

Predicting Mindfulness Effect on Irritability Using Bayesian, Regression, and Neural Network-Models

Elham PourAfrouz¹, Saeed Setayeshi^{2*}, Iman Allah Bigdeli³, Mir Mohsen Pedram⁴

¹Department of Cognitive Modeling, Institute for Cognitive Science Studies, Tehran, Iran

²Department of Energy and Physics, Amir Kabir University of Technology, Tehran, Iran

³Department of Clinical Psychology, Faculty of Education and Psychology, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran

⁴Department of Electrical and Computer Engineering, Kharazmi University, Tehran, Iran

Article Info:

Received: 23 Nov 2019

Revised: 19 Apr 2020

Accepted: 22 July 2020

ABSTRACT

Introduction: Artificial intelligence researchers are trying to implement human intelligence on the machine. This study aimed to develop an appropriate predictive computer model to evaluate the effectiveness of mindfulness-based cognitive therapy on irritability. **Materials and Methods:** The design of the present study is quasi-experimental with a pre-test and post-test method. 135 individuals who referred to Khane Mehr counseling center in Mashhad and participated in an 8-session mindfulness-based cognitive therapy (MBCT) course were included in this study. Totally, 11 MBCT courses were held and 10 to 14 people participated in each course. Participants completed the irritability questionnaire (Pourafrouz & et al.) at two stages (before treatment and after treatment). In order to examine the differences from pre-test to post-test in this research, the variance analysis of repeated measures was used. **Results:** There was a significant difference between pre-test and post-test irritability scores. The effect of mindfulness was 83%. To develop the prediction model, three Bayesian, regression, and neural network models were compared. The Bayesian model, with 93% accuracy test data, was considered the most appropriate model. Moreover, the Bayesian models with input and output clustering (85.7%), the Bayesian with classification (71.49%), and the sequential neural network (64.29%) were identified as suitable models to predict the effectiveness of 8-session mindfulness courses on reducing irritability. The Bayesian model with output clustering, one-output regression, and the Convulsions Neural Network did not have sufficient predictive accuracy for the effectiveness of mindfulness. **Conclusion:** Using cognitive modeling, we can predict the efficacy of mindfulness-based cognitive therapy on irritability.

Keywords:

1. Mindfulness
2. Therapeutics
3. Counseling

*Corresponding Author: Saeed Setayeshi

Email: Setayesh@aut.ac.ir

پیش‌بینی تأثیر ذهن آگاهی بر تحریک‌پذیری با استفاده از مدل‌های شبکه‌بیزی، رگرسیون و عصبی

الهام پورافروز^۱، سعید ستایشی^{۲*}، ایمان الله بیگدلی^۳، میرمحسن پدram^۴

^۱گروه مدل‌سازی شناختی، پژوهشکده علوم شناختی، تهران، ایران
^۲گروه مهندسی انرژی و فیزیک، دانشگاه صنعتی امیرکبیر، تهران، ایران
^۳گروه آموزشی روانشناسی، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه فردوسی، مشهد، ایران
^۴گروه مهندسی برق و کامپیوتر، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران

اطلاعات مقاله:

پذیرش: ۱ مرداد ۱۳۹۹

اصلاحیه: ۳۱ فروردین ۱۳۹۹

دریافت: ۲ آذر ۱۳۹۸

چکیده

مقدمه: محققان هوش مصنوعی در تلاش‌اند هوش انسانی را روی دستگاه پیاده کنند. این مطالعه با هدف ایجاد یک مدل رایانه‌ای پیش‌بینی‌کننده مناسب جهت ارزیابی اثربخشی درمان شناختی مبتنی بر ذهن آگاهی بر تحریک‌پذیری انجام شد. **مواد و روش‌ها:** طرح پژوهش حاضر از نوع شبه آزمایشی و با روش پیش‌آزمون-پس‌آزمون بود. آزمودنی‌های پژوهش حاضر ۱۳۵ نفر از افراد مراجعه‌کننده به مرکز مشاوره خانه مهر در مشهد بودند و در یک دوره ۸ جلسه‌ای شناخت درمانی مبتنی بر ذهن آگاهی (MBCT) شرکت کردند. در مجموع ۱۱ دوره MBCT برگزار شد و ۱۰ تا ۱۴ نفر در هر دوره شرکت کردند. شرکت‌کنندگان پرسشنامه تحریک‌پذیری (پورافروز و دیگران) را در دو مرحله (قبل از درمان و بعد از درمان) تکمیل کردند. به منظور بررسی تفاوت‌های پیش‌آزمون تا پس‌آزمون در این تحقیق، از تحلیل واریانس اندازه‌گیری‌های مکرر استفاده شد. **یافته‌ها:** یافته‌های آماری نشان داد که تفاوت معنی‌داری میان نمرات پیش‌آزمون و پس‌آزمون تحریک‌پذیری وجود داشت. اندازه اثر ذهن آگاهی نیز ۸۳ درصد بود. برای توسعه مدل پیش‌بینی، سه مدل بیزی، رگرسیون و شبکه عصبی مقایسه شد. مدل بیزی، با صحت داده‌های تست ۹۳ درصد مناسب‌ترین مدل در نظر گرفته شد. علاوه بر این، مدل‌های بیزی با خوشه‌بندی ورودی و خروجی (۸۵/۷ درصد)، بیزی با رده‌بندی (۷۱/۴۹ درصد)، شبکه عصبی ترتیبی (۶۴/۲۹ درصد)، مدل‌های مناسبی برای پیش‌بینی تأثیرگذاری دوره‌های ۸ جلسه‌ای ذهن آگاهی بر کاهش تحریک‌پذیری شناخته شدند. مدل‌های بیزی با خوشه‌بندی خروجی‌ها، رگرسیون با یک خروجی و شبکه عصبی کانولوشنی نیز دقت پیش‌بینی کافی برای اثرگذاری ذهن آگاهی را نداشتند. **نتیجه‌گیری:** به کمک مدل‌سازی شناختی می‌توانیم اثر بخشی شناخت درمانی مبتنی بر ذهن آگاهی را بر روی میزان تحریک‌پذیری افراد پیش‌بینی کنیم.

واژه‌های کلیدی:

- ۱- ذهن آگاهی
- ۲- درمانی
- ۳- مشاوره

*نویسنده مسئول: سعید ستایشی

پست الکترونیک: setayesh@aut.ac.ir

مقدمه

مدل‌سازی شناختی، یکی از رشته‌های مجموعه علوم شناختی است که به شناسایی مولفه‌های شناختی و نحوه تعامل آن‌ها در سازماندهی کنش‌های عالی‌تر ذهنی/ مغزی می‌پردازد. از لوازم مدل‌سازی شناختی تعامل تنگاتنگ رشته‌های علوم اعصاب، روانشناسی و مهندسی است. این رشته نه تنها به توسعه دانش ما از فرایندهای پیچیده شناختی کمک می‌کند، بلکه در قالب ایجاد سیستم‌های مصنوعی هوشمند کاربرد فناورانه دارد. مدل‌ها، زبان ریاضی برای توسعه سیستم‌های مصنوعی‌اند. لذا تحقیق در حوزه مدل‌سازی شناختی کمک به توسعه سیستم‌های مصنوعی هوشمند در زمینه کارکردهای شناختی انسان می‌کند. از سوی دیگر، با سنجش تاثیر فناوری‌ها بر روی کارکردها و رفتارهای شناختی انسان می‌توان قبل از انجام آزمایش واقعی، تاثیر آن‌ها را بر روی انسان بررسی و تخمین زد. از مدل‌سازی می‌توان به‌عنوان ابزاری برای درک بهتر کارکردهای شناختی انسان از منظر علوم شناختی و روانشناسی استفاده کرد و به توسعه فرایندها و ابزارهای درمانی برای علاج کاستی‌ها و بیماری‌های شناختی پرداخت. همچنین با درک بهتر فرایندهای یادگیری، می‌توان به توسعه روش‌های مؤثرتر آموزشی و رفاه و بهبود زندگی افراد جامعه کمک نمود (۱). اگر چه تمرینات مدیتیشن^۱ و ذهن‌آگاهی^۲ بسیار مورد بحث قرار گرفته، اما نظریه‌های کمی در مورد مکانیسم‌های شناختی‌ای از آن وجود دارد. درمان‌های مبتنی بر ذهن‌آگاهی و پذیرش به‌عنوان درمان‌های موج سوم شناختی- رفتاری شناخته می‌شود. اساس ذهن‌آگاهی از تمرین‌های مراقبه بوداییسم گرفته شده است که ظرفیت توجه و آگاهی پیگیر و هوشمندانه را (که فراتر از فکر است) افزایش می‌دهد. تمرین‌های مراقبه و ذهن‌آگاهی به افزایش توانایی خودآگاهی و پذیرش خود در بیماران منجر می‌شود. ذهن‌آگاهی یک روش یا فن نیست، اگر چه در انجام آن روش‌ها و فنون مختلف زیادی به کار رفته است. ذهن‌آگاهی را می‌توان به‌عنوان یک شیوه (بودن) یا یک شیوه (فهمیدن) توصیف کرد که مستلزم درک کردن احساسات شخصی است (۲). ذهن‌آگاهی یعنی بودن در لحظه با هر آنچه اکنون هست، بدون قضاوت و بدون اظهار نظر درباره آنچه اتفاق می‌افتد؛ یعنی تجربه واقعیت محض بدون توضیح و یا نوعی شرایط غیر قابل تفسیر و بدون پیش داوری و حال محور که در آن هر گونه فکر و احساس و حس کردن که از توجه کردن ناشی می‌شود، همان‌گونه که هست پذیرفته شود (۳). تحریک‌پذیری^۳ حساسیت فرد به تحریکاتی است که روزانه رخ می‌دهد که شامل

ظرفیت شخص برای تسکین دادن خود، دور کردن اضطراب‌ها، افسردگی‌ها یا بی‌حوصلگی‌های متداول و پیامدهای شکست است. خویشتن داری عاطفی، به تاخیر انداختن کامرواسازی و فرونشاندن تکانش‌ها زیر بنای تحقق هر پیشرفتی است. بعضی اشخاص کج خلقی‌هایی نشان می‌دهند که ضمن آن غمگین، درمانده، عصبانی و بیزار هستند (۴). دانشمندان علوم شناختی در تلاش برای فهم شناخت انسان هستند و محققان هوش مصنوعی در صدد پیاده‌سازی هوشمندی انسانی بر روی ماشین، هدف هوش مصنوعی نوشتن برنامه‌هایی است که رفتار انسانی مانند ادراک صحیح اشیای پیرامون، فهم گفتار یا تصمیم‌گیری را نمایش دهند. تحقیق در زمینه مدل‌سازی شناختی- محاسباتی، به کاوش در موجودیت شناخت و کارکردهای شناختی گوناگون می‌پردازد. این روش به توصیف‌های شناختی در قالب الگوریتم‌های کامپیوتری و برنامه‌ها می‌پردازد. به این معنا که، فرایندهای محاسباتی را به کارکردهای شناختی نسبت می‌دهد و بنابراین مدل‌های محاسباتی قابل اجرا تولید می‌کند. پژوهش‌هایی در زمینه طراحی مدل پیش‌بینی تاثیر ذهن‌آگاهی بر مولفه‌های مختلف انجام شده است از جمله، مدلی ارائه شد که حاکی از ایجاد تغییرات در خود تنظیمی، خود کارآمدی، حالات روانشناختی و کاهش استرس بر اساس تاثیرات ذهنی و جسمی ذهن‌آگاهی بر بهبود کیفیت خواب بود (۵). مدل فرایند حواس پرتی که بر اساس معماری شناختی ACT-R مدل‌سازی شده، در قالب پرش ذهن ایجاد شد که توانست پرش ذهن را پیش‌بینی کند (۶). مدل شناختی محاسباتی از نوع خاصی از مدیتیشن (مدیتیشن توجه متمرکز)، نشان داد که مدل بعد از تمرین مدیتیشن نسبت به گذشته، نسبت به شناسایی اهداف و غیر اهداف بسیار حساس بود (۷). برای بررسی اثرات یک برنامه ۸ هفته کاهش استرس مبتنی بر ذهن‌آگاهی^۴ (MBSR) در ۱۸۲ نفر فرد سالم از تحلیل شبکه‌ها^۵ (NA) استفاده شد. عملکرد روانشناختی با پرسشنامه‌های مربوط به ارزیابی پنج حوزه اصلی مرتبط با MBSR انجام شد: ذهن‌آگاهی، دلسوزی، بهزیستی روانشناختی، پریشانی روانشناختی و کنترل عاطفی- شناختی، تجزیه و تحلیل‌ها نشان داد که یک رابطه توپولوژیکی قوی بین ذهن‌آگاهی، دلسوزی و تنظیم عواطف وجود دارد که از نقش اصلی دلسوزی آموزش ذهن‌آگاهی پشتیبانی می‌کند (۸). هدف از پژوهش حاضر شناخت تاثیر ذهن‌آگاهی بر آستانه تحریک‌پذیری و ارائه آن به صورت یک مدل کامپیوتری قابل پیش‌بینی می‌باشد.

مواد و روش‌ها

تحریک‌پذیری در این تحقیق شامل مفاهیم اضطراب،

^۱ Meditation

^۲ Mindfulness

^۳ Irritability

^۴ Mindfulness-Based Stress Reduction(MBSR)

^۵ Network Analysis(NA)

نتیجه‌گیری از آن می‌پرداختند و بدین ترتیب اجزای آموزشی^{۱۰} و اطلاعات ضمنی^{۱۱} که با یادگیری تجربه شده در زندگی روزمره و چالش‌های زندگی مرتبط بودند، از طریق فرایند آموزش^{۱۲} یک پارچه می‌شدند. تمرین‌های کوتاه مدت ذهن‌آگاهی هم چون تنفس سه دقیقه‌ای^{۱۳}، نوشیدن و غذا خوردن با ذهن‌آگاهی، استحمام، هوشیار ماندن در هنگام پیاده‌روی، گوش‌دادن، دیدن، حرکات هشیارانه و تبدیل کردن رویدادهای ناخوشایند به خوشایند و آگاه شدن به آن در طول زندگی روزمره و هم چنین تعیین هدف، حل مساله و نیز انجام تمرین ریلکسیشن موارد دیگری هستند که برای تجربه کامل آگاهانه^{۱۴} در برنامه گنجانده شده‌اند. بعد از آخرین جلسه نیز دوباره پرسشنامه را پر کردند.

یافته‌ها

از ۱۳۵ نفر شرکت‌کننده، نمونه ۱۱۷ نفر (۸۶/۷ درصد) را زنان و ۱۸ نفر (۱۳/۳ درصد) را مردان تشکیل دادند. در کل ۲۵/۹ درصد آزمودنی‌ها مجرد، ۶۵/۹ درصد متأهل و ۸/۱ درصد مطلقه بودند. نسبت تحصیلات دیپلم، کاردانی، کارشناسی، کارشناسی‌ارشد و دکتری به ترتیب ۹/۶ درصد، ۱۰/۴ درصد، ۵۱/۹ درصد، ۲۳/۰ درصد و ۵/۲ درصد بود. جهت بررسی تفاوت‌ها از پیش‌آزمون به پس‌آزمون از تحلیل واریانس اندازه‌های مکرر استفاده شد. در بررسی مفروضات این آزمون، نرمال بودن توزیع متغیرها و همبستگی متغیرهای وابسته مورد بررسی قرار گرفت. نتایج آزمون کالموگروف اسمیرنوف نشان داد که توزیع تمامی متغیرها در پیش‌آزمون و پس‌آزمون نرمال است ($P < 0/50$). در بررسی همبستگی متغیرهای وابسته از آزمون بارتلت^{۱۵} استفاده شد. ضرایب معنی‌دار این آزمون نشان دهنده همبستگی چند متغیره میان متغیرهای وابسته است (۱۰). نتایج نشان داد که همبستگی متوسط و معنی‌داری میان ابعاد تحریک‌پذیری وجود دارد ($\chi^2 = 625/08$ ، $P < 0/01$) (Bartlett's χ^2) و می‌توان از آزمون چندمتغیره استفاده کرد. نتایج آزمون چند متغیره در جدول ۱ آورده شده است.

برانگیختگی بالا، خصومت، شتاب‌زدگی، عدم سازگاری، عدم پشتکار، عدم تمرکز، تکانه‌ای عمل کردن، ناراضی‌تی و بی‌حوصلگی می‌باشد. آزمودنی‌های پژوهش حاضر ۱۳۵ نفر از افراد بود که به مرکز مشاوره خانه مهر مشهد، برای دریافت بهداشت روانی مراجعه کرده، نمره بالا در پرسشنامه تحریک‌پذیری دریافت کرده بودند و تمایل داشتند بر اساس اهداف دوره ذهن‌آگاهی که در فراخوان اعلام شده بود، در دوره ۸ جلسه‌ای شناخت درمانی مبتنی بر ذهن‌آگاهی شرکت کنند. افراد بر اساس روش نمونه‌گیری در دسترس برای آموزش انتخاب شدند در مجموع ۱۱ دوره ۱۰ تا ۱۴ نفره برگزار شد. ابتدا از افراد خواسته شد که پرسشنامه تحریک‌پذیری را به دقت پر کنند (۹). این پرسشنامه ۴۴ سوال داشت که بر اساس طیف لیکرت ۱۰ مولفه را می‌سنجید: اضطراب (پرسش‌های ۴۴، ۴۱، ۳۵، ۲۹، ۱۰، ۱)، برانگیختگی بالا (پرسش‌های ۴۲، ۱۱، ۲)، تکانه‌ای عمل کردن (پرسش‌های ۳۹، ۳۳، ۲۷، ۲۱، ۷)، خصومت (پرسش‌های ۳۶، ۳۰، ۲۳، ۱۲)، عدم سازگاری (پرسش‌های ۳۱، ۲۵، ۱۸، ۱۴، ۱۳، ۵، ۴)، ناراضی‌تی (پرسش‌های ۴۰، ۲۲، ۱۶، ۸)، بی‌حوصلگی (پرسش‌های ۳۴، ۲۸، ۹)، عدم تمرکز (پرسش‌های ۴۳، ۳۲، ۱۹، ۱۴، ۲۶)، شتاب‌زدگی (پرسش‌های ۲۴، ۱۷، ۳)، عدم پشتکار (پرسش‌های ۳۸، ۲۰، ۱۵، ۶)، ضرایب آلفای کرونباخ مولفه‌ها از ۰/۶۸ تا ۰/۹۲ در تغییر بودند و ضرایب آلفا و دو نیمه کردن برای کل نیز به ترتیب ۰/۹۵ و ۰/۹۰ بود و پرسشنامه به‌عنوان یک منبع سنجش تحریک‌پذیری قابل استفاده بود. ساختار کلی درمان طی هشت هفته در جلسات ۲ ساعته شناخت درمانی مبتنی بر ذهن‌آگاهی (MBCT^۶) برنامه‌ریزی شد. هر جلسه با یک تمرین رسمی همچون (تمرکز بر بخش‌های مختلف بدن^۷، حرکات هوشیارانه^۸، یا تمرین مراقبه^۹) آغاز می‌شد. در پی آن تجارب به دست آمده از تمرین‌ها و تکالیف خانگی مورد بررسی قرار می‌گرفت و به طور کلی یک تمرین گروهی وجود داشت که طی آن به بررسی موضوعات تجربه شده در هفته و

جدول ۱ - نتایج آزمون چندمتغیره برای بررسی اثربخشی شناخت درمانی مبتنی بر ذهن‌آگاهی بر تحریک‌پذیری

متغیر مستقل	آزمون‌ها	مقدار	آماره F	معنی‌داری	اندازه اثر
روش ذهن‌آگاهی	اثر پیلایی	۰/۸۶	۷۰/۱۹	۰/۰۰۰۱	۰/۸۶
	لامبدای ویلکز	۰/۱۴	۷۰/۱۹	۰/۰۰۰۱	۰/۸۶
	اثر هاتلینگ	۶/۲۱	۷۰/۱۹	۰/۰۰۰۱	۰/۸۶
	بزرگترین ریشه روی	۶/۲۱	۷۰/۱۹	۰/۰۰۰۱	۰/۸۶

⁶ Mindfulness-Based Cognitive Therapy

⁷ Hand Outs

⁸ Body Scan

⁹ Mindful Movement

¹⁰ Sitting Meditation

¹¹ Didactic

¹² Contextual

¹³ Teaching

¹⁴ Ththree Minute Breathing Space

¹⁵ Bartlett's Test

پس‌آزمون ابعاد تحریک‌پذیری تفاوت معناداری ایجاد شده است ($P < 0/01$). اندازه اثر ذهن‌آگاهی بر کاهش تحریک‌پذیری به ترتیب از ۵۷ درصد برای خصومت تا ۷۷ درصد برای تحریک‌پذیری بالا در تغییر است. بدین معنی که آموزش ذهن‌آگاهی می‌تواند ۵۷ تا ۷۷ درصد از تغییرات ابعاد ذهن‌آگاهی را تبیین کند. جهت بررسی تفاوت‌ها در نمره کل تحریک‌پذیری نیز از آزمون تحلیل اندازه‌گیری مکرر تک متغیره استفاده شد. نتایج نشان داد که تفاوت معنی‌داری میان نمرات پیش‌آزمون و پس‌آزمون تحریک‌پذیری وجود دارد ($F < 607/21$, $P < 0/01$). اندازه اثر ذهن‌آگاهی نیز ۸۳ درصد بود. نمودار ۱ میانگین میزان اثر ذهن‌آگاهی بر تحریک‌پذیری قبل و بعد دوره را نشان می‌دهد. در تحلیل داده‌ها از نرم‌افزار SPSS 25 و LISREL 8.8 استفاده شد.

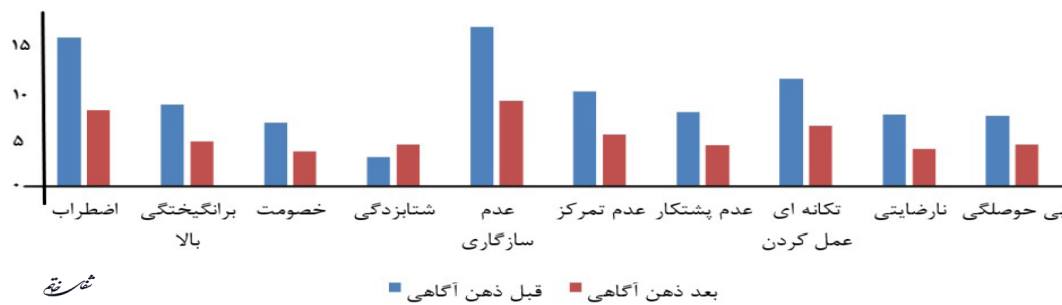
نتایج جدول ۱ نشان می‌دهد که تمامی آزمون‌های چندمتغیری معنی‌دار هستند. بدین معنی که در حداقل یکی از ابعاد تحریک‌پذیری تفاوت معنی‌داری از پیش‌آزمون به پس‌آزمون ایجاد شده است. معتبرترین آزمون چندمتغیری لامبدای ویلکز است. معنی‌داری این آزمون موید وجود تفاوت در حداقل یکی از متغیرهای وابسته است ($F < 70/19$, $P < 0/01$). با توجه به مجذور اتا می‌توان گفت که ۸۶ درصد از تغییرات متغیرهای وابسته به اعمال متغیر مستقل (روش ذهن‌آگاهی) مربوط است. با توجه به چند بعدی بودن تغییرپذیری و اندازه‌گیری آن در دو مرحله در ادامه از آزمون تحلیل واریانس اندازه‌های مکرر چندمتغیره استفاده شد. نتایج این تحلیل در جدول ۲ آورده شده است. نتایج جدول ۲ نشان می‌دهد که از پیش‌آزمون به

جدول ۲- نتایج آزمون تحلیل واریانس اندازه‌گیری مکرر چندمتغیره ابعاد تحریک‌پذیری

منبع تغییرات	مجموع مجذورات*	F	معنی‌داری	اندازه اثر
اضطراب	۲۳۲۹/۴۷	۳۰۹/۹۱	۰/۰۰۰۱	۰/۷۲
برانگیختگی بالا	۶۱۸/۲۹	۴۰۶/۱۹	۰/۰۰۰۱	۰/۷۷
خصومت	۳۶۳/۴۲	۱۶۲/۹۶	۰/۰۰۰۱	۰/۵۷
شتاب‌زدگی	۵۱۸/۰۹	۲۹۳/۴۲	۰/۰۰۰۱	۰/۷۱
عدم سازگاری	۲۴۱۰/۱۶	۳۸۴/۹۵	۰/۰۰۰۱	۰/۷۶
عدم تمرکز	۸۴۱/۵۷	۲۶۱/۲۹	۰/۰۰۰۱	۰/۶۸
عدم پشتکار	۴۸۱/۰۴	۲۸۹/۱۶	۰/۰۰۰۱	۰/۷۰
تکانه‌ای عمل کردن	۹۶۰/۱۵	۲۵۴/۷۳	۰/۰۰۰۱	۰/۶۸
ناراضیتی	۵۳۸/۶۰	۲۶۴/۵۳	۰/۰۰۰۱	۰/۶۸
بی‌حوصلگی	۳۶۵/۸۵	۱۹۱/۴۴	۰/۰۰۰۱	۰/۶۱
نمره کل تحریک‌پذیری	۸۳۱۲۳/۹۲	۶۰۷/۲۱	۰/۰۰۰۱	۰/۸۳

* با توجه به آن که درجات آزادی برابر با ۱ بود تنها مجموع مجذورات گزارش شده است.

محمدرضا



نمودار ۱- نمودار میانگین میزان تاثیر ذهن آگاهی بر تحریک پذیری قبل و بعد دوره

یادگیری ماشین

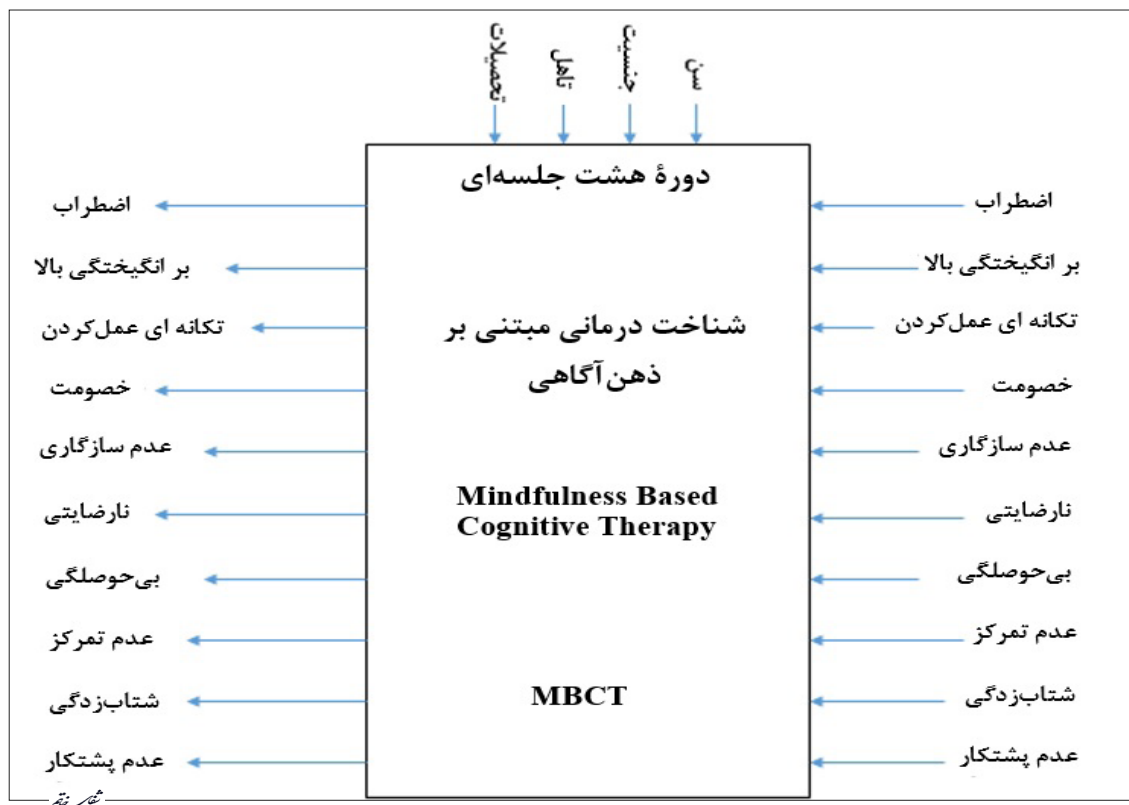
در یادگیری ماشین جزو این سه دسته هستند (۱۱).

تنظیم مجموعه داده پارامترهای مورد بررسی در پرسشنامه به شرح زیر می باشد:

سن، جنسیت، تاهل، تحصیلات، اضطراب، برانگیختگی بالا، تکانه ای عمل کردن، خصومت، عدم سازگاری، نارضایتی، بی حوصلگی، عدم تمرکز، شتاب زدگی، عدم پشتکار، مجموع امتیازهای هر پارامتر قبل از شروع دوره به همراه ویژگی های جنسیت، تاهل، سن و تحصیلات به عنوان ویژگی های ورودی مدل در نظر گرفته می شوند. و امتیاز هر یک از این ۱۰ پارامتر بعد از پایان دوره به عنوان ویژگی های خروجی مدل در نظر گرفته می شود که در تصویر ۱ نمایش داده شده است.

پیش پردازش داده ها

در علم یادگیری ماشین^{۱۶}، به موضوع طراحی ماشین هایی پرداخته می شود که با استفاده از مثال های داده شده به آن ها و تجربیات خودشان، بیاموزند. در واقع، در این علم تلاش می شود تا با بهره گیری از الگوریتم ها، یک ماشین به شکلی طراحی شود که بدون آن که صراحتاً برنامه ریزی و تک تک اقدامات به آن دیکته شود بتواند بیاموزد و عمل کند. در یادگیری ماشین، به جای برنامه نویسی همه چیز، داده ها به یک الگوریتم عمومی داده می شوند و این الگوریتم است که براساس داده هایی که به آن داده شده منطق خود را می سازد. یادگیری ماشین روش های گوناگونی دارد که از آن جمله می توان به یادگیری نظارت شده، نظارت نشده و یادگیری تقویتی اشاره کرد. الگوریتم های مورد استفاده



تصویر ۱- ورودی و خروجی های مدل ها

¹⁶ Machine Learning

نماییم. در واقع ارزیابی و صحت مدل یادگیری ماشین خود را در همان مرحله آموزشی انجام می‌دهیم.

از آنجایی که ذات الگوریتم‌های مدل‌سازی بگونه‌ای است که در هر بار اجرا مدل را ایجاد می‌کنند، بنابراین ممکن است نتایج مختلفی را هر بار ارائه دهند، بنابراین به‌منظور رسیدن به نتایج قابل قبول از روش ارزیابی متقابل استفاده می‌شود. در این پژوهش ۱۰ درصد داده‌ها را برای آزمون کنار می‌گذاریم، یعنی $K=10$ انتخاب شده و ۱۰ بار مدل را می‌سازد و در نهایت صحت داده‌های مختلف را میانگین می‌گیرد، و معیار اعتبارسنجی ارزیابی متقابل ۱۰ تایی (10-Fold Cross validation) استفاده شده است. در ادامه هریک از الگوریتم‌ها کاملاً مورد بررسی قرار گرفته است.

مدل‌سازی بیزی

یک شبکه بیزی^{۲۹} یا (شبکه باور) یا (شبکه باور بیزی)، یک گراف جهت‌دار بدون دور است که مجموعه‌ای از متغیرهای تصادفی و نحوه ارتباط مستقل آن‌ها را نشان می‌دهد. به‌عنوان نمونه یک شبکه بیزی می‌تواند نشان دهنده ارتباط بین بیماری‌ها و علائم آن‌ها باشد. پس با داشتن علائم باید بتوان احتمال یک بیماری خاص را در یک بیمار تشخیص داد. شبکه بیزی یک ابزار نسبتاً جدید برای شناسایی (هویت) روابط احتمالی به‌منظور پیشگویی یا ارزیابی رده عضویت است (۱۲). فرض کنیم که فضای مورد نظر H و مجموعه مثال‌های داده‌های آموزش D موجود باشند. مقادیر احتمال زیر را تعریف می‌کنیم: $P(H)$ احتمال پسین H که بر اساس داده‌های آموزشی قبل از مشاهده مثال آموزشی D داشته است. اگر چنین احتمالی موجود نباشد می‌توان به تمامی فرضیه‌ها احتمال یکسانی نسبت داد. احتمال تاثیر ذهن آگاهی. $P(D)$ احتمال توزیع داده‌های آموزشی اولیه‌ای که در داده آموزشی D مشاهده خواهد شد. توزیع تحریک‌پذیری، $P(D|H)$ درست‌نمایی آموزشی D به فرض آن که فرضیه H صادق باشد. احتمال تاثیر ذهن آگاهی بر تحریک‌پذیری. در یادگیری ماشین علاقه‌مند به دانستن احتمال پسین $P(D|H)$ یعنی احتمال اینکه با مشاهده شواهد D فرضیه صادق باشد، هستیم. احتمال اینکه با کاهش تحریک‌پذیری، تاثیر ذهن آگاهی صادق است. در این نوع مدل‌سازی فرض مساله این است که تمامی ویژگی‌ها از یکدیگر مستقل هستند. همچنین این نوع مدل‌سازی تنها مقادیر مشخص را به‌عنوان رده می‌پذیرد و تمامی ویژگی‌ها باید عددی باشند. از آنجایی که تحریک‌پذیری و سن

از آنجایی که داده‌های ما عددی هستند وجود اطلاعات غیر عددی باعث پیچیده شدن غیر ضروری مدل‌ها می‌شود. در این حالت می‌توان داده‌های غیر عددی را با دستور زیر به داده‌های عددی تبدیل کرد. با این دستور هر مقدار غیر عددی به‌عنوان یک ویژگی ورودی در نظر گرفته می‌شود که داده‌هایی که دارای این مقدار هستند مقدار ویژگی شان ۱ و مابقی ۰ می‌باشند. بطور مثال ویژگی وضعیت تاهل با سه گزینه مجرد، متاهل، جدا شده، به سه ویژگی تاهل- مجرد، تاهل- متاهل، تاهل- جدا شده تبدیل می‌شود و براساس نوع موجود در دیتاست هر نمونه در یکی از این مفادیر ۱ و بقیه موارد ۰ خواهد شد. لذا مشاهده می‌کنیم که تعداد ویژگی‌ها بعد از پیش پردازش به تعداد ۲۱ تغییر می‌کند. دستور استفاده شده در کد:

`(tesataD) seimmodu_teg.dp = tesataD`

برای مدل‌سازی از نرم‌افزار اسپایدر^{۱۷} استفاده شد و با زبان پایتون^{۱۸} کدنویسی شد.

مدل‌سازی داده‌ها

به‌منظور بررسی عملکرد مدل‌سازی‌های مختلف از معیار مجموع مربعات خطا (MSE)^{۱۹} استفاده می‌شود که در این معیار میزان خطای مقدارهای پیش‌بینی شده با مقدار واقعی آنها سنجیده می‌شود. مدل‌سازی با هفت روش زیر انجام شده و نتایج مورد تحلیل و بررسی قرار گرفت:

شبکه بیزی^{۲۰} با رده‌بندی^{۲۱}

شبکه بیزی با خوشه‌بندی^{۲۲} بر اساس داده‌های ورودی و خروجی

شبکه بیزی با خوشه‌بندی بر اساس داده‌های ورودی

شبکه بیزی با خوشه‌بندی بر اساس داده‌های خروجی رگرسیون^{۲۳}

شبکه عصبی کانولوشنی^{۲۴}

شبکه عصبی ترتیبی^{۲۵}

ارزیابی متقابل^{۲۶}

ارزیابی متقابل یک تکنیک بسیار مفید برای ارزیابی کارایی مدل‌های یادگیری ماشین است. این روش کمک می‌کند متوجه شویم به چه صورت مدل یادگیری ماشین که ایجاد کرده‌ایم به یک مجموعه داده مستقل تعمیم داده می‌شود. زمانی که یک مساله یادگیری ماشین به ما داده می‌شود، معمولاً با دو مجموعه داده آموزش^{۲۷} و آزمون^{۲۸} سروکار داریم. با استفاده از ارزیابی متقابل می‌توانیم مدل یادگیری ماشین خود را در فاز آموزش برای چک نمودن کارایی و بدست آوردن یک ایده و صرف نظر از چگونگی تعمیم مدل یادگیری ماشین خود به داده‌های مستقل آزمون

¹⁷ Spyder

¹⁸ Python

¹⁹ Mean Square Error(MSE)

²⁰ Bayesian

²¹ Classification

²² Clustering

²³ Regression

²⁴ Convolutional Neural Network

²⁵ Sequential Neural Network

²⁶ Cross Validation

²⁷ Train

²⁸ Test

²⁹ Bayesian Network

خبره در این زمینه می باشد که می توانند رده بندی مناسب امتیازها را مشخص کنند. با استفاده از راهنمایی و مشورت چند تن از این افراد به نظر می رسد میزان تحریک پذیری افراد را در پنج دسته می توان قرارداد: خیلی کم، کم، متوسط، زیاد، خیلی زیاد. از طرف دیگر در این پژوهش، در ارزیابی لیکرت پاسخ ها به پنج بخش تقسیم می شوند (خیلی مخالفم، مخالفم، نظری ندارم، موافقم، خیلی موافقم)، بنابراین منطقی به نظر می رسد که ما نیز دسته های ارزیابی خود را به همین مقدار تغییر دهیم. از آنجایی که تعداد سوالات پرسشنامه ۴۴ می باشد و امتیازها بین ۰ تا ۴ تغییر می کند، لذا امتیاز نهایی بین ۰ تا ۱۷۶ می باشد. الگوریتم های یادگیری ماشین و داده کاوی که عمل رده بندی را انجام می دهند، می توانند این جدول یا

به صورت مقادیر پیوسته هستند لازم است تا به منظور استفاده از مدل سازی بیزی این دو ویژگی به صورت غیر پیوسته رده بندی شوند. سن افراد به صورت بازه های ۱۰ ساله تنظیم گردید اما برای پارامتر تحریک پذیری می توان به یکی از دو روش زیر عمل کرد:

شبکه بیزی با رده بندی

شبکه بیزی با خوشه بندی

شبکه بیزی با رده بندی

به طور کلی به مساله هایی که ستون رده یا class داشته باشند، مسائل رده بندی یا classification گفته می شود. این دست از مسائل به یاگیری با ناظر^{۳۰} نیز معروف هستند، چون در واقع یک ناظر وجود دارد که ستون آخر را برای ما برچسب زنی کند. یکی از راه های رده بندی امتیاز، بهره گرفتن از تجربیات افراد

جدول ۳- رده بندی نمرات تحریک پذیری براساس طیف لیکرت

نمره تحریک پذیری	میزان تحریک پذیری	برچسب کلاس ها	تعداد	دسته
۰-۳۴	خیلی کم	۰	۹	A
۳۵-۶۹	کم	۱	۳۲	B
۷۰-۱۰۴	متوسط	۲	۶۹	C
۱۰۵-۱۳۹	زیاد	۳	۲۳	D
۱۴۰-۱۷۶	خیلی زیاد	۴	۲	E

خطای خوشه بندی بر اساس شباهت داده های ورودی:

صحت آموزش = $\frac{63}{63+36363}$, صحت آزمون = $\frac{428571}{428571+71}$, مجموع مربعات خطا = $\frac{285714}{0}$

نتایج نشان داد از ۱۴ داده آزمون ۵ مورد داده هایی است که رده آن ها اشتباه تشخیص داده شده است. در این روش به منظور رده بندی درست لازم است تا تعداد

همان ماتریس را به عنوان ورودی قبول کنند و از این ماتریس و ویژگی های آن، الگوی موجود در هر رده را یاد بگیرند. سپس اگر یک نمونه جدید به الگوریتمی که یاد گرفته است داده شود، این الگوریتم می تواند این نمونه جدید را به رده های احتمالاً درست رده بندی کند. در تصویر ۲ بخشی از کدنویسی این مدل آورده شده است. نتایج بیزی با رده بندی، صحت داده ها و میزان

```

34 #kmeans clustering
35 kmn= Kmeans (n_clusters=5)
36 kmn. Fit (Finalresultdata)
37 kmn. Inertia_
38 centroids= kmn. Cluster Centers
39
40 Print (Inertia: kmn. Inertia_)
41
42 #Baysian Modeling
43 KMLabels= kmn. Predict (FinalResultdata)
44
45 X_train, x_test, y_train, y_test= train_test_split (InitData, KMLabels, test_size=0/1, random_state=7)
46 gnb= GaussianNB ()
47
48 history= gnb. Fit (x_train, y_train)
49 y_pred= gnb. Predict (x_test)
50

```

تصویر ۲- بخشی از کدنویسی مدل بیزی بر اساس رده بندی به زبان پایتون با نرم افزار Spyder

³⁰ Supervised Learning

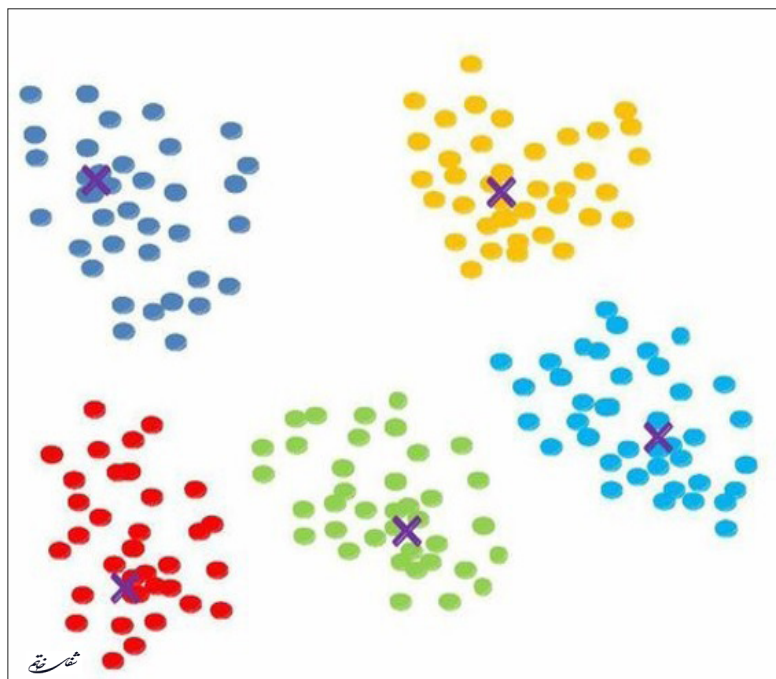
داده‌ها می‌توان از آن برای پیش‌بینی دسته‌های هدف بیزی استفاده کرد. باید اشاره کرد که در روش خوشه‌بندی Kmeans در ابتدا باید تعداد خوشه‌های مورد نیاز به الگوریتم داده شود. این تعداد معمولاً براساس آزمون و خطا بدست می‌آید. بدین منظور الگوریتم با تعداد خوشه مختلف مورد بررسی قرار گرفت که در این میان تعداد ۵ نتیجه قابل قبولی را ارائه می‌داد. همچنین به‌منظور ارزیابی نتایج خوشه‌بندی از معیاری به نام فاصله هر نمونه با مرکز خوشه استفاده می‌کنیم که با Inertia (مجموع فاصله نمونه‌ها از مرکز خوشه) نشان داده شده است و هرچه قدر عدد این فاصله کمتر باشد نشان دهنده این است که داده‌ها به مرکز خوشه نزدیک‌تر هستند و یعنی خوشه‌بندی با صحت مناسبی انجام شده است. در تصویر ۳ نمونه خوشه‌بندی ۵ تایی نمایش داده شده است.

شبکه بیزی با خوشه‌بندی براساس کل ویژگی‌ها در مرحله اول تمام ویژگی‌های ورودی و خروجی

قابل قبولی داده در هر یک از رده‌ها داشته باشیم اما همان‌طور که در جدول ۳ مشاهده می‌شود نمرات به یک میزان در رده‌ها پخش نشده‌اند و این امر باعث کاهش صحت عملکرد الگوریتم بیزی خواهد شد.

خوشه‌بندی

الگوریتم‌های خوشه‌بندی یا همان یادگیری بدون نظارت ۳۱ می‌توانند با استفاده از ویژگی‌ها یا همان ابعاد مساله، گروه‌های مختلفی از نمونه‌هایی را که شبیه به هم هستند، پیدا کنند. داده‌هایی که شباهت بیشتری به یکدیگر دارند در یک دسته یا خوشه قرار می‌گیرند. از آنجایی که مجموعه داده ما دارای داده‌های پیوسته می‌باشد، بنابراین برای تبدیل داده به مقادیر گسسته لازم است که با پیدا کردن داده‌های شبیه به هم برچسب‌های دسته را بدست آوریم. در این روش از الگوریتم خوشه‌بندی Kmeans استفاده شده است. چرا که این الگوریتم مرکز داده‌هایی که بیشترین شباهت را به هم دارند انتخاب می‌کند، با داشتن مرکز این



تصویر ۳- نمونه خوشه‌بندی ۵-means

مجموع فواصل درون خوشه‌ای نمونه‌ها بر اساس ویژگی‌های ورودی: فاصله هر نمونه با مرکز خوشه = $7978/2352$ همان‌طور که مشاهده می‌کنید میزان فاصله هر نمونه با مرکز خوشه مقدار بالایی است، این امر نشان دهنده آن است که داده‌ها به خوبی خوشه‌بندی نشده است، علت این موضوع می‌تواند تعداد زیاد ویژگی‌ها باشد (ویژگی‌های ورودی و خروجی مجموعاً به الگوریتم

به الگوریتم خوشه‌بندی داده می‌شود. با این کار براساس شرایط افراد قبل و بعد از دوره، خوشه‌بندی انجام می‌دهیم تا دسته‌بندی از افراد داشته باشیم. سپس برچسب خوشه‌ها به‌عنوان برچسب کلاس داده‌ها وارد الگوریتم بیزی می‌شود. در این حالت ما ۵ نقطه به‌عنوان مرکز دسته‌ها داریم و براساس الگوریتم بیزی می‌توانیم مشخص کنیم که افراد جدید در کدام دسته قرار می‌گیرند.

³¹ Unsupervised Learning

مدل بیزی برای پیش‌بینی میزان پیشرفت فرد جدید استفاده می‌کنیم. همانطور که می‌بینید میزان فاصله هر نمونه با مرکز خوشه بهبود بسیار قابل توجهی پیدا کرده است. در این روش خوشه‌بندی براساس ۱۰ ویژگی خروجی به ۵ خوشه تبدیل شده است. مجموع فواصل درون خوشه‌های نمونه‌ها براساس ویژگی‌های خروجی: فاصله هر نمونه با مرکز خوشه = $476/149$ صحت داده‌ها و میزان خطای خوشه‌بندی بر اساس شباهت داده‌های خروجی: صحت آموزش = $413223/50$ ، صحت آزمون = $0/50$ ، مجموع مربعات خطا = $928571/0$ داده‌های آزمون و مقداری که الگوریتم آنرا پیش‌بینی کرده، نشان داده است که ۷ داده از ۱۴ داده اشتباه تشخیص داده شده است.

مدل‌سازی رگرسیون

تحلیل رگرسیون به صورت گسترده برای پیش‌بینی و همچنین برای شناخت ارتباط میان متغیر وابسته و مستقل و شکل این روابط استفاده می‌شود. از آنجایی که نتایج داده‌ها به صورت پیوسته می‌باشد، لذا روش رگرسیون نیز قابل بررسی است. علاوه بر روش رگرسیون استاندارد، دو نوع رگرسیون بهبود یافته وجود دارد که در این دو نوع سعی می‌شود تا به ویژگی‌ها، ضرایب مختلفی داده شود تا ویژگی‌های با مقادیر بزرگتر تاثیر بیشتری رو مدل‌سازی داده انجام دهند و تمامی ویژگی‌ها در مدل‌سازی تاثیرگذار باشند. از آنجایی که تعداد سوالات پارامترهای مختلف متفاوت است لذا مقادیر ممکن برای هر پارامتر متفاوت است که این امر می‌تواند باعث شود امتیازهای پارامترهایی از قبیل عدم سازگاری تاثیر بیشتری نسبت به پارامتر بی‌حوصلگی داشته باشد. لذا منطقی به نظر می‌رسد که دو نوع بهبود یافته رگرسیون عملکرد بهتری را در این مجموعه داده نشان دهند که نتایج نیز این ادعا را ثابت کرده‌اند.

رگرسیون با یک پارامتر خروجی

برای پیش‌بینی یک متغیر ملاک از روی چند متغیر پیش‌بینی از مدل رگرسیون چندگانه استفاده می‌شود. در این روش امتیاز کل تحریک‌پذیری را به‌عنوان خروجی در نظر می‌گیریم. در ادامه نتایج این مدل نمایش داده شده است. میانگین فاصله = $50838/0$

صحت داده‌ها و میزان خطای رگرسیون بر اساس داده خروجی: صحت آموزش = $524212/68$ ، صحت آزمون = $789294/48$ ، مجموع مربعات خطا = $228322/100$ مقایسه میزان صحت داده‌های آموزش و آزمون در

داده شد) که باعث پایین آمدن کارایی شده است. صحت داده‌ها و میزان خطای خوشه‌بندی بر اساس شباهت داده‌های ورودی و خروجی: صحت آموزش = $0743/71$ ، صحت آزمون = $7142/85$ ، مجموع مربعات خطا = $2142/1$ قابل ذکر است داده‌های آزمون قبل از مدل‌سازی از مجموعه داده خارج می‌شوند و مدل این داده‌ها را مشاهده نمی‌کند. بنابراین می‌توان از آن‌ها برای ارزیابی مدل یا همان صحت سنجی استفاده کرد. مقدار داده‌های آزمون و مقداری که الگوریتم آن را پیش‌بینی کرده، نشان داده است که ۲ داده از ۱۴ داده اشتباه تشخیص داده شده است.

شبکه بیزی با خوشه‌بندی بر اساس ویژگی‌های ورودی

در این روش سعی کردیم خوشه‌بندی را روی داده‌های ورودی انجام دهیم با این کار می‌توانیم افراد شبیه به هم را در هر خوشه پیدا کنیم. هنگامی که فرد جدیدی پرسشنامه را پر می‌کند، مدل مشخص می‌کند که این فرد به کدام خوشه تعلق دارد و بدین طریق با کمک بررسی تاریخچه آن افراد می‌توانیم پیش زمینه‌ای از پیشرفت این شخص داشته باشیم. نکته‌ای که در اینجا وجود دارد این است که داده‌های خروجی در هیچ کدام از مراحل مدل‌سازی مورد استفاده قرار نگرفته‌اند که این موضوع بدین معنا است که ما از تمام ظرفیت مجموعه داده خود استفاده نکردیم.

مجموع فواصل درون خوشه‌های نمونه‌ها براساس ویژگی‌های ورودی: فاصله هر نمونه با مرکز خوشه = $651775/1939$ استفاده از ویژگی‌های ورودی به تنهایی باعث شده است که مقدار فاصله هر نمونه با مرکز خوشه نسبت به مرحله قبل بهبود پیدا کند که این امر باعث افزایش صحت مدل‌سازی بیزی می‌شود.

صحت داده‌ها و میزان خطای خوشه‌بندی براساس شباهت داده‌های ورودی: صحت آموزش = $644628/82$ ، صحت آزمون = $857143/92$ ، مجموع مربعات خطا = $071429/0$

مقدار داده‌های آزمون و مقداری که الگوریتم آن را پیش‌بینی کرده، نشان داده است که ۱ داده از ۱۴ داده اشتباه تشخیص داده شده است.

شبکه بیزی با خوشه‌بندی بر اساس ویژگی‌های خروجی

در این روش تمرکز خود را به صورت کامل روی داده‌های خروجی گذاشتیم و با دسته‌بندی آن‌ها، خوشه‌های متفاوتی را ایجاد کردیم. در این روش نیز برچسب خوشه‌ها به‌عنوان رده به الگوریتم بیزی داده می‌شود و نهایتاً از

شبکه عصبی کانولوشنی نشان می‌دهد تقریباً ۴۰/۵ درصد داده‌ها درست پیش‌بینی شده‌اند.

شبکه عصبی ترتیبی

شبکه‌های عصبی ترتیبی با شبکه‌های عصبی متفاوت است، زیرا به جای اینکه همیشه مجموعه‌ای از همان تغییرات را بکار گیرند، بسته به ورودی می‌توانند انتخاب کنند که کدام یک از تحولات استفاده شود. الگوریتم یادگیری مبتنی بر محاسبه گرادیان است که با استفاده از تکنیک‌های گرادیان سیاست به دست می‌آید. آزمایش بر روی مجموعه داده‌های مختلف، اثربخشی این مدل‌ها را نشان داده است (۱۴). ایده اصلی پشت این نوع از معماری بهره‌برداری از ساختار سری داده است. نام این شبکه عصبی از این واقعیت بدست می‌آید که این نوع از شبکه‌ها بصورت بازگشتی عمل می‌کنند. یعنی یک عملیات برای تکتک المان‌های یک دنباله (کلمه، جمله، ...) انجام می‌گیرید و خروجی آن وابسته به ورودی فعلی و عملیات‌های قبلی است. این مهم از طریق تکرار یک خروجی از شبکه در زمان t با ورودی شبکه در زمان $t+1$ انجام می‌شود. (یعنی خروجی از مرحله قبل با ورودی تازه در مرحله جدید ترکیب می‌شوند). این چرخه‌ها اجازه وجود اطلاعات از یک گام زمانی به گام زمانی بعدی را موجب می‌شوند. به عبارت بهتر این نوع شبکه‌ها دارای حلقه‌ای در درون خود هستند که به وسیله آن می‌توانند اطلاعات را در حین خواندن ورودی از نورون‌ها عبور دهند.

نتایج شبکه عصبی ترتیبی

صحت آموزش = $71/34$ ، درصد صحت آزمون = $29/64$ ، درصد مجموع مربعات خطا = $3938/147$

مقایسه میزان صحت داده‌های آموزش و آزمون در شبکه عصبی ترتیبی نشان می‌دهد تقریباً ۳۵ درصد داده‌ها درست پیش‌بینی شده‌اند. در جدول ۴ میزان صحت مدل‌های بیزی، رگرسیون و شبکه عصبی مقایسه شده است.

بحث و نتیجه‌گیری

پیرو هدف مطالعه حاضر مبنی بر پیش‌بینی اثر بخشی شناخت درمانی مبتنی بر ذهن‌آگاهی بر تحریک‌پذیری، با مدل‌های بیزی، رگرسیون و شبکه عصبی، ابتدا بررسی از نوع شبه آزمایشی و با روش پیش‌آزمون، پس‌آزمون یک گروهی و بعد اجرای

مدل‌سازی رگرسیون، با توجه به اینکه میزان صحت $48/78$ می‌باشد، نشان می‌دهد تقریباً ۴۹ درصد داده‌ها درست پیش‌بینی شده‌اند.

شبکه عصبی

فلسفه اصلی شبکه عصبی^{۳۲} مصنوعی، مدل کردن ویژگی‌های پردازشی مغز انسان برای تقریب زدن روش‌های معمول محاسباتی با روش پردازش زیستی است. به بیان دیگر، شبکه عصبی مصنوعی روشی است که دانش ارتباط بین چند مجموعه داده را از طریق آموزش فراگرفته و برای استفاده در موارد مشابه ذخیره می‌کند. در این روش ما از دو شبکه عصبی کانولوشنی و ترتیبی برای پیش‌بینی استفاده کردیم. اینجا ۱۴ داده ورودی و ۱۰ داده خروجی خواهیم داشت. تعداد مرحله آموزش شبکه را برابر با ۱۰ انتخاب کردیم. وزندهی شبکه عصبی براساس تابع خطای انتخابی آن می‌باشد. انواع مختلفی تابع خطا در این راستا وجود دارد که با توجه به نوع مساله پیش‌بینی می‌توان از آن استفاده کرد. همان‌طور که قبلاً گفته شد مساله اینجا پیش‌بینی داده‌های پیوسته واقعی می‌باشد. در این موارد باید از توابع خطای گوسین استفاده کرد.

شبکه عصبی کانولوشنی

شبکه‌های عصبی کانولوشن تا حد بسیار زیادی شبیه شبکه‌های عصبی مصنوعی هستند که در بخش قبلی در مورد آنها توضیح داده شد. این نوع شبکه‌ها متشکل از نورون‌هایی با وزن‌ها و بایاس‌های قابل یادگیری (تنظیم) هستند. هر نورون تعدادی ورودی دریافت کرده و سپس حاصل ضرب وزن‌ها در ورودی‌ها را محاسبه کرده و در انتها با استفاده از یک تابع تبدیل (فعال‌سازی) غیرخطی نتیجه‌ای را ارائه می‌دهد. کل شبکه، همچنان یک تابع امتیاز^{۳۳} مشتق‌پذیر^{۳۴} را ارائه می‌کند، که در یک طرف آن پیکسل‌های خام تصویر ورودی و در طرف دیگر آن امتیازات مربوط به هر دسته قرار دارد. این نوع شبکه‌ها هنوز یک تابع هزینه^{۳۵} (مثل Soft-SVM, max) در لایه آخر دارند و تمامی نکات مطرح در مورد شبکه‌های عصبی معمولی در اینجا هم صادق است (۱۳).

نتایج شبکه عصبی کانولوشنی

صحت آموزش = $50/40$ ، صحت آزمون = $50/50$ ، مجموع مربعات خطا = $4919/146$

مقایسه میزان صحت داده‌های آموزش و آزمون در

جدول ۴ - مقایسه میزان صحت مدل‌های بیزی، رگرسیون و شبکه عصبی

صحت داده‌ها	مدل بیزی با رده‌بندی	مدل بیزی با خوشه‌بندی	مدل بیزی با خوشه‌بندی خروجی‌ها	مدل رگرسیون با یک خروجی	مدل شبکه عصبی کانولوشنی	مدل شبکه عصبی ترتیبی
آموزش	۶۳، ۰/۶۳ درصد	۷۱ درصد	۸۲، ۰/۶۴ درصد	۶۸، ۰/۵ درصد	۴۰، ۰/۵ درصد	۳۴، ۰/۷۱ درصد
آزمون	۷۱، ۰/۴۹ درصد	۸۵، ۰/۷ درصد	۹۲، ۰/۸۵ درصد	۴۸، ۰/۷۹ درصد	۵۰ درصد	۶۴، ۰/۲۹ درصد

³² Neural Network
³³ Score Function

³⁴ Differentiable
³⁵ Loss Function

کردند. عملکرد روانشناختی با پرسشنامه‌های مربوط به ارزیابی پنج حوزه اصلی مرتبط با MBSR انجام شد: ذهن‌آگاهی، دلسوزی، بهزیستی روانشناختی، پریشانی روانشناختی و کنترل عاطفی- شناختی. در کل ۲۵ متغیر، پوشش پنج ساختار، به‌عنوان گره در NA در نظر گرفته شد. شرکت‌کنندگان در اکثر پرسشنامه‌های روانشناختی بهبود یافتند. همچنین از دیدگاه شبکه تغییرات مهم در روابط توپولوژیکی بین عناصر ایجاد شد. تجزیه و تحلیل جامعه نشان داد که یک رابطه توپولوژیکی قوی بین ذهن‌آگاهی، دلسوزی و تنظیم عواطف وجود دارد، که از نقش اصلی دلسوزی در آموزش ذهن‌آگاهی پشتیبانی می‌کند (۸). که نشان می‌دهد تاثیر ذهن‌آگاهی به کمک مدل‌های کامپیوتری قابل پیش‌بینی است و با پژوهش ما همسو است. با توجه به جدول ۴ بهترین نتیجه مربوط به الگوریتم‌های بیزی با خوشه‌بندی با توجه به ویژگی‌های ورودی می‌باشد. در این روش سعی شده است افراد براساس ویژگی‌های خود قبل از شروع دوره دسته‌بندی شود و مدل بیزی بر این اساس ساخته شود. بدین ترتیب در آینده زمانی که شرکت‌کننده جدیدی قصد شرکت در دوره را داشته باشد براساس این الگوریتم می‌توان تشخیص داد که به کدام دسته از افراد شباهت دارد و با بررسی نتایج بدست آمده از آن اشخاص پیش زمینه‌ای درباره میزان پیشرفت شرکت‌کننده جدید نیز داشت. در مدل بیزی با خوشه‌بندی براساس کل ویژگی‌ها، نرخ آزمون و آموزش پایین‌تر از خوشه‌بندی ویژگی‌های ورودی است، اما از آنجایی که داده‌های خروجی نیز در مدل‌سازی مورد استفاده قرار گرفته است بنابراین انتظار می‌رود که این روش در آینده و با افزایش تعداد داده‌ها به بهبود قابل توجهی برسد. در مرحله بعد مدل بیزی با رده‌بندی نتایج بهتری را نشان داد و پس از آن مدل بیزی با خوشه‌بندی داده‌های خروجی، در مرحله بعدی الگوریتم رگرسیون نتایج بهتری را در تشخیص میزان پیشرفت هر مولفه نشان داده است. الگوریتم شبکه عصبی نیز نتایج قابل قبولی را نشان داده است و قطعاً با افزایش تعداد داده‌ها می‌تواند به نتایج بهتری نسبت به رگرسیون برسد چرا که این الگوریتم قابلیت وزن‌دهی به پارامترها را دارد. بنابراین نتایج نشان داد طراحی مدل پیش‌بینی کننده تاثیر آموزش فنون شناخت درمانی مبتنی بر ذهن‌آگاهی بر تحریک‌پذیری قابل تحقق است. با توجه به یافته‌های پژوهش حاضر و پژوهش‌های پیشین مبنی بر پیش‌بینی تاثیر تمرینات ذهن‌آگاهی بر تحریک‌پذیری، پیشنهاد می‌شود در کنار سایر مداخلات درمانی از این روش نیز جهت بهبود کیفیت زندگی افراد در جوامع بیشتری استفاده شود، تا محدودیت‌هایی این پژوهش

روش‌های مدل‌سازی روی داده‌های جمع‌آوری شده و انتخاب بهترین مدل پیش‌بینی انجام شد. یافته‌های این مطالعه در ابتدا نشان داد که تفاوت معنی‌داری میان نمرات پیش‌آزمون و پس‌آزمون تحریک‌پذیری وجود داشت ($F(6, 7/21) < 0.01$). اندازه اثر ذهن‌آگاهی نیز ۸۳ درصد بود. به این ترتیب این پژوهش نشان داد در نتیجه تمرین‌های شناخت درمانی مبتنی بر ذهن‌آگاهی با افزایش آگاهی افراد از لحظه حال، هدفمند و بدون قضاوت، بر نظام شناختی و پردازش اطلاعات اثر می‌گذارد و تحریک‌پذیری (اضطراب، برانگیختگی بالا، خصومت، شتابزدگی، عدم سازگاری، عدم پشتکار، تمرکز، عدم تکانه‌ای عمل کردن، نارضایتی و بی‌حوصلگی) افراد را کاهش می‌دهد. نتایج تحقیق با پژوهش‌هایی نظیر تاثیر درمان‌های مبتنی بر ذهن‌آگاهی بر استرس، اضطراب و افسردگی، بررسی میزان پرسه زدن ذهن، آشفتگی روانشناختی (اضطراب، افسردگی، اختلال خواب، مشکلات ارتباطی، و دغدغه با مشکلات جسمی)، کاهش میزان ترشح هورمون کورتیزول، هورمون استرس همسو است (۱۵-۱۹). فرضیه اصلی این است که می‌توان با دقت مطلوب به کمک مدل‌های بیزی، رگرسیونی و شبکه عصبی، اثر بخشی شناخت درمانی مبتنی بر ذهن‌آگاهی بر میزان تحریک‌پذیری را پیش‌بینی کرد. نتایج بدست آمده در بخش مدل‌سازی نیز نشان داد به کمک مدل‌سازی شناختی داده‌ها می‌توانیم میزان اثر بخشی شناخت درمانی مبتنی بر ذهن‌آگاهی را بر روی میزان تحریک‌پذیری افراد پیش‌بینی کنیم، دکتر کالدول^{۳۶} و همکارانش تاثیر شناخت درمانی مبتنی بر ذهن‌آگاهی را بر روی دانش‌آموزان کالج بررسی کردند. مدل ارائه شده حاکی از ایجاد تغییرات در خود تنظیمی، خود کارآمدی، حالات روانشناختی و کاهش استرس بر اساس تاثیرات ذهنی و جسمی ذهن‌آگاهی بر بهبود کیفیت خواب بود (۵). بر اساس آزمایشاتی که در مورد پرش ذهن و درون‌گرایی روی مدیتورها شده بود، ون وگت^{۳۷} و همکاران یک مدل فرایند حواس پرتی که بر اساس معماری شناختی ACT-R مدل‌سازی شده، را در قالب پرش ذهن ایجاد کردند که توانست پرش ذهن را پیش‌بینی کند (۶). موی^{۳۸} و ون وگت با ایجاد یک مدل شناختی محاسباتی از نوع خاصی از مدیتیشن (مدیتیشن توجه متمرکز)، این موضوع را بررسی کردند. تجزیه و تحلیل‌ها نشان داد که مدل بعد از تمرین مدیتیشن نسبت به گذشته، نسبت به شناسایی اهداف و غیر اهداف بسیار حساس بود (۷). پابلو^{۳۹} و همکاران برای بررسی اثرات یک برنامه ۸ هفته کاهش استرس مبتنی بر ذهن‌آگاهی^{۴۰} (MBSR) در ۱۸۲ نفر فرد سالم از تحلیل شبکه‌ها^{۴۱} (NA) استفاده

36 Caldwell

37 Van Vugt

38 Moye

39 Pablo

40 Mindfulness-Based Stress Reduction(MBSR)

41 Network Analysis(NA)

تعداد بانوان و آقایان بود را تحت پوشش قرار دهد.

که شامل تعداد اشخاص شرکت کننده و همسان نبودن

منابع

1. Polk T , Seifert C. Cognitive Modeling (A Bradford Book) . 2002.
2. Baer R A. Mindfulness training as a clinical intervention: A conceptual and empirical review. *Clinical Psychology: Science and Practice*. 2003; 10: 125-143.
3. Segal Zindel V, Teasdale John D , and Williams J. M. Mindfulness Based cognitive therapy for depression. New York: The Guilford Press. 2002.
4. Pour Afkari N. Semiotics of mental illness. Tehran: Azadeh. 2011.
5. Caldwell K, Harrison M, Adams M, Quin R, Greeson J. Developing Mindfulness in College Students through Movement Based Courses: Effects on Self-Regulatory Self-Efficacy, Mood, Stress, and Sleep Quality. *J Am Coll Health*. 2010; 58(5): 433-42.
6. Van Vugt M, Taatgen N, Sackur J, Bastian M. Modeling mind-wandering: a tool to better understand distraction. *Proceedings of the 13th International Conference on Cognitive Modeling*. Groningen: University of Groningen. 2015; 252-57.
7. Moye A, Van Vugt M. A computational model of focused attention meditation and its transfer to a sustained attention task. *Proceedings of the 15th International Conference on Cognitive Modeling*. 2017; 43-48.
8. Pablo R, Gustavo D, Nazareth C, Carmelo V. Does mindfulness change the mind? A novel psychonectomeperspective based on Network Analys. 2019; [https://doi.org/10.1371/journal.pone.0219793].
9. PourAfrouz E, Setayeshi S, Bigdeli I, Pedram M. Making and standardizing the Psychometricof irritability questionnaire. *Journal of Psychometric Research*. Rouden Azad University. Spring 2019.
10. Lawrence S, Gamst G, Guarino A. *Applied Multivariate Research. Design and Interpretation*. Translation by Hassan Pasha Sharifi et al. Tehran: Roshd. 2017.
11. Hesaraki E. Machine learning. 2018. [https://blog.faradars.org/introduction-to-machine-learning/].
12. Koski T, Noble J. *Bayesian Networks*. Wiley Series in Probability and Statistics. 2009.
13. Krizhevsky A, Sutskever I, Hinton GE. Imagenet classification with deep convolutional neural networks. *Advances in Neural Information Processing Systems*. 2012.
14. Denoyer L; Gallinari Deep Sequential Neural Network. *Arxiv*. 2014.
15. Grossman P, Niemann L, Schmidt S, Walach H. Mindfulness-based stress reduction and health benefits: A meta-analysis. *Journal of Psychosomatic Research*. 2004; 57. 1: 35-43.
16. Hofmann S, Sawyer A, Witt A, Oh D. The effect of mindfulness-based therapy on anxiety and depression: A meta-analytic review. *J Consult Clin Psychol*. 2010; 78. 2: 169-83.
17. Brandmeyer T, Delorme A. Reduced mind wandering in experienced meditators and associated EEG correlates. *Experimental Brain Research*. 2016.
18. Huang S, Li R, Huang F, Tang F. The potential for mindfulness-based intervention in workplace mental health promotion. Results of a randomized controlled trial. 2015; 10. 9: e0138089.
19. Black D, Peng C, Sleight A, Nguyen N, Lenz H, Figueiredo J. Mindfulness practice reduces cortisol blunting during chemotherapy: A randomized controlled study of colorectal cancer patients. *Cancer*. 2017.