



پژوهش‌های نوین در تصمیم‌گیری

دوره ۱۰، شماره ۲، تابستان ۱۴۰۴، صص ۱۴۵-۱۷۴

نوع مقاله: پژوهشی

پیش‌بینی سلامت روان دانشجویان با استفاده از مدل تلفیقی مبتنی بر تکنیک‌های داده‌کاوی و تصمیم‌گیری چند معیاره (مطالعه موردی: دانشگاه کوثر بجنورد)

آیلین پاکزاد^{۱*}، لیلا فضلی^۲

۱. استادیار، گروه مهندسی صنایع، دانشگاه کوثر بجنورد، بجنورد، ایران.

۲. دکتری مهندسی صنایع، مدرس، گروه مهندسی صنایع، دانشگاه اراک، اراک، ایران.

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۴/۰۶

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۱۱/۱۷

چکیده

دانشجویان، به‌عنوان متخصصین آینده و ایفاکنندگان نقش‌های مهم در شبکه‌های ارتباطات اجتماعی و توسعه جامعه، با انواع مشکلات و دشواری‌های روانی مواجه هستند. تشخیص زودهنگام و مداخله به‌موقع می‌تواند از بروز مشکلات جدی‌تر جلوگیری نماید. از این‌رو این پژوهش با هدف ارائه چارچوبی نوآورانه برای پیش‌بینی سلامت روان دانشجویان، تلفیقی هوشمندانه از تکنیک‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره (دیمتل)، تحلیل مؤلفه‌های اصلی بهبودیافته، و یادگیری ماشین را پیشنهاد می‌دهد. ابتدا بر اساس یک مجموعه داده جامع از اطلاعات دانشجویان و با بهره‌گیری از دیمتل، روابط علی بین عوامل مؤثر بر سلامت روان دانشجویان شناسایی شد؛ سپس با تحلیل مؤلفه‌های اصلی بهبودیافته، متغیر هدف (وضعیت سلامت روان) استخراج گردید. در مرحله مدل‌سازی، بر اساس مقایسه پنج الگوریتم یادگیری ماشین، مدل رگرسیون لجستیک با دقت ۱۰۰٪ و قابلیت تفسیرپذیری بالا به‌عنوان مدل برتر انتخاب شد. ترکیب خروجی احتمالی این مدل با سایر الگوریتم‌ها منجر به بهبود دقت همه مدل‌ها به ۱۰۰٪ گردید. تحلیل ضرایب نشان داد متغیرهای روانشناختی شامل اضطراب تحصیلی، افکار خودکشی و افسردگی بیشترین تأثیر منفی و متغیرهای وضعیت تأهل و علاقه به رشته اثرات محافظتی بر سلامت روان دارند. نتایج حاصل از این پژوهش می‌تواند به‌عنوان ابزاری قدرتمند جهت شناسایی زودهنگام دانشجویانی که به حمایت‌های روان‌شناختی نیاز دارند، مورد استفاده قرار گیرد.

کلیدواژه‌ها: پیش‌بینی، تصمیم‌گیری چند معیاره، داده‌کاوی، سلامت روان دانشجویان، مدل‌سازی.



۱- مقدمه و بیان مسئله

بیماری‌های روانی، اختلالاتی در شناخت، احساسات یا رفتار می‌باشند که می‌توانند به‌طور جدی رشد فردی و اجتماعی و پویایی جوامع را تحت تأثیر قرار دهند. این اختلالات الگوهای غیرعادی در تفکر، احساس و رفتار می‌باشند که با هنجارهای اجتماعی و فرهنگی جامعه مغایرت دارند و باعث اختلال در زندگی روزمره افراد می‌شوند [۱]. اختلالات روانی مشکلات جدی و شایعی هستند که در سرتاسر دنیا مشاهده می‌گردند و می‌توانند مقطعی یا مزمن باشند. از جمله متداول‌ترین این اختلالات می‌توان به افسردگی، اختلال دوقطبی^۱ و اسکیزوفرنی^۲ اشاره کرد که به ترتیب منجر به از دست رفتن ۱/۸۴ درصد، ۰/۶ درصد و ۰/۳۳ درصد از سال‌های سالم زندگی می‌شوند [۲]. بیماری‌های روانی به‌عنوان یک بحران جهانی شناخته می‌شوند. بر اساس گزارش‌های سازمان بهداشت جهانی، بیش از یک‌چهارم جمعیت جهان در طول زندگی خود با یک اختلال روانی مواجه می‌شوند [۳]. باین‌حال، به دلیل کمبود خدمات سلامت روان و نگرش‌های منفی نسبت به بیماری‌های روانی، بسیاری از افراد از دریافت کمک‌های لازم محروم می‌مانند [۴]. افسردگی اگر به‌موقع تشخیص داده نشود و درمان نگردد؛ می‌تواند عواقب جبران‌ناپذیری از جمله خودکشی و تشدید بیماری‌های جسمی نظیر سکته مغزی و سرطان را به دنبال داشته باشد و هزینه‌های درمانی را به‌طور قابل‌توجهی افزایش دهد [۵]. اختلال دوقطبی به‌عنوان یک بیماری مزمن شناخته می‌شود که به‌طور مکرر عود می‌نماید و درمان آن چالش‌برانگیز است. مطالعات نشان می‌دهند که در اکثر موارد (۶۶/۶۷ درصد) این بیماری به‌طور کامل قابل‌درمان نیست [۶].

دانشگاه‌ها به‌عنوان محیط‌های آموزشی و اجتماعی نقش مهمی در شکل‌دهی آینده جامعه دارند. باین‌حال، دانشجویان در این محیط‌ها با چالش‌های روانی متعددی روبرو می‌باشند که می‌تواند بر عملکرد تحصیلی، روابط اجتماعی و آینده شغلی آن‌ها تأثیر بگذارد. مطالعات نشان می‌دهد که این چالش‌ها در سال‌های اخیر روندی صعودی داشته و به یکی از نگرانی‌های اصلی نظام‌های آموزشی تبدیل شده است. پژوهش حبیبی و همکاران (۲۰۱۹) نشان می‌دهد که دامنه شیوع افسردگی در این گروه بین ۱۰ تا ۸۵ درصد با میانگین ۳۳ درصد متغیر است. همچنین رفتارهای مرتبط با خودکشی شامل افکار خودکشی (۲/۶ تا ۴۲/۷ درصد) و اقدام به خودکشی

^۱ Bipolar disorder

^۲ Schizophrenia



۱/۸ تا ۳/۵ درصد) از دیگر مشکلات شایع در این جمعیت محسوب می‌شوند [۷]. عوامل متعددی مانند استرس‌های تحصیلی، دوری از خانواده، فشارهای اقتصادی، و تغییرات اجتماعی نقش بسزایی در بروز این مشکلات ایفا می‌کنند. با وجود این، موانعی مانند انگ اجتماعی، کمبود آگاهی از دریافت خدمات حرفه‌ای و باورهای نادرست درباره درمان، بسیاری از دانشجویان را از دریافت کمک‌های تخصصی باز می‌دارد. این شرایط لزوم توجه فوری به توسعه برنامه‌های جامع پیشگیری و مداخلات درمانی مؤثر را بیش از پیش آشکار می‌سازد.

با توجه به اینکه مشکلات روانی می‌تواند به‌طور مستقیم بر عملکرد تحصیلی دانشجویان تأثیر گذاشته و منجر به ترک تحصیل، ائتلاف منابع و احساس ناامیدی در آن‌ها شود، تحقیقات در حوزه سلامت روان دانشجویان به یکی از مهم‌ترین محورهای پژوهشی در روانشناسی آموزش عالی تبدیل گردیده است. با توجه به افزایش چشمگیر حجم داده‌های سلامت روان دانشجویان در سیستم‌های اطلاعاتی دانشگاه‌ها، نیاز مبرمی به ابزارهای تحلیلی پیشرفته برای کشف الگوهای پنهان در این داده‌ها احساس می‌شود. در این زمینه، تکنیک‌های داده‌کاوی به عنوان راهکاری کارآمد مطرح شده‌اند که هم‌اکنون نیز شاهد گسترش قابل توجه کاربردهای آن در تحلیل و پیش‌بینی رفتار سیستم‌های صنعتی و انسانی هستیم [۸؛ ۹؛ ۱۰؛ ۱۱]. این فناوری پیشرفته با توانایی استخراج الگوهای نوین، معتبر و کاربردی از انبوه داده‌ها، نه تنها امکان بهره‌گیری از یافته‌ها را در فرآیندهای تصمیم‌گیری راهبردی فراهم می‌سازد؛ بلکه به‌ویژه در حوزه سلامت روان دانشجویان می‌تواند زمینه‌ساز مداخلات زودهنگام و پیشگیرانه باشد. قابلیت منحصر به فرد داده‌کاوی در کشف روابط پنهان و ارائه بینش‌های ارزشمند، تحولی بنیادین در شیوه‌های مدیریتی ایجاد کرده و امکان برنامه‌ریزی دقیق‌تر برای بهبود وضعیت روانی دانشجویان را ممکن ساخته است. در سال ۲۰۱۸، آلونسو و همکاران^۱ [۱۲] با بررسی و مرور سیستماتیک تکنیک‌ها و الگوریتم‌های به‌کار گرفته‌شده در زمینه‌ی داده‌کاوی در سلامت روان، به نقش حیاتی داده‌کاوی در بهبود تصمیم‌گیری‌های بالینی و ارتقا کیفیت زندگی بیماران اشاره نموده‌اند. از این‌رو به‌منظور تصمیم‌گیری به‌موقع و متناسب با وضعیت سلامت روان هر دانشجو، این پژوهش بر آن است با تلفیق تکنیک‌های تصمیم‌گیری چند معیاره و داده‌کاوی مدلی جامع جهت ارزیابی سلامت روان دانشجویان ارائه نماید. این مدل نه‌تنها امکان پیش‌بینی دقیق

^۱ Alonso et al.



وضعیت سلامت روان دانشجویان را میسر می‌سازد؛ بلکه به شناسایی عوامل مؤثر بر سلامت روان نیز کمک خواهد نمود. شایان‌ذکر است، رویکرد پیشنهادی جهت بررسی عملکرد، اثربخشی و کاربردپذیری آن، در دانشگاه کوثر بجنورد پیاده‌سازی می‌گردد. در ادامه این پژوهش، ابتدا به‌مرور مطالعات پیشین پرداخته می‌شود. سپس در بخش سوم، مدل پیشنهادی تشریح می‌گردد. در بخش چهارم، یافته‌های پژوهش، نتایج پیاده‌سازی و اعتبارسنجی رویکرد پیشنهادی ارائه می‌شود. در بخش پایانی نتیجه‌گیری و پیشنهادهای آتی ارائه می‌گردد.

۲- پیشینه پژوهش

سلامت روان به‌عنوان یکی از ارکان اساسی سلامت عمومی، نقش تعیین‌کننده‌ای در عملکرد مطلوب افراد در ابعاد مختلف زندگی ایفا می‌نماید. مطالعات متعدد نشان می‌دهند که اختلالات روان‌شناختی شایع مانند افسردگی، اضطراب و استرس نه تنها بر کیفیت زندگی افراد تأثیر منفی می‌گذارند؛ بلکه می‌توانند منجر به پیامدهای ناگواری مانند افکار خودکشی یا اختلالات روان‌پزشکی شدیدتر شوند. شواهد پژوهشی مؤید آن است که تأخیر در درمان می‌تواند به مزمن شدن بیماری، نیاز به درمان‌های طولانی‌تر و کاهش محسوس کیفیت زندگی منجر شود؛ در حالی‌که تشخیص زودهنگام و درمان مناسب می‌تواند هم دوره بیماری را کوتاه‌تر و هم از بروز عوارض ثانویه پیشگیری نماید [۱۳].

بر اساس آخرین گزارش‌های سازمان بهداشت جهانی، اختلالات روانی به‌ویژه افسردگی و اضطراب، از عوامل اصلی ناتوانی در جمعیت جوانان ۱۵ تا ۱۹ ساله محسوب می‌شوند. شایان‌ذکر است که خودکشی به‌عنوان دومین علت مرگ‌ومیر در گروه سنی ۱۵ تا ۲۹ سال در سطح جهانی شناسایی شده است [۱۴]. نتایج یک مطالعه بر روی دانشجویان ۱۲ کشور، نشان می‌دهد که حدود ۲۹ درصد از دانشجویان افکار خودکشی و ۷ درصد اقدام به خودکشی را در طول زندگی خود گزارش نموده‌اند [۱۵].

سلامت روان دانشجویان در ایران نیز با چالش‌های جدی روبه‌روست؛ به‌طوری‌که مطالعات نشان می‌دهد شیوع افسردگی بین ۱۰ تا ۸۵ درصد، افکار خودکشی بین ۶٫۲ تا ۴۲٫۷ درصد و نرخ اقدام به خودکشی بین ۱٫۸ تا ۳٫۵ درصد است که در برخی موارد از میانگین جهانی بالاتر



می‌باشد [۷]. این آمار نشان‌دهنده فشارهای خاص بر دانشجویان ایرانی بوده و لزوم توسعه سیستم‌های پیش‌بینی و مداخله زود هنگام در دانشگاه‌ها را بیش از پیش آشکار می‌سازد. پژوهش‌های متعددی به صورت توصیفی-تحلیلی به بررسی وضعیت سلامت روان دانشجویان در ایران پرداخته‌اند. مهربیان و همکاران (۱۴۰۱) نشان دادند که ۱۹٫۵ درصد از دانشجویان دانشگاه علوم پزشکی گیلان مشکوک به اختلال روانی بودند و بین سطح درآمد خانواده‌ها و وضعیت سلامت روان، به‌ویژه افسردگی، ارتباط معناداری وجود دارد. این یافته حاکی از آن است که مشکلات اقتصادی می‌تواند بر سلامت روان افراد، به‌ویژه دانشجویان، تأثیرگذار باشد [۱۶]. همچنین اسلامی و همکاران (۱۴۰۲) در مطالعه‌ای بر روی دانشجویان دندانپزشکی مشهد دریافتند که ۳۰٫۲ درصد از دانشجویان مشکوک به اختلال روانی هستند و زنان از سلامت روان پایین‌تری نسبت به مردان برخوردارند [۱۷].

در سال‌های اخیر، سیستم‌های تشخیص به کمک رایانه با بهره‌گیری از الگوریتم‌های پیشرفته یادگیری ماشین و یادگیری عمیق، به‌عنوان ابزاری تحول‌آفرین در این حوزه مطرح گردیدند. این سیستم‌ها قادرند حجم عظیمی از داده‌های بالینی، تصویربرداری عصبی، رفتارهای دیجیتال و پاسخ‌های روان‌سنجی را با دقت بالا تحلیل نمایند [۱۸]. در مطالعات متعدد، طیف وسیعی از روش‌های یادگیری ماشین جهت تشخیص اختلالات روانی به‌کار گرفته شده‌اند که کارایی و دقت این مدل‌ها را در حوزه‌های مختلف نشان می‌دهند. به‌عنوان مثال، لیو و همکاران^۱ (۲۰۲۱) با توسعه سیستمی مبتنی بر یادگیری ماشین به‌نام تشخیص زود هنگام، امکان غربالگری مؤثر اختلال دوقطبی را در محیط‌های بالینی فراهم نمودند [۱۹]. همچنین جهت تشخیص اسکیزوفرنی نیز روش‌های متنوعی نظیر: تحلیل تشخیص-حداقل مربعات جزئی^۲، کی-نزدیکترین همسایه^۳، شبکه عصبی کانولوشن عمیق^۴، و تشخیص خطی فیشر^۵ به‌کار گرفته شده‌اند [۲۰-۲۳]. در همین راستا، دینگ و همکاران^۶ (۲۰۲۰) روشی مبتنی بر ماشین بردار پشتیبان یکپارچه عمیق^۷ را به‌منظور تشخیص افسردگی در دانشجویان ارائه نمودند [۲۴]. علاوه بر این، لی و همکاران^۸ (۲۰۱۹) با استفاده از شبکه‌های عصبی کانولوشن، مدلی جهت تشخیص افسردگی خفیف

^۱ Liu et al.

^۲ Partial least squares-Discriminant analysis (PLS-DA)

^۳ K-nearest neighbors (K-NN)

^۴ Deep convolutional neural network (DCNN)

^۵ Fisher's linear discriminant (FLD)

^۶ Ding et al.

^۷ Deep Integrated Support Vector Machine (DISVM)

^۸ Li et al.



براساس داده‌های نوار مغزی توسعه دادند [۲۵]. لیو و همکاران (۲۰۲۲) با بهره‌گیری از مدل‌های یادگیری عمیق، سیستمی را برای تشخیص هشت اختلال روانی رایج در کودکان آفریقایی-آمریکایی ارائه نمودند. این مدل توانست اختلالاتی همچون بیش‌فعالی، افسردگی، اضطراب، اوتیسم، ناتوانی‌های فکری، اختلال گفتار/زبان، تأخیر در تحولات و اختلال سرپیچی مخالف را با دقت ۶۵ درصد تشخیص دهد [۲۶]. فریریزی و همکاران (۱۴۰۱) نیز با بهره‌گیری از تکنیک‌های پیشرفته یادگیری ماشین، مدلی جامع جهت تشخیص و تمایز بین شش اختلال خلقی رایج ارائه نمودند. این پژوهشگران با ترکیب الگوریتم بهینه‌سازی ذرات^۱ با جنگل تصادفی^۲ و ماشین بردار پشتیبان، به ترتیب موفق به توسعه مدل‌هایی با دقت ۹۱/۳ درصد و ۹۳/۳ درصد در تشخیص اختلالاتی همچون: روان‌پریشی، اوتیسم، اختلال شخصیت، دوقطبی، افسردگی و اسکیزوفرنی شدند [۲۷].

همان‌طور که پیش از این اشاره شد، پژوهش‌های توصیفی-تحلیلی متعددی از جمله مطالعات مهربابیان و همکاران (۱۴۰۱) و اسلامی و همکاران (۱۴۰۲) به بررسی عوامل مؤثر بر سلامت روان دانشجویان پرداخته‌اند [۱۶-۱۷]. اگرچه این تحقیقات بینش‌های ارزشمندی درباره ارتباط متغیرهای جمعیت‌شناختی و روان‌شناختی با سلامت روان ارائه نموده‌اند؛ لیکن با محدودیت‌های روش‌شناختی قابل توجهی از جمله حجم نمونه‌های محدود، اتکا به روش‌های تحلیلی سنتی (آزمون‌های فرض آماری) و ناتوانی در پیش‌بینی فردی مواجه می‌باشند. از سوی دیگر، امروزه ثبت منظم داده‌های سلامت روان دانشجویان در دانشگاه‌ها، فرصت بی‌سابقه‌ای برای بهره‌گیری از روش‌های پیشرفته‌تر مانند تکنیک‌های داده‌کاوی و یادگیری ماشین فراهم آورده است. این روش‌ها با توانایی تحلیل حجم وسیع داده‌های سلامت روان دانشجویان، امکان ساخت مدل‌های هوشمند پیش‌بینی را فراهم می‌سازند و با استفاده از آن می‌توان دانشجویان در معرض خطر را شناسایی و با ارائه خدمات مشاوره‌ای به‌موقع از بروز مشکلات روانی جدی‌تر جلوگیری نمود.

در این راستا، تحقیقات متعددی در زمینه استفاده از تکنیک‌های داده‌کاوی در حوزه سلامت روان انجام گردیده است. به عنوان مثال، لوئو^۳ (۲۰۲۱) با هدف بهبود ارزیابی هوشمند سلامت

^۱ Particle swarm optimization (PSO)

^۲ Luo

^۳ Random forest (RF)



روان دانشجویان، مدلی با تلفیق الگوریتم درخت تصمیم بهبودیافته و شبکه عصبی مصنوعی بهبودیافته که متوسط دقت آن ۹۰ درصد گزارش گردید را ارائه نمود [۲۹]. با این حال، می‌توان انتظار داشت که با به‌کارگیری مدل‌های پیشرفته‌تر یادگیری عمیق، پتانسیل دستیابی به دقت‌های بالاتر در این حوزه وجود داشته باشد. در مطالعه‌ای دیگر، ساهو و همکاران^۱ (۲۰۲۳) در اودیشا^۲ (هند)، شیوع بالای افسردگی (۶۱/۹ درصد) را در میان ۱۰۵ دانشجوی دانشگاهی نشان دادند که ضرورت اقدامات پیشگیرانه را برجسته می‌سازد. در مدل‌سازی جهت پیش‌بینی افسردگی، مدل رگرسیون لجستیک با دقت ۹۲ درصد عملکرد بهتری نسبت به رگرسیون خطی داشت و سلامت جسمانی، سال تحصیلی، اضطراب و ارتباطات اجتماعی را به‌عنوان عوامل مؤثر شناسایی نمودند [۳۰]. همچنین، نقوی و همکاران (۲۰۲۳) از روش‌های داده‌کاوی، به‌ویژه یادگیری جمعی، جهت پیش‌بینی خطر خودکشی در ۵۷۳ دانشجوی منطقه خاورمیانه و شمال آفریقا استفاده نمودند و به دقت تشخیصی ۰/۹ دست یافتند. کوشا و همکاران (۲۰۱۸) نیز طیف وسیعی از الگوریتم‌های یادگیری نظارتی را به‌منظور پیش‌بینی نیاز دانشجویان به خدمات مشاوره بررسی کردند و نشان دادند که رگرسیون لجستیک با دقت ۹۹/۵۷ درصد قادر به تشخیص دانشجویان نیازمند حمایت‌های روان‌شناختی است [۳۱]. شواهد موجود از تحقیقات انجام شده در این حوزه، مؤید کارایی این رویکردهاست.

با بررسی جامع پیشینه پژوهش، مشخص گردید که اگرچه مطالعات متعددی به تشخیص و پیش‌بینی سلامت روان با استفاده از یادگیری ماشین و داده‌کاوی پرداخته‌اند؛ اما شکاف‌های مهمی در این حوزه، به‌ویژه جمعیت دانشجویی، وجود دارد. بسیاری از پژوهش‌ها بر تشخیص اختلالات خاص در جمعیت‌های بالینی متمرکز بوده‌اند و کمتر به پیش‌بینی جامع سلامت روان در جمعیت دانشجویی پرداخته‌اند. علاوه بر این، در پژوهش‌های موجود در زمینه پیش‌بینی سلامت روان دانشجویان با تکنیک‌های داده‌کاوی، اغلب به شناسایی روابط علی بین عوامل مؤثر و وزندهی به آن‌ها با استفاده از تکنیک‌های تصمیم‌گیری چند معیاره توجه کافی نشده است. از این‌رو پژوهش حاضر با هدف رفع شکاف‌های پژوهشی، چارچوب نوآورانه و تلفیقی برای پیش‌بینی سلامت روان دانشجویان ارائه می‌دهد که نوآوری‌های کلیدی آن به شرح زیر است:

^۱ Sahu et al

^۲ Odisha



- **تلفیق تکنیک‌های تصمیم‌گیری چند معیاره و داده‌کاوی:** برخلاف مطالعات پیشین که عمدتاً بر الگوریتم‌های داده‌کاوی متکی بوده‌اند؛ این پژوهش برای نخستین بار از تکنیک دیمتل جهت شناسایی روابط علی و تعیین وزن عوامل مؤثر بر سلامت روان دانشجویان استفاده می‌نماید. این رویکرد به درک عمیق‌تر تعاملات بین متغیرها و انتخاب ویژگی‌های با اهمیت بالاتر کمک می‌کند که در پژوهش‌های پیشین کمتر مورد توجه قرار گرفته است.
 - **استخراج متغیر هدف با استفاده از تحلیل مؤلفه‌های اصلی بهبودیافته:** در حالی که مطالعات پیشین ممکن است متغیر هدف را به صورت مستقیم از داده‌ها استخراج کرده باشند؛ این پژوهش با بهره‌گیری از تحلیل مؤلفه‌های اصلی بهبودیافته، متغیر هدف (وضعیت سلامت روان) را به شکلی جامع‌تر و با کاهش نویز از ابعاد مختلف داده‌ها استخراج می‌نماید که منجر به افزایش کیفیت داده‌ها برای مدل‌سازی می‌گردد.
 - **رویکرد ترکیبی هوشمند در مدل‌سازی یادگیری ماشین:** بررسی جامع پنج الگوریتم یادگیری ماشین شامل رگرسیون لجستیک، شبکه عصبی، ماشین بردار پشتیبان، درخت تصمیم^۱ و کاوش قوانین^۲ و ارتقای دقت پیش‌بینی سلامت روان دانشجویان از طریق تلفیق خروجی احتمالی مدل رگرسیون لجستیک با سایر الگوریتم‌ها مذکور صورت می‌پذیرد.
 - **تمرکز بر جمعیت دانشجویی ایرانی و ارائه ابزاری کاربردی:** با توجه به آمار بالای مشکلات سلامت روان در دانشجویان ایرانی، این پژوهش با مطالعه موردی در دانشگاه کوثر بجنورد، به ارائه ابزاری قدرتمند برای شناسایی زودهنگام دانشجویانی که به حمایت‌های روان‌شناختی نیاز دارند، می‌پردازد.
- از این رو، در این پژوهش بر آنیم، با تلفیق تکنیک‌های تصمیم‌گیری چند معیاره و داده‌کاوی در تحلیل پایگاه داده سلامت روان در دانشگاه کوثر بجنورد، نه تنها شکاف موجود در زمینه شناسایی روابط علی و وزندهی به ویژگی‌ها را برطرف نماییم؛ بلکه با ارائه یک مدل پیش‌بینی با دقت بی‌سابقه و قابلیت تفسیرپذیری بالا، گامی مهم در جهت ارتقای سلامت روان دانشجویان برداریم. نتایج حاصل از این پژوهش می‌تواند به عنوان ابزاری قدرتمند جهت شناسایی زودهنگام دانشجویانی که به حمایت‌های روان‌شناختی نیاز دارند، مورد استفاده قرار گیرد.

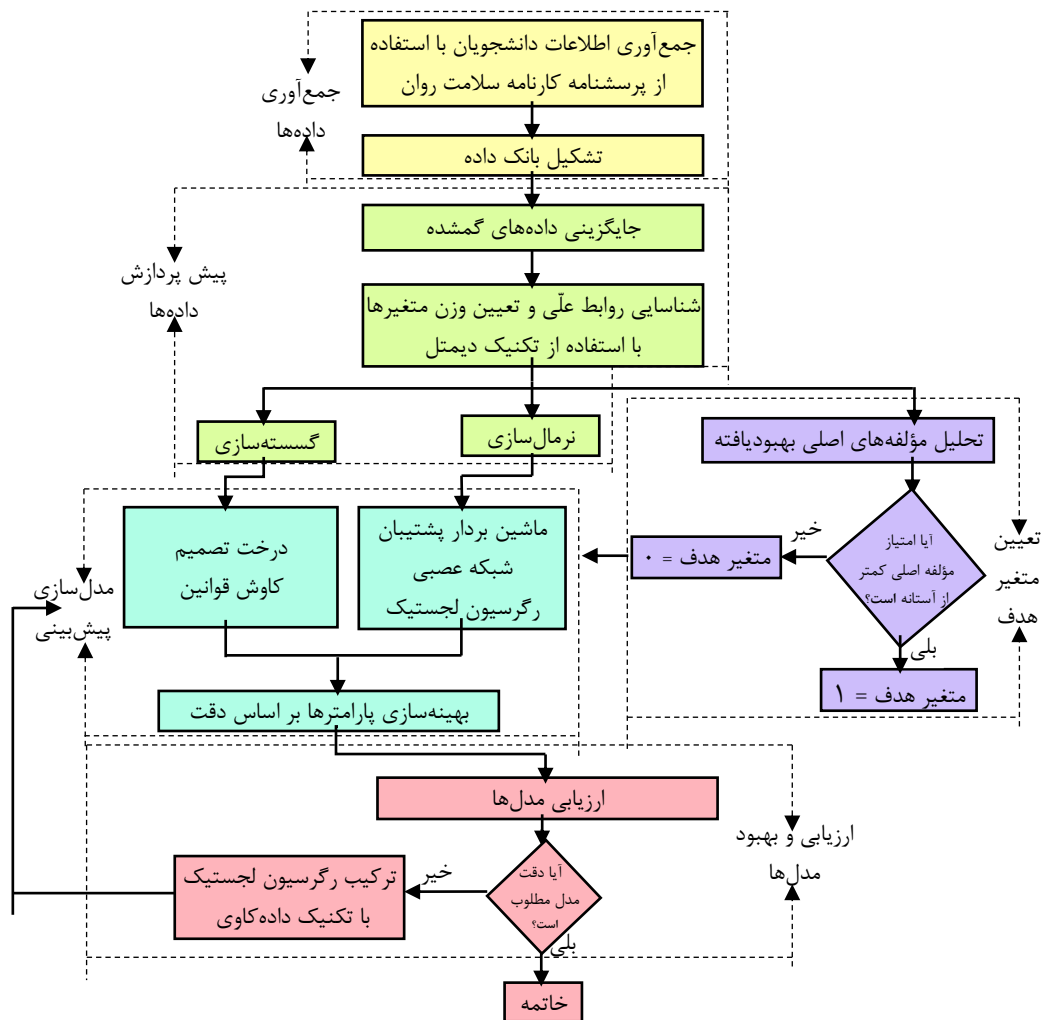
^۱ Decision tree (DT)

^۲ Rule mining (RM)



۳- روش‌شناسی پژوهش

این پژوهش از نوع پژوهش‌های کاربردی و توصیفی-تحلیلی است و باهدف بهبود فرآیند تصمیم‌گیری در حوزه سلامت روان دانشجویان، به ارائه مدلی جهت پیش‌بینی سلامت روان می‌پردازد. در این راستا، از تلفیق تکنیک‌های تصمیم‌گیری چند معیاره و داده‌کاوی استفاده گردید. بلوک دیاگرام رویکرد پیشنهادی در نمودار ۱ آورده شده است.



نمودار ۱. رویکرد پیشنهادی پژوهش



همان‌طور که در نمودار ۱ نشان داده شده است؛ بر اساس تعریف مسئله که پیش‌بینی وضعیت سلامت روان دانشجویان است، در گام اول، داده‌های خام از طریق پرسشنامه کارنامه سلامت روان جمع‌آوری و در یک بانک اطلاعاتی یکپارچه ذخیره می‌شوند. سپس پیش‌پردازش داده‌ها شامل جایگزینی مقادیر گمشده، شناسایی روابط علی بین ویژگی‌ها و تعیین وزن آن‌ها با تکنیک دیمتل و سپس استخراج ویژگی‌های کلیدی، گسسته‌سازی و نرمال‌سازی انجام می‌گیرد. با توجه به ماهیت پنهان متغیر هدف (سلامت روان)، از روش تحلیل مؤلفه‌های اصلی بهبودیافته برای استخراج مؤلفه‌های مؤثر استفاده می‌شود که وضعیت روانی دانشجویان را به یک متغیر کمی تبدیل می‌کند. پس از تعیین آستانه مناسب، متغیر هدف (سلامت یا عدم سلامت روان) برای هر دانشجو مشخص می‌شود. در مرحله مدل‌سازی، داده‌های پیش‌پردازش شده به همراه متغیر هدف به الگوریتم‌های مختلف یادگیری ماشین شامل رگرسیون لجستیک، شبکه عصبی، ماشین بردار پشتیبان، درخت تصمیم و کاوش قوانین اعمال می‌شوند. ارزیابی مدل‌ها بر اساس معیار دقت صورت گرفته و در صورت نیاز، با ترکیب خروجی رگرسیون لجستیک به عنوان ویژگی جدید با سایر متغیرها، مدل‌ها ارتقاء می‌یابند تا پیش‌بینی دقیق‌تری از وضعیت سلامت روان دانشجویان ارائه دهند.

۳-۱- مطالعه موردی

این پژوهش با جامعه آماری متشکل از کلیه دانشجویان نو ورود کارشناسی دانشگاه کوثر بجنورد در سال ۱۳۹۵ انجام شد و با استفاده از روش نمونه‌گیری تصادفی ساده، ۳۲۶ دانشجو به‌عنوان نمونه انتخاب شدند. ابزار جمع‌آوری داده‌ها، پرسشنامه «کارنامه سلامت روان» بود که مبتنی بر مطالعات پیشین و نظرات متخصصان حوزه سلامت روان طراحی شده و ویژه ارزیابی سلامت روان دانشجویان تهیه گردید. درنهایت، داده‌های پژوهش شامل ۳۲۶ پرسشنامه تکمیل‌شده با ۴۶ سؤال بود که به دو بخش اصلی تقسیم می‌شد:

۱. اطلاعات جمعیت شناختی: این بخش متغیرهایی مانند وضعیت تأهل، محل سکونت، دانش-آموخته‌ی مدارس استعداد درخشان، سابقه کسب مقام در رقابت‌های علمی یا غیردرسی، و میزان علاقه به رشته تحصیلی را موردبررسی قرار می‌داد.
۲. ویژگی‌های سلامت روان: این بخش به ارزیابی شاخص‌هایی مانند مشکلات تحصیلی، نشانه‌های اضطراب، علائم افسردگی، اختلالات خواب، رفتارهای وسواسی و افکار خودکشی



می‌پرداخت. سؤالات این بخش بر اساس مقیاس لیکرت (از ۱ تا ۵) طراحی شده بودند تا شدت هر یک از علائم را بسنجند. برای مشاهده جزئیات کامل این سؤالات، می‌توان به جدول ۱ مراجعه نمود.

جدول ۱. مشخصات فردی و سلامت روان دانشجویان

| مشخصه | ردیف |
|---|-----------------|
| انجام تکالیفم را تا دقیقه آخر به تأخیر می‌اندازم. | A ^۱ |
| تحصیل در آینده شغلی من نقش مهمی دارد. | A ^۲ |
| سرعت مطالعه‌ام پایین است و کند پیش می‌روم. | A ^۳ |
| برای انجام وظایف تحصیلی انرژی ندارم. | A ^۴ |
| می‌توانم از عهده وظایف تحصیلی خود برآیم. | A ^۵ |
| از یک ماه گذشته تا به امروز به آینده تحصیلی‌ام امیدوار بوده‌ام. | A ^۶ |
| موقع امتحانات نگران و مضطربم. | B ^۱ |
| می‌دانم نباید نگران چیزی باشم؛ اما نمی‌توانم. | B ^۲ |
| نگرانی باعث می‌شود افکارم درست‌کار نکند. | B ^۳ |
| در تمام مدت زندگی‌ام آدم نگرانی بوده‌ام. | B ^۴ |
| وقتی نگران می‌شوم؛ نمی‌توانم آن را متوقف کنم. | B ^۵ |
| از یک ماه گذشته تا به امروز احساس می‌کنم مضطربم. | B ^۶ |
| از یک ماه گذشته تا به امروز اغلب بی‌دلیل دلشوره داشته‌ام. | B ^۷ |
| از یک ماه گذشته تا به امروز، درباره چیزهایی که واقعاً مهم نیستند بیش‌ازحد نگران بوده‌ام. | B ^۸ |
| از یک ماه گذشته تا به امروز، خیلی وقت‌ها بی‌دلیل تپش قلب داشته‌ام. | B ^۹ |
| از یک ماه گذشته تا به امروز، نگران بودم؛ انگار که قرار است اتفاق هولناکی رخ دهد. | B ^{۱۰} |
| از یک ماه گذشته تا به امروز، احساس بی‌قراری می‌کنم؛ انگار باید مدام در حرکت باشم. | B ^{۱۱} |
| در چند ماه گذشته اتفاقات بسیار بدی در زندگی من رخ داده است. | C ^۱ |
| مشکلاتم آن‌قدر زیاد هستند که بیش از این نمی‌توانم در برابر آنان مقاومت کنم. | C ^۲ |
| از زندگی‌ام لذت نمی‌برم. | C ^۳ |
| می‌دانم که شایسته دوست داشته شدن نیستم. | C ^۴ |
| از یک ماه گذشته تا به امروز، احساس می‌کنم فرد ارزشمندی هستم. | C ^۵ |
| از یک ماه گذشته تا به امروز، زندگی برایم بی‌ارزش بوده است. | C ^۶ |
| از یک ماه گذشته تا به امروز، هیچ‌چیزی باعث خوشحالی من نشده است. | C ^۷ |
| از یک ماه گذشته تا به امروز، احساس ناامیدی می‌کنم. | C ^۸ |
| از یک ماه گذشته تا به امروز، احساس غمگینی می‌کنم. | C ^۹ |
| آیا تاکنون تجربه شکست عاطفی / عشقی داشته‌اید؟ | C ^{۱۰} |
| از یک ماه گذشته تا به امروز، شب‌ها چندین بار ناخواسته از خواب بیدار شده‌ام. | D ^۱ |
| از یک ماه گذشته تا به امروز، به راحتی خوابم برده است. | D ^۲ |
| از یک ماه گذشته تا به امروز، چندین شب زودتر از موعد از خواب بیدار شدم و دیگر خوابم نبرده است. | D ^۳ |



| ردیف | مشخصه |
|----------------|---|
| D ^۴ | از یک ماه گذشته تا به امروز، بدون دلیل وحشت‌زده از خواب پریده‌ام. |
| D ^۵ | از یک ماه گذشته تا به امروز، خوابم نامنظم بوده است. |
| D ^۶ | از یک ماه گذشته تا به امروز، خواب‌هایی می‌دیدم که مرا آشفته می‌کرد. |
| E ^۱ | از یک ماه گذشته تا به امروز، به دلیل ترس از کثیفی یا نجس بودن، به دفعات اقدام به شستشو و نظافت می‌کردم. |
| E ^۲ | از یک ماه گذشته تا به امروز، بیش‌ازاندازه وقتم را صرف شستشو می‌کنم. |
| E ^۳ | از یک ماه گذشته تا به امروز، پس از بستن شیر آب و گاز و قفل کردن در، مرتب آن‌ها را چک می‌کردم. |
| E ^۴ | از یک ماه گذشته تا به امروز، به نظر دیگران من آدم وسواسی بوده‌ام. |
| E ^۵ | از یک ماه گذشته تا به امروز، از ریختن و پاش اطرافیان و سرسری گرفتن دیگران ناراحت می‌شدم. |
| E ^۶ | از یک ماه گذشته تا به امروز، برای اینکه کارها را درست انجام بدهم، مجبور بودم خیلی کند کار کنم. |
| F ^۱ | آیا در ۱۲ ماه گذشته، این فکر به ذهنتان رسیده است که بخواهید به زندگی‌تان خاتمه دهید؟ |
| F ^۲ | آیا تاکنون عمداً به خودتان آسیب جدی وارد کرده‌اید؟ |
| G | وضعیت تأهل |
| H | وضعیت سکونت |
| I | دانش‌آموخته‌ی مدارس استعداد درخشان |
| J | کسب مقام در رقابت‌های علمی یا غیردرسی |
| K | علاقه‌مندی به رشته تحصیلی |

۳-۲- تکنیک دیمتل

تکنیک دیمتل یکی از روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره است که اولین بار توسط فونتلا و گابوس^۱ در سال ۱۹۷۶ در مرکز تحقیقات ژنو معرفی شد. این روش که مبتنی بر مقایسات زوجی و تئوری گراف است، ابتدا برای حل مسائل پیچیده حوزه‌های انرژی، بحران قحطی و محیط زیست توسعه یافت [۳۲]. دیمتل با تحلیل روابط متقابل بین معیارها، امکان ترسیم نقشه شبکه‌ای روابط علی را فراهم می‌سازد و معیارها را به دو گروه علت و معلول دسته‌بندی می‌کند. از مهم‌ترین مزایای این تکنیک می‌توان به در نظر گرفتن روابط بازخوردی، ساختاردهی به عوامل پیچیده در قالب روابط علی-معلولی، و تعیین اهمیت نسبی معیارها اشاره کرد که آن را به ابزاری کارآمد در فرآیند تصمیم‌گیری تبدیل می‌نماید.

^۱ Fontela and Gabus



۳-۳- تکنیک تحلیل مؤلفه‌های اصلی بهبودیافته

تحلیل مؤلفه‌های اصلی به عنوان یک روش کاهش ابعاد خطی که اولین بار توسط پیرسن^۱ (۱۹۰۱) معرفی شد [۳۳]، با تبدیل متغیرهای همبسته به ترکیبات خطی ناهمبسته (مؤلفه‌های اصلی) عمل می‌کند. این تکنیک با حفظ اطلاعات اساسی داده‌ها، امکان شناسایی الگوها و روابط پنهان را فراهم می‌سازد. با این حال، روش سنتی تحلیل مؤلفه‌های اصلی دو محدودیت اصلی دارد: عدم توجه به عملکرد کلی واحدهای تصمیم‌گیری نسبت به تمام متغیرها و نادیده گرفتن مقایسه‌های نسبی بین واحدهای تصمیم‌گیری. پرماچاندرا^۲ [۳۴] با اصلاح ماتریس تصمیم‌گیری از طریق افزودن یک متغیر جدید (مجموع متغیرهای موجود) و نرمال‌سازی مقادیر هر ستون بر اساس کمترین مقدار آن، این روش را بهبود بخشید. این اصلاحات، کارایی تکنیک را در تحلیل داده‌های چندمعیاره افزایش داده است.

۳-۴- تکنیک‌های داده‌کاوی

۳-۴-۱- درخت تصمیم

درخت تصمیم، یکی از روش‌های پرکاربرد در یادگیری ماشین است که اولین بار در سال ۱۹۶۳ توسط سانکوئیست و مورگان^۳ معرفی شد [۳۵]. این تکنیک با ساختار سلسله‌مراتبی و درختی خود، امکان طبقه‌بندی و پیش‌بینی داده‌ها را فراهم می‌کند. از مزایای کلیدی این روش می‌توان به سادگی تفسیر، سرعت اجرای بالا، دقت مناسب، نیاز به حافظه کم، مقاومت در برابر داده‌های نویزی و حذف مقایسه‌های غیرضروری اشاره کرد. ساختار درخت شامل گره‌های تصمیم (آزمون‌های شرطی روی ویژگی‌ها)، شاخه‌ها (نتایج آزمون‌ها) و گره‌های برگ (مقادیر نهایی هدف) است که در نهایت مجموعه‌ای از قوانین اگر-آنگاه را تولید می‌کند. در حالت ایده‌آل، تمام نمونه‌های هر گره برگ دارای مقدار یکسانی برای متغیر هدف هستند که نشان‌دهنده خلوص کامل آن گره است. درخت تصمیم از دو فرآیند اصلی ساخت درخت و هرس درخت تشکیل شده است. در مرحله ساخت، داده‌ها به صورت بازگشتی بر اساس ویژگی‌های بهینه (با استفاده از معیارهایی مانند بهره اطلاعاتی، نسبت بهره و شاخص جینی) به زیرمجموعه‌ها تقسیم می‌شوند تا زمانی که شرایط توقف (مانند حداقل نمونه‌ها یا خلوص گره) محقق شود.

^۱ Pearson

^۲ Permachandra

^۳ Morgan and Sonquist



مرحله هرس به دو روش پیش‌هرس (محدود کردن رشد درخت با معیارهایی مانند حداکثر عمق) و پس‌هرس (حذف شاخه‌های کم‌اهمیت پس از تکمیل درخت) انجام می‌شود که هدف آن کاهش پیچیدگی مدل و جلوگیری از بیش‌برازش است.

۳-۴-۲- کاوش قوانین

تکنیک کاوش قوانین یکی از تکنیک‌های پیشرفته در حوزه داده‌کاوی است که در حوزه‌های مختلفی همچون بازاریابی، پزشکی و تحلیل رفتار مشتریان کاربرد دارد. این تکنیک به دنبال شناسایی روابط و الگوهای معنادار در مجموعه‌های بزرگ داده‌ها و ارائه آن‌ها در قالب مجموعه‌ای از قوانین "اگر-آنگاه" است که می‌تواند به تصمیم‌گیری‌های هوشمندانه کمک نماید. در واقع، تکنیک کاوش قوانین الگوهای پرتکرار در مجموعه داده‌ها را شناسایی و از آن‌ها جهت تشریح قواعد وابستگی استفاده می‌نماید.

۳-۴-۳- رگرسیون لجستیک

رگرسیون به عنوان یکی از پرکاربردترین تکنیک‌های پیش‌بینی، به مدلسازی رابطه بین متغیر وابسته و متغیرهای مستقل (از طریق توابع خطی یا غیرخطی) می‌پردازد. در این میان، رگرسیون لجستیک - به‌عنوان نوعی از مدل‌های خطی تعمیم یافته- برای پیش‌بینی متغیرهای وابسته دودویی کاربرد دارد. برخلاف رگرسیون خطی معمولی که بر پایه حداقل‌سازی مربعات خطا استوار است، این روش با حداکثرسازی احتمال وقوع رویداد عمل می‌کند. در رگرسیون لجستیک از مفاهیم آماری مانند بخت (نسبت احتمال وقوع به عدم وقوع یک رویداد) و آزمون‌هایی نظیر مربع کای و والد برای تحلیل نتایج استفاده می‌شود. این مدل قابلیت استفاده از هر دو نوع متغیر مستقل کمی و کیفی را داراست و ساختار تحلیلی آن - به جز در مورد متغیر وابسته- مشابه رگرسیون خطی است [۳۶].

۳-۴-۴- ماشین بردار پشتیبان

ماشین بردار پشتیبان یکی از الگوریتم‌های قدرتمند در یادگیری ماشین است که در مسائل طبقه‌بندی و رگرسیون کاربرد گسترده‌ای دارد. این روش که توسط واپنیک و همکارانش^۱ در دهه ۱۹۹۰ معرفی شد، با ایجاد یک ابرصفحه بهینه، داده‌ها را به کلاس‌های مختلف تفکیک می‌کند به‌گونه‌ای که فاصله تا نزدیک‌ترین نقاط هر کلاس (بردارهای

^۱ Vapnik et al.



پشتیبان) حداکثر شود. این ویژگی باعث تعمیم‌پذیری بالا، کاهش خطا و جلوگیری از بیش‌برازش می‌شود. یکی از قابلیت‌های کلیدی ماشین بردار پشتیبان، استفاده از توابع کرنل^۱ است که امکان پردازش داده‌های غیرخطی را فراهم می‌کند. با نگاشت داده‌ها به فضایی با ابعاد بالاتر، این توابع اجازه می‌دهند تا یک ابرصفحه بهینه برای تفکیک کلاس‌ها یافت شود. توابع کرنل متداول مانند خطی، چندجمله‌ای و گوسی با توجه به ماهیت داده‌ها و مسئله موردنظر انتخاب می‌شوند، که این انعطاف، ماشین بردار پشتیبان را به روشی قدرتمند برای تحلیل داده‌های پیچیده تبدیل کرده است.

۳-۴-۵- شبکه عصبی

شبکه‌های عصبی مصنوعی به‌عنوان یکی از پرکاربردترین روش‌های دسته‌بندی در داده‌کاوی شناخته می‌شوند که با الهام از ساختار عصبی مغز انسان طراحی شده‌اند. این مدل ریاضی قدرتمند قادر به پردازش طیف وسیعی از داده‌ها، به‌ویژه مسائل پیچیده و غیرخطی است و از توانایی یادگیری از داده‌های حجیم برخوردار می‌باشد. ساختار شبکه‌های عصبی متشکل از لایه‌های ورودی، پنهان و خروجی است که از طریق نورون‌های به‌هم پیوسته با وزن‌های قابل یادگیری تشکیل می‌شود. فرآیند یادگیری به‌صورت تکرار شونده انجام می‌گیرد که در آن پس از محاسبه خطای خروجی، وزن‌ها به‌صورت پسانتشار خطا به‌روزرسانی می‌شوند. این چرخه تا رسیدن به همگرایی (برآورده شدن معیارهای توقف مانند حداقل خطا یا حداکثر تکرار) ادامه می‌یابد. قابلیت تعمیم بالا و انعطاف‌پذیری این روش، آن را به ابزاری مؤثر در حل مسائل پیچیده تبدیل کرده است.

۴- یافته‌های پژوهش

در این پژوهش، به‌منظور بررسی عملکرد و اعتبارسنجی رویکرد پیشنهادی، پیش‌بینی سلامت روان دانشجویان دانشگاه کوثر بجنورد مورد بررسی قرار گرفت. همچنین از نرم-افزارهای Microsoft Excel، SPSS ۱۶،۰، Minitab ۱۶،۰، Rapid miner studio و R استفاده شد. بر روی سیستمی با سخت‌افزار ۲ گیگابایت RAM و پردازنده ۲/۵۳ گیگاهرتز و نرم-افزار Windows ۸ Enterprise استفاده شد. در ادامه، مراحل پیاده‌سازی رویکرد پیشنهادی ارائه شده است.

^۱ Kernel functions



۴-۱- پیاده‌سازی رویکرد پیشنهادی

۴-۱-۱- مرحله اول: جمع‌آوری داده‌ها

در این پژوهش، داده‌ها از طریق پرسشنامه "کارنامه سلامت روان" که پیش‌تر در بخش مطالعه موردی (بخش ۳-۱) تشریح گردید، جمع‌آوری شد. از مجموع ۳۲۶ دانشجوی دختر نورود کارشناسی دانشگاه کوثر بجنورد که به‌عنوان نمونه انتخاب شده بودند، پرسشنامه‌ها تکمیل گردید. یافته‌های توصیفی حاصل از بخش جمعیت‌شناختی پرسشنامه، ویژگی‌های زیر را برای نمونه مورد مطالعه نشان دادند: ۹۲/۹٪ در رده سنی ۱۷-۱۸ سال قرار داشتند. از نظر وضعیت تأهل، ۷۷/۳٪ مجرد، ۱۵/۹٪ متأهل و ۶/۷٪ بدون پاسخ بودند. توزیع محل سکونت نشان داد که ۲۳/۶٪ با خانواده، ۱۰/۱٪ خوابگاه دولتی، ۳۴/۷٪ خوابگاه خودگردان و مابقی در خانه‌های اجاره‌ای سکونت داشتند. از نظر سوابق تحصیلی، ۸٪ فارغ‌التحصیل مدارس استعداد‌های درخشان و ۴٪ دارای مقام علمی/غیردرسی بودند؛ درحالی‌که تنها ۱۵/۶٪ به رشته تحصیلی خود علاقمند بودند.

علاوه بر اطلاعات جمعیت‌شناختی، داده‌های مربوط به بخش دوم پرسشنامه که شامل ۴۶ سؤال در خصوص ویژگی‌های سلامت روان (از جمله مشکلات تحصیلی، نشانه‌های اضطراب، علائم افسردگی، اختلالات خواب، رفتارهای وسواسی و افکار خودکشی) بود، بر اساس مقیاس لیکرت (۱ تا ۵) جمع‌آوری گردید. این داده‌ها مبنای اصلی تحلیل‌های بعدی برای پیش‌بینی سلامت روان دانشجویان قرار گرفتند.

برای اطمینان از اعتبار ابزار جمع‌آوری داده‌ها، پایایی پرسشنامه کارنامه سلامت روان با استفاده از ضریب آلفای کرونباخ ۰/۸۹۷ مورد تأیید قرار گرفت.

۴-۱-۲- مرحله دوم: پیش‌پردازش داده‌ها

در راستای هدف اصلی پژوهش حاضر که پیش‌بینی و مداخله زودهنگام در مشکلات سلامت روان است، در مرحله اول، با استفاده از داده‌های حاصل از پرسشنامه (شرح داده شده در بخش ۳-۱)، ابعاد مؤثر بر سلامت روان دانشجویان از طریق تحلیل عاملی اکتشافی [۳۷] شناسایی گردید. از این‌رو، دو شاخص کلیدی جهت اطمینان از مناسب بودن داده‌ها بررسی گردید. آماره KMO مقدار ۰/۸۹۵ را نشان داد که بیانگر کفایت نمونه‌گیری و تناسب داده‌ها بسیار عالی برای تحلیل عاملی اکتشافی می‌باشد. آزمون بارتلت نیز با مقدار P-value برابر



صفر، فرض صفر (عدم همبستگی بین متغیرهای پرسشنامه) را رد و وجود روابط معنادار را تأیید نمود. بنابراین براساس نتایج تحلیل عاملی اکتشافی و با در نظر گرفتن عامل‌های با مقدار ویژه بیشتر از ۱/۵ و مقدار بار عاملی بیشتر از ۰/۴ که در جدول ۲ ارائه شده‌اند، سؤالات پرسشنامه در شش بُعد اصلی مؤثر بر سلامت روان دانشجویان دسته‌بندی گردیدند که عبارت‌اند از: ۱. مشکلات تحصیلی (A۱-A۶)؛ ۲. اضطراب تحصیلی (B۱-B۱۱)؛ ۳. افسردگی (C۱-C۱۰)؛ ۴. اختلالات خواب (D۱-D۶)؛ ۵. وسواس (E۱-E۶)؛ ۶. افکار خودکشی (F۱-F۲).

جدول ۲. ماتریس بارهای عاملی

| سؤال | عامل | | | | | | سؤال | عامل | | | | | |
|------|---------------|---------------|---------|---------------|-------|--------------|------|---------------|---------------|---------|---------------|-------|--------------|
| | مشکلات تحصیلی | اضطراب تحصیلی | افسردگی | اختلالات خواب | وسواس | افکار خودکشی | | مشکلات تحصیلی | اضطراب تحصیلی | افسردگی | اختلالات خواب | وسواس | افکار خودکشی |
| A۱ | ۰/۶۳۰ | ۰/۰۵۹ | - | ۰/۰۸۲ | ۰/۰۱۰ | ۰/۱۷۱ | C۵ | -۰/۰۲۵ | -۰/۰۰۸ | ۰/۶۳۴ | ۰/۱۷۳ | ۰/۲۸۹ | ۰/۰۲۷ |
| A۲ | ۰/۰۵۷۷ | -۰/۰۶۶ | ۰/۱۵۴ | ۰/۰۴۶ | - | ۰/۱۴۱ | C۶ | ۰/۱۴۵ | ۰/۱۹۱ | ۰/۶۸۸ | -۰/۰۴۶ | ۰/۱۵۵ | ۰/۰۸۵ |
| A۳ | ۰/۴۸۱ | ۰/۳۶۹ | ۰/۳۳۶ | ۰/۳۳۹ | ۰/۲۳۶ | -۰/۱۵۷ | C۷ | ۰/۳۶۲ | ۰/۲۹۶ | ۰/۴۸۳ | ۰/۲۹۴ | ۰/۲۹۹ | -۰/۲۴۳ |
| A۴ | ۰/۰۵۶۱ | ۰/۱۵۵ | ۰/۱۰۱ | ۰/۲۲۷ | ۰/۱۴۲ | ۰/۰۷۶ | C۸ | ۰/۱۹۰ | ۰/۱۱۱ | ۰/۶۰۰ | ۰/۱۶۶ | ۰/۲۲۹ | ۰/۰۵۸ |
| A۵ | ۰/۴۹۶ | ۰/۲۲۳ | ۰/۳۳۴ | ۰/۳۳۴ | ۰/۳۴۶ | ۰/۰۹۷ | C۹ | ۰/۱۱۹ | ۰/۳۶۸ | ۰/۴۶۹ | ۰/۲۱۰ | ۰/۲۸۸ | -۰/۲۴۳ |
| A۶ | ۰/۴۰۲ | ۰/۱۸۷ | ۰/۱۹۹ | ۰/۰۵۲ | ۰/۳۲۱ | ۰/۰۷۰ | C۱۰ | ۰/۳۱۱ | ۰/۲۵۹ | ۰/۵۵۹ | ۰/۱۸۵ | ۰/۱۸۰ | -۰/۰۸۹ |
| B۱ | ۰/۰۴۶ | ۰/۴۱۹ | ۰/۰۱۳ | ۰/۰۸۱ | ۰/۰۷۴ | ۰/۳۷۹ | D۱ | ۰/۰۶۹ | -۰/۰۶۳ | - | -۰/۶۴۶ | ۰/۲۰۳ | -۰/۰۴۱ |
| B۲ | -۰/۰۷۹ | ۰/۶۷۱ | ۰/۰۹۷ | -۰/۰۳۲ | ۰/۱۰۷ | ۰/۱۳۸ | D۲ | ۰/۱۵۲ | ۰/۰۸۷ | ۰/۱۱۶ | ۰/۵۸۴ | ۰/۳۷۴ | ۰/۱۳۶ |
| B۳ | ۰/۰۲۸ | ۰/۶۷۰ | ۰/۰۱۴ | ۰/۰۹۷ | ۰/۱۸۹ | ۰/۱۲۲ | D۳ | ۰/۰۴۷ | -۰/۱۰۴ | - | -۰/۶۹۴ | ۰/۱۸۰ | -۰/۰۶۱ |
| B۴ | ۰/۲۱۳ | -۰/۴۴۹ | ۰/۱۱۸ | -۰/۳۷۲ | - | -۰/۲۱۳ | D۴ | ۰/۲۸۴ | ۰/۳۶۱ | ۰/۰۸۳ | ۰/۵۴۷ | ۰/۲۹۳ | -۰/۱۸۳ |



| | | | | | | | | | | | | | |
|-----------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|----------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| B ₅ | ۰/۸۱۳ | ۰/۶۹۷ | ۰/۸۸۰ | ۰/۰۱۹ | ۰/۰۸۰ | ۰/۰۷۷ | D ₅ | ۰/۲۸۱ | ۰/۱۶۴ | ۰/۲۲۴ | ۰/۴۳۸ | ۰/۲۸۷ | ۰/۱۴۴ |
| B ₆ | ۰/۰۷۱ | ۰/۷۱۷ | ۰/۰۷۶ | ۰/۱۶۴ | ۰/۲۲۷ | ۰/۰۵۴ | D ₆ | ۰/۳۹۴ | ۰/۳۵۰ | ۰/۲۴۵ | ۰/۴۶۸ | ۰/۲۱۶ | ۰/۱۶۱ |
| B ₇ | ۰/۰۸۲ | ۰/۶۴۴ | ۰/۱۲۱ | ۰/۲۲۶ | ۰/۱۰۵ | ۰/۰۵۲ | E ₁ | ۰/۱۷۵ | ۰/۱۱۶ | ۰/۰۱۸ | ۰/۰۲۸ | ۰/۵۸۸ | ۰/۱۵۱ |
| B ₈ | ۰/۳۱۰ | ۰/۴۰۹ | - | ۰/۳۴۲ | - | ۰/۱۲۹ | E ₂ | ۰/۰۶۹ | ۰/۱۸۷ | ۰/۱۵۴ | ۰/۰۱۴ | ۰/۶۲۸ | ۰/۱۸۱ |
| B ₉ | ۰/۸۲۶ | ۰/۵۸۷ | ۰/۳۲۸ | ۰/۱۴۲ | - | ۰/۰۵۴ | E ₃ | ۰/۰۲۱ | ۰/۱۱۸ | ۰/۲۱۱ | ۰/۰۴۸ | ۰/۵۴۵ | ۰/۱۷۹ |
| B ₁₀ | ۰/۳۶۰ | ۰/۵۶۶ | ۰/۳۵۹ | ۰/۰۲۶ | ۰/۰۸۵ | ۰/۰۵۰ | E ₄ | ۰/۰۴۸ | ۰/۱۲۱ | ۰/۲۹۹ | ۰/۰۳۴ | ۰/۵۸۰ | ۰/۲۴۹ |
| B ₁₁ | ۰/۸۴۴ | ۰/۴۸۸ | ۰/۳۳۳ | ۰/۲۰۱ | ۰/۱۵۹ | ۰/۲۷۲ | E ₅ | ۰/۳۰۵ | ۰/۱۲۷ | ۰/۱۲۹ | ۰/۰۳۰ | ۰/۴۰۰ | ۰/۰۱۵ |
| C ₁ | ۰/۸۳۸ | ۰/۱۰۳ | ۰/۶۶۸ | ۰/۰۷۲ | ۰/۰۸۲ | ۰/۱۳۴ | E ₆ | ۰/۱۶۰ | ۰/۱۳۴ | ۰/۲۶۱ | ۰/۰۱۶ | ۰/۵۰۲ | ۰/۰۱۵ |
| C ₂ | ۰/۰۶۶ | ۰/۳۵۵ | - | ۰/۱۶۲ | ۰/۲۱۵ | ۰/۰۷۰ | F ₁ | ۰/۱۸۲ | ۰/۰۳۸ | ۰/۱۸۱ | ۰/۰۷۶ | - | ۰/۶۴۴ |
| C ₃ | ۰/۸۳۴ | ۰/۱۱۳ | ۰/۷۲۲ | ۰/۰۱۹ | ۰/۱۶۶ | ۰/۰۰۹ | F ₂ | ۰/۱۰۰ | ۰/۳۱۷ | ۰/۰۲۰ | ۰/۲۸۲ | ۰/۱۱۸ | ۰/۵۴۱ |
| C ₄ | ۰/۳۶۸ | ۰/۰۲۸ | ۰/۵۸۸ | ۰/۰۴۷ | ۰/۰۴۲ | ۰/۱۵۴ | | | | | | | |

سپس با بهره‌گیری از تکنیک دیمتل و بر اساس نظرات خبرگان، ماتریس‌های مقایسات زوجی برای سؤالات هر بُعد و نیز روابط بین متغیرهای مستقل تشکیل گردید که منجر به محاسبه وزن‌های نسبی (جداول ۳ و ۴) و تعیین روابط علی بین ابعاد مختلف سلامت روان شد. این رویکرد روشمند، پایه‌ای جامع برای تشکیل متغیرهای مستقل کمی و تحلیل‌های بعدی فراهم نمود. سپس، با اعمال وزن‌های محاسبه‌شده، سؤالات هر یک از ابعاد شش‌گانه در قالب متغیرهای ترکیبی تلفیق شدند که هرکدام بیانگر شدت بُعد مربوطه از سلامت روان بودند. به‌عنوان نمونه، سؤالات حوزه مشکلات تحصیلی (موارد A₁ تا A₆) در جدول ۱ با ضرب در وزن‌های متناظر (W_{Ai}) و جمع‌وزنی بر اساس رابطه $A = \sum_{i=1}^6 W_{Ai} A_i$ به متغیر ترکیبی "مشکلات تحصیلی (A)" تبدیل شدند. این رویکرد برای تمامی ابعاد تکرار شد و در نهایت شش متغیر ترکیبی به‌عنوان متغیرهای مستقل پژوهش تعیین گردیدند که شاخص‌های جامعی از



وضعیت سلامت روان دانشجویان ارائه می‌کنند. ساختار متغیرهای مستقل و روابط علی بین آن‌ها به ترتیب در جدول ۴ و نمودار ۲ به تفصیل نمایش داده شده‌اند.

جدول ۳. اهمیت نسبی مشخصه‌های سلامت روان در هر یک از ابعاد

| مشکلات تحصیلی | | | |
|---------------|-----|-------------|-----|
| ردیف | وزن | | |
| ۰/۱۴۶۱۷۵۷ | A۱ | ۰/۰۴۳۷۰۲ | B۹ |
| ۰/۱۵۴۲۰۲ | A۲ | ۰/۰۹۵۱۳۶ | B۱۰ |
| ۰/۱۵۱۰۸۳۲ | A۳ | ۰/۰۹۸۸۶۹ | B۱۱ |
| ۰/۱۸۳۲۷۷۱ | A۴ | افسردگی | |
| ۰/۱۷۴۵۴۶۷ | A۵ | ردیف | وزن |
| ۰/۱۹۰۷۱۵۲ | A۶ | ۰/۰۹۷۱۳۳ | C۱ |
| اضطراب تحصیلی | | ۰/۱۰۹۳۶۷ | C۲ |
| ردیف | وزن | ۰/۱۴۱۷۸۷ | C۳ |
| ۰/۰۸۹۷۲۱ | B۱ | ۰/۰۴۱۲۶ | C۴ |
| ۰/۱۲۴۶۷۴ | B۲ | ۰/۰۴۸۵۲۲ | C۵ |
| ۰/۰۷۸۶۵۳ | B۳ | ۰/۱۱۹۱۱۹ | C۶ |
| ۰/۱۰۳۱۵۶ | B۴ | ۰/۱۱۱۷۴۲ | C۷ |
| ۰/۰۹۹۰۲۵ | B۵ | ۰/۱۱۱۷۴۲ | C۸ |
| ۰/۰۸۹۰۵۳ | B۶ | ۰/۰۵۵۸۴ | C۹ |
| ۰/۰۸۹۰۵۳ | B۷ | ۰/۱۰۰۶۲۱ | C۱۰ |
| ۰/۰۸۸۹۵۸ | B۸ | اختلال خواب | |
| | | ردیف | وزن |
| | | ۰/۰ | F۱ |
| | | ۰/۰ | F۲ |
| | | ۰/۱۷۹۹۷۶ | D۱ |

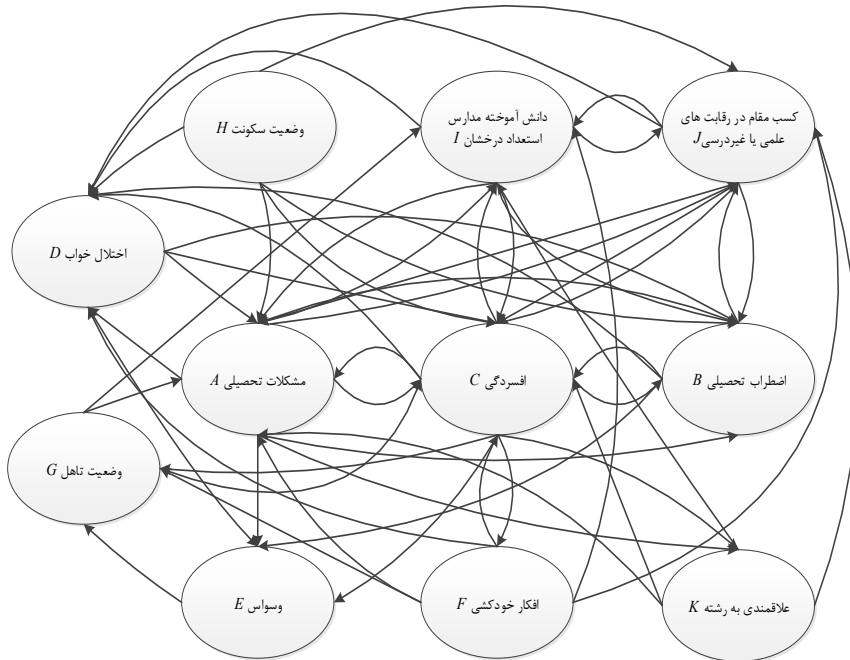
پس از تعیین متغیرهای مستقل، داده‌ها طی فرآیند پیش‌پردازش برای مدل‌های یادگیری ماشین آماده شدند. ابتدا مقادیر گم‌شده با استفاده از روش جایگزینی میانگین در نرم‌افزار Rapid Miner (با عملگر Replace missing value و تنظیم پارامتر Average) تکمیل گردید. سپس جهت تطابق با نیازمندی‌های الگوریتم‌های مورد استفاده، دو عملیات اصلی گسسته‌سازی (با عملگر Discretize برای تبدیل متغیرهای عددی به بازه‌های گسسته جهت استفاده در الگوریتم‌های درخت تصمیم و کاوش قوانین) و نرمال‌سازی (با عملگر Normalize برای یکسان‌سازی مقیاس متغیرها و بهبود عملکرد الگوریتم‌های ماشین بردار پشتیبان، شبکه عصبی



و رگرسیون لجستیک) انجام شد. این مراحل پیش‌پردازش، داده‌ها را برای تحلیل‌های بعدی بهینه‌سازی نمود.

جدول ۴. متغیرهای مستقل سنجش سلامت روان دانشجویان و وزن آن‌ها

| وزن | نحوه محاسبه | توصیف | نوع | نام متغیر |
|-------|---------------------------------|---|----------|--|
| ۰/۱۵۶ | $A = \sum_{i=1}^6 w_{Ai} Ai$ | شدت مشکلات تحصیلی | عددی | مشکلات تحصیلی (A) |
| ۰/۱۱۱ | $B = \sum_{i=1}^{11} w_{Bi} Bi$ | شدت اضطراب تحصیلی | عددی | اضطراب تحصیلی (B) |
| ۰/۱۵۱ | $C = \sum_{i=1}^{10} w_{Ci} Ci$ | شدت افسردگی | عددی | افسردگی (C) |
| ۰/۱۱۴ | $D = \sum_{i=1}^6 w_{Di} Di$ | شدت اختلال خواب | عددی | اختلال خواب (D) |
| ۰/۰۵۰ | $E = \sum_{i=1}^6 w_{Ei} Ei$ | شدت وسواس | عددی | وسواس (E) |
| ۰/۰۸۲ | $F = \sum_{i=1}^2 w_{Fi} Fi$ | شدت افکار خودکشی | عددی | افکار خودکشی (F) |
| ۰/۰۶۱ | - | ۱: مجرد؛ ۲: متأهل ۱: با خانواده؛ ۲: در خوابگاه دولتی؛ ۳: در خوابگاه خودگردان؛ | چند اسمی | وضعیت تأهل (G) |
| ۰/۰۶۹ | - | ۴: در خانه‌ای با دوستان؛ ۵: در خانه‌ای به تنهایی؛ ۶: در خانه اقوام | چند اسمی | وضعیت سکونت (H) |
| ۰/۰۴۵ | - | ۱: خیر؛ ۲: بلی | دو اسمی | دانش‌آموخته‌ی مدارس استعداد درخشان (I) کسب مقام در |
| ۰/۰۸۴ | - | ۱: خیر؛ ۲: بلی | دو اسمی | رقابت‌های علمی یا غیردرسی (J) |
| ۰/۰۷۸ | - | ۱: ندارد؛ ۲: دارد | دو اسمی | علاقه‌مندی به رشته تحصیلی (K) |



نمودار ۲. روابط علی مابین متغیرهای مستقل سنجش سلامت روان دانشجویان

۴-۱-۳- مرحله سوم: تعیین متغیر هدف

با توجه به ماهیت چندبُعدی سلامت روان و عدم وجود برچسب مستقیم در داده‌های پژوهش، از تکنیک تحلیل مؤلفه‌های اصلی به‌بودیافته برای استخراج ابعاد کلیدی سلامت روان استفاده شد. در این فرآیند، ۱۱ متغیر مستقل شناسایی شده در بخش ۴-۱-۲ به‌عنوان ورودی تحلیل قرار گرفتند. بر اساس نمرات ترکیبی حاصل از مؤلفه‌های اصلی، شاخص جامعی برای سلامت روان تعریف گردید. سپس با استفاده از نظرات متخصصان حوزه سلامت روان، آستانه‌ای برای تفکیک افراد به دو گروه "دارای سلامت روان مطلوب" (مقدار ۱ با شاخص کمتر از آستانه) و "دارای مشکلات سلامت روان" (مقدار ۰ با شاخص بالاتر از آستانه) تعیین شد. این رویکرد منجر به ایجاد یک متغیر هدف دودویی شد که امکان مدل‌سازی و تحلیل‌های بعدی را فراهم نمود.



۴-۱-۴- مرحله چهارم: مدل‌سازی پیش‌بینی

در این پژوهش، پنج الگوریتم یادگیری ماشین شامل درخت تصمیم، کاوش قوانین، ماشین بردار پشتیبان، شبکه‌های عصبی مصنوعی و رگرسیون لجستیک برای پیش‌بینی وضعیت سلامت روان دانشجویان به کار گرفته شدند. داده‌ها به صورت تصادفی با نسبت ۷۰ به ۳۰ درصد به مجموعه‌های آموزش و آزمون تقسیم شدند که این فرآیند با استفاده از عملگر Split validation در نرم‌افزار Rapid miner انجام پذیرفت. بهینه‌سازی پارامترهای هر الگوریتم از طریق روش جستجوی شبکه‌ای و با بهره‌گیری از عملگرهای Optimize Parameters (Grid) و Set Parameters صورت گرفت؛ به‌عنوان مثال در مدل درخت تصمیم، پارامترهای کلیدی همچون معیار ایجاد (نظیر بهره اطلاعاتی)، پارامترهای هرس، سطح اطمینان، حداقل بهره تقسیم گره‌ها و حداکثر عمق به‌دقت تنظیم شدند. ارزیابی عملکرد مدل‌ها بر اساس معیار دقت (نسبت پیش‌بینی‌های صحیح به کل موارد) انجام شد که نتایج بهینه‌سازی پارامترها و مقادیر دقت حاصل‌شده برای الگوریتم‌های درخت تصمیم و کاوش قوانین در جدول ۵ ارائه گردیده است.

در مدل ماشین بردار پشتیبان با تابع کرنل خطی، پارامتر C که کنترل‌کننده میزان مجاز خطا در مدل است، بهینه و مقدار صفر برای آن حاصل گردید. با این تنظیم، به‌دقت پیش‌بینی ۹۷/۹۴ درصد دست یافت که بیانگر تعادل مطلوب بین سادگی مدل و دقت طبقه‌بندی است. برای شبکه عصبی مصنوعی، با بهینه‌سازی پارامترهای کلیدی شامل نرخ یادگیری ۰/۲ و ۱۰۰ دور تعداد چرخه‌های آموزش در ساختاری متشکل از دو لایه پنهان (هر لایه با ۱۱ نورون)، به دقت کامل ۱۰۰٪ در پیش‌بینی وضعیت سلامت روان رسیدیم. مدل رگرسیون لجستیک نیز با محاسبه بهینه وزن‌های هر متغیر (که میزان تأثیر هر متغیر مستقل در پیش‌بینی نهایی را نشان می‌دهند) به دقت ۱۰۰٪ دست‌یافت. وزن‌های نهایی محاسبه‌شده برای متغیرها در این مدل در جدول ۶ ارائه‌شده است. این نتایج نشان‌دهنده عملکرد بسیار مطلوب مدل‌های توسعه‌یافته در پیش‌بینی وضعیت سلامت روان است.



جدول ۵. پارامترهای بهینه تکنیک‌های درخت تصمیم و کاوش قوانین بر اساس معیار دقت

| درخت تصمیم | پارامتر | معیار ایجاد | اعمال هرس | اطمینان | اعمال پیش هرس | حداقل بهره | حداکثر عمق | دقت |
|-------------|-------------|---------------|------------|---------|----------------|------------|------------|---------|
| | مقدار بهینه | بهره اطلاعاتی | منفی | ۰/۳ | منفی | ۰/۲ | ۸۰ | ۹۷/۹۴ % |
| کاوش قوانین | پارامتر | معیار ایجاد | نسبت نمونه | خلوص | حداقل بهره هرس | دقت | | |
| | مقدار بهینه | بهره اطلاعاتی | ۰/۵ | ۰/۹ | ۰/۳۵ | ۹۵/۸۸ % | | |

جدول ۶. ضرایب مدل رگرسیون لجستیک جهت پیش‌بینی سلامت روان دانشجویان

| عروض از مبدأ | متغیرهای مستقل | | | | | | | | | | |
|--------------|----------------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|--------|-------|-------|--------|
| | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | K |
| -۴۸۱/۷۴ | ۱۵۰/۲۵ | ۲۵۸/۳۰ | ۱۷۷/۶۱ | ۱۷۲/۹۰ | ۱۱۲/۴۱ | ۲۰۳/۰۱ | -۲۲۱/۸۴ | ۱۱۲/۱۱ | ۵۰/۰۵ | ۳۳/۹۶ | -۲۶/۶۴ |

۴-۱-۵- مرحله پنجم: ارزیابی و بهبود مدل‌ها

همان‌طور که در بخش ۴-۱-۴ بیان شد؛ از معیار دقت جهت ارزیابی عملکرد مدل‌ها استفاده گردید. نتایج حاصل از ارزیابی مدل‌ها بر روی مجموعه داده آزمون در جدول ۷ ارائه شده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود، تکنیک‌های شبکه عصبی مصنوعی و رگرسیون لجستیک هر دو به دقت کامل ۱۰۰٪ دست‌یافته‌اند. با این حال، تکنیک‌های درخت تصمیم، کاوش قوانین و ماشین بردار پشتیبان، علی‌رغم عملکرد قابل قبول، به دقت کامل دست نیافته‌اند. جهت بهبود این مدل‌ها، از روش ترکیبی مبتنی بر پژوهش بیم و میچل^۱ [۳۸] استفاده شد که در آن ابتدا احتمال تعلق به کلاس مثبت (دارای سلامت روان مطلوب) توسط رگرسیون لجستیک محاسبه و سپس به‌عنوان ویژگی جدید به داده‌های ورودی اضافه گردید. این رویکرد منجر به بهبود چشمگیر

^۱ Yim and Mitchell



عملکرد تمامی مدل‌ها شد، به طوری که در نهایت همه الگوریتم‌ها به دقت ۱۰۰٪ دست یافتند (نتایج روش ترکیبی در ستون سوم جدول ۷ قابل مشاهده است).

جدول ۷. مقایسه عملکرد مدل‌های پیش‌بینی سلامت روان دانشجویان

| الگوریتم | دقت اولیه | دقت پس از تلفیق با رگرسیون لجستیک |
|---------------------|-----------|-----------------------------------|
| درخت تصمیم | ۹۷/۹۴ | ۱۰۰ |
| کاوش قوانین | ۹۵/۸۸ | ۱۰۰ |
| ماشین بردار پشتیبان | ۹۷/۹۴ | ۱۰۰ |
| شبکه عصبی مصنوعی | ۱۰۰ | - |
| رگرسیون لجستیک | ۱۰۰ | - |

با بررسی نتایج جدول ۷، مشاهده می‌شود که مدل رگرسیون لجستیک در کنار شبکه عصبی مصنوعی به دقت پیش‌بینی ۱۰۰٪ دست یافته است. با این حال، رگرسیون لجستیک به دلیل مزایای منحصر به فردی مانند قابلیت تفسیرپذیری بالا، تولید خروجی احتمالی و توانایی شناسایی عوامل مؤثر، به عنوان مدل برتر پیشنهاد می‌شود. برخلاف مدل‌های پیچیده‌ای مانند شبکه عصبی که ماهیت جعبه سیاه دارند، رگرسیون لجستیک این امکان را فراهم می‌کند تا با بررسی ضرایب متغیرهای مستقل (جدول ۶)، تأثیر دقیق عوامل مختلف بر سلامت روان سنجیده شود. همچنین، همان‌طور که در ستون سوم جدول ۷ نشان داده شده است، استفاده از خروجی احتمالی این مدل به عنوان ورودی سایر الگوریتم‌ها منجر به بهبود چشمگیر عملکرد آنها شده است.

با توجه به محاسبه احتمال تعلق به کلاس مثبت (دارای سلامت روان مطلوب) در مدل رگرسیون لجستیک، تحلیل ضرایب مدل رگرسیون لجستیک (جدول ۶) نشان می‌دهد که ضرایب مثبت متغیرهای مستقل در مدل، بیانگر کاهش احتمال سلامت روان (افزایش خطر مشکلات روانی) با افزایش متغیر مستقل هستند؛ در حالی که ضرایب منفی نشان‌دهنده‌ی افزایش احتمال سلامت روان (نقش محافظتی) می‌باشند. با توجه به جدول ۶، تمام متغیرهای روانشناختی (مشکلات تحصیلی (A)، اضطراب تحصیلی (B)، افسردگی (C)، اختلال خواب (D)، وسواس (E) و افکار خودکشی (F)) با ضرایب مثبت، به عنوان عوامل خطر عمل می‌نمایند. به طوری که متغیر اضطراب تحصیلی (B) با ضریب ۲۵۸/۳۰، بیشترین تأثیر منفی را بر سلامت روان دارد. در مقابل،



متغیرهای جمعیت‌شناختی وضعیت تأهل (G) و علاقه‌مندی به رشته تحصیلی (K) با ضرایب منفی، نقش محافظتی دارند: افراد متأهل و آنهایی که علاقه به رشته دارند، احتمال کمتری برای تجربه مشکلات سلامت روان نشان می‌دهند. متغیرهایی مانند سکونت در خوابگاه دولتی (H) یا کسب مقام‌های علمی (J) نیز با ضرایب مثبت، ممکن است به دلیل استرس‌های محیطی یا فشار رقابت، خطر مشکلات روانی را افزایش دهند. این یافته‌ها به وضوح اهمیت مداخلات هدفمند برای کاهش نشانه‌های روان‌شناختی و تقویت عوامل محافظتی را در حفظ سلامت روان دانشجویان نشان می‌دهد.

۵- نتیجه‌گیری و پیشنهادها

سلامت روان به‌عنوان شاخصی حیاتی در توسعه جوامع، به‌ویژه در میان دانشجویان که سرمایه‌های انسانی آینده‌ساز محسوب می‌شوند، از اهمیت راهبردی برخوردار است. در این پژوهش به‌منظور ارائه رویکردی نوین در پایش و ارتقای سلامت روان دانشجویان، چارچوب ترکیبی که به شکلی نظام‌مند تکنیک‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره را با روش‌های یادگیری ماشین تلفیق می‌نماید، ارائه شد. نتایج نشان داد استخراج ویژگی از طریق شناسایی روابط علی و تعیین سهم مؤثر هر ویژگی با تکنیک دیمتل، تعیین متغیر هدف با استفاده از تحلیل مؤلفه‌های اصلی بهبود یافته، همراه با پیش‌بینی با استفاده از مدل‌های یادگیری ماشین، منجر به شناسایی دانشجویان در معرض خطر مشکلات روانی با دقت بالایی گردید. مطالعه حاضر با مقایسه مدل‌های مختلف پیش‌بینی، نشان داد که ترکیب رگرسیون لجستیک با سایر الگوریتم‌ها (با استفاده از خروجی احتمالی آن به‌عنوان ویژگی جدید) منجر به بهبود چشمگیر دقت تمامی مدل‌ها به ۱۰۰٪ شد. این یافته کاملاً همسو با نتایج مطالعات ساهو و همکاران (۲۰۲۳) و کوشا و همکاران (۲۰۱۸) است که رگرسیون لجستیک را به‌عنوان الگوریتم برتر در پیش‌بینی مسائل سلامت روان شناسایی کردند. با این حال، پژوهش حاضر از سه جهت: (۱) دستیابی به دقت کامل (۱۰۰ درصد) در مقایسه با ۹۲ درصد در مطالعه ساهو و همکاران و ۹۹/۵۷ درصد در تحقیق کوشا و همکاران؛ (۲) توسعه یک چارچوب ترکیبی که عملکرد تمامی مدل‌ها را به سطح مطلوب رساند؛ (۳) حفظ قابلیت تفسیرپذیری کامل نتایج، پیشرفت قابل توجهی نسبت به تحقیقات پیشین دارد. بنابراین، مدل رگرسیون لجستیک به دلایل (الف) دقت پیش‌بینی کامل (همتراز با شبکه عصبی)، (ب) قابلیت تفسیرپذیری بالا (برخلاف ماهیت جعبه سیاه شبکه



عصبی)، و (ج) اثربخشی در بهبود عملکرد سایر مدل‌ها، به‌عنوان گزینه برتر برای پیاده‌سازی در سیستم‌های غربالگری دانشگاهی انتخاب شد. تحلیل عوامل مؤثر در مدل نهایی نشان داد که متغیرهای روانشناختی به ویژه اضطراب تحصیلی، افکار خودکشی و افسردگی بیشترین تأثیر منفی را بر سلامت روان دارند، در حالی که عوامل محافظتی مانند تأهل و علاقه به رشته تحصیلی با اثر مثبت کمتری همراه بودند. این یافته‌ها ضرورت توجه به طراحی برنامه‌های غربالگری منظم با استفاده از مدل توسعه یافته، و اجرای مداخلات درمانی هدفمند برای کاهش نشانه‌های روانشناختی شناسایی شده، را نشان می‌دهد.

با توجه به محدودیت‌های این پژوهش از جمله حجم نمونه و تک‌مرکزی بودن، پیشنهاد می‌شود مطالعات آتی با رویکردی ترکیبی و در مقیاس بزرگ‌تر با مشارکت چندین مرکز دانشگاهی و در نظر گرفتن متغیرهای اجتماعی-اقتصادی و فرهنگی متنوع طراحی گردد. همچنین، تلفیق روش‌های پیشنهادی با تکنیک‌های یادگیری عمیق و پردازش داده‌های چندوجهی (شامل داده‌های متنی، رفتاری و فیزیولوژیک) می‌تواند به بهبود دقت و قابلیت تعمیم مدل‌ها بینجامد. از منظر کاربردی، پیاده‌سازی این مدل‌ها در قالب سامانه‌های هوشمند غربالگری می‌تواند به عنوان ابزاری کارآمد در اختیار مراکز مشاوره دانشگاهی قرار گیرد تا از یک سو امکان شناسایی زودهنگام دانشجویان در معرض خطر را فراهم نموده و از سوی دیگر بستری برای مداخلات هدفمند و شخصی‌سازی شده ایجاد کند. این رویکرد می‌تواند گامی مؤثر در ارتقای نظام مراقبت‌های روانشناختی دانشگاه‌ها محسوب شود.

۶- قدردانی از حامی یا تأمین‌کننده اعتبار

پژوهش حاضر از طرف دانشگاه کوثر بجنورد با شماره قرارداد NO۰۳۰۳۱۳۱۴۲۶ حمایت گردیده است.

۷- منابع

- [۱] Dulmus, C.N., & Wodarski, J.S. Prevention of childhood mental disorders: a literature review reflecting hope and a vision for the future. *Child and Adolescent Social Work Journal*, ۱۴(۳), ۱۹۹۷, ۱۸۱-۱۹۸. <https://doi.org/10.1023/A:1024517619261>.
- [۲] Mansourian, M., Khademi, S., & Marateb, H.R. A comprehensive review of computer-aided diagnosis of major mental and neurological disorders and suicide: a biostatistical perspective on data mining. *Diagnostics*, ۱۱(۳), ۲۰۲۱, ۳۹۳. DOI:10.3390/diagnostics11030393.



- [۳] Jha, S. The Mental healthcare act, ۲۰۱۷: A Ray of Hope. ۲۰۲۰. Available at SSRN: <https://ssrn.com/abstract=۳۵۶۴۹۱۹> or <http://dx.doi.org/۱۰.۲۱۳۹/ssrn.۳۵۶۴۹۱۹>.
- [۴] Reddy, V.E. Mental health issues and challenges in India: A review. *International Journal of Social Sciences Management and Entrepreneurship*, ۳(۲), ۲۰۱۹, ۷۲-۷۸.
- [۵] König, H., König, H.H., & Konnopka, A. The excess costs of depression: a systematic review and meta-analysis. *Epidemiology and Psychiatric Sciences*, ۲۹, e۳۰. ۲۰۱۹. ۱-۱۶. DOI: ۱۰.۱۰۱۷/S۲۰۴۵۷۹۶۰۱۹۰۰۰۱۸۰.
- [۶] Liu, Y.S., Chokka, S., Cao, B., & Chokka, P.R. Screening for bipolar disorder in a tertiary mental health center using EarlyDetect: A machine learning-based pilot study. *Journal of Affective Disorders Report*, ۶, ۲۰۲۱, ۱۰۰۲۱۵. ۱-۶. <https://doi.org/۱۰.۱۰۱۶/j.jadr.۲۰۲۱.۱۰۰۲۱۵>.
- [۷] Habibi, M., Bagherian Sararoudi, R., & Ghahremani, S. Mental health challenges in students: A futuristic view on depression and suicidal behaviors. *Journal of Research in Behavioral Sciences*. ۱۶(۴). ۲۰۱۹. ۵۷۳-۵۹۹. DOI: ۱۰.۵۲۵۴۷/rbs.۱۶.۴.۵۷۳.
- [۸] Khadivar, A., & Mojibian, F. Workshops clustering using a combination approach of data mining and MCDM. *Modern Research in Decision Making*, ۳(۲), ۲۰۱۸, ۱۰۷-۱۲۸. [In Persian]
- [۹] Karimi, M., & Afshar Kazemi, M.A. Predicting failures and planning ATM maintenance by using data mining technique. *Modern Research in Decision Making*, ۱(۳), ۲۰۱۶, ۱۱۳-۱۳۰. [In Persian]
- [۱۰] Shokohyar, S., Rezaeian, A., & Boroufar, A. Identifying the customer behavior model in life insurance Sector using data mining. *Management Research in Iran*, ۲۰(۴), ۲۰۲۱. ۶۵-۹۴. DOI: ۲۰.۱۰۰۱.۱.۲۳۲۲۲۰۰.۱۳۹۵.۲۰.۴.۴.۵. [In Persian]
- [۱۱] Norouzi, A., Teymourpour, B., Chubdar, S., & Sepehri, M. Developing a model for discovering the causes of customer churn from banking services via hybrid approach of data mining and survey. *Management Research in Iran*, ۱۵(۴), ۲۰۲۱. ۹۷-۱۲۵. DOI: ۲۰.۱۰۰۱.۱.۲۳۲۲۲۰۰.۱۳۹۰.۱۵.۴.۵.۱. [In Persian]
- [۱۲] Alonso, S.G., de La Torre-Díez, I., Hamrioui, S., López-Coronado, M., Barreno, D.C., Nozaleda, L.M., & Franco, M. Data mining algorithms and techniques in mental health: a systematic review. *Journal of Medical Systems*, ۴۲(۹), ۲۰۱۸, ۱۶۱. DOI: ۱۰.۱۰۰۷/s۱۰۹۱۶-۰۱۸-۱۰۱۸-۲.
- [۱۳] El-Rufaie, O.E. Primary care psychiatry: Pertinent Arabian perspectives. *Eastern Mediterranean Health Journal*, ۱۱(۳), ۲۰۰۵, ۴۴۹-۴۵۸. DOI: ۱۰.۲۶۷۱۹/۲۰۰۵.۱۱.۳.۴۴۹.
- [۱۴] World health organization (WHO). (۲۰۲۴, October ۱۰). Mental health of adolescents (Fact Sheet). Retrieved from <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/adolescent-mental-health>
- [۱۵] Eskin, M., Kujan, O., Voracek, M., Shaheen, A., Carta, M. G., Sun, J. M., Flood, C., Poyrazli, S., Janghorbani, M., Yoshimasu, K., Mechri, A., Khader, Y.,



- Aidoudi, K., Bakhshi, S., Harlak, H., Ahmead, M., Moro, M. F., Nawafleh, H., Phillips, L., & Abuderman, A., Tran, U. S., & Tsuno, K. Cross-national comparisons of attitudes towards suicide and suicidal persons in university students from ۱۲ countries. *Scandinavian Journal of Psychology*. ۵۷(۶), ۲۰۱۶, ۵۵۴-۵۶۳. DOI: ۱۰,۱۱۱۱/sjop.۱۲۳۱۸.
- [۱۶] Mehrabian, F., Kashi, S., & Ganje Markieh, Z. Investigating the mental health status and its related factors among the students of Guilan University of Medical Sciences. *Research in Medical Education*, ۱۴(۱), ۲۰۲۲. ۷۳-۷۸. DOI: ۱۰,۵۲۵۴۷/rme.۱۴,۱,۷۳. [In Persian]
- [۱۷] Eslami, N., Lal Alizadeh, F., Mohammadzadeh, S., & Nazari, M.S. Evaluation of mental health of dental students in Mashhad School of Dentistry by SCL-۹۰ questionnaire, ۲۰۲۰-۲۰۲۱. *Journal of Mashhad Dental School*, ۴۷(۴), ۲۰۲۳, ۳۵۲-۳۷۰. DOI: ۱۰,۲۲۰۳۸/jmids.۲۰۲۳,۶۶۹۵۳,۲۱۹۴. [In Persian]
- [۱۸] Faraz, S., Azhar Ali, S.S., & Adil, S.H. Machine learning and stress assessment: A review. In *Proceedings of the ۲۰۱۸ ۳rd International Conference on Emerging Trends in Engineering, Sciences and Technology (ICEEST), Karachi, Pakistan, ۲۱-۲۲ December ۲۰۱۸*. DOI: ۱۰,۱۱۰۹/ICEEST.۲۰۱۸,۸۶۴۳۱۳.
- [۱۹] Liu, Y.S., Chokka, S., Cao, B., & Chokka, P.R. Screening for bipolar disorder in a tertiary mental health center using EarlyDetect: A machine learning-based pilot study. *Journal of Affective Disorders Reports*. ۶, ۲۰۲۱. ۱۰۰۲۱۵. DOI: ۱۰,۱۰۱۶/j.jadr.۲۰۲۱,۱۰۰۲۱۵.
- [۲۰] Fernandes, B.S., Karmakar, C., Tamouza, R., Tran, T., Yearwood, J., Hamdani, N., Laouamri, H., Richard, J.-R., Yolken, R., Berk, M., et al. Precision psychiatry with immunological and cognitive biomarkers: a multi-domain prediction for the diagnosis of bipolar disorder or schizophrenia using machine learning. *Translational Psychiatry*. ۱۰, ۲۰۲۰. ۱۶۲. DOI: ۱۰,۱۰۳۸/s۴۱۳۹۸-۰۲۰-۰۸۳۶-۴.
- [۲۱] Alimardani, F., Cho, J.H., Boostani, R., & Hwang, H.J. Classification of bipolar disorder and schizophrenia using steady-state visual evoked potential based features. *IEEE Access*. ۶, ۲۰۱۸. ۴۰۳۷۹-۴۰۳۸۸. DOI: ۱۰,۱۱۰۹/ACCESS.۲۰۱۸,۲۸۵۴۵۵۵.
- [۲۲] Oh, J., Oh, B.L., Lee, K.U., Chae, J.H., & Yun, K. Identifying Schizophrenia Using Structural MRI With a Deep Learning Algorithm. *Front. Psychiatry*, ۱۱, ۱۶. ۲۰۲۰. <https://doi.org/۱۰,۳۳۸۹/fpsy.۲۰۲۰,۰۰۱۶>.
- [۲۳] Cai, X.L., Xie, D.J., Madsen, K.H., Wang, Y.M., Bögemann, S.A., Cheung, E.F.C., Möller, A., & Chan, R.C.K. Generalizability of machine learning for classification of schizophrenia based on resting-state functional MRI data. *Human Brain Mapping*. ۴۱, ۲۰۲۰. ۱۷۲-۱۸۴. DOI: ۱۰,۱۰۰۲/hbm.۲۴۷۹۷.
- [۲۴] Ding, Y., Chen, X., Fu, Q., & Zhong, S. A depression recognition method for college students using deep integrated support vector algorithm. *IEEE Access*, ۸, ۲۰۲۰. ۷۵۶۱۶-۷۵۶۲۹. DOI: ۱۰,۱۱۰۹/ACCESS.۲۰۲۰,۲۹۸۸۷۵۲۳.
- [۲۵] Li, X., La, R., Wang, Y., Niu, J., Zeng, S., Sun, S., & Zhu, J. EEG-based mild depression recognition using convolutional neural network. *Medical and*



Biological Engineering and Computing. ۵۷, ۲۰۱۹. ۱۳۴۱-۱۳۵۲. DOI: ۱۰.۱۰۰۷/s11۵۱۷-۰۱۹-۰۱۹۵۹-۲.

- [۲۶] Liu, Y., Qu, H.Q., Mentch, F.D., Qu, J., Chang, X., Nguyen, K., Tian, L., Glessner, J., Sleiman, P.M.A., & Hakonarson, H. Application of deep learning algorithm on whole genome sequencing data uncovers structural variants associated with multiple mental disorders in African American patients. *Molecular Psychiatry*, ۲۷(۳), ۲۰۲۲. ۱۴۶۹-۱۴۷۸. <https://doi.org/10.1038/s41380-021-01418-1>.
- [۲۷] Fariborzi, M., Zeinalnezhad, M., & Saghaei, A. Accuracy improvement of mood disorders prediction using a combination of data mining and meta-heuristic algorithms. *Journal of Health and Biomedical Informatics*, ۹(۳), ۲۰۲۲. ۱۰۶-۱۱۹. DOI: ۱۰.۳۴۱۷۲/jhbm.۲۰۲۲.۰۱. [In Persian]
- [۲۸] Naghavi, A., Teismann, T., Asgari, Z., Mohebbian, M.R., Mansourian, M., & Mañanas, M. Á. Accurate diagnosis of suicide ideation/behavior using robust ensemble machine learning: A University Student Population in the Middle East and North Africa (MENA) region. *Diagnostics*, ۱۰(۱۱): ۹۵۶. ۲۰۲۰. DOI: ۱۰.۳۳۹۰/diagnostics۱۰۱۱۰۹۵۶.
- [۲۹] Luo, M. Research on students' mental health based on data mining algorithms. *Journal of Healthcare Engineering*. ۲۰۲۱ Oct ۲۵;۲۰۲۱:۱۳۸۲۵۵۹. DOI: ۱۰.۱۱۵۵/۲۰۲۱/۱۳۸۲۵۵۹.
- [۳۰] Sahu, B., Kedia, J., Ranjan, V., Mahaptra, B. P., & Dehuri, S. Mental health prediction in students using data mining techniques. *The Open Bioinformatics Journal*, ۱۶(۱), ۲۰۲۳. ۲۳۰۷۲۰-۲۰۲۲-۱۹. <https://doi.org/10.2174/187503622022023072022022-19>
- [۳۱] Koosha, H., Dangkou, S., & Barzanoi, A.A. Application of data mining techniques to predict students' mental health status to improve educational performance. *Journal of Technology of Education*, ۱۳(۲), ۲۰۱۸. ۱۵۷-۱۷۱. <https://doi.org/10.22061/jte.۲۰۱۸.۳۰۷۵.۱۷۷۹>. [In Persian]
- [۳۲] Trevithick, S., Flabouris, A., Tall, G., & Webber, C.F. International EMS systems: New South Wales, Australia. *Resuscitation*, ۵۹(۲), ۲۰۰۳. ۱۶۵-۱۷۰. DOI: ۱۰.۱۰۱۶/j.۰۳۰۰-۹۵۷۲(۰۳)۰۰۳۴۳-۵.
- [۳۳] Amini, N., Yadollahi, H., & Inanlou, S. Ranking of country provinces health. *Social welfare*, ۵(۲۰), ۲۰۰۶. ۲۷-۴۸. <http://refahj.uswr.ac.ir/article-۱-۲۰۰۰-en.html>. [In Persian]
- [۳۴] Premachandra, I. M. A note on DEA VS. principal component analysis: An Improvement to Joe Zhu's approach. *European Journal of Operational Research*, ۱۳۲(۳), ۲۰۰۱. ۵۵۳-۵۶۰. [https://doi.org/10.1016/S0377-2217\(۰۰\)۰۱۴۵-۴](https://doi.org/10.1016/S0377-2217(۰۰)۰۱۴۵-۴).
- [۳۵] Jadhav, S. D., & Channe, H. Comparative study of K-NN, naive bayes and decision tree classification techniques. *International Journal of Science and Research*, ۵(۱), ۲۰۱۶, ۱۸۴۲-۱۸۴۵. DOI: ۱۰.۲۱۲۷۵/vol1.nov1۵۳۱۳۱.



- [۳۶] Kutner, M. H., Nachtsheim, C. J., Neter, J., & Li, W. Applied Linear Statistical Models (۵th ed.). McGraw-Hill, ۲۰۰۵.
- [۳۷] Williams, B., Onsmann, A., & Brown, T. Exploratory factor analysis: A five-step guide for notices. Journal of Emergency Primary Health Care, ۸(۳), ۲۰۱۰, ۱-۱۳. DOI: ۱۰,۳۳۱۵۱/apj.۸,۳,۹۳.
- [۳۸] Yim, J., & Mitchell, H. A. comparison of corporate failure models in Australia: Hybrid neural networks, logit models and discriminant analysis. Developments in Applied Artificial Intelligence, ۲۷(۱۸), ۲۰۰۳, ۳۴۸-۳۵۸. <https://doi.org/۱۰,۱۰۰۷/۳-۵۴۰-۴۵۰۳۴-۳-۳۵>.