

## مدیریت تغییر در فرایندهای کسب و کار

مریم یارمحمدی<sup>۱</sup>، علی معینی<sup>۲</sup>، کامبیز بدیع<sup>۳</sup>

**چکیده:** امروزه تغییر در بیشتر سازمان‌ها پدیده‌ای اجتناب‌ناپذیر است و سازمان‌ها برای ماندن در بازار رقابت و کسب موفقیت و حفظ مشتریان، بایستی خود را با نیازمندی‌های جدید همسو سازند. فرایندهای کسب و کار یکی از اجزای اصلی سازمان است که دستخوش این تغییرات قرار می‌گیرد. به‌ویژه در محیط‌های کسب و کار پویا، فرایندهای کاری در زمان اجرا نیز تغییر می‌کنند. توانایی اعمال درست تغییر در فرایندها و بررسی صحت آنها پیش از بکارگیری از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. یکی از راه‌حل‌های ممکن، استفاده از یک مدل قابل اجرا همراه با مدل فرایند است. در این مقاله چارچوبی برای اعمال این تغییرات و بررسی صحت آنها از طریق یکپارچه-سازی نمودار فعالیت UML2.0 به‌عنوان تکنیک استاندارد برای مدل‌سازی فرایندهای کاری و شبکه پتری رنگی، مدلی قابل اجرا، ارائه می‌شود.

**واژه‌های کلیدی:** مدیریت تغییر در فرایندهای کسب و کار، نمودار فعالیت UML2.0، شبکه پتری رنگی

- 
۱. دانشجوی کارشناسی ارشد مدیریت فناوری اطلاعات دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران، ایران
  ۲. دانشیار گرایش الگوریتم‌ها و محاسبات، پردیس دانشکده‌های فنی دانشگاه تهران و عضو وابسته گروه مدیریت فناوری اطلاعات، دانشکده مدیریت، دانشگاه تهران، ایران
  ۳. دانشیار مرکز تحقیقات مخابرات، پژوهشکده فناوری اطلاعات، تهران، ایران

---

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۱/۰۱/۲۱  
تاریخ پذیرش نهایی مقاله: ۱۳۹۱/۰۳/۳۰  
نویسنده مسئول مقاله: مریم یارمحمدی  
E-mail: Yarmohammadi.m@gmail.com

## مقدمه

بسیاری از صاحب‌نظران علم مدیریت اعتقاد دارند، سرعت تغییر در سازمان‌ها طی سال‌های اخیر به گونه‌ای چشم‌گیر افزایش یافته است [۱]. در مقاله حاضر، چارچوبی برای مدیریت تغییر در فرایندهای کسب‌وکار که بخشی اساسی از سازمان است ارائه می‌شود. این فرایندها در سازمان‌های پویا به صورت سیستمی استفاده شده یا سازمان برای تغییر و بهبود فرایند خود به دنبال روشی برای سیستمی کردن آن است. در این میان، بسیاری از شرکت‌ها از سامانه‌های مدیریت فرایندهای کسب‌وکار (BPMS) برای مدیریت، پشتیبانی و اجرای فرایندهایشان استفاده می‌کنند. از سویی، بسیاری از فرایندها پویا بوده، نیاز به تغییر در زمان اجرا دارند. سامانه‌های تجاری کنونی بیشتر به صورت ایستا عمل می‌کنند و برای پشتیبانی از چنین فرایندهایی ناتوانند. وسک [۱۹] ضمن بررسی بیشتر BPMS‌های تجاری بیان می‌دارد، این سامانه‌ها از تغییرات پویا در نمونه‌های جریان‌کاری، مانند افزودن فعالیت‌های مفقود پشتیبانی نمی‌کنند. این امر باعث به وجود آمدن زمینه‌های پژوهشی بسیاری شده است [۷،۱۱،۱۴،۱۸].

از سوی دیگر، امکان تحلیل و مطالعه بسیاری از فرایندهای کسب‌وکار به طور مستقیم وجود ندارد و ابتدا بایستی آنها را مدل‌سازی کرد. بدین منظور، در این پژوهش نمودار فعالیت UML2.0 برای مدل‌سازی اولیه فرایندهای کسب‌وکار، به دلیل سادگی و استاندارد بودن آن و نیز آشنایی بسیاری از تحلیلگران با آن به کار رفته است. اما به دلیل اینکه مدل‌های مبتنی بر UML، قابلیت اجرا نداشته، امکان بررسی صحت فرایند پیش از به-کارگیری آن در محیط اجرایی وجود ندارد، بایستی از یک مدل قابل اجرا مثل شبکه پتری رنگی (Colored Petri Net) یاری جست.

با به کارگیری شبکه پتری رنگی، امکان بررسی صحت فرایند کسب‌وکار قبل از اجرای آن و نیز صحت تغییرات در فرایند کسب‌وکار و در نتیجه اعمال تغییرات در زمان اجرا وجود دارد. در واقع، این یکی از راه‌حلهایی است که با آن می‌توان مدیریت تغییر را برای کاهش ریسک‌ها و هزینه‌ها و افزایش مزیت از تغییرات عمده در فرایندهای کسب‌وکار

اعمال کرد. بنا به دلایل یاد شده، در این مقاله به دنبال ارائه چارچوبی مبتنی بر یکپارچه-سازی نمودار فعالیت UML2.0 و شبکه پتری رنگی هستیم تا با آن بتوان از تغییرات در فرایند کسب و کار در زمان اجرا نیز پشتیبانی کرد.

پرسش‌های پژوهش عبارتند از:

۱. چگونه مدل‌سازی فرایند، مدیریت تغییر را تحت تاثیر قرار می‌دهد؟
۲. چگونه می‌توان از صحت فرایند مدل‌شده در زمان طراحی اطمینان یافت؟
۳. چگونه می‌توان خطای مدل‌سازی را پیش از اجرای فرایند کسب و کار کاهش داد؟

فرضیه‌های پژوهش عبارتند از:

۱. با تبدیل مدل اولیه فرایند به شبکه پتری رنگی به‌عنوان یک مدل قابل اجرا می‌توان انعطاف‌پذیری و پویایی مدل‌سازی فرایندهای کسب و کار را اعمال کرد.
  ۲. با تبدیل مدل فرایند در زمان طراحی به یک مدل قابل اجرا و استفاده از تکنیک شبیه-سازی می‌توان از صحت فرایند مدل‌شده در زمان طراحی اطمینان یافت.
  ۳. با تبدیل مدل فرایند به یک مدل قابل اجرا و بررسی صحت مدل در زمان طراحی، می‌توان خطای مدل‌سازی را پیش از اجرای فرایند کسب و کار کاهش داد.
- برای عرضه‌ی مقاله در بخش بعدی مروری بر پژوهش‌های انجام‌شده درباره‌ی موضوع موردنظر آمده است. در ادامه، دلایل نگاشت نمودار فعالیت UML2.0 به شبکه پتری رنگی بیان شده است سپس ساختار چارچوب پیشنهادشده به‌همراه ابعاد گوناگون تغییر که موردنظر بوده‌اند، تشریح می‌شود. فرایند "برداشت پول از راه دستگاه خودپرداز" پس از آن، به‌عنوان مطالعه موردی برای اعمال تغییر در این فرایند مطابق چارچوب پیشنهادی، انتخاب شده است. آنگاه، مقایسه‌ای بین چارچوب پیشنهادی و تنها چارچوب ارائه‌شده در این زمینه [۳]، انجام و در پایان نتیجه‌گیری آورده شده است.

### مروری بر پژوهش‌های قبلی

برای اعمال درست تغییر در فرایند کسب‌وکار، بایستی تحلیل درستی از آن داشت که این کار با استفاده از مدل‌سازی فرایند کسب‌وکار تسهیل می‌شود. اما زبان‌های مدل‌سازی فرایند که قابلیت درک عمومی آنها بالا است، قابلیت اجرا ندارند؛ بنابراین نمی‌توان از صحت فرایند مدل‌شده یا فرایند تغییر یافته، پیش از اجرای آن اطمینان داشت. بدین منظور پژوهش‌های زیادی درباره‌ی نگاشت مدل فرایند به یک مدل قابل اجرا انجام شده است که در ادامه به مواردی که مطالعه شده‌اند اشاره شده، محدودیت‌های آنها بررسی شده است.

یکی از راه‌حل‌ها، تبدیل دیاگرام‌های فعالیت UML2.0 به مدلی مفهومی از شبکه پتری است که برای اجرا و ارزیابی، قابل تبدیل به شبکه پتری رنگی باشد. تیگ جونگ [۱۵] به مدل‌سازی بنیادی دیاگرام‌های مفهومی شبکه پتری و شبکه پتری رنگی پرداخته است و روشی برای تبدیل نمودار فعالیت UML2.0 به عنوان زبان استاندارد مدل‌سازی فرایندهای کسب‌وکار به شبکه پتری ارائه کرده است تا بدین وسیله بتوان مدل فرایند را پیش از به کارگیری آن ارزیابی کرد؛ به گفته‌ای دیگر تنها به موضوع نگاشت پرداخته شده است و اشاره‌ای به چگونگی تغییر در فرایند کسب‌وکار در زمان اجرا نشده است.

رضویان و خسروی [۱۲] به تغییرپذیری مدل‌سازی در مدل‌های فرایندهای کسب‌وکار با استفاده از UML، پرداخته‌اند. در این پژوهش به تغییرپذیری مدل‌سازی با استفاده از دیاگرام‌های فعالیت UML2.0، برای مدل کردن فرایندهای کسب‌وکار پرداخته، راه‌حل‌های مدل‌سازی و دسته‌بندی آن بر پایه تغییرپذیری در سطح فرایندهای کسب‌وکار پیشنهاد شده است. به گفته‌ی رضویان و خسروی، تغییرپذیری در مدل‌های فرایند کسب‌وکار را می‌توان در سه دسته قرار داد: تغییر در جریان داده‌ای، تغییر در جریان کنترلی و تغییر در عملیات. آنها در پژوهش خود، تغییراتی را که ممکن است در فرایند کسب‌وکار رخ دهد در این سه دسته قرار داده، بدین گونه روشی را برای تحلیل تغییر در مدل فرایند ارائه داده‌اند. محدودیت این پژوهش این است که از تغییر در فرایندهای کسب‌وکار در زمان اجرا پشتیبانی نمی‌کند؛ زیرا روش ارائه شده تنها مبتنی بر UML است. درحالی‌که

UML قابلیت اجرا نداشته، نمی‌توان از صحت فرایند و تغییراتی که در فرایند رخ می‌دهد، اطمینان یافت.

یکی دیگر از موارد دارای اهمیت این است که چرا دیاگرام‌های فعالیت UML2.0 برای مدلسازی فرایندهای کسب و کار در این پژوهش کاندید شده است. شانچن [۱۳] بر شایستگی دیاگرام‌های فعالیت UML2.0 برای مدلسازی فرایندهای کسب و کار تأکید کرده، با استفاده از الگوی گردش کار به‌عنوان چارچوب ارزیابی، آن را تست کرده است. الگوهای گردش کار مجموعه‌ای از الگوهای توسعه‌یافته برای شناسایی روند کنترل، داده و منابع هستند.

پسیک و وندرآلاست [۱۰] به روش توسعه یک سیستم اطلاعاتی مبتنی بر ارتباط مدلسازی فرایند کسب و کار و مدلسازی UML قابل اجرا و ارزیابی آن با استفاده از نمونه اولیه اشاره کرده‌اند. این پژوهش، متدولوژی برای توسعه سیستم‌های اطلاعاتی که با تکنیک‌های UML و BPM<sup>۱</sup> ارتباط دارند را ارائه داده، توانایی‌های آنها را ارزیابی می‌کند. این روش پیشنهادی، گلوگاه‌ها را با شبیه‌سازی جریان کاری فرایند، تحلیل و بررسی می‌کند سپس مدل فرایند به UML و پس از آن به xUML (UML قابل اجرا) نگاشت می‌شود. با استفاده از xUML، می‌توان، ارزیابی فرایند را بدون نگاشت آن به زبان قابل اجرای دیگری مثل شبکه پتری انجام داد. در این پژوهش نیز به تغییراتی که ممکن است در زمان اجرای فرایند کسب و کار رخ دهد و چگونگی مدیریت آنها پرداخته نشده است.

مدلسازی انعطاف‌پذیر و مدل اجرای فعالیت‌های جریان کاری که وسک [۲۰] پیشنهاد کرده است، مبتنی بر فرامدل فعالیت است. این سیستم، کاربردهای انعطاف‌پذیر و تغییرات پویا مانند اضافه و حذف کردن فعالیت‌ها را پشتیبانی می‌کند اما هیچ فعالیتی نمی‌تواند در طی زمان تغییر در حال اجرا باشد.

یکپارچه‌سازی طراحی شی‌گرا با شبکه پتری رنگی، رویکردی است که بارسو و پز [۳] برای بررسی صحت سیستم طراحی شده، به‌کار برده‌اند. این رویکرد، تکنیک‌های

شی‌گرایی در سطح طراحی و شبکه پتری رنگی را در سطح اعتبارسنجی<sup>۱</sup> و صحت‌سنجی<sup>۲</sup> یکپارچه می‌کند. چارچوبی که باری و پز [۳] برای مدیریت تغییر در فرایندهای کسب‌وکار ارائه کرده‌اند، از تغییرات اصلاحی و تغییرات تحولی در نمونه‌های زمان اجرا پشتیبانی می‌کند. در این چارچوب، در صورت اشتباه در زمان طراحی، مکانیزمی برای برگشت‌پذیری و اصلاح فرایند در نظر گرفته نشده است.

در این مقاله برای مدیریت تغییرات مدلسازی در فرایندهای کسب‌وکار، چارچوبی مبتنی بر متدولوژی فرایند کسب‌وکار با استفاده از شبکه پتری رنگی پیشنهاد می‌کنیم. در این چارچوب که از تغییرات اصلاحی و مهندسی مجدد فرایندها پشتیبانی می‌کند، امکان بررسی صحت فرایند کسب‌وکار در زمان طراحی و زمان اجرا وجود دارد. همچنین برای ردیابی تغییرات، پایگاه داده‌ای در نظر گرفته شده است که تغییرات انجام شده در فرایند را بنا به ابعاد گوناگون تغییر، در خود نگهداری می‌کند.

#### دلایل نگاهت نمودار فعالیت UML2.0 به CPN

برخی دلایل نگاهت نمودار فعالیت UML2.0 به شبکه پتری رنگی عبارتند از [۴،۵،۶،۹،۱۷]:

- نمودارهای فعالیت UML2.0 از قوانین معنایی شبکه پتری تبعیت می‌کنند و مبتنی بر جریان‌های توکنی هستند.
- شبکه‌های پتری رنگی ظاهری گرافیکی دارند.
- شبکه‌های پتری رنگی قابل اجرا هستند و می‌توانند پویایی سیستم‌ها را نمایش دهند؛ این باعث شده است تا شبکه‌های پتری رنگی به زبان مدلسازی قدرتمند تبدیل شوند.
- شبکه پتری رنگی بسیار کلی بوده، می‌تواند برای توصیف سیستم‌های متنوع زیادی استفاده شوند.
- شبکه‌های پتری رنگی نمادهای کم ولی قدرتمند دارند.

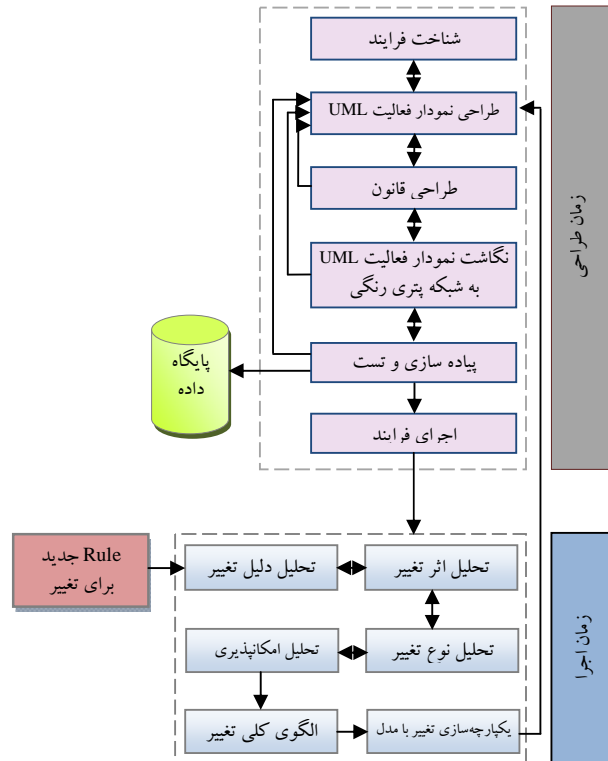
---

1. Verification  
2. Validation

- شبکه پتری رنگی همه ساختارهای نمودار فعالیت را مدلسازی می کند.
- شبکه های پتری رنگی می توانند اعتبارسنجی، صحت سنجی و شبیه سازی شوند.
- شبکه های پتری رنگی، از شبیه سازی های تعاملی به صورتی که نتایج نمودار CPN نشان می دهد، پشتیبانی می کنند.
- شبکه پتری رنگی از مفهوم نوع داده برای متمایزسازی توکن ها از یکدیگر پشتیبانی می کنند.

### ساختار چارچوب پیشنهادی

- چارچوب پیشنهادی (نمودار شماره ۱) در این مقاله مبتنی بر متدولوژی فرایند کسب و کار است (این متدولوژی در [۲۱] شرح داده شده است) و از تغییرات اصلاحی و تحولی در فرایندهای کسب و کار، پشتیبانی کرده، اهداف زیر را دنبال می کند:
- الف) پشتیبانی از تغییرات پویای فرایندها از طریق نگاهت مدل اولیه فرایند به شبکه پتری رنگی؛
- ب) اطمینان از صحت مدلسازی فرایند کسب و کار از راه تبدیل آن به شبکه پتری رنگی و استفاده از تکنیک شبیه سازی؛
- ج) کاهش هزینه ناشی از خطای مدلسازی با به کارگیری شبکه پتری رنگی به عنوان مدل قابل اجرا برای فرایند کسب و کار.



نمودار ۱. ساختار چارچوب پیشنهادی برای مدیریت تغییرات مدلسازی در فرایندهای کسب و کار

دو فاز اصلی این چارچوب عبارتند از توسعه در زمان طراحی و توسعه در زمان اجرا که پس از تصویب تغییر، برخی مراحل فاز طراحی در فاز اجرا نیز انجام خواهد شد. به گفته‌ای دیگر، برای اعمال تغییر در زمان اجرا نمی‌توان فاز اجرا را به‌طور کلی جدا از فاز طراحی دانست.

### توسعه در زمان طراحی

مراحل زمان طراحی عبارتند از:

مرحله اول. شناخت فرایند. در این مرحله که مطابق با فاز بررسی در متدولوژی فرایند کسب و کار است، اهداف فرایند مشخص شده، مطالعه‌های تجربی مبتنی بر مصاحبه و تجزیه



و تحلیل مستندات موجود انجام می‌شود. همچنین توسعه‌ی درک عمومی از واژه‌ها و مفاهیم مورد استفاده در فرایند انجام می‌پذیرد.

**مرحله‌ی دوم.** طراحی نمودار فعالیت UML. این مرحله مطابق با فاز طراحی در متدولوژی فرایند کسب و کار است. پس از شناخت فرایند، مدل آن براساس زبان مدلسازی یکپارچه و نمودار فعالیت آن، تعریف می‌شود.

**مرحله‌ی سوم.** طراحی قانون. طراحی قانون شامل قوانین واکنشی است که می‌توانند به مدل‌های فرایند اضافه شوند. طبق نظر کانوت، گیل مور، هیلستون، کلور و استونس [۴]، یک قانون ترکیبی از چهار بخش است: ۱. شرط (عبارتی روی کمان در شبکه پتری رنگی)؛ ۲. عملیات (عبارتی روی کمان در شبکه پتری رنگی)؛ ۳. قانون (گذارها در شبکه پتری)؛ ۴. فکت (متغیرهای قابل دسترس در شبکه پتری).

قوانین از راه واسط گرافیکی وارد سیستم می‌شوند. در زمان اجرا نیز قوانین وارد شده، ممکن است باعث تغییر در فرایند کسب و کار شوند.

**مرحله‌ی چهارم.** نگاشت نمودار فعالیت UML2.0 به شبکه پتری رنگی. در این مرحله، مدل نمودار فعالیت براساس قوانین نگاشت و الگوریتم تبدیل ارائه شده در پژوهش‌های یارمحمدی، معینی و بدیع [۲] به شبکه پتری رنگی نگاشت می‌شود.

**مرحله‌ی پنجم.** پیاده‌سازی و تست. فاز پیاده‌سازی و تست برای بهبود فرایندهای کسب و کار با اطلاعاتی که آنها را قابل اجرا می‌کند، ضروری است. پیاده‌سازی بایستی توسعه‌ی نمونه‌های اولیه و بازخورد افراد دارای دانش در طراحی فرایند کسب و کار را شامل شود.

با استفاده از مدل شبکه پتری رنگی، امکان بررسی صحت مدل قبل از اجرای آن محقق می‌شود که این کار با استفاده از ابزار CPN Tools انجام می‌شود. پس از اطمینان از صحت فرایند مدل شده، برای ثبت و نگهداری فرایند، از پایگاه داده‌ای بدین منظور استفاده می‌شود.

در هر یک از مراحل یاد شده، امکان بازگشت به مرحله‌ی قبل و نیز بازگشت به مرحله‌ی مدلسازی فرایند با استفاده از نمودار UML، وجود دارد تا در صورت وجود خطاهای قابل

دید و یا ناشی از طراحی اشتباه، در همین فاز طراحی و قبل از اجرای فرایند، این موارد کنترل شوند. این روند مطابق متدولوژی فرایند کسب و کار است.

مرحله‌ی ششم، اجرای فرایند. در مرحله‌ی اجرا، فرایند کسب و کار در محیط هدف اجرایی می‌شود. از آنجا که در دنیای رقابتی امروز، پویایی فرایندها امری اجتناب‌ناپذیر است، امکان تغییر در فرایندها در زمان اجرا نیز وجود دارد که این تغییرات در قالب یک قانون وارد چارچوب می‌شوند.

#### ابعاد مختلف تغییر

انواع تغییراتی که این چارچوب پشتیبانی می‌کند، عبارتند از: تغییرات اصلاحی (اصلاح خطای طراحی در تعریف فرایند یا واکنش به یک استثنا که در طول اجرای یک نمونه رخ می‌دهد) و تغییرات تحولی (که در نتیجه‌ی پیکربندی مجدد فرایند حادث می‌شود).

تغییرات در مدل فرایند می‌تواند شامل ایجاد فعالیت (فعالیت‌های) جدید، حذف فعالیت (فعالیت‌های) موجود، جایگزین کردن فعالیت (فعالیت‌ها) با فعالیت (فعالیت‌های) دیگر، تغییر روند اجرایی و یا ارتباطات بین فعالیت‌ها و یا ترکیبی از این موارد باشد.

ساختار رسمی مدیریت تغییر در این پژوهش به صورت زیر تعریف می‌شود:

مدیریت تغییر (CM)، یک چهارده‌تایی مرتب به شکل زیر است که ابعاد موردنظر تغییر شامل دلیل تغییر، تأثیر تغییر، نوع تغییر و چشم‌اندازهایی که تحت تأثیر تغییر قرار می‌گیرند [۸،۱۸]، در آن دیده شده است:

CM = (IsC, OsC, CoC, EvC, FuC, BeC, InC, OpC, OrC, ExC, RdC, RpC, RIC, S)

که در آن:

- IsC (Inside Changes) و OsC (Outside Changes)، به دلایل تغییر اشاره دارند.

IsC، بیانگر تغییرات داخلی است؛ بدین معنی که تغییرات به وسیله‌ی توسعه داخلی سیستم اتفاق می‌افتد. از میان آنها می‌توان خطای طراحی منطقی، بن‌بست‌ها و داده‌های اشتباه را نام برد. OsC، بیانگر تغییرات خارجی است، بدین معنی که تغییرات به وسیله‌ی

توسعه خارج از سیستم اتفاق می افتد. در این تغییرات، محیط عامل اصلی تغییر است؛ برای مثال تغییر در محیط کسب و کار، تغییر در محیط فناوری و تغییر در چارچوب قانونی.

- تأثیر تغییر یا اصلاحی است یا تحولی که CoC (Corrective Changes) و EvC (Evolutionary Changes)، بیانگر این موضوع هستند. CoC، تغییرات اصلاحی است. تغییر در نتیجه یک خطا، یک رویداد نادر یا تقاضای مشتری. EvC، تغییرات تحولی است که در نتیجه استراتژی‌های جدید کسب و کار، تلاش‌های مهندسی مجدد یا دگرگونی شرایط خارجی (مانند تغییر قانون) اتفاق می افتد.
- چشم‌اندازهای مختلف فرایند کسب و کار [۸] که می‌توانند تحت تأثیر تغییر قرار گیرند، عبارتند از چشم‌انداز عملکردی - Functional Perspective (FuC)، چشم‌انداز رفتاری - Behavioral Perspective (BeC)، چشم‌انداز اطلاعاتی - Informational Perspective (InC)، چشم‌انداز عملیاتی - Operational Perspective (OpC) و چشم‌انداز سازمانی - Organizational Perspective (OrC). البته چشم‌اندازهای دیگر را نیز می‌توان در نظر داشت. FuC هدف فرایند را مشخص می‌کند. BeC، مشخص می‌کند، چه هنگام و با چه شرایطی، فعالیت‌ها اجرا می‌شوند. InC، اطلاعاتی که باید بین فعالیت‌ها مبادله شود را نشان می‌دهد. OpC، فعالیت‌های قابل اجرا در طول فرایند است و OrC، بیانگر نقش‌های سازمانی اجرای هر فعالیت است.
- تغییر می‌تواند از نوع گسترش - Extend (ExC) باشد، چنانچه موجودیت جدیدی معرفی شود. تغییر از نوع کاهش - Reduce (RdC) است، زمانی که قسمتی (قسمت‌هایی) از فرایند حذف شود. تغییر از نوع جایگزینی - Replace (RpC) است، چنانچه ترکیبی از تغییرات گسترش و کاهش رخ دهد. تغییر می‌تواند از نوع ارتباط مجدد - Re-link (RIC) باشد و ارتباط بین فعالیت‌ها و جریان‌های کنترلی در فرایند عوض شود.

- S (Status) برای تشخیص وضعیت فرایند، طبق الگوریتم زیر استفاده می‌شود و پس از اطمینان از صحت یک فرایند، مقدار می‌گیرد. برای مثال فرایند فعال است یا خیر. اگر قانون جدید، فرایندی را اضافه کرد، سپس S را برای فرایند جدید فعال کن. وگرنه اگر قانون جدید، فرایندی را تغییر داد، سپس S را برای فرایند جدید فعال و برای فرایند قدیمی غیرفعال کن. وگرنه اگر قانون جدید، فرایندی را حذف کرد، سپس S را برای این فرایند، فعال نیست، مقدار S را تغییر نده. وگرنه تا زمانی که فرایند به پایان برسد، منتظر بمان سپس مقدار S را غیرفعال کن. وگرنه این نوع تغییر به وسیله‌ی این چارچوب پشتیبانی نمی‌شود.

#### توسعه در زمان اجرا

هر یک از مراحل توسعه در زمان اجرا که در (نمودار شماره ۱) آورده شده، در زیر تشریح شده است.

مرحله‌ی اول: تحلیل دلیل تغییر. بررسی اینکه آیا تغییرات داخلی باعث به وجود آمدن تغییر شده است یا تغییرات خارجی. این مورد برای ردیابی در پایگاه داده ثبت خواهد شد.

مرحله‌ی دوم: تحلیل اثر تغییر. در این تحلیل، مشخص می‌شود که آیا تغییر اصلاحی است یا تحولی، (CoC یا EvC در ساختار مدیریت تغییر) و نیز تأثیر تغییر در چشم‌اندازهای عملکردی، سازمانی، عملیاتی، اطلاعاتی و رفتاری مشخص می‌شود (به ترتیب در ساختار مدیریت تغییر عبارتند از: FuC، OrC، OpC، InC، BeC).

مرحله‌ی سوم: تحلیل نوع تغییر. بررسی اینکه آیا تغییر افزایشی است یا کاهشی یا جایگزینی و یا ارتباطاتی است. این موارد برای ردیابی در پایگاه داده ثبت خواهد شد.

هر سه مرحله‌ی یاد شده، به صورت بازگشتی هستند.

مرحله‌ی چهارم: امکان‌پذیری تغییر. در این مرحله بررسی می‌شود که با توجه به تأثیر تغییر و نوع تغییراتی که چارچوب پشتیبانی می‌کند، آیا امکان ایجاد این تغییر در فرایند وجود دارد یا خیر.

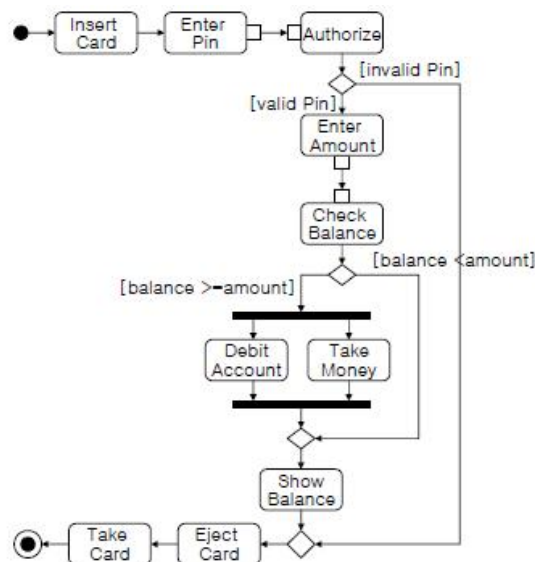
مرحله‌ی پنجم: الگوی کلی تغییر. اقتباس الگوی کلی تغییر.

مرحله‌ی ششم: یکپارچه‌سازی تغییر با مدل. چنانچه چارچوب از قانون جدید به‌عنوان تغییر در فرایند، پشتیبانی می‌کند، تغییرات به نمودار فعالیت اعمال شده، بقیه مراحل طبق زمان طراحی تکرار می‌شود. در پایان اگر صحت فرایند تغییر یافته تأیید شد، الگوریتم وضعیت تغییر فرایند اجرا شده، وضعیت فرایند مشخص می‌شود. چنانچه هنگام اعمال تغییر، نمونه فرایندی در حال اجرا باشد و شامل تغییر شود، تغییر به‌درستی به آن نمونه فرایند نیز منتقل خواهد شد.

### مطالعه‌ی موردی

در این بخش، فرایند "برداشت پول از طریق دستگاه خودپرداز" برای اعمال تغییر مطابق با ساختار چارچوب پیشنهادی، استفاده شده است (نمودار ۲). نمودار فعالیت UML2.0 این فرایند از سایت OMG [۱۶] برداشت شده است.

در این فرایند، برای اجرای برداشت نرمال از دستگاه خودپرداز، مشتری باید ابتدا رمز خود را به‌طور صحیح وارد کند. این عمل با فعالیت Authorize در نمودار بررسی خواهد شد. چنانچه رمز وارد شده، صحیح باشد، مشتری می‌تواند مقدار درخواستی خود را وارد کند. این مقدار با فعالیت CheckBalance بررسی می‌شود تا از مقدار موجودی مشتری، بیشتر نباشد. در این صورت مقدار درخواستی به مشتری تحویل و همزمان از حساب وی کاسته خواهد شد. در ادامه میزان موجودی به کاربر نمایش داده شده، کارت به وی بازگردانده خواهد شد. وگرنه مشتری تنها میزان موجودی را مشاهده کرده، کارت به او بازگردانده خواهد شد.



نمودار ۲. نمودار فعالیت برای فرایند برداشت پول از راه دستگاه خودپرداز [۱۶]

در اینجا می‌خواهیم تغییری را به صورت قانون به این فرایند اعمال کنیم و پس از اعمال آن، مطابق ساختار چارچوب از صحت فرایند تغییر یافته اطمینان یابیم. فرض بر این است، تغییری که رخ می‌دهد، در زمان اجرای فرایند است. این تغییر به صورت یک قانون وارد فرایند شده، پس از بررسی‌های زمان اجرا، در صورت امکان‌پذیری اعمال تغییر، در مدل فرایند (نمودار فعالیت UML2.0) یکپارچه شده، پس از تبدیل به شبکه پتری رنگی و بررسی صحت آن به فرایند اعمال می‌شود. در این صورت نمونه فرایندهای در حال اجرایی که از مراحل تغییر عبور نکرده باشند، طبق مدل جدید اجرا خواهند شد. قانون تغییر: مشتری روزانه بیشتر از دویلیون ریال نمی‌تواند از طریق دستگاه خودپرداز از حساب خود برداشت کند.

تحلیل‌های زمان اجرای چارچوب که به تغییر وارد می‌شوند، مطابق زیر هستند:  
 تحلیل دلیل تغییر: تغییر به واسطه‌ی قانونی خارج از سیستم، حادث شده است؛ یعنی برای امنیت بیشتر و دسترسی به میزان مشخصی پول برای افراد از طریق عابربانک در طول شبانه

روز، این قانون خارج از سیستم و خارج از محیط آن، تحمیل شده است. بنابراین (تحلیل دلیل تغییر = OsC).

تحلیل اثر تغییر: این قانون تأثیر اصلاحی در فرایند برداشت از طریق دستگاه خودپرداز دارد و دیدگاه عملیاتی، اطلاعاتی و رفتاری را تحت تأثیر خود قرار می‌دهد (تحلیل اثر تغییر = CoC، BeC، InC و OpC).

تحلیل نوع تغییر: نوع تغییر از طریق قانون یاد شده، افزایشی و ارتباطی است؛ یعنی با اعمال این قانون، فعالیت‌ها و جریان‌ها کنترلی به مدل فرایند اضافه شده، ارتباط فعالیت‌های Enter Amount و Check Balance تغییر می‌کند (تحلیل نوع تغییر = ExC و RIC).

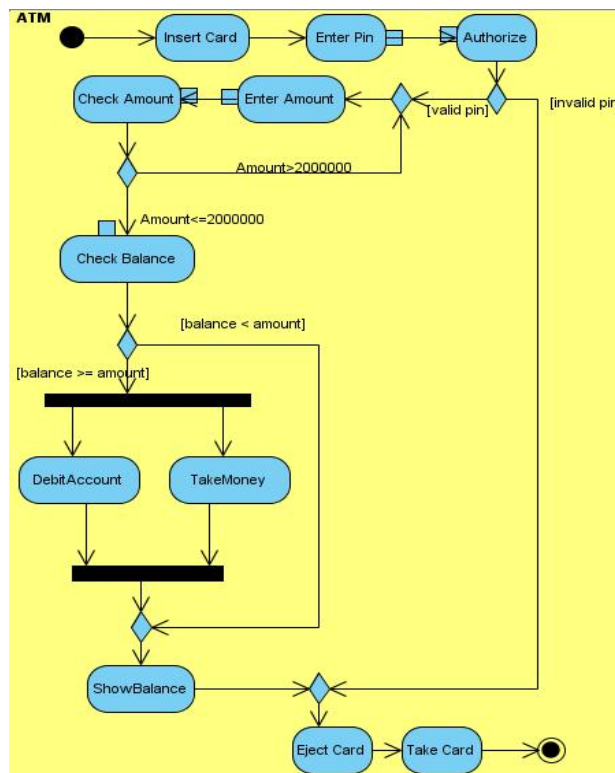
با اعمال قانون، مدل فرایند قبلی غیرفعال و وضعیت S برای فرایند جدید، فعال می‌شود. امکان‌پذیری تغییر: با توجه به اینکه چارچوب پیشنهادی، از تغییرات اصلاحی پشتیبانی می‌کند؛ بنابراین امکان اعمال تغییر در فرایند با استفاده از قانون یاد شده، وجود دارد.

الگوی کلی تغییر: پس از اینکه مشتری، مقدار درخواستی خود را وارد سیستم کرد، با توجه به رکوردهایی که در طول روز برای برداشت پول مشتری از طریق دستگاه خودپرداز ثبت شده است، ابتدا بررسی می‌شود که آیا جمع مقادیرهای برداشتی از دو میلیون ریال بیشتر است یا خیر. اگر جمع مقادیری که مشتری در طول یک روز از طریق دستگاه خودپرداز از حساب خود برداشته و مقدار درخواست شده کنونی، بیشتر از دو میلیون ریال باشد، روند فرعی الف، و چنانچه جمع این مقادیر، کمتر و یا مساوی دو میلیون ریال باشد، حساب مشتری بررسی می‌شود و روند فرایند مطابق قبل ادامه می‌یابد.

جریان فرعی الف: اگر جمع مقادیری که مشتری در طول یک روز از طریق دستگاه خودپرداز از حساب خود برداشته و مقدار درخواست شده کنونی، بیشتر از دو میلیون ریال باشد، امکان وارد کردن دوباره مقدار درخواستی برای مشتری فراهم می‌شود.

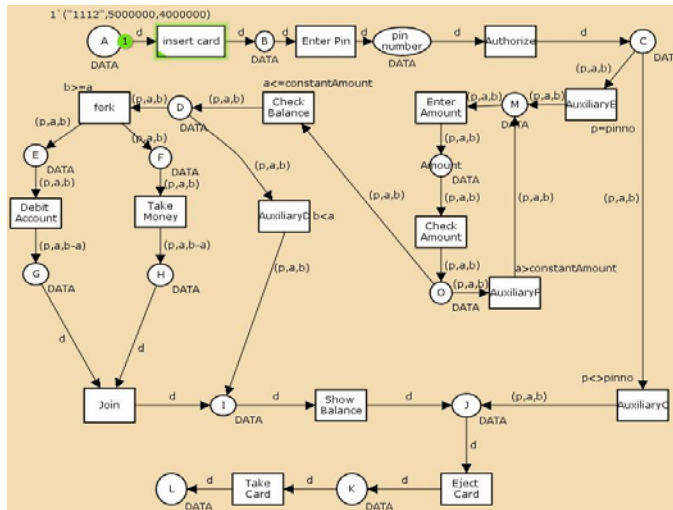
### یکپارچه‌سازی تغییر با مدل

در این مرحله، مطابق قانون واردشده، مدل نمودار فعالیت UML فرایند تغییر می‌کند (نمودار ۳). سپس این مدل به شبکه پتری رنگی تبدیل شده تا از طریق شبیه‌سازی، امکان بررسی صحت مدل وجود داشته باشد. آنگاه مدل جدید، همراه با متغیرهای مربوطه در پایگاه داده ثبت می‌شود و اجرای فرایند می‌تواند به‌درستی ادامه یابد. اکنون نمودار زیر را طبق قوانین نگاشت و الگوریتم تبدیل ارائه‌شده توسط یارمحمدی، معینی و بدیع [۲] به‌صورت دستی مطابق (نمودار ۴) به شبکه پتری رنگی تبدیل می‌کنیم.



نمودار ۳. نمودار فعالیت UML برای فرایند برداشت پول  
مطابق با قانون جدید





نمودار ۴. مدل شبکه پتری رنگی برای فرایند تغییر یافته برداشت پول از راه دستگاه خودپرداز

تعاریف اولیه مدل شبکه پتری رنگی مطابق (نمودار شماره ۵) است.

```

▼ Standard declarations
▼ colset UNIT = unit;
▼ colset INT = int;
▼ colset BOOL = bool;
▼ colset STRING = string;
▼ colset PIN = STRING;
▼ colset AMOUNT = INT;
▼ colset BALANCE = INT;
▼ colset DATA = product PIN * AMOUNT * BALANCE;
▼ var a : AMOUNT;
▼ var b : BALANCE;
▼ var d : DATA;
▼ var p : PIN;
▼ val pinno = "1112";
▼ val constantAmount = 2000000;
    
```

نمودار ۵. تعاریف اولیه مدل شبکه پتری رنگی

برای بررسی صحت تغییر اعمال شده، حالت‌های گوناگونی برای مقادیر داده‌ای ورودی وجود دارد که در زیر آورده شده است:

۱. برداشت نرمال؛

در این حالت مشتری شماره رمز خود را درست وارد کرده، مقدار درخواستی کمتر یا مساوی دو میلیون ریال و کمتر یا مساوی مقدار موجودی وی است. در این صورت مقدار درخواست شده از حساب مشتری کم و به وی تحویل داده شده، کارت او بازگردانده می شود.

۲. شماره رمز اشتباه؛

مشتری شماره رمز را اشتباه وارد می کند و کارت او بازگردانده می شود.

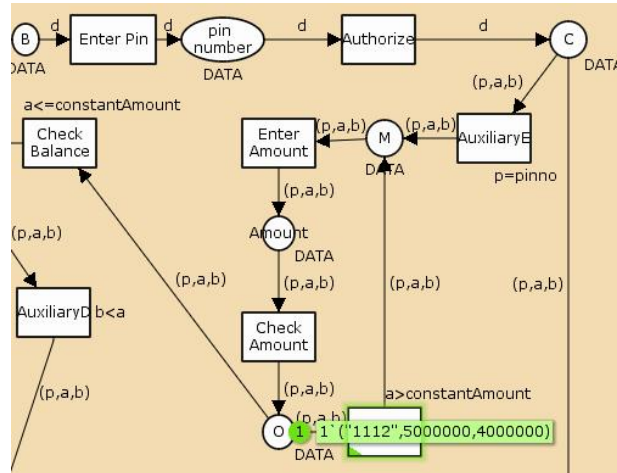
۳. مقدار کمتر، مساوی و یا بیشتر از دو میلیون ریال و کمتر یا مساوی مقدار موجودی؛

مشتری مقداری بیش از دو میلیون ریال وارد می کند، در این صورت امکان دوباره وارد کردن مقدار درخواستی برای مشتری وجود دارد، پس از اینکه مقداری کمتر و یا برابر دو میلیون ریال وارد کرد، موجودی او بررسی می شود. چنانچه مقدار درخواستی از موجودی کمتر و یا مساوی آن باشد، مقدار درخواست شده از حساب مشتری کم و به او تحویل داده شده، کارت او بازگردانده می شود.

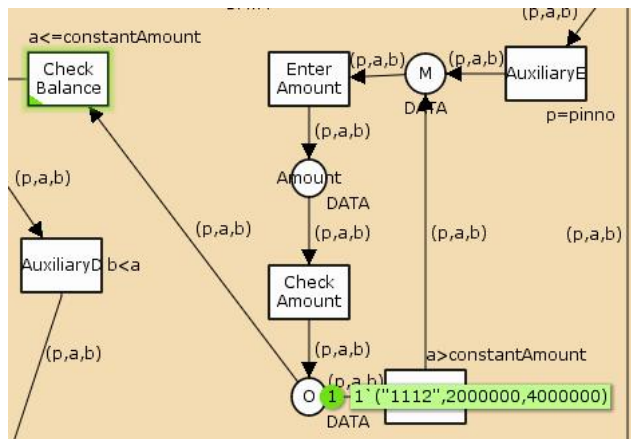
۴. مقدار کمتر، مساوی و یا بیشتر از دو میلیون ریال و بیشتر مقدار موجودی؛

چنانچه مشتری مقداری بیش از موجودی خود درخواست کند، مقدار موجودی به او نمایش داده شده، کارت وی بازگردانده می شود.

همان گونه که در نمودار مشخص است، مقادیر اولیه برای حالت سوم، در نظر گرفته شده است. مقدار درخواستی با مقدار ثابت دو میلیون ریال مقایسه می شود و از آنجا که مقدار درخواست شده بیشتر است، امکان وارد کردن درخواست مجدد فراهم می شود. با استفاده از روش شبیه سازی گام به گام، در زمان اجرا می توان مقادیر داده ای را تغییر داد، این مراحل در (نمودار ۶) و (نمودار ۷) نمایش داده شده است.

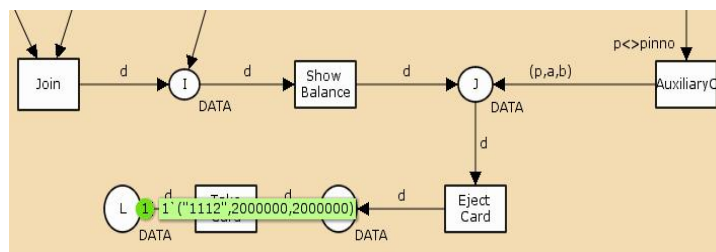


نمودار ۶. شبیه‌سازی مدل شبکه پتری رنگی برای مقدار درخواستی بیشتر از دو میلیون ریال



نمودار ۷. شبیه‌سازی مدل شبکه پتری رنگی برای مقدار درخواستی کمتر یا مساوی دو میلیون ریال

از آنجاکه مقدار درخواستی از میزان موجودی مشتری کمتر است؛ بنابراین مقدار درخواست شده از موجودی وی کم و به او تحویل داده می‌شود. شبیه‌سازی پایانی در (نمودار ۸) آورده شده است.



نمودار ۸. شبیه‌سازی پایانی مدل شبکه پتری رنگی برای مقدار درخواستی کمتر از میزان موجودی

### مقایسه

در این بخش مقایسه‌ای را بین چارچوب پیشنهادشده در این پژوهش و چارچوبی که قبلاً توسط عطیه رجیبی و پیک [۳] پیشنهاد شده بود، انجام داده‌ایم (جدول شماره ۱).

جدول ۱. مقایسه‌ای بین چارچوب پیشنهادشده در این پژوهش و چارچوبی ارائه‌شده در [۳]

چارچوب ارائه‌شده در [۳]	چارچوب ارائه‌شده در این پژوهش	مبتنی بر متدولوژی فرایند کسب‌وکار در [۲۱] است.
ذکر نشده	مبتنی بر متدولوژی فرایند کسب‌وکار در [۲۱] است.	پشتوانه علمی
ندارد	دارد	امکان بازگشت و تصحیح فرایند در زمان طراحی و اجرا
ندارد	دارد	در نظر داشتن پایگاه داده برای ثبت تغییرات
ندارد	دارد	در نظر داشتن معیارهای تغییر و ردیابی تغییرات در ابعاد گوناگون
دارد	دارد	اطمینان از صحت فرایند در زمان طراحی و اجرا

### نتیجه‌گیری و پیشنهادها

با توجه به پویایی محیط‌های کسب‌وکار امروزی، در این مقاله چارچوبی برای مدیریت تغییرات فرایندهای کاری مبتنی بر متدولوژی فرایندهای کسب‌وکار و یکپارچه‌سازی

نمودار فعالیت UML2.0 و شبکه پتری رنگی ارائه شد. از مزیت‌های چارچوب پیشنهادی می‌توان به موارد زیر اشاره کرد: کاهش خطای مدل‌سازی پس از اجرای فرایند کسب و کار با تبدیل مدل فرایند به مدلی قابل اجرا و بررسی صحت مدل در زمان طراحی. امکان اعمال تغییر در فرایند کسب و کار در زمان طراحی و زمان اجرای فرایند، پس از اطمینان از صحت آن به کمک شبکه پتری رنگی و تکنیک‌های شبیه‌سازی، صحت‌سنجی و اعتبارسنجی در نرم‌افزار CPN Tools. ردیابی تغییرات انجام‌شده در فرایند کسب و کار و برشمردن دلایل آن. پشتیبانی از تغییرات اصلاحی و تحولی در فرایندها. این چارچوب همانند متدولوژی فرایند کسب و کار، روندی تکراری و افزایشی را دنبال می‌کند؛ بنابراین امکان تصحیح فرایند قبل از اجرایی شدن آن در نظر گرفته شده است. همچنین ساختار چارچوب مستقل از متدولوژی اولیه مدل‌سازی است و با تبدیل مدل اولیه به یک مدل قابل اجرا نیز می‌تواند به کار خود ادامه دهد. در ادامه، پیشنهادهایی برای ادامه این کار پژوهشی برای کارهای آینده بیان می‌شود که بنا بر روند چارچوب پیشنهاد شده می‌توان آنها را به صورت زیر دسته‌بندی کرد:

- گونه‌های دیگر طراحی اولیه مدل فرایند:
- در طراحی مدل اولیه فرایند، می‌توان از زبان‌های قدرتمند دیگری برای طراحی و توصیف فرایند کسب و کار، همانند BPMN بهره جست.
- استفاده از شبکه پتری مبتنی بر زمان به عنوان زبان قابل اجرا:
- برای نگاشت مدل اولیه فرایند به یک زبان قابل اجرا می‌توان از شبکه پتری رنگی مبتنی بر زمان استفاده کرد تا با وارد کردن زمان در مدل فرایند بتوان کارایی آن را نیز پیش از به کارگیری، مورد ارزیابی قرار داد.
- به کارگیری تکنیک فضای حالت در تحلیل فرایند کسب و کار:
- برای تحلیل فرایند کسب و کار می‌توان همراه با تکنیک شبیه‌سازی، از تکنیک فضای حالت نیز استفاده کرد تا افزون بر صحت‌سنجی فرایند، اعتبارسنجی آن را نیز بررسی شود. ابزار CPN Tools هر دو قابلیت یادشده را فراهم می‌سازد.

- استفاده از دیگر معیارهای تغییر برای مدیریت تغییر در فرایندهای کسب و کار: تعریف و استفاده از معیارهای دیگر تغییر، مانند قابلیت پیش‌بینی و اینکه چه زمانی تغییرات باید اعمال شوند؟ (در هر زمانی از هنگام اجرا - *On-the-fly*). تغییر برای نمونه فرایند در حال اجرا، نمی‌تواند اعمال شود - *Entry time*)
- پیاده‌سازی چارچوب پیشنهادی: می‌توان برنامه‌ی کاربردی را برای مدیریت تغییر در فرایندهای کسب و کار مطابق ساختار چارچوب پیشنهادی پیاده‌سازی کرد که از قابلیت‌های آن پشتیبانی کرده، حتی مستقل از زبان مدل‌سازی اولیه فرایند این هدف را محقق سازد.

### منابع

۱. نجف‌بیگی رضا. مدیریت تغییر: نگاهی به نظام اداری ایران. چاپ اول. تهران: دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات؛ ۱۳۸۸، ۲۴.
۲. یارمحمدی مریم معینی علی، بدیع کامبیز. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، چارچوبی برای مدیریت تغییر در فرایند کسب و کار با استفاده از شبکه پتری. دانشکده مدیریت و اقتصاد، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران؛ ۱۳۹۰، ۶۰-۷۰.
3. AtiehRajabi B., Peck Lee S., Modeling and analysis of change management in dynamic business process. International Journal of Computer and Electrical Engineering 2010; 2(IACSIT).
4. Baresi L., Pezze M. Improving UML with petri nets. Electronic Notes in Theoretical Computer Science 2007; 44(2).
5. Canevet C., Gilmore S., Hilliston J., Kloul L., Stevens P., Analysing UML 2.0 activity diagrams in the software engineering performance process. WOSP'04, Redwood CA; 2004.
6. Hu Zh., Shatz S., Mapping UML diagrams into a Petri net notation for system simulation. Illinois Chicago, Proceedings of the Sixteenth International Conference on Software Engineering & Knowledge Engineering 2004; Banff, Alberta, Canada.

7. Kim D., Kim M., Kim H., Dynamic business process management based on process change patterns. International Conference on Convergence Information Technology, IEEE 2007.
8. Korherr B. PHD thesis on business process modeling-languages, goals and variabilities. Submitted to the Vienna University of Technology Faculty of Informatics 2008; 10-14.
9. Lopez-Grao J. P., Merseguer J., Campos J., From UML activity diagrams to stochastic Petri Nets: application to software performance engineering. WOSP, Redwood CA 2004.
10. Okawa T., Kaminishi T., Hirabayashi S., Koizumi H., Sawamoto J. An information system development method based on the link of business process modeling with executable UML modeling process modeling and its evaluation by prototyping. in 22nd International Conference on Advanced Information Networking and Applications, IEEE 2008.
11. Pesic M., Alast W.M.P., A declarative approach for flexible business processes management. Netherlands 2006.
12. Razavian M., Khosravi R. Modeling variability in business process models using UML. in Fifth International Conference on Information Technology, IEEE 2008.
13. Russell N., Alast W.M.P., Wohed P. On the suitability of UML 2.0 activity diagrams for business process modeling. in IEEE 2006.
14. Shanchen P., Yin L., Hua H., Chuang L. A model for dynamic business processes and process changes. Chinese Journal of Electronic 2011; 20(4).
15. Spiteri T. Intuitive mapping of UML 2 activity diagrams into fundamental modeling concept Petri Net diagrams and colored Petri Nets. in 15th Annual IEEE International Conference and Workshop on the Engineering of Computer Based Systems, IEEE 2008.
16. Taeg Jung H., Hyun Joo S. Transformation of an activity model into a colored Petri Net model. IEEE 2010.
17. UML2 superstructure specification. V2.11, OMG, <http://www.omg.org/technology/documents/formal/uml.htm>
18. Alast W.M.P., Jablonski S. Dealing with workflow change: identification of issues and solutions. International Journal of Computer Systems Science and Engineering 2000; 15.

19. Worzberger R., Ehses N., Heer T. Adding support for dynamics patterns to static business process management systems. in Proceedings of the 7th International Symposium on Software Composition , LNCS 2008; 4954: Springer.
20. Weske M. Flexible modeling and execution of workflow activities. in Proceedings of the Thirty-First Hawaii International Conference 1998; 7.
21. Weske M. Business process management. Concepts, Languages, Architectures. 2007; springer, 345-348.