

مدل بیزین ریسک مشتری بر پایه‌ی مشخصه‌های عملکردی: یک استراتژی موفق در حفظ مشتری

علی اصغر بازدار* (استادیار)

نرگس طاهری (دانشجوی کارشناسی)

گروه مهندسی صنایع، دانشکده‌ی فنی و مهندسی گلبایگان

مهندسی صنایع و مدیریت شریف، زمستان ۱۳۹۹
دربی (۱۳۶-۱)، شماره ۱/۲، ص. ۱۳-۲۱

بهره‌برداری از اطلاعات مشتری نقش مهمی در تحلیل رفتار آن و بررسی ریسک خرید دارد و امروزه در مقابله با بازار رقبا و حفظ و سیانت از مشتری پایدار مورد توجه قرار گرفته است. در این پژوهش با در نظر گرفتن متغیرهای توصیفی مشتری از جمله سن و شغل به تعیین مدلی برای تحلیل ریسک آینده مشتری پرداخته شده و رفتار آینده مشتری پیش‌بینی می‌شود. ابتدا میزان ریسک‌پذیری برحسب برخی مشخصه‌های مشتری به‌طور تجربی ارزیابی می‌شود؛ سپس با توجه به اطلاعات پیشین، ریسک بیزی مشتری تحلیل شده و از آن در دسته‌بندی مشتری و پیش‌بینی رفتار خرید آن استفاده شده است. رویکرد نشان داده شده در این تحقیق، در خصوص محصولات شرکت صندوق نسوز کاوه به صورت یک مطالعه‌ی موردی به کار گرفته شده تا کاربرد پژوهش بر خواننده هرچه بیشتر محقق شود.

bazdar@gut.ac.ir
nargestahery4@gmail.com

واژگان کلیدی: تحلیل ریسک، دسته‌بندی، پیش‌بینی، مدل بیز، درخت تصمیم.

۱. مقدمه

در جهان رقابتی امروز، بقای سازمان به تصمیمات مدیرانش وابسته است. اما با افزایش تخصص و گسترش پیچیدگی سازمان‌ها و شرکت‌ها امر تصمیم‌گیری در مورد فعالیت‌های بخش‌های مختلف به منظور دست‌یابی به بیشترین کارایی، مشکل شده و نیاز به ایجاد یک سیستم کارآمد برای تصمیم‌گیری مؤثرتر در سازمان‌ها وجود دارد. یکی از دانش‌هایی که با بسیاری از مسائل محوری تصمیم‌گیری مدیران در ارتباط است، علم «داده‌کاری» است. از جمله پژوهش‌های انجام گرفته در این زمینه مدل‌سازی رضایت مشتری بر پایه‌ی قضیه‌ی بیز است. در همین راستا، رضایت مشتریانی که برای مدتی در یک هتل اقامت داشتند از طریق فرم‌های نظرات آنها مدل‌سازی شده است.^[۱] در پژوهشی دیگر، انتشار گازهای مختلف از مزایع و مرغ‌داری‌ها با استفاده از مدل قوسی و خطرات بالقوه‌ی آن برای جمعیت اطراف پرداخته شده است و آلاینده‌هایی مانند آمونیاک و کربن‌دی‌اکسید و ... مدل‌سازی شده است.^[۲] در ایالات متحده نیز، تحقیقی راجع به مدل‌سازی ریسک بد رفتاری کودکان انجام شد و هدف از انجام آن بهبود ایمنی، سلامت و رفاه کودکان آسیب‌پذیر بود. عوامل خطر شناسایی شده برای افراد زیر ۱۷ سال شامل سوء مصرف مواد مخدر توسط والدین، خشونت خانوادگی و ... است و نتایج روند رگرسیونی نشان می‌دهد بهترین مدل یک مدل دو جمله‌ی منفی نوع دوم است که ۶ تا از ۱۰ عامل خطر را وارد مدل می‌کند و امتیاز «معیارهای اطلاعاتی بیزی» (BIC) آن بسیار بزرگ است.^[۳] همچنین، در پژوهشی درک مدل‌های ساخته شده توسط دانشمندان

* نویسنده مسئول

تاریخ: دریافت ۱۳۹۷/۱۰/۱۲، اصلاحیه ۱۳۹۸/۷/۷، پذیرش ۱۳۹۹/۲/۱۰.

DOI:10.24200/J65.2020.51713.1920

کند و قابل تفسیر باشد. بنابراین مقادیر هرکدام از متغیرهای مستقل موجود در مسئله باید نرمال و بعد وارد تابع شود. برای نرمال کردن این مقادیر می‌توان هر کدام را بر بزرگ‌ترین مقدار موجود در میان اطلاعات جمع‌آوری شده تقسیم کرد؛ این مورد نیز از تغییرات دیگری بود که برای بهبود توابع تجربی اعمال شد. بعد از به دست آوردن وزن‌ها و قرار دادن آنها در شش تابع موجود، مقادیری برای ریسک‌پذیری به دست می‌آید. با توجه به مقادیر به دست آمده مشخص شد که تابع اول، مقادیر ملموس‌تر و با قابلیت تفسیر بالاتری را ارائه می‌دهد. بعد از به دست آوردن اعداد مربوط به تابع اول به عنوان ریسک‌پذیری و مشخص شدن این که این ریسک‌پذیری در چه بازه‌ای قرار دارد از آن به عنوان ورودی مدل بیزی استفاده می‌شود. مدل بیزی یک احتمال شرطی است که میزان ریسک‌پذیری را به شرط وجود مقادیر مشخصی از سن فرد خریدار، وزن گاو‌صندوق، مورد مصرف و شرایط گذشته‌ی زندگی به دست می‌دهد. از این طریق می‌توان پژوهش پیشین را گسترش و بهبود بخشید تا هنگام استفاده در صنعت به شرایط دنیای واقعی نزدیک‌تر باشد.

۲. ریسک‌پذیری مشتری

قبل از ارائه‌ی مدل‌های مشخص‌کننده‌ی اندازه‌ی ریسک به تعریف ریسک‌پذیری و خطر و موارد مربوط به آن می‌پردازیم. در واقع ایمنی در فرهنگ لغات به معنای امنیت، آسایش، سلامتی و ... است و از نظر تعریف عبارت است از میزان یا درجه‌ی فرار از خطر؛ خطر به شرایطی اطلاق می‌شود که دارای پتانسیل رساندن آسیب و صدمه به کارکنان، خسارت به وسایل، تجهیزات، ساختمان‌ها و از بین بردن مواد یا کاهش قدرت کارایی در اجرای یک عمل از قبل تعیین شده است. همچنین ریسک عبارت است از بزرگی خطر برحسب احتمال وقوع و شدت آن؛^[۱۲] هرچه ریسک‌پذیری افراد کمتر باشد بزرگی خطری که آنها می‌پذیرند کمتر است. بنابراین در این تحقیق این دسته از افراد گاو‌صندوق امنیتی‌تری انتخاب خواهند کرد و هرچه ریسک‌پذیری افراد بالاتر باشد گاو‌صندوق با امنیت کمتری خریداری می‌کنند. این ریسک‌پذیری در این مطالعه بستگی به سن، مورد مصرف، شرایط گذشته‌ی زندگی و وزن گاو‌صندوق دارد و میزان امنیتی بودن گاو‌صندوق‌ها بستگی به وزن آنها دارد، هرچه وزنشان بیشتر باشد جابه‌جایی و سرقت آنها سخت‌تر است، بنابراین امنیتی‌ترند.

۳. روش حل

۱.۳. توابع تجربی

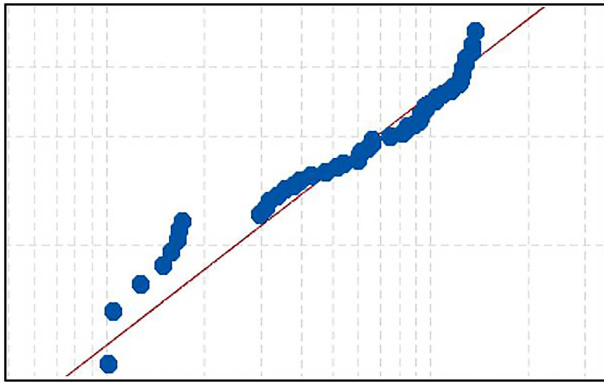
برای به دست آوردن تابعی که بتواند میزان ریسک‌پذیری افراد را به صورت یک عدد نمایش دهد باید رابطه‌ی بین هر متغیر را با میزان ریسک‌پذیری مشخص کرد؛ به این صورت که طبق تجربیات گذشته ثابت شده است که سن (X_1) با ریسک‌پذیری افراد رابطه‌ی عکس دارد؛ یعنی هرچه سن بالاتر رود، میزان خطر و ریسکی که افراد می‌پذیرند پایین‌تر می‌آید. ضریب این متغیر در تابع با استفاده از نرم‌افزار انتخاب خیره محاسبه شده و برابر 0.7 به دست آمده است. همچنین وزن گاو‌صندوق (X_2) هم رابطه‌ی مثل سن با ریسک‌پذیری دارد چون هرچه وزن گاو‌صندوق بیشتر باشد، امنیت بیشتری دارد بنابراین ریسک‌پذیری فرد انتخاب‌کننده‌ی گاو‌صندوق کمتر است. ضریب این متغیر در تابع ریسک‌پذیری 0.8 است. منظور از متغیر شرایط گذشته‌ی زندگی (X_3) در این مطالعه این است که فرد ممکن است قبلاً مورد سرقت قرار گرفته باشد، یا این که دچار آتش‌سوزی شده باشد و همه

صندوق نسوز با نام تجاری کاوه صنعت انجام شده است، تلاش می‌شود با توجه به رابطه‌ی پنهان بین میزان ریسک‌پذیری افراد و رده‌ی سنی و شغلی آنها از علم داده‌کاوی برای پیش‌بینی محصول (گاو‌صندوق) متناسب با رده‌ی سنی و مورد مصرف محصول برای هر فرد استفاده کرد. بدین منظور، هرچه ریسک‌پذیری افراد کمتر باشد و خطر کمتری را بپذیرند، گاو‌صندوق امنیتی‌تری انتخاب خواهد شد. از این طریق می‌توان با توجه به اطلاعات هر مشتری، محصول مطلوب مورد نیاز را به او پیشنهاد کرد و علاوه بر آن، با توجه به تعداد مشتریان در هر رده‌ی سنی و شغلی می‌توان در خصوص میزان تولید مورد نیاز از هر نوع محصول تصمیم‌گیری کرد. از آنجا که امروزه با افزایش رقابت جهانی، شرکت‌ها باید برای حفظ بقای خود با استفاده از داده‌های خام و تکنولوژی اطلاعات به پیش‌بینی وضعیت بازار، طی چند سال آینده بپردازند، این امر شرکت‌ها را ملزم به اخذ تصمیمات مهمی در محیط کاری خود می‌کند که در پیشرفت آنها بسیار مؤثر است و با توجه به این که در هر کارخانه‌ی تولیدی پیش‌بینی نوع محصول مطلوب هر مشتری و تعداد مورد نیاز از هر محصول برای تولید جزء مهمترین مسائل به شمار می‌آیند. در این مطالعه، ابتدا روابط میان مشخصه‌های عملکردی و ریسک‌پذیری را که تاکنون به آن پرداخته نشده، بررسی و تعیین می‌کنیم. برای کشف این روابط از یک سری تابع تجربی و ترکیب آن با مدل بیزین استفاده شده تا با استفاده از آن ریسک‌پذیری افراد پیش‌بینی شود. استفاده از این روابط که به صورت ترکیبی از توابع تجربی و مدل بیزین هست تاکنون در هیچ مقاله‌ی پیشنهاد نشده و هیچ مقاله‌ی با استفاده از اطلاعات قبلی و استفاده از مدل بیزین و توزیع پیشین اطلاعات به پیش‌بینی برای انجام تصمیم‌گیری نپرداخته است. همچنین تاکنون رابطه‌ی برای به دست آوردن ریسک‌پذیری مشتری و استفاده از آن برای ارتباط بهتر با مشتری و کسب رضایت او تعریف نشده است.

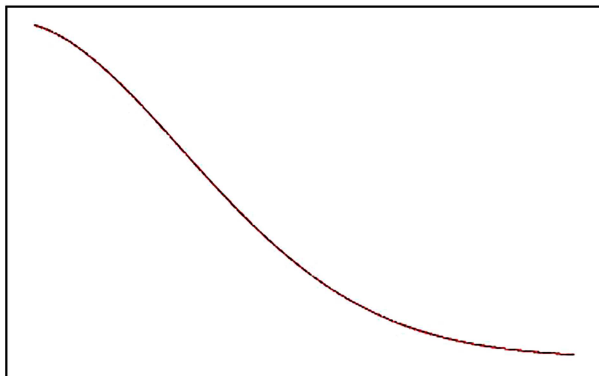
بنابراین با پیش‌بینی ریسک‌پذیری افراد، وزن مطلوب از گاو‌صندوق مورد نیاز مشتری پیش‌بینی خواهد شد و بخش ارتباط با مشتری و بازاریابی بهبود خواهد یافت. با پیش‌بینی میزان تولید هر نوع گاو‌صندوق، برنامه‌ریزی خط تولید با کیفیت بالاتری انجام خواهد شد که منجر به ایجاد مزیت رقابتی در سازمان می‌شود. در واقع مزیت استفاده از این روش «پیش‌بینی دقت» آن است؛ زیرا در تحقیقات قبلی از روابط تجربی استفاده می‌شد و ممکن بود اثرات برخی عوامل در آن توابع بر نظر محقق پوشیده باشد. اما مدل بیزین یک روش دقیق اثبات شده‌ی ریاضی برای پیش‌بینی است که بهره جستن از آن در صنایع تولیدی کشورمان می‌تواند شرایط ورود به بازارهای رقابت جهانی را فراهم کند.

در ادامه‌ی این تحقیق ابتدا مفاهیم پایه‌ی مورد نیاز مطرح و در بخش اصلی روش تحقیق آورده شده است؛ که در آن ابتدا با استفاده از ۵۳ داده‌ی که در زمینه‌ی هر کدام از متغیرهای مذکور (سن فرد، مورد مصرف محصول برای هر فرد، شرایط گذشته‌ی زندگی فرد و وزن گاو‌صندوق) از مشتریان قبلی جمع‌آوری شده، شش تابع ساخته شده که منجر به پیش‌بینی میزان ریسک‌پذیری افراد می‌شود. ترکیبی از متغیرهای ذکر شده در بالا به عنوان متغیر مستقل و ریسک‌پذیری نیز متغیری وابسته به این متغیرهاست. در پژوهش قبلی برای متغیرهای مستقل موجود در ۶ تابع ریسک تجربی تحقیق شده، وزنی در نظر گرفته نشده بود.^[۱۳]

در تحقیق حاضر با استناد به روش مدل‌سازی بیزی رضایت مشتری و به منظور بهبود توابع ریسک‌پذیری برای هر متغیر در تابع ریسک‌پذیری یک وزن در نظر گرفته شد. برای به دست آوردن این وزن‌ها از نرم‌افزار انتخاب خیره^۲ استفاده شده است. اوزان متغیرها موجب در نظر گرفتن میزان اثر هر متغیر در ریسک‌پذیری مشتری و تدقیق روابط خواهد شد. همچنین لازم است توجه داشته باشیم که اعدادی که بر هم تقسیم می‌شوند باید مقیاس یکسانی داشته باشند تا تقسیم آنها بر هم معنا پیدا



شکل ۱. مقایسه‌ی مقادیر تابع اول با توزیع ویبول.



شکل ۲. تابع بقا مربوط به توابع ۱، ۵ و ۶.

جدول ۱. مشخصات آماری توابع تجربی ریسک.

تابع	میانگین	انحراف معیار	واریانس	ضریب تغییرات
۱	۰٫۷۴	۰٫۴۰	۰٫۱۶	۵۴٫۴۳
۲	۴۵۷۸	۱۱۳۹۷	۱۲۹۷۸۱۲۲۵	۲۴۸٫۸۷
۵	۱٫۵۴	۰٫۸۲	۰٫۶۷	۵۲٫۹۹
۶	۰٫۷۱	۰٫۷۱	۰٫۵۱	۴۹٫۴۹

شکل ۱ نشان‌دهنده‌ی توزیع تابع اول است. این نمودار برای مقایسه‌ی توزیع تابع ۱ با توزیع ویبول گرفته شده و همان‌طور که در شکل ۱ مشخص است، توزیع ویبول ندارد.

شکل ۲ نشان‌دهنده‌ی تابع بقاست که این تابع احتمال عملکرد مفید سیستم را هر چه قدر مقادیر تابع بیشتر می‌شود نشان می‌دهد. این شکل مربوط به سه تابع ۱، ۵ و ۶ است اما دلیل انتخاب تابع ۱ به‌عنوان تابع بهتر در جدول‌های زیر مشخص خواهد شد.

مقادیر مربوط به میانگین، واریانس، انحراف معیار، ضریب هم‌بستگی و دیگر مشخصه‌های توصیفی توزیع مقادیر توابع تجربی به شرح جدول زیر توسط مینی‌تب محاسبه شده است.

با توجه به مقادیر مشخص شده در جدول ۱ برای توابع مذکور می‌توان تابع مناسب‌تر برای پیش‌بینی میزان ریسک‌پذیری را یافت. چنان‌که مشاهده می‌کنید، تابع دوم مقدار ضریب تغییرات بیشتری نسبت به سایرین دارد اما این تابع مقادیر بسیار متفاوت و بزرگی برای ریسک‌پذیری ارائه می‌دهد که باعث می‌شود مقدار

یا بخشی از اموالش را از دست داده باشد. بنابراین ممکن است به دنبال خرید وسیله‌ی مثل گاوصندوق باشد تا بتواند دارایی‌هایش را از آسیب‌دیدگی‌های ذکر شده در آینده مصون بدارد. البته ممکن است فرد دچار هیچ یک از این آسیب‌ها نشده باشد و برای پیش‌گیری از بروز آنها اقدام به خرید گاوصندوق ننموده باشد. بنابراین هرچه درجه‌ی این آسیب‌دیدگی بیشتر باشد، قطعاً فرد ریسک‌پذیری پایین‌تری خواهد داشت و گاوصندوق امنیتی‌تری انتخاب خواهد کرد. اما برای استفاده از این متغیر کیفی در تابع ریسک باید آن را به مقداری کمی تبدیل کرد. برای این کار به هر کدام از شرایط ذکر شده یک عدد تخصیص داده شده است. برای آتش‌سوزی به‌عنوان اولویت مهم‌تر آسیب‌دیدگی بالاترین عدد یعنی عدد ۳، برای سرقت اموال عدد ۲ و برای هیچ‌کدام از این دو مورد عدد ۱ در نظر گرفته شده است؛ هرچه این عدد بالاتر رود، ریسک‌پذیری پایین‌تر می‌آید و با یکدیگر رابطه‌ی عکس دارند. این متغیر در توابع تجربی ضریب ۴/۰ دارد. از گاوصندوق‌های خریداری شده ممکن است در یک بانک یا یک مغازه، یا برای مصارف شخصی و خانگی استفاده شود. برای نشان دادن تأثیر این متغیر کیفی نیز باید آن را به یک میزان کمی تبدیل کرد. این تبدیل با توجه به اولویت‌بندی موارد مصرف (X_2) انجام می‌شود به این ترتیب که هرچه عدد آن افزایش می‌یابد، ریسک‌پذیری هم بیشتر می‌شود و یک رابطه‌ی مستقیم میان ریسک‌پذیری و این متغیر ایجاد می‌شود. برای این که بتوان از تقسیم‌بندی موارد مصرف در آینده به درستی استفاده کرد اعداد تخصیص داده شده به هر یک در این‌جا آورده می‌شود: ۱. بانک، ۲. طلافروشی، ۳. شرکت‌های تولیدی مانند محصولات صنعتی، برق و الکترونیک، ۴. شرکت دارویی، ۵. شرکت تولید مواد غذایی، ۶. بنگاه‌ها (عمده فروشی‌ها)، ۷. نهادهای دولتی مثل بیمارستان، مدرسه، ۸. هتل‌ها، ۹. مغازه‌های خرده‌فروشی، ۱۰. منزل. به این ترتیب می‌توان از این مقادیر کیفی در تابع ریسک استفاده کرد و ریسک‌پذیری را به صورت یک عدد بین ۰ و ۱ درآورد. هرچه این عدد به ۱ نزدیک‌تر می‌شود میزان ریسک‌پذیری افراد بیشتر می‌شود و بالعکس. این متغیر با ضریب ۳/۰ در توابع تجربی ما ظاهر می‌شود.

با توجه به رابطه‌ی ۱، برای هر متغیر با میزان ریسک‌پذیری می‌توان مدل‌های مختلفی را با توجه به اطلاعاتی که از ۵۳ مشتری به دست آمده، تعیین کرد. در این مطالعه ۶ مدل طراحی کردیم و از میان آنها یکی را به‌عنوان بهترین مدل برای ارزیابی ریسک انتخاب کردیم.

$$Y = \frac{\text{مورد مصرف } ۳/۰}{\text{سن } ۲/۰ + \text{وزن } ۱/۰ + \text{آسیب دیدگی } ۴/۰} \quad (۱)$$

از میان این روابط، رابطه‌ی ۱ به‌عنوان رابطه‌ی بهتر و مناسب‌تر انتخاب شد؛ زیرا اعداد حاصل از آن با توجه به پیاده‌سازی روی داده‌های ۵۳ مشتری قابلیت تفسیر بهتری داشتند. ریسک حاصل از این مدل بدین صورت تفسیر می‌شود که هرچه کمیت مدل به صفر نزدیک‌تر باشد، ریسک‌پذیری فرد کمتر است و هرچه به ۱ نزدیک‌تر باشد، فرد دارای ریسک‌پذیری بیشتری است.

دلایل مهم‌تر انتخاب رابطه‌ی ۱ به‌عنوان تابع بهتر از طریق نتایج به دست آمده از نرم‌افزار این است که اعداد به دست آمده برای میزان ریسک‌پذیری افراد از شش تابع تجربی توسط نرم‌افزار تولید شده و اطلاعات توصیفی توزیع آنها مانند بازه، ۳ انحراف استاندارد در نظر گرفته می‌شود. این نتایج از طریق اطلاعات ۵۳ مشتری و به کار بردن آن به‌عنوان پایگاه داده در نرم‌افزار حاصل شده است. توزیع نتایج حاصل از توابع ۳ و ۴ توسط نرم‌افزار تأیید نمی‌شود. در شکل‌های ۱ و ۲، شکل توزیع تابع بقا مربوط به تابع بهتر، یعنی تابع ۱، آورده شده است.

جدول ۲. دیگر مشخصات آماری توابع تجربی ریسک.

تابع	چارک اول	میانه	چارک سوم	رنج
۱	۰٫۳۷	۰٫۷۵	۱٫۰۸	۱٫۲۹
۲	۴۴۰	۱۱۱۷	۲۱۶۷	۵۸۷۱۵
۵	۰٫۹۴	۱٫۲۸	۱٫۸۲	۳٫۱۴
۶	۰٫۱۴	۰٫۱۵	۰٫۲۷	۰٫۳۹

جدول ۳. دسته‌بندی سن افراد.

تعداد در ۵۳ نفر	عنوان	سن (سال)
۲۵	Ag_1	$25 \leq age < 40$
۱۵	Ag_2	$40 \leq age < 55$
۱۳	Ag_3	$55 \leq age < 70$
میانگین: ۴۲٫۹۴		واریانس: ۱۴۸٫۵۴

واریانس بسیار زیاد و غیر قابل قبول شود و تفسیر ریسک‌پذیری را غیرممکن سازد. بنابراین نمی‌توان از این تابع برای پیش‌بینی مقدار ریسک‌پذیری استفاده کرد. از بین توابع ۱، ۵ و ۶، تابع ۱ با مقدار ضریب تغییرات بزرگ‌تر بازه بیشتری از تغییرات ریسک‌پذیری را مشخص می‌کند؛ بنابراین به‌عنوان تابع بهتر برای پیش‌بینی استفاده می‌شود. اطلاعات توصیفی مربوط به میانه و چارک‌های مقادیر توابع در جدول ۲ خلاصه شده است.

۲.۳. تحلیل ریسک بیزی

مسائل زیادی وجود دارند که در آنها برآمد نهایی یک آزمایش به آن‌چه در مراحل میانی مختلف رخ می‌دهد بستگی دارد.^[۱۲] از جمله این پژوهش که در آن، ریسک‌پذیری به چهار متغیر مستقل سن افراد، وزن گاوصندوق و دیگر موارد مذکور وابسته است. در ادامه به معرفی مدل بیزی می‌پردازیم که به کمک آن بتوانیم میزان ریسک‌پذیری را پیش‌بینی کنیم.

با به دست آوردن میزان ریسک‌پذیری از رابطه‌ی ۱، ذهنیتی کلی از ریسک‌پذیری فرد خریدار برای ما به وجود می‌آید و با توجه به تحلیلی که از میزان Y انجام می‌دهیم ریسک‌پذیری مشتری را در یکی از دو دسته‌ی ریسک بالا و یا پایین طبقه‌بندی می‌کنیم. به این ترتیب که با توجه به اعداد به دست آمده از رابطه‌ی ۱ کمترین میزان ریسک‌پذیری برآورد شده برای ۵۳ مشتری ۰٫۱۰ و بیشترین آن ۱٫۳۹ است؛ میانه‌ی این دو مقدار نیز عدد ۰٫۶۴ قرار دارد. بنابراین افرادی که ریسک‌پذیری‌شان بین ۰٫۱۰ تا ۰٫۶۴ است در دسته‌ی اول، یعنی ریسک‌پذیری پایین با نام A_1 قرار می‌گیرند؛ افرادی که با ریسک‌پذیری بیشتر از ۰٫۶۴ تا ۱٫۳۹ هستند در دسته‌ی دوم که ریسک‌پذیری بالایی دارند با نام A_2 گنجانده می‌شوند. حالا که مشتری‌ها در یکی از دو A_1 یا A_2 گنجانده شدند هدف ما به دست آوردن احتمال شرطی $A = \{A_1, A_2\}$ به شرط میزان مشخصی از هر یک از چهار متغیر مستقل (سن، مورد مصرف، شرایط گذشته‌ی زندگی و وزن گاوصندوق خریداری شده) است. اگر هر کدام از این متغیرهای مستقل را در فرمول بیز قرار دهیم، آن فرمول تبدیل می‌شود به:

$$P(A | Ag, C, P, W) = \frac{P(Ag, C, P, W | A) P(A)}{P(Ag, C, P, W)} \quad (2)$$

که در آن P شرایط گذشته، C مورد مصرف، Ag سن و W وزن است. علاوه بر ریسک‌پذیری که به دو بخش بالا و پایین تقسیم شد، چهار متغیر مستقل مسئله نیز باید به بازه‌های مختلفی افراز شوند. با انجام این کار می‌توان با استفاده از رابطه‌ی ۲ پیش‌بینی قابل قبولی برای ریسک‌پذیری روی این بازه‌ها انجام داد. بنابراین هر یک از چهار متغیر مستقل به شرح جداول ۳ تا ۶ در بخش‌های مختلف طبقه‌بندی می‌شوند.

-- برای متغیر سن:

-- برای متغیر شرایط گذشته‌ی زندگی:

جدول ۴. دسته‌بندی شرایط گذشته.

رخداد	عنوان	تعداد در ۵۳ نفر
سرقت	p_1	۶
آتش‌سوزی	p_2	۵
هیچ اتفاقی	p_3	۴۲
میانگین: ۱٫۳۰		واریانس: ۰٫۴۰

-- برای متغیر وزن:

جدول ۵. دسته‌بندی وزن گاوصندوق‌های خریداری شده.

وزن (کیلوگرم)	عنوان	تعداد در ۵۳ نفر
$10 \leq W < 100$	W_1	۸
$100 \leq W < 300$	W_2	۲۸
$300 \leq W < 500$	W_3	۱۰
$500 \leq W < 700$	W_4	۲
$700 \leq W < 1250$	W_5	۵
میانگین: ۳۵۳٫۷۳		واریانس: ۲۲۳۷۷۷٫۱۸

-- برای متغیر مورد مصرف:

جدول ۶. دسته‌بندی مورد مصرف.

مورد مصرف	عنوان	تعداد در ۵۳ نفر
۱	C_1	۳
۲	C_2	۲
۳	C_3	۱۰
۴	C_4	۱
۵	C_5	۲
۶	C_6	۲
۷	C_7	۲
۸	C_8	۱
۹	C_9	۲
۱۰	C_{10}	۲۸
میانگین: ۷٫۲۳		واریانس: ۱۱٫۲۳

می‌شوند با استفاده از درخت تصمیم می‌توان پیشنهاد صندوق نوسز متناسب با میزان ریسک‌پذیری‌شان را به آنها ارائه کرد. برای به کارگیری درخت تصمیم از معیار نرخ به دست آوردن^۴ استفاده شده است. این معیار در واقع معیار به دست آوردن اطلاعات^۵ را نرمال‌سازی می‌کند و چنین بیان می‌شود:

$$gain\ ratio_A(D) = \frac{information\ gain(A)}{Entropy(D)} \quad (5)$$

که در آن مقدار $Information\ gain(A)$ و $Entropy_A(D)$ مطابق رابطه ۶ و ۷ محاسبه می‌شود.

$$Information\ gain(A) = Entropy(D) - Entropy_A(D) \quad (6)$$

$$Entropy_A(D) = \sum_{j=1}^v \frac{|D_j|}{|D|} Entropy(D) \quad (7)$$

$$Entropy(D) = - \sum_{i=1}^c p_i \log_2(p_i) \quad (8)$$

رابطه ۶ مقدار $Information\ gain$ را برای صفت خاصی A محاسبه می‌کند که در آن D دلالت بر مجموعه داده‌های آموزشی دارد و C تعداد برجسب کلاس‌های موجود در مجموعه داده‌های آموزشی است. همچنین p_i احتمال تعلق نمونه‌یی از داده‌ها به کلاس i ام، v تعداد اعضای بازه صفت خاصی A و D_j قسمتی از داده‌های اولیه است که مقدار صفت خاصی آنها V_j است.

در درخت تصمیم مربوط به صندوق نوسز، صفت خاصه وزن گاو صندوق هاست چون هدف از تشکیل این درخت تصمیم رسیدن به وزن متناسب با ریسک‌پذیری مشتری است. با انتخاب این متغیر به‌عنوان صفت خاصه، مقادیر $Entropy(D)$ و $Entropy_A(D)$ برای دیگر متغیرهاست:

$$Entropy(D) = 1/85$$

روش محاسبه‌ی این عدد عبارت است از:

$$Entropy(D) = -(8/53)\log_2(8/53) - (28/53)\log_2(28/53) - (10/53)\log_2(10/53) - (2/53)\log_2(2/53) - (28/53)\log_2(28/53) = 1/85$$

$$Entropy_{سن}(D) = 1/58$$

$$Entropy_{شرایط\ گذشته}(D) = 1/68$$

$$Entropy_{مورد\ مصرف}(D) = 1/17$$

$$Entropy_{ریسک}(D) = 1/66$$

بنابراین $gain\ ratio_A(D)$ برای متغیرها به صورت مقادیر زیر به دست آمده است:

$$gain\ ratio_{سن}(D) = 0/17$$

$$gain\ ratio_{شرایط\ گذشته}(D) = 0/10$$

$$gain\ ratio_{مورد\ مصرف}(D) = 0/58$$

$$gain\ ratio_{ریسک}(D) = 0/11$$

با توجه به مقادیر به دست آمده برای $gain\ ratio_A(D)$ متغیر مورد مصرف به‌عنوان ریشه‌ی درخت انتخاب می‌شود و درخت حاصل به صورت شکل‌های ۳ و ۴ خواهد بود.^[۱۳، ۱۴]

حال برای به دست آوردن احتمال شرطی مورد نظر روی بازه‌های جدول ۳ تا ۶ باید مقادیر $P(A)$ ، $P(Ag, C, P, W, |A)$ و $P(Ag, C, P, W)$ را محاسبه کرد. $P(A)$ به‌ازای A_1 یا A_2 عبارت است از فراوانی نسبی افرادی که در دسته‌ی اول یا دوم جای دارند نسبت به کل افراد. با توجه به این تعریف $P(A_1) = 0/43$ و $P(A_2) = 0/57$ است.

برای محاسبه‌ی $P(Ag, C, P, W, |A)$ توزیع نرمال استفاده می‌شود:^[۶]

$$p(Ag_j, C_k, P_l, W_m | A_i) = p(Ag_j | A_i) p(C_k | A_i) p(P_l | A_i) p(W_m | A_i) \quad (3)$$

$$\forall i = 1, 2, j = 1, 2, 3, k = 1, \dots, 10, l = 1, 2, 3, m = 1, \dots, 5$$

$$p(F | A_i) = \frac{1}{\sqrt{\sigma^2} \sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(F-\mu)^2}{2\sigma^2}} \quad (4)$$

رابطه ۴ مبین توزیع شرطی متغیر مستقل F_K مانند سن، وزن، شرایط گذشته و مورد مصرف) به شرط متغیر وابسته‌ی میزان ریسک افراد (A_i) است که در آن μ و σ واریانس و میانگین متغیر مستقلی است که احتمال شرطی آن را محاسبه خواهیم کرد و چون جامعه را نرمال شده در نظر گرفتیم بنابراین با داشتن میانگین و واریانس هر کدام از متغیرهای مستقل که در جداول ۳ تا ۶ به دست آمده، می‌توان پارامترها را برآورد کرد. با استفاده از رابطه ۴ مقادیر احتمالات شرطی مورد نیاز در رابطه ۳ را به دست آورد که ما در این‌جا مقادیر این احتمالات را برای بازه‌های مختلف محاسبه کرده‌ایم تا کار تحلیل مشتریان برای متصدی فروش در آینده آسان‌تر شود. نتایج حاصل از محاسبه‌ی احتمالات برای سن بین $0/1479$ و $0/4334$ ، $0/4337 \leq p(Ag_j | A_i) \leq 0/1479$ ، برای وزن $0/2033 \leq p(W_m | A_i) \leq 0/588$ ، برای شرایط گذشته $0/284 \leq p(P_l | A_i) \leq 0/5217$ و $0/1190 \leq p(C_k | A_i) \leq 0/208$ است. از این مقادیر می‌توان در محاسبه‌ی ریسک‌پذیری در هر کدام از افزازهای متغیرهای مستقل استفاده کرد.

متغیرهای سن، مورد مصرف، شرایط گذشته و وزن گاو صندوق‌های خریداری شده از یکدیگر مستقل‌اند و وابستگی میان آنها وجود ندارد. بنابراین برای محاسبه‌ی $P(Ag, C, P, W)$ می‌توان فراوانی نسبی هر متغیر را به دست آورده و در هم ضرب کرد تا احتمال خواسته شده محاسبه شود. با به دست آوردن این مقادیر پیش‌بینی میزان ریسک‌پذیری با استفاده از قضیه‌ی بیز انجام می‌شود.

با توجه به افزازهای انجام شده روی ۵۳ داده‌ی موجود از مشتریان، می‌توان مشتریان را در دسته‌های مشخصی قرار داد و به این ترتیب به ویژگی‌های مشتریان هر دسته پی برد. بنابراین دسته‌بندی روی بازه‌ها به کمک تحلیل بیزی انجام می‌شود. برای مشتریان جدیدی که وارد شرکت می‌شوند می‌توان از این دسته‌بندی‌ها استفاده کرد و مشتریان جدید را نیز در این دسته‌ها قرار داد و با مقایسه‌ی ویژگی‌هایشان با مشتریان قبلی پیشنهاد مناسب را به آنها عرضه کرد. دسته‌بندی این مشتریان و مقایسه‌ی ویژگی‌هایشان با مشتریان قبلی به وسیله‌ی الگوریتم درخت تصمیم انجام می‌شود زیرا مشتریان جدید ممکن است شرایط و ویژگی‌های متفاوتی از مشتریان قبلی داشته باشند که با استفاده از درخت تصمیم می‌توان آنها را در دسته‌های شبیه به شرایط مشتریان قبلی دسته‌بندی کرد.

۳.۳. درخت تصمیم

همان‌طور که در قسمت مدل بیز بیان شد برای مشتریان جدیدی که وارد شرکت

نیمی از مشتریان این بخش جوان هستند و هیچ اتفاقی برای آنها رخ نداده، اما ریسک‌پذیری پایینی دارند و وزن بالاتری از گاو صندوق را انتخاب می‌کنند پس می‌توان بیشترین سرمایه‌گذاری تبلیغات را به مشتریان محافظه‌کار اختصاص داد.

در جدول ۱۰ مشتریان بانک مورد توجه هستند. این مشتریان از جمله مشتریان مهم صندوق‌های نسوز محسوب می‌شوند که دارای ریسک‌پذیری پایین و عمدتاً جوان یا میان‌سال هستند. وزن گاو صندوق مورد نیاز این دسته از بالاترین تا کمترین دسته را بسته به نیازشان پوشش می‌دهد.

جدول ۱۱ سه مورد مصرف با اهمیت یکسان را مورد بررسی قرار داده است. نتیجه‌ی که می‌توان از این جدول گرفت این است که گاو صندوق مورد نیاز مشتریان این بخش وزن بین ۱۰۰ تا ۳۰۰ کیلو را دارد پس بیشترین تولید در این بخش به این وزن اختصاص می‌یابد.

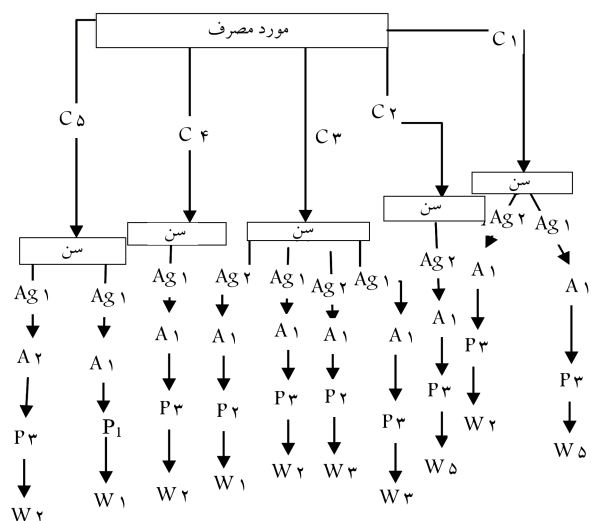
جدول ۱۲ در مورد یک دسته‌ی پراهمیت از مشتریان یعنی طلافروشان است. طلافروشان به علت حساسیت کارشان حتی اگر در گذشته حادثه‌ی برایشان رخ نداده باشد بالاترین وزن را انتخاب می‌کنند و بیشترین تولید در این بخش به وزن بین ۷۰۰ تا ۱۲۵۰ اختصاص دارد.

جدول ۱۳ آخرین سطح از مشتریان با درجه اهمیت یکسان را معرفی می‌کند. این مشتریان اغلب افراد بین ۲۵ تا ۴۰ سال با ریسک‌پذیری بالا هستند و ۶۶٪ از تولید این بخش به وزن ۱۰۰ تا ۳۰۰ کیلوگرم اختصاص دارد.

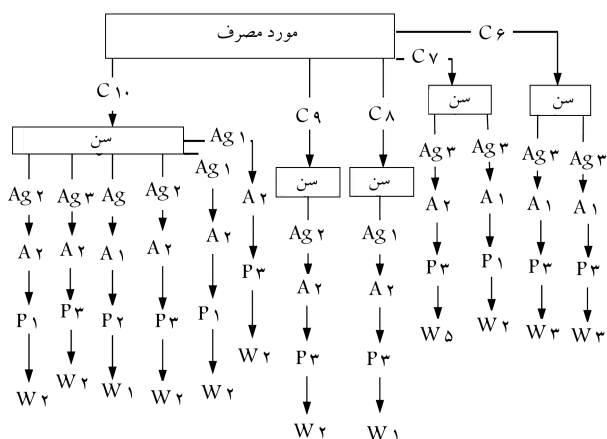
با توجه به جداول ۸ تا ۱۳ می‌توان اطلاعات کلی مفیدی برای شرکت استخراج کرد، از جمله این که اغلب مشتریان با هر مورد مصرفی ریسک‌پذیری پایینی دارند و بیشتر متمایل به خرید گاو صندوقی با وزن متوسط بین ۱۰۰ تا ۳۰۰ کیلوگرم هستند. مشتریان با رده‌های سنی بالاتر درصد کمی از مشتریان را تشکیل می‌دهند و اغلب مشتریان جوان هستند.

۴. نتیجه‌گیری

در این تحقیق به علت اهمیت موضوع فروش و تولید و رقابت برای جذب مشتری بیشتر، سعی بر پیش‌بینی محصول مطلوب هر مشتری و تعداد مورد نیاز از هر محصول برای تولید در کارخانه‌ی ساخت صندوق نسوز کاوه صنعت داشتیم تا از این طریق به بخش بازاریابی، ارتباط با مشتری و برنامه‌ریزی تولید کمک کنیم و واقع سودآوری شرکت را بالا ببریم. برای انجام این کار به تعریف مدل‌هایی پرداختیم که روابط میان متغیرهای وابسته و متغیرهای مستقل را بیان می‌کند. اولین متغیر وابسته در این تحقیق ریسک‌پذیری افراد است که با به دست آوردن آن می‌توان در آینده به پیش‌بینی میزان امنیتی بودن مطلوب محصول، برای هر مشتری پرداخت. بنابراین در ابتدا با استفاده از ۵۳ داده‌ی که از شرکت در زمینه‌ی سن مشتری (X_1)، وزن گاو صندوق خریداری شده توسط مشتری (X_2)، شرایط گذشته‌ی زندگی که هر مشتری تجربه کرده (X_3) و مورد مصرف گاو صندوق برای هر مشتری (X_4) به‌عنوان متغیرهای مستقل گرفته شد. شش مدل برای محاسبه‌ی ریسک‌پذیری افراد نوشتیم که از بین آنها یک مدل به‌عنوان مدل بهتر با قابلیت تفسیر بیشتر انتخاب شد که این مدل به‌صورت معادله‌ی ۱ است. این معادله یک ذهنیت کلی از میزان ریسک‌پذیری ارائه می‌کند که به کمک آن می‌توان ریسک‌پذیری ۵۳ مشتری را در دو دسته‌ی بالا و پایین قرار داد. بدین ترتیب می‌توان مقدار ریسک را به کمک مدل بیزین پیش‌بینی نمود. در نهایت برای مشتریان آینده‌ی شرکت دسته‌بندی‌هایی به کمک درخت تصمیم ایجاد کرده و آنها را در این دسته‌ها قرار داد تا بتوان گاو صندوق



شکل ۳. درخت تصمیم مشتریان آینده.



شکل ۴. درخت تصمیم مشتریان آینده.

با توجه به پنج نوع مورد مصرف در نظر گرفته شده، ادامه‌ی درخت تصمیم به صورت شکل ۴ خواهد بود.

چنان‌که در شکل‌های ۳ و ۴ مشاهده می‌شود، درخت تصمیم مربوط به ویژگی‌های مشتریان آینده‌ی شرکت به ما کمک می‌کند تا محصول مناسبی به آنها پیشنهاد دهیم. به منظور سهولت در استفاده از درخت تصمیم به دست آمده در شکل ۳ و ۴ می‌توان آن را در قالب جدول‌های زیر آورد.

با توجه به جدول ۷ که براساس احتمال وقوع هر متغیر مرتب شده است، می‌توان برای مشتریان هر دسته از موارد مصرف جداولی تنظیم کرد و در آن برای میزان تولید گاو صندوق‌ها در هر رده وزنی تصمیم‌گیری کرد؛ به این ترتیب بخش برنامه‌ریزی تولید را به طور اثر بخشی بهبود دهیم. جداول ۸ تا ۱۳ این دسته‌بندی مشتریان را به صورت مجزا نشان می‌دهد.

در جدول ۸ مشخص شده است که برای این دسته از مشتریان (مشتریان منزل) معمولاً اتفاقی در گذشته نیفتاده است و عمدتاً جوان هستند با ریسک‌پذیری بالا. بنابراین می‌توان ۸۳ درصد از سهم ۲۷ درصدی تولیدات خانگی را به گاو صندوق‌های با وزن کم بین ۱۰۰ تا ۳۰۰ کیلوگرم اختصاص داد.

جدول ۹ مربوط به مشتریان محصولات صنعتی، برق و الکترونیک است.

جدول ۷. جدول تکمیلی درخت تصمیم با توجه به احتمال وقوع هر متغیر.

مورد مصرف	احتمال وقوع	ریسک پذیری	احتمال وقوع	شرایط گذشته	احتمال وقوع	سن	احتمال وقوع	وزن	احتمال وقوع
منزل	۰/۲۷	بالا	۰/۸۳	هیچ اتفاقی	۰/۵	۲۵ تا ۴۰	۰/۵	۱۰۰ تا ۳۰۰	۰/۸۳
						۴۰ تا ۵۵		۷۰ تا ۱۲۵۰	
شرکت محصولات صنعتی	۰/۱۸	پایین	۱	آتش سوزی	۰/۵	۲۵ تا ۴۰	۰/۵	۱۰۰ تا ۱۰۰	۰/۲۵
						۴۰ تا ۵۵		۷۰ تا ۱۲۵۰	
بانک	۰/۰۹	پایین	۱	هیچ اتفاقی	۱	۲۵ تا ۴۰	۰/۵	۱۰۰ تا ۳۰۰	۰/۵
						۴۰ تا ۵۵		۷۰ تا ۱۲۵۰	
شرکت تولید مواد غذایی	۰/۰۹	بالا	۰/۵	سرقت	۰/۵	۲۵ تا ۴۰	۰/۵	۱۰۰ تا ۳۰۰	۰/۵
						۴۰ تا ۵۵		۷۰ تا ۱۰۰	
بنگاه‌ها	۰/۰۹	پایین	۱	هیچ اتفاقی	۱	۴۰ تا ۵۵	۰/۵	۳۰۰ تا ۵۰۰	۱
						۵۵ تا ۷۰			
نهاد دولتی	۰/۰۹	بالا	۰/۵	سرقت	۰/۵	۵۵ تا ۷۰	۱	۱۰۰ تا ۳۰۰	۰/۵
						۷۰ تا ۱۲۵۰		۷۰ تا ۱۲۵۰	
طلافروشی	۰/۰۴۵	پایین	۱	هیچ اتفاقی	۱	۴۰ تا ۵۵	۱	۷۰۰ تا ۱۲۵۰	۱
شرکت دارویی	۰/۰۴۵	پایین	۱	هیچ اتفاقی	۱	۲۵ تا ۴۰	۱	۱۰۰ تا ۳۰۰	۱
هتل	۰/۰۴۵	بالا	۱	هیچ اتفاقی	۱	۲۵ تا ۴۰	۱	۱۰۰ تا ۱۰۰	۱
مغازه خرده‌فروشی	۰/۰۴۵	بالا	۱	هیچ اتفاقی	۱	۴۰ تا ۵۵	۱	۱۰۰ تا ۳۰۰	۱

جدول ۸. بیشترین فراوانی مورد مصرف منزل.

مصرف صندوق نسوز (از بیشترین به کم‌ترین مصرف)	ریسک‌پذیری افراد با بیشترین فراوانی	شرایط گذشته با بیشترین فراوانی	سن مشتریان با بیشترین فراوانی	عمده وزن انتخاب شده
منزل	۸۳٪ ریسک‌پذیری بالا	معمولاً بدن هیچ اتفاقی	عمده‌تاً بین ۲۵ تا ۴۰ سال	۱۰۰ تا ۳۰۰

جدول ۹. بیشترین فراوانی مورد مصرف شرکت محصولات صنعتی.

مصرف صندوق نسوز (از بیشترین به کم‌ترین مصرف)	ریسک‌پذیری افراد با بیشترین فراوانی	شرایط گذشته با بیشترین فراوانی	سن مشتریان با بیشترین فراوانی	عمده وزن انتخاب شده
شرکت محصولات صنعتی	پایین	۵٪ هیچ اتفاقی	۲۵ تا ۴۰ سال و نیمه ۴۰ تا ۵۵ سال	۳۰۰ تا ۵۰۰

جدول ۱۰. بیشترین فراوانی مورد مصرف بانک.

مصرف صندوق نسوز (از بیشترین به کم‌ترین مصرف)	ریسک‌پذیری افراد با بیشترین فراوانی	شرایط گذشته با بیشترین فراوانی	سن مشتریان با بیشترین فراوانی	عمده وزن انتخاب شده
بانک	پایین	هیچ اتفاقی	۲۵ تا ۴۰ سال و نیمه ۴۰ تا ۵۵ سال	۱۰۰ تا ۳۰۰ و نیمه ۷۰۰ تا ۱۲۵۰

جدول ۱۱. بیشترین فراوانی مورد مصرف شرکت مواد غذایی، بنگاه و نهاد دولتی.

مصرف صندوق نسوز (از بیشترین به کم‌ترین مصرف)	ریسک‌پذیری افراد با بیشترین فراوانی	شرایط گذشته با بیشترین فراوانی	سن مشتریان با بیشترین فراوانی	عمده وزن انتخاب شده
شرکت مواد غذایی بنگاه نهاد دولتی مثل مدرسه	عمده‌تاً پایین	معمولاً هیچ اتفاقی	عمده‌تاً بین ۵۵ تا ۷۰ سال	اغلب بین ۱۰۰ تا ۳۰۰

جدول ۱۲. بیشترین فراوانی مورد مصرف طلافروشی.

مصرف صندوق نسوز (از بیشترین به کم‌ترین مصرف)	ریسک‌پذیری افراد با بیشترین فراوانی	شرایط گذشته با بیشترین فراوانی	سن مشتریان با بیشترین فراوانی	عمده وزن انتخاب شده
طلافروشی	پایین	هیچ اتفاقی	میان‌سال بین ۴۰ تا ۵۵ سال	۷۰۰ تا ۱۲۵۰

جدول ۱۳. بیشترین فراوانی مورد مصرف شرکت دارویی، هتل و مغازه خرده‌فروشی.

مصرف صندوق نسوز (از بیشترین به کم‌ترین مصرف)	ریسک‌پذیری افراد با بیشترین فراوانی	شرایط گذشته با بیشترین فراوانی	سن مشتریان با بیشترین فراوانی	عمده وزن انتخاب شده
شرکت دارویی هتل مغازه خرده‌فروشی	عمده‌تاً بالا	هیچ اتفاقی	اغلب جوان بین ۲۵ تا ۴۰ سال	۱۰۰ تا ۶۶٪، ۳۰۰

و اندازه‌های متفاوت و کاربرد نزدیک به هم می‌سازند. در صنایعی از قبیل ساخت دزدگیر ماشین، ساخت دوربین‌های مدار بسته، ساخت نرده‌های حفاظتی برای منازل و ساخت کلاه ایمنی که با میزان ریسک‌پذیری افراد سروکار دارند می‌توان از تابعی مانند تابع بی‌استفاده کرد. همچنین مشتریان آینده را با استفاده از درخت تصمیمی مثل درخت تصمیم ارائه شده دسته‌بندی کرد. اطلاعات دسته‌بندی شده در درخت تصمیم برای مشتریان آینده از طریق اطلاعات موجود مشتریان پیشین شرکت به دست آمده است؛ اما ممکن است در آینده فردی با مورد مصرفی متفاوت به

متناسب با ویژگی‌هایشان به آنها عرضه کرد و از این طریق مشتری راضی و وفادار ایجاد کرد. بنابراین، پیاده سازی این مدل روی داده‌های مشتریان شرکت کاوه خاص محصول گاو صندوق نسوز به صورت مطالعه موردی است. نتایج حاصل از آن مؤید مدل و کاربرد آن در مدیریت و بهبود ارتباط با مشتری است و اعتبار لازم را به آن بخشیده است.

از این مدل‌ها می‌توان برای پیش‌بینی محصول مطلوب هر مشتری و میزان تولید مورد نیاز از هر نوع محصول در صنایعی بهره جست که محصولاتی با ابعاد

محل تحویل دهی محصول ثبت شده بود. پیشنهاد می شود برای ارتباط بهتر و کارا تر با مشتریان اطلاعات بیشتری از آنها جمع آوری شود تا پیش بینی روند آینده در فروش و تولید محصولات آسان تر و دقیق تر شود؛ زیرا با داشتن اطلاعات دقیق تر مدل بیزی و درخت تصمیم ما قوی تر خواهد شد. همچنین در تماس بودن با مشتریان منجر به اطلاع از میزان رضایت مشتریان در آینده از محصول خریداری شده می شود و اگر بعد از خرید محصول از شرکت، حادثه ای برای آنها رخ داده در مورد عملکرد محصول در هنگام بروز این حادثه اطلاعات جمع آوری کرد و عیوب احتمالی موجود در محصول را برطرف کرد و از این طریق کیفیت محصول را ارتقا داد.

تقدیر و تشکر

در پایان از شرکت صندوق نسوزکاوه صنعت به خاطر همکاری شان و در اختیار قرار دادن اطلاعات مورد نیاز تشکر می کنیم.

شرکت مراجعه کند که در این صورت می توان با به روز رسانی درخت تصمیم موجود، دسته بندی جدید را اضافه کرد.

پیشنهاد می شود به منظور توسعه ی مدل ارائه شده در این تحقیق، سوابق مربوط به ایمنی محصول از جمله موارد آتش سوزی، موارد از کار افتادگی در خصوص حوادث یا بلایای طبیعی از جمله سیل و زلزله، موارد مربوط به سرقت و مواردی که بر عمر محصول تأثیرگذارند از جمله مواد اولیه ی تولید محصول، میزان خوردگی و استحکام محصول و دیگر موارد فیزیکی آن به جهت پایش کیفیت محصول و تعیین وابستگی و درخت ارتباطات مشخصه های عملکردی و ایمنی محصول مورد تحقیق قرار گیرد و از نتایج آن در مدیریت ارتباط با مشتری و فروش استفاده شود.

از نقاط ضعف موجود در برخی صنایع، کمبود اطلاعات جمع آوری شده از مشتریان است. مثلاً اطلاعاتی که مربوط به سن یا آدرس مشتریان است در صنعت مورد بررسی در این تحقیق به صورت دقیق جمع آوری نشده و حدود سن یا حدود

پانویسها

1. bayesian information criteria
2. expert choice
3. range
4. gain ratio
5. information gain

منابع (References)

1. Falhadloo, M. and A. Pattersopn, R. "Modeling customer satisfaction from unstructured data using a Bayesian approach", *Decision support system, U.S, California*, **90**, pp. 1-11 (2016).
2. Pohl, H.R. and Citra, M. "Modeling emissions from CAFO poultry farms in Poland and evaluating potential risk to surrounding populations", *Regulatory Toxicology and Pharmacology, Poland, Lodz*, **84**, pp. 18-25 (2017).
3. Daley, D. and Bachmann, M. "Risk terrain modeling predicts child maltreatment", *Child Abuse & Neglect, U.S, Texas*, **62**, pp. 29-38 (2016).
4. A. Mayer, I. and Loa, K. "Understanding scientists' computational modeling decision about climate risk management strategies using value-informed mental model", *Global Environment Change, U.S*, **42**, pp. 107-116 (2017).
5. Fletcher, J. "Bayesian tests of global factor models", *Journal of Empirical Finance, U.K*, **48**, pp. 279-289 (2018).
6. Tang, N. and Wu, Ying. "Semiparametric bayesian analysis of transformation linear mixed models", *Journal of Multivariate Analysis, China*, **166**, pp. 225-240 (2018).
7. Bal, G. and D. Scheuerell, M. "Characterizing the strength of density dependence in at-risk species through Bayesian model", *Ecological Modeling, USA*, **381**, pp. 1-9 (2018).
8. Taamneh, M. "Investigating in role of socio-economic factors in comprehension of traffic signs using decision tree algorithm", *Journal of Safety Research, Jordan*, **66**, pp. 121-129 (2018).
9. Sousa, H. and Santos, L. "Quantifying monitoring requirements for predicting creep deformations Bayesian updating methods", *UK*, **76**, pp. 40-50 (2019).
10. Lagrange, A. and Fauvel, M. "Hierarchical bayesian image analysis: from low-level modeling to robust supervised learning", *France*, **85**, pp. 26-36 (2019).
11. Taheri, N. and Bazdar, A. "Modeling customers' risk and studying its relation with operational characteristics of customers in order to plan for production and sale", *Int. International conference of Industrial Engineering, Iran, Mazandaran*, (in Persian) (2017).
12. Freund, J. and Miler, I. "Mathematical statistics with applications", In Nashr Daneshgahi, 7th Edn, pp. 440-446 (2005).
13. Han, Zhiavi., *Concepts and Techniques of Data Mining*, Translator: Esmaeeli, m., In Niaz Danesh, 3th Edn, pp. 224-230 (2014).
14. Tan, P., *Introduction to data mining*, Harutunian, K. Ed., 2th Edn., Michigan state university, pp. 848-7047 (2005).