



## Design and Conceptualization of a Real-Time Artificial Intelligence Assistant for Emotion Regulation in Patients with Chronic Pain

Manijeh Firoozi<sup>1</sup> , Fatemeh Maleki<sup>1\*</sup> 

1. Department of Psychology, Faculty of Psychology and Educational Sciences, University of Tehran, Tehran, Iran

### ABSTRACT

**Aim and background:** Chronic pain is a complex condition with significant psychological and emotional dimensions, often associated with impaired emotion regulation. While psychological interventions such as Cognitive Behavioral Therapy (CBT) can alleviate some symptoms, many patients continue to experience persistent emotional distress. Emotion regulation has been identified as a key modifiable mechanism in adapting to chronic pain; however, its delivery beyond clinical settings remains limited. This study proposes a conceptual framework for designing a real-time artificial intelligence (AI) assistant to support emotion regulation in patients with chronic pain.

**Material and Methods:** Using an analytical synthesis approach, key concepts from three domains—pain psychology, emotion regulation, and AI technology—were collected and integrated. Through identifying thematic patterns and conceptual bridges among these areas, a theoretical model was developed with a focus on the practical application of AI to facilitate emotional self-regulation.

**Results:** The proposed AI assistant utilizes conversational agents and wearable sensors to detect emotional states related to pain and deliver timely emotion regulation interventions such as cognitive reappraisal, fear reduction, and attentional redirection. The system functions not only as a digital intervention tool but also as a communicative interface that enhances trust, autonomy, and flexibility.

**Conclusion:** The presented framework demonstrates the potential of AI-based assistants to play a key role in chronic pain management by targeting emotional mechanisms. Developing a prototype and evaluating its real-world effectiveness are the next steps in advancing this innovative approach.

**Keywords:** Chronic Pain, Emotion Regulation, Artificial Intelligence

►Please cite this paper as:

Firoozi M, Maleki F. [Design and Conceptualization of a Real-Time Artificial Intelligence Assistant for Emotion Regulation in Patients with Chronic Pain (Persian)]. J Anesth Pain. 2026;17(1): 66-83.

**Corresponding Author:** Fatemeh Maleki, Department of Psychology, Faculty of Psychology and Educational Sciences, University of Tehran, Tehran, Iran

**Email:** fatemeh.maleki79@ut.ac.ir

فصلنامه علمی پژوهشی بیهوشی و درد، دوره ۱۷، شماره ۱، بهار ۱۴۰۵

## طراحی و مفهوم سازی دستیار هوش مصنوعی بلادرنگ برای هدایت تنظیم هیجان در بیماران مبتلا به درد مزمن

منیژه فیروزی<sup>۱</sup>، فاطمه ملکی<sup>۱\*</sup>

۱. گروه روان شناسی، دانشکده روان شناسی و علوم تربیتی، دانشگاه تهران، تهران، ایران

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۵/۱/۲۵

تاریخ بازبینی: ...

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۹/۲

### چکیده

**زمینه و هدف:** درد مزمن پدیده‌ای پیچیده با ابعاد روان شناختی و هیجانی است که اغلب با تنظیم ناکارآمد هیجان همراه است. اگرچه درمان‌های روان شناختی مانند درمان شناختی-رفتاری (CBT) می‌توانند بخشی از مشکلات را کاهش دهند، بسیاری از بیماران همچنان دچار رنج هیجانی مزمن هستند. تنظیم هیجان به عنوان یک مکانیسم کلیدی قابل تغییر در سازگاری با درد مزمن معرفی شده است، اما ارائه آن در خارج از محیط‌های بالینی محدود است. این مطالعه چارچوبی نظری برای طراحی یک دستیار هوش مصنوعی ارائه می‌دهد که به صورت بلادرنگ از بیماران در تنظیم هیجانات مرتبط با درد پشتیبانی کند.

**مواد و روش‌ها:** با استفاده از روش سنتز تحلیلی، مفاهیم کلیدی از سه حوزه روان شناسی درد، تنظیم هیجان و فناوری هوش مصنوعی گردآوری و ادغام شدند. از طریق شناسایی الگوها و پیوندهای مفهومی میان این حوزه‌ها، مدلی نظری توسعه یافت که بر کاربرد عملی فناوری در تسهیل خودتنظیمی هیجانی تمرکز دارد.

**نتایج:** دستیار پیشنهادی با استفاده از چت بات‌ها و حسگرهای پوشیدنی، حالات هیجانی مرتبط با درد را شناسایی کرده و مداخلات تنظیم هیجان مانند ارزیابی مجدد شناختی، کاهش ترس و هدایت توجه را در زمان مناسب ارائه می‌دهد. این سیستم نه تنها یک ابزار مداخله دیجیتال است، بلکه به عنوان یک ابزار ارتباطی که اعتماد، استقلال و انعطاف پذیری را ارتقا می‌دهد، عمل می‌کند.

**نتیجه گیری:** چارچوب ارائه شده نشان می‌دهد که دستیارهای هوش مصنوعی می‌توانند با هدف گیری مؤلفه های هیجانی، نقش کلیدی در مدیریت درد مزمن ایفا کنند. توسعه نمونه اولیه و بررسی اثربخشی آن در عمل، گام بعدی این مسیر نوآورانه است.

**واژه های کلیدی:** درد مزمن، تنظیم هیجان، هوش مصنوعی

نویسنده مسئول: فاطمه ملکی، گروه روان شناسی، دانشکده روان شناسی و علوم تربیتی، دانشگاه تهران، تهران، ایران

پست الکترونیک: fatemeh.maleki79@ut.ac.ir

## مقدمه

درد مزمن یک بیماری شایع و ناتوان کننده با تأثیرات شخصی و اجتماعی قابل توجه است. در سطح جهان، حدود ۲۷,۵ درصد از جمعیت - که در کشورهای مختلف از ۹,۹ درصد تا ۵۰,۳ درصد متغیر است - با درد مزمن زندگی می کنند<sup>(۱)</sup>. این شیوع بالا، درد مزمن را به علت اصلی سال ها زندگی با ناتوانی در سراسر جهان تبدیل می کند<sup>(۲)</sup>. این بار فراتر از رنج فیزیکی است؛ هزینه های مراقبت های بهداشتی در زمینه درد مزمن، در مجموع بیش از هزینه های بیماری قلبی، سرطان و دیابت می شود<sup>(۳)</sup>. به طور فزاینده ای تشخیص داده شده است که درد مزمن صرفاً یک تجربه حسی نیست، بلکه دارای یک جزء هیجانی و احساسی مهم است و در همین راستا، انجمن بین المللی مطالعه درد تأکید می کند که درد باید هم به عنوان یک تجربه حسی و هم یک تجربه احساسی درک شود<sup>(۴)</sup>. درواقع، افراد مبتلا به درد مزمن، اغلب هیجانات منفی مداوم - مانند ترس، عصبانیت، اضطراب و افسردگی - را گزارش می کنند که در اغلب موارد هم زمان رخ می دهند و درد و ناتوانی را تشدید می کنند<sup>(۵)</sup>. به عبارت دیگر، مشکل در تنظیم هیجانات عمیقاً با تجربه درد مزمن درهم تنیده است.

تنظیم هیجان به فرآیندهایی اشاره دارد که افراد از طریق آن بر حالات هیجانی خود تأثیر می گذارند و آن ها را تنظیم می کنند؛ از جمله راهبردهایی مانند ارزیابی مجدد شناختی (تغییر دادن معنای یک عامل استرس زا)، گسترش توجه (تغییر تمرکز) و تعدیل پاسخ (به عنوان مثال سرکوب بیان هیجانی)<sup>(۶)</sup>. در زمینه درد مزمن، به نظر می رسد تنظیم مؤثر هیجان یک عامل محافظتی است و در مقابل، تنظیم ضعیف هیجان می تواند پیامدهای درد را تشدید کند<sup>(۷)</sup>. به عنوان مثال، شواهد طولی در بیماران آرتریت نشان می دهد که تنظیم روزانه هیجان مثبت و منفی می تواند سطح درد بعدی را تا ۲۸ درصد کاهش دهد<sup>(۸)</sup>. این یافته ها نشان می دهد که افزایش توانایی

بیماران برای مدیریت هیجانات، یک هدف امیدوارکننده برای بهبود مدیریت درد مزمن است و در مقابل، راهبردهای ناسازگار مانند سرکوب هیجان یا اجتناب تجربی سبب ایجاد یک چرخه معیوب از پریشانی و تقویت درد می شود<sup>(۹)</sup>. علی رغم این ارتباط واضح بین فرآیندهای هیجانی و درد، رویکردهای درمانی مرسوم فقط تا حدی به تنظیم هیجانات می پردازند. درمان شناختی-رفتاری یک مداخله روان شناختی استاندارد طلایی است و برخی از مهارت های مقابله با هیجان را در برمی گیرد، اما شواهد اخیر نشان می دهد که کارایی محدودی برای جنبه های هیجانی درد مزمن دارد و شدت درد را تنها در سطح متوسطی کاهش می دهد<sup>(۱۰)</sup>. در همین حال، درمان های دارویی اغلب بر روی درد و التهاب تمرکز می کنند و برای تسکین پریشانی های روان شناختی مرتبط با درد چندان مؤثر نیستند<sup>(۱۱)</sup>. بنابراین، بسیاری از بیماران همچنان از پریشانی هیجانی غیرقابل کاهش مرتبط با درد خود رنج می برند، حتی زمانی که مراقبت های استاندارد دریافت می کنند.

با توجه به محدودیت های مداخلات موجود، علاقه فزاینده ای به رویکردهای جدید برای حمایت از بهزیستی هیجانی بیماران مبتلا به درد مزمن وجود دارد. به ویژه، پیشرفت در فناوری های سلامت دیجیتال و هوش مصنوعی راه های جدیدی را برای ارائه پشتیبانی های مربوط به سلامت رفتاری گشوده است. برای شرایط مزمن مانند درد مداوم، ربات های مکالمه (چت بات ها) و ابزارهای دیجیتال مرتبط، ظرفیت ارائه مداخلات شخصی و در دسترس را ایجاد کرده اند که نیازهای زیستی-روانی-اجتماعی فرد بیمار را برطرف می کند<sup>(۱۲-۱۳)</sup>. کارآزمایی های اولیه با چت بات های مراقبت های بهداشتی نشان می دهد که می توانند به طور مؤثر راهبردهای مقابله با درد و آموزش روانی را در قالبی مناسب و بر اساس تقاضای فرد ارائه

درد که نقش هیجانات و شناخت‌ها را در درد مزمن روشن می‌کند، (۲) راهبردهای تنظیم هیجان مؤثر در مقابله با درد، و (۳) ابزارهای مبتنی بر هوش مصنوعی در روان‌شناسی سلامت که می‌توانند این راهبردها را ارائه یا تقویت کنند. در نهایت، با ادغام بینش‌ها در این سه حوزه، توضیح داده می‌شود که چگونه یک دستیار هوش مصنوعی می‌تواند برای هدف قرار دادن خودتنظیمی هیجانی و ابزاری برای بهبود زندگی بیماران مبتلا به درد مزمن طراحی شود.

### روش مطالعه

#### رویکرد مفهومی و بررسی ادبیات

سنتز تحلیلی، یک روش کیفی و متمرکز بر نظریه‌پردازی است که مفاهیم، یافته‌ها و چارچوب‌ها را از منابع مختلف برای ساختن یک مدل یا دیدگاه نظری منسجم ادغام می‌کند. برخلاف متاآنالیز یا بررسی‌های سیستماتیک که بر جمع و دقت آماری تأکید می‌کنند، هدف سنتز تحلیلی، ایجاد یکپارچگی تفسیری و ترسیم پیوندهای مفهومی بین حوزه‌های مختلف برای ایجاد فرضیه‌ها، چارچوب‌ها یا مداخلات جدید است. این روش به‌ویژه برای پژوهش‌های نظری و بین‌رشته‌ای مناسب است که در آن‌ها مطالعات تجربی، مدل‌ها و مقالات مفهومی در شکل‌گیری مفهوم جدیدی که حاصل نقطه مشترک یا تضاد مفاهیم قبلی است، کاربرد دارد (۲۰). منشأ سنتز تحلیلی در ترکیب شواهد کیفی و نظریه‌پردازی سازه‌انگارانه نهفته است، اما رسمی شدن آن در علوم بهداشتی و رفتاری را می‌توان در دانشمندانی مانند جاکولا (۲۱) و مک اینیس (۲۲)، که آن را به‌عنوان «ترکیب مفهومی برای توسعه نظریه» توصیف کرده‌اند، ردیابی نمود.

فرآیند سنتز تحلیلی با انتخاب متون ورودی آغاز می‌شود. این متون، به‌طور ایده آل، در میان رشته‌های متمایز اما از نظر موضوعی همگرا انتخاب می‌گردد. در مطالعه حاضر، سه حوزه

دهند (۱۴). به‌عنوان مثال، در مطالعات پیشین، از یک چت‌بات کاملاً خودکار برای ارائه راهبردهای مدیریت درد مبتنی بر رویکرد شناختی-رفتاری و حتی ایجاد اتحاد درمانی با بیماران از طریق مکالمه متنی استفاده شده است (۱۵). به‌طور گسترده‌تر، هوش مصنوعی مکالمه‌ای به‌عنوان ابزاری مؤثر در حمایت از خودمدیریتی بیماران مبتلا به بیماری‌های مزمن مورد استفاده قرار گرفته است. این فناوری، با ارائه آموزش به بیمار، مربیگری و راهنمایی بیمار در زمینه پروتکل‌های شناختی-رفتاری و همچنین ارائه حمایت عاطفی در فواصل میان مراجعات بالینی، نقش مهمی در بهبود مراقبت مداوم ایفا کرده است (۱۶). سیستم‌های هوش مصنوعی نوظهور - از جمله آن‌هایی که با مدل‌های زبانی بزرگ قدرت می‌گیرند - می‌توانند در گفتگوهای همدلانه شرکت کنند و به‌طور بالقوه دریافت حمایت عاطفی «بلادرنگ» و در لحظه را برای بیماران افزایش دهند (۱۷). حسگرهای پوشیدنی و اپلیکیشن‌های گوشی‌های هوشمند می‌توانند به‌طور مداوم داده‌های مرتبط با درد (مانند سطح فعالیت، ضربان قلب، یا الگوهای خواب) را ردیابی کرده، استرس یا محرک‌های تشدید درد را شناسایی کنند و در نهایت، بازخورد و مداخله به‌موقع را ممکن سازند (۱۸-۱۹). این نوآوری‌ها در زمینه فناوری نشان می‌دهد که یک دستیار مبتنی بر هوش مصنوعی می‌تواند با راهنمایی بیماران در زمینه تنظیم هیجانات و مهارت‌های مقابله‌ای روزانه، به پر کردن شکاف در مراقبت از درد مزمن کمک کند.

این مقاله یک چارچوب نظری برای اینکه چگونه یک دستیار هوش مصنوعی می‌تواند فرآیندهای تنظیم هیجان را در مدیریت درد مزمن تقویت کند، پیشنهاد می‌کند. در بخش‌های بعدی، ابتدا روش مورد استفاده برای توسعه یک چارچوب مفهومی - از جمله مرور ادبیات فرارشته‌ای و تحلیل یکپارچه - شرح داده شده و سپس یک سنتز تحلیلی ارائه می‌شود که سه حوزه کلیدی را پیوند می‌دهد: (۱) مدل‌های روان‌شناختی

انتخاب شد: (۱) مدل‌های روان‌شناختی درد، که بینش‌های اساسی را در مورد ابعاد هیجانی و شناختی درد مزمن ارائه می‌کنند، (۲) چارچوب‌های نظری تنظیم هیجان، به‌ویژه مدل ارائه شده توسط جیمز گراس، که راهبردهایی مانند ارزیابی مجدد، گسترش توجه، و سرکوب را توصیف می‌کند و (۳) مداخلات مبتنی بر هوش مصنوعی در روانشناسی سلامت، از جمله چت‌بات‌ها، ابزارهای پوشیدنی، مدل‌های زبانی بزرگ و فناوری‌های پیش‌بینی‌کننده رفتار. به‌جای ارزیابی این متون به‌صورت مجزا، سنتز تحلیلی کمک می‌کند تا شواهد علمی در کنار هم قرار داده شوند. سپس، بررسی می‌شود که چگونه سازه‌های موجود در سراسر این حوزه‌ها ممکن است در یک مشکل مشترک - در این پژوهش، اختلال در تنظیم هیجان در درد مزمن - همگرایی، تضاد یا هم‌افزایی کنند.

از نظر اجرای روش‌شناختی، سنتز تحلیلی از منطق ابدکتیو پیروی می‌کند. بر اساس این منطق، بخش‌های نظریه اولیه و بینش‌های تجربی از هر حوزه استخراج شده و کدگذاری موضوعی برای شناسایی سازه‌های تکرارشونده (مانند چرخه‌های ترس-اجتناب، ردیابی بلادرنگ هیجانات و چارچوب‌بندی مجدد شناختی) استفاده گردید. از طریق مقایسه تکراری و مثلث‌سازی بین‌رشته‌ای، این مطالعه «پل‌های موضوعی» یا نقاط مفهومی - که در آن، مکانیسم‌ها یا سازه‌ها در یک حوزه می‌توانند در حوزه دیگری اعمال شده یا توسط آن تقویت شوند - را ایجاد کرد. به‌عنوان مثال، شناخت‌های ناسازگار توصیف‌شده در مدل ترس-اجتناب با اهداف تنظیم هیجان مانند فاجعه‌سازی و سرکوب، همسو شده و در ادامه با توانایی‌های هوش مصنوعی (مانند درخواست‌های ارزیابی مجدد به‌موقع یا مداخلات مواجهه‌ای با هدایت چت‌بات‌ها) ترکیب شدند. این روش ترکیبی، نیازمند بهره‌گیری همه منابع از اصطلاحات یا روش‌شناسی یکسان نیست، بلکه بر درک مفهومی و پیگیری و ثبت عملکرد تمرکز دارد؛ به

عبارت دیگر، در این رویکرد هدف یا اثر سازه‌ها با یکدیگر مقایسه می‌شود، نه صورت‌بندی معنایی آن‌ها. به‌طور اساسی، سنتز تحلیلی صرفاً فرآیندی برای خلاصه‌سازی نیست، بلکه مستلزم ارزیابی کفایت توضیحی مدل‌های مختلف و ارائه ترتیبات مفهومی جدیدی است که به ارتقای درک منجر شده یا زمینه‌ساز طراحی مفاهیم نوین می‌شود. در این مطالعه، سنتز تحلیلی در طراحی یک دستیار هوش مصنوعی که با ارائه راهبردهای تنظیم هیجان از بیماران مبتلا به درد مزمن حمایت می‌کند، کارآمد بود. این مدل نه بر پایه یک ادبیات منفرد، بلکه از طریق مثلث‌سازی و ترکیب بینش‌هایی در زمینه زمان‌بندی درد، خودتنظیمی هیجانی و شخصی‌سازی فناوری شکل گرفت. در این فرایند، این مطالعه مصداق آن چیزی است که جاکولا از آن با عنوان «سهام مفهومی از طریق یکپارچه‌سازی» یاد می‌کند؛ یعنی ایجاد موجودیت‌های نظری جدید بر پایه پیوندهای نظام‌مند و تفسیری میان ساختارهای از قبل موجود علمی. این روش به‌ویژه برای توسعه چارچوب‌های مفهومی برای ابزارهای سلامت دیجیتال - جایی که روان‌شناسی بالینی، تجربه کاربر و منطق محاسباتی باید در کنار یکدیگر وجود داشته باشند - مناسب است. سنتز تحلیلی این مطالعه را قادر ساخت تا از چارچوب‌های سخت‌گیرانه فراتر رود و راه‌حلی تلفیقی، مبتنی بر روان‌شناسی و از نظر فناوری قدرتمند برای یک مسئله‌ی بهداشتی مزمن، یعنی درد، ارائه دهد. نقطه قوت این چارچوب، در سازگاری، بینش خلاقانه و توانایی آن در تولید نظریه‌ای با قابلیت کاربرد عملی و ترجمه‌پذیری نهفته است (۲۶-۲۳).

در این مطالعه، هم مقالات بالینی (مانند کارآزمایی‌های مربوط به مداخلات دیجیتال) و هم مقالات مروری و نظری مورد استفاده قرار گرفتند. ارجاعات کلاسیکی که مبنای مدل‌های کلیدی را تشکیل می‌دهند (مانند نظریه نوروماتریکس ملزاک و مدل ترس-اجتناب از درد ولاین) در تحلیل لحاظ شدند. در

برای هر راهبرد یا نیاز معرفی شدند (به عنوان مثال، یک چت بات می تواند تمرین های ارزیابی مجدد شناختی را ارائه دهد، یا یک ابزار پوشیدنی می تواند باعث آرامش در هنگام افزایش استرس شود). در طول این فرآیند، مسیر ارزیابی روشنی دنبال گردید تا هر جزء از دستیار هوش مصنوعی پیشنهادی به شواهد یا نظریه های مربوط مرتبط شود. این روش مثلث سازی دیدگاه ها، که از منابع متنوع استخراج شده است، اعتبار چارچوب مفهومی را تقویت می کند. در بخش بعدی، مدل و منطق ترکیب شده ارائه می شود که حول محور پل های موضوعی که روانشناسی درد، مکانیسم های تنظیم هیجان و مداخلات مبتنی بر هوش مصنوعی را به هم مرتبط می کند، ساختار یافته است.

#### یافته ها

#### مدل های روان شناختی درد: نیاز به هدف قرار دادن هیجانات و شناخت ها

مدل های روان شناختی معاصر درد مزمن با این ایده همگرا می شوند که فرآیندهای هیجانی و شناختی جزء جدایی ناپذیر در تداوم درد هستند. برای مثال، نظریه نوروماتریکس درد بیان می کند که درد یک تجربه چندبعدی است و توسط شبکه عصبی گسترده ای ایجاد می شود که ورودی های حسی را با سیگنال های شناختی و هیجانی ترکیب می کند<sup>(۲۷)</sup>. با توجه به مدل نوروماتریکس ملزاک، درد مزمن می تواند حتی در غیاب آسیب بافتی مداوم، از طریق خروجی های مغزی حفظ شود؛ به ویژه در شرایطی که استرس مزمن یا هیجانات منفی وجود دارد.<sup>(۲۸)</sup> این موضوع، به توضیح اینکه چرا عواملی مانند اضطراب یا تنش می توانند درد را تشدید کنند کمک می کند؛ در واقع، عوامل استرس زای هیجانی به سیگنال های عصبی تبدیل می شوند که مغز آن ها را به عنوان درد تفسیر می کند<sup>(۲۹)</sup>. به طور مشابه، مدل ترس-اجتناب که به خوبی تثبیت شده

مقابل، بیشتر منابع مرتبط با فناوری از پژوهش های ۵ تا ۷ سال گذشته استخراج شده اند تا قابلیت های کنونی هوش مصنوعی را به درستی بازتاب دهند. از آنجایی که این مطالعه ماهیتی روایتی و تلفیقی داشت، مطالعات با روش شناسی های مختلف مستثنی نشدند؛ با این حال، به منابعی که به طور مستقیم به ارتباط میان درد، هیجانات و فناوری می پرداختند - مانند شواهدی از مداخلات مبتنی بر احساسات در زمینه درد یا توصیف ابزارهای هوش مصنوعی برای حمایت روانی-اولویت داده شد. در مجموع، ده ها مقاله به منظور ترسیم تقاطع های میان این سه حوزه کنونی بررسی شدند.

#### سنتز تحلیلی و ساخت مدل

پس از گردآوری ادبیات، یافته های کلیدی و سازه های نظری از منابع استخراج و به صورت موضوعی سازمان دهی شدند. به ویژه، «پل هایی» میان حوزه ها دنبال شد؛ برای مثال، مفاهیمی در روان شناسی درد که می توان با راهبردهای تنظیم هیجان به آن ها پرداخت، یا نیازهایی مرتبط با تنظیم هیجان که با ابزارهای هوش مصنوعی قابل برآورده شدن هستند. از طریق بحث های مکرر و تصویرسازی مفهومی، مضامین تکراری پدید آمدند؛ مانند اهمیت کاهش ترس، نقش ارزیابی مجدد در تنظیم هیجان، و توانایی هوش مصنوعی در شخصی سازی مداخلات. ابتدا یک نمودار مفهومی اولیه شکل گرفت که این عناصر را به هم پیوند می داد و سپس با بازگشت به ادبیات اصلاح شد تا شکاف ها پر و ناسازگاری ها برطرف گردند.

در ساخت چارچوب، مدل های روان شناختی درد، درک اساسی از چگونگی حفظ درد مزمن توسط عوامل هیجانی و شناختی را ارائه کرده و به شناسایی اهداف مداخله کمک کردند؛ نظریه تنظیم هیجان فهرستی از راهبردهای بالقوه را برای تأثیرگذاری بر آن اهداف ارائه کرد (مثلاً تکنیک هایی برای کاهش اضطراب یا تمرکز مجدد)؛ و در نهایت، فناوری های هوش مصنوعی خاص

مغزی مرتبط با پردازش درد همراه بود؛ یافته‌ای که نشان‌دهنده اهمیت تنظیم شناختی-هیجانی از بالا به پایین (مانند ارزیابی مجدد شناختی) در تجربه درد است (۳۵). در میان این مدل‌ها، یک مضمون مشترک برجسته می‌شود: خودتنظیمی هیجانی نقشی محوری در مدیریت درد مزمن ایفا می‌کند. همان‌گونه که پیش‌تر اشاره شد، نظریه ترس-اجتناب بر کاهش ترس به‌عنوان هدفی کلیدی تأکید دارد؛ دیدگاه شناختی-رفتاری بر اصلاح ارزیابی‌های منفی و کاهش پریشانی هیجانی تمرکز می‌کند؛ و نظریه نوروماتریکس بیان می‌دارد که کاهش استرس و هیجانات منفی می‌تواند بر خروجی‌های عصبی مؤثر بر تجربه درد تأثیر بگذارد. به‌طور کلی، این چارچوب‌های روان‌شناختی استدلال می‌کنند که درمان مؤثر درد مزمن مستلزم توجه به پاسخ‌های هیجانی و الگوهای مقابله‌ای بیماران، فراتر از علائم صرفاً فیزیکی است. در نتیجه، با هدف قرار دادن مؤلفه‌هایی مانند ترس، استرس و افکار منفی، زمینه برای طراحی یک دستیار هوش مصنوعی فراهم می‌شود که بر هدایت تنظیم هیجانی متمرکز باشد. هدف این دستیار، مداخله در سازوکارهایی است که از دیدگاه این مدل‌ها در تداوم درد نقش دارند.

### راهبردهای تنظیم هیجان در مقابله با درد مزمن

مدیریت مؤثر درد مزمن نیازمند مهارت در تنظیم واکنش‌های هیجانی فرد به درد و چالش‌های زندگی ناشی از آن است. راهبردهای کلیدی تنظیم هیجان که در درد مزمن نقش دارند عبارت‌اند از: ارزیابی مجدد شناختی، گسترش توجه و سرکوب بیان هیجانی (۳۶). ارزیابی مجدد شناختی -یعنی تفسیر مجدد معنای یک موقعیت به‌منظور تغییر اثر هیجانی آن- به‌عنوان یکی از راهبردهای سازگارانه و مؤثر در مقابله با درد شناسایی شده است. از طریق این راهبرد، بیماران می‌آموزند که تجربه درد خود را با دیدی کمتر فاجعه‌آمیز بازشناسی کنند؛ برای

است، توضیح می‌دهد که چگونه واکنش‌های هیجانی نسبت به درد -به‌ویژه ترس مرتبط با درد- می‌توانند چرخه‌ای خودتداوم‌دهنده از ناتوانی را ایجاد کنند (۳۰). زمانی که فردی درد را تجربه می‌کند و این تجربه منجر به ترس از حرکت یا آسیب مجدد می‌شود، معمولاً تمایل به اجتناب از فعالیت‌ها پیدا می‌کند. این اجتناب موجب بی‌حرکی جسمانی (عدم مواجهه با محرک‌ها)، کناره‌گیری اجتماعی، و اغلب افزایش تمرکز بر درد می‌شود که همگی به‌طور غیرمستقیم درد را در بلندمدت تشدید می‌کنند. در نتیجه، فرد به دلیل ترس حل‌نشده و رفتار اجتنابی، در چرخه درد مزمن گرفتار می‌شود (۳۱-۳۲). این مدل تأکید می‌کند که پرداختن به مؤلفه ترس برای شکستن این چرخه بسیار مهم است. درنهایت، مدل‌های شناختی-رفتاری درد مزمن بر این نکته تأکید می‌کنند که چگونه باورها، ارزیابی‌ها و رفتارهای مقابله‌ای بیماران بر تجربه آن‌ها از درد و سازگاری با آن تأثیر می‌گذارد (۳۳). فاجعه‌سازی -یعنی تمایل به داشتن افکار منفی اغراق‌آمیز در مورد درد- یکی از عوامل شناختی است که پیوسته با پیامدهای منفی در زمینه درد مرتبط است. دیدگاه شناختی-رفتاری بیان می‌کند که درد مزمن تنها ناشی از سیگنال‌های درد نیست، بلکه با افکار ناسازگار (مانند این باور که «این درد به معنای آسیب دائمی من است»)، احساسات ناخوشایند (مانند درماندگی و ناامیدی) و رفتارهای خاص (مانند بی‌حرکی و حرکت محافظت‌شده) نیز حفظ می‌شود. (۳۴). درمان شناختی-رفتاری با هدف قرار دادن افکار، هیجانات و رفتارهای ناسازگار، در کاهش درد و ناتوانی اثربخشی قابل‌توجهی نشان داده است؛ این درمان احتمالاً با اصلاح حلقه بازخورد میان سیگنال‌های درد، هیجانات و افکار، به بهبود علائم منجر می‌شود. به‌عنوان نمونه، یک مطالعه نشان داد که درمان شناختی-رفتاری می‌تواند فاجعه‌سازی مرتبط با درد را به‌طور معناداری کاهش دهد و این تغییرات با بهبود در اتصال عملکردی بین نواحی



برانگیختگی فیزیولوژیکی از بین نمی‌رود، و به‌مرور زمان احساسات سرکوب‌شده (مانند ناامیدی یا غمگینی در مورد درد) می‌تواند به پریشانی روانی بیشتر دامن بزند. درواقع، راهبردهای تنظیم هیجان ناسازگار مانند سرکوب مزمن، اجتناب از احساسات مرتبط با درد و نشخوار فکری مداوم، با پیامدهای منفی‌تری در زمینه شدت درد و بروز افسردگی در جمعیت‌های مبتلا به درد مزمن مرتبط است<sup>(۹)</sup>. این راهبردها ممکن است تسکین کوتاه‌مدت ایجاد کنند (مثلاً اجتناب از فعالیت ممکن است به‌طور لحظه‌ای ترس از درد را کاهش دهد) اما با تقویت چرخه درد-ترس-نا توانی، سازگاری طولانی‌مدت را تضعیف می‌کنند<sup>(۴۱،۹)</sup>.

بر اساس این درک، دستیار هوش مصنوعی پیشنهادی با هدف تقویت راهبردهای سازگار تنظیم هیجانی و هم‌زمان کاهش الگوهای ناسازگار طراحی شده است. این سیستم به صورت بلادرنگ به بیماران آموزش می‌دهد تا در مواجهه با استرس‌های مرتبط با درد، از راهبردهای مؤثری مانند ارزیابی مجدد شناختی و تمرکز مجدد استفاده کنند. به‌عنوان مثال، در صورت شناسایی نشانه‌هایی مبنی بر غرق شدن بیمار در تجربه درد، سیستم می‌تواند تمرین کوتاهی برای ارزیابی مجدد شناختی ارائه دهد؛ برای نمونه: «بیاپید سعی کنیم آنچه را اکنون احساس می‌کنید، از زاویه‌ای دیگر بررسی کنیم؛ چه نگاه متفاوتی می‌توان به این درد داشت؟» با هدایت بیمار از طریق این فرآیند، هوش مصنوعی به تقویت تدریجی مهارت ارزیابی مجدد کمک می‌کند. به‌طور مشابه، دستیار می‌تواند در لحظات بروز درد حاد، تمریناتی را برای تغییر تمرکز پیشنهاد دهد؛ از جمله یادآوری‌های کوتاه برای تغییر دادن تمرکز یا فعالیت‌های شناختی منحرف‌کننده مانند حل یک پازل ساده. در طول زمان، این مداخلات هدایت‌شده می‌توانند به تقویت ظرفیت تنظیم هیجان در بیمار منجر شوند. در مقابل، دستیار هوش مصنوعی می‌تواند به شناسایی الگوهای ناسازگار در تنظیم

مثال، شعله‌ور شدن درد را به‌عنوان پدیده‌ای موقتی و قابل کنترل تفسیر کنند، نه به‌عنوان نشانه‌ای از آسیب شدید یا عذاب پایدار. تحقیقات نشان می‌دهد که تکنیک‌هایی مانند ارزیابی مجدد و پذیرش می‌توانند تجربه ذهنی درد را کاهش داده و تحمل درد را افزایش دهند؛ به‌عنوان مثال، بیمارانی که ارزیابی مجدد را انجام می‌دهند ممکن است به خود بگویند: «این درد ناخوشایند است، اما من راه‌هایی برای کنار آمدن با آن می‌دانم» که اضطراب و پریشانی را کاهش داده و در نتیجه بار کلی درد را نیز کاهش می‌دهد<sup>(۳۷)</sup>. گسترش توجه به هدایت توجه به دور از درد یا به سمت موضوعی دیگری اشاره دارد. بسیاری از مداخلات مقابله با درد از این راهبرد بهره می‌برند؛ به‌عنوان مثال، تکنیک‌های حواس‌پرتی -مانند تمرکز بر یک فعالیت جذاب یا تصویرسازی ذهنی- می‌توانند شدت تجربه درد را کاهش دهند<sup>(۳۸)</sup>، همچنین مراقبه و ذهن‌آگاهی به بیماران آموزش می‌دهد تا تمرکز خود را با روشی بدون قضاوت تغییر دهند<sup>(۳۹)</sup>. درحالی‌که درد مزمن می‌تواند توجه را از بین ببرد و بیماران اغلب در تمرکز بر روی هر چیزی به‌جز درد مشکل دارند، یادگیری هدایت آگاهانه توجه می‌تواند حس کنترل را بازگرداند<sup>(۴۰)</sup>. هر تکنیکی که بتواند توجه فرد را از درد منحرف کرده و توجه مداوم و نشخوارگونه به آن را کاهش دهد -از جمله تمرکز بدون قضاوت بر خود درد- می‌تواند سودمند باشد.

از سوی دیگر، سرکوب بیان هیجانی -یعنی مهار ابراز بیرونی احساسات یا نشانه‌های رفتاری مرتبط با درد- به‌طور کلی یک راهبرد تنظیم هیجان ناسازگار در درد مزمن در نظر گرفته می‌شود. بسیاری از بیماران رنج هیجانی خود را پنهان می‌کنند یا ابراز درد را به حداقل می‌رسانند و فکر می‌کنند این روش به آن‌ها کمک می‌کند تا روابط اجتماعی خود را حفظ کرده یا از تحمیل فشار به دیگران جلوگیری کنند. با این حال، سرکوب اغلب نتیجه معکوس می‌دهد: استرس درونی بالا باقی می‌ماند،



هیجان مانند اجتناب یا سرکوب نیز کمک کند. برای مثال، در صورتی که بیمار به طور مکرر از ثبت احساسات خود خودداری کند یا تمایل به انزوای اجتماعی نشان دهد، سیستم می تواند این الگو را شناسایی کرده و راهکارهای مقابله ای سازنده تری پیشنهاد دهد؛ مانند تشویق به تماس با یک دوست مورد اعتماد یا اجرای تمرینی بر پایه پذیرش، که پیش تر آموزش داده شده است. اهمیت چنین رویکردی با شواهد پژوهشی پشتیبانی می شود؛ مطالعات متعدد نشان داده اند که بهبود مهارت های تنظیم هیجانی با نتایج مطلوب تری در حوزه تجربه درد و خلق و خوی روانی همراه است و در واقع، مداخلاتی مانند درمان های هیجان محور که به طور صریح بر آموزش تنظیم هیجان تمرکز دارند، در مقایسه با درمان های متعارف، کاهش قابل توجه تری در شدت درد و ناراحتی هیجانی نشان داده اند (۴۲). با ادغام تکنیک های مبتنی بر شواهد در زمینه تنظیم هیجان، دستیار هوش مصنوعی به طور مستقیم عوامل روان شناختی مؤثر در تداوم درد (نظیر ترس، ارزیابی های فاجعه آمیز و احساس ناامیدی) را که در مدل های نظری پیشین شناسایی شده اند، هدف قرار می دهد. این یک منطق مکانیکی روشن برای طراحی و به کارگیری این ابزار فراهم می سازد، به گونه ای که هر مؤلفه مداخله به یک مسیر نظری یا شواهد علمی معتبر متصل است.

### ابزارهای مبتنی بر هوش مصنوعی و تنظیم هیجانات در درد مزمن

هوش مصنوعی مدرن و ابزارهای دیجیتال، امکانات قدرتمندی را برای اجرای راهبردهای تنظیم هیجانات به صورت فردی، مستمر و مقیاس پذیر فراهم می کنند. چارچوب مفهومی این فناوری ها بر چند مؤلفه کلیدی متکی است؛ از جمله مربیگری مبتنی بر چت بات، حسگرهای پوشیدنی، و تحلیل های پیش بینی کننده که هر یک بر جنبه های مختلف پشتیبانی

تنظیم هیجانات در بیماران مبتلا به درد مزمن تمرکز دارند. ربات های مکالمه (چت بات ها) به عنوان «چهره» تعاملی دستیارهای هوش مصنوعی عمل می کنند و امکان گفتگوی بلادرنگ و پاسخگویی به نیازهای هیجانی بیمار را فراهم می آورند. این ربات های گفتگوی مبتنی بر هوش مصنوعی می توانند بسیاری از عملکردهای یک مربی یا درمانگر انسانی را شبیه سازی کنند: آن ها می توانند از کاربر بپرسند که چه احساسی دارد، با او همدلی کنند، مهارت های مقابله ای را به او یادآوری کنند، و او را از طریق تمرین های درمانی راهنمایی کند (۴۳-۴۵). در مراقبت از درد مزمن، چت بات ها قبلاً برای ارائه آموزش های درمان شناختی-رفتاری، مهارت های مقابله ای، و حتی تکنیک های آرام سازی از طریق رابط های متنی یا صوتی به کار گرفته شده اند (۴۶، ۱۵). چنین چت باتی می تواند به صورت ۷/۲۴ (همه روزهای هفته و هر ۲۴ ساعت شبانه روز) در دسترس باشد که بسیار مهم است، زیرا درد و ناراحتی عاطفی اغلب در خارج از ساعات کلینیک افزایش می یابد. به عنوان مثال، اگر بیمار در ساعت ۲ صبح با درد و وحشت شدید از خواب بیدار شود، چت بات دستیار هوش مصنوعی می تواند فوراً به پیام های او پاسخ دهد و با ارائه پیام های اطمینان بخش، تمرین های تنفسی و ارزیابی مجدد گام به گام، به تنظیم هیجانات بیمار کمک کند. این پشتیبانی درخواستی به بیماران کمک می کند تا هیجانات خود را دقیقاً در لحظاتی که با مشکل مواجه می شوند تنظیم کنند و بدین ترتیب اصل مداخله «بلادرنگ» را به کار می گیرد. مطالعات نشان می دهد که کاربران چت بات های سلامت طراحی شده، رابطه ای مبتنی بر اتحاد کاری برقرار می کنند و این ابزارها را برای خودمدیریتی درد جذاب و مؤثر می دانند (۱۵). با حفظ سابقه مکالمات، هوش مصنوعی قادر است محرک های فردی و سبک های مقابله ای ترجیحی هر بیمار را شناسایی کرده و در نتیجه، فرآیند مربیگری را به صورت شخصی سازی شده ارائه

الگویی از افزایش ضربان قلب و پاسخ گالوانیکی پوست شناسایی شود که نشان‌دهنده اضطراب باشد، سیستم می‌تواند به‌صورت فعال وارد عمل شده و بپرسد: «به نظر می‌رسد ممکن است دچار استرس شده باشید؛ حالتان چطور است؟» و در صورت لزوم، یک تکنیک آرام‌سازی مناسب را معرفی کند. به‌طور مشابه، ابزارهای پوشیدنی و اپلیکیشن‌های تلفن می‌توانند رتبه‌بندی درد، حرکت، کیفیت خواب و حتی فعالیت‌های اجتماعی را ردیابی کنند که همگی با تنظیم هیجانات مرتبط هستند. الگوهای موجود در این داده‌ها می‌توانند به شناسایی محرک‌های درد و پریشانی هیجانی کمک کنند (۵۱-۵۰). به‌عنوان مثال، یک دفتر خاطرات دیجیتال ممکن است نشان دهد که شعله‌ور شدن درد بیمار اغلب پس از خواب ناکافی و در روزهایی با سطح پایین فعالیت بدنی رخ می‌دهد. دستیار هوش مصنوعی می‌تواند با تحلیل چنین الگوهایی، از طریق الگوریتم‌های یادگیری ماشینی، پیش‌بینی کند که بیمار در چه زمانی در معرض خطر شعله‌ور شدن درد یا هیجانات منفی قرار دارد. در واقع، مدل‌های هوش مصنوعی پیش‌تر برای پیش‌بینی انتقال بیماران از درد حاد به درد مزمن، و همچنین پیش‌بینی تشدید درد در شرایط خاصی مانند بیماری سلول داسی‌شکل به‌کار گرفته شده‌اند (۵۳-۵۲). در چارچوب مورد نظر ما، اگر مدل هوش مصنوعی بر اساس داده‌هایی نظیر سطح درد در ساعات اولیه روز، وضعیت آب‌وهوا، شاخص‌های استرس و سایر عوامل، احتمال افزایش درد را پیش‌بینی کند، دستیار می‌تواند به‌صورت پیش‌دستانه به بیمار هشدار دهد: «امروز ممکن است روز چالش‌برانگیزی باشد؛ به یاد داشته باشید با سرعت خود پیش بروید و تمرین‌های کششی‌تان را فراموش نکنید. بعدازظهر با شما تماس خواهم گرفت.» این نوع راهنمایی پیش‌بینی‌کننده به بیمار این امکان را می‌دهد که پیش از آن‌که درد و هیجانات

دهد. نکته حائز اهمیت آن است که فناوری مدل‌های زبانی بزرگ نظیر آنچه در GPT-4 به‌کار رفته، موجب ارتقای روانی، همدلی و دقت در پاسخ‌گویی چت‌بات‌ها شده است. (۴۷). این مدل‌ها دستیار را قادر می‌سازند تا ورودی‌های ظریف و غیرساختاریافته کاربران (مانند نوشتن متن آزاد درباره یک روز با درد شدید) را درک کرده و با استفاده از تشویق‌های مشابه انسان یا پیشنهادهای متناسب پاسخ دهد. پژوهش‌های اخیر نشان داده‌اند که سیستم‌های مبتنی بر مدل‌های زبانی بزرگ می‌توانند با ارائه پاسخ‌های همدلانه، کیفیت پشتیبانی را ارتقا دهند و حتی محتوای درمانی سفارشی‌سازی‌شده تولید کنند. (۴۸). در چارچوب پیشنهادی ما، این بدان معناست که دستیار هوش مصنوعی می‌تواند به‌صورت پویا و متناسب با وضعیت فعلی بیمار، مداخلاتی مانند تجسم هدایت‌شده یا جملات مربوط به راهبردهای مقابله‌ای را تولید کند؛ برای مثال «درد خود را به‌صورت موجی تصور کن که می‌توانی بر آن موج‌سواری کنی؛ اجازه بده بالا و پایین برود». این نوع مداخله که به‌طور سنتی توسط درمانگران انسانی ارائه می‌شود، اکنون به‌واسطه توانمندی‌های مدل‌های زبانی بزرگ، به‌شکل خودکار و سازگار با نیاز لحظه‌ای بیمار قابل ارائه است. هم‌زمان با تعامل از طریق رابط چت‌بات، حسگرهای پوشیدنی و تلفن‌های همراه، داده‌هایی بلادرنگ درباره وضعیت فیزیولوژیکی و سطح فعالیت بیمار در اختیار دستیار هوش مصنوعی قرار می‌دهند. شایان ذکر است که بسیاری از بیماران مبتلا به درد مزمن در حال حاضر از ردیاب‌های تناسب‌اندام یا اپلیکیشن‌های تلفن همراه برای پایش جنبه‌های مختلف سلامت خود استفاده می‌کنند (۴۹). با ادغام این موارد، هوش مصنوعی می‌تواند نشانه‌های عینی استرس یا خطر را تشخیص دهد و بر اساس آن مداخله کند. به‌عنوان مثال، یک دستگاه پوشیدنی می‌تواند به‌طور مداوم تغییرات ضربان قلب را که با استرس و برانگیختگی عاطفی مرتبط هستند، ردیابی کند. در صورتی که

منفی از کنترل خارج شوند، راهبردهای مقابله‌ای خود را فعال کرده و از یک رویکرد پیشگیرانه بهره‌مند شود.

نظارت توسط ابزارهای پوشیدنی همچنین باعث تقویت رفتارهای مثبت می‌شود. به‌عنوان مثال، اگر ردیاب فعالیت یک بیمار نشان دهد که او موفق به پیاده‌روی در فضای باز شده است (رفتاری که می‌تواند خلق‌وخو را بهبود بخشد و به‌عنوان عاملی برای انحراف توجه از درد عمل کند)، دستیار هوش مصنوعی می‌تواند بازخورد مثبتی ارائه دهد و همچنین او را وادار به تأمل در این باره کند که چگونه این فعالیت خلق‌وخوی او را تغییر داده است<sup>(۵۴)</sup>. علاوه بر این، فناوری‌هایی نظیر ارزیابی لحظه‌ای بوم‌شناختی مبتنی بر گوشی‌های هوشمند، این امکان را فراهم می‌سازند که به‌صورت منظم و در طول روز، از وضعیت هیجانی بیمار (برای مثال: «در حال حاضر چقدر مضطرب هستید؟») و سطح درد او نمونه‌برداری شود. این بررسی‌های مکرر نه‌تنها موجب افزایش آگاهی بیمار از وضعیت هیجانی و جسمی خود می‌شوند بلکه داده‌های دقیقی را نیز در اختیار هوش مصنوعی قرار می‌دهند تا راهبردهای مربیگری را به‌صورت پویا تنظیم کند (۵۵-۵۶). برای مثال، اگر داده‌ها نشان دهند که عصرها با افزایش درد و خلق منفی همراه هستند، دستیار می‌تواند به‌طور پیشگیرانه مداخله‌ای آرامش‌بخش، نظیر مدیتیشن هدایت‌شده، را هر روز در همان بازه زمانی برنامه‌ریزی کند. این نوع شخصی‌سازی مداخله از طریق الگوریتم‌های مبتنی بر هوش مصنوعی امکان‌پذیر می‌شود که مداخلات را متناسب با الگوها و روندهای فردی تنظیم می‌کنند.

از همه مهم‌تر، ادغام بینش‌های مبتنی بر روان‌شناختی و فناوری، به دستیار هوش مصنوعی اجازه می‌دهد تا به‌عنوان پلی بین دانش و عمل کار کند. برای مثال، مدل‌های روان‌شناختی به ما می‌گویند که اجتناب از فعالیت بیمار دارای درد، اغلب به دلیل ترس است<sup>(۳۲)</sup>. هوش مصنوعی می‌تواند

اجتناب را شناسایی کند (برای مثال، از طریق کاهش تعداد گام‌ها یا گزارش‌های بیمار) و با تشویق بیمار به مواجهه با یک چالش ملایم برای انجام فعالیتی کوچک و ایمن، ترس او را در لحظه بروز مدیریت کند. به همین ترتیب، اگر عبارات فاجعه‌آمیز در ورودی‌های ارائه‌شده توسط بیمار تشخیص داده شود (مانند «نمی‌توانم این را تحمل کنم، این درد هرگز بهتر نمی‌شود»)، قابلیت‌های پردازش زبان طبیعی دستیار می‌تواند این تحریف شناختی را تشخیص دهد و بلافاصله یک گفتگوی مبتنی بر بازسازی شناختی را برای مقابله با آن آغاز کند. در واقع، هوش مصنوعی به‌طور مداوم و لحظه‌ای فرصت‌هایی برای به‌کارگیری تکنیک‌های تنظیم هیجانی مناسب در موقعیت‌های مختلف شناسایی می‌کند؛ کاری که یک متخصص انسانی نمی‌تواند به‌صورت پیوسته و در تمام ساعات شبانه‌روز انجام دهد. با انجام این کار، چارچوب نظری‌ای که شناسایی کرده‌ایم به مرحله عملیاتی وارد می‌شود؛ به‌گونه‌ای که تنظیم هیجانات به‌عنوان نقطه همگرایی بین پویایی درد مزمن و مداخلات درمانی نقش ایفا می‌کند. در این مدل، خودتنظیمی هیجانی به محور اصلی تبدیل می‌شود و دستیار هوش مصنوعی به بیمار کمک می‌کند تا احساسات خود را تنظیم کند (از جمله کاهش ترس، چارچوب‌بندی مجدد افکار و حفظ انگیزه) که این فرآیند به نوبه خود چرخه‌های تشدیدکننده درد، مانند اجتناب ناشی از ترس و تقویت درد بر اثر استرس را مختل می‌سازد و در نهایت منجر به بهبود درد و عملکرد بیمار می‌شود.

### همگرایی دامنه‌ها و توجیه طراحی دستیار هوش مصنوعی

با ادغام روان‌شناسی درد، تنظیم هیجان و قابلیت‌های هوش مصنوعی، می‌توان به چارچوبی مفهومی دست یافت که به‌طور خاص برای مدیریت درد مزمن طراحی شده است. در هسته این چارچوب، هم‌پوشانی سه حوزه کلیدی قرار دارد: نخست،

می‌شوند، در این دستیار نیز هدف مداخله هستند. سیستم با بهره‌گیری از تکنیک‌های شناخت‌درمانی، کاربر را تشویق می‌کند تا شواهدی علیه افکار منفی بیابد یا موفقیت‌های قبلی‌اش در مقابله با درد را به یاد آورد. به این ترتیب، هرگاه الگوهای شناختی منفی شناسایی شود، بازسازی شناختی به‌طور خودکار فعال می‌شود. موضوع دیگر، نقش توجه در تجربه درد است. اگرچه درد به‌طور طبیعی توجه را به خود جلب می‌کند، راهبردهایی مانند تغییر تمرکز یا حواس‌پرتی لذت‌بخش می‌توانند در کاهش آن مؤثر باشند. دستیار هوش مصنوعی با ارائه تمرین‌های کوتاه ذهن‌آگاهی از طریق تلفن همراه یا استفاده از واقعیت مجازی (در صورت دسترسی)، به کاربر کمک می‌کند تا کنترل توجه را بازیابد و از مکانیزم‌های توجهی شناخته‌شده در کاهش درد بهره بگیرد.

نکته کلیدی دیگر، توجه به تعامل انسان و هوش مصنوعی در طراحی این چارچوب است. با الهام از اصول ارتباطات سلامت، دستیار بر همدلی، اعتمادسازی و تعامل انسانی تأکید دارد؛ یعنی عواملی که برای استفاده مداوم بیماران از ابزار ضروری‌اند. استفاده از مدل‌های زبانی بزرگ این امکان را فراهم می‌کند که دستیار به شیوه‌ای طبیعی، حمایت‌گر و قابل اعتماد گفتگو کند، که به نوبه خود می‌تواند پذیرش و تبعیت کاربران از توصیه‌های آن را افزایش دهد. شواهد اولیه نشان می‌دهد که بیماران می‌توانند از تعامل با چت‌بات‌های هوش مصنوعی احساس حمایت روانی دریافت کنند، و حتی در برخی موارد، ترجیح می‌دهند ترس‌ها یا احساسات خود را با یک عامل غیرقضاوت‌گر مبتنی بر هوش مصنوعی در میان بگذارند<sup>(۵۷)</sup>. دستیار با فراهم کردن فضایی برای بیان هیجانی - که در تقابل با سرکوب بیان هیجانات قرار دارد - و ارائه حمایت فوری، به نیازهای هیجانی کاربران که در فاصله بین جلسات پزشکی اغلب نادیده گرفته می‌شوند، به‌خوبی پاسخ می‌دهد.

درد مزمن اغلب با هیجاناتی تشدید می‌شود که تنظیم ضعیفی دارند؛ دوم، راهبردهای مؤثر تنظیم هیجان می‌توانند شدت ناراحتی مرتبط با درد را کاهش دهند؛ و سوم، فناوری‌های هوش مصنوعی قادرند این راهبردها را در زندگی روزمره افراد تسهیل، تقویت و شخصی‌سازی کنند. این دستیار هوش مصنوعی برای نظارت پیوسته بر وضعیت هیجانی و جسمی کاربر، ارائه توصیه‌های شخصی‌سازی‌شده در زمینه تنظیم هیجانات انطباقی، و مداخله سریع در لحظات پرخطر طراحی شده است. در بستر درد مزمن، پریشانی عاطفی اغلب تحت تأثیر عوامل زمینه‌ای مانند تشدید ناگهانی درد، فشار روانی در محل کار، یا احساس انزوا قرار می‌گیرد که می‌توانند منجر به راهبردهای مقابله‌ای ناسازگار شوند. این سیستم با استفاده از داده‌های زمینه‌ای از ابزارهای پوشیدنی یا تلفن همراه، تغییرات وضعیت روانی و جسمی را شناسایی می‌کند و از طریق چت‌بات درمان‌یار، مداخلات و راهنمایی‌های روان‌شناختی را به موقع ارائه می‌دهد. به این ترتیب، شکاف میان بهترین مداخلات نظری و رفتارهای واقعی بیماران در خارج از محیط درمانی تا حد زیادی پر می‌شود.

چندین پل مفهومی این همگرایی را تقویت می‌کنند. یکی از مهم‌ترین آن‌ها، موضوع «ترس و ایمنی» است. بر اساس مدل‌هایی مانند اجتناب از ترس، ترس از درد نقش مهمی در ناتوانی دارد. به همین دلیل، این دستیار طوری طراحی شده است که نقش یک «سیگنال ایمنی» را ایفا کند و همچون مربی، مواجهه تدریجی با موقعیت‌های چالش‌برانگیز را تسهیل کند. برای مثال، دستیار ممکن است کاربر را به انجام فعالیتی ترس‌برانگیز مانند یک پیاده‌روی کوتاه تشویق کند و بلافاصله بازخورد مثبت و تقویت‌کننده ارائه دهد؛ به این ترتیب، با ایجاد تجربه‌های ایمن، ترس به تدریج کاهش می‌یابد. موضوع مهم دیگر، ارزیابی مجدد شناختی است. افکار فاجعه‌آمیز که در نظریه شناختی-رفتاری به عنوان عوامل تشدید درد شناخته

مصنوعی در مراقبت‌های بهداشتی. این رویکرد بر این فرض استوار است که فرآیندهای هیجانی (به‌ویژه چرخه‌های شناختی-هیجانی ناسازگار مانند فاجعه‌سازی، ترس-اجتناب و سرکوب) نه تنها باید شناسایی شوند، بلکه به‌طور فعال و مستمر توسط سیستم‌های هوشمند هدف قرار گیرند. چنین مداخلاتی می‌توانند فراتر از رویکردهای سنتی عمل کنند و اثربخشی بیشتری داشته باشند.

دستیار پیشنهادی، استفاده نوآورانه‌ای از هوش مصنوعی به‌عنوان تقویت‌کننده‌ای شخصی و لحظه‌ای برای مراقبت از درد روانی-اجتماعی است. در حالی که مداخلات پیشین تنظیم هیجان را تأیید کرده‌اند، اما معمولاً به دلیل محدودیت‌های منابع انسانی، دسترسی دشوار و جلسات غیرمستمر، اثربخشی‌شان محدود بوده است. این دستیار هوش مصنوعی قادر است راهبردهای هدفمند تنظیم هیجانات مانند ارزیابی مجدد، گسترش توجه و مواجهه را به صورت پیوسته در زندگی روزمره بیمار به‌کار گیرد. با یکپارچه‌سازی داده‌های پوشیدنی و فناوری پردازش زبان طبیعی، سیستم می‌تواند نشانه‌های ظریف پریشانی یا تشدید درد را شناسایی و با مداخلات به‌موقع و شخصی پاسخ دهد.

بینش کلیدی این چارچوب، تنظیم هیجان به‌عنوان مکانیزم مرکزی همگرایی است که پلی کاربردی بین علائم درد مزمن، سازگاری روان‌شناختی و ساختار ارائه ابزارهای هوش مصنوعی ایجاد می‌کند. این رویکرد دیدگاه‌های سنتی که درد، هیجانات و فناوری را حوزه‌های درمانی جداگانه می‌دانند، به چالش می‌کشد و درد را به‌عنوان یک ساختار زیست روانی-اجتماعی پویا می‌بیند که بی‌نظمی هیجانی در هسته آن قابل تغییر است. در نتیجه، هدف دستیار فراتر از نظارت صرف بر درد است و بر تغییر شکل رابطه بیمار با درد متمرکز است، به‌گونه‌ای که با تسهیل تفسیرهای سازگارتر، کاهش ترس و

سنتز تحلیلی نشان می‌دهد که طراحی دستیار هوش مصنوعی برای تنظیم هیجان در مدیریت درد مزمن بر پایه علم موجود استوار است. مدل‌های روان‌شناختی درد «چرایی» مداخلات را توضیح می‌دهند و فرآیندهای هیجانی هدف را مشخص می‌کنند؛ پژوهش‌های تنظیم هیجان «چگونگی» مداخلات را روشن می‌سازند و راهبردهایی مانند ارزیابی مجدد، مواجهه تدریجی و ذهن‌آگاهی را معرفی می‌کنند؛ و در نهایت، فناوری هوش مصنوعی «وسیله» اجرای این راهبردها را به صورت مداوم، شخصی‌سازی‌شده و در مقیاس وسیع فراهم می‌آورد. همگرایی این سه حوزه، دستیار هوش مصنوعی پیشنهادی را به‌عنوان نوآوری‌ای به‌موقع و نظریه‌محور توجیه می‌کند. هدف این دستیار، راهنمایی بیماران برای تنظیم بهتر هیجانات، شکستن چرخه درد و پریشانی، بهبود کیفیت زندگی بیماران و همچنین گسترش دامنه مدیریت درد روانی-اجتماعی به روش‌هایی است که پیش‌تر ممکن نبود. این چارچوب یکپارچه، پایه‌ای برای توسعه و ارزیابی مداخلات مبتنی بر هوش مصنوعی در درد مزمن فراهم می‌آورد و نشان می‌دهد چگونه ادغام دانش علوم اعصاب، روانشناسی و هوش مصنوعی می‌تواند رویکردی جامع برای مدیریت ذهن و بدن درد مزمن ایجاد کند. گام‌های بعدی شامل پیاده‌سازی عملی این مدل و ارزیابی اثربخشی آن در کمک به بیماران برای تنظیم بهتر هیجانات و کاهش درد است.

## بحث

مفهوم‌سازی دستیار مبتنی بر هوش مصنوعی برای حمایت از تنظیم هیجانات در بیماران مبتلا به درد مزمن، نوآوری‌ای به‌موقع و آینده‌نگر است که هم بینش علمی و هم نیازهای بالینی را هدف قرار می‌دهد. این چارچوب در تقاطع سه حوزه مرتبط شکل می‌گیرد: مدل‌های روان‌شناختی درد، مکانیسم‌های تنظیم هیجان و قابلیت‌های رو به رشد هوش

### نتیجه‌گیری و مسیرهای آینده

مطالعه حاضر، چارچوبی اساسی برای طراحی دستیار هوش مصنوعی ارائه می‌دهد که به‌منظور هدایت تنظیم هیجانات در بیماران مبتلا به درد مزمن طراحی شده است. این دستیار که بر پایه دهه‌ها تحقیق روان‌شناختی و مکانیسم‌های تنظیم هیجان ساخته شده و با پیشرفت‌های اخیر در هوش مصنوعی عملیاتی می‌شود، آماده است تا شکاف مهمی در مدیریت درد مزمن را پر کند؛ یعنی پشتیبانی شخصی و لحظه‌ای از بهزیستی هیجانی بیماران. سهم نظری این طرح در ترکیب رشته‌ها، خودتنظیمی عاطفی را نه تنها به عنوان یک درمان مکمل، بلکه به عنوان هسته‌ای اصلی تعریف می‌کند که از طریق فناوری، برای مداخلات مرتبط با درد مزمن قابل کاربرد است. با نگاهی به آینده، چند جهت نوآورانه مطرح می‌شود. اول، توسعه نمونه اولیه و آزمایش دستیار هوشمند در جمعیت‌های بالینی باید با طراحی مشترک بیماران انجام شود تا قابلیت استفاده، ایمنی و مقبولیت آن تضمین شود. دوم، ادغام این دستیار با سوابق الکترونیکی سلامت و حسگرهای پوشیدنی می‌تواند امکان نظارت دقیق‌تر پزشکان بر پیشرفت بیماران و ارائه مداخلات هدفمندتر را فراهم کند و مدل مراقبت ترکیبی جدیدی ایجاد نماید. سوم، این دستیار قابلیت سازگاری با سایر شرایط مرتبط با درد و تعاملات هیجانی پیچیده مانند آن‌چه در فیبرومیالژیا، دردهای مرتبط با سرطان و دوران بهبودی پس از جراحی اتفاق می‌افتد را نیز دارد. درنهایت، این چارچوب مفهومی نگاهی بازاندیشانه به سلامت روان دیجیتال ارائه می‌دهد. در این نگاه، هوش مصنوعی نه صرفاً به‌عنوان یک جمع‌آورنده داده‌های منفعل یا جایگزینی برای درمانگر انسانی، بلکه به‌عنوان یک تسهیل‌کننده فعال عمل می‌کند؛ ابزاری که به بیماران کمک می‌کند تا مهارت‌های تنظیم هیجانی را در بستر تجربه واقعی و روزمره درد یاد بگیرند، به کار بگیرند و در طول زمان حفظ کنند.

افزایش انعطاف‌پذیری، به بهبود کیفیت زندگی بیماران کمک می‌کند.

این بحث توجه را به حوزه‌ای مهم اما کمتر شناخته‌شده جلب می‌کند: اخلاق و پویایی عاطفی تعامل انسان و هوش مصنوعی در مراقبت‌های روانی. طراحی‌ای که بر همدلی، اعتماد و توانمندسازی کاربر تأکید دارد - نه صرفاً تبادل اطلاعات - برای تضمین تعامل مؤثر و پایدار ضروری است. تحقیقات اولیه نشان می‌دهد بیماران می‌توانند از تعامل با عوامل مکالمه هوش مصنوعی، گاهی حتی بیشتر از تعامل انسان با انسان، احساس آرامش و تأیید عاطفی دریافت کنند<sup>(۵۷)</sup>. این یافته‌ها پیامدهای مهمی برای افرادی دارد که به دلیل احساس انگ، انزوا یا تردید در ابراز آسیب‌پذیری روانی، از کمک‌رسانی انسانی دوری می‌کنند. بنابراین، دستیار فراتر از ارائه دستورالعمل‌های رفتاری عمل می‌کند و به‌عنوان یک همراه رابطه‌ای عمل می‌کند که می‌تواند اتحاد درمانی را از طریق سازگاری، عدم قضاوت و گفتگوی پاسخگو تقویت کند.

بالین حال، مدل مفهومی نیازمند بررسی دقیق چند محدودیت مهم است. ابتدا، اثربخشی آن هنوز در محیط‌های تجربی به‌طور کامل آزمایش نشده است. علاوه بر این، باید به‌صورت سیستماتیک مسائلی مانند پایداری طولانی‌مدت کاربران، حساسیت‌های فرهنگی و ایمنی بیمار در مداخلات خودکار مورد ارزیابی قرار گیرد. اگرچه هوش مصنوعی می‌تواند بسیاری از عملکردهای درمانی را شبیه‌سازی کند، اما در موارد پرخطر یا تشخیص‌های پیچیده نمی‌تواند و نباید جایگزین پزشکان انسانی شود. در واقع، این فناوری باید به‌عنوان توسعه‌ای از مدل زیست‌روان‌شناختی-اجتماعی در نظر گرفته شود که هدف آن توانمندسازی بیماران در فاصله بین جلسات و حمایت از پزشکان برای ارائه مراقبت‌های شخصی‌تر و مبتنی بر داده‌ها است.

روزمه زندگی بیماران کمک می‌کند. ترکیب نظریه‌های روان‌شناختی با فناوری دیجیتال همچنین امکان طراحی مداخلاتی را فراهم می‌آورد که بتوانند در همان لحظه فعال‌سازی احساس درد، به مکانیزم‌های زیربنایی آن پاسخ دهند و تجربه‌ای دقیق‌تر، پیشگیرانه‌تر و توانمندسازتر برای بیمار ایجاد کنند. در نهایت، گنجاندن اصول اخلاقی و رابطه‌محور مانند همدلی، حفظ حریم خصوصی، و تقویت اتحاد درمانی برای تضمین اعتماد و تعامل پایدار کاربران کاملاً ضروری است.

#### منابع مالی

پژوهش حاضر فاقد حمایت مالی می‌باشد.

#### تعارض منافع

نویسندگان اعلام کردند که این مقاله هیچگونه تعارض منافی ندارد.

این چارچوب با همسو کردن قابلیت‌های تکنولوژیکی با دقت روان‌شناختی و حساسیت اخلاقی، چشم‌اندازی از سلامت دیجیتال ارائه می‌دهد که نه تنها هوشمند، بلکه انسانی است. این رویکرد نوید دگرگونی در مدیریت درد مزمن را می‌دهد؛ نه صرفاً با درمان علائم، بلکه با بازسازی الگوهای هیجانی و شناختی که رنج را تداوم می‌بخشند، آن هم در لحظاتی که بیشترین اهمیت را دارند.

#### ملاحظات کاربری دستیار هوش مصنوعی

با کمک هوش مصنوعی می‌توان پشتیبانی تنظیم هیجانات را به شکل شخصی‌سازی‌شده، مداوم و پاسخ‌گو برای بیماران دچار درد مزمن فراهم کرد و و بدین ترتیب به یکی از خلأهای مهم مراقبت روان‌شناختی میان جلسات درمانی در بیماران مبتلا به درد مزمن پاسخ داد. با این حال، هوش مصنوعی نباید به‌عنوان جایگزینی برای درمانگر دیده شود، بلکه باید به چشم یک ابزار مکمل نگریسته شود که به تقویت راهبردهای مقابله‌ای آموخته‌شده و ارائه مداخلات به‌موقع در بسترهای

#### References

1. Zimmer Z, Fraser K, Grol-Prokopczyk H, Zajacova A. A global study of pain prevalence across 52 countries: examining the role of country-level contextual factors. *Pain*. 2022; 163(9):1740-1750.
2. Lundin Å, Ekman I, Wallström S, Andréll P, Lundberg M. Suffering out of sight but not out of mind - interpreting experiences of sick leave due to chronic pain in a community setting: a qualitative study. *BMJ Open*. 2023;13(4): e066617.
3. Friction J. The need for preventing chronic pain: the "big elephant in the room" of healthcare. *Glob Adv Health Med*. 2015 Jan;4(1):6-7.
4. Raja SN, Carr DB, Cohen M, et al. The revised International Association for the Study of Pain definition of pain: concepts, challenges, and compromises. *Pain*. 2020;161(9):1976-1982.
5. Panda P, Panda S. Chronic pain and psychological distress among adults in Udupi. *Archives of Mental Health*. 2018; 19(1): 42-46.
6. Gross, JJ. The Emerging Field of Emotion Regulation: An Integrative Review. *Review of General Psychology*. 1998; 2(3): 271-299.
7. Riquino MR, Priddy SE, Howard MO, Garland EL. Emotion dysregulation as a transdiagnostic mechanism of opioid misuse and suicidality among chronic pain patients. *Borderline Personal Disord Emot Dysregul*. 2018;5: 1-9.



8. Strand EB, Zautra AJ, Thoresen M, Ødegård S, Uhlig T, Finset A. Positive affect as a factor of resilience in the pain-negative affect relationship in patients with rheumatoid arthritis. *J Psychosom Res*. 2016; 90:113-119.
9. Rogers AH, Smit T, Bakhshaie J, Zvolensky MJ. Momentary Emotion Regulation Strategies and Pain Experience Among Adults with Chronic Pain: An Ecological Momentary Assessment Study. *Clin J Pain*. 2024 May 1;40(5):269-277.
10. Tang NKY. Cognitive behavioural therapy in pain and psychological disorders: Towards a hybrid future. *Prog Neuropsychopharmacol Biol Psychiatry*. 2018;87(Pt B):281-289.
11. Cascella M, Thompson NS, Muzio MR, Forte CA, Cuomo A. The underestimated role of psychological and rehabilitation approaches for management of cancer pain. A brief commentary. *Recenti Prog Med*. 2016;107(8):418-421.
12. Schachner T, Keller R, V Wangenheim F. Artificial Intelligence-Based Conversational Agents for Chronic Conditions: Systematic Literature Review. *J Med Internet Res*. 2020;22(9): e20701.
13. Uetova E, Hederman L, Ross RJ, O'Sullivan D. The Potential and Limitations of Conversational Agents for Chronic Conditions and Well-being. 2023; CEUR-WS.org.
14. Miner AS, Milstein A, Schueller S, Hegde R, Mangurian C, Linos E. Smartphone-based conversational agents for mental health: A systematic review. *Lancet Digit Health*. 2023;5(6):e350-e363.
15. Hauser-Ulrich S, Künzli H, Meier-Peterhans D, Kowatsch T. A Smartphone-Based Health Care Chatbot to Promote Self-Management of Chronic Pain (SELMA): Pilot Randomized Controlled Trial. *JMIR Mhealth Uhealth*. 2020;8(4): e15806.
16. Tahri Sqalli M, Al-Thani D. On How Chronic Conditions Affect the Patient-AI Interaction: A Literature Review. *Healthcare (Basel)*. 2020;8(3):313.
17. Luo M, Warren CJ, Cheng L, Abdul-Muhsin HM, Banerjee I. Assessing empathy in large language models with real-world physician-patient interactions. In: 2024 IEEE International Conference on Big Data (BigData). 2024 Dec; 6510-6519.
18. Johnson A, Yang F, Gollarahalli S, et al. Use of Mobile Health Apps and Wearable Technology to Assess Changes and Predict Pain During Treatment of Acute Pain in Sickle Cell Disease: Feasibility Study. *JMIR Mhealth Uhealth*. 2019;7(12):e13671.
19. Wibowo S, Chaw WL, Antuvan CW, Hao C. Use of Wearable Sensor Device and Mobile Application for Objective Assessment of Pain in Post-surgical Patients: A Preliminary Study. *Annu Int Conf IEEE Eng Med Biol Soc*. 2023; 1-4.
20. Schick-Makaroff K, MacDonald M, Plummer M, Burgess J, Neander W. What Synthesis Methodology Should I Use? A Review and Analysis of Approaches to Research Synthesis. *AIMS Public Health*. 2016;3(1):172-215.
21. Jaakkola E. Designing conceptual articles: four approaches. *AMS Rev*. 2020;10(1):18-26.
22. MacInnis DJ. A framework for conceptual contributions in marketing. *J Mark*. 2011;75(4):136-54.
23. Barnett-Page E, Thomas J. Methods for the synthesis of qualitative research: a critical review. *BMC Med Res Methodol*. 2009; 9:59.
24. Whittemore R, Chao A, Jang M, Minges KE, Park C. Methods for knowledge synthesis: an overview. *Heart Lung*. 2014;43(5):453-461.
25. Mosteller F, Colditz GA. Understanding research synthesis (meta-analysis). *Annu Rev Public Health*. 1996; 17:1-23.
26. Brunton G, Oliver S, Thomas J. Innovations in framework synthesis as a systematic review

- method. *Res Synth Methods*. 2020;11(3):316-330.
27. Melzack R. Pain and the neuromatrix in the brain. *J Dent Educ*. 2001;65(12):1378-1382.
28. Melzack R. Evolution of the neuromatrix theory of pain. The Prithvi Raj Lecture: presented at the third World Congress of World Institute of Pain, Barcelona 2004. *Pain Pract*. 2005;5(2):85-94.
29. Kornelsen J, McIver TA, Stroman PW. Unique brain regions involved in positive versus negative emotional modulation of pain. *Scand J Pain*. 2019;19(3):583-596.
30. Vlaeyen JWS, Crombez G, Linton SJ. The fear-avoidance model of pain. *Pain*. 2016;157(8):1588-1589.
31. Crombez G, Eccleston C, Van Damme S, Vlaeyen JW, Karoly P. Fear-avoidance model of chronic pain: the next generation. *Clin J Pain*. 2012;28(6):475-483.
32. Becker S, Navratilova E, Nees F, Van Damme S. Emotional and Motivational Pain Processing: Current State of Knowledge and Perspectives in Translational Research. *Pain Res Manag*. 2018;2018: 5457870.
33. Ferreira-Valente A, Fontes F, Pais-Ribeiro J, Jensen MP. The Meaning Making Model Applied to Community-Dwelling Adults with Chronic Pain. *J Pain Res*. 2021;14: 2295-2311. Published 2021 Jul 28.
34. Simic K, Savic B, Knezevic NN. Pain Catastrophizing: How Far Have We Come. *Neurol Int*. 2024;16(3):483-501.
35. Lazaridou A, Kim J, Cahalan CM, et al. Effects of Cognitive-Behavioral Therapy (CBT) on Brain Connectivity Supporting Catastrophizing in Fibromyalgia. *Clin J Pain*. 2017;33(3):215-221.
36. Agar-Wilson M, Jackson T. Are emotion regulation skills related to adjustment among people with chronic pain, independent of pain coping?. *Eur J Pain*. 2012;16(1):105-114.
37. Jaén I, Díaz-García A, Pastor MC, García-Palacios A. Emotion regulation and peripheral psychophysiological correlates in the management of induced pain: a systematic review. *PLoS One*. 2021;16(6):e0253509.
38. Birnie KA, Chambers CT, Spellman CM. Mechanisms of distraction in acute pain perception and modulation. *Pain*. 2017;158(6):1012-1013.
39. Zeidan F, Emerson NM, Farris SR, et al. Mindfulness Meditation-Based Pain Relief Employs Different Neural Mechanisms Than Placebo and Sham Mindfulness Meditation-Induced Analgesia. *J Neurosci*. 2015;35(46):15307-15325.
40. Elomaa MM, de C Williams AC, Kalso EA. Attention management as a treatment for chronic pain. *Eur J Pain*. 2009;13(10):1062-1067.
41. Koechlin H, Coakley R, Schechter N, Werner C, Kossowsky J. The role of emotion regulation in chronic pain: A systematic literature review. *J Psychosom Res*. 2018; 107:38-45.
42. Norman-Nott N, Hesam-Shariati N, Weweg MA, et al. Emotion regulation skills-focused interventions for chronic pain: A systematic review and meta-analysis. *Eur J Pain*. 2024;28(8):1276-1293.
43. Omarov B, Narynov S, Zhumanov Z, Alzhanova E, Kumar A, Khassanova M. Artificial intelligence enabled conversational agent for mental healthcare. *Int J Health Sci (Qassim)*. 2022;6(3):1544-1555.
44. Adikari A, De Silva D, Moraliyage H, Alahakoon D, Wong J, Gancarz M, Leung Y. Empathic conversational agents for real-time monitoring and co-facilitation of patient-centered healthcare. *Future Gener Comput Syst*. 2022;126: 318-329.
45. Saqib H, Sumyia, Saqib A. AI Chatbots And Psychotherapy: A Match Made In Heaven?. *J Pak Med Assoc*. 2023;73(11):2321.

46. Piette JD, Newman S, Krein SL, et al. Patient-Centered Pain Care Using Artificial Intelligence and Mobile Health Tools: A Randomized Comparative Effectiveness Trial. *JAMA Intern Med.* 2022;182(9):975-983.
47. Welivita, A., & Pu, P. (2024). Are Large Language Models More Empathetic than Humans?. *arXiv preprint arXiv:2406.05063*.
48. Lee YK, Suh J, Zhan H, Li JJ, Ong DC. Large language models produce responses perceived to be empathic. *arXiv [preprint]*. 2024; arXiv:2403.18148.
49. Mirmomeni M, Fazio T, von Cavallar S, Harrer S. From wearables to THINKables: artificial intelligence-enabled sensors for health monitoring. In: *Wearable Sensors*. Academic Press; 2021:339-356.
50. Sano A, Picard RW. Stress recognition using wearable sensors and mobile phones. In: 2013 Humaine Association Conference on Affective Computing and Intelligent Interaction. IEEE; 2013:671-676.
51. Vijayan V, Connolly JP, Condell J, McKelvey N, Gardiner P. Review of Wearable Devices and Data Collection Considerations for Connected Health. *Sensors (Basel)*. 2021;21(16):5589.
52. Yang F, Banerjee T, Narine K, Shah N. Improving Pain Management in Patients with Sickle Cell Disease from Physiological Measures Using Machine Learning Techniques. *Smart Health (Amst)*. 2018;7-8:48-59.
53. Mohammed A, Podila PSB, Davis RL, Ataga KI, Hankins JS, Kamaleswaran R. Using Machine Learning to Predict Early Onset Acute Organ Failure in Critically Ill Intensive Care Unit Patients With Sickle Cell Disease: Retrospective Study. *J Med Internet Res.* 2020;22(5):e14693.
54. Keats MR, Yu X, Sweeney Magee M, et al. Use of Wearable Activity-Monitoring Technologies to Promote Physical Activity in Cancer Survivors: Challenges and Opportunities for Improved Cancer Care. *Int J Environ Res Public Health*. 2023;20(6):4784.
55. Villegas F, Martínez-Borba V, Suso-Ribera C, et al. Characterizing Breakthrough Cancer Pain Using Ecological Momentary Assessment with a Smartphone App: Feasibility and Clinical Findings. *Int J Environ Res Public Health*. 2021;18(11):5991.
56. Kaur E, Delir Haghighi P, Cicuttini FM, Urquhart DM. Smartphone-Based Ecological Momentary Assessment for Collecting Pain and Function Data for Those with Low Back Pain. *Sensors (Basel)*. 2022;22(18):7095.
57. Croes EA, Antheunis ML. 36 questions to loving a chatbot: are people willing to self-disclose to a chatbot? In: *International Workshop on Chatbot Research and Design*. Springer International Publishing; 2020:81-95.