اندازه‌گیری فنی و انواع مقیاس‌های فنی

جعفر قیدرخلجانی
علی خدایاری

تاریخ دریافت : تابستان ۹۰
تاریخ پذیرش : پاییز ۹۰

چکیده

آنچه در این مقاله قصد داشته‌ایم به آن بپردازیم، ارایه اطلاعاتی در مورد نحوه‌ی به کارگیری اندازه گیری فنی در یک پروژه است. بررسی مفاهیم مربوط به پرکاربردترین مقیاس‌های فنی شامل: مقیاس‌های اثربخشی، کارایی و عملکرد فنی، ویژگی‌های آن‌ها و همچنین فرآیند طراحی و چگونگی بدست‌آوردن این مقیاس‌ها به طور اختصار انجام شده است. در پیوست (الف) یک مثال جامع در مورد اندازه‌گیری و مقیاس‌های فنی ارایه شده است، که درک خوبی نسبت به مطالب ارایه شده در مقاله ایجاد می‌نماید، همچنین به تعدادی از مقیاس‌های کارایی فنی اشاره خواهیم کرد. روند مقاله بدین صورت خواهد بود که در ابتدا به ذکر تعاریف مقیاس‌ها پرداخته و سپس چگونگی فرآیند طرح‌ریزی و همچنین اجرای اندازه‌گیری فنی را توضیح داده و در آخر با ارایه چک لیستی برای اطمینان از در نظر گرفتن جزئیات و همچنین یک مثال برای درک بهتر موضوع مقاله به پایان می‌رسد.

کلمات کلیدی:

اندازه‌گیری فنی، مقیاس‌های فنی، مقیاس‌های اثربخشی، مقیاس‌های کارایی، مقیاس‌های کارایی فنی، پارامترهای کلیدی عملکرد

۱)- مقدمه

در این مقاله سعی شده است اطلاعاتی در مورد نحوه‌ی به کارگیری اندازه‌گیری فنی، در یک پروژه ارایه گردد.

اندازه‌گیری فنی شامل مقیاس‌های اثر بخشی (MOE)، پارامترهای کلیدی عملکرد (KPP)، مقیاس‌های کارایی (MOP) و مقیاس‌های کارایی فنی (TPM) می‌شود.

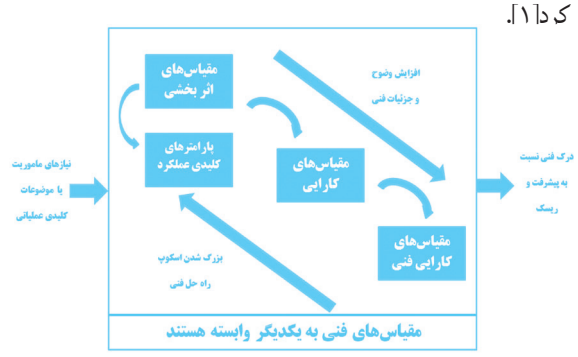
اندازه گیری فنی مجموعه‌ای از اندازه‌گیری‌ها را شامل می شود، که به تأمین کننده و مشتری در مورد راه حل فنی که انتخاب خواهند کرد، دید می‌دهد.

این دید و ادراک در تمامی مراحل تعریف و توسعه راه حل فنی، ارزیابی ریسک و کمک در برآورده ساختن نیازهای مشتری با تأمین کننده و مشتری همراه خواهد بود.

اندازه‌گیری فنی به مدیریت پروژه کمک خواهد کرد که تصمیم‌های بهتری برای فراهم کردن ملزومات و نیازهای مأموریت اتخاذ کند.

طرح‌ریزی اندازه گیری و مقیاس‌های فنی در اوایل چرخه‌ی حیات صورت می گیرد. این مقیاس های فنی به‌طور متناوب در چرخه‌ی حیات دنبال می شوند و امکان ارزیابی مدیریت پیشرفت و ریسک فنی را فراهم می‌نمایند.

در این مقاله سعی داریم به چگونگی فرآیند اندازه‌گیری و همچنین به کارگیری مقیاس‌های اندازه‌های اندازه‌گیری فنی بپردازیم. به‌طور خلاصه در شکل (۱) می‌توان ارتباط بین مقیاس‌های فنی را ملاحظه کرد[۱].



شکل(۱) ارتباط مقیاس‌های اندازه‌گیری

۲)- توصیف اندازه‌گیری فنی و انواع مقیاس‌های فنی

همان‌طور که گفته شد،اندازه‌گیری فنی به مدیریت پروژه در تصمیم گیری و ارزیابی پیشرفت و ریسک پروژه کمک می‌کند.

در ادامه به تشریح انواع مقیاس‌های فنی می‌پردازیم[۱]، [۲].

۲-۱) مقیاس های اثربخشی MOE

در حقیقت این مقیاس‌ها، مقیاس‌های عملیاتی موفقیت هستند و میزان دسترسی یا برآورده سازی نیازهای مأموریت توسط راه‌حل فنی را ارزیابی می‌کنند، به عبارتی راه حل ارایه شده تا چه اندازه ما را به مقصد مورد نظر می رساند[۳].

این مقیاس‌ها از منظر مشتری دیده می‌شوند و شاخص‌های کلیدی وی برای سنجش موفقیت مأموریت به حساب می‌آیند. جالب توجه است که این مقیاس‌ها از هر نظر، مستقل از راه حل فنی ارایه شده هستند و ربطی به آن ندارند. به عبارت دیگر مشتری از این مقیاس‌ها به عنوان معیارهای پذیرش و ارزیابی استفاده می‌کند.

مقیاس‌های اثربخشی در موارد زیر کاربرد دارند:

– مقایسه گزینه‌های مختلف عملیاتی؛

– بررسی حساسیت عملکرد به انجام تغییرات در مفروضات بنیادین از دیدگاه مشتری؛

– مشخص کردن ارزش ملزومات عملیاتی؛

– معیاری برای پذیرش راه حل تکنیکی؛

– ارزیابی موفقیت عملکرد عملیاتی؛

آنچه در قدم بعدی بایستی بدان پرداخته شود مقیاس های کارایی می باشد که مسلماً ملموس‌تر و با جزئیات بیش‌تری خواهد بود.

۲-۲) مقیاس‌های کارایی (MOP)

این مقیاس ها، ویژگی های فیزیکی و عملیاتی مربوط به عملکرد سیستم را تحت شرایط محیط عملیات، بررسی و طبقه بندی می‌کنند. مقیاس های کارایی مشخص خواهند کرد آیا سیستم مورد نظر، ملزومات طراحی و عملکردی، برای رسیدن به سیستم مطلوب و یا به عبارتی برآورده ساختن نیازهای مأموریت را دارا هست؟

مقیاس‌های کارایی توسط سازنده و به منظور بررسی عملکرد مورد انتظار سیستم (در قبال ملزوماتی که دارد) طراحی می‌شوند.

این مقیاس‌ها اغلب به صورت ابعادی مجزا و کمی از عملکرد مانند سرعت، قابلیت حمل‌بار، فرکانس و ... هستند[۳].

مقیاس‌های کارایی در مورد زیر کاربرد دارند:

– مقایسه‌ی گزینه‌های گوناگون، به منظور مشخص کردن ملزومات تکنیکی و عملکردی استنتاج شده از مقیاس‌های اثربخشی:

• پشتیبانی از ارزیابی گزینه‌های مختلف طراحی سیستم؛

• پشتیبانی از ارزیابی اثر تکنیکی ناشی از تغییر گزینه‌های پیشنهادی سیستم؛

– بررسی حساسیت عملکرد نسبت به تغییر در مفروضات بنیادین از دیدگاه تکنیکی؛

– بازسازی تعاریف برخی از پارامترهای کلیدی عملکرد؛

– ارزیابی میزان دسترسی و برآورده شدن پارامترهای کلیدی عملکرد؛

در گام بعدی ویژگی‌هایی مورد بررسی قرار می‌گیرند که از لحاظ فیزیکی با جزئیات بیش تری همراه بوده و عمدتاً در حیطه ی فعالیت‌های تیم مهندسی قرار می‌گیرند.

۲-۳) مقیاس های کارایی فنی (TPM)

این مقیاس‌ها به منظور اندازه‌گیری ویژگی‌های یک جزء از سیستم و بررسی این که آیا آن جزء اهداف و الزامات تکنیکی را برآورده می‌کند مورد استفاده قرار می‌گیرند.

مقیاس های کارایی فنی برای ارزیابی پیشرفت طراحی، میزان مطلوبیت عملکرد و یا ریسک‌های تکنیکی استفاده می‌گردند.

معمولاً این مقیاس‌ها در مورد موضوعاتی انتخاب می‌شوند که عدم رعایت آن‌ها، پروژه را با هزینه‌ها، ریسک‌های عملیاتی یا تأخیرات بسیاری مواجه کند[۵].

این مقیاس‌ها می توانند شامل:

برد، دقت، وزن، توان خروجی، انواع بازه های زمانی مشخص و مربوط به موضوعات خاص، ملزومات امنیتی و ویژگی‌های کیفیتی مرتبط با ملزومات کلیدی عملیاتی باشند.

مقیاس‌های کارایی فنی در موارد زیر کاربرد دارند:

– پیش‌بینی مقادیری از پارامترهای کلیدی عملکرد که بایستی به آن‌ها برسیم؛

– مشخص کردن تفاوت های بین عملکرد واقعی و عملکرد طراحی شده؛

– ارزیابی و پیش بینی پیشرفت در رسیدن به پارامترهای کلیدی عملکرد؛

– مشخص‌کردن اثرات تفاوت، بین مقادیر حقیقی و طراحی شده‌ی عملکرد بر اثربخشی سیستم؛

– شناسایی زود هنگام ریسک‌ها و پیش‌بینی مسائلی که بایستی بیش‌تر مورد توجه مدیریت باشند؛

– آگاهی پیدا کردن از ترکیب و نتایج تکنولوژی‌های جدید [۵]، [۱].

به منظور اینکه در تعریف و طراحی مقیاس های فنی از خطوط اصلی دور نشده و یکپارچگی و همچنین اثربخشی آن ها افزون گردد بایستی به شاخص های کلیدی عملکرد توجه ویژه داشته باشیم.

در ادامه به شرح بیش‌تر این مفهوم می‌پردازیم.

۲-۴) پارامترهای کلیدی عملکرد (KPP)

این پارامترها در اصل یک مجموعه‌ی بحرانی از موضوعات کلیدی هستند که نشان دهنده‌ی ویژگی‌هایی از سیستم می‌باشند که اگر به مقادیر مرزی عملکرد در مورد آن‌ها نرسیم با شکست مواجه می‌شویم و یا روند پروژه به کلی عوض می‌شود.

این پارامترها به مشتری و سازنده اجازه می دهند که تصمیمات معماری و طراحی را در سطوح بالا مورد ارزیابی قرار دهند.

معمولاً سوالات زیر برای تشخیص این که پارامتری باید پارامتر کلیدی محسوب شود یا خیر به کار می‌روند:

– آیا این پارامتر برای تعریف قابلیت‌ها ضروری است؟

– آیا قابلیت دسترسی و قابل تأمین از لحاظ مالی هست؟

– آیا قابلیت اندازه‌گیری و تست‌کردن دارد؟

– آیا ویژگی که توسط این پارامتر منعکس می شود قابل تحلیل هست؟

– آیا در صورت در نظر نگرفتن این پارامتر، سرمایه‌گذار مایل به منحل‌کردن یا تغییر ساختار پروژه خواهد شد؟

به بعضی از پارامترهای کلیدی عملکرد که در موقعیت‌های خاص تعریف شده اند اشاره می‌کنیم:

– برای سیستم‌هایی که با تکنولوژی اطلاعات سروکار دارند اغلب "قابلیت کار بین سیستمی" و "قابلیت پشتیبانی" پارامترهای کلیدی عملکرد محسوب می شوند.

– در برخی از شاخه‌های وزارت دفاع آمریکا ، قابلیت اطمینان به عنوان یک پارامتر کلیدی عملکرد شناخته می‌شود.

– در مورد سیستم‌هایی که با انسان سروکار دارند و در مواردی که تهدیدات محیطی وجود دارند اغلب "حمایت فوری"و"قابلیت بقاء" بایستی به عنوان پارامتر کلیدی در نظر گرفته شوند.

– در برخی موارد نیز بایستی «هزینه» را به عنوان پارامتر کلیدی عملکرد مد نظر قرار دارد.

اندازه گیری های فنی، در حقیقت یک سری اندازه‌گیری مداوم از پارامتر مورد نظر و مقایسه‌ی آن با مقادیر پیش بینی شده می‌باشند. مقادیر واقعی که از پیش بینی‌ها و مقادیر طراحی شده فاصله زیادی دارند و یا خارج از باند تلرانس می‌باشند، هشدارهایی برای مدیریت در جهت رسیدگی و توجه بیش‌تر هستند.

در شکل (۲) شماتیک اندازه‌گیری فنی نشان داده شده است. در مورد «آستانه» باید گفت که مقدار آستانه در حقیقت محدوده مقدار قابل قبول برای یک پارامتر فنی را مشخص می‌کند[۵].

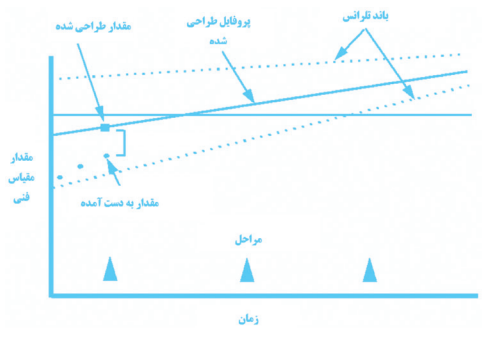
آنچه پس از ذکر تعاریف مقیاس‌ها لازم است در نظر گرفته شود چگونگی به کار بستن این تعاریف در عمل و طرح‌ریزی و اجرای فرآیند اندازه‌گیری است.

۳)- فرآیند اندازه‌گیری

یک اندازه‌گیری موفق باید دارای سه قابلیت اساسی باشد:

- باید یک فرآیند مداوم و انعطاف پذیر باشد.
- قابل درک برای گروه های تصمیم گیرنده باشد.
- اثربخشی لازم را داشته باشد.

فرآیندی که در این مقاله برای اندازه‌گیری مد نظر است، برگرفته از فرآیند اندازه گیری PSM می باشد که هر سه فاکتور بالا را پوشش می‌دهد و به عنوان پایه‌ای برای ایجاد یک فرآیند در جوامع نرم افزاری و سیستم‌های مهندسی به کار گرفته می‌شود [۱].



شکل ۲ شماتیک اندازه‌گیری فنی

بر اساس فرآیند PSM، اندازه گیری از چهار جزء اصلی تشکیل شده است:

۱ – فراهم کردن منابع مورد نیاز و اطمینان از تعهد مدیریت

۲ – طرح ریزی

۳ – اجرا

۴ – ارزیابی

۴)- طرح ریزی[۱]

گام اول در طرح ریزی اندازه گیری، تعیین و اولویت‌بندی نیازهای اطلاعاتی است، که در این راستا باید به فاکتورهای متعددی توجه کرد، برای نمونه:

میزان اثرگذاری و اهمیت یک آیتم مشخص بر عملکرد کلی، میزان بلوغ تکنولوژی های لازم که خطری برای دست یابی به اهداف عملکردی محسوب می‌شوند، توانایی کنترل کردن خطرات هزینه‌ای، فنی و برنامه‌ریزی در مدیریت منابع و گام بعدی انتخاب و شناسایی مقیاس‌های فنی است که شامل:

MOEها، MOPها ،و TPMها هستند.

در انتخاب MOEها باید دقت نمود که هر یک از آن‌ها باید حداقل دیدی کلی راجع به اهداف عملیاتی و ملزومات مأموریتی به ما بدهد. MOPها نیز باید قادر به ایجاد یک درک کلی در رابطه با عملکرد فنی، قابلیت پشتیبانی و سطح ریسک فنی سیستم باشند.

و اما TPMها باید به گونه‌ای تعریف شوند که:

– از طریق آن‌ها بتوان به نیاز مندی‌ها، اهداف، خطرات یا موضوعات مرتبط با اجزاء سیستم دست یافت.

– از طریق آن‌ها بتوان به سطوح بالاتر MOPها دست یافت.

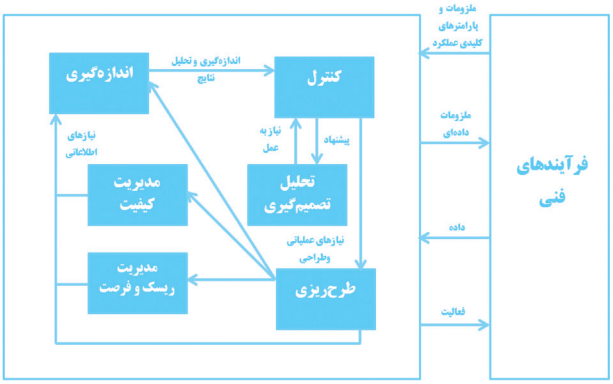
– از طریق آن‌ها بتوان به WBS دست یافت.

– توانایی شناسایی محدودیت های فنی و همچنین ارتباط بین اهداف کیفی، برنامه زمان‌بندی و هزینه را داشته باشد.

– راجع به مطلوبیت/اثربخشی سیستم ایجاد درک کنند.

مرحله نهایی در طرح ریزی اندازه گیری، یکپارچه‌سازی با فرآیندهای پروژه است.

برای تصمیمات درست و به موقع، باید اطلاعات مورد نیاز را به فرآیندهای مدیریتی وارد نمود.



شکل(۳) فرآیند اندازه‌گیری

نیازهای اطلاعاتی این فرآیندها همراه با ملزومات فنی و KPPهای فرآیند فنی به عنوان ورودی‌هایی جهت انتخاب و تعریف مقیاس‌ها مد نظر قرار می‌گیرند.

هنگامی که داده‌های اولیه جمع آوری شد باید تحلیل و پردازش شده و در اختیار مدیران قرار گیرند. تیم پروژه موظف است نسبت به هزینه‌ی جمع‌آوری اطلاعات، به درکی که از وجود آن‌ها حاصل می‌شود را محاسبه کند. در شکل (۳) یکپارچگی مقیاس‌های فنی با فرآیندهای پروژه نشان داده شده است.

جدول(۱) راهنمای تحلیل مقیاس‌ها

تحلیل تخمین	تحلیل امکان پذیری	تحلیل کارایی
مشخص کردن پیش بینی‌های مورد نیاز، محرک‌های کلیدی تغییر، روابط بین محدودیت‌های قابل اندازه‌گیری محرک‌ها	مشخص کردن ریسک، هزینه، زمان‌بندی، و تاثیرات کیفیتی ناشی از مقادیر تخمینی پارامترهای کلیدی عملکرد	دنبال کردن عملکرد حقیقی همزمان با پیشرفت پروژه
جمع‌آوری داده از محدودیت‌های گوناگون محرک‌ها	بررسی موارد زیر: • آیا به این پارامترهای عملکردی تا به حال رسیده‌اند • آیا با تکنولوژی فعلی می‌توان به عملکرد مطلوب با محدودیت‌های مشخص دست یافت • روابط ریسک‌های معین • درجه کنترل ریسک همزمان با پیشرفت پروژه	نشان دادن مقادیر قابل قبول تفاوت ها با در نظر گرفتن ریسک و محدودیت‌های دیگر
مشخص کردن روابط و مدل‌های کمی • ممکن است شامل داده‌هایی از دیگر شاخص‌ها نیز باشد	در صورت قابل قبول نبودن ریسک: • از راه حل‌ها یا تخمین‌های دیگری استفاده کنید یا • از استراتژی‌های کاهش ریسک استفاده کنید	مشخص کردن میزان تفاوت با طراحی • تفاوت ها، میزان ریسک ناشی از ویژگیهای فرآیند، تکنولوژی یا محصول را نشان می‌دهد
تخمین زدن با استفاده از مدل		ارزیابی تاثیر تفاوت‌ها
تنظیم کردن تخمین‌ها بر اساس: • بده بستان‌های مهندسی • قابلیت‌ها و محدودیت‌های تکنولوژی		ارزیابی متناوب مقادیر به دست آمده • بررسی میزان موفقیت اقدامات اصلاحی و پیشگیرانه • مشخص کردن ریسک‌های جدید
ایجاد پروفایل رشد مورد انتظار با دیگر طرح‌های پیشرفت شاخص‌ها بر اساس تخمین‌ها		
دنبال کردن شاخص‌ها و به روز رسانی تخمین‌ها بر اساس داده‌های حقیقی		
مشخص کردن تکاف اطمینان بر اساس داده‌های واقعی	تحلیل تصمیم انجام داده و عمل کنید	

۴)- اجرای اندازه‌گیری فنی

برای اجرای اندازه گیری فنی باید به ترتیب مراحل زیر را طی نمود:

– جمع آوری و پردازش داده‌ها؛

– تحلیل داده‌ها (با توجه به مقیاس‌های فنی)؛

– ارایه پیشنهادها.

برای جمع‌آوری داده‌های مورد نیاز باید به ترتیب تحقیق و بررسی، نرمال‌سازی و گردآوری آن‌ها را انجام داده و جهت تحلیل داده‌ها نیز می‌توان از روش‌های تحلیلی مختلفی استفاده کرد.

از جمله:

تخمین، میزان عملی بودن طرح ها و تحلیل عملکردی داده های واقعی، در برابر داده‌های طراحی شده، که توضیحات کامل مربوط به هر یک از این تحلیل‌ها در جدول (۱) آمده است.[۴]

۵)- چک لیست اندازه‌گیری فنی

نهایتاً برای بررسی میزان موفقیت در مقیاس‌های فنی، تیم پروژه باید مواردی شبیه چک لیست زیر را طی انجام پروژه به طور مداوم بررسی کند.

چک لیست‌های زیر، بر اساس کمک به تیم پروژه برای برآورده کردن نیازهای مهم در اندازه‌گیری فنی استخراج شده‌اند که در نهایت در طول پروژه بکار برده شده و توسط اعضای پروژه به اندازه‌گیری فنی ارجاع داده می‌شوند.

۵-۱) عمومی

۱. آیا مقیاس های فنی با فهم مشترک ملزومات اطلاعاتی ذی‌نفعان مرتبط توسعه پیدا کرده‌اند؟

جدول(۲) نمونه فرم گزارش TPM

عنوان پارامتر	هدف یا ملزومات	مرحله بعدی رضایت طراحی	عملکرد پیش‌بینی شده/ مقدار فعلی	تفاوت	توجیه برای پیش‌بینی (تحلیل، نتایج آزمایش، شباهت و ...)	وضعیت TPM
قابلیت دسترسی بحرانی	ملزومات=٪۹۹.۸ هدف=٪۹۹.۸۸	زیرسیستم کنترل حالت	٪۹۹.۹۶	+۰.۱۶٪	تحلیل با استفاده از داده‌های تست	سبز
نویز فاز- ۱۰۰msps	ملزومات=RMS۱.۲ هدف=RMS۰.۹۰	توزیع‌کننده داده سیگنال	RMS۰.۷۵	۰.۴۵ RMS بهتر از مقدار مورد نیاز	نتایج تست	سبز
تاخیر سیگنال	ملزومات=+/-۳۰ns هدف= +/-۲۷ ns	توزیع‌کننده داده سیگنال	+/-۳۲.۸ ns	۲.۸ ns زیر مقدار مورد نیاز	نتایج تست	قرمز

وقتی نتایج حاصل شد، باید پیشنهادها را در قالبی که مورد علاقه تصمیم گیرندگان است، ارایه داد.

در گزارش پیشنهادی باید به موارد زیر توجه نمود:

– ارزیابی کلی وضعیت فنی؛

– شناسایی و ارزیابی هر نوع خطر، مشکل و یا کمبود اطلاعات؛

– پیشنهادها باید بر پایه ارزیابی فعالیت های جایگزین امکان پذیر باشد؛

– آگاهی از خطرات بالقوه؛

– شناسایی تمامی گراف هایی که مسیر حرکت در آن مطلوب است.

جدول فوق نمونه یک فرم گزارش برای دنبال کردن TPMهاست.

۲. آیا مقیاس‌های فنی برای پروژه مشخص شده‌اند؟

۳. آیا مقیاس‌های فنی بر اساس ریسک پروژه و برنامه اندازه‌گیری نهادینه شده‌اند؟

۵-۲) MOE ها

۱. آیا MOE ها قابل ردیابی به نیازهای اجرایی مالک، اهداف و ریسک‌ها هستند؟

۲. آیا MOE ها بر اساس KPP های مشخص شده تعریف شده‌اند؟

۳. آیا هر MOE یک دید کلی در مورد یک هدف عملکردی و یا نیاز مأموریتی بوجود می‌آورد؟

۴. آیا MOE ها مستقل از یکدیگرند و هر MOE یک دید متفاوت در مورد عملکرد بوجود می‌آورد؟

۵. آیا MOE ها به راه حل فنی وابسته‌اند؟

۶. آیا سیستم MOE ها هر جنبه از KPP ها را برآورده می‌سازد؟

۵-۳) MOP ها

۱. آیا MOP ها قابل ردیابی به MOE ها وKPP های اجرایی، سطح عملکرد سیستم، نیازها و ریسک‌ها هستند؟

۲. آیا MOPها بر ریسک‌های فنی، پشتیبانی دادوستد و راه حل‌های متناوب سیستم متمرکز هستند؟

۳. آیا MOP ها یک دید کلی در مورد ایجاد سیستم بوجود می‌آورند؟

۴. آیا MOPها به اجزای سیستم که آن ها را بهینه کرده اختصاص داده شده و تجزیه شده‌اند؟

۵. آیا مکانیزم‌های گزارش‌دهی MOP که روند پیشرفت به سمت MOPهای دیگر را نشان می‌دهد وجود دارند؟

۶. آیا نمونه ی اولیه، شبیه سازی یا مدل‌های توسعه یافته برای پشتیبانی آنالیزMOP ها وجود دارد، که تضمینی برای بوجود آوردن یک دید کلی باشد؟

۷. آیا آنالیزهای MOP یک تجدید نظر برای مقیاس‌های تعیین شده می‌باشند؟

۵-۴) TPMها

۱. آیا TPMها قابل ردیابی به MOP های اجرایی، ملزومات عملکردی، اهداف و ریسک‌ها هستند؟

۲. آیا مکانیزم‌های گزارش دهی TPM که روند پیشرفت به سمت TPMهای دیگر را نشان می‌دهد وجود دارند؟

۳. آیا TPM هایی که از بخش‌های فنی سیستم انتخاب شده‌اند، برای کاهش ریسک‌ها مناسبند؟

۴. آیا نمونه ی اولیه، شبیه سازی یا مدل های توسعه یافته برای پشتیبانی آنالیز TPMها وجود دارد که تضمینی برای بوجود آوردن یک دید کلی باشد؟

۵. آیا منابع مقیاس‌های شناخته شده TPM و فرآیندهای تولید این مقیاس‌ها مانند جمع آوری داده‌ها، مورد نیاز است؟

۶. آیا TPMها در فرآیند طراحی پروژه در نظر گرفته شده‌اند؟

۷. آیا آنالیزهای TPMدرتجدید نظر برای مقیاس‌های تعیین شده به کار گرفته می‌شوند؟

۶)- نتیجه‌گیری

تلاش ما در این مقاله بر این بوده است، تا اطلاعاتی در مورد نحوه‌ی به کارگیری اندازه‌گیری فنی در یک پروژه ارایه کنیم.

همان گونه که ملاحظه گردید اندازه‌گیری فنی شامل مقیاس های اثر بخشی (MOE)، پارامترهای کلیدی عملکرد (KPP)، مقیاس‌های کارایی (MOP) و مقیاس‌های کارایی فنی (TPM) می شود.

اندازه‌گیری فنی مجموعه‌ای از اندازه‌گیری‌ها را در برمی‌گیرد که به تأمین کننده و مشتری در مورد راه حل فنی که انتخاب خواهند کرد، دید می‌دهد.

پس از ذکر جزئیات هر کدام از مقیاس‌های فنی، نمونه‌ها و همچنین چک‌لیست‌هایی عملیاتی ارایه گردید تا بتواند در فهم پاره‌ای از ابهامات احتمالی مفید واقع گردد.

به پیوست مقاله نیز مثال مرتبطی افزوده شده است که به کاربست‌پذیری مطالب این مقاله می‌افزاید.

منابع

[1].Garry J. Roedler, Lockheed Martin Cheryl Jones, US Army; Technical Measurement، A Collaborative Project of PSM, INCOSE, and Industry; 27 December 2005 Version 1.0 INCOSE-TP-2003-020-01.

[2].Jim Armstrong, Technical Performance Measures Connecting Technical and Management Progress, James R Armstrong consulting services, September 16, 2008.

[3].Handbook on the Analysis of Smaller-Scale Contingency Operations in Long Term Defense Planning, Report prepared by the RTO Studies, Analysis and Simulation Panel (SAS), February 2005.

[4].Systems Engineering Handbook A Guide For System Life Cycle Processes And Activities, INCOSE Systems Engineering Handbook, version 3, June 2006.

[5]. Carl A. Slater, Implementing the Technical Performance Measures (TPM) Plan in the International Space Station Alpha Product Team Environment, Boeing Defense & Space Group, Johnson Space Center, Houston, Texas, 1995.

پیوست الف

مثالی جامع از هم‌سازی سیستم‌های MOP، MOE وTPM

سناریوی زیر را برای توسعه‌ی یک ماهواره در نظر بگیرید:

در این مثال طول عمر به عنوان MOE در نظر گرفته شده است. همچنین این پارامتر به عنوان KPP نیز در نظر گرفته شده، زیرا برای اصلاحات مداری که در مأموریت وجود دارد، بسیار مهم می‌باشد.

طول عمر، مرتبط با مقدار ظرفیت پیش‌رانگی برای انجام اصلاحات مداری روتین، عمر باتری و عمر سلول‌های خورشیدی می‌باشد. در این مثال به طول عمری معادل هشت سال نیاز است. ظرفیت پیش رانگی به عنوان یکی از پتانسیل‌های MOP در نظر گرفته شده است و درکی، راجع به طول عمر ایجاد می‌کند. به ظرفیت کافی برای انجام چهار اصلاح مداری در سال نیاز داریم و همچنین عملیات خارج از مدار، که خود معادل سه اصلاح مداری است.

ظرفیت پیش رانگی به فاکتورهایی مثل:

- مقدار پیشرانه موجود،
- جرم ماهواره،
- عملکرد موتورهای پیشران‌ها،
- مقدار انرژی موجود در واحد پیشرانه و دیگر پارامترها بستگی دارد.

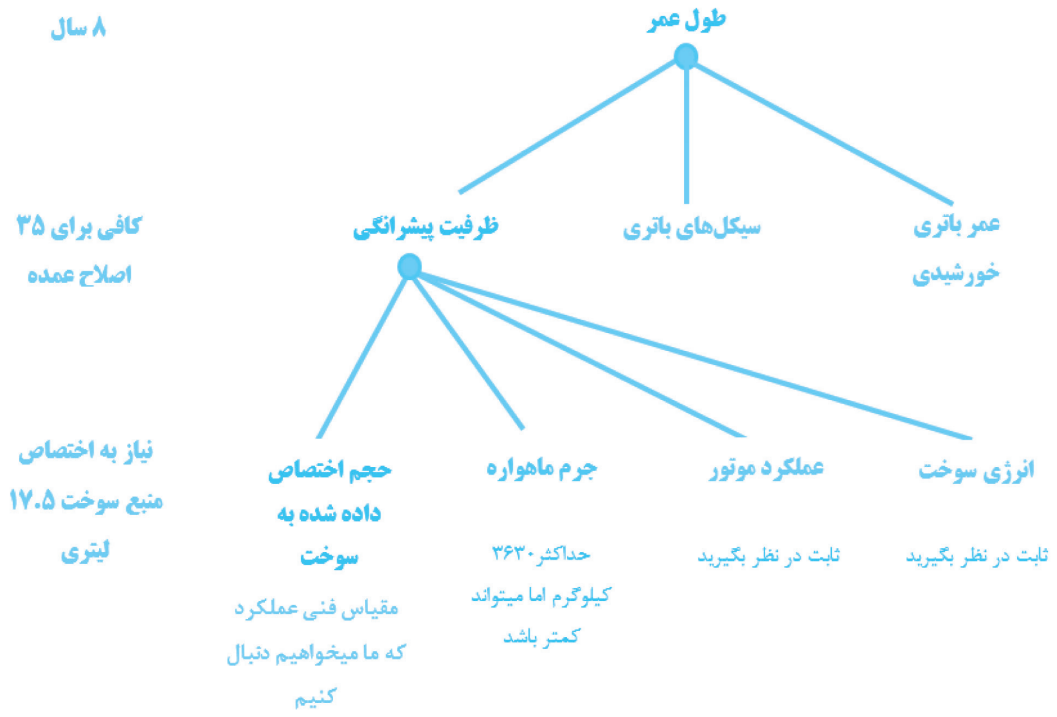
تیم می خواهد از موتورهای پیشران و پیشرانه‌های شناخته شده بدون تغییر استفاده کند.

جرم ماهواره با محدودیت‌هایی قابل تغییر است.

تیم نیازمند محاسبه ی مقدار حجمی از ماهواره که به پیشران اختصاص می‌یابد است.

در ابتدا این مقدار کم است اما همزمان با بلوغ طراحی ،کاهش اندازه ی باتری و پیدا شدن ویژگی‌های فیزیکی اثربخش‌تر ،این مقدار افزایش می‌یابد.

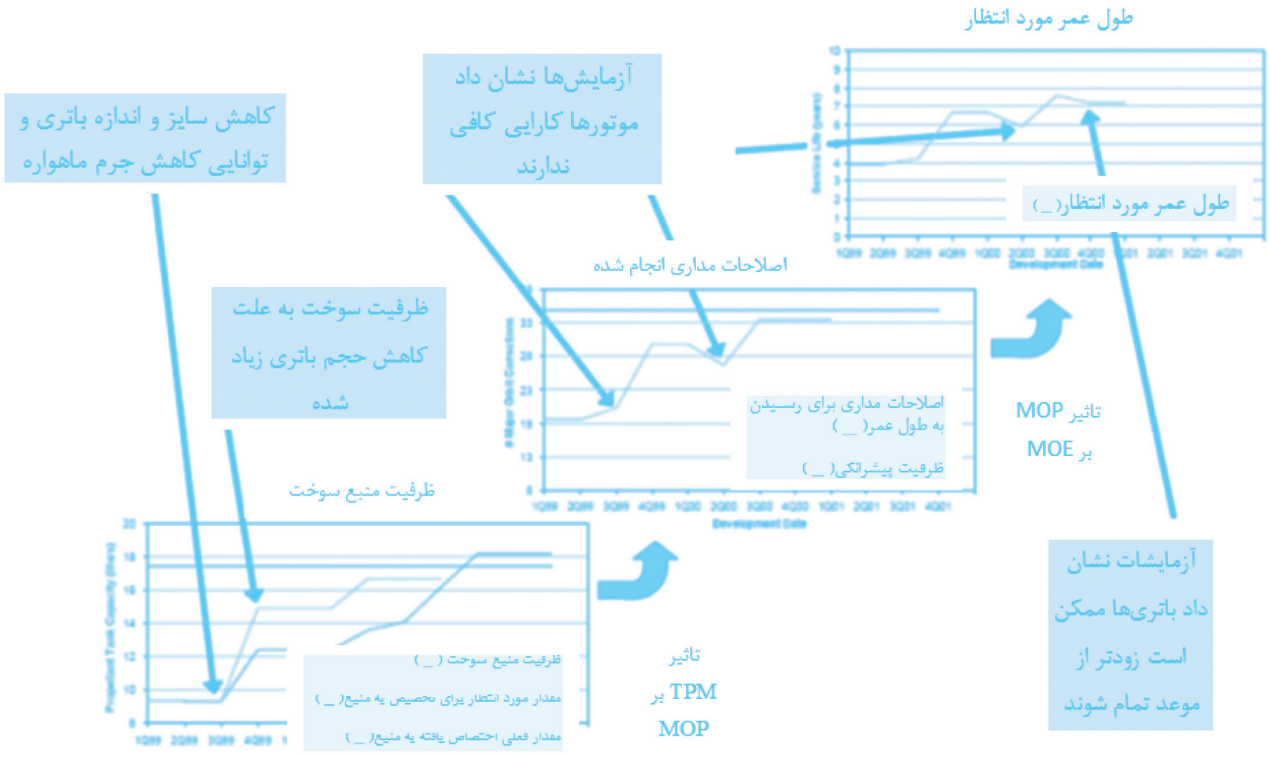
مقدار قابل دسترس برای پیشران ۱۷.۵ لیتر خواهد بود[۱]، [۲].



شکل(۴) – مراحل توسعه ماهواره

جدول (۲)_نمونه ای ازانتخاب MOEها/ KPPها، MOPها و TPMها

شاخص	آستانه	مورد	نوع
عمر مرد انتظار[1] – روند بر حسب زمان[2]	حداقل ۸ سال	طول عمر	MOE/KPP
اصلاحات مداری پشتیبانی شده[3] – روند بر حسب زمان	حداقل برای ۳۵ اصلاح مداری	ظرفیت پیشرانگی	MOP
ظرفیت منبع سوخت– روند بر حسب زمان	حداقل ۱۷.۵ لیتر	حجم اختصاص داده شده به سوخت	TPM



شکل(۵)– نمایش اندازه گیری های فنی برای طراحی های پروژه

همان طور که از نمودار شاخص ها پیداست، ظرفیت مخزن پیشرانه به مرور زمان افزایش یافته که تأثیر مثبتی بر اصلاحات مداری ممکن، به عنوان یک (MOP) داشته است و طول عمر ماهواره نیز افزایش یافته است(MOE).

کاهش اندازه باتری و وزن (به علت تکنولوژی و مواد جدید) تعداد اصلاحات مداری را به سرعت افزایش داده، که به علت کاهش جرم ماهواره است.

از طرفی تست موتورهای پیشران و باتری‌ها نشان داد، که عملکردی کمتر از آنچه در طراحی در نظر گرفته شده بود داشته‌اند، که تأثیرات منفی بر اصلاحات مداری (MOP) و متعاقباً (MOE) نیز داشته است.