



طراحی یک مدل شبیه‌سازی برای مدیریت پورتفولیوی پروژه‌ها در شرکت‌های نرم‌افزاری

قاسم مختاری^{۱*}، فرشاد آدین^۲

استادیار، دانشکده فنی مهندسی، گروه مهندسی صنایع، دانشگاه قم، mokhtariy@yahoo.com
دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی صنایع، دانشکده فنی مهندسی، دانشگاه قم، Farshadin68@gmail.com

چکیده

نقش نرم‌افزار و سیستم‌های نرم‌افزاری در سازمان‌ها و مدیریت سیستم‌های پیچیده در سال‌های اخیر به میزان قابل توجهی افزایش یافته است و استفاده از نرم‌افزار یک فاکتور اساسی در موفقیت سازمان‌ها و شرکت‌ها محسوب می‌شود. از این رو تقاضا برای توسعه نرم‌افزار در دو دهه اخیر باعث شده است تا شرکت‌های توسعه‌دهنده نرم‌افزار توجه بیشتری به روش‌ها و الگوهای مدیریت پروژه‌های نرم‌افزاری داشته باشند. از طرفی مدیریت چندین پروژه به‌طور هم‌زمان در یک شرکت توسعه‌دهنده نرم‌افزار به دلیل ماهیت غیرملموس این پروژه‌ها، فرآیندهای شرکت از جمله فرآیند توسعه محصول، جریان نقدینگی در شرکت و ارائه محصولات به مشتریان را دچار پیچیدگی ساخته است. در این پژوهش یک مدل با رویکرد پویایی‌شناسی برای شبیه‌سازی این سیستم ارائه شده است. مدل فوق دارای چهار زیرسیستم نیروی انسانی، تولید، مالی و فروش است که می‌تواند مدیران شرکت‌های نرم‌افزاری را در تصمیم‌گیری‌ها و تحلیل‌های مربوط به مدیریت پورتفولیو پروژه‌های نرم‌افزاری یاری دهد. برای شبیه‌سازی مدل از نرم‌افزار Vensim PLE استفاده شده است. پس از طراحی مدل از آن برای تحلیل سیاست‌های مختلف در شرکت‌های تولید محصولات نرم‌افزاری استفاده شده است.

واژه‌های کلیدی: مدیریت پورتفولیوی پروژه؛ شبیه‌سازی؛ پویایی‌های سیستم؛ پروژه‌های نرم‌افزاری

۱- مقدمه

مدیریت پورتفولیوی پروژه یکی از پراهمیت‌ترین روش‌هایی است که در مدیریت پروژه‌ها در تجارت و کسب‌وکار امروزی استفاده می‌شود. مدیریت پورتفولیوی پروژه روشی مطمئن است که شرکت‌ها به کار می‌بندند تا منابع کمیاب خود را با بیشترین ارزش خروجی ممکن به‌کارگیرند و باعث حرکت سازمان به سمت تعالی شوند. این رویکرد برگرفته از دانش مدیریت پروژه است با این مضمون که در این سیستم، مدیریت بر ترکیبی از پروژه‌ها با اهداف و شرایط خاص منظور می‌شود، و سطحی بالاتر از مدیریت پروژه در سازمان تلقی می‌شود.

در سال‌های اخیر رشد روزافزونی در مطالعات مربوط به فرآیند توسعه سیستم‌های نرم‌افزاری مشاهده می‌شود. قریب به‌اتفاق این مطالعات محدود به یک پروژه و در محیطی ایزوله و مستقل از سایر پروژه‌ها بوده‌اند. در دنیای واقعی معمولاً یک

۱ و * - نویسنده مسئول: استادیار، گروه مهندسی صنایع، دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه قم

۲ - دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی صنایع، دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه قم



پروژه به صورت کاملاً ایزوله از سایر پروژه‌ها انجام نمی‌شود. درواقع به سختی می‌توان شرکتی را یافت که به صورت هم‌زمان متعهد به انجام چندین پروژه نباشد [۱].

رفتار یک پروژه در محیط ایزوله متفاوت از رفتار آن در تعامل با سایر پروژه‌ها است. ماهیت شرکت‌های نرم‌افزاری به گونه‌ای است که در هر مقطع، پروژه‌های متعددی در حال اجرا دارد و در طول زمان پروژه‌هایی به پورتفولیو آن اضافه و پروژه‌هایی از آن خارج می‌شود. ریسک مهم مدیران پورتفولیوهای نرم‌افزاری، تمایل به اتخاذ تصمیمات تنگ‌نظرانه در رابطه با پروژه‌های محدود و عدم توجه به منافع بلندمدت شرکت می‌باشد [۲].

رویکرد پویایی‌شناسی سیستم‌ها که برای تحلیل سیستم‌های پیچیده طراحی شده است، روشی مناسب برای شبیه‌سازی این نوع از سیستم‌ها می‌باشد. این روش به دلیل قابلیت‌های بالای آن می‌تواند مدیران شرکت‌های نرم‌افزاری را در تصمیم‌گیری‌ها و تحلیل‌های مربوط به مدیریت پورتفولیو پروژه‌های نرم‌افزاری یاری دهد.

در این پژوهش یک مدل سیستم دینامیک مدیریت پورتفولیو پروژه‌های نرم‌افزاری برای مطالعه و پیش‌بینی نتایج اجرای سیاست‌های مدیریتی و رویکردهای مرتبط با توسعه نرم‌افزار طراحی و اجرا شده است. این مدل به تصمیم‌گیران کمک می‌کند زمان شروع و پایان پروژه‌ها، اولویت استفاده از منابع و سیاست‌های مالی را به گونه‌ای برنامه‌ریزی کنند که محدودیت‌های منابع رعایت شوند و سود شرکت حداکثر شود.

۲- مبانی نظری و پیشینه پژوهش

برای مدل‌سازی و شبیه‌سازی پروژه‌های نرم‌افزاری به منظور فهم تغییرپذیری در عملکرد توسعه نرم‌افزارها، از پویایی‌شناسی سیستم‌ها استفاده می‌شود [۳].

زمانی که از سیستم دینامیک برای مدیریت پروژه‌های نرم‌افزاری استفاده شد، این روش قادر بود تعامل بین عوامل مرتبط در پروژه‌ها همچون مدیریت پروژه، مدیریت منابع انسانی، هزینه و دیگر عوامل را در نظر بگیرد [۴]. شبیه‌سازی مدیریت پروژه‌های نرم‌افزاری به منظور تسطیح منابع، تخمین هزینه‌ها و تحلیل سایر پارامترها انجام می‌گیرد [۵]. شبیه‌سازی سیستم مدیریت پروژه‌های نرم‌افزاری باعث می‌شود تا مدیران شرکت‌های نرم‌افزاری بدون متحمل شدن هزینه‌های اضافی به بررسی اثر اجرای سیاست‌های مختلف در شرکت خود بپردازند و در تصمیم‌های خرد و کلان از آن استفاده کنند [۶].

عبدالحمید و ماندنیک (۱۹۸۳) ابتدا یک دیدگاه بر پایه بازخوردها برای تحلیل پروژه‌های نرم‌افزاری و مشخص کردن تعدادی از چرخه‌های دوباره‌کاری معرفی کردند. آن‌ها بعدها این کار را به طور ضمنی به پویایی‌های تضمین کیفیت، انواع خطاها، تجربیات و یادگیری توسعه دادند [۷].

عبدالحمید و همکارانش (۱۹۹۱) پویایی نیروی انسانی در مدیریت پروژه‌های نرم‌افزاری را مورد بررسی قرار دادند. این پژوهش دیدگاه‌های جالبی در سیاست‌های مربوط به مدیریت نیروی انسانی و تأثیر آن در رفتار پروژه به خواننده می‌دهد. آنها برای اعتبارسنجی مدل خود از داده‌های تاریخی یک سازمان واقعی استفاده کردند و نتایج یافته‌های خود را در یک چهارچوب کلی در کتاب "پویایی پروژه‌های نرم‌افزاری" منتشر کردند [۴].

عبدالحمید و همکاران (۱۹۹۹) همچنین مدلی برای بررسی تأثیر اهداف مختلف روی برنامه‌ریزی و تخصیص منابع و به‌طور کلی روی عملکرد پروژه‌های نرم‌افزاری را مورد بررسی قرار می‌دهد [۸].

اندرسون و همکاران (۲۰۰۲) مدلی برای بررسی تأثیر تخصیص دوباره منابع در فازهای مختلف فرآیند توسعه نرم‌افزار روی کیفیت و زمان پروژه ارائه کردند [۹].



چایلین و همکاران (۱۹۹۷) در مقاله خود مدلی به‌منظور ایجاد یک ابزار برنامه‌ریزی برای ایجاد تعادل بین هزینه، زمان‌بندی و عملکرد و نیز برای تست تأثیرات سیاست‌های مختلف مدیریتی روی خروجی پروژه می‌باشد. مدل فوق دارای چهار زیرسیستم زیر است: تولید، نیروی انسانی، زمان‌بندی و بودجه [۱۰].

پی‌سیا و همکاران (۱۹۹۹) این مقاله یک مطالعه عمیق در رابطه با قانون بروکز^۳ با رویکرد سیستم داینامیک انجام داده است که می‌تواند برای مدیران پروژه مفید واقع شود [۱۱]. این مدل برخلاف مدل عبدالحمید محدودیت‌های زنجیره‌ای را در نظر گرفته است. نتایج این پژوهش نشان می‌دهد اضافه شدن افراد به یک پروژه دارای تأخیر، همیشه باعث افزایش هزینه‌ها می‌شود، ولی لزوماً باعث ایجاد تأخیر در پروژه نمی‌شود.

روئیز و همکاران (۲۰۰۱) مدلی ارائه دادند که هدف اصلی آن ارائه یک سیستم تعدیل‌شده است که از لحاظ آموزش و درک ساده بوده و بتواند در فازهای ابتدایی پروژه که اطلاعات به‌دست آمده و در دسترس در مورد پروژه کم است، مورد استفاده قرار بگیرد [۱۲].

عبدالحمید برای بررسی مشکلات شرکت‌هایی که با محیط‌های چند پروژه‌ای سروکار دارند مدلی طراحی کرد که مربوط به آزمایش وابستگی‌های برنامه‌ریزی چند پروژه‌ای بود. او برای بررسی این موضوع در حوزه پروژه‌های نرم‌افزاری از یک مدل سیستم داینامیک برای شبیه‌سازی استفاده کرد و برای مطالعه مدل خود در یک پروژه واقعی، آن را در یکی از مراکز فضایی شرکت ناسا در پروژه پرتاب ماهواره برای طراحی و تست نرم‌افزارهای مرتبط با پرتاب ماهواره به‌کاربرد [۱۳]. نتایج شبیه‌سازی نشان داد که خروجی مدل با دقت بالایی به نتایج واقعی نزدیک‌تر است.

نتایج این مدل نشان می‌داد تصمیمات زمان‌بندی و تخصیص نیروی کار در یک پروژه تأثیر قابل‌توجهی روی هزینه و زمان سایر پروژه‌ها دارد. اهمیت این تأثیر از دو جنبه بررسی‌شده بود: نخست آنکه این نتایج نقص اساسی ابزارهای تخمین کنونی را نشان می‌دهد. ثانیاً اینکه بر اهمیت مخاطرات تصمیمات تنگ‌نظرانه در محیط‌های چند پروژه‌ای اشاره دارد. بنابراین برای مدیریت مؤثر و بهتر پروژه‌ها توجه به ارتباطات میان آن‌ها ضروری است.

۳- روش شناسی پژوهش

۳-۱- مدیریت پورتفولیو

مدیریت پورتفولیو شامل شناسایی، اولویت‌بندی، تفویض اختیار، مدیریت و کنترل پروژه‌ها، برنامه‌ها و دیگر کارهای مربوطه است تا هدف‌های تجاری استراتژیک محقق شود [۱۴].

فرآیندهای مدیریت پروژه، اساساً بر مدیریت صحیح پروژه‌ها تأکید دارند که این امر تکاپوی نیازهای در حال تغییر سازمان‌ها برای باقی ماندن در فضای رقابتی کسب‌وکار امروزی را نمی‌نماید. در حقیقت مدیریت پورتفولیو اطمینان حاصل کردن از آن است که سازمان به‌جای انجام دادن درست کار، کار درست را انجام می‌دهد [۱۵].

۳-۲- مدیریت پروژه‌های نرم‌افزاری

هدف از مدیریت پروژه نرم‌افزاری، مشخص نمودن محدوده پروژه، تخمین حجم کاری موردنیاز و در نتیجه تدوین یک برنامه زمان‌بندی جهت اجرای پروژه می‌باشد. تاکنون تعاریف و دیدگاه‌های مختلفی درباره مدیریت پروژه نرم‌افزاری ارائه شده-

³ Brooks' law



اند. مدیریت پروژه نرم‌افزاری شامل برنامه‌ریزی، کنترل افراد، فرآیند و وقایعی است که در ضمن تکامل نرم‌افزار از مفهومی اولیه به یک پیاده‌سازی عملیاتی انجام می‌شوند. مدیریت مؤثر پروژه نرم‌افزاری بر چهار مؤلفه تأکید دارد [۱۶]:

- افراد: شامل بازیگران (مدیران ارشد، مدیران فنی، مجریان، مشتریان و کاربران نهایی) و رهبران تیم هستند که مدیر پروژه موظف است با تیم سازی زمینه کار کردن آن‌ها به صورت هماهنگ در جهت اهداف پروژه را فراهم سازد.
- محصول: تعریف‌کننده هدف نهایی و محصول آخر پروژه است که باید به صورت کاملاً روشن تعریف گردد و محدوده آن تعیین شود.
- فرآیند: به روش توسعه نرم‌افزار و مدل مرتبط می‌پردازد.
- پروژه: مفهومی است که در آن باید مجموعه از نقاط هشدار، مدیریت ریسک‌ها، فاکتورهای حساس برای پروژه و محصول تعیین می‌گردد.

۳-۳- پویایی شناسی سیستم‌ها

روش‌های سیستمی از الگوهای مبتنی بر تفکر سیستمی استفاده می‌کنند. این روش در سال ۱۹۵۰ در دانشگاه MIT آمریکا و توسط فارستر ایجاد شد. کاربرد اصلی روش پویایی سیستم در پیدا کردن و نشان دادن فرایندهای بازخوردی است، که همراه با ساختارهای انباره و جریان و تأخیرهای زمانی، رفتار پویای یک سیستم را تعیین می‌کند [۱۷]. انباره‌ها^۴ و جریان‌ها^۵ اجزاء اصلی روش شبیه‌سازی پویایی سیستم هستند و رابطه میان متغیرها در یک سیستم پیچیده را نشان می‌دهند. انباره‌ها نشان‌دهنده مقادیر ذخیره‌شده هستند و با مشخص کردن حالت سیستم، اطلاعاتی را که بر اساس آن‌ها تصمیم‌گیری انجام می‌شود تولید می‌کنند. جریان‌ها نرخ افزایش یا کاهش در انباره‌ها هستند [۱۷].

۳-۳-۱- مراحل روش پویایی سیستم

استرمن روش پویایی‌های سیستم را در قالب پنج گام تکرارشونده معرفی می‌کند. این پنج گام عبارت‌اند از عبارت‌اند از [۱۸]:

۳-۳-۱-۱- تعریف مسئله

مهم‌ترین گام در فرآیند مدل‌سازی تعریف مسئله است. در واقع، در این گام باید به طور شفاف، مسئله مشخص گردد و به جای پرداختن به نشانه‌های مسئله، به خود مسئله پرداخته شود.

۳-۳-۱-۲- توسعه فرضیه‌های پویا

پس از مشخص شدن مسئله، محقق باید اقدام به توسعه یک فرضیه نماید که به آن فرضیه پویا می‌گویند. این فرضیه از آن جهت پویا نامیده می‌شود که باید توصیفی از ماهیت پویای مسئله در قالب حلقه‌های بازخوردی ارائه نماید.

۳-۳-۱-۳- مدل‌سازی و فرمول‌بندی مدل

فرمول‌بندی یک مدل مفهومی، بینش‌های زیادی را برای محقق، حتی پیش از اجرای شبیه‌سازی به وجود می‌آورد. این گام به محقق کمک می‌کند تا مفهوم‌های مبهم را تشخیص دهد و درک مناسبی از کل سیستم به دست آورد.

⁴ stocks

⁵ flows

۴-۱-۳-۳-اعتبارسنجی مدل

در این گام، آزمون‌های متعددی باهدف ایجاد اطمینان از اعتبار و قابلیت اعتماد مدل صورت می‌پذیرد.

۵-۱-۳-۳- تجزیه و تحلیل نتایج

محقق پس از اطمینان از ساختار و رفتار مدل، سیاست‌ها و یا به عبارتی سناریوهایی را برای بهبود عملکرد مدل طراحی و نتایج به دست آمده از اجرای این سیاست‌ها را تجزیه و تحلیل می‌نماید.

۴- مدل سازی، بررسی و تحلیل داده ها

مدل ارائه شده از چهار زیرسیستم اصلی تشکیل شده است. زیرسیستم نیروی انسانی با جذب، استخدام و انتقال افراد سروکار دارد. زیرسیستم فرآیند تولید نرم افزار که جزو مهم ترین بخش های مدل است، نحوه برنامه ریزی و انجام کارهای پروژه را نشان می دهد. زیرسیستم مالی مربوط به جریان نقدینگی، ورود پول و سرمایه به شرکت و نحوه مصرف آن می باشد. زیرسیستم فروش با دیگر زیرسیستم ها، مثل مالی و تولید مرتبط است و متغیرهای مرتبط با فروش محصولات، مثل بازاریابی و مشتریان را شامل می شود. در بخش های بعدی توضیحات بیشتری راجع به مدل و زیرسیستم های آن آورده می شود.

۱-۴- نمودار علی و معلولی

برای توسعه یک مدل پویایی سیستم به طوری که در عمل هم قابل استفاده باشد، لازم است ابتدا نمودارهای علی و معلولی مسئله رسم شود. این نمودار از طریق مصاحبه با خبرگان، بررسی مطالعات قبلی انجام شده و درک مسئله رسم می‌شود. استفاده از این نمودار، روابط علی میان متغیرها به سادگی نشان داده می‌شود. شکل (۱) نمودار علی و معلولی مسئله را نشان می‌دهد.

۲-۴- نمودار جریان

نمودار جریان^۷ نحوه تعامل متغیرهای یک سیستم را با یکدیگر نشان می‌دهد و می‌تواند مبنایی برای توسعه یک مدل کمی باشد. در ترسیم نمودار حالت- جریان توجه به دو مفهوم انباره و جریان ضروری است. در هر سیستم مقدار برخی متغیرها افزایش یا کاهش می‌یابد که به آنها متغیرهای انباره‌ای گفته می‌شود. نرخ افزایش یا کاهش این متغیرها جریان خوانده می‌شود. برای ترسیم این نمودار از نمودار علی و معلولی، روابط کمی، کیفی و توابع عددی استفاده شده است. توضیحات مربوط به این روابط در ادامه در بخش‌های مربوط به توضیح زیرسیستم‌ها به طور کامل خواهد آمد.

مدل حاضر با در نظر گرفتن پویایی‌های فرآیند تولید و فروش محصولات نرم‌افزاری، می‌تواند مدیران شرکت‌های نرم‌افزاری را در اتخاذ تصمیمات بهتر و درست‌تری یاری کند. در این مدل ارتباط زیرسیستم‌های مختلف نیز قابل مشاهده است.

این مدل دارای چهار زیرسیستم اصلی است. دو زیرسیستم آن شامل زیرسیستم نیروی انسانی و زیرسیستم مالی می باشد برای همه پروژهها مشترک است. یعنی نیروی انسانی، از یک زیرسیستم جذب و استخدام می شوند و به پروژهها اختصاص داده

⁶ Causal Loops Diagram

⁷ Flow Diagram



The First National Conference of
The Iranian System **Dynamics** Society

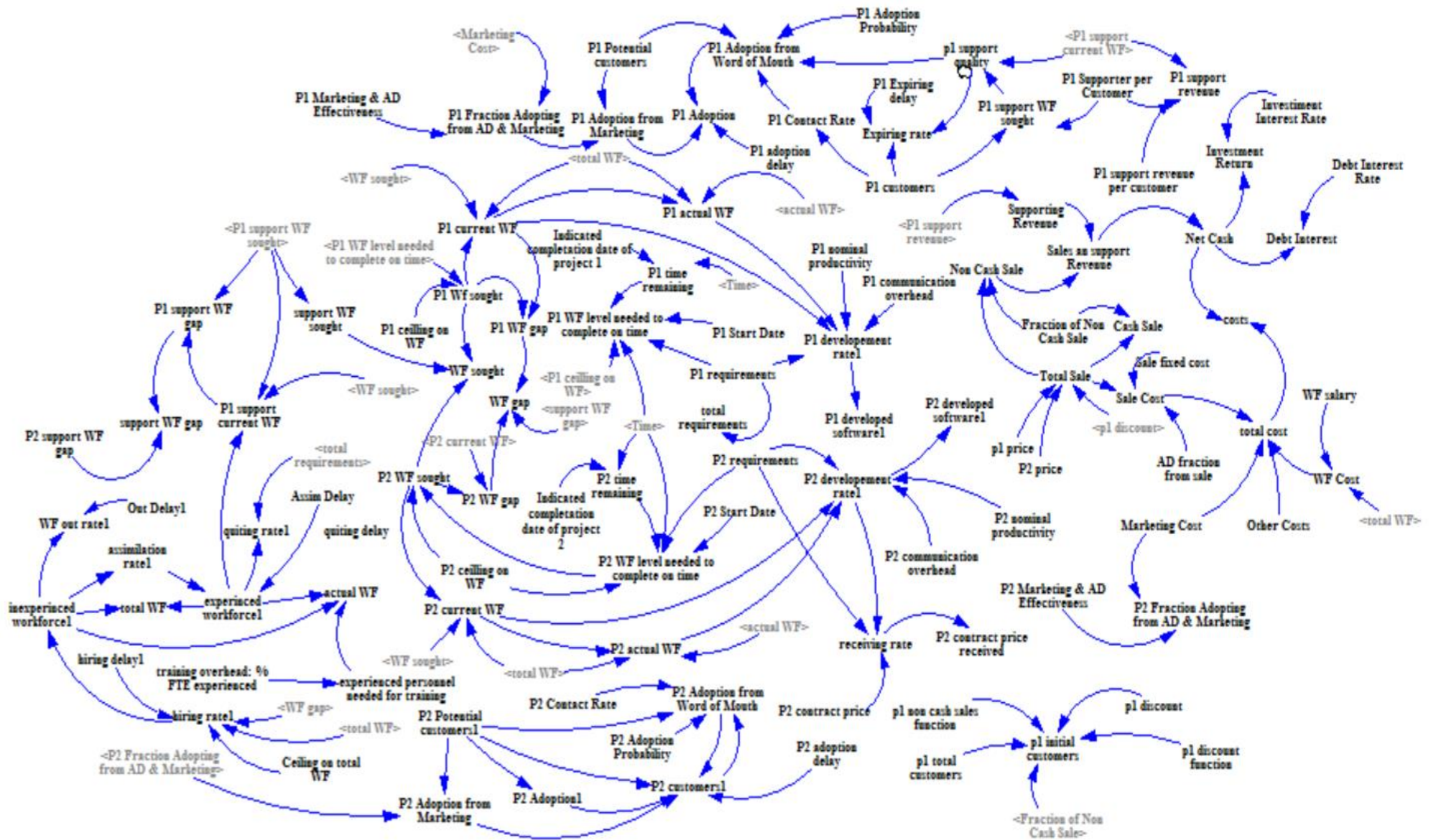
اولین کنفرانس ملی
انجمن ایرانی پویاشناسی سامانه‌ها



می‌شوند. درآمد حاصل از محصولات نیز وارد زیرسیستم مالی می‌شود و حقوق و دستمزد و سایر هزینه‌ها نیز از این زیرسیستم که بین همه پروژه‌ها مشترک هست، تأمین می‌شود.

در مقابل زیرسیستم‌های تولید محصول و فروش برای هر پروژه فعال شرکت به صورت جداگانه در نظر گرفته می‌شود. زیرا ویژگی‌های خاص هر پروژه مثل زمان تحویل، حجم پروژه، بازار هدف و قیمت محصول با پروژه‌های دیگر متفاوت است. در مدل ارائه شده در این پژوهش دو پروژه فعال در نظر گرفته شده است.

شکل (۲) نمودار جریان شرکت را نشان می‌دهد. تعدادی از معادلات اصلی مدل نیز در جدول (۱) آمده است.



شکل ۱: نمودار علی معلولی



The First National Conference of
The Iranian System Dynamics
Society



اولین کنفرانس ملی
انجمن ایرانی پویاشناسی سامانه‌ها

جدول ۱: معادلات اصلی مدل

ID	Name	Type	Formula
1	hiring rate	Rate	IF THEN ELSE(total WF<Ceiling on total WF, WF gap/hiring delay, 0)
2	P1 current WF	Aux	IF THEN ELSE(P1 Wf sought>0 , total WF*(P1 Wf sought/WF sought) , 0)
3	P1 developement rate	Rate	IF THEN ELSE(P1 requirements>0,P1 actual WF*(1-P1 communication overhead (P1 current WF)/100)*P1 nominal productivity , 0)
4	P1 support current WF	Aux	IF THEN ELSE(P1 support WF sought>0 , MIN(P1 support WF sought, total WF*(P1 support WF sought/WF sought)), 0)
5	P1 support revenue	Aux	(P1 support current WF/P1 Supporter per Customer)*P1 support revenue per customer
6	P1 WF level needed to complete on time	Aux	IF THEN ELSE(Time>=P1 Start Date, IF THEN ELSE (P1 requirements>0 ,IF THEN ELSE(P1 time remaining>0, P1 requirements/P1 time remaining , P1 ceiling on WF) , 0), 0)
7	Marketing Cost	Aux	IF THEN ELSE(P1 requirements<=0:AND:Investment Interest Rate>0, Investment Interest Rate*0.05, 0)+0.1*P2 receiving rate+Fixed Marketing Cost
8	experienced personnel needed for training	Aux	inexperined workforce*"training overhead: % FTE experienced"/100
9	P2 late	Aux	IF THEN ELSE((P2 Start Date+Indicated completion date of project 2)<=Time:AND:P2 requirements>0, (Time-(P2 Start Date+Indicated completion date of project 2)), 0)
10	Net Cash	Stock	INTEG (Investment Return+Sales and support Revenue-Costs-Debt Interest+20000)
11	Sales and support Revenue	Rate	(Cash Sale+DELAY1(Non Cash Sale, 90))+P1 support revenue+P2 receiving rate
12	P1 Adoption from Marketing	Aux	IF THEN ELSE(P1 requirements<=0, P1 Potential customers*(P1 Fraction (Adopting from AD & Marketing)), 0)
13	P1 Adoption from Word of Mouth	Aux	IF THEN ELSE(P1 requirements<=0, P1 Contact Rate*P1 Adoption Probability*P1 Potential customers*P1 customers/(P1 customers+P1 Potential customers)*p1 support quality, 0)
14	P1 Adoption	Rate	(P1 Adoption from Marketing + P1 Adoption from Word of Mouth)/P1 adoption delay
15	P1 Potential customers	Aux	INTEG (-P1 Adoption,p1 initial customers)
16	P2 receiving rate	Rate	P2 developement rate/P2 requirements*P2 contract remaining amount



۴-۳- عملکرد زیرسیستم‌ها

۴-۳-۱- زیرسیستم نیروی انسانی

نیروی انسانی در هر پروژه‌ای، از فاکتورهای مهم و بسیار تأثیرگذار در بودجه، برنامه و کیفیت پروژه می‌باشد. مسائل مربوط به نیروی انسانی در پروژه‌های نرم‌افزاری به دلایل متعددی در سال‌های اخیر موردتوجه قرار است [۱۹]. غالب هزینه‌های مربوط به پروژه‌های نرم‌افزاری به نیروی انسانی مربوط می‌شود. همچنین مشکلات به وجود آمده نیز به ضعف و قصور نیروی انسانی مربوط می‌شود. به همین دلایل است که مدیران پروژه‌های نرم‌افزاری بیشتر انرژی و زمان خود را صرف مدیریت منابع انسانی و مسائل مربوط به آن‌ها می‌کنند (۲۰).

این مسائل باعث شده تا علاقه مضاعفی برای پژوهش‌های مربوط به مدیریت نیروی انسانی در پروژه‌های توسعه نرم‌افزار در شرکت‌های نرم‌افزاری وجود داشته باشد. با این وجود هنوز نگرانی‌هایی در مورد عدم درک بنیادین مدیران این حوزه درباره فرآیند توسعه نرم‌افزار به چشم می‌خورد و با وجود پیشرفت علم و تکنولوژی، عدم مشاهده بهبود قابل توجه در فرآیند مدیریت این نوع پروژه‌ها سؤال برانگیز به نظر می‌رسد (۲۱) (۲۲) (۲۳).

این زیرسیستم با جذب، استخدام و انتقال افراد سروکار دارد. نیروی کار یک پروژه را می‌توان در گروه‌های مختلفی مثل افراد باتجربه و افراد تازه استخدام شده دسته‌بندی کرد. این تمایز از آن جهت ضروری است که تفاوت در بهره‌وری، احتمال خطا و سایر فاکتورها باید لحاظ شود. همچنین این عمل این امکان را فراهم می‌کند تا فرآیند موردنیاز برای آموزش و ارتقا تجربه اعضای جدید در نظر گرفته شود (۲۴). در بیشتر شرکت‌ها آموزش افراد تازه‌کار را افراد باتجربه به عهده می‌گیرند. فرآیند آموزش اعضای جدید می‌تواند تا حد قابل توجهی پیشرفت پروژه را به دلیل کاهش بهره‌وری افراد باتجربه تحت تأثیر قرار دهد (۲۵) (۲۶). تابه‌حال تحقیقات خاصی در رابطه با میزان این کاهش انجام نشده است و تعیین آن ارتباط تنگاتنگی با نوع سازمان مورد مطالعه دارد. با یک حساب سرانگشتی می‌توان تخمین زد که آموزش پرسنل جدید ۱۵ الی ۲۵ درصد از وقت پرسنل باتجربه را به خود اختصاص می‌دهد (۲۷).

میانگین تأخیر جذب^۱ متوسط زمانی است که یک فرد تازه استخدام شده باید طی کند تا به‌عنوان یک نیروی دارای تجربه کافی مشغول به کار شود. این تأخیر در این مدل به‌صورت یک تابع نمایی درجه اول همچون تاخیرهایی که در مدل‌های پویایی‌شناسی سیستم متداول است، در نظر گرفته شده است (۲۸).

آموزش مستقیم نیروی تازه جذب شده، به‌طور غیرمستقیم بر بهره‌وری کلی نیروی انسانی شرکت تأثیرگذار است. هرچه تعداد افراد تیم زیاد باشد، برای ایجاد ارتباطات و هماهنگی بین اعضای تیم باید زمان زیادی صرف شود و پیشرفت واقعی پروژه کندتر خواهد شد. تاکنون افراد زیادی برای کشف رابطه بین اندازه تیم پروژه و ارتباطات مازاد^۲ تلاش کرده‌اند. به‌طور کلی می‌توان گفت اگر تعداد اعضای پروژه را n نفر در نظر بگیریم، ارتباطات مازاد با نسبت n^2 افزایش پیدا می‌کند (۲۲).

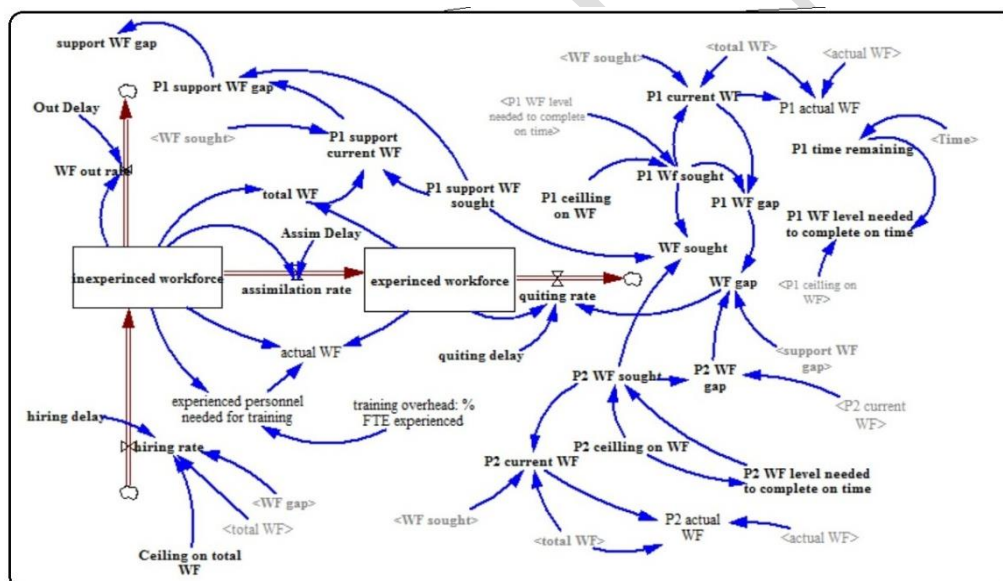
میزان نیروی کار موردنیاز پروژه به چند عامل بستگی دارد. یکی از این فاکتورها، زمان برنامه‌ریزی شده برای تحویل پروژه است. مدیریت سطح نیروی کار را به‌گونه‌ای در نظر می‌گیرد که پروژه در زمان مقرر به پایان برسد. این سطح از نیروی کار، سطح مشخص شده نیروی کار نامیده می‌شود. علاوه بر این از آنجایی که ثبات نیروی کار نیز برای مدیران امری مهم محسوب می‌شود، مدیران زمان اتمام پروژه و زمان استخدام و جذب نیروی کار را در نظر می‌گیرند (۳۰).

¹ Average Assimilation Delay

² communication overhead



سازمان‌های مختلف در این مورد متفاوت عمل می‌کنند. در حالت کلی تمایل به ثبات نیروی کار از یک‌طرف و از طرف دیگر اتمام پروژه در زمان مقرر، ثابت نیست و در طول چرخه عمر پروژه به صورت پویا تغییر می‌کند. برای مثال در زمان‌های نزدیک به اتمام پروژه، تمایل برای استخدام افراد جدید حتی در شرایط عقب بودن از زمان‌بندی مشخص‌شده، بسیار پایین است. زیرا استخدام نیروی جدید در این موقعیت، زمان و انرژی زیادی از شرکت می‌گیرد که در مقابل زمان و انرژی موردنیاز برای اتمام پروژه زیاد است. این زمان برای آشنا شدن افراد جدید با مکانیسم پروژه، یکپارچه کردن آن‌ها با اعضای تیم پروژه و آموزش آن‌ها در زمینه‌های فنی لازم است (۳۱). شکل (۳) نمایی از زیرسیستم نیروی انسانی را در مدل ارائه شده را نمایش می‌دهد.



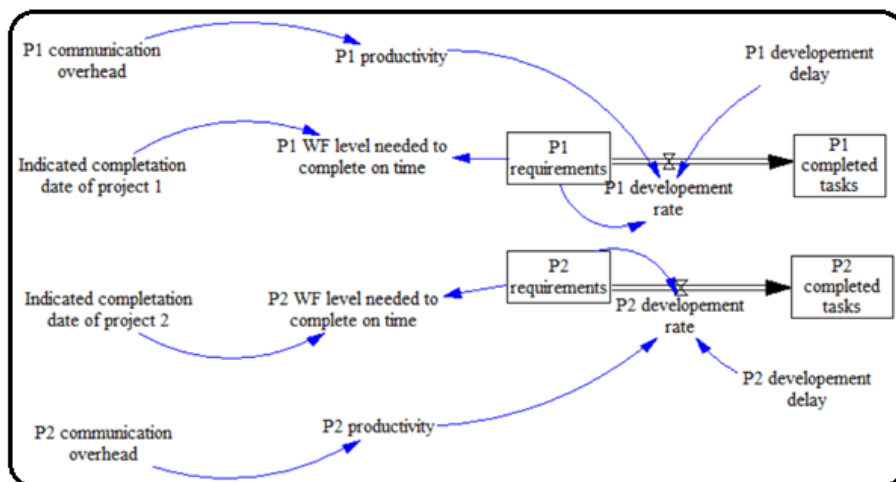
شکل ۳: زیر سیستم نیروی انسانی

۲-۳-۴- زیرسیستم فرآیند تولید نرم‌افزار

این زیرسیستم نحوه برنامه‌ریزی، زمان‌بندی و پیشرفت پروژه را نشان می‌دهد. نیازمندی‌های پروژه بر اساس نفر-ساعت، و تاریخ تحویل از این زیرسیستم وارد زیرسیستم نیروی انسانی می‌شود و پس از مشخص شدن سطح نیروی انسانی پروژه در زیرسیستم نیروی انسانی، سرعت پیشروی پروژه در این زیرسیستم تعیین می‌شود. شکل (۴) این زیرسیستم را نشان می‌دهد.



اولین کنفرانس ملی
انجمن ایرانی پویاشناسی سامانه‌ها

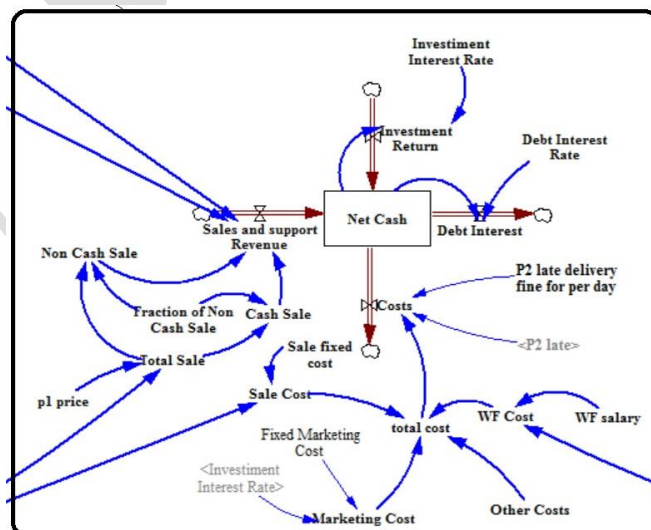


شکل ۴: زیرسیستم فرآیند تولید نرم‌افزار

این زیرسیستم برای دریافت اطلاعات نیروی انسانی با زیرسیستم نیروی انسانی و برای ارائه اطلاعات پیشرفت پروژه به زیرسیستم فروش مرتبط است.

۳-۳-۴- زیرسیستم مالی

زیرسیستم مالی مربوط به جریان نقدینگی، ورود پول و سرمایه به شرکت و نحوه مصرف و هزینه کرد آن می‌باشد. مسائل مختلفی مثل دریافت تسهیلات از بانک، بازپرداخت آن و نیز میزان درآمد و سود حاصل از فروش در این زیر سیستم مورد بررسی قرار می‌گیرد. زیر سیستم مالی با سایر زیرسیستم‌ها ارتباط موثر و تنگاتنگ دارد. شکل (۵) این زیر سیستم را نمایش می‌دهد.

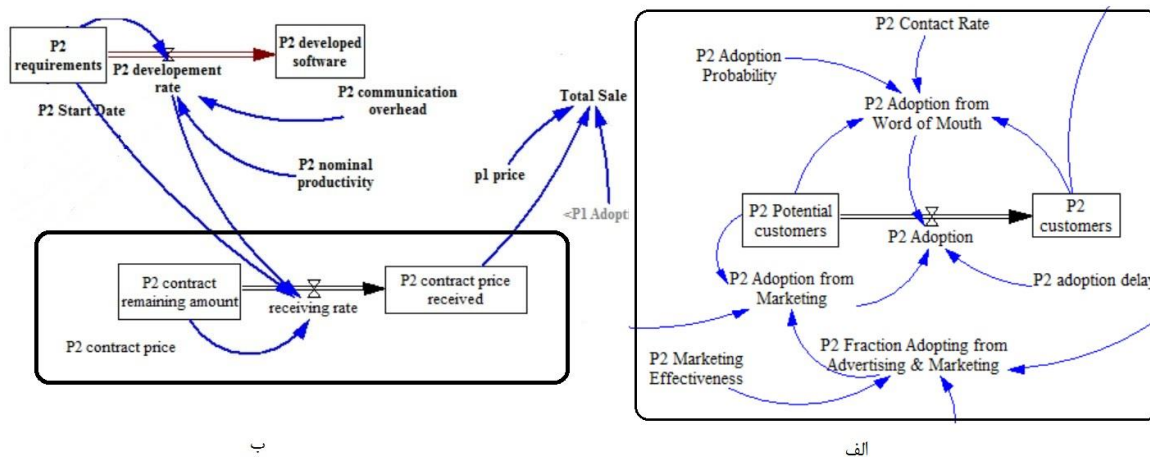


شکل ۵: زیرسیستم مالی



۴-۳-۴- زیرسیستم فروش

این زیرسیستم با زیرسیستم مالی و تولید مرتبط است و متغیرهایی مثل فروش محصول، بازاریابی و مشتریان را شامل می‌شود. در این مدل دو نوع محصول در نظر گرفته شده است. یک محصول که در پروژه اول تولید می‌شود، به صورت یک پکیج است. این نوع محصول پس از تولید در بازار عرضه شده و از طریق روش‌های مختلف تبلیغات و بازاریابی به فروش میرسد.



شکل ۶: زیرسیستم فروش

شکل (۶)-الف زیرسیستم فروش را برای پروژه ۱ نشان می‌دهد. در این حالت فروش محصول پس از تکمیل شدن پروژه و ارائه آن به بازار حاصل می‌شود. یعنی تا قبل از اتمام کامل پروژه امکان ارائه آن به بازار برای فروش وجود ندارد و عایدات محصول پس از تکمیل آن و ارائه برای فروش، آغاز می‌شود.

این بخش از دو حلقه مثبت و منفی تشکیل شده است. حلقه مثبت خرید توصیه‌ای و حلقه منفی اشباع بازار نام دارد. مشتریان بالفعل با نرخ پذیرش افزایش می‌یابند، درحالی‌که تعداد مشتریان بالقوه با همین نرخ کم می‌شود. نرخ پذیرش، تحت تأثیر دو متغیر خرید به خاطر تبلیغات بازاریابی و خرید توصیه‌ای است.

افزایش تعداد مشتریان بالفعل موجب افزایش متغیر خرید توصیه‌ای می‌گردد و افزایش این متغیر نیز بر متغیر نرخ پذیرش تأثیر مثبت دارد. درنهایت هرچه متغیر نرخ پذیرش افزایش یابد، تعداد متغیر مشتریان بالفعل نیز زیادتر می‌شود. در حلقه منفی، افزایش مشتریان بالقوه موجب افزایش خرید به خاطر تبلیغات بازاریابی شده و افزایش این متغیر نیز باعث افزایش نرخ خرید می‌گردد؛ اما درنهایت افزایش نرخ خرید، تعداد خریداران بالقوه را کاهش می‌دهد تا جایی که بازار هدف اشباع گردد و تمامی مشتریان بالقوه به بالفعل تبدیل شوند.

در پروژه ۲ که محصول آن به صورت سفارشی تولید می‌شود، درآمد مربوط به آن به صورت تدریجی از همان آغاز پروژه قابل کسب است. یعنی مشتری برپایه قرارداد منعقد شده قیمت محصول را در چند مرحله پرداخت می‌کند. در اینجا فرض می‌شود پرداخت این مبلغ با نرخ ثابتی از لحظه شروع پروژه، آغاز می‌شود و متناسب با نرخ پیشرفت پروژه می‌باشد یعنی برای



اولین کنفرانس ملی
انجمن ایرانی پویاشناسی سامانه‌ها

مثال در زمانی که پروژه ۵۰ درصد پیشرفت داشته است، ۵۰ درصد مبلغ قرارداد از مشتری دریافت شده است و مبلغ همزمان با اتمام پروژه به طور کامل پرداخت می‌شود. شکل (۶) - ب زیرسیستم فروش پروژه ۲ را نمایش می‌دهد.

۴-۴- اعتبارسنجی مدل

پس از ایجاد نمودار جریان انباشت و شبیه سازی سیستم و قبل از استفاده از مدل جهت تحلیل و سناریوپردازی، می‌بایست با استفاده از یک یا چند روش، اعتبار مدل را مورد آزمون قرار داد. آزمون اعتبار مدل قابلیت اعتماد به مدل در کاربرد و صحت نتایج آن را نشان می‌دهد. اعتبار ساختاری مدل بر اعتبار رفتاری مدل ارجحیت دارد و تنها زمانی که ساختار مدل معتبر است، می‌توان اعتبار رفتار مدل را موردبررسی قرار داد.

مدلهای پویایی سیستم را می‌توان به کمک داده‌های جمع‌آوری شده به صورت میدانی و با بررسی ادبیات موضوع مورد اعتبارسنجی قرار داد. برای آزمون اعتبار این مدل از آزمون‌های زیر استفاده شده است:

آزمون بخشی اجزای مدل: در این آزمون مدل به زیرسیستم‌های ساده‌تر تقسیم شده است، سپس تست‌های مختلفی روی هر یک از زیر سیستم‌ها انجام گرفته است و پس از تایید منطقی بودن رفتار زیرسیستم‌ها در مدل نهایی قرار گرفته اند.

آزمون خبرگان: در این آزمون منطقی بودن تعریف متغیرها و ساختارها و به طور کلی منطقی بودن رفتار مدل شبیه-سازی شده با واقعیت، از سوی خبرگان مورد تایید قرار گرفت.

آزمون کفایت مرزها: مدل از لحاظ در نظر گرفتن متغیرهای تأثیرگذار اصلی به صورت درون‌زا و قرارگرفتن در محدوده زمانی مناسب مورد تایید قرار گرفت.

ارزیابی ساختار: ساختار مدل با قوانین و روند تصمیم‌گیری موجود در سیستم سازگاری دارد.

آزمون سازگاری ابعاد: ابعاد معادلات مورد استفاده در مدل با یکدیگر سازگار می‌باشند.

آزمون ارزیابی پارامترها: مقادیر عددی پارامترهای مورد استفاده در مدل با داده‌های موجود در سیستم سازگار هستند.

آزمون شرایط غایی: در صورت تغییرات ناگهانی در برخی پارامترها، آیا مدل رفتار و واکنش مناسبی را نشان می‌دهد؟ در این آزمون مقدار چند متغیر اصلی مدل در حالت‌های حدی بسیار کم و بسیار زیاد تغییر داده شده و میزان تغییرات مدل در برابر این تغییرات بررسی شده است. نتایج نشان دهنده رفتار منطقی در حالت حدی است.

آزمون خطای انتگرال: بازه‌های زمانی^۷ به طور مناسبی در نظر گرفته شده اند و با تغییر آن‌ها تغییری در نتایج مدل حاصل می‌شود.

¹ Boundary Adequacy

² Structure Assessment

³ Dimensional Consistency

⁴ Parameter Assessment

⁵ Extreme Condition

⁶ Integration Error

⁷ Time step

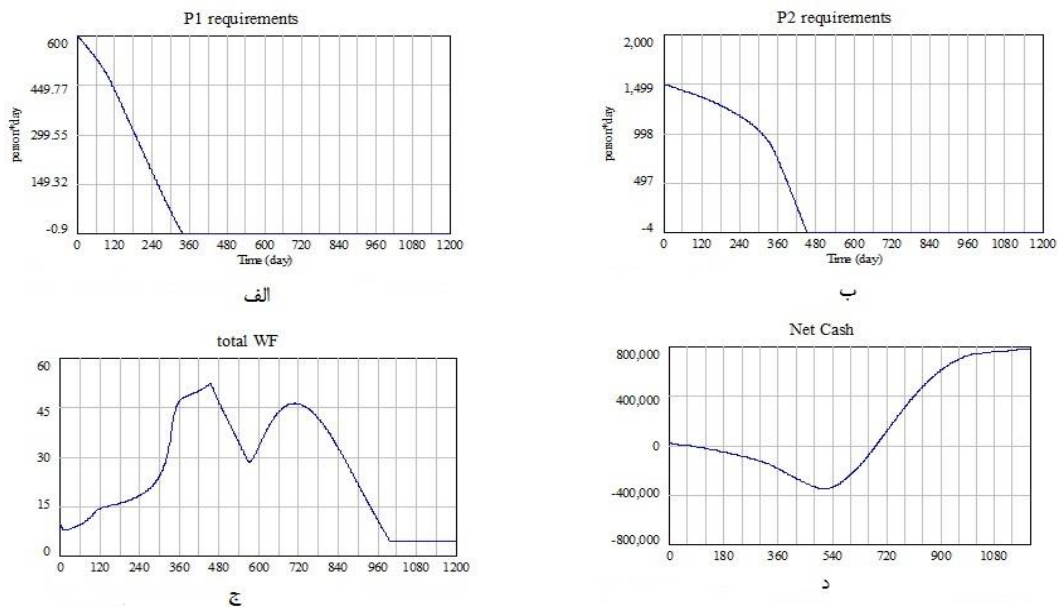


آزمون تحلیل حساسیت^۱: با جابجایی مقادیر پارامترها، مرزها و بازه های زمانی، تغییرات ایجاد شده در مقادیر عددی، رفتار و سیاست‌ها مورد بررسی و تحلیل قرار گرفت.

آزمون تولید مجدد رفتار^۲: یکی از مهم‌ترین تست‌های موجود تولید مجدد رفتار (مقایسه با داده های تاریخی) است. در این آزمون مشخص شد که متغیرهای مدل می‌توانند داده‌های تاریخی را بازسازی کنند.

۵-۴- اجرای مدل و تحلیل داده‌ها

پس از مشخص کردن کارکرد زیرسیستم‌ها و بررسی اعتبار آنها مدل اجرا می‌شود. این اجرا برای بازه زمانی ۱۲۰۰ روز کاری با گام زمانی^۳ یک روز انجام شده است و واحد پولی در جریان نقدینگی دلار فرض شده است. نمودارهای شکل (۷) نتایج اجرای مدل را نشان می‌دهد.



شکل ۷: نتایج حاصل از اجرای مدل

نمودار ۷-الف روند تکمیل پروژه اول را نمایش می‌دهد. برای تکمیل پروژه اول ۶۰۰ نفر-ساعت لازم است که با نیروی انسانی تخصیص داده شده به آن در ۳۴۰ روز تکمیل شده است. محصول این پروژه به صورت بسته نرم‌افزاری می‌باشد. یعنی این محصول پس از تکمیل شدن برای استفاده در بازار عرضه می‌شود.

¹ Sensitivity Analysis

² Reproduction

³ Time step



اولین کنفرانس ملی

انجمن ایرانی پویاشناسی سامانه‌ها

نمودار ۷-ب نیز مربوط به پروژه دوم می‌باشد. پروژه دوم برای تکمیل شدن به ۱۵۰۰ نفر- ساعت زمان نیاز دارد که با نیرویی که به آن اختصاص داده می‌شود، در ۴۵۴ روز تکمیل می‌شود. این پروژه به صورت سفارشی می‌باشد. یعنی مشتری محصول خود را سفارش می‌دهد و هزینه آن طبق قرارداد و به صورت تدریجی مطابق با پیشرفت پروژه پرداخت می‌کند. نکته-ای که در این نمودار قابل توجه است، تغییر سرعت پیشرفت پروژه پس از گذشت ۳۴۰ روز است. یعنی پس از اتمام پروژه اول در این روز نیروی انسانی آن به پروژه دوم منتقل می‌شود و سرعت پیشرفت پروژه را افزایش می‌دهد. این نقطه در شکل ۴-۲ نشان داده شده است.

نمودار ۷-ج کل نیروی انسانی شرکت را نشان می‌دهد. همانطور که در این نمودار مشاهده می‌شود، نیروی انسانی تا قبل از اتمام پروژه‌ها روند صعودی دارد و شرکت به دنبال استخدام افراد جدید است، اما بلافاصله پس از اتمام پروژه‌ها روند نزولی پیدا می‌کند. بیشترین شیب صعودی نمودار مربوط به زمانی هست که هر دو پروژه فعال هستند، با اتمام پروژه اول این شیب اندکی کاهش می‌یابد ولی همچنان صعودی هست. در ادامه با فروش محصول پروژه اول و افزایش تعداد مشتریان آن، شرکت برای پشتیبانی این محصول مجدداً به استخدام افراد بیشتر نیاز پیدا می‌کند. روند پشتیبانی نیز به تدریج در طول زمان به خاطر از رده خارج شدن نرم‌افزار کاهش می‌یابد.

نمودار ۷-د نیز مربوط به جریان نقدینگی شرکت می‌باشد. در ابتدا شرکت درآمدی ندارد و هزینه‌ها باعث می‌شود پس از اتمام سرمایه اولیه دچار کمبود نقدینگی می‌شود که برای جبران این کمبود ناچار است از بانک وام دریافت کند. این امر صورت جریان نقدینگی منفی در نمودار مشاهده می‌شود. پس از اینکه شرکت شروع به کسب درآمد کرد، وام بانکی پرداخت می‌شود و مجدداً جریان نقدینگی مثبت می‌شود.

۴-۶- اجرای سیاست‌های مدیریتی

سیاست‌های مدیریتی می‌تواند در این مدل مورد بررسی قرار گیرد، از جمله:

- سیاست‌های تبلیغات و بازاریابی (مانند بررسی نحوه تخصیص بودجه به بازاریابی و تبلیغات)
- سیاست فروش (مانند تعیین میزان فروش نقدی و غیر نقدی، بررسی قیمت هر محصول در حالت احتمالی، بررسی تعداد مشتریان در حالت احتمالی)
- سیاست‌های نیروی انسانی (مانند تعیین سقف برای استخدام نیروی انسانی، تغییر سیاست‌های استخدام و اخراج)
- سیاست‌های برنامه‌ریزی و زمانبندی (مانند تعیین زمان شروع پروژه‌ها)

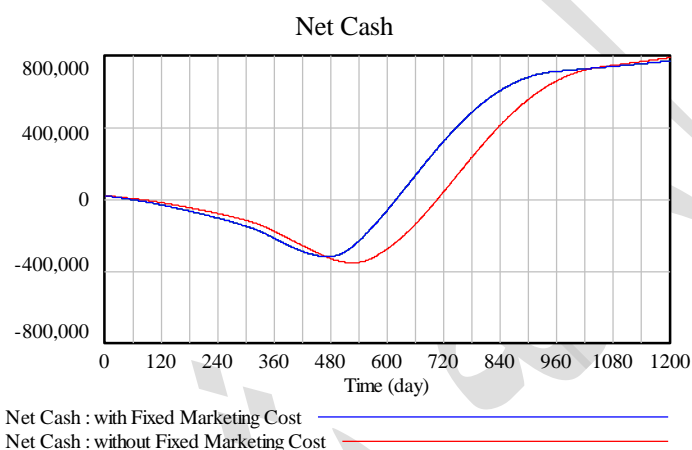
۴-۶-۱- سیاست‌های تبلیغات و بازاریابی

میزان هزینه‌های اختصاص داده شده به تبلیغات و بازاریابی یکی از تصمیم‌های مدیریتی است که تاثیر زیادی در جریان نقدینگی شرکت دارد. در مدل ارائه شده این هزینه در صورت مثبت بودن جریان نقدینگی میزان ۵ درصد از آن را به اضافه ۱۰ درصد از مبلغ واریز شده برای پروژه دوم را شامل می‌شود، زیرا در زمان اتمام پروژه اول جریان نقدینگی منفی است. در این حالت تعداد مشتریان محصول پروژه اول بلافاصله پس از اتمام آن آغاز می‌شود و در روز ۷۱۸ ام به اوج خود می‌رسد و سپس مجدداً افت می‌کند.



اولین کنفرانس ملی
انجمن ایرانی پویاشناسی سامانه‌ها

با تخصیص مقدار ثابتی برای بازاریابی به میزان ۱۰۰ دلار در روز، می‌توان بهبود قابل توجهی در شرایط فروش و جریان نقدینگی شرکت مشاهده کرد. به نحوی که سرعت فروش بالا می‌رود و تعداد مشتریان در روز ۶۲۳ یعنی ۹۵ روز زودتر از حالت قبل به اوج خود می‌رسد. این تغییر در جریان نقدینگی نیز اثر مثبت دارد و باعث می‌شود تا رشد جریان نقدینگی سریعتر آغاز شود. نمودار شکل (۸) جریان نقدینگی را قبل و بعد از در نظر گرفتن هزینه ثابت بازاریابی نشان می‌دهد.



شکل ۸: جریان نقدینگی قبل و بعد از در نظر گرفتن هزینه ثابت بازاریابی

میزان بودجه ثابت تخصیص داده شده برای بازاریابی، تا حد معینی می‌تواند افزایش یابد. در صورتی که این بودجه بیش از این مقدار باشد، جریان نقدینگی همیشه منفی می‌شود و تخصیص آن غیرمنطقی خواهد بود.

۵- نتیجه‌گیری و پیشنهادات

نتایج نشان می‌دهد تأثیر متقابل پروژه‌ها بر یکدیگر می‌تواند اثر زیادی بر رفتار پروژه‌ها داشته باشد. به‌طوری‌که رفتار یک پروژه در محیط ایزوله، تفاوت بسیار زیادی با رفتار آن در تعامل با دیگر پروژه‌ها دارد و تصمیمات زمان‌بندی و تخصیص نیروی کار در یک پروژه تأثیر قابل توجهی روی هزینه و زمان سایر پروژه‌ها دارد. اهمیت این تأثیر از دو جنبه قابل بررسی است. نخست آنکه ابزارهای تخمین کنونی دچار نقص هستند و ثانیاً اینکه نشان می‌دهد تصمیمات تنگ‌نظرانه در محیط‌های چند پروژه‌ای تا چه حد می‌تواند تأثیرات نامطلوب داشته باشد. در این مدل فرض شده است که دو پروژه به‌صورت هم‌زمان در سیستم فعال هستند، بنابراین برای مدیریت مؤثر و بهتر پروژه‌ها، توجه به ارتباطات میان آن‌ها ضروری است. این مدل به تصمیم‌گیران کمک می‌کند تا پروژه‌ها را به‌گونه‌ای برنامه‌ریزی کنند که محدودیت‌های منابع رعایت شوند، سود شرکت حداکثر شده و ترکیب‌های مختلف پروژه‌ها و درآمدها و هزینه‌های هر ترکیب بررسی شود. پیشنهاد می‌شود برای پژوهش‌های بعدی می‌توان نیروی انسانی پروژه را به صورت تفکیک شده براساس تخصیص آنها مورد بررسی قرار داد.



The First National Conference of
The Iranian System Dynamics
Society



اولین کنفرانس ملی
انجمن ایرانی پویاشناسی سامانه‌ها

مراجع

- [1] Awani, A. O. Data Processing Project Management. Princeton : Petrocelli Books, 1986.
- [2] Master business planning: The art of controlling project management in a multi-project environment. R. G., Boznack. 143-158 : s.n., 1987. Project Management Institute Seminar.
- [3] Abdel-Hamid, T. and Madnick, S. Software Project Dynamics. Englewood : Prentice-Hall, 1991.
- [4] —. Software Project Dynamics. Englewood : Prentice-Hall, 1991.
- [5] The dynamics of software project staffing: A system dynamics based simulation approach. Abdel-Hamid, T. February 1989, IEEE Transactions on Software Engineering.
- [6] Computer-aided software development process design. Lin, C and Levary, R. September 1989, IEEE Transactions on Software Engineering.
- [7] Lin, C, Abdel-Hamid, T and Sherif, J. Software-engineering process simulation model. s.l. : et Propulsion, TDA Progress Report 42-108, February 1992.
- [8] The Impact of Goals on Software Project Management: An Experimental Investigation. Terek K., Abdel-Hamid, Kishore, Sengupta and Clint, Swett. 4, USA : Management Information Systems Research Center, University of Minnesota, Dec. 1999, Vol. 23, pp. 531-555.
- [9] Understanding Software Processes through System Dynamics Simulation. Carina, Andersson, et al., et al. 2002. Ninth Annual IEEE International Conference and Workshop on the Engineering of Computer-Based Systems.
- [10] Lin, C, Abdel-Hamid, T and Sherif, J. Software-engineering process simulation model. s.l. : et Propulsion, TDA Progress Report 42-108, February 1992.
- [11] Brooks' Law Revisited: A System Dynamics Approach. Pei, Hsia, Chih-tung, Hsu and David C., Kung. Arlington : Computer Science Engineering Department, The University of Texas at Arlington, 1999.
- [12] A simplified model of software project dynamics. Mercedes, Ruiz, Isabel, Ramos and Miguel, Toro. 2001, The journal of systems and software, pp. 299-309.
- [13] A multi-project perspective of single project dynamics. Abdel-Hamid, T. 22, 1993, SYSTEMS SOFTWARE, pp. 151-165.
- [14] New Product Portfolio Management: Practices and Performance. Robert G., Cooper, Scott J., Edgett and Elko J., Kleinschmidt. 4, s.l. : PRODUCT INNOVATION MANAGEMENT, 1999, Vol. 16. 10.1111/1540-5885.1640333.
- [15] Portfolio Management Approach in Trade Credit Decision Making. Grzegorz Michalski. Wrocław : Romanian Journal of Economic Forecasting, 2013, Vol. 3.
- [16] Roger S., Pressman and Bruce, Maxim. Software Engineering: A Practitioner's Approach. New York : McGraw Hill, 1987. 978-0078022128.
- [17] Stermann, John D. Business Dynamics: systems thinking and modeling for a complex world. USA : McGrawHill, 2000.
- [18] Stermann, J. D. Business dynamics: System thinking and modeling for a complex world. New York : McGraw-Hill, 2000.
- [19] The human resources task area. “, C. E., Oglesby and J. E., Urban. Nov. 1983, Computer, Vol. 16, pp. 65-70.
- [20] Managing information systems personnel: A review of the literature and managerial implications. K. M., Bartol and D. C., Martin. Dec. 1982., MISQuart, pp. 49-70.
- [21] F. J., Corbato and C. T., Clingen. A managerial view of the Multics systems development,” in Research Directions in Software Technology. P. Wegner, Ed. Cambridge : MIT Press, 1979.
- [22] V. R., Basili. Improving methodology and productivity through practical measurement. Lowell : Wang Inst., Nov. 1982.
- [23] Successful development strategies for business application systems. J. D., McKeen. Sept. 1983, MIS Quart.
- [24] Acquiring entry-level programmers, in Computer Programming Management. J., Hannan and Ed. 1982, Computer Programming Management.



The First National Conference of
The Iranian System **Dynamics**
Society



اولین کنفرانس ملی
انجمن ایرانی پویاشناسی سامانه‌ها

- [25] H. S., Bolt. The personnel crunch: In Perspective on Information Manangement, J. B. Rochester, Ed. New York : Wiley, 1982.
- [26] E. H., Schein. Organizational Psychology, 3rd ed. Englewood Cliffs : Prentice-Hall, 1980.
- [27] The dynamics of software project staffing: A system dynamics based simulation approach. Abdel-Hamid, T. February 1989, IEEE Transactions on Software Engineering.
- [28] Predicting programming group productivity-A communications model. R. F., Scott and D. B., Simmons. 4, Dec. 1975, IEEE Trans. Software Eng., Vols. SE-I.
- [29] Software development. H. D., Mills. 4, Dec. 1976, IEEE Trans. Software Eng., Vols. SE-2.
- [30] M. L., Shooman. Software Engineering-Design, Reliability, and Management. New York : McGraw-Hill, 1983.
- [31] Brooks, F. P. The Mythical Man-Month. s.l. : Addison-Wesley, 1975.
- [32] Abdel-Hamid, T. , Madnick, S. Software Project Dynamics. Englewood : Prentice-Hall, 1991.
- [33] Portfolio selection. Markowitz, H. 1, s.l. : The Journal of finance, 1952, Vol. 7, pp. 77-91.
- [34] Portfolio approach to information systems. McFarlan, FW. 1981, Harvard Bus Rev , Vols. (September–October), pp. 142–51.
- [35] Lessons learned from modeling the dynamics of software development, Abdel-Hamid, T. December 1989, Communications of the ACM.
- [36] Lessons learned from modeling the dynamics of software development. Abdel-Hamid, T. December 1989, Communications of the ACM.



Designing a Simulation Model for Project Portfolio Management in software developing companies

Ghasem Mokhtari^{1,*}, Farshad Adin²

1. Assistant professor, Department of Industrial Engineering, University of Qom, *mokhtariy@yahoo.com*
2. Graduate student, Department of Industrial Engineering, University of Qom, *Farshadin68@gmail.com*

Abstract

The role of software and software systems in organizations and complex managing systems in recent years has increased significantly, and software is a key factor in the success of organizations and companies. Hence, the demand for software development in the past two decades has led to companies pay more attention to software development methods and management patterns. The managing multiple projects simultaneously in a software development company because of the intangible nature of these projects, processes, including product development processes, delivering products to customers and cash flow, is complicated. The development of software systems with various issues such as cost overruns, delays in delivery of projects, reliability and user dissatisfaction is facing down. These problems, despite the remarkable progress in the field of software engineering to overcome the difficulties of software production, are still in force. In this study, a model to simulate the dynamics of the system investigated. This model consists of four subsystems, human resources, production, finance and sale, which can be used in decision-making and analyzing software portfolio management. For simulation of this model, Vensim PLE is used. At the end, this model was used to analyze the different software management policies.

Keywords: Project Portfolio Management; Simulation; System Dynamics; Software Projects

^{1,*} Corresponding author: Assistant professor, Department of Industrial Engineering, Faculty of Engineering, University of Qom, Qom, Iran

² Graduate student, Department of Industrial Engineering, Faculty of Engineering, University of Qom, Qom, Iran