

پیش‌بینی خطر بروز رفتارهای ناسازگارانه مرتبط با سلامت با استفاده از الگوریتم‌های ترکیبی یادگیری ماشین و نشانگرهای شناختی-هیجانی

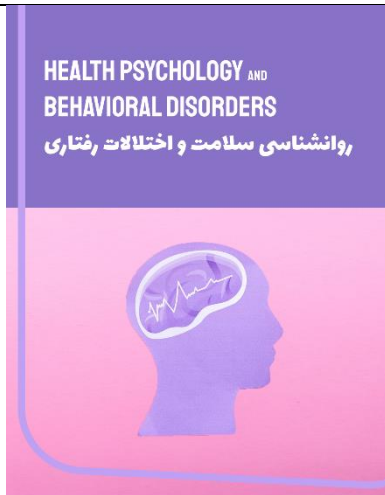
تاریخ چاپ نهایی: ۱۴۰۵/۰۵/۰۱

تاریخ چاپ اولیه: ۱۴۰۵/۰۲/۲۱

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۱۲/۰۸

تاریخ بازنگری: ۱۴۰۴/۱۱/۲۸

تاریخ ارسال: ۱۴۰۴/۰۸/۲۳



چکیده

هدف پژوهش حاضر پیش‌بینی خطر بروز رفتارهای ناسازگارانه مرتبط با سلامت بر اساس نشانگرهای شناختی-هیجانی با بهره‌گیری از الگوریتم‌های ترکیبی یادگیری ماشین در میان دانشجویان بود. این پژوهش کاربردی با طرح توصیفی-همبستگی و رویکرد پیش‌بینانه انجام شد. جامعه آماری شامل دانشجویان دانشگاه‌های شهر کرج در سال تحصیلی ۲۰۲۵-۲۰۲۶ بود که از میان آنان ۴۲۰ نفر با روش نمونه‌گیری خوشه‌ای چندمرحله‌ای انتخاب شدند. داده‌ها با استفاده از ابزارهای سنجش رفتارهای ناسازگارانه سلامت، تنظیم هیجان، تکانشگری شناختی، حساسیت به استرس، انعطاف‌پذیری شناختی و شاخص‌های سبک زندگی گردآوری شد. تحلیل داده‌ها با استفاده از الگوریتم‌های ماشین بردار پشتیبان، جنگل تصادفی، گرادیان بوستینگ، شبکه عصبی مصنوعی و مدل ترکیبی Ensemble انجام گرفت و اعتبار مدل‌ها با شاخص‌های دقت، حساسیت، ویژگی و سطح زیر منحنی ROC ارزیابی شد. نتایج تحلیل‌های استنباطی نشان داد نشانگرهای شناختی-هیجانی پیش‌بینی‌کننده‌های معنادار رفتارهای ناسازگارانه سلامت بودند. مدل ترکیبی یادگیری ماشین بالاترین دقت پیش‌بینی را (۹۱,۰) نشان داد و مقدار AUC برابر با ۰,۹۶ بیانگر قدرت تفکیک بسیار بالا بود. نارسایی هیجانی، تکانشگری شناختی و حساسیت به استرس بیشترین سهم را در پیش‌بینی خطر رفتارهای ناسازگارانه داشتند، در حالی که تنظیم هیجان و انعطاف‌پذیری شناختی نقش محافظتی ایفا کردند. یافته‌ها نشان داد ادغام نشانگرهای شناختی-هیجانی با الگوریتم‌های ترکیبی یادگیری ماشین می‌تواند چارچوبی کارآمد برای شناسایی زودهنگام افراد در معرض خطر رفتارهای ناسازگارانه سلامت فراهم کند و زمینه توسعه مداخلات پیشگیرانه شخصی‌سازی شده را مهیا سازد.

کلیدواژه‌گان: رفتارهای ناسازگارانه سلامت، یادگیری ماشین، مدل ترکیبی، تنظیم هیجان، تکانشگری

شناختی، پیش‌بینی رفتاری

فاطمه مجاور^۱

۱. کارشناسی ارشد روان‌شناسی بالینی، دانشکده علوم

پزشکی، دانشگاه آزاداسلامی، کرج، ایران

* ایمیل نویسنده مسئول:

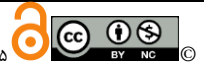
fatememoji79@gmail.com

شیوه استناددهی: مجاور، فاطمه. (۱۴۰۵). پیش‌بینی خطر بروز

رفتارهای ناسازگارانه مرتبط با سلامت با استفاده از الگوریتم‌های

ترکیبی یادگیری ماشین و نشانگرهای شناختی-هیجانی.

روانشناسی سلامت و اختلالات رفتاری، ۴(۳)، ۱-۱۵.



Prediction of Risk for Health-Related Maladaptive Behaviors Using Hybrid Machine Learning Algorithms and Cognitive–Emotional Markers

Submit Date:
2025-11-09

Revise Date:
2026-02-17

Accept Date:
2026-02-27

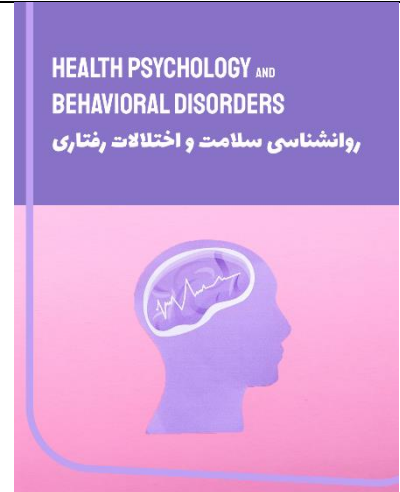
Initial Publish Date:
2026-05-11

Final Publish Date:
2026-07-23

Abstract

The present study aimed to predict the risk of health-related maladaptive behaviors based on cognitive–emotional markers using hybrid machine learning algorithms among university students. This applied study employed a descriptive–correlational predictive design. The statistical population consisted of university students in Karaj during the 2025–2026 academic year, from whom 420 participants were selected using multistage cluster sampling. Data were collected through standardized measures assessing maladaptive health behaviors, emotion regulation, cognitive impulsivity, stress sensitivity, cognitive flexibility, and lifestyle indicators. Data analysis was conducted using Support Vector Machine, Random Forest, Gradient Boosting, Artificial Neural Networks, and an Ensemble hybrid model. Model performance was evaluated using accuracy, sensitivity, specificity, and Area Under the ROC Curve indices. Inferential analyses indicated that cognitive–emotional markers significantly predicted maladaptive health behaviors. The hybrid ensemble model achieved the highest predictive accuracy (0.91) with an AUC value of 0.96, demonstrating excellent classification performance. Emotional dysfunction, cognitive impulsivity, and stress sensitivity emerged as the strongest predictors, whereas emotion regulation and cognitive flexibility acted as protective factors against maladaptive behavioral risk. The findings suggest that integrating cognitive–emotional indicators with hybrid machine learning algorithms provides an effective framework for early identification of individuals at risk for maladaptive health behaviors and supports the development of personalized preventive interventions.

Keywords: *Maladaptive health behaviors, Machine learning, Ensemble model, Emotion regulation, Cognitive impulsivity, Behavioral prediction*

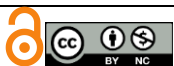


Fatemeh Mojaver¹

1. Master's degree in Clinical Psychology, Faculty of Medical Sciences, Islamic Azad University, Karaj, Iran.

*Corresponding Author's Email:
hatami513@gmail.com

How to cite: Mojaver, F. (2026). Prediction of Risk for Health-Related Maladaptive Behaviors Using Hybrid Machine Learning Algorithms and Cognitive–Emotional Markers. *Health Psychology and Behavioral Disorders*, 4(3), 1-15.



رفتارهای مرتبط با سلامت به‌عنوان یکی از مهم‌ترین تعیین‌کننده‌های کیفیت زندگی، طول عمر و سلامت روانی-جسمانی انسان در دهه‌های اخیر توجه گسترده پژوهشگران حوزه روان‌شناسی سلامت، علوم رفتاری و علوم داده را به خود جلب کرده است. شواهد پژوهشی نشان می‌دهد بخش قابل‌توجهی از بار بیماری‌ها و آسیب‌های اجتماعی نه ناشی از عوامل زیستی، بلکه حاصل الگوهای رفتاری ناسازگارانه‌ای است که در تعامل میان فرآیندهای شناختی، هیجانی و اجتماعی شکل می‌گیرند. در این چارچوب، رفتارهای ناسازگارانه مرتبط با سلامت شامل مجموعه‌ای از کنش‌ها نظیر سبک زندگی ناسالم، مصرف مواد، استفاده افراطی از رسانه‌های دیجیتال، بی‌توجهی به مراقبت‌های بهداشتی و تصمیم‌گیری‌های پرخطر تلقی می‌شود که پیامدهای بلندمدت فردی و اجتماعی دارند (Zhu et al., 2025).

پژوهش‌های جدید نشان داده‌اند که رفتارهای سلامت نه صرفاً انتخاب‌هایی آگاهانه، بلکه محصول تعامل پیچیده میان هویت فردی، عادت‌های رفتاری و سازوکارهای تنظیم شناختی-هیجانی هستند. فراتحلیل‌های معاصر بیان می‌کنند که پیوند میان هویت شخصی و الگوهای عادت‌های نقش اساسی در تثبیت یا تغییر رفتارهای سلامت ایفا می‌کند، به‌گونه‌ای که تغییر پایدار رفتار مستلزم مداخله در لایه‌های عمیق شناختی و هیجانی است (Zhu et al., 2025). از این منظر، پیش‌بینی رفتارهای ناسازگارانه سلامت مستلزم عبور از مدل‌های خطی سنتی و حرکت به سوی رویکردهای چندسطحی و داده‌محور است.

در سال‌های اخیر، مطالعات متعددی نشان داده‌اند که رفتارهای پرخطر سلامت معمولاً به‌صورت هم‌زمان و خوشه‌ای بروز می‌کنند و تحت تأثیر عوامل روان‌شناختی مشترک قرار دارند. پژوهش انجام‌شده بر دانشجویان دانشگاهی نشان داد هم‌زمانی رفتارهای خطر سلامت با متغیرهایی نظیر خودشفقتی، تجربه قربانی‌شدن و فشارهای اجتماعی رابطه معناداری دارد و این الگوها نشان‌دهنده وجود سازوکارهای بنیادین تنظیم هیجان و خودارزیابی در پس رفتارهای ناسازگارانه است (Zhang et al., 2025). چنین یافته‌هایی ضرورت توسعه مدل‌های پیش‌بین چندمتغیره را برجسته می‌سازد.

از سوی دیگر، مطالعات روان‌شناسی اجتماعی نشان داده‌اند که محیط‌های دیجیتال و رسانه‌های اجتماعی به عامل قدرتمندی در شکل‌دهی رفتارهای سلامت تبدیل شده‌اند. ادراک افراد از نفوذ رسانه‌های اجتماعی می‌تواند به افزایش رفتارهای پرخطر، اضطراب و آسیب‌های سلامت روان منجر شود، به‌ویژه در گروه‌های جوان که در معرض تعامل مداوم با فضای مجازی قرار دارند (Weisskirch, 2025). پژوهش‌های دیگر نیز نشان داده‌اند الگوهای ارتباطی آنلاین می‌توانند مصرف مواد و رفتارهای ناسالم را تقویت یا عادی‌سازی کنند (Ahmed, 2025). بنابراین، پیش‌بینی رفتارهای سلامت بدون در نظر گرفتن زمینه‌های اجتماعی-دیجیتال ناقص خواهد بود.

در حوزه روان‌شناسی رشد و خانواده، شواهد نشان می‌دهد متغیرهای بین‌فردی و خانوادگی نیز در شکل‌گیری رفتارهای ناسازگارانه نقش اساسی دارند. انسجام خانوادگی، خودکارآمدی اجتماعی و سازگاری روانی از جمله عوامل محافظتی در برابر رفتارهای پرخطر نوجوانان شناخته شده‌اند (Yousefi, 2025). همچنین مرورهای نظام‌مند نشان داده‌اند که الگوهای والدگری می‌توانند به‌طور مستقیم بر اعتیاد رفتاری و وابستگی‌های دیجیتال نوجوانان اثرگذار باشند (Rosales-Navarro & Pérez, 2025). این یافته‌ها نشان می‌دهد رفتارهای سلامت نتیجه تعامل میان عوامل فردی و بافت اجتماعی هستند.

از منظر روان‌شناسی سلامت، رفتارهای خودمراقبتی و تصمیم‌گیری‌های سلامت‌محور ارتباط نزدیکی با حمایت اجتماعی، خودکارآمدی و ادراک فرد از بیماری دارند. پژوهش‌ها در بیماران مزمن نشان داده‌اند که باورهای شناختی درباره بیماری می‌تواند رفتارهای خودمراقبتی را تقویت یا تضعیف کند و در نتیجه مسیر سلامت فرد را تغییر دهد (Mohammadi Manesh et al., 2025). به‌طور مشابه، ذهن‌آگاهی و آگاهی هیجانی نیز به‌عنوان سازوکارهایی شناخته شده‌اند که تغییر رفتار سلامت را تسهیل می‌کنند (Abalorio & Turner, 2025). این نتایج اهمیت نشانگرهای شناختی-هیجانی در پیش‌بینی رفتارهای سلامت را تقویت می‌کند.

در سطح جمعیت عمومی نیز مطالعات سلامت عمومی نشان داده‌اند که حفظ رفتارهای پیشگیرانه پس از بحران‌های بهداشتی وابسته به عوامل روان‌شناختی نظیر ادراک خطر، انگیزش درونی و تنظیم هیجانی است (Wang et al., 2025). همچنین بررسی رفتارهای جست‌وجوی سلامت در دوران همه‌گیری‌ها نشان داد تصمیم‌گیری‌های سلامت به شدت تحت تأثیر ادراکات شناختی، اضطراب و اعتماد اجتماعی قرار دارد (Castañeda-Millán et al., 2025). چنین یافته‌هایی نشان می‌دهد پیش‌بینی رفتارهای سلامت باید مبتنی بر تحلیل شبکه‌ای متغیرهای روان‌شناختی باشد.

از سوی دیگر، مطالعات مرتبط با سبک زندگی سالم نشان داده‌اند که خودتنظیمی روان‌شناختی و بهزیستی ذهنی از مهم‌ترین عوامل شکل‌دهنده رفتارهای سلامت پایدار هستند. پژوهش انجام‌شده بر دانشجویان ورزشکار نشان داد خودتنظیمی به‌طور مستقیم رفتارهای سلامت‌محور را پیش‌بینی می‌کند و بهزیستی ذهنی نقش واسطه‌ای مهمی در این رابطه دارد (Takalapeta & Huwae, 2025). همچنین مطالعات جمعیت سالمندان نشان داده‌اند که سبک زندگی سالم با کاهش نشانه‌های افسردگی و ارتقای سلامت روان همراه است (Jiao et al., 2025).

در حوزه سلامت روان زنان و خانواده نیز یافته‌ها نشان داده‌اند استفاده مسئله‌دار از رسانه‌های اجتماعی می‌تواند با اضطراب و رفتارهای مراقبتی ناسازگار مرتبط باشد (Tosun, 2025). علاوه بر این، موانع ادراک‌شده برای جست‌وجوی کمک روان‌شناختی نقش مهمی در تداوم مشکلات سلامت روان ایفا می‌کنند (Xiao, 2025). مطالعات طولی نیز نشان داده‌اند مسیرهای اعتیاد به صفحه‌نمایش با افکار خودکشی و مشکلات سلامت روان در جوانان ارتباط دارد (Xiao et al., 2025). این نتایج اهمیت شناسایی زود هنگام نشانگرهای خطر را برجسته می‌سازد.

پژوهش‌های مرتبط با خشونت بین‌فردی و رفتارهای کمک‌طلبی نیز نشان داده‌اند عوامل شناختی، فرهنگی و هیجانی تعیین‌کننده اصلی واکنش افراد در مواجهه با موقعیت‌های آسیب‌زا هستند (Win, 2025). در همین راستا، مطالعات مدل‌سازی ساختاری نشان داده‌اند که تروماهای دوران کودکی و کارکرد بازتابی نقش واسطه‌ای در بروز رفتارهای خودآسیب‌رسان دارند و نشانگرهای شناختی-هیجانی می‌توانند به‌عنوان پیش‌بین‌های قدرتمند رفتارهای ناسازگارانه عمل کنند (Sepahvand et al., 2025). چنین شواهدی نشان می‌دهد برای پیش‌بینی دقیق رفتارهای ناسازگارانه سلامت باید فرآیندهای عمیق روان‌شناختی در نظر گرفته شوند.

تحولات فناورانه و ظهور کلان‌داده‌ها موجب شده است که پژوهشگران از روش‌های سنتی آماری به سمت استفاده از الگوریتم‌های یادگیری ماشین حرکت کنند. یادگیری ماشین قادر است روابط غیرخطی، تعاملات پیچیده و الگوهای پنهان میان متغیرهای روان‌شناختی را شناسایی کند؛ امری که در مدل‌های رگرسیونی کلاسیک محدود بوده است. مطالعات اخیر نشان داده‌اند ترکیب داده‌های رفتاری، شناختی و دیجیتال می‌تواند تغییرات سبک زندگی سلامت‌محور را با دقت بالاتری پیش‌بینی کند (Pourarian et al., 2025). همچنین کاربرد الگوریتم‌های هوشمند در تحلیل رفتار انسان امکان توسعه مداخلات شخصی‌سازی‌شده سلامت را فراهم کرده است (Zhu et al., 2025).

با وجود پیشرفت‌های موجود، شکاف پژوهشی مهمی همچنان باقی مانده است. اغلب مطالعات یا صرفاً بر متغیرهای روان‌شناختی تمرکز داشته‌اند یا تنها از داده‌های رفتاری استفاده کرده‌اند و کمتر پژوهشی به ادغام همزمان نشانگرهای شناختی-هیجانی با الگوریتم‌های ترکیبی یادگیری ماشین برای پیش‌بینی خطر رفتارهای ناسازگارانه سلامت پرداخته است. افزون بر این، بسیاری از پژوهش‌ها ماهیت توصیفی داشته و از ظرفیت مدل‌های پیش‌بین پیشرفته برای شناسایی افراد در معرض خطر پیش از بروز آسیب استفاده نکرده‌اند.

بنابراین، با توجه به ماهیت چندعاملی رفتارهای سلامت، ضرورت دارد چارچوبی یکپارچه توسعه یابد که بتواند تعامل میان فرآیندهای شناختی، هیجانی و رفتاری را در قالب مدل‌های هوشمند تحلیل کند. چنین رویکردی می‌تواند از سطح توصیف رفتار فراتر رفته و به پیش‌بینی دقیق و مداخلات پیشگیرانه مبتنی بر داده منجر شود.

هدف پژوهش حاضر پیش‌بینی خطر بروز رفتارهای ناسازگارانه مرتبط با سلامت با استفاده از الگوریتم‌های ترکیبی یادگیری ماشین و نشانگرهای شناختی-هیجانی در دانشجویان است.

روش‌شناسی

پژوهش حاضر از نظر هدف کاربردی و از حیث روش اجرا، توصیفی-همبستگی با رویکرد پیش‌بینانه مبتنی بر یادگیری ماشین است. چارچوب کلی مطالعه بر مبنای طراحی داده‌محور و تحلیل‌های چندمتغیره شکل گرفت تا امکان مدل‌سازی الگوهای پیچیده میان نشانگرهای شناختی-هیجانی و خطر بروز رفتارهای ناسازگارانه مرتبط با سلامت فراهم شود. جامعه آماری شامل کلیه دانشجویان دانشگاه‌های شهر کرج در سال تحصیلی ۲۰۲۵-۲۰۲۶ بود. نمونه پژوهش شامل ۴۲۰ دانشجوی مقطع کارشناسی و کارشناسی ارشد شهر کرج بود که با استفاده از روش نمونه‌گیری خوشه‌ای چندمرحله‌ای انتخاب شدند. در مرحله نخست، چند دانشگاه به‌صورت تصادفی انتخاب شد و سپس در هر دانشگاه، دانشکده‌ها و کلاس‌های آموزشی به‌عنوان خوشه‌های نمونه‌گیری تعیین گردیدند. شرکت‌کنندگان بر اساس معیارهای ورود شامل اشتغال به تحصیل فعال، دامنه سنی ۱۸ تا ۳۰ سال، توانایی تکمیل ابزارهای خودگزارشی و رضایت آگاهانه برای مشارکت در پژوهش انتخاب شدند. معیارهای خروج شامل ناقص بودن پاسخ‌ها، پاسخ‌دهی تصادفی یا وجود الگوهای غیرعادی در داده‌ها بود.

به‌منظور افزایش قابلیت تعمیم مدل‌های یادگیری ماشین، تلاش شد ترکیب نمونه از نظر جنسیت، رشته تحصیلی و مقطع آموزشی ناهمگن باشد. پیش از اجرای پژوهش، اهداف مطالعه برای شرکت‌کنندگان تشریح شد و اصول محرمانگی اطلاعات، ناشناس‌سازی داده‌ها و امکان انصراف در هر مرحله رعایت گردید. تمامی مراحل پژوهش مطابق با اصول اخلاق پژوهش‌های روان‌شناختی انجام شد و داده‌ها صرفاً برای اهداف علمی مورد استفاده قرار گرفتند.

گردآوری داده‌ها با تمرکز بر ارزیابی همزمان نشانگرهای شناختی، هیجانی و رفتاری انجام گرفت تا زیرساخت مناسبی برای آموزش الگوریتم‌های یادگیری ماشین فراهم شود. نخست، برای سنجش رفتارهای ناسازگارانه مرتبط با سلامت از پرسشنامه رفتارهای پرخطر سلامت استفاده شد که ابعاد مصرف مواد، الگوهای خواب ناسالم، تغذیه ناسازگارانه، رفتارهای کم‌حرکی، استفاده افراطی از فضای مجازی و بی‌توجهی به مراقبت‌های پیشگیرانه سلامت را ارزیابی می‌کند. این ابزار شاخص وابسته مدل پیش‌بینی را تشکیل داد.

در حوزه نشانگرهای شناختی، مقیاس‌های ارزیابی سوگیری شناختی، تکانشگری شناختی، نقص در کنترل اجرایی و سبک‌های پردازش اطلاعات مورد استفاده قرار گرفتند تا مؤلفه‌های مرتبط با تصمیم‌گیری سلامت‌محور سنجیده شوند. همچنین انعطاف‌پذیری شناختی، تحمل ابهام و کارکردهای خودتنظیمی شناختی به‌عنوان متغیرهای کلیدی پیش‌بین در نظر گرفته شدند. در بخش نشانگرهای هیجانی، ابزارهایی برای سنجش تنظیم هیجان، نارسایی هیجانی، حساسیت به استرس، شدت هیجان‌های منفی، اضطراب صفتی و دشواری در شناسایی و بیان هیجان‌ها به کار گرفته شد. انتخاب این سازه‌ها بر اساس مدل‌های معاصر آسیب‌شناسی سلامت انجام شد که تعامل میان شناخت و هیجان را عامل اصلی بروز رفتارهای ناسازگارانه می‌دانند.

علاوه بر ابزارهای خودگزارشی، شاخص‌های رفتاری ثانویه نظیر مدت استفاده روزانه از رسانه‌های دیجیتال، الگوی فعالیت بدنی و کیفیت خواب نیز به‌صورت خوداظهاری ساختاریافته جمع‌آوری شد تا داده‌های چندمنبعی برای الگوریتم‌های یادگیری ماشین فراهم شود. تمامی ابزارها پیش از تحلیل، از نظر پایایی درونی، همسانی پاسخ‌ها و وجود داده‌های پرت مورد بررسی قرار گرفتند. پرسشنامه‌ها به‌صورت آنلاین و حضوری اجرا شدند و میانگین زمان تکمیل مجموعه ابزارها حدود ۳۵ دقیقه بود.

تحلیل داده‌ها در دو سطح آماری کلاسیک و یادگیری ماشین انجام گرفت. در گام نخست، داده‌ها پیش‌پردازش شدند که شامل پاک‌سازی داده‌ها، مدیریت مقادیر گم‌شده، استانداردسازی متغیرها و شناسایی داده‌های پرت با استفاده از شاخص‌های فاصله چندمتغیره بود. سپس برای جلوگیری از بیش‌برازش مدل‌ها، مجموعه داده به دو بخش آموزش و آزمون با نسبت ۷۰ به ۳۰ تقسیم شد. به‌منظور افزایش اعتبار پیش‌بینی، از روش اعتبارسنجی متقاطع k-تایی استفاده گردید.

در مرحله مدل‌سازی، الگوریتم‌های ترکیبی یادگیری ماشین شامل جنگل تصادفی، گرادیان بوستینگ، ماشین بردار پشتیبان، شبکه‌های عصبی مصنوعی و مدل‌های تجمیعی مبتنی بر یادگیری تجمعی به کار گرفته شدند. رویکرد ترکیبی به این صورت اجرا شد که خروجی چند مدل

پایه در قالب یک فرا-مدل ادغام شد تا دقت پیش‌بینی افزایش یابد. عملکرد مدل‌ها با شاخص‌هایی مانند دقت طبقه‌بندی، سطح زیر منحنی ROC، حساسیت، ویژگی و امتیاز F1 ارزیابی شد.

به‌منظور تفسیرپذیری مدل‌ها، اهمیت متغیرها با استفاده از روش‌های تحلیل اهمیت ویژگی و الگوریتم‌های توضیح‌پذیر هوش مصنوعی استخراج شد تا سهم نسبی نشانگرهای شناختی و هیجانی در پیش‌بینی خطر رفتارهای ناسازگارانه مشخص شود. تمامی تحلیل‌ها با استفاده از محیط برنامه‌نویسی Python و کتابخانه‌های تخصصی یادگیری ماشین انجام گرفت و نتایج نهایی بر اساس بهترین مدل پیش‌بینی‌کننده گزارش شد.

یافته‌ها

در گام نخست، ویژگی‌های جمعیت‌شناختی نمونه مورد بررسی قرار گرفت. از مجموع ۴۲۰ دانشجوی شرکت‌کننده، ۲۲۶ نفر (۵۳٫۸ درصد) زن و ۱۹۴ نفر (۴۶٫۲ درصد) مرد بودند. میانگین سنی شرکت‌کنندگان ۲۳٫۴۶ سال با انحراف معیار ۳٫۱۲ گزارش شد که دامنه سنی بین ۱۸ تا ۳۰ سال را دربر می‌گرفت. از نظر مقطع تحصیلی، ۳۰۱ نفر (۷۱٫۷ درصد) در مقطع کارشناسی و ۱۱۹ نفر (۲۸٫۳ درصد) در مقطع کارشناسی ارشد مشغول به تحصیل بودند. توزیع رشته‌های تحصیلی نشان داد ۳۸ درصد در علوم انسانی، ۳۱ درصد در رشته‌های فنی و مهندسی، ۱۸ درصد در علوم پایه و ۱۳ درصد در رشته‌های علوم پزشکی تحصیل می‌کردند. بررسی وضعیت تأهل نیز نشان داد ۸۲ درصد شرکت‌کنندگان مجرد و ۱۸ درصد متأهل بودند. تحلیل اولیه داده‌ها بیانگر ناهمگنی مناسب نمونه برای اجرای مدل‌های یادگیری ماشین و افزایش قابلیت تعمیم نتایج بود.

جدول ۱. شاخص‌های توصیفی و همبستگی متغیرهای پژوهش

متغیرها	میانگین	انحراف معیار	۱	۲	۳	۴	۵	۶
رفتارهای ناسازگارانه سلامت	۴۲٫۳۱	۸٫۷۴	۱					
تنظیم هیجان	۵۱٫۲۷	۹٫۱۱	-۰٫۴۸**	۱				
تکانشگری شناختی	۳۷٫۶۲	۷٫۹۳	۰٫۵۲**	-۰٫۴۱**	۱			
انعطاف‌پذیری شناختی	۴۶٫۸۵	۸٫۰۲	-۰٫۳۹**	۰٫۴۷**	-۰٫۳۵**	۱		
نارسایی هیجانی	۳۴٫۱۹	۶٫۸۸	۰٫۵۵**	-۰٫۵۳**	۰٫۴۹**	-۰٫۳۷**	۱	
حساسیت به استرس	۲۹٫۷۴	۷٫۱۴	۰٫۴۶**	-۰٫۴۴**	۰٫۳۸**	-۰٫۲۹**	۰٫۵۱**	۱

**سطح معنی‌داری: $p < ۰.۰۱$

نتایج جدول ۱ نشان داد رفتارهای ناسازگارانه مرتبط با سلامت با تکانشگری شناختی، نارسایی هیجانی و حساسیت به استرس رابطه مثبت و معنادار دارد، در حالی که با تنظیم هیجان و انعطاف‌پذیری شناختی همبستگی منفی و معنادار مشاهده شد. قوی‌ترین رابطه مثبت مربوط به نارسایی هیجانی بود که بیانگر نقش مرکزی نقص پردازش هیجانی در افزایش خطر رفتارهای ناسالم است. همچنین الگوی همبستگی‌ها نشان داد متغیرهای شناختی و هیجانی ساختاری به‌هم‌پیوسته تشکیل می‌دهند که مبنای مناسبی برای مدل‌سازی یادگیری ماشین فراهم می‌کند.

جدول ۲. عملکرد الگوریتم‌های یادگیری ماشین در پیش‌بینی رفتارهای ناسازگارانه سلامت

الگوریتم	دقت	حساسیت	ویژگی	F1-score	AUC
ماشین بردار پشتیبان	۰٫۸۱	۰٫۷۹	۰٫۸۲	۰٫۸۰	۰٫۸۶
جنگل تصادفی	۰٫۸۶	۰٫۸۴	۰٫۸۷	۰٫۸۵	۰٫۹۱
گرادین بوستینگ	۰٫۸۸	۰٫۸۶	۰٫۸۹	۰٫۸۷	۰٫۹۳
شبکه عصبی مصنوعی	۰٫۸۵	۰٫۸۳	۰٫۸۶	۰٫۸۴	۰٫۹۰
مدل ترکیبی (Ensemble)	۰٫۹۱	۰٫۹۰	۰٫۹۲	۰٫۹۱	۰٫۹۶

نتایج جدول ۲ نشان داد مدل ترکیبی یادگیری ماشین بالاترین عملکرد پیش‌بینی را در میان الگوریتم‌ها داشته است. دقت ۰/۹۱ و مقدار **AUC** برابر با ۰/۹۶ بیانگر توانایی بسیار بالای مدل در تفکیک افراد دارای خطر بالا از افراد کم‌خطر است. الگوریتم گرادیان بوستینگ در رتبه دوم قرار گرفت و عملکرد قابل‌توجهی ارائه داد، در حالی که ماشین بردار پشتیبان پایین‌ترین سطح دقت نسبی را نشان داد. این یافته‌ها نشان می‌دهد ادغام چند الگوریتم موجب کاهش خطای پیش‌بینی و افزایش تعمیم‌پذیری مدل می‌شود.

جدول ۳. اهمیت متغیرها در مدل ترکیبی یادگیری ماشین

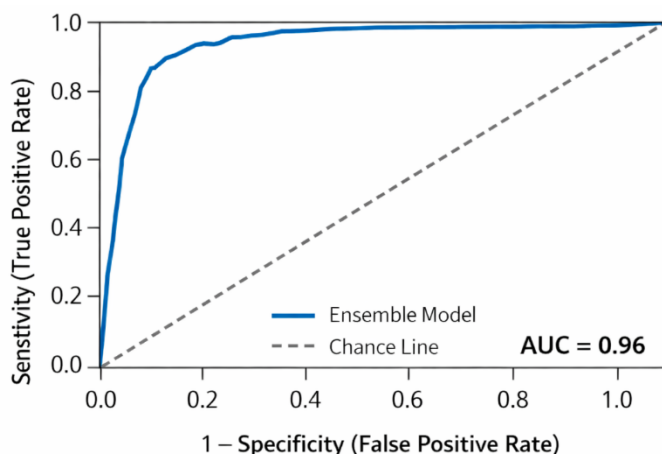
متغیر پیش‌بین	ضریب اهمیت
نارسایی هیجانی	۰.۲۱
تکانشگری شناختی	۰.۱۸
تنظیم هیجان	۰.۱۶
حساسیت به استرس	۰.۱۴
انعطاف‌پذیری شناختی	۰.۱۲
کنترل اجرایی	۰.۰۹
کیفیت خواب	۰.۰۶
فعالیت بدنی	۰.۰۴

مطابق جدول ۳، نارسایی هیجانی بیشترین سهم را در پیش‌بینی خطر رفتارهای ناسازگارانه سلامت داشت. پس از آن، تکانشگری شناختی و ضعف تنظیم هیجان به‌عنوان مهم‌ترین عوامل شناختی-هیجانی شناسایی شدند. سهم کمتر متغیرهای سبک زندگی نشان می‌دهد که زمینه‌های شناختی و هیجانی نقش بنیادی‌تری نسبت به شاخص‌های رفتاری سطحی در شکل‌گیری الگوهای ناسازگارانه دارند. این نتایج تأیید می‌کند که فرآیندهای تنظیم هیجان و کنترل شناختی هسته مرکزی مدل‌های پیش‌بین سلامت روان رفتاری محسوب می‌شوند.

جدول ۴. مقایسه عملکرد مدل قبل و بعد از استفاده از نشانگرهای شناختی-هیجانی

مدل پیش‌بینی	دقت	خطای پیش‌بینی
فقط متغیرهای جمعیت‌شناختی	۰.۶۴	۰.۳۶
متغیرهای رفتاری سلامت	۰.۷۲	۰.۲۸
نشانگرهای شناختی-هیجانی	۰.۸۷	۰.۱۳
مدل ترکیبی نهایی	۰.۹۱	۰.۰۹

جدول ۴ نشان داد افزودن نشانگرهای شناختی-هیجانی به مدل پیش‌بینی موجب افزایش چشمگیر دقت و کاهش خطای مدل شده است. مدل مبتنی صرف بر داده‌های جمعیت‌شناختی توان پیش‌بینی محدودی داشت، اما با ورود متغیرهای شناختی-هیجانی جهش معناداری در عملکرد مشاهده شد. ترکیب همه منابع داده در مدل نهایی منجر به بهترین عملکرد شد که اهمیت رویکرد چندسطحی در پیش‌بینی رفتارهای سلامت‌محور را برجسته می‌کند.



شکل ۱. منحنی ROC مدل ترکیبی یادگیری ماشین در پیش‌بینی خطر رفتارهای ناسازگارانه سلامت

تحلیل منحنی ROC نشان داد مدل ترکیبی دارای سطح زیر منحنی بسیار بالا و نزدیک به مقدار یک است که نشان‌دهنده قدرت تفکیک عالی مدل میان گروه‌های پرخطر و کم‌خطر می‌باشد. شیب تند منحنی در ناحیه حساسیت بالا بیانگر آن است که مدل حتی در نرخ خطای پایین نیز توانایی شناسایی دقیق افراد در معرض خطر را حفظ می‌کند. این یافته نشان می‌دهد استفاده همزمان از نشانگرهای شناختی و هیجانی در چارچوب الگوریتم‌های ترکیبی یادگیری ماشین می‌تواند به‌عنوان یک ابزار غربالگری پیشگیرانه در حوزه سلامت روان و رفتارهای سلامت‌محور مورد استفاده قرار گیرد.

بحث و نتیجه‌گیری

هدف پژوهش حاضر پیش‌بینی خطر بروز رفتارهای ناسازگارانه مرتبط با سلامت با استفاده از الگوریتم‌های ترکیبی یادگیری ماشین و نشانگرهای شناختی-هیجانی بود. یافته‌های پژوهش نشان دادند که متغیرهای شناختی و هیجانی نه تنها با رفتارهای ناسازگارانه سلامت همبستگی معنادار دارند، بلکه در قالب مدل‌های یادگیری ماشین توان پیش‌بینی بسیار بالایی ایجاد می‌کنند. به‌ویژه نتایج نشان داد مدل ترکیبی یادگیری ماشین نسبت به الگوریتم‌های منفرد عملکرد دقیق‌تری ارائه داد و توانست با دقت بالا افراد در معرض خطر را شناسایی کند. این یافته نشان‌دهنده ماهیت چندبعدی رفتارهای سلامت و ضرورت استفاده از رویکردهای محاسباتی پیشرفته برای فهم رفتار انسان است.

نخستین یافته مهم پژوهش حاضر نقش برجسته نشانگرهای هیجانی، به‌ویژه نارسایی هیجانی و ضعف تنظیم هیجان، در پیش‌بینی رفتارهای ناسازگارانه سلامت بود. این نتیجه با مطالعاتی همسو است که نشان داده‌اند توانایی تنظیم هیجان یکی از سازوکارهای بنیادین در کنترل رفتارهای پرخطر محسوب می‌شود. پژوهش‌های مرتبط با ذهن‌آگاهی و تغییر رفتار سلامت نیز نشان داده‌اند افزایش آگاهی هیجانی و تنظیم عاطفی موجب کاهش رفتارهای ناسالم و ارتقای خودمراقبتی می‌شود (Abalorio & Turner, 2025). در واقع، افراد دارای دشواری در پردازش هیجانی معمولاً برای کاهش تنش روانی به رفتارهای ناسازگارانه روی می‌آورند که این موضوع می‌تواند توضیح‌دهنده سهم بالای متغیرهای هیجانی در مدل پیش‌بینی باشد.

یافته دیگر پژوهش نشان داد تکانشگری شناختی و ضعف کنترل اجرایی از قوی‌ترین پیش‌بین‌های رفتارهای ناسازگارانه سلامت هستند. این نتیجه با چارچوب‌های نظری رفتار سلامت که تصمیم‌گیری‌های سلامت‌محور را وابسته به فرایندهای خودتنظیمی می‌دانند، همخوانی دارد. پژوهش انجام‌شده بر دانشجویان ورزشکار نشان داد خودتنظیمی روان‌شناختی رابطه مستقیم با رفتارهای سلامت‌محور دارد و نقص در این سازوکارها احتمال رفتارهای پرخطر را افزایش می‌دهد (Takalapeta & Huwae, 2025). بنابراین، نتایج حاضر تأیید می‌کند که رفتارهای ناسازگارانه سلامت بیشتر حاصل نقص در کنترل شناختی است تا صرفاً فقدان آگاهی بهداشتی.

یافته‌های همبستگی پژوهش همچنین نشان دادند تنظیم هیجان و انعطاف‌پذیری شناختی نقش محافظتی در برابر رفتارهای ناسازگارانه دارند. این نتیجه با مطالعاتی که خودشفقتی و سازگاری شناختی را عوامل محافظ در برابر هم‌زمانی رفتارهای خطر سلامت معرفی کرده‌اند همسو است (Zhang et al., 2025). انعطاف‌پذیری شناختی به افراد امکان می‌دهد در مواجهه با فشارهای روانی، راهبردهای سالم‌تری انتخاب کنند و از واکنش‌های تکانشی اجتناب نمایند.

از منظر اجتماعی-دیجیتال، یافته‌های پژوهش حاضر نشان دادند شاخص‌های مرتبط با تعاملات رسانه‌ای و سبک زندگی دیجیتال در پیش‌بینی رفتارهای سلامت نقش قابل‌توجهی دارند، هرچند سهم آن‌ها کمتر از متغیرهای شناختی-هیجانی بود. این نتیجه با پژوهش‌هایی همسو است که تأثیر رسانه‌های اجتماعی بر رفتارهای پرخطر و سلامت روان را تأیید کرده‌اند (Weisskirch, 2025). همچنین مطالعات ارتباطات اجتماعی نشان داده‌اند فضای مجازی می‌تواند هنجارهای رفتاری ناسالم را بازتولید کند و احتمال مصرف مواد یا رفتارهای پرخطر را افزایش دهد (Ahmed, 2025). بنابراین، داده‌های دیجیتال به‌عنوان عوامل زمینه‌ای عمل می‌کنند، در حالی که سازوکارهای شناختی و هیجانی نقش تعیین‌کننده اصلی را دارند.

یافته مهم دیگر پژوهش، افزایش چشمگیر دقت پیش‌بینی پس از افزودن نشانگرهای شناختی-هیجانی به مدل بود. این نتیجه نشان می‌دهد متغیرهای جمعیت‌شناختی به‌تنهایی توان تبیین رفتارهای سلامت را ندارند و باید فرآیندهای روان‌شناختی عمیق‌تر در مدل‌ها لحاظ شوند. مطالعات حوزه سلامت عمومی نیز نشان داده‌اند تداوم رفتارهای سلامت پس از بحران‌های بهداشتی بیشتر وابسته به عوامل روان‌شناختی و انگیزشی است تا ویژگی‌های جمعیتی (Wang et al., 2025). به همین دلیل، رویکردهای داده‌محور مبتنی بر روان‌شناسی محاسباتی می‌توانند تحول مهمی در پیشگیری سلامت ایجاد کنند.

نتایج مربوط به اهمیت متغیرها نشان داد نارسایی هیجانی، حساسیت به استرس و تکانشگری شناختی بیشترین سهم را در پیش‌بینی خطر رفتارهای ناسازگارانه دارند. این یافته با مدل‌های آسیب‌شناسی رفتاری همسو است که تروماهای روانی و نقص کارکرد بازتابی را عوامل واسطه‌ای بروز رفتارهای خودآسیب‌رسان معرفی کرده‌اند (Sepahvand et al., 2025). در واقع، زمانی که فرد فاقد توانایی پردازش هیجانات و بازاندیشی شناختی باشد، احتمال استفاده از رفتارهای ناسالم به‌عنوان راهبرد مقابله‌ای افزایش می‌یابد.

یافته‌های پژوهش حاضر همچنین نشان دادند رفتارهای سلامت در چارچوب هویت فردی و عادت‌های رفتاری تثبیت می‌شوند. این نتیجه با فراتحلیل‌های حوزه روان‌شناسی سلامت همخوانی دارد که رابطه میان هویت و عادت را عامل کلیدی تداوم رفتارهای سلامت معرفی کرده‌اند (Zhu et al., 2025). بنابراین، پیش‌بینی رفتار سلامت مستلزم تحلیل همزمان سطح شناختی، هیجانی و هویتی فرد است.

در سطح بین‌فردی نیز می‌توان نتایج پژوهش را در پرتو مطالعات حمایت اجتماعی تبیین کرد. پژوهش‌ها نشان داده‌اند خودکارآمدی اجتماعی و انسجام خانوادگی نقش محافظتی در برابر رفتارهای پرخطر دارند (Yousefi, 2025). همچنین مطالعات مربوط به رفتارهای جست‌وجوی کمک روان‌شناختی نشان داده‌اند ادراک حمایت اجتماعی و کاهش موانع روانی احتمال رفتارهای سلامت‌محور را افزایش می‌دهد (Xiao, 2025). بنابراین، مدل پیش‌بینی حاضر را می‌توان بازتاب تعامل میان ویژگی‌های فردی و زمینه اجتماعی دانست.

نتایج پژوهش همچنین نشان دادند رفتارهای سلامت با وضعیت سلامت روان رابطه‌ای دوطرفه دارند. مطالعات ملی انجام‌شده در سالمندان نشان داده‌اند سبک زندگی سالم با کاهش افسردگی و ارتقای عملکرد روانی همراه است (Jiao et al., 2025). از سوی دیگر، استفاده اعتیادی از صفحه‌نمایش و فناوری‌های دیجیتال با افزایش افکار خودکشی و آسیب‌های روانی مرتبط دانسته شده است (Xiao et al., 2025). این همپوشانی نشان می‌دهد پیش‌بینی رفتارهای ناسازگارانه سلامت می‌تواند به‌عنوان ابزار غربالگری اولیه مشکلات سلامت روان نیز عمل کند.

از منظر رفتارهای کمک‌طلبی سلامت، یافته‌های پژوهش حاضر نشان می‌دهد متغیرهای شناختی-هیجانی نقش تعیین‌کننده‌ای در تصمیم افراد برای جست‌وجوی کمک دارند. مطالعات انجام‌شده در زمینه خشونت بین‌فردی نیز نشان داده‌اند عوامل شناختی، فرهنگی و هیجانی

مسیرهای کمک‌طلبی را شکل می‌دهند (Win, 2025). بنابراین، شناسایی این متغیرها می‌تواند به طراحی مداخلات پیشگیرانه هدفمند منجر شود.

نتیجه مهم دیگر پژوهش حاضر برتری مدل‌های ترکیبی یادگیری ماشین نسبت به الگوریتم‌های منفرد بود. این یافته با مطالعات مدیریت رفتار سلامت که استفاده از تحلیل‌های مبتنی بر هوش مصنوعی را برای پیش‌بینی تغییرات سبک زندگی مؤثر دانسته‌اند همسو است (Pourarian et al., 2025). الگوریتم‌های ترکیبی قادرند روابط غیرخطی پیچیده میان متغیرها را استخراج کرده و الگوهای پنهان رفتار انسان را آشکار سازند؛ موضوعی که در تحلیل‌های آماری سنتی کمتر امکان‌پذیر است.

همچنین نتایج پژوهش نشان داد رفتارهای سلامت در بافت اجتماعی و فرهنگی خاص معنا پیدا می‌کنند. مطالعات رفتارهای سلامت در جمعیت‌های مختلف نشان داده‌اند که ادراک خطر، تجربه‌های اجتماعی و شرایط محیطی بر تصمیم‌گیری‌های سلامت اثر می‌گذارند (Castañeda-Millán et al., 2025). این امر نشان می‌دهد مدل‌های پیش‌بینی باید حساس به زمینه فرهنگی باشند.

در مجموع، یافته‌های پژوهش حاضر از دیدگاه نظری نشان می‌دهد رفتارهای ناسازگارانه سلامت نتیجه تعامل پویا میان شناخت، هیجان، هویت و محیط اجتماعی است و از دیدگاه کاربردی نشان می‌دهد الگوریتم‌های ترکیبی یادگیری ماشین می‌توانند ابزار قدرتمندی برای شناسایی زودهنگام افراد در معرض خطر و طراحی مداخلات شخصی‌سازی شده سلامت باشند.

با وجود یافته‌های ارزشمند، پژوهش حاضر با محدودیت‌هایی همراه بود. نخست، داده‌ها مبتنی بر ابزارهای خودگزارشی بودند که احتمال سوگیری پاسخ‌دهی و خطای ادراکی را افزایش می‌دهد. دوم، طراحی پژوهش مقطعی بود و امکان استنتاج روابط علی میان متغیرها را محدود می‌سازد. سوم، نمونه پژوهش صرفاً شامل دانشجویان یک شهر بود که می‌تواند تعمیم‌پذیری نتایج به سایر گروه‌های سنی و فرهنگی را کاهش دهد. همچنین برخی شاخص‌های زیستی یا داده‌های رفتاری عینی مانند داده‌های پوشیدنی‌های سلامت در مدل لحاظ نشد که می‌توانست دقت پیش‌بینی را افزایش دهد.

پیشنهاد می‌شود مطالعات آینده از طرح‌های طولی برای بررسی مسیرهای تحول رفتارهای سلامت استفاده کنند تا پویایی تغییرات رفتاری بهتر شناسایی شود. همچنین ادغام داده‌های چندمنبعی شامل داده‌های زیستی، سنجش‌های عصبی-شناختی و داده‌های دیجیتال رفتاری می‌تواند مدل‌های پیش‌بین دقیق‌تری ایجاد کند. استفاده از نمونه‌های متنوع فرهنگی، بررسی نقش هوش مصنوعی توضیح‌پذیر در فهم مکانیسم‌های روان‌شناختی و توسعه مدل‌های شخصی‌سازی شده سلامت از دیگر مسیرهای مهم پژوهشی آینده محسوب می‌شود.

نتایج پژوهش حاضر می‌تواند در طراحی سامانه‌های غربالگری هوشمند سلامت روان و رفتار سلامت در دانشگاه‌ها مورد استفاده قرار گیرد. متخصصان سلامت روان می‌توانند با تمرکز بر آموزش تنظیم هیجان، تقویت خودتنظیمی شناختی و ارتقای انعطاف‌پذیری روان‌شناختی، خطر بروز رفتارهای ناسازگارانه را کاهش دهند. همچنین توسعه مداخلات دیجیتال مبتنی بر هوش مصنوعی، برنامه‌های پیشگیری دانشجویی و سیستم‌های هشدار زودهنگام رفتاری می‌تواند به ارتقای سلامت عمومی و پیشگیری از آسیب‌های آینده کمک کند.

مشارکت نویسندگان

در نگارش این مقاله تمامی نویسندگان نقش یکسانی ایفا کردند.

موازین اخلاقی

در انجام این پژوهش تمامی موازین و اصول اخلاقی رعایت گردیده است.

تعارض منافع

در انجام مطالعه حاضر، هیچ‌گونه تضاد منافی وجود ندارد.

تشکر و قدردانی

پژوهشگران از تمامی شرکت‌کنندگان که در اجرای پژوهش حاضر کمک نمودند نهایت قدردانی و سپاس را دارند.

شفافیت داده‌ها

داده‌ها و مآخذ پژوهش حاضر در صورت درخواست از نویسنده مسئول و ضمن رعایت اصول کپی راییت ارسال خواهد شد.

حامی مالی

این پژوهش حامی مالی نداشته است.

چکیده گسترده

EXTENDED ABSTRACT

Introduction

Health-related maladaptive behaviors represent a major challenge for contemporary public health systems because they emerge from complex interactions among cognitive, emotional, behavioral, and social determinants rather than isolated individual choices. Recent psychological and behavioral science literature emphasizes that unhealthy behaviors such as risky lifestyle patterns, excessive digital engagement, poor self-care, and health neglect develop through multilayered mechanisms involving identity formation, emotional regulation, and habitual decision-making processes (Zhu et al., 2025). Accordingly, understanding and predicting such behaviors requires moving beyond traditional linear models toward integrative computational frameworks capable of capturing nonlinear psychological dynamics.

Empirical evidence suggests that health risk behaviors rarely occur independently; instead, they tend to cluster and reinforce one another through shared psychological vulnerabilities. Research among university populations has demonstrated that exposure to social stressors, bullying experiences, and reduced self-compassion are associated with concurrent engagement in multiple health risk behaviors, highlighting the protective role of adaptive emotional processes (Zhang et al., 2025). These findings underscore the importance of cognitive–emotional markers as central predictors of behavioral health outcomes.

The rapid expansion of digital environments has further transformed behavioral health patterns. Social media exposure influences decision-making, emotional regulation, and risk perception, particularly among young adults who experience continuous online interaction. Studies indicate that perceived social media influence is associated with increased risky behaviors and deteriorating mental health outcomes (Weisskirch, 2025). Similarly, online communication environments may normalize unhealthy behaviors or reinforce maladaptive coping strategies (Ahmed, 2025). Therefore, predictive models must incorporate psychosocial and digital-context variables alongside individual psychological indicators.

Family, interpersonal, and developmental factors also contribute substantially to health behavior formation. Social self-efficacy and family cohesion have been identified as protective elements reducing engagement in

high-risk behaviors among adolescents and young adults (Yousefi, 2025). Systematic reviews further demonstrate that parental behavioral patterns can shape addictive digital habits and behavioral dysregulation (Rosales-Navarro & Pérez, 2025). These findings collectively suggest that health behaviors arise from dynamic interactions between individual cognition and environmental contexts.

From a psychological health perspective, self-care behaviors are strongly associated with illness perception, perceived social support, and decision-making competence. Evidence from chronic illness populations indicates that cognitive interpretations of health conditions influence adherence to preventive behaviors and lifestyle management (Mohammadi Manesh et al., 2025). Mindfulness-based awareness and emotional insight have similarly been linked to successful health behavior change and long-term lifestyle adjustment (Abalorio & Turner, 2025). Consequently, cognitive–emotional functioning appears to constitute a foundational mechanism underlying behavioral health regulation.

Public health research has also demonstrated that maintenance of preventive health behaviors following large-scale crises depends heavily on motivational and psychological determinants rather than demographic characteristics alone (Wang et al., 2025). Investigations conducted during global health emergencies reveal that perceived risk, anxiety regulation, and trust in health systems significantly shape health-seeking behaviors (Castañeda-Millán et al., 2025). These results highlight the necessity of predictive approaches capable of integrating psychological variability across populations.

Self-regulation and psychological well-being have consistently emerged as key determinants of healthy lifestyle adoption. Research involving student-athletes shows that higher levels of self-regulation predict healthier behavioral patterns through enhanced psychological functioning and adaptive coping strategies (Takalapeta & Huwae, 2025). Likewise, national cross-sectional studies report strong associations between healthy lifestyle behaviors and reduced depressive symptoms, reinforcing the bidirectional relationship between mental health and behavioral health outcomes (Jiao et al., 2025).

In addition, problematic digital engagement has been linked to anxiety, caregiving behaviors, and emotional vulnerability across diverse populations (Tosun, 2025). Barriers to psychological help-seeking further contribute to sustained mental health risks and maladaptive coping behaviors (Xiao, 2025). Longitudinal evidence indicates that addictive screen-use trajectories are associated with suicidal ideation and broader psychological distress among youth populations (Xiao et al., 2025). Such findings emphasize the urgency of early risk identification using advanced predictive methods.

Trauma-related processes provide another explanatory pathway. Structural modeling research demonstrates that childhood trauma and impaired reflective functioning mediate the emergence of self-harming behaviors and emotional dysregulation patterns (Sepahvand et al., 2025). Moreover, cultural and cognitive determinants influence help-seeking responses in vulnerable individuals, suggesting that behavioral risk prediction must consider psychological meaning-making processes (Win, 2025).

Recent advances in artificial intelligence and machine learning offer powerful tools for modeling complex behavioral systems. Machine learning algorithms can identify hidden patterns across multidimensional psychological datasets, allowing accurate prediction of health behavior change trajectories and lifestyle outcomes (Pourarian et al., 2025). Integrating cognitive–emotional markers with hybrid machine learning models may therefore provide a novel pathway for early identification of individuals at risk of maladaptive health behaviors.

Based on these theoretical and empirical foundations, the present study aimed to predict the risk of health-related maladaptive behaviors using hybrid machine learning algorithms and cognitive–emotional markers among university students.

Methods and Materials

This applied predictive study employed a descriptive–correlational design using a machine learning framework. The statistical population consisted of university students in Karaj during the 2025–2026 academic year. A total of 420 undergraduate and graduate students were selected through multistage cluster sampling to ensure diversity across academic disciplines and educational levels.

Participants completed a comprehensive battery of psychological assessment instruments measuring maladaptive health behaviors, emotional regulation, cognitive impulsivity, stress sensitivity, executive control, cognitive flexibility, lifestyle indicators, and digital behavior patterns. Data were collected through structured online and supervised in-person administration procedures. Ethical principles including informed consent, voluntary participation, confidentiality, and anonymous data processing were strictly observed.

Data preprocessing included missing value management, normalization procedures, and multivariate outlier detection. The dataset was divided into training and testing subsets using a 70/30 split. Multiple machine learning algorithms were implemented, including Support Vector Machine, Random Forest, Gradient Boosting, Artificial Neural Networks, and an ensemble hybrid model combining multiple classifiers. Model performance was evaluated using accuracy, sensitivity, specificity, F1-score, and Area Under the ROC Curve (AUC). Feature importance analyses were conducted to determine the relative contribution of cognitive–emotional variables to prediction outcomes.

Findings

Initial analyses indicated that maladaptive health behaviors showed significant associations with emotional dysregulation, cognitive impulsivity, and stress sensitivity, while cognitive flexibility and adaptive emotion regulation demonstrated protective relationships. Descriptive statistics confirmed adequate variability across psychological indicators, supporting suitability for predictive modeling.

Comparative algorithm evaluation revealed that the hybrid ensemble machine learning model produced the highest predictive performance. The ensemble model achieved an accuracy of 0.91, sensitivity of 0.90, specificity of 0.92, and an AUC value of 0.96, indicating excellent discrimination between high-risk and low-risk individuals. Gradient Boosting demonstrated the second-highest performance, followed by Random Forest and Artificial Neural Networks, whereas Support Vector Machine showed comparatively lower accuracy.

Feature importance analysis identified emotional dysfunction as the strongest predictor of maladaptive health behavior risk, followed by cognitive impulsivity, emotion regulation capacity, and stress sensitivity. Behavioral lifestyle variables such as sleep quality and physical activity contributed modestly but meaningfully to prediction accuracy.

Additional comparative modeling demonstrated that demographic variables alone yielded limited predictive capability. Inclusion of behavioral indicators moderately improved performance; however, incorporation of cognitive–emotional markers substantially enhanced model accuracy and reduced prediction error. The final hybrid model integrating all data sources produced the most stable and generalizable prediction outcomes.

Receiver Operating Characteristic analysis confirmed strong classification performance, with the ROC curve approaching the upper-left boundary, indicating high sensitivity even at low false-positive rates. These results demonstrate that hybrid machine learning approaches can effectively detect individuals vulnerable to maladaptive health behaviors based on psychological marker patterns.

Discussion and Conclusion

The findings demonstrate that maladaptive health behaviors are best understood as outcomes of interacting cognitive and emotional regulatory systems rather than isolated lifestyle decisions. Emotional dysfunction emerged as the strongest predictor, suggesting that individuals lacking effective emotional processing strategies may rely on maladaptive behaviors as compensatory coping mechanisms. Cognitive impulsivity and impaired executive regulation further contributed to behavioral risk, highlighting the importance of self-regulatory capacities in health behavior maintenance.

The superiority of the hybrid machine learning model indicates that behavioral health prediction benefits substantially from ensemble computational approaches capable of capturing nonlinear psychological interactions. Traditional statistical models often fail to detect complex interdependencies among psychological variables, whereas machine learning methods successfully integrate multidimensional data into accurate predictive systems.

The results also suggest that cognitive–emotional markers function as early warning indicators preceding observable behavioral deterioration. This insight supports the development of preventive mental health systems emphasizing early detection rather than post-risk intervention. The integration of psychological assessment with artificial intelligence analytics may therefore transform preventive health strategies within university and community settings.

From a theoretical perspective, the study supports multidimensional models of health behavior emphasizing identity processes, emotional regulation, and environmental interaction. Behavioral health emerges as a dynamic adaptive system influenced by internal psychological organization and external social context. Predictive modeling grounded in this integrative framework offers new opportunities for personalized health promotion.

Practically, hybrid machine learning systems may be implemented as screening tools capable of identifying high-risk individuals before maladaptive patterns become entrenched. Such systems could guide targeted psychological interventions, digital health monitoring platforms, and adaptive prevention programs tailored to individual psychological profiles.

In conclusion, integrating cognitive–emotional markers with hybrid machine learning algorithms provides a powerful and innovative approach for predicting health-related maladaptive behaviors. The findings highlight the transformative potential of computational psychology in advancing early prevention, personalized intervention, and data-driven public health decision-making.

References

- Abalorio, B., & Turner, S. (2025). Mindfulness and Health Behavior Change: Insights from Individuals Managing Hypertension. *KMAN Counseling & Psychology Nexus*, 3, 1-10. <https://doi.org/10.61838/kman.hp.psyxenus.3.15>
- Ahmed, M. (2025). Drug users' behaviors and social media communication: A study on Bangladesh. *Asian Journal of Social Health*, 12(1), 45-62. <https://doi.org/10.20944/preprints202505.2174.v1>
- Castañeda-Millán, G., Haritos, A. M., Formuli, E., Mazur, M., Balakrishnar, K., Long, B.-Z. S., & Nowrouzi-Kia, B. (2025). Exploring Health-Seeking Behaviors Among Healthcare Workers and the General Population During the COVID-19 Pandemic: A Retrospective Quantitative Study. *Health Services Insights*, 18. <https://doi.org/10.1177/11786329251316698>
- Jiao, H., Ge-Zhang, S., & Yang, J. (2025). Healthy Lifestyle Behaviors and Depressive Symptoms: A National Cross-Sectional Study of the Older Adults in China. *Frontiers in Medicine*, 12. <https://doi.org/10.3389/fmed.2025.1548034>
- Mohammadi Manesh, L., Liaqat, R., & Salehi, M. (2025). The Relationship Between Self-Care Based on Illness Perception with Social Support, Shared Decision-Making, and Self-Efficacy in Patients with Type 2 Diabetes. *Health Nexus*, 3(2), 1-8. <https://doi.org/10.61838/kman.hn.3.2.1>
- Pourarian, H., Naderi Nasab, M., & Biniaz, S. A. (2025). Evaluating the Role of Social Media in Promoting Health-Oriented Lifestyles and Behavioral Change: A Health Management Approach. *AI and Tech in Behavioral and Social Sciences*, 1-10. <https://journals.kmanpub.com/index.php/aitechbesosci/article/view/3049>
- Rosales-Navarro, C., & Pérez, I. T. (2025). Parental Behaviors and Video Game Addiction in Adolescents: A Systematic Review. *International journal of mental health and addiction*. <https://doi.org/10.1007/s11469-025-01473-7>
- Sepahvand, R., tahour, M. A., Salimi, S. H., Rahnejat, A. M., & Sepandi, M. (2025). Structural Modeling of Self-Harming Behaviors Based on Personality Organization With the Mediating Role of Childhood Traumas and

- Reflective Function in Militaries With Borderline Personality Disorder and Healthy People. *Journal of education and health promotion*, 14(1). https://doi.org/10.4103/jehp.jehp_560_24
- Takalapeta, P. A., & Huwae, A. (2025). Self-Regulation, Subjective Well-Being, and Healthy Lifestyle Behaviors Among Student-Athletes in Indonesia. *Retos*, 72, 999-1010. <https://doi.org/10.47197/retos.v72.113954>
- Tosun, H. (2025). Problematic Social Media Use and Its Relationship With Breastfeeding Behaviors and Anxiety in Social Media-Native Mothers: A Mixed-Methods Study. *Healthcare*, 13(17), 2216. <https://doi.org/10.3390/healthcare13172216>
- Wang, X., Yan, H., Shi, L., Li, T., Xia, Y., & Wang, D. (2025). Factors Influencing the Maintenance of Public Health Behaviors After an Epidemic: Cross-Sectional Study. *Jmir Public Health and Surveillance*, 11, e66535-e66535. <https://doi.org/10.2196/66535>
- Weisskirch, R. S. (2025). Social Media Made Me Do It: Perceptions of Social Media Influence, Risky Behaviors, and Mental Health Among Adolescents. *Social Science Computer Review*. <https://doi.org/10.1177/08944393251337016>
- Win, A. M. M. (2025). Exploring Influencing Factors on Help-Seeking Behaviors for Intimate Partner Violence: Insights From Ethnic Women Survivors in Myanmar. *International journal of environmental research and public health*, 22(6), 899. <https://doi.org/10.3390/ijerph22060899>
- Xiao, M., Huang, S., Tang, G., Hu, Y., & Lei, J. (2025). Status and Perceived Barriers of Psychological Help-Seeking Behaviors for Perinatal Depressive Symptoms Among Chinese Women: A Cross-Sectional Study. *Journal of Psychosocial Nursing and Mental Health Services*, 1-10. <https://doi.org/10.3928/02793695-20250416-01>
- Xiao, Y. (2025). Addictive Screen Use Trajectories and Suicidal Behaviors, Suicidal Ideation, and Mental Health in US Youths. *JAMA*. <https://doi.org/10.1001/jama.2025.7829>
- Yousefi, A. (2025). Investigating the Role of Family Cohesion, Social Self-Efficacy and Adjustment in Predicting High-Risk Behaviors in Adolescents in Kamiyaran City. *Journal of Emergency Health Care*, 14(1), 3. <https://intjmi.com/article-1-1246-fa.pdf>
- Zhang, Y., Li, Q., Xu, S., Chen, R., Qu, D., & Luo, S. (2025). Concurrence of Health Risk Behaviors and the Protective Role of Self-Compassion Among University Students with Bullying Victimization in China. *Mindfulness*, 16(4), 1075-1087. <https://doi.org/10.1007/s12671-025-02547-2>
- Zhu, L., Tao, Y., Guo, Y., Zhang, X., Wang, T., Zhou, B., Li, G., & Zhang, L. (2025). The Relationship Between Habit and Identity in Health Behaviors: A Systematic Review and Three-level Meta-analysis. *Applied Psychology Health and Well-Being*, 17(2). <https://doi.org/10.1111/aphw.70017>