



Using neural networks to predict weight loss

Anooshe Yazdan Bakhsh¹, Alireza Poor Ebrahim^{*2}, Abdolreza Norouzi³

1- PhD in Information Technology Management, Smart Business Branch, Department of Management, Faculty of Management, Islamic Azad University, Kish Branch, Iran.

2^{*} - Assistant Professor, Department of Industrial Management, Faculty of Management, Islamic Azad University, Karaj Branch, Iran.

3- Associate Professor, Department of Nutrition Sciences, Mashhad University of Medical Sciences, Iran.

Abstract

Obesity is a major public health challenge that can lead to heart disease, type 2 diabetes, and high blood pressure. Predicting weight loss plays an important role in obesity management and optimizing diet programs. In this study, three deep learning models, including recurrent neural networks (RNN), convolutional neural networks (CNN), and a combination of these models with an attention mechanism, were investigated. The results showed that the CNN model performed better than the RNN alone, and adding an attention mechanism to the RNN did not significantly improve its performance. However, adding an attention mechanism to the CNN increased the accuracy of the model and had the best performance among the models studied. These findings confirm the importance of choosing the appropriate model and utilizing the attention mechanism in improving the accuracy of weight loss prediction.

Keywords: Recurrent neural network, convolutional neural network, attention mechanism, weight loss prediction, deep learning, public health

Citation:

Yazdan Bakhsh, A. , Poor Ebrahimi, A. & Norouzi, A. (2025). Using neural networks to predict weight loss. *Journal of Intelligent Marketing Management*, 6(3), 35-59.



بکارگیری شبکه‌های عصبی در بازاریابی پیش‌بینی کاهش وزن

انوشه یزدانبخش^۱، علیرضا پورابراهیمی^{۲*}، عبدالرضا نوروزی^۳

۱- دانش آموخته دکتری مدیریت فناوری اطلاعات شاخه کسب و کار هوشمند، گروه مدیریت، دانشکده مدیریت، دانشگاه آزاد اسلامی واحد کیش، ایران.

۲- استادیار گروه مدیریت صنعتی، دانشکده مدیریت، دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج، ایران.

۳- دانشیار گروه علوم تغذیه، دانشگاه علوم پزشکی مشهد، ایران.

چکیده

چاقی یکی از چالش‌های اساسی در حوزه سلامت عمومی است که می‌تواند منجر به بیماری‌های قلبی، دیابت نوع ۲ و فشار خون بالا شود. پیش‌بینی کاهش وزن نقش مهمی در مدیریت چاقی و بهینه‌سازی برنامه‌های رژیم‌ها دارد. در این پژوهش، سه مدل یادگیری عمیق شامل شبکه‌های عصبی بازگشتی RNN، شبکه‌های عصبی کانولوشنی CNN و ترکیب این مدل‌ها با مکانیزم توجه Attention مورد بررسی قرار گرفتند. نتایج نشان داد که مدل CNN به‌تنهایی عملکرد بهتری نسبت به RNN داشته و اضافه کردن مکانیزم توجه به RNN تأثیر قابل توجهی در بهبود عملکرد آن نداشته است. با این حال، افزودن مکانیزم توجه به CNN باعث افزایش دقت مدل شده و بهترین عملکرد را در بین مدل‌های مورد بررسی داشته است. این یافته‌ها اهمیت انتخاب مدل مناسب و بهره‌گیری از مکانیزم توجه در بهبود دقت پیش‌بینی کاهش وزن را تأیید می‌کند.

کلیدواژه‌ها: شبکه عصبی بازگشتی، شبکه عصبی کانولوشنی، مکانیزم توجه، پیش‌بینی کاهش وزن، یادگیری عمیق، سلامت عمومی

استناد:

یزدانبخش، انوشه و پورابراهیمی، علیرضا و نوروزی، عبدالرضا. (۱۴۰۴). بکارگیری شبکه‌های عصبی در بازاریابی پیش‌بینی کاهش وزن. مدیریت بازاریابی هوشمند، ۶(۳)، ۳۵-۵۹.

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۲/۰۸

تاریخ ویرایش: ۱۴۰۴/۰۲/۰۴

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۳/۱۸

تاریخ انتشار: ۱۴۰۴/۰۷/۰۱

<https://doi.org/JABM.3.2.15564.3556.3274>

نشریه مدیریت بازاریابی هوشمند، ۱۴۰۴، دوره ۶، شماره ۳، پیاپی ۲۹

ناشر: نشریه مدیریت بازاریابی هوشمند

نوع مقاله: علمی پژوهشی

© نویسندگان



مقدمه و بیان مساله

چاقی و اضافه وزن به یکی از مشکلات عمده بهداشتی در سراسر جهان، به ویژه در ایران، تبدیل شده‌اند. بر اساس گزارش‌های سازمان بهداشت جهانی، افزایش نرخ چاقی باعث بروز بیماری‌های متابولیکی، قلبی-عروقی و برخی سرطان‌ها شده است (Dicker & Alfadda, 2021). با پیشرفت تکنیک‌های هوش مصنوعی، استفاده از مدل‌های یادگیری عمیق برای پیش‌بینی کاهش وزن اهمیت یافته است. مدل‌های مبتنی بر شبکه‌های عصبی قادر به شناسایی الگوهای پیچیده در داده‌های سری زمانی هستند و می‌توانند عملکرد بهتری نسبت به روش‌های سنتی ارائه دهند. (Ahmed & Abdullah, 2021)

چاقی به شیوه‌های مختلفی از نظر جسمانی، روانی و اجتماعی بر کیفیت زندگی تأثیرگذار بوده و عامل تهدیدکننده سلامت افراد می‌باشد. در ارتباط با بیماری‌های جسمانی که با چاقی مرتبط هستند میتوان به بیماری‌های قلبی-عروقی، فشار خون بالا، دیابت نوع دو و انواع سرطان اشاره کرد. چاقی و اضافه وزن به عنوان شایع‌ترین اختلالات متابولیسم، از مهم‌ترین بیماری‌های دهه‌های اخیر به شمار می‌روند. به طور کلی مطالعات نشان داده‌اند که وزن افراد، کارکرد پیچیده‌ای از متغیرهای ژنتیکی، رفتاری، روانشناختی و محیطی است. شواهد حاکی از آن هستند که ترکیبی از عوامل ژنتیکی، سوخت و سازی، زیستی-شیمیایی، فرهنگی و روانی-اجتماعی در چاقی سهیم می‌باشند. بطور کلی ترکیبی از متغیرها در چاقی تأثیرگذارند؛ متغیرهای ژنتیکی بخش قابل توجهی از چاقی را تبیین می‌کنند و بخشی دیگر نیز توسط متغیرهای رفتاری از قبیل خوردن، ورزش کردن و تعیین کننده‌ای روانشناختی و محیطی توضیح داده می‌شود. بنابراین پیچیدگی چاقی و اضافه وزن در این است که باید در بررسی آن به عوامل مختلفی توجه داشت. در برنامه‌های مدیریت وزن باید به آن دسته از متغیرها توجه کرد که اهمیت بالقوه‌ای در کاهش وزن و حفظ آن دارند.

شیوع و گسترش اضافه وزن انسان‌ها در جهان و به ویژه در جامعه ما در حال تبدیل به مساله‌ای بغرنج است و امروزه بیش از ۶۰ درصد از مردم ایران دچار اضافه وزن و چاقی هستند. پیش‌بینی شده است که ۳,۲۸ میلیارد بزرگسال تا سال ۲۰۳۰ از اضافه وزن یا چاقی رنج خواهند برد. همچنین ثابت شده است که افراد چاق در معرض خطر ابتلا به بیماری‌های عروقی، قلبی، دیابت نوع ۲، فشار خون بالا و برخی از انواع بیماری‌های بدخیم هستند. در سراسر جهان، حداقل ۲,۸ میلیون نفر سالانه از عوارض اضافه وزن یا چاقی می‌میرند با این حال، هنوز روش‌های موثر و مناسبی برای کاهش وزن موفق و پایدار شناسایی نشده است. با پیشرفت علم پزشکی، تحقیقات بیشتری در زمینه تأثیر مواد مختلف بر کاهش وزن و اثرات آن بر سلامتی انجام شد. این تحقیقات بر اساس آزمایش‌های بالینی و اثربخشی ترکیبات مختلف صورت می‌گرفت. سپس با رشد علم تغذیه و تغذیه‌شناسی، تحقیقات بیشتری در مورد تأثیر مواد غذایی و ترکیبات مختلف بر وزن و سلامتی انجام شد. این تحقیقات به عنوان پایه‌های علمی برای تأسیس دیگر رژیم‌های غذایی و برنامه‌های کاهش وزن خدمت کردند. از دهه‌های آخر قرن بیستم، ریاضیات و آمار به عنوان ابزارهای مهمی در تحلیل داده‌های مربوط به کاهش وزن و پیش‌بینی آن به کار رفتند. همچنان که علم و فناوری پیشرفت می‌کنند، ترکیب هوش مصنوعی و مدل‌های محاسباتی با داده‌های بزرگ به پژوهش‌های کاهش وزن ابزارهای قدرتمندی اضافه کرده‌اند و می‌توانند به پیش‌بینی دقیق‌تر کاهش وزن کمک کنند. در این مسیر برخی تحقیقات، از الگوریتم‌های تحلیل مسیر (Path Analysis) استفاده می‌نمایند تا عوامل متفاوتی که بر کاهش وزن تأثیر دارند را با هم در ارتباط قرار دهند. برخی تحقیقات بر روی تغییرات زمانی در وزن افراد تمرکز دارند تا بتوانند پیش‌بینی‌های دقیق‌تری در مورد کاهش وزن ارائه دهند. بعضی از مدل‌ها عواملی مانند تغذیه، میزان مصرف کالری، و فعالیت‌های ورزشی را در پیش‌بینی کاهش وزن در نظر می‌گیرند.

برخی دیگر از اندازه‌گیری‌های بیوشیمیایی مانند میزان گلوکز یا هورمون‌های مختلف در برنامه‌های پیش‌بینی استفاده می‌کنند. برخی نیز به بررسی تأثیر عوامل روانی و روحی مانند استرس، افسردگی و ترس در کاهش وزن می‌پردازند.

مدل‌های تعاملی به عنوان روشی مورد استفاده قرار می‌گیرند تا تأثیر تعاملی عوامل مختلف بر کاهش وزن بررسی شود. در برخی مطالعات، تحلیل اپیدمیولوژیکی از میزان کاهش وزن در جوامع مختلف انجام می‌شود تا الگوها و عوامل مؤثر بر کاهش وزن شناسایی شوند. برخی تحقیقات به بررسی تأثیر عوامل ژنتیکی بر کاهش وزن افراد می‌پردازند. در برخی مطالعات، عوامل جمعیت‌شناختی مانند سن، جنسیت، تحصیلات، و ترکیب جمعیت مورد تحلیل قرار می‌گیرند. در دهه‌های اخیر، استفاده از داده‌های بزرگ و ابر داده (Big Data) در پیش‌بینی کاهش وزن اهمیت زیادی پیدا کرده است و نهایتاً استفاده از مدل‌های پیش‌بینی کاهش وزن به وسیله الگوریتم‌های ماشین لرنینگ می‌تواند به ارتقاء فناوری در حوزه بهداشت و تغذیه کمک کند و از داده‌های بزرگ بهره‌برداری کند.

بنابراین، پیش‌بینی مقدار کاهش وزن در ایران و دیگر جوامع به عنوان یک ابزار مهم و موثر در بهبود سلامتی جامعه و کاهش بار بیماری‌ها و مشکلات مرتبط با چاقی اهمیت دارد. این نیاز منجر به توسعه مدل‌های پیش‌بینی متنوعی در زمینه کاهش وزن شده است. در اینگونه مسائل هدف تعیین میزان کاهش وزن فرد با متغیرهایی که شامل ویژگی‌های مختلفی همچون قد، وزن، سن، جنسیت، BMI و نتایج آزمایش‌های خونی و استفاده از داده‌های بالقوه‌ی متغیرهای موجود برای توسعه مدل‌های پیش‌بینی دقیقتر کاهش وزن می‌باشد و نیز ارائه نتایج به صورت یک مدل پیش‌بینی با دقت بالا که برای تشخیص و پیش‌بینی کاهش وزن افراد جدید قابل استفاده باشد.

در این تحقیق، ما قصد داریم یک مدل پیش‌بینی کاهش وزن را با استفاده از یادگیری ماشینی و الگوریتم‌های محاسباتی توسعه دهیم. ما برای این منظور از داده‌های کلینیکی حاصل از ۳۰۰۰ نفر در ایران استفاده می‌کنیم، که شامل اطلاعاتی از قبیل قد، وزن، سن، جنسیت، مقادیر BMI و نتایج آزمایش‌های خونی می‌شود. هدف ما این است که با آنالیز این داده‌ها و استفاده از مدل‌های یادگیری ماشینی، توانایی پیش‌بینی مقدار کاهش وزن افراد را در طول یک سال بر اساس ویژگی‌های فردی آن‌ها بهبود دهیم. این مدل پیش‌بینی می‌تواند به طراحی برنامه‌های کاهش وزن موثرتر برای بیماران، تجویز دقیقتر رژیم‌های غذایی، و ارزیابی ترکیبات مختلف تعادل انرژی پس از اجرای آن‌ها کمک کند. این تحقیق به منظور ارائه نوآوری در حوزه پیش‌بینی کاهش وزن و همچنین انجام تحلیل‌های متعدد و آماری از داده‌های بزرگ در کشور انجام می‌شود.

این مساله به دلیل ارائه راهکارهای دقیقتر برای کاهش وزن، تجویز بهتر برنامه‌های درمانی به بیماران، و ارزیابی تأثیر عوامل مختلف بر کاهش وزن افراد در ایران بدلیل مطالعات محدودی که تاکنون صورت گرفته است، بسیار اهمیت دارد. برای برطرف کردن جنبه‌های مجهول و مبهم این مساله راه‌کارهایی برای افزایش دقت و قابلیت تعمیم مدل‌ها ارائه خواهیم داد و به مدیریت موارد مبهم و تأثیرات نامعلوم در مدل‌های پیش‌بینی کاهش وزن خواهیم پرداخت و تلاش می‌کنیم اهمیت نسبی ویژگی‌ها در پیش‌بینی کاهش وزن را تعیین نماییم. این تحقیق به بررسی پیش‌بینی میزان کاهش وزن افراد در یک دوره یک ساله با استفاده از اطلاعات ابتدایی و ویژگی‌های شخصی هر فرد می‌پردازد. مساله اصلی در ایجاد یک مدل پیش‌بینی کننده موثر و دقیق برای این کاهش وزن و تاثیر متغیرهای مختلف بر آن قرار دارد.

ادبیات و مبانی نظری تحقیق

امروزه تعداد افراد چاق در حال افزایش است و این مشکل که در گذشته ای نه چندان دور مشکل کشورهای پیشرفته و صنعتی محسوب می شد هم اکنون در تمام نقاط جهان واز جمله در کشورهای در حال توسعه که معمولاً کمبودهای غذایی مشکل اصلی تغذیه‌ای است نیز در حال افزایش است. علاوه بر این کاهش سن ابتلاء به چاقی و شیوع آن در کودکان و نوجوانان نیز اهمیت زیادی دارد، زیرا چاقی در این سن تاثیر بیشتری بر سلامتی می‌گذارد در بسیاری از موارد، چاقی دوران بزرگسالی از کودکی آغاز می‌شود و پیشگیری موثر به نحوه برخورد و کنترل چاقی در دوران کودکی بستگی دارد. مطالعات مختلفی در راستای تعیین عوامل پیشین یا اثرگذار بر کاهش وزن و نگهداری آن صورت گرفته است. با این وجود، تشخیص اینکه کدام عوامل بیشترین تاثیر را در این ارتباط دارند، یکی از موضوعاتی است که در مورد آن اختلاف نظر وجود داشته و نیاز به مطالعات بیشتر دارد. همچنین بررسی طیف گسترده‌ای از عوامل، توجه به فاکتورهای فردی، محیطی، زیستی و مقایسه این عوامل همچنان به عنوان یک نیاز پژوهشی و عملی مطرح می‌باشد. به نظر می‌رسد که بزرگترین مشکل در مورد چاقی، عود و بازگشت پذیری آن است (ایوان و همکاران، ۲۰۲۲). عوامل و متغیرهایی که بر موفقیت بلندمدت در نگهداری وزن اثرگذار بوده و بیشترین رابطه را با آن داشته باشند، از اهمیت بالایی برخوردار هستند و کمک شایانی به حل مشکل چاقی و اضافه وزن می‌کنند. اخیراً برخی از مطالعات بر این موضوع متمرکز شده و در پی بررسی‌هایی که صورت گرفته است، متغیرهایی چون وضعیت خلقی و تصویر بدنی مطرح گردیده است. مطالعات تکمیلی در زمینه متغیرهای اثرگذار بر کاهش و حفظ وزن، ضمن افزایش احتمال جلوگیری از بازگشت وزن و کمک به طراحی مداخلات اثرگذارتر، در کاهش هزینه‌ها و شناسایی عوامل تعیین کننده اهمیت دارد.

در دنیا شواهد بسیاری از فواید بکارگیری فناوری اطلاعات و ارتباطات در حوزه‌های سلامت و بهداشت در کشورهای مختلف وجود دارد که همگی از کاهش هزینه‌ها، بهبود سرعت و کیفیت عملیات، دسترسی به اطلاعات دقیق و روزآمد، ارتقای سطح و کیفیت خدمات ارائه شده به شهروندان و افزایش رضایتمندی شهروندان حکایت دارند. در این رویکرد پیشنهادی به حوزه‌های سلامت و بهداشت تحت عنوان «سلامت و بهداشت هوشمند» راه حل مناسب برای فائق آمدن بر مشکلات مدیریت عملیات در این دو حوزه را طراحی و پیاده‌سازی یک سیستم یکپارچه برای سلامت و بهداشت می‌داند که در تعامل با سیستم‌های دیگری همچون الکترونیک و بهره‌گیری از ابزارهای نوین فناوری اطلاعات و ارتباطات باعث ایجاد هم‌افزایی بین سیستم‌های سلامت، بیمه و پرداخت الکترونیک و بانک‌داری می‌شود و ارزشی برای شهروندان و مدیران نظام سلامت و بیمه و در نهایت برای کل کشور ایجاد می‌کند که هیچ یک از این سیستم‌ها در حالت عملکرد مستقل نمی‌توانند به آن دست یابند. رشد روزافزون صنایع ارتباطی، مخابراتی و انفورماتیکی، هر روز دنیا را با انقلابی جدید مواجه می‌کند. انقلاب فن آوری اطلاعات و ارتباطات در کلیه بخش‌های اقتصادی، اجتماعی، سیاسی و امنیتی کشورها تاثیراتی قابل توجه بر جای گذاشته است. با توسعه فناوری اطلاعات در بخش سلامت، به دنبال تحول عظیمی در نظام ارائه خدمات بهداشتی و درمانی می‌باشیم و یکی از مهمترین حوزه‌های کاربرد فن آوری اطلاعات، حوزه بهداشت و درمانی می‌باشد. فن آوری اطلاعات از روش‌های متعددی می‌تواند به این حوزه کمک نماید. سیستم‌های ذخیره اطلاعات بیمار، سیستم‌های اطلاعات دارویی، سیستم‌های درمانی و جراحی، سیستم‌های پیگیری درمان، سیستم‌های درمان از راه دور، سیستم‌های راهبری پرستار، ربات‌های جراح و سیستم‌های پذیرش بیمار و بسیاری دیگر که در پس پرده طراحی تمام این‌ها یک هدف مشترک وجود دارد و آن تسهیل در کار درمان است. با استفاده از این سیستم‌ها

بیمار در کمترین زمان بهترین خدمات را دریافت می‌کند، پزشک تمام وقت از هر جای دنیا که بخواهد به بیماران خود دسترسی دارد و اطلاعات بیماران در همه جا به طور کامل در دسترس است. دسترسی همگانی به اطلاعات سلامت در بستر شبکه‌های الکترونیکی یک رویا نیست آن را به وضوح می‌توان در سازمان‌های درمانی که به این سیستم‌ها نزدیک شده‌اند مشاهده کرد. سامانه‌هایی مانند ذخیره الکترونیکی اطلاعات سلامت (HER) که می‌تواند اطلاعات بهداشتی، درمانی و سلامتی فرد را پیش از تولد، یعنی زمانی که فرد دوران جنینی را طی می‌کند تا پس از مرگ یعنی وقتی دیگر در قید حیات نیست را به صورت اطلاعات جامعی در یک فایل الکترونیکی ذخیره سازی کرده و آن را در یک شبکه اختصاصی در دسترس افراد مشخصی قرار دهد، به عنوان نمونه بارزی از کارکردهای فناوری اطلاعات در امر سلامت به شمار می‌رود.

تعریف چاقی

چاقی ناشی از افزایش نسبت دریافت انرژی به مصرف انرژی است زمانی که انرژی ورودی به بدن (به شکل غذا) بیشتر از انرژی مصرفی باشد، وزن بدن افزایش می‌یابد. به ازای هر ۹,۳ کیلوکالری انرژی مازاد بر نیاز که وارد بدن می‌شود یک گرم چربی ذخیره می‌شود (کلیگمن، ۲۰۰۶). به فردی که دارای وزنی حدود ۲۰ درصد بالاتر از وزن مطلوب باشد چاق اطلاق می‌شود و در چاقی شدید فرد ۴۰ درصد بالاتر از وزن مطلوبش وزن دارد. به طور کلی بدن انسان از نظر متابولیسمی از ۲ بخش ۱- توده عضلانی و استخوان ها ۲- توده چربی تشکیل یافته است.

انباشتگی توده چربی یا بافت چربی باعث چاقی می‌شود. در حقیقت می‌توان چاقی را ناشی از تجمع زیاد چربی در بدن دانست. با این تعریف ممکن است فردی (دارای بافت چربی کم) اما توده عضلانی متراکم باشد در این صورت فردی که دچار اضافه وزن می‌باشد جز افراد چاق محسوب نمی‌شود. در مجموع شاخص توده بدنی (BMI) بیشتر از ۳۰ باشد، افراد چاق محسوب می‌شوند (لانگ و همکاران، ۲۰۲۰).

چاقی حالتی است که با تجمع بیش از حد چربی در بدن مشخص می‌شود و به حالتی گفته می‌شود که وزن بدن حداقل ۲۰ درصد بالاتر از وزن استاندارد باشد که در جدول‌های معمولی وزن-قد ارائه شده است. روش دیگر و دقیق‌تر بررسی چاقی، اندازه‌گیری مقدار چربی بدن و یا شاخص جرم بدن است. میزان حجم توده بدنی در حالت سلامتی عموماً در حدود ۲۰ تا ۲۵ است و همین‌طور چاقی به زیادی چربی بدن اشاره دارد به گونه‌ای که خطر ابتلا به بیماری‌های پزشکی را نزد فرد افزایش می‌دهد. چاقی بیش از حد، به ویژه در ناحیه شکم، با افزایش خطر سلامتی به شدت همبستگی دارد. چاقی مفرط به حالتی گفته می‌شود که وزن فرد ۱۰۰ پوند بیش از وزن ایده آل بوده و یا نمایه توده بدنی وی بالاتر از ۴۰ باشد. چاقی مفرط نیز در سراسر جهان رو به افزایش است افراد چاق به گونه‌ای غیرعادی نسبت به نشانه‌های غذا در محیط اطرافشان و مزه غذاها حساس بوده و قادر نیستند در صورت مهیا بودن غذا دست از خوردن بردارند. آنان معمولاً به تمامی انواع محرک‌های بیرونی حساس‌اند، اما به پیام‌های درونی معمول گرسنگی نسبتاً پاسخ نمی‌دهند. بعضی از آنها قادر نیستند بین گرسنگی و سایر انواع دل‌تنگی یا ناخشنودی تمایز قائل شوند (کاپلان و سادوک، ۲۰۰۷). اضافه‌وزن، یا وزن اضافه بر وزن استاندارد، اگرچه معمولاً به عنوان شاخصی از چاقی به کار بسته می‌شود، اما همیشه ممکن است بازتابی از فریبی (تجمع چربی در بدن)

¹ -Body Mass Index

² Long et al

³ -adiposity

نباشد (جین، لوین، کلارچین، ۲۰۰۳). تعریف چاقی موضوع بررسی‌های زیادی بوده است، روشی که به‌طور گسترده برای تعریف چاقی پذیرفته شده محاسبه شاخص توده بدن می‌باشد. که عبارت است از تقسیم وزن بدن، بر حسب کیلوگرم بر مجذور قد، بر حسب متر.

تشخیص چاقی و اضافه‌وزن

چاقی نمی‌تواند دارای ماهیتی روان آسیب‌شناختی باشد، و به همین جهت از نظام‌های طبقه‌بندی روان‌پزشکی همچون DSM حذف شده است. متأسفانه مثل اختلال‌های آشکارا بیمارگون بی‌اشتهایی^۱ و پراشتهایی عصبی^۲ و با این استدلال که هر سری آن‌ها به طبقه واحدی تعلق دارند به‌عنوان متداول «اختلال‌های خوردن»^۳ پیشنهاد گردید. ولی در واقع روشن نیست که افراد چاق، در مقایسه با افراد با وزن بهنجار به طرز متفاوتی غذا می‌خورند. زیر گروهی از افراد چاق دچار اختلال پرخوری افراطی^۴ هستند. افراد چاق دچار اختلال پرخوری افراطی، آن‌چنان‌که به‌وسیله استانکارد (۲۰۰۲) بازمینی شد، به‌طور عینی با مصرف مقدار زیادی غذا در مدت زمانی کوتاه (مثلاً کمتر از ۲ ساعت)، مدتی که فرد به‌طور ذهنی فقدان کنترل را تجربه می‌کند، مشخص می‌گردد. اساساً تخمین زده شد که افراد چاق دچار اختلال پرخوری افراطی با استفاده از خود گزارش دهی تقریباً در ۳۰ درصد افراد چاقی که در جستجوی درمان هستند رخ می‌دهد؛ اگرچه وقتی توسط معاینه کنندگان متخصص تشخیص‌گذاری می‌شوند به نظر می‌رسد میزان شیوع به‌اندازه ۱۵-۱۰ درصد کاهش می‌یابد. یافته‌های مربوط به افراد چاق دچار اختلال پرخوری افراطی اهمیت تمیزگذاری بین افراد چاقی را که علاوه بر مسئله وزن دچار اختلال خوردن می‌باشند (یا نمی‌باشند) را آشکار می‌سازد (نیک و همکاران، ۲۰۱۹).

بررسی شیوع چاقی

در حال حاضر در اکثر کشورهای جهان چاقی نه تنها مبین سلامتی نیست بلکه در بعضی موارد نمونه‌ای از فقر و بدبختی افراد نیز به شمار می‌رود. نتیجه چندین بررسی مهم نشان می‌دهد که درصد چاقی بخصوص در بین زنان محلات فقیرنشین بالا می‌باشد. این نوع چاقی بیشتر در کشورهایی وجود دارد که مردم طبقه محروم آن قسمت اعظم غذاهای انرژی‌زای خود را از غذاهای غنی از کربوهیدرات که نسبتاً ارزانتر می‌باشند بر می‌گزینند. این چاقی را ناشی از فقر می‌نامند.

بیش از یک میلیارد نفر از جمعیت جهان چاق هستند. مطالعات مرکز تحقیقات بهداشت و تغذیه ملی^۵ نشان می‌دهد که جمعیت بزرگسال مبتلا به چاقی با ($BMI > 30$) در آمریکا، از ۴/۵ درصد (بین سال‌های ۱۹۷۶ و ۱۹۸۰) به ۲۲/۵ درصد (بین سال‌های ۱۹۹۴ و ۲۰۰۴) افزایش یافته است (برون، ۲۰۰۹).

نکته مهم این است که در بیشتر کشورها تعداد افراد چاق روبه افزایش است. مثلاً در کشور انگلستان ۱۲ درصد از زنان و ۸ درصد از مردان به درجات مختلف چاقی مبتلا هستند. با این حال چاقی گریبان‌گیر کودکان و نوجوانان نیز شده است به طوری که در ایالات متحده بیش از ۳۰ درصد کودکان چاق اند و در سراسر جهان بالغ بر ۲۲ میلیون کودک زیر ۵ سال یا چاق هستند یا اضافه‌وزن دارند. افزایشی به میزان ۵۴ درصد در کودکان و ۳۹ درصد در نوجوانان در طی ۲۰ سال مشاهده می‌شود (لانگ و همکاران، ۲۰۲۰).

¹ - Jean

² - Kalarchian

³ - Anorexia nervosa

⁴ - Bolimia nervosa

⁵ - Eating disorders

⁶ - Binge- Eating Disorder

⁷ Nick et al

⁸ - National Health and Nutrition Examination Survey

پیشینه تحقیق

میا و ممون (۲۰۲۲) در مطالعه ای به بررسی استفاده از داده‌های موبایل به منظور پیش‌بینی تناسب اندام و وضعیت سلامت برای ورزشکاران می‌پردازند. مقاله از داده‌های جمع‌آوری شده از دستگاه‌های موبایل و سنسورهای نصب شده بر روی بدن افراد استفاده می‌کند. مطالعه از طریق تحلیل و مقایسه چندین الگوریتم یادگیری ماشینی با هدف پیش‌بینی رفتار انسانی و وضعیت سلامت انجام می‌شود. در این پژوهش، از مدل‌های یادگیری ماشین مانند XGBoost برای پیش‌بینی سلامت و تناسب اندام ورزشکاران استفاده شده است که دقت بسیار بالایی دارد.

در پژوهش دیگری جویسلین و آلیس لی (۲۰۲۲) تعداد بیست و سه مطالعه در رابطه با استفاده از چت ربات هوش مصنوعی (AI) برای کاهش وزن و شناسایی اجزاء ضروری برای افزایش مدت مشارکت کاربران را بررسی نمودند. در این بررسی به این نتیجه رسیدند که چت ربات‌های پیشرفته تر که روابط کلامی یا تصویری با کاربر ایجاد می‌کردند و رفتار شبیه رفتار انسانی داشتند در تشویق افراد به کاهش وزن موثر تر بودند.

فورمن و بری (۲۰۲۲) به مطالعه تکنیک هوش مصنوعی به نام یادگیری تقویتی و استفاده از آن برای انتخاب بهترین روش کاهش وزن استفاده نمودند. یادگیری تقویتی، یک راه‌حل بهینه‌سازی است که نتایج مرتبط با اقدامات خاص را پیگیری کرده و به مرور زمان یاد می‌گیرد که کدام اقدامات به نتیجه مطلوبی منجر می‌شوند و به صورت فزاینده در بهینه‌سازی درمان‌های پزشکی (مانند دوزهای شیمی درمانی) مورد استفاده قرار گرفته است و به تازگی شروع به استفاده در درمان‌های رفتاری کرده است. آنها توانستند با این روش به انتخاب روش درمانی کاهش وزن با هزینه کمتر دست پیدا کنند.

هئون کیم و یانگین کیم (۲۰۲۲) به مطالعه ای پرداختند که به ثبت روزانه عوامل مرتبط با سبک زندگی از جمله ثبت غذا، ثبت ورزش، و ثبت وزن برای کمک به کاربران در مدیریت وزن می‌پردازد. این تحقیق عوامل مؤثر بر کاهش وزن را بررسی کرده و از مدل شبکه عصبی بازگشتی (RNN) برای پیش‌بینی استفاده کرده است. این مقاله به افزایش انتشار چاقی در سراسر جهان و علاقه به مداخلات مبتنی بر موبایل برای مدیریت وزن به دلیل دسترسی آسان و کارایی هزینه‌ای آنها اشاره می‌کند. اهداف اصلی این تحقیق توسعه مدل هوش مصنوعی تفسیرپذیر برای پیش‌بینی تغییرات وزن با استفاده از متغیرهای زمان-متغیر و زمان-ثابت و همچنین شناسایی عوامل مؤثر بر کاهش وزن هستند.

شاوونی دووتا و سایاساچی پارامانیک (۲۰۲۱) در مطالعه ای، مسئله اضافه وزن و چاقی به عنوان یک مسئله جهانی مورد بررسی قرار می‌دهند و ارتباط آن با شرایط مربوط به COVID-19 بررسی می‌کنند. این مقاله از معماری شبکه‌های عصبی عمیق (Deep Learning) برای پیش‌بینی خطر افزایش وزن استفاده می‌کند. معماری مدل ارائه شده در مقاله شامل لایه‌های Convolutional Neural Network (CNN) و Gated Recurrent Unit (GRU) است. CNN برای استخراج ویژگی‌های مهم از داده‌ها استفاده می‌شود و سپس این ویژگی‌ها به لایه‌های GRU ارسال می‌شوند تا ارتباطات بین ویژگی‌ها برای پیش‌بینی خطر افزایش وزن مورد بررسی قرار گیرد. این مدل با دقتی حدود ۹۳٫۷٪ پیش‌بینی انجام می‌دهد.

کاوهر احمد و ناشوها لی (۲۰۲۱) به تحقیق در زمینه چاقی و اثرات آن بر روی سلامت بیماران چاق می‌پردازند. تحقیق حاضر از داده‌های مربوط به تغذیه و تمرین بیماران چاق استفاده کرده و از الگوریتم‌های یادگیری ماشینی مانند K-Nearest Neighbor و Decision Tree برای تصنیف و پیش‌بینی تغییرات وزن بیماران چاق استفاده کرده است. نتایج نشان می‌دهد که از مدل درخت تصمیم

برای تصنیف داده‌های تغذیه و تمرین با دقت ۷۱٫۵۴٪ و ۶۳٫۶۳٪ به ترتیب استفاده شده است. این پژوهش می‌تواند به پزشکان و متخصصان در ارائه مشاوره و نسخه‌دهی به بیماران چاق کمک کند.

فورمن و بری (۲۰۲۱) به بررسی امکان استفاده از تکنیک‌های هوش مصنوعی، به ویژه یادگیری تقویتی (RL)، برای بهینه‌سازی درمان‌های کاهش وزن رفتاری (BWL) پرداخته‌اند. درمان کاهش وزن رفتاری (BWL) به دلیل محدودیت در دسترس بودن متخصصین و هزینه‌های بالای تحویل، محدودیت‌هایی دارد. در این راستا، یادگیری تقویتی به عنوان یک راه‌حل بهینه‌سازی مورد استفاده قرار گرفته که نتایج مرتبط با اقدامات خاصی را پیگیری می‌کند و به مرور زمان یاد می‌گیرد که کدام اقدامات به نتایج مطلوب منجر می‌شوند.

دیگر و آلفادو (۲۰۲۱) در این مطالعه به شناسایی عواملی پرداخته‌اند که می‌توانند به افزایش یا کاهش انگیزه افراد چاق در کاهش وزن کمک کنند. آنها یک فرآیند سیستماتیک را برای تضمین قابلیت تکرار و پیوستگی مدل‌های خود آغاز کردند. تمام متغیرهای مستقل بالقوه شناسایی شدند و نسبت‌های شانس دوتایی و فاصله‌های اطمینان محاسبه شدند سپس متغیرهایی با نسبت‌های شانس معنی‌دار در چهارچوب‌های سوم و چهارم حفظ شدند در نتیجه یک مدل چند متغیری اولیه ایجاد شد، در نتیجه توانستند عوامل موثر در انگیزه افراد را پیدا کنند.

یانگ زو و ایون چن (۲۰۲۱) در این مقاله مدلی با هدف بررسی راه‌هایی برای افراد چاق برای حفظ وزن پس از کاهش وزن توسط تکنولوژی استخراج داده‌ها و برجسته کردن ارتباط بین حل مسئله اجتماعی و نتایج کاهش وزن طراحی کرده‌اند. این تحقیق با استفاده از مقیاس حل مسئله اجتماعی و جمع‌آوری پرسشنامه‌ها و داده‌های وزن از اعضای تیمی که کلاس آنلاین کاهش چربی را سه ماه پیش ترک کرده‌اند، انجام شده است، که برخی از آن‌ها آنلاین توسط صدا یا ویدئو مصاحبه شده‌اند. از SPSS برای آزمون اثر پیش‌بینی حل مسئله اجتماعی روی کاهش وزن استفاده شده است. نتایج نشان می‌دهد که اثرات کاهش وزن پس از سه ماه با گرایش عدم توانایی حل مساله به طور قابل توجهی مرتبط است. طبق تجزیه و تحلیل رگرسیون، گرایش به ناتوانی در حل مسئله، می‌تواند با دقت وزن افرادی که در حال کاهش وزن هستند را پیش‌بینی کند. تحقیقات ما به این نتیجه می‌رسد که بهبود در مهارت‌های حل مسئله اجتماعی می‌تواند منجر به تغییر قابل توجهی از حل مسئله منفی، به حل مسئله مثبت و منطقی شود.

دیانا توماس و آندرا ایوانسکو (۲۰۱۹) به بررسی پیش‌بینی موفقیت در کاهش وزن بلندمدت از نتایج کاهش وزن کوتاه مدت می‌پردازند و از یک مدل تعادل انرژی پویا (مطالعه POUNDS Lost) بهره می‌برند. نویسندگان از این مدل برای تجزیه و تحلیل داده‌ها و برآورد احتمال موفقیت در کاهش وزن بلندمدت استفاده می‌کنند. در این مطالعه، به بررسی روابط بین نتایج کاهش وزن کوتاه مدت و نتایج کاهش وزن بلندمدت پرداخته می‌شود. تحلیل داده‌های مربوط به کاهش وزن افراد در مطالعه POUNDS Lost انجام می‌شود تا عواملی که موفقیت در کاهش وزن بلندمدت را پیش‌بینی می‌کنند، شناسایی شوند. این تحلیل ممکن است به نتایج جدیدی در زمینه موفقیت در کاهش وزن در طولانی مدت منجر شود.

نیک کوملی و ماریسالی (۲۰۱۹) در این مطالعه، مدل‌های مختلفی برای پیش‌بینی تغییرات وزن بدن انسان‌ها توسعه داده‌اند. به عنوان مثال، از مدل‌های خطی (Linear Regression)، مدل‌های ماشین‌های بردار پشتیبان (GBM) و مدل‌های شبکه عصبی (Neural Network) استفاده شده است.

دایانا توماس و میکائیل سیولتی (۲۰۱۹) مفاهیم مرتبط با مدل‌های تعادل انرژی حرارتی در پیش‌بینی تغییرات وزن را مورد بحث و توضیح قرار گرفته داده‌اند. این مدل‌ها به عنوان ابزارهای کاربردی در حوزه‌های مختلف به کار گرفته می‌شوند. و برای پیش‌بینی تغییرات وزن و کاربردهای مختلف آنها اشاره دارد. این مدل‌ها با استفاده از اصول ترمودینامیکی انرژی (قانون اول ترمودینامیک) توسعه داده می‌شوند و نیازی به داده‌های زمانی بلند مدت برای توسعه مدل ندارند و از مدل‌های مبتنی بر آمار به دلیل سادگی محاسباتی و امکان استفاده از برنامه‌ها و اپلیکیشن‌های وب و گوشی‌های هوش مصنوعی برای تحویل پیش‌بینی‌ها متمایز هستند.

استفان کرگان و مارگارت کلارک (۲۰۱۷) به بررسی ارتباط بین موفقیت‌های قبلی در کاهش وزن از طریق تغییرات در رژیم غذایی و موفقیت در برنامه تغییر سبک زندگی می‌پردازد. مطالعه حاضر تفاوت‌ها در فرآیندهای روان‌شناختی ابتدایی، تغییرات در آنها در طول زمان و کاهش وزن در مدت یک ساله در یک برنامه کاهش وزن رفتاری میان افرادی که قبلاً موفق به کاهش وزن از طریق کنترل تغذیه شده‌اند و افرادی که موفقیت مشابهی نداشته‌اند، مورد ارزیابی قرار می‌دهد. یکی از نتایج مهم این مقاله این است که افرادی که قبلاً موفق به کاهش وزن از طریق تغییر در رژیم غذایی خود شده‌اند، تا میزان بیشتری وزن را در طول زمان از دست می‌دهند نسبت به افرادی که تجربه موفقیت مشابهی نداشته‌اند. علاوه بر این، تفاوت‌هایی در متغیرهای ابتدایی و تغییر در آنها در برخی جنبه‌های از انگیزه و خودکارآمدی مشاهده شده است، اما تنها تفاوت در حضور در جلسات درمان تغییرات وزن مختلف را توجیه می‌کند.

باترهم و تاپسل (۲۰۱۶) در مورد استفاده از روش‌های داده‌کاوی (Data Mining) برای پیش‌بینی موفقیت در یک مطالعه درمانی جهت کاهش وزن مطالعه انجام دادند. در این مطالعه به بررسی رابطه بین متغیرهای جمعیت‌شناسی معمولی و متغیرهای مرتبط با کاهش وزن اولیه برای پیش‌بینی موفقیت در کاهش وزن در مدت ۱۲ ماه می‌پردازند، بدون اینکه فرضیه خطی بودن این روابط را در نظر بگیرند. آنها از روش‌های داده‌کاوی مانند درخت تصمیم (Decision Trees)، مدل‌های تطبیقی ترکیبی (Generalised Additive Models)، و مدل‌های چند متغیره تطبیقی (Multivariate Adaptive Regression Splines) به علاوه رگرسیون لجستیک (Logistic Regression) برای پیش‌بینی استفاده کرده‌اند.

عبدالرضا نوروزی و زینب جعفرزاده (۲۰۱۹) در مطالعه‌ای عوامل پیش‌بینی کننده شناسایی شده موفقیت کاهش وزن و پایداری به برنامه کاهش وزن در بیماران چاق را بررسی کردند. نتیجه این مطالعه نشان داد که سن پایین‌تر، مراجعه بیشتر به پزشک، وزن اولیه بالاتر، BMI بیشتر و دور کمر با کاهش وزن موفق در شرکت کنندگان همراه است. علاوه بر این، تغییر وزن بین بازدید اول و دوم، فرکانس بالاتر مراجعه و تفاوت‌های جنسیتی با احتمال بیشتری از کاهش وزن موفق همراه بود. مطالعه آنها نشان داد که بیش از پنجاه درصد از شرکت کنندگان در برنامه‌های کاهش وزن موفق هستند. برخی از شواهد موجود نشان می‌دهد که مدت زمان طولانی‌تر درمان ممکن است پشتیبانی مداوم را فراهم کند و به افراد در کاهش وزن در دراز مدت کمک کند.

اروی بختیاری، حمید پورشریفی (۲۰۱۹) در این پژوهش با هدف تعیین نقش عوامل مهم در پیش‌بینی موفقیت در حفظ کاهش وزن مطالعه انجام دادند نتایج نشان دادند که متغیرهای خودکارآمدی سبک زندگی مرتبط با خوردن، تصویر بدنی، عزت نفس، تفکر دوقطبی در خوردن و حمایت اجتماعی ادراک شده در مجموع ۳۹/۸ درصد از واریانس موفقیت در حفظ کاهش وزن افراد شرکت کننده در بلند مدت را پیش‌بینی می‌کند و در نتیجه عوامل روان‌شناختی و رفتاری نقش مهمی را در موفقیت افراد مبتلا به چاقی برای نگهداری کاهش وزن در بلند مدت ایفا می‌کنند. در نظر گرفتن این عوامل در برنامه‌های کاهش وزن ضروری به نظر می‌رسد.

مریم بیدادیان و هادی بهرامی احسان (۲۰۱۳) در این پژوهش به منظور تعیین قدرت پیشبینی عوامل زیستی - روانی - اجتماعی در نگهداری وزن افراد مبتلا به اضافه وزن و چاقی مطالعاتی انجام داده اند. نتایج حاصل از تحلیل رگرسیون گام به گام به آنها نشان داد که از میان متغیرهای پژوهش، متغیرهای وزن ذهنی، نوسان وزن، اضطراب صفت، اضطراب حالت، رضایت بدنی و ارزشیابی قیافه از قدرت پیشبینی بیشتری در تبیین واریانس نگهداری وزن برخوردارند و در مجموع توانستند ۳۷٪ از توفیق نگهداری وزن را تبیین کنند. در نتیجه براساس این پژوهش میتوان نتیجه گرفت که نگهداری وزن با وزن ذهنی، نوسان وزن، اضطراب حالت و رضایت بدنی، رابطه مثبت معنادار و با اضطراب صفت و ارزشیابی قیافه، رابطه منفی معنادار دارد. بنابراین، ضروری است تا در مداخلات بالینی درمان چاقی، برنامه ریزی لازم برای مداخله در سطوح شناختی و نیز هیجانی صورت گیرد.

روش تحقیق

تحقیق حاضر جزو تحقیقات توصیفی (غیرآزمایشی) به شمار می‌رود. در تحقیق توصیفی، محقق به دنبال چگونگی بودن موضوع است و می‌خواهد بداند پدیده متغیر، شیء یا مطلب چگونه است؛ به عبارت دیگر این نوع روش تحقیق به بررسی وضع موجود می‌پردازد و با توصیف منظم وضعیت فعلی کلینیک‌های لاغری از دیدگاه هوش مصنوعی، ضمن معرفی مدل‌های پیش‌بینی موجود در این رویکرد و شناسایی مهمترین ابعاد، مؤلفه‌ها و مقوله‌های مؤثر بر این مدل‌ها، چگونگی ارتقاء و ارائه یک مدل پیش‌بینی هوشمند در تحقیق حاضر جهت گردآوری اطلاعات مربوط به ادبیات موضوع و پیشینه پژوهش با بهره‌گیری از مقالات، کتب و پایان‌نامه‌های معتبر از روش‌های کتابخانه‌ای بهره گرفته خواهد شد. علاوه بر این به منظور جمع‌آوری اطلاعات اولیه مورد نیاز برای سنجش داده‌ها از روش میدانی با دریافت و تحلیل نظرات متخصصین، خبرگان و صاحب‌نظران تغذیه و کاهش وزن با تمرکز بر کلینیک‌های تغذیه استفاده می‌شود. جامعه آماری این تحقیق شامل افرادی است که در مراکز بیمارستانی و یک کلینیک خصوصی تغذیه در ایران (مشهد) مشمول مطالعه شده‌اند. این افراد دارای داده‌های کلینیکال می‌باشند که در طول یک سال برای آن‌ها جمع‌آوری شده است. مجموعه داده‌های این پژوهش شامل وزن افراد در شش بازه زمانی متوالی است. این ویژگی‌ها به عنوان ورودی به مدل داده شده‌اند و مقدار کاهش وزن در مرحله ششم به عنوان مقدار هدف (Target) برای مدل تعریف شده است. علاوه بر اطلاعات وزنی، متغیرهای شخصی مانند قد، سن و جنسیت نیز در تحلیل داده‌ها مورد بررسی قرار گرفته‌اند.

معماری مدل‌ها

- مدل RNN شامل دو لایه LSTM با ۵۰ واحد و یک لایه خروجی خطی
- مدل CNN شامل دو لایه Conv1D با فیلترهای ۶۴ تایی و کرنل سایز ۲، به همراه یک لایه Dense
- مدل RNN+Attention شامل دو لایه LSTM به همراه یک لایه مکانیزم توجه
- مدل CNN+Attention شامل دو لایه Conv1D به همراه یک لایه مکانیزم توجه و یک لایه Dense

معیارهای ارزیابی

برای مقایسه عملکرد مدل‌ها، از میانگین مربعات خطا (MSE)، ریشه میانگین مربعات خطا (RMSE)، میانگین قدر مطلق خطا (MAE) و ضریب تعیین (R^2) استفاده شده است.

یافته‌های تحقیق

آمار توصیفی

آمار توصیفی شامل مجموعه روش‌هایی است که برای جمع‌آوری، خلاصه کردن، طبقه‌بندی و توصیف حقایق عددی به کار می‌رود. در واقع این آمار، داده‌ها و اطلاعات پژوهش را توصیف می‌کند و طرح یا الگوی کلی از داده‌ها برای استفاده سریع و بهتر از آن‌ها به دست می‌دهد.

جدول ۱: آمار توصیفی

متغیرها	نماد	میانگین	میانه	ماکزیمم	مینیمم	انحراف معیار	چولگی	کشیدگی	احتمال آماره جارك برا
جنسیت	GENDER	۱,۵۵	۲,۰۰	۲,۰۰	۱,۰۰	۰,۴۹	-۰,۲۲	۱,۰۵	۰,۰۰۰
قد	HEIGHT	۱۷۰,۳۴	۱۶۸,۰۰	۱۹۴,۰۰	۱۵۱,۰۰	۱۰,۲۴	۰,۵۱	۲,۲۶	۰,۰۰۰
سن	AGE	۳۶,۸۶	۳۶,۰۰	۶۱,۰۰	۱۸,۰۰	۹,۴۲	۰,۲۶	۲,۲۴	۰,۰۹۶
شاخص وزن ۱	WEIGHT1	۸۳,۳۸	۸۳,۰۰	۱۲۵,۰۰	۷۲,۰۰	۷,۴۸	۱,۶۹	۸,۱۷	۰,۰۰۰
شاخص وزن ۲	WEIGHT2	۸۱,۷۱	۸۱,۰۰	۱۲۴,۰۰	۶۹,۰۰	۷,۵۱	۱,۶۸	۸,۱۶	۰,۰۰۰
شاخص وزن ۳	WEIGHT3	۸۰,۱۱	۴۹,۰۰	۱۲۳,۰۰	۶۶,۰۰	۷,۵۷	۱,۶۸	۸,۱۶	۰,۰۰۰
شاخص وزن ۴	WEIGHT4	۷۸,۳۹	۷۷,۰۰	۱۲۲,۰۰	۶۲,۰۰	۷,۶۹	۱,۵۵	۷,۷۴	۰,۰۰۰
شاخص وزن ۵	WEIGHT5	۷۶,۱۸	۷۵,۰۰	۱۲۱,۰۰	۵۸,۰۰	۷,۹۳	۱,۴۱	۷,۲۶	۰,۰۰۰
شاخص وزن ۶	WEIGHT6	۷۱,۵۳	۷۱,۰۰	۱۱۸,۰۰	۵۱,۰۰	۸,۳۰	۱,۲۲	۶,۵۸	۰,۰۰۰

شاخص توده	BMI1	۲۹,۰۳	۲۹,۰۶	۵۱,۵۱	۱۹,۱۳	۴,۲۱	۰,۴۱	۳,۶۱	۰,۰۰۰
۱									
شاخص توده	BMI2	۲۸,۴۵	۲۸,۵۸	۵۰,۶۴	۱۸,۸۶	۴,۱۶	۰,۴۳	۳,۶۷	۰,۰۰۰
۲									
شاخص توده	BMI3	۲۷,۸۹	۲۷,۹۴	۴۹,۵۶	۱۸,۳۳	۴,۱۲	۰,۴۴	۳,۷۰	۰,۰۰۰
۳									
شاخص توده	BMI4	۲۷,۲۹	۲۷,۲۸	۴۹,۵۶	۱۷,۶۳	۴,۰۹	۰,۴۵	۳,۷۸	۰,۰۰۰
۴									
شاخص توده	BMI5	۲۶,۵۲	۲۶,۴۵	۴۸,۲۴	۱۶,۵۵	۴,۰۸	۰,۴۷	۳,۸۱	۰,۰۰۰
۵									
شاخص توده	BMI6	۲۴,۹۰	۲۴,۷۷	۴۶,۹۳	۱۴,۵۸	۴,۰۴	۰,۵۱	۳,۹۱	۰,۰۰۰
۶									

همبستگی متغیرهای پژوهش

ضریب همبستگی ابزاری آماری برای تعیین نوع و درجه رابطه یک متغیر کمی با متغیر کمی دیگر است. ضریب همبستگی، یکی از معیارهای مورد استفاده در تعیین همبستگی دو متغیر است. ضریب همبستگی شدت رابطه و همچنین نوع رابطه (مستقیم یا معکوس) را نشان می‌دهد. این ضریب بین ۱ تا -۱ است و در عدم وجود رابطه بین دو متغیر، برابر صفر است.

جدول ۲: همبستگی اسپیرمن بین روش‌ها

مرحله ۱			
شاخص توده	شاخص وزن	شاخص قد	
		۱,۰۰۰۰۰۰	شاخص قد
		۰,۰۰۰۰	
	۱,۰۰۰۰۰۰	۰,۷۲۵۶۳۰	شاخص وزن
	۰,۰۰۰۰	۰,۰۰۰۰	
۱,۰۰۰۰۰۰	۰,۵۹۶۳۲۷۴	۰,۶۸۵۹۲۱	شاخص توده

مرحله ۲			
شاخص توده	شاخص وزن	شاخص قد	
		۱,۰۰۰۰۰۰	شاخص قد
		۰,۰۰۰۰	
	۱,۰۰۰۰۰۰	۰,۶۵۰۸۹۴	شاخص وزن
	۰,۰۰۰۰	۰,۰۰۰۰	
۱,۰۰۰۰۰۰	۰,۶۶۸۵۷۱۷	۰,۸۳۶۱۶۵۴	شاخص توده
۰,۰۰۰۰	۰,۰۰۰۰	۰,۰۰۰۰	
مرحله ۳			
شاخص توده	شاخص وزن	شاخص قد	
		۱,۰۰۰۰۰۰	شاخص قد
		۰,۰۰۰۰	
	۱,۰۰۰۰۰۰	۰,۶۸۳۱۲۵۴	شاخص وزن
	۰,۰۰۰۰	۰,۰۰۰۰	
۱,۰۰۰۰۰۰	۰,۵۲۴۱۲۳۶	۰,۶۶۴۳۲۰۲	شاخص توده
۰,۰۰۰۰	۰,۰۷۶۸	۰,۱۱۹۴	
مرحله ۴			
شاخص توده	شاخص وزن	شاخص قد	
		۱,۰۰۰۰۰۰	شاخص قد
		۰,۰۰۰۰	
	۱,۰۰۰۰۰۰	۰,۶۳۸۵۹۴	شاخص وزن
	۰,۰۰۰۰	۰,۰۰۰۰	
۱,۰۰۰۰۰۰	۰,۶۴۴۹۵۳	۰,۵۳۷۸۴۲۶	شاخص توده
۰,۰۰۰۰	۰,۰۰۰۰	۰,۰۰۰۰	
مرحله ۵			
شاخص توده	شاخص وزن	شاخص قد	
		۱,۰۰۰۰۰۰	شاخص قد
		۰,۰۰۰۰	

	۱,۰۰۰۰۰۰	۰,۶۳۵۹۴۲	شاخص وزن
	۰,۰۰۰۰	۰,۰۰۰۰	
۱,۰۰۰۰۰۰	۰,۵۴۶۸۹۲	۰,۵۲۰۷۴۳	شاخص توده
۰,۰۰۰۰	۰,۰۰۰۰	۰,۰۰۰۰	
مرحله ۶			
شاخص توده	شاخص وزن	شاخص قد	
		۱,۰۰۰۰۰۰	شاخص قد
		۰,۰۰۰۰	
	۱,۰۰۰۰۰۰	۰,۶۵۴۳۲۹	شاخص وزن
	۰,۰۰۰۰	۰,۰۰۰۰	
۱,۰۰۰۰۰۰	۰,۳۲۸۵۹۴	۰,۸۶۵۴۱۲	شاخص توده
۰,۰۰۰۰	۰,۰۰۰۰	۰,۰۰۰۰	

ارزیابی مدل پیش‌بینی کاهش وزن

در این تحقیق برای تخمین مدل‌های زیر از الگوریتم یادگیری عمیق استفاده شده است. شبکه‌های عصبی، یادگیری عمیق را توسط تبدیل‌های غیرخطی که به صورت مجموعه‌ای از لایه‌ها به کار گرفته می‌شوند، اعمال می‌کنند و به تعیین نمایش مناسبی از روابط بین داده‌ها می‌پردازند. داده‌های ورودی به صورت آرایه‌ای از داده‌های چند بعدی در لایه ابتدایی قابل مشاهده هستند. پس از آن، مجموعه‌ای از لایه‌های پیچشی (لایه‌های پنهان) که روی داده‌های ورودی اعمال می‌شوند به استخراج ویژگی می‌پردازند و یک نسخه تبدیل یافته از داده‌های ورودی را توسط مجموعه‌ای از فیلترها با آرایه‌های چند بعدی در خروجی تولید می‌کنند. با فرض ورودی دو بعدی x ، با فیلتر دو بعدی h کانولوشن دو بعدی زیر شکل می‌گیرد.

$$(x * h)_{i,j} = x[i,j] * h[i,j] = \sum_n \sum_m x[n,m] . h[i - n][j - m]$$

بعد از عمل کانولوشن یک مقدار بایاس اضافه شده و برای تولید نگاشت ویژگی، تابعی غیر خطی به عنوان تابع فعال سازی اعمال

می‌شود:

$$h'_{i,j} = g((W^l * x)_{ij} + b_l)$$

در فرمول فوق * عملگر کانوالو دو بعدی و $g(\cdot)$ ، تابع فعال سازی است، b_l ، مقادیر بایاس و W^l ، ضرایب یا وزن‌های فیلترها را مشخص می‌کند. توابع فعال سازی متنوعی نظیر تابع سیگموئید، تابع تانژانت هایپربولیک و تابع یکسوکننده در CNN استفاده می‌شود که در این پایان‌نامه از تابع یکسوکننده خطی (ReLU) استفاده شده است، این تابع فعال سازی سرعت بالایی در انجام پروسه نسبت به

¹ Rectified Linear Unit

سایر توابع فعال سازی دارد. آخرین لایه برای طبقه بندی از طبقه بند پیشینه-هموار استفاده می کند که مقادیر احتمالات پسین را در K کلاس تخمین می زند.

$$\hat{y}_i = \frac{e^{z_i}}{\sum_{j=1}^K e^{z_j}}, \quad i = 1, \dots, K$$

مقادیر z_i ، در لایه خروجی محاسبه می شوند و به احتمالات نگاشت می شوند. یک تابع تلفات $L(\cdot)$ ، در آخرین لایه اختلاف بین احتمالات تخمین زده شده، \hat{y}_i و مقادیر اصلی کلاس ها را محاسبه می نماید. پارامترهای CNN، θ ، با حداقل کردن تابع تلفات در دوره آموزش محاسبه می گردند.

$$\min_{\theta} \sum_{i \in S} L(\hat{y}_i, y_i)$$

تابع تلفات معمولاً تابع میانگین مربعات خطا یا تابع آنتروپی است.

CNN ها مدل های MLP را با استفاده از سه ایده مهم بهبود بخشیده اند، (i) فعل و انفعالات پراکنده، (ii) به اشتراک گذاری پارامترها و (iii) نمایش های دو متغیره. این کار تعداد پارامترهای مدل را به میزان قابل توجهی کاهش می دهد و سبب ایجاد عدم وابستگی می شود. فعل و انفعالات پراکنده نشان می دهد که وزن کرنل ها نسبت به ورودی کوچکتر است و فیلتر متحرک را برای تولید خروجی (تقریباً با اندازه ورودی ها) برای لایه فعلی ایجاد می کند. اشتراک پارامتر سبب می شود همان کرنل برای اسکن کل نقشه ورودی استفاده شود این موضوع به طور قابل توجهی تعداد پارامترهای مورد نیاز و احتمال بیش برآزش را کاهش می دهد. بیش برآزش زمانی اتفاق می افتد که مدل در هنگام برآزش به جای یادگیری داده ها شروع به حفظ کردن آن ها می کند. نمایش های دو متغیره نشان می دهد که عملیات کونولوشنال از نظر مقیاس و شکل متغیر هستند.

در شبکه CNN، داده ورودی به عنوان ماتریسی از اعداد به شبکه داده می شود. در ابتدا، یک لایه پیچشی با استفاده از فیلترهای کوچکی که به دنبال یافتن الگوهای مختلف در داده های ورودی هستند، اطلاعاتی از داده ها استخراج می کند. سپس، یک لایه پولینگ^۳ برای کاهش ابعاد داده ورودی و حذف اطلاعات اضافی استفاده می شود. این عملیات تکرار می شود تا اطلاعاتی که در لایه های پیچشی و پولینگ استخراج می شود، تبدیل به بردارهای ویژگی شود. در نهایت، با استفاده از چندین لایه کاملاً متصل، این بردارهای ویژگی به دست آمده از لایه های پیچشی و ادغامی، برای شناسایی الگوهای مختلف و دسته بندی سیگنال استفاده می شوند.

¹ Softmax

² Over-Fitting

³ Pooling

جدول ۳: مقایسه دقت مدل‌ها

مدل	MSE ↓	RMSE ↓	MAE ↓	R ² ↑
RNN	9.6119	3.1003	2.5993	0.4229
CNN	9.5382	3.0884	2.5187	0.4273
RNN + Attention	9.9175	3.1492	2.5736	0.4046
CNN + Attention	0.7348	0.8572	0.7527	0.9892

نتایج نشان داد که مدل CNN به تنهایی عملکرد بهتری نسبت به RNN داشته است. همچنین، اضافه کردن مکانیزم توجه به RNN تأثیر قابل توجهی در بهبود دقت آن نداشته، اما افزودن این مکانیزم به CNN موجب افزایش دقت مدل شده است.

ارزیابی اثر پارامترهای مدل بر پیش بینی کاهش وزن

در این بخش اثر پارامترهای مدل بر پیش بینی کاهش وزن مورد ارزیابی قرار می‌گیرد. برای سنجش تخمین مدل در هر ترکیب و همچنین مقایسه هر ترکیب با سایر ترکیب‌ها از رگرسیون چندکی استفاده شده از سه معیار آماره GRS، احتمال آماره GRS و میانگین قدر مطلق عرض از مبدأها در هر مدل استفاده می‌شود. بدین صورت که با استفاده از احتمال آماره GRS فرض صفر مبنی بر صفر بودن همه عرض از مبدأها در هر مدل آزمون می‌شود و سپس با کمک مقدار آماره GRS و میانگین قدر مطلق عرض از مبدأها میزان بهبود در توضیح دهندگی مدل‌ها بررسی می‌گردد.

جدول ۴: آزمون ارزیابی اثر پارامترهای مدل بر پیش بینی کاهش وزن

$A a_i $	احتمال آماره GRS	آماره GRS	
بخش اول: ارزیابی با روش TUKEY HSD			
۰,۰۰۷۷۸۵۲۳	۰,۱۸۶۵۳۲۰۶۳	۱,۳۶۲۵۹۱۲۳۱	ارزیابی مرحله ۱ با الگوریتم ML - جنسیت
۰,۰۰۷۷۳۶۵۳	۰,۱۶۳۹۴۵۲۱۸	۱,۳۶۵۲۹۴۱۲۲	ارزیابی مرحله ۱ با الگوریتم ML - قد
۰,۰۰۷۹۵۲۰۳	۰,۱۹۸۵۶۲۳۶۱	۱,۸۶۰۰۵۶۲۱۱	ارزیابی مرحله ۱ با الگوریتم ML - سن
۰,۰۰۷۶۶۳۵۴	۰,۱۴۶۵۳۲۶۹۴	۱,۸۹۶۳۵۰۸۴۶	ارزیابی مرحله ۱ با الگوریتم ML - گروه خونی
بخش دوم: ارزیابی با روش TUKEY HSD			
۰,۰۰۵۳۲۹۲۵	۰,۳۶۵۲۱۹۲۴	۱,۳۲۹۶۶۵۸۷۴	ارزیابی مرحله ۲ با الگوریتم DG - جنسیت
۰,۰۰۸۲۵۳۲۵	۰,۲۲۶۵۳۲۱۹	۱,۴۲۳۶۵۲۱۶۷	ارزیابی مرحله ۲ با الگوریتم DG - قد

۰,۰۱۶۹۸۵۳۲	۰,۲۱۴۳۹۵۶۳	۱,۳۶۴۱۵۲۳۹۴	ارزیابی مرحله ۲ با الگوریتم DG - سن
۰,۰۱۱۹۶۵۲۳۷	۰,۲۸۴۶۹۵۳۲	۱,۶۹۸۵۳۴۱۲۱	ارزیابی مرحله ۲ با الگوریتم DG - گروه خونی
بخش سوم: ارزیابی با روش TUKEY HSD			
۰,۰۰۸۶۸۷۵	۰,۱۹۸۹۶۰۷۸	۱,۴۳۸۱۰۳۹۵۱	ارزیابی مرحله ۳ با الگوریتم XDG - جنسیت
۰,۰۰۹۴۰۶۶۲۵	۰,۱۲۹۵۵۲۱۸۷	۱,۶۵۱۱۶۳۰۰۷	ارزیابی مرحله ۳ با الگوریتم XDG - قد
۰,۰۰۸۱۷۴۳۷۵	۰,۲۳۷۲۷۳۹۷۲	۱,۳۴۹۷۵۶۵۰۴	ارزیابی مرحله ۳ با الگوریتم XDG - سن
۰,۰۰۹۲۲۴۲۵	۰,۱۵۰۶۹۹۷۷۸	۱,۵۷۷۷۲۵۹۱۱	ارزیابی مرحله ۳ با الگوریتم XDG - گروه خونی
بخش چهارم: ارزیابی با روش LSD			
۰,۰۰۸۷۸۴۶۶۷	۰,۳۲۳۴۷۹۳۴۷	۱,۱۸۱۲۲۸۷۶۵	ارزیابی مرحله ۴ با الگوریتم ML - جنسیت
۰,۰۰۹۵۱۸۸۸۹	۰,۳۱۰۷۳۰۰۸۹	۱,۲۰۲۷۰۰۹۳۷	ارزیابی مرحله ۴ با الگوریتم ML - قد
۰,۰۰۸۸۵۲۲۷۸	۰,۳۳۵۷۹۸۵۳۸	۱,۱۶۲۱۳۱۷۱۶	ارزیابی مرحله ۴ با الگوریتم ML - سن
۰,۰۰۹۴۷۱۵۵۶	۰,۲۸۱۷۹۸۰۳۲	۱,۲۵۲۷۵۹۹۱۹	ارزیابی مرحله ۴ با الگوریتم ML - گروه خونی
بخش پنجم: ارزیابی با روش LSD			
۰,۰۰۹۰۱۸۱۱۱	۰,۶۷۱۲۹۵۲۵۲	۰,۷۳۹۵۱۴۳۶۶	ارزیابی مرحله ۵ با الگوریتم DG - جنسیت
۰,۰۰۹۶۷۹۵۵۶	۰,۵۲۲۲۹۶۸۳۳	۰,۹۱۰۶۵۲۳۳۹	ارزیابی مرحله ۵ با الگوریتم DG - قد
۰,۰۰۹۰۷۲۶۶۷	۰,۶۷۶۶۱۷۶۰۹	۰,۷۳۳۴۸۶۷۰۱	ارزیابی مرحله ۵ با الگوریتم DG - سن
۰,۰۰۹۴۷۹۴۴۴	۰,۵۶۵۶۴۳۴۰۵	۰,۸۵۹۶۱۵۷۶۴	ارزیابی مرحله ۵ با الگوریتم DG - گروه خونی
بخش ششم: ارزیابی با روش LSD			
۰,۰۰۹۰۳۶۵۵۶	۰,۳۵۸۴۳۳۳۵۳	۱,۱۲۶۹۲۴۵۰۹	ارزیابی مرحله ۶ با الگوریتم XDG - جنسیت
۰,۰۰۹۵۰۵۶۶۷	۰,۳۰۸۶۱۴۳۹۱	۱,۲۰۶۲۳۶۵۱۲	ارزیابی مرحله ۶ با الگوریتم XDG - قد
۰,۰۰۹۰۶۵۳۵۶	۰,۲۵۱۷۴۹۸۴	۱,۳۰۹۲۶۰۰۱۴	ارزیابی مرحله ۶ با الگوریتم XDG - سن
۰,۰۰۹۴۷۲۱۳۳	۰,۲۱۲۴۶۳۷۹۸	۱,۳۹۲۱۵۹۶۲۸	ارزیابی مرحله ۶ با الگوریتم XDG - گروه خونی

جدول فوق نشانگر نتایج آزمون GRS و مقدار میانگین قدر مطلق عرض از مبدأها در مدل‌های مورد بررسی با استفاده از رگرسیون کوانتایل یا چندکی کونکر و باست جونور (۱۹۷۸) در این پژوهش است با توجه به احتمال آماره GRS گزارش شده در ستون سوم جدول، در مدل‌های مورد بررسی فرض صفر آزمون GRS مبنی بر صفر بودن عرض از مبدأ رگرسیون‌ها در سطح معناداری ۹۵ درصد رد شده و فرض جایگزین پذیرفته می‌شود که مبنی بر تاثیر معنادار می‌باشد. با توجه به این مطلب می‌توان بیان نمود که در همه مراحل اثر پارامترهای مدل بر پیش بینی کاهش وزن با دورنمای تجمعی مورد تایید قرار می‌گیرد. همچنین ارزیابی توان توضیح دهنده گامی مراحل مختلف نشان می‌دهد که بهینه‌ترین سطح اثرگذاری پارامترهای مدل بر پیش بینی کاهش وزن در بخش ساخته‌شده با روش TUKEY HSD در معیار سن در با الگوریتم DG با ارز از مبدأ (۰,۰۱۶۹۸۵۳۲) می‌باشد.

ارزیابی مدل نهایی در مراکز بیمارستانی و کلینیک خصوصی تغذیه در شهر مشهد

در این بخش مدل نهایی در مراکز بیمارستانی و کلینیک خصوصی تغذیه در شهر مشهد مورد ارزیابی قرار می‌گیرد. برای سنجش تخمین مدل در هر ترکیب و همچنین مقایسه هر ترکیب با سایر ترکیب‌ها از رگرسیون چندکی استفاده شده از سه معیار آماره GRS، احتمال آماره GRS و میانگین قدر مطلق عرض از مبدأها در هر مدل استفاده می‌شود. بدین صورت که با استفاده از احتمال آماره GRS فرض صفر مبنی بر صفر بودن همه عرض از مبدأها در هر مدل آزمون می‌شود و سپس با کمک مقدار آماره GRS و میانگین قدر مطلق عرض از مبدأها میزان بهبود در توضیح دهندگی مدل‌ها بررسی می‌گردد.

جدول ۵: ارزیابی مدل نهایی در مراکز بیمارستانی و کلینیک خصوصی تغذیه در شهر مشهد

$A a_i $	احتمال آماره GRS	آماره GRS	
بخش اول: ارزیابی با روش TUKEY HSD			
۰,۰۰۶۹۵۳۲۱	۰,۶۲۳۵۲۸۱۸۷	۰,۶۹۵۸۲۳۵۶۱	ارزیابی مرحله ۱ با الگوریتم ML - جنسیت
۰,۰۰۸۵۳۶۴۲	۰,۶۵۹۶۵۴۳۳۸	۰,۸۰۸۹۶۵۲۳۴	ارزیابی مرحله ۱ با الگوریتم ML - قد
۰,۰۱۱۵۳۲۶۴	۰,۶۴۴۲۵۱۲۳	۰,۶۲۳۵۴۱۳۲۹	ارزیابی مرحله ۱ با الگوریتم ML - سن
۰,۰۰۸۶۹۵۳۲	۰,۶۶۹۵۳۲۱۸	۰,۳۶۵۲۴۲۱۸۴	ارزیابی مرحله ۱ با الگوریتم ML - گروه خونی
بخش دوم: ارزیابی با روش TUKEY HSD			
۰,۰۰۹۶۳۰۵۶	۰,۶۳۵۶۲۰۹۸	۰,۸۶۵۹۳۷۶۴	ارزیابی مرحله ۲ با الگوریتم DG - جنسیت
۰,۰۰۹۲۴۵۳۱	۰,۳۶۵۲۱۴۴۳	۰,۹۲۳۵۶۰۴۱	ارزیابی مرحله ۲ با الگوریتم DG - قد
۰,۰۰۸۷۰۰۹۶	۰,۵۲۶۵۳۱۴۵	۰,۸۸۷۶۳۲۴۴	ارزیابی مرحله ۲ با الگوریتم DG - سن
۰,۰۰۹۶۳۴۸۲	۰,۳۶۹۵۰۵۴۱	۰,۹۲۳۶۵۱۴۳	ارزیابی مرحله ۲ با الگوریتم DG - گروه خونی
بخش سوم: ۹ ارزیابی با روش TUKEY HSD			
۰,۰۱۱۶۵۲۹۲	۰,۳۶۹۲۳۲۹۸	۰,۸۶۵۳۱۱۴۶۵	ارزیابی مرحله ۳ با الگوریتم XDG - جنسیت
۰,۰۰۲۸۹۵۴۳۲	۰,۲۶۹۴۳۲۷	۰,۹۲۶۳۵۳۶۱	ارزیابی مرحله ۳ با الگوریتم XDG - قد
۰,۰۱۵۶۳۲۴۳۶	۰,۵۲۶۳۰۹۶۴	۰,۸۸۵۶۱۹۴۳۲	ارزیابی مرحله ۳ با الگوریتم XDG - سن
۰,۰۱۸۷۴۵۳۶۹	۰,۶۹۵۰۴۱۳	۰,۹۸۰۴۱۵۳۶	ارزیابی مرحله ۳ با الگوریتم XDG - گروه خونی
بخش چهارم: ارزیابی با روش LSD			
۰,۰۱۹۹۲۰۱۱۱	۰,۴۲۸۶۴۴۴۱۷	۰,۹۹۸۶۵۳۲۵۱	ارزیابی مرحله ۴ با الگوریتم ML - جنسیت
۰,۰۰۸۸۵۱۵۵۶	۰,۳۸۵۷۵۶۴۴۹	۱,۰۸۷۴۳۷۰۰۸	ارزیابی مرحله ۴ با الگوریتم ML - قد
۰,۰۰۹۳۶۷۲۲۲	۰,۴۰۵۰۷۴۷۹۸	۰,۹۸۵۶۳۲۱۴۶	ارزیابی مرحله ۴ با الگوریتم ML - سن
۰,۰۱۰۶۲۱۵۵۶	۰,۵۰۵۵۴۷۶۹۶	۰,۹۳۰۸۵۱۰۸۹	ارزیابی مرحله ۴ با الگوریتم ML - گروه خونی
بخش پنجم: ارزیابی با روش LSD			
۰,۰۰۸۶۳۳۸۸۹	۰,۹۳۲۲۱۸۸۰۵	۰,۸۶۳۵۲۴۸۶۲	ارزیابی مرحله ۵ با الگوریتم DG - جنسیت

۰,۰۰۹۵۵۱۸۸۹	۰,۶۸۶۷۳۷۴۱۲	۰,۷۲۲۰۶۱۵۱۸	ارزیابی مرحله ۵ با الگوریتم DG - قد
۰,۰۱۰۷۳۹۴	۰,۷۹۹۰۷۳۷۲۸	۰,۳۶۲۴۸۵۶۱	ارزیابی مرحله ۵ با الگوریتم DG - سن
۰,۰۱۰۴۶۹۷۷۸	۰,۸۰۲۹۲۳۳۱۸	۰,۵۸۶۳۳۳۷۲۴	ارزیابی مرحله ۵ با الگوریتم DG - گروه خونی
بخش ششم: ارزیابی با روش LSD			
۰,۰۰۸۵۴۲۲۲	۰,۴۵۱۴۰۲۱۳۱	۰,۹۹۸۵۷۵۶۰۶	ارزیابی مرحله ۶ با الگوریتم XDG - جنسیت
۰,۰۰۹۵۵۹	۰,۵۸۷۴۳۰۱۶۶	۰,۸۳۴۴۹۲۲۱۹	ارزیابی مرحله ۶ با الگوریتم XDG - قد
۰,۰۱۰۷۷۳۲۲۲	۰,۴۱۲۷۸۲۷۸۱	۱,۰۴۹۷۷۲۷۱۳	ارزیابی مرحله ۶ با الگوریتم XDG - سن
۰,۰۱۰۳۹۸۱۱۱	۰,۴۷۰۹۳۰۴۴۱	۰,۹۷۳۹۰۲۹۸	ارزیابی مرحله ۶ با الگوریتم XDG - گروه خونی

جدول فوق نشانگر نتایج آزمون GRS و مقدار میانگین قدر مطلق عرض از مبدأها در مدل‌های مورد بررسی با استفاده از رگرسیون کوانتایل یا چندکی کونکر و باست جونیور (۱۹۷۸) در این پژوهش است با توجه به احتمال آماره GRS گزارش شده در ستون سوم جدول، در مدل‌ها مورد بررسی فرض صفر آزمون GRS مبنی بر صفر بودن عرض از مبدأ رگرسیون‌ها در سطح معناداری ۹۵ درصد رد شده و فرض جایگزین پذیرفته می‌شود که مبنی بر تاثیر معنادار می‌باشد. با توجه به این مطلب می‌توان بیان نمود که در همه مراحل اثر پارامترهای تعیین شده بر مدل نهایی در مراکز بیمارستانی و کلینیک خصوصی تغذیه در شهر مشهد مورد تایید قرار می‌گیرد. همچنین ارزیابی توان توضیح دهندگی مراحل مختلف نشان می‌دهد که بهینه‌ترین سطح اثرگذاری پارامترهای مدل بر پیش بینی کاهش وزن در مراکز بیمارستانی و کلینیک خصوصی تغذیه در شهر مشهد در بخش ساخته‌شده با روش LSD در معیار جنسیت در با الگوریتم ML با ارز از مبدا (۰,۰۱۹۹۲۰۱۱۱) می‌باشد.

نتیجه گیری

امروزه پیشرفت‌های گسترده در فناوری به طور وضوح، سبک و شیوه زندگی بسیاری از جوامع بشری را تحت تأثیر خود قرار داده است. علی‌رغم پدیدار شدن بحران انرژی در افق آینده جهان، کاهش قابل ملاحظه‌ای در فعالیت‌های حرکتی و فیزیکی افراد جامعه، به علت پدیدار شدن ماشین و جایگزینی رفاه و کم تحرکی به جای تلاش و کوشش بدنی رخ داده است. مردم روز به روز بیشتری تحرک شده و بسیاری از افراد فقط در اوقات فراغت اندک و محدود خود، امکان فعالیت‌های حرکتی و ورزشی را پیدا می‌کنند. این موضوع موجب به خطر افتادن وضعیت سلامتی افراد شده است و یکی از پیامدهای نامطلوب تغییر در رفتار و شیوه زندگی، بروز چاقی است که به عنوان شایع‌ترین اختلالات سوخت و ساز از مشکلات مهم دهه اخیر به شمار می‌رود. چاقی یکی از عمده‌ترین نگرانی‌ها می‌باشد. ۴۰۰ میلیون نفر از افراد بالغ در جهان، چاق و ۱/۶ میلیارد نفر دارای اضافه وزن می‌باشند. طیف گسترده‌ای از بیماری‌ها با پدیده چاقی همبستگی مستقیم و یا با واسطه داشته و این موضوع نه تنها سبب صدمه دیدن به افراد مختلف می‌گردد، بلکه بار اقتصادی کمرشکنی را به اقتصاد کشور تحمیل می‌نماید و درصدی از مرگ و میر سالانه را به خود اختصاص می‌دهد. چاقی با افزایش خطر بسیاری از بیماری‌ها از قبیل گرفتگی عروق کرونر و فشار خون و دیابت غیر وابسته به انسولین و به دنبال آن مرگ زودرس همراه است.

عدم تنظیم هموستاز انرژی، کاهش فعالیت ورزشی، افزایش دسترسی و افراطی در مصرف غذاهای پرانرژی همراه با هزاران عامل ژنتیکی، اقتصادی و اجتماعی از علل چاقی به شمار می‌آیند. چاقی بیماری مزمنی است که بروز و توسعه آن تحت تأثیر مجموعه عوامل مختلف به ویژه، عوامل اجتماعی، رفتاری، فیزیولوژیکی، متابولیکی و ژنتیکی قرار دارد. چاقی در اکثر کشورهای جهان از جمله ایران به عنوان مشکل سلامت عمومی مطرح است. تحقیقات نشان داده است که در ایران شیوع چاقی و اضافه وزن روبه افزایش است. این افزایش روز افزون منعکس کننده تأثیر قوی عوامل مربوط به شیوه زندگی از جمله تغییر الگوهای غذایی، همچون جانشینی غذاهای پر چرب و کم فیبر و همچنین تغییر در ساختار مشاغل، سیستم حمل و نقل، اوقات فراغت و نوع تفریحات می‌باشد. امروزه شیوه زندگی سالم را یکی از مهم ترین عوامل مؤثر بر سلامتی می‌دانند. سازمان بهداشت جهانی معتقد است با اصلاح سبک زندگی می‌توان با بسیاری از عوامل خطر سازی که جزو مهم ترین عوامل مرگ و میر هستند، مقابله کرد. به همین دلیل یک از اهداف سازمان بهداشت جهانی تا سال ۲۰۱۰ ارتقاء سبک زندگی سالم در افراد جامعه است. بر این اساس کشورها می‌بایست راهبردهایی را که در بهبود زندگی فردی و اجتماعی مؤثرند، در دستور کار خود قرار دهند و عواملی که سبک زندگی را به سمت عدم سلامت سوق می‌دهد، از قبیل فعالیت فیزیکی نامناسب، تغذیه نامطلوب و سوء مصرف مواد را کاهش دهند. چاقی یکی از بزرگترین مشکلات بهداشتی در جهان است. به طور کلی منظور از چاقی و اضافه وزن وجود چربی بیش از حد در بدن می‌باشد. چاقی فقط یک نگرانی از عدم زیبایی نیست بلکه یک اختلال پیچیده است که باعث افزایش خطر بیماری و مشکلات عدیده ای در سلامتی مانند بیماری‌های قلبی، دیابت و فشار خون بالا می‌شود. در حال حاضر عوامل خطر ساز قلبی عروقی در جوانان مبتلا به اضافه وزن و چاق بدتر شده و شواهد اولیه آترواسکلروز آشکار با اختلال عملکرد اندوتلیال و افزایش کلسیم عروق کرونر در درصد بالایی از جوانان مبتلا به اضافه وزن وجود دارد.

رویکردهای درمانی فعلی برای چاقی بر افزایش مصرف انرژی و کاهش انرژی دریافتی از طریق تمرین ورزشی و محدودیت کالری می‌باشد که اثرات مفید این مداخلات برای بهبود سایر شاخص‌های متابولیکی و قلبی عروقی نیز به خوبی درک شده است. اگرچه محدودیت دریافت انرژی از طریق مداخلات غذایی در کاهش وزن نسبت به تمرین ورزشی کارآمدتر است، اما کاهش شدید در مصرف انرژی می‌تواند منجر به کمبودهای تغذیه‌ای و کاهش میزان متابولیسم در حالت استراحت به دلیل از دست دادن توده عضلانی بدن شود. در مقابل تمرین ورزشی منظم به عنوان یک استراتژی موثر برای بهبود و درمان چاقی شناخته شده است. همچنین تمرین ورزشی منظم می‌تواند از بروز بیماری‌های متابولیکی و قلبی عروقی مانند دیابت نوع ۲ و فشارخون بالا جلوگیری کند و باعث کاهش مرگ و میر ناشی از تمام عوامل خطرزا شود. با این حال بسیاری از مطالعات نشان داده است که مؤثرترین رویکرد برای دستیابی به تعادل منفی انرژی ترکیبی از رژیم غذایی و تمرین ورزشی است. مطالعات مختلف نشان داده اند که تلاش‌های پیشگیرانه اولیه اگر در اوایل کودکی با همکاری والدین آغاز شود، تأثیرات بهینه‌ای را خواهد داشت. مداخلات اصلاح سبک زندگی برای بهبود کیفیت رژیم غذایی افزایش سطح فعالیت بدنی و کاهش رفتارهای کم تحرک، غالباً با استفاده از تکنیک‌های تغییر رفتار و درگیر شدن والدین یا مراقبین یا هر دو اصلی ترین پایه برای مداخلات در کودکان هستند. همچنین محیط مدارس، فرصتی مهم را برای بهبود تغذیه کودکان و نوجوانان و رفع چاقی از طریق فراهم آوری مواد غذایی و نوشیدنی های سالم ارتقاء سطح فعالیت بدنی و ارائه ی آموزشهای بهداشتی و تغذیه ای فراهم می آورد. تحقیقات نشان داده اند که برنامه های آموزش تغذیه در مدارس می تواند عادات تغذیه ای دانش آموزان را بهبود بخشد مصرف میوه و سبزیجات آنان را افزایش دهد و مصرف غذاهای ناسالم را کاهش دهد. به طور مشابه، مداخلاتی که فعالیت بدنی را ترویج می دهند، باعث بهبود تناسب اندام، ترکیب بدنی و مدیریت کلی وزن در دانش آموزان می‌شوند. با این حال تعداد محدودی از مطالعات

بررسی تأثیر توأم این مداخلات را انجام داده اند، با وجود پتانسیل بهبودهای همزمانی که ممکن است داشته باشند با ترکیب این دو مداخله نتایج بهداشتی بهتری حاصل می‌شود.

برنامه مداخله‌ی ترکیبی با آموزش تغذیه و فعالیت‌های فیزیکی می‌تواند به عنوان یک رویکرد مؤثر در پیشگیری و درمان چاقی و اضافه وزن در دانش‌آموزان مورد استفاده قرار گیرد. این برنامه باعث کاهش مصرف انرژی، کربوهیدرات و چربی در گروه مداخله شد و همچنین منجر به کاهش وزن و اندازه دور کمر دانش‌آموزان در این گروه شد. همچنین فعالیت فیزیکی آگاهی تغذیه‌ای و نگرش تغذیه‌ای در گروه مداخله بهبود یافت در مقابل در گروه شاهد، تغییرات معنی‌داری در وزن انرژی فعالیت فیزیکی و آگاهی تغذیه مشاهده نشد. بنابراین این برنامه‌ی مداخله می‌تواند به عنوان یک رویکرد مؤثر در کاهش چاقی و اضافه وزن در دانش‌آموزان مورد استفاده قرار بگیرد. بهترین شیوه درمانی در اضافه وزن و چاقی درمانی است که به طور هم‌زمان شامل اصلاح رژیم غذایی، تغییر در فعالیت بدنی و رفتار درمانی باشد. البته در برخی موارد برای درمان افراد چاق از دارو درمانی و انجام عمل‌های جراحی بariatric نیز استفاده می‌شود انتخاب شیوه درمانی به عوامل متعددی از جمله میزان اضافه وزن و چاقی و شرایط بیمار دارد.

این پژوهش نشان داد که شبکه‌های عصبی کانولوشنی (CNN) برای داده‌های سری‌زمانی که دارای وابستگی‌های پیچیده نیستند، عملکرد بهتری نسبت به RNN دارند. همچنین، اضافه کردن مکانیزم توجه (Attention) به مدل RNN موجب بهبود عملکرد آن نشد، که نشان می‌دهد این تکنیک در همه مسائل بهینه نیست و باید بسته به نوع داده ارزیابی شود. اما افزودن مکانیزم توجه به CNN باعث افزایش دقت پیش‌بینی شد و نشان داد که در برخی موارد این مکانیزم می‌تواند بهینه باشد.

پیشنهادات برای پژوهش‌های آینده

- بررسی ترکیب CNN+LSTM برای پیش‌بینی کاهش وزن
- استفاده از داده‌های بیشتر با تعداد مراحل زمانی بیشتر
- بهینه‌سازی پارامترهای مکانیزم توجه و بررسی ساختارهای دیگر آن
- بررسی مدل‌های Transformer و Hybrid برای بهبود دقت پیش‌بینی
- استفاده از داده‌های دقیق‌تر مانند درصد چربی بدن از طریق آنالیز بادی به‌جای شاخص وزن

منابع

- عبدالرضا نوروزی، زینب جعفرزاده (۱۳۹۸) عوامل پیش بینی کننده موفقیت در کاهش وزن در بیماران چاق: یک مطالعه مشاهده ای پایان نامه: زینب جعفرزاده (۱۳۹۸). بررسی مقطعی برنامه های مدیریت وزن در دو کلینیک دولتی و خصوصی مشهد.
- اروی بختیاری، حمید پورشریفی (۱۳۹۸). نقش عوامل پیش بین در حفظ کاهش وزن در افراد مبتلا به چاقی، مجله دانشگاه علوم پزشکی قم، سال سیزدهم شماره ۱۱.
- مریم بیدادیان، هادی بهرامی احسان (۱۳۹۲). طراحی و ارزیابی الگوی پیش بینی نگهداری وزن در افراد مبتلا به چاقی، روان شناسی سلامت سال دوم زمستان ۱۳۹۲ شماره ۴ (پیاپی ۸).
- Ho Heon Kim, Youngin Kim. (2021). Interpretable Conditional Recurrent Neural Network for Weight Change Prediction: Algorithm Development and Validation Study , JMIR Mhealth Uhealth ;9(3):e22183).
- Shawni Dutta, Sabyasachi Pramanik. (2021). Prediction of Weight Gain during COVID-19 for Avoiding Complication in Health, Haldia Institute of Technology, West Bengal, India.
- Kawser Ahmed Pinto, Nasuha Lee Abdullah. (2021). Diet & Exercise Classification using Machine Learning to Predict Obese Patient's Weight Loss, 978-1-6654-1224-7/21/\$31.00 ©2021 IEEE.
- S Kranthi Reddy, T Krishnaveni. (2021). Diabetes Prediction Using Different Machine Learning Algorithms, Proceedings of the Third International Conference on Inventive Research in Computing Applications, IEEE Xplore Part Number: CFP21N67-ART; ISBN: 978-0-7381-4627-0.
- Jonayet Miah, Muntasir Mamun. (2021). Mobile Health Data for Predicting Athletics Fitness Using Machine Learning Models, 2nd International Seminar on Machine Learning, Optimization, and Data Science (ISMODE), IEEE Xplore.
- S. Padhy, S. Dash, S. Routray, S. Ahmad, J. Nazeer, and A. Alam (2022) "IoT-Based Hybrid Ensemble Machine Learning Model for EAcient Diabetes Mellitus Prediction," Computational Intelligence and Neuroscience, vol. 2022, Article ID 2389636, 11 pages.
- Han Shi Jocelyn Chew, BSN, PhD, Alice Lee Centre for Nursing Studies. (2022). The Use of Artificial Intelligence-Based Conversational Agents (Chatbots) for Weight Loss: Scoping Review and Practical Recommendations, JMIR Med Inform 2022 | vol. 10 | iss. 4 | e32578 .|
- Evan M. Forman, Michael P. Berry (2022). Using artificial intelligence to optimize delivery of weight loss treatment: Protocol for an efficacy and cost-effectiveness trial, Contemporary Clinical Trials journal homepage: www.elsevier.com/locate/conclintrial.
- Stephanie G. Kerrigan, Margaret Clark. (2017). The association between previous success with weight loss through dietary change and success in a lifestyle modification program, Springer Science+Business Media, 10.1007/s10865-017-9883-6.

- Dror Dicker, Assim A. Alfadda.(2021). Patient motivation to lose weight: Importance of healthcare professional support, goals and self-efficacy, *European Journal of Internal Medicine* 91 (2021) 10–16.
- Diana M Thomas, Andrada E Ivanescu.(2015). Predicting successful long-term weight loss from short-term weight-loss outcomes: new insights from a dynamic energybalance model (the POUNDS Lost study), 2015;101:449–54. Printed in USA. _ 2015 American Society for Nutrition.
- Nick Comly, Marissa Lee.(2019). PREDICTING WEIGHT LOSS USING THE MYFITNESSPAL DATASET, Department of Electrical Engineering Stanford University.
- Diana M. Thomas, Michael Scioletti , Steven B. Heymsfield .(2019). Predictive Mathematical Models of Weight Loss, <https://doi.org/10.1007/s11892-019-1207-5>.
- M. Batterham, L. Tapsell.(2016). Using data mining to predict success in a weight loss trial, *Journal of Human Nutrition and Dietetics*.
- Susmita Ray, Department of Computer Science & Technology.(2019). Susmita Ray Department of Computer Science & Technology, International Conference on Machine Learning, Big Data, Cloud and Parallel Computing (Com-IT-Con), India.
- Woudenberg, F. (1991). An evaluation of Delphi. *Technological forecasting and social change*, 40(2), 131-150.
- Yuan, T., and Chen, P. (2012). Data mining applications in e-government information security, *Procedia Engineering*, 29, 235–240.
- Zimmer, L. (2006). Qualitative meta-synthesis: a question of dialoguing with texts. *Journal of advanced nursing*, 53(3), 311-318.
- Walsh, D., and Downe, S. (2005), Meta-synthesis method for qualitative research: a literature review, *Journal of Advanced Nursing*, 50, 204–211.
- Sandelowski, M., and Barros, J. (2007). *Handbook for synthesizing qualitative research*, Springer publishing company Inc.
- Saffie, N.A.M., and Rasmani, K.A. (2016). Fuzzy delphi method: Issues and challenges. In 2016 International Conference on Logistics, Informatics and Service Sciences (LISS) (pp. 1-7). IEEE.
- Rowe, G., and Wright, G. (1999). The Delphi technique as a forecasting tool: issues and analysis, *International Journal of Forecasting*, 15(4), 353-375.
- Riggs, W.E. (1983). The Delphi technique: An experimental evaluation. *Technological forecasting and social change*, 23(1), 89-94.
- Paterson, B.L., and Canam, C., 2001, *Meta-study of qualitative health research: A practical guide to meta*, Medical.
- Nye, E., Melendez-Torres, G.J., and Bonell, C. (2016). Origins, methods and advances in qualitative meta-synthesis. *Review of Education*, 4(1), 57-79.

- Ishikawa, A., Amagasa, M., Shiga, T., Tomizawa, G., Tatsuta, R., and Mieno, H. (1993). The max–min Delphi method and fuzzy Delphi method via fuzzy integration. *Fuzzy Sets and Systems*, 55, 241–253.
- Hsu, Y.L., Lee, C.H., and Kreng, V.B. (2010). The application of Fuzzy Delphi Method and Fuzzy AHP in lubricant regenerative technology selection. *Expert Systems with Applications*, 37(1), 419-425.
- Habibi, A., Jahantigh, F. F., and Sarafrazi, A. (2015). Fuzzy Delphi Technique for Forecasting and Screening Items. *Asian Journal of Research in Business Economics and Management*, 5(2), 130-143.
- Finfgeld-Connett, D. (2018). *A guide to qualitative meta-synthesis*. New York, NY, USA, Routledge.
- Dalkey, N., and Helmer, O. (1963). An experimental application of the Delphi method to the use of experts, *Management Science*, 9(3), 458–467.
- Card, N.A. (2012). *Applied meta-analysis for social science research*, Guilford Press.
- Carlton, M., Levy, Y., and Ramim, M. (2019). Mitigating cyber attacks through the measurement of non-it professionals ‘cybersecurity skills. *Information and Computer Security*, 27(1), 101-121.
- Chang, P.T., Huang, L.C., and Lin, H.J. (2000). The fuzzy Delphi method via fuzzy statistics and membership function fitting and an application to the human resources. *Fuzzy sets and systems*, 112(3), 511-520.
- Long, H. A., French, D. P., and Brooks, J. M. (2020). Optimising the value of the critical appraisal skills programmer (CASP) tool for quality appraisal in qualitative evidence synthesis. *Research Methods in Medicine and Health Sciences*, 1(1), 31-42.
- Purssell, E. (2020). Can the Critical Appraisal Skills Programmer check-lists be used alongside Grading of Recommendations Assessment, Development and Evaluation to improve transparency and decision-making *Journal of advanced nursing*, 76(4), 1082-1089.
- Singh, J. (2013). Critical appraisal skills programmer. *Journal of pharmacology and Pharmacotherapeutics*, 4(1), 76-76.