

# ارائه یک سیستم مدیریت هوشمند جهت تخصیص امکانات سیستم مخابرات برای پیش بینی ریزش مشتری مبتنی بر شبکه عصبی مصنوعی و الگوریتم تکاملی قطرات

## هوشمند

مآنده رحمانی<sup>۱</sup>، فرشید وظیفه دوست<sup>۲</sup> و مهدی رضاپور میرصالح<sup>۳</sup>

<sup>۱</sup>دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی کامپیوتر گرایش نرم افزار، دانشگاه پیام نور مرکز بین الملل کیش

Maede9708@gmail.com

<sup>۲</sup>فارغ التحصیل مقطع کارشناسی ارشد مهندسی کامپیوتر گرایش هوش مصنوعی و رباتیک از دانشگاه پیام نور مرکز بین الملل قشم

Vazifehdoostfarshid@gmail.com

<sup>۳</sup>استادیار گروه مهندسی کامپیوتر و فناوری اطلاعات، دانشگاه پیام نور

Mrezapoorm@yahoo.com

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۶/۱۸

تاریخ انتشار: ۱۴۰۳/۰۶/۳۰

ایمیل نویسنده مسئول: Maede9708@gmail.com

## چکیده

در صنعت مخابرات، حجم وسیعی از داده‌ها توسط تعداد زیادی از مشتریان به صورت روزانه تولید شده و به دست آوردن یک پایگاه مشتری جدید، پرهزینه‌تر از نگهداری مشتریان فعلی است و برای دستیابی به رونق کسب و کار، تجزیه و تحلیل مؤثر مشتری بسیار حائز اهمیت است از این رو در این پژوهش یک مدل هوشمند جهت تخصیص امکانات سیستم مخابرات برای پیش‌بینی ریزش مشتری مبتنی بر شبکه عصبی مصنوعی و الگوریتم تکاملی قطرات هوشمند ارائه شد که به منظور اتخاذ تصمیمات تجاری آگاهانه که باعث افزایش درآمد و بهبود رضایت مشتری می‌شود. هدف این پژوهش بررسی چگونگی تغییر پیش‌بینی‌های مصرف‌کننده بر اساس الگوریتم‌های طبقه‌بندی یادگیری ماشینی است. این روش قادر است بهترین طبقه‌بندی کننده یادگیری ماشین را برای مجموعه داده مصرف‌کننده تحت تجزیه و تحلیل انتخاب کند. نقش شبکه عصبی مصنوعی مبتنی بر الگوریتم هوشمند آب در این مدل انجام یک تجزیه و تحلیل گسترده از الگوهای مصرف‌کننده با استفاده از طبقه بندی کننده است. در شبیه‌سازی نیز مدل پیشنهادی به نسبت روش‌های دیگر در معیار مختلف دارای نتایج بهتری به نسبت سایر روش‌ها بوده است.

## ۱ - مقدمه

امروز دنیای رقابتی فناوری‌های ارتباطی است. ریزش مشتری مشکل اصلی است که در حال حاضر تقریباً تمام صنایع مخابراتی در جهان با آن مواجه هستند. در پارادایم مخابراتی، ریزش به فعالیت مشتریانی که شرکت را ترک می‌کنند و خدمات ارائه شده توسط آن را به دلیل نارضایتی از خدمات و/یا به دلیل ارائه بهتر از سایر ارائه دهندگان شبکه در قیمت مقرون به صرفه مشتری کنار می‌گذارند، تعریف می‌شود. این منجر به از دست دادن بالقوه درآمد / سود برای شرکت می‌شود. همچنین، حفظ مشتریان به یک وظیفه چالش برانگیز تبدیل شده است. بنابراین، شرکت‌ها به دنبال معرفی برنامه‌ها و فناوری‌های جدید هستند تا به مشتریان خود خدمات بهتری را ارائه دهند تا آنها را دست نخورده نگه دارند. قبل از انجام این کار، لازم است آن دسته از مشتریانی را که احتمالاً در آینده نزدیک شرکت را ترک می‌کنند، از قبل شناسایی کنید زیرا از دست دادن آنها منجر به از دست دادن سود قابل توجهی برای شرکت می‌شود. این فرآیند پیش‌بینی انحراف نامیده می‌شود [۱].

۳۰ تا ۳۵ درصد از مشتریان سالانه شرکت مخابراتی خود را پس از کووید ترک کردند. این نرخ ریزش ممکن است با رشد بازار یا ظهور بازیگران جدید و بزرگ مخابراتی در آینده به افزایش خود ادامه دهد. علاوه بر این، برای شرکت‌های سلولی، هزینه‌های جذب مشتری می‌تواند با ۵ تا ۱۰ برابر هزینه‌های صرف شده برای حفظ یا رضایت مشتری قابل مقایسه باشد [۲].

**کلمات کلیدی:** سیستم مدیریت هوشمند، تخصیص

امکانات، سیستم مخابرات، پیش‌بینی ریزش مشتری، شبکه عصبی مصنوعی و الگوریتم تکاملی قطرات هوشمند.

## تاریخچه مقاله:

تاریخ ارسال: ۱۴۰۳/۰۲/۰۴

تاریخ اصلاحات: ۱۴۰۳/۰۵/۲۷

پیش‌بینی‌های ریزش ارائه می‌دهد. مدل‌های طبقه‌بندی مختلف، از جمله ماشین تقویت‌کننده گرادیان برجسته، در کنار تکنیک‌های تجسم مانند نمودارهای توضیح افزودنی Shapley و نمودارهای پراکنده برای تفسیرپذیری افزایش یافته استفاده شد. مدل تقویت‌کننده گرادیان برجسته عملکرد برتر را با نرخ دقت ۸۱ درصد نشان داد. یک آزمون رتبه امضا شده Wilcoxon اثربخشی تقویت‌کننده گرادیان برجسته را بر سایر مدل‌ها تأیید کرد، با مقدار - تفاوت عملکرد قابل توجهی را نشان می‌دهد. این مطالعه نتیجه می‌گیرد که تقویت‌کننده گرادیان برجسته به طور قابل توجهی برای پیش‌بینی ریزش بهتر است، و تکنیک‌های بصری به کار گرفته شده به طور موثر عوامل کلیدی ریزش را در بخش مخابرات روشن می‌کند [۴].

مدلی برای پیش‌بینی ریزش مشتری در بخش مخابرات با استفاده از تکنیک‌های یادگیری ماشین ارائه شده است که نویسندگان مقاله اظهار دارند که در صنعت مخابرات، حجم وسیعی از داده‌ها به صورت روزانه توسط تعداد زیادی از مشتریان تولید می‌شود. در اینجا، به دست آوردن یک پایگاه مشتری جدید، پرهزینه‌تر از نگهداری مشتریان فعلی است، جایی که ریزش فرآیند تغییر مشتریان از یک شرکت به شرکت دیگر در یک زمان مشخص است. مدیریت مخابرات و تحلیلگران در حال یافتن توضیحاتی هستند که در پس خروج مشتریان از اشتراک و فعالیت‌های رفتاری داده‌های مشتریان هلدینگ وجود دارد. این سیستم از تکنیک‌های طبقه‌بندی برای یافتن اشتراک مرخصی استفاده می‌کند و دلایل پشت سر اشتراک ترک مشتریان در صنعت مخابرات را جمع‌آوری می‌کند. هدف اصلی این سیستم تجزیه و تحلیل الگوریتم‌های متنوع یادگیری ماشین است که برای توسعه مدل‌های پیش‌بینی ریزش مشتری و شناسایی دلایل ریزش به منظور ارائه استراتژی‌ها و برنامه‌های حفظ آنها مورد نیاز است. در این سیستم، اشتراک‌های مرخصی داده‌های مشتریان را با استفاده از الگوریتم‌های طبقه‌بندی مانند جنگل تصادفی، تکنیک‌های یادگیری ماشینی مانند KNN و طبقه‌بندی درخت تصمیم جمع‌آوری می‌کنند. این یک مدل کسب‌وکار کارآمد ارائه می‌کند که داده‌های ریزش مشتری را تجزیه و تحلیل می‌کند و پیش‌بینی‌های دقیقی از ریزش مشتریان ارائه می‌دهد تا مدیریت کسب‌وکار ممکن است در طول دوره ریزش برای متوقف کردن ریزش و همچنین از دست دادن سود اقدام کند. سیستم با استفاده از طبقه‌بندی‌کننده جنگل

در واقع کاهش ریزش مشتری برای کسب و کارها در رقابت مخابراتی اهمیت زیادی دارد. در ارتباطات راه دور، ریزش مشتری یک چالش مهم با پیامدهای عمیق برای پایداری و رشد کسب و کار است. ریزش مشتری، به عنوان نرخ‌هایی که مشتریان خدمات خود را در یک دوره معین قطع می‌کنند، تعریف می‌شود، یک معیار مهم است که مستقیماً بر درآمد و سودآوری شرکت تأثیر می‌گذارد. توانایی پیش‌بینی ریزش با دقت بالا به شرکت‌ها اجازه می‌دهد تا اقدامات پیشگیرانه برای حفظ مشتریان انجام دهند، که اغلب مقرون به صرفه‌تر از به دست آوردن مشتریان جدید است. پیش‌بینی ریزش عبارت است از پیش‌بینی تغییرات مصرف آتی مشتریان از طریق تجزیه و تحلیل رفتار و داده‌های تاریخی مشتریان. دشواری پیش‌بینی ریزش مشتری در تفاوت‌های قابل توجه در اطلاعات شخصی، عادات رفتاری و سوابق مصرف مشتریان نهفته است، و ساخت مستقیم داده‌های ورودی و خروجی مدل آسان نیست. علاوه بر این، به دلیل مسائل مربوط به حریم خصوصی، به دست آوردن اطلاعات داده بین مشتریان و بازرگانان چالش برانگیز است و مشکل مدل‌سازی را افزایش می‌دهد [۳]. روش‌های داده‌کاوی در پیش‌بینی ریزش مشتری از تحقیقات انجام شده در چند سال گذشته مؤثرتر هستند. ساخت مدل پیش‌بینی ریزش مؤثر یک کار مهم است که مستلزم تحقیقات زیادی است، درست از شناسایی متغیرهای پیش‌بینی‌کننده بهینه (ویژگی‌ها) از حجم زیاد داده‌های مشتری در دسترس تا انتخاب تکنیک داده‌کاوی پیش‌بینی‌کننده مؤثر که برای این ویژگی مناسب است [۱].

## ۲ - کارهای مرتبط

مدلی برای تبیین پیش‌بینی ریزش مشتری در صنعت مخابرات با استفاده از مدل‌های یادگیری ماشین جدولی ارائه شد که این مطالعه به ریزش مشتری می‌پردازد، یک مسئله اصلی در بخش‌های خدمات محور مانند ارتباطات، جایی که به قطع اشتراک‌ها اشاره دارد. این تحقیق بر اهمیت شناخت رضایت مشتری برای حفظ مشتریان تأکید می‌کند و به طور خاص بر پیش‌بینی ریزش اولیه به عنوان یک استراتژی کلیدی تمرکز می‌کند. رویکردهای قبلی عمدتاً از تکنیک‌های طبقه‌بندی تصمیم‌یافته برای پیش‌بینی ریزش استفاده می‌کردند، اما اغلب جنبه تفسیرپذیری را که برای تصمیم‌گیری حیاتی است، نادیده گرفتند. این مطالعه مدل‌های توضیح‌دهنده را برای رسیدگی به این شکاف معرفی می‌کند و توضیحات محلی و جهانی را برای

متغیرهایی که به گردش مشتری کمک می‌کنند، برای برداشتن گام های لازم برای کاهش این ریزش بسیار مهم است. سهم اصلی کار این مقاله توسعه یک مدل پیش‌بینی ریزش است که به اپراتورهای مخابراتی امکان می‌دهد پیش‌بینی کنند که چه مشتریانی احتمالاً از بین خواهند رفت. مدل ایجاد شده در این کار از رویکردهای یادگیری ماشینی مانند ماشین بردار پشتیبان، پرسپترون چند لایه، جنگل تصادفی، و ساده بیز استفاده می‌کند. این مقاله یک تکنیک نوآورانه برای انتخاب ویژگی پیشنهاد می‌کند که روش‌های به دست آوردن اطلاعات و رتبه‌بندی را ترکیب می‌کند. برای ارزیابی عملکرد مدل، از دقت، دقت و معیارهای استاندارد F-measure به همراه اعتبارسنجی متقاطع ۱۰ برابری استفاده می‌شود. هنگامی که انتخاب ویژگی در نظر گرفته می‌شود، یافته‌ها دقت ۹۵.۰۲٪ و بدون انتخاب ویژگی دقت ۹۲.۹۲٪ را نشان می‌دهد. نتایج با روش‌های موجود مقایسه شد و این مدل‌های عملکرد رقابتی را از نظر دقت و اندازه‌گیری F نشان دادند [۷]

پیش‌بینی رفتار ریزش مشتری در صنعت مخابرات با استفاده از مدل‌های یادگیری ماشینی ارائه شد که نویسندگان مقاله اظهار دارند، ریزش مشتریان یک نگرانی قابل توجه است و صنعت ارتباطات از راه دور بیشترین نرخ ریزش سالانه را در بین سایر صنایع بزرگ با بیش از ۳۰ درصد دارد. این مطالعه استفاده از مدل‌های یادگیری گروهی را برای تجزیه و تحلیل و پیش‌بینی ریزش مشتری در تجارت ارتباطات از راه دور بررسی می‌کند. پیش‌بینی دقیق ریزش برای ابتکارات موفق حفظ مشتری برای مبارزه با ریزش مشتری ضروری است. این مقاله از روش‌های یادگیری ماشینی ابتکاری و بهبودیافته، از جمله درخت‌های تصمیم، درختان تقویت‌شده، و جنگل‌های تصادفی برای افزایش تفسیرپذیری مدل و دقت پیش‌بینی استفاده می‌کند. مدل‌ها با استفاده از یک مجموعه داده بزرگ به طور سیستماتیک آموزش و ارزیابی شدند. مدل جنگل تصادفی با دقت پیش‌بینی ۹۱.۶۶ درصد، دقت ۸۲.۲ درصد و یادآوری ۸۱.۸ درصد بهترین عملکرد را داشت. نتایج نشان داد که این مدل چقدر می‌تواند با کمک تکنیک‌های قابل توضیح هوش مصنوعی ریزش‌های احتمالی را شناسایی کند، که امکان استراتژی‌های مداخله متمرکز و به موقع را فراهم می‌کند. برای بهبود شفافیت تصمیم‌های گرفته شده توسط طبقه‌بندی‌کننده، این مطالعه همچنین از روش‌های هوش مصنوعی قابل توضیح

تصادفی برای پیش‌بینی‌های ریزش به دقت ۹۹ درصد دست می‌یابد، ماتریس طبقه‌بندی‌کننده دقت ۹۹ درصد با ضریب فراخوانی ۹۹ درصد را به همراه دقت کلی دریافتی ۹۹.۰۹ درصد به دست آورده است. به همین ترتیب، این کار تحقیقاتی پیش‌بینی ریزش را بهبود می‌بخشد، حوزه‌های دیگر کسب‌وکار را تحت پوشش قرار می‌دهد، و مدل‌های پیش‌بینی را ارائه می‌کند تا خدمات مشتریان فعلی‌شان را حفظ کند و به طور موثر از ریزش جلوگیری کند [۵].

روشی برای پیش‌بینی ریزش مشتری در صنعت مخابرات: مروری بر ادبیات ارائه شد که نویسندگان مقاله اظهار دارند که در چشم‌انداز پویای صنعت مخابرات، درک و کاهش ریزش مشتریان برای حفظ مزیت رقابتی و حفظ جریان‌های درآمدی بسیار مهم است. این بررسی ادبیات جامع به پیچیدگی‌های پیش‌بینی ریزش مشتری، یک جنبه مهم در تقویت پیوند بین مشاغل مخابراتی و مشتریان‌شان می‌پردازد. این بررسی به طور روشمند ۱۱ مقاله منتشر شده بین سال‌های ۲۰۰۰ تا مارس ۲۰۲۴ را تجزیه و تحلیل می‌کند و نقش استراتژیک مدیریت ارتباط با مشتری و شیوع نرخ‌های ریزش بالا را که تغییر از جذب مشتری به استراتژی‌های حفظ مشتری را ضروری می‌کند، برجسته می‌کند. علاوه بر این، این بررسی چالش‌های ذاتی پیش‌بینی ریزش، از جمله پیچیدگی‌های مدیریت مجموعه داده‌های بزرگ، نامتعادل و پرسر و صدا و پیچیدگی‌های مربوط به انتخاب و بهینه‌سازی مدل را بررسی می‌کند. علی‌رغم این چالش‌ها، این مقاله توانایی برتر تکنیک‌های یادگیری ماشینی را در مدیریت مجموعه داده‌های پیچیده برای ارائه پیش‌بینی‌های دقیق، هرچند با تصدیق پیچیدگی‌های عملی آنها، برجسته می‌کند. هدف اصلی این مطالعه ارائه یک نمای کلی است که به عنوان یک پایگاه دانش برای محققان علاقه‌مند به تکنیک‌های یادگیری ماشینی در حوزه ارتباطات راه دور است [۶].

پیش‌بینی ریزش مشتری در بخش مخابرات با الگوریتم‌های انتخاب ویژگی فیلتر یادگیری ماشینی و کسب اطلاعات ارائه شد که نویسندگان مقاله اظهار دارند که ریزش مشتری یک موضوع مهم و یکی از نگرانی‌های اصلی کسب و کارهای بزرگ است. با توجه به تأثیر مستقیم بر درآمد شرکت‌ها، به ویژه در بخش مخابرات، شرکت‌ها در تلاش هستند تا روش‌هایی را برای پیش‌بینی ریزش احتمالی مشتری ایجاد کنند. بنابراین، شناسایی

یک شرکت مخابراتی شناخته می‌شوند. هزینه اکتساب بهایی است که یک شرکت برای به دست آوردن مصرف کنندگان جدید می‌پردازد. از سوی دیگر، هزینه های نگهداری، هزینه های نگهداری مشتریان فعلی است. پیش بینی اینکه کدام مشتریان به دلیل محدودیت های انسانی از بین می روند و کدام مشتریان حفظ خواهند شد بسیار دشوار است. در نتیجه، تخصیص پول ممکن است نادرست باشد و در نتیجه مقدار بیشتری وجه نقد صادر شود.

مجموعه ای از خدمات مخابرات در روش پیشنهادی امروزه با توجه به نقش انکارناپذیر و حساس ارتباطات در توسعه ملی جوامع و الزامات برنامه ریزی‌ها و سرمایه گذاری های کلان و قابل ملاحظه در این بخش وظیفه ی متولیان مخابرات کشور، جنبه حیاتی و ملی به خود گرفته است. اهمیت اطلاعات و ایجاد حرکت جهانی برای رسیدن به اطلاعات و گذر از شکاف دیجیتالی، کشورهای جهان سومی را برآن داشته تا تلاش خود را در سطح ملی برای همگانی شدن اطلاعات توسعه دهند.

تقاضای ثبت نام تلفن، قطع و وصل تلفن، باز کردن وبستن صفر دوم تلفن، تغییر مکان و تغییر نام فیش و تلفن، اصلاح نام و نشانی مندرج در قبض‌ها، کشف مزاحمت‌های تلفنی، دریافت ریزمکالمه‌های تلفن بین شهری، همراه و بین‌الملل، رسیدگی به شکایت‌های مرتبط با کارکرد غیر متعارف تلفن، فروش کارت تلفن همگانی، تعویض شماره، برقراری سرویس ویژه، تسویه بدهی و صدور مفاصا حساب و قبض‌المنثی و غیره که در ادامه به معرفی آنها می‌پردازیم:

مشاهده و پرداخت قبض تلفن ثابت: در این بخش از سامانه می‌توانید قبض تلفن خود را به صورت آنلاین مشاهده کرده و هزینه آن را نیز در همین قسمت بپردازید. خیلی راحت تنها با وارد کردن کد ملی خود وارد سامانه می‌شوید و کلیه خطوط تلفنی را که به نام شماست می‌توانید پرداخت کنید.

مشاهده ریز هزینه‌های قبض تلفن: در این قسمت می‌توانید با انتخاب زمان و دوره‌ی مورد نظر، ریز هزینه‌های قبض تلفن ثابت خود را مشاهده کرده و در صورت لزوم نسخه چاپی از آن تهیه کنید. همچنین امکاناتی مانند دریافت گروهی ریزهزینه‌های قبض و مشاهده ریزهزینه‌های قبض جمعیتی نیز در این سامانه وجود دارد.

مانند LIME و SHAP برای نشان دادن نتایج مدل پیش‌بینی ریزش مشتری استفاده می‌کند. نتایج نشان می‌دهد که اجرای ابزارهای تحلیلی قوی برای کاهش فرسایش و ارتقای پایداری اقتصادی بلندمدت در بازارهای رقابتی شدید برای مدیران ارتباط با مشتری چقدر حیاتی است. این مطالعه نشان می‌دهد که مدل‌های یادگیری گروهی علاوه بر تأیید عملکرد، پیامدهای استراتژیک برای بهبود وفاداری مصرف‌کننده و سودآوری سازمانی دارند [۲].

### ۳- تحلیل روش پیشنهادی

مشتریان بر اساس دلایل مختلف تمایل دارند که از بین بروند. با این حال، به نظر می‌رسد نارضایتی از خدمات مشتری و سیستم پشتیبانی عامل اصلی ریزش است. برای جلوگیری از این اتفاق، سیستمی با قابلیت پیش‌بینی مشتریانی که احتمالاً ترک می‌کنند، یک راه‌حل بالقوه برای این چالش وجودی و مداوم است. نه تنها مدیران در موقعیتی خواهند بود که ببینند چه مشتریانی در معرض خطر ترک هستند، بلکه سیستم همچنین به یافتن ابزارهایی برای تمرکز بر روش‌های بهبود خدمات و رضایت مشتری کمک می‌کند، که در زمینه رقابتی بسیار حیاتی خدمات مشتری بسیار مهم است. بنابراین، توسعه استراتژی‌هایی برای حفظ مشتری یکی از اهداف کلیدی پیش‌بینی ریزش مشتری است. علاوه بر این، تکنیک‌های یادگیری ماشینی می‌تواند یک جزء کلیدی باشد که می‌تواند توسط کسب‌وکارها برای مدیریت ریزش مشتری استفاده شود [۸].

«از بین رفتن مشتری<sup>۱</sup>» به تعداد مشتریان فعلی اشاره دارد که ممکن است ارائه دهنده خدمات را در یک دوره معین ترک کنند. این مشتریان را می‌توان چرنر نامید [۹]. هدف اصلی ریزش این است که مشتریان قابل ریزش را در اولین فرصت پیش‌بینی کند تا دلیل ریزش را شناسایی کند. هدف اولیه تجزیه و تحلیل انقباض، شناسایی و پیش‌بینی مصرف‌کنندگان قابل ریزش در اسرع وقت است. این به ما کمک می‌کند تا مشکلات مشتری را اصلاح کنیم. این برای ارضای نیازهای مشتری مفید خواهد بود و به استفاده از آن خدمات ادامه خواهد داد. این به رفع نیازهای مشتریان کمک می‌کند و آنها به استفاده از خدمات ادامه می‌دهند. هزینه های تبلیغاتی وجود دارد که به عنوان هزینه های کسب و هزینه های نگهداری در

<sup>1</sup> Churn Customer

CRM (مدیریت ارتباط با مشتری) و تصمیم‌گیری کمک می‌کنند، پشتیبانی می‌کنند. CRM با داده‌ها سر و کار دارد تا مشتری وفادار صنعت را شناسایی کند. مشتریان درآمدزا (مشتریان وفادار) برای یک شرکت تأثیری بر شرکت‌های رقیب ندارد. چنین مشتریان وفاداری با مراجعه به افراد دیگر مانند اعضای خانواده، همکاران و دوستان خود به رشد سودآوری شرکت کمک می‌کنند. از این رو، نقشی که CRM بازی می‌کند در پیش‌بینی ریزش بسیار مهم است و همچنین به حفظ مشتریان مشتاق کمک می‌کند. شکل ۳-۱ چرخه‌ای را نشان می‌دهد که از طریق آن می‌توان پیش‌بینی ریزش را انجام داد. برای پیش‌بینی الگوریتم‌های زیادی مانند ماشین بردار پشتیبان، K-نزدیک‌ترین همسایه، J48، ساده‌ترین بیز، رگرسیون لجستیک، LWL، جنگل تصادفی، طبقه‌بندی درخت تصمیم وجود دارد که برای حل مشکلات طبقه‌بندی استفاده می‌شوند. اما شبکه‌های عصبی مصنوعی با توجه به یادگیری نظارت شده در آن و انتخاب داده‌های هدفمند با الگوریتم قطرات هوشمند آب با دقت و عملکرد بهتر مرتبط در نظر گرفته می‌شوند. در ادامه الگوریتم‌های بکاررفته در روش پیشنهادی تشریح می‌شوند.

آماده‌سازی داده‌ها: این مرحله برای حذف تمام داده‌های نامربوط و کثیف دنیای واقعی مورد نیاز است. از آنجایی که داده‌ها از منابع بسیاری جمع‌آوری شده‌اند، غلبه بر این مسئله مهم است. بدون اجرای این مرحله، تصمیم‌گیرندگان نمی‌توانند نتایج را پیش‌بینی کنند، حتی اگر این کار را انجام داده باشند، درست نیست که منجر به داده‌های با کیفیت و عدم استخراج کیفیت شود. برای حل این مسائل روش‌های زیر برای پاکسازی داده‌ها در نظر گرفته شده است. به همین ترتیب، بسیاری از این ویژگی‌ها به عنوان ورودی برای پیش‌بینی مدل استفاده می‌شود. طبقه‌بندی داده‌ها و انجام پیش‌پردازش داده‌ها را تمیز می‌کند و استفاده از آنها را آسان می‌کند. طبقه‌بندی داده‌ها و پیش‌پردازش داده‌ها را تمیز می‌کند و استفاده از آنها را آسان‌تر می‌کند. سه مرحله در آماده‌سازی داده‌ها وجود دارد.

مقایسه داده‌ها در مرحله اول برای شناسایی داده‌های اضافی انجام می‌شود. خواصی که تکرار می‌شوند بلافاصله حذف می‌شوند.

ثبت‌نام و خرید تلفن ثابت: از دیگر خدماتی که در این سامانه به صورت غیرحضوری در اختیار مشتریان قرار گرفته می‌توان به ثبت‌نام و خرید خط تلفن ثابت و پیگیری درخواست‌ها اشاره کرد که پیش از این نیز در مطلبی درباره آن توضیح داده بودیم.

خدمات تلفن ثابت: در این بخش می‌توانید از امکانات زیادی همچون فعال‌سازی سرویس‌های ویژه، قطع و وصل تلفن، باز و بسته کردن صفر دوم، درخواست کشف مزاحم و... استفاده کنید.

درخواست، خرید و مدیریت اینترنت: از دیگر امکانات سامانه «مخابرات‌من» می‌توان به امکان ثبت‌نام و درخواست اینترنت مخابرات تهران و سایر شهرستان‌ها، مدیریت درخواست‌ها، مشاهده ریز مصرف، تغییر رمز مودم و... اشاره کرد.

خرید اینترنت adsl: یکی از خدماتی که اغلب مشترکین به دنبال آن هستند در واقع شارژ اینترنت مخابرات adsl است. شارژ سریع اینترنت مخابرات: در کمترین زمان نسبت به شارژ و خرید اینترنت اقدام شود.

توانایی یک شبکه عصبی مصنوعی برای پیش‌بینی دقیق و پاسخگویی به سؤال کسب و کار، بستگی به این دارد که مدل به طور دقیق و مناسب آموزش داده شود. بنابراین، چندین مرحله مهم و همچنین کتابخانه‌های یادگیری ماشینی کافی باید مورد استفاده قرار گیرند. برای اهداف این مطالعه تحقیقاتی، روشی که در مراحل خلاصه در شکل ۳-۱ خلاصه شده است و همانطور که نشان داده خواهد شد برای فرموله کردن یک مدل شبکه عصبی مصنوعی به همراه الگوریتم تکاملی قطرات هوشمند آب برای پیش‌بینی ریزش و کمک به پرداختن به سؤال تجاری اتخاذ شده است. اجرای Churn به آخرین نسخه Anaconda با ویژگی‌های داخلی که شامل نوت بوک مشتری برای آموزش و آزمایش داده‌ها است، نیاز دارد. آخرین نسخه Anaconda با عملکرد داخلی، مانند نوت بوک Jupiter برای آموزش و آزمایش داده‌ها، برای اجرای Churn مورد نیاز خواهد بود. پیش‌بینی‌های ریزش برای صنعت مخابرات با استفاده از ادبیات با روش‌های مختلف انجام شده است که شامل الگوریتم‌های یادگیری ماشینی، تکنیک‌های داده کاوی و استراتژی‌های حفظ است. این تکنیک‌ها به طور موثر بسیاری از شرکت‌ها را برای پیش‌بینی، شناسایی و حفظ عواملی که در

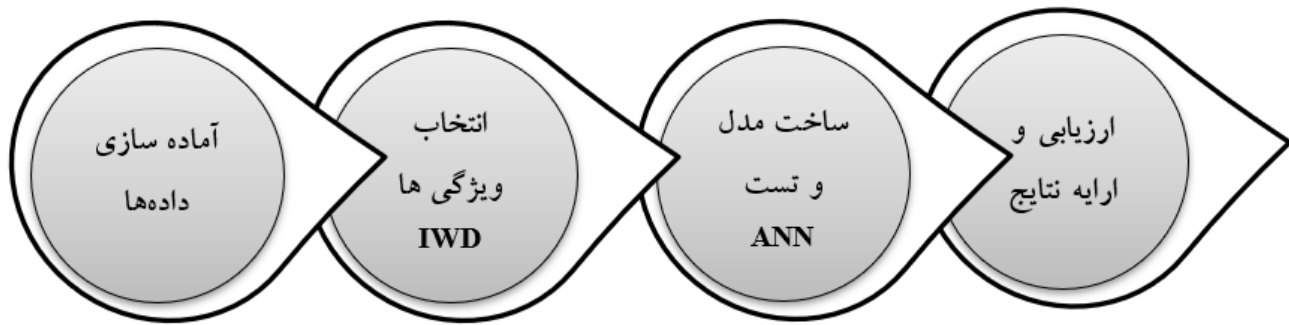
تعداد چرنهایی که نماینده افراد غیر مسن هستند، تعیین می شود. در اینجا، ۱ نشان دهنده شهروندان سالخورده است، و طرح نشان می دهد که اگر مشتری یک شهروند سالخورده باشد، احتمال بیشتری وجود دارد که از بین بروند. به طور مشابه، زمانی که یک نامزد مجرد است و شریکی ندارد، نسبت ریزش شریک بالا است. افرادی که خدمات تلفنی دارند بیشتر احتمال دارد که انقباض داشته باشند، به همین ترتیب روش پرداخت، در صورت وجود چک الکترونیکی بالاتر از مورد کارت اعتباری به نظر می رسد که کمترین میزان ریزش را نشان می دهد، به همین دلیل آنها می توانند دارای ویژگی های نقدی خودکار باشند که یکی از ویژگی های مهم برای انقباض، افرادی که به طور مشابه با خدمات تلفنی باقی می ماند بیشتر احتمال دارد از کار بیفتند. تعداد ریزش به ترتیب بالاتر از ویژگی های انتخاب شده است

تجزیه و تحلیل دو متغیره - برای یافتن یک پیش بینی مقدار برای یک متغیر استفاده می شود. پیدا کردن همبستگی بین متغیرها ساده است. رابطه بین دو متغیر به صورت دو متغیره تعریف می شود. ویژگی های متعددی در مجموعه داده ما وجود دارد و ما نتایج را ارائه کردیم. دو متغیر مورد بررسی قرار گرفت و دو قاب داده جدید برای چرنها و غیر چرنها تولید شد. تابعی ایجاد می شود که یک قاب داده را حفظ می کند که با ستون، عنوان و اطلاعات رنگی برای هر ویژگی ارسال می شود، مشابه نحوه نمایش نمودارهای نواری برای ویژگی های مختلف در نمودارها. ویژگی های جنسیتی ۲۵۰۰ شرکت کننده زن و مرد را در نظر می گیرد که نسبت چرن/غیر چرن برای هر جنسیت حدود ۵۰ درصد است. بر اساس تجزیه و تحلیل ویژگی های جنسیتی، زنان در صورت داشتن یک رابطه بیشتر احتمال دارد که از هم جدا شوند، اما مردان در صورت نداشتن شریک جنسی بیشتر احتمال دارد که از هم جدا شوند. گروه ها به دو دسته چرن و غیر چرن طبقه بندی می شوند.

هر نمونه در مرحله دو مقدار گمشده را جستجو می کند. اگر مقادیر گم شده شناسایی شوند، از روش های جایگزینی استفاده می شود. در غیر این صورت، مقادیر از دست رفته با مناسب ترین مقدار جایگزین می شوند. هنگامی که هیچ راهی برای جایگزینی نمونه ها وجود ندارد، آنها دور ریخته می شوند مرحله آخر مستلزم تعریف نوع هر مقدار به منظور حذف داده های اضافی است. اگر اطلاعات دیگر مفید نباشد، دور ریخته می شود. به عبارت دیگر، داده های نویزدار از داده هایی که قبلاً پردازش شده اند حذف می شوند. ابتدا انواع داده های هر ستون را بررسی کنید.

از آنجایی که نوع داده ستون هزینه های کل از نوع شی است، آن را به عدد تبدیل می کنیم و از داده های زیربنایی یک کپی برای دستکاری و پردازش ایجاد می کنیم. این تبدیل با استفاده از کتابخانه panda وارد شده در برنامه و با استفاده از تابع عددی کتابخانه انجام می شود. در مرحله بعد، مقادیر تکراری در مجموعه داده را بررسی کنید، اما هیچ مقدار تکراری در مجموعه داده وجود ندارد. بیشتر به بررسی مقادیر از دست رفته ادامه دهید. بنابراین طبق قانون کلی، ویژگی با مقادیر کمتر از دست رفته برای پر کردن مقادیر معنی یا به سادگی از رگرسیون برای پیش بینی مقادیر از دست رفته بر اساس ویژگی خاص استفاده کنید. به همین ترتیب، در مورد ویژگی با تعداد مقادیر زیاد از دست رفته، بهتر است به دلیل تحلیل و بینش کمتر، آن ستون ها حذف شوند. همچنین، ستون های بیش از ۳۰ تا ۴۰ درصد حذف می شوند. اکنون با استفاده از تابع null و sum 11 مقدار گم شده در ستون مجموع هزینه ها وجود دارد، بنابراین این مقدار از دست رفته را رها کنید. دوره تصدی شامل حداکثر مقدار ۷۲ و همچنین تقسیم دوره تصدی به ۶ دسته ۱-۱۲، ۱۳-۲۴، ۲۵-۳۶، ۳۷-۴۸، ۴۹-۶۰، ۶۱-۷۲ است که تجسم داده های ستونی دوره تصدی را آسان می کند. حذف ستون هایی که برای پردازش لازم نیستند. مشخص شد که شناسه مشتری مفید نیست و حاوی مقدار منحصر به فردی است که بر نتایج پیش بینی تأثیر نمی گذارد، بنابراین شناسه مشتری را رها کنید و به طور مشابه ستون دوره تصدی را که برای ارزیابی نتایج ضروری نیست رها کنید.

تجزیه و تحلیل تک متغیره - در کاوش داده ها، توزیع پیش بینی های فردی بر اساس ریزش مشخص می شود، و



شکل 1: نمودار مراحل انجام کار شمارش گلبول های قرمز روش مبتنی بر ارزش

مجموعه داده از پیش پردازش شده است و یک نسخه متعادل برای تجزیه و تحلیل فرآیند ارائه شده است. شامل ۷۰۴۳ نمونه و ۵۸ ویژگی است. می توان با مجموعه داده الگوریتم های یادگیری ماشینی و الگوریتم های تمایل عمیق را امتحان کرد و معیارهایی مانند دقت، ROC، AUC را در نظر گرفت. اولین فاز اجرای الگوریتم چکه آب های هوشمند برای انتخاب ویژگی ها است که بر روی داده های بارگذاری شده اجرا نموده ایم. تعداد قطرات اولیه را برابر با تعداد ویژگی های مجموعه داده قرار داده ایم و به دلیل اینکه تعداد ویژگی های مجموعه داده برابر با ۵۸ است این تعداد را نیز ۵۸ در نظر گرفته ایم (ویژگی های Sno و Name حذف شده است). در آزمون های مختلف الگوریتم حداکثر در ۵ تکرار همگرا می شود به همین دلیل مقدار حداکثر تکرار را با ۵ در نظر گرفته و مقادیر حداقل و حداکثر مقدار نمونه ها نیز برابر با ۰ و ۱ قرار داده شده زیرا حداقل و حداکثر مقداری که می توان به ویژگی ها اختصاص داد یک عدد بین ۰ و ۱ است. نمودار نشان داده شده در شکل ۲ نمای اولیه شکل گیری الگوریتم را نشان می دهد. همانگونه که در شکل مشخص است شکل اولیه آرایش و شروع کار الگوریتم به طور کامل شبیه قطرات پیوسته آب است. یکی از مسایل مربوط به الگوریتم های بهینه سازی انتخاب میزان مناسب برای حداکثر تعداد است. از آنجایی که انتخاب ویژگی در روش پیشنهادی تنها یک بار انجام می گیرد این زمان نمی تواند تاثیر گذار باشد. از این رو با تکرارهای مکرر به مقدار مناسب ۵ برای حداکثر تکرار دست یافته و این تعداد همگرایی رخ خواهد داد.

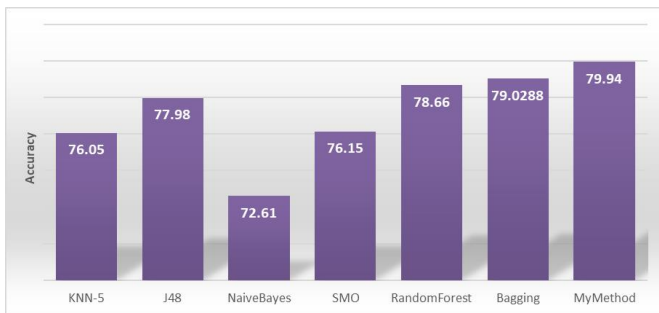
## ۵- نتایج و ارزیابی روش پیشنهادی

مجموعه داده: مجموعه داده<sup>۲</sup> بخشی از داده های یک شرکت مخابراتی واقعی با آمار تماس های گروه های سنی مختلف کاربران، استفاده از پیام ها و ترافیک اینترنتی است. پیش بینی رفتار برای حفظ مشتریان شما می توانید تمام داده های مشتری مرتبط را تجزیه و تحلیل کنید و برنامه های متمرکز حفظ مشتری را توسعه دهید. هر ردیف نشان دهنده یک مشتری است، هر ستون حاوی ویژگی های مشتری است که در ستون Metadata توضیح داده شده است. مجموعه داده شامل اطلاعاتی در مورد: مشتریانی که در ماه گذشته ترک کردند - ستون Churn نامیده می شود خدماتی که هر مشتری برای آنها ثبت نام کرده است - تلفن، چندین خط، اینترنت، امنیت آنلاین، پشتیبان گیری آنلاین، محافظت از دستگاه، پشتیبانی فنی، و پخش جریانی تلویزیون و فیلم اطلاعات حساب مشتری - مدت زمانی که مشتری بوده است، قرارداد، روش پرداخت، صورت حساب بدون کاغذ، هزینه های ماهانه و کل هزینه ها اطلاعات جمعیتی در مورد مشتریان - جنسیت، محدوده سنی، و اینکه آیا آنها شرکا و وابستگان دارند. امروزه صنعت مخابرات برای جلب رضایت مشتریان خود با رقابت شدیدی مواجه است. نقش سیستم پیش بینی ریزش تنها به پیش بینی دقیق چرنها محدود نمی شود، بلکه به تفسیر رفتار ریزش مشتری نیز محدود می شود.

<sup>2</sup> <https://www.kaggle.com/datasets/blastchar/telco-customer-churn>

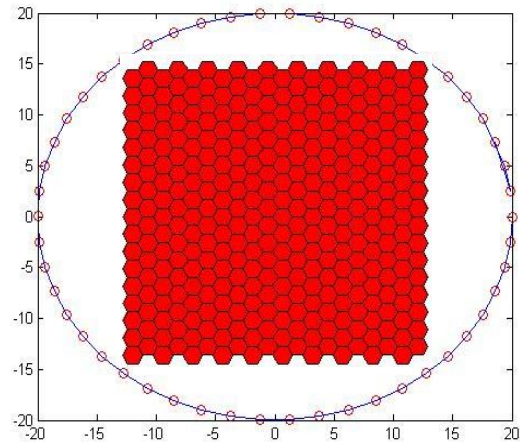
زیرمجموعه افزایش می‌شوند. از این  $K$  زیرمجموعه، هر بار یکی برای اعتبارسنجی و  $K-1$  تای دیگر برای آموزش بکار می‌روند. این روال  $K$  بار تکرار می‌شود و همه داده‌ها دقیقاً یکبار برای آموزش و یکبار برای اعتبارسنجی بکار می‌روند. در نهایت میانگین نتیجه این  $K$  بار اعتبارسنجی به عنوان یک تخمین نهایی برگزیده می‌شود. البته می‌توان از روش‌های دیگر برای ترکیب نتایج استفاده کرد. بطور معمول از 10-Fold استفاده می‌شود [3]. در ادامه روش پیشنهادی با روش‌های مطرح یادگیری ماشین و معیارهای این نوع از کارها مورد مقایسه قرار می‌گیرد.

صحت: نزدیکی توافق بین مقدار میانگین حاصل از تعداد زیادی از نتایج آزمون و مقدار مرجع پذیرفته شده. به صحت «درستی میانگین» نیز گفته می‌شود. به طور کلی تعداد صحیح‌ها تقسیم بر تعداد کل نمونه‌ها است و به صورت درصد عنوان می‌شود. این معیار دقت کل یک دسته بند را محاسبه می‌کند. در واقع این معیار مشهورترین و عمومی‌ترین معیار محاسبه کارایی الگوریتم‌های دسته بندی است که نشان می‌دهد، دسته بند طراحی شده چند درصد از کل مجموعه رکوردهای آزمایشی را بدرستی دسته بندی کرده است.



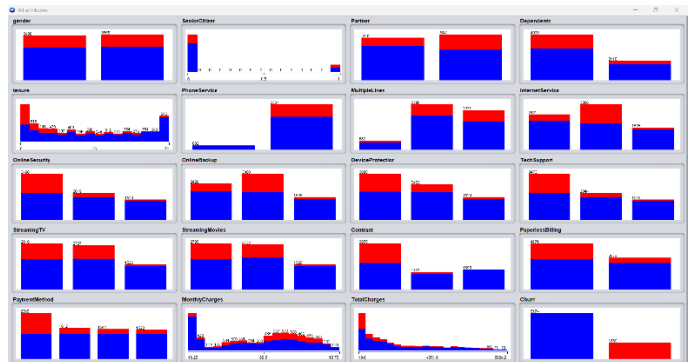
شکل ۵: نمودار صحت روش پیشنهادی و مقایسه با الگوریتم‌های همسان همانگونه که در شکل ۵ مشاهده می‌شود روش پیشنهادی در کلیه آزمایشات به همراه مجموعه کلیه فایل‌ها مورد آزمایش قرار گرفتند. متد Bagging بسیار به روش پیشنهادی نزدیک بوده و سایر روش‌ها پایین تر از روش پیشنهادی است و روش بیزین پایین‌ترین صحت را دارا بوده است. در این ارزیابی مجموعه‌های انتخاب شده با الگوریتم چکه‌های آب قرار دارد که در ارزیابی در همه مجموعه‌ها روش پیشنهادی عملکرد مطلوب‌تری از خود نشان داده است.

TP Rate: بیانگر تعداد رکوردهایی است که دسته واقعی آنها مثبت بوده و الگوریتم دسته بندی نیز آنها را بدرستی



شکل ۲: شکل‌گیری اولیه الگوریتم چکه‌های آب هوشمند

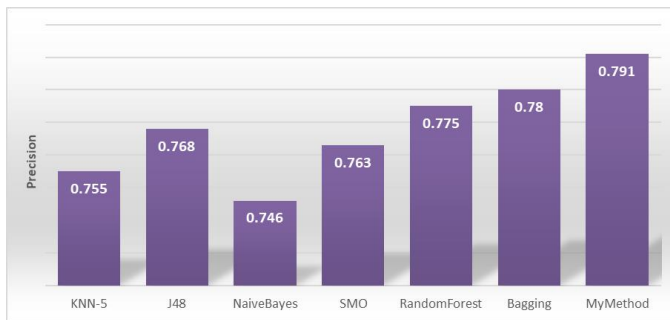
در شکل ۲ مقدار دقیق تکرارهای مختلف الگوریتم چکه آب‌های هوشمند بر روی قسمتی از مجموعه داده ورودی را مشاهده می‌نمایید. در روش پیشنهادی یک حد آستانه به مقادیر بدست آمده اعمال می‌شود و کلیه مقادیر پایین‌تر از حد آستانه بدلیل ویژگی‌ها بی تاثیر در خروجی از مجموعه داده حذف می‌شود و مجموعه داده بدون این ویژگی‌ها ورودی مرحله بعد قرار خواهد گرفت. در روش پیشنهادی برای مرحله بعد با مجموعه، مجموعه کامل با کل ویژگی وارد شده تا عمل تاثیر را انجام دهد. نمای ویژگی‌های انتخاب شده در مجموعه داده در شکل ۴ نشان داده شده است.



شکل ۴: نمایی از مجموعه داده انتخاب شده

بهترین حالت بدست آمده برای شبکه عصبی مصنوعی طراحی شده تعداد ۵ نرون به عنوان تعداد نرون مناسب لایه مخفی، ترکیب  $\text{logsig, purelin}$  به عنوان توابع انتقال بین لایه‌های در شبکه طراحی شده و  $\text{trainrp}$  به عنوان تابع آموزش شبکه و در نهایت تعداد ۳۰۰۰ حداکثر تعداد تکرار است.

در کلیه آزمایش‌ها از تست صحت به روش K-Fold با  $K=10$  استفاده شده است. در این نوع اعتبارسنجی داده‌ها به  $K$

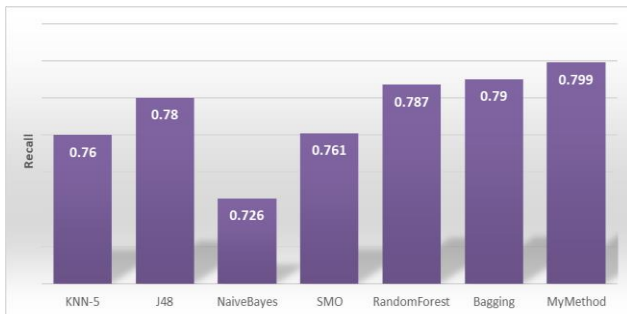


شکل ۸: مقایسه معیار Precision الگوریتم های همسان

همانگونه که در شکل ۸ نشان داده شده است روش پیشنهادی بالاترین مقدار در معیار Precision از خود به ثبت رسانده است و روش های دیگر به دنبال این روش است. در این معیار روش SMO پایین ترین بوده است. Recall: یک پارامتر عمومی که برای ارزیابی سودمند بودن<sup>۴</sup> الگوریتم پیشنهادی به کار می رود و به صورت معادله ۲ عمل می نماید.

$$\text{Recall} = \frac{T_h \cap T_r}{T_h} \quad (2)$$

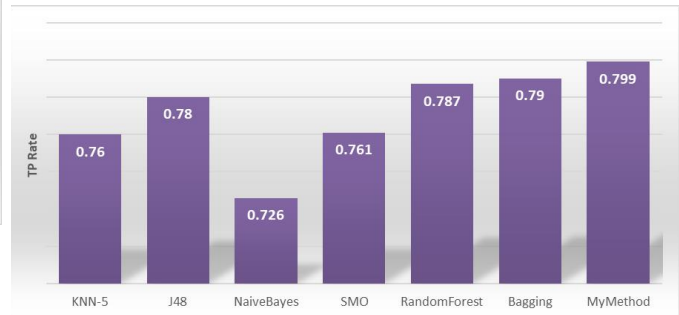
در این معادله پارامتر  $T_h$  مجموعه اعضای داخل خوشه بدست آمده توسط فرد خبره می باشد و  $T_r$  مجموعه اعضای داخل خوشه بدست آمده توسط سیستم می باشد.



شکل ۹: نمودار مقایسه معیار Recall روش پیشنهادی با الگوریتم های همسان

همانگونه که در شکل ۹ نشان داده شده است روش پیشنهادی مبتنی بر شبکه عصبی به نسبت کلیه روش ها نتایج بهتری از خود ثبت رسانده است. نزدیکترین روش به روش پیشنهادی Bagging است. پایین ترین مقادیر مربوط به روش بیزین است. همچنین J48، KNN، RandomForest و SMO نیز از روش پیشنهادی پایین تر بوده است.

مثبت تشخیص داده است. نمودار این معیار را در شکل ۶ مشاهده می نمایید.



شکل ۶: نرخ TP متد پیشنهادی و مقایسه با الگوریتم های همسان همانگونه که در شکل ۶ نشان داده شده است روش پیشنهادی بالاترین مقدار را در معیار TP از خود نشان داده است و روش های دیگر پایین تر از روش پیشنهادی بوده است. در این ارزیابی روش بیزین پایین ترین مقدار را داشته است.

FP Rate: بیانگر تعداد رکوردهایی است که دسته واقعی آنها منفی بوده و الگوریتم دسته بندی آنها را به اشتباه مثبت تشخیص داده است. شکل ۷ نشان دهنده این معیار برای روش پیشنهادی در مقایسه با سایر روش ها است.



شکل ۷: نرخ FP متد پیشنهادی و مقایسه با الگوریتم های همسان همانگونه که در شکل ۷ نشان داده شده است روش پیشنهادی پایین تر از برخی از روش ها را در معیار FP داشته است و در مقابل روش درخت تصمیم J48 بالاترین مقدار در روش های مورد آزمایش بوده است. با توجه به بالا بودن TP و صحت روش پیشنهادی می توان این مقدار را قابل قبول دانست.

Precision: یک پارامتر عمومی که برای اندازه گیری مفید بودن<sup>۳</sup> الگوریتم پیشنهادی به کار می رود و به صورت معادله ۱ می باشد. در شکل ۷ نمودار مقایسه ای این معیار نشان داده شده است.

$$\text{Precision} = \frac{T_h \cap T_r}{T_r} \quad (1)$$

<sup>4</sup> Utility

<sup>3</sup> Usefulness

در ساخت چنین سیستمی دخیل هستند، تا به این سوال تجاری "چگونه از فرسایش یا ریزش مشتری جلوگیری کنیم؟" متدولوژی اتخاذ شده شامل چهار مرحله مختلف است، یعنی آماده سازی و پردازش داده ها استخراج ویژگی، مجموعه داده و آزمایش، ارزیابی عملکرد. شش الگوریتم طبقه بندی اعمال شده و با یکدیگر مقایسه می شوند و بهترین مدل برای اجرای سیستم انتخاب می شود. در مقایسه مدل‌ها، طبقه‌بندی پیشنهادی با دقت ۷۹.۹۴ درصد و دقت ۷۹ درصد بهترین بوده است.

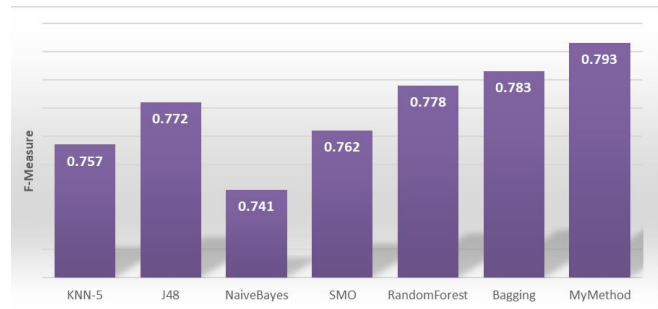
#### ۵- نتیجه‌گیری

نقش مدل پیشگو این است که مشتریان فریب خورده را آشکار کند. هدف مدل پیشنهادی این است که مشتریان متخیر شده را در معرض دید قرار دهد. در یک رویکرد هدفمند، صنعت سعی می کند شناسایی کند که چه مشتریانی احتمالاً از بین می روند. سپس این صنعت آن مشتریان یا مشتریان را مورد هدف قرار می دهد و به جز مشتریان عادی، مشوق ها، پیشنهادات و طرح های ویژه ای را برای آنها ارائه می دهد. اگر اقدامات انجام شده نادرست باشند، این رویکرد می تواند زیان زیادی به صنعت وارد کند، زیرا صنایع پول زیادی را برای مشتریانی که به هر حال می ماندند، صرف نظر از مسافت کوتاه یا طولانی، هدر می دهند. ارتباطات به بخش مهمی از زندگی امروزی تبدیل شده است. صنعت مخابرات نیاز به ساخت بهترین مدل پیش‌بینی برای جلب مشتریان دارد. علاوه بر این، بر اساس برخی گزارش ها، هزینه تحصیل ۵ برابر هزینه نگهداری است. اگر در پیش بینی مشتری که ریزش می کند نادرست باشد، اما معلوم شود که ما در پیش بینی مشتری که نگه داشته می شود درست است، باید بیش از آنچه باید خرج کنیم. روش پیشنهادی یک مدل یادگیری ماشینی ایجاد نمود که می تواند پیش‌بینی و حفظ ریزش مشتری را پیش‌بینی کند. حفظ هزینه شرکت برای مشتریان فعلی در مقایسه با اضافه شدن مشتریان جدید در شبکه بسیار مقرون به صرفه است. ریزش مشتری زیان مستقیم از نظر درآمد برای شرکت است. اگر اطلاعات توسعه ریزش مشتریان از قبل به خوبی شناخته شده باشد، می توان اقدامات مناسبی را انجام داد و خدمات بهتری به این گونه مشتریان ارائه کرد. مشاهده می شود که مشتریان بلندمدت درآمد بیشتری را به شرکت اضافه می کنند زیرا نسبت به تغییرات جزئی واکنش چندانی ندارند. چالش برانگیزترین و بحرانی ترین مشکلات امروزی که صنعت مخابرات با آن مواجه است، مدیریت مشتریان

F-Measure: یکی دیگر از پارامترهای ارزیابی است که با استفاده از پارامترهای Precision(P) و Recall(R) به صورت رابطه‌ی معادله ۳ بدست می‌آید.

$$F = \frac{2PR}{P + R} = \frac{2}{\frac{1}{R} + \frac{1}{P}} \quad (3)$$

از این پارامتر برای نمایش ارتباط بین Recall و Precision استفاده می‌شود.



شکل ۱۰: نمودار مقایسه معیار F-Measure الگوریتم های همسان

همانگونه که در شکل ۱۰ نشان داده شده است روش پیشنهادی به نسبت روش‌های دیگر در معیار F-Measure دارای مقدار بهتری بوده است و نزدیکترین مقدار به روش پیشنهادی روش Bagging است.

این یافته ها پایه و اساس تحولات آینده را می گذارد. تأثیر فرآیند انتخاب ویژگی، و همچنین افق پیش‌بینی، تحلیل شده است. ارتباط انتخاب ویژگی های مناسب برای به دست آوردن یک پیش بینی خوب نیز نشان داده شده است، و همچنین اهمیت آموزش با مقدار کمی داده اما لزوماً بسیار متنوع به دلیل نوسانات بالا نشان داده شده است.

در حالی که سرعت دیجیتالی شدن به سرعت در حال تغییر است، اهمیت رقابت و تجربه مشتری به طور همزمان برجسته می شود. درک نیازهای مشتریان و ارائه محصولات یا فرصت‌های ویژه برای بانک‌ها از طریق توسعه سیستم‌های خودکاری که دلایل ریزش مشتری را نظارت و تجزیه و تحلیل می کنند و مشتریانی را که احتمالاً در آینده ترک خواهند کرد، پیش‌بینی می کنند، بسیار مهم است. هدف این سیستم بهبود رضایت مشتری با کاهش ریزش مشتری است، که اصطلاحی است که برای توصیف از دست دادن مشتریان یا مشترکین به هر دلیلی از یک سازمان استفاده می شود. این تحقیق به دنبال اهرمی بر فرآیندهای اصلی شبکه‌های عصبی مصنوعی است که

- learning models. Machine Learning with Applications, 2024, 17: p. 100567.*
5. *Wagh, S.K., et al., Customer churn prediction in telecom sector using machine learning techniques. Results in Control and Optimization, 2024, 14: p. 100342.*
  6. *Imani, M., Customer Churn Prediction in Telecommunication Industry: A Literature Review. 2024.*
  7. *Saheed, Y.K. and M.A. Hambali. Customer churn prediction in telecom sector with machine learning and information gain filter feature selection algorithms. in 2021 International Conference on Data Analytics for Business and Industry (ICDABI). 2021. IEEE.*
  8. *Maduna, M., et al., Smart Customer Churn Management System Using Machine Learning. Procedia Computer Science, 2024, 237: p. 552-558.*
  9. *Chatterjee, P. and R. Karmakar, Customer Churn Prediction in Telecom Sector Using Machine Learning Techniques. International Journal of Computer Applications, 2020, 975: p. 975-8887.*



ماتده رحمانی دانشجوی کارشناسی ارشد  
مهندسی کامپیوتر گرایش نرم افزار ،  
دانشگاه پیام نور مرکز بین الملل کیش  
می باشد و رایانامه ایشان:  
[Maede9708@gmail.com](mailto:Maede9708@gmail.com)



فرشید وظیفه دوست ، فارغ التحصیل  
در مقطع کارشناسی ارشد رشته  
مهندسی کامپیوتر گرایش هوش  
مصنوعی و رباتیک از دانشگاه پیام نور  
مرکز بین الملل قشم می باشد و  
رایانامه ایشان:  
[Vazifehdoostfarshid@gmail.com](mailto:Vazifehdoostfarshid@gmail.com)

پرشور است. مطالعات اخیر نشان می دهد که هدف اصلی شناسایی مشتریان با ارزش با استفاده از حجم عظیمی از داده های دریافتی از صنعت مخابرات است. عملاً محدودیت های زیادی در استفاده از مدل های فعلی وجود دارد، که با مشکلات و موانع زیادی در مسیر مشکل ریزش در محیط کنونی مواجه است. هنگام توسعه مدل سازی، بسیاری از ویژگی های غنی از اطلاعات در فرآیند انتخاب ویژگی نادیده گرفته می شوند. عمدتاً از روش های آماری در حوزه های متنوعی استفاده می شود که تمایل به ارائه نتایج نامطلوب از مدل های پیش بینی کنونی دارد. انتخاب ویژگی یکی دیگر از مشکلات بزرگ مدل های موجود است. هر مشتری ممکن است یک فرد یا یک گروه باشد و دلایل متفاوتی داشته باشد. طبقه بندی یک مشتری ریزش می تواند به عنوان یک ریزش کننده بدون توجه به دلایل و عوامل ریزش باشد. الگوهای رفتاری متفاوتی در طول فرآیند ریزش وجود دارد و نباید با همه آنها به یک شکل رفتار کرد. برخی از مشتریان ممکن است به راحتی نسبت به سایرین سرگردان نشوند. نیاز امروزی به یک مدل پیش بینی واقعی تر است که بتواند مشتریان را از قبل پیش بینی کند. این کمک بزرگی برای ارائه استراتژی های حفظ قوی برای گروه های مختلف چرنرها خواهد بود، ممکن است بسته به عوامل ریزش برای گروه های مختلف چرنر، تبلیغات متفاوت باشد. با تشویق حقایق و مشاهدات فوق الذکر، در این پایان نامه، مدلی برای پیش بینی چرنرها با کمک الگوریتم های شبکه عصبی مصنوعی و الگوریتم هوشمند آب پیشنهاد شده است.

#### ۶- منابع

1. *Umayaparvathi, V. and K. Iyakutti, A survey on customer churn prediction in telecom industry: Datasets, methods and metrics. International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET), 2016, 3(04).*
2. *Chang, V., et al., Prediction of Customer Churn Behavior in the Telecommunication Industry Using Machine Learning Models. Algorithms, 2024, 17(6): p. 231.*
3. *Wu, S., Customer Churn Prediction in Telecom Based on Machine Learning. Highlights in Science, Engineering and Technology, 2024, 94: p. 113-118.*
4. *Poudel, S.S., S. Pokharel, and M. Timilsina. Explaining customer churn prediction in telecom industry using tabular machine*

predict customer churn based on artificial neural networks and the evolutionary algorithm of intelligent droplets was presented, in order to make informed business decisions that increase revenue and improve customer satisfaction. The aim of this study is to investigate how consumer predictions change based on machine learning classification algorithms. This method is able to select the best machine learning classifier for the consumer dataset under analysis. The role of the artificial neural network based on the intelligent water algorithm in this model is to perform an extensive analysis of consumer patterns using the classifier. In simulation, the proposed model has also had better results than other methods in various criteria.



مهدی رضاپور میرصالح ، استادیار  
گروه مهندسی کامپیوتر و فناوری  
اطلاعات ، دانشگاه پیام نور می باشد  
و رایانامه ایشان:  
[Mrezapoorm@yahoo.com](mailto:Mrezapoorm@yahoo.com)

م. رحمانی، ف. وظیفه دوست و م. رضاپور میرصالح . ارایه یک سیستم مدیریت هوشمند جهت تخصیص امکانات سیستم مخابرات برای پیش‌بینی ریزش مشتری مبتنی بر شبکه عصبی مصنوعی و الگوریتم تکاملی قطرات هوشمند. دو فصلنامه محاسبات و سامانه‌های توزیع شده، سال هفتم، شماره ۱، شماره پیاپی ۱۳، صفحه ۱۲ تا ۲۳، سال ۱۴۰۳

**How to cite:** M.Rahmani, F.Vazifehdoost , Mehdi Rezapour, An intelligent management system for allocating telecommunications system facilities to predict customer churn based on artificial neural networks and the evolutionary algorithm of intelligent water drops, Journal of Distributed Computing and Systems (JDCS), Vol 7, Issue 1, Page 12 - 23, 2024.

**An intelligent management system for allocating telecommunications system facilities to predict customer churn based on artificial neural networks and the evolutionary algorithm of intelligent water drops**

M.Rahmani<sup>1</sup>, F.Vazifehdoost<sup>2</sup>, Mehdi Rezapour<sup>3</sup>  
<sup>1</sup> Payam Noor University, Kish.  
<sup>2</sup> Payam Noor University, Qeshm International Center.  
<sup>3</sup> Payam Noor University.

**Abstract**

the telecommunications industry, a large volume of data is generated by a large number of customers on a daily basis, and acquiring a new customer base is more costly than retaining existing customers, and effective customer analysis is very important for achieving business prosperity. Therefore, in this study, an intelligent model for allocating telecommunications system resources to