پژوهش‌های حسابداری مالی و حسابرسی
سال ٦ / شماره ۲۳ / پاییز ۱۳۹۳
صفحه ۱۳۳ تا ۱۵۰

تأثیر تغییر ساختار و یکپارچه‌سازی فرآیند طراحی محصولات بر هزینه‌های تحقیق و توسعه

سیدمحمد سیدحسینی[۱]
امیررضا کیقبادی[۲]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۰۴/۲۰ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۰۶/۲۱

چکیده

هزینه‌های تحقیق و توسعه نه‌تنها محرک رشد کسب‌وکار و معیار توسعه‌یافتگی‌اند بلکه می‌توانند نقش بسزایی در افزایش سودآوری و ثروت سهامداران ایفاء نماید. اما در کشورهای درحال توسعه، ریسک عدم موفقیت سرمایه‌گذاری و نیز نگرانی از شکست به‌واسطه توان مالی پایین این کشورها، عاملی بازدارنده در تخصیص بودجه مناسب به این بخش است. از طرف دیگر فناوری‌های نوین میان‌رشته‌ای مانند ربات‌ها هرچند توانسته‌اند به شکلی توان‌افزا از پیشرفت‌های رشته‌های متعدد، جهت ارائه محصولات هوشمند استفاده نمایند؛ اما مطالعه مدل‌های تحقیق و توسعه در این حوزه‌ها، نشان از تعداد دفعات زیاد بازبینی ایده‌ها و درنتیجه هزینه زا، زمان‌بر بودن آن‌ها دارد، حال‌آنکه محیط‌های رقابتی نیازمند سرعت در پاسخگویی به تغییرات نیاز مشتریان‌اند.

در این تحقیق هدف بهبود فرآیند تحقیق و توسعه از طریق گسترش مدلی یکپارچه با ساختاری منعطف است که بتواند دفعات بازبینی و نیز هزینه و زمان را در کل فرآیند کاهش دهد. از این‌رو تلاش گردید به موازات حذف مراحل غیرضروری طراحی و شبیه‌سازی، با ایجاد چتر وابستگی متقابل و اصلاح ساختار نیروی انسانی متناسب با آن، امکان انطباق هرچه بیشتر میان اجزاء طراحی‌شده در حوزه‌های مختلف میسّر و تعداد ایده‌های آزمون شده نیز افزایش یابد. با انتخاب روش تحقیق تجربی (آزمایشگاهی)، دو گروه نمونه با حجم ۳۵ عدد ربات در هر دسته، یکی بر اساس تنها مدل یکپارچه موجود و دیگری مبتنی بر مدل پیشنهادی تحقیق ساخته شدند.

درنهایت تحلیل یافته‌های با استفاده از نرم‌افزار Analyse-it نشان داد، نه‌تنها توسعه بر اساس هر دو مدل، با توجه به ضریب اسپیرمن از اعتبار قابل‌قبولی برخوردار است؛ بلکه آزمون مقایسه میانگین گروه‌ها ازلحاظ دفعات بازبینی، هزینه و زمان از طریق آماره Z ، تأیید می‌نماید یکپارچگی و چابکی مدل پیشنهادی جهت فرآیند تحقیق و توسعه در مقایسه با مدل موجود مناسب‌تر است.

واژه‌های کلیدی: هزینه تحقیق و توسعه ، فرآیند طراحی محصول، مدل یکپارچه، محیط رقابتی.

۱- استاد، گروه آموزشی مدیریت صنعتی، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.
۲- دانش آموخته دکتری تخصصی، گروه آموزشی مدیریت صنعتی، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران، نویسنده اصلی و مسؤل مکاتبات. a.keyghobadi @iauctb.ac.ir

Archive of SID
www.SID.ir

۱- مقدمه

هزینه‌های تحقیق و توسعه سنگین بوده و شرکت‌ها به امید آنکه بتوانند به محصولات و بازارهای جدید دست یابند اقدام به سرمایه‌گذاری در این خصوص می‌نمایند. سرمایه‌گذاری زیاد روی هزینه‌های تحقیق و توسعه برای کشورهای پیشرفته عادی بوده و آنان از ایده‌های نو استقبال می‌کنند؛ اما سرمایه‌گذاری در این بخش برای کشورهای درحال‌توسعه اغلب طاقت‌فرسا است زیرا آنان به دلیل توان مالی پایین‌تر در مقابل شکست و ریسک عدم موفقیت حساس بوده و به‌شدت از تخصیص بودجه به تلاش‌هایی که منجر به موفقیت نگردد پرهیز می‌نمایند، زیرا اغلب در این کشورها تنها تلاش‌هایی که موفقیت‌آمیز هستند جزء دارایی شناسایی‌شده و مابقی هزینه‌های این بخش در دوره‌ای که فعالیت تحقیق و توسعه انجام‌شده به‌حساب سود و زیان منظور و سود دوره را کاهش و درنتیجه باعث ارزیابی عملکرد ضعیف مدیران در بخش معیارهای مالی خواهند شد.(اسکات[1]، ۲۰۰۶)

تحقیق و توسعه (R&D) هرگونه فعالیت منسجم و خلاق در جهت افزایش سطح دانش مربوط به انسان، فرهنگ، جامعه و استفاده از این دانش برای کاربردهای جدید است(علی احمدی، ۱۳۷۷ ، ص ۱۰). به بیانی دیگر، تحقیق و توسعه، فرایند تبدیل اندیشه‌ها به تولیدات جدید و باکیفیت‌تر شدن تولیدات موجود است .این تولیدات مربوط به موارد سوددهی به مصرف‌کننده‌ی نهایی یا به فناوری‌های فرایند تولید است .نقش اساسی تحقیق و توسعه در رشد اقتصادی، تا حدی است که از آن به‌عنوان یک متغیر مهم در اقتصاد نام‌برده می‌شود(جفری[2]، ۱۹۸۹،ص۵).

امروزه پیدایش و به‌کارگیری شیوه‌های نوین در تولید و ساخت با تحول از تولید انبوه ، تولید ناب و تولید چابک در کنار دستیابی به تکنولوژی‌های پیشرفته در طراحی و توسعه محصولات با گذار از تکنولوژی‌های تک‌رشته‌ای به چند رشته‌ای ، میان‌رشته‌ای و فرا رشته‌ای به‌خوبی بیانگر تلاش‌ها در جهت انطباق هرچه بیشتر با ویژگی‌های نیاز در محیط‌های رقابتی با تغییرات سریع ، دائمی و پیچیدگی توان آنان است.

نظام تولید چابک قصد دارد با سرمایه‌گذاری بر روی افراد و تکنولوژی‌های پیشرفته اطلاعاتی و تولیدی با واکنشی سریع و مؤثر هرگونه تغییرات غیرمنتظره را جهت حفظ بقاء و کسب موفقیت به فرصتی جهت رقابت در محیط تبدیل نماید.

به‌منظور استفاده کامل از مزایای ایجادشده توسط فنّاوری‌های میان‌رشته‌ای ، به‌ویژه ایجاد و افزایش سرعت پاسخگویی در محیط‌های رقابتی، به‌عوض آنکه صرفاً جنبه‌های تکنیکی و تکنولوژیکی طرح را در شاخه‌های مختلف مهندسی مدنظر قرار دهیم ؛ بایستی روشی یکپارچه همانند مهندسی همزمان[3] را جهت توسعه محصول پذیرفت و آن را بکار گرفت.

بنابراین ازآنجاکه محیط‌های رقابتی شاهد افزایش دائمی سرعت تغییر در نیاز مشتریان و پیچیدگی توالی آن‌ها می‌باشند. در این محیط‌ها به‌منظور پیش‌بینی و پاسخ گوئی سریع و مؤثر می‌توان از یک‌سو

Archive of SID
www.SID.ir

مزایای نظام تولید چابک به‌عنوان شیوه (فلسفه) تولید و ساخت و سوی دیگر از پیشرفت‌های تکنولوژی‌های میان‌رشته‌ای به‌عنوان محور طراحی و توسعه محصولات استفاده نمود.

از طرف دیگر همان‌طور که اشاره شد یکی از معیارهای سنجش عملکرد مدیران و شرکت‌ها معیارهای مالی است و به همین سبب اکثر مدیران در کشورهای درحال‌توسعه از سرمایه‌گذاری در حوزه تحقیق و توسعه به‌واسطه ریسک بالای عدم موفقیت‌آمیز بودن آن سرباز می‌زنند اما بایستی توجه داشت امروزه به‌منظور سنجش عملکرد شرکت‌ها تنها معیارهای مالی بسنده نکرده و جنبه‌های غیرمالی مانند رشد و یادگیری و نیز رضایت مشتریان از عوامل مهمی است که موردتوجه و سنجش قرار می‌گیرد . بدیهی است در صورت طراحی مدلی که بتواند با رفتاری پیش کنشی و سریع خواست مشتریان را پاسخگو باشد دیگر مدیران این‌گونه شرکت‌ها تنها ملاک ارزیابی خود را در اعداد مربوط به‌صورت سود و زیان شرکت جستجو نخواهند نمود و به سایر متغیرهای ازجمله حفظ و ارتقاء رضایت مشتریان از طریق معرفی محصولات جدید منتج از سرمایه‌گذاری در فرآیندهای تحقیق و توسعه توجه خواهند نمود.

۲- پیشینه تحقیق

هرچند بسیاری از شرکت‌های معتبر جهانی به‌ویژه در حوزه نفت و گاز کل این هزینه‌ها را در بخش دارایی‌های نامشهود خود منظور می‌نمایند. (اسکات، ۲۰۰۶)

در ایران این هزینه‌ها در قالب استاندارد حسابداری کشور ، شماره ۱۷ را به خود اختصاص داده که مربوط به دارائی‌های نامشهود است. پارک و همکارانش[۴]،در سال ۲۰۱۴ نیز به نحوه احتساب این هزینه‌ها به‌عنوان دارایی یا منظور کردن آن به‌عنوان هزینه در صورت سود و زیان شرکت پرداخته‌اند و آن را به‌عنوان نگرش متفاوت به این هزینه‌ها از منظرهای مختلف موردبحث و بررسی قرار داده تا نشانه‌هایی از نگرش سرمایه‌ای به این مخارج را برجسته سازند. هرچند همچنان بسیاری از مدیران صنعتی فکر می‌کنند که مخارج تحقیق و توسعه نوعی هزینه است و از آثار سودآورانه این مخارج غافل هستند. (علی دهقانی و همکاران، ۱۳۸۶)

البته برخی از مدیران به‌وسیله همین ابزار به مدیریت سود در قالب استانداردهای حسابداری پرداخته‌اند و شواهد مؤید آن است که مدیران در صورت‌های مالی خود به‌منظور پرهیز از تبعات منفی آن این هزینه‌ها را در بخش دارایی منظور نموده تا وارد صورت سود و زیان و کاهش سود نگردد هرچند بر اساس یافته‌های آنان شواهد کافی برای اثبات دست‌کاری مستقیم مدیران در این خصوص وجود ندارد.(گویی‌دارا[۵] و همکاران، ۲۰۱۴)

از سوی دیگر نگرش‌های متفاوتی به محرک‌های تحقیق و توسعه وجود دارد به‌عنوان‌مثال اینکه کشش تقاضا و قابلیت دسترسی می‌توانند بر روی توسعه و فرصت‌های فناورانه می‌تواند بر روی تحقیق مؤثرند باشند.(برگ گیلا[۶]، ۲۰۱۴)

Archive of SID
www.SID.ir

۲-۱- طراحی و توسعه محصول و مهندسی همزمان

طراحی فرآیند پیچیده‌ای است که نمی‌توان آن را همانند توالی ساده‌ای از فعالیت‌ها و یا مانند یک الگوریتم کامپیوتری تشریح نمود. فرایند طراحی در مدل عمومی دارای مراحلی به‌قرار زیر است :

- شناسایی مشکل: (تعیین)
- طراحی سیستم : شامل مشخصات سیستم و مدل سیستم
- اجرا و ساخت : شامل انتخاب اجزاء ، آزمایش اجزاء، یکپارچه‌سازی سیستم، ممیزی سیستم، تکرار (درصورتی‌که عدم انطباق با نیاز و یا عدم رفع مشکل)، بهره‌برداری (به‌کارگیری) و تعمیر و نگهداری. ارتباط میان مراحل متوالی این فرآیند از تعیین نیاز (شناسایی مشکل) ، تا بهره‌برداری و درنهایت تعمیر و نگهداری بایستی ارتباطی دوجانبه باشد.(آکار[۷]، ۱۹۹۵)

سطح توسعه محصول بازتاب کل فعالیت‌های یک شرکت است. در حقیقت ، هدف از محصول خود محصول نیست بلکه تجارت موفقی است که برای شرکت به وجود می‌آورد. بنابراین تمرکز صرف بر روی طراحی محصول کافی نیست و بایستی تحقق اهداف زمینه‌های فروش و بازاریابی نیز در طراحی مدنظر قرار گیرد.

در این سطح می‌توان محدودیت‌های مربوط به طراحی محصول ، که فروشندگان و رقبا آن را ایجاد می‌کنند مانند قابل‌فروش بودن محصول[۸] و یا محدودیت‌هایی که به‌واسطه تولید به وجود می‌آید (محصول باید تولید شدنی[۹] باشد) را تشریح نمود.

سال‌هاست شرکت‌ها ، تولید محصول را به‌عنوان توالی ثابتی از فعالیت‌ها ، که هریک توسط بخشی متفاوت انجام می‌شوند در نظر می‌گیرند ازجمله : تحقیق در مورد بازار توسط بازاریابی ، طراحی محصول توسط بخش مهندسی ، آمادگی تولید توسط بخش تولید و فروش توسط بخش فروش.با افزایش رقابت بین‌المللی و فشار برای کاهش زمان فرآوری ، این روال دیگر عملی نخواهد بود و بایستی این فعالیت‌ها هم‌راستا باهم انجام شوند تا از وجود توجه کافی به نیازهای بازار و تکنولوژی‌های تولید حین طراحی اطمینان حاصل شود. در استراتژی متوالی ، اطلاعات زیادی در هر انتقال از یک بخش به بخش دیگر از بین رفته و همین امر منجر به ایجاد تغییرات عمده در ویژگی‌های محصول می‌شود که اغلب نامطلوب می‌باشند. امروزه بر استراتژی جدیدی تأکید می‌گردد که عبارت است از :

منظور از توسعه یکپارچه محصول از طریق مهندسی همزمان ، آن است که بایستی فعالیت‌ها بخش‌های بازاریابی ، طراحی و تولید محصول، به‌منظور اطمینان از موفقیت پروژه توسعه به‌طور همزمان انجام گردد. (آندرسن،۱۹۸۷)

همان‌طور که پیش‌ازاین نیز اشاره شد نقطه آغازین فرآیند « توسعه یکپارچه محصول » شامل وضعیتی کاملاً غیر مشخص از « نیازهایی » است باید به‌درستی بررسی و تشخیص داده شوند. زیرا در اینجا ماهیت محصول (رفع نیاز) میزان و دقت فعالیت که در هر مرحله بایستی صورت پذیرد را تعیین خواهد نمود. .

Archive of SID
www.SID.ir

مدل طراحی محصولات میان‌رشته‌ای در ابتدا بر اساس مدل‌های کلاسیک طراحی و مبتنی بر اصول طراحی در حوزه‌های خاص مهندسی بود ؛ در این مدل‌ها متخصصین تحقیق و توسعه دارای مهارت‌های خاص در حوزه‌های عملکردی خود هستند ، اما اغلب فاقد دانش لازم درزمینهٔ همکاری می‌باشند. بدیهی است در این حالت طراحی اجزاء موردنیاز سیستم از هر حوزه ، به‌طور مجزا و بدون توجه به نیازهای مرتبط با آن در سایر حوزه‌ها انجام می‌گیرد و باعث تشدید دوباره‌کاری‌ها حتی در ساخت نمونه‌های اولیه و صرف هزینه‌های اضافی و طولانی شدن بیش‌ازحد زمان ارائه محصول می‌گردند.

برای نخستین در سال ۱۹۹۵ مدلی جهت طراحی و توسعه محصولات میان‌رشته‌ای توسط گانسنومیر[۱۰] ارائه گردید که در پی یکپارچه‌سازی مرحله از طراحی تا کاربرد محصول بکار گرفته‌شده بود. این مدل بر روی ایجاد روشی هماهنگ با نیازهای طراحی، ساخت، یکپارچه‌سازی و آزمون مکرر ابعاد محصول در سطوح مختلف متمرکز است. این مدل در چند نوبت توسط (ایسرمن[۱۱]، ۱۹۹۶) ،(هاراشیما[۱۲] و تومیزوکا[۱۳]، ۱۹۹۶)، (استیونس[۱۴] ، ۱۹۹۸) ، (تومیزوکا، ۲۰۰۰) اصلاح گردید تا درنهایت در سال ۲۰۰۰ توسط ون براسل[۱۵] و مبتنی بر مهندسی همزمان تکامل‌یافته و به‌صورت استاندارد VDI[۱۶] در سال ۲۰۰۴ موردپذیرش قرار گرفت. از مزایای این مدل از توسعه آن است که هر مرحله از توسعه محصول می‌تواند با جزئیات و مستندات کامل مرحله قبل اجرا شود، ضمن آنکه می‌تواند با ایجاد حلقه ممیزی[۱۷] و تائید[۱۸] ریسک‌های احتمالی و یا هر آنچه باعث کاهش پذیرش و رضایت مشتری می‌گردد را تشخیص و مانع از صرف زمان و هزینه چندین برابر جهت انجام آزمون‌های مکرر و تشخیص مشکلات در مراحل نهایی پروژه گردد .

گانسنومیر و همکارانش در سال ۲۰۱۱ مجدداً ، بر بین‌رشته‌ای بودن طراحی ربات‌ها اشاره نموده و جهت پرهیز از بروز شکست ایده در قالب محصول بر لزوم هماهنگی و همگامی حوزه‌های مختلف درگیر در فرآیند طراحی و توسعه ، از طریق برقراری ارتباط مؤثر میان آنان تأکید نمودند. آنان در مدل جدید از نمونه اولیه کامپیوتری یا همان محصول مجازی[۱۹] جهت یکپارچه‌سازی طراحی استفاده می‌گردد، که خود نشانگر روشی جهت پرهیز از شکست‌های مکرر درنتیجه عدم انطباق طراحی در حوزه‌های مختلف و همچنین نیاز به انطباق خصوصیات محصول طراحی‌شده باقابلیت‌های و محدودیت‌های فناوری ساخت در سیستم تولیدی است. طراحی مجازی به‌ویژه در مرحله ساخت نمونه اولیه می‌تواند یکی از طرق پرهیز از جزئیات غیرضروری به‌خصوص در سطح اجزاء به شمار آید .

تومی‌یاما[۲۰] و کوموتو[۲۱] در سال ۲۰۱۰ همچنان از مدل ارائه‌شده گانسنومیر به‌عنوان استاندارد رایج طراحی و توسعه سیستم‌های پیچیده مهندسی نام می‌برند. اما آنان نیز به دلیل جزئیات غیرضروری در طراحی اجزاء و زیرسیستم‌ها به‌ویژه در طراحی مفهومی و ساخت نمونه اولیه، ابزاری را جهت معماری سیستم پیشنهاد می‌نمایند. این ابزار با استفاده از طراحی کامپیوتری منجر به ساده‌سازی روابط فیزیکی در پیکره‌بندی محصول گردیده ، و بر این اساس مهندسین حوزه‌های مختلف فارغ از پرداختن به جزئیات مورداشاره ، تنها در محدوده اطلاعات هندسی و فواصل زمانی منطقی بین عملکردها سیستم/ محصول را

Archive of SID
www.SID.ir

طراحی می‌نمایند. بر اساس این تحقیق، این امر می‌تواند مانع از بروز بسیاری از شکست‌ها ناشی از عدم انطباق طراحی میان حوزه‌های مختلف گردد.

هنبرگر[۲۲] و همکارانش نیز در سال ۲۰۱۰ مدل استاندارد را به‌عنوان مبنای اصلی طراحی محصولات میان‌رشته‌ای معرفی نموده، اما به زمان‌بر بودن سیستم‌های طراحی سنتی در این حوزه اشاره دارد. آنان به منظور رفع این اشکال یک مدل سلسه‌مراتبی را جهت برقراری ارتباط مؤثر میان حوزه‌ها در فرآیند توسعه محصولات مکاترونیک پیشنهاد می‌نمایند که به‌منظور جلوگیری از بروز خطا و تکرار حلقه تحقیق و توسعه، در درون هر بخش و میان حوزه‌های درگیر در طراحی هر جزء، ارتباط و هماهنگی لازم را برقرار می‌نماید. بر این اساس بخش‌ها از طریق لایه اصلی طراحی به یکدیگر متصل شده و تشکیل یک سلسه مراتب را خواهند داد هرچند این لایه اصلی می‌تواند دارای دسته‌بندی‌های مجزایی در درون خود باشد. بر اساس یافته‌ها این تحقیق هرچند این مدل نمی‌تواند به‌طور کامل از تکرار حلقه‌ها جلوگیری نماید، اما این توانائی را دارد که مانع از تسرّی بسیاری از آنان از سطوح پائین طراحی به حلقه‌های درونی واصلی گردد.

۳- چارچوب نظری تحقیق

نگارندگان تحقیق حاضر (سید حسینی و کیقبادی ،۲۰۱۰) در مطالعه خود با عنوان "ویژگی‌های مدل طراحی و توسعه مکاترونیک[۲۳]" که در کنفرانس[۲۴] بین‌المللی آکادمی کسب‌وکار و اقتصاد ارائه و نتایج آن در فصلنامه مدیریت اروپا[۲۵] در همان سال منتشر گردید. به مقایسه تطبیقی مدل‌های توسعه محصولات میان‌رشته‌ای برحسب عوامل ۱۲ گا نه مؤثر در طراحی و توسعه پرداخته که منجر به شناخت نیازمندی‌ها و ویژگی‌های اولیه مدل پیشنهادی گردید.

از سوی دیگر در گسترش مدل پیشنهادی بایستی توانا سازنده‌های مدل در جهت پاسخگویی سریع به چالش‌های رو به رشد محیط‌های رقابتی لحاظ گردد که از آن جمله می‌توان به ساخت سریع نمونه‌های اولیه محصول، نیروی انسانی چندمهارته و مستعد کار تیمی در چارچوب مهندسی همزمان اشاره نمود. این تواناسازنده‌ها نیازمند تغییرات هماهنگ و متعامل در چهار بعد از فراهم‌کنندگان سرعت در پاسخگویی به نیازها شامل: ساختار سازمانی، منابع انسانی، تکنولوژی ، نوآوری و خلاقیت بوده که مرتبط با الگوی مدیریت تکنولوژی است.

با توجه به مطالعات انجام‌شده اکنون این سؤالات اساسی مطرح است که اولاً چگونه می‌توان با استفاده از مفاهیم موجود در نظام تولید چابک و توجه به ویژگی‌ها و قابلیت‌های موجود در حوزه محصولات میان‌رشته‌ای سرعت لازم را در فرآیند طراحی و توسعه محصولات مبتنی بر این تکنولوژی‌ها ایجاد نمود؟ و ثانیاً ساختار مدلی که بتواند میان طراحی‌های انجام‌شده در حوزه‌های مختلف درگیر در توسعه این محصولات، آن‌هم به‌منظور پاسخگویی سریع به نیازهای محیط‌های رقابتی یکپارچگی ایجاد نماید، چگونه است؟

Archive of SID
www.SID.ir

به‌موازات حفظ مزایای سایر مدل‌های بکار رفته جهت طراحی و توسعه محصولات میان‌رشته‌ای با محوریت مدل استاندارد به‌عنوان تنها مدل یکپارچه و تکامل‌یافته در این حوزه؛ تا حد امکان ساختار مدل جهت ایجاد یکپارچگی و نیز دستیابی به‌چابکی در طی فرآیند اصلاح گردد. دو محور اساسی جهت انجام این اصلاحات مدنظر قرار گرفت:

- لزوم سرعت بخشیدن به آزمون طراحی در سطح سیستم/ محصول (ایده اصلی) جهت انطباق سریع و بهنگام با تغییرات و درنتیجه کاهش ریسک عدم پذیرش آن با اصلاح ساختار مدل در سیکل طراحی و توسعه محصول.
- ایجاد مکانیزمی جهت برقراری ارتباط سیستماتیک و مستمر میان حوزه‌های درگیر از گام نخست (طراحی مفهومی و مقدماتی) به‌منظور انطباق هرچه بیشتر طراحی در حوزه‌های مختلف و درنتیجه دستیابی به یکپارچگی.

۴- روش‌شناسی تحقیق

تحقیق حاضر ازنظر جهت‌گیری‌های پژوهش از نوع کاربردی بوده و ازلحاظ هدف پژوهش ترکیبی از دو دسته پژوهش توصیفی و آزمون فرض خواهد بود. روش پیشنهادشده برای این تحقیق طرح تجربی (آزمایشگاهی) بوده به‌این‌ترتیب که جهت ارزیابی و آزمون نحوه عملکرد و کارآمدی مدل پیشنهادی به‌عنوان گروه تجربی در برابر مدل موجود به‌عنوان گروه کنترل ، نتایج به‌صورت پس‌آزمون با یکدیگر مقایسه و آزمون گردید.

در این پژوهش از میان انواع محصولات میان‌رشته‌ای شاخه پرکاربرد ربات‌ها و دسته‌بندی ربات مسیریاب[۲۶] جهت انجام بررسی‌ها مدنظر قرار گرفت.

به‌منظور جمع‌آوری اطلاعات ، ابتدا بایستی حجم موردنیاز نمونه جهت هریک از مدل‌های موردنظر تعیین گردید.

در این تحقیق جهت تخمین میانگین زمان طراحی و ساخت نمونه اولیه از ربات‌های مسیریاب با در نظر گرفتن حداکثر خطای ۱۰ روزه و ضریب اطمینان ۹۵٪ ، حجم نمونه مورد نیاز برحسب رابطه شماره (۱) قابل‌محاسبه خواهد بود ، لازم به ذکر است حداقل و حداکثر زمان لازم عنوان‌شده توسط کارشناسان جهت طراحی و ساخت نمونه اولیه ربات به ترتیب ۳ و ۷ ماه خواهد بود :

$$n_\mu = \left(\frac{Z\alpha_{/2} \cdot \sigma_x}{e}\right)^2 \qquad (۱)$$

n_μ = حجم نمونه جهت برآورد میانگین

α = سطح معنی‌دار بودن آزمون

$Z\alpha_{/2}$ = مقدار نرمال استاندارد

e = حداکثر خطای مجاز

σ_x = انحراف معیار

$$\sigma_x = \frac{Max-Min}{4} \qquad (۲)$$

Archive of SID
www.SID.ir

Max = حداکثر زمان

Min = حداقل زمان

با توجه به اطلاعات موجود خواهیم داشت :

$\sigma_x = ۳۰ \ , \quad e = ۱۰$

$\alpha = ۰/۰۵ \implies Z\alpha_{/2} = ۱/۹۶$

$n_\mu = ۳۴/۵۷ \approx ۳۵$

درنهایت حجم نمونه موردنیاز جهت هر یک از دو گروه برابر ۳۵ ربات تعیین می‌گردد .

درنهایت بر اساس روش مشاهده و گزارش عملکرد تیم‌ها اطلاعات لازم در ارتباط با هزینه، زمان و تعداد دفعات بازبینی طراحی در سطوح مختلف فرآیند جمع‌آوری گردید. سپس ابتدا اعتبار هریک از مدل‌ها بر اساس ضریب همبستگی اسپیرمن ارزیابی تعیین و درنهایت با استفاده از نرم‌افزار Analyse-it و انجام آزمون تفاوت میانگین میان زمان ، هزینه و تعداد دفعات بازبینی طراحی در هریک از دو مدل ، مدلی که در ایجاد یکپارچگی و دستیابی به‌چابکی موفق‌تر عمل نموده تعیین گردید.

۴- فرضیات تحقیق

فرضیه ۱: هزینه فرآیند تحقیق و توسعه مبتنی بر مدل پیشنهادی از مدل استاندارد موجود کمتر است.

فرضیه ۲: زمان(سرعت) فرآیند تحقیق و توسعه مبتنی بر مدل پیشنهادی از مدل استاندارد موجود کمتر(بیشتر) است.

فرضیه ۳: تعداد دفعات بازبینی هر ایده در فرآیند تحقیق و توسعه مبتنی بر مدل پیشنهادی از مدل استاندارد موجود کمتر است.

فرضیه ۴: کارآمدی مدل پیشنهادی از مدل استاندارد موجود جهت به‌کارگیری در فرآیند تحقیق و توسعه بیشتر است.

۵- مراحل طراحی مدل پیشنهادی

به‌منظور تشریح مبانی گسترش مدل در این پژوهش می‌توان به سه مرحله اساسی اشاره نمود:

۱) شبیه‌سازی نمونه اولیه

این مرحله از دو دیدگاه دارای اهمیت است ، ابتدا آنکه هزینه نسبی اعمال تغییرات در طرح و ایده محصول در این مرحله بسیار کمتر از سایر مراحل بوده ،ضمن آنکه چنانچه فرآیند عرضه ایده‌های جدید ارزان و انعطاف‌پذیر باشد، سبب می‌گردد خواسته‌های بازار به‌طور مستمر در نسل جدید محصول لحاظ گردد. (بهویار[۲۷]، ۲۰۰۰)

Archive of SID
www.SID.ir

از طرف دیگر عدم‌تشخیص درست نیاز در این مراحل اولیه طراحی سیستم (طراحی مفهومی و مقدماتی) می‌تواند بین ۵۰ تا ۲۰۰ برابر هزینه و زمان صرف شده در مرحله تعمیر و نگهداری را افزایش دهد.(مک کانلز[۲۸]، ۱۹۹۷)

به‌منظور رفع این اشکال در گسترش مدل پیشنهادی تحقیق، شیوه‌هایی از شبیه‌سازی نمونه اولیه مدنظر قرار گرفتند که نیاز به طراحی در سطح اجزاء نداشته باشند . از میان این شبیه‌سازها ، شبیه‌ساز لگو[۲۹] که دارای اجزاء پیش‌ساخته بوده و به‌واسطه تنوع قطعات و اتصالات و نیز سهولت در کاربرد و توانائی ترکیب با سایر ماژول‌ها به‌عنوان یک شبیه‌ساز سریع شناخته می‌شود، استفاده گردید. با بهره‌گیری از این شبیه‌ساز ، سطح اجزاء از روند توسعه نمونه اولیه حذف و انتظار آن می‌رفت که به‌واسطه عدم تسری اشکالات طراحی از سطوح اصلی و درنتیجه عدم نیاز به بازنگری‌های مکرر جهت یکپارچه‌سازی در این سطح بتوان ، سرعت و تعداد ایده‌های آزمون شده در قالب طراحی سیستم / محصول را افزایش داد. نتیجه این تغییر ساخت سریع نمونه اولیه جهت آزمون سریع و کم‌هزینه ایده‌های اصلی جهت تطبیق‌پذیری بهنگام با تغییرات است.

۲) ایجاد چتر وابستگی متقابل :

با توجه به عدم موفقیت مهندسی همزمان در ایجاد یکپارچگی باوجود برقراری ارتباط میان حوزه‌های مختلف ، لزوم تغییر نگرش در نوع برقراری ارتباط میان این شاخه‌ها و یا تکمیل آن را نمایان ساخته است.

نظر به ماهیت میان‌رشته‌ای بودن مکاترونیک طراحان و مهندسین این رشته بایستی با دامنه گسترده‌تری از علوم آشنایی داشته باشند(هویت، ۱۹۹۵). بنابراین می‌شود به‌عوض ایجاد یکپارچگی میان طراحی در شاخه‌های مختلف از طریق برقراری ارتباط مقطعی به‌واسطه مهندسی همزمان (آگروال[۳۰]، ۲۰۰۰) ، برحسب وابستگی متقابل میان این حوزه‌ها ، تیمی یکپارچه را با ارتباطی مستمر جهت طراحی و توسعه محصول تشکیل و به کار گرفت . زیرا در حقیقت محدودیت‌ها و تصمیم‌گیری‌ها در یک حوزه تابعی است از محدودیت‌ها و تصمیم‌گیری‌ها در سایر حوزه‌ها است. تشکیل این تیم از اولین گام طراحی باعث کاهش عدم انطباق میان طرح‌ها و یا احتمال بروز شکست در گام آزمون و یکپارچه‌سازی و درنتیجه کاهش زمان و هزینه طراحی و عرضه سریع‌تر محصول به بازار می‌گردد.

بایستی توجه داشت که پیش‌شرط تشکیل این تیم تعیین فصول مشترک طراحی (وابستگی متقابل میان حوزه‌ها است. دو گروه عمده از مهم‌ترین وابستگی‌های موجود یکی" ملاحظات فنی" است که شامل حس‌گرها و عملگرها و دیگری "پارامترهای متقابل انسان و ماشین" است که هرگونه تغییر و اصلاح در خصوص هر یک از این بخش‌ها بایستی با نظر تمام افراد تیم صورت بگیرد . بنابراین برای هر سیستمی برحسب نوع آن باید چک‌لیستی‌های خاص و دقیقی در ارتباط با رعایت مشخصات طراحی با لزوم بازبینی در هریک از گروه‌های وابستگی به‌صورت مجزا تهیه گردد.

با ایجاد این چتر ، می‌توان انتظار داشت عمق دانش متخصصین یک حوزه را در ارتباط باقابلیت‌ها و محدودیت‌ها در سایر حوزه‌ها تقویت و عدم انطباق میان طراحی‌ها آنان کاهش یابد.بر همین اساس در مدل

Archive of SID
www.SID.ir

پیشنهادی تحقیق نیز چتری با عنوان وابستگی متقابل به همراه چک‌لیست‌های خاص هر گروه از وابستگی‌ها تمامی مراحل طراحی را تحت پوشش قرار داده است .

نتیجه این تغییر حفظ یکپارچگی لازم میان طراحی حوزه‌های درگیر با توجه به وجود وابستگی متقابل[۳۱] از نخستین گام‌های طراحی ضمن تغییر ساختار و منابع انسانی موردنیاز تیم توسعه به‌منظور کاهش ریسک شکست (خطا) آزمون طراحی و یکپارچه‌سازی .

۳) رفتار پیش‌کنشی در برابر نیاز:

سهولت طراحی اولیه از طریق شبیه‌ساز به کاربر گرفته‌شده و ایجاد بستری مناسب جهت برقراری ارتباط میان حوزه‌های درگیر و تشکیل تیم یکپارچه طراحی، مدل جدید را قادر ساخته تا در کنار ترکیب و به‌کارگیری خلاقیت و نوآوری در درون هر تیم (منابع داخلی) از دانش بازار در قالب مشتریان ، کاربران و یا سایر افراد متخصص و یا خلاق (منابع خارجی) در ایجاد ایده‌های مستمر و خلاقانه‌تر به شکلی توان‌افزا بهره‌گیری نماید. این امر می‌تواند زمینه پیدایش رفتاری پیش‌کنشی در برابر نیازها و درنتیجه کاهش ریسک پذیرش محصول را فراهم سازد .

به‌منظور گسترش مدل پیشنهادی و نیز نمایش اهمیت ویژه چرخه طراحی و شبیه‌سازی نمونه اولیه، نسبت به سایر چرخه‌های تکامل محصول و نیز به‌واسطه تغییر سلسله‌مراتب این چرخه با حذف سطح اجزاء و همچنین نقش حمایتی این چرخه در طراحی نهائی با استفاده از مکانیزم بازخورد ؛ این چرخه ابداع در کنار چرخه اصلاح مدل موجود قرار گرفت.

۶- نتایج و یافته‌های تحقیق

نتایج مرتبط با فرضیه ۱: بر اساس نتایج حاصل از طراحی و ساخت نمونه ربات‌های موردنظر به تفکیک میانگین هزینه و همچنین واریانس هر یک از دو گروه در جدول ۲ محاسبه گردید.

جدول ۲- نتایج حاصل از هزینه طراحی و ساخت نمونه اولیه هر مدل

کمیت مورد آزمون	آماره‌ها	نوع مدل گسترش ربات مسیریاب		آماره Z	مقدار بحرانی	نتیجه آزمون
		مدل-V	مدل-W			
هزینه (دلار)	میانگین	۱۶۱۶	۶۵۱	$Z_0 = ۱۶/۲۸$	$Z_{\alpha=0.01}$=۲/۳۳	پذیرش فرضیه ۱
	واریانس	۱۱۶۱۴۱.۷۹	۶۸۹۰.۹۱			

منبع : یافته‌های پژوهشگر

نتایج مرتبط با فرضیه ۲: بر اساس نتایج حاصل از طراحی و ساخت نمونه ربات‌های موردنظر به تفکیک میانگین زمان و همچنین واریانس هر یک از دو گروه در جدول ۳ محاسبه گردید.

Archive of SID
www.SID.ir

جدول ۳- نتایج حاصل از زمان طراحی و ساخت نمونه اولیه هر مدل

کمیت مورد آزمون	آماره‌ها	نوع مدل گسترش ربات مسیریاب		آماره Z	مقدار بحرانی	نتیجه آزمون
		مدل-V	مدل-W			
زمان (روز)	میانگین	۱۵۵	۵۸	$Z_0 = ۲۰/۱۴$	$Z_{\alpha=0.01}$=۲/۳۳	پذیرش فرضیه ۲
	واریانس	۷۳۸.۷۹	۷۲.۹۰			

منبع : یافته‌های پژوهشگر

بنابراین با توجه به آماره محاسبه‌شده Z= ۲۰/۱۴ و مقایسه با آن مقدار بحرانی آماره و رد فرضیه صفر در سطح اطمینان ۹۹٪ می‌توان پذیرفت که مـدل پیشنهادی توانسته با سرعت بیشتری(زمان کمتری) نسبت به مدل استاندارد محصول را شبیه‌سازی نماید.

بنابراین با توجه به آماره محاسبه‌شده Z= ۱۶/۲۸ و مقایسه با آن مقدار بحرانی آماره و رد فرضیه صفر در سطح اطمینان ۹۹٪ می‌توان پذیرفت که مـدل پیشنهادی توانسته با هزینه کمتری نسبت به مدل استاندارد محصول را شبیه‌سازی نماید.

نتایج مرتبط با فرضیه ۳: بر اساس نتایج حاصل از طراحی و ساخت نمونه ربات‌های موردنظر به تفکیک میانگین تعداد دفعات بازبینی و همچنین واریانس هر یک از دو گروه در جدول ۴ محاسبه گردید.

جدول۴- نتایج حاصل از دفعات بازبینی ایده‌ها در طراحی و ساخت نمونه اولیه هر مدل

کمیت مورد آزمون	آماره‌ها	نوع مدل گسترش ربات مسیریاب		آماره Z	مقدار بحرانی	نتیجه آزمون
		مدل-V	مدل-W			
دفعات بازبینی (مرتبه)	میانگین	۴۶	۳۱	$Z_0 = ۱۴/۷۸$	$Z_{\alpha=0.01}$=۲/۳۳	پذیرش فرضیه ۳
	واریانس	۲۱.۰۷	۱۴.۹۷			

منبع : یافته‌های پژوهشگر

بنابراین با توجه به آماره محاسبه‌شده Z = ۱۴/۷۸ و مقایسه با آن مقدار بحرانی آماره و رد فرضیه صفر در سطح اطمینان ۹۹٪ می‌توان پذیرفت که مـدل پیشنهادی توانسته با یکپارچگی بیشتری ، درنتیجه خطای کمتری نسبت به مدل استاندارد محصول را شبیه‌سازی نماید و درنهایت امکان آزمون تعداد بیشتری ایده را فراهم نماید.

Archive of SID
www.SID.ir

بر اساس یافته‌های تحقیق حاضر تمرکز بازبینی در مدل استاندارد در سطح اجزاء بوده که اغلب ناشی از عدم انطباق طراحی در سایر سطوح(خطا یا شکست) و تسرّی آن به این سطح دارد، اما در مقابل تمرکز بازبینی‌ها در مدل پیشنهادی تحقیق حاضر بیشتر در سطح سیستم بوده که نشان از تعدد ایده‌های ارجاع و بازبینی‌شده از منابع داخلی و خارجی جهت طراحی و ساخت سیستم / محصول را دارد.درنهایت این امر ضامن ریسک کمتر در طراحی نهائی بال سمت راست و پذیرش محصول نهائی خواهد شد.

اعتبار نتایج

به‌منظور اطمینان از اعتبار نتایج به‌کارگیری مدل طراحی‌شده در جریان آزمایش‌ها بایستی نتایج حاصله موردبررسی قرار گیرد. بدین منظور می‌توان با استفاده از ضریب همبستگی اسپیرمن به شکل رابطه (۳) نزدیکی نتایج حاصل از گروه‌ها بر اساس فرضیات زیر را جهت هریک از دو مدل بررسی نمود .

H0 : میان نتایج گروه‌های آزمایش همبستگی معنی‌دار وجود ندارد.

H1: میان نتایج گروه‌های آزمایش همبستگی معنی‌دار وجود دارد.

$$r_{sp} = 1 - \frac{6\sum d_i^2}{n^2 - n} \qquad (۳)$$

d_i : تفاوت بین رتبه گروه‌ها

n = تعداد کل آزمودنی‌ها (گروه‌ها)

اکنون این مقدار را برای هریک از نتایج مدل‌های استاندارد و پیشنهادی موردمحاسبه قرار داده و با مراجعه به جدول می‌توانیم معلوم نمائیم بر اساس مقادیر بزرگ‌تر یا مساوی ضریب r_{sp} محاسبه‌شده احتمال وقوع H0 یا p را جهت آزمون یک دامنه تعیین نموده و اگر این مقدار کوچک‌تر از سطح معنی‌دار بودن $\alpha = ۰/۰۱$ بود می‌توان H0 را به نفع H1 رد نمود. بنابراین میان نتایج گروه‌های آزمایشی همبستگی معنی داری وجود دارد. بنا بر نتایج حاصله خواهیم داشت :

$r_{sp1} = ۰/۹۹۴$, $r_{sp2} = ۰/۹۹۰$

با توجه به ضریب همبستگی محاسبه‌شده جهت نتایج هر دو مدل احتمال وقوع در هر دو حالت P= ۰/۰۰۰ بوده که کوچک‌تر از $\alpha = ۰/۰۱$ است ، بنابراین می‌توان پذیرفت که فرضیه H_0 را به نفع H_1 می‌توان رد و نتیجه گرفت همبستگی معنی داری میان نتایج حاصل از نمونه‌ها در هر دو گروه وجود داشته و درنتیجه هر دو مدل از اعتبار قابل قبولی برخوردار می‌باشند.

Archive of SID
www.SID.ir

۷- کارایی مدل پیشنهادی

نتایج مرتبط با فرضیه ۳: به‌منظور بررسی اعتبار رفتار و کارایی عملکرد مدل پیشنهادی تحقیق و اطمینان از نتایج آن در محیط واقعی ، نمونه‌های اولیه طراحی‌شده مبتنی بر این مدل به‌عنوان گروه تجربی و نمونه‌های اولیه طراحی‌شده مبتنی بر مدل موجود به‌عنوان گروه کنترل استفاده گردیدند.

هرچند بر اساس نظر (استرمن[۳۲]، ۲۰۰۰) تمام مدل‌ها به این سبب که ساده‌شده دنیای واقعی هستند و بسیاری از متغیرها و پارامترهای آنان حذف‌شده است ،همگی ناکامل و نادرست هستند و توانایی بروز رفتار مدل واقعی را ندارند،اما معتقد است هر مدل می‌تواند بخشی از رفتار سیستم واقعی را بازسازی نماید. به‌ویژه اگر خواسته‌های طراح مدل در مورد شبیه‌سازی سیستم واقعی به‌درستی در مدل گنجانده شود ،می‌توان امیدوار بود که مدل توانایی شبیه‌سازی رفتار سیستم را درزمینهٔ موردنظر طراح داشته باشد.این امیدواری را می‌توان با طراحی و انجام آزمون‌های متناسب با شرایط محیط واقعی روی مدل بیشتر نمود و درنتیجه درجه اطمینان را نسبت به نتایج تولیدشده توسط مدل افزایش داد(مارتیس[۳۳]، ۲۰۰۶) . تاکنون روش‌های مختلفی برای صحت ارزیابی و اعتبار مدل ارائه‌شده است که از آن جمله می‌توان به ویژگی‌های ساختاری و رفتاری مدل‌ها اشاره نمود . (فورستر[۳۴] ، ۱۹۸۰) و (بارلاس[۳۵]، ۱۹۸۹)

در این بخش جهت تعیین اعتبار و کارآمدی نمونه‌های شبیه‌سازی‌شده مبتنی بر مدل پیشنهادی تحقیق در برخورد با شرایط محیط واقعی سعی گردید مسیرهایی جهت انجام آزمون طراحی گردد که تا حد ممکن ازلحاظ تغییرات و پیش آمدهای محتمل در ویژگی‌های مسیر،موانع و سایر محدودیت‌های به محیط واقعی نزدیک باشد. از سوی دیگر علاوه بر ارزیابی ربات‌های شبیه‌سازی‌شده بر اساس شاخص‌های موردنظر در مسیرهای آزمون این ربات‌ها بر اساس ویژگی‌های شکلی و ساختاری متناسب با محیط واقعی نیز مورد ارزیابی قرار گرفتند.

به‌منظور ارزیابی اعتبار نتایج بررسی‌ها از ۳۰ نفر کارشناسان متخصص و خبره در حوزه‌های مرتبط خواسته شد تا بر اساس ویژگی‌ها و شاخصه‌های موردنظر در یک طیف لیکرت ۵ طبقه‌ای امتیازات لازم را به هر نمونه از ربات‌های طراحی‌شده اعطاء نمایند. سپس نتایج به‌دست‌آمده با استفاده از آزمون یک‌طرفه من ویتنی[۳۶] و به‌کارگیری از نرم‌افزار Analyse-it موردسنجش قرار گرفت و تعیین گردید که رفتار نمونه‌های اولیه طراحی‌شده مبتنی بر مدل پیشنهادی به‌عنوان یک تدبیر آزمایشی در محیط واقعی شبیه‌سازی‌شده آیا از کارآمدی و اعتبار لازم در مقایسه با مدل یکپارچه موجود برخوردار است یا خیر؟

فرضیه صفر: متوسط امتیازات عملکرد مدل پیشنهادی از مدل استاندارد بالاتر نیست.

فرضیه یک : متوسط امتیازات عملکرد مدل پیشنهادی از مدل استاندارد بالاتر نیست.

$H_0 : \mu_1 \leq \mu_2$
$H_1 : \mu_1 > \mu_2$

با تحلیل نتایج مشخص می‌گردد با توجه به آماره به‌دست‌آمده Z = -۶/۲۴ که دارای احتمال P < ۰/ ۰۰۱ است و در سطح اطمینان ۹۹٪ ($\alpha = ۰/۰۱$)، می‌توان فرضیه H0 را به نفع فرضیه H1 رد نمود و نتیجه

Archive of SID
www.SID.ir

گرفت چرخه تولید و به‌کارگیری ایده در مدل پیشنهادی جهت طراحی و توسعه ربات‌های مسیریاب توانسته از کارآمدی مناسبی در شرایط واقعی شبیه‌سازی‌شده برخوردار گردد.

۸- بحث و نتیجه‌گیری

در این تحقیق حاضر تلاش گردید به‌منظور ایجاد یکپارچگی و چابکی در گسترش مدل پیشنهادی ، به‌موازات تغییر نگرش به فرآیند طراحی به‌ویژه در مرحله مقدماتی و مفهومی نقش کلیدی آن در چرخه عمر و تکامل محصول مدنظر قرار گیرد .

ازاین‌رو در اولین گام با استفاده از جایگزینی یک ابزار شبیه‌سازی نمونه اولیه ، نیاز به تکمیل جزئیات پیچیده و غیرضروری طراحی و یکپارچه‌سازی در سطح اجزاء حذف و درنتیجه نه‌تنها به میزان قابل‌توجهی از صرف زمان و هزینه در چرخه فرآیند کاسته و این امر خود باعث افزایش تعداد ایده‌های ارائه و آزمون شده در سطح سیستم و در قالب محصول می‌گردد که هدف اصلی از طراحی است. به‌منظور نمایش نقش حیاتی و حمایتی این حلقه در کاهش احتمال وقوع خط (شکست) در سایر مراحل تکامل محصول چرخه ابداع ایجادشده در طراحی نمونه اولیه به‌عنوان بال سمت چپ در کنار مدل استاندارد به‌عنوان بال سمت راست قرار گرفت.

از سوی دیگر جهت ایجاد یکپارچگی در طول فرآیند با توجه به فصول مشترک طراحی میان حوزه‌ها و تعیین وابستگی متقابل میان آنان ، تیمی یکپارچه جهت طراحی و توسعه محصول شکل گرفت .

انجام هماهنگی و بازبینی مستمر و سیستماتیک اعضاء تیم برحسب چک‌لیست‌های وابستگی متقابل در هر پروژه ، باعث گسترش چتر حمایتی بر روی کلیه مراحل طراحی گردید . این راهکار نیز با پیشگیری از ایجاد عدم انطباق طراحی میان حوزه‌ها ، علاوه بر صرفه‌جویی در زمان و هزینه زمینه کاهش ریسک بروز خطا (شکست) در سایر مراحل فرآیند ازجمله یکپارچه‌سازی در سطح سیستم و زیرسیستم را فراهم نمود .

در یک جمع‌بندی می‌توان اشاره نمود که سایر تحقیقات مشابه مانند: گانسنومیر و همکارانش (۲۰۱۱) ، تومی‌یاما و کوموتو (۲۰۱۰) و هنبرگر و همکارانش (۲۰۱۰) نیز کوشیده‌اند ، هر یک راهکاری جهت پرهیز از جزئیات غیرضروری طراحی به‌ویژه در مرحله مقدماتی و مفهومی ارائه نمایند؛ این امر عامل مهم در شکست‌های مکرر ، هزینه زا و زمان‌بر مدل استاندارد به شمار می‌رود ؛ از آن جمله می‌توان به ساخت مدل کامپیوتری از محصول و یا ساده‌سازی روابط فیزیکی پیکره‌بندی محصول اشاره نمود. تلاش دیگر در جهت شناخت فصول مشترک طراحی میان حوزه‌های مختلف و وابستگی‌های میان آنان در جهت تقویت ارتباطات این بخش‌ها هست. در این ارتباط می‌توان به اهمیت شناخت حوزه‌های اصلی سیستم جهت ارائه ابزار معماری متناسب و یا ارتباط سلسله مراتبی میان این فصول مشترک اشاره نمود.

درنهایت نتایج حاصل از طراحی و ساخت نمونه‌های اولیه از ربات‌های مسیریاب باهدف تعقیب خطی مشخص مؤید یکپارچگی و چابکی کارآمدتر مدل پیشنهادی تحقیق حاضر در برابر مدل یکپارچه استاندارد هست. بدیهی است چنین مدلی با کاهش هزینه - زمان و تعداد دفعات شکست در طراحی و توسعه محصول

Archive of SID
www.SID.ir

می‌تواند مدلی مناسب جهت به‌کارگیری به‌ویژه در شرکت‌ها و کشورهایی باشد که از توان بالای مالی برخوردار نبوده و در ضمن ریسک ناشی از به‌کارگیری سرمایه در این بخش برای آنان از دوجانبه سودآوری (معیارهای مالی) و نیز رضایتمندی مشتری دارای اهمیت است.

در حقیقت این تغییرات چشمگیر حاصل از اصلاح ساختار و یکپارچگی مدل طراحی محصولات در واحدهای تحقیق و توسعه صنایع با فناوری‌های بالا که توانسته است نزدیک به ۳۳ درصد دفعات بازبینی ایده‌ها را کاهش و درنتیجه حدود ۶۰ درصد در کاهش هزینه و نیز ۶۳ درصد در تقلیل زمان فرآیند توسعه مؤثر گردد، خود محرکی است که می‌تواند زمینه تخصیص بودجه و یا افزایش آن را به واحدهای تحقیق و توسعه در فناوری‌های نوین میان‌رشته‌ای فراهم سازد. بدیهی است این امر نیز به‌نوبه خود می‌تواند شرکت‌ها و صنایع کشورهای درحال‌توسعه را از منافع حاصل ازاین‌گونه سرمایه‌گذاری‌ها برخوردار و آنان را بدون ترس از ریسک شکست و یا عدم دستیابی به تلاش موفقیت‌آمیز ناشی از این مخارج به سودآوری آینده امیدوار و ترغیب نماید.

هرچند بایستی مدنظر داشت این مدل‌ها در طراحی و شبیه‌سازی شاخه‌ای از ربات‌های و تحت شرایط خاص یک تحقیق آزمایشی آزمایشگاهی با محدودیت‌های آن موردبررسی و آزمون قرارگرفته‌اند. لذا چنانچه این مدل‌ها در طراحی و توسعه تعدادی از محصولات میان‌رشته‌ای از شاخه‌های مختلف و با سطوح پیچیدگی متفاوت به اجرا گذاشته شوند می‌توان نتایج حاصله در قالب هزینه ، زمان و نیز دفعات بازبینی ایده‌ها در طی یک دوره زمانی خاص مانند دوره عمر محصول ازنظر ایجاد مزیت‌های رقابتی در واحدهای تحقیق و توسعه مورد ارزیابی و مقایسه قرار گیرد.

فهرست منابع

۱) اسکات، ویلیام ، مترجم: علی پارسائیان، (۱۳۹۱) ، "تئوری حسابداری مالی"، انتشارات ترمه ، چاپ چهارم.

۲) علی احمدی، علی‌رضا،(۱۳۷۷)،" مدیریت تحقیق و توسعه در واحدهای تولیدی کشور" ، انتشارات دانشگاه آزاد اسلامی، تهران.

۳) دهقانی، علی ، کامران خردمند و محمد عبدی، (۱۳۸۶)، " اثربخشی هزینه‌های تحقیق و توسعه(بررسی موردی تعاونی‌های تولیدی استان خراسان رضوی و صنایع ایران)" ، فصلنامه بررسی‌های اقتصادی، دوره ۴، شماره ۲، تابستان، صص. ۹۹-۱۱۴.

۴) کمیجانی، اکبر و معمارنژاد، عباس، (۱۳۸۳) ، " اهمیت کیفیت نیروی انسانی و R&D (تحقیق و توسعه) در رشد اقتصادی ایران،"، پژوهشنامه بازرگانی، دوره‌ی ۸، شماره‌ی ۳۱ ، تابستان.

۵) روناسی، حمیدرضا، (۱۳۸۰) ، "بررسی نظری و تجربی پیرامون الگوهای علمی در بهبود فرآیند برنامه-ریزی و بودجه‌ریزی واحدهای تحقیق و توسعه"، مجموعه مقالات همایش تحقیق و توسعه، وزارت صنایع و معادن.

Archive of SID
www.SID.ir

6) Acar , M. ,(ed), (1995), " Mechatronic Design in Textile Engineering ," NATO Advanced Science Institutes Series (ASI) , Department of Mechanical Engineering , Loughborough University of Technology , U.K. , Kluwer Academic Publishers, PP.27-32.
7) Agarwal A, Shankar R, Tiwari MK, (2007)," Modeling Agility of Supply Chain ",Indl Marketing Mgmt 36,PP.50–61.
8) Barlas Y ,(1989)," Tests of Model Behavior That Can Detect Structural Flaws: Demonstrations with Simulation Experiments ", Computer Based Management of Complex Systems, P. M. Milling and E.O.K. Zahn. (eds.), Springer-Verlag ,Germany,PP. 246-254.
9) Bhuyar CR ,(2000)," Mechatronics: An Integrated Approach to Product Development ", In: Kumar S, Varma, D (ed.) Agile Engineering (Search of New Path to Excellence), Satya Prakashan, New Dehli , PP. 100-103.
10) Forrester JW , Senge P, (1980)," Tests for Building Confidence in System Dynamics Models ", TIMS Stud Mgmt Sci 14,PP.209-228.
11) Gausemeier J, Brexel D, Frank T, Humpert A, (1995)," Integrated Product Development - A New Approach to the Computer Aided Development in the Early Design Stage ", In: The Third Conference on Mechatronics and Robotics "From Design Methods to Industrial Applications, 4 - 6 Oct ,Paderborn, Germany.
12) Gausemeier J, Dumitrescu R, Kahl S, Nordsiek D, (2011)," Integrative Development of Product and Production System for Mechatronic Products ", Robot Comput Integr Manuf 27(4),PP.772–778.
13) Gausemeier, J, (2002)," From Mechatronics to Self-optimizing " Int J Compute Integr Manuf (application) Computer Integrated Manufacturing 18(7),PP.550-560
14) Giachetti R, Martinez L, Saenz O, Chen C, (2003)," Analysis of The Structural Measures of Flexibility and Agility Using a Measurement Theoretical Framework ", Int J Prod Econ 86(1),PP.47–62.
15) Guidara, R., Boujelbene Y. , (2014)," R&D-Based Earnings Management and Accounting Performance Motivation ", International Journal of Academic Research in Accounting, Finance and Management Sciences , Vol. 4, No.2, April, PP. 85–97.
16) Harrison A, Van Hock R, (2005)," Logistic Management and Strategy ", 2nd edn. Prentice-Hall,London.
17) Hehenberger P., Poltschak F., Zeman K., Amrhein W. ,(2010), Hierarchical Design Models in the Mechatronic Product Development Process of Synchronous Machines. Mechatronics 20(8):864–875.
18) Hewit JR,(1993), Mechatronics : An Introduction. Springer-Verlag, New York.Innovation project: An Information Uncertainty Model. J Mgmt Stud 29(4):485–512.
19) Isermann R (1996) Modeling and Design Methodology of Mechatronic Systems. IEEE/ASME Trans Mechatronics 1(1):16–28.
20) Jefferey, I.B., (1989)," Research and Development and Intra-Industry Spillovers: An Economical Application of Dynamic Duality ", Review of Economic Studies, , PP. 249 - 267.
21) Khalil TM, Hazem EA, (2005)," Management of Technology and Responsive Rolicies in a New Economy ", Int J Technol Mgmt 32(1/2),PP.55–71.
22) Komoto H, Tomiyama T, (2010)," A System Architecting Tool for Mechatronic Systems Design ",CIRP Ann Manuf Technol 59(1),PP.171–74.
23) Lin CH, Chiu H, Chu P, (2006)," Agility Index in The Supply Chain ", Int J Prod Econ 100,PP.142-157.
24) Martins EC, Terblanche FR, (2003)," Building Organizational Culture That Stimulates Creativity and Innovation ",Eur J Innovat Mgmt 6(1),PP.64–74.
25) Martis MS, (2006)," Validation of Simulation Based Models: A Theoretical Outlook, Electro ", J Bus Res Methods 4(1),PP.39 -46

Archive of SID
www.SID.ir

26) McConnell S, (1996)," Rapid Development: Taming Wild Software Schedules ", Microsoft Press,USA.
27) Park. C. K. , Chung S. G., Kim J. W., (2014) ,"Accounting for R&D Expenditure: To Capitalize or Not to Capitalize?", Life Science Journal ;11(7s),PP.107-111
28) Ramesh G, Devadasan S, (2007)," Literature Review on The Agile Manufacturing Criteria ", J Manuf Technol Mgmt 18(2),PP.182-201.
29) Seyedhossein SM, Keyghobadi AR, (2010)," Characteristics of Design and Development Model for Mechatronic ", International Academy of Business and Economics, Eur J Mgmt 10(3),PP.117-124
30) Sharifi H, Zhang Z, (2001)," Agile Production in Practice: Application of a Methodology ", Int J Oper Prod Mgmt 21(5/6),PP.772–794.
31) Sterman JD, (2000)," Business Dynamics: Systems Thinking and Modeling for a Complex World ", Irwin McGraw-hill, New York, PP. 845.
32) Stevens R, Brook P, Jackson K, Arnold S, (1998)," System Engineering: Coping with Complexity " Prentice Hall Europe, London.
33) Swafford P, (2006)," A Framework for Assessing Value Chain Agility ", Int J Oper Prod Mgmt 24,PP.118–140.
34) Tomizuka M. ,(2000)," Mechatronics: from the 20th to the 21th CenturyIn: 1st IFAC Conference on Mechatronic Systems ", Elsevier, Oxford. Darmstadt, Germany.
35) Verein Deutscher Ingenieure (VDI), (2004) The Association of German Engineers ",VDI-guideline 2206: Design Methodology for Mechatronical System, Beuth Verlag, Berlin.
36) White MA, Brunton GD, (2007)," The Management of Technology and Innovation: A strategic Approach ", Thomson South–Western Ltd, Canada.
37) Yin RK (2009) Case Study Research: Design and Methods (Applied Social Research Methods Vol.5) , 4th Edn. Sage Publications, London

یادداشت‌ها

1. Scott
2. Jefferey
3. Concurrent Engineering
4. Park and etal.
5. Guidara
6. Barge-Gila
7. Acar
8. Saleable
9. Produce Able
10. Gausemeier
11. Iserman
12. Harashima
13. Tomizuka
14. Stevens
15. Van Brussel
16. Verein Deutscher Ingenieure(The Association of German Engineers)
17. Verification
18. Validation
19. Virtual Product
20. Tomiyama
21. Komoto
22. Hehenberger
23. Mechatronic

Archive of SID
www.SID.ir

24. International Academy of Business and Economics
25. European Journal of Management
26. Hyper Tracer
27. Bhuyar
28. Mc' Connells
29. LEGO
30. Agarwal
31. Dependency
32. Sterman
33. Martis
34. Forrester
35. Barlas
36. Mann-Whitney

SID