رویکرد فازی بر بهبود کارایی مدل سازی فرآیند کسب و کار

فاطمه کاکائی [۱]، بی نظیر سادات کلالی [۲] ، حمید طباطبایی* [۳]، محمدرضا محبی [٤]

(۱) دانشگاه آزاد اسلامی، واحد مشهد، گروه نرم افزار، farnaz.kakaee@gmail.com

(۲) دانشگاه آزاد اسلامی، واحد مشهد، گروه نرم افزار، binazir.kalali@gmail.com

(۳) دانشگاه آزاد اسلامی ، واحد مشهد، گروه نرم افزار، hamid.tabatabee@gmail.com

(٤) دانشگاه آزاد اسلامی، واحد آزاد مشهد، گروه هوش مصنوعی، mr.mohebbi@ferdowsmashhad.ac.ir

* **عهده دارمکاتبات**

نشانی : دانشگاه آزاد اسلامی واحد مشهد

موبایل : ۰۹۱۵۵۸۱۱۲۳٦ **پست الکترونیک :** hamid.tabatabee@gmail.com

رویکرد فازی بر بهبود کارایی مدل سازی فرآیند کسب و کار

چکیده

در سال‌های اخیر، با وجود تغییرات زیادی که در انواع تکنیک‌ها و متدلوژی‌های مهندسی نرم افزار شده است، اما در زمینه مهندسی نرم افزار هیچ برنامه کاربردی خاصی برای تحلیل این نیازمندی‌ها به خصوص در شهرداری‌ها وجود ندارد. بنابراین سطح رضایت کاربران همچنان پایین است. یکی از نقاط قابل بهبود در این زمینه، می‌تواند فرآیند مهندسی نیازمندی ها باشد، که ویژگی های آن را می‌توان با توجه به مفهوم Domain Expert در هر سازمان یافت. BPMN یک نمادگذاری استاندارد در زبان های مدل سازی است، که برای طراحی فرآیندهای کسب و کار در سازمان‌های بزرگ در سراسر جهان به کار می‌رود. این نوع نمادگذاری می‌تواند باعث تنوع کاربرد آن در تمام زمینه‌های کسب و کار گردد. با این وجود تمامی کارشناسان غیر فنی (non-technical domain expert)، به علت تعداد آیتم ها و پیچیدگی آن در این نوع نمادگذاری برای طراحی فرآیندها، دچار مشکلاتی شده اند. امروزه دنبال مدل‌هایی آسانتر و قابل فهم تر، با نشان گذاری کمتر و کارایی بالاتر هستند. یکی از این مدل‌ها BPMN MUSIM می‌باشد که به افراد غیرفنی در سازمان‌ها کمک می‌کند تا بهتر بتوانند نیازهای خود را مدل و با کمک شرکت-های نرم افزاری تبدیل به نرم افزارهای کاربردی کنند. همچنین ما با استفاده از یک سیستم استنتاج فازی (FIS) برای بهبود این مدل برای کاربرانش استفاده کردیم.

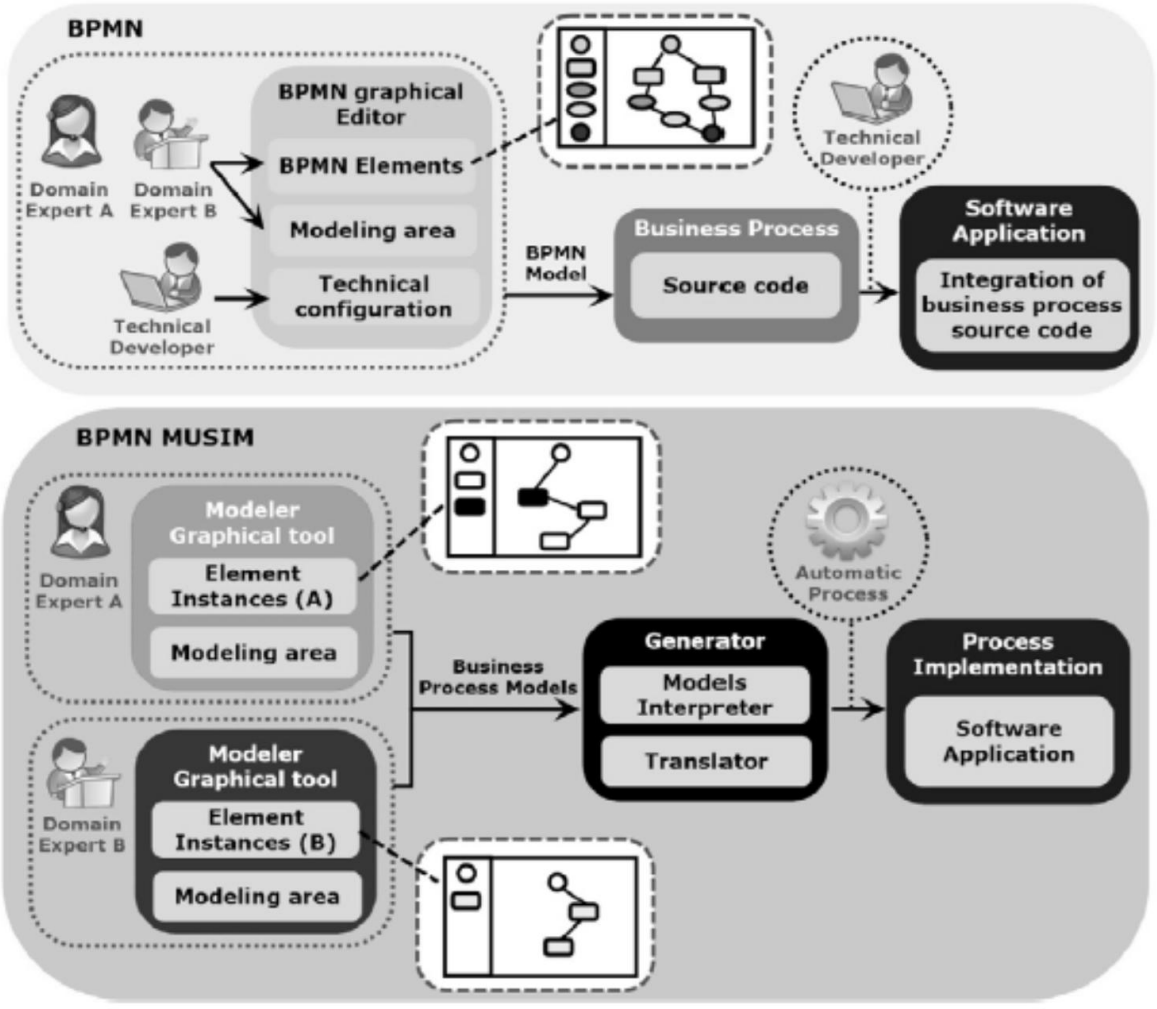
کلمات کلیدی

مدلسازی فرآیند کسب و کار، سیستم خبره مربوط به حوزه، BPMN، ابزار مدل سازی، تولید نرم افزار

۱- مقدمه

مدل سازی فرآیندها (BPM) زبان استاندارد توصیف فرآیندها هستند و هر کسی با این زبان استاندارد آشنایی داشته باشد، می‌تواند به راحتی مدل طراحی‌شده توسط هر فرد دیگری را درک و تفسیر نماید. برخی از این مدل‌ها بستری را برای متخصصان سیستم (Domain Experts Systems) فراهم می‌کنند تا بر آن اساس فرآیندها را اجرایی و پشتیبانی نمایند. این مدل‌ها می‌بایست حاوی ساختار استاندارد، دقیق و ارائه‌دهنده اطلاعات اساسی فرآیند برای توسعه‌دهندگان سیستم باشد. ویژگی اصلی نشانه گذاریِ مدلسازی فرآیند های کسب و کار، قابلیت تبدیل آن به زبان‌هایی است که قابل درک توسط سیستمهای نرم افزاری است. ابزارهای مدلسازی فرآیندی(Modeling Tools) پل ارتباطی ما بین تحلیل‌گران فرآیند و افراد درگیر در پیاده‌سازی و مکانیزاسیون فرآیندهای سازمان می‌باشند.

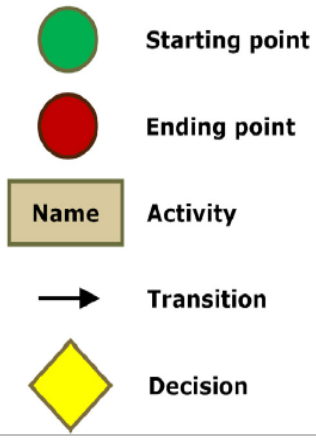
از آنجایی‌که BPMN دارای موجودیت‌های فراوانی است و طبق مقاله ای که در سال ۲۰۰۸ انتشار گردید. فقط ۲۰٪ از موجودیت‌های آن در همه فرآیندها استفاده می‌شود، براس اس این مطالعه و برای افزایش رضایت کاربران برای استفاده از مدل BPMN [۱] ، شرکت اسپانیایی Isastur مدل ساده‌تری به نام BPMN MUSIM طراحی کرد. این مدل فقط از ۵ نماد اصلی BPMN استفاده کرده است. همچنین این شرکت بستری را برای این مدل سازی به نام Modeler Graphical tool فراهم کرد که به علت سادگی، افراد خبره داخل سازمان‌ها با استفاده از این ابزار می‌توانستند مدل را



شکل (۱): نمودار مفهومی که رویکردهای تولید نرم افزار را در BPMN MUSIM و BPMN مقایسه می کند.

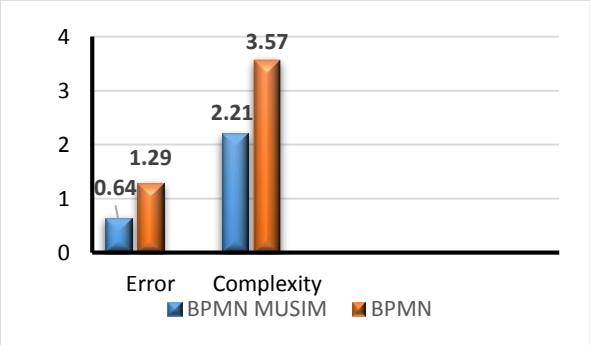
خود طراحی کنند و به مهندسان نرم افزار تحویل دهند و به این ترتیب تصویر ذهنی خود را از نیازمندی‌شان پیاده کنند. در اینجا تحلیل‌گران سیستم فقط نقش آموزگار و مشاور و تصحیح کننده فرآیندها را داشتند. این مسئله سرعت و دقت بالایی به طراحی و تولید نرم افزار به خصوص در گام شناخت و تحلیل سیستم بخشید. گام بعدی در طراحی و تولید، دقیقا ایجاد مدل طراحی شده به بانک اطلاعاتی و کدنویسی صفحات وب بود تا مدل را به شکل فرم قابل استفاده درآورد. شرکت Isastur برای این قسمت‌ها Generator فراهم کرد که مدل را به کدهای #c و کدها را به فرم‌های تحت وب تبدیل می کرد، به این ترتیب مهندسان نرم افزار دیگر دغدغه پیاده‌سازی را نداشتند، و فقط وظیفه آنها مدیریت کدها و استایل بندی زیباتر صفحات بود[۲].

جدول (۱): نمادهای مشترک BPMN و BPMN MUSIM

BPMN Notation	BPMN Notation	BPMN Notation	BPMN MUSIM نمادهای مشترک با رنگ قرمز مشخص شده است
Activities	Events	End- Cancel	
Task	Start	End-Compensation	
Transaction	Start — Message	End— Link	
Event Sub Process	Start — Timer	End -Signal Event	
Call Activity	Start— Rule	End — Terminate	
Sequence flow	Start— Link	Choreographies	
Conditional Flow	Start— Multiple	Choreography task	
Association Flow	Start-Signal Event	Call Choreography	
Conversations	Start-conditional	Sub Choreography	
Conversation	Parallel Multiple Start	Multiple	
Call Conversation	Intermediate(Throwing)	Message	
Conversation link	Intermediate-Message	Data	
Conversation diagram,	Intermediate-escalation	Data object	
Gateways	Intermediate-link	A Collection Data Object	
Exclusive Gateway	Intermediate - Compensation	A Data Input	
Event-based Gateway	Intermediate - signal	A Data Output	
Parallel Gateway	Intermediate-multiple	A Data Association	
Inclusive Gateway	End	Swim lanes	
Complex Gateway	End-Message	POOLS	
Exclusive Event-based	End- escalation	Message Flow	
Parallel Event-based	End-Error	The order of message exchanges	
	End— Multiple		

جهت تایید اعتبار هدف بهبود کارایی کارشناسان دامنه، از۱۵ کاربر خواسته شد تا آزمونی را کامل کنند. کاربران باید بااستفاده از BPMN و همچنین Modeler برای مدل کردن یک فرآیند کسب وکارمشخص استفاده کنند. مدل تستی شامل ۸ المان و ۸ رابطه می‌باشد که به هرکدام از المان ها یک وزن براساس فاکتور پیچیدگی داده شده است.اما طبق تست‌های انجام شده پیچیدگی و خطای BPMN MUSIM کمتر از نصف BPMN می‌باشد.

بررسی در مورد آشنایی کاربر با Modeler Graphical Tool، یکی دیگر از اهداف بود، که از کارشناسان خواسته شد تا همان فرآیند را برای باردوم با استفاده از همان ابزار مدل کنند. هدف مشاهده کاهش متغیرهای اندازه گیری شده نسبت به باراول بود. نتایج ارزیابی به این صورت بود که BPMN MUSIM زمان مورد نیاز برای مدل سازی تا ٤٥ درصد کاهش می‌دهد و کاربران این مدل را از مدل BPMN ساده‌تر می‌بینند، همچنین کاهش زمان و تعداد خطاها در استفاده دوم از ابزار مدل سازی دیده شد. نتیجه نهایی این بود که BPMN MUSIM موفق به برآوردن هدف افزایش بهره وری مدل کسب وکار شد. ما با توجه به مطالعاتی که روی BPMN داشتیم، دریافتیم که محققان اکثرا برای توسعه سیستم‌های آن به اجزای فرآیندها به شکل یک داده CRISP نگاه می‌کنند.



شکل (۲): میانگین خطاها و نرخ پیچیدگی در مقایسه BPMN MUSIM با BPM.

هدف ما از این پژوهش ارائه یک سیستم خبره با استفاده از سیستم استنتاج فازی برای بهبود کیفیت و تسهیل در بخش آنالیز فرآیندهای کسب و کار با استفاده از مدل نوین BPMN MUSIM می‌باشد.

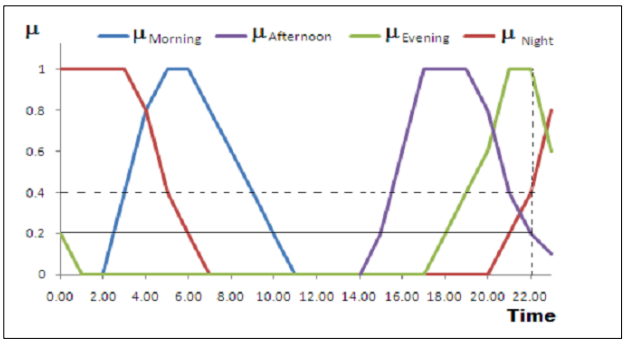
۲. کارهای وابسته

در مقاله [3] در چارچوب یک پروژه قضایی، در مورد توسعه یک چارچوب فرآیند محور به منظورآنالیز وقوع جرم، اقدام به مدل‌سازی با استفاده از ابزار BPMN کردند. در این فرآیند از داده‌های قضایی مبهم و غیر قطعی، استفاده کردند. این مقاله ابتدا به توصیف سه مفهوم اصلی فازی می‌پردازد. در مرحله بعد المان‌های BPMN به وسیله مفاهیم فازی معرفی می‌شود. بعضی از این المان‌ها ذاتا ماهیت فازی دارند. ورودی، خروجی و پیام دارند و به صورت Data Object هستند، بعضی دیگر مانندGateway ها شامل قیود فازی می‌شوند. اینها همچنین از المان‌های خاصی برای توصیف شروط فازی مانند Conditional Sequence Flow، Conditional Event استفاده می‌کنند. بعد از آن راجع به به مکانیزم ارتباط دانش فازی با المان‌های BPMN صحبت می‌کند.

سه مفهوم اساسی درفازی وجود داردکه در این مقاله اینگونه تعبیر شده است:

I. Fuzzy Set: که توابع عضویت را نشان‌می‌دهد که ورودی را به خروجی نگاشت می‌کنند که به صورت A={x, μ(x)} نمایش می‌دهند. مقادیری از المان‌های مجموعه که همه آنها مقدار عضویتی غیرصفردارند، support مجموعه فازی محسوب می‌شوند. مجموعه‌های فازی معمولا به وسیله متغیرهای زبانی توصیف می شوند مانند evening , afternoon, morning {night}که در این مقاله متغیرهای زبانی مربوط به ' زمان‌هایی که دزدی اتفاق می‌افتد' می‌باشد. شکل ۱ متغیرهای زبانی مجموعه فازی را که به عنوان ورودی مجموعه محسوب می‌شود، نمایش می-دهد. که مقدار تابع عضویت ۱۰ شب، مثلا یک می‌باشد و به صورت μ_{nigh} نمایش داده می‌شود.

استدلال فازی منطقی از استاندارد باینری استفاده می‌کند که از عملگر T_{norm} (min) و Tconorm(max) استفاده می‌کنند.



شکل (۳): توابع عضویت متغیر های زبانی زمان های دزدی

II. : مجموعه ای از از قوانین اگر –آنگاه است. که از دو قسمت فرض که ورودی را فازی می‌کند و نتیجه که به وسیله تابع modification ،مقدار فازی را به وسیله عدد برای مقدارخروجی تبدیل می‌کند.از طرفی مقدار آن را به وسیله برش تغییر می‌دهد که این تغییر معمولا به وسیله تابع minیا تابع prod برای مقیاس پذیری صورت می‌گیرد.

III. Fuzzy Systems مجموعه‌ای از قوانین فازی که شامل اطلاعات تکمیلی این قوانین، مانند وزن آنها می‌شود که ساده ترین مدل آن تابع عضویت می‌باشد. ورودی ازقبل به وسیله کاربران تعیین می‌شود، همچنبن برای شناخت داده ها و ویژگی‌های آنها ازیک سیستم استنتاج فازی عصبی-تطبیقی استفاده می‌کنند. زیرا برای بخش سادگیری از یک ساختار شبکه عصبی استفاده می‌شود.

المان‌های BPMN شامل حداقل یک صفت و یا قید فازی می‌شوند، که به آنها المان فازی می‌گویند. بین المان‌های مدل‌سازی BPMN بعضی از آنها با صفات فازی غنی شده اند. بعضی Eventها که داده با خود دارند، اگر با data object ترکیب شوند، المان فازی خواهند شد. المان‌های BPMN مانند Gatewayها شامل قیود می‌شوند. به منظور تعیین جریان فرآیند، یک یا چند توصیف شرطی داریم که باید ارزیابی شود. برای ارزیابی توصیف‌های شرطی، المان‌های خاص دیگری وجود دارد مانند Conditional Sequence Flow و Conditional Event که به ترتیب جریان توالی فازی و Eventفازی است. اگر یک پیام به یک شی فازی ضمیمه شود، خود Gateway یک المان فازی از صفات فازی محسوب می‌شود.

المان‌های اصلی BPMN عبارتند ازExtensionDefinition و ExtensionAttributeDefinitionکه به ترتیب نام و لیست صفات BPMN را تعریف می‌کنند. این صفات شامل نام و نوع هستند. هر المانBPMN شامل یک زیرکلاس به نام BPMN BaseElementمی‌باشد که می‌تواند به وسیله ترکیب یک المان با ExtensionDefinition و هر Extended BPMN Elementشامل صفات توسعه یافته واقعی می‌باشد و هر مقدار المان با مقدار ExtensionAttributeValue تعریف می‌شود.

به منظور ساخت یکBPMN توسعه یافته و افزودن صفات فازی از شمایxml استفاده کرده است که به وسیله Set type Fuzzy Attribute. تعریف می‌شود. یک صفت فازی، یک المان از مجموعه فازی را دارد که نام آن با (LValue) ، دامنه با (Universe) و تابع عضویت آن با (type tMembershipF) تعریف می‌شود.

در مقاله [٤] ،یک چارچوب برای مدلسازی و تجزیه و تحلیل گردش کسب و کار در دنیای واقعی ارائه شده است. فرآیندهای کسب و کار به طور منظم برای خدمات نرم افزاری طراحی شده اند، و مکررا رفتار تصادفی پیچیده را نمایش می‌دهند. ارزیابی دقیق جنبه‌های کیفی می‌تواند امکان تعیین منابع مصرف شده در حین اجرای فرآیندهای کسب و کار را نشان دهد. تأمین دقیق منابع اغلب برای حصول اطمینان از اجرای امن از یک فرآیند اصلی است. آنها ابتدا یک زیرمجموعه هسته فرموله شده از مدلسازی فرآیند کسب و کار و نشانه گذاری (BPMN) را معرفی کردند، که با شاخه احتمالاتی و غیر قطعی گسترش داده شده است و سپس نشان‌گذاری مدل را عوض می‌کنند. پس از آن یک الگوریتم برای ترجمه کارآمد این مدل‌ها به زبان دستور محافظت شده توسط چک کننده مدل PRISM توسعه دادند که به بررسی مدل فرآیندهای BPMN را به انجام محاسبات مربوط به طیف گسترده ای از ویژگی‌های کمی فرآیندهای کسب و کار از جمله احتمالات گذرا، زمان بندی، بروز و ترتیب وقایع و بهترین و بدترین حالت سناریوها قادر می‌سازد.

مفهوم اساسی چارچوب معرفی شده، عبارت است از تجزیه و تحلیل مستقیم مدل های BPMN برای طیف گسترده‌ای از صفات کمی که نشان داده شده است. برای بدست آوردن هزینه ارتقا، ما باید اطلاعات بیشتری در

مورد رفتار یک فرآیند کسب و کار به دست آوریم، در حالی که این مقاله بر تأمین خدمات متمرکز شده است.

در مورد آنالیز مدل کسب و کار یک مدل Reward Annotation معرفی می‌کنند، که این مدل نه فقط رفتارهای کمی، بلکه رفتارهای کیفی را هم نمایش می‌دهد. همچنین برای پارامتریک کردن داده‌های اصلی مرتبط با کسب وکار ما می‌توانیم صفاتی که برای این محدوده مقادیر داده شده بررسی کنیم و همچنین اثر پارامترها را برروی این صفات ارزیابی کنیم. این فریم ورک برای آنالیز از یک چک کننده مدل استفاده می کند که BPMN را به یک فرآیند تصمیم گیری مارکوف ترجمه می‌کند. این مسئله کمک به محاسبه احتمالات قطعی و انتظار مقادیر Reward برای فضای حالت کسب و کار دارد. این مسئله به شناخت فضای حالت action های مطلوب و نامطلوب برای مقادیر Reward است، که به تصمیم گیرندگان برای تست گسترده وسیعی از انواع work flow ها و اشکال زدایی آنها کمک می کند و همچنین در توسعه کسب و کار و پیاده سازی معماری سرویس گرا اثر می‌گذارد.

در نهایت PRISM همچنین از تغییر نام ماژول پشتیبانی می‌کند، که اجازه نسخه برداری از ماژول‌ها را می‌دهد که تعریف پارامترها را قادر می‌سازد. این به این معنی است که ما می‌توانیم یک فرآیند کسب و کار را از نظر تعداد کارکنان یا نمونه‌های خدمات مورد نیاز برای ارائه خدمات با خواص مورد نظر تامین کنیم.

در مقاله [۵] خود یک تصمیم گیری زمینه محور درون چارچوب فرآیند کسب و کار را نشان دادند. آنها سه مفهوم فرآیند کسب وکار زمینه محور و تصمیم گیری را باهم ترکیب کردند و مفهوم جدیدی به نام فرآیند کسب و کار تصمیم محور را معرفی کردند، که بخش Decision Partition سنگ بنای آن است. یک Decision Partition به پارامترهای زمینه جمع آوری شده برای انتخاب یا توصیه برای بهترین تصمیم عکس العمل را نشان می‌دهد. در واقع تمرکز این تحقیق برروی معرفی فرمولاسیون جدید برای طراحی این بخش به وسیله یک الگو می‌باشد. در طول رویکرد، هر الگو پیشنهاد شده سبب ساخت بخش تصمیم گیری در مدل مستقیم می‌شود. از یک مثال درصنعت بانکداری در فرآیندگرفتن وام برای نمایش فرآیند کسب و کار تصمیم محور استفاده کرده است. به طور خلاصه این روش باعث صرفه جویی در زمان می‌شود. علاوه بر این گردش فرآیند کسب و کار در این مدل راکد می‌شود، در عوض خودرا به صورت پویا با یک مجموعه جدید از الزامات کسب وکار به وسیله ورودی های متنی جمع آوری شده سازگار می‌کند.

۳- منطق فازی

منطق فازی[٦] یک شکل از منطق چند مقداری است که بر اساس نظریه مجموعه فازی برای مقابله با استدلال تقریبی ایجاد شده است. در منطق فازی یک گزاره ممکن است که در اکثر مواقع « کاملا نادرست » یا « کاملا درست »می‌باشد. به عبارت دیگر ارزش درستی یک گزاره می‌تواند عددی بین صفر و یک باشد.

اصل عدم قطعیت فازی در مهندسی نرم افزار بیان می‌کند که عدم اطمینان در فرآیند توسعه نرم افزار ذاتی و اجتناب ناپذیر است. مشکلات فوق می‌تواند از طریق منطق فازی به آسانی حل شود. چون منطق فازی قابل به کارگیری در شرایط عدم اطمینان و چند ارزشی می‌باشد. سیستم استنتاج فازی (FIS) در واقع پروسه فرموله کردن نگاشت از یک داده ورودی به یک خروجی با استفاده از منطق فازی است. برای یک فرآیند مشخص منظور از ساخت سیستم های استنتاج فازی تعیین قواعد فازی حاکم بر آن فرآیند است

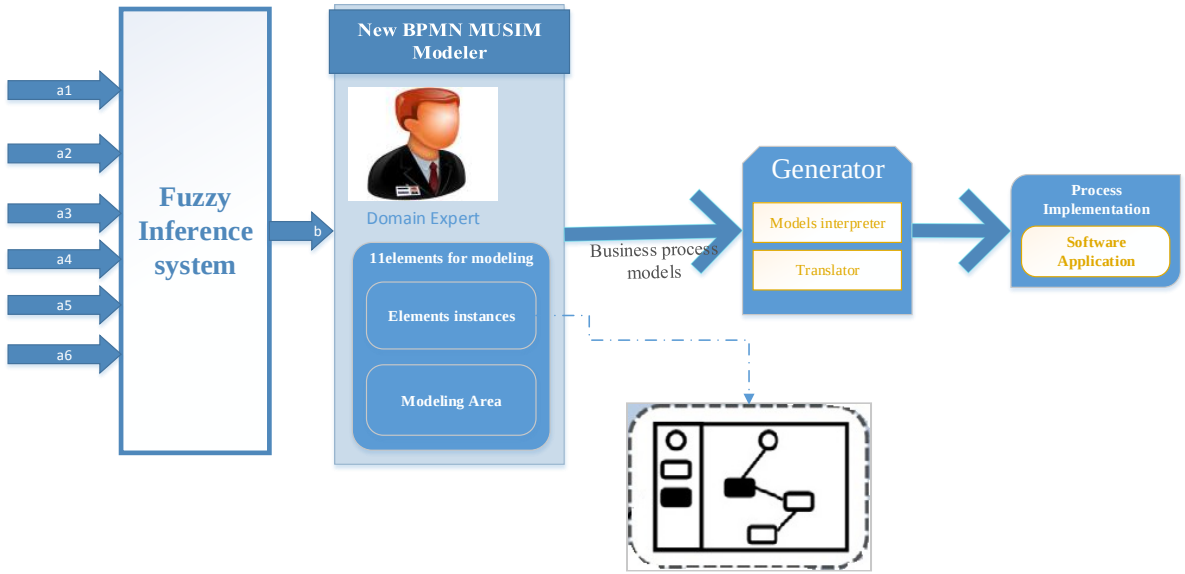
در قواعد فازی دو جزء مهم، فرم کلی قاعده و تعیین پارامترهای قاعده می‌باشد که دو روش کلی برای تعیین آن وجود دارد :

- نظر خبره آن فرآیند :هم شکل کلی قواعد و هم پارامترهای قواعد بر اساس تجربه و قضاوت و ذهن یک انسان خبره تعیین می شود.
- داده های موجود از یک فرآیند: این داده ها حکم داده-های آموزشی را دارد و شکل کلی قواعد و پارامترهای قواعد از طریق مدل‌های بهینه سازی به نحوی تعیین می‌شوند که خروجی این قواعد فازی به ازای متغیرهای ورودی داده‌ها بیشترین تطابق را با مقادیر خروجی های داده‌ها داشته باشند.

٤- سیستم استنتاج فازی در فرآیند کسب و کار

در مقاله مورد مطالعه، از BPMN MUSIM به عنوان پیشنهادی برای بهبود و تسریع روند آنالیز و تولید نرم افزار صحبت شده است. در این بحث، از برخی نمادهای BPMN استاندارد استفاده شده است، تا بخشی ازفرآیند تولید نرم افزار را به دست افراد خبره سازمان‌ها بسپارد و بخشی دیگر به طور خودکار صورت پذیرد. این نوع نمادگذاری، هم از لحاظ کاربردی، کار کاربران سازمان را هم ساده می‌کند و هم سرعت فوق العاده‌ای به فرآیند آنالیز سیستم می‌بخشد، اما تحلیلگر یا کاربر خبره سازمان را در طراحی اولیه مفهوم دریافتی بسیار محدود می‌کند. همین امر باعث شد تا ایده ای برای افزودن برخی نمادهای BPMN به فرآیند طراحی نرم افزار ایجاد شود.

روش پیشنهادی برای این مقاله، تلفیقی از سیستم استنتاج فازی و استفاده از نمادهای دیگر BPMN استاندارد برای بهبود کیفیت آنالیز فرآیند های کسب و کار می باشد، چرا که به کارگرفتن پنج نماد اصلی پاسخگوی یک تحلیل جامع و کامل در همه موارد نخواهد بود. خروجی این مسئله مجموعه ای از ۰تا ۵ نماد می‌باشد که بخش آنالیز به آن افزوده شده است، و میزان پیچیدگی آنالیز را با افزودن این نمادها به فرآیند تحلیل نشان می‌دهد.



شکل (٤): نمودار گردشی سیستم خبره مدلسازی شده با رویکرد فازی

٥- محیط مسئله و روش پیاده سازی

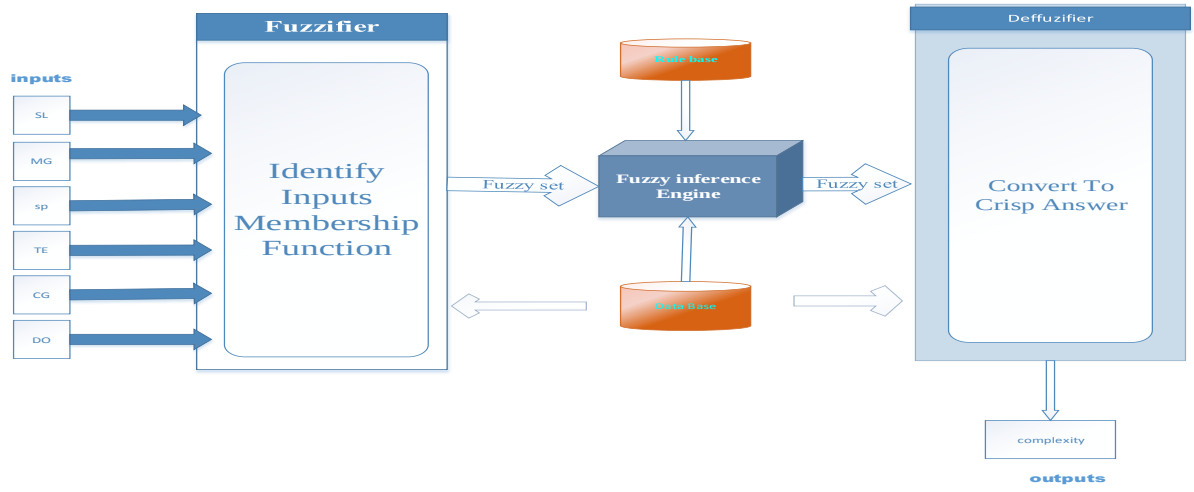
در جریان پیاده‌سازی بخش آنالیز بر روی داده‌های ورودی که همان نمادها می باشند، فازی‌سازی صورت گرفته است. ما می‌خواهیم بین نمادهای باقی مانده پنج نماد را انتخاب و به آنها درجه عضویتی داده شود. الگوریتم را برروی سیستم مدیریت وقایع که در مقاله .... مطرح شده بررسی می‌کنیم. موتور استنتاجی فازی ساز را برای بخش آنالیز در نظر می‌گیریم.

محیط مسئله علاوه برپنج ورودی اصلی، از فازی ساز منتخب، موتوراستنتاج و غیرفازی ساز و خروجی‌ها در

شبیه سازی استفاده می‌کند. ورودی ها یا پایگاه دانش شامل ٦ نماد از ٥٣ نماد باقی مانده BPMN می‌باشد که شرح آن در جدول زیر می باشد. براساس بررسی های انجام شده برروی داده های چندین مقاله چاپ شده توسط سایت رسمی BPMN [٧](که توسط گروهOMG خالق BPMN) انتشار یافته است، پنج ورودی از کاربردی‌ترین و ساده ترین نمادها، بین کل نمادهای BPMN که در طراحی فرآیندهای کسب و کار مختلف به کاررفته است، استفاده شده است. هدف نهایی رسیدن به مدلی است که بتواند هم پیچیدگی‌های فرآیندهای کسب و کار را با این نمادهای محدودرا مدل کند، و هم مهم ترین فاکتور یعنی 'سادگی' را تا حد ممکن حفظ کند. چراکه این نمادها ابزاری برای آنالیز افراد خبره سازمان ها می‌باشد نه مهندسین نرم افزار؛ و باید آنها را نه تنها قادر به ساخت مدل کسب و کار،کاراتری نماید، بلکه سادگی و قابل فهم بودن نمادها به آنها قدرت تفکر و خلاقیت بیشتری بخشد.

جدول (٢): ورودی های سیستم خبره فازی.

ورودی	کم	متوسط	زیاد
Swim lanes=SL	x<2	2<x<5	x>5
Message =MG	x<4	4<x<7	x>7
Subprocess=SP	x<2	2<x<4	x>4
Timer Event(TE)	x<2	2<x<8	x>8
Choreographies=CG	x<3	3<x<10	x>10
Data Object=DO	x<1	2<x<4	x>4

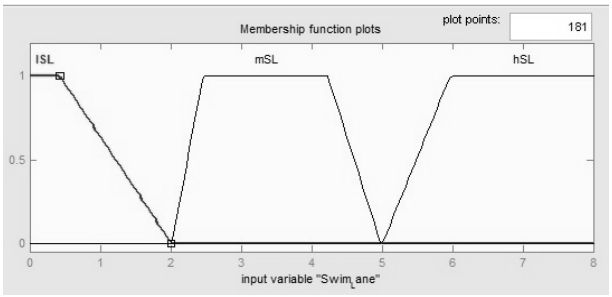


شکل (٥): طرح کلی سیستم خبره فازی جهت تشخیص مقدار پیچیدگی مدل.

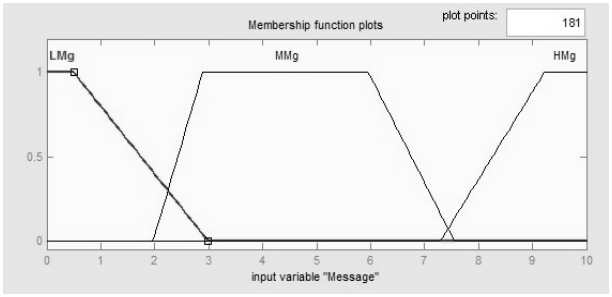
جدول (٢) حاوی اطلاعاتی پایه‌ای برای سیستم پیشنهادی می‌باشد، اما اینگونه قابل استفاده نیست. این مقادیر به صورت crisp یا قطعی بیان شده اند بدین معنی که چنانچه ٦ نماد Message در فرآیند کسب وکاری در نظر گرفته شود، از دید منطق کلاسیک مقدار یاد شده فقط متعلق به بازه متوسط Message می‌باشد. حال آنکه منطق فازی برای هر ورودی و مقدار آن، میزانی از تعلق به هر سه دسته تعریف شده را برآورد می‌کند. پس می توان نتیجه گرفت با ورود مستقیم این داده‌ها به سیستم، مجددا همان نتیجه‌ای حاصل خواهد شد که یک سیستم منطقی می‌دهد. برای نزدیک شدن به هدف مورد نظر و نتیجه ی بهتر، باید ورودی‌ها را فازی نماییم. برای این کار از تابع فازی ساز استفاده خواهیم کرد که بتوان ورودی ها به شکل فازی به سیستم معرفی کرد. ابتدا باید میزان تعلق مقدار ورودی را به هربازه ورودی با توابع تعلق ارزیابی شود. ما در این مقاله از فازی ساز ممدانی استفاده کرده‌ایم.

٦- شبیه سازی

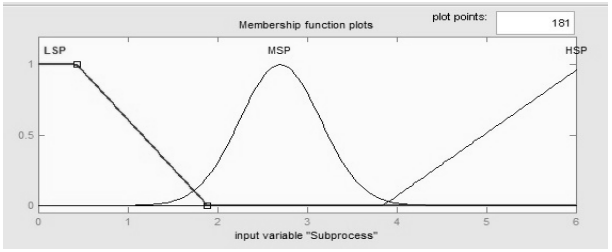
در این بخش ساختار کنترلی سیستم پیشنهاد شده در بخش پنجم در محیط شبیه سازی نرم افزار متلب ۲۰۱۳ با استفاده از جعبه ابزار منطق فازی و جعبه ابزارهای موجود در کتابخانه Simulink مدل سازی می‌شود که نمودار توابع عضویت ورودی‌های SL، MG، SP، TE، CG و DO در شکل های (٦) تا (۱۲) رسم شده اند.



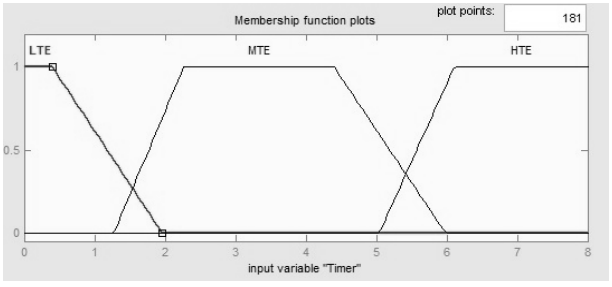
شکل (٦): تابع عضویت ورودی SL



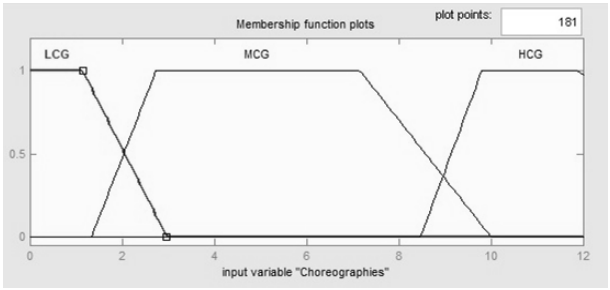
شکل (۷): تابع عضویت ورودی MG



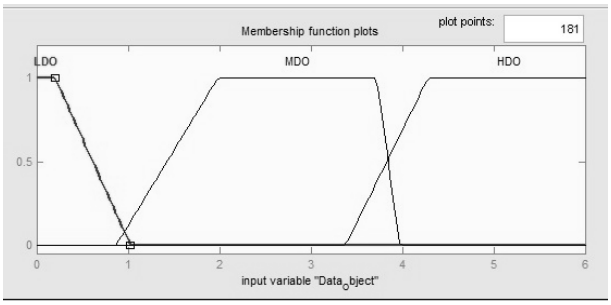
شکل (۸): تابع عضویت ورودیSP



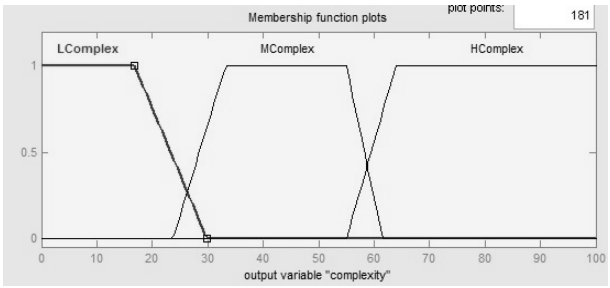
شکل (۹): تابع عضویت ورودی TE



شکل (۱۰): تابع عضویت ورودی CG



شکل (۱۱): تابع عضویت DO



شکل (۱۲): تابع عضویت خروجی

مرحله بعد، ساخت پایگاه قواعد فازی می‌باشد. این پایگاه قواعد از موتور استنتاج مینیمم استفاده می کند؛ به این علت که ما ساده‌ترین حالت‌ها را نیاز داریم. لذا جدول قوانین سیستم حاضر به صورت شکل ۱۳ بیان شده است که می تواند به صورت زیر نشان داده شود:

If SL is Low and MG is Low and SP is Low and TE is Low and CG is Low and DE is Low then Complexity is Low

با این توضیح که چنانچه تعداد کمی از هر نماد را به مدل BPMN MUSIM اضافه شود ، مدل با پیچیدگی پایینی ساخته می‌شود که حالت مطلوبی برای ما می‌باشد.

If SL is Low and MG is Medium and SP is Low and TE is High and CG is Medium and DE is Low then Complexity is Low

چنانچه تعداد Swim Lane **و** Timer Event **پایین و تعداد نماد** message **و** Choreographies **متوسط و تعداد نماد** sub process **و** Data Object **بالا باشد آنگاه همچنان مدل با پیچیدگی پایینی ساخته می‌شود.**

جدول (۳): قوانین تشخیص مقدار پیچیدگی

	SL	MG	SP	TE	CG	DO	Complexity
Rule1	L	L	L	L	L	L	Low-complexity
Rule2	M	M	M	M	M	M	Medium-complexity
Rule3	H	H	H	H	H	H	High Complexity
Rule4	H	L	H	L	H	L	Low-complexity
Rule5	M	L	M	L	M	L	Low-complexity
Rule6	M	L	M	L	H	H	Low-complexity
Rule7	L	M	L	H	M	H	Low-complexity
Rule8	H	M	L	H	M	H	Low-complexity
Rule9	M	H	M	H	M	H	Medium-complexity
Rule10	L	M	H	M	M	L	Low-complexity

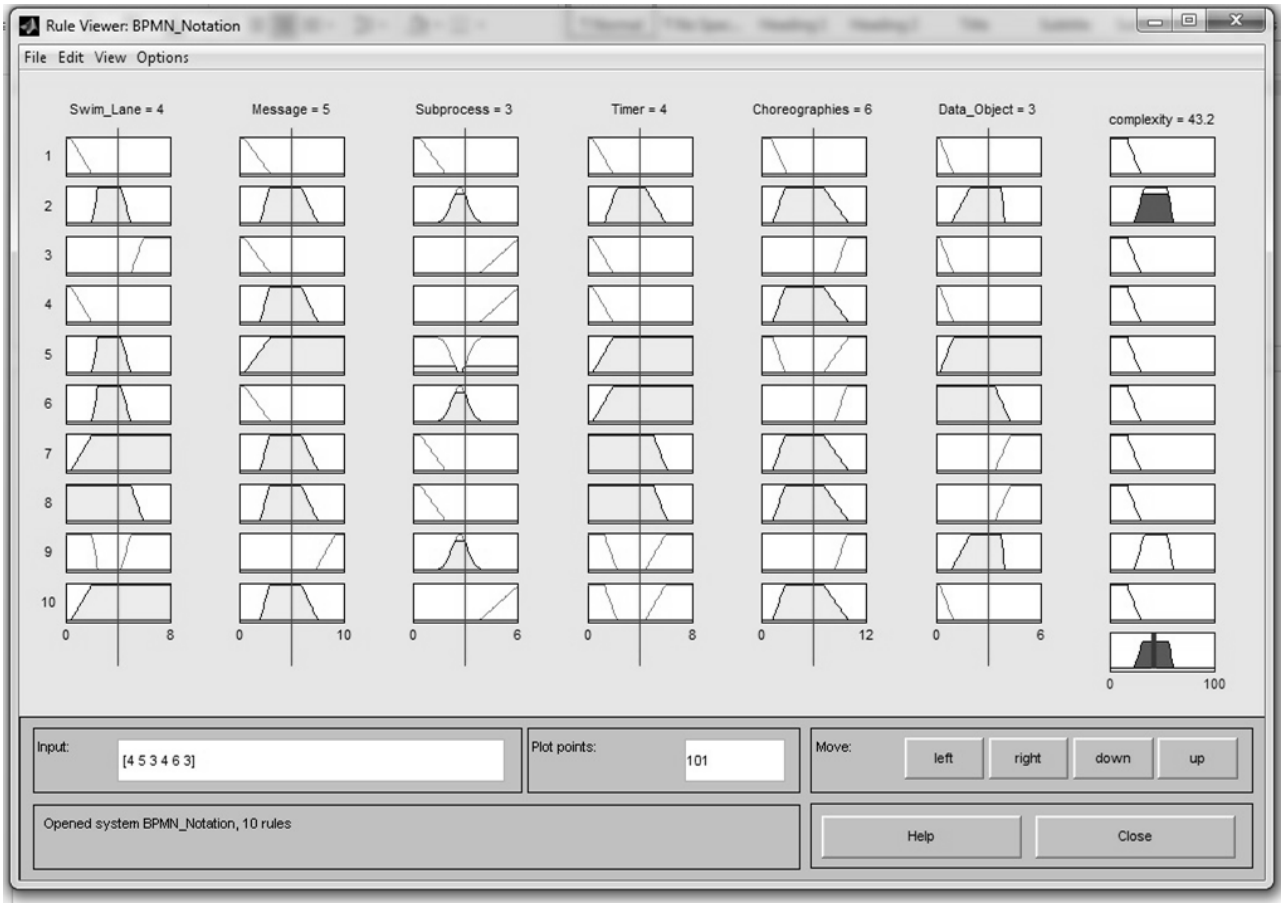
نکته مهمی که از این جدول ما می‌توانیم برداشت کنیم این است که قوانینی که پیچیدگی بالایی داشته باشند را برای اضافه کردن ٦ ورودی جدید مناسب نمی‌دانیم و با همان ۵ ورودی اصلی BPMN MUSIM **مدل را ترسیم می‌کنیم. ازطرفی ما از روش میانگین مراکز برای دی فازی سازی استفاده می‌کنیم. ماتریس مراکز مجموعه فازی به صورت زیر خواهد بود.**

$\bar{Y}_{1...6=}$ [4 5 3 4 6 3]

مجموعه داده مورد آزمایش، داده‌های سایت رسمی BPMN **(که توسط گروه**OMG **خالق** BPMN **) می‌باشد، که ما برای شبیهسازی استفاده کردیم[۸].**

۷- ارزیابی نتایج

با توجه به نتایج شبیه سازی بدست آمده مبنی بر تشخیص میزان مناسب بودن تعداد هرورودی، این نتیجه را اینگونه می‌توان تفسیر کرد که شرایط قانون به کارگرفته شده، مقدار بیشتری از خروجی ۲ را فقط fire **کرده است. این همان نتیجه‌ای است که انتظار داشتیم، زیرا تعداد تمام ورودی‌ها تقریبا متوسط تعداد هر بازه داده، مقداردهی شده و نتیجه هم نشان می‌دهد که با این ورودی‌ها پیچیدگی متوسط و قابل قبولی داریم. در این سیستم ادعای منطق فازی مبنی بر عدم قطعیت‌ها نیز اثبات شده است، که در منطق کلاسیک پیش بینی ما در موردهای بعدی امکان داشت با خطا مواجه شود.**



شکل (۱۳): نتیجه شبیه سازی میزان مناسب پیچیدگی برای ت صمیم راجع به ورود نمادهای جدید در BPMN MUSIM.

۸- نتیجه گیری و کارهای آتی

ازمزیت‌های طرح پیشنهادی می توان به موارد زیر اشاره کرد:

الف. از آنجایی که در این طرح، ورود چندین نماد به خصوص از بین تعدد نمادهای مختلف آنها به سیستم موتور استنتاج فازی نتایج قابل قبولی داد، می توان این کار را برای همه ۵۳ نماد امتحان کرد و قوانین و موتور استنتاج فازی را بر روی آنها اعمال کرد و به نتایج مطلوبی برای انتخاب چندین نماد جایگزین به جای شش نماد وارده رسید و پیش بینی‌ها و نتایج بهتری برروی این نمادها انجام داد.

ب. از آنجایی که این طرح روی یکی از استانداردهای نمادگذاری مدلسازی ایده داده بود، می‌توان این را برروی انواع نمادگذاری‌های استاندارد برای تحلیل سیستم‌ها به کار گرفت.

از آنجایی که BPMN MUSIM برای افراد خبره در سازمان‌ها در نظر گرفته شده می‌توان از تجربیات طراحی و آنالیز فرآیندهای کسب وکار وآزمایشاتی عملی با کمک این افراد نمادهای بهتری را به عنوان ورودی فازی ساز انتخاب کرد تا اگر نتایج بهتری حاصل آمد، آنها را جایگزین نمادهای ورودی کنیم.

٩- مراجع

[١] M. Chinosi and A. Trombetta, "BPMN: An introduction to the standard," Computer Standards & Interfaces, vol. 34, pp. 124-134, 2012.

[٢] J. S. Martínez, V. G. Díaz, V. G. Díaz, and J. M. C. Lovelle, "Isastur modeler: A tool for BPMN MUSIM," in Information Systems and Technologies (CISTI), 2011 6th Iberian Conference on, 2011, pp. 1-6.

[٣] P. Cotofrei and K. Stoffel, "Fuzzy Extended BPMN for Modelling Crime Analysis Processes," Data-Driven Process Discovery and Analysis SIMPDA 2011, p. 13, 2011.

[٤] L. Herbert and R. Sharp, "Using stochastic model checking to provision complex business services," in High-Assurance Systems Engineering (HASE), 2012 IEEE 14th International Symposium on, 2012, pp. 98-105.

[٥] A. Yousfi, A. K. Dey, R. Saidi, and J.-H. Hong" ,Introducing decision-aware business processes," Computers in Industry, vol. 70, pp. 13-22, 2015.

[٦] L. ZADEH, "Fuzzy 5efs*," INFORMATION AND CONTROL, vol. 3, pp. 338-353, 1965.

[٧] R. M. Dijkman, M. Dumas, and C. Ouyang, "Semantics and analysis of business process models in BPMN," Information and Software Technology, vol. 50, pp. 1281-1294, 2008.

[٨] B. P. Model, "Notation (BPMN) Version 2.0," OMG Specification, Object Management Group, 2011.