

مدیریت پروژه ارزش کسب شده (EVPM)

محمد رضا فرج مشائی

farajmashae@pmir.com

Tel : 021-8831395

چکیده:

ما در این مقاله سعی داریم که نحوه پیاده سازی یکی از روش های ارزیابی عملکرد و پیشرفت پروژه را مورد بررسی قرار دهیم این متد، که از سریعترین روش های ارزیابی به حساب می آید، روش ارزش کسب شده نام دارد. از فاکتورهای تعیین کننده در این روش، شاخص مدیر پروژه می باشد، با توجه به اینکه احاطه کامل بروی پروژه دارد، تأیید کننده تغییر در محدوده پروژه و انجام اقدام اصلاحی لازم می باشد.

واژه های کلیدی :

BCWS = هزینه بودجه بندی شده کار زمان بندی شده.
BCWP = هزینه بودجه بندی شده کار اجرا شده.
ACWP = هزینه های واقعی کار انجام شده.
SPI = شاخص عملکرد زمان بندی.
CPI = شاخص عملکرد هزینه.
BAC = بودجه پیش بینی شده جهت تکمیل پروژه.
EAC = برآورد (جدید) بودجه لازم جهت تکمیل کار پروژه.

۱. مقدمه:

یکی از دغدغه های اصلی متولیان و دست اندرکاران پروژه آن است که بتوانند پروژه را بر طبق برنامه زمانبندی از پیش تعیین شده و بودجه تخصیصی به پایان برسانند و یا واقعیت امر نسبت به برنامه دارای مغایرت های اندکی باشد. کنترل یکپارچه و دقیق یک پروژه منوط به دسترسی به موقع، مناسب و صحیح اطلاعات پروژه می باشد. کتاب استاندارد دانش مدیریت پروژه (PMBOK)، مدیریت پروژه را به ۹ محدوده تفکیک نموده است و برای هر محدوده ورودی ها، تکنیک ها و خروجی هایی تعریف نموده است. یکی از محدوده های مهم که نقش بسزایی در جمع آوری، پردازش و ارزیابی پروژه ایفا می نماید، مدیریت ارتباطات پروژه می باشد. طبق این استاندارد، مدیریت ارتباطات مجموعه فرایندهای مورد نیاز جهت اطمینان از تولید، جمع آوری، دسته بندی، ذخیره و توزیع اطلاعات پروژه (مطابق ویژگی های هر یک) در زمان مقرر و بطور مناسب می باشد. یکی از فرایندهای مهمی که در مدیریت ارتباطات پروژه تعریف شده است، فرایند گزارشات عملکرد می باشد. گزارشات عملکرد، فرایند جمع آوری و انتشار اطلاعات عملکرد، به منظور تأمین اطلاعات مربوط به نحوه مصرف منابع در نیل به اهداف پروژه، برای متولیان و دست اندر کاران می باشد. این فرایند شامل رئوس ذیل است:

1- گزارشات وضعیت

2- گزارشات پیشرفت

3- پیش بینی

گزارشات عملکرد می بایستی حداقل حاوی اطلاعات مربوط به محدوده، زمانبندی، هزینه و کیفیت پروژه باشند. بنابراین تکنیکی که جهت تهیه گزارشات عملکرد استفاده می نمایم می بایست موارد فوق الذکر را ارضاء نمایند و تجزیه و تحلیلی جامع و مانع از پروژه را ارائه دهد؛ چرا که با استفاده از نتایج حاصل از تجزیه و تحلیل پروژه می توان روند نامیابی نموده و زمان و بودجه باقی مانده جهت تکمیل پروژه را حدس زده و مغایرت هایی بین واقعیت موجود و برنامه

را به حداقل ممکن تقلیل داد و حتی بتوان بودجه و زمانبندی پروژه را دوباره برآورد نمود و آنرا بهینه کرد.

یکی از تکنیک‌های بسیار مهمی که در طی چهار دهه گذشته جهت محاسبه پیشرفت پروژه مورد استفاده قرار گرفته است، تکنیک مدیریت ارزش کسب شده یا تجزیه و تحلیل مغایرت می باشد. مدیریت ارزش کسب شده به مدیر پروژه امکان می دهد تا «نقاط مسأله دار» پروژه را شناسایی کند و اقدام اصلاحی مقتضی را انجام دهد. سه مورد در پروژه وجود دارد که انتظار می رود مدیر پروژه آن موارد را کنترل کند. این موارد همان اهداف خوب، سریع و ارزان هستند. به سبب وجود اشکال در کمیت پذیر کردن هدف عملکرد (خوب) که موضوعی کیفی است، معمولاً برای اندازه گیری کیفیت، از تجزیه و تحلیل ارزش کسب شده استفاده نمی شود، بلکه این تجزیه و تحلیل برای پیگیری اهداف مربوط به هزینه و زمانبندی به کار می رود. در چنین وضعیتی، مدیر طرح ناگزیر خواهد بود که، با تدوین هر گونه معیار ممکن، اهداف کیفی را پیگیری و اقدامات ضروری را اعمال کند تا نسبت به دستیابی این اهداف اطمینان حاصل شود. یک مدیر پروژه با بکارگیری این تکنیک می تواند قبل از آنکه پروژه به ۱۵ درصد از پیشرفت عملکرد خود برسد، با بررسی روند عملکرد پروژه پیش بینی دقیق و قابل اطمینانی از وضعیت نهایی پروژه از حیث مدت زمان و هزینه لازم برای تکمیل پروژه نماید.

۲. تاریخچه:

اگر بخواهیم از تاریخچه استفاده از این تکنیک بگوئیم، این تکنیک اولین بار طی دهه ۱۹۶۰ توسط دولت آمریکا به عنوان یک تکنیک رسمی و غیر قابل اجتناب، برای تمامی مؤسسات اجباری و مورد استفا ده قرار گرفت. این قانون در سال ۱۹۶۷ زمانی ابلاغ گردید که وزارت دفاع آمریکا (**DOD (Department Of Defense)** به تمامی شرکت های صنایع خصوصی که طرف قرارداد با این وزارتخانه بودند اعلام نمود که از این پس تمامی پرداخت های خود را بر اساس سیستم جدیدی که به نام (**Cost /Schedule Control System (Criteria)** نامیده شده انجام خواهد داد. این دستور العمل مشتمل بر ۳۵ معیار کنترل زمان - هزینه بود که می بایست شرکت های طرف قرارداد با (DOD) در انجام تعهدات خود آنرا به کار می بستند. از آن پس مقامات وزارت دفاع به منظور غیر تجهیزات عمده و اصلی که در تدارک آن از سوی پیمانکاران احتمال بروز هزینه ها غیرقابل پیش بینی وجود داشت، بکارگیری این سیستم را اجباری نمودند تا بدین وسیله ریسک هزینه های پروژه های خود را کاهش دهند. مهمترین نتیجه بکارگیری اجباری سیستم، (C/SCSC) اعمال مدیریت موثر بر هزینه و برنامه (زمانبندی) پروژه های واگذار شده (تدارکات تجهیزات دفاعی) به پیمانکاران بود، که این مفهوم همان تفسیر تفصیلی ارزش کسب شده ویا بهتر بگوئیم تکنیک ارزش بدست آمده بود. در این سیستم پیمانکاران ملزم بودند تا درابتدا یک برنامه که شامل کمترین زمان و هزینه لازم برای اجرای قراردادهای تدارکاتی بود را به کارفرما (وزارت دفاع) ارائه نمایند. بمدت ۳۰ سال بعنوان یک استاندارد و مبنای کنترل پروژه های (C/SCSC) بدین ترتیب معیار مفروض بکار گرفته شد و به تبع آن جریان ودست اندرکاران پروژه ها در کشورهای دیگر نظیر کانادا، استرالیا و سوئد نیز از آن اقتباس نمودند. امروزه پیش بینی می شود که ۹۹٪ از پروژه ها در جهان از بکارگیری تکنیک ارزش کسب شده در مدیریت هزینه های پروژه ها امتناع می ورزند و برای ارزیابی وضعیت هزینه پروژه هایشان صرفاً به مقایسه هزینه های واقعی انجام شده با بودجه مصوب طرح می پردازند. بنظر می رسد برای رفع این مشکل لازم است تانهداهایی حرفه ای با ارائه الگوهای فراگیر و ساده از ارزش کسب شده برای پروژه های مختلف اعم از عمرانی، تجاری و نظامی ویا بزرگ و کوچک به این مهم پردازند. خوشبختانه در سال ۸۲ شمسی سازمان برنامه ریزی و بودجه کشور جمهوری اسلامی ایران استفاده از تکنیک ارزش کسب شده جهت کنترل یکپارچه پروژه های عمرانی در دست اقدام را الزامی نموده است و شرکت های بزرگی چون شرکت ملی صنایع پتروشیمی ایران و شرکت دریایی ایران صدرا نیز جهت استفاده از این تکنیک گامهای خوبی برداشته اند. هم اکنون نیز مرکز تحقیقات و توسعه مدیریت پروژه که در شرکت مدیریت توسعه صنایع پتروشیمی فعالیت می نماید، گامهای بسیار خوبی در جهت تدوین و نشر کتابی در

قالب مدیریت ارزش کسب شده برداشته است و توانسته این تکنیک به مشتاقان دانش مدیریت پروژه عرضه نموده و از طریق سایت اینترنتی، PMIR.COM آنرا تبیین و بشناساند. مزیت استفاده از تکنیک تجزیه و تحلیل ارزش کسب شده نسبت به سایر تکنیک ها به دلایل زیر می باشد :

- 1- استفاده از یک واحد ثابت اندازه گیری در تجزیه و تحلیل ارزش کسب شده در این تکنیک برای محاسبه میزان پیشرفت پروژه از نظر هزینه و زمان بندی از یک واحد ثابت مالی (ریالی /دلاری) استفاده می شود که محاسبات را تسهیل بخشیده و کار کنترل راحتر می نماید و برای کنترل زمان و هزینه به یک زبان مشترک دست خواهیم یافت.
- 2- ارزش کسب شده بعنوان یک تکنیک و ابزار یکسان جهت اندازه گیری پیشرفت: این تکنیک بعنوان یک تکنیک یکسان در اندازه گیری پیشرفت پروژه های مرکب مورد استفاده قرار می گیرد ، بعنوان مثال اگر دو پروژه ای همزمان شروع شده باشند ولی ماهیت تعریف شده برای دو پروژه متفاوت باشد، می توان با این تکنیک دو پروژه را بطور یکسان مورد ارزیابی قرار داده و پیشرفت هرکدام را نسبت به دیگری سنجید .
- 3- ارزش کسب شده تکنیکی چند منظوره: این تکنیک می تواند میزان پیشرفت پروژه را از جهات مختلف یعنی هزینه ، زمان و محدوده پروژه بطور همزمان و تلفیقی نشان دهد که این قضیه در منحنی ها و جداول مقایسه ای برنامه ای و واقعی بخوبی مشهود خواهد بود .
- 4- ارزش کسب شده تکنیکی بسیار دقیق در محاسبات پیشرفت: با استفاده از این تکنیک در هر زمانی از اجرای پروژه می توان مغایرت های زمان و هزینه را نسبت به برنامه از پیش تعیین شده با واحدهای بسیار کوچک محاسبه و گزارش نمود .
- 5- سریعترین نمایانگر روند، مسائل و مشکلات پروژه (۱۵٪).
- 6- تصویری دقیق از وضعیت پروژه را نشان می دهد.
- 7- پایه و اساس اقدامات اصلاحی است.
- 8- هزینه های نهائی پروژه را پیش بینی می نماید.
- 9- اهداف مشترک و دو جانبه تامین کنندگان و مشتریان پروژه را برآورد می سازد.

۲. ارزش کسب شده چیست؟

نام ارزش کسب شده ناشی از این تفکر است که هر قلم قابل تحویلی از پروژه یک هزینه بر نامه ریزی شده ای دارد که به آن ارزش (value) گویند و زمانیکه آن قلم مورد نظر تکمیل شده و به وقوع بپیوندد، ارزش آن در پروژه حاصل خواهد شد که به آن " ارزش کسب شده " گویند . اگر چه مقایسه بین هزینه های واقعی و هزینه های برنامه ریزی شده یک روش معمول در پروژه ها می باشد، ولیکن این مقایسه نمی تواند میزان تکمیل کارها و فعالیت های پروژه را محاسبه نماید . اما این مرحله (مقایسه هزینه های واقعی نسبت به هزینه های برنامه ریزی شده) یک مرحله واقعی جهت محاسبه بهتر ارزش کسب شده می باشد . این واقعیت از ارزیابی و تشخیص میزان تکمیل کار استنتاج می گردد . ارزیابی و تعیین درصد های تکمیل کار اغلب نیازمند فضاوت های معقولی می باشد و روش های مختلفی جهت تعیین آن وجود دارد. یکی از روش های ارزیابی میزان تکمیل کار برای یک فعالیت ، روش (۱۰۰-۰) می باشد که اگر فعالیت با توجه به اهدافی که برای آن در نظر گرفته شده است محقق گردد، ارزش ۱۰۰ گرفته و در غیر این صورت ارزش صفر را برای آن منظور می نمایند . در پروژه قلم قابل تحویل مورد نظری که به تحقق نرسیده است، حتماً جهت عدم تحقق آن نقطه کوری وجود داشته و حادثه ای رخ داده است.

۲. متد ارزش کسب شده را چگونه می توان پیاده نمود ؟

مدیریت موفق پروژه با استفاده از متد ارزش کسب شده نیازمند شناسایی و تعیین موارد زیر می باشد :

- شناسایی و تعریف هر کدام از اقلام قابل تحویل پروژه
 - تکوین زمان بندی برای تکمیل هر قلم قابل تحویل
 - تخصیص ارزش مشخص برای هر قلم قابل تحویل
- به عبارت دیگر، به منظور استفاده از این سیستم (EVMS)، می بایست قبل از شروع کار پروژه، محصول، زمان بندی و هزینه پروژه تعیین شده باشد. بنابراین اگر شما قبلاً از تکنیکهای خوبی برای برنامه ریزی در پروژه استفاده کرده باشید، اکنون می توانید اطلاعات مورد نیازتان را براحتی استخراج نموده و نتایج تا حدود زیادی واقع بینانه باشد. در اینجا ما به بررسی یک پروژه فرضی می پردازیم. این پروژه، قصد جایگزین کردن اسکله قدیمی با اسکله جدید در یک بندر را دارد .

۵. مثال

۵-۱. محصول پروژه :

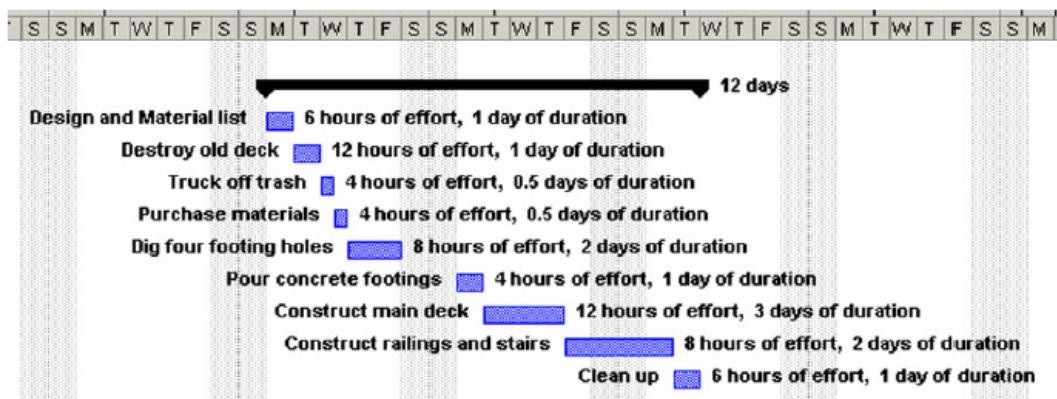
پروژه مورد بررسی ساخت یک اسکله دو طبقه جدید است که قرار است جایگزین اسکله قدیمی شود. این اسکله به ارتفاع (ft) ۱۰ در زمینی به مساحت (ft²) ۱۲ * ۱۲ قرار خواهد گرفت و توسط یکسری پلکان به زمین متصل خواهد شد. این اسکله بر روی پایه های بتنی مونتاژ می شود . اگر فرض شود که این بندر در شمال کشور انگلستان قرار داشته باشد، باید پایه ها به میزان (ft) ۴ در زمین فرو روند یعنی در واقع عمق گودالهای حفاری شده باید حداقل (ft) ۴ باشد. در این پروژه کارفرما قصد دارد برای ساخت اسکله از مصالح استاندارد استفاده کند که این مصالح از بازار داخلی تهیه خواهند شد . در جدول ۱ لیستی از تمام فعالیتهای انجام گرفته در این پروژه، در ستون اول و هزینه برآورد شده برای هر فعالیت ، در ستون دوم ارائه شده است. در اینجا واحد سنجش هزینه، ساعت کاری^۱ فرض شده است، به نظر میرسد ساعت کاری رایج ترین و بهترین واحد برای ارزیابی فعالیتها باشد، بدلیل اینکه قوانین حقوقی کشورهای مختلف در دسترس نبوده و با هم همخوانی ندارند، از طرفی واحدهای پولی کشورهای مختلف یکسان نمی باشد ، بنابراین واحد Man hours در دنیای تجاری قابل فهم تر است. مدت زمان برنامه ریزی شده (البته به صورت برآورد شده) برای هر فعالیت در ستون سوم جدول زیر آورده شده است ، که این برآوردها برای زمانبندی کل کار پروژه لازم می باشند ولی کافی نیستند .

جدول ۱. ارزش برنامه ریزی شده برای پروژه جایگزینی اسکله جدید.

فعالیت	هزینه برنامه ریزی شده (ساعات - کاری)	مدت زمان برنامه ریزی شده (روز)	پایان زمانبندی (روز)	هزینه واقعی (ساعات - کاری)	وضعیت (انجام شده یا شروع شده)	ارزش کسب شده (ساعات - کاری)
ترسیم نقشه ها و استخراج مواد مورد نیاز	۶	۱				
ویران نمودن اسکله قدیمی	۱۲	۱				

¹ man - hours

				۰,۵	۴	خارج کردن و دورریزی خاکروبه ها و مواد زائد
				۰,۵	۴	خرید مواد مورد نیاز
				۲	۸	حفاری چهار گودال جهت پایه ستون ها
				۱	۴	بتن ریزی پایه ستون ها
				۳	۱۲	ساخت اسکله اصلی (جدید)
				۲	۸	ساخت نرده ها و پلکان های اطراف اسکله
				۱	۶	نازک کاری
				۱۲	۶۴	جمع



شکل ۱. زمانبندی فعالیت های پروژه جایگزینی اسکله

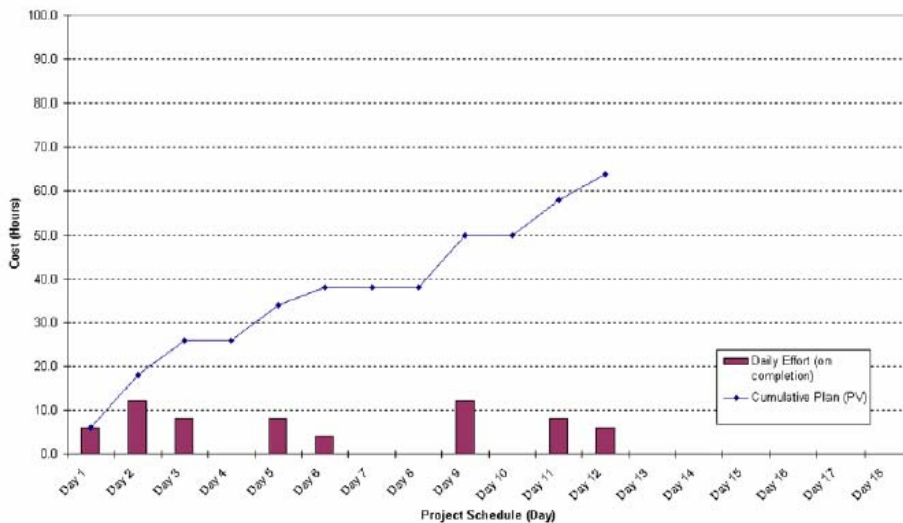
۵-۲. زمان بندی پروژه :

آخرین مرحله تعیین توالی فعالیت های پروژه است، در این فرآیند تقدم و تاخر شروع فعالیت های پروژه تعیین میگردد. این زمانبندی، به همراه مدت زمان های برآورد شده فعالیتها ، به ما این اجازه را میدهد که نمودار گانت فعالیتها را رسم کنیم. (شکل ۱) با توانایی های نرم افزار Ms Project ، درج لیست و توضیح فعالیت ها ، به همراه نمودار گانت آنها امکان پذیر است.

۵-۳. رسم خط مبنا (BCWS):

با دسترسی به محدوده پروژه، زمان بندی و هزینه برآورد شده برای هر فعالیت، قادر خواهیم بود که خط مبناي پروژه را رسم نمایم. زمان کل این پروژه، ۱۲ روز است که شامل ۶۴ ساعت کاری می باشد (هزینه کل برآورد شده). شکل ۲ ساعات کاری روزانه را به صورت ستون^۲ و ساعات کاری مجموع را به صورت منحنی^۳ نشان می دهد. ارتفاع خط در روز دوازدهم به اندازه ۶۴ ساعت کاری است که بیان کننده هزینه برنامه ریزی شده کل می باشد. در ترمینولوژی (EV) این منحنی، زمان های لازم جهت انجام هر فعالیت را با هم جمع می کنیم، تا بتوانیم منحنی تجمعی برنامه ریزی شده را بدست آوریم. روز هایی از پروژه که در آنها کاری تعریف نشده است، منحنی شکستگی دارد. وقتی که فعالیتها کوتاه مدت باشند این روش به خوبی جواب می دهد و منحنی بدون شکست رسم میشود، ولی زمانیکه فعالیتهاي پروژه چندین هفته طول می کشند، هزینه آن در طول هفته ها به منظور مسطح کردن خط مبنا (بدون شکستگی) تسطیح می شود.

شکل ۲. کار تجمعی و روزانه بر حسب زمانبندی پروژه



۵-۴. ارزیابی عملکرد پروژه :

با داشتن برنامه ریزی اولیه و خط مبناي تهیه شده ما هم اکنون قادر هستیم که از آن جهت بررسی، کنترل و در نهایت ارزیابی وضعیت عملکرد در پروژه استفاده می نمایم. جدول ۲، بیانگر ساعات کاری است که بطور واقعی برای انجام فعالیتهاي پروژه صرف شده اند و مشخص می کند که آیا فعالیتها بطور کامل انجام شده اند یا خیر؟ کار واقعی در ستون "هزینه واقعی" و وضعیت هر فعالیت در ستون "وضعیت" ثبت شده است. توجه کنید که در این ستون، برای نشان دادن وضعیت فعالیتها از دو واژه "انجام شده" و "شروع شده" استفاده شده است. فقط زمانیکه برای یک فعالیت واژه "انجام شده" درج شده باشد، ما می توانیم ارزش برنامه ریزی شده برای آن فعالیت را که بطور کامل کسب شده در نظر بگیریم و این مقدار را در ستون "EV" درج می کنیم. باید به این نکته توجه شود که تا زمانی که فعالیتی کامل نشده است، هیچ ارزش کسب شده ای را برای آن نمی انگاریم. (بر اساس متد اندازه گیری ۱۰۰۰۰)

² bar
³ curve

جدول ۲. نتایج واقعی و برنامه ریزی

فعالیت	هزینه برنامه ریزی شده (ساعات کاری -)	مدت زمان برنامه ریزی شده (روز)	پایان زمانبندی (روز)	هزینه واقعی (ساعات کاری -)	وضعیت (انجام شده یا شروع شده)	ارزش کسب شده (ساعات کاری -)
۱. ترسیم نقشه ها و استخراج مواد مورد نیاز	۶	۱	روز اول	۶	انجام شده	۶
۲. ویران نمودن اسکله قدیمی	۱۲	۱	روز دوم	۱۲	انجام شده	۱۲
۳. خارج کردن و دورریزی خاکروبه ها	۴	۰,۵	روز سوم	۴	انجام شده	۴
۴. خرید مواد مورد نیاز	۴	۰,۵	روز سوم	۴	انجام شده	۴
۵. حفاری چهار گودال جهت پایه ستون ها	۸	۲	روز پنجم	۱۰	شروع شده	۰
مجموع تا این تاریخ	۳۴			۳۶		۲۶
۶. بتن ریزی پایه ستون ها	۴	۱	روز ششم			
۷. ساخت اسکله اصلی (جدید)	۱۲	۳	روز نهم			
۸. ساخت نرده ها و پلکان های اطراف اسکله	۸	۲	روز یازدهم			
۹. نازک کاری و تمیز کاری	۶	۱	روز دوازدهم			

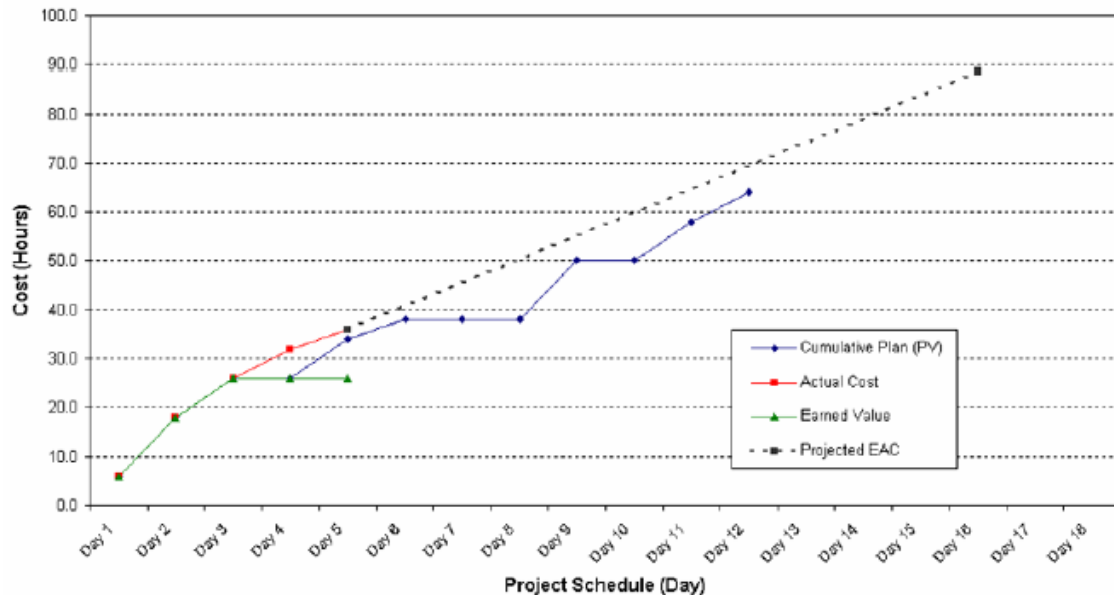
۵-۵. روز پنجم پروژه :

طبق جدول ۲ ، ما برنامه ریزی کرده بودیم که تا انتهای روز پنجم ، ارزش برابر با ۳۴ ساعت از کل پروژه حاصل گردد (مجموع هزینه های برنامه ریزی شده برای ۵ فعالیت اول) این ۳۴ ساعت باید برای انجام ۵ فعالیت اول صرف می شد ، ولی طبق نتایج واقعی ، ما ۲۶ ساعت برای تکمیل ۴ فعالیت اول صرف کرده ایم . فعالیت پنجم که "حفاری گودالها" می باشد ، شروع شده است ولی هنوز به پایان نرسیده است و این امر به این معنی است که ما طبق برنامه حرکت نمی کنیم . هزینه برنامه ریزی شده این فعالیت ، ۸ ساعت بود ولی هزینه واقعی ثبت شده ۱۰ ساعت را نشان می دهد حال آنکه ، این فعالیت هنوز تکمیل نشده است پس ما طبق آنچه قبلا ارایه شد ، هیچ ارزشی را برای آن منظور نمی کنیم .

۵-۶. پروژه ما در چه وضعیتی قرار دارد؟

اکنون، اجازه دهید ببینیم که اعداد حاصله واقعا چه معنایی می دهند. برنامه ریزی کرده بودیم که تا انتهای روز پنجم ، ۳۴ ساعت از کار را انجام دهیم . لیکن در حال حاضر ، ما ۲۶ ساعت کاری صرف کرده ایم در حالیکه کار مفید کسب شده ۲۶ ساعت می باشد . یک روش به منظور ارزیابی وضعیت پروژه این است که نتایج را به صورت منحنی رسم کنیم. شکل ۲ ، ارزش برنامه ریزی شده (PV) را به صورت خط ستاره دار و هزینه واقعی را با خط مربع دار و ارزش کسب شده را با خط مثلث دار نشان می دهد .

شکل ۲. ارزش برنامه ریزی شده ، هزینه واقعی و ارزش کسب شده برحسب مدت زمان پروژه تا روز پنجم.



با مقایسه خط هزینه واقعی و خط ارزش برنامه ریزی شده ، ما می توانیم ببینیم که تا روز سوم پروژه ، هزینه های واقعی مطابق با برنامه پیشرفته است ، ولی در روز چهارم خط هزینه واقعی به بالای خط ارزش برنامه ریزی شده جهش پیدا کرده است که نشاندهنده این است

که بیشتر از برنامه خرج کرده ایم . همچنین ، چون هیچ کاری در روزهای چهارم و پنجم انجام نشده است ، خط ارزش کسب شده (خط مثلث دار) تغییری نیافته و در ارزش ۲۶ ساعت کاری ثابت باقیمانده است. فاصله میان هزینه واقعی ، ارزش برنامه ریزی شده و ارزش کسب شده به طور واضحی بیانگر وجود مشکلاتی در پروژه است. اجازه دهید تا اعداد را به دقت مورد بازبینی قرار دهیم تا بتوانیم تحلیلی دقیق از آنچه که گراف به ما می گوید ، داشته باشیم. بدین منظور از دو شاخص عملکرد هزینه (CPI) و شاخص عملکرد زمانبندی (SPI) استفاده می کنیم (CPI) در واقع نسبت (EV) به (AC) است و (SPI) نسبت (EV) به (PV) است .

هر دو نسبت با استفاده از ارزش های تجمعی به هنگام شده در تاریخ گزارش گیری از وضعیت پروژه، محاسبه می شوند. با استفاده از محاسبات ریاضی خواهیم داشت :

$$CPI = 26/36 = 0.72$$

$$SPI = 26/34 = 0.76$$

با استفاده از شاخص های (CPI) و (SPI) می توان میزان بهره وری پروژه را از نظر هزینه و زمان اندازه گیری نمود. بر اساس (CPI) حاصل شده اینگونه استنتاج می شود که از هر ۱۰ ساعت کاری مصرف شده در پروژه تنها (۷,۲) ساعت از آن اثر بخش بوده است بر اساس (SPI) نیز اینگونه استنتاج می شود که جهت رسیدن به اهداف پروژه ، برای هر (۷,۶) ساعت کاری صرف شده می بایست ۱۰ ساعت ، زمان برنامه ریزی نمود . (اینگونه تصور کنید، که با هزینه نمودن یک دلار در یک ماشین تولیدی محصولی به ارزش ۷۲ یا ۷۶ سنت به دست خواهید آورد ، آیا این قضیه می تواند مطلوب نظر شما باشد؟) اگر این نسبت ها دقیق باشند ، ما می توانیم از آنها به منظور پیش بینی هزینه تکمیل پروژه (EAC) استفاده نماییم. جهت تخمین هزینه تکمیل پروژه ، کل هزینه برنامه ریزی شده (BAC) را بر (CPI) تقسیم می نماییم که حاصل آن به صورت زیر محاسبه می شود :

$$EAC = BAC/CPI = 64/0.72 = 88.6 \quad (\text{Hours})$$

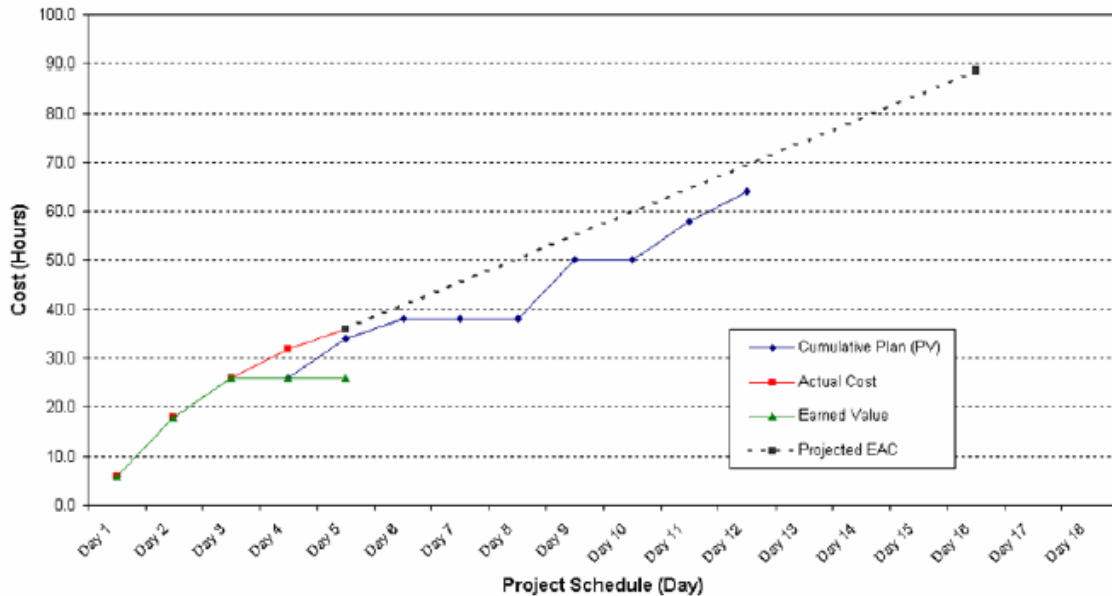
BAC = بودجه تکمیل کار

جهت پیش بینی زمان مورد نیاز جهت تکمیل پروژه ، کل زمان برنامه ریزی شده را به (SPI) تقسیم می نماییم که حاصل آن به صورت زیر محاسبه می شود :

$$SPI = 12/0.76 = 15.7(\text{Days})$$

مدت زمان پیش بینی شده کل پروژه (اولیه) = مدت زمان
پیش بینی شده کل پروژه (جدید)
هر کدام از آن دو عملکرد گذشته را شاخص و مبنایی جهت نتایج آینده پروژه ، در نظر می گیرند. بنابراین ، به نظر می رسد که بعد از گذشت ۵ روز کاری از پروژه تقریباً به زمانبندی ۳ روز و به ساعات کاری برنامه ریزی شده تقریباً ۲۴ ساعت اضافه خواهد شد. آیا وضعیت پروژه واقعاً اینگونه است؟ (CPI & SPI) ، ابزارهایی جهت پیش بینی هزینه و زمان لازم برای تکمیل پروژه می باشند ، به طوریکه نتایج حاصله به وسیله آنها در حد بسیار ایده آل (دست بالا) محاسبه می شود. هر کدام از آن دو عملکرد گذشته را شاخص و مبنایی جهت نتایج آینده پروژه ، در نظر می گیرند.)

شکل ۲. پیش بینی EAC و مدت زمان کل پروژه با استفاده از SPI & CPI



۵-۷. وضعیت کنونی پروژه چقدر وخیم است؟

اگر پروژه را بطور موشکافانه ای مورد بررسی قرار دهیم ، خواهیم دید که فعالیت ۵ بگونه ناخواسته ای بیشتر از بودجه خرج کرده است و هنوز به سرانجام نرسیده است . به نظر می رسد که فعالیت حفاری گودالها با مشکل روبرو شده است چون بعد از صرف ۱۰ ساعت کاری ، (یعنی ۲ ساعت بیشتر از آنچه که برنامه ریزی شده است.) فعالیت هنوز به پایان نرسیده است. فعالیت ۵ همچنین (SPI) را نیز کاهش داده است ، چون پروژه قادر است که ارزش معتبری جهت تکمیل آن کسب نماید. این مسائل وحشتناک به نظر می رسد. با وجود فعالیت ۵ که ۲۵٪ فراتر از بودجه خرج کرده است و هزینه ها بالا گرفته است، چگونه می توان پروژه را به حالت ثبات اولیه برگرداند؟ ابتدا می بایست برایمان روشن شود که چه حادثه ای رخ داده است و در راستای آن اقدام اصلاحی مورد نیاز را اتخاذ نماییم. پس از یک بازنگری و مذاکره در مورد عملکرد پروژه ، صاحبانظران اصلی پروژه به این نتیجه رسیدند که برآورد های اولیه آنها برای حفاری گودال ها بر اساس شرایط مساعد برای خاک مورد گود برداری لحاظ گردیده است . برای سه تا از چهار گودال ، فرض مذکور قابل قبول بوده است ، لیکن در حفاری گودال چهارم به یک تخته سنگ بزرگ که وزنی بیش از ۵۰۰ تن داشته ، برخورد کرده ایم . صرف نظر از حفاری گودال چهارم ، فعالیت های دیگر پروژه مطابق آنچه که برنامه ریزی شده بود تکمیل شده و به پایان رسیده اند و با این تفصیل دیگر هیچ گونه نگرانی وجود نداشته و بر آورد های صورت گرفته برای فعالیت هایی که تا کنون شروع نشده اند دچار خدشه نخواهد گردید . پس ، پروژه ما آنقدر ها هم که اعداد و ارقام نشان می دهند ، بد به نظر نمی رسد. چرا که حفاری سه گودال از چهار گودال مورد نظر به پایان رسیده است و اگر سنگی نیز در گودال چهارم وجود نداشت ، حفاری آن نیز به پایان می رسید . اگر مجدداً (EAC) و زمان مورد نیاز جهت اتمام پروژه را محاسبه نماییم ، (EAC) از ۸۸ ساعت کاری به ۷۲ ساعت کاری تقلیل یافته و زمان برآورد شده ما هم از ۱۵,۷ روز به ۱۲,۷ روز کاهش خواهد یافت. این اطلاعات به ما در چگونگی اتخاذ اقدام اصلاحی لازم ، کمک خواهد نمود.

۵-۸. اقدام اصلاحی:

اقدام اصلاحی که اتخاذ می گردد ، اولاً بستگی به میزان شدت مشکلی دارد که پروژه از آن تاثیر می پذیرد و ثانياً بستگی به وزنی که صاحبانظران اصلی پروژه برای راه حل های مختلف قائلند ، دارد . به عنوان مثال یکی از مدیران اصلی پروژه اظهار می نماید که محصول

حاصله مورد توافق نمي باشد يعني اينکه براي مشخصات فني مورد نظر مطابق مفاد قرار داد ، اهميت ويژه اي قائل است . و يا مدبري ديگر زمانبندي پروژه براي اهميت داسته باشد (به واسطه یک رویداد اجتماعي) . در جدول شماره ۳ برخي از راه حل ها و پاسخ هايي را که صاحب نظران اصلي پروژه ارائه داده اند را ليست نموده ايم.

در جدول مذکور مديران پروژه يکي از ۳ عامل زمانبندي پروژه^۴ ، خصوصيات محصول و عملکرد فني^۵ و هزينه پروژه^۶ براي نشان در الويت بوده و در مورد دو عامل ديگر انعطاف نشان داده اند .

جدول ۳. اقدامات اصلاحي ممکن براي پروژه ساخت اسکله جديد:

اولويتهاي ذي نفعان	رويکرد کلي	روشهاي ويژه ممکن
اهميت به زمانبندي پروژه	با صرف نظر از اهميت خصوصيات محصول و عملکرد فني پروژه .	- کاهش محدوده برخي از بچش ها هاي پروژه . براي مثال استفاده از نرده هاي دستي ساده تر . - متوقف کردن حفاري و اميدوار بودن به اينکه بازرس ساختمان به عمق گودال چهارم(گودالي که به سنگ برخورد است.) توجه نکند.
	با صرف نظر از اهميت هزينه پروژه	- اضافه کاري کردن به منظور اتمام فعاليت قبل از شروع روز ششم . - کرايه کردن یک بيل مکانیکی.(به منظور در آوردن تخته سنگ.) - حل مسأله با کمک گرفتن از یک دوست و در ازاء آن او را به یک مهماني دعوت نماييم.
اهميت به خصوصيات محصول و عملکرد فني پروژه	با صرف نظر از اهميت زمانبندي پروژه	کسب اجازه از دينفعان پروژه. دير به اتمام رساندن حفاري گودال ها و سپس جلب رضایت از دينفعان پروژه.

⁴ PROJECT SCHEDULE

⁵ PRODUCT FEATURES& PERFORMANCE

⁶ PROJECT COST

	با صرفنظر از اهمیت هزینه پروژه	<p>- اضافه کاری کردن به منظور اتمام فعالیت قبل از شروع روز ششم .</p> <p>- کرایه کردن یک بیل مکانیکی.(به منظور در آوردن تخته سنگ.)</p> <p>- حل مسأله با کمک گرفتن از یک دوست و در ازاء آن او را به یک مهمانی دعوت نمایم.</p>
اهمیت به هزینه پروژه	با صرفنظر از اهمیت خصوصیات محصول و عملکرد فنی پروژه .	<p>- کاهش محدوده برخی از بخش های پروژه . برای مثال استفاده از نرده های دستی ساده تر .</p> <p>- متوقف کردن حفاری و امیدوار بودن به اینکه بازرسی ساختمان به عمق گودال چهارم(گودالی که به سنگ برخورد کرده است.) توجه نکند.</p>
	با صرفنظر از اهمیت زمانبندی پروژه	<p>- قبل از آنکه از بودجه بیشتر خرج نمایید، زمانبندی را به گونه ای تغییر دهید که هزینه پروژه کمتر دستخوش تغییر گردد.</p>

پس از کمی مذاکره ، صاحب نظران پروژه بر این باورند که می بایست به خصوصیت محصول و عملکرد فنی اهمیت قائل گردید و در راستای آن اقدام اصلاحی مورد نظر اتخاذ گردد. بنابراین ، آنان تصمیم گرفتند که تخته سنگ را از داخل گودال بیرون کشیده و مطابق آنچه که برنامه ریزی شده بود ، عملیات گود برداری را با رعایت تمام قوانین و مقررات ساختمانی به انجام رسانند. پس، با اتخاذ این تصمیم یک فعالیت بر مجموع فعالیت های قبلی اضافه خواهد شد و در نتیجه برنامه قبلی می بایست مورد بازبینی و اصلاح قرار گیرد.

۵-۹. تهیه خط مینای جدید :

فعالیت خارج نمودن تخته سنگ از گودال به دو قسمت تقسیم می شود ؛ ابتدا خاکبرداری از اطراف تخته سنگ ، بطوریکه تخته سنگ از قیود آزاد شود . سپس تخته سنگ بیرون کشیده میشود و در نهایت در حفره ای که توسط تخته سنگ ایجاد شده است می بایست خاکریزی نمود. در مجموع ۸ ساعت کاری به آنچه که برنامه ریزی شده و یک روز به مدت زمان کل پروژه اضافه می گردد. جدول ۴. برنامه به هنگام شده جدید را با لحاظ کردن فعالیت اضافه شده (خارج نمودن تخته سنگ) نشان می دهد. همچنین در این جدول فعالیت حفاری گودال ها" انجام شده" فرض شده است و ارزش آن "کسب شده" لحاظ میگردد.

جدول ۴. خط مبنای جدید و برنامه ریزی شده با نتایج واقعی (مقادیر تغییر یافته در داخل پرانتز)

فعالیت	هزینه برنامه ریزی شده (ساعات کاری -)	مدت زمان برنامه ریزی شده (روز)	پایان زمانبندی (روز)	هزینه واقعی (ساعات کاری -)	وضعیت (انجام شده یا شروع شده)	ارزش کسب شده (ساعات کاری -)
۱. ترسیم نقشه ها و استخراج مواد مورد نیاز	۶	۱	روز اول	۶	انجام شده	۶
۲. ویران نمودن اسکله قدیمی	۱۲	۱	روز دوم	۱۲	انجام شده	۱۲
۳. خارج کردن و دورریزی خاکریزها و مواد زائد	۴	۰,۵	روز سوم	۴	انجام شده	۴
۴. خرید مواد مورد نیاز	۴	۰,۵	روز سوم	۴	انجام شده	۴
۵. حفاری گودال جهت پایه ستون ها	۸	۲	روز پنجم	۸	انجام شده	۸
۶. برداشتن سنگ	۸	۱	روز ششم	۲	شروع شده	۲۶
۷. بتن ریزی پایه ستون ها	۴	۱	روز هفتم (روز ششم)			
۸. ساخت اسکله اصلی (جدید)	۱۲	۳	روز دهم (روز نهم)			
۹. ساخت نرده ها و پلکان های اسکله	۸	۲	روز دوازدهم (روز یازدهم)			
۱۰. نازک کاری	۶	۱	روز سیزدهم (روز دوازدهم)			
جمع کل	۷۲ (۶۴) ساعت			۳۶		۳۴

خط مبنای اولیه با خط مبنای جدید در شکل ۵. مورد مقایسه قرار گرفته، در نتیجه کل ساعات کاری از ۶۴ ساعت به ۷۲ ساعت و مدت زمان پروژه از ۱۲ روز به ۱۳ روز ارتقاء می یابد. تاثیر تغییر نمودن خط مبنای (آنچه که برنامه ریزی شده است) را می توان سریعاً بوسیله (SPI) و (CPI) ارزیابی نمود. شاخص های عملکرد (SPI) و (CPI) جدید به صورت زیر خواهد بود:

$$CPI = 32/36 = 0.89$$

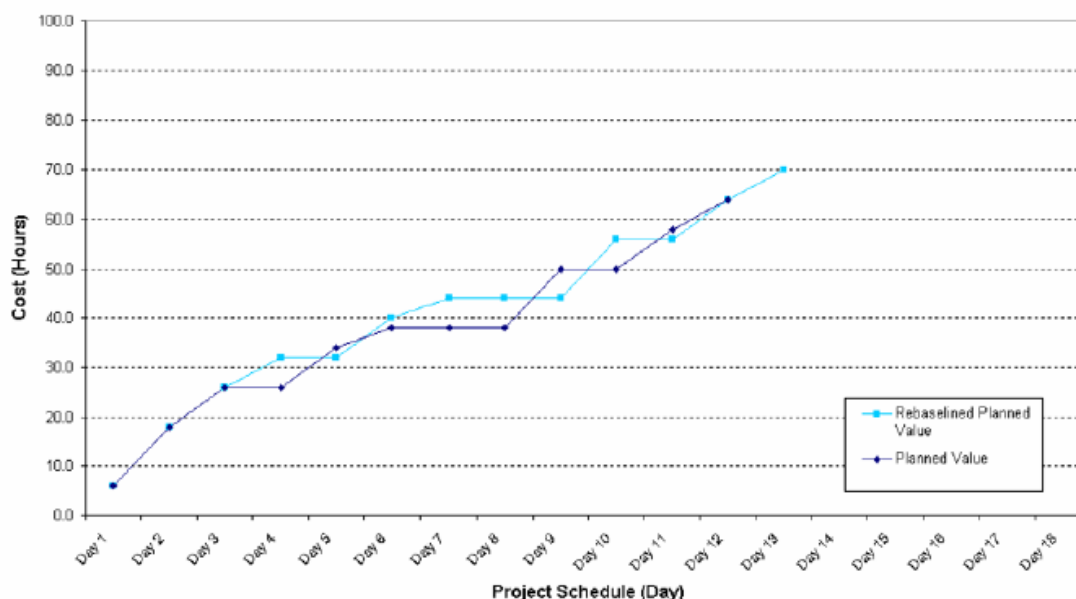
$$SPI = 32/32 = 1.0$$

$$EAC = 72/0.89 = 80$$

$$\text{مدت زمان کل پروژه} = 13/1.0 = 13$$

اگر جهت ارزیابی عملکرد پروژه غیر از آنچه که قبلاً به توافق رسیده ایم (یعنی استفاده از روش ۱۰۰۰۰) از روش درصد های تکمیل شده^۷ استفاده نماییم ، برای فعالیت حفاری گودال ها ، ما در واقع ۷۵٪ پیشرفت داشته ایم و ارزش بدست آمده برای آن نیز به ۳۲ ساعت ارتقاء پیدا خواهد نمود، لذا شاخص های (SPI) و (CPI) تغییر یافته و مقادیر بالا را خواهند داشت. هنوز هم پیش بینی می شود که بودجه جدید بیشتر از برنامه باشد (به دلیل CPI کمتر از ۱) با توجه به دو ساعت اضافه تری که صرف برداشتن سنگ در روزینجم می شود . ما انتظار داریم ، که بعد از روز ششم ، بهره وری (CPI) به سمت ۱ بهبود یابد. برنامه ریزی مجدد (تغییر خط مبنا) که همراه با تغییر محدوده کاری می باشد ، زمانی مجاز می باشد که تغییر مورد نظر توسط ذی نفعان پروژه مورد تأیید قرار گیرد.

شکل ۵. خط مبناي اولیه و خط مبناي جديد.



⁷ PERCENT COMPLETE

۶. خلاصه بحث و نتیجه گیری :

برنامه ریزی موثر پروژه ، برای ما داده های مورد نیاز جهت به کار گیری متد ارزش کسب شده را فراهم می سازد. گرد آوری داده ها به ما امکان محاسبه شاخص های عملکرد هزینه و زمانبندی را خواهد داد . با در نظر گرفتن این شاخص ها و برنامه از پیش تعیین شده مشخص می شود که ما در کجا ی پروژه قرار داریم و به کجا خواهیم رفت . به طور خلاصه ، ما می توانیم بهترین تصمیم را بگیریم برای آنکه به کجا خواهیم رفت ، زمانیکه بدانیم در کجا قرار گرفته ایم.

مراجع:

- ۱- ر. سند گل، مدیریت طرح، مؤسسه خدمات فرهنگی رسا، تهران، ۱۳۷۹
- 2-And M.Koppelman ،Earned Value Project Management ،2nd ed.
Q.W.Fleming
- 3-،Project Management For Engineering and Construction ،2nd ed.
G.D.Oberlender
- 4-M.Durrenberger ،An Earned Value Tutorial ،Oak Associates ،Inc.2003.
- 5-Earned Value Management-Guidance For Acquisition Handbook.
- 6-T.wilkens, los Angeles County Metropolitan Transportation Authority, Earned Value, clear and simple.
- 7-Earned Value Management – REF8018 ,the project management Institute[<http://www.pmi.org>],2002
- 8-Track Earned value (EV), DACS Gold Practice Document Series,2002.
- 9-P.Harris, The Practical Application Of Earned Value Performance Measurement ,[<http://www.eh.com.au>]