برآورد عملکرد تولید مبتنی بر نتایج آزمون پذیرش کاربر

مهیار استکی، کارشناس مهندسی نرم افزار، دانشگاه استفوردشایر انگلستان

سعید تقی زاده، کارشناس مهندسی صنایع، دانشگاه آزاد قزوین

چکیده

امروزه تست سریع و هماهنگ با مشتری یکی از دغدغه‌های شرکت‌های تولید کننده نرم‌افزار است. از سوی دیگر، جمع‌آوری و تحلیل دقیق و بی‌نقص اطلاعات اجرای عملیات تست به منظور بررسی راندمان تولید و مکانیزم تحویل محصول به مشتری از اهمیت ویژه‌ای برای مدیران ارشد سازمان‌ها برخوردار است. الگوی متمرکز و یکپارچه تست، ابزار و راهکاری است جهت بهبود عملکرد و سرعت آزمون‌های یکپارچگی و پذیرش کاربر که در شرکت تامین خدمات سیستم کاربردی کاسپین وابسته به بانک پارسیان طراحی و پیاده‌سازی گردیده است. این سامانه بر اساس الگوها و استانداردهای مرسوم تست در جهان، یک روش انجام تست متمرکز و همزمان با مشتری را ابداع نموده است که در عین افزایش سرعت اجرای تست و دریافت تاییدیه مشتری، بهبود کیفیت محصول را نیز تضمین می‌نماید. علاوه بر آن، این روش امکان بررسی عملکرد و محاسبه راندمان تولید بر اساس تمام پارامترهای دخیل در تولید و تست نرم افزار را نیز فراهم می‌سازد.

کلیدواژه‌ها: تست، مهندسی نرم افزار، مدیریت پروژه، تست پذیرش کاربر، محاسبه عملکرد

Archive of SID

www.SID.ir

1- مقدمه

گرچه الگوی تست نرم‌افزار در کل دارای یک ساختار فراگیر و استاندارد جهانی می‌باشد، اما نحوه پیاده سازی و اجرای آن، مطابق با نوع کاربر و کاربرد نرم‌افزار مذبور متفاوت خواهد بود. علاوه بر آن بسیاری از پارامترهای مدیریتی در این صنعت (نظیر ضرورت تحویل سریع محصول) بر کیفیت و دقت تست اثرگذار خواهد بود. بدون شک برنامه‌ریزی برای اجرای تست محصول متناسب با کاربرد آن تنظیم خواهد گردید. مطابق با استاندارد IEEE 829-2008 نرم‌افزارهایی نظیر بازی، حسابداری، اتوماسیون اداری، مدیریت پرواز، بانکداری، ابزارهای چند رسانه‌ایی و غیره، متناسب با میزان حساسیت کسب و کاری که برای آن طراحی گشته اند، هر یک دارای شیوه‌ها و میزان دقت تست مخصوص به خود هستند. مطابق با تعریف استاندارد نامبرده، اساس نرم‌افزارها به لحاظ میزان حساسیت تست به چهار دسته زیر تقسیم بندی می شوند:[6]

- **سطح 4 – سیستم‌های فاجعه بار**[1]: سیستم‌هایی که هر گونه خطای اصلی[2] در آن باعث بروز خسارت‌های مالی و جانی خواهد شد. برای نمونه می‌توان به سامانه‌های هوانوردی از این دسته اشاره نمود.
- **سطح 3 – سیستم‌های حساس**[3]: سیستم‌هایی که هر گونه خطای اصلی در آن باعث بروز خسارت مالی و سازمانی (و یا حتی به صورت غیر مستقیم خسارت جانی) خواهد شد. برای نمونه می‌توان به سامانه‌های بانکداری و مدیریت فایل‌های ابری[4] از این گروه اشاره نمود.
- **سطح 2 – سیستم‌های حاشیه‌ای**[5]: سیستم‌هایی که گونه خطای اصلی در آن باعث بروز خسارت شخصی خواهد شد. برای نمونه می‌توان به سیستم‌های مدیریت فایل‌های شخصی اشاره نمود.
- **سطح 1 – سیستم های جزئی**[6]: سیستم‌های که هرگونه خطای اصلی در آن باعث بروز هیچ نوع خسارت خاصی نخواهد شد. برای مثال می‌توان به نرم‌افزارهای چند رسانه‌ای نظیر پخش کننده‌های فایل‌های صوتی و تصویری اشاره نمود.

اما تجربه نشان داده است که هر چه حساسیت محصول بیشتر باشد، به دلیل ضرورت استفاده از آن، کارفرما شتاب بیشتر برای دریافت آن خواهد داشت. بارزترین و معروفترین مثال از این دست، جنگنده اف 35 لایتنینگ[7] است که عجله بیش از حد کارفرما (وزارت دفاع ایالات متحده[8]) در دریافت محصول باعث شد که حجم کدهای نوشته شده برای نرم‌افزار این جنگنده چیزی بالغ بر 8 میلیون خط باشد. این رقم 4 برابر حجم کدها نوشته شده برای نرم افزار اولین دیگر جنگنده نسل پنجم ساخت شرکت لاکهید مارتین، یعنی اف 22 رپتور[9] است.[13] اما به گزارش سایت رسمی بیزینس اینسایدر[10] به نقل از مجله تلگراف[11]، به دلیل وجود

[1] Catastrophic
[2] Major
[3] Critical
[4] Cloud File Management Systems
[5] Marginal
[6] Negligible
[7] F-35 Lightning II
[8] Department of Defense (DoD)
[9] F-22 Raptor
[10] Business Insider
[11] The Telegraph

Archive of SID
www.SID.ir

برخی مشکلات فنی در نرم‌افزار این جنگنده، امکان شلیک حتی یک موشک تا سال 2019 میلادی توسط این پرنده وجود ندارد.[14] از سوی دیگر بر اساس گزارش سایت دی او دی باز[1] و به نقل از ژنرال نورتون شوآرتز[2]، دلیل اصلی تاخیر در عملیات شدن پروژه جنگنده تهاجمی مشترک[3] مشکلات نرم‌افزاری است.[15] به عنوان نمونه داخلی می‌توان به بانک پارسیان اشاره نمود که عجله بیش از حد مدیران وقت این بانک در راه‌اندازی سامانه بانکداری متمرکز بومی با نام تجاری لوتوس، منجرب به تاخیر 11 ساله در اجرایی شدن این پروژه بزرگ گردید.[5] علاوه بر آن که در زمان تحویل بروزرسانی‌های اولیه این محصول، اخلال‌هایی جدی در روال کاری این بانک ایجاد گردید. بنا به بررسی‌های صورت گرفته، دلیل اکثر این خطاها کاهش ضریب دقت توسعه‌دهندگان به خاطر فشار کارفرما در خصوص تحویل نسخ جدید تشخیص داده شده است. با توجه به مثال‌های ذکر شده این گونه می‌توان نتیجه گرفت که هر چه حساسیت عملکرد محصول بیشتر باشد نیازمند به اجرای تست بیشتر توسط واحد تست داخلی و گروه تست کارفرما است. از سوی دیگر تاخیر در تحویل نیز دارای عوابق بسیاری برای کارفرما خواهد بود. حال سوال این است که چگونه می‌توان در عین پذیرش فشار کارفرما از کیفیت هر نسخه از محصول اطمینان حاصل نموده و مطابق با اطلاعات جمع آوری شده در خلال فرآیند تست، راندمان واحد تولید را نیز مورد بررسی قرار داد؟

2- ریسک‌های تست نرم‌افزار

بر اساس نظریه مک فالن در سال 1981 میلادی ریسک‌های مدیریت نرم‌افزار به سه دسته‌ی اندازه پروژه، تجربه فناوری و ساختار پروژه طبقه‌بندی شده‌اند. در سال 1993 میلادی بارکی نیز 35 ریسک نرم‌افزاری را در 5 بعد شامل تازگی تکنولوژی، سایز برنامه‌ها، مهارت تیم، پیچیدگی برنامه و محیط سازمانی معرفی نمود. بر اساس تحقیقات صورت گرفته حد فاصل سال های 1981 تا 2007 میلادی توسط محققانی نظیر بوهم، مک فارلن، بارکی، سامر، اسچمیدت، والاس، ولابح و ادیسون، هان و هوانگ، مشخص گردید که اثرگذارترین ریسک ها در حوزه نرم‌افزار به قرار جدول زیر است.[2]

جدول 1: اثرگذارترین ریسک ها در پروژه های نرم افزاری[2]

ردیف	عنوان ریسک
1	درک نادرست نیازمندی‌های
2	عدم تعهد مدیریت ارشد پروژه و سازمان
3	عدم دخالت کاربر
4	ناتوانی در جلب تعهد کاربران
5	ناتوانی در برآورده‌سازی انتظارات نهایی کاربر
6	تغییر نیازمندی‌ها
7	عدم ارائه متدولوژی موثر مدیریت پروژه

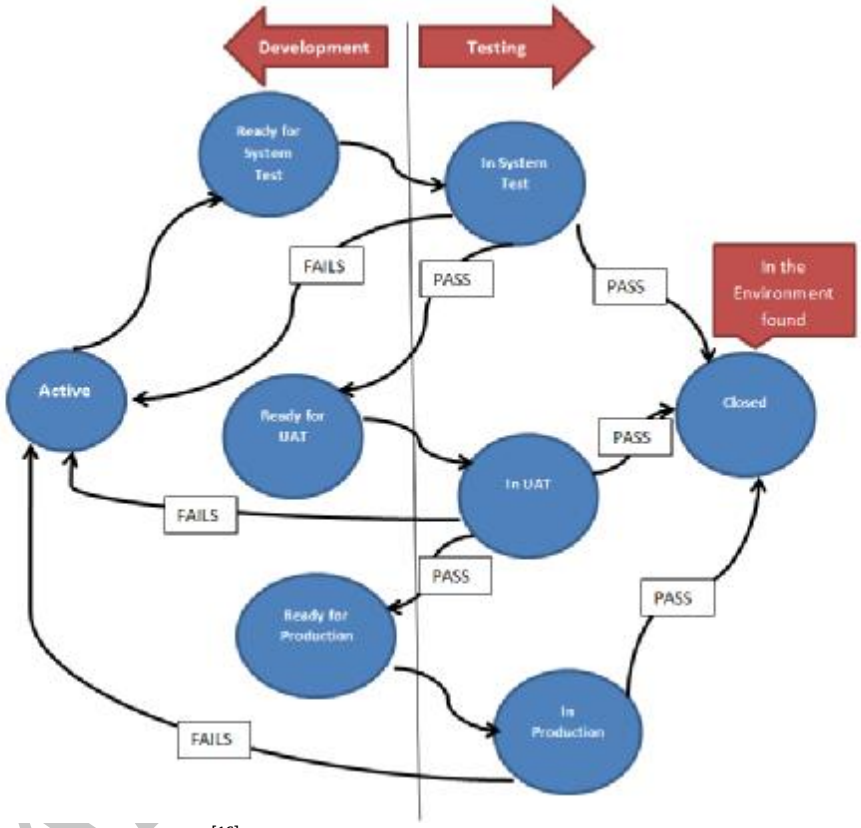
با بررسی دقیق ریسک‌های فهرست شده در جدول شماره 1 می‌توان دریافت که عدم تطابق محصول نهایی با نیازمندهای اعلام شده از سوی مشتری و ناتوانی در برآورده‌سازی انتظارات از عوامل مهم شکست پروژه‌های نرم‌افزاری به حساب می‌آیند. هر دو این عوامل در وحله نخست موجبات عدم موفقیت فرآیند تست را حاصل

[1] DoD Buzz
[2] Norton Schwartz
[3] Joint Strick Fighter

www.SID.ir
Archive of SID

خواهند نمود و پی آن کل پروژه به واسطه عدم تایید محصول تولید شده از سوی مشتری با شکست مواجه خواهد شد. لذا اجرای تست مبتنی بر نیازمندی‌های اعلامی و درگیر نمودن مشتری با فرآیند تست، می‌تواند به موفقیت این مرحله از کار و در نهایت به ثمر نشستن تلاش‌های صورت گرفته کمک شایانی نماید.

بر اساس تحقیقات ثبت شده آشیش مهرا در خصوص فرآیند تست در متدولوژی اسکرام[1] در سال 2016 میلادی، مشخص گردید که بهترین شیوه در تست نرم افزار و سیستم‌های جدید، ایجاد یک فرآیند سه مرحله‌ای تست شامل آزمون‌های سیستم، پذیرش کاربر و محصول است که به محض تایید یک مرحله، محصول مورد نظر از باید سریعاً به مرحله‌ی بعدی انتقال یابد.[16] برای درک بهتر موضوع به شکل شماره 1 رجوع شود.



شکل 1: چرخه رفع خطا در متدولوژی اسکرام[16]

اما ایجاد هر مرحله اضافی به فرآیند تست و همچنین زمان انتقال محصول مابین دو مرحله از این روند، باعث رشد تدریجی بهای تمام شده آن محصول خواهد شد. علاوه بر آن همانطور که پیش‌تر اشاره شد، افزایش زمان تحویل محصول عامل بروز برخی حساسیت‌ها میان مدیران ارشد شرکت کارفرما و در نتیجه بروز استرس در تیم تولید نرم‌افزار خواهد شد. این وضعیت نخستین مرحله برای سوق پیدا کردن مدیران شرکت تولید کننده نرم‌افزار به سمت تعجیل‌های نسجیده خواهد شد. در نهایت همین شتابزدگی نتیجه معکوس را در بر خواهد داشت و به دلیل افزایش ضریب خطا در اثر عدم مدیریت صحیح بر روی اقدامات اصلاحی و نبود

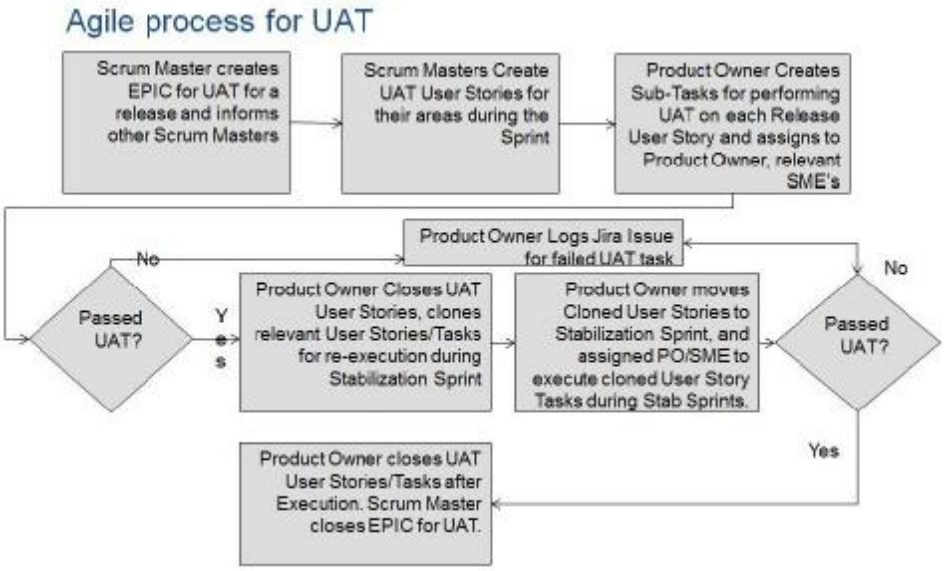
[1] Scrum

www.SID.ir

فرآیندی در جهت اجرای اقدامات پیشگیرانه[1]، زمان تحویل محصول به صورت تصاعدی افزایش خواهد یافت. لذا باید روندی اتخاذ گردد که در عین حفظ سرعت و چابکی در تحویل محصول به مشتری، امکان بررسی دقیق نتیجه نهای کار و اجرای صحیح اقدامات اصلاحی و پیشگیرانه وجود داشته باشد.

3- مشارکت کارفرما در فرآیند تست و امکان تحلیل خروجی آزمون

بالا لاکشمینارایان از شرکت زیراکس در یک مقاله به نوعی فرآیند تست در متدولوژی اسکرام اشاره نموده است که در آن محصول یا نرم‌افزار مورد نظر در قالب یک اپیک[2] تعریف شده و سایر موارد کاربرد در قالب روایت‌های کاربری[3] در زیر آن تعریف خواهند شد.[17] در صورت نتیجه عدم تایید برای هر یک از روایات، آزمونگر تاریخچه نتایج تست را در خصوص آن موضوع ثبت می‌نماید. تلاش شده است که این روند به عنوان عملیاتی خارج از دوره‌های کاری اسکرام[4] در نظر گرفته شود و در این مقطع مشارکت کارفرما از طریق بررسی نهایی محصول افزایش یابد. به گونه‌ای که توسعه‌دهندگان و مدیران شرکت پیمانکار از تولید محصول منطبق با نیازهای مشتری اطمینان حاصل نمایند.



شکل 2: یک پروسه چابک برای اجرای تست پذیرش کاربر[17]

نرم‌افزاری که عمدتاً برای مدیریت این فرآیند پیشنهاد می‌شود، جیرا[5]، محصول شرکت اطلسین[6] است که در میان مدیران پروژه‌های نرم‌افزاری از محبوبیت خاصی برخوردار است. از آنجایی که این سامانه به صورت یک نرم‌افزار تحت وب طراحی گردیده است، با قرارگیری آن در یک دامنه عمومی، امکان برقراری ارتباط با کارفرما

[1] برای درک بهتر مفهوم اقدامات اصلاحی و پیشگیرانه رجوع شود به بندهای پایانی 10-2 و 10-3 از متن استاندارد بین‌المللی ISO 9001:2015 و یا بنده 8-5-2 و 8-5-3 از متن استاندارد ISO 9001:2008

[2] EPIC
[3] User Story
[4] Sprint
[5] Jira
[6] Atlasian

www.SID.ir

و ثبت نتایج تست او از این طریق وجود دارد. اما باید گفت که جیرا در ابتدای امر تنها یک ابزار ردیاب موضوع[1] بوده است که به مرور زمان برای مدیریت پروژه‌های نرم‌افزاری بر اساس الگوهای چابک نظیر اسکرام به روز گردیده است. این نرم‌افزار تنها قادر است تاریخچه نتایج تست را به صورت گزارشات متنی در خود نگهداشته و هیچ گونه امکان ارزیابی و تحلیل داده‌ای را بر روی نتایج ثبت شده فراهم نمی‌سازد. لذا باید زیرساختی ایجاد شود که علاوه بر جلب مشارکت کارفرما در فرآیند تست پذیرش کاربر، امکان تحلیل داده-های ثبت شده در جریان این روند نیز وجود داشته باشد.

برای نمونه در سال 1394 خورشیدی و پیش از عملیاتی شدن سامانه یکپارچه بانکداری لوتوس، آزمونگران بانک پارسیان مجبور به حضور در شرکت پیمانکار (شرکت تامین خدمات سیستم‌های کاربردی کاسپین) برای اجرای عملیات تست پذیرش بودند. از سوی دیگر، در آن مقطع زمانی هیچ مکانیزم مشخصی جهت ثبت نتایج تست‌های انجام شده داخلی و آزمون‌های صورت گرفته توسط کارفرما تعریف وجود نداشت. علاوه بر آن که هیچ ابزاری برای تحلیل و بررسی داده‌های بدست آمده از نتایج تست نیز در اختیار مدیران سازمان قرار نگرفته بود. در ابتدای سال 1395 خورشیدی نرم‌افزار جیرا به منظور وسیله‌ی ارتباطی مابین دو سازمان مقرر گردید، اما هرگز نتایج تست در آن ثبت نشد. چرا که تعریف فرآیند تست در ابزار نامبرده بسیار گنگ و مبهم بود. لذا هرگز مسئولان بانک پارسیان ثبت نتایج تست در این سامانه را نپذیرفتند. از همه مهم‌تر ثبت نتایج تست داخلی و کارفرما با دو مکانیزم جداگانه، باعث ایجاد سردرگرمی مدیران تولید و افزایش حجم دوباره کاری در مکاتبات فی ما بین دو سازمان گردید.

4 – معیارهای ارزیابی عملکرد بر مبنای نتایج تست

یکی از روش‌های متداول و سنتی جهت ارزیابی عملکرد تیم تولید نرم‌افزار، بررسی نتایج تست و میزان کمیت نتایج حاصله در فرآیند آزمون است (پائول فرناندز 2011). مزیت این روش، اتکا به خروجی واقعی واحد تولید در راستای ارزیابی میزان بهروری آن است. اما این الگو به تنهایی دارای نواقص جدی بوده و نیازمند به برخی بروزرسانی‌ها است. برای مثال، از سه ماهه سوم سال 1395 خورشیدی شرکت کاسپین اقدام به ایجاد یک چهارچوب و استاندارد مشترک با بانک پارسیان جهت ثبت و جمع‌آوری اطلاعات تست نمود. گرچه این روش همچنان بر پایه ثبت اطلاعات در فایل‌هایی نظیر اکسل صورت می‌پذیرفت و امکان وجود برخی تناقضات در داده‌های ثبت شده نیز وجود داشت، اما از آشفتگی قبلی در روند تست و تحویل محصول بشدت کاسته شد. به مرور زمان مشخص گردید که با بررسی کمیت نتایج تست می‌توان تا حدود زیادی عملکرد تولید را مورد تحلیل قرار داد.

اما ایراد اصلی در این روش ناهمگونی و وزن متفاوت موارد قابل تحویل در یک نسخه بود. برای مثال یک تغییر ساده در یک فرم، ساخت یک ماژول[2] جدید، دگرگونی در یک کامپونت[3] و یا یک پروژه جدید دارای حجم کار و ارزش متفاوتی هستند که با بررسی صرف کمیت نتایج تست آنها نمی‌توان به جواب مناسبی در ارزیابی عملکرد واحد تولید در خصوص توسعه این موارد دست یافت. با بررسی بیشتر، دو راهکار برای حل این

[1] Issue Tracker
[2] Module
[3] Component

www.SID.ir
Archive of SID

موضوع پیشنهاد گردید که به صورت جمالی در ادامه به آنها پرداخته خواهد شد. راهکار نخست رتبه‌بندی هر موضوع بر اساس نوع و وزن آن بود.

راهکار دوم بر اساس نتایج تحقیق بالا لاکشمینارایان، هر موضوع بزرگتر باید به روایت ها کاربری کوچکتری و در نهایت به وظایف دقیق‌تر تقسیم شوند تا حجم کار قابل انجام در هر پروژه بر اساس کوچکترین معیار اندازه‌گیری فعالیت در تیم‌هایی توسعه نرم‌افزار محاسبه گردد. انتخاب هر یک از این دو روش به شیوه کار تیم تست و متوسط زمان مورد نیاز برای تولید در هر نسخه بستگی دارد. با توجه به تعجیل کارفرما به دریافت بروزرسانی‌های جدید نرم افزار در راستای حفظ موقعیت خود در بازار، راهکار دوم برای شرکت کاسپین بسیار زمان‌بر تشخیص داده شد و به همین علت راهکار اول جهت ارزیابی حجم فعالیت مورد استفاده قرار گرفت. بر این اساس در سه ماهه اول سال 1396 خورشیدی جدولی تهیه گردید که ضریب امتیاز هر موضوع را بر اساس نوع آن مشخص می‌نماید. به جدول شماره 2 دقت فرمایید.

جدول شماره2: تقسیم بندی ضرایب وظایف قابل انجام در شرکت کاسپین بر اساس حجم آنها

نوع کار	شرح کار	ضریب امتیاز
پروژه	اجرای مجموعه‌ای از توسعه‌ها در قالب یک چهارچوب مشخص که باعث بهبود فاحش در محصول پیشین یا ایجاد یک محصول جدید خواهد شد	10
توسعه	اجرای یک یا چند تغییر محدود و مشخص در محصول	5
خطا	رفع خطاهای اعلامی	3
فعالیت	انجام برخی فعالیت‌های ضروری نظیر اجرای دستورات بروزرسانی در پایگاه داده	1

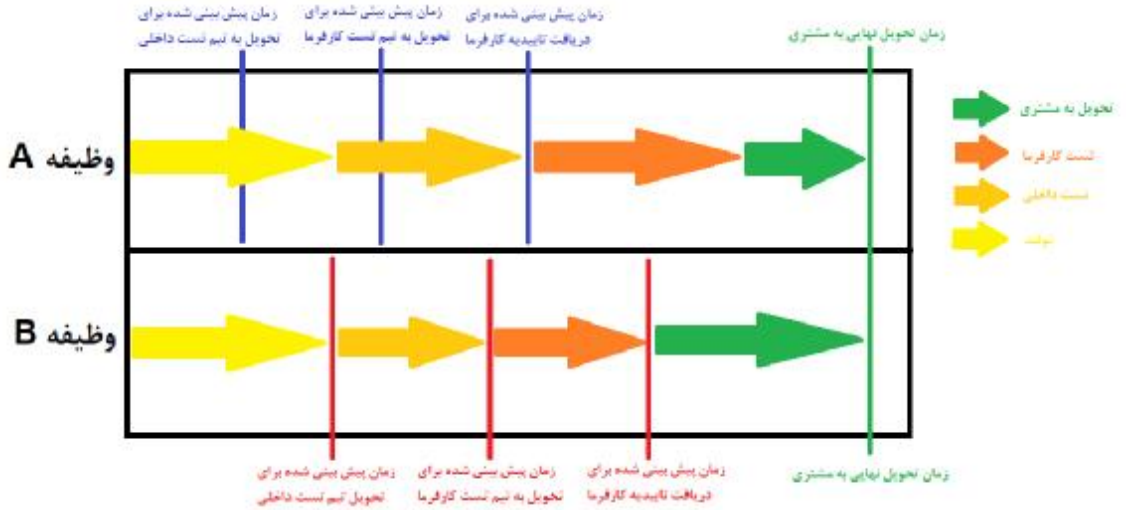
بر اساس مثلث مدیریت پروژه سه موضوع دامنه، زمان و هزینه بر کیفیت محصول نهایی تاثیر مستقیم خواهند داشت. با استفاده از راهکار بالا، موضوع بررسی نتایج تست از زاویه‌ی دید دامنه تا حد زیادی پوشش داده خواهد شد و موضوع تشخیص حجم هر فعالیت نیز مرتفع می‌گردد. حال نوبت به بررسی فاکتور زمان می‌رسد. در گام بعدی، مسئله تعهد زمانی مدیران پروژه به تحویل وظایف محوله در موعد مقرر مطرح گردید. برای مثال دو مدیر A و B مفروض می باشند که هریک موظف به انجام وظیفه‌ای جداگانه هستند. اما خروجی هر دو مدیر باید در یک بسته واحد به مشتری ارائه شود. با توجه به این موضوع که وظایف مدیر A از حجم کمتری برخوردار است، خروجی آن نیز باید زودتر از مدیران دیگر تحویل واحد تست داخلی و گروه تست مشتری گردد تا در زمان تست و رفع خطای خروجی مدیر B فشار کمتر متوجه پروژه گردد. اما در نهایت خروجی مدیر A همزمان با خروجی مدیر B آماده تحویل به مشتری می‌شود. شاید به ظاهر بسته نهایی محصول در زمان مقرر تحویل کارفرما شده است، اما بهای تمام شده بخش A با توجه به زمان صرف شده برای تکمیل آن بیش از حد انتظار خواهد بود.

متاسفانه در برخی مقاطع، تحویل همزمان چند مورد به صورت یکجا، باعث بروز سوءتفاهم در امر مدیریت پروژه می‌شود. چرا که تحویل به موقع یک بسته یا نسخه از محصول نوعی موفقیت از سوی بسیاری از مدیران تلقی خواهد شد. این در حالی است که، بر پایه اصول هزینه‌یابی بر مبنای فعالیت[1]، عدم آماده‌سازی به موقع هر یک از موارد موجود در یک نسخه می‌تواند در نهایت به افزایش بهای تمام شده محصول بیانجامد. زمان و

[1] Activity Based Costing (ABC)

Archive of SID
www.SID.ir

نیروی انسانی صرف شده برای انجام مجموعه‌ای از وظایف موازی به صورت تصاعدی افزایش خواهد یافت و احتمال بروز دوباره کاری نیز وجود خواهد داشت.



شکل 3: مقایسه روند آماده سازی دو موضوع که زمان تحویل نهایی آنها یکسان است.

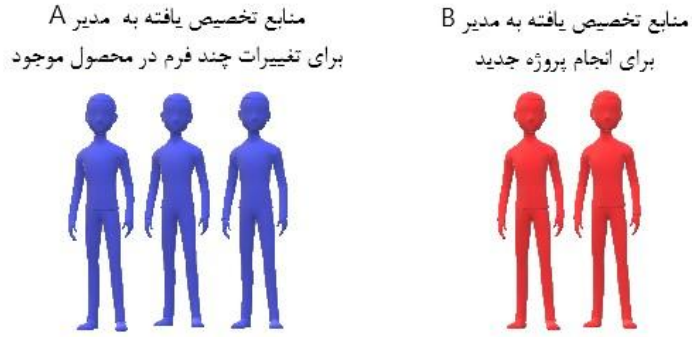
لذا پس از تحقیقات بسیار در سه ماهه سوم سال 1396 خورشید، ثبت بررسی پارامترهای ذیل در فرآیند تست شرکت کاسپین الزامی گردید.

- زمان پیش بینی تحویل به واحد تست داخلی
- زمان واقعی تحویل به واحد تست داخلی
- دوره پیش بینی شده برای تست
- زمان واقعی تست و رفع ایرادات تا تحویل به واحد تست کارفرما
- زمان تاییدیه نهایی تست کارفرما

از طریق بررسی تاریخ‌ها نامبرده امکان کنترل فاکتور زمان بر مبنای نتایج تست فراهم می شود. در گام آخر نوبت به هزینه می‌رسد. اثرگذارترین و مهم‌ترین هزینه در فرآیندهای تولید و تست، هزینه نیروی انسانی است. مجدداً همان دو مدیر A و B در مثال قبل در نظر گرفته شوند. این بار وظایف محوله ایشان از دیدگاه نیروی انسانی بکار گرفته شده بررسی خواهند شد. مدیر A یک موضوع از جنس «توسعه» را با 3 متخصص برنامه-نویس به پیش می‌برد و مدیر B یک مورد از نوع «پروژه» را با 2 برنامه‌نویس در حال تکمیل است. به صورت آشکارا مشخص می‌گردد که منابع تخصیص یافته به مدیر A بیش از حد نیاز اوست و باید در این خصوص تصمیم‌گیری جدی صورت پذیرد.

Archive of SID

www.SID.ir



شکل 4: بررسی منابع تخصیص یافته به دو مدیر متفاوت در دو فعالیت متفاوت

در نهایت بررسی منابع انسانی دخیل در یک موضوع ارجاع شده به تست داخلی در دستور کار الزامات سال 1397 خورشیدی، شرکت کاسپین قرار گرفت تا امکان برآورد و ارزیابی عملکرد فرآیند تولید مبتنی بر هزینه‌ه نیروی انسانی تخصیص یافته به هر وظایف شناسایی گردد. بدین ترتیب کلیه عناصر موثر در ارزیابی عملکرد مبتنی بر نتایج تست شناسایی شده و جدول زمانبندی برای اجرای یک سامانه واحد مبتنی بر این فاکتورها طرح‌ریزی گردیده است.

5 – الگوی تست متمرکز

همانطور که پیش‌تر مطرح گردید، یک استاندارد مشخص جهت ثبت نتایج تست ما بین شرکت کاسپین و بانک پارسیان به تایید دو طرف رسید تا از این طریق یک ترمینولوژی مشترکی برای واحدهای تست داخلی و کافرما ایجاد شده که قابل درک برای مدیران ارشد دو سازمان نیز باشد. لذا جدولی از نتایج تست و ضریب ارزش هر یک از آنها تهیه گردید تا مشخص گردد در چه شرایطی، چه پاسخی باید از سوی آزمونگر ثبت شود. همچنین بر اساس توافقات صورت گرفته مقرر گردید که مالک تست و ارزیابی هر مورد «سند نیازمندی سیستم[1]» باشد. چرا که در سند نامبرده با نظارت کارفرما تهیه گردیده و به تایید او خواهد رسید. در نتیجه بهترین معیار برای بررسی تطابق خروجی نهایی واحد تولید با نیازمندی‌های اعلامی از سوی کارفرماست.

جدول 3: ترمینولوژی مشترک شرکت کاسپین و بانک پارسیان در ثبت نتایج تست

ردیف	نتیجه تست	شرح	ضریب ارزش	اثر نتیجه در فرآیند تست
1	تایید	موضوع با سند شرح نیازمندی منطبق است	+1	پذیرش موضوع با حداقل ریسک
2	عدم امکان اظهار نظر	بر اساس یک یا چند دلیل فنی مشخص موضوع قابل تست نیست	+0/5	پذیرش موضوع با ریسک مشخص
3	عدم تایید	موضوع با سند شرح نیازمندی منطبق نیست	-1	بازگشت موضوع به واحد تولید
4	عدم تحویل	بر خلاف ادعای مدیر پروژه مربوطه موضوع به درستی تحویل واحد تست نگردیده است	-2	فرآیند تست شروع نشده است
5	در حال تست	واحد تست در حال بررسی موضوع است	0	فرآیند تست در جریان است
6	تست نشده	موضوع با حسن ظن نسبت به ادعای مدیر مربوطه در فهرست وظایف واحد تست قرار گرفته اما همچنان اقدامی بر روی آن انجام نشده است	0	فرآیند تست شروع شده اما هنوز به جریان نیافتاده است

[1] System Requirement Specification (SRS)

Archive of SID
www.SID.ir

جدول شماره 3 نه تنها نتایج تست و ضریب ارزش هر یک را بیان می‌نماید، بلکه معرف مسیر فرآیند تست در اثر حصول هر یک از نتایج نیز می‌باشد. در حقیقت با تعریف دقیق یک ترمینولوژی واحد، مکانیزم فرآیند تست برای واحدهای داخل سازمان و کارفرما شفاف گردیده و از دوباره کاری در فرآیند تست جلوگیری به عمل می‌آید. همانطور که در بخش قبل به آن اشاره گردید، با وجود تعریف چهارچوبی مشخص همچنان برخی تنقاضات در بین نتایج تست‌های داخلی و کارفرما مشاهده می‌گردد که دلیل آن عدم یکپارچگی و تمرکز عملیات ثبت اطلاعات تست بود. لذا در انتهای سال 1395 خورشیدی سیستمی تحت عنوان «سامانه مدیریت تست» پایه ریزی گردید که هدف آن متمرکز سازی عملیات تست داخلی و خارجی (کارفرما) است.

با استفاده از این سیستم، ابتدا موارد قابل تحویل در یک نسخه تعریف شده و سپس آزمونگران (چه داخلی و چه کارفرما) قادر به ثبت نتایج خود بر اساس ترمینولوژی ذکر شده در جدول شماره 3 می‌باشند. در نتیجه آخرین وضعیت تست یک نسخه به صورت لحظه‌ای قابل رهگیری بوده و تاریخچه نتایج تست هر یک از موارد بدون هیچ تناقضی بایگانی می‌گردد. چرا که تمام پرسنل دو طرف قادر به مشاهده و بررسی نتایج تست تنها از یک منبع واحد بوده و دیگر از گزارشات مجزا و مستقل خبری نخواهد بود. در نهایت این سامانه پتانسیل گزارشگیری و توانایی بررسی آماری از نتایج تست را برای سازمان ایجاد نموده و شرایط را برای اجرای مکانیزم محاسبه عملکرد واحد تولید فراهم می‌سازد.

به صورت کلی، الگوی جمع‌آوری اطلاعات تست به شیوه متمرکز از تناقضات در گزارشات به طرز چشمگیری کاسته و امکان بررسی آماری را فراهم ساخته است. این روش می‌تواند با هر ابزار مدیریتی که قابلیت ثبت تاریخچه بر اساس یک مورد مشخص را داشته باشد، صورت پذیرد. اما باید در نظر داشته که هر چه بررسی دقیق و آماری اطلاعات تست از اهمیت بالاتری برخوردار باشد، دامنه ابزارهای قابل استفاده محدودتر خواهد شد. برای مثال یکی از ابزارهای پیشنهادی برای ثبت نتایج تست در متدولوژی اسکرام، نرم افزار جیرا محصول شرکت اطلسین است. اما همان طور که پیش‌تر نیزگفته شد، ثبت نتایج تست در این نرم افزار به شیوه متنی بوده و امکان بررسی دقیق آماری در آن وجود ندارد. پس درجه اهمیت داده‌های تست، تعیین کننده‌ی ابزار پیاده‌سازی الگوی تست متمرکز خواهد بود.

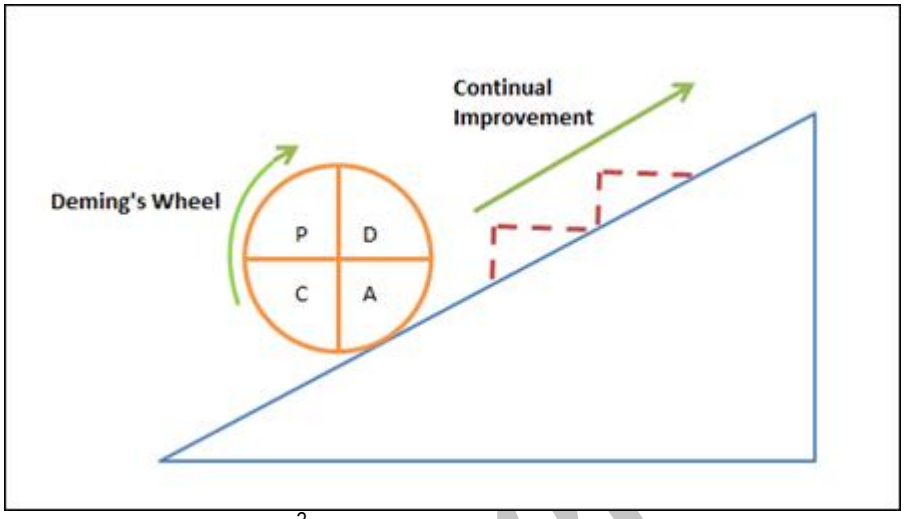
6 – روش محاسبه عملکرد

در مجموعه با اتکا به پارامترها و معیارهای موثر در عملکرد و همچنین جمع‌آوری داده های تست به شیوه متمرکز، بانک اطلاعاتی ارزشمندی به وجود می‌آید که امکان بررسی و محاسبه عملکرد واحد تولید را بر مبنای نتایج به دست آمده در فرآیند تست پذیرش را امکان پذیر می‌سازد. با توجه به روی آوردن بسیاری از شرکت‌های تولید کننده نرم‌افزار در جهان به تست چابک[1]، به دلیل ذات این نوع آزمون‌ها، مستندات نظیر نتایج تست های انجام شده کمتر مورد توجه قرار گرفته و لذا یکی از موثرترین منابع در حوزه نظارت سازمانی نادیده گرفته می‌شود. به طوری که در اکثر موارد نتایج تست آرشیو نشده و لذا مورد بازبینی نیز قرار نمی-گیرند. این موضوع در نهایت منتهی به از دست رفتن ارزشمندترین معیار کنترل کیفیت خواهد شد. نباید فراموش کرد که اصلی‌ترین منبع تغذیه‌ی مکانیزم اقدامات اصلاحی و پیشگیرانه[2]، بازخوردهای مشتری و

[1] Agile Testing
[2] Corrective and Preventive Actions (CAPA)

www.SID.ir
Archive of SID

نتایج تست هستند. از طرفی بدون وجود اقدامات اصلاحی ایجاد چرخه بهبود کیفیت موسوم به PDCA عملاً امکان پذیر نخواهد بود. دلیل این سوء برداشت می‌تواند این باشد که امروزه بسیاری از مدیران پروژه‌های نرم-افزاری چرخه بهبود کیفیت را با چرخه‌های کاری[1] در متدولوژی توسعه نرم افزار چابک اشتباه گرفته و لذا شیب پیش رونده و صعودی این فرآیند را فراموش می‌نمایند. یک چرخه ی بهبود کیفیت نه تنها فرآیندی یکنواخت و در قالبی مشخص نیست، بلکه متناسب با شرایط و زمان، شکل‌های تازه‌ای به خود می‌گیرد. برای درک بهتر موضوع به شکل شماره 5 رجوع شود.



شکل 5: چرخه بهبود کیفیت[2]

زمانی طرح‌ریزی برای اجرای اقدامات اصلاحی امکان پذیر خواهد بود که مدیران ارشد یک سازمان نگاهی شفاف و دقیق نسبت به شرایط جاری داشته و اقدامات آتی را بر اساس ضعف‌های فعلی برنامه‌ریزی نماید. بهترین راه شیوه محاسبه عملکرد بر مبنای نتایج تست است. گرچه عملکرد تولید در هر موضوع به پارامترهای متعددی نظیر شاخص‌های مدیریت پروژه و محدودیت‌های سازمان وابسته است، اما طراحی یک فرمول جامع کاری دور از ذهن به نظر نمی‌رسد. در نهایت معاونت کسب و کار شرکت کاسپین اقدام به طرح‌ریزی یک پروژه با دو فاز جهت برآورد صحیح عملکرد مدیران تولید نموده است. فاز نخست آن عملیاتی گشته که شامل محاسبه عملکرد تولید بر پایه دو فاکتور زمان و دامنه بوده و فاز دوم آن نیز در برنامه و چشم‌انداز سال 1397 خورشیدی قرار گرفته است که فاکتور هزینه نیروی انسانی را به فرمول جاری اضافه می‌نماید.

6-1- فاز اول: محاسبه عملکرد تولید بر مبنای زمان و دامنه

در این مرحله باید با اتکا بر شهود به دست آمده از نتایج تست و ترکیب آن با برخی از داده‌های موجود در دفتر مدیریت پروژه[3]، دریابیم که آیا موارد تحویل شده به واحد تست از لحاظ زمان و دامنه کاریشان مقرون به صرفه بوده‌اند یا خیر. یکی از فاکتورهای اثرگذار در بهای تمام شده محصول، زمان است. چرا که افزایش زمان تحویل یک پروژه در نهایت به افزایش هزینه‌ها منتهی خواهد شد. از سوی دیگر تعداد رفت و برگشت‌های هر

[1] Sprint

[2] برگرفته از (http://www.whatissixsigma.net/pdca-cycle/)

[3] Project Management Officer

www.SID.ir

مورد در واحد تست، بیانگر میزان دوباره کاری و افت دقت واحد تولید در تکمیل هر موضوع است. لذا این گونه می‌توان نتیجه گرفت که زمان و میزان رفت و برگشت‌ها در واحد تست رابطه‌ای عکس با راندمان واحد تولید دارد. هرچه زمان و تعداد تست‌های انجام شده در خصوص یک مورد افزایش یابد، متعاقباً راندمان واحد تولید در آن موضوع کاهش خواهد یافت.

بنابراین بررسی میزان اثرگذاری این دو فاکتور با در نظر گرفتن دامنه هر موضوع در قالب یک فرمول می‌تواند راهکاری معقولانه به نظر آید. از این روی در اولین حرکت تلاش گردیده است تا پارامترهای دخیل در این فرآیند به درستی شناسایی شوند (رجوع شود به بند4 از همین مقاله). جدول شماره 4 کلیه پارامترهای شناسایی شده توسط معاونت کسب و کار شرکت کاسپین را نشان می‌دهد که تعیین کننده میزان زمان و کار صرف شده بر روی هر موضوعی است که به واحد تست ارجاع می‌شود.

جدول 4: پارامترهای دخیل در محاسبه عملکرد واحد تولید

ردیف	نام لاتین تخصیص یافته به پارامتر	شرح
1	pdt	زمان پیش‌بینی تحویل به واحد تست داخلی
2	rdt	زمان واقعی تحویل به واحد تست داخلی
3	ptd	دوره پیش‌بینی شده برای تست
4	rtd	کسر زمانی برای رفع ایرادات و تحویل به کارفرما (عدد مابین 0/01 تا 1 است)
5	cct	زمان تاییدیه نهایی تست کارفرما
6	w	وزن تغییر
7	tr	یک نوع نتیجه حاصل شده
7	tr[f]	ضریب یک نتیجه حاصله شده
8	tr[h]	تعداد دفعات وقوع یک نوع نتیجه مشخص
9	n	تعداد نتایج در نظر گرفته شده در سامانه
10	pddt	مدت زمان تاخیر در تولید
11	cddt	مدت زمان تاخیر تحویل نهایی به مشتری
12	t	مدت زمان کل تاخیر

در ابتدا تعداد مدت زمان تاخیر در تولید و مدت زمان تاخیر در تحویل نهایی به مشتری برای یک مورد مشخص (بر پایه واحد روز) از طریق شیوه زیر محاسبه می‌گردد.

$$cddt = (cct - rdt) - ptd$$
$$pddt = rdt - pdt$$

با محاسبه این دو پارمتر می‌توان مدت زمان کل تاخیر را نیز مشخص نمود.

$$t = pddt + cddt$$

و در آخر عملکرد واحد تولید در خصوص یک مورد تحویل شده را بر پایه زمان و دامنه کار به صورت زیر محاسبه خواهد شد.

$$\sum_{i=0}^{n} (tr_i[h] \times tr_i[f] \times w) - (t \times w \times rtd)$$

Archive of SID

www.SID.ir

درحقیقت این فرمول انحراف معیار یک پروژه در حال تحویل را مبتنی بر تعهدات اعلام شده مدیران تولید محاسبه می‌نماید. در مدیریت پروژه انحراف معیار می‌تواند مثبت یا منفی باشد که البته هر دو به یک میزان برای مدیریت یک پروژه نرم‌افزاری خطرناک هستند. انحراف معیار منفی نشان دهنده هدر رفت منابع بوده و انحراف بیش از حد مثبت نیز عدم برآورد صحیح مدیران از حجم کار در زمان تخمین اولیه[1] را آشکار می-سازد. لذا بهتر است برای حداقل و حداکثر حالت مطلوب، متناسب با شرایط سازمان مبنایی در نظر گرفته شود.

مفروض است که محصول A با شماره نسخه 1.3.10 آماده تحویل به مشتری است. در این نسخه بیش از 30 بروزرسانی به مشتری تحویل خواهد گردید. در این میان یک مورد تحت عنوان «توسعه بخش مدیریت کاربران» در دستور کار واحد تولید قرار گرفته است که متعاقباً تست آن انجام شده و به مشتری نیز تحویل نیز گردید. پیش از تحویل نسخه به مشتری دو فرآیند تست ارزیابی داخلی و تست نهایی مشتری بر روی نسخه مذبور صورت پذیرفته است که به دلیل وجود خطا شامل برخی رفت و برگشت‌ها مابین تیم تولید نیز می‌شود. داده‌های اولیه تست مورد فوق بر اساس جدول زیر تنظیم گردیده‌اند.

جدول 5: وضعیت تست توسعه بخش مدیریت کاربران در نسخه 1.3.10

تاریخ پیش بینی تحویل به تست داخلی	تاریخ واقعی تحویل به تست داخلی	تاریخ تایید نهایی مشتری	تعداد دفعات تست داخلی	تعداد دفعات تست کارفرما
1396/09/10	1396/10/05	1396/10/20	5	2

جدول تفکیک نتایج تست موضوع مورد مطالعه نیز به قرار زیر است.

جدول 6: تفکیک نتایج تست توسعه بخش مدیریت کاربران در نسخه 1.3.10

نتیجه تست	تعداد وقوع در تست داخلی	تعداد وقوع در تست کارفرما
عدم تحویل	1	0
عدم تایید	3	1
تایید	1	1

با توجه به جدول شماره 2، ضریب وزن تغییر این مورد 5 است و اگر اطلاعات جدول شماره 6 با ضرایب موجود در جدول شماره 2 ترکیب شوند، بخش نخست فرمول به شیوه زیر قابل محاسبه خواهد بود.

- عدم تحویل = 5 × 1 × 2- = 10-
- عدم تایید = 5 × 4 × 1- = 20-
- تایید = 5 × 2 × 1 = 10

$$\sum_{i=0}^{n}(tr_i[h] \times tr_i[f] \times w) = -10 - 20 + 10 = -20$$

[1] Feasibility Study

Archive of SID
www.SID.ir

عمدتاً پارامتر کسر زمانی برای رفع ایرادات و تحویل به کارفرما در قراردادها یک چهارم زمان توافق شده در نظر گرفته می‌شود. لذا این ضریب 0/25 خواهد بود. از سوی دیگر اگر دوره پیش بینی شده برای تست 10 روز در نظر گرفته شود، با بررسی اطلاعات جدول شماره 5 بخش دوم فرمول نیز به شیوه زیر محاسبه خواهد شد.

- مدت زمان تاخیر در تولید = 25
- مدت زمان تاخیر تحویل نهایی به کارفرما = 10 – 15 = 5
- زمان کل تاخیر = 25 + 5 = 30

$$(t \times w \times rtd) = 30 \times 5 \times \frac{1}{4} = 75$$

لذا امتیاز نهایی فرآیند تولید در خصوص موضوع توسعه بخش مدیریت کاربران به قرار زیر خواهد بود.

$$\sum_{i=0}^{n}(tr_i[h] \times tr_i[f] \times w) - (t \times w \times rtd) = -20 - 75 = -95$$

انحراف معیار به دست آمده به وضوح نشان می‌دهد که عملکرد تولید در خصوص موضوع مورد مطالعه چه به لحاظ سرعت و چه به لحاظ دقت بسیار پایین‌تر از حد انتظار بوده است. چرا که هم زمان تحویل به دراز انجامیده و هم تعداد دفعات رفت و برگشت مابین گروه‌های تست داخلی و کارفرما با واحد تولید بیش از حد مجاز بوده است. در این مثال اگر امتیاز سایر 29 مورد موجود در نسخه 1.3.10 مانند آنچه در بالا مشاهده شد مورد محاسبه قرار گیرد، برآورد انحراف معیار کل نسخه نیز امکان پذیر خواهد بود.

6-2- فاز دوم: محاسبه عملکرد تولید بر مبنای هزینه

با توجه به این موضوع که منابع انسانی به کار گرفته شده در یک پروژه متناسب با حجم کار موجود در آن مشخص می‌گردد، لذا در گام بعد باید جدول وزن کشی وظایف با تفکیک بیشتری تقسیم بندی شود. برای مثال می‌توان جدول شماره 6 را ملاک کار قرار داد.

جدول 6: نمونه تفکیک دقیق تر از دسته‌بندی فعالیت‌ها

نوع کار	زیر گروه	تعداد نفرات مجاز	مجموع ضرایب تخصص مجاز	وزن تغییر
پروژه	پروژه سطح 1	6	4200	54
	پروژه سطح 2	5	4000	36
	پروژه سطح 3	4	3800	18
توسعه	توسعه سطح 1	4	2200	18
	توسعه سطح 2	3	2000	12
	توسعه سطح 3	2	2100	6
خطا	خطا سطح 1	2	1200	6
	خطا سطح 2	1	1000	3
فعالیت	ندارد	1	800	1

Archive of SID

www.SID.ir

در اینجا منظور از ضریب تخصص عددی است که واحد فنی با مشاوره بخش منابع انسانی برای تشخیص میزان توانمندی حرفه‌ای پرسنل تعیین می‌نماید. این موضوع بیشتر توسط واحد منابع انسانی و مبتنی بر رزومه حرفه‌ای افراد و میزان حقوق ماهیانه یا ساعتی ایشان مدیریت می‌گردد. حال اگر تعداد نفرات استفاده شده برای تکمیل یک موضوع با علامت rmp، تعداد نفرات مجاز برای آن کار با عبارت amp، مجموع ضرایب تخصصی مجاز x و مجموع ضرایب تخصصی استفاده شده y نشان داده شوند، فرمول نهایی بند 1-6 به صورت زیر بهینه‌سازی خواهد شد.

$$(\sum_{i=0}^{n}(tr_i[h] \times tr_i[f] \times w) - (t \times w \times rtd)) - ((rmp \times y) - (amp \times x))$$

با این حساب اگر نیروی انسانی بکار گرفته شده بیش از حد مجاز باشد تاثیر آن بر پاسخ نهایی منفی خواهد بود و اگر تعداد نفرات کمتر از حد مجاز باشد باعث رشد مثبت امتیاز خواهد شد. در این بین توجه به نکات زیر می‌تواند تحلیل مناسبی را از داده‌های جمع‌آوری شده برای مدیران ارشد فراهم سازد.

نکته 1: افزایش مدت زمان تاخیر تحویل نهایی به کارفرما ممکن است ناشی از ضعف کاری واحدهای تست و کنترل کیفیت نیز باشد. لذا در زمان تنظیم اقدامات اصلاحی و پیشگیرانه، بررسی عملکرد این واحدها نیز باید در دستور کار قرار گیرد.

نکته 2: این شیوه محاسبه عملکرد برای پروژه‌هایی که قابلیت تحویل فازی‌بندی شده یا تحویل تدریجی دارند (مانند شیوه تحویل مبتنی بر پرداخت[1]) و یا نرم‌افزارهایی که خود شامل پروژه‌های کوچکتر بوده که گاهاً حتی مستقل از یکدیگر نیز هستند (مانند سیستم عامل‌ها[2]، سامانه‌های بانکداری متمرکز[3]، سیستم مدیریت زنجیره تامین[4]، سامانه برنامه‌ریزی منابع سازمانی[5] و غیره) کاربرد خواهد داشت.

نکته 3: تشخیص انحراف معیار خود به تنهایی برای حل موانع پیش‌روی فرآیند بهبود مستمر کافی نیست. گام بعدی تشخیص علل انحراف معیار با کمک بررسی شهود عینی است. این راهکار میزان و محل انحراف را مشخص می نماید نه علل آن را.

نکته 4: حاصل شدن مقدار صفر در یک بخش و یا کل فرمول بیانگر آن است مدیر پروژه مربوطه از تمامی حدود قانونی خود برای تحویل به موقع آن موضوع بهره برده و در این امر نیز موفق بوده است. اما خروجی وی نماینگر هیچ گونه بهره‌وری در جهت مثبت نخواهد بود. لذا بهای تمام شده محصول در نهایت با مقدار محاسبه شده اولیه برابر است و امکان شکستن قیمت در بازار رقابتی وجود ندارد. لذا این موضوع خود نوعی ریسک به حساب می‌آید.

[1] Pay as you go
[2] Operating System
[3] Core Banking
[4] Chain Management System
[5] Enterprise Resouce Planning (ERP)

www.SID.ir
Archive of SID

7 – نتیجه گیری

بسیاری از مدیران برای ارزیابی عملکرد واحد تولید خود تمایل به ثبت تاریخچه کاری[1] پرسنل دارند. این در حالی است تاریخچه کاری ابزاری است تقریبی برای برآوردهای نسبی که عمدتاً شامل داده ها و اطلاعات ناقص و حتی جعلی است که توسط خود پرستل ثبت می‌شود. اما نتایج تست یک واقعیت عینی از عملکرد تولید است. بررسی راندمان تولید با استفاده داده‌های بدست آمده از تست‌های انجام شده امری معقولانه‌تر از ثبت اطلاعاتی است که در اکثر مواقع حتی به درستی مورد مطالعه قرار نمی‌گیرند! تنها راه رسیدن به این توانمندی برپایی سیستمی متمرکز و یکپارچه است که بدون ایجاد فشار و کار اضافی، قادر به جمع‌آوری اطلاعات در خلال فرآیند تست پذیرش کاربر باشد و از الگوی مناسبی جهت ثبت و ارزیابی اطلاعات پیروی نماید. در نهایت این الگو باید با اتکا به تشخیص صحیح نواقص اجرایی در فرآیند تولید، متضمن اجرای صحیح چرخه بهبود کیفیت باشد.

تشکر و قدردانی

با سپاس از مدیر عامل محترم بانک پارسیان جناب آقای دکتر کوروش پرویزیان و همچنین مدیر عامل محترم شرکت تامین خدمات سیستم‌های کاربردی کاسپین، جناب آقای مهندس سعید قندی که مساعدت‌های لازم را در راستای تکمیل و نشر این مقاله مبذول فرموده‌اند.

مراجع

[1] الزامات سیستم‌های مدیریت کیفیت منطبق با استاندارد بین المللی ISO 9001:2008، سازمان استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، اسفند ماه 1388، کد ICS:03.102.10

[2] فرزانه حج و دکتر امین بابا زاده سنگر، «مروری بر شناسایی فاکتورهای ریسک‌های پروژه‌های نرم‌افزاری»، کنفراس ملی تحقیقات بین رشته‌ای در مهندسی کامپیوتر، برق، مکانیک و الکترونیک

[3] مقاله تست نرم‌افزار 22 دی 1395 از شرکت مهندس پیشگان آزمون افزار یاس (https://goo.gl/9caZ5M)

[4] علی یگانه مقدم، «تست نرم افزار (آلفا و بتا)»، 3 اردیبهشت 1395، سایت .NET Tips (https://goo.gl/1ny9QP)

[5] سامانه جامع بانکداری متمرکز لوتوس در بانک پارسیان، سایت تحلیل خبری عصر ایران، 22 اسفند 1394 (https://goo.gl/GWP2oH)

[6] Software & Systems Engineering Standards Committee of the IEEE Computer Society, IEEE Standard for Software and System Test Documentation (IEEE Std 829-2008), IEEE-SA Standards Board, 27 March 2008, ISBN 978-0-7381-5746-7

[7] Adtha Lawanna, The Theory of Software Testing, Jul 2012, Department of Information Technology, Faculty of Science and Technology, Assumption University, Bangkok, Thailand

[8] Jan Kusiak, A Manager's Guide to User Acceptance Testing, General Manager IRM Training Pty Ltd (2002-2007)

[9] User Acceptance Testing of Software Application, thought paper, AUDITime Information Systems Ltd

[10] Michael Bolton, User Acceptance Testing – A Context-Driven Perspective, DevelopSense

[1] Worklog

Archive of SID
www.SID.ir

[11] Jeff Tian, Software Quality Engineering; Testing, Quality Assurance, and Quantifiable Improvement, IEEE
[12] By Hung Q. Nguyen, Michael Hackett, Brent K. Whitlock, Happy About Global Software Test Automation
[13] SOFTWARE DEVELOPMENT - A Digital Jet for the Modern Battlespace, F-35 Lightning II Official Website, Lockheed Martin Corporation (https://goo.gl/eWMGjd)
[14] David Millward, The F-35 Won't Be Able To Fire A Shot Until 2019 Due To The Latest Technical Problem, The Telegraph, Dec. 31, 2014, Business Insider (https://goo.gl/BMo2uE)
[15] JOHN REED, Schwartz Concerned About F-35A Delays, NOVEMBER 23, 2010, DoD Buzz Website (https://goo.gl/KWJJrv)
[16] Ashish Mehra, A Testing Strategy in Scrum, Scrum Alliance, 15 July 2016 (https://goo.gl/zm9TAo)
[17] Bala Lakshminarayan from Xerox Inc, An Agile Process for User Acceptance Testing, Scrum Alliance, 3 July 2013 (https://goo.gl/0hdFaA)
[18] Paulo Fernandes, Afonso Sales, Alan R. Santos, Thais Webber, Performance Evaluation of Software Development Teams: a Practical Case Study, Elsevier B.V, 2011

Archive of SID

www.SID.ir