دوفصلنامه مدیریت مهندسی و رایانش نرم

(ویژه نامه مقالات برتر چهارمین کنفرانس موضوعات نوین در علوم کامپیوتر و اطلاعات CICIS)

شاپا: ۶۲۳۹ -۲۵۳۸

دوره ششم، شماره ۱، بهار و تابستان ۱۳۹۹، شماره پیاپی ۱۱

صاحب امتیاز: دانشگاه قم

مدیر مسئول: دکتر جلال رضائی‌نور

سردبیر: دکتر پیمان اخوان

دبیر تخصصی و مدیر اجرایی: دکتر علی سیاح

اعضای هیات تحریریه به ترتیب حروف الفبا:

دکتر پیمان اخوان استاد گروه مهندسی صنایع مجتمع دانشگاهی مدیریت و فناوری نرم دانشگاه صنعتی مالک اشتر، تهران، ایران. akhavan@iust.ac.ir

دکتر رضا برادران کاظم زاده استاد گروه مهندسی صنایع دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران. rkazem@modares.ac.ir

دکتر رضا حسنوی دانشیار گروه مهندسی صنایع مجتمع دانشگاهی مدیریت و فناوری نرم دانشگاه صنعتی مالک اشتر، تهران، ایران. r_hosnavi@yahoo.com

دکتر جلال رضائی نور دانشیار و عضو هیئت علمی دانشکده فنی و مهندسی گروه مهندسی صنایع دانشگاه قم ، قم، ایران. j.rezaee@qom.ac.ir

دکتر مصطفی زندیه، دانشیار گروه مدیریت صنعتی، دانشکده مدیریت و حسابداری دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران. m_zandieh@sbu.ac.ir

دکتر احمد غلامی دانشیار گروه ریاضی دانشکده علوم پایه دانشگاه قم، قم،ایران. a.gholami@qom.ac.ir

دکتر محمد فتحیان استاد گروه تجارت الکترونیک دانشکده مهندسی صنایع دانشگاه علم و صنعت ایران، تهران، ایران. fathian@iust.ac.ir

دکتر علی اصغر فروغی دانشیار گروه ریاضی دانشکده علوم پایه دانشگاه قم، قم، ایران. aa_foroughi@yahoo.com

دکتر محمد مهدوی مزده دانشیار گروه مهندسی صنایع دانشگاه علم و صنعت ایران، تهران، ایران. mazdeh@iust.ac.ir

ویراستار: نرگس آقاخانی

حروف‌چین و صفحه‌آرا: محمدباقر مهرآبادی

طراح جلد: محمد حسن سمسارپور

داوران این شماره:

دکتر کیوان برنا، دکتر حسین امیر خانی، دکتر جلال رضایی نور ، دکترامیرلکی زاده ، دکتر محسن نیک رای، دکتر علی سیاح، دکتر سعیدرضا خردپیشه، دکتر بهرام صادقی بی غم، دکتر رضا ابراهیمی آنانی، دکتر محمد قاسم زاده، دکتر سعیدرضا خردپیشه، دکتر مریم طهماسبی، دکتر اسداله شاه بهرامی، دکتر مهدی جم پور

یادآوری:

دو فصلنامه مدیریت مهندسی و رایانش نرم، مقالات پژوهشی و مروری را در حوزه‌های مهندسی صنایع، مدیریت و فناوری اطلاعات و سایر زمینه‌های مرتبط در عرصه های نام برده را منتشر می‌سازد.

مسئولیت مطالب بر عهده نویسنده مقاله است.

نقل مطالب مقاله‌های فصل‌نامه با ذکر مأخذ آزاد است.

فصل‌نامه در ویرایش، اختصار و اصلاح مقاله‌ها آزاد است.

نشانی دوفصل‌نامه: ایران، قم، بلوار الغدیر، دانشگاه قم، دانشکده فنی و مهندسی، گروه مهندسی صنایع.

تلفن: ۰۲۵۳۲۱۰۳۵۷۵ فاکس: ۰۲۵۳۲۸۵۴۴۹۹

نشانی الکترونیک: jemsc@Qom.ac.ir

نشانی پایگاه الکترونیکی: http://jemsc.qom.ac.ir

راهنمای شرایط تنظیم و ارسال مقالات

استاد و پژوهشگر گرامی خواهشمند است قبل از ارسال مقاله خود آیین‌نامه پیشگیری از سرقت و تقلب علمی در ذیل این صفحه را به طور دقیق مطالعه فرمایید. پس از مطالعه آیین‌نامه پیشگیری از تقلب علمی به روش ذیل مقاله را ارسال نمایید.

محورها و موضوعات نشریه را از سامانه نشریه دانلود کنید و مطمئن شوید مقاله شما مرتبط با یکی از موضوعات و محورهای نشریه است. شیوه‌نامه تدوین مقاله را از سامانه نشریه دانلود کنید و مقاله را دقیقا بر اساس راهنمای تدوین شده، در این فرمت تنظیم و ارسال کنید. فقط و فقط دو فایل برای نشریه ارسال کنید، فایل مشخصات نویسندگان و فایل اصلی مقاله. نکته مهم این که در زمان بارگذاری فایل در سامانه، از شما خواسته می‌شود تصاویر و جدول‌ها را جداگانه ارسال کنید، لطفا بدون توجه به این موضوع فقط دو فایل ذکر شده را ارسال کنید. فرمت فایل مشخصات نویسندگان را از سامانه نشریه دانلود کرده و اطلاعات را بر روی این فایل بارگذاری کنید.

آیین‌نامه پیشگیری از سرقت و تقلب علمی

ثبت مقاله در سامانه مدیریت مدیریت مهندسی و رایانش نرم با ارسال ایمیل به کلیه نویسندگان مقاله اطلاع داده خواهد شد؛ بدیهی است درج نام نویسندگان در مقاله به منزله نقش اساسی ایشان در تدوین مقاله است، لذا خواهشمند است نویسندگانی که در تدوین مقاله نقشی نداشته‌اند و از نام آنها سوءاستفاده شده است، مراتب را بلافاصله از طریق ایمیل دریافتی به نشریه اطلاع دهند. همه نویسندگان مقاله در مورد اصالت اثر مسئول هستند. بدیهی است حق ارزیابی موارد سرقت علمی برای نشریه محفوظ است. سرقت علمی شکل‌های گوناگونی دارد از جمله:

الف. ثبت مقاله دیگری به نام خود.

ب. درج نام نویسندگان و پژوهشگرانی که در مقاله نقشی نداشته اند.

ج. کپی برداری یا تکرار بخش‌های قابل توجهی از مقاله دیگر (حتی اگر مقاله کپی شده مربوط به یکی از نویسندگان مقاله جدید باشد).

د. طرح نتایج حاصل از پژوهش‌های دیگران به نام خود.

ه. چاپ مکرر مقاله توسط نویسنده واحد در چند نشریه.

و. بیان نتایج نادرست و خلاف یافته‌های علمی یا تحریف نتایج حاصل از پژوهش.

ز. استفاده از داده‌های نامعتبر یا دستکاری شده در داده‌های پژوهش.

موارد سرقت علمی توسط مسئولان نشریه بررسی و برای حراست از اعتبار و زحمات دیگر پژوهشگران، بدون هیچ تساهل و چشم‌پوشی با توجه به میزان سرقت علمی به شرح ذیل برخورد قانونی می‌شود:

۱. مقاله رد خواهد شد و در صورت چاپ از روی سایت‌ها برداشته خواهد شد.

۲. اسامی همه نویسندگان مقاله در سیاه‌نامه نشریه دانشگاه قم قرار خواهد گرفت.

۳. از مراجع قضایی ذی‌صلاح پی‌گیری حقوقی خواهد شد.

۴. طی یک نامه رسمی پرونده سرقت علمی با سایر دانشگاه‌ها و نشریه‌های داخلی و خارجی مرتبط به اشتراک گذاشته خواهد شد.

۵. مراتب طی یک نامه رسمی به وزارت علوم، تحقیقات و فناوری، پایگاه استنادی علوم جهان اسلام(ISC)، دانشگاه‌ها، موسسه‌ها، نشریه‌ها و هر محلی که نویسندگان از امتیاز چاپ این مقاله استفاده کرده‌اند، اطلاع داده خواهد شد.

سخن سردبیر

بنا بر تاکید اغلب متخصصین حوزه صنعت و اقتصاد، مسئله‌ای که امروز در فضای صنعت و کسب و کار ایران بیش از پیش احساس می‌شود کمبود نیرو، تخصص، سرمایه و حتی فناوری و زیرساخت‌ها نیست، بلکه عدم به کارگیری بهینه منابع ارزشمند موجود ملی به نحوی است که بیشترین ارزش افزوده را برای مردم ایجاد کند .اهمیت این مسئله برای کشور تا آنجاست که مقام معظم رهبری نیز در سال‌های اخیر استفاده بهره‌ور از منابع را بعنوان یکی از محورهای اصلی حصول به اقتصاد مقاومتی مورد تأکید قرار داده‌اند زیرا عدم به کارگیری بهینه منابع ملی موجب هدر رفتن انرژی فیزیکی و فکری نیروی انسانی شده و علاوه بر شکست در فعالیت‌های اقتصادی موجب خودباختگی و عدم اعتماد به نفس می‌شود. لذا به نظر می‌رسد امروزه تحقیقات در حوزه میان رشته‌ای مهندسی صنایع و مدیریت فناوری اطلاعات، با اتخاذ رویکرد سیستمی و ابزارهای متعدد و مؤثرآن در زمینه‌های متنوع، بیش از هر رشته علمی دیگری برای کشور ما دارای اولویت است زیرا این تحقیقات می‌تواند نقش بسیار مؤثری در افزیش بهره‌وری و موفقیت در فضای صنعت و کسب و کار کشور ایفا کند. از این رو، دانشگاه قم بعنوان یک مرکز علمی میان‌رشته‌ای با هدف ایجاد انگیزه بیشتر در اساتید و دانشجویان این رشته به انتشار مجله‌ای با عنوان "مدیریت مهندسی و رایانش نرم" در حوزه مهندسی صنایع و محاسبات نرم (نظیر منطق فازی، روشهای هوش مصنوعی و یادگیری ماشین و الگوریتمهای فراابتکاری و ...) اقدام کرده است. امید است این نشریه در کنار فعالیت‌های دیگر آموزشی و پژوهشی در آینده‌ای نزدیک با اخذ درجه علمی و پژوهشی ضمن ایجاد بستری برای انتشار تحقیقات "در مرز دانش" و "کاربردی" موجب همکاری و تعامل با نشاط‌تر بین مراکز دانشگاهی و صنعت و همچنین تمرکززدایی در فضای علمی کشور شود.

فهرست

ارائه راهکارهای موثر برای اجرای مدیریت ارتباط با مشتری الکترونیکی توسط دانشگاه علمی کاربردی.....۹
احسان بابایی، احرام صفری، محمدکاظم صیادی

ترکیب تکنیک دیمتل فازی و ماتریس ساختار طراحی برای طراحی ماسوره گلوله هوایی ۲۹
مهدی کرباسیان، سیدمحمد کاظمی، گل آرا ایرانپور

بهینه‌سازی زمان فرآیند ارائه خدمات در بخش اورژانس با استفاده از مدلسازی ریاضی و شبیه‌سازی ۶۳
مهدی یوسفی نژاد عطاری، انسیه نیشابوری جامی، اکبر ستاری بهنام،

ارائه رویکرد ترکیبی نوین جهت متن‌کاوی تحلیل احساسات در توییتر با استفاده از درخت تصمیمCART ۹۱
نصیر طیرانی نجاران، مهرداد جلالی

پیش‌بینی اهداء خون با استفاده از داده‌کاوی بر پایه الگوریتم‌های درخت تصمیم، KNN، SVM وMLP ۱۰۹
آرش فهمی حسن، محمدرضا مغاری، امیدمهدی عبادتی

کشف انجمن در شبکه‌های اجتماعی ایستا با استفاده از الگوریتم بهینه‌ساز گرگ خاکستری ۱۳۱
فاطمه بشارت نیا، علیرضا طالب پور، صادق علی اکبری

دوفصلنامه مدیریت مهندسی و رایانش نرم/دوره ششم، شماره ۱، بهار و تابستان ۱۳۹۹، شماره پیاپی ۱۱
صفحات ۲۸- ۹ (DOI): 10.22091/JEMSC.2018.2808.1063
JEMSC.QOM
مدیریت مهندسی و رایانش نرم ۱۳۹۴

ارائه راهکارهای موثر برای اجرای مدیریت ارتباط با مشتری الکترونیکی توسط دانشگاه علمی کاربردی*

مطالعه موردی دانشگاه علمی کاربردی واحد ۲۰ تهران

احسان بابایی[۱]
احرام صفری[۲]
محمدکاظم صیادی[۳]

چکیده

دانشگاه‌ها و مؤسساتی که قصد استفاده از سیستم مدیریت ارتباط با مشتری الکترونیکی را دارند در ابتدا باید عوامل مؤثر بر پیاده‌سازی آن را مورد سنجش قرار دهند تا بتوانند بر اساس آن یک سیستم شفاف جهت فراهم ساختن رضایت دانشجویان و مدیریت عملیات روزانه خود ارائه دهند. در این مقاله به بررسی تأثیر اجرای سیستم مدیریت ارتباط با مشتری الکترونیکی از دیدگاه دانشجویان در دانشگاه مورد نظر می‌پردازیم. این مقاله از لحاظ هدف از نوع پژوهش‌های کاربردی بوده و از لحاظ ماهیت و روش توصیفی ـــ پیمایشی است. جامعه آماری این پژوهش شامل دانشجویان دانشگاه علمی کاربردی واحد ۲۰ بوده و برای تجزیه و تحلیل داده‌های بدست آمده از پرسشنامه محقق ساخته و آزمون فرضیه‌ها از روش مدلسازی معادلات ساختاری استفاده شده است. نتایج این بررسی نشان داد عواملی همچون تعهد به مشتری، حفظ حریم خصوصی، اعتماد مشتری، سهولت، سرویس الکترونیکی با کیفیت، وفاداری و رضایت دانشجویان بر پیاده‌سازی مدیریت ارتباط با مشتری الکترونیکی دانشگاه مؤثرند. اجرای صحیح سیستم e-CRM، باعث افزایش وفاداری و رضایت دانشجویان از برنامه و خدمات دانشگاه می‌گردد.

واژگان کلیدی: *e-CRM، تعهد به مشتری، رضایت دانشجویان*

---

* تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۱۰/۲۰؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۰۱/۰۵.

۱. دانشجوی کارشناسی ارشد ناپیوسته مهندسی فناوری اطلاعات گرایش تجارت الکترونیکی، دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد الکترونیک، تهران، ایران (نویسنده مسئول) itman.ehsan@gmail.com

۲. استادیار گروه توسعه کسب و کار و کارآفرینی فاوا پژوهشکده راهبردی و سیاستگذاری فاوا عضو هیات علمی پژوهشگاه ارتباطات و فناوری اطلاعات، تهران، ایران ehram.safari@gmail.com

۳. استادیار گروه توسعه کسب و کار و کارآفرینی فاوا پژوهشکده راهبردی و سیاستگذاری فاوا عضو هیات علمی پژوهشگاه ارتباطات و فناوری اطلاعات، تهران، ایران Mk.Sayadi@itrc.ac.ir

مقدمه

مدیریت ارتباط با دانشجو برای دانشگاه‌هایی که تلاش می‌کنند تا رضایت‌مندی دانشجویان را افزایش دهند بسیار ارزنده و مفید است. دانشگاه‌ها به عنوان یک محیط یادگیری بایستی امکانات لازم را برای تغییرات مثبت و سازنده بر نگرش دانشجویان فراهم آورند تا باعث تشویق و ایجاد علاقه بیشتر جهت یادگیری پایدار و مستمر گردند. برای ایجاد تغییرات سازنده، وجود اطلاعات توصیفی در مورد وضع موجود و اطلاع درباره نگرش دانشجویان از خدمات ارائه شده ضروری است. با استفاده از این اطلاعات می‌توان ضمن تقویت عوامل مثبت و اصلاح عوامل منفی رضایت هرچه بیشتر دانشجویان را فراهم نمود. در حال حاضر تمام دانشگاه‌ها و مؤسسات آموزشی به دنبال دسترسی سریع به اطلاعات همه دانشجویان از جمله ثبت‌نام، دانشگاه وابسته، گروه‌ها، فارغ‌التحصیلان و شرکت‌کنندگان آن هستند. علاوه بر این در سناریوی مدرن، مدیریت الکترونیکی ارتباط با مشتری به یک نیاز مهم برای دانشگاه‌ها و مؤسسات تبدیل گردیده و دانشگاه‌ها با در نظر گرفتن دانشجویان خود، آنها را به عنوان مشتریان الکترونیکی با حفظ ۱۰۰ درصدی رضایتمندی می‌دانند. با توجه به افزایش ثبت نام دانشجویان در یک روز کاری در دانشگاه نیاز است یک سیستم پشتیبانی برای مدیریت بهتر عملیات و فرآیندها ایجاد شود. در حال حاضر، امروزه بیشتر خدماتی که به دانشجویان در دانشگاه ارائه می‌شود فرآیند آن بصورت دستی انجام می‌گیرد. بنابراین یک نیاز بزرگ جهت بهبود فرآیندهای دستی دانشگاه با استفاده از روش مدیریت ارتباط با مشتری الکترونیکی به وجود می‌آید که می‌توان به بهترین شیوه، وظایف معمول و استاندارد را برای بهبود فعالیت‌های روزانه در دانشگاه و البته افزایش سطح رضایت دانشجویان و مدیریت به کار برد. در این مقاله به ارائه راهکارهای موثر برای اجرای مدیریت ارتباط با مشتری الکترونیکی در دانشگاه علمی کاربردی واحد۲۰ تهران می‌پردازیم. از آن‌جا که دانشگاه مورد مطالعه دانشگاه علمی کاربردی می‌باشد و همچنین دانشگاهی است که هر ساله تعداد زیادی از افراد آموزش دیده و متخصص با فارغ‌التحصیل شدن از این دانشگاه‌ها وارد جامعه می‌شوند و این افراد

برای این دانشگاه‌ها مشتریانی هستند که مدیریت ارتباط با دانشجو برای آنان یک الزام است، دانشگاه علمی کاربردی به عنوان یک مؤسسه آموزشی باید مشتریان خود را به خوبی بشناسد، فرآیندهای مرتبط با آنان را طراحی کند و از طریق شناخت عناصر ارتباط با مشتریان که عمدتاً دانشجویان هستند، یک سیستم ارتباطی مناسب برای دانشجویان طراحی و اجرا کند. اما نکته مهم این است که قبل از پیاده‌سازی سیستم مدیریت ارتباط با مشتری الکترونیکی با دانشجویان، ابتدا باید نیازهای آنان از این سیستم تجزیه و تحلیل و مورد بررسی قرار گیرد تا سیستم مطلوب و متناسب با تقاضاهای دانشجویان که مشتریان اصلی این سیستم به شمار می‌روند طراحی و مستقر شود. از سویی دیگر با توجه به زمان و هزینه نسبتاً زیاد اجرای پروژهای مدیریت ارتباط با مشتری الکترونیکی بسیار با اهمیت است. دستاوردهای این پژوهش سازمان مورد مطالعه را قادر می‌سازد تا در زمینه پذیرش و بکارگیری مدیریت ارتباط با مشتری الکترونیکی و استقرار آن در سازمان، تصمیمی علمی و مستدل اخذ نماید. بدین منظور، سوال پژوهش بدین صورت مطرح می‌گردد که میزان علاقه دانشجویان برای اجرای مدیریت ارتباط با مشتری الکترونیکی تا چه اندازه می‌باشد و آیا از نظر آنها این فرآیند چقدر باعث رضایت آنها خواهد شد؟

پیشینه پژوهش

مدیریت ارتباط با مشتری

یکی از اهداف مدیریت ارتباط با مشتری این است که به جمع‌آوری اطلاعات، نیازها، ایده‌ها و درخواست‌های مشتریان پرداخته و به ایجاد یک سیستم یکپارچه جهت ارائه خدمات بهتر و افزایش رضایت مشتری بپردازد. امروزه سازمان‌ها نیاز به ارائه خدماتی فراتر از نیازهای پایه‌ای مشتریان خود داشته تا بتوانند رضایت و اعتماد هرچه بیشتر آنها را جلب کنند. پس آنها نیازمند سیستم‌های نوین ارتباطی و مدیریت ارتباط با مشتری هستند(گوا و نیو، ۲۰۰۷).

مدیریت ارتباط با مشتری الکترونیکی [1]

مدیریت الکترونیکی ارتباط با مشـــتری در واقع به دنبال یکپارچه کردن اطلاعات مشتری می‌باشد. توجه و رسیدگی به منابع انسانی و قابلیت‌ها باید با فرآیند اجرای سازمانی یعنی یکپارچه‌سازی فیزیکی سیستم‌های اطلاعاتی مرتبط باشد. در مصاحبه‌های گسترده و بررسی‌های متعدد مشخص گردید که نه تنها یکپارچه‌سازی فیزیکی بلکه یکپارچه‌سازی منطقی از هر نمونه از داده‌های مربوط به مشـــتری می‌تواند برای تهیه یک بینش ثابت از مشتری برای هر مجرا کمک زیادی نماید (کیم، کیم و چان ووک[2]، ۲۰۱۰).

مدیریت الکترونیکی ارتباط با مشـــتری به عنوان یک راهبرد جهت یکپارچه کردن مشـــتری برای مدیریت موثر مشـــتریان با تهیه محصـــول بهبود یافته و افزایش زمان حیات مشتری تعریف می‌شود، که این امر ارتباط بین راهبرد مشتری و رفتارهای مشتری را نشان می‌دهد (وو و هانگ[3]، ۲۰۰۹).

مدیریت ارتباط با دانشجو

امروزه به دلیل اهمیت موضوع آموزش در رشد و بالندگی سرمایه اجتماعی، مراکز و مؤسسات آموزش عالی نظیر دانشگاه‌ها به سرعت در حال گسترش‌اند و تلاش می‌کنند تا با ارتقاء سطح کیفی خدمات آموزشی خود، نسبت به دیگر رقبا پیشی گیرند. در این میان دانشجویان در جستجوی یافتن مؤسسات و مراکز آموزش عالی هستند که بتواند با ارائه خدمات آموزشی بهتر، موفقیت در زمینه‌های تحصیلی را برای آنها آسان‌تر نماید و همچنین مسیر ورود به بازار کار را برای آنها هموار سازد (اسدوززامان، حسین و رحمان[4]، ۲۰۱۴).

سازمان‌ها امروزه به شدت به دنبال راه‌هایی برای تعامل بهتر با مشتریان و موثر بر آنها هستند (جاویدی و آزمون، ۲۰۱۱). مسئله مهم برای مؤسسات آموزش عالی در سراسر جهان این است که چگونه با استفاده از مدیریت ارتباط با مشتری دانش و فناوری تولید

[1] . Electronic Customer Relationship Management
[2]. Kim & Kim & Ching
[3] . Wu & Hung
[4] . Asaduzzaman & Hossain & Rahman

شده از تحقیقات کسب و کار را با محیط دانشگاه انطباق دهند. شاخص مورد استفاده برای رضایت دانشجویان در مؤسسات آموزش عالی برای ایجاد استراتژی، جهت اطمینان از حفظ دانشجویان با تمرکز بر رویکرد آموزش دانشجو محور می‌باشد (هرنجیک[1]، ۲۰۱۶). جدول ۱ پژوهش‌های مرتبط با پژوهش حاضر را نشان می‌دهد.

جدول۱. پژوهش‌های مرتبط با پژوهش

نویسنده	سال	موضوع	نتایج پژوهش
ریگو، پدرون، کالدی را و آروجو[2]	۲۰۱۶	اتخاذ مدیریت ارتباط با مشتری در یک مؤسسه آموزش عالی	نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد که اگر چه مشتری اصلی در مؤسسه آموزش عالی دانشجویان هستند اما بعضی افراد دیگر که ذینفعان پروژه مدیریت ارتباط با مشتری نیز هستند را باید در نظر گرفت و دانشگاه می‌تواند منابع داخلی خود را برای اجرای موفقیت یک پروژه مدیریت ارتباط با مشتری استفاده نماید. همچنین با استفاده از روش نرم‌افزار رایانه که یک راه مؤثر برای تعریف واضح‌تر الزامات فنی، عینی‌تر و قاطعانه‌تر می‌باشد که این نرم‌افزار مدیریت ارتباط با مشتری، با ارسال انتظارات کاربر، اهداف استراتژیک سازمانی را منجر می‌شود.
والی و ورایت [3]	۲۰۱۶	مدیریت ارتباط با مشتری و کیفیت خدمات و تأثیر آن بر آموزش عالی	نتایج این بررسی نشان داد یک برنامه مدیریت ارتباط با مشتری جهت بهبود کیفیت خدمات مؤثر بوده و قابلیت ایجاد انگیزه مثبت و حمایت از دانشجوان بین‌المللی را دارد. همچنین پذیرفتن مدیریت ارتباط با مشتری باعث توصیه سرمایه سیاست‌گذاران در بخش آموزش عالی است.

[1] . Hrnjic
[2] . Rigo & Pedron & Caldeira &Araújo
[3] . Wali and Wright

نویسنده	سال	موضوع	نتایج پژوهش
آندری، یوبود و سلیمان[1]	۲۰۱۳	افزایش رضایت و وفاداری دانشجویان با استفاده از مدیریت ارتباط با مشتری	نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد که مدیریت ارتباط با مشتری عامل مهمی در رضایت و شکل‌گیری مدیریت ارتباط با مشتری در فرآیند یادگیری بوده و مدیریت ارتباط با مشتری می‌تواند وفاداری دانشجویان و استادان را افزایش دهد و رضایت نقش مهمی در تعیین رضایت دانشجویان بازی می‌کند و می‌تواند وفاداری دانشجویان را بهبود بخشد.
نیکی اسفهلان	۱۳۹۳	بررسی زمینه‌های پیاده‌سازی مدیریت ارتباط با مشتریان در دانشگاه آزاد اسلامی	نتایج نشان داد بسترهای اجرای مدیریت ارتباط با مشتری در دانشگاه آزاد اسلامی مهیا بوده و در این راستا تمامی ابعاد مدیریت ارتباط با مشتری از توجه کافی برخوردارند. براساس یافته‌های تحقیق توجه به بعد چشم انداز و راهبرد مدون مدیریت ارتباط با مشتری از نظر کارکنان در رتبه بالاتری بوده و توجه به فرآیندهای مدیریت ارتباط با مشتری، اطلاعات، فناوری، توجه به تجربه مشتری، سنجه مدیریت ارتباط با مشتری و فرهنگ همکاری درون سازمانی در رتبه‌های پایین تر می‌باشند.
احمدی، اسمانی، ابراهیم و نیلاشی[2]	۲۰۱۲	بررسی ضوابط مدل مدیریت ارتباط با مشتری در آموزش عالی	یافته‌ها نشان داد مدیریت ارتباط با مشتری یک استراتژی مفید برای افزایش رضایت و وفاداری دانشجویان فعلی که خریداران دوره و همچنین دانشجویان فارغ‌التحصیل که می‌توانند کمک‌های مالی و یا به عنوان اعضای فارغ‌التحصیل توسط مؤسسه معرفی گردند و این توافقی که بطور مداوم در حال انجام است برای هر دو طرف رضایت بخش باشد و یک رابطه طولانی به نفع شرکت کننده در این فرآیند است.

[1]. Andri & Ubud & Solimun
[2] . Ahmadi & Osmani & Ibrahim & Nilashi

این پژوهش برای یافتن سابقه‌ای از عملکرد مدیریت ارتباط با مشتری الکترونیکی و تأثیر آن بر وفاداری و رضایت مشتری تمرکز دارد. چارچوب این مطالعه به منظور بررسی متغیرهای مستقل که شامل تعهد مشتری، حفظ حریم خصوصی مشتریان، اعتماد مشتری، سهولت و کیفیت سرویس الکترونیکی و همچنین وفاداری و رضایت‌مندی مشتری بعنوان متغیر وابسته در مدیریت ارتباط با مشتری الکترونیکی در نظر گرفته شده است. بنابراین مدل ارائه شده در شکل ۱ نشان داده شده است. فرضیه‌هایی که قرار است در این پژوهش مورد بررسی قرار گیرند عبارتند از:

فرضیه اول: پیاده‌سازی مناسب سیستم مدیریت ارتباط با مشتری الکترونیکی باعث افزایش میزان رضایت دانشجویان می‌گردد.

فرضیه دوم: پیاده‌سازی مناسب سیستم مدیریت ارتباط با مشتری الکترونیکی باعث افزایش وفاداری دانشجویان می‌گردد.

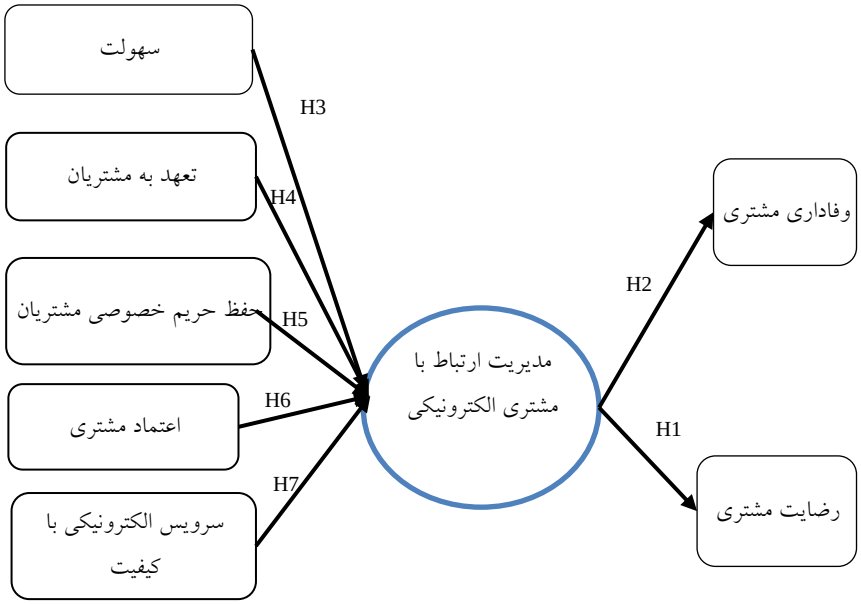
فرضیه سوم: پیاده‌سازی مناسب سیستم مدیریت ارتباط با مشتری الکترونیکی باعث سهولت انجام خدمات به دانشجویان می‌گردد.

فرضیه چهارم: بین تعهد مشتری و مدیریت ارتباط با مشتری الکترونیکی رابطه مثبت و معناداری وجود دارد.

فرضیه پنجم: سیستم مدیریت ارتباط با مشتری الکترونیکی باعث حفظ حریم خصوصی دانشجویان می‌گردد.

فرضیه ششم: بین اعتماد دانشجویان و مدیریت ارتباط با مشتری الکترونیک رابطه مثبت و معناداری وجود دارد.

فرضیه هفتم: پیاده‌سازی سیستم مدیریت ارتباط با مشتری الکترونیکی باعث ارائه سرویس خدمات الکترونیکی با کیفیت به دانشجویان می‌گردد.



شکل ۱. مدل مفهومی پژوهش

روش‌شناسی پژوهش

در این پژوهش دانشجویان دانشگاه علمی کاربردی واحد ۲۰ تهران مورد بررسی قرار گرفتند. ۹۶ نفر از بین دانشجویان این دانشگاه در گروه‌های تحصیلی فوق دیپلم و لیسانس در رده‌های سنتی مختلف به روش تصادفی جهت تکمیل پرسشنامه انتخاب شدند. بر این اساس پرسشنامه‌ای به منظور سنجش مدل ارائه شده در این پژوهش و بررسی تأثیر اجرای مدیریت ارتباط با مشتری الکترونیکی در دانشگاه علمی کاربردی مورد استفاده قرار گرفت. از آنجا که پرسشنامه محقق ساخته بوده، برای اطمینان از روایی آن به افراد صاحب‌نظر در زمینه سیستم مدیریت ارتباط با مشتری الکترونیکی مراجعه شده است. این پرسشنامه در دو بخش تنظیم شده است. بخش اول مربوط به اطلاعات توصیفی دانشجویان شامل (جنسیت، سن، مقطع تحصیلی، شغل) است. بخش دوم سوالات براساس ۷ متغیر (تعهد، حفظ حریم خصوصی، اعتماد، سهولت، کیفیت سرویس الکترنیکی، وفاداری و رضایت مشتری) و ۲۱ گویه است. در پژوهش حاضر پاسخ‌ها بر اساس مقیاس لیکرت با

استفاده از یک طیف پنج ارزشی مشخص می‌شوند. جهت توزیع پرسشنامه محقق خود به طور مستقیم بعد از ارائه توضیحات در مورد اهداف پژوهش و همچنین روش تکمیل پرسشنامه آن را در اختیار دانشجویان دانشگاه گذاشته و نسبت به جمع‌آوری آن اقدام نمود. ضریب آلفای کرونباخ این پرسشنامه برای ابعاد مختلف بین۰/۷۳۷ تا ۰/۸۹۶ محاسبه شد. همچنین جهت بررسی نرمال بودن توزیع داده‌ها از آزمون کولموگروف ـ اسمیرنف استفاده شد. نتایج این آزمون در جدول۲ ارائه شده است.

جدول ۲. نتایج آزمون کولموگروف ـ اسمیرنف برای بررسی نرمال بودن داده‌ها

متغیر	حجم نمونه	میانگین	انحراف معیار	آماره آزمون K-S	سطح معناداری	نتیجه آزمون
تعهد به مشتریان	۹۶	۲/۸۰	۰/۹۵۲	۱/۰۰۱	۰/۲۶۹	نرمال است
حفظ حریم خصوصی	۹۶	۳/۵۲	۰/۷۷٤	۱/۰۰۹	۰/۲٦۰	نرمال است
اعتماد مشتری	۹۶	۳/٦۵	۰/۹۲۹	۱/۱٦۵	۰/۱۳۳	نرمال است
سهولت	۹۶	۳/۰۲	۰/۹۹۵	۱/۱۸٤	۰/۱۲۱	نرمال است
سرویس الکترونیکی با کیفیت	۹۶	۲/۷۲	۰/۹٤۸	۱/۱۹۱	۰/۱۱۷	نرمال است
وفاداری مشتری	۹۶	۳.٤۲	۰/۹٤۸	۱/۱۹۵	۰/۱۱۵	نرمال است
رضایت مشتری	۹۶	۲.٦۷	۰/۹۸۵	۱/۲۲۱	۰/۱۰۱	نرمال است

نتایج جدول ۲ نشان می‌دهد که سطح معناداری آزمون کولموگروف - اسمیرنف برای تمامی متغیرها بزرگتر از مقدار ۰/۰۵ است. در نتیجه، این متغیرها دارای توزیع نرمال می‌باشند.

تجزیه و تحلیل اطلاعات

معادلات ساختاری با استفاده از پی.ال.اس در حوزه‌های مختلف کاربردهای زیادی دارد. مزیت اصلی این روش نسبت به سایر روش‌های دیگر این است که تعداد کمی نمونه نیاز دارد. از طریق مدل یابی پی.ال.اس می‌توان ضرایب رگرسیون استاندارد را برای

مسیرها، ضریب تعیین را نیز برای متغیرهای درونی و اندازه شاخص‌ها را برای مدل مفهومی بدست آورد (وو[1]، ۲۰۱۰). روش پی.ال.اس یکی از تکنیک‌های چند متغیره آماری است که با توجه به محدودیت‌هایی همچون ناشناخته بودن نوع توزیع متغیرها، کم بودن حجم نمونه و همچنین وجود همبستگی بین متغیرهای مستقل که در روش‌های رگرسیون و همچنین معادلات ساختاری باید رعایت می‌گردید، می‌توان مدل‌هایی را با چند متغیر مستقل و وابسته مورد برازش قرار داد (جعفری صمیمی و محمدی، ۲۰۱۱). به همین دلیل در این پژوهش از روش حداقل مربعات جزئی با استفاده از نرم افزار Smart PLS با رویه هالند (۱۹۹۹) جهت بررسی مدل‌های اندازه گیری، ساختاری و همچنین آزمون فرضیات استفاده شده است.

پایایی و روایی در روش حداقل مربعات جزیی به دو روش بررسی می‌شود که عبارتند از: الف) بررسی مدل اندازه‌گیری ب) بررسی مدل ساختاری (داوری و رضازاده، ۱۳۹۳). برای بررسی مدل اندازه‌گیری یعنی برازش مدل‌های اندازه‌گیری از سه روش پایایی شاخص، روایی همگرا و روایی واگرا استفاده می‌شود. پایایی شاخص شامل سه معیار آلفای کرونباخ، پایایی ترکیبی و ضرایب بار عاملی می‌باشد.

جدول ۳. شاخص آماری توصیفی و نتایج تجربی مدل‌های محاسبه‌ای

متغیرها	بار عاملی	آلفای کرونباخ	پایایی ترکیبی	میانگین واریانس استخراج شده
مدیریت ارتباط با مشتری الکترونیک	۰/۷۷۸	۰/۸۹٦	۰/۹۱۲	۰/٦٤۸
تعهد به مشتری	۰/۸۲۲	۰/۷٦٥	۰/۸٦۳	۰/٦۷٦
حفظ حریم خصوصی	۰/۸۱۱	۰/۷۳۹	۰/۸٥۲	۰/٦٥۷
اعتماد مشتری	۰/۸۰۸	۰/۷۳۷	۰/۸٥۰	۰/٦٥٥
سهولت	۰/۷٦۰	۰/٦۳۹	۰/۸۰٥	۰/٥۸۰
سرویس الکترونیکی با کیفیت	۰/۸۱۲	۰/۷٤٦	۰/۸٥٥	۰/٦٦٥
وفاداری مشتری	۰/۸۳٦	۰/۷۸٥	۰/۸۷٥	۰/۷۰۰
رضایت مشتری	۰/۸۱۲	۰/۷٤٤	۰/۸٥٤	۰/٦٦۱

[1]. Wu

برازش مدل اندازه‌گیری

الف) پایایی شاخص

آلفای کرونباخ: معیاری است برای سنجش پایایی سنجه‌ها، که برای بررسی سازگاری درونی مناسب می‌باشد. مقدار آلفای کرونباخ بالاتر از ۰/۶ نشان می‌دهد که از پایایی لازم برخوردار می‌باشد. بر این اساس با توجه به جدول ۳ مقادیر آلفای کرونباخ برای تمامی متغیرها بالاتر از ۰/۷ می‌باشد و نشان می‌دهد که سازه‌ها از پایایی قابل قبولی برخوردار هستند(کرونباخ، ۱۹۵۱).

پایایی ترکیبی: با توجه به این که معیار آلفای کرونباخ یک معیار سنتی جهت تعیین پایایی سازهاست، روش حداقل مربعات جزیی معیار مدرن‌تری نسبت به آلفا به نام پایایی ترکیبی را به کار می‌برد. این معیار توسط ورتس، لین و جورس کوگ[1] (۱۹۷۴) معرفی گردید. در صورتی که مقدار پایایی ترکیبی برای هر سازه بالای ۰/۷ باشد نشان می‌دهد که مدل از پایایی درونی مناسبی برخوردار است. لازم به ذکر است که معیار پایایی ترکیبی در مدل‌سازی معادلات ساختاری معیار بهتری از آلفای کرونباخ به شما می‌رود (وینزی، ترین چرا و آماتو[2]، ۲۰۱۰). با توجه به مطالب گفته شده و با توجه به جدول ۳ مقدار تمامی متغیرها بیشتر از ۰/۷ هستند، در نتیجه برازش مدل اندازه‌گیری تأیید می‌شود.

سنجش بارهای عاملی: جهت تعیین پایایی سنجه‌ها در روش پی.ال.اس، از بار عاملی آن‌ها استفاده می‌شود. این معیار نشان دهندهٔ همبستگی این سنجه‌ها در سازهٔ مربوطه می‌باشد. حداقل میزان قابل قبول برای بار عاملی هریک از سنجه‌ها بنا به نظر هالند (۱۹۹۹)، برابر با ۰/۴ می‌باشد و سنجه‌هایی که بار عاملی آن‌ها کمتر از این میزان باشد باید از فرآیند آزمون کنار گذاشته شوند. با توجه به نتایج بدست آمده در جدول ۳ بارعاملی برای تمامی سنجه‌ها بالاتر از ۰/۴ بوده است. با وجود این سوالات در مدل پژوهش زمینه برای آزمون فرضیات در قالب گزاره‌های علّی مهیا خواهد شد.

[1] . Werts & Linn & Jöreskog

[2] . Vinzi & Trinchera & Amato

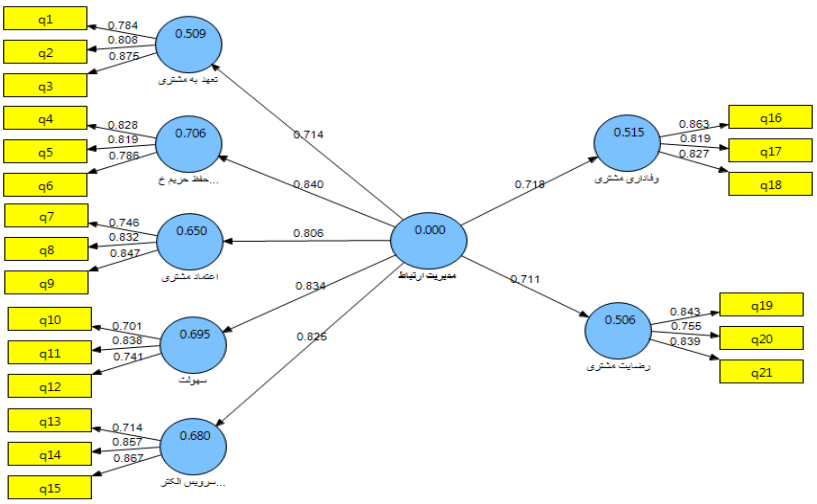
ب) روایی همگرا

بنا به نظر چین(۱۹۹۸) شاخص میانگین واریانس استخراج شده[1] شاخصی مناسب برای تعیین روایی همگرای سازه‌های پژوهش می‌باشد. حداقل میزان قابل قبول برای این ضریب از نظر نویسندهٔ مذکور برابر با ۰/۵ می‌باشد. بررسی این شاخص بین سازه‌های این پژوهش نشان می‌دهد که در تمامی سازه‌های پژوهش امتیاز این ضریب بسیار بالاتر از حد آستانهٔ مذکور می‌باشد. با توجه به نتایج بدست آمده در جدول ۳ میانگین واریانس استخراج شده برای تمامی سنجه‌ها بالاتر از (۰/۵) است. در نتیجه مدل مورد بررسی در این پژوهش از روایی همگرایی مناسب برخوردار است.

ج) روایی واگرا

محقق برای اثبات این نکته که سازه‌ای به خصوص، دارای واریانس مشترک بالاتری با سنجه‌های خود نسبت به سایر سازه‌های مدل است، باید روایی واگرا برای سازه‌های پژوهش را اثبات کند. به عبارت دیگر چنان که آکین، بلوم هف، وینسترا، وان رایج[2](۲۰۰۹) بیان می‌کنند، سنجه‌های انتخاب شده برای توضیح این متغیر، تنها آن‌ها را توضیح دهند. بدین منظور جذر میانگین واریانس‌های استخراج شده برای هر سازه با ضرایب همبستگی بین سازه‌ها مقایسه می‌گردد. در بررسی معیار فرونل و لارکر نشان داده شده است که مقادیر موجود در روی قطر اصلی ماتریس (ریشه دوم مقادیر واریانس شرح داده شده)، از کلیه مقادیر موجود در سطر و ستون مربوطه بزرگتر می‌باشند. این امر نیز نشان دهنده همبستگی شاخص‌ها با سازه وابسته به آن‌هاست. با توجه به خروجی نرم افزار مقدار همبستگی بین شاخص‌ها با سازه‌های مربوط به خود از همبستگی میان آن‌ها و سایر سازه‌ها بیشتر است که نشان می‌دهد مدل از روایی واگرایی مناسب برخوردار است.

[1] . Average Variance Extracted
[2] . Akin & Bloemhof & Wynstra & van Raaijet



شکل۲. نتایج حاصل از خروجی نرم افزار

یافته‌های پژوهش

در بررسی متغیرهای جمعیت شناختی، آمار توصیفی نتایجی که بدست آمد به شرح جدول ۴ می‌باشد.

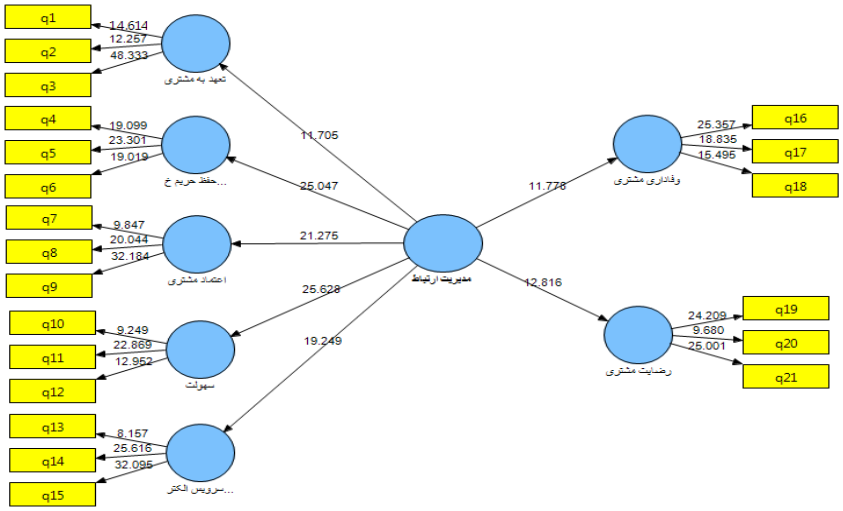
جدول٤. ویژگی‌های جمعیت شناختی پاسخ دهندگان

	شرح	فراوانی	درصد فراوانی
جنسیت	مرد	٥٦	٥٨/٣
	زن	٤٠	٤١/٧
سن	بین ۲۰-۳۰ سال	٥١	٥٣/١
	بین ۳۱-٤٠ سال	٣٣	٣٤/٤
	بین ٤١-٥٠ سال	٨	٨/٣
	بالاتر از ٥٠ سال	٤	٤/٢
سطح تحصیلات	فوق دیپلم	٤٢	٤٣/٨
	لیسانس	٥٤	٥٦/٣
شغل	دانشجو	٣٠	٣١/٣
	کارمند بخش دولتی	٢٧	٢٨/١
	کارمند بخش خصوصی	٢٣	٢٤/٠

شرح	فراوانی	درصد فراوانی
آزاد	۱۱	۱۱/۵
سایر	۵	۵/۲

نتایج جدول ۴ نشـان می‌دهد از بین افراد (۵۸/۳ درصـد) مرد و (۴۱/۷ درصـد) زن بوده‌اند. اکثر پاسخ دهندگان (۵۶/۳ درصد) در مقطع لیسانس مشغول به تحصیل بوده‌اند و سـن اکثر افراد شـرکت‌کننده بین ۲۰ تا ۳۰ سـال (۵۳/۱ درصـد) بوده و (۳۱/۳ درصـد) از پاسـخ‌دهندگان دانشـجو، (۲۸/۱ درصـد) کارمند بخش دولتی، (۲۴ درصـد) کارمند بخش خصوصی، (۱۱/۵ درصد) شغل آن‌ها آزاد و (۵/۲ درصد) در سایر زمینه‌ها فعالیت داشته‌اند.

برای بررسـی فرضـیه‌های پژوهش از نرم افزار اسـمارت پی.ال.اس و اعداد معناداری t استفاده شده است. در صورتی که قدر مطلق این اعداد از ۲/۵۷ بیشتر شود، نشان از صحت رابطه بین سـازه‌ها و در نتیجه تأیید فرضـیه‌های پژوهش در سـطح اطمینان ۹۹ درصـد اسـت (محسنین و اسفندیانی، ۱۳۹۳) (شکل۳).



شکل۳. نتایج مقادیر ضرایب مسیر حاصل از خروجی نرم افزار

جدول ۵ نتایج حاصل از آزمون فرضیه‌ها را براساس ضرایب مسیر، آماره t به همراه کلیه فرضیات مورد بررسی در این پژوهش را نشان می‌دهد.

جدول ۵. نتایج حاصل از بررسی و آزمون فرضیات

فرضیات	آماره t	ضرایب مسیر β	نتیجه
H1: تأثیر پیاده‌سازی مدیریت ارتباط با مشتری الکترونیکی بر رضایت دانشجویان	۱۲/۸۱۶	۰/۷۱۱	تأیید شد
H2: تأثیرپیاده‌سازی مدیریت ارتباط بامشتری الکترونیکی بر وفاداری دانشجویان	۱۱/۷۷۸	۰/۷۱۸	تأیید شد
H3: تأثیر پیاده‌سازی مدیریت ارتباط با مشتری الکترونیکی بر سهولت انجام خدمات به دانشجویان	۲۵/۶۲۸	۰/٤۷٤	تأیید شد
H4: رابطه بین تعهد به مشتری و سیستم مدیریت ارتباط با مشتری – الکترونیکی	۱۱/۷۰۵	۰/۷۱٤	تأیید شد
H5: تأثیر مدیریت ارتباط با مشتری الکترونیکی بر حفظ حریم خصوصی	۲۵/۰٤۷	۰/۸٤۰	تأیید شد
H6: ارتباط بین مدیریت ارتباط با مشتری الکترونیکی و اعتماد مشتری	۲۱/۲۷۵	۰/۸۰٦	تأیید شد

فرضیات	آماره t	ضرایب مسیر β	نتیجه
H7: پیاده‌سازی مدیریت ارتباط با مشتری الکترونیکی و سرویس خدمات الکترونیکی با کیفیت	۱۹/۲٤۹	۰/۸۲۵	تأیید شد

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

با توجه به اهمیت سیستم مدیریت ارتباط با مشتری الکترونیکی به عنوان یک ابزار کلیدی برای برقراری ارتباط با دانشجویان در دانشگاه در این پژوهش به بررسی عوامل مؤثر بر اجرای مدیریت ارتباط با مشتری الکترونیکی در دانشگاه علمی کاربردی پرداخته شده است. در راستای دستیابی به اهداف پژوهش ۷ فرضیه مطرح گردید. یافته‌های پژوهش نشان داد که متغیر رضایت دانشجویان با ضریب مسیر (۰/۷۱۱)، آماره تی(۱۲/۸۱۶) بر پیاده‌سازی سیستم مدیریت ارتباط با مشتری الکترونیکی موثر است. یافته‌های این پژوهش با پژوهش انجام گرفته توسط احمدی، اسمانی، ابراهیم و نیلاشی (۲۰۱۲) مطابقت دارد. با توجه به این که رضایت دانشجو به عنوان یک عامل مهم در اولویت اول قرار دارد. اگر قرار است که سیستم مدیریت ارتباط با مشتری الکترونیکی در دانشگاه پیاده‌سازی شود نیازمند آن است که دانشگاه در قبال رضایت دانشجو تعهد لازم را داشته باشد. در واقع دانشجو به این باور برسد که دانشگاه واقعاً نسبت به بهبود رضایت دانشجو تعهد داشته و رضایت دانشجو در اولویت کاری دانشگاه قرار دارد.

تحلیل داده‌ها نشان داد متغیرهایی همچون وفاداری دانشجویان با ضریب مسیر (۰/۷۱۸) و آماره تی (۱۱/۷۷۸)، سهولت انجام خدمات بر دانشجویان با ضریب مسیر (۰/۴۷۴) و آماره تی (۲۵/۶۲۸)، تعهد به مشتری با ضریب مسیر (۰/۷۱۴) و آماره تی (۱۱/۷۰۵)، حفظ حریم خصوصی با ضریب مسیر (۰/۸۴۰) و آماره تی (۲۵/۰۴۷)، اعتماد مشتری با ضریب مسیر (۰/۸۰۶) و آماره تی (۲۱/۲۷۵) و سرویس خدمات الکترونیکی با کیفیت با ضریب مسیر (۰/۸۲۵) و آماره تی (۱۹/۲۴۹) بر پیاده‌سازی سیستم مدیریت ارتباط

با مشـتری مؤثر اسـت. نتایج حاصـل از این پژوهش با مطالعات آل‌اعظم[1] (۲۰۱۵)، آندری، یوبود و سـلیمان[2] (۲۰۱۳)، احمدی، اسـمانی، ابراهیم و نیلاشـی (۲۰۱۴) ریگو، پدرون، کالدی را و آروجو[3] (۲۰۱۶) مطابقت دارد.

این پژوهش ثابت کرد که ۷ عامل رابطه معنی‌داری با عملکرد مدیریت ارتباط با مشـتری الکترونیکی دارد. این عوامل عبارتند از تعهد به مشـتری، حفظ حریم خصـوصـی، اعتماد مشتری، سهولت، سرویس الکترونیکی با کیفیت، وفاداری مشتری و رضایت مشتری. دانشـجویان یکی از مهم‌ترین دارایی‌های دانشـگاه‌ها و مؤسـسـات هسـتند. سیسـتم مدیریت ارتباط با مشـتری الکترونیکی مناسـب دسـتیابی به یک مزیت رقابتی در بین دانشـگاه‌ها و مؤسسات را تضمین می‌کند. مزیت رویکردی پیشنهادی برای سیستم‌های مدیریت ارتباط با مشتری الکترونیکی/ مؤسسات این است که توانایی بالا را جهت تکامل و مقابله با مشکلات و نیازهای مدیریت دانشجویان فراهم می‌کند. سیستم مدیریت ارتباط با مشتری در دانشگاه تلاش می‌کند تا یک ارتباط مناسـب ایجاد کند یا شـکاف بین مدیریت و دانشـجویان را به هم متصـل کند. این پژوهش بسـیاری از عوامل مؤثر بر اجرای مدیریت ارتباط با مشـتری الکترونیکی را در دانشگاه علمی کاربردی مورد بررسی قرار داد. نتایج این بررسی نشان داد که با اجرای سـیسـتم مدیریت ارتباط با مشـتری الکترونیکی می‌توان به راحتی عملکرد کارکنان و سـطح رضـایت دانشـجویان را تجزیه و تحلیل نمود. مهم‌ترین تأثیراتی که این سیستم برای دانشگاه خواهد داشت شامل حل سریع مشکلات، بهبود پاسخگویی، بهبود میزان نگهداری و اعتماد دانشـجویان، مقرون به صـرفه بودن، افزایش بهره‌وری کارکنان و افزایش رضـایت‌مندی دانشجویان می‌باشـد. همچنین با توجه به نتایج بدسـت آمده مشـخص گردید که دانشجویان معتقدند پیاده‌سازی سیستم مدیریت ارتباط با مشتری الکترونیکی در دانشـگاه باعث بهبود عملکرد دانشـگاه و همچنین افزایش رضـایت آن‌ها نسـبت به خدماتی که ارائه می‌شود می‌گردد.

[1] . Al-Azzam
[2] . Andri & Ubud & Solimun
[3] . Rigo & Pedron & Caldeira &Araújo

با توجه به یافته‌های پژوهش و در راستای بهبود سیستم مدیریت ارتباط با مشتری الکترونیکی موارد زیر پیشنهاد می‌گردد:

- دانشگاه جهت ارائه خدمات الکترونیکی با کیفیت از طریق سیستم e-CRM می‌تواند با توسعه منابع انسانی و بهبود نظام آموزشی دانشگاه علمی کاربردی و همچنین جهت ارتقا فنی و تخصص کارکنان در جهت ارائه خدمات الکترونیکی، به شناسایی عوامل مؤثر بپردازد.
- همچنین برگزاری کلاس‌های آموزشی برای کارکنان در زمینه چگونگی برقراری ارتباط با مشتریان به منظور توانمند کردن آن‌ها جهت داشتن یک رابطه اثربخش با دانشجویان بسیار ضروری است.
- ایجاد یک فرهنگ همکاری درون سازمانی در دانشگاه علمی کاربردی جهت پیاده‌سازی سیستم مدیریت ارتباط با مشتری الکترونیکی.
- با توجه به این که مدیران ارشد به عنوان یکی از مولفه‌های بسیار مهم در جهت استقرار و بکارگیری مدیریت ارتباط با مشتری الکترونیکی می‌باشند، پیشنهاد می‌گردد که یک مطالعه جهت بررسی از دیدگاه مسئولان دانشگاه در رابطه با ضرورت به کارگیری e-CRM و عوامل مؤثر بر روی آن و همچنین عوامل بازدارنده استقرار و بکارگیری e-CRM در دانشگاه‌های علمی کاربردی انجام گیرد.

منابع

– Ahmadi, H., Osmani, M., Ibrahim, O., & Nilashi, M. (2012). CRM model for UTM Alumni Liaison unit. *International Journal of Engineering and Innovative Technology* (IJEIT), 2(5), 1–8.

– Akin, M., Bloemhof, J. M., Wynstra, F., & van Raaij, E. M. (2009). The impact of supply chain-related factors on the environmental performance of manufacturing firms in Turkey.

– Al-Azzam, A. F. M. (2015). A Proposal Framework for Evaluating the Impact of Electronic Customer Relationship Management in Telecommunication Industry in Jordan.

– Andri, Y., Ubud, S., & Solimun, D. (2013). The increasing of students' satisfaction and loyalty by the use of customer relationship management (CRM). *IOSR Journal of Business and Management*, 7(4), 28–34.

– Asaduzzaman, M., Hossain, M., & Rahman, M. (2014). Service quality and student satisfaction: a case study on private universities in Bangladesh. *International Journal of Economics, Finance and Management Sciences*, *1*(3), 128.

– Chin, W. W. (1998). The partial least squares approach to structural equation modeling. *Modern methods for business research*, *295*(2), 295-336.

– Cronbach, L. J. (1951). Coefficient alpha and the internal structure of tests. psychometrika, 16(3), 297-334.

– Davari, A., & Rezazadeh, A. (2014). Structural equation modeling with PLS software. *Tehran: Jahad-Daneshgahi Publications Organization*. . (In persian)

– Fornell, C., & Larcker, D. F. (1981). Evaluating structural equation models with unobservable variables and measurement error. *Journal of marketing research*, 39-50.

– Guo, Y. C. and Niu, D.X. (2007). A Knowledge-Based IntelligentI System for Power Customer Servise Management, in Machine Learning and Cybernetics, *International Conference on 2007*, IEEE: Hong Kong. PP. 2030-2925.

– Hrnjic, A. (2016). The transformation of higher education: evaluation of CRM concept application and its impact on student satisfaction. *Eurasian Business Review*, 6(1), 53-77.

– Hulland, J. (1999). Use of partial least squares (PLS) in strategic management research: A review of four recent studies. *Strategic management journal*, 195-204.

– Jafari Samimi A., and Mohammadi R.(2011). Measuring customer satisfaction index (CSI) in Iranian tile industry using PlS path modeling technique. *Middle-East Journal of Scientific Research*, 8 (1):141-149. (In persian)

– Javadi, M. H. M., & Azmoon, Z. (2011). Ranking branches of system group company in terms of acceptance preparation of electronic customer relationship management using AHP method. *Procedia Computer Science*, 3, 1243e1248. (In persian)

– Kim, Hyung-Su, Kim,Young-Gul& Park, Chan-Wook, V. (2010). Integration of firm's resource and capability to implement enterprise: *A case study of a retail bank in Korea*. *Decision Support System, 48*, 314-322.

– Mohsenin, S., & Esfidani, M.R. (2014). Structural Equation Based on Partial Squares Least Approach by Help of Smart-PLS, *Tehran: Mehraban Publisher*. . (In persian)

– Niki Esfahlan,H.(2014). Examining the areas of customer relationship management implementation in Islamic Azad University, *The National Conference New Approaches in Business Management*, Tabriz, and University Tabriz. . (In persian)

– Rigo, G. E., Pedron, C. D., Caldeira, M., & Araújo, C. C. S. D. (2016). CRM Adoption in a Higher Education Institution. *JISTEM-Journal of Information Systems and Technology Management*, 13(1), 45-60.

– Vinzi, V. E., Trinchera, L., & Amato, S. (2010). PLS Path Modeling: From Foundations to. *Proceedings of the 20th SAS User Group International Confr*, 1995chapter, 2.

– Wali, A. F., & Wright, L. T. (2016). Customer Relationship Management and Service Quality: *Influences in Higher Education. Journal of Customer Behaviour*, 15(1).

– Werts, C. E., Linn, R. L., & Jöreskog, K. G. (1974). Intraclass reliability estimates: Testing structural assumptions. *Educational and Psychological measurement*, 34(1), 25-33.

– Wu, Ing-Long, Hung, Ching Yi, C. (2009). A strategy-based process for effectively determining system requirements in E-CRM Development. *Information & Software Technology, 51*, 1308-1318.

– Wu, W. W. (2010). Linking Bayesian networks and PLS path modeling for causal analysis. *Expert Systems with Applications*, 37(1), 134-139.

استناد به این مقاله: شناسه دیجیتال (DOI): 10.22091/JEMSC.2018.2808.1063

بابائی، الف؛ صـــفری، الف؛ صـــیادی، م.ک. (۱۳۹۶). «ارائه راهکارهای موثر برای اجرای مدیریت ارتباط با مشـــتری الکترونیکی توسط دانشگاه علمی کاربردی». *دوفصلنامه مدیریت مهندسی و رایانش نرم*، ۶ (۱)، ۲۸-۹.

دوفصلنامه مدیریت مهندسی و رایانش نرم/دوره ششم، شماره ۱، بهار و تابستان ۱۳۹۹، شماره پیاپی ۱۱
صفحات ۶۲- ۲۹ (DOI): 10.22091/JEMSC.2018.2866.1065
JEMSC.QOM
مدیریت مهندسی و رایانش نرم ۱۳۹۴

ترکیب تکنیک دیمتل فازی و ماتریس ساختار طراحی برای طراحی ماسوره گلوله هوایی*

مهدی کرباسیان[۱]
سیدمحمد کاظمی[۲]
گل آرا ایرانپور[۳]

چکیده

در این مقاله یک رویکرد یکپارچه برای طراحی ماسوره گلوله هوایی ارائه شده است. در این برنامه با استفاده از قالب مهندسی سیستم، ابتدا نیازهای مشتری (نیروی هوایی) اخذ شده و تبدیل به الزامات کارکردی گردیده است. در مرحله بعدی با استفاده از ماتریس خانه کیفیت این الزامات کارکردی تبدیل به قطعات می‌گردند، سپس با استفاده از ماتریس ساختار طراحی و بررسی وجود یا عدم وجود ارتباط بین قطعات، قطعات خوشه‌بندی می‌شوند. از طرف دیگر، با توجه به این که بین این قطعات چندین نوع ارتباط و وابستگی وجود دارد، میزان و قدرت ارتباطات در قالب تحلیل دیمتل فازی آمده و باعث سطح‌بندی قطعات در هر خوشه (ماژول) می‌شود. رویکرد یکپارچه مطرح شده در این مقاله می‌تواند مبنای طراحی محصولات جدید و توسعه آن‌ها به صورت کاملاً محلی در دفاتر طراحی شده و در مجموع باعث کاهش زمان طراحی و کاهش زمان طراحی مجدد و افزایش کیفیت گردد. علاوه بر این برای اولین بار این رویکرد در محصولات تک‌کاره استفاده شده که خود باعث تغییراتی در لحاظ کردن نوع ارتباطات در ماتریس ساختار طراحی شده است.

واژه‌های کلیدی: *الزامات کارکردی، دیمتل فازی، گلوله، ماتریس ساختار طراحی، مهندسی سیستم*

---

* تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۱۱/۰۵؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۰۱/۱۵.

۱. دانشیار، گروه مهندسی صنایع، دانشگاه صنعتی مالک اشتر، اصفهان، ایران (نویسنده مسئول) karbasian@mut.ac.ir
۲. دانشگاه آزاد اسلامی، واحد دولت آباد، گروه مدیریت ، اصفهان، ایران kazemimailbox@yahoo.com
۳. گروه مهندسی صنایع، دانشگاه صنعتی مالک اشتر، اصفهان، ایران golara.irp@gmail.com

مقدمه

توسعه محصول جدید (NPD[1]) یک فرایند مهم فنی و تجاری پیچیده در کسب و کار است. یکپارچه‌سازی متقابل توابع، یک فعالیت بین رشته‌ای پیچیده است. این موضوع دارای ورودی‌های متنوع دانش برای تولید راه‌حل مناسب تولید محصول است، همچنین به عنوان یک طرح مناسب در محیط رقابتی در نظر گرفته می‌شود؛ بنابراین، چگونگی ایجاد یک طرح قوی برای NPD یک نگرانی مهم برای سازمان‌ها، به ویژه برای صنایع با فناوری بالا تبدیل شده است. در این مسیر شناسایی دقیق نیازهای مشتری و تبدیل آن‌ها به الزامات کارکردی، تعیین قطعات مورد نیاز طی یک قالب استاندارد و از طرف دیگر بومی کردن آن‌ها مطابق فرایندهای طراحی سازمان، بسیار اهمیت دارد. از طرف دیگر، بعد از شناسایی قطعات، خوشه‌بندی آن‌ها براساس روابط می‌تواند، درخت محصول را کامل کند و شناسایی درخت محصول، اساس مکانیزم‌های بعدی از جمله چیدمان اجزاء در محصول خواهد بود. در این پژوهش، ابتدا مروری بر ادبیات مباحث صدای مشتری، الزامات کارکردی، ماتریس خانه کیفیت و ماتریس ساختار طراحی انجام شده است. پس از آن نقائص موجود در ماتریس ساختار طراحی سنتی که به صورت دودویی ارتباطات اجزاء را مورد بررسی قرار می‌دهد و این نگاه دودویی سبب عدم در نظرگرفتن اهمیت نوع ارتباطات بین قطعات می‌شود بررسی می‌شود. برای حل این مسئله، برخی از ویژگی‌های نظریه مجموعه فازی و تکنیک تصمیم‌گیری چندمعیاره دیمتل فازی مورد بررسی قرار گرفته است. در ادامه، با توجه به نیازمندی‌های اعلام شده توسط مشتری و الزامات کاربردی محصول و با استفاده از ماتریس خانه کیفیت قطعات مورد استفاده جهت طراحی گلوله شناسایی گردید. سپس انواع ارتباطات بین اجزاء با کمک خبرگان صنعت شناسایی و با استفاده از تکنیک دیمتل فازی اهمیت هر نوع ارتباط بین قطعات با نظر کارشناسان یکی از صنایع مهمات‌سازی کشور مشخص و ماتریس ساختار طراحی با رویکرد فازی برای دسته‌بندی و شناسایی ارتباط بین قطعات این گلوله به کار گرفته شده است. در تحقیقات

[1] New product development

بعدی می‌توان از چارچوب ارائه شده در این مقاله برای سایر محصولات تولیدی در یکی از صنایع مهمات‌سازی کشور و سایر صنایع مهمات‌سازی استفاده نمود.

پیشینه پژوهش

پیشینه نظری

معماری محصول می‌تواند اثرات بسیاری روی جنبه‌های محصول و کیفیت طراحی داشته باشد که شامل نیازهای کاربردی، طراحی مورد نیاز، هزینه‌های تولید و رضایت مشتری می‌باشد. معماری محصول یک ساختار مفهومی انتزاعی است که زیربنای مصنوعات مهندسی و طراحی می‌باشد (کرالی، وک، ۲۰۰۴؛ یاسین، اسرینواس، ۲۰۰۸). با این حال، معماری محصول به عنوان یک فرایند تعیین‌کننده کلیدی در صرفه‌جویی هزینه‌ها و توانایی ارائه تنوع محصول به خوبی شناخته نشده است. مهندسی سیستم و معماری محصول دو سیستمی هستند که از روش‌های فراابتکاری جدا مانده‌اند. چنین فعالیت‌هایی اغلب باید توسط مهندسین سیستم با تجربه که درک درستی از اهداف مختلف دارند، در هنگام معماری خط تولید محصول در نظر گرفته شود (کو،۲۰۱۳).

معماری محصول به عنوان یک برنامه، عناصر یک محصول را تجزیه و در تعدادی ماژول مرتب می‌کند؛ بنابراین، توسعه یک معماری محصول ماژولار نیاز به تشخیص گروه‌های بسیار تعاملی از عناصر و خوشه‌بندی آن‌ها در مدل را دارد. تکنیک‌های خوشه‌بندی در نظریه گراف فراوان هستند (برونینگ، ۲۰۰۲). با این حال، این تکنیک‌ها در ادبیات مهندسی طراحی کمیاب هستند. تکنیک‌های خوشه‌بندی در طراحی مهندسی برای رفع دو نقص بزرگ به کار می‌رود. اول، الگوریتم‌های دستی بسیار وابسته به مهارت انسانی هستند و در نتیجه خودکار بودن و تکرار عملیات سخت می‌باشند (پیملر، اپینجر، ۱۹۹۴). دوم، در این مدل‌ها روابط ساده ریاضی در تفکیک کردن ماژول‌های محصول به کار می‌رود و در نتیجه، زمانی که معماری محصول پیچیده باشد این الگوریتم‌ها با مشکل مواجه می‌شوند (سبوآ، ۲۰۰۱). معماری محصول به عنوان یک مؤلفه طراحی اجزا و روابط متقابل

بین آن‌ها شامل توپولوژی، ساختار محصول و پیکربندی می‌باشد (لیندمن، مورر، بران، ۲۰۰۸). ماتریس ساختار طراحی DSM[1] معماری محصول را نمایش می‌دهد و معمولاً به دلیل جذابیت بصری و سادگی آن استفاده می‌شود. استفاده از ماتریس ساختار طراحی بسیار وسیع است و حتی در ارتش ایالات متحده برای برنامه‌ریزی یکپارچه از آن استفاده می‌کنند (مایکل ،۲۰۱۶). حتی در ایران با استفاده از این تکنیک تحقیق دیگری برای تعیین الگوی پیچیدگی ساختاری سلامت و پزشکی در ایران و رفتار اقامت‌گیرندگان در خوابگاه‌ها انجام شده است (ملکی، ۲۰۱۴).

برخی از محققان با توجه به این که این روش با چند جابجایی ساده در سطر و ستون معماری محصول را بهبود می‌بخشد، این مدل را پیشنهاد می‌کنند (پیملر، اپینجر، ۱۹۹۴). فرناندز از DSM وتکنیک شبیه سازی تبرید برای یافتن یک تکنیک خوب خوشه‌بندی دسته‌ها و اتوماتیک کردن فرایند دستی آن‌ها استفاده کرد. در این روش، هر عنصر در یک مجموعه تکی قرار می‌گیرد و طرح‌های مختلف برای قرار گرفتن در مجموعه‌های مختلف (خوشه) ارزیابی می‌شود. اگر هر یک از خوشه‌ها قادر به ایجاد پیشنهادی بهتر (روابط بین خوشه‌ای کمتر) از پایه فعلی باشد، پس از آن این عنصر در داخل خوشه جابجا می‌شود؛ بنابراین تابع هدف یک توازن بین هزینه بودن در داخل یک خوشه و سود کلی سیستم است (فرناندز،۱۹۹۸). شارمن از الگوریتم خوشه‌بندی برای یک توربین گازی صنعتی استفاده کرد. با این حال، او نشان داد که الگوریتم به دلیل ساده بودن تابع هدف مورد استفاده و حساسیت تکرار الگوریتم جستجو در راه حل‌های بهینه محلی به دام می‌افتد و قادر به پیش‌بینی تشکیل ترکیبات خوشه‌بندی خوبی برای معماری محصول پیچیده نیست (شارمن، یاسین، ۲۰۰۷). یو و همکاران با استفاده از نمایش معماری DSM و ساخت نمودارهای بلوکی به توسعه یک روش خوشه‌بندی جدید بر اساس اصل حداقل فاصله مسیرها (MDL[2]) و یک الگوریتم ژنتیک ساده (GA[3]) پرداختند. این روش جدید قادر به

[1] design structure matrix
[2] Minimum description length
[3] Genetic Algorithm

تقسیم معماری محصول به مجموعه‌ای از ماژول‌هاست که در آن تعاملات درون ماژول‌ها حداکثر و خارج ماژول‌ها به حداقل می‌رسد (یو، یاسین، گلدبرگ، ۲۰۰۷). لی یک روش تجدید نظر شده DSM را براساس دو فاز اجزا ریاضیاتی شامل آنالیز وابستگی بر پایه زوج‌ها و آنالیز دسته‌بندی درخت محصول پیشنهاد نمود. این روش می‌تواند درک بهتری از مفهوم زوج‌ها برای ما فراهم نماید. روش تجدید نظر شده توانایی ساده کردن رویه الگوریتم و محدود کردن فضای شبیه‌سازی راه‌حل بدون افت کیفیت آن را دارد (لی، ۲۰۱۱). برجیسون و هولتا دو الگوریتم بهبود DSM بر اساس الگوریتم تپه نوردی برای بهره‌وری محسباتی استفاده کردند. این رویکرد باعث بهبود کیفیت نتایج به دست آمده و افزایش سرعت الگوریتم تا ۷ یا ۸ برابر دسته بندی معمولی می‌شود (برجیسون، هولتا، ۲۰۱۲). شارمن و یاسین یک روش برای ارزیابی معماری محصول یکپارچه از طریق استفاده از تئوری DSM و تحلیل اختیارات حقیقی ارائه کردند. روش ارائه شده به عنوان اساس یک رویکرد بهبود یافته برای بهینه‌سازی معماری عمل می‌کند (شارمن، یاسین، ۲۰۰۷). شکار و همکاران به توسعه روشی پرداختند که می‌تواند به رفع پیچیدگی در طراحی مهندسی ساخت هواپیما کمک کند. نتایج اجرای این روش شامل مزایای اولیه مانند کاهش قابل توجه در زمان توسعه محصول در مقایسه با طراحی ترتیبی در هواپیما می‌باشد (شکار، ونکاتارام، ساتیش، ۲۰۱۱). هولتا و ویک دو الگوریتم متریک از DSM که شامل بخش کوچکی غیر صفر (NZF[1]) و شاخص ماژلار مقدار تکی (SMI[2]) بود ارائه کردند. مزیت اصلی روش پیشنهادی این است که درجه ماژولار از هر معماری مستقل از موضوع مدل انتخابی را تجزیه و تحلیل می‌نماید (هولتا و ویک، ۲۰۰۷).

مطالعات فوق نشان می‌دهد که مدل سنتی DSM با جایگذاری علامت گرافیکی یا حالت باینری صفر و یک در ماتریس، تنها وابستگی تکی را اندازه‌گیری می‌کند. اولین نقطه ضعف این روش‌ها در این است که تنها یک یا دو وابستگی انتزاعی ذهنی بین عناصر را در DSM در نظر می‌گیرد. چشم‌پوشی کامل از وابستگی‌های مختلف عناصر به هم و

[1] Nonzero fraction
[2] Singular value modularity index

عدم اطمینان در وابستگی بین اجزای محصول نقطه ضعف این مدل است که می‌تواند از طریق استفاده از روش ارزیابی فازی (FEM[1]) با ویژگی‌های چندگانه بهبود یابد. اشکال دوم این است که در این فرآیندها از الگوریتم‌های تحت عملیات جعبه سیاه استفاده می‌شود. تمام روش‌های پیشنهادی فوق، الگوریتم‌های جدیدی از DSM هستند ولی هیچ کدام جزییات فرایند عملیات را نشان نمی‌دهند. بسیاری از این روش‌ها توسط کامپیوتر توسعه پیدا کردند. ولی ما نیاز به فهمیدن چگونگی محاسبات الگوریتم داریم؛ بنابراین، یک روش ارزیابی چندمعیاره فازی در DSM برای بهتر نشان دادن قدرت وابستگی بین اجزای محصول در روش پیشنهادی ارائه شده است. بدین منظور، جبر ریاضی و ماتریس بولی برای بهبود الگوریتم از DSM انتخاب شده‌اند.

در این مقاله به منظور بهینه‌سازی معماری محصول با ترکیب مفاهیم فازی با ماتریس ساختار طراحی الگوریتم جدید دسته‌بندی ارائه می‌شود. این روش می‌تواند قدرت وابستگی نامشخص از اجزا محصول را کمّی و ترکیبات معماری محصول بهینه نماید. این مدل به نام ماتریس ساختار طراحی فازی (FDSM[2]) ارائه می‌شود و در مدل FDSM، اجزای درون محصول ذکر شده است و روابط میان آن‌ها نمایش داده می‌شود. این ماتریس فشرده و به راحتی قابل فهم می‌باشد و به سادگی توسعه الگوریتم‌های جستجو و محاسبات دقیق برای پیدا کردن ویژگی‌های خاص معماری و تنظیمات ماژول قابل کاربرد است. با این وجود، این تکنیک فاقد یک پیوند به سمت بالا با اهداف پروژه و نیازهای مشتری است. برای دستیابی به مسائل فوق، در این مقاله یک چارچوب جدید برای پروژه ساخت یک طرح قوی و توسعه محصول توسعه داده می‌شود که می‌تواند نیازهای مشتری، اهداف پروژه معماری محصول، فعالیت‌های طراحی، برنامه‌ریزی پروژه و هزینه‌یابی را به یکدیگر متصل کند و توسعه عملکرد کیفیت (QFD[3]) برای برقراری ارتباط تعریف محصول مشتری محور و طراحی محصول به کار گرفته می‌شود. از ارتباط این تکنیک با ماتریس ساختار طراحی،

[1] Fuzzy evaluation method
[2] Fuzzy design structure matrix
[3] Quality Function Deployment

ویژگی‌های قطعات خواسته شده مشتری در ماتریس خانه کیفیت را به منظور توسعه معماری محصولات و اجزا و فعالیت‌های طراحی و سپس برای برنامه‌ریزی طراحی و هزینه‌یابی استفاده می‌شود (هسوفانگ، سینگ پی، جانگ، ۲۰۰۸). QFD یکی از تکنیک‌های رسمی و معروف برای توسعه مؤثر محصول است و این تکنیک اغلب در مراحل اولیه فرایند طراحی استفاده می‌شود. هدف اصلی این تکنیک گوش دادن به صدای مشتری و استقرار آن در فرایندهای توسعه محصول پایین دست، با یک برنامه یکپارچه برای تبدیل موارد نیاز بازار به الزامات و مشخصات فنی در تمام سطوح پروژه است (چان، وو، ۲۰۰۲). QFD نیازهای مشتری را به فناوری تبدیل می‌کند که به طراح در دستیابی به فرآیند طراحی محصول برای به دست آوردن کارایی مطلوب فرایند کمک می‌کند (سوخرا، ۲۰۱۶؛ میزرا،۲۰۱۶).

ماتریس ساختار طراحی و ویژگی ها

ماتریس ساختار طراحی برای اولین بار توسط پروفسور استوارد (اپیجر، برنینگ، ۲۰۱۲؛ کاراسوسا، اپیجر، ۱۹۹۸) یکی از اساتید دانشگاه ایالت کالیفرنیا در دهه ۱۹۷۰ میلادی در پژوهشی با عنوان «ماتریس ساختار طراحی، روشی برای طراحی سامانه‌های پیچیده» معرفی گردید. وی در این پژوهش، این ماتریس را به عنوان ابزاری برای شناسایی وابستگی‌های بین کارها و برای توالی فرایند طراحی توسعه داد (کاراسوسا، اپیجر، ۱۹۹۸). استوارد مفاهیم حلقه‌های اصولی، شنت ها، پارتیشن‌بندی و قرنطینه‌سازی و همچنین یک ابزار نرم‌افزاری "PMS32[1]" را برای مدل‌سازی و دست‌کاری ماتریس‌های ساختار طراحی توسعه داد (جین، هوانگ، ۲۰۱۰). تا اواسط دهه ۱۹۹۰ میلادی، ماتریس ساختار طراحی در کاربردهای صنعتی مورد استفاده قرار نگرفت تا این که توسط برخی از اساتید و دانشجویان تحصیلات تکمیلی دانشگاه ماساچوست ایالات متحده در زمینه‌های گوناگون در صنایع نظامی و غیرنظامی مورد استفاده قرار گرفت (اپیجر، برنینگ، ۲۰۱۲؛ ادرس، ۲۰۰۳).

[1] Problem Solving Matrix

ماتریس ساختار طراحی یک ابزار مدل‌سازی مهندسی سامانه‌ها است که برای توسعه سامانه‌های پیچیده مورد استفاده است که توانایی تحلیل و وابستگی مدل در بین المان‌های سیستم را با درک رفتار سیستم به منظور بهبود عاملیت کلی سیستم اجازه می‌دهد (کوگی، اولیگ، هولزر، سارکانی، ۲۰۱۲).

محققان و پژوهشگران زیادی برای مدل‌سازی معماری محصول از ماتریس ساختار طراحی استفاده کرده‌اند (تیلسترا، سپرساد، وود، ۲۰۱۲) و در دهه‌های اخیر اثربخشی و کارایی ماتریس ساختار طراحی را نشان داده‌اند و در زمینه زیادی (ازجمله توسعه محصول، مدیریت پروژه، مهندسی سامانه‌ها، طراحی سازمان و غیره) در صنایع زیاد (ازجمله اتومبیل، هوافضا، مخابرات و نیمه‌هادی‌ها و...) از آن استفاده نموده‌اند (هانگ، کاوو، جانگ، ۲۰۰۸). ماتریس ساختار طراحی رایج‌ترین ابزار مورد استفاده در نمایش تعاملات موجود در بین عناصر یک سیستم یا محصول است (تارک، ۲۰۱۴).

اگرچه استفاده از DSMهای عددی مشکل بیان قدرت تعاملات بین المان‌ها را در سامانه‌ها برطرف می‌کند، اما عدم قطعیت موجود در بین المان‌ها را نمی‌تواند بطور صحیح نمایش دهد. با توجه به این نکته که نمایش صفر و یک ارتباطات، عدم قطعیت و میزان اهمیت ارتباط را نمی‌تواند نمایش دهد و این موضوع موجب ضعف در دسته‌بندی قطعات در فرایند طراحی می‌شود، در این مقاله از تلفیق ماتریس ساختار طراحی و نظریه مجموعه فازی استفاده می‌شود.

دیمتل فازی

وجود ارتباطات بین قطعات در ماتریس ساختار طراحی از درجه اهمیت متفاوتی برخوردار است و از آنجا که در نظرگرفتن ارتباطات متقابل قطعات مورد تاکید خبرگان صنعت است، از روش دیمتل در این پژوهش استفاده شده است که ارتباطات متقابل را لحاظ می‌نماید. دیمتل که از انواع روش‌های تصمیم‌گیری بر پایه مقایسات زوجی است، با بهره‌مندی از قضاوت خبرگان در استخراج عوامل یک سیستم و ساختاردهی

سیستماتیک به آن‌ها با بکارگیری اصول تئوری گراف‌ها، ساختار سلسله‌مراتبی از عوامل موجود در سیستم، همراه با روابط تأثیرگذاری و تأثیرپذیری متقابل عناصر مذکور به دست می‌آید، به گونه‌ای که شدت اثر روابط مذکور و اهمیت آن‌ها را به صورت امتیازی عددی معین می‌کند. از تکنیک دیمتل به منظور تعیین مقادیر فازی استفاده می‌شود. در هنگام فازی‌سازی قدرت وابستگی بین المان‌های محصول، وجود چندین تعامل مختلف در ارتباط با برخی از المان‌های دیگر محصول، تحلیل و فهم مناسب را از طراح کم می‌کند. لذا به جای نمایش تعاملات بین دو المان با چند عدد مختلف که باعث سردرگمی در طراح یا خواننده می‌شود، بهتر است از یک عدد استفاده شود که نماینده آن چند عدد است و تأثیرات آن‌ها را به خوبی نمایش می‌دهد (مندل، ۲۰۰۱).

تشکیل ماتریس مقایسات زوجی: برای بررسی معیارها از نظر خبرگان استفاده می‌شود، در این ماتریس‌ها، $\tilde{x}_{ij}=(l_{ij},m_{ij},u_{ij})$ اعداد فازی مثلثی می‌باشند و $\tilde{x}_{ii}=(i=1,2,3,\ldots,n)$ به صورت عدد فازی (۰) در نظر گرفته می‌شوند (ابراهیمی، ماکویی، صدر، ۲۰۰۸).

برای در نظر گرفتن نظر همه خبرگان طبق رابطه ۱ از آن‌ها میانگین حسابی می‌گیریم.

رابطه (۱) $$\tilde{z}=\frac{\tilde{x}^1\oplus\tilde{x}^2\oplus\tilde{x}^3\oplus\ldots\oplus x^p}{p}$$

در این رابطه p تعداد خبرگان و $\tilde{x}^1$، $\tilde{x}^2$، $\tilde{x}^p$ به ترتیب ماتریس مقایسه زوجی خبره ۱، خبره ۲ و خبره p می‌باشد و $\tilde{z}$ عدد فازی مثلثی به صورت $\tilde{z}_{ij}=(l'_{ij},m'_{ij},u'_{ij})$ (ابراهیمی، ماکویی، صدر، ۲۰۰۸).

برای نرمالیزه کردن ماتریس به دست آمده از رابطه‌های ۲ و ۳ استفاده می‌کنیم.

رابطه (۲) $$\tilde{H}_{ij}=\frac{\tilde{z}_{ij}}{r}=\left(\frac{l'_{ij}}{r},\frac{m'_{ij}}{r},\frac{u'_{ij}}{r}\right)=(l''_{ij},m''_{ij},u''_{ij})$$

که r از رابطه زیر به دست می‌آید.

رابطه (۳) $$r=\max_{1\le i\le n}\left(\sum_{j=1}^{n}u_{ij}\right)$$

بعد از محاسبه ماتریس‌های فوق، ماتریس روابط کل فازی با توجه به رابطه‌های ۴ تا ۷ به دست می‌آید.

رابطه(۴) $T=\lim_{k\to+\infty}\left(\tilde{H}^{1}\oplus\tilde{H}^{2}\oplus\ldots\oplus\tilde{H}^{k}\right)$

که هر درایه آن عدد فازی به صورت $\tilde{t}_{ij}=(l^{t}_{ij},m^{t}_{ij},u^{t}_{ij})$ است و به صورت زیر محاسبه می‌شود.

رابطه (۵) $[l^{t}_{ij}]=H_l\times(I-H_l)^{-1}$

رابطه (۶) $[m^{t}_{ij}]=H_m\times(I-H_m)^{-1}$

رابطه (۷) $[u^{t}_{ij}]=H_u\times(I-H_u)^{-1}$

در این رابطه‌ها I ماتریس یکه و H_l، H_m و H_u *هر کدام* ماتریس $n\times n$ هستند که درایه‌های آن را به ترتیب عدد پایین، عدد میانی و عدد بالایی اعداد فازیِ مثلثیِ ماتریسِ H تشکیل می‌دهد.

گام بعدی به‌دست آوردن مجموع سطرها و ستون‌های ماتریس $\tilde{T}$ است. مجموع سطرها و ستون‌ها با توجه به رابطه‌های ۸ و ۹ به‌دست می‌آوریم.

رابطه (۸) $(\tilde{D}=(\tilde{D}_i)_{n\times1}=[\sum_{j=1}^{n}\tilde{T}_{ij}]_{n\times1}$

رابطه (۹) $\tilde{R}=(\tilde{R}_i)_{1\times n}=[\sum_{i=1}^{n}\tilde{T}_{ij}]_{1\times n}$

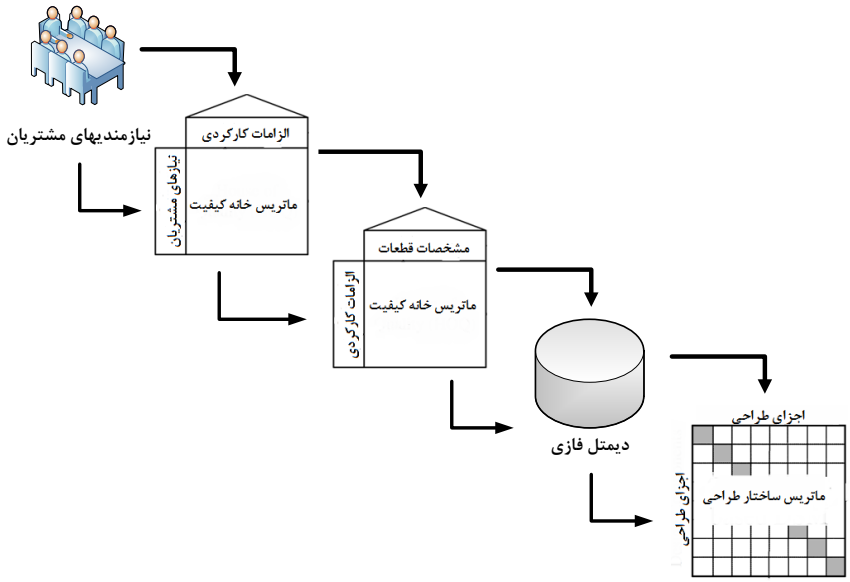
که $\tilde{D}$ و $\tilde{R}$ به ترتیب ماتریس $n\times1$ و $1\times n$ هستند.

مرحله بعدی میزان اهمیت شاخص‌ها $(\tilde{D}_i+\tilde{R}_i)$ و رابطه بین معیارها $(\tilde{D}_i-\tilde{R}_i)$ مشخص می‌گردد. اگر $\tilde{D}_i-\tilde{R}_i>0$ باشد معیار مربوطه اثرگذار و اگر $\tilde{D}_i-\tilde{R}_i<0$ باشد معیار مربوطه اثرپذیر است.

روش‌شناسی پژوهش

با توجه به سوابق پژوهش‌های قبلی، رویکرد پیشنهادی برای ماتریس ساختار طراحی فازی در این بخش به تفصیل بیان خواهد شد. این مدل نقص استفاده از اعداد قطعی در نظرات دریافتی از خبرگان در روش‌های قبلی و عدم لحاظ نمودن اهمیت معیارها در خوشه‌بندی محصولات را مرتفع و الگویی یکپارچه جهت طراحان و سازندگان در دنیای رقابتی امروز که کاهش دوره تکوین عمر محصول از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است فراهم

می‌آورد. با توجه به مراحل و گام‌های موجود در رویکرد پیشـــنهادی برای خوشـــه‌بندی و تحلیل ماتریس ســاختار طراحی فازی، چارچوب رویکرد پیشــنهادی در شــکل (۲) نمایش داده می‌شود و مراحل اجرای برنامه به شرح مراحل ذیل آمده است.



شکل ۱. رویکرد پیشنهادی برای خوشه‌بندی با ماتریس ساختار طراحی و دیمتل فازی شناسایی نیاز مشتری

برای داشــتن یک طراحی یکپارچه و اســاســی، اولین مرحله اخذ نیازهای مشــتریان به صورت کامل می‌باشد. ما مشاهده کردیم که برای اعلام نیازها روی دو قسمت متمرکز شد. خواسته‌های مشتری که روی عملکرد محصول مؤثر است و دیگر تعامل محصول با محیط پیرامونی (با توجه به اصــول مهندســی ســیســتم). به عنوان مثال برای طراحی یک ســامانه موشــکی داریم «جســتجو کردن هدف» یا «مقابله کردن با جنگ الکترونیک» بنابراین پنل خبرگان به این نتیجه رسید که نیازهای مشتریان در قالب زیر مشخص گردد:

فعل + مفعول (ردیابی هدف)

فعل + حرف اضافه (در، با) + متمم (حرکت مناسب دوربین)

شناسایی الزامات کارکردی و قطعات مورد نیاز

برای تبدیل نیازهای مشتری به زبان طراحی باید با استفاده از یک الگوی مشترک مهندسی آن را به الزامات کارکردی تبدیل کرد. با توجه به جلسات طوفان فکری با طراحان بخش طراحی به اصول زیر در نوشتن الزامات عملکردی از روی نیازمندی‌های مشتریان رسیدیم.

- الزامات عملکردی منفی نباشد
- قیود «باید»، «نیاز» نداشته باشد
- قابل تست باشد
- تجزیه‌پذیر نباشد

برای ایجاد عناصر کارکردی باید عملیاتی که روی اطلاعات (داده، سیگنال) مواد و انرژی انجام می‌گیرد بر اساس الزام عملیاتی (نیاز مشتری) مشخص گردد؛ بنابراین می‌توان فرمت زیر را برای الزامات کارکردی لحاظ کرد. با توجه به اصول بالا می‌توان قالب زیر را پیشنهاد کرد:

فعل +مفعول + پارامتر کارکردی

به عنوان مثال می‌توان نوشت: تأخیر در انفجارگلوله به مدت یک ثانیه پس از برخورد به سیبل. بعد از تعیین الزامات عملکردی با استفاده از ماتریس خانه کیفیت می‌توان قطعات مورد نیاز برای تأمین الزامات عملکردی را مشخص کرد. واضح است که ممکن است یک قطعه چند الزام عملکردی را پوشش دهد یا یک الزام عملکردی توسط چند قطعه پوشش داده شود.

تشکیل ماتریس ساختار طراحی اولیه

در این مرحله با توجه به موارد ذکر شده در مرحله شناسایی المان‌ها، داده‌های حاصله در ساختار DSM قرار داده می‌شوند. علت نام‌گذاری این مرحله به مرحله «تشکیل ماتریس ساختار طراحی اولیه» این است که هنوز ماتریس ساختار طراحی اصلی که باید از نهادهای

فازی تشکیل شود، در دسترس نیست فقط وجود ارتباطات بین المان‌های محصول تعیین می‌شود و به صورت دودویی (صفر و یک) وجود روابط نمایش داده می‌شود.

روند ارزیابی فازی با استفاده از تکنیک تصمیم‌گیری چندمعیاره دیمتل فازی

برای تکمیل و تبدیل ماتریس ساختار طراحی (DSM) به ماتریس ساختار طراحی فازی (FDSM) و همچنین پیاده‌سازی اهداف فازی‌سازی ماتریس ساختار طراحی، لازم است تا المان‌های دودویی موجود در سلول‌های DSM به اعداد فازی تبدیل شوند و تمایز بین قدرت تعاملات بین المان‌های محصول تعیین و مشخص شوند. لذا از تکنیک تصمیم‌گیری چندمعیاره دیمتل فازی استفاده می‌شود. این تکنیک روابط متقابل بین معیارها، میزان تأثیر و اهمیت آن‌ها را به صورت ارزش عددی مشخص می‌کند مهم‌ترین شاخصه روش دیمتل تصمیم‌گیری چندمعیاره و عملکرد آن در در ایجاد ساختار و روابط بین عوامل می‌باشد.این تکنیک علاوه بر تبدیل روابط علت و معلولی به یک مدل ساختاری بصری، قادر است وابستگی درونی بین عوامل را شناسایی کرده و آن‌ها را قابل فهم کند.

خوشه‌بندی معماری محصول: این مرحله از دو گام اصلی تشکیل می‌شود، مرتبه‌سازی المان‌های مستقل و شناسایی المان‌های وابسته.

مرتبه‌سازی المان‌های مستقل: المان‌هایی که مجموع نهادهای سطری یا مجموع نهادهای ستونی آن‌ها برابر با صفر است. این المان‌ها را المان‌های مستقل می‌نامند. المان‌هایی که مجموع نهادهای سطری برابر با صفر دارند، به بالای DSM منتقل می‌شوند و المان‌هایی که مجموع نهادهای ستونی آن‌ها برابر با صفر است به پایین DSM منتقل می‌شوند. درواقع هدف از این جابه‌جایی، تعیین المان‌هایی است که هیچ‌گونه ورودی ندارند (المان‌هایی با مجموع سطری برابر با صفر) و نیز المان‌هایی که هیچ‌گونه خروجی ندارند (المان‌هایی با مجموع ستونی برابر با صفر) و در هنگام ترسیم ساختار سلسله‌مراتبی محصول در ابتدا و انتهای ساختار قرار می‌گیرند.

شناسایی المان‌های وابسته: برای این منظور، هدف یافتن المان‌هایی به شدت وابسته (متصل) در FDSM می‌باشد. برای این امر، مراحل زیر پیشنهاد می‌شود (کو،۲۰۱۳).

گام ۱- ابتدا ماتریس مجاورت FDSM را به یک ماتریس دودویی تبدیل می‌کنیم (سلول‌های پُر شده را با عدد یک نمایش داده می‌شود و مابقی را صفر قرار می‌دهند. سپس ماتریس حاصل را که با ماتریس مجاورت گراف متناظر است، ماتریس B نام‌گذاری می‌شود.

گام ۲- ماتریس A از طریق رابطه ۱۰ به دست می‌آید:

رابطه (۱۰) $A=(B\oplus I_n)$

که B ماتریس مجاورت، I_n ماتریس بولی همانی از بُعد n و $\oplus$ جمع بولی است. هدف از این عملیات، تعیین همه مسیرهای موجود در ماتریس به همراه خودِ المان‌ها است. در واقع با این عملیات، دورها و حلقه‌هایی که شامل خودِ المان‌ها هم هستند، قابل‌تشخیص می‌باشند.

گام ۳- ماتریس دسترس‌پذیری P رابطه ۱۱ تشکیل می‌شود.

رابطه (۱۱) $P=(B\oplus I_n)^n=(A)^n(P_{ij})_{n\times n}$

که در معادله فوق، $\oplus$ عملگر جمع بولی است و n یک عدد صحیح مثبت است و اگر $X=(x_{ij})_{n\times n}$ و $Y=(y_{ij})_{n\times n}$ باشد، سپس $W=X\oplus Y=(w_{ij})_{n\times n}$ می‌شود که $w_{ij}=x_{ij}\vee y_{ij}$ می‌باشد.

و همچنین اگر $X=(x_{ij})_{n\times n}$ و $Y=(y_{ij})_{n\times n}$ باشد، در این صورت $W=X\otimes Y=(z_{ij})_{n\times n}$ که $z_{ij}=\bigvee_{k=1}^{n}(x_{ij}\wedge y_{ik})$ می‌باشد.

گام ٤ – تشکیل ماتریس اتصالات شدید (Q): این ماتریس از رابطه (۱۲) به دست می‌آید.

رابطه (۱۲)

$$Q=P\cap P^T=\begin{pmatrix}p_{11}&\cdots&p_{1n}\\ \vdots&\ddots&\vdots\\ p_{n1}&\cdots&p_{nn}\end{pmatrix}\cap\begin{pmatrix}p_{11}&\cdots&p_{1n}\\ \vdots&\ddots&\vdots\\ p_{n1}&\cdots&p_{nn}\end{pmatrix}\begin{pmatrix}p_{11}p_{11}&\cdots&p_{1n}p_{n1}\\ \vdots&\ddots&\vdots\\ p_{n1}p_{1n}&\cdots&p_{nn}p_{nn}\end{pmatrix}$$

که در این رابطه، ماتریس $P=\left(p_{ij}\right)_{n\times n}$ یک ماتریس دسترس‌پذیر می‌باشد و P^T ترانهاده ماتریس P است. قابل توجه است که اگر از المان i به المان j دسترسی باشد، در این صورت $p_{ij}=1$ می‌شود. اگر از المان j به المان i دسترسی باشد، در این صورت $p_{ji}=1$ می‌شود؛ بنابراین، فعالیت i و فعالیت j از یکدیگر دسترس‌پذیر هستند، اگر و تن‌ها اگر $p_{ij}p_{ji}=1$. همچنین در ماتریس Q اگر المان‌های غیر صفر ردیف $i-$ اُم در ستون‌های j_1- اُم، j_2- اُم،...، j_k- اُم باشد، در این صورت، المان i، المان j_1، المان j_2،...، المان j_k تشکیل یک المان بشدت متصل را می‌دهند و المان‌های متناظر با المان‌ها در یک مجموعه وابسته هستند. ماتریس Q را می‌توان به صورت $P\cap P^T=\left(p_{ij}\right)_{n\times n}=(p_1,p_2,\ldots,p_n)$ نمایش داد که در این رابطه، p_i یک بردار ردیفی از n بُعد می‌باشد (کو،۲۰۱۳).

ساختار درختی معماری محصول: در این مرحله، برای ایجاد ساختار سلسله‌مراتبی معماری محصول، گام‌های زیر انجام می‌شود (کو،۲۰۱۳):

گام ۱- تشکیل ماتریس کاهش‌یافته (p'): اگر در هر مجموعه المان‌های وابسته در ماتریس دسترس‌پذیری (p) به یک المان ادغام شوند و ردیف‌ها و ستون‌های متناظر با مجموعه المان‌های وابسته به یک ردیف و ستون ادغام شوند، در این صورت ماتریس حاصله را ماتریس کاهش‌یافته از ماتریس دسترس‌پذیر (p) گویند و با p' نمایش می‌دهند.

گام ۲ - شناسایی روابط تعدی و بازگشتی: به‌منظور شناسایی روابط سلسله‌مراتبی بین المان‌های سطوح مختلف، می‌بایست روابط تعدی و بازگشتی موجود در ماتریس کاهش‌یافته شناسایی و حذف شوند. لذا برای این هدف، از تعاریف استفاده می‌شود.

تعریف ۱- فرض کنید که R یک ماتریس بولی n بعدی باشد. اگر $R\in\left(r_{ij}\right)_{n\times n}$ دارای روابط بازگشتی باشد در این صورت، $r_{ij}=1$ است. شرط برقرار این تعریف، وجود المان با مقداری برابر با ۱ در قطر ماتریس می‌باشد.

تعریف ۲- فرض کنید که R یک ماتریس بولی n بعدی باشـد. اگر $R\in(r_{ij})_{n\times n}$ دارای روابط بازگشتی باشد در این صورت، $R^n\subseteq R$ است.

گام ۳- ماتریس روابط سلسله‌مراتبی (H): فرض کنید p' ماتریس کاهش‌یافته از ماتریس تلاقی (A) باشـد. سپس، ماتریس روابط سلسله‌مراتبی ماتریس کاهش‌یافته p' برابر با $H=R-R^n$ می‌باشد که R^n ماتریس روابط تعدی حاصل از ماتریس کاهش‌یافته p' با حذف روابط بازگشـتی می‌باشـد و $R=(P'-h)$ که h، ماتریس روابط بازگشـتی ماتریس کاهش‌یافته p' است.

گام ٤- تحلیل ماتریس روابط سلسـله‌مراتبی: فرض کنید H ماتریس روابط سلسـله‌مراتبی حاصـل از ماتریس کاهش‌یافته p' باشـد که روابط تعدی و بازگشـتی آن حذف شـده باشند و $H=(h_{ij})_{n\times n}$ باشد. در این صورت اگر $h_{ij}=0$ و $h_{ij}=1$ $(i\neq j)$ باشـد، در این صـورت یک رابطه سـلسـله‌مراتبی بین المان‌های i و j وجود دارد که در این حالـت، المـان i المـان بـالادسـت المـان j می‌بـاشـد. بـه‌طور خـاص، اگر $h_{ij}=0$ ($j=1,2,\ldots,n$) باشد، در این صورت المان j المان سطح بالایی است. از المان سطح بالا نتیجه گرفته می‌شود که شرط این که المان i به k اُمین سطح متعلق باشد این است که سطح ماکسیمم المان بالادستی در سطح (k -۱) اُم باشد.

تعیین معماری محصول در هر خوشه

کو در پژوهشی یک روش ساده و مؤثر برای تجزیه اجزاء مجموعه‌ها پیشنهاد نموده اسـت. وی از یک مدل ماتریس سـاختار طراحی فازی از طریق یک ارزیابی فازی توابع عضـویت با متغیرهای زبانی اسـتفاده نموده اسـت. در ماتریس سـاختار طراحی فازی اگر $a_{ji}>a_{ij}$ اطلاعات ورودی از جزء i به j بیشتر از اطلاعات ورودی از j به i است؛ بنابراین آن دارای اولویت بیشتری است و قطعاتی که دارای ضریب نفوذ بیشتری هستند در طول فرایند طراحی تکرار بیشـتر و ابتدا بایسـتی اجرا شـود؛ بنابراین، برای اولویت‌بندی اجزای درون پارایشـن‌ها می‌توان از مقایسـه جفتی قدرت وابسـتگی بین دو جزء محصـول اسـتفاد نمود.

روش مقایسه زوجی برای اولویت بندی پارتیشن‌ها استفاده می‌شود. تعاریف مربوط به شرح زیر است (کو،۲۰۱۳):

$$u_{ij}=\begin{cases} ۱ & a'_{ji} > a'_{ij} \\ ۰/۵ & a'_{ji}=a'_{ij} \\ ۰ & a'_{ji} < a'_{ij} \end{cases} (i,j=۱,۲,\ldots,n)$$ رابطه (۱۳)

$$v_j=\sum_{i=۱}^{n} u_{ij} \ (i,j=۱,۲,\ldots,n)$$ رابطه (۱۴)

$$v_j=\sum_{j\in k}^{n} u_{ji} (i\in k)$$ رابطه (۱۵)

این محاسبات روش اولویت‌بندی برای تجزیه جفت قطعات در مجموعه‌ها استفاده می‌شود. اگر یک حلقه اطلاعات دوباره در بلوک ایجاد گردد، فرایند یافتن ارزش v_k جدید تکرار می‌گردد. پس از همه اجزای درون یک بلوک رتبه‌بندی شدند، تمام علائم بازخورد در بلوک بخش‌بندی می‌شود (کو،۲۰۱۳).

یافته‌های پژوهش

ارائه یک برنامه یکپارچه برای طراحی ماسوره گلوله با استفاده از ماتریس ساختار طراحی و دیمتل فازی

گلوله از محصولات جدید است که در یکی از صنایع مهمات‌سازی کشور دریافت سفارش شده و در این تحقیق با یک رویکرد یکپارچه طراحی گردیده است که این سامانه دارای ۱۷ المان می‌باشد که با توجه به نظر طراح، مرز المان‌ها تعیین شده است. برای جمع‌آوری و پیاده‌سازی الگو از نظرات ۵ نفر از خبرگان مهمات‌سازی که در بخش طراحی این صنعت مشغول به فعالیت هستند، جهت اولویت‌بندی و تعیین میزان اهمیت معیارها استفاده شده است. لازم به ذکر است این مدل قابل تعمیم به سایر محصولات در این صنعت می‌باشد و علت ارائه مطالعه موردی سادگی درک و قابلیت بررسی مرحله به مرحله ارتباطات محصول می‌باشد، لذا با تغییر محصول می‌توان با استفاده از نظر خبرگان کلیه

مراحل انجام و نتایج مطلوب جهت دسته‌بندی و پارتیشن‌بندی قطعات در معماری و مهندسی محصول دست یافت.

شناسایی نیازهای مشتریان وتشکیل ماتریس خانه کیفیت

با استفاده از این ماتریس و همچنین قالب‌های قبلی در مورد الزامات کارکردی از خبرگان خواسته شد در قالب خانه کیفیت، کلیه الزاماتی که توانایی براورده کردن نیازهای مشتری را دارند در جلسه طوفان ذهنی مطرح کنند. سپس با مرور این ماتریس و دقت در سطرها وستون ماتریس ارتباطات از برآورده شدن تمام الزامات کارکردی همان گونه که در جدول (۱) آمده است، اطمینان حاصل گردید.

جدول ۱. ماتریس خانه کیفیت ارتباط نیازهای مشتریان و الزامات کارکردی محصول

	وزن	قطعه J	قطعه B	قطعه M	قطعه D	قطعه E	قطعه F	قطعه G	قطعه H	قطعه I	قطعه A	قطعه K	قطعه O	قطعه C	قطعه N	قطعه L	قطعه P	قطعه Q
طی مسافت مناسب	۰/۸										۹	۹	۹	۹	۹		۹	۹
عملکرد در زمان مناسب	۰/۸		۹	۳	۱	۹	۹	۹	۱	۹	۹	۳	۳	۹	۹	۹	۳	۳
ایمن بودن در حمل و نقل	۰/۷	۹	۳	۳	۳	۳	۳		۹	۱		۹	۳	۳				
ایمن بودن در سلاح	۰/۱۱	۳	۹	۳		۱	۱		۹	۱		۳	۳	۹		۳		
انفجار بموقع	۰/۵		۳	۹		۹	۹	۹	۱	۹	۳		۳	۹	۳	۹	۳	۱
عملکرد صحیح در هنگام برخورد	۰/۴			۱		۳	۳	۹	۱	۱	۹	۳	۳	۱	۹	۳	۹	۱
حرکت روان درون جان سلاح	۰/۲۱												۳	۱				۳
عملکرد مناسب چاشنی	۰/۱۷												۹	۹			۹	
مسلح شدن راحت گلوله	۰/۱۸		۹	۳				۳					۳	۹		۱	۹	۹
e.w		۰/۰۲	۰/۰۹	۰/۰۴	۰/۰۱	۰/۰۴	۰/۰۴	۰/۰۵	۰/۰۴	۰/۰۳	۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۱۱	۰/۱۶	۰/۰۵	۰/۰۴	۰/۱۱	۰/۰۸
اهمیت		۱۶	۴	۱۱	۱۷	۱۳	۱۳	۷	۱۰	۱۵	۸	۶	۳	۱	۸	۱۲	۲	۵

شناسایی ارتباطات الزامات کارکردی و پیشنهاد قطعات محصول در قالب ماتریس خانه کیفیت

با استفاده از الزامات کارکردی، قطعات پیشنهادی در محصول توسط تیم خبرگان ارائه گردیدند، به عبارت دیگر مشخص شد که برای جوابگویی به هر الزام چه قطعه یا قطعاتی می‌توانند قرار بگیرند و یا چه قطعه یا قطعاتی توان برطرف کردن الزامات کارکردی را داراست و با توجه به ماتریس ارتباطات مطمئن گردیم الزامی از قلم نیفتاده یا قطعه‌ای زاید در نظر گرفته نشده است. ارتباط بین الزامات عملکردی و قطعات محصول در جدول (۲) آمده است.

جدول (۲): ماتریس خانه کیفیت ارتباط بین الزامات عملکردی و قطعات محصول

	وزن	طی مسافت مناسب	عملکرد در زمان مناسب	ایمن بودن در حمل و نقل	ایمن بودن در سلاح	انفجار بموقع	عملکرد صحیح در هنگام برخورد	حرکت روان درون جان سلاح	عملکرد مناسب چاشنی	مسلح شدن راحت گلوله
عدم اصابت به هدف	۰/۱۲	۹	۹		۹	۳	۹	۹	۹	۹
نرسیدن به هدف	۰/۸	۹	۹					۹	۹	
عدم انفجار در زمان حمل و نقل	۰/۲۲			۹						
عدم انفجار در لوله سلاح	۰/۱۷				۹			۹	۹	۹
عدم انفجار در طول مسیر	۰/۵	۹			۳	۹		۹	۹	۹
عدم انفجار زود هنگام هدف	۰/۶					۹		۹	۹	
عدم گیر کردن در لوله سلاح	۰/۱				۳			۹		۹
پرتاب به موقع گلوله	۰/۱۱		۳					۱	۳	۱
عدم گیر کردن در مسلح نمودن	۰/۹							۳		۹
e.w		۰/۰۸۳۴	۰/۰۷۸۹	۰/۰۷۳۴	۰/۱۱۳۴	۰/۰۵	۰/۰۴	۰/۲۰۷۶	۰/۱۷۲۳	۰/۱۸۰۹
اهمیت		۵	۶	۷	۴	۸	۹	۱	۳	۲

محاسبه اهمیت ارتباطات بین قطعات با استفاده از دیمتل فازی

به منظور دسته‌بندی قطعات با استفاده از ماتریس ساختار طراحی ابتدا بایستی تمامی ارتباطات و تعاملاتی که بین اجزاء وجود دارد شناسایی گردد. بدین منظور طی جلسه‌های با حضور نخبگان صنعت تمامی انواع ارتباطات بین اجزاء شناسایی و ارتباط از نوع چرخشی، انتقالی، همراستایی، مکانیکی و دمایی به عنوان موثرترین تعاملات بین قطعات شناسایی شد.

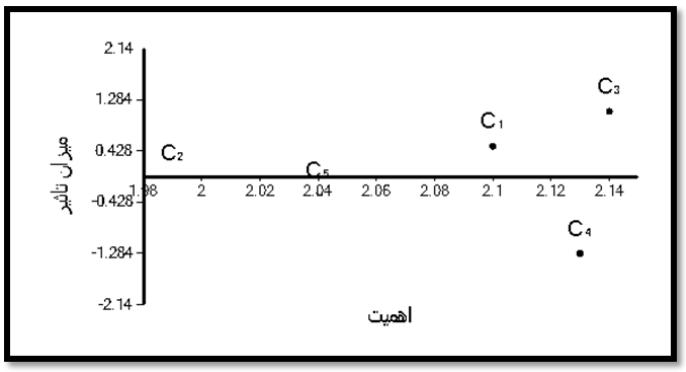
در این مرحله میزان اهمیت نوع ارتباطات ($\tilde{D}_i+\tilde{R}_i$) و رابطه بین معیارها ($\tilde{D}_i-\tilde{R}_i$) با استفاده از نظرات خبرگان و تکنیک دیمتل فازی بر اساس آنچه در قسمت مرور ادبیات اشاره شد، مشخص می‌گردد. اگر $\tilde{D}_i-\tilde{R}_i>0$ باشد معیار مربوطه اثرگذار و اگر $\tilde{D}_i-\tilde{R}_i<0$ باشد معیار مربوطه اثرپذیر است. جدول (۳) در پیوست، میزان $\tilde{D}_i+\tilde{R}_i$ و $\tilde{D}_i-\tilde{R}_i$ را نشان می‌دهد.

جدول ۳. اهمیت وتأثیرگذاری معیارها (اعدادقطعی)

نوع ارتباط بین اجزا	$(\tilde{D}i+\tilde{R}\,i)def$	$(\tilde{D}i-\tilde{R}i)def$
چرخشی۱ C	۲/۱	۰/۵۱
انتقالی۲ C	۱/۹۹	-۰/۰۱
همراستایی۳ C	۲/۱۴	۱/۰۹
مکانیکی۴ C	۲/۱۳	-۱/۲۸
دمایی۵ C	۲/۰۴	-۰/۳۱

شکل ۳ میزان اهمیت و تأثیرگذاری و تأثیرپذیری بین معیارها را نشان می‌دهد. محور افقی نمودار اهمیت معیارها و محور عمودی تأثیرگذاری یا تأثیرپذیری معیارها را نشان می‌دهد. همان‌گونه که در شکل مشاهده می‌شود، همراستایی با تاثیرگذاری ۲/۱۴ بیشترین اهمیت را داراست و پس از آن معیارهای مکانیکی، چرخشی، دمایی و انتقالی از کمترین اهمیت برخوردار است، همچنین آیتم همراستایی بیشترین تأثیر را از سایر معیارها می‌پذیرد

و مهم‌ترین آیتم از دید خبرگان صنعت محسوب می‌شود. محاسبات مربوط به دیمتل فازی در پیوست یک مقاله آمده است.



شکل ۳. روابط و اهمیت معیارها

تشکیل ماتریس ساختار طراحی

در این مرحله باید خوشه‌بندی ماتریس ساختار طراحی انجام شود. بدین منظور انواع ارتباطات شناسایی شده در محصول توسط خبرگان همانگونه که در شکل ۶ آمده است مشخص می‌شود. با توجه به لزوم تعیین اجزاء مستقل و وابسته، با توجه به سطر و ستون‌های ماتریس ساختار طراحی اولیه، هیچکدام از المان ها به صورت مستقل شناسایی نشده و تمام اجزا با یکدیگر در ارتباط هستند و لذا تمام المان‌ها دارای ارتباط وابسته به هم می‌باشند. همانگونه که در جدول (۴) مشخص است اهمیت نسبی تک تک قطعات که از ماتریس خانه کیفیت آمده است، مشخص شده است.

جدول ٤.ماتریس ساختار طراحی فازی اولی

		قطعه A	قطعه B	قطعه C	قطعه D	قطعه E	قطعه F	قطعه G	قطعه H	قطعه I	قطعه J	قطعه K	قطعه L	قطعه M	قطعه N	قطعه O	قطعه P	قطعه Q
		۰/۰۲	۰/۰۸	۰/۰۴	۰/۰۰۷	۰/۰۳	۰/۰۳	۰/۰۴	۰/۰۴	۰/۰۳	۰/۰۴	۰/۰۴	۰/۱	۰/۱۵	۰/۰۴	۰/۰۴	۰/۱۱	۰/۰۷
قطعهA	۰/۰۲۳۶ ۰		۴C		۴C					۴C								
قطعهB	۰/۰۸۸									۲C								
قطعهC	۰/۰۴۳۲ ۰							۳C	۳C					۴C				

	قطعه A	قطعه B	قطعه C	قطعه D	قطعه E	قطعه F	قطعه G	قطعه H	قطعه I	قطعه J	قطعه K	قطعه L	قطعه M	قطعه N	قطعه O	قطعه P	قطعه Q
	۰/۰۲	۰/۰۸	۰/۰۴	۰/۰۰۷	۰/۰۳	۰/۰۳	۰/۰۴	۰/۰۴	۰/۰۳	۰/۰۴	۰/۰۴	۰/۱	۰/۱۵	۰/۰۴	۰/۰۴	۰/۱۱	۰/۰۷
قطعه D	۴C																
قطعه E														۴C			۴C
قطعه F												۵C				۵C	
قطعه G								۲C									
قطعه H							۲C						۲C				
قطعه I	۲C	۳C															
قطعه J														۴C			
قطعه K	۱C		۳C										۳C				
قطعه L						۵C										۵C	
قطعه M											۳C						
قطعه N					۳C	۳C				۴C							
قطعه O			۵C									۵C				۵C	
قطعه P						۵C									۵C		
قطعه Q														۳C			

تشکیل ماتریس ساختار طراحی فازی

با توجه به نتایج حاصل از استفاده از تکنیک دیمتل فازی و ارتباطات مشخص شده در مرحله قبل، ماتریس ساختار طراحی فازی همانگونه که در جدول (۵) آمده است حاصل می‌شود.

جدول ۵. ماتریس ساختار طراحی فازی اولیه

	قطعهA	قطعهB	قطعهC	قطعهD	قطعهE	قطعهF	قطعهG	قطعهH	قطعهI	قطعهJ	قطعهK	قطعهL	قطعهM	قطعهN	قطعهO	قطعهP	قطعهQ
	۰/۰۲۳۶	۰/۰۸۸	۰/۰۴۳۲	۰/۰۰۷۱	۰/۰۳۸۱	۰/۰۳۸۱	۰/۰۴۸۷	۰/۰۴۳۷	۰/۰۳۲۸	۰/۰۴۶۵	۰/۰۴۹۸	۰/۱۰۷	۰/۱۵۵۳	۰/۰۴۶۵	۰/۰۴۲۵	۰/۱۱۰۴	۰/۰۷۸۶
قطعهA ۰/۰۲۴		۲/۱۳		۲/۱۳					۲/۱۳								
قطعهB ۰/۰۸۸									۱/۹۹								
قطعهC ۰/۰۴۳							۲/۱۴	۲/۱۴					۲/۱۳				
قطعهD ۰/۰۰۷	۲/۱۳																
قطعهE ۰/۰۳۸														۲/۱۳			۲/۱۳
قطعهF ۰/۰۳۸												۲/۰۴				۲/۰۴	
قطعهG ۰/۰۴۹								۱/۹۹									
قطعهH ۰/۰۴۴							۱/۹۹						۱/۹۹				
قطعهI ۰/۰۳۳	۱/۹۹	۲/۱۴															
قطعهJ ۰/۰۴۷														۲/۱۳			
قطعهK ۰/۰۵	۲/۱		۲/۱۴										۲/۱۴				
قطعهL ۰/۱۰۷						۲/۰۴										۲/۰۴	
قطعهM ۰/۱۵۵											۲/۱۴						
قطعهN ۰/۰۴۷					۲/۱۴	۲/۱۴				۲/۱۳							
قطعهO ۰/۰۴۳			۲/۰۴									۲/۰۴				۲/۰۴	
قطعهP ۰/۱۱						۲/۰۴									۲/۰۴		
قطعهQ ۰/۰۷۹														۲/۱۴			

با اعمال ضـرایب اهمیت هر کدام از قطعات بر درجه ارتباطات مشـخص شـده و بر اساس آنچه در قسمت مرور ادبیات و روندنمای اجرای تحقیق اشاره شد ماتریس ساختار طراحی با در نظر گرفتن ضریب اهمیت هر قطعه مطابق جدول (۶) حاصل می‌شود.

جدول ٦. ماتریس ساختار طراحی فازی با در نظر گرفتن ضریب اهمیت قطعات

	قطعهA	قطعهB	قطعهC	قطعهD	قطعهE	قطعهF	قطعهG	قطعهH	قطعهI	قطعهJ	قطعهK	قطعهL	قطعهM	قطعهN	قطعهO	قطعهP	قطعهQ
	۰/۰۰۴	۰/۰۱۵	۰/۰۰۸	۰/۰۰۱	۰/۰۰۷	۰/۰۰۷	۰/۰۰۸	۰/۰۰۸	۰/۰۰۶	۰/۰۰۸	۰/۰۰۹	۰/۰۱۹	۰/۰۲۷	۰/۰۰۸	۰/۰۰۷	۰/۰۱۹	۰/۰۱۴
قطعهA ۰/۰۰۴		۰/۰۷۷		۰/۰۰۶					۰/۰۲۹								
قطعهB ۰/۰۱۵									۰/۰۰۱								
قطعهC ۰/۰۰۷							۰/۰۷۸	۰/۰۷					۰/۲۴۸				
قطعهD ۰/۰۰۱	۰/۰۰۶																
قطعهE ۰/۰۰۷														۰/۰۶۵			۰/۱۱۱
قطعهF ۰/۰۰۷												۰/۱۴۵				۰/۱۴۹	
قطعهG ۰/۰۰۸								۰/۰۷۴									
قطعهH ۰/۰۰۸							۰/۰۷۳						۰/۲۳۵				
قطعهI ۰/۰۰۶	۰/۰۲۶	۰/۱۰۷															
قطعهJ ۰/۰۰۸														۰/۰۷۹			
قطعهK ۰/۰۰۹	۰/۰۴۲		۰/۰۸										۰/۲۸۸				
قطعهL ۰/۰۱۹						۰/۱۴۴										۰/۴۱۷	
قطعهM ۰/۰۲۷											۰/۲۸۶						
قطعهN ۰/۰۰۸				۰/۰۶۶	۰/۰۶۶					۰/۰۸							
قطعهO ۰/۰۰۷			۰/۰۶۵									۰/۱۶۱				۰/۱۶۶	

	قطعهA	قطعهB	قطعهC	قطعهD	قطعهE	قطعهF	قطعهG	قطعهH	قطعهI	قطعهJ	قطعهK	قطعهL	قطعهM	قطعهN	قطعهO	قطعهP	قطعهQ
	۰/۰۰۴	۰/۰۱۵	۰/۰۰۸	۰/۰۰۱	۰/۰۰۷	۰/۰۰۷	۰/۰۰۸	۰/۰۰۸	۰/۰۰۶	۰/۰۰۸	۰/۰۰۹	۰/۰۱۹	۰/۰۲۷	۰/۰۰۸	۰/۰۰۷	۰/۰۱۹	۰/۰۱۴
قطعهP ۰/۰۱۹	۰/۱۴۹														۰/۱۶۷		
قطعهQ ۰/۰۱۴														۰/۱۳۴			

برای شناسایی و همچنین خوشه‌بندی ماتریس ساختار طراحی، ماتریس p را طبق روند رویکرد پیشنهادی تشکیل می‌شود. در جدول (۷) ماتریسP نمایش داده شده است. در پیوست دو، ماتریس‌های A_1 تا A_9 مربوط به دستیابی به ماتریس P آورده شده است.

جدول ۷. ماتریس P

P	قطعه A	قطعه B	قطعه C	قطعه D	قطعه E	قطعه F	قطعه G	قطعه H	قطعه I	قطعه J	قطعه K	قطعه L	قطعه M	قطعه N	قطعه O	قطعه P	قطعه Q
قطعهA	۱	۱	۰	۱	۰	۰	۰	۰	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
قطعهB	۱	۱	۰	۱	۰	۰	۰	۰	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
قطعهC	۱	۱	۱	۱	۰	۰	۱	۱	۱	۰	۱	۰	۱	۰	۰	۰	۰
قطعهD	۱	۱	۰	۱	۰	۰	۰	۰	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
قطعهE	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱
قطعهF	۱	۱	۱	۱	۰	۱	۱	۱	۱	۰	۱	۱	۱	۰	۱	۱	۰
قطعهG	۱	۱	۱	۱	۰	۰	۱	۱	۱	۰	۱	۰	۱	۰	۰	۰	۰
قطعهH	۱	۱	۱	۱	۰	۰	۱	۱	۱	۰	۱	۰	۱	۰	۰	۰	۰
قطعهI	۱	۱	۰	۱	۰	۰	۰	۰	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
قطعهJ	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱
قطعهK	۱	۱	۱	۱	۰	۰	۱	۱	۱	۰	۱	۰	۱	۰	۰	۰	۰
قطعهL	۱	۱	۱	۱	۰	۱	۱	۱	۱	۰	۱	۱	۱	۰	۱	۱	۰
قطعهM	۱	۱	۱	۱	۰	۰	۱	۱	۱	۰	۱	۰	۱	۰	۰	۰	۰
قطعهN	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱
قطعهO	۱	۱	۱	۱	۰	۱	۱	۱	۱	۰	۱	۱	۱	۰	۱	۱	۰
قطعهP	۱	۱	۱	۱	۰	۱	۱	۱	۱	۰	۱	۱	۱	۰	۱	۱	۰
قطعهQ	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱

در ادامه روند، ماتریس Q نیز بدست می‌آید. ماتریس Q مرتب شده در جدول (۸) نمایش داده شده است.

جدول ۸. ماتریس Q مرتب شده

	قطعه A	قطعه B	قطعه C	قطعه D	قطعه E	قطعه F	قطعه G	قطعه H	قطعه I	قطعه J	قطعه K	قطعه L	قطعه M	قطعه N	قطعه O	قطعه P	قطعه Q
قطعهA	۱	۱	۱	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
قطعهB	۱	۱	۱	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰

	قطعه A	قطعه B	قطعه C	قطعه D	قطعه E	قطعه F	قطعه G	قطعه H	قطعه I	قطعه J	قطعه K	قطعه L	قطعه M	قطعه N	قطعه O	قطعه P	قطعه Q
قطعه C	۱	۱	۱	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
قطعه D	۱	۱	۱	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
قطعه E	۰	۰	۰	۰	۱	۱	۱	۱	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
قطعه F	۰	۰	۰	۰	۱	۱	۱	۱	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
قطعه G	۰	۰	۰	۰	۱	۱	۱	۱	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
قطعه H	۱	۰	۰	۰	۱	۱	۱	۱	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
قطعه I	۰	۰	۰	۰	۱	۱	۱	۱	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
قطعه J	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۱	۱	۱	۰	۰	۰	۰
قطعه K	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۱	۱	۱	۰	۰	۰	۰
قطعه L	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۱	۱	۱	۱	۰	۰	۰
قطعه M	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۱	۱	۱	۰	۰	۰	۰
قطعه N	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۱	۱	۱
قطعه O	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۱	۱	۱
قطعه P	۰	۰	۰	۰	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۱	۱	۱
قطعه Q	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۱	۱	۱

با توجه به ماتریس Q، ماتریس خوشه‌بندی ماتریس ساختار طراحی بدست می‌آید. ماتریس خوشه‌بندی نهایی ماتریس ساختار طراحی فازی در جدول (۹) نمایش داده شده است. همانطور که در این شکل مشخص است اجزا محصول به چهار دسته اصلی تقسیم شده است که دسته اول آن شامل قطعه A، قطعه B، قطعه D و قطعه I، دسته دوم شامل قطعه C، قطعه G، قطعه H، قطعه K و قطعه M دسته سوم شامل قطعه E، قطعه J، قطعه N و قطعه Q و دسته آخر قطعه F، قطعه O، قطعه P و قطعه L می‌باشد.

جدول ۹. ماتریس ساختار طراحی فازی نهایی

	قطعه A	قطعه B	قطعه C	قطعه D	قطعه E	قطعه F	قطعه G	قطعه H	قطعه I	قطعه J	قطعه K	قطعه L	قطعه M	قطعه N	قطعه O	قطعه P	قطعه Q
قطعه A		۰/۰۷۶	۰/۰۷۶	۰/۰۷۶													
قطعه B				۰/۰۹۹													
قطعه C	۰/۰۰۶																
قطعه D	۰/۰۲۶	۰/۱۰۷															
قطعه E						۰/۰۷۷	۰/۰۷۰		۰/۲۴۸								
قطعه F							۰/۰۷۳										
قطعه G						۰/۰۷۳			۰/۲۳۴								
قطعه H	۰/۴۱۸				۰/۰۸				۰/۲۸۷								
قطعه I							۰/۲۸۵										

	قطعه A	قطعه B	قطعه C	قطعه D	قطعه E	قطعه F	قطعه G	قطعه H	قطعه I	قطعه J	قطعه K	قطعه L	قطعه M	قطعه N	قطعه O	قطعه P	قطعه Q
قطعهJ												۰/۰۶۴	۰/۱۱۱				
قطعهK												۰/۰۷۹					
قطعهL										۰/۰۶۵	۰/۰۸			۰/۰۶۵			
قطعهM												۰/۱۳۴					
قطعهN															۰/۱۴۴		۰/۱۴۸
قطعهO														۰/۱۴۴			۰/۴۱۷
قطعهP					۰/۰۶۵										۰/۱۶۱		۰/۱۶۵
قطعهQ														۰/۱۴۸		۰/۱۶۱	

تعیین ارتباطات بین خوشه‌های محصول

برای تعیین ارتباط بین خوشه‌ها همانگونه که در ادبیات تحقیق اشاره شد ابتدا بایستی ماتریس P مرتب شده همانگونه که در جدول (۱۰) آمده است با استفاده از نتایج حاصله در ماتریس P تعیین گردد.

جدول ۱۰. ماتریس مرتب شده ماتریس P

	قطعهA	قطعهB	قطعهC	قطعهD	قطعهE	قطعهF	قطعهG	قطعهH	قطعهI	قطعهJ	قطعهK	قطعهL	قطعهM	قطعهN	قطعهO	قطعهP	قطعهQ
قطعهA	۱	۱	۱	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
قطعهB	۱	۱	۱	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
قطعهC	۱	۱	۱	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
قطعهD	۱	۱	۱	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
قطعهE	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
قطعهF	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
قطعهG	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
قطعهH	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
قطعهI	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
قطعهJ	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۰	۰	۰	۰
قطعهK	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۰	۰	۰	۰
قطعهL	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۰	۰	۰	۰
قطعهM	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۰	۰	۰	۰
قطعهN	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱
قطعهO	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱
قطعهP	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱

	قطعه A	قطعه B	قطعه C	قطعه D	قطعه E	قطعه F	قطعه G	قطعه H	قطعه I	قطعه J	قطعه K	قطعه L	قطعه M	قطعه N	قطعه O	قطعه P	قطعه Q
قطعه Q	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱

برای تشکیل روابط سلسله‌مراتبی المان‌های سامانه از روند پیشنهادی استفاده می‌شود و برای این منظور، ماتریس کاهش یافته ماتریس P (p') اسـتفاده می‌شـود و این ماتریس در جدول (۱۱) نمایش داده شده است. همانطور که در این ماتریس مشخص است به غیر از ارتباط هر یک از اجزاء با خودش تنها در بین پارتیشن دوم با اول و پارتیشن سوم با چهارم ارتباط برقرار می‌باشد.

جدول ۱۱. ماتریس کاهش یافته P

	۱	۲	۳	۴
۱	۱	۰	۰	۰
۲	۱	۱	۰	۰
۳	۱	۱	۱	۰
۴	۱	۱	۱	۱

با توجه به تعاریف ۱ و ۲، ماتریس‌های R و Rn به ترتیب در جداول (۱۲) و (۱۳) نمایش داده شده‌اند.

جدول ۱۲. ماتریس R

R	۱	۲	۳	۴
۱	۰	۰	۰	۰
۲	۱	۰	۰	۰
۳	۱	۱	۰	۰
۴	۱	۱	۱	۰

جدول ۱۳. ماتریس R^n

۲R	۱	۲	۳	۴
۱	۰	۰	۰	۰
۲	۰	۰	۰	۰
۳	۱	۰	۰	۰
۴	۱	۱	۰	۰

در نهایت ماتریس ساختار روابط سلسله مراتبی (H) از تفاضل R و R^n حاصل می‌شود که در جدول (۱۴) نمایش داده شده است. همانطور که در این شکل مشخص است با توجه به ماتریس حاصله با توجه به عدم وجود حلقه می‌توان اولویت هر یک از اجزا را بر یکدیگر تشخیص داد و با توجه به این ماتریس خوشه ۱ در اولویت از خوشه ۲ و خوشه ۴ نیز در اولویت از خوشه ۳ می‌باشد.

جدول ١٤. ماتریس روابط سلسله‌مراتبی

H	۱	۲	۳	۴
۱	۰	۰	۰	۰
۲	۱	۰	۰	۰
۳	۰	۱	۰	۰
۴	۰	۰	۱	۰

تعیین معماری محصول در هر خوشه

با استفاده از روش پیشنهادی کو که در قسمت ۶-۳ ارائه گردید به معماری محصول و ارتباطات بین اجزاء در هر پارتیشن می‌پردازیم. بدین منظور همانطور که در جدول (۱۵) آمده است ماتریس ارتباطات چهار جزء قطعه A، قطعه B، قطعه D و قطعه I تشکیل می‌شود.

جدول ۱۵. ماتریس ارتباط اجزاء دسته اول

	قطعه A	قطعه B	قطعه D	قطعه I
قطعه A		۰/۰۷۶۹۸۷	۰/۰۷۶۹۸۷	۰/۰۷۶۹۸۷
قطعه B				۰/۰۹۹۸۶۱
قطعه D	۰/۰۰۶۰۱۶			
قطعه I	۰/۰۲۶۰۷۶	۰/۱۰۷۲۵۷		

حال با استفاده از روابط روش پیشنهادی جدول (۱۶) حاصل و همانگونه که مشخص است، قطعه B دارای بیشترین ارتباط می‌باشد بنابراین قطعه Bدر مرکز قرار گرفته سپس روتور حذف و مجدداً ارتباط بررسی می‌شود.

جدول ۱۶. ارتباطات داخلی اجزاء

	قطعه A	قطعه B	قطعه D	قطعه I
قطعه A		۱	۱	۱
قطعه B				۰
قطعه D	۰			
قطعه I	۰	۱		
	۰	۲	۱	۱

حال مجدداً با استفاده از روابط ارتباط قطعات بررسی می‌شود، همانگونه که در جدول (۱۷) مشخص است در این مرحله قطعه D و قطعه I حذف و تنها قطعه قطعه A باقی می‌ماند و بدین ترتیب تمامی ارتباط بین اجزاء در این پارتیشن مشخص می‌شود.

جدول ۱۷. ماتریس بررسی ارتباط داخلی اجزاء

	قطعه A	قطعه D	قطعه I
قطعه A		۱	۱
قطعه D	۰		
قطعه I	۰		
	۰	۱	۱

بدین ترتیب برای تمامی پارتیشن ها این عمل تکرار می‌شود و ارتباط بین تمامی اجزاء در تمامی دسته ها مشخص می‌شود

نتیجه گیری و پیشنهادها

در این مقاله با توجه به کاستی‌های ناشی از قطعیت تعاملات بین المان‌های یک سامانه که توسط اعداد صحیح نمایش داده می‌شود، از رویکرد فازی برای نمایش این نوع از

تعاملات استفاده شد. مزیت استفاده از این روش، نمایش عدم قطعیت قدرت وابستگی تعاملات بین المان است که در حد امکان قدرت وابستگی بین المان قابل تفکیک و متمایز می‌شوند. روش پیشنهادی یک ابزار مفید برای تجزیه و تحلیل معماری طراحی محصول است. FDSM نمایش فشرده ساختار اطلاعات از روند طراحی و معماری محصول است. FDSM یک روش طراحی پیکربندی است که نظم بین اجزا طراحی و تأییدیه اجزای مورد نیاز را نشان می‌دهد. مدل یکپارچه از دو تکنیک FEM و DSM استفاده می‌کند. این تکنیک برای به دست آوردن نمودار سلسله‌مراتبی از تعاملات بین اجزا استفاده می‌نماید. همچنین برای بهبود فرایند طراحی و پیوند مهندسی محصول با نیازهای مشتریان و بهبود نیازهای ایشان از QFD استفاده شد. لذا یک رویکرد پیشنهادی برای خوشه‌بندی ماتریس ساختار طراحی با در نظر گرفتن ارتباطات بین اجزاء با استفاده از نظریه مجموعه اعداد فازی و تکنیک دیمتل فازی ارائه گردید که از روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره فازی می‌باشد. این الگو نقص عدم قطعیت و وجود اهیمت نسبی بین معیارها در پارتیشن‌بندی را رفع می‌نماید و کمک شایانی جهت کاهش دوره تکوین عمر محصول برای سازندگان به همراه خواهد داشت. همچنین این الگو بر روی ماسوره گلوله با استفاده از نظر خبرگان پیاده‌سازی شده و علاوه بر خوشه‌بندی، اولویت بکارگیری المان‌ها و همچنین اهمیت وجودی المان‌ها از طریق یک ماتریس روابط سلسله‌مراتبی تعیین گردید. این روش دارای مزایای ذیل می‌باشد:

۱. این روش جریان خصوصیات بین اجزا را شرح داده و اطلاعات ضروری برای خوشه‌بندی و تقدم میان اجزا را تعریف می‌کند.

۲. استفاده از ماتریس خانه کیفیت موجب نزدیکی محدودیت‌ها و الزامات طراحی به نیازهای مشتریان می‌شود.

۳. ماتریس تعاملات ارائه شده در مدل می‌تواند دانش طراحی را به مقادیر محاسباتی تبدیل نماید.

٤. نمودار گرافیکی سلسله‌مراتبی روابط بین اجزای محصول را به صورت کاربرپسند نمایش می‌دهد.

٥. استفاده از نظریه مجموعه فازی در این مدل می‌تواند به طراحان در جهت کمّی کردن میزان وابستگی اجزای محصول برای تحلیل بهتر در روش دسته‌بندی کمک کند.

در تحقیقات آینده انتظار می‌رود با یکپارچه شدن این مدل با یک سیستم پشتیبان طراحی نرم‌افزاری طراحی محصولات توسعه و ارتقا یابد. به علاوه می‌توان این مدل را با در نظر گرفتن الزامات تعمیرپذیری و ساخت پذیری به عنوان نیازهای عمومی مشتری و کاهش‌دهنده هزینه در فازهای توسعه مهندسی و پساتوسعه تقویت نمود. همچنین می‌توان در تحقیقات بعدی با استفاده از شاخص اندازه‌گیری اثربخشی (OMOE) نسبت به اولویت‌بندی و انتخاب طرح‌های مفهومی در قالب مدل ارائه شده اقدام کرد. همچنین انتظار می‌رود که برای تعیین اهمیت المان‌ها از حالت سلسله‌مراتبی بکارگیری المان‌ها، از حالت‌های شبکه‌ای نیز استفاده شود و مشکلات ناشی از عدم سلسله‌مراتبی بودن روابط بین المان‌ها برطرف شود و این نوع روابط نیز در نظر گرفته شوند. همچنین نکته مهم این که با توجه به مهندسی ارزش می‌توان در مرحله انتخاب قطعات، رویکرد هزینه را وارد کرد و قطعاتی را در نظر گرفت که بیشترین صرفه را از لحاظ ارزش داشته باشند. علاوه بر این می‌توان با توجه به اهمیت زمان و توالی عملیات در سیستم‌های تک کاره، کار روی طراحی و خوشه‌بندی سه‌بعدی DSM مبنی بر زمان را پیگیری کرد.

منابع

– Agha Ebrahimi Samani, B. Makooii, A. Sadr Lahiji, M. & Homayon, V. (2008), *Assessment challenges of Iranian companies in oil and gas projects by DEMATEL Technique*. Sharif Science and Research Journal. 24(45): 121-129.

– Andrew Harold Tilstra, Carolyn Conner Seepersad and Kristin L. Wood; (2012), *a high-definition design structure matrix (HDDSM) for the quantitative assessment of product architecture, Journal of engineering design*, Vol. 23, PP.767-789.

– Borjesson F and Ho¨ ltta¨ -Otto K (2012) Imp*roved clustering algorithm for design structure matrix. In: Proceedings of the ASME 2012 international design engineering*, 12–15 August, Chicago, IL.

– Browning T (2002) *Process integration using the design structure matrix. Systems Engineering* 5(3): 180–193.

– Chan, L. & Wu, M. (2002*). Quality function deployment: A literature review. European Journal of Operational Research*, 143, 463–497.

– Crawley EF, Weck OL, de Eppinger SD, et al. (2004) *The influence of architecture in engineering system. Massachusetts Institute of Technology Engineering Systems Division Monograph*, Cambridge, MA, March.

– Fernandez C (1998) *Integration analysis of product architecture to support effective team co-location. Master's Thesis, Massachusetts Institute of Technology*, Cambridge, MA.

– Holtta-Otto K and Weck OD (2007) *Degree of modularity in engineering systems and products with technical and business constraints. Concurrent Engineering: Research and Applications* 15(2): 113–126.

– Hsu-Fang Hung, Hsing-Pei Kao, Ying-Shen Juang, (2008) *An integrated information system for product design planning, Expert Systems with Applications*, Volume 35, Issues 1–2, Pages 338-349,

– Hsu-Fang Hung, Hsing-Pei Kao, Ying-Shen Juang, (2008), *an integrated information system for product design planning, Expert systems with applications*, PP.338-349.

– Jahanzaib Mirza (2016) ,*A Framework for Implementing Quality Function Deployment for Utility Services Pakistan* ,University of Engineering and Technology Taxila

– Ko, Y. T. (2013). *Optimizing product architecture for complex design. Concurrent Engineering*, 21(2), 87-102.

– Kretser Michael, (2016), *Applying the Collapsing Design Structure MatrixMethod to Develop Military Enterprise Systems Integration PlansUSA: Air Force Institute of Technology*

– Kushtrim Kuqi, Tim Eveleigh, Thomas Holzer, Shahryar Sarkani, (2012), *Using Design Sturcture matrix for improming electronic medical record usability*, IEEE.

– Li S (2011) *A matrix-based clustering approach for the decomposition of design problems. Research in 12.Engineering Design* 22(4): 263–278.

– Lindemann U, Maurer MS and Braun T (2008) *Structural Complexity Management: An Approach for the Field of Product Design. Berlin*: Springer.

– M. Carrascosa, S. D. Eppinger, D. E. Whitney, (1998) *Using the design structure matrix to estimate product development time, in: Proceedings of ASME Design Engineering Technical Conferences* (DETC), Atlanta, Georgia, USA,1-10.

– Maleki Mohmad, (2014), *Structural Model forEvaluation of the Structural Complexity Dimensions of Health and Treatment Network of Firuzabad, Fars Province, Iran, Using Design Structure Matrix and Quality Function Deployment TechniquesIran*: Islamic Azad University

– Mendel, J. M. (2001), *Uncertain Rule-Based Fuzzy Logic Systems: Introduction and New Directions*, Prentice Hall PTR.

– Muhammad Adrees, (2003), *Usability of the design structure matrix for automotive design engineering, Thesis: Master of Applied science, Mechanical Engineering*, Ryerson University, Canada.

– Mujalda Sukhlal, (2015), *An Application of Quality Function Deployment for Modular Kitchen India: IET*

– Pimmler T and Eppinger SD (1994) *Integration analysis of product decompositions. In: Proceedings of the ASME international conference on design theory and methodology*, Minneapolis, MN, USA, 11–14 September, paper no. DE- 68L, pp. 343–351.

– S.D.Eppinger and T.R.Browning, (2012*), Design structure matrix methods and applications, the Massachusetts Institute of Technology press.1th edition*.

– Sharman DM and Yassine AA (2007) *Architectural valuation using the design structure matrix and real options theory. Concurrent Engineering: Research and Applications* 15(2):157–173.

– Shegzhe Jin, Samuel Huang, (2010*), Quality assessment planning using design structure matrix and resource constraint analysis, Thesis: Master of Science, mechanical engineering*, Graduate school of the University of Cincinnati.
– Shekar B, Venkataram R and Satish BM (2011) *Managing complexity in aircraft design using design structure matrix. Concurrent Engineering: Research and Applications* 19(4): 283–294.
– Tarek AlGeddawy, (2014), *A DSM Cladistics model for product family architecture design, 24th CIRP Design Conference, Procedia* CIRP 21, 87 – 92.
– Thebeau R (2001) *Knowledge management of system interfaces and interactions for product development processes. Master Thesis, Massachusetts Institute of Technology*, Cambridge, MA.
– Yassine AA and Sreenivas RS (2008) Managing the exchange of information in product development. European Journal of Operational Research 184(1): 311–326.
– Yu TL, Yassine AA and Goldberg DE (2007) *An information theoretic method for developing modular architectures using genetic algorithms. Research in Engineering Design* 18: 91–109.

استناد به این مقاله: شناسه دیجیتال (DOI): 10.22091/JEMSC.2018.2866.1065

کرباسیان، م؛ کاظمی، م؛ ایرانپور، گ. (۱۳۹۶). «ترکیب تکنیک دیمتل فازی و ماتریس ساختار طراحی برای طراحی ماسوره گلوله هوایی». *دوفصلنامه مدیریت مهندسی و رایانش نرم*، ۶ (۱)، ۶۲-۲۹.

دوفصلنامه مدیریت مهندسی و رایانش نرم/دوره ششم، شماره ۱، بهار و تابستان ۱۳۹۹، شماره پیاپی ۱۱
صفحات ۸۹- ۶۳ (DOI): 10.22091/JEMSC.2018.2964.1066
JEMSC.QOM
مدیریت مهندسی و رایانش نرم ۱۳۹۴

بهینه‌سازی زمان فرآیند ارائه خدمات در بخش اورژانس با استفاده از مدلسازی ریاضی و شبیه‌سازی*

مطالعه موردی: بیمارستان امام رضا (ع)

مهدی یوسفی نژاد عطاری[۱]
انسیه نیشابوری جامی[۲]
اکبر ستاری بهنام[۳]

چکیده

مدت زمان انتظار بیماران، میزان هزینه‌ها و رضایت شغلی کادر پرستاری از جمله معیارهای مهم ارائه خدمات در بیمارستان است. یکی از اصلی‌ترین دلایل بالا بودن مدت زمان انتظار بیماران در بیمارستان، نبود کادر متخصص کافی در داخل بیمارستان است. افزایش هزینه‌ها و پایین بودن رضایت شغلی کادر پرستاری بیمارستان‌ها متأثر از بهره‌گیری از روش‌های سنتی و غیرعلمی در تخصیص پرستاران به شیفت‌ها می‌باشد. بخش مراقبت‌های اورژانس از واحدهای ویژه بیمارستانی است که مطالعه و بررسی جریان بیمار در آن از حساسیت بالایی برخوردار است. در این پژوهش وضعیت فعلی بخش اورژانس بیمارستان امام رضا (ع) تبریز با نرم‌افزار Arena 14 شبیه‌سازی شد تا از نظر هزینه و میزان صف ایجاد شده وضعیت فعلی مورد ارزیابی قرار گیرد. سپس در ادامه حالت فعلی این بخش با سه سناریو با تعداد پرستاران متفاوت، مقایسه می‌شود. برای بررسی هزینه‌ها و رضایت شغلی پرستاران در هر سناریو، یک مدل ریاضی برنامه‌ریزی غیرخطی عدد صحیح ارائه شده است. در این مدل، تخصیص مناسبی از پرستاران به شیفت‌ها و روزهای هفته برمبنای مینیمم نمودن هزینه‌ها و افزایش رضایت شغلی پرستاران صورت گرفته است. در بخش پایانی با تحلیل خروجی‌های هر دو مدل شبیه‌سازی و برنامه‌ریزی غیرخطی، مشخص شده است که تعداد پرستاران موجود برای این بخش کافی نبوده و باید ۶ پرستار به این بخش اضافه شوند.

واژه‌های کلیدی: *مسئله تخصیص چندهدفه، بهینه‌سازی زمان فرآیند ارائه خدمات، شبیه‌سازی، مدل‌سازی ریاضی، روش معیار جامع (GCM)*

---

* تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۱۲/۱۲؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۰۲/۰۲.

۱. گرو مهندسی صنایع، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد بناب، بناب؛ ایران(پسنده مسئول) Mahdi_108108@yahoo.com
۲. گرو مهندسی صنایع، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد بناب، بناب؛ ایران en_jami@yahoo.com
۳. گرو مهندسی صنایع، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد بناب، بناب؛ ایران akbarsatari@hotmail.com

مقدمه

سیستم‌های سلامت یکی از مهم‌ترین صنایع خدماتی هر کشور به شمار می‌آیند (کوهران و بهتری، ۲۰۰۶). سهم هزینه‌های بهداشت و درمان از تولید ناخالص داخلی، در کشورهای درحال‌توسعه کمتر است و این موضوع نشان می‌دهد که میزان اهمیتی که سلامت نیروی انسانی در جامعه دارد با سطح توسعه‌یافتگی کشورها افزایش می‌یابد. سهم هزینه‌های بهداشت و درمان از تولید ناخالص داخلی، برای ۱۳ کشور در حال توسعه منتخب خاورمیانه و شمال آفریقا در سال ۲۰۱۴ مورد مقایسه قرار گرفته است (وایت، ۲۰۱۵). نتایج به دست آمده نشان می‌دهد که به طور متوسط، ۵/۶۸ درصد از تولید ناخالص داخلی کشورهای مذکور به هزینه‌های بهداشت و درمان اختصاص یافته است.

طی سال‌های اخیر، هزینه‌های بهداشت و درمان در ایران به عنوان یکی از کشورهای در حال توسعه، روند صعودی داشته است. طبق گزارش بانک جهانی بهداشت هزینه سرانه بهداشت هر شهروند ایرانی در سال ۲۰۰۱ حدود ۴۲۲ دلار (۶/۳ درصد از تولید ناخالص داخلی) رسیده است (غفاری و همکاران، ۲۰۰۸). در گزارش این سازمان، مشخص شده است بخش عظیمی از هزینه‌ها توسط دولت پرداخت می‌شود. در سال ۲۰۱۴، دولت حدود ۴۱/۲۰ درصد از کل هزینه‌های صرف شده در بهداشت و درمان را پرداخته است. این رقم در سال ۲۰۰۰ در حدود ۳۷ درصد (۹/۶ درصد از کل هزینه‌های دولت) و در سال ۲۰۰۷ در حدود ۴۶/۸ درصد (۱۱/۵ درصد از کل هزینه‌های دولت) ثبت شده است. لذا با توجه به منابع محدود دولتی و افزایش روزافزون جمعیت، در آینده‌ای نزدیک، مدیران بهداشت و درمان با کمبود منابع مواجه خواهند بود؛ بنابراین بکارگیری ابزارهای مناسب جهت استفاده بهینه از منابع، لازم و ضروری به نظر می‌رسد.

یکی از بخش‌های مهم بهداشت و درمان که بیش از ۳۶ درصد از هزینه‌های دولتی را به خود اختصاص داده است، بیمارستان‌ها هستند (تریبیو و همکاران، ۲۰۱۵). با این وجود، سیستم‌های بهداشت و سلامت از ازدحام و هزینه‌های بالا رنج می‌برد. بر اساس سخنان کارتر: "یکی از دلایل مهم ناکارایی در سیستم سلامت "افراد مقیم" هستند، افرادی که در

سیستم سلامت و بهداشت به کار مشغول هستند، از محیط کاری اطراف خود درک بالایی دارند اما از اتفاقاتی که در واحد همسایه رخ می‌دهد آگاهی کمی دارند (کوهران و بهتری، ۲۰۰۶). پزشکان و پرستاران واحد اورژانس یا اتاق عمل از مشکلات کارکنان بخش‌های عمومی بیمارستان یا واقعاً اطلاع ندارند یا تمایلی جهت حل این مشکلات از خود نشان نمی‌دهند. کارکنان بیمارستان برای منافع بلندمدت، ارزش کمی قائل هستند. گاهی اوقات تفکراتی از جمله "شغل بنده از شغل شما مهم‌تر است" یا "مشکلات من بیشتر از مشکلات شماست" نیز وجود دارد. این مسئله دقیقاً جایی است که متخصصان تحقیق در عملیات می‌توانند نقش مهمی ایفا کنند".

بخش اورژانس، قلب بیمارستان را تشکیل می‌دهد و نیروی انسانی متخصص منبع اصلی تولید و ارائه خدمت در این بخش، نمادی از وضعیت کلی ارائه خدمات بیمارستان است. یکی از مهم‌ترین شاخص‌هایی که در ارزیابی مراکز اورژانس به کار گرفته می‌شود، طول مدت زمانی است که بیماران برای دریافت خدمات تشخیصی و درمانی صرف می‌نمایند. همچنین نیروی انسانی متخصص منبع اصلی تولید و ارائه خدمت در این بخش است که در هیچ شرایطی این بخش نباید با کمبود نیروی انسانی مواجه باشد، لذا بهینه نمودن تعداد نیروها در این بخش در ارتقای بهره‌وری بیمارستان تأثیرگذار است.

تعداد زیاد و وضعیت حاد مراجعه‌کنندگان به بخش اورژانس بیمارستان، این بخش را به یکی از مهم‌ترین بخش‌های بیمارستان تبدیل کرده است و از آنجا که یکی از اصلی‌ترین الزامات این بخش برای ارائه خدمات مناسب و به موقع وجود تعداد کافی از کادر متخصص، خصوصاً تعداد پرستاران است، بهینه‌سازی تعداد کادر این بخش از اهمیت بیشتری برخوردار هست. بنا به تحقیقات صورت گرفته، برای بهینه کردن تعداد این کادر روش‌های متعددی از قبیل استفاده از آمار، اندازه‌گیری کار، مدل‌های صف و برنامه‌ریزی خطی موجود است.

بخش اورژانس بیمارستان امام رضا (ع) تبریز نیز به عنوان یکی از حساس‌ترین بخش‌های بزرگ‌ترین مرکز بهداشتی و درمانی استان آذربایجان شرقی از این مشکلات

مستثنا نیست و با توجه به انبوه مراجعات به این بخش، نیاز به بهینه کردن جریان کار در این بخش با استفاده از روش‌های مختلف آماری و برنامه‌ریزی ریاضی بیشتر احساس می‌شود.

در این مقاله با استفاده از مدل‌سازی ریاضی پرسنل مورد نیاز در اورژانس با توجه به محدودیت‌های اورژانس و همچنین کاهش زمان انتظار بیماران انجام شده است و با استفاده از روش‌های شبیه‌سازی به افزایش بهره‌وری و کارایی این بخش مهم از بخش‌های سلامت اقدام شده است. نوآوری مقاله مدلسازی مسئله با دو تابع هدف برای حداقل کردن هزینه پرستاران و حداکثر نمودن رضایت شغلی پرستاران و استفاده همزمان از مدل‌سازی و شبیه‌سازی برای ارزیابی مدل نوشته شده و بررسی سناریوهای مختلف با حالت واقعی می‌باشد.

در ادامه این مقاله در بخش بعدی پیشینه پژوهش موضوع مقاله مورد بحث قرار گرفته است. در بخش سوم، ضمن بیان مسئله، فرمولاسیون ریاضی پیشنهادی ارائه شده است. در بخش چهارم یافته‌های پژوهش و در بخش آخر نتیجه‌گیری و پیشنهادات برای محققین آینده ارائه شده است.

پیشینه پژوهش

برای تعیین تعداد بهینه پرسنل مورد نیاز بخش اورژانس از مدل‌سازی ریاضی و شبیه‌سازی استفاده شده است. در ادامه به پیشینه تحقیق موارد ذکر شده در حوزه سلامت پرداخته می‌شود. تاکاکووا و شیزوکی یک روش برای زمان بندی عملیات اورژانس پیشنهاد داده‌اند که زمان انتظار بیمار را حداقل می‌کند(تاکاکووا و شیزوکی، ۲۰۰۴). سینریچ و مارمور یک ابزار شبیه‌سازی برای دپارتمان اورژانس عمومی گسترش داده‌اند که قابل انعطاف، شهودی و برای استفاده بسیار ساده است و شامل مقادیری برای بیشتر پارامترهای سیستم است (سینریچ و مرمور، ۲۰۰۴).

یکی از خدمات قابل محاسبه که در دپارتمان اورژانس مورد استفاده قرار می‌گیرد، زمان انتظار بیمار است. گارسیا و همکاران تأثیر آهنگ سریع صف را بر روی کاهش زمان

انتظار بیماران با اولویت پایین در اورژانس تحلیل کرده‌اند (گارسیا و همکاران، ۱۹۹۵). بیماران اورژانس معمولاً با توجه به شدت بیمار اولویت‌بندی می‌شوند و از این رو بیماران با شدت کمتر معمولاً زمان بیشتری را نسبت به سایر بیماران برای دریافت خدمت منتظر می‌مانند. آن‌ها دریافتند که یک خط آهنگ سریع که برای سطح حداقلی از منابع استفاده می‌شود، می‌تواند باعث کاهش قابل توجهی در زمان انتظار بیمار شود. مطالعه مشابهی توسط ماهاپاترا و همکاران برای ارزیابی تأثیر راه‌های سریع فرآیند مراقبت برای بیماران غیرحیاتی در زمان انتظارشان در دپارتمان اورژانس ارائه شده است (ماهپاترا و همکاران، ۲۰۰۳). کریتسیک و بوسمیر در یک مدل شبیه‌سازی رویداد گسسته از دپارتمان اورژانس در دانشگاه بیمارستان لوئیزویل نشان دادند که توان عملیاتی بیمار می‌تواند با استفاده از آهنگ سریع صف و یک آزمایشگاه "آمار" برای پردازش حجم بالایی از تست‌ها، بهبود یابد (کریتسیک و بوسمیر،۱۹۹۳). کیرتلند و همکاران یازده متغیر را برای بهبود جریان بیمار در دپارتمان اورژانس بررسی کرده‌اند و ۳ متغیر را که می‌تواند به طور متوسط ۳۸ دقیقه از زمان انتظار بیمار را کاهش دهد مشخص نمودند (کیرتلند و همکاران، ۱۹۹۵)

معیار مهم دیگر برای کارآیی دپارتمان اورژانس، زمان کلی سپری شده بیمار در اورژانس (یعنی طول مدت اقامت) است. میلر و همکاران از شبیه‌سازی رویداد گسسته برای یک دپارتمان اورژانس از یک بیمارستان بزرگ در جنوب شرقی ایالات متحده را استفاده می‌کنند تا نشان دهند که تغییر قابل توجه فرآیند برای رسیدن به اهداف معین برای طول اقامت بیمار مورد نیاز است (میلر[1] و همکاران،۲۰۰۳). ساماها و همکاران تشریح می‌کنند که چگونه شبیه‌سازی رویداد گسسته توسط بیمارستان دانشگاه کوپر برای کاهش مدت اقامت‌ها در دپارتمان اورژانس آن‌ها استفاده شده است (ساماها و همکاران، ۲۰۰۳). مطالعه آن‌ها تعیین کرد که طول اقامت، مشکل مربوط به فرآیند بوده نه مربوط به منابع. برای مثال، مطالعه نشان داد که اضافه کردن فوت مربع یا تخت‌ها طول اقامت را کوتاه نخواهد کرد و این کار منجر به اجتناب از هزینه قابل توجهی شد. ریتوندو و فریدمن نشان می‌دهند که

[1] Miller

تغییر یک سیاست فرآیندی (مرتب‌سازی تست‌ها در سیستم ارزیابی خدمات پزشکی) به صورت کاهش زمان انتظار بیمار در اتاق اورژانس و افزایش عملکرد بیمار نتیجه می‌دهد (ریتوندو و فریدمن، ۱۹۹۳) ادواردز و همکاران نتایج مطالعات شبیه‌سازی را به صورت دو کلینیک پزشکی که از سیستم‌های صف مختلف استفاده می‌کنند نتیجه می‌دهد: پردازش متوالی، جایی که بیماران در یک صف یگانه منتظر می‌مانند، و فرآیند شبه‌موازی، جایی که بیماران به کوتاه‌ترین صف هدایت می‌شوند تا جریان را حفظ کنند. آن‌ها نشان می‌دهند که زمان انتظار بیمار می‌تواند تا ۳۰٪ با استفاده از فرآیند نیمه‌موازی کاهش یابد (ادواردز و همکاران، ۱۹۹۴).

چانگ و شرمن در مطالعه‌ای به یک مدل‌سازی ریاضی دو مرحله‌ای برای یک سیستم زمان‌بندی پرستاران با توجه به نیازمندی‌های مدیریت بیمارستان و مقررات دولتی و ترجیحات شیفتی پرستاران پرداختند. در مرحله اول برنامه زمانبندی کار و تعطیلات پرستاران مشخص می‌شود و توسط یک الگوریتم ژنتیک بهینه‌سازی می‌شود. در مرحله دوم لوحه مربوط به پرستاران تدوین گشته و از الگوریتم ژنتیک برای به دست آورن تعداد بهینه پرستاران استفاده می‌گردد. آن‌ها در مطالعه موردی به این نتیجه رسیدند که الگوریتم ژنتیک می‌تواند ابزاری کارآمد برای حل مسائل زمان‌بندی پرستاران باشد (چانگ و شرمن، ۲۰۰۹).

هاف هدف از برنامه‌ریزی محدودیت برای حل مسائل زمان‌بندی پرستاران استفاده کرد و مشاهده شد که تکنیک‌های دیگری هم قادر به حل مسائل زمانبندی پرستاران هستند (هاف، ۲۰۱۱). آدولی و همکاران یک مدل برنامه‌ریزی خطی صفر و یک جهت زمانبندی پرستاران ارائه داده‌اند که هدف آن مینیمم کردن هزینه‌ها و افزایش اولویت پرستاران در شیفت‌های مدنظرشان است که این مدل ۳۶٪ هزینه‌های اضافه کاری را کاهش داد (آدولی، ۲۰۱۸). مقالات عنوان شده فقط در یک زمینه مدل‌سازی یا شبیه‌سازی کار کرده‌اند. اما مقاله پیش رو علاوه بر دو هدفه بودن، برای انتخاب بهترین ترکیب پرستاران و تخصیص آن‌ها به شیفت‌ها از مدل‌سازی و شبیه‌سازی توأم بهره برده است.

روش‌شناسی پژوهش

در این مقاله مدلی ریاضی را برای برطرف کردن برخی از مشکلات مطرح شده از قبیل هزینه بکارگیری پرستاران و رضایت شغلی پرستاران از تخصیص‌های انجام شده ارائه نموده‌ایم. برای این کار با مراجعه به قوانین بهره‌وری پرستاری توانستیم مدلی جامع و کلی برای بخش اورژانس بدست آوریم. برخی از قوانین بهره‌وری پرستاری به شرح زیرهستند:

- هر پرستار در هفته موظف است که L ساعت ارائه خدمت نماید.
- حداکثر میزان حضور برای هر پرستار حدود U ساعت در هفته است.
- نحوه تقسیم‌بندی و تعداد شیفت‌ها می‌تواند توسط بیمارستان تعیین شود که در بیمارستان مورد مطالعه هر روز شامل سه شیفت به شرح زیر است:
  - ✓ شیفت صبح از ساعت ۷:۳۰ الی ۱۴ (۸ ساعت کاری)
  - ✓ شیفت عصر از ساعت ۱۳:۱۵ الی ۲۰ (۸ ساعت کاری)
  - ✓ شیفت شب از ساعت ۱۹:۱۵ الی ۸ (۱۶ ساعت کاری)
- تعداد کادر پرستاری (N) به میزان مراجعه‌کنندگان هر بیمارستان مربوط است.
- هر پرستار روزانه حداکثر می‌تواند ۱۶ ساعت کاری، کار کند.
- هر پرستار بعد از هر شیفت شب، یک روز را باید استراحت کنند.
- هزینه هر ساعت کار در زمان معمولی Cst ریال و هزینه هر ساعت اضافه کاری C'st ریال است.
- به دلیل سختی کار، پرستاران شیفت‌های شش ساعته در محاسبه حقوق برابر با هشت ساعت در نظر گرفته می‌شوند اما در زمان‌بندی شیفت‌ها همان شش ساعت منظور می‌گردد.

یکی از مسائل مهم در مدل‌سازی هزینه، تخصیص است که در مسئله ما شامل هزینه ثابت هفتگی برای هر پرستار به‌اضافه هزینه اضافه‌کاری‌های همان فرد هست که باید به نحوی این تخصیص انجام شود که مجموع این هزینه‌ها حداقل گردد. هدف بعدی، رضایت

پرستاران از تخصیص انجام شده است که بهره‌وری و کیفیت فرآیند درمان را حداکثر نماید. برای مدل‌سازی مسئله تشریح شده، از نمادهای زیر استفاده شده است:

الف- اندیس‌ها:

N مجموعه کل پرستارها

S مجموعه شیفت‌ها

T تعداد کل روزهای مورد مطالعه

i اندیس پرستار

s اندیس شیفت (۱و ۲و ۳)

t افق زمانی (۱ الی ۷)

j بخش‌های اورژانس (۱ الی ۵)

ب- پارامترها:

D'_j تعداد پرستاران مورد نیاز در بخش j

c_{st} هزینه ثابت بکارگیری یک پرستار در شیفت s در روز t ام

c'_{st} هزینه اضافه‌کاری یک پرستار در شیفت s در روز t ام

U ماکزیمم ساعات حضور پرستار در یک هفته

L حداقل ساعات حضور پرستار در یک هفته

ج- متغیرهای تصمیم:

y_{ist} میزان رضایت پرستار i ام از تخصیص به شیفت s ام در روز t ام (بین ۰ و ۱)

X_{ijst} اگر پرستار i ام به بخش j ام در شیفت s روز t ام تخصیص یابد ۱ و در غیر این صورت ۰

رابطه ۱)

$$Min\ z_1 = \left(\sum_i \sum_j \sum_t \sum_s 44 * N * c_{st} \right) + (K * c'_{st})$$

رابطه ۲) $$Max\ z_2 = \sum_i \sum_j \sum_t \sum_s y_{ist}\, X_{ijst}$$

رابطه ۳) $$\sum_j X_{ijst} = 1 \qquad \forall i, s, t$$

رابطه ۴) $$\sum_i X_{ijst} = D'_j \qquad \forall j, s, t$$

رابطه ۵) $$X_{ij3t} * \sum_{s=1}^{3} X_{ijs\,(t+1)} = 0 \qquad \forall j, i, t$$

رابطه ۶) $$L \le \sum_j \sum_{t=1}^{7} (8\,X_{ij1t} + 8X_{ij2t} + 8X_{ij3t}) \le U \ \ \forall i$$

رابطه ۷) $$\sum_j (X_{ij1t} + 8X_{ij2t} + 8X_{ij3t}) \le 16 \ \ \forall i, t$$

رابطه ۸) $$\sum_i \sum_j \sum_{t=1}^{7} (8\,X_{ij1t} + 8X_{ij2t} + 8X_{ij3t}) - N * L = K$$

تابع هدف اول تلاش می‌کند هزینه ثابت هفتگی و هزینه مربوط به اضـــافه‌کاری هر پرســـتار را حداقل کند. در رابطه (۲) تابع هدف دوم برنامه زمانی مطلوب هر پرســـتار و تخصـیص مناسـب آنان، رضـایت کادر پرسـتاری و کیفیت ارائه خدمات را افزایش داده و فرآیند انجام خدمات را کاهش دهد. رابطه (۳) تضـمین می‌کند که هر پرستار در هر شیفت در بیش از یک قسمت از اورژانس ارائه خدمت نکند. محدودیت (۴) تضمین می‌کند تعداد پرستاران به کار گرفته شده در هر شیفت و در هر روز و به هر بخش باید برابر با تعداد مورد نیاز پرسـتاران باشـد. محدودیت (۵) بیان می‌کند که هر پرستار بعد از هر شـیفت شـب، یک روز را باید اســتراحت کنند. محدودیت (۶) کنترل می‌کند تا هر پرســتار حداقل و حداکثر زمان لازم برای ارائه خدمت در هر هفته را رعایت کند. محدودیت (۷) مشخص می‌کند که هر پرستار در هر روز نهایتاً می‌تواند ۱۶ سـاعت کاری ارائه خدمت کند و نهایتاً محدودیت (۸) مقدار ضریب k را برای قرار دادن در تابع هدف هزینه حاصل می‌کند.

برای شـبیه‌سـازی و حل مدل ریاضـی ارائه شـده برای بخش اورژانس به اطلاعاتی از سـیســتم صــف این بخش شــامل نرخ ورود (λ)، نرخ خدمت (μ)، تعداد پرســتار و تعداد قســمت‌های موجود در بخش اورژانس نیاز داشــتیم که با هماهنگی دانشــگاه و ارائه

درخواست مطالعه موردی به بیمارستان امام رضا (ع) تبریز، نسبت به دریافت این اطلاعات اقدام شد و با همکاری مسئول بخش اورژانس و مسئول بخش انفورماتیک بیمارستان و همچنین خبرگان کادر پرستاری اورژانس، این اطلاعات به دست آمد.

برای این منظور ابتدا با استفاده از داده‌های ورود و خروج بیماران به بخش اورژانس طی سال ۱۳۹۳ که به صورت فایل اکسل از بخش انفورماتیک بیمارستان به دست آمده بود، نسبت به پیدا کردن نرخ ورود و تابع توزیع آن اقدام شد و سپس برای به دست آوردن نرخ خدمت، ابتدا با همکاری برخی از پرستاران با تجربه این بخش فهرستی از اقدامات موردنیاز برای بیماران را به دست آورده و در اختیار پرستاران قرار داده شد تا مدت زمان لازم برای هر اقدام و درصد افرادی که بدان اقدام نیاز پیدا می‌کنند را مشخص کنند که با میانگین‌گیری از داده‌های جمع‌آوری‌شده، اطلاعات زیر بدست آمد:

بخش اورژانس بیمارستان امام رضا (ع) تبریز دارای ۵ بخش کلینیکی است:

- تریاژ
- بخش CPR
- بخش داخلی
- بخش تروما
- بخش سرپائی

بیماران بعد از ورود به بخش اورژانس توسط پرستار تریاژ معاینه می‌شوند و بر اساس نوع بیماری و شدت آن و بر اساس سیستم ESI تریاژ می‌شوند و به بخش موردنیاز منتقل می‌شوند.

در ساختار تریاژ ESI با عنوان یکی از روش‌های تریاژ ۵ سطحی، تقسیم‌بندی بیماران بر اساس دو معیار شدت بیماری و تسهیلات مورد نیاز بیمار انجام می‌گیرد که اولی با وجود یا عدم وجود عوامل تهدید کننده حیات و عضو، وجود علائم خطیر و همچنین علائم حیاتی تعیین می‌شود و دومی بر اساس تجربه پرستار و مقایسه بیمار موجود با موارد مشابه قبلی تعیین می‌گردد.

بیمارانی با سطح ESI1 و ESI2 و برخی از بیماران با سطح ESI3 باید برای درمان به قسمت CPR منتقل شوند. این بیماران شامل بیمارانی هستند که حالشان وخیم ارزیابی شده باشد. بیشتر این بیماران دارای مشکلاتی از قبیل حمله آسم، کاهش هوشیاری، تروماهای شدید و خونریزی هستند. زمان ارائه خدمت به هر گروه از بیماران با سطح ESIهای مختلف و درصد تقریبی بیماران مراجعه کننده، بعد از بررسی پرسشنامه‌ها، پرسش از خبرگان کادر پرستاری، انجام مشاهدات و زمان‌سنجی در جدول شماره (۱) آورده شده است:

جدول ۱. زمان ارائه خدمت در قسمت تریاژ

سطح ESI	زمان ارائه خدمت (μ_i)	درصد بیماران در این سطح A	ارجاع به :
ESI	کمتر از ۱۵ ثانیه	٪۲۰	**CPR1**
ESI 2	کمتر از ۳۰ ثانیه	٪۱۰	**CPR** یا داخلی یا تروما
ESI 3	**4** دقیقه	٪۵۰	**CPR** یا داخلی یا تروما
ESI 4	۷ دقیقه	٪۱۰	معاینات سرپایی
ESI 5	۸ دقیقه	٪۱۰	معاینات سرپایی

درنهایت نرخ خدمت μ_{te} توسط رابطه (۹) محاسبه می‌گردد:

رابطه۹)
$$\mu_{te} = \sum_{i} (\mu_i * \alpha) = ۶/۳$$

بیمارانی با سطح ESI 1 و ESI 2 و برخی از بیماران با سطح ESI 3 باید برای درمان به قسمت CPR منتقل شوند. این بیماران شامل بیمارانی هستند که از حالشان وخیم ارزیابی شده باشند. بیشتر این بیماران دارای مشکلاتی از قبیل حمله آسم، کاهش هوشیاری، تروماهای شدید و خونریزی هستند. زمان ارائه خدمت در این قسمت توسط همکاری پرستاران ارشد، لیست خدمات ضروری به دست آمد و در اختیار پرستاران قرار گرفت. در جدول (۲) لیست خدمات و درصد بیمارانی که به آن خدمت نیاز دارند، پس از پرسش از خبرگان کادر پرستاری و بررسی پرسشنامه‌ها، آورده شده است.

جدول ۲. زمان ارائه خدمت در قسمت سی پی یو

نام خدمت	مدت زمان ارائه خدمت μ_i (برحسب دقیقه)	درصد بیمارانی که به این خدمت نیاز دارند α
Iv لاین	۱	٪۱۰۰
سرم تراپی	۱	٪۱۰۰
ECG	۲	۹۹٪
O_2 تراپی	۱	٪۹۹
گزارش‌نویسی	۷	٪۱۰۰
انیتوباسیون	۱۲	٪۴۰
احیاء قلبی	۳۵	٪۳۵
نبولایرز	۳	٪۱۵
تزریقات دارویی	۳	٪۱۵
چک BS	۱	٪۱۰۰
مانیتورینگ	۱	٪۱۰۰
پالس اکسی متری	۱	٪۱۰۰
اخذ آزمایش‌ها	۱	٪۱۰۰

درنهایت نرخ خدمت μ_c توسط رابطه (۱۰) محاسبه می‌گردد:

$$\mu_c = \sum_i (\mu_i * \alpha) = ۹۲/۳۳$$ رابطه ۱۰)

زمان ارائه خدمت در قسمت تروما مطابق با جدول (۳) است:

جدول ۳. زمان ارائه خدمت در قسمت تروما

نام خدمت	مدت زمان ارائه خدمت μ_i (برحسب دقیقه)	درصد بیمارانی که به این خدمت نیاز دارند
Iv لاین	۱	٪۸۵
سرم تراپی	۱	٪۸۵
ECG	۳	٪۱۰
مانیتورینگ	۱	٪۳
گزارش‌نویسی	۵	٪۱۰۰
اخذ آزمایش‌ها	۱	٪۵۰
گلوکومتری	۲	٪۱۰

درنهایت نرخ خدمت μ_i توسط رابطه (۱۱) محاسبه می‌گردد:

$$\mu_t = \sum_i (\mu_i * \alpha) = ۷۳/۷$$ رابطه۱۱)

زمان ارائه خدمت در قسمت داخلی مطابق با جدول (۴) است:

جدول ٤. زمان ارائه خدمت در قسمت داخلی

نام خدمت	مدت زمان ارائه خدمت μ_i (برحسب دقیقه)	درصد بیمارانی که به این خدمت نیاز دارند
Iv لاین	۲	٪۱۰۰
ECG	۲	٪۹۰
سرم تراپی	۱	٪۱۰۰
داروهای تزریقی	۱	۵۰
گزارش‌نویسی	۵	٪۱۰۰
اخذ آزمایش‌ها	۲	٪۹۹
چک BS	۱	٪۹۹
مانیتورینگ	۱	٪۱۰
O_2 تراپی	۱	٪۵۰

همچنین نرخ خدمت μ_d توسط رابطه (۱۲) محاسبه می‌گردد:

$$\mu_d = \sum_i (\mu_i * \alpha) = ۸۷/۱۳$$ رابطه۱۲)

زمان ارائه خدمت در قسمت معاینات سرپایی مطابق با جدول (۵) است:

جدول ۵. زمان ارائه خدمت در قسمت معاینات سرپایی

نام خدمت	مدت زمان ارائه خدمت μ_i (برحسب دقیقه)	درصد بیمارانی که به این خدمت نیاز دارند
Iv لاین	۲	٪۱۰۰
داروهای تزریقی	۱	٪۵۰
سرم تراپی	۱	٪۱۰۰
اخذ آزمایش‌ها	۲	٪۹۹
ویزیت بیمار	۱	٪۱۰۰
متفرقه	۳	٪۱۰۰

درنهایت نرخ خدمت μ_s توسط رابطه (۱۳) محاسبه می‌گردد:

$$\mu_s = \sum_i (\mu_i * \alpha) = ۴۸/۹$$ رابطه۱۳)

نرخ ورود بیماران بطور متوسط **۲۳۶** نفر است.

یافته‌های پژوهش

با استفاده از مدل شبیه‌سازی می‌توان تحلیل مناسبی از وضعیت سیستم بدست آورد و با اعمال تغیراتی درصدد بهبود وضع موجود برآمد. برای این منظور لازم است حالت واقعی سیستم اورژانس مورد مطالعه را با حالت‌های مختلف و سناریوهای مختلف مقایسه کرد و بهترین حالت را با در نظر گرفتن کمترین زمان انتظار و کمترین هزینه و بیشترین رضایت شغلی بدست آورد. برای طراحی سناریوهای مختلف ابتدا باید محل‌هایی که امکان بهینه کردن را دارند پیدا نمود. برای این کار هم از نظر کادر پرستاران خبره استفاده شده و هم از اطلاعات بدست آمده از مدل شبیه‌سازی حالت واقعی. در ادامه به بررسی سناریوهای مختلف می‌پردازیم.

سناریو ۱ (حالت واقعی)

در حال فعلی بخش اورژانس با ۱۱ پرستار در هر شیفت و مجموعاً ۶۴ پرستار در حال ارائه خدمت است که داده‌ها وارد نرم‌افزار Arena شده است و خروجی نرم‌افزار برای شبیه‌سازی محیط اورژانس به مدت یک هفته، به صورت زیر است (به خاطر قوانین بیمارستان و سیستم تریاژ مبنی عدم امکان در تغییر تعداد پرستار تریاژ، این قسمت، از محاسبات بخش شبیه‌سازی کنار گذاشته شده است. محاسبات سناریو اول در جدول (۶) نشان داده شده است:

جدول ٦. خروجی Arena در سناریو ۱

	داخلی	تروما	سرپایی	CPR	مجموع
تعداد پرستار	٤	۲	۱	۳	۱۰
متوسط زمان انتظار	۱۵/۲۳	۱٤/۷۹	۱٤/۷۳	۱٤/۸۲	۵۹/۵۷

	داخلی	تروما	سرپایی	CPR	مجموع
متوسط طول صف	۵۵/۲۹	۵٤/۰۵	۳۰	۳۲/٤۲	۱۷۳/۷٦
طول صف واقعی	۵۰ الی ٦۰ نفر	۵۰ الی ٦۰ نفر	۳۰ الی ٤۰ نفر	۲۰ الی ۳۰ نفر	–

سناریو ۲

با صحبت‌هایی که با کادر پرستاری انجام شد، اکثراً بر این ادعا بودند که همواره در قسمت‌های تروما، داخلی و CPR با کمبود نیرو مواجه هستند برای همین در سناریوی دوم با بر این شدیم تا زمان انتظار را در حالتی بررسی کنیم که تعداد پرستار به قرار جدول (۷) می‌باشد:

جدول ۷. خروجی Arena در سناریو ۲

	داخلی	تروما	سرپایی	CPR	مجموع
تعداد پرستار	٦	٤	۱	۵	۱٦
متوسط زمان انتظار	۰/٤	۰/۳۵	۰/۳٦	۰/۳۸	۱/٤۹
متوسط طول صف	۱/۳۷	۱/۲۳	۱/۵۹	۱/۷۵	۳/۹٤

سناریو ۳

سناریو سوم را در حالتی بررسی می‌کنیم کم‌ترین پرستار در هر قسمت مشغول به ارائه خدمات هستند. به خاطر تقسیم وظایف در برخی قسمت‌های اورژانس نمی‌توان از یک پرستار در حالت کمترین پرستار استفاده کرد و تعداد پرستاران و مشخصات صف ایجاد شده به قرار جدول (۸) است:

جدول ۸. خروجی Arena در سناریو ۳

	داخلی	تروما	سرپایی	CPR	مجموع
تعداد پرستار	۱	۲	۱	۲	٦
متوسط زمان انتظار	٤۲/٤۷	٤٤/٦۰	٤۵/٦	٤٤/٦	۱۷۷/۲۷
متوسط طول صف	۱۳۳/٤۳	۱٤۸/۷۹	۹۰/۰٦	۹۸/۵۵	٤۷۰/۸۳

برای تحلیل مدل ریاضی تنها کافی است داده‌های واقعی را وارد نرم‌افزار کرده و آن را اجرا کنیم که در این حالت فقط وضعیت موجود را بهینه کرده و بهترین تخصیص را برای وضعیت موجود پیدا کرده‌ایم در حالی که یکی از مهم‌ترین اهداف ما تغییر در تعداد پرستاران است و برای این منظور لازم است مدل ریاضی را تحت سناریوهای مختلفی که در بخش قبل معرفی نمودیم، اجرا کنیم تا هزینه و رضایت شغلی را در حالت واقعی و حالت‌های پیشنهاد شده مقایسه کرده و بهترین سناریو را انتخاب نماییم. در ادامه خروجی‌های نرم‌افزار گمز تحت سناریوهای مختلف آورده شده است.

در حالت واقعی بیمارستان از ۱۱ پرستار در هر شیفت استفاده می‌کند که اگر هر کدام علاوه بر ساعات مقرری خودشان بخواهند به طور متوسط ۱۰ ساعت در هفته اضافه کاری انجام دهند (در حال حاظر تمامی پرستاران از اضافه کاری در این میزان استفاده می‌کنند)، در یک هفته نمی‌توان برای بیش ۴۵ پرستار کار تعریف نمود. این در حالی است که در حال حاظر بخش اورژانس ۶۴ پرستار دارد و تمام پرستاران نیز علاوه بر ۴۴ ساعت وقت قانونی، به طور متوسط ۱۰ ساعت نیز اضافه کاری انجام می‌دهند. برای یافتن علت این تناقض برنامه زمانبندی فعلی پرستاران را بررسی کردیم و متوجه شدیم که برخی از پرستاران اورژانس بعضاً به بخش‌های دیگر بیمارستان ارجاع داده می‌شوند که شاید از نظر قانونی زیاد صحیح نباشد. در هر حال ما برای حل مدل ناچار شدیم از حالت صحیح پرستاران (۴۵ پرستار) به جای حالت واقعی استفاده کنیم.

نحوه محاسبه ۴۵ پرستار به این قرار است که با وجود ۱۱ پرستار در هر شیفت و با وجود ۳۲ ساعت کار در هر روز (با احتساب سختی کار که هر روز را به جای ۲۴ ساعت ۳۲ ساعت حساب کرده‌اند) جمعاً ۳۵۲ ساعت کار در هر روز در دسترس است که معادل ۳۵۲×۷=۲۴۶۴ ساعت کار در هفته است که اگر قرار باشد هر پرستار مانند الان هفته‌ای ۵۴ ساعت کار همراه با اضافه کاری انجام دهند امکان ارائه خدمت بیش از = ۲۴۶۴/۵۴ ۶۳/۴۵ پرستار وجود ندارد که با روند کردن این عدد به ۴۵ پرستار رسیده‌ایم. در ادامه

خروجی‌های مدل ریاضی آورده شده است. خروجی توابع هدف به صورت تک به تک و ادغام شده توسط روش معیار جامع[1] به صورت جدول (۹) است:

جدول ۹. خروجی گمز در سناریو ۱

	تابع هدف هزینه	تابع هدف رضایت شغلی	تابع هدف روش معیار جامع
مقدار	۲۲۶۰۷۲۰۰	۱۹۷	۲/۰۰۵۰۸

حال با بدست آوردن نقطه تعادل بین دو تابع هدف توسط روش معیار جامع مقدار هر کدام از توابع هدف را در نقطه‌ای که روش معیار جامع مشخص کرده است توسط برنامه گمز بدست می‌آوریم. جدول (۱۰) این مقادیر را نشان می‌دهد.

جدول ۱۰. مقدار توابع هدف در نقطه مشخص شده توسط روش معیار جامع تحت سناریو اول

	تابع هدف هزینه	تابع هدف رضایت شغلی
مقدار	۲۲۶۰۷۲۰۰	۱۶۹/۹

در سناریو ۲ با تغییراتی که ایجاد نمودیم، تعداد پرستاران را به عدد ۱۷ رساندیم که در این حالت به تمام ۶۴ پرستار موجود در بخش اورژانس نیاز خواهیم داشت و مدل را برای همین تعداد اجرا نمودیم و نتایج در جدول (۱۱) آورده شده‌اند.

جدول ۱۱. خروجی گمز در سناریو دوم

	تابع هدف هزینه	تابع هدف رضایت شغلی	تابع هدف روش معیار جامع
مقدار	۳۳۹۱۳۶۰۰	۲۹۱/٤	۲/۷۷۷۹۶۸

حال با بدست آوردن نقطه تعادل بین دو تابع هدف توسط روش معیار جامع مقدار هر کدام از توابع هدف را در نقطه‌ای که GCM مشخص کرده است توسط برنامه گمز بدست می‌آوریم. جدول (۱۲) این مقادیر را نشان می‌دهد.

[1] GCM: Global criteria method

جدول ۱۲. مقدار توابع هدف در نقطه مشخص شده توسط روش معیار جامع تحت سناریو دوم

	تابع هدف هزینه	تابع هدف رضایت شغلی
مقدار	۳۳۹۱۳۶۰۰	۲۹۸/۳

در سناریو سوم از کمترین میزان پرستار استفاده شده است، تنها ۷ پرستار در هر شیفت مشغول ارائه خدمات هستند، بنابراین اگر بخواهیم هر پرستار به طور متوسط ۱۰ ساعت در هفته اضافه کاری داشته باشد، فقط ۲۹ پرستار نیاز خواهیم داشت. در جدول (۱۳) خروجی مدل آورده شده است:

جدول ۱۳. خروجی گمز در سناریو سوم

	تابع هدف هزینه	تابع هدف رضایت شغلی	تابع هدف روش معیار جامع
مقدار	۲۱٤۹۳٦۰۰	۱۲٤/۵	۱/٦۵۲۲۹۹

حال با بدست آوردن نقطه تعادل بین دو تابع هدف توسط روش معیار جامع مقدار هر کدام از توابع هدف را در نقطه‌ای که روش معیار جامع مشخص کرده است توسط برنامه گمز بدست می آوریم. جدول (۱۴) این مقادیر را نشان می‌دهد.

جدول ۱٤. مقدار توابع هدف در نقطه مشخص شده توسط روش معیار جامع تحت سناریو سوم

	تابع هدف هزینه	تابع هدف رضایت شغلی
مقدار	۲۱٤۹۳٦۰۰	۱۲٦/۵

خلاصه اطلاعات بدست آمده از سناریوهای مختلف در جدول (۱۵) آمده است:

جدول ۱۵. خلاصه اطلاعات بدست آمده از روش‌ها

	تعداد پرستار	متوسط زمان انتظار	مقدار تابع هزینه در نقطه بدست آمده از روش معیار جامع	مقدار تابع رضایت در نقطه بدست آمده از روش معیار جامع
سناریو ۱	۱۱	۷۸/۳۲	۲۲٦۰۷۲۰۰	۱۹٦/۹

	تعداد پرستار	متوسط زمان انتظار	مقدار تابع هزینه در نقطه بدست آمده از روش معیار جامع	مقدار تابع رضایت در نقطه بدست آمده از روش معیار جامع
سناریو ۲	۱۷	۱/٤۹	۳۳۹۱۳٦۰۰	۲۹۸/۳
سناریو ۳	۷	۱۷۷/۲۷	۲۱٤۹۳٦۰۰	۱۲٦/٥

همان طور که در جدول (۱۵) مشخص است، هر کدام از سناریوها در یکی از مشخصه‌ها بر دیگری برتری دارند. بنابراین برای انتخاب بهترین سناریو لازم است ابتدا وزن هر مشخصه یا ویژگی را نسبت به مشخصه دیگر مشخص کنیم و سپس طبق تکنیک تحلیل سلسله مراتبی[1] به انتخاب بهترین سناریو بپردازیم. حال از پایین‌ترین سطح به بالایش سلسله‌مراتب می‌پردازیم. در گام اول ماتریس مقایسه زوجی برای هر معیار به طور جدا تشکیل داده می‌شود و طبق تکنیک تحلیل سلسله‌مراتبی گزینه‌ها دو به دو با یگدیگر مقایسه می‌شوند. جداول (۱۶) الی (۱۸) ماتریس مقایسات زوجی نسبت به هر مشخصه را نشان می‌دهند.

[1] AHP : Analytic hierarchy process

جدول ۱۶. مقایسات زوجی نسبت به زمان انتظار

زمان انتظار	سناریو ۱	سناریو ۲	سناریو ۳
سناریو ۱	۱	۰/۰۱۹۰۲۵	۲/۲۶۳۴۰۷
سناریو ۲	۵۲/۵۶۳۷۶	۱	۱۱۸/۹۷۳۲
سناریو ۳	۰/۴۴۱۸۱۲	۰/۰۰۸۴۰۵	۱
جمع	۵۴/۰۰۵۵۵۷	۱/۰۲۷۴۳	۱۲۲/۲۳۶۶

جدول ۱۷. مقایسات زوجی نسبت به زمان انتظار

هزینه	سناریو ۱	سناریو ۲	سناریو ۳
سناریو ۱	۱	۱/۵۰۰۱۲۴	۰/۹۵۰۷۴۱
سناریو ۲	۰/۶۶۶۶۱۲	۱	۰/۶۳۳۷۷۵
سناریو ۳	۱/۰۵۱۸۱۱	۱/۵۷۷۸۴۶	۱
جمع	۲/۷۱۸۴۲۲	۴/۰۷۷۹۷	۲/۵۸۴۵۱۷

جدول ۱۸. مقایسات زوجی نسبت به زمان انتظار

رضایت	سناریو ۱	سناریو ۲	سناریو ۳
سناریو ۱	۱	۰/۶۶۰۰۷۴	۱/۵۵۶۵۲۲
سناریو ۲	۱/۵۱۴۹۸۲	۱	۲/۳۵۸۱۰۳
سناریو ۳	۰/۶۴۲۴۵۸	۰/۴۲۴۰۷	۱
جمع	۳/۱۵۷۴۴	۲/۰۸۴۱۴۳	۴/۹۱۴۶۲۵

در گام بعدی

– ابتدا حاصل جمع هر ستون را به دست می‌آوریم.

– سپس هر عنصر در ماتریس زوجی را به جمع ستون خودش تقسیم می‌گردد تا ماتریس زوجی نرمالیزه شود.

– مقدار میانگین هر سطر در ماتریس نرمالیزه محاسبه می‌شود.

در ادامه جداول (۱۹) الی (۲۱) این محاسبات را نشان می‌دهند:

جدول ۱۹. وزن نسبی، نسبت به زمان انتظار

وزن نسبی	ماتریس نرمالایزه شده		
۰/۰۱۸۵۱۷	۰/۰۱۸۵۱۷	۰/۰۱۸۵۱۷	۰/۰۱۸۵۱۷
۰/۹۷۳۳۰۳	۰/.۹۷۳۳۰۳	۰/۹۷۳۳۰۳	۰/۹۷۳۳۰۳
۰/۰۰۸۱۸۱	۰/۰۰۸۱۸۱	۰/۰۰۸۱۸۱	۰/۰۰۸۱۸۱

جدول ۲۰. وزن نسبی، نسبت به هزینه

وزن نسبی	ماتریس نرمالایز شده		
۰/۳٦۷۸٦	۰/۳٦۷۸٦	۰/۳٦۷۸٦	۰/۳٦۷۸٦
۰/۲٤٥۲۲	۰/۲٤٥۲۲	۰/۲٤٥۲۲	۰/۲٤٥۲۲
۰/٦۱۳۰۸	۰/۳۸٦۹۲	۰/۳۸٦۹۲	۰/۳۸٦۹۲

جدول ۲۱. وزن نسبی، نسبت به رضایت

وزن نسبی	ماتریس نرمالایز شده		
۰/۳۱٦۷۱۲	۰/۳۱٦۷۱۲	۰/۳۱٦۷۱۲	۰/۳۱٦۷۱۲
۰/٤۷۹۸۱۳	۰/٤۷۹۸۱۳	۰/٤۷۹۸۱۳	۰/٤۷۹۸۱۳
۰/۷۹٦٥۲٦	۰/۲۰۳٤۷٤	۰/۲۰۳٤۷٤	۰/۲۰۳٤۷٤

حال سطح بالاتر را پیمایش می‌کنیم. در این سطح باید معیارها به صورت دو به دو با یکدیگر مقایسه شوند. همان طور که در فصل اول اشاره شد مهمترین شاخصه ارزیابی یک سیستم در وهله اول، مدت زمان لازم برای دریافت خدمت توسط بیمار یا همان متوسط زمان انتظار است و برای این کار مشخصه رضایت شغلی نیز باید بیشتر شود و هزینه تخصیص پرستاران آخرین فاکتوری است که باید در نظر گرفته شود. بنابراین اهمیت مشخصه متوسط زمان انتظار **۳**، اهمیت مشخصه رضایت شغلی **۲**، و اهمیت مشخصه هزینه تخصیص **۱** در نظر گرفته می‌شود. با در نظر گرفتن این توضیحات جدول مقایسات زوجی مشخصه به مشخصه به صورت جدول (۲۲) خواهد بود:

جدول ۲۲. مقایسات زوجی مشخصه به مشخصه

	مدت زمان انتظار	هزینه	رضایت
مدت زمان انتظار	۱	۳	۲
هزینه	۰/۳۳۳۳۳	۱	۰/۵
رضایت	۰/۵	۲	۱
جمع	۱/۸۳۳۳۳۳	٦	۳/۵

در گام بعدی

– ابتدا حاصل جمع هر ستون را به دست می‌آوریم.

– سپس هر عنصر در ماتریس زوجی را به جمع ستون خودش تقسیم می‌کنیم تا ماتریس زوجی نرمالیزه شود.

– مقدار میانگین هر سطر در ماتریس نرمالیزه را محاسبه می‌کنیم.

در ادامه جدول (۲۳) این محاسبات را نشان می‌دهد:

جدول ۲۳. وزن هر معیار نسبت به هدف

وزن هر معیار	نرمالایز شده ماتریس مقایسات زوجی		
۰/۵۳۸۹٦۱	۰/۵۷۱٤۲۹	۰/۵	۰/۵٤٥٤٥٥
۰/۱٦۳۷۸۱	۰/۱٤۲۸٥۷	۰/۱٦٦٦٦۷	۰/۱۸۱۸۱۸
۰/۲۹۷۲٥۸	۰/۲۸٥۷۱٤	۰/۳۳۳۳۳۳	۰/۲۷۲۷۲۷

حال با ترکیب وزن‌های نسبی، وزن‌های نهایی آلترناتیوها یا همان سناریوها به قرار زیر به دست می‌آیند:

۰/۱٦٤۳۷۳	=	۰/۵۳۸۹٦۱	×	۰/۳۱٦۷۱۲	۰/۳٦۷۸٦	۰/۰۱۸٥۱۷	سناریو ۱
۰/۷۰۷۳٦۳		۰/۱٦۳۷۸۱		۰/٤۷۹۸۱۳	۰/۲٤٥۲۲	۰/۹۷۳۳۰۳	سناریو ۲
۰/۳٤۱٥۹٤		۰/۲۹۷۲٥۸		۰/۷۹٦٥۲٦	۰/٦۱۳۰۸	۰/۰۰۸۱۸۱	سناریو ۳

همان‌طور که از اطلاعات بالا بدست آمد، سناریو ۲ با اختلاف بالایی به عنوان بهترین سناریو انتخاب می‌شود.

تنها متغیر موجود در مدل مربوط به تخصیص پرستاران به شیفت‌ها در قسمت‌های مختلف اورژانس طی روزهای مختلف هست که به صورت برنامه زمانبندی پرستاران ارائه می‌شود. به دلیل مشابه بودن و حجیم بودن تعداد داده‌های خروجی در این قسمت، تنها خروجی مربوط به یکی از پرستاران در بهترین سناریو یعنی سناریوی ۲ آورده شده است که به صورت جدول شماره ۱۳ است. در این جدول ایام هفته به صورت اعداد بین ۱ تا ۷ مشخص شده‌اند و ستون اول نشان‌دهنده شماره پرستار هست که با عدد ۱ مشخص شده، ستون دوم نشان‌دهنده شماره قسمت‌های اورژانس است که به صورت اعداد بین ۱ تا ۵ (عدد ۱ تریاژ- عدد ۲ CPR– عدد ۳ تروما– عدد ۴ داخلی– عدد ۵ سرپایی) است و ستون سوم معادل شماره شیفت است (۱ برابر شیفت صبح – ۲ برابر شیفت عصر – ۳ برابر شیفت شب). بنابراین اگر عدد خانه‌ای برابر با یک باشد یعنی در روز t ام باید پرستار i ام در قسمت j ام و در شیفت s ام ارائه خدمت نماید و اگر صفر باشد یعنی آن پرستار در آن زمان Off است.

با بررسی که در نرم‌افزار اکسل روی خروجی‌های جدول شماره (۲۴) انجام داده شد، صحت خروجی‌های بدست آمده تأیید شد و این مدل توانست به خوبی تمام محدودیت‌های مسئله را در نظر گرفته و تخصیص مناسبی برای کادر پرستاری بیمارستان امام رضا (ع) تبریز ارائه دهد.

جدول ۲٤. خروجی نرم‌افزار گمز (تخصیص پرستاران)

روز	شیفت	شماره پرستار									
		۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰
شنبه	صبح			C		C		TR		D	
	عصر		TE					D		TR	
	شب	D			TR		C		C		
یک شنبه	صبح			D				TR		C	
	عصر		D	D							TR
	شب										
۲	صبح								S	D	

روز	شیفت	شماره پرستار									
		۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰
	عصر	TR	C	C				D		S	C
	شب					C					
سه شنبه	صبح				C				C		
	عصر	C			D	TE		TR			D
	شب		TR				D				
چهارشنبه	صبح				D	TR	TR	C			
	عصر			D							
	شب		D	D					C		D
پنج شنبه	صبح	C				C					
	عصر			TE	D	D			TR	TR	
	شب						TR				
جمعه	صبح				C				C	D	
	عصر		C	TR		C	D				D
	شب	C						D			

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

یکی از حیاتی‌ترین محل‌هایی که نیاز به بهینه‌سازی دارد، سیستم‌های سلامت است که در صورت عدم توجه به این بخش، خسارات جبران‌ناپذیری به بار خواهد آورد. بنابراین هدف ما از این پژوهش بررسی بهینه‌سازی این بخش مهم از جامعه است و در پژوهش خود سعی در ارائه راه‌حل‌های مناسب برای انتخاب بهترین تعداد پرستاران و بهترین تخصیص برای آنان داشتیم. برای پیاده‌سازی تئوری‌های موجود، بخش اورژانس بیمارستان امام رضا (ع) را به عنوان یک مورد مطالعاتی برای پژوهش انتخاب نمودیم و به مشکلاتِ زیاد بودن مدت زمان انتظار بیماران و بهینه نبودن هزینه‌ها و رضایت شغلی کادر پرستاری بیمارستان پرداختیم. یکی از اصلی‌ترین دلایل زیاد بودن مدت زمان انتظار بیماران در بیمارستان، نبود کادر متخصص کافی در داخل بیمارستان است و بهینه نبودن هزینه‌ها و رضایت شغلی کادر پرستاری بیمارستان‌ها نشأت گرفته از استفاده از روش‌های سنتی و غیرعلمی در تخصیص

پرستاران به شیفت‌ها می‌باشد. برای حل این مشکلات ابتدا با استفاده از اطلاعات دقیقی که از بخش انفورماتیک بیمارستان و همچنین از طریق مشاهده مستقیم و مصاحبه و پرسشنامه بدست آوردیم، شروع به شبیه‌سازی این بخش توسط نرم افزار Arena 14 نمودیم و علاوه بر اجرای حالت واقعی و موجود، چندین سناریو مختلف را نیز در این نرم‌افزار پیاده کردیم و طول صف و مدت زمان انتظار هر یک را بدست آوردیم. در ادامه برای بدست آوردن هزینه و رضایت شغلی پرستاران یک مدل برنامه‌ریزی غیرخطی عدد صحیح چندهدفه برای مسئله ارائه نمودیم که با حل آن توسط روش معیار جامع تحت سناریوهای مختلف توانستیم بهترین حالت را برای تخصیص کادر پرستاری بدست آوریم.

طبق اطلاعات بدست آمده از وضعیت فعلی اورژانس، کادر پرستاری از کم بودن تعداد کادر ناراضی بودند و ادعا می‌کردند که تعداد کادر موجود که جمعاً ۱۱ نفر است، جوابگوی بیماران مراجعه کننده نیستند. خروجی‌های ما نشان داد که این ادعا صحیح بوده و برای جلوگیری از تولید صف مخصوصاً در قسمت‌های حیاتی مانند CPR، تروما و داخلی، باید به هر کدام از این بخش‌ها ۲ پرستار دیگر اضافه شود و تعداد کل به ۱۷ نفر برسد. در این حالت علاوه بر این که طول صف و مدت زمان انتظار بیماران به طور چشمگیری کاهش می‌یابد و تقریباً از ایجاد صف جلوگیری می‌کند، تابع هدف مسئله تخصیص نیز در کمترین مقدار خود قرار می‌گیرد که نشان‌دهنده این موضوع است که با وجود افزایش هزینه‌های پرستاری بیمارستان به علت افزایش ۶ نفری در تعداد کادر، رضایت شغلی بسیار بیشتر شده که این خود نیز باعث افزایش کیفیت ارائه خدمات می‌شود.

همچنین در حال حاضر برنامه تخصیص و زمان‌بندی پرستاران به صورت دستی و توسط روش‌های سنتی انجام می‌گیرد که علاوه بر وقت‌گیر بودن امکان پایین بودن رضایت شغلی را نیز به همراه دارد. این مدل یک برنامه زمان‌بندی نیز برای هر پرستار بر حسب جدول زمانبندی پیشنهادی خود پرستاران ارائه می‌دهد که می‌توان ادعا نمود که بهترین حالت را در اختیار بیمارستان قرار می‌دهد. پیشنهادات جهت تحقیقات آینده به شرح ذیل می‌باشند:

– بررسی کادرهای دیگر مشغول در بیمارستان اعم از پزشکان، بیماربرها، کادر اجرایی
– بهینه‌سازی تعداد تجهیزات موجود در بخش‌های مختلف علی‌الخصوص در اورژانس
– بهینه‌سازی فرآیند انتقال بیمار از اورژانس به بخش‌های دیگر و بر عکس
– مطالعه سایر بخش‌های بیمارستان مانند اتاق عمل و بهینه‌سازی کادر و تجهیزات آن‌ها
– بهینه‌سازی فرآیند اجرایی پرستاران از قبیل اخذ آزمایشات، ثبت گزارشات، رگ‌گیری و... و ترتیب انجام آن‌ها
– استفاده از سایر روش‌های حل مسائل برنامه‌ریزی چندهدفه
– پیاده‌سازی مدل‌ها در سایر بخش‌های سیستم‌های سلامت، مانند کلینیک‌ها و درمانگاه‌ها

منابع

– AUF'M HOFE, H. M. (2011). Solving rostering tasks by generic methods for constraint optimization. International Journal of Foundations of Computer Science, 12 (05), 671-693.

– B. White, (2015) "World development report 2015: mind, society, and behavior, by the World Bank Group," Can. J. Dev. Stud. / Rev. Can. d'études du développement, vol. 36, no. 4, pp. 581–584, Oct.

– Cochran, J. K., & Bharti, A. (2006). Stochastic bed balancing of an obstetrics hospital. Health care management science, 9 (1), 31-45.

– Cochran, J. K., & Bharti, A. (2006). Stochastic bed balancing of an obstetrics hospital. Health care management science, 9 (1), 31-45.

– Edwards, R. H., Clague, J. E., Barlow, J., Clarke, M., Reed, P. G., & Rada, R. (1994). Pragmatics. *Health Care Analysis*, *2* (2), 164-169.

– El Adoly, A. A., Gheith, M., & Fors, M. N. (2018). A new formulation and solution for the nurse scheduling problem: A case study in Egypt. Alexandria Engineering Journal.

– García, M. L., Centeno, M. A., Rivera, C., & DeCario, N. (1995, December). Reducing time in an emergency room via a fast-track. In Proceedings of the 27th conference on Winter simulation (pp. 1048-1053). IEEE Computer Society.

– Ghaffari, S., Jackson, T. J., Doran, C. M., Wilson, A., & Aisbett, C. (2008). Describing Iranian hospital activity using Australian refined DRGs: A case study of the Iranian social security organisation. Health Policy, 87 (1), 63-71.

– Kirtland, A., Lockwood, J., Poisker, K., Stamp, L., & Wolfe, P. (1995, December). Simulating an emergency department" is as much fun as...". In Simulation Conference Proceedings, 1995. Winter (pp. 1039-1042). IEEE.

– Kraitsik, M. J., & Bossmeyer, A. (1993, January). Simulation applied to planning an emergency department expansion. In Proceedings of the 1993 SCS Western Multiconference on Simulation: Simulation in Health Sciences and Services (pp. 19-27).

– McGuire, F. (1994, December). Using simulation to reduce length of stay in emergency departments. In Simulation Conference Proceedings, 1994. Winter (pp. 861-867). IEEE.

– Miller, M. J., Ferrin, D. M., & Szymanski, J. M. (2003, December). Emergency departments II: simulating Six Sigma improvement ideas for a hospital emergency department. In Proceedings of the 35th conference on Winter simulation: driving innovation (pp. 1926-1929). Winter Simulation Conference.

– Ritondo, M., & Freedman, R. W. (1993, January). The effects of procedure scheduling on emergency room throughput: A simulation study. In *1993 SCS Western Multiconference on Simulation: Simulation in the Health Sciences and Services. Society for Computer Simulation, La Jolla, California, USA* (pp. 17-20).

– S. Mahapatra, C. Koelling, L. Patvivatsiri, B. Fraticelli, D. Eitel, and L. Grove, (2003) Pairing emergency severity index5-level triage data with computer aided system design to improve emergency department access and throughput, in Simulation Conference, 2003. Proceedings of the 2003 Winter, , pp. 1917-1925.

– Samaha, S., Armel, W. S., & Starks, D. W. (2003, December). Emergency departments I: the use of simulation to reduce the length of stay in an emergency department. In *Proceedings of the 35th conference on winter simulation: driving innovation* (pp. 1907-1911). Winter Simulation Conference.

– Sinreich, D., & Marmor, Y. N. (2004, December). A simple and intuitive simulation tool for analyzing emergency department operations. In Proceedings of the 36th conference on Winter simulation (pp. 1994-2002). Winter Simulation Conference.

– Takakuwa, S., & Shiozaki, H. (2004, December). Functional analysis for operating emergency department of a general hospital. In Simulation Conference, 2004. Proceedings of the 2004 Winter (Vol. 2, pp. 2003-2011). IEEE.

– Trybou, J., Gemmel, P., & Annemans, L. (2015). Provider accountability as a driving force towards physician–hospital integration: a systematic review. International journal of integrated care, 15 (1).

– Tsai, C. C., & Li, S. H. (2009). A two-stage modeling with genetic algorithms for the nurse scheduling problem. Expert Systems with Applications, 36 (5), 9506-9512.

استناد به این مقاله: شناسه دیجیتال (DOI): 10.22091/JEMSC.2018.2964.1066

یوسفی‌نژاد عطاری، م؛ نیشابوری جامی، الف؛ ستاری، الف. (۱۳۹۶). «بهینه‌سازی زمان فرآیند ارائه خدمات در بخش اورژانس با استفاده از مدلسازی ریاضی و شبیه‌سازی». *دوفصلنامه مدیریت مهندسی و رایانش نرم*، ۶ (۱)، ۸۹-۶۳.

دوفصلنامه مدیریت مهندسی و رایانش نرم/دوره ششم، شماره ۱، بهار و تابستان ۱۳۹۹، شماره پیاپی ۱۱
صفحات ۱۰۸- ۹۱ (DOI): 10.22091/JEMSC.2018.1272
JEMSC.QOM
مدیریت مهندسی و رایانش نرم ۱۳۹۴

ارائه رویکرد ترکیبی نوین جهت متن‌کاوی تحلیل احساسات در توییتر با استفاده از درخت تصمیم CART *

نصیر طیرانی نجاران [۱]
مهرداد جلالی [۲]

چکیده

با گسترش شبکه‌های اجتماعی به عنوان اجتماعات مجازی و استفاده روزافزون از آن‌ها، حجم انبوهی از نظرات کاربران در ارتباط با موضوعات مختلف پدید می‌آید. در نتیجه، به کارگیری تکنیک‌های علمی نوین جهت تحلیل این شبکه‌ها ضروری به نظر می‌رسد. متن‌کاوی به عنوان یک راهکار مؤثر، به دنبال کشف دانش از متون می‌باشد. در این مقاله، رویکردی نوین از ترکیب همزمان دو روش یادگیری ماشین و مبتنی بر واژگان جهت متن‌کاوی تحلیل احساسات در توییتر ارائه شده است. برای بهبود متن‌کاوی تحلیل احساسات، و دسته‌بندی داده‌ها از درخت تصمیم CART به عنوان روش یادگیری ماشین، و برای کاوش دقیق‌تر در نوع احساسات بیان شده در توییت‌ها از لیست الگوریتم SentiStrength به عنوان روش مبتنی بر واژه، استفاده شده است. ویژگی منحصر به فرد CART، تحلیل ساختار داده پیچیده است که با توجه به ورودی مسئله می‌تواند عملیات مربوط به رگرسیون، همچنین دسته‌بندی داده‌ها را انجام دهد. توانمندی الگوریتم SentiStrength در تشخیص احساسات، موجب تحلیل دقیق احساسات موجود در توییت‌ها گردیده است. نتایج پیاده‌سازی جهت تشخیص احساسات توییت‌ها، در اغلب شاخص‌ها بهبود دسته‌بندی را نشان می‌دهد.

واژه‌های کلیدی: *تحلیل احساسات، درخت تصمیم CART، شبکه‌های اجتماعی، لیست الگوریتم SentiStrength، متن‌کاوی*

---

* تاریخ دریافت: ۹۷/۷/۴؛ تاریخ پذیرش: ۹۷/۱۰/۲۹.

۱. کارشناس ارشد، مهندسی کامپیوتر نرم افزار، دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد مشهد، مشهد، ایران (نویسنده مسئول)
nr.tayarani@gmail.com
۲. استادیار گروه مهندسی کامپیوتر نرم افزار، دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد مشهد، مشهد، ایران
Jalali@mshdiau.ac.ir

مقدمه

تحلیل شبکه‌های اجتماعی[1] که گاهی به اختصار SNA هم گفته می‌شود به معنای فرآیند بررسی و ارزیابی ساختارهای یک شبکه اجتماعی به عنوان یک زمینه مهم تحقیقاتی در داده‌کاوی و استخراج اطلاعات مفید برای به دست آوردن یک الگوی رفتاری و بهره‌برداری از آن جهت کاربردهای علمی، تجاری، تحقیقاتی، توسعه و غیره می‌باشد. تحلیل شبکه‌های اجتماعی با استفاده از دانش ریاضی و نظریه گراف‌ها، شکلی بسیار علمی و ساختار یافته به خود گرفته است.

احساسات همواره از دیرباز جنبه مرموز و ناشناخته انسان‌ها بوده و جایگاه مهمی در حیات اجتماعی افراد دارا می‌باشد. پرداختن به احساسات و عواطف به ضرورتی بنیادین در تعاملات انسانی تبدیل شده و تحلیل رفتار کاربران بدون در نظر گرفتن احساسات و عواطف آن‌ها ناقص بوده و ارزش چندانی ندارد. بنابراین، اهمیت تحلیل احساسات کاربران شبکه‌های اجتماعی بیش از پیش نمایان شده است. وبسایت‌های شبکه‌های اجتماعی، پنجره‌ای رو به اجتماعات مجازی جدیدی می‌گشاید که در آن کاربران عقاید خود را به راحتی مطرح می‌کنند (بامر و سینکلار و تاملینسون، ۲۰۱۰). این وبسایت‌ها یک رسانه قدرتمند را برای ارتباطات و اشتراک عقاید فراهم می‌آورد (سورنسن، ۲۰۰۹). محبوب‌ترین این وبسایت‌ها توییتر، فیس‌بوک، مای‌اسپیس و لینکداین می‌باشند که در آن کاربران با پیوستن به اجتماعات مجازی به بحث و تبادل نظر با یکدیگر می‌پردازند (اوانز و کایرم و پیرولی، ۲۰۱۰). یکی از بزرگترین مزایای استفاده از شبکه‌های اجتماعی حذف فاصله جغرافیایی بین آن‌ها است (لی و لی و خان و قانی، ۲۰۱۱).

توییتر به عنوان یک شبکه اجتماعی فراگیر و در دسترس برای عموم، نقش بسیار پررنگی در بیان احساسات و عقاید طیف وسیعی از کاربران اینترنت و شبکه‌های اجتماعی در سالیان اخیر ایفا کرده است. به تازگی، تحلیل احساسات در توییتر به یکی از حیطه‌های جذاب تحقیقاتی تبدیل شده است. توییتر یکی از محبوب‌ترین بسترهای میکروبلاگ است

1 Social Network Analysis

که در آن کاربران می‌توانند افکار و عقاید خود را انتشار دهند. تحلیل احساسات در توییتر بر اساس تحلیل توییت‌ها بر مبنای عقاید مطرح شده در آن صورت می‌پذیرد. دسته‌بندی و تحقیق بر روی نظرات استخراج شده درباره یک موضوع مشترک، نتایج قابل توجهی را در بر خواهد داشت. علاوه بر این، فیلدهای مرتبط با موضوع تحلیل احساسات در توییتر مانند بازیابی عقاید در توییتر، دنبال کردن احساسات در طول زمان، تشخیص کنایه‌ها و طنز، تشخیص احساسات، تفسیر مفاهیم با توجه به موقعیت جغرافیایی کاربران و تعریف توییت احساسی نیز از اهداف تحلیل احساسات در توییتر است. موضوعی که امروزه مورد بحث قرار گرفته است این است که تحلیل بازخوردهای مربوط به احساسات منتشر شده در توییتر رابطه مستقیمی با موضوعات اجتماعی روز در جامعه دارد. بنابراین دقت در انتخاب جامعه هدف و کلمات احساسی مرتبط حتماً باید مد نظر باشد. در این بخش، یک توییت به عنوان نمونه جهت نشان دادن اجزاء موجودیت، ویژگی و بار احساسی یک توییت مورد بررسی مختصر قرار گرفته است تا بتوان با مفهوم موجودیت و بار احساسی در تحلیل احساسات در توییتر آشنا شد.

یک تعریف کامل از تحلیل احساسات که در (لیو و ژانگ، ۲۰۱۲) بیان شده است، احساسات را در قالب یک موجودیت معرفی می‌کند. یک عقیده به صورت یک پنج گانه $(e_i, a_{ij}, s_{ijkl}, h_k, t_l)$ نمایش داده می‌شود که در آن e_i نام موجودیت، a_{ij} جنبه مورد اشاره به e_i، s_{ijkl} احساسات مربوط به جنبه a_{ij} از موجودیت e_i، h_k شخص نظر دهنده و t_l زمانی که نظر توسط h_k مطرح شده است را نشان می‌دهد. برای فهم ساده‌تر بخش‌های این پنج‌گانه، توییت زیر را که توسط کاربری به نام Helen در تاریخ ۲۰۱۵/۰۶/۱۰ منتشر شده است، تشریح می‌شود.

"The picture quality of my new Nikon V3 camera is great."

در این مثال، «Nikon V3» موجودیتی است که نظر بر آن اعمال شده، « picture quality» جنبه‌ای است که بر موجودیت اشاره می‌کند، احساسات مطرح شده در این توییت «مثبت» است. شخصی که احساسات خود را نشان داده «Helen» می‌باشد و در نهایت

زمان توییت «2015.06.10» است. پنج‌گانه‌ای که این نظر را نشان می‌دهد به صورت زیر می‌باشد که بعد از تحلیل احساسات بدست می‌آید.

(Nikon_V3, picture_quality, positive, Helen, 2015.06.10)

تشخیص احساسات در توییتر کار ساده‌ای به شمار نمی‌رود و تفاوت‌های قابل توجهی با تحلیل احساسات در دیگر متن‌های معمولی موجود در وب، مانند وبسایت‌ها، وب‌نوشت‌ها، اخبار و انجمن‌ها دارد (سرانو-گوئررو و اولیواس و رومر و هررا-ویدما، ۲۰۱۵). مهم‌ترین چالش‌های تحلیل احساسات در توییتر، در ادامه بررسی می‌گردند. یکی از اصلی‌ترین چالش‌های تحلیل توییت‌ها، طول متن (تعداد کاراکتر توییت) است. یکی از ویژگی‌های منحصر به فرد توییتر کوتاه بودن طول پیام‌های آن است که حداکثر می‌تواند ۲۸۰ کاراکتر باشد. این امر موجب می‌شود تا تحلیل احساسات در توییتر با تحلیل احساسات در دیگر بسترهای تحت وب مانند وبسایت‌ها و وبلاگ‌ها متفاوت باشد. چالش بعدی استفاده از زبان مخفف و اصطلاحات خلاصه شده می‌باشد. با توجه به محدودیت طول متن و غیررسمی بودن ارتباطات در توییتر، کاربران از مختصات متنی خاصی استفاده می‌کنند؛ مانند تأکید بینهایت، تأکید طولی، اختصارنویسی، همچنین اصطلاحات عامیانه و واژه‌های جدید (جیاچانو و کریستانی، ۲۰۱۶). از دیگر چالش‌های عمده در تحلیل احساسات در توییتر می‌توان به محتوای چندزبانه[1] اشاره کرد. محتوای چندزبانه به این شکل بیان می‌شود که توییت‌ها در طیف وسیعی از زبان‌ها نوشته می‌شوند، و گاهی اوقات نیز چند زبان با هم ترکیب می‌شوند (مانند حالت به اصطلاح فینگلیش که زبان فارسی را با حروف انگلیسی می‌نویسند). سختی تشخیص یک زبان به علت کوتاه بودن برخی از این توییت‌ها افزایش می‌یابد.

هدف تحلیل احساسات در شبکه‌های اجتماعی، استفاده از الگوریتم‌های کامپیوتری به منظور استخراج احساسات از داده‌های بزرگ[2] موجود در وب می‌باشد. برای این منظور

1. Multilingual Content
2. Big Data

از تکنیک‌های یادگیری ماشین برای دسته‌بندی احساسات، همچنین از روش‌های مبتنی بر واژه برای تحلیل دقیق‌تر احساسات دسته‌بندی شده استفاده می‌گردد.

پیشینه پژوهش

به دلیل محدودیت طول متن در توییتر، توییت‌ها عمدتاً شامل یک جمله هستند در نتیجه تحلیل احساسات در توییتر فقط در دو سطح جمله و موجودیت بررسی می‌شود. این روش‌ها به طور کلی در چهار کلاس یادگیری ماشین، مبتنی بر واژه، مبتنی بر گراف و ترکیبی معرفی می‌شوند که به عنوان «کلاس‌بندی تحلیل احساسات در توییتر» مشخص شده‌اند.

یادگیری ماشین

رویکردهای یادگیری ماشین با به کارگیری روش‌های یادگیری ماشین و چند ویژگی متفاوت دیگر، یک کلاس‌بند می‌سازند تا بتوانند توییت‌هایی که یک ایده یا یک احساس خاص را بیان کرده‌اند، شناسایی نمایند.

مرجع (کارالامپاکیس و اسپاثیس و کوئیزلیس و کرمانتیس، ۲۰۱۶) یک طرح طبقه‌بندی برای تشخیص طنزپردازی در توییت‌های سیاسی را بررسی می‌نماید. فرضیه‌ای مطرح می‌شود که ثابت می‌کند توییت‌های سیاسی طنزآمیز می‌تواند نتایج انتخابات را پیش‌بینی کند. مفهوم تشخیص طنز بر پایه برداشت‌های ذهنی است لذا صرفاً اتکا به روش‌های انسانی نمی‌تواند یک راهکار مناسب باشد. روش پیشنهادی بر پایه داده‌های محدودی است که برچسب‌گذاری شده‌اند و از راهکاری نیمه نظارتی استفاده می‌کند. این راهکار از روش‌های یادگیری جمعی استفاده کرده و شامل داده‌های برچسب‌گذاری شده و برچسب‌گذاری نشده می‌باشد. نتایج دریافت شده از روش نیمه نظارتی با روش‌های قبلی که از راهکارهای نظارتی استفاده می‌کردند، مقایسه شده‌اند. رویکرد اصلی این روش، شناسایی طنز به وسیله کلاس‌بندی متون می‌باشد و نحوه مشخص شدن طنز بودن یا نبودن یک متن کاملاً دودویی است. در این روش به هر توییت ۵ ویژگی بر اساس ساختار جمله

تخصیص داده شده است. بعضی از این ویژگی‌ها برای تشخیص عدم توازن و برخی دیگر برای موارد غیرمنتظره طراحی شده‌اند. ویژگی‌های دیگری نیز برای یافتن الگوهای رایج در ساختار توییت‌های طنز طراحی شده‌اند (مانند نوع نقطه گذاری، شکلک‌ها یا طول متن). نتایج این مقاله نشان می‌دهد دقت این روش در الگوریتم‌های با ناظر ۸۲ درصد، و نیز امتیاز «F» آن ۷۹ درصد می‌باشد، همچنین در الگوریتم‌های نیمه نظارتی میزان دقت ۸۳ درصد و امتیاز «F» در آن ۷۴ درصد بوده است.

مبتنی بر واژه

رویکردهای مبتنی بر واژه نیز از یک لیست از پیش ساخته شده دستی یا خودکار استفاده می‌کنند تا واژگان مثبت یا منفی در یک توییت را تشخیص داده و قطبیت پیام را شناسایی کند.

مرجع (دلوال و باکلی و پاتوگلو و کای و کاپاس، ۲۰۱۰) به عنوان یکی از معروف‌ترین و قدرتمندترین رویکردهای مبتنی بر واژه معرفی شده است. الگوریتم‌هایی که به شناسایی احساسات و قدرت احساسات می‌پردازند، نیازمند درک نقش شکلک‌ها در ارتباطات غیر رسمی هستند. در مرجع (دلوال و باکلی و پاتوگلو و کای و کاپاس، ۲۰۱۰) بیانی برای حل این مشکل پیشنهاد شده است. الگوریتم SentiStrength برای استخراج قدرت احساسات از متن‌های غیر رسمی انگلیسی با استفاده از یک روش جدید بر اساس گرامر و ساختار هجی ارائه شده است. SentiStrength با استفاده از چند روش نوین به شکل همزمان، به استخراج احساسات مثبت و منفی می‌پردازد. SentiStrength از یک واژه‌نامه کلمات احساسی به همراه یک مقیاس قدرت احساسی به شکل عددی، استفاده می‌کند. این الگوریتم از یک واژه‌نامه کامل از کلمات احساساتی تشکیل شده است که به هر کلمه احساسی بسته به میزان شدت احساسات آن لغت، به آن امتیاز ۵+ الی ۵- می‌دهد. یعنی به هر واژه امتیازی مابین ۵+ (بیشترین امتیاز برای احساسات مثبت) الی ۵- (بیشترین امتیاز برای احساسات منفی) اختصاص می‌دهد. الگوریتم SentiStrength از نظرات شبکه

MySpace توسعه پیدا کرده است. رویکرد این مقاله بهبود و توسعه نوین تحلیل احساسات نسبت به رویکردهای یادگیری ماشین برای بهینه‌سازی وزن‌دهی به احساسات، روش‌هایی برای استخراج احساسات از کلمات غیراستاندارد در متن‌های غیررسمی و یک روش اصلاح ساختار کلمات می‌باشد. هسته اصلی این الگوریتم لیست کلمات احساسی بر مبنای قدرت آن‌هاست که شامل ۲۹۸ کلمه مثبت، و ۴۶۵ کلمه منفی، از قدرت ۲ الی ۵ می‌باشد. سپس قدرت تشخیص لیست مذکور به وسیله یک الگوریتم آموزش‌پذیر بهبود پیدا کرده است. همچنین این الگوریتم چندین بار تمام کلمات را بررسی کرده، و تا زمانی که میزان احساسات هیچ کلمه‌ای تغییر نکرده باشد، این روال را ادامه می‌دهد. به عنوان مثال برای استفاده از شکلک قلب (♥) قدرت احساسی کمتری نسبت به استفاده از کلمه «*Love*» در نظر گرفته است (به این علت که استفاده از شکلک نسبت به کلمه احساسی بسیار رایج‌تر است). همچنین به کلمه «Miss» احساس مثبت و منفی با قدرت ۲ تخصیص داده شده است؛ زیرا با وجود این که این کلمه به طور ذاتی یک واژه منفی است اما می‌تواند بار احساسی مثبت نیز داشته باشد، به عنوان مثال در جمله « *I Miss You!* » هم بار احساسی غمگین و منفی و هم بار احساسی عاشقانه و مثبت نیز دارد. یک الگوریتم اصلاح هجی نیز برای اصلاح کلمات کشیده و کلماتی که یک یا چند حرف آن حذف شده‌اند، استفاده شده است. برای مثال کلمه «*Hello*» هم به صورت «*Helllooo*» و هم به صورت «*Hli*» نوشته می‌شود. همچنین، یک لیست نیز وجود دارد از کلمات تشدید کننده که احساسات یک کلمه منفی یا مثبت را زیاد می‌کند. مانند کلمه «*Very*» که بار مثبت کلمه را یک واحد زیاد می‌کند و کلمه «*Some*» که از بار منفی کلمه یک واحد می‌کاهد. یک لیست از کلمات نفی نیز وجود دارد که بار احساسی جمله را معکوس می‌کند. به عنوان مثال کلمه «*Very Happy*» بار احساسی مثبت با قدرت ۴ دارد که کلمه نفی «*Not*» بار احساسی آن را منفی با قدرت ۴ می‌کند. همچنین حروف تکرارشونده نیز در بار احساسی مثبت و منفی کلمه به میزان یک واحد تأثیر دارد. برای مثال بار احساسی کلمه «*Niice*» یک واحد تأثیر مثبت بیشتری نسبت به کلمه «*Nice*» دارد. در کلمات سوالی نیز تأثیر وجود یک کلمه منفی

در نظر گرفته نشده است. به عنوان مثال در مورد سوال «*Are you Angry?*» با وجود این که کلمه احساسی «Angry» را در خود دارد اما به علت سوالی بودن جمله بار احساسی منفی آن حذف شده است. در نهایت با اضافه شدن موارد فوق به الگوریتم SentiStrength دقت کلاس‌بند به ۶۰/۶ درصد در تشخیص کلمات مثبت و ۷۳/۵ درصد در کلمات منفی رسیده است که در مقایسه با الگوریتم‌های پرکاربرد یادگیری ماشین و کلاس‌بندی از جمله SVM، J48 و NB از دقت بیشتری برخوردار می‌باشد.

مبتنی بر گراف

در مقابل روش‌های یادگیری ماشین و مبتنی بر واژه که به هر نوع از متنی اعمال می‌شوند، روش‌های مبتنی بر گراف به دنبال یافتن راهکاری برای پیدا کردن روابط بین کاربران در شبکه‌های اجتماعی هستند. رویکردهای مبتنی بر گراف با تشکیل گرافی از ارتباط کاربران و کاوش در ویژگی‌های شبکه‌های اجتماعی سعی در بالا بردن کارایی تحلیل احساسات در توییتر دارند.

مرجع (لوئترو-اوترو و کوردرو-گوتیئرز، ۲۰۱۶) به بررسی گراف نفوذ کاربران در توییتر برای کشف مشخصات توییت‌ها توسط PIAR می‌باشد. PIAR یک ابزار تحقیقاتی داده‌کاوی مخصوص است که توسط دانشگاه سالامانکای اسپانیا معرفی گردیده است. در واقع این ابزار، تلفیقی از تئوری گراف و تئوری نفوذ می‌باشد. در این مدل پیشنهادی، مقایسه ضریب نفوذ، بر مبنای استفاده از برچسب‌های بیشتر و تعداد کلمات کمتر در توییت‌ها، بوده است. نتایج منتشر شده نشان می‌دهد چگونه افراد تأثیرگذار در شبکه‌های اجتماعی نظرات خود را ابراز کرده‌اند و چه رفتاری از خود نشان می‌دهند. همچنین بیانگر این است که توییت‌های این افراد چه تأثیری بر رفتار و احساسات جمعی دارد. یکی از زمینه‌های تحقیقاتی در حوزه میکروبلاگ‌ها، برندسازی و بازاریابی ویروسی است که به آن بازاریابی شبکه‌های اجتماعی یا اصطلاحاً e-WoM [1] گفته می‌شود. در این رویکرد پنج

1. Electronic Word-Of-Mouth

فرضیه برای شناسایی افراد بانفوذ و اثرگذار در توییتر مطرح می‌شود که می‌تواند گراف بزرگی از کاربران را تشکیل دهند و بر عقاید آن‌ها تأثیر بگذارند. پنج فرضیه برای تشخیص افراد پرنفوذ ارائه شده است. در نهایت برای محاسبه ضریب نفوذ یک شخص در توییتر از ابزار Klout استفاده می‌شود. Klout یک ابزار شناخته شده در این زمینه است که از تمام شبکه‌های اجتماعی برای امتیازدهی به میزان نفوذ یک شخص استفاده می‌کند. این امتیاز به شکل عددی بین ۰ تا ۱۰۰ داده می‌شود. از ابزار PIAR استفاده شده تا به کمک تئوری گراف، یک جامعه مجازی پیرامون موضوعات مربوط به دو شرکت خودروسازی مطرح ژاپنی ایجاد نماید. زمانی که یک کاربر توییتی در این زمینه را بازتوییت نموده و یا به آن واکنش نشان می‌دهد، این ابزار یک لینک ارتباطی بین این دو برقرار می‌نماید. در این رویکرد تمام توییت‌هایی که در آن‌ها کلمه تویوتا و یا نیسان وجود داشتند، استخراج گردیده است. در مجموع از ۳۸۵۳ کاربر توییتر که در بازه زمانی ۱۳ الی ۲۵ آوریل سال ۲۰۱۵ توییت کرده بودند، بیش از ۳۰۰۰۰ توییت استخراج شد. نتایج نشان می‌دهد که فرضیات مطرح شده، در تشخیص افراد بانفوذ کاملاً موثر عمل کرده است.

ترکیبی

روش‌هایی با رویکرد ترکیبی نیز وجود دارند که با به کارگیری روش یادگیری ماشین و رویکرد مبتنی بر واژه قصد دارند به کارایی بالاتری در تحلیل احساسات دست پیدا کنند. محققین زیادی در سالیان اخیر روش‌های یادگیری ماشین و رویکرد مبتنی بر واژه را ترکیب کرده‌اند.

مرجع (سیف و فرناندز و آلانی، ۲۰۱۶) الگوریتم SentiCircles را معرفی می‌کند که یک تحلیلگر ترکیبی احساسات در توییتر است. بر خلاف رویکردهای عمومی که از روش‌های ایستا استفاده می‌کنند و برای هر کلمه قطبیتی مشخص دارند، SentiCircles با استفاده از یک الگوی رخداد کلمات در متن توییت‌ها، احساسات آن‌ها را تشخیص داده، قدرت و قطبیت هر کلمه را مشخص می‌کند. نتایج نشان داده که این روش توانسته

شاخص‌های دقت و امتیاز «F» را در زمینه تشخیص قطبیت احساسات بهبود ببخشد. مزیت این روش شـــامل، معرفی یک رویکرد ترکیبی جدید با به کارگیری SVM به عنوان روش یادگیری ماشین و رویکرد مبتنی بر واژگان استفاده شده است. این الگوریتم با استفاده از نمایش متنی کلمات، به نام SentiCircles نامگذاری شده است. این رویکرد قابلیت گرفتن معنای پنهان کلمات را با توجه به الگوی رخداد آن‌ها دارد. از مجموعه داده STS-Gold، که یک مجموعه داده برای مقایسه تحلیل احساسات می‌باشد به عنوان مجموعه داده پایه و بدون عنوان استفاده گردیده است.

نتایج پیاده سازی در دو سطح موجودیت و توییت بررسی شده است، که در هر سطح به کشف قطبیت احساسات در توییت می‌پردازد. در سطح موجودیت‌ها، نتایج در قسمت تشخیص قطبیت، بهبود ۱/۵ درصدی در امتیاز «F» و ۲/۵ درصدی در دقت، و همچنین در سطح توییت، و در بخش تشخیص قطبیت بهبود ۴ درصدی در امتیاز «F» و ۳ درصدی در دقت را نشان می‌دهد.

در مرجع (ژانگ و گوش و دهیل و هســـو و لیو، ۲۰۱۱) یک روش ترکیبی برای تحلیل احساسات در توییتر ارائه شده است. در این روش به هر موجودیت بر اساس شباهت به کلمه و احساساتی که نسبت به آن توییت شده است، یک امتیاز تخصیص می‌دهد. در این مقاله یک الگوریتم مبتنی بر قانون[1] استفاده شده است که قضاوت، نفی و اصطلاحات را نیز در مقایسه‌ها در نظر می‌گیرد. علاوه بر این از مربع کای[2] برای افزایش داده‌های مرتبط و بهبود میزان بازخوانی بهره گرفته شده است. در انتها از کلاس‌بند SVM برای تشخیص و تعیین میزان قطبیت احساسات استفاده گردیده است.

یک روش جالب دیگر در (قیاسی و اسکینر و زیمبرا، ۲۰۱۳) ارائه شده است. در این روش شبکه‌های عصبی مصنوعی پویا با n-gram ترکیب شده است. هدف آن شناسایی شـــکلک‌ها و توییت‌هایی اســـت که شـــامل کلمات «*Love*» و «*Hate*»، و مترادف‌های آنان می‌باشد. این هدف با به کارگیری کلاس‌بند SVM و روش شبکه‌های عصبی مصنوعی پویا

1. Rule-Based
2. Chi-Square

دنبال می‌گردد. نتایج مقایسه نشان داده است که روش شبکه‌های عصبی مصنوعی پویا از SVM کارایی بهتری دارد.

روش‌شناسی پژوهش

تحلیل احساسات با استفاده از CART

در این بخش به معرفی رویکرد پیشنهادی و بیان مراحل آن پرداخته می‌شود. ابتدا موضوع پیش‌پردازش داده‌ها و اهمیت آن در پردازش نهایی بیان می‌گردد. سپس روش‌ها و الگوریتم‌های مورد استفاده جهت متن‌کاوی تحلیل احساسات توضیح داده می‌شوند. در انتها جزئیات مربوط به روش پیشنهادی به صورت کامل معرفی شده و فازهای عملیاتی آن نیز به همراه شبه کد مربوطه، ارائه می‌گردند.

عملیات پیش‌پردازش توییت‌ها

هدف از انجام پیش‌پردازش داده‌ها، به دست آوردن ویژگی‌های مناسب از آن‌ها می‌باشد. به منظور تغییر شکل در داده‌های موجود، پردازش‌هایی بر روی توییت‌ها انجام می‌پذیرد. پیش‌پردازش در متن‌کاوی توییتر نیز بسیار حائز اهمیت است زیرا از حجم بسیار زیاد توییت‌هایی که مرتبط نیستند می‌کاهد و به افزایش دقت تحلیل احساسات در یک موضوع خاص کمک شایانی می‌کند. پیش‌پردازش شامل فرآیند تمیز کردن و آماده‌سازی متن توییت‌ها به منظور انجام پردازش نهایی بر روی آن‌ها می‌باشد. متون الکترونیکی از جمله توییتر شامل مقداری زیادی نویز، کلمات بی‌ارزش، کلمات واسط، سمبل‌ها و نشانه‌ها و حتی تبلیغات است که پاکسازی و پیش‌پردازش آن‌ها تأثیر مستقیمی روی ورودی‌های سیستم پردازشی جهت دسته‌بندی یا طبقه‌بندی داده‌ها خواهند داشت. همچنین در سطح طبقه‌بندی کلمه، بسیاری از کلمات جهت‌گیری معنایی خاصی ندارند که نگه داشتن این کلمات باعث افزایش ابعاد کار و در نتیجه اثرگذاری روی صحت و دقت پردازش نهایی می‌گردند. به منظور کسب اطلاعات مناسب، نگهداری کلمات صحیح و رسیدن به حداقل نویز در داده‌ها، باید از روش‌های پیش‌پردازش صحیح استفاده نمود. ویژگی‌ها در زمینه

تجزیه و تحلیل احساسات در توییتر شامل کلمات، عبارات و یا اصطلاحات می‌باشند که به شدت بر جهت‌گیری نظرات و عقاید به سمت مثبت و منفی اثر می‌گذارد و به شکل کلی تأثیر بیشتری روی احساسات کل متن خواهند گذاشت.

روال تعیین توییت‌های مرتبط

پس از انجام مرحله پیش‌پردازش بر روی حجم زیادی از توییت‌ها در مجموعه داده، توییت‌های قابل استفاده جهت متن‌کاوی به دست می‌آیند. مرحله بعدی جداسازی توییت‌های مرتبط (با موضوع مربوطه) از بین توییت‌های موجود در مجموعه داده است. برای دسته‌بندی علاقه‌مندی موضوعات مرتبط با رشته مهندسی کامپیوتر، گرایش‌های این رشته در ۴ دسته پیشنهادی مهندسی نرم‌افزار، هوش مصنوعی، برنامه‌نویسی و شبکه‌های کامپیوتری مورد بررسی قرار گرفته است. در ادامه برای هر کدام از این گرایش‌ها تعدادی زیردسته (حدود ۶۰ زیردسته) در نظر گرفته شده است. این زیردسته‌ها با مطالعه روی کلید واژه‌های موجود در مقالات، بررسی چارت‌های دانشگاهی و اطلاعات عمومی راجع به رشته مهندسی کامپیوتر به دست آمده است. با کمک لیست تهیه شده از علاقه‌مندی‌های مربوط به رشته مهندسی کامپیوتر، استخراج توییت‌های مرتبط با آن، از مجموعه کل توییت‌ها صورت می‌گیرد. در مرحله بعد با استفاده درخت تصمیم CART، تحلیل مربوط به طبقه‌بندی احساسات بر روی توییت‌های انتخابی انجام گرفته و توییت‌ها با احساسات مشابه دسته‌بندی می‌گردند. در واقع روش ترکیبی با استفاده همزمان از هر دو روش یادگیری ماشین و روش مبتنی بر واژه به تشخیص احساسات درون توییت‌ها و دسته‌بندی آن‌ها می‌پردازند.

فازبندی الگوریتم ترکیبی پیشنهادی جهت متن‌کاوی تحلیل احساسات در توییتر به شرح زیر است.

- فاز اول، پیش‌پردازش: به علت حجم بالای توییت‌های موجود در مجموعه داده، همچنین گستردگی طیف زبان‌ها، نظرات و جملات داخل توییت‌ها، انجام یک پیش‌پردازش در جهت بالابردن دقت تحلیل احساسات الزامی است.

- فاز دوم، دسته‌بندی توییت‌های مرتبط: هدف تحلیل احساسات از این مجموعه، تعیین احساسات مربوط به رشته مهندسی کامپیوتر می‌باشد که با تهیه لیست علاقه‌مندی‌های مربوط به آن، توییت‌هایی مرتبط با این رشته از مجموعه کل توییت‌ها استخراج می‌گردد.
- فاز سوم، تحلیل احساسات: پس از انجام دو فاز فشرده اکنون مجموعه داده خالص از توییت‌های مورد نظر به دست آمده است. روش ترکیبی به کمک درخت تصمیم CART و مجموعه کلمات لیست الگوریتم SentiStrength به تحلیل و طبقه‌بندی احساسات در توییت‌ها می‌پردازند.

شکل (۱) شبه کد روش پیشنهادی را نشان می‌دهد.

1	**Phase 1: Preprocessing**
2	**Input**: Dataset
3	**Output**: Optimize Tweets
4	Tweet Tokenization
5	Stop Words Removal
6	Symbol Removal
7	Spell Correction
8	Stemming
9	**Phase 2: Classification**
10	**Input**: Optimize Tweets
11	**Output**: Computer Tweets
12	Classification Tweets With Computer List
13	**Phase 3: Sentiment Analysis**
14	**Input**: Computer Tweets
15	**Output**: Sentiment Analysis Tweets
16	Sentiment Analysis With CART Decision Tree By Using SentiStrength Algorithm List

شکل ۱. تحلیل احساسات با استفاده از درخت تصمیم CART

همان‌طور که بیان شد، پس از انجام این سه فاز، تحلیل احساسات (مرتبط با رشته مهندسی کامپیوتر) از درون توییت‌ها صورت می‌پذیرد.

شاخص‌های ارزیابی تحلیل احساسات

تحلیل احساسات در توییتر را می‌توان به عنوان یک مسئله کلاس‌بندی در نظر گرفت که هدف اصلی آن، کلاس‌بندی عقاید و احساسات منتشر شده در توییتر به دو دسته مثبت

و منفی است. برای تحلیل احساسات شاخص‌های ارزیابی متداول به صورت صحت (Accuracy)/ دقت (Precision)/ بازخوانی (Recall)/ و امتیاز «F» (F-Score) می‌باشد. همچنین امتیاز «F»، یک نوع میانگین بین پارامتر P (دقت) و پارامتر R (بازخوانی) است. P میزان دقت سیستم در میان دادهای پیش‌بینی شده و R نسبت تعداد داده‌های پیش بینی شده، به تعداد کل داده‌های مورد انتظار برای پیش‌بینی می‌باشد. مقدار امتیاز «F» را می‌توان از طریق رابطه (۱) به‌دست آورد.

$$F - Score = 2 \cdot \frac{Precision \cdot Recall}{Precision + Recall}$$ رابطه ۱)

دقت و بازخوانی شاخص‌های کاربردی در حوزه بازیابی اطلاعات هستند که میزان تناسب اسناد بازیابی شده توسط سیستم را با نیاز کاربر تعیین می‌کنند. این شاخص‌ها به صورت زیر تعریف می‌شوند.

- دقت = تعداد اسناد بازیابی شده مرتبط / تعداد کل اسناد بازیابی شده
- بازخوانی = تعداد اسناد بازیابی شده مرتبط / تعداد کل اسناد مرتبط واقعی در پایگاه داده

یافته‌های پژوهش

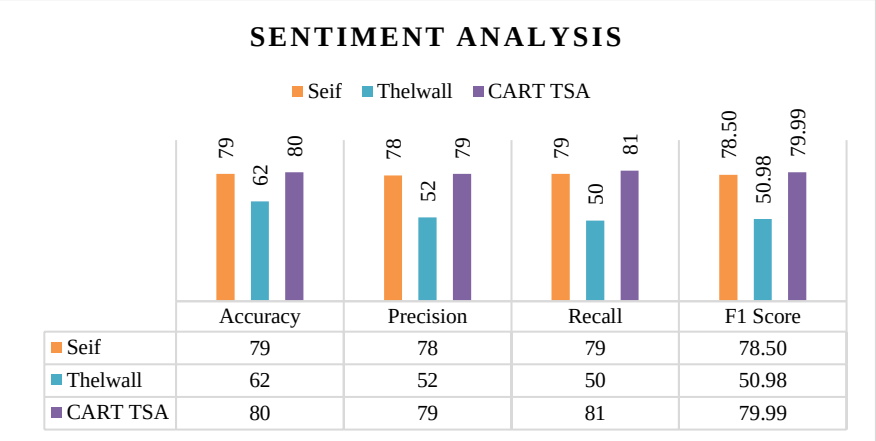
برای مقایسه پیاده‌سازی روش پیشنهادی از STS-Gold که مجموعه داده استاندارد توییتری می‌باشد، استفاده شده است.

ارزیابی و مقایسه روش پیشنهادی

از آنجا که رویکرد پیشنهادی به شکل ترکیبی به تحلیل احساسات می‌پردازد، به منظور مقایسه نتایج پیاده‌سازی روش پیشنهادی با مقالات مشابه، از (دلوال و باکلی و پاتوگلو و کای و کاپاس، ۲۰۱۰) و (سیف و فرناندز و آلانی، ۲۰۱۶) به عنوان مقالات پایه استفاده شده است.

عملکرد روش پیشنهادی در زمینه تشخیص قطبیت توییت‌ها

عملکرد حاصل از پیاده‌سازی روش پیشنهادی، در زمینه تشخیص وجود قطبیت در توییت‌ها سنجیده شده است، یعنی کارایی روش پیشنهادی در تشخیص وجود قطبیت در توییت‌ها. شاخص‌های ارزیابی حاصل از اجرای روش پیشنهادی در زمینه تشخیص قطبیت توییت‌ها به همراه جدول و نمودار مقایسه‌ای با روش‌های پایه در شکل (۱) نمایش داده شده است. بهبود در شاخص‌های دقت، صحت و به طبع آن بازخوانی در نتایج به دست آمده است. میزان بالای شاخص بازخوانی به دست آمده، بیانگر اعتماد بیشتر به نتایج است. همچنین شاخص امتیاز «F» بهبود قابل قبولی را در نتایج نشان می‌دهد.



	Accuracy	Precision	Recall	F1 Score
Seif	79	78	79	78.50
Thelwall	62	52	50	50.98
CART TSA	80	79	81	79.99

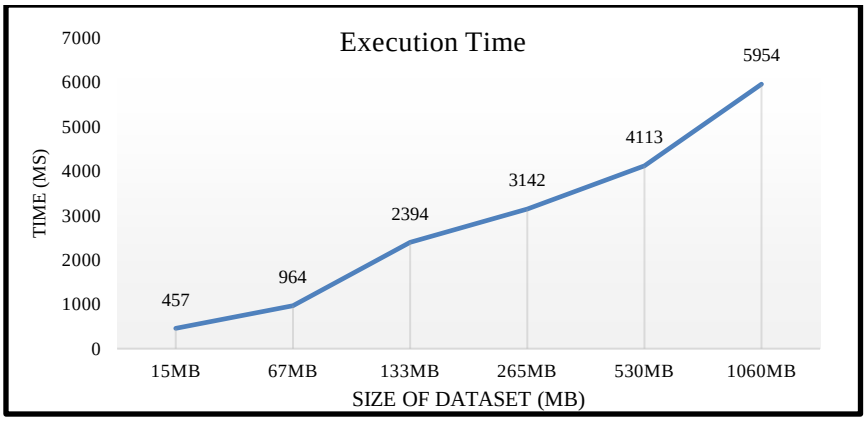
شکل ۱. جدول و نمودار مقایسه‌ای تحلیل احساسات

تحلیل زمان اجرا

تحلیل زمان اجرای یک برنامه همواره معیاری برای مقایسه میزان پیچیدگی روش پیشنهادی و بررسی میزان مقیاس‌پذیری الگوریتم‌ها هنگام کار با حجم داده‌های مختلف است. در این بخش نیز، روش پیشنهادی از منظر زمان اجرای برنامه مورد تحلیل قرار گرفته است. در واقع در مبحث داده‌کاوی تحلیل احساسات، زمان اجرا به منظور بیان مقیاس‌پذیری الگوریتم ارائه می‌گردد. هدف از ارائه زمان اجرای روش پیشنهادی نیز، بیان مقیاس‌پذیر بودن آن است و همان‌طور که در شکل (۲) مشخص است زمان اجرای برنامه با توجه به

افزایش حجم مجموعه داده افزایش نیافته است یعنی نرخ رشد قابل قبولی را نشان می‌دهد که این مهم بیانگر این موضوع می‌باشد.

البته لازم به ذکر است که به علت گستردگی موضوعات موجود در متن‌کاوی تحلیل احساسات و همچنین نوین بودن این زمینه تحقیقاتی، زمان اجرای الگوریتم صرفاً در راستای بیان مقیاس‌پذیری روش پیشنهادی به ویژه در زمینه تحلیل داده‌های بزرگ بیان می‌گردد. مقایسه حجم مجموعه داده و زمان اجرا به منظور متن‌کاوی تحلیل احساسات در توییتر در شکل (۲) بیان شده است.



شکل ۲. تحلیل زمان اجرا

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

این مقاله با هدف تجزیه و تحلیل احساسات در توییتر، تهیه شده است. در این مقاله از مجموعه داده از توییت‌های بدون عنوان استفاده شده است. جهت متن‌کاوی در این مجموعه داده، روشی پیشنهاد گردید تا تحلیل احساسات با توجه به متن‌های مرتبط با رشته مهندسی کامپیوتر انتخاب شوند. این رویکرد با استفاده از درخت CART توییت‌ها با موضوعیت گرایش‌های رشته مهندسی کامپیوتر را انتخاب و دسته‌بندی می‌کند. در ادامه به تحلیل احساسات توییت‌های انتخاب شده و نوع احساسات موجود در آن‌ها از طریق لیست

الگوریتم SentiStrength پرداخته شده است. نتایج پیاده‌سازی بیان می‌دارد شاخص‌های ارزیابی متن‌کاوی تحلیل احساسات اعم از دقت، صحت، بازخوانی و امتیاز «F» بهبود یافته‌اند. امید است که ارائه این رویکرد ترکیبی منجر به پیشبرد تحقیقات و رویکردهای مبتنی بر متن و تحلیل احساسات شود. پیشنهاد می‌شود جهت پیشبرد تحقیقات آتی با به کارگیری قواعد انجمنی برای بهینه‌سازی لیست مورد جستجو زمان اجرای الگوریتم کاهش یابد. همچنین جهت متن‌کاوی تحلیل احساسات پیشنهاد می‌گردد از ویژگی‌های دیگر شبکه‌های اجتماعی مانند لینکداین، فیس‌بوک، اینستاگرام استفاده گردد.

منابع

- Baumer, E. P., Sinclair, J., & Tomlinson, B. (2010, April). America is like Metamucil: fostering critical and creative thinking about metaphor in political blogs. *In Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems* (pp. 1437-1446). ACM.
- Charalampakis, B., Spathis, D., Kouslis, E., & Kermanidis, K. (2016). A comparison between semi-supervised and supervised text mining techniques on detecting irony in greek political tweets. *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, 51, 50-57.
- Evans, B. M., Kairam, S., & Pirolli, P. (2010). Do your friends make you smarter?: An analysis of social strategies in online information seeking. *Information Processing & Management*, 46(6), 679-692.
- Ghiassi, M., Skinner, J., & Zimbra, D. (2013). Twitter brand sentiment analysis: A hybrid system using n-gram analysis and dynamic artificial neural network. *Expert Systems with applications*, *40*(16), 6266-6282.
- Giachanou, A., & Crestani, F. (2016). Like it or not: A survey of twitter sentiment analysis methods. *ACM Computing Surveys (CSUR)*, 49(2), 28.
- Lahuerta-Otero, E., & Cordero-Gutiérrez, R. (2016). Looking for the perfect tweet. The use of data mining techniques to find influencers on Twitter. *Computers in Human Behavior*, 64, 575-583.
- Li, J., Li, Q., Khan, S. U., & Ghani, N. (2011, June). Community-based cloud for emergency management. *In 2011 6th International Conference on System of Systems Engineering* (pp. 55-60). IEEE.
- Liu, B., & Zhang, L. (2012). A survey of opinion mining and sentiment analysis. In Mining text data (pp. 415-463). *Springer, Boston, MA*.
- Saif, H., He, Y., Fernandez, M., & Alani, H. (2016). Contextual semantics for sentiment analysis of Twitter. *Information Processing & Management*, 52(1), 5-19.
- Serrano-Guerrero, J., Olivas, J. A., Romero, F. P., & Herrera-Viedma, E. (2015). Sentiment analysis: A review and comparative analysis of web services. *Information Sciences*, 311, 18-38.
- Sorensen, L. (2009, May). User managed trust in social networking-Comparing Facebook, MySpace and Linkedin. In *2009 1st International Conference on Wireless Communication, Vehicular Technology, Information Theory and Aerospace & Electronic Systems Technology* (pp. 427-431). IEEE.
- Thelwall, M., Buckley, K., Paltoglou, G., Cai, D., & Kappas, A. (2010). Sentiment strength detection in short informal text. *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, 61(12), 2544-2558.
- Zhang, L., Ghosh, R., Dekhil, M., Hsu, M., & Liu, B. (2011). Combining lexicon-based and learning-based methods for Twitter sentiment analysis. *HP Laboratories, Technical Report HPL*-2011, 89.

استناد به این مقاله: شناسه دیجیتال (DOI): 10.22091/JEMSC.2018.1272

طیرانی نجاران، نصیر، جلالی، مهرداد. (۱۳۹۷). «ارائه رویکرد ترکیبی نوین جهت متن‌کاوی تحلیل احساسات در توییتر با استفاده از درخت تصمیم CART». *مدیریت مهندسی و رایانش نرم*، ۶ (۱)، ۱۰۸-۹۱.

دوفصلنامه مدیریت مهندسی و رایانش نرم/دوره ششم، شماره ۱، بهار و تابستان ۱۳۹۹، شماره پیاپی ۱۱
صفحات ۱۲۹- ۱۰۹ (DOI): 10.22091/JEMSC.2018.1278
JEMSC.QOM
مدیریت مهندسی و رایانش نرم ۱۳۹۴

پیش‌بینی اهداء خون با استفاده از داده‌کاوی بر پایه الگوریتم‌های درخت تصمیم، KNN، SVM و MLP *

آرش فهمی حسن [۱]
محمدرضا مغاری [۲]
امیدمهدی عبادتی [۳]

چکیده

اهداء خون نقش حیاتی و حساسی در حفظ سلامت و بقاء زندگی انسان‌ها دارد. امروزه علیرغم تحولات عظیم علمی و پیشرفت‌های علوم پزشکی، هنوز تأمین کافی خون سالم یکی از چالش‌ها و دغدغه‌های مجامع پزشکی در جهان است. پیش‌بینی و برنامه‌ریزی اهداء خون به منظور حفظ و تأمین حجم خون مورد نیاز در بانک‌های خون با توجه به تنوع گروه‌های خونی و ارتباطات بین آن‌ها در طول زمان بسیار مهم و دشوار است. در این مقاله سعی شده است تا از تکنیک‌های داده‌کاوی و یادگیری ماشین به منظور پیش بینی اهداء خون استفاده شود تا بتوان در بازه‌های زمانی مختلف، حجم خون مورد نیاز بانک‌های خون را تخمین زده و تأمین نمائیم. در همین راستا از چند الگوریتم طبقه بندی در یادگیری با نظارت از جمله الگوریتم‌های درخت تصمیم، KNN، SVM و MLP برای پیش بینی استفاده شده و نتایج میزان دقت هر کدام ارائه شده است. در مجموع، عملکرد الگوریتم‌های KNN و MLP در پیش‌بینی اهداء خون از دقت بیشتری برخوردار است.

کلمات کلیدی: *داده کاوی، درخت تصمیم، شبکه عصبی مصنوعی، ماشین بردارپشتیبان، یادگیری ماشین، K- نزدیکترین همسایه*

---

* تاریخ دریافت: ۹۷/۸/۱۵؛ تاریخ پذیرش: ۹۷/۱۰/۲۸.

۱. دانشجوی کارشناسی ارشد تحقیق در عملیات، دانشکده مدیریت، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران.
std_fahmihassan@khu.ac.ir
۲. دانشجوی کارشناسی ارشد تحقیق در عملیات، دانشکده مدیریت، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران.
mr_moghari@yahoo.com
۳. استادیار گروه مدیریت فناوری اطلاعات، دانشکده مدیریت، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران. (نویسنده مسئول)
ebadati@khu.ac.ir

مقدمه

اهدای خون به دلیل نقش حیاتی و حساسی که در امر حفظ سلامت و بقاء زندگی انسان دارد مورد توجه بوده و لازم است تا سازمان‌دهی‌هایی در این حوزه در سطح خرد و کلان کشور صورت بپذیرد. در جهان امروز علیرغم تحول عظیم علمی و با وجود پیشرفت‌های بزرگی که در علوم پزشکی رخ داده است، هنوز تأمین کافی خون سالم یکی از چالش‌ها و دغدغه‌های مجامع پزشکی جهان است. بشر تاکنون هیچ جایگزین مناسبی برای این ماده حیاتی نیافته است و لذا یکی از مهم‌ترین نیازهای مراکز درمانی در جهان برای نجات جان آسیب دیدگان، خون و فراورده‌های خونی سالم است.

یکی از جنبه‌های جالب در مورد خون این است که یک کالای معمولی نیست. زیرا خون ماهیت فاسد شدنی دارد (باهل و همکاران، ۲۰۱۷). بسیاری از اجزای سازنده خون عمر مفید کوتاهی دارند و نگهداری و عرضه مداوم آن‌ها همواره با مشکلاتی همراه است. با توجه به گفته صلیب‌سرخ آمریکا، عمر ماندگاری خون تقریباً ۴۲ روز است (دارویچ و همکاران، ۲۰۱۰). با این حال، چیزی که این مسئله را چالش برانگیزتر می‌سازد، رفتار تصادفی در تأمین خون است. خون اغلب به پلاکت‌ها، گلبول‌های قرمز خون و پلاسما تقسیم می‌شود که هر کدام نیازمندی‌های ذخیره و ماندگاری خود را دارند. به عنوان مثال، پلاکت باید در حدود ۲۲ درجه سلسیوس ذخیره شود در حالی که گلبول‌های قرمز خون ۴ درجه سلسیوس و پلاسما را در دمای منفی ۲۵ درجه سلسیوس نگهداری می‌کنند. علاوه بر این، پلاکت را می‌توان اغلب به مدت ۵ روز ذخیره کرد، گلبول‌های قرمز خون تا ۴۲ روز و پلاسما را تا یک سال می‌توان ذخیره نمود (باهل و همکاران، ۲۰۱۷).

امور مربوط به اهدای خون در کشورهای مختلف توسط سازمان‌های متفاوتی انجام می‌پذیرد، به عنوان مثال، در استرالیا توسط سرویس خون صلیب سرخ این کشور و در ایران توسط سازمان انتقال خون انجام می‌گیرد.

اهدای خون هنگامی رخ می‌دهد که یک فرد سالم به طور داوطلبانه مقدار مشخصی از خون خود را در یک مرکز انتقال خون هدیه می‌کند. انتقال خون در پزشکی جنبه حیاتی

دارد و در موارد خاصی توسط پزشک معالج تجویز می‌گردد. با توجه به وظایف حیاتی خون، کمبود و یا وقفه طولانی در خون‌رسانی هر فرد می‌تواند منجر به آسیب‌های وسیع در اجزای بدن شخص شود که در نهایت به مرگ یا معلولیت‌های غیرقابل برگشت منجر خواهد شد. از هر سه نفر مردم دنیا، یک نفر در طول زندگی احتیاج به تزریق خون و فرآورده‌های خونی پیدا می‌کند. بارزترین مثال برای موقعیت‌هایی که در آن نیاز واجب به خون پیدا می‌شود عبارت است از زمان بروز حوادث و سوانح گوناگونی نظیر تصادفات رانندگی، سوختگی‌ها و اعمال جراحی، همچنین خانم‌های باردار در حین زایمان، نوزادان و بخصوص نوزادان نارسی که به زردی دچار می‌شوند، بیماران سرطانی که تحت شیمی درمانی یا اشعه درمانی قرار دارند و مواردی دیگر از جمله نیازمندان به خون سالم می‌باشند.

در مراکز انتقال خون بیشتر کشورها، اطلاعات افرادی که برای اهداء خون به آنجا مراجعه می‌کنند بر اساس چندین مشخصه، جمع‌آوری و در یک پایگاه داده[1] ذخیره می‌شود. دسترسی به این اطلاعات آن هم در سطح کلان و به صورت یکپارچه، فواید و استفاده‌های بسیار زیادی در سطوح مختلف از جمله تشخیص، درمان و تصمیم‌گیری‌های کلان دارد. به طوری که این اطلاعات و سوابق باعث افزایش سرعت و کیفیت در ارائه خدمات درمانی به افراد و بیماران به خصوص در مواقع حساس و اورژانسی می‌شود. در سطوح مختلف تصمیم‌گیری نیز به منظور حفظ و تأمین حجم خون مورد نیاز در بانک‌های خون هر مرکز انتقال خون در هر منطقه، با در نظر گرفتن میزان تقاضای جاری بر اساس اطلاعات گذشته و در نظر گرفتن ظرفیت احتیاطی برای مواقع بحرانی و اتفاقات غیرمترقبه، این اطلاعات به منظور پیش‌بینی و تصمیم‌گیری مورد استفاده قرار می‌گیرند. یکی دیگر از مواردی هم که این حوزه را مهم‌تر و پیچیده‌تر می‌کند گروه‌های متنوع خونی و ارتباطاتی است که بین آن‌ها وجود دارد و با فرض این که برخی گروه‌های خونی کمیاب‌تر می‌باشند، برنامه‌ریزی اهداء کنندگان در طول زمان مهم‌تر و پیچیده‌تر می‌شود.

1 Data Base

با توجه به توضیحات ارائه شده، در این مقاله سعی شده است تا در سطوح تصمیم‌گیری مربوط به حوزه مذکور، از تکنیک‌های داده‌کاوی و یادگیری ماشین برای پیش‌بینی اهداء خون استفاده کنیم. در همین راستا از چند الگوریتم طبقه‌بندی در یادگیری با نظارت از جمله الگوریتم‌های درخت تصمیم، KNN، SVM و MLP که یکی از انواع شبکه‌های مصنوعی عصبی (ANN) است، استفاده شده و نتایج هر کدام ارائه شده است.

پیشینه تحقیق

پژوهش یو و همکاران (۲۰۰۷) با استفاده از داده‌های آماری و مدل‌سازی و آنالیز به کمک الگوریتم درخت تصمیم صورت گرفته است. مدل‌سازی انجام شده و نتیجه مدل این پژوهش، قادر به شناسایی اهداءکنندگانی است که برای اولین بار خون اهداء می‌کنند و پتانسیل تبدیل شدن به یک اهداءکننده متعهد را که دوباره برای اهداء خون مراجعه می‌کنند، دارد. این اطلاعات برای توسعه استراتژی‌های حفظ اهداءکننده به عنوان هدف مفید است. یک یافته جالب این مقاله این است که مکان اهداء خون نیز یک معیار مهم در تعیین و تشخیص اهداء مجدد خون است.

مصطفی (۲۰۰۹) به منظور کشف ابعاد متنوع الگوهای رفتاری اهداءکنندگان خون و آزمایش مؤلفه‌های مختلف جمعیت‌شناسی، شناختی و روان‌شناختی اهداء خون در مصر، از الگوریتم‌های MLP و PNN[1] استفاده نموده و با یک روش آماری استاندارد (LDA[2]) مقایسه کرده است.

مطالعه تستیک و همکاران (۲۰۱۲) از تکنیک‌های داده کاوی، روش خوشه‌ای دو مرحله‌ای و روش طبقه‌بندی درخت رگرسیون برای شناسایی الگوی ورود روزانه و ساعتی در مرکز خون یک بیمارستان استفاده کرد.

پژوهش باردواج، شارما و شریواستاوا (۲۰۱۲) با کمک روش داده کاوی و استفاده از داده‌های یک بانک خون، رسیدن به اهداف این بانک خون را تسهیل می‌کند. اهداف

1 Probabilistic Neural Network
2 Linear Discriminant Analysis

سیستم بانک اهداء خون عبارت است از: افزایش نرخ اهدای خون و موارد مرتبط، استفاده مفیدتر از خون‌های اهدا شده، سیاست‌های استفاده از اهدا کنندگان و تأسیس بانک خون‌های جدید. برای مثال تکنیک تحلیل پیش‌بینی می‌تواند برای اهداءکنندگان خون در پیش‌بینی رفتار آینده آن‌ها مورد استفاده قرار گیرد. در این مقاله اهداءکننده متغیر مستقل و خون متغیر وابسته می‌شود. سپس بر اساس داده‌های تاریخی، می‌توانیم منحنی رگرسیون متناسب را که برای پیش‌بینی رفتار اهداءکننده استفاده می‌شود، رسم کنیم. این مقاله نتیجه می‌گیرد می‌توان از تکنیک‌های داده کاوی در راستای اهداف سیستم بانک اهداء خون استفاده کرد.

عاشوری و همکاران (۲۰۱۵) در پژوهش خود با استفاده از الگوریتم‌های CHAID[1]، CART[2]، C5 و QUEST[3] به پیش‌بینی رفتار آینده اهداءکنندگان خون سالم پرداخته و عملکرد الگوریتم‌های مذکور را با یک دیگر مقایسه کرده که در بین آن‌ها الگوریتم C5 از عملکرد بهتری برخوردار بوده است.

اکبن (۲۰۱۸) در پژوهش خود با به کارگیری روش‌های داده‌کاوی بر روی داده‌های حاصل از تست خون، تست ادرار و سوابق بیماری افراد، به تشخیص بیماری مزمن کلیوی در مراحل اولیه بیماری پرداخته است، بدین صورت که ابتدا با انجام خوشه بندی به روش K-Means، بر روی داده‌ها پیش‌پردازش انجام داده است و سپس با الگوریتم‌های KNN و SVM و Naïve Bayes به شناسایی بیماری مزمن کلیوی پرداخته و عملکرد الگوریتم‌ها را مقایسه نموده است.

داده کاوی[4]

داده‌کاوی عبارت است از فرایند استخراج اطلاعات معتبر، از پیش ناشناخته، قابل فهم و قابل اعتماد از پایگاه داده‌های بزرگ و استفاده از آن در تصمیم‌گیری در فعالیت‌های

1 Chi-Squared Automatic Interaction Detector
2 Classification and Regression Tree
3 Quick Unbiased and Efficient Statistical Tree
4 Data Mining

تجاری مهم. اصطلاح داده‌کاوی به فرایند نیمه‌خودکار تجزیه و تحلیل پایگاه داده‌های بزرگ به منظور یافتن الگوهای مفید اطلاق می‌شود (خمری و بارانی، ۱۳۹۷).

به گفته برانسی و همکاران (۲۰۱۲)، اغلب عملیات و فعالیت‌های نهادهای دولتی و خصوصی در پایگاه‌داده‌های بزرگ ثبت و جمع‌آوری می‌شوند، تکنیک داده کاوی (DM) یکی از مؤثرترین گزینه‌ها برای استخراج دانش از حجم بالای داده‌ها، کشف روابط مخفی، الگوها و ایجاد قواعد برای پیش‌بینی و ارتباط دادن داده‌ها است که می‌تواند به مؤسسات در تصمیم‌گیری سریع‌تر کمک کند یا حتی به درجه بیشتری از اعتماد برساند. داده‌کاوی به معنی جستجو برای الگوهای خاص درون مجموعه داده‌های بزرگ است که بسیاری از احتمالات برای مدیران کسب وکار و تصمیم‌گیرندگان را ایجاد می‌کند. این روزها اطلاعات و دانش، امتیازات قانونی، برای شرکت‌های سلامت و کنترل اجتماعی که در جستجوی استقلال بیشتر در اقدامات خود و کاهش زمان تصمیم‌گیری هستند، استراتژیک و ضروری محسوب می‌شوند. به همین دلیل، شرکت‌های مختلف ملی و بین‌المللی در زمینه تولید، مصرف، بازار مالی، مؤسسات آموزشی و کتابخانه‌ها پیش از این در امور عادی خود، داده‌کاوی را برای نظارت بر بودجه، مصرف مشتری، جلوگیری و کشف تقلب و پیش‌بینی ریسک‌های بازار در میان دیگران، به کار گرفته‌اند (خامیس، چریوییت و کیمانی، ۲۰۱۴).

در بخش بهداشت عمدتاً بخش عمومی، کاربرد آن به عنوان روشی برای تسریع جستجوی دانش پذیرفته شده‌است. علاوه بر این، استفاده از داده‌کاوی در پایگاه‌های داده بیمارستان‌های بزرگ یا حتی در سیستم‌های اطلاعاتی سلامت عمومی به کشف روابط کمک می‌کند تا آن‌ها بتوانند بر مبنای گذشته یک پیش‌بینی از آینده داشته باشند، تا بتوانند به بهترین شکل برای کمک، تشخیص و درمان‌های پزشکی موفق بیماری‌های مختلف را شناسایی کرده و الگوهای جراحات جدید را نشان دهند (کاردوسو و مارچادو، ۲۰۰۸).

روش‌شناسی پژوهش

این پژوهش از نوع توصیفی با رویکرد کاربردی می‌باشد. طبقه‌بندی یکی از تکنیک‌های یادگیری ماشین است که به منظور پیش‌بینی کلاس داده‌ها به کار می‌رود. پیش‌بینی یعنی، آنچه که انتظار می‌رود در آینده بر اساس دانش و تجربه اتفاق بیفتد، اما نه همیشه (علم آموز و ندیمی، ۲۰۱۲)، به عبارت دیگر طبقه‌بندی به پیاده‌سازی ساختار شناخته شده بر داده‌های آزمایشی می‌پردازد (بالاکریشنان، ۲۰۱۰). در پژوهش حاضر، از روش‌های طبقه‌بندی پیشرفته‌ی الگوریتم‌های درخت تصمیم، KNN، SVM و MLP که یکی از انواع شبکه‌های مصنوعی عصبی (ANN) می‌باشد، استفاده شده است.

در این پژوهش از زبان برنامه‌نویسی پایتون[1] استفاده شده است که یک زبان برنامه‌نویسی پویا و همه‌منظوره است و در طیف وسیعی از برنامه‌های نرم‌افزاری از جمله در توسعه برنامه‌های تحت وب و برنامه‌های با قابلیت واسط گرافیکی کاربر (GUI) قابل استفاده می‌باشد. علاوه بر این، پایتون یکی از ابزارهای اصلی برای توسعه پلتفرم‌های در مقیاس داده‌های بزرگ[2] می‌باشد.

الگوریتم‌های فوق الذکر را با استفاده از زبان پایتون بر روی مجموعه داده‌های مرکز انتقال خون که شامل ۷۴۸ نمونه و ویژگی‌های تازگی، تناوب، حجم خون اهدائی، زمان اولین مراجعه افراد و یک متغیر صفر و یک می‌باشد، پیاده‌سازی و نتایج هر کدام ارائه شده است.

یافته‌های پژوهش

مجموعه داده[3]

مجموعه داده مورد استفاده در این پژوهش از سایت UCI گرفته شده و مربوط به اطلاعات پایگاه‌داده یک مرکز خدمات انتقال خون در شهر Hsin-Chu در تایوان می‌باشد. مجموعه داده شامل اطلاعات ۷۴۸ اهدا کننده خون می‌باشد و شامل پنج مشخصه

1 Python
2 Big Data
3 Data Set

R(تازگی- آخرین زمان اهداء خون)، F (تناوب- تعداد دفعات اهداء خون)، M (حجم خون اهداء شده) و T (زمان- زمان اولین مراجعه فرد برای اهداء خون) و یک متغییر باینری که نشان‌دهنده آن است که هر فرد در مارس ۲۰۰۷، خون اهداء کرده یا خیر (اهداء نموده برابر مقدار یک و در صورت عدم اهداء خون، برابر صفر).

مشخصه‌های انتخاب شده براساس مدل RFM بوده که به تحلیل رفتار و بیان تفاوت مشتریان (که در اینجا اهداءکنندگان) با استفاده از سه متغیر تازگی، تکرار و مبلغ خرید (در اینجا حجم خون اهدائی) می‌پردازد که توسط هاگز (۱۹۹۴) ارائه شده است. بر طبق نظر ریناتز و کومار (۲۰۰۰)، چانگ و تسای (۲۰۰۴) مدل RFM نمی‌تواند مشتریان دارای ارتباط بلندمدت و مشتریان دارای ارتباط کوتاه‌مدت با سازمان را مشخص نماید. آن‌ها در تحقیق خود ایده طول ارتباط مشتری را پیشنهاد می‌دهند و به بررسی تأثیر آن بر وفاداری و سودآوری مشتری می‌پردازند. آن‌ها بیان می‌کنند که افزایش طول ارتباط با مشتری، وفاداری مشتری را بهبود خواهد بخشید و این متغیر را که نشان دهنده فاصله زمانی بین اولین و آخرین مراجعه مشتری در بازه مورد مشاهده است تعریف کرده‌اند. بنابراین بُعد طول ارتباط مشتری (L) به مدل RFM اضافه می‌شود که در اغلب متون RFML و در برخی از متون از آن به عنوان RFMT یاد می‌کنند. این مدل RFML یا RFMT روشی است که برای خوشه‌بندی مشتریان در مدیریت ارتباط با مشتری (CRM) استفاده می‌شود.

در این پژوهش با به کارگیری تعدادی از الگوریتم‌های یادگیری ماشین در حوزه یادگیری با ناظر، و پیاده‌سازی آن‌ها بر روی اطلاعات به دست آمده با استفاده از مدل RFML از مرکز انتقال خون، عمل اهداء خون را در افراد، بر اساس اطلاعات در هر مشخصه پیش‌بینی کنیم و دقت پیش‌بینی هر کدام را متناسب با این مجموعه داده مشخص نمائیم. الگوریتم‌های مورد استفاده در این پژوهش شامل الگوریتم درخت تصمیم، نزدیک‌ترین همسایه (KNN)، ماشین بردار پشتیبان (SVM) و همچنین پرسپترون چندلایه (MLP) است که از الگوریتم‌های پیشخور شبکه عصبی مصنوعی می‌باشد.

ارزیابی الگوریتم‌ها

در بحث ارزیابی دقت و کارایی الگوریتم‌ها در پیش‌بینی، از جمله شـــاخص‌هایی که مورد بررسـی قرار گرفته‌اند شـامل دقت[1]، صـحت[2]، بازخوانی[3]و امتیاز F1[4] می‌باشـند که فرمول محاسبه هر کدام به شرح زیر است:

$$\text{Accuracy} = \frac{tp + tn}{tp + tn + fp + fn}$$ رابطه ۱)

$$\text{Precision} = \frac{tp}{tp + fp}$$ رابطه ۲)

$$\text{Recall} = \frac{tp}{tp + fn}$$ رابطه ۳)

$$\text{F1} - \text{score} = 2 \times \frac{\text{Precision} \times \text{Recall}}{\text{Precision} + \text{Recall}}$$ رابطه ۴)

به طوری که

tp : تعداد نمونه‌های عضو کلاس و درست تشخیص داده شده

fp : تعداد نمونه‌های عضو کلاس و اشتباه تشخیص داده شده

tn : تعداد نمونه‌های غیرعضو کلاس و درست تشخیص داده شده

fn : تعداد نمونه‌های غیرعضو کلاس و اشتباه تشخیص داده شده

که در مورد مجموعه داده اهداء خون منظور از نمونه‌های عضو کلاس، افرادی هستند که خون اهداء می‌کنند.

الگوریتم‌های مذکور با زبان برنامه‌نویسی پایتون، در نرم‌افزار spyder و با مشـخصـات پردازنـده و ورژن زبـان برنـامـه‌ریزی (Python 3.6.4 – MSC v.1900 – 64 bit – 64 AMD)، پیاده‌ســـازی شـــده و در ادامه نحوه اجرای هر کدام از الگوریتم‌ها توضـــیح داده می‌شود.

1 Accuracy
2 Precision
3 Recall
4 F1-score

الگوریتم درخت تصمیم (ID3)[1]

درخت تصمیم در داده‌کاوی مدلی است که جهت نمایش طبقه‌بندی‌ها و رگرسیون‌ها استفاده می‌شود. همان‌طور که از نام آن مشخص است، این درخت از تعدادی گره و شاخه تشکیل شده است. در درخت تصمیمی که عمل طبقه‌بندی را انجام می‌دهد، برگ‌ها بیانگر کلاس‌ها هستند. در هر یک از گره‌های دیگر (گره‌های غیربرگ) با توجه به یک یا چند صفت خاص تصمیم‌گیری صورت می‌گیرد. درخت تصمیم به دلیل سادگی و قابل فهم بودن تکنیک محبوبی در داده‌کاوی محسوب می‌شود. به عبارت دیگر درخت تصمیم خود به تنهایی همه مطالب را توصیف می‌کند و نیاز به فرد خبره‌ای نیست تا خروجی را تفسیر کند. در واقع، این یک روش گرافیکی است و بدین دلیل تفسیر آن شاید ساده‌تر از تکنیک‌های دیگر طبقه‌بندی باشد. اما به خاطر داشته باشید که داشتن تعداد گره‌های زیاد در درخت می‌تواند نمایش گرافیکی درخت تصمیم را با مشکل روبرو سازد (نوروزی طیولا، موسوی و کاظمی، ۱۳۹۶).

درخت‌های تصمیم‌گیری در بین رویکردهای یادگیری ماشین، به عنوان روش کارا و اثربخش شناخته شده‌اند و آن‌ها با موفقیت برای حل مشکلات دنیای واقعی در حوزه هوش مصنوعی به کار گرفته شده‌اند. این موفقیت به دلیل توانایی عالی آن‌ها برای حل مشکلات پیچیده از طریق نمایش‌های گرافیکی قابل خواندن توسط انسان و توسط کامپیوتر است (کوپینلان، ۱۹۸۶، ۱۹۹۳؛ بریمان و همکاران، ۱۹۸۴؛ ترابلسی، الویدی و لفوره، ۲۰۱۸).

در این الگوریتم پس از فراخوانی داده‌ها در محیط برنامه، داده‌ها را به دو بخش داده‌های آموزشی و داده‌های تست تقسیم نموده که معمولاً ۷۰٪ درصد داده‌ها را به عنوان داده‌های آموزشی و ۳۰٪ آن را به عنوان داده‌های تست در نظر می‌گیرند. در اینجا ما داده‌های تست را در چهار اندازه مختلف به کار گرفتیم و دقت پیش‌بینی را با توجه به هر کدام بدست آوردیم که در جدول (۱) قابل مشاهده است. در ادامه با فراخوانی کتابخانه scikit-learn، ساب پکیج sklearn.tree و طبقه‌بندی کننده DecisionTreeClassifier،

1 Decision tree

مدل درخت تصمیم را ساخته و داده‌های آموزشی (x_train, y_train) را وارد مدل کرده تا مدل آموزش ببیند. در ادامه برای مشخص نمودن دقت مدل، داده‌های تست (x_test) را وارد مدل کرده تا پیش‌بینی کند و در مقایسه با برچسب‌های دادهای تست (y_test) دقت پیش‌بینی را ارزیابی نماید.

این فرایند را بار دیگر انجام داده اما این بار به جای استفاده از داده‌های اصلی، برای هم مقیاس شدن داده‌ها، آن‌ها را نرمال‌سازی کرده و سپس داده‌ها را به دو دسته داده‌های آموزشی و تست تقسیم کرده و دقت مدل را برای هر یک از مقادیر داده‌های تست، ارزیابی کردیم. نتایج ارزیابی مدل دسته‌بندی کننده درخت تصمیم در جدول (۱) قابل مشاهده است.

جدول ۱. نتایج ارزیابی مدل درخت تصمیم

	Data type	Test size	Precision	Recall	F1-score	Accuracy
Decision Tree	Original	۰/۳	۰/۷۵	۰/۷۷	۰/۷۶	۰/۷۶۸۸
		۰/۲۵	۰/۷۲	۰/۷۵	۰/۷۳	۰/۷۵۴۰
		۰/۲	۰/۷۵	۰/۷۸	۰/۷۶	۰/۷۸
		۰/۱۵	۰/۸۱	۰/۸۱	۰/۸۱	۰/۸۰۵۳
	Normalize	۰/۳	۰/۷۳	۰/۷۶	۰/۷۴	۰/۷۶۴۴
		۰/۲۵	۰/۷۷	۰/۸۰	۰/۷۷	۰/۷۹۶۷
		۰/۲	۰/۷۶	۰/۷۹	۰/۷۷	۰/۷۸۶۶
		۰/۱۵	۰/۷۷	۰/۷۹	۰/۷۸	۰/۷۸۷۶

K- نزدیکترین همسایگی (KNN)[1]

الگوریتم KNN یکی از متداول‌ترین الگوریتم‌های طبقه‌بندی است. این الگوریتم مبتنی بر نمونه است و بر اساس k همسایه نزدیک، طبقه‌بندی را انجام می‌دهد. الگوریتم KNN به عنوان الگوریتم تنبل شناخته می‌شود، زیرا مبتنی بر تقریب محلی است و همه محاسبات تا انجام طبقه‌بندی معوق می‌ماند (عقیقی، عقیقی و عبادتی، ۱۳۹۶؛ رچاردز و

1 k-nearest neighbor

ریچاردز، ۱۹۹۹). این روش بر اساس شباهت داده‌ها طبقه‌بندی را انجام می‌دهد. در واقع برای هر داده‌ی آزمایشی جدید، فواصل k همسایه نزدیک را محاسبه کرده و برچسبی مشابه برچسب غالب این k همسایه برای نقطه مورد نظر را تعیین می‌کند (عقیقی، عقیقی و عبادتی، ۱۳۹۶). طبقه‌بندی کننده k–نزدیک‌ترین همسایه، یکی از الگوریتم‌های طبقه‌بندی شناخته‌شده و ساده می‌باشد. این اولین بار توسط فیکس و هادجس به عنوان یک الگوریتم ناپارامتری معرفی شد که هیچ فرضی بر توزیع داده‌های ورودی ایجاد نمی‌کند؛ بنابراین به طور گسترده در کاربردهای مختلف استفاده می‌شود (دودا، هارت و استورک، ۲۰۱۲).

در طبقه‌بندی‌کننده KNN، یک نمونه ناشناخته براساس شباهت بین نمونه‌های شناخته‌شده آموزش‌دیده یا برچسب‌دار برمبنای محاسبه فاصله بین نمونه‌های ناشناس با نمونه‌های برچسب‌دار، شناخته می‌شود. سپس k نزدیک‌ترین نمونه‌ها به عنوان پایه برای طبقه‌بندی انتخاب می‌شوند و نمونه نامشخص (xtest) به کلاسی اختصاص می‌یابد که بیشترین نمونه‌ها را در میان نزدیک‌ترین نمونه‌ها دارد. به همین منظور، الگوریتم طبقه‌بندی کننده KNN بستگی دارد به: (۱) تعداد k همسایه عدد صحیح و تغییر مقدار پارامتر k که ممکن است نتایج طبقه‌بندی را تغییر دهد. (۲) مجموعه داده‌های برچسب‌دار؛ بنابراین اضافه کردن یا حذف هر گونه نمونه به نمونه‌های آموزشی، بر تصمیم نهایی طبقه‌بندی کننده KNN، تأثیر می‌گذارد و (۳) معیار فاصله. در KNN، از فاصله اقلیدسی معمولاً به عنوان معیار فاصله برای اندازه‌گیری فاصله بین دو نمونه استفاده می‌شود. طبقه‌بندی کننده KNN به صورت تحلیلی قابل ردیابی است و به سادگی پیاده‌سازی می‌شود، اما یکی از مشکلات اصلی الگوریتم KNN این است که به همه نمونه‌های آموزشی نیاز دارد که در زمان اجرا در حافظه باشند؛ به همین دلیل، طبقه‌بندی مبتنی بر حافظه نامیده می‌شود (دودا، هارت و استورک، ۲۰۱۲؛ تاروات، قانم و حسنین، ۲۰۱۳).

این الگوریتم نیز همانند الگوریتم درخت تصمیم، پس از فراخوانی داده‌ها در محیط برنامه، داده‌ها را به دو بخش داده‌های آموزشی و داده‌های تست تقسیم نموده، در ادامه با فراخوانی کتابخانه scikit-learn، ساب پکیج sklearn.neighbors و طبقه‌بندی کننده

KNeighborsClassifier، مدل K- نزدیکترین همسایه را ساخته و داده‌های آموزشی (x_train, y_train) را وارد مدل کرده تا مدل آموزش ببیند. در ادامه برای مشخص نمودن دقت مدل، داده‌های تست (x_test) را وارد مدل کرده تا پیش‌بینی کند و در مقایسه با برچسب‌های داده‌های تست (y_test) دقت پیش‌بینی را ارزیابی نماید. این فرایند را بار دیگر انجام داده اما این بار به جای استفاده از داده‌های اصلی، برای هم مقیاس شدن داده‌ها، آن‌ها را نرمال‌سازی کرده و سپس داده‌ها را به دو دسته داده‌های آموزشی و تست تقسیم کرده و دقت مدل را برای هر یک از مقادیر داده‌های تست، ارزیابی کردیم. نتایج ارزیابی مدل دسته‌بندی کننده KNN در جدول (۲) قابل مشاهده است.

جدول ۲. نتایج ارزیابی مدل *K*- نزدیکترین همسایه

	Data type	Test size	k- nearest neighbor	Precision	Recall	F1-score	Accuracy
KNN	Original	۰/۳	۱۳	۰/۸۳	۰/۸۵	۰/۸۲	۰/۸۴۸۸
		۰/۲۵	۱۳	۰/۸۶	۰/۸۵	۰/۸۲	۰/۸۵۰۲
		۰/۲	۱۳	۰/۸۶	۰/۸۷	۰/۸۵	۰/۸۶۶۶
		۰/۱۵	۱۴-۱۳-۶	۰/۸۹	۰/۸۸	۰/۸۷	۰/۸۸۴۹
	Normalize	۰/۳	۲۰-۱۹	۰/۸۵	۰/۸۶	۰/۸۵	۰/۸۶۲۲
		۰/۲۵	۲۵	۰/۸۶	۰/۸۶	۰/۸۴	۰/۸۶۰۹
		۰/۲	۲۱	۰/۸۶	۰/۸۷	۰/۸۶	۰/۸۶۶۶
		۰/۱۵	۲۵	۰/۸۹	۰/۸۹	۰/۸۹	۰/۸۹۳۸

ماشین بردارپشتیبان (SVM)[1]

SVM یک ابزار ریاضی است که مبتنی بر اصل حداقل‌سازی خطای عملیاتی است و سابقه آن به سال ۱۹۶۰ بر می‌گردد. SVM بر اساس نظریه یادگیری آماری بنا نهاده شده و یک روش آماری غیرپارامتریک نظارت شده است (لامبدا و کومار، ۲۰۱۶).

در کاربردهای امروزی یادگیری ماشین، ماشین بردار پشتیبان به عنوان یکی از قدیمی‌ترین و دقیق‌ترین روش‌ها در میان الگوریتم‌های معروف شناخته می‌شود.

1 Support Vector Machine

الگوریتم SVM جزء الگوریتم‌های تشـخیص الگوی دسـته‌بندی می‌باشـد. از الگوریتم SVM، در هر جایی که نیاز به تشخیص الگو یا دسته‌بندی اشیاء در کلاس‌های خاص باشد می‌توان استفاده کرد. همچنین ماشین بردار پشتیبان یکی از روش‌های یادگیری باناظر است که از آن برای طبقه‌بندی و رگرسیون استفاده می‌کنند. مبنای کاری دسته‌بندی کننده ایـن مدل، دسـته‌بندی خطی داده‌ها می‌باشـد و در تقسـیم خطی داده‌ها سـعی بر آن اسـت خطی انتخاب شـود که حاشـیه اطمینان بیشـتری را داشـته باشـد. البته ماشـین بردار پشـتیبان در دسـته‌بندی غیرخطی هم کاربرد دارد. به طور کلی این الگوریتم از یک نگاشـت غیرخطی برای تبدیل داده‌های اصلی به ابعاد بالاتر استفاده می‌کند و سپس در این بعد جدید به دنبال ابرصفحه‌ای است که نمونه‌های یک کلاس را از کلاس‌های دیگر جدا کند. با یک نگاشت غیرخطی مناسب، مجموعه داده‌های دو کلاسی می‌توانند توسط یک ابرصفحه جدا شوند. در واقع ایده اصلی ماشین بردار پشتیبان رسم ابرصفحه‌هایی در فضا است که عمل تمایز نمونه‌های مختلف داده‌ها را به طور بهینه انجام می‌دهند و ابرصـفحه هایی را که بیشـترین حاشـیه جداسـازی را دارند پیدا می‌کند و نزدیک‌ترین داده‌های آموزشـی به ابرصـفحه، جداکننده بردارهای پشـتیبان نامیده می‌شـوند. این روش تا حدودی پیچیده اسـت و ویژگی مثبت آن در این است که به تعداد نمونه‌های آموزش وابسته نمی‌باشد و با تعداد ویژگی‌های بالا و تعداد نمونه‌های کم می‌تواند به خوبی کار کند. از جمله محدودیت‌های این الگوریتم این اسـت که فقط روی داده‌هایی با مقدار واقعی کار می‌کند و انواع دیگر داده‌ها باید به داده‌های عددی تبدیل شوند (فضلی و مومنی، ۲۰۱۳). در حقیقت تابع هسته از شباهت بین داده‌ها در فضـای اولیه برای یافتن شـباهت بین بردارها در فضـایی با ابعاد بالاتر اسـتفاده می‌کند. تابع هسـته[1] می‌تواند تابع چندجمله‌ای، تابع RBF، تابع تانژانت هایپربولیک یا توابع مناسب دیگری انتخاب شود (شکیبا، خدری و فقیه موسوی، ۱۳۹۶).

این الگوریتم نیز همانند الگوریتم‌های قبلی، پس از فراخوانی داده‌ها در محیط برنامه، داده‌ها را به دو بخش داده‌های آموزشی و داده‌های تست تقسیم نموده، در ادامه با فراخوانی

1 Kernel

کتابخانه scikit-learn، ساب پکیج sklearn.svm و مدل SVC، مدل ماشین بردار پشتیبان را ساخته و داده‌های آموزشی (x_train, y_train) را وارد مدل کرده تا مدل آموزش ببیند. همان‌طور که گفته شد، تابع کرنل یا هسته انواع مختلفی دارد که در این تحقیق از یک تابع پایه‌ای شعاعی گوسی (RBF)[1] استفاده شده است. در ادامه برای مشخص نمودن دقت مدل، داده‌های تست (x_test) را وارد مدل کرده تا پیش‌بینی کند و در مقایسه با برچسب‌های داده‌های تست (y_test) دقت پیش‌بینی را ارزیابی نماید.

این فرایند را بار دیگر انجام داده اما این بار به جای استفاده از داده‌های اصلی، برای هم‌مقیاس شدن داده‌ها، آن‌ها را نرمال‌سازی کرده و سپس داده‌ها را به دو دسته داده‌های آموزشی و تست تقسیم کرده و دقت مدل را برای هر یک از مقادیر داده‌های تست، ارزیابی کردیم. نتایج ارزیابی مدل SVM در جدول (۳) قابل مشاهده است.

1 Gaussian Radial Basis Function

جدول ۳. نتایج ارزیابی مدل SVM

	Data type	Test size	Precision	Recall	F1-score	Accuracy
SVM	Original	۰/۳	۰/۸۰	۰/۸۰	۰/۷۵	۰/۸۰۴۴
		۰/۲۵	۰/۷۹	۰/۸۰	۰/۷۴	۰/۸۰۷۴
		۰/۲	۰/۷۸	۰/۸۱	۰/۷۶	۰/۸۱۳۳
		۰/۱۵	۰/۷۸	۰/۸۲	۰/۷۹	۰/۸۲۳۰
	Normalize	۰/۳	۰/۷۹	۰/۸۲	۰/۷۵	۰/۸۱۷۷
		۰/۲۵	۰/۷۸	۰/۸۱	۰/۷۴	۰/۸۰۷۴
		۰/۲	۰/۷۹	۰/۸۳	۰/۸۰	۰/۸۲۶۶
		۰/۱۵	۰/۸۲	۰/۸۴	۰/۷۹	۰/۸۴۰۷

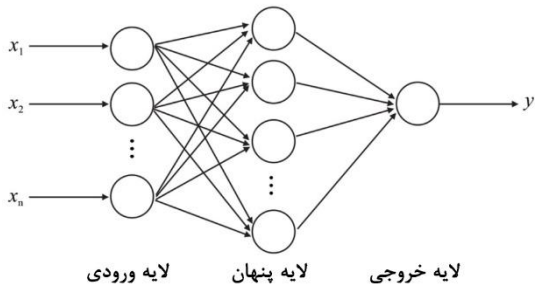
پرسپترون چندلایه (MLP)[1]

شبکه عصبی مصنوعی[2] مشابه مغز انسان است زیرا هر دوی آن‌ها شامل تعداد زیادی پردازش و واحدهای هوشمند هستند که نورون‌ها یا سلول‌های مغزی نامیده می‌شوند. هدف توسعه شبکه عصبی مصنوعی، یافتن رابطه بین داده‌های ورودی و داده‌های خروجی است. نورون‌ها مانند سلول‌های مغزی بیولوژیکی عمل می‌کنند تا لایه‌هایی را بسازند که عملکرد مدل را ارزیابی می‌کنند. شبکه عصبی مصنوعی به عنوان یک سیستم توزیع‌شده موازی شناخته می‌شود که شامل نورون‌های محاسباتی ساده است. با استفاده از آزمون و خطا، تعداد نورون‌ها در لایه‌های پنهان و تعداد لایه‌های پنهان را می‌توان محاسبه کرد (اسپارکس، هرناندز و استوز، ۲۰۰۸).

مزیت اصلی روش شبکه عصبی مصنوعی رسیدن به راه حل مشکلات پیچیده است که حل آن با سایر تکنیک‌های متعارف دشوار است و سرعت پردازش آن بسیار سریع است (قریتلار، کومار و کریشنا، ۲۰۱۸). شبکه عصبی تکنیکی است که توانایی ضبط و نمایش روابط پیچیده ورودی/ خروجی را دارد (بیشاپ، ۱۹۹۵). یکی از متداول‌ترین مدل‌های شبکه عصبی، شبکه عصبی پیشخور (MLP) نامیده می‌شود (ون اک و ون وزل، ۲۰۰۸).

1 Multi-Layer Perceptron
2 Artificial Neural Network

ساختار یک شبکه عصبی مصنوعی دارای سه نوع لایه بوده و لایه‌های ورودی، پنهان و خروجی لایه‌های مذکور هستند. تعداد لایه‌های پنهان و نورون‌های هر لایه، با اعمال الگوریتم‌های بهینه‌سازی، قابل محاسبه است. جزئیات ساختار شبکه عصبی MLP و اتصالات، بسیار وابسته به متغیرهای مسئله هستند و برای ایجاد ارتباطات، گام آموزشی به کار گرفته می‌شود. به منظور دستیابی به بهترین مدل، ساختار بهینه باید با استفاده از الگوریتم‌های بهینه‌سازی مناسب انتخاب شود (مندز سانتیاگو و تجا، ۲۰۰۰).



شکل ۱. معماری شبکه عصبی پرسپترون چندلایه

در این الگوریتم نیز همانند الگوریتم‌های قبلی، پس از فراخوانی داده‌ها در محیط برنامه، داده‌ها را به دو بخش داده‌های آموزشی و داده‌های تست تقسیم نموده، سپس x_train و x_test را نرمال‌سازی می‌نماییم.

در ادامه با فراخوانی کتابخانه scikit-learn، ساب پکیج sklearn.neural_network و طبقه‌بندی کننده MLPClassifier، مدل MLP را ساخته و داده‌های آموزشی (x_train, y_train) را وارد مدل کرده (که x_train نرمال‌سازی شده هستند) تا مدل آموزش ببیند. در این تحقیق تعداد لایه‌های پنهان این مدل سه لایه در نظر گرفته شده و در هر لایه تعداد ۱۰ نورون را قرار دادیم (۱۰، ۱۰،۱۰). در ادامه برای مشخص نمودن دقت مدل، داده‌های تست (x_test) را که نرمال‌سازی شده هستند وارد مدل کرده تا پیش‌بینی کند و در مقایسه با برچسب‌های داده‌های تست (y_test) دقت پیش‌بینی را ارزیابی نماید. نتایج ارزیابی مدل MLP در جدول (۴) قابل مشاهده است.

جدول ٤. نتایج ارزیابی مدل MLP

	Test size	Precision	Recall	F1-score	Accuracy
MLP	۰/۳	۰/۸۶	۰/۸۷	۰/۸۵	۰/۸۶۶۶
	۰/۲۵	۰/۸۴	۰/۸۶	۰/۸۴	۰/۸۵۵۶
	۰/۲	۰/۸۱	۰/۸۳	۰/۸۱	۰/۸۳۳۳
	۰/۱۵	۰/۸۸	۰/۸۸	۰/۸۸	۰/۸۸۴۹

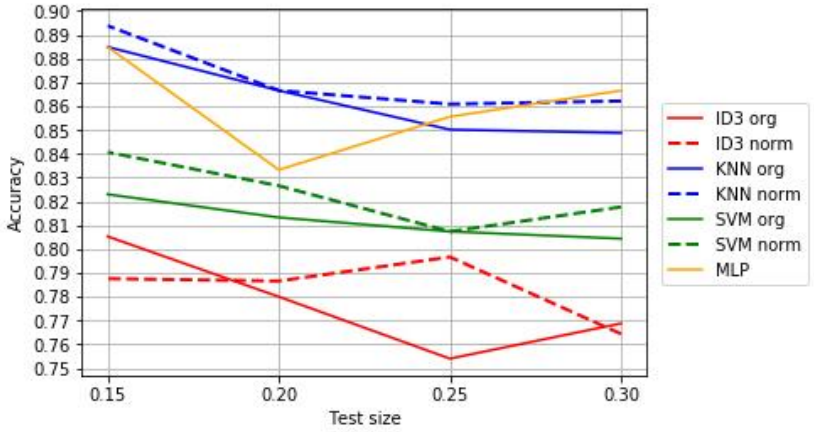
نتیجه گیری و پیشنهادها

اهدای خون به دلیل نقش حیاتی و حساسی که در امر حفظ سلامت و بقاء زندگی انسان دارد مورد توجه می‌باشد. در جهان امروز علیرغم تحول عظیم علمی و با وجود پیشرفت‌های بزرگی که در علوم پزشکی رخ داده است، هنوز تأمین کافی خون سالم یکی از چالش‌ها و دغدغه‌های مجامع پزشکی جهان است. در این مقاله سعی شد تا از تکنیک‌های داده‌کاوی و یادگیری ماشین برای پیش‌بینی اهداء خون استفاده کنیم تا با استفاده از این مکانیزم بتوانیم پیش‌بینی کنیم که در بازه‌های زمانی مختلف، چه میزان خون به بانک‌ها و مراکز انتقال خون اهداء خواهد شد که در این صورت بتوانیم حجم مورد نیاز بانک‌های خون مناطق مختلف را تخمین و تأمین نماییم. در همین راستا از چند الگوریتم طبقه‌بندی در یادگیری با نظارت از جمله الگوریتم‌های درخت تصمیم، KNN، SVM و MLP برای پیش‌بینی اهداء خون استفاده شد و نتایج میزان دقت هر کدام در قالب جداول مختلف ارائه شد.

در اجرای الگوریتم درخت تصمیم، بیشترین میزان دقت در داده اصلی با اندازه داده‌های تست ۰/۱۵ برابر ۰/۸۰۵۳ بوده و زمانی که داده‌ها نرمال‌سازی شدند، با اندازه داده‌های تست ۰/۲۵، دقت برابر ۰/۷۹۶۷ بوده است. در پیاده‌سازی الگوریتم KNN، بیشترین دقت در داده‌های اصلی با اندازه نمونه ۰/۱۵ و با تعداد همسایه (۶-۱۳-۱۴)، برابر ۰/۸۸۴۹ بوده و زمانی که داده‌ها نرمال‌سازی شدند، با اندازه داده تست ۰/۱۵، با تعداد همسایه ۲۵، دقت برابر با ۰/۸۹۳۸ بوده است. در اجرای الگوریتم SVM با تابع کرنل RBF، در داده‌های اصلی و در اندازه داده تست ۰/۱۵، دقت برابر ۰/۸۲۳۰ ثبت شده و در

داده‌های نرمال با اندازه داده تست ۰/۱۵، دقت ۰/۸۴۰۷ بوده است. در آخر با پیاده‌سازی الگوریتم MLP، بیشترین میزان دقت با داده‌های تست ۰/۱۵، برابر ۰/۸۸۴۹ بوده است.

در شکل (۲) نیز نتایج ارزیابی هر کدام از الگوریتم‌ها جهت مقایسه بصری با توجه به اندازه داده‌های تست هرکدام، با استفاده از کتابخانه matplotlib.pyplot، رسم شده و به نمایش درآمده است. همان‌طور که ملاحظه می‌شود در کل، الگوریتم KNN و MLP در ارزیابی‌ها از دقت بیشتری برخوردار هستند.



شکل ۲. مقایسه نتایج ارزیابی الگوریتم ها

در کارهای آتی می‌توان با بدست آوردن ویژگی‌های دیگر در مجموعه داده و به کارگیری روش‌های ترکیبی در پیاده‌سازی الگوریتم‌ها، میزان دقت پیش‌بینی را افزایش داد.

منابع

- Aghighi, Farzaneh; Hossein Aghighi and Omid Mehdi ebabati. (2017). " Evaluation of the efficiency of SVM and KNN Classification algorithms to extract urban effects from LiDAR cloud points", Second International Conference on Knowledge-based Research in Computer Engineering & Information Technology, Tehran, Majlisi University. (in persian)
- Akben, S. B. (2018). Early Stage Chronic Kidney Disease Diagnosis by Applying Data Mining Methods to Urinalysis, Blood Analysis and Disease History. *IRBM*, *39*(5), 353-358.
- Ashoori, M., Alizade, S., Eivary, H. S. H., Rastad, S., & Eivary, S. S. H. (2015). A model to predict the sequential behavior of healthy blood donors using data mining. *Journal of Research & Health*, *5*(2), 141-148.
- Bahel, D., Ghosh, P., Sarkar, A., & Lanham, M. A. (2017). Predicting Blood Donations Using Machine Learning Techniques. In *CONFERENCE PROCEEDINGS BY TRACK* (p. 323).
- Balakrishnan, J. M. D. (2010). Significance of classification Techniques in prediction of Learning disabilities. *arXiv preprint arXiv:1011.0628*.
- Bhardwaj, A., Sharma, A., & Shrivastava, V. K. (2012). Data mining techniques and their implementation in blood bank sector–a review. *International Journal of Engineering Research and Applications (IJERA)*, *2*(4), 1303-1309.
- Bishop, C. M. (1995). *Neural networks for pattern recognition*. Oxford university press.
- Breiman, L., Friedman, J. H., Olshen, R. A., & Stone, C. J. (1984). Classification and regression trees. Wadsworth and Brooks. *Cole Statistics/Probability Series*.
- Brunassi, L. D. A., Moura, D. J. D., Nääs, I. D. A., Vale, M. M. D., Souza, S. R. L. D., Lima, K. A. O. D., ... & Bueno, L. G. D. F. (2010). Improving detection of dairy cow estrus using fuzzy logic. *Scientia Agricola*, *67*(5), 503-509.
- Cardoso, H. F. (2008). Sample-specific (universal) metric approaches for determining the sex of immature human skeletal remains using permanent tooth dimensions. *Journal of Archaeological Science*, *35*(1), 158-168.
- Chang, H. H., & Tsay, S. F. (2004). Integrating of SOM and K-mean in data mining clustering: An empirical study of CRM and profitability evaluation.
- Darwiche, M., Feuilloy, M., Bousaleh, G., & Schang, D. (2010, May). Prediction of blood transfusion donation. In *2010 Fourth International Conference on Research Challenges in Information Science (RCIS)* (pp. 51-56). IEEE.
- Duda, R. O., Hart, P. E., & Stork, D. G. (2012). *Pattern classification*. John Wiley & Sons.
- Elmamouz, G. and M. Nadimi. (2012). A review of methods for prediction of type 2 diabetes based on Bayesian theory. National Conference on Science and Computer Engineering.
- Fazli H, Momeni H. (2013). Comparison and evaluation of data mining algorithms, decision tree and SVM application for intrusion detection. In: Proceedings of 8th Symposium progress in science and technology 2013, Mashhad. Iran.
- Ghritlahre, H. K., & Prasad, R. K. (2018). Exergetic performance prediction of solar air heater using MLP, GRNN and RBF models of artificial neural network technique. *Journal of environmental management*, *223*, 566-575.
- Goldschmidt, R., & Passos, E. (2005). *Data mining: um guia prático*. Gulf Professional Publishing.
- Grilli, E., Menna, F., & Remondino, F. (2017). A review of point clouds segmentation and classification algorithms. *The International Archives of Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, *42*, 339.
- Hughes, A. M. (1994). Strategic database marketing. IL: Probus Publishing Company.
- Khamis, H. S., Cheruiyot, K. W., & Kimani, S. (2014). Application of k-nearest neighbour classification in medical data mining. *International Journal of Information and Communication Technology Research*, *4*(4).
- Khomri, Neda and Hadi Rainani. (2018). "Data mining, concepts and applications (Electronic City)", Second International Conference on Electrical Engineering, Computer Science and Information Technology, Hamedan. (in persian)
- Lambda, A., & Kumar, D. (2016). Survey on KNN and Its Variants. *International Journal of Advanced Research in Computer and Communication Engineering*, *5*(5).

- Mendez-Santiago, J., & Teja, A. S. (2000). Solubility of solids in supercritical fluids: consistency of data and a new model for cosolvent systems. *Industrial & Engineering Chemistry Research*, *39*(12), 4767-4771.
- Mostafa, M. M. (2009). Profiling blood donors in Egypt: A neural network analysis. *Expert Systems with Applications*, *36*(3), 5031-5038.
- Nowruzi Tiolla, Sare; Morteza Mousavi and Manouchehr Kazemi. (2017). "Intrusion Detection Using Combined Clustering and Knn Algorithm", Fourth National Conference on Information Technology, Computer and Telecommunications, Mashhad, Torbat Heydarieh University. (in persian)
- Quinlan, J. R. (1993). Program for machine learning. *C4. 5*.
- Quinlan, J. R. (1986). Induction of decision trees. *Machine learning*, *1*(1), 81-106.
- Reinartz, W. J., & Kumar, V. (2000). On the profitability of long-life customers in a noncontractual setting: An empirical investigation and implications for marketing. *Journal of marketing*, *64*(4), 17-35.
- Richards, J. A., & Richards, J. A. (1999). *Remote sensing digital image analysis* (Vol. 3, pp. 10-38). Berlin et al.: Springer.
- Shakiba, Zeinab; Mahdieh Khedri and Faeghe Faghih Mousavi. (2017) "The performance Comparison of KNN and SVM Algorithms in Categorization of Texts", Fourth International Conference on Knowledge Based Research in Computer Engineering and Information Technology, Tehran, University of Abrar. (in persian)
- Sparks, D. L., Hernandez, R., & Estévez, L. A. (2008). Evaluation of density-based models for the solubility of solids in supercritical carbon dioxide and formulation of a new model. *Chemical Engineering Science*, *63*(17), 4292-4301.
- Testik, M. C., Ozkaya, B. Y., Aksu, S., & Ozcebe, O. I. (2012). Discovering blood donor arrival patterns using data mining: A method to investigate service quality at blood centers. *Journal of medical systems*, *36*(2), 579-594.
- Tharwat, A., Ghanem, A. M., & Hassanien, A. E. (2013, December). Three different classifiers for facial age estimation based on k-nearest neighbor. In *2013 9th International Computer Engineering Conference (ICENCO)* (pp. 55-60). IEEE.
- Trabelsi, A., Elouedi, Z., & Lefevre, E. (2018). Decision tree classifiers for evidential attribute values and class labels. *Fuzzy Sets and Systems*.
- van Eck, N. J., & van Wezel, M. (2008). Application of reinforcement learning to the game of Othello. *Computers & Operations Research*, *35*(6), 1999-2017.
- Yeh, I. C., Yang, K. J., & Ting, T. M. (2009). Knowledge discovery on RFM model using Bernoulli sequence. *Expert Systems with Applications*, *36*(3), 5866-5871.
- Yu, P. L. H., Chung, K. H., Lin, C. K., Chan, J. S. K., & Lee, C. K. (2007). Predicting potential drop-out and future commitment for first-time donors based on first 1· 5-year donation patterns: the case in Hong Kong Chinese donors. *Vox sanguinis*, *93*(1), 57-63.

استناد به این مقاله: شناسه دیجیتال (DOI): 10.22091/JEMSC.2018.1278

فهمی حسن، آرش، مغاری، محمدرضا، عبادتی، امیدمهدی. (۱۳۹۸). «پیش‌بینی اهداء خون با استفاده از داده‌کاوی بر پایه الگوریتم‌های درخت تصمیم، KNN، SVM و MLP». *مدیریت مهندسی و رایانش نرم*، ۶ (۱)، ۱۲۹-۱۰۹.

دوفصلنامه مدیریت مهندسی و رایانش نرم/دوره ششم، شماره ۱، بهار و تابستان ۱۳۹۹، شماره پیاپی ۱۱
صفحات ۱۴۳- ۱۳۱ (DOI): 10.22091/JEMSC.2018.1267
JEMSC.QOM
مدیریت مهندسی و رایانش نرم ۱۳۹۴

کشف انجمن در شبکه‌های اجتماعی ایستا با استفاده از الگوریتم بهینه‌ساز گرگ خاکستری*

فاطمه بشارت نیا[۱]
علیرضا طالب پور[۲]
صادق علی اکبری[۳]

چکیده

کشف انجمن در شبکه‌های پیچیده یکی از مهم‌ترین مسائل در زمینه‌های علمی و تحلیل شبکه‌های اجتماعی به شمار می‌رود و به محققان در درک عملکرد و نمایش ساختار شبکه‌ها کمک می‌کند. خوشه‌بندی یا تشخیص اجتماعات، ساختار انجمن‌ها در شبکه‌های اجتماعی و ارتباطات پنهان بین مولفه‌های آن را آشکار خواهد نمود. یک اجتماع مجموعه از گره‌ها است که چگالی ارتباطات آن‌ها با هم بیشتر از سایر موجودیت‌های شبکه است. در این مقاله یک الگوریتم نوین کشف انجمن در شبکه‌های ایستا به نام الگوریتم بهینه‌ساز گرگ خاکستری استفاده شده است که با توجه به معیار انتخاب شده، قابلیت مقیاس‌پذیری دارد. همچنین تجربه نشان داده است، یکی از مهم‌ترین خصوصیات الگوریتم‌های فراابتکاری، علم به تله افتادن در کمینه محلی است. که در مسئله کشف انجمن‌ها، الگوریتم گرگ خاکستری نسبت به سایر الگوریتم‌های فراابتکاری مانند الگوریتم ژنتیک و الگوریتم مجموعه ذرات، احتمال کمتری در به تله افتادن دارد و آزمایش‌ها نشان داده است که الگوریتم مطرح شده دقت بهتری را نسبت به الگوریتم‌های دیگر ارائه می‌کند.

کلمات کلیدی: *الگوریتم بهینه‌سازی گرگ خاکستری، الگوریتم‌های فراابتکاری، شبکه‌های اجتماعی، کشف انجمن.*

---

* تاریخ دریافت: ۹۷/۹/۱۴؛ تاریخ پذیرش: ۹۷/۱۰/۲۰.

۱. دانشجویی دکتری، دانشکده علوم و مهندسی کامپیوتر، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران (نویسنده مسئول)
f_besharatnia@sbu.ac.ir
۲. دانشیار دانشکده علوم و مهندسی کامپیوتر، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران Talebpour@sbu.ac.ir
۳. استادیار دانشکده علوم و مهندسی کامپیوتر، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران s_aliakbary@sbu.ac.ir

مقدمه

امروزه شبکه‌های اجتماعی نقش بسزایی در انجمن بشری ایفا می‌کنند، نمونه‌هایی از شبکه‌های شناخته شده شامل رسانه‌های اجتماعی و سایت‌های شبکه‌های اجتماعی آنلاین مانند فیس‌بوک، گوگل پلاس و توییتر می‌باشد. به طور کلی، یکی از مشاهدات مهم در مورد شبکه‌ها وجود انجمن[1] می‌باشد. انجمن، مجموعه‌ای از گره‌ها هستند که نسبتاً بیشتر با یکدیگر ارتباط دارند. گره‌ها در یک انجمن مشترک اغلب خواص جالبی را مانند عملکرد یکسان، علاقه، یا هدف به اشتراک می‌گذارند. بنابراین، کشف انجمن یکی از مسائل مهم در تجزیه و تحلیل شبکه‌ها به شمار می‌آید (بیانکونی و بارابسی، ۲۰۰۱).

طی یک دهه اخیر، توجه عمومی روزافزونی به ارتباطات در انجمن مدرن معطوف شده است. امروزه شبکه‌های اجتماعی (همچون فیس بوک[2] و توئیتر[3])، با ده‌ها یا صدها میلیون عضو، به عنوان ابزاری قدرتمند جهت هدایت جریان اطلاعات، محسوب می‌شوند. میل افراد به ارتباط با یکدیگر و بهره‌مندی و اشتراک‌گذاری اطلاعات باعث رشد روزافزون این شبکه‌ها شده است. لذا مطالعه بر روی جنبه‌های مختلف این شبکه‌ها توسط بسیاری از محققین مورد توجه قرار گرفته است.

رئوسی که در یک انجمن قرار دارند بسیار شبیه یکدیگر بوده و غالباً نقش یکسانی در شبکه ایفا می‌کنند. این ویژگی انجمن‌ها بسیار مورد توجه محققان قرار گرفته است و به همین دلیل یافتن انجمن یکی از مهم‌ترین مسائل در تحلیل شبکه‌ها محسوب می‌شود.

تاکنون الگوریتم‌های بسیاری برای کشف انجمن پیشنهاد شده‌اند. این الگوریتم‌ها را می‌توان به دو دسته عمومی[4] و محلی[5] دسته‌بندی نمود (پانتی کرامپس، ۲۰۱۳). الگوریتم‌های عمومی سعی در پیدا کردن تمام انجمن‌های شبکه با استفاده از کل اطلاعات شبکه دارند. این دسته از روش‌ها غالباً دارای دقت و پیچیدگی بالایی هستند و با رشد اندازی شبکه، اجرای آن‌ها بسیار زمان‌بر خواهد بود. به همین دلیل مسئله پیدا کردن انجمن

1 Community
2 Facebook
3 Twitter
4 Global
5 Local

به صورت محلی مطرح شد. این دسته از روش‌ها سعی در پیدا کردن انجمن مربوط به یک یا چند رأس با استفاده از اطلاعات محلی دارد. این الگوریتم‌ها چون تنها از اطلاعات محلی استفاده می‌کنند، معمولاً دارای دقت پایین‌تری نسبت به الگوریتم‌های عمومی هستند.

هدف ما در این مقاله ارائه یک روش فراابتکاری نوین برای مسئله کشف انجمن است. در بخش دوم به ارائه پیشینه تحقیق پرداخته، در ادامه در بخش سوم روش پیشنهادی معرفی شده است. بخش‌های چهارم و پنجم به معیارهای ارزیابی و مجموع داده‌ها پرداخته شده و بعد از آن در بخش ششم به شبیه‌سازی و گزارش نتایج آزمایشات بر روی شبکه‌های مورد نظر اختصاص یافته است و در نهایت در بخش آخر نتیجه‌گیری این مقاله ارائه شده است.

پیشینه تحقیق

الگوریتم‌های شناسایی انجمن بسیاری برای تحلیل شبکه‌های اجتماعی ارائه شده‌اند، شناسایی انجمن را می‌توان به صورت یک مسئله بهینه‌سازی در نظر گرفت، از این منظر روش‌های متعددی مبتنی بر بیشینه‌سازی معیار مشهور پیمانگی برای شناسایی انجمن ارائه شده است (نیومن و گیروان، ۲۰۰۴).

از جمله روش‌های معروف در این زمینه می‌توان به الگوریتم حریصانه نیومن (نیومن، ۲۰۰۴) اشاره نمود. در این روش از خوشه‌بندی سلسله‌مراتبی تجمعی استفاده شده است که انجمن‌های متشکل از گره‌ها با موفقیت تشکیل انجمن بزرگ‌تر را می‌دهند اگر مقدار پیمانگی پس از این ادغام افزایش یابد.

پس از آن کلاست و همکارانش روش CNM را ارائه دادند (کلاست و نیومن و مور، ۲۰۰۴) که با استفاده از یک ساختمان داده پیچیده توانستند با کاهش بار محاسباتی پیمانگی در الگوریتم نیومن، آن را برای شبکه‌های بزرگ قابل استفاده کنند. شانگ و همکارانش نیز یک الگوریتم ژنتیک بهبودیافته به نام MIGA برای بدست آوردن پیمانگی بیشینه ارائه دادند (شانگ و بای و ژیاو و ژین، ۲۰۱۳).

روش‌های مختلفی در حوزه الگوریتم‌های تکاملی بر روی کشف انجمن انجام شده است. تاسین، هرداگلن و بینگل (۲۰۰۷) روشی ارائه کردند که از پیمانه‌بندی برای سنجش استفاده می‌کند. همچنین پایزوتی در مقاله خود با استفاده از الگوریتم تکاملی NSGA-II و دو تابع هدف شایستگی انجمن و رتبه انجمن، سعی در بدست آوردن انجمن مناسب دارد (پایزوتی، ۲۰۱۲). برخی محققین الگوریتم MOEA/D-Net را ارائه دادند که سعی در بهینه‌سازی دو تابع هدف در تقابل هم را دارد (گونگ و ما و ژانگ و ژیاو، ۲۰۱۲). در مقاله دیگری نیز روش CLAnet ارائه شده است که با استفاده از یک آتوماتای یادگیر، بیشینه‌سازی پیمانگی در کنار یک محدودکننده محلی انجام شده است (ژاو و ژیانگ و لی و ما و سو، ۲۰۱۵).

نیومن روشی تجمعی برای تشخیص اجتماع به کار گرفته است. در این مقاله از اصول روش گیروان–نیومن استفاده شده، با این تفاوت که زمان اجرای آن کاهش پیدا کرده است (نیومن، ۲۰۰۴).

لی و همکاران الگوریتمی بر اساس الگوریتم GN ایجاد کرده است و از یک ضریب خوشه‌بندی یال به جای یال میانی استفاده می‌کنند تا انجمن را شناسایی کنند (لی و هوانگ و وانگ و چن، ۲۰۱۷).

آرمیده و همکارانش در پژوهشی دیگر مدلسازی وتشخیص اجتماعات درشبکه‌های اجتماعی مبتنی بر اتوماتای یادگیر را مورد مطالعه قرار دادند. دراین تحقیق بیشتر بر روی بررسی روش‌های مدلسازی اجتماعی تأکید شده است.

یکی از مشکلات الگوریتم‌های پیشنهادی تا به امروز مقیاس‌پذیری[1] آن‌ها می‌باشد به این معنا که این الگوریتم‌ها به خوبی با اندازه شبکه مقیاس مناسبی برقرار نخواهند کرد و این امر می‌تواند مدت زمان طولانی را برای محاسبه پارتیشن‌بندی صرف کند یا یک نتیجه پارتیشن‌بندی ضعیف را ارئه کند (پاپادپولس و کومپادسیاریس و واکالی و اسپریدونس، ۲۰۱۲).

1 Scalability

برای غلبه بر این مشـــکلات، در این تحقیق از یک روش فراابتکاری به نام الگوریتم بهینه‌ساز گرگ خاکستری استفاده شده است که هدف آن تشخیص انجمن در شبکه ایستا می‌باشـــد به صـــورتی که مشـــکل مقیاس‌پذیری را برطرف کرده و در بهینه‌ســـازی انجمن تشـــخیص داده شـــده نســـبت به ســـایر الگوریتم‌ها نتیجه بهتری می‌دهد. همچنین، یکی از مهم‌ترین خصـوصـیات الگوریتم‌های فراابتکاری، عدم به تله افتادن در کمینه محلی اسـت. الگوریتم گرگ خاکستری نسبت به سایر الگوریتم‌های بهینه‌سازی مانند الگوریتم ژنتیک و الگوریتم مجموعه ذرات، شانس کمتری در به تله افتادن دارد.

روش‌شناسی تحقیق

الگوریتم بهینه‌ســازی گرگ خاکســتری[1] که در ســال ۲۰۱۴ ابداع شــده اســت، یک الگوریتم الهام گرفته از طبیعت اســت که در حوزه بهینه‌ســازی در مســائل مختلف به کار گرفته شـــده و اثبات شـــده اســـت که از الگوریتم‌های هم‌رده مانند الگوریتم ژنتیک[2] و الگوریتم بهینه‌ســـازی ازدحام ذرات[3] قدرت جســـتجو و دقت بالاتری دارد (میرجلیلی و میرجلیلی و لویس، ۲۰۱۴).

این الگوریتم از زندگی گرگ‌های خاکستری الهام گرفته است. آن‌ها علاقه خاصی به سلسله‌مراتب اجتماعی حکم‌فرما مطابق شکل ۱ دارند. رهبران یک مرد و یک زن به نام آلفا[4] می‌باشـند. آلفا عمدتاً مسـئول تصـمیم‌گیری در مورد شـکار، مکان خواب، زمان برای بیدار کردن، و غیره است. تصمیم‌گیری‌های آلفا به بقیه انجمن دیکته می‌شود.

1 Grey Wolf Optimizer (GWO)
2 Genetic Algorithm (GA)
3 Particle Swarm Optimization (PSO)
4 Alpha

شکل ۱. سلسله‌مراتب گرگ خاکستری (میرجلیلی و میرجلیلی و لویس، ۲۰۱٤)

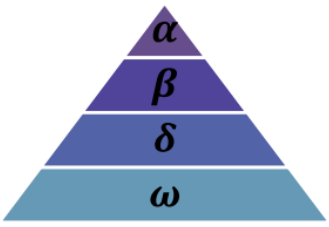
این موضـوع نشـان می‌دهد که سـازمان و نظم و انضـباط در یک انجمن با اهمیت‌تر از قدرت اسـت. در سـطح دوم در سـلسـله‌مراتب، گرگ خاکسـتری بتا[1] اسـت. بتاها گرگ تابعی می‌باشـند که به آلفا در تصـمیم‌گیری یا سـایر فعالیت‌های انجمن کمک می‌کنند. کمترین رتبه‌بندی، گرگ خاکستری امگا[2] است. امگا نقش گوسفند قربانی را دارد. گرگ امگا همیشه باید در خدمت دیگر گرگ‌های غالب باشـد. آن‌ها آخرین گرگ انجمن می‌باشـند که اجازه غذا خوردن دارند. اگر گرگی نه آلفا، نه بتا و نه امگا باشـد در نتیجه به آن دلتا[3] می‌گویند. آن‌ها در خدمت گرگ‌های آلفا و بتا می‌باشـند و باید به آن‌ها خدمت کنند. مهم‌ترین فازهای شـکار در انجمن گرگ‌های خاکستری شامل موارد زیر است و در شکل ۲ نشان داده شده است.

۱. دنبال کردن
۲. رسیدن به شکار
۳. دوره کردن
٤. موقعیت حمله گرفتن
٥. حمله کردن

1 Beta
2 Omega
3 Delta

مدل ریاضی و الگوریتم

سلسله‌مراتب اجتماعی: به منظور مدلسازی ریاضی سلسله‌مراتب اجتماعی گرگ‌های خاکستری، هنگام طراحی الگوریتم گرگ خاکستری بهترین راه‌حل اول به عنوان آلفا α بهترین راه‌حل دوم و سوم به ترتیب بتا β و دلتا δ در نظر گرفته می‌شود. بقیه راه‌حل‌های نامزد امگا ω فرض می‌شوند. در الگوریتم GWO شکار (بهینه‌سازی) توسط هدایت α، β و δ دنبال می‌شود. گرگ‌های ω از این گرگ‌ها پیروی می‌کنند.



شکل ۲ : فازهای شکار گرگ خاکستری (میرجلیلی و میرجلیلی و لویس، ۲۰۱٤)

دوره کردن شکار: همان‌طور که گفته شد گرگ‌های خاکستری بعد از انتخاب طعمه آن را دوره می‌کنند. برای مدلسازی این عمل از رابطه (۱) و (۲) استفاده می‌شود:

رابطه ۱) $$\vec{D} = \left|\vec{C} . \vec{X}_p(t) - \vec{X}(t)\right|$$

رابطه ۲) $$\vec{X}(t+1) = \vec{X}_p(t) - \vec{A}.\vec{D}$$

که در آن t شماره تکرار[1] الگوریتم $\vec{A}, \vec{C}$ بردار ضرایب[2]، $\vec{X}_p$ بردار مکان طعمه **و** $\vec{X}$ بردار مکان گرگ خاکستری است. بردارهای $\vec{A}, \vec{C}$ مطابق رابطه (۳) و (۴) محاسبه می‌شوند:

رابطه ۳) $$\vec{A} = 2\vec{a}.\vec{r}_1 - \vec{a}$$

رابطه ۴) $$\vec{C} = 2.\vec{r}_2$$

که در آن مقدار $\vec{a}$ به صورت خطی از ۲ به ۰ کاهش داده می‌شود. و $\vec{r}_1$ و $\vec{r}_2$ بردارهای تصادفی در [۰ , ۱] می‌باشند.

1 Iteration
2 Coefficient Vector

شکار کردن: شکار معمولاً توسط آلفا هدایت می‌شود. بتا و دلتا نیز ممکن است در شکار گاهی اوقات شرکت کنند. با این حال، در فضای جستجوی انتزاعی در GWO هیچ ایده‌ای در مورد محل مطلوب (طعمه) وجود ندارد. به منظور شبیه‌سازی ریاضی رفتار شکار گرگ خاکستری، فرض می‌شود که آلفا (بهترین راه‌حل نامزد) بتا و دلتا دانش بهتری در مورد محل بالقوه طعمه دارند. بنابراین، در ابتدای کار سه راه‌حل برتر وجود دارد و عوامل جستجوی دیگر (ازجمله امگا) موقعیت خود را بر اساس موقعیت بهترین عوامل جستجو بروزرسانی می‌کنند. برای این منظور رابطه (۵) پیشنهاد می‌شود:

رابطه ۵)
$$\overrightarrow{D_\alpha} = \left|\vec{C}_1.\vec{X}_\alpha - \vec{X}\right|, \overrightarrow{D_\beta} = \left|\vec{C}_2.\vec{X}_\beta - \vec{X}\right|, \overrightarrow{D_\delta} = \left|\vec{C}_3.\vec{X}_\delta - \vec{X}\right|$$

$$\vec{X}_1 = \vec{X}_\alpha - \vec{A}_1.(\vec{D}_\alpha), \vec{X}_2 = \vec{X}_\beta - \vec{A}_2.(\vec{D}_\beta), \vec{X}_3 = \vec{X}_\delta - \vec{A}_3.(\vec{D}_\delta)$$

$$\vec{X} = (t+1) = \frac{\vec{X}_1 + \vec{X}_2 + \vec{X}_3}{3}$$

حمله به طعمه: همان‌طور که در بالا ذکر شد، گرگ خاکستری مراحل شکار را با حمله به طعمه هنگامی که متوقف می‌شود، به پایان می‌رساند. به‌منظور مدلسازی ریاضی حمله به طعمه، در اینجا مقدار $\vec{a}$ کاهش داده می‌شود. توجه شود که محدوده نوسانات $\vec{A}$نیز متقابلاً کاهش می‌یابد. به عبارت دیگر مقدار $\vec{A}$ یک مقدار تصادفی در محدوده $[-2\alpha, 2\alpha]$ است که در آن a از ۲ به ۰ کاهش می‌یابد. هنگامی که مقادیر تصادفی $\vec{A}$ بین [۱ , -۱] باشد، مکان بعدی عامل جستجو بین مکان فعلی و مکان طعمه قرار می‌گیرد.

با توجه به اپراتورهای پیشنهادی تاکنون، الگوریتم GWO اجازه می‌دهد تا عوامل جستجو موقعیت خود را بر اساس محل آلفا ، بتا، دلتا و حمله به سمت طعمه بروزرسانی کنند.

جستجو برای طعمه: گرگ خاکستری اغلب با توجه به موقعیت آلفا، بتا و دلتا برای طعمه جستجو می‌کند. آن‌ها از یکدیگر برای جستجو طعمه واگرا می‌شوند و برای حمله به طعمه همگرا می‌شوند. به منظور مدلسازی ریاضی واگرایی ، مقدار $\vec{A}$ را با بزرگ‌تر از ۱ و یا کوچکتر از ۱- در نظر گرفته می‌شود. این امر باعث می‌شود تا گرگ‌ها به صورت سراسری برای طعمه (راه‌حل) جستجو کنند.

یکی دیگر از پارامترهایی که در جستجو مفید است بردار $\vec{C}$ است. همان‌طور که قبلاً گفته شد مقدار این بردار یک عدد تصادفی بین [۲ , ۰] است. این پارامتر باعث می‌شود تا گرگ‌ها رفتارهای تصادفی داشته باشند و در سرتاسر فضای جستجو به دنبال طعمه (راه‌حل) باشند. به منظور درک بهتر برای عمل جستجو در فضای جستجو توسط الگوریتم گرگ خاکستری، شبه کد این الگوریتم در شکل ۳ نشان داده شده است.

مرحله۱: مقادیر اولیه جمعیت گرگ‌های خاکستری را تنظیم کن: $X_i\left(i=1,2,...,n\right)$

مرحله۲: مقادیر اولیه a ، A و C را مشخص کن

مرحله۳: مقدار تناسب[1] هر عامل جستجو را محاسبه کن

مرحله۴: $X_\alpha = the\ best\ search\ agent$

$X_\beta = the\ second\ best\ search\ agent$

$X_\delta = the\ third\ best\ search\ agent$

مرحله۵: تا هنگامی که (t<ماکزیمم تعداد مرحله تکرار) است:

- برای هر عامل جستجو:
  - با استفاده از رابطه (۶) مکان آن را بروز رسانی کن.
- a ، A و C را بروزرسانی کن.
- مقدار تناسب همه عامل‌های جستجو را محاسبه کن.
- X_α ، X_β و X_δ را بروز رسانی کن.
- $t = t+1$

مرحله۶: X_α را برگردان.

شکل ۳. فلوچارت الگوریتم گرگ خاکستری

معیار ارزیابی

یک معیار برای ارزیابی کیفیت بخش‌بندی خوشه‌ها، ماژولاریتی[1] می‌باشد. نیومن و گیروان، (۲۰۰۴) از این مقدار معمولاً برای بررسی عملکرد الگوریتم‌های کشف انجمن استفاده می‌کنند. ماژولاریتی به صورت زیر محاسبه می‌شود.

$$Q = \sum_i \left(e_{ii} - a_i^2\right) \quad \text{رابطه ۶)}$$

که در آن e_{ii} کسر یال‌های درون انجمن i و a_i^2 کسر یال هایی که به انجمن متصل می شوند می باشد و با فرمول $a_i^2 = \sum_j e_{ij}$ محاسبه می‌شود.

اگر تعداد یال‌های برون‌خوشه ای به زیادی گراف‌های تصادفی باشد، آنگاه Q برابر صفر خواهد شد. مقادیر Q نزدیک به ۱ نشانگر ساختار انجمن قوی می‌باشد. در عمل این مقدار برای ساختار انجمن‌های قوی بین ۰/۳ تا ۰/۷ می‌باشد. با این مقدار مقایسه دو گراف که ساختار مشابهی دارند ولی از نظر اندازه متفاوت هستند سخت است به این دلیل که گراف بزرگ‌تر طبیعتاً ماژولاریتی بالاتری خواهد داشت (نیومن و گیروان، ۲۰۰۴).

مجموعه داده‌ها

به منظور ارزیابی روش پیشنهادی از شبکه‌های با سایزهای کوچک و متوسط استفاده شده است که مشخصات این شبکه‌ها در جدول ۱ قابل مشاهده می‌باشد.

جدول ۱: مشخصات شبکه‌های آزمون (http://konect.uni-koblenz.de/networks)

مجموعه داده	تعداد گره‌ها	تعداد یال‌ها	تعداد انجمن	جهت‌دار
Zachary's karate club	۳۴	۷۸	۲	خیر
Dolphin Social Network	۶۲	۱۵۹	۲	خیر
American college football	۱۱۵	۶۱۳	۱۲	خیر

1 Modularity

یافته‌های پژوهش

برای آزمون الگوریتم پیشنهادی و مقایسه عملکرد این الگوریتم نسبت به سایر الگوریتم‌های فراابتکاری، شبیه‌سازی اولیه در محیط برنامه‌نویسی MATLAB برای شبکه‌های ذکر شده انجام شده است. الگوریتم بر روی این سه مجموعه داده ۲۰ مرتبه مستقل اجرا شده است و در هر اجرا ماژولاریتی حساب می‌شود. تعداد جمعیت گرگ‌ها برابر با ۸۰ و تعداد تکرار در هر اجرای الگوریتم ۱۵۰ در نظر گرفته شده است. نتایج به دست آمده از شبیه‌سازی الگوریتم پیشنهادی بر اساس ماکزیمم و میانگین ماژولاریتی با سایر الگوریتم‌ها مقایسه شده‌اند. این مقادیر در جدول ۲ گزارش شده است.

جدول ۲. نتایج آزمایشات

	مجموعه داده Karate		مجموعه داده Dolphin		مجموعه داده Football	
الگوریتم	**میانگین**	**ماکزیمم**	**میانگین**	**ماکزیمم**	**میانگین**	**ماکزیمم**
CNLPSO-DE	۰/۴۰۲۰	۰/۴۰۲۰	۰/۵۲۴۸	۰/۵۲۶۵	۰/۶۰۱۸	۰/۶۰۴۵
NLPSO-DE	۰/۴۰۲۰	۰/۴۰۲۰	۰/۵۲۵۴	۰/۵۲۶۵	۰/۶۰۰۵	۰/۶۰۴۵
NLPSO-D	۰/۴۰۰۰	۰/۴۰۲۰	۰/۵۱۴۴	۰/۵۲۶۵	۰/۵۹۸۹	۰/۶۰۴۵
MODPSO	۰/۴۱۸۴	۰/۴۱۸۷	۰/۵۲۶۸	۰/۵۲۶۸	۰/۶۰۳۵	۰/۶۰۴۶
Ga-net	۰/۴۰۵۹	۰/۴۰۵۹	۰/۴۹۴۶	۰/۵۰۱۴	۰/۵۸۳۰	۰/۵۹۴۰
MOGA-net	۰/۴۱۶۰	۰/۴۱۹۸	۰/۵۲۱۵	۰/۵۲۵۸	۰/۵۱۷۳	۰/۵۲۸۰
CNM	۰/۳۸۰۰	۰/۳۸۰۰	۰/۴۹۵۰	۰/۴۹۵۰	۰/۵۷۷۰	۰/۵۷۷۰
Infomap	۰/۴۰۲۰	۰/۴۰۲۰	۰/۵۲۴۷	۰/۵۲۴۷	۰/۶۰۰۵	۰/۶۰۰۵
الگوریتم پیشنهادی	۰/۴۰۷۶	۰/۴۰۷۶	۰/۵۲۷۱	۰/۵۲۷۷	۰/۶۰۴۲	۰/۶۰۴۶

مقدار ماژولاریتی بیشتر نشاندهنده تفکیک اجتماع بهتر می‌باشد و این نتایج نشان می‌دهند که الگوریتم پیشنهادی در دو مجموعه داده بهترین نتیجه را به دست می‌آورد. قابل ذکر است در مواردی که میانگین و ماکزیمم ماژولاریتی برابر است به این معنی می‌باشد که الگوریتم در هر ۲۰ اجرا به یک جواب رسیده است و در این مجموعه داده‌ها آن جواب بهترین تفکیک انجمن می‌باشد یعنی امکان افزایش ماژولاریتی دیگر وجود ندارد و آن

ماژولاریتی بیشینه است. همان‌گونه که در جدول مشخص است، مساوی بودن میانگین و ماکزیمم ماژولاریتی در نتایج گزارش شده است.

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

برای دسته‌بندی افراد و علایقشان در این شبکه‌ها می‌توان از روش‌های کشف انجمن استفاده کرد. هدف از کشف انجمن مرتب‌سازی نمونه‌ها به خوشه‌هایی است که درجه ارتباط نسبتاً قوی بین اعضای خوشه و نسبتاً ضعیف بین اعضای خوشه‌های مختلف وجود داشته باشد. انجمن، اطلاعات ارزشمندی در مورد نوع ارتباط کاربران، نحوه انتقال اطلاعات بین آن‌ها و نحوه توزیع کاربران در شبکه‌های اجتماعی فراهم می‌کند و در واقع به عنوان جزء اصلی این شبکه‌ها محسوب می‌شود.

در این مقاله یک روش فرابتکاری تحت عنوان الگوریتم بهینه‌ساز گرگ خاکستری برای کشف انجمن در شبکه‌های اجتماعی ایستا بیان شده و این الگوریتم با الگوریتم‌های دیگر مقایسه گردید که در مجموعه داده Karate، الگوریتم MOGA-net در هر ۲۰ اجرا به بهترین جواب رسید، در مجموعه داده Dolphin تنها الگوریتم پیشنهادی به بهترین جواب در تمامی اجراها رسیده است، در مجموعه داده Football الگوریتم پیشنهادی ماکزیمم جواب یکسان با الگوریتم MODPSO داده است اما نسبت به این الگوریتم میانگین بهتری دارد.

منابع

- Bianconi, G., & Barabási, A. L. (2001). Competition and multiscaling in evolving networks. EPL (Europhysics Letters), 54(4), 436.
- Barber, M. J. (2007). Modularity and community detection in bipartite networks. Physical Review E, 76(6), 066102.
- Plantié, M., & Crampes, M. (2013). Survey on social community detection. In Social media retrieval (pp. 65-85). Springer, London.
- Newman, M. E., & Girvan, M. (2004). Finding and evaluating community structure in networks. Physical review E, 69(2), 026113
- Newman, M. E. (2004). Fast algorithm for detecting community structure in networks. Physical review E, 69(6), 066133
- Clauset, A., Newman, M. E., & Moore, C. (2004). Finding community structure in very large networks. Physical review E, 70(6), 066111.
- Shang, R., Bai, J., Jiao, L., & Jin, C. (2013). Community detection based on modularity and an improved genetic algorithm. Physica A: Statistical Mechanics and its Applications, 392(5), 1215-1231
- Tasgin, M., Herdagdelen, A., & Bingol, H. (2007). Community detection in complex networks using genetic algorithms. arXiv preprint arXiv:0711.0491.
- Pizzuti, C. (2012). A multiobjective genetic algorithm to find communities in complex networks. IEEE Transactions on Evolutionary Computation, 16(3), 418-430.
- Gong, M., Ma, L., Zhang, Q., & Jiao, L. (2012). Community detection in networks by using multiobjective evolutionary algorithm with decomposition. Physica A: Statistical Mechanics and its Applications, 391(15), 4050-4060.
- Zhao, Y., Jiang, W., Li, S., Ma, Y., Su, G., & Lin, X. (2015). A cellular learning automata based algorithm for detecting community structure in complex networks. Neurocomputing, 151, 1216-1226
- Newman, M. E. (2004). Fast algorithm for detecting community structure in networks. Physical review E, 69(6), 066133.
- Li, W., Huang, C., Wang, M., & Chen, X. (2017). Stepping community detection algorithm based on label propagation and similarity. Physica A: Statistical Mechanics and its Applications, 472, 145-155.
- Papadopoulos, S., Kompatsiaris, Y., Vakali, A., & Spyridonos, P. (2012). Community detection in social media. Data Mining and Knowledge Discovery, 24(3), 515-554
- Mirjalili, S., Mirjalili, S. M., & Lewis, A. (2014). Grey wolf optimizer. Advances in engineering software, 69, 46-61.
- Newman, M. E., & Girvan, M. (2004). Finding and evaluating community structure in networks. Physical review E, 69(2), 026113.
- Good, B. H., De Montjoye, Y. A., & Clauset, A. (2010). Performance of modularity maximization in practical contexts. Physical Review E, 81(4), 046106.
- http://konect.uni-koblenz.de/networks/

استناد به این مقاله: شناسه دیجیتال (DOI): 10.22091/JEMSC.2018.1267

بشارت نیا، فاطمه، طالب پور، علیرضا، علی اکبری، صادق. (۱۳۹۸). «کشف انجمن در شبکه‌های اجتماعی ایستا با استفاده از الگوریتم بهینه‌ساز گرگ خاکستری». *مدیریت مهندسی و رایانش نرم*، ۶ (۱)، ۱۴۳-۱۳۱.

Engineering Management & Soft Computing

"Special issue for 4thconference on Contemporary Issues in Computer Information and Sciences (CICIS)"

ISSN:2538-6239

The Journal of Qom University

Under the supervision of the vice – president for research

Vol 6, No 1, Spring and Summer 2020

Proprietor: University of Qom

Chief Director: Jalal RezaeeNour. Ph.D

Chief Editor: Peyman Akhavan. Ph.D

Executive Director: Ali Sayyah.Ph.D

Board of Writers:

Peyman Akhavan, Professor, Department of Industrial Engineering, School of Management; Malek Ashtar University of Technology; Tehran, Iran. peyman_akv@yahoo.com

Reza Baradaran Kazemzadeh, Professor, School of Industrial and Systems Engineering, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran. rkazem@modares.ac.ir

Reza Hosnavi Atashgah, Associate Professor, Department of Industrial Engineering, School of Management, Malek Ashtar University of Technology; Tehran, Iran. r_hosnavi@yahoo.com

Jalal Rezaeenour, Associate professor, Department of Industrial Engineering, Faculty of Technology and Engineering, University of Qom, Qom, Iran. J.rezaee@qom.ac.ir

Mostafa Zandieh, Associate professor, Department of Industrial Management, Faculty of Management and Accounting, Shahid Beheshti Univesrsity, Tehran, Iran. m_zandieh@sbu.ac.ir

Ahmad Gholami, Associate Professor, Department of Applied Mathematics, University of Qom, Qom, Iran. a.gholami@qom.ac.ir

Mohammad Fathian Brojeny, Professor, Department of Electronic Commerce, School of Industrial Engineering, Iran University of Science and Technology, Tehran, Iran. fathian@iust.ac.ir

Aliasghar Foroughi, Associate Professor, Department of Applied Mathematics, University of Qom, Qom, Iran. a-foroughi@qom.ac.ir

Mohammad Mahdavi Mazdeh, Associate Professor, Department of Productivity Management, School of Industrial Engineering, Iran University of Science and Technology, Tehran, Iran. mazdeh@iust.ac.ir.

Editor & Typesetting : Narges Aghakhni.

Editorial Address : Department of Industrial Engeneering, School of Engeneering and Technology, Qom, Iran. P.O.Box : 3716146611

Tel : 025 32103575

Fax : 025 32854499

Email : jemsc@qom.ac.ir

Website : http://jemsc.qom.ac.ir

Reviewers:

Keyvan Borna Ph.D; Hossein Amirkhan Ph.D; Jalal Rezaeenour Ph.D; Amir Lakizadeh Ph.D; Mohsen Nickray Ph.D; Ali Sayyah Ph.D Bahram Sadeghi Bigham Ph.D; Reza Ebrahimi Atani Ph.D; Mohammad Ghasemzadeh Ph.D.; Saeed Reza Kheradpisheh Ph.D; Maryam Tahmasbi Ph.D; Asadollah Shahbahrami Ph.D; Mahdi Jampour Ph.D

Table of Contents

Offering Effective Approaches to Implementation of Electronic Customer Relationship Management by the University of Applied Science and Technology **1**
Ehsan Babaei, Ehram Safari, Mohammad Kazem Sayadi

Combining Fuzzy Dematel and Product Design Structure Matrix for Clustring Nozzle **2**
Mahdi Karbasia, Sayed Mohammad Kazemi, Golara Iranpoor

Optimizing the Service Provision time in the Emergency Department Using Mathematical Modeling and Simulation **3**
Mahdi Yousefi Nejad Atari, Ensiyeh Neishabouri Jami, Akbar Sattari Behnam

Presenting a Novel Hybrid Approach to Text Mining for Twitter Sentiment Analysis Using the CART Decision Tree **4**
Nasir Tayarani Najaran, Mehrdad Jalali

Predicting Blood Donation Using Machine Learning Techniques Based on the Decision Tree, KNN, SVM, and MLP algorithms **5**
Arash Fahmi Hassan, Mohammad Reza Moghari, Omid Mahdi Ebadati

Community Detection in Static Social Networks Using the Gray Wolf Optimizer Algorithm **6**
Fateme Besharat nia, Alireza TalebPoor, Sadegh AliAkbari

Engineering Management & Soft Computing/Vol 6, No 1, Spring and Summer 2020
(DOI): 10.22091/JEMSC.2018.2808.1063 Page: 1

JEMSC.QOM
مدیریت مهندسی و رایانش نرم ۱۳۹۴

Offering Effective Approaches to Implementation of Electronic Customer Relationship Management by the University of Applied Science and Technology

(Case Study: the University of Applied Science and Technology, Unit 20, Tehran)

Ehsan Babaei [1]
Ehram Safari [2]
Mohammad Kazem Sayadi [3]

Abstract

Universities and institutions which plan to use electronic customer relation management system (e-CRM) first need to first measure the effective factors affecting the system's implementation so that they'll be able to provide a transparent system in order to satisfy the students and help them manage their daily activities. This article explores the effects of implementing electronic customer relationship management from the students' viewpoint in the under-researched university. This study is an applied research regarding its purpose, and a descriptive survey research in terms of methodology. The statistical population of the research includes students studying at the University of Applied Science and Technology, unit 20. The data has been collected through researcher-designed questionnaires. The structural equation modeling was used in order to perform data analysis and hypothesis testing. Results indicate that factors such as commitment to customers, privacy protection, customers' trust, convenience, quality electronic service, students' satisfaction and loyalty are influential in the implementation of electronic customer relationship management system. The proper implementation of e-CRM results in an increased loyalty and the satisfaction of students with the university services and programs.

Key word: *Commitment to Customers, E-CRM, Student Satisfaction.*

[1]. MSc., Student , Department of Faculty of Engineering and Technology, Electronic Branch, Islamic Azad university, Tehran ,Iran
[2]. Assistant Prof., Iran Telecommunication Research Center, Tehran, Iran
[3]. Assistant Prof., Iran Telecommunication Research Center, Tehran, Iran

Engineering Management & Soft Computing/Vol 6, No 1, Spring and Summer 2020
Page: 2 (DOI): 10.22091/JEMSC.2018.2866.1065

JEMSC.QOM
مدیریت مهندسی و رایانش نرم ۱۳۹۴

Combining Fuzzy Dematel and Product Design Structure Matrix for Clustring Nozzle

Mahdi Karbasian [1]
Sayed Mohammad Kazemi [2]
Golara Iranpoor [3]

Abstract

This article presents an integrated approach for designing bullet fuzes. Using systems engineering in this approach, first of all the needs of the customer, Air Force, are considered and translated into functional requirements. Then, by applying the house of quality (HOQ) matrix, these functional requirements are transformed into component parts whose classification is finally carried out by the design structure matrix and through examining the presence or absence of relationship between various parts. On the other hand, regarding the different types of dependencies and relationships among these parts, the value and strength of relationships are expressed using fuzzy DEMATEL analysis that leads to the classification of components in each module. The integrated approach outlined in this article can serve as a basis for a fully localized process of designing and developing new products in design offices, resulting generally in reducing the design/redesign time and improving the quality. Furthermore, our novel approach is employed for the first time in single-function products causing changes in considering the types of relationships in the design structure matrix.

Key words: *design structure matrix, functional requirement, fuzzy DEMATEL, Mirage fuzes, systems engineering.*

[1]. Associate Prof., Industrial Engineering Department, Malek Ashtar University, Isfahan, Iran (Corresponding Author)
karbasian@mut.ac.ir
[2]. Department of management, Dolat Abad Branch, Islamic Azad Univesity, Isfahan, Iran
[3]. Industrial Engineering Department, Malek Ashtar University, Isfahan, Iran

Engineering Management & Soft Computing/Vol 6, No 1, Spring and Summer 2020
(DOI): 10.22091/JEMSC.2018.2964.1066 Page: 3

JEMSC.QOM
مدیریت مهندسی و رایانش نرم ۱۳۹۴

Optimizing the Service Provision time in the Emergency Department Using Mathematical Modeling and Simulation

Case Study: Imam Reza Hospital

Mahdi Yousefi Nejad Atari [1]
Ensiyeh Neishabouri Jami [2]
Akbar Sattari Behnam [3]

Abstract

Patient waiting time, the costs, and nurses' job satisfaction level are important criteria in providing services in hospital. One of the main causes of long patient waiting times is the lack of sufficient expert staff in the hospital. Increased costs and low job satisfaction of nursing staff in hospitals are the result of applying traditional and nonscientific methods in assigning nurses to shifts. The emergency department is one of the special units in the hospital, in which studying the patient flow is highly important. In this study, the current status of Imam Reza Hospital emergency department in Tabriz, Iran is simulated using ARENA 14 software, in order to assess the costs and size of the waiting line. Then, the current status of this department is compared with three scenarios with different number of nurses. In order to evaluate the costs and nurse job satisfaction in each scenario, a nonlinear integer programming mathematical model is proposed. In this model, nurses are properly assigned to shifts and weekdays in order to minimize the costs and to increase nurse job satisfaction. Finally, analyzing both nonlinear programming and simulation model, the results show that the number of nurses in this department is not sufficient and that six nurses should be added to the staff.

Keywords: *Generalized Center Method, Mathematical Modeling, Multi-Objective Allocation Problem, Optimization of Service Provision Time, Simulation.*

[1]. Associate Prof., Faculty of Engineering, Azad University, Bonab Branch,Bonab, Iran (Corresponding Author)
mahdi_108108@yahoo.com
[2]. Associate Prof., Faculty of Engineering, Azad University, Bonab Branch,Bonab, Iran
[3]. MSc, Faculty of Engineering, Azad University, Bonab Branch,Bonab, Iran

Engineering Management & Soft Computing/Vol 6, No 1, Spring and Summer 2020
Page: 4 (DOI): 10.22091/JEMSC.2018.1272

JEMSC.QOM
مدیریت مهندسی و رایانش نرم ۱۳۹۴

Presenting a Novel Hybrid Approach to Text Mining for Twitter Sentiment Analysis Using the CART Decision Tree

Nasir Tayarani Najaran [1]
Mehrdad Jalali [2]

Abstract

With the growth of social networks as virtual communities and an ever-increasing use of them, a huge amount of user feedback on various topics emerge. Therefore, it is necessary to apply modern and scientific approaches for analyzing networks. Text mining, as an effective approach, aims to discover knowledge from texts. In the present paper, a novel approach composed of machine learning and vocabulary-based methods is proposed to perform text mining for Twitter sentiment analysis. In order to improve data mining for sentiment analysis and data classification, the CART decision tree is applied as a machine learning approach. Additionally, for a more thorough analysis of the type of the sentiment present in tweets, a SentiStrength list is used as a lexicon-based method. The unique feature of CART is the analysis of the complex data structure, which can perform regression-related operations and also data classification, with regard to the input of the problem. The power of SentiStrength algorithm in the detection of sentiments has also led to a thorough analysis of tweet sentiments. The results of the implementation of the proposed approach for tweet sentiment analysis, for most indicators, show the improvement of data classification.

Keywords: *sentiment analysis, the CART decision tree, social networks, SentiStrength algorithm, text mining.*

1 . MSc. Software Engineering, Faculty of Engineering, Islamic Azad University of Mashhad, Mashhad, Iran (Corresponding Author) nr.tayarani@gmail.com
2. Assistant Prof., Faculty of Engineering, Islamic Azad University of Mashhad, Mashhad, Iran

Engineering Management & Soft Computing/Vol 6, No 1, Spring and Summer 2020
(DOI): 10.22091/JEMSC.2018.1278 Page: 5

JEMSC.QOM
مدیریت مهندسی و رایانش نرم ۱۳۹۴

Predicting Blood Donation Using Machine Learning Techniques Based on the Decision Tree, KNN, SVM, and MLP algorithms

Arash Fahmi Hassan [1]
Mohammad Reza Moghari [2]
Omid Mahdi Ebadati [3]

Abstract

Blood donation has an important and critical role in maintaining the health and survival of human life. Today, despite significant scientific developments and medical advancements, adequate supply of healthy blood is still one of the challenges and concerns of the medical community in the world. Predicting and planning blood donation in order to provide and preserve the amount of blood required in blood banks is very important and difficult over time, with regard to the variation of blood groups and interrelations between them. This study tries to perform data mining and machine learning techniques for predicting blood donation, in order to estimate and provide the amount of blood required by blood banks in different periods of time. In this regard, several classification algorithms in supervised learning, including the decision tree, KNN, SVM and MLP algorithms are implemented for prediction, and the accuracy results of each are presented. Totally, the performance of the algorithms KNN and MLP in predicting blood donation has higher accuracy.

Keywords: *artificial neural network, data mining, k-nearest neighbors (KNN), machine learning, support vector machine (SVM), the decision tree.*

1. MSc. Student in Operations Research, Faculty of Management, Kharazmi University, Tehran, Iran
std_fahmihassan@khu.ac.ir
2. MSc. Student in Operations Research, Faculty of Management, Kharazmi University, Tehran, Iran
mr_moghari@yahoo.com
3. Assistant Prof., Department of Management Information Technology, Kharazmi University, Tehran. (Corresponding Author) ebadati@khu.ac.ir

Engineering Management & Soft Computing/Vol 6, No 1, Spring and Summer 2020
Page: 6 (DOI): 10.22091/JEMSC.2018.1267

JEMSC.QOM
مدیریت مهندسی و رایانش نرم ۱۳۹۴

Community Detection in Static Social Networks Using the Gray Wolf Optimizer Algorithm

Fateme Besharat nia [1]
Alireza TalebPoor [2]
Sadegh AliAkbari [3]

Abstract

Detecting communities in complex networks is one of the most important issues in social network analysis and scientific areas. It helps researchers identify network structures and understand their functions. Clustering or community detection will reveal community structures in social networks, and hidden relations among their components. A community is a collection of nodes whose density of communication is more than other network entities. This paper presents a novel algorithm for community detection in static networks, called the gray wolf optimizer algorithm, which has scalability, according to the selected criteria. Moreover, as experience has shown, one of the most important characteristics of meta-heuristic algorithms is the lack of trapping at the local minimum. In the field of community detection, gray wolf algorithm is less likely to be trapped than other meta-heuristic algorithms such as the genetic algorithm and the particle swarm algorithm are. Experiments show that the mentioned algorithm has higher precision than other algorithms.

Keywords*: community detection, gray wolf optimizer algorithm, meta-heuristic algorithms, social networks.*

1. PhD Student of Engineering and Sciences Computer, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran (Corresponding Author)
f_besharatnia@sbu.ac.ir
2. Associate Prof, Faculty of Engineering and Sciences Computer, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran
Talebpour@sbu.ac.ir
3. Assistant Prof, Faculty of Engineering and Sciences Computer, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran
s_aliakbary@sbu.ac.ir