالت ذکر شده در مثال بالا به رابطه زیر رسید:

$$SV\% = \chi - 100\% \rightarrow \left\{ \begin{array}{l} 120\% - 100\% = +20\% \\ 100\% - 100\% = 0\% \\ 83.3\% - 100\% = -16.7\% \end{array} \right.$$

یا اینکه از فرمول ذیل به طور مستقیم استفاده نمود:

$$SV\% = \frac{SV}{BCWS} = \frac{-1000\$}{4000\$} = -25\%$$

یعنی ۲۵٪- هزینه برنامه ریزی شده به کار تبدیل نشده که می شود ۱۰۰۰ دلار و ۷۵٪ آن به کار برنامه ریزی شده تبدیل شده است. (پاشنه هزینه پیش بینی می باشد)



### تحلیل شاخص EAD:

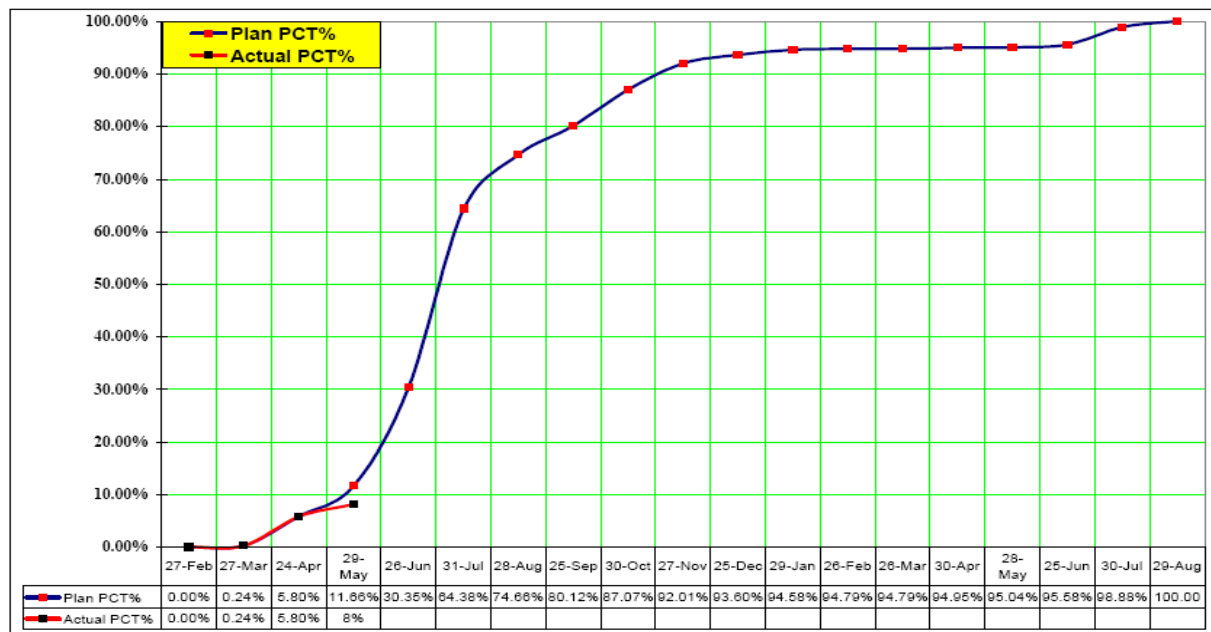
چنانچه پیمانکار بخواهد بداند که چقدر از برنامه زمانبندی عقب است کافی است با یک تناسب ساده این پیش بینی را تهیه نماید. لذا می توان اینگونه بیان نمود که در شرایط فعلی پروژه با زمانبندی قراردادی اعلام شده از سوی کارفرما برابر  $PD = (Finish_{Project} - Start_{Project})$  است و با راندمان  $SPI\%$  در حال اجراست. و چنانچه بخواهیم این راندمان به ۱۰۰٪ برسد باید تناسب و معادله زیر را حل کنیم:

$$\frac{PD}{\chi = ?} = \frac{SPI\%}{100\%}$$

$$EAD = \frac{PD}{SPI\%}$$

همانگونه که در ابتدای مقاله ذکر گردید ، هدف ، کاربرد "ارزش کسب شده" در یکی از پروژه های EPC اجرا شده در گروه آفشور شرکت ایزوایکو بندر عباس می باشد که فقط بخش Procurement (مواد) پروژه فوق مورد بررسی قرار خواهد گرفت. زیرطبق مباحث قبلی مطرح شده ، می توان در هر پروژه ایی که حتی EPC نباشد و به صورت E یا P یا C و یا ترکیبی از هر کدام باشد این مباحث را پیاده سازی کرد و هیچ محدودیتی هم در اجرا شدن پروژه های غیر یکسان ندارد ، یعنی شما می توانید در پروژه Civil یا نفت و گاز یا فولاد یا کارخانجات و .... از مفاهیم مذکور نیز استفاده کنید فقط پروژه شما می بایست به صورت منظم و با درایت کافی زمانبندی ، تخصیص منابع و هزینه ، تسطیح منابع و.... شده باشد تا بتوان از S-Curve خروجی بعنوان یک پاشنه برای آنالیز Earned Value استفاده کرد.

شکل زیر Progress S-Curve خرید پروژه XXX از پروژه های فلات قاره می باشد.

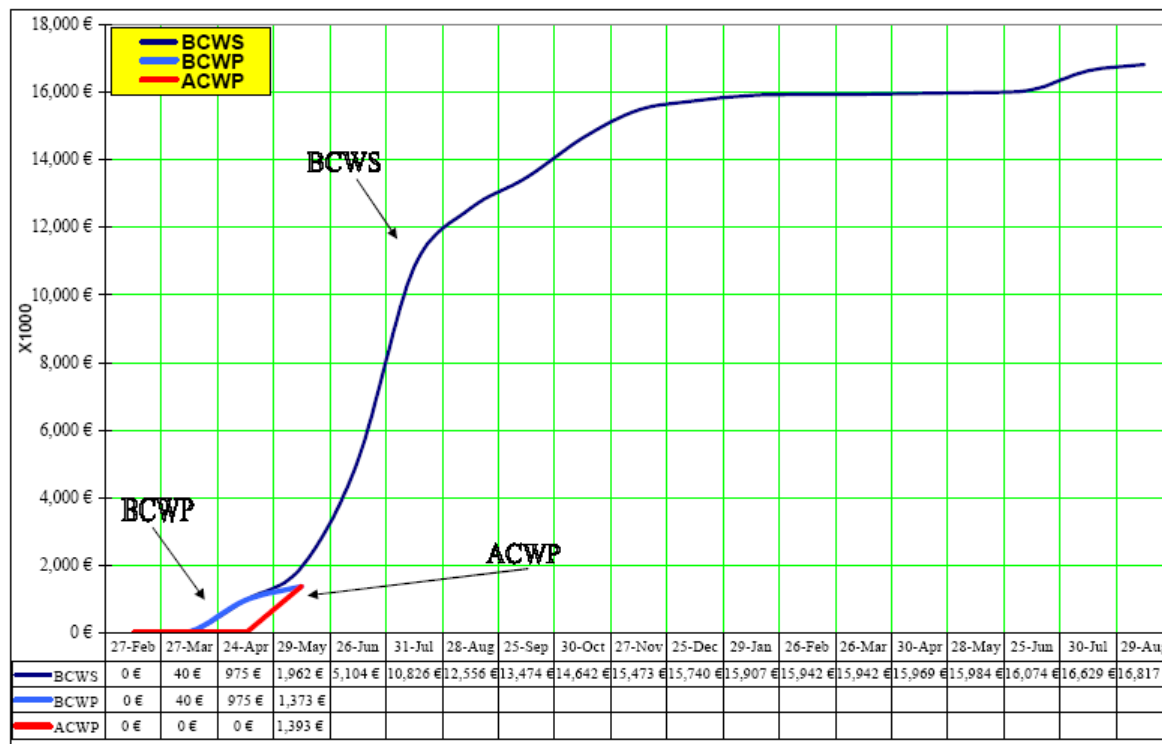


همانطور که از نمودار مشخص است در ماه چهارم پروژه اطلاعات ذیل به دست آمده است:

Plan \_ Progress = 11.66%

Actual \_ Progress = 8.16%

Data \_ Date : 29 – May – 09



و در نمودار فوق هم اطلاعات مربوط به منحنی Earned Value به دست آمده است لازم به ذکر است که هزینه ها تقسیم بر ۱۰۰۰ شده است.

$$BCWS = Plan\_Progress \times Budget = 11.66\% \times 16,817 \text{ €} = 1,962 \text{ €}$$

$$BCWP = Actual\_Progress \times Budget = 8.16\% \times 16,817 \text{ €} = 1,373 \text{ €}$$

$$ACWP = Actual\_Budget = 1,393 \text{ €}$$

که در خصوص عدد ACWP باید گفته شود که این عدد از اطلاعات مربوط به خرید اقلام پروژه به دست آمده است و شما می توانید با تعریف یک گروه هزینه بنام گروه هزینه خرید این اطلاعات را هر ماه از گروه مالی خود اخذ نمایید. (که چگونگی تعریف گروه هزینه شرح داده شده است).

لذا می توان بر اساس اطلاعات به دست آمده تا کنون ، به آنالیز یافتن سود یا ضرر و پیشرفت یا تاخیر پروژه پرداخت.

$$CPI = \frac{BCWP}{ACWP} = \frac{1,373}{1,393} = 98\%$$

$$CV = (BCWP - ACWP) = 1,373 - 1,393 = -20$$

$$CV\% = \frac{CV}{BCWP} = \frac{-20}{1,373} = -1.45\%$$

$$SPI = \frac{BCWP}{BCWS} = \frac{1,373}{1,962} = 69\%$$

$$SV = (BCWP - BCWS) = 1,373 - 1,962 = -589$$

$$SV\% = \frac{SV}{BCWS} = \frac{-589}{1,962} = -30\%$$

اطلاعات هزینه ایی فوق نشان می دهند که راندمان هزینه بخش خرید پروژه ۹۸٪ و انحراف از هزینه آن بر اساس برنامه پیش بینی شده حدود ۱.۴۵٪ می باشد که بر این اساس می توان پیش بینی کرد که مینیمم میزان هزینه مورد نیاز با راندمان ۱۰۰٪ جهت اتمام پروژه ۱۷,۱۶۰€ و ماکزیمم میزان هزینه مورد نیاز هم ۲۴,۸۶۹ یورو خواهد بود.

$$€EAC_{Min} = \frac{BAC}{CPI\%} = \frac{16,817}{98\%} = 17,160$$

$$€EAC_{Max} = \frac{BAC}{CPI\% \times SPI\%} = \frac{16,817}{98\% * 69\%} = 24,869$$

ومحدوده واریانس هزینه اولیه از هزینه جدید کل بین ۳۴۳- یورو و ۸,۰۵۲- یورو خواهد بود.

$$€VAC_{Min} = BAC - EAC_{Min} = 16,817 - 17,160 = -343$$

$$€VAC_{Max} = BAC - EAC_{Max} = 16,817 - 24,869 = -8,052$$

اطلاعات زمانی فوق نشان می دهند که راندمان زمانی بخش خرید پروژه ۶۹٪ و انحراف از زمان آن بر اساس برنامه پیش بینی شده حدود ۳۰٪- می باشد که بر این اساس می توان پیش بینی کرد که میزان زمان مورد نیاز با راندمان ۱۰۰٪ جهت اتمام پروژه خواهد بود.

$$EAD = \frac{PD}{SPI\%} = \frac{19}{69\%} = 27.5$$

واریانس زمانی اولیه از زمان به دست آمده جدید ۷.۵ ماه می باشد.

تهیه کننده-محمد صالحی- مدیر برنامه ریزی گروه آفشور(سازه های دریایی) شرکت D.O.T(کارخانه سکو ساز)-بوشهر

Email Address: Salehi55598@gmail.com

Tel: 09179491868