**باسمه تعالي**

**طرح تحقيق پایان‌نامه کارشناسی ارشد**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **نام و نام خانوادگی دانشجو** | **شماره دانشجویی** | **دانشکده** | **گروه** | **امضا دانشجو** |
| فونت B Nazanin (بي نازنين) | وسط چين | سايز 12 |  |  |
| **کد ملي:** | | **کد رهگيري ايرانداک:** | | |
| **ايميل مدرس:** | | | **شماره تماس:** | |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **مشخصات اساتيد راهنما و مشاور** | **نام و نام خانوادگي** | **رتبه دانشگاهي** | **محل خدمت** | **امضا و تاریخ** |
| استاد راهنماي اصلي | وسط چين |  |  |  |
| استاد راهنماي دوم (در صورت نیاز) | فونت B Nazanin  (بي نازنين) |  |  |  |
| درصد سهم استاد راهنماي دوم: |
| استاد مشاور 1 | سايز 12 |  |  |  |

|  |
| --- |
| این قسمت توسط استادراهنما تکمیل شود. |
| **اين طرح تحقيق، منطبق با برنامه تحقيقاتي جهت دار اینجانب می‌باشد. نمی‌باشد.**  **عنوان برنامه مصوب:**  **راهنمایی:** عنوان برنامه تحقیقاتی مصوب جهت‌دار که در سامانه گلستان با وضعیت تایید معاونت می باشد، در این قسمت درج شود. |

|  |
| --- |
| **عنوان:** (**فارسی**)  عنوان پروپوزال باید کوتاه باشد و توضیح دهد که تحقیق شما در مورد چیست و باید ایده یا ایده­های اصلی مطالعه شما را خلاصه کند.  (فونت B Nazanin (بی نازنین) با اندازه 14)  **Title: (English)**  Make sure the title of your proposal is short, concise, and informative, summarizing the main idea of your study. (Times New Roman, 12 pt)  **راهنمایی:** ضروری است بین عنوان و محتوای پژوهشی سازگاری و تناظر وجود داشته باشد.  **عنوان:** تشخیص بیماری اضطراب به کمک نشانگرهای زیستی و روش‌های یادگیری ماشین |
| **Title:** Anxiety detection using digital biomarkers and machine learning approach |

|  |
| --- |
| **چكيده:**  **راهنمایی:** عناصر مهم در نگارش چکیده؛ طرح مسأله، فرضیات پژوهشی، روش تحقیق  **نحوه تایپ پروپوزال:** به منظور جلوگیری از مسائل و مشکلات مربوط به قلم (فونت)، تمامی متن پروپوزال با استفــاده از فونت 12 B Nazanin نازک تایپ گردد و از به کار بردن سایر فونت‌ها خودداری شود.   1. فونت متن: B Nazanin (بی نازنین) با اندازه 12 و نازک (متن از سر خط شروع شود). 2. فونت عناوین بندهای پروپوزال (تیترها): B Nazanin (بی نازنین) با اندازه 12 (Bold) تایپ گردد. 3. شماره صفحات : پائین وسط صفحه 4. اعداد و شماره­ها : فارسی 5. فاصله بین خطوط : cm 1 6. فونت متن جداول:   B Nazanin (بی نازنین) با اندازه11 نازک 7. کلیه قلم­های انگلیسی موجود در پروپوزال: Times New Roman با اندازه 10 تایپ گردد.   **Abstract:**  The abstract should be a short summary of your research proposal and should not exceed 500 words. It should provide an overview of the **Research Scope**, the **Main Problems** in the existing literature which you are going to address in your research, the statement of the **Purpose of the Research**, the **Research Method**, the **Results** you **Expect** to achieve, and **Anticipated Implications** for advancing the knowledge domain. It is crucial to keep the **Abstract** brief, concise, clear, and objective.  چکیده: |
| **كلمات كليدي:**  این بخش بایستی لیستی از کلمات یا عبارات مناسبی (**3 تا 6 کلمه**) که با کاما از هم جدا شده باشند و می­توانید در موتور جستجو برای یافتن یک پیشنهاد تحقیقی مشابه خود استفاده کنید. عنوان پیشنهادی شما می­تواند در شناسایی کلمات کلیدی مفید باشد.  **Keywords:**  In this section, you can provide three to six suitable words or phrases, separated by commas, that would help you find a research proposal similar to yours using a search engine. The title of your proposal can also be an effective identifying relevant keywords. |

|  |
| --- |
| 1. **حوزه تحقیق (Scope of the Study) و مروری بر منابع تحقیق (Literature Review):**   **راهنمایی:** در این قسمت دانشجو اشراف علمی خود را در حوزه تحقیق و نظریات علمی مطرح یا مدل‌های مهم اثبات‌شده یا تاییدشده گزارش می‌کند. این گزارش باید تفصیلی باشد. حوزه تحقیق در کلی‌ترین و وسیع‌ترین تعریف، جهت پژوهشی دانشجو را آشکار می سازد و بر اساس تقسیمات و طبقه‌بندی های رسمی در یک رشته یا یک گرایش علمی تعیین می گردد. حوزه تحقیق هر چه جزئی تر باشد مناسبت تر است، در ضمن واژه‌های اصلی پژوهش و محدوده تحقیق باید در اینجا یا در ذیل بیان مسأله تعریف شوند. |

|  |
| --- |
| **2- بیان مسأله (Problem Statement):**  **راهنمایی:** پژوهش فرایند حل مسأله است پس **مسأله‌یابی (Purpose of the Study)** گامی بنیادین در مسیر پژوهش است. مسأله از تعارض و چالش بین ذهنیت علمی (**Scientific Intersubjectivity**) و پیشامدها، امور واقع و موقعیت‌های بیرونی بر می‌خیزد. دانشجو در این قسمت باید به‌طور تفصیلی توضیح دهد که با چه پیشامدی یا امری مواجه شده است که نظریات علمی موجود (گزارش شده در مرحله قبل) از تبیین و توصیف آن‌ها ناتوان است یا رسایی و اعتبار لازم را ندارد. **(حداقل دو صفحه)** |

|  |
| --- |
| **3- پرسش‌های تحقیق (Research Questions):**  **راهنمایی:** دانشجو باید چالش مزبور (گزارش شده در مرحله قبل) را در قالب چند پرسش محدود (3 تا 5 مورد) با ساختارهای مثل (چرا؟ چگونه ممکن است که؟ چه رابطه‌ای وجود دارد؟ ....) تنظیم نماید. باید توجه داشت که پرسش ها ارزش پژوهشی داشته باشند نه آموزشی. |

|  |
| --- |
| **4-نظریه و فرضیه‌های تحقیق (Research Theory and Hypotheses):**  **راهنمایی:** پژوهش فرایند حل مسأله است پس **ارائه راه حل** برای مسأله طرح شده نقطه اوج فرایند پژوهشی محسوب می شود. در این قسمت دانشجو باید فرضیات موردنظر خود را به صورت حدس های هوشمندانه ارائه نماید. فرضیات مزبور باید خلاقانه، آزمون پذیر و متناسب با پرسش‌های ناظر به مسأله تحقیق تدوین گردند، مجموعه فرضیات، نظریه يا تز پژوهشی دانشجو را در حل مسأله مطروحه تعیین و تعریف می نماید. **(حداکثر شش سطر)** |

|  |
| --- |
| **5- روش تحقیق و آزمون فرضیه‌ها (Hypothesis Testing and Research Methodology):**  **راهنمایی:** پژوهش فرایند حل مسأله است پس ارائه **راه حل درست**، مهمترین رکن پژوهش است. اعتبارسنجی و راستی‌آزمایی راه‌حل‌ها در گرو آزمون‌های دقیق و جدی هر یک از فرضیات پژوهش است این آزمون ها به دو گروه کلی زیر قابل تقسیم هستند.  **الف: در پژوهش‌های نظری و بنیادی**  دانشجو در این قسمت با توجه به رشته علمی خود با بهره گیری از روش های اصل موضوعی (Axiomatic Method) یا روش تحلیل منطقی (Logical Analysis Method ( دلایل خود را در توجیه (اثبات یا ابطال) فرضیه خود ارائه نماید.  **ب: در پژوهش کاربردی و توسعه‌ای**  دانشجو در این قسمت بايد با توجه به رشته علمی خود، با بهره گیری از روش های تجربی (میدانی، پیمایشی، بالینی، آزمایشگاهی، کمّی، کیفی...) و یا روش های استنادی (روش اسنادی، روش تحلیل محتوا، روش دلفی، روش تفهمی، فهم عینی و ...) دلایل خود را در توجیه (تایید یا رد) فرضیه های خود ارانه نماید. بهره‌گیری از تکنیک های آماری برای جمع آوری داده ها و شواهد، تحليل داده ها ، روش‌های نمونه گیری آماری و ... از مختصات پژوهش‌های کاربردی و توسعه‌ای است. |

|  |
| --- |
| **6- نوآوری‌ها (Research Novelty) و اهمیت پژوهش (Research Significance):**  **راهنمایی:** در این قسمت دانشجو باید مشخص نماید که نوآوری یا ابداعات وی عمدتاً در چه زمینه ای است. در مسأله یابی، در نظریه پردازی و یا در اعتبارسنجی؟ اهمیت مطلب وقتی آشکار می شود که در علوم نظری و صوری چه بسا با مسأله باز (Open Problem) و نظریه های باز (Open Theory) مواجه باشیم، همچنین لازم است به دستاوردهای احتمالی تحقیق برای جامعه علمی اشاره شود.  دانشجو باید اهمیت تحقیق پیشنهادی را توضیح دهید و آن را در مرور تحقیق مربوطه قرار دهید. بیان قانع کننده در مورد اینکه چرا موضوع شما ارزش تحقیق علمی دارد، یعنی اینکه چه کمکی (Contribution) به دانش آکادمیک می­کند و چگونه آن را غنی می­کند. این مشارکت ناشی از فعالیت‌های تحقیقاتی شماست که برای اطلاعات جدید (New Information) و همچنین گسترش و تأیید دانش موجود انجام می‌شود. شما باید نشان دهید چگونه پژوهش شما می‌تواند سهمی اصلی داشته باشد، چگونه ممکن است کاستی و یا ضعف در کار حاضر (gaps in existing literature) را پر کند، و چگونه ممکن است درک موضوعات خاص در حوزه موضوعی خاص شما را گسترش دهد. |

|  |
| --- |
| **منابع و مراجع (References):**  **طریقه منابع نویسی در پروپوزال:**   1. سپس لیست مراجع کامل با منابع ذکر شده بر اساس ترتیب استفاده شده در پروپوزال با جزئیات کامل منبع ارائه گردد. 2. قلم­ انگلیسی منابع Times New Roman با اندازه 10 تایپ گردد. 3. منابع نویسی بایستی حتما در صفحه جدیدی آورده شود. 4. لیست منابع در پایان پروپوزال یا به ترتیب حروف الفبا و با توجه به نام خانوادگی نویسنده (APA و یا Harvard) و یا با صورت عددی شماره نویسی (شیکاگو و یا ونکوور) آورده شوند. توجه: در صورت استفاده از نرم افزارهای Mendeley توسط Elsevier، EndNote توسط مؤسسه کلریویت آنالیتیکز (Clarivate Analytics)، و یا Reference Manager، Docear، Zotero، BibSonomy و غیره، استنادات (Citations) در تمامی منابع نویسی‌ شامل یک فرمت یکنواخت (Referencing Style) از منابع باشد. 5. در موقع منابع دهی فارسی با استفاده از نرم افزارهای فوق الذکر، بصورت انگلیسی و در انتها در براکت [In Persian] آورده شود:   مثال:  مژده لطفی، حبیب اله یونسی و نادر بهرامی­فر (1397). تصفیه پساب از طریق سیستم پیل سوختی میکربی دو محفظه‌ای با استفاده از مخمر *ساکارومایسس* *سرویسیه*، آب و فاضلاب (4) 29، 101-108. [10.22093/WWJ.2017.79665.2366](https://doi.org/10.22093/wwj.2017.79665.2366)  M. Lotfi, Younesi, H., & Bahramifar, N. (2018). Wastewater treatment using dual-chamber microbial fuel cell with Saccharomyces cerevisiae. *Journal of Water and Wastewater, 29*(4), 101-108. https//doi.org/[10.22093/WWJ.2017.79665.2366](https://doi.org/10.22093/wwj.2017.79665.2366) [In Persian]. |

|  |
| --- |
| **نکته**: لازم است که دانشجو در تعیین عنوان پایان نامه دقت نماید و عنوان مناسبی متناظر و متناسب با محتوای طرح انتخاب کند. یعنی براساس محتوای مسأله و محتوای فرضیه‌های خود، عنوان پژوهش را بازنگری و با دقت اصلاح نماید. |

|  |
| --- |
| **یادآوری:** دانشجو موظف است در تنظیم و نگارش پایان‌نامه کارشناسی ارشد خود، طرح تحقیق مصوب را در فصلی تحت عنوان فصل اول کلیّات و مفاهیم درج نماید. |

|  |
| --- |
| **عنوان مصوب**: |
| **Approved Title:** |

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **کميته تخصصي گروه** | | | | | |
| **نام و نام خانوادگي** | **عنوان** | **رتبه علمي** | **محل خدمت** | **راي داور** | **امضا** |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |

|  |
| --- |
| **توضيحات** |
|  |

|  |
| --- |
| تكميل اين قسمت بر عهده استاد راهنما است.  **مسئولیت اجتماعی و اثرگذاری پژوهش:**  انجام پژوهش حاضر چه تأثیری در جامعه از خود به جا خواهد گذاشت؟ با ذکر نهاد، سازمان یا صنعت موردنظر تاثیرمورد انتظار خود را بیان کنید.  .................................................................................................................................................................................................................................................................................................................................................................................................................................................................................................................................................................................................................................. |

|  |  |
| --- | --- |
| **امضاي مدیر گروه**  **تاریخ** | **امضاء دبير شوراي پژوهشي دانشكده**  **تاريخ** |

1. **میزان اعتبار مصوب پایان‌نامه:**

🌕 پایان‌نامه تجربی حداکثر مبلغ 36 میلیون ریال بدون برنامه تحقیقاتی جهت‌دار مصوب استادراهنما

🌕 پایان‌نامه تجربی حداکثر مبلغ 45 میلیون ریال در راستای برنامه تحقیقاتی جهت‌دار استادراهنما

🌕 پایان‌نامه نظری حداکثر مبلغ 15 میلیون ریال بدون برنامه تحقیقاتی جهت‌دار مصوب استادراهنما

🌕 پایان‌نامه نظری حداکثر مبلغ 750/18 میلیون ریال در راستای برنامه تحقیقاتی جهت‌دار استادراهنما

1. **مبلغ پیش بینی هزینه‌کرد رساله:**
2. **آیا هزینه انجام پژوهش بیش از هزینه‌های مصوب برای پروپوزال می باشد.**

بلی 🌕 خیر 🌕

1. **در صورتیکه هزینه بیش از اعتبار مصوب می‌باشد محل تامین هزینه‌های مازاد کدام یک از موارد زیر می باشد:**

🌕 از محل طرح تحقیقاتی استاد‌راهنما

🌕 از محل گرنت استاد‌راهنما

🌕 از محل بودجه سایر دانشجویان تحت راهنمایی استاد‌راهنما

🌕 سایر (توضیح داده شود)

عنوان

چکیده

درحالی که ما اکنون در دنیای زندگی می‌کنیم که پیشرفت تکنولوژی از هر زمان دیگری سرعت بیشتری را تجربه می‌کند و به سبب آن زندگی ما دستخوش تغییراتی شده است که قابل قیاس با گذشته نیست، می‌توان اذعان داشت، ما انسان‌ها از هر زمان دیگری بیشتر با بیماری اضطراب مواجه هستیم. این پدیده به کمک عواملی همچون شبکه‌های اجتماعی، استرس در فضای اکادمیک، و نیز علت‌های اقتصادی در حال افزایش است. این رویداد می‌تواند باعث کاهش عملکرد بهینه فردی و حتی مواردی شدیدتر همچون خودکشی با روی آوردن به مواد مخدر در میان افراد شود.

هدف از این مطالعه، طراحی یک سیستم تشخیص اضطراب بر پایه الگوریتم‌های یادگیری ماشین، به کمک دستگاه های پوشیدنی و نشانگرهای دیجیتال است که بدون مزاحمت برای افراد بتواند به طور طبیعی در طول زندگی روزمره استفاده شود.

دامنه این تحقیق شامل شناسایی و ادغام نشانگرهای زیستی دیجیتال متنوع ازجمبه سیگنال‌های EEG و ECG، نشانه‌های چهره و صدا و الگوهای رفتاری جمع آوری شده از حسگرهای پوشیدنی و پلتفرم‌های دیجیتال است.

از آنجایی که جنس داده‌های مورد بررسی از نوع داده‌های سری زمانی هستند، بهره‌گیری از روش‌های یادگیری عمیق، همچون LSTM مناسب به نظر می‌آید به علاوه لازم به ذکر است با توجه به ابداع مدل‌ جدید OpenTSLM توسط دانشگاه Standford، که یک مدل زبان زمان‌سری است که برای پردازش و استدلال بر روی داده‌های زمانی است، استفاده از این مدل نیز بسیار جذاب به نظر می‌آید. سایر الگوریتم‌های کلاسیک یادگیری ماشین نیز همانند SVM و RF نیز ممکن است جهت قیاس مورد استفاده قرار گیرند.

نتایج مورد انتظار شامل یافتن نشانگرهای زیستی است که تمایز بیشتری برای تشخیص اضطراب دارند. همچنین ایجاد یک مدل یکپارچه یادگیری ماشین با قابلیت تشخیص بلادرنگ و به علاوه ایجاد چارچوب‌های تفسیرپذیری برای افزایش اعتماد و استفاده در دنیای واقعی توسط بیماران و کادر درمان است.

In the world we live in today, where technological advancements are occurring faster than ever before and, as a result, our lives have undergone unprecedented changes, it can be stated that humans are facing anxiety more than at any other time. This phenomenon is increasing due to factors such as social media, academic stress, and economic causes. It can lead to reduced individual performance and, in more severe cases, outcomes such as suicide or substance abuse.

The aim of this study is to design an anxiety detection system based on machine learning algorithms, using wearable devices and digital biomarkers, which can be naturally utilized in daily life without causing disruption to individuals.

The scope of this research includes identifying and integrating diverse digital biomarkers, including EEG and ECG signals, facial and voice cues, and behavioral patterns collected from wearable sensors and digital platforms.

Since the data under investigation are time-series in nature, deep learning methods such as LSTM seem suitable. Additionally, it is worth noting that with the introduction of the new OpenTSLM model by Stanford University—a time-series language model designed for processing and reasoning over temporal data—using this model also appears highly promising. Other classical machine learning algorithms, such as SVM and Random Forest, may also be used for comparison purposes.

The expected outcomes include identifying the most discriminative biomarkers for anxiety detection, developing an integrated machine learning model capable of real-time detection, and establishing interpretable frameworks to enhance trust and applicability in real-world settings by patients and healthcare professionals.

کلمات کلیدی

حوزه تحقیق (Scope of the Study) و مروری بر منابع تحقیق (Literature Review):

برای نوشتن این قسمت، من با انواع طبقه بندی های متفاوت مواجه شدم. برخی از مقالات survey، این گروه‌بندی را بر اساس انواع سیگنال و برخی بر اساس پس‌زمینه افرادی که مورد آزمایش قرار می‌گرقتند، انجام می‌دادند. برای شروع ابتدا از مقالاتی نام خواهم برد که برای تشخیص اضطراب، به جای استفاده از یک نوع ویژگی، از ترکیبی از چند نوع ویژگی متفاوت استفاده کرده‌اند. هدف این پاراگراف بررسی مطالعاتی است که داده‌های چندمنظوره (multi-modal) را برای بهبود دقت مدل‌های یادگیری ماشین ترکیب کرده‌اند.

در برخی مطالعات، داده‌های فیزیولوژیکی مثل ضربان قلب، EEG، رسانایی پوست، همراه با داده‌های روان‌شناختی و بالینی ترکیب شده‌اند تا الگوهای دقیق‌تری از اضطراب به‌دست آید. در برخی دیگر، تصاویر MRI مغزی با اطلاعات جمعیت‌شناختی (سن، جنس، وضعیت زندگی، و سوابق پزشکی) یا آزمون‌های روان‌سنجی مانند GAD-7 و STAI تلفیق شده‌اند. نتایج این پژوهش‌ها نشان داده است که مدل‌های چندویژگی (multi-feature models) دقت بسیار بالاتری در شناسایی اضطراب نسبت به مدل‌های تک‌منبع دارند.

\*\*\*

مقاله‌ای با عنوان “Assessing Learners’ English Public Speaking Anxiety with Multimodal Deep Learning Technologies” (Zheng et al., 2024) به بررسی اضطراب سخنرانی زبان‌آموزان انگلیسی با استفاده از یادگیری عمیق چندوجهی می‌پردازد. پژوهشگران مجموعه‌داده‌ای به نام SARC شامل ویدئو، صوت و متن سخنرانی دانشجویان را گردآوری کردند و با ترکیب شبکه‌های عصبی CNN، RNN و مدل‌های زبانی مانند BERT سطح اضطراب را پیش‌بینی نمودند. نتایج نشان داد که مدل چندوجهی دقتی نزدیک به ارزیابی انسانی دارد و برای تحلیل اضطراب سخنرانی در محیط‌های آموزشی واقعی قابل استفاده است.

در یک دسته‌بندی دیگر، پژوهشگران برای تشخیص اضطراب از ویژگی‌های پس‌زمینه‌ای یا جمعیت شناختی استفاده کرده اند. در منابع نشان داده شده است که ویژگی‌ها و تجربیات شخصی می‌توانند بر اضطراب تأثیر بگذارند [196]. به عنوان مثال، اختلال عملکرد خانواده [197] و تجربیات کودکی [198]، مسائل مالی [199] می‌توانند بر سلامت روان تأثیرگذار باشند. عامل دیگری که در اضطراب نقش دارد حمایت اجتماعی است که شامل حمایت عینی، تجربیات ذهنی، و استفاده از حمایت اجتماعی می‌شود [200]. کمبود حمایت اجتماعی معمولاً تأثیر منفی بر سطح اضطراب دارد [201]. در این زمینه، داده‌های مربوط به پیشینه افراد می‌تواند اطلاعات ارزشمندی درباره اضطراب آن‌ها فراهم کند. برخی مطالعات به بررسی و درک رابطه بین این عوامل و اضطراب پرداخته و تلاش کرده‌اند از این ویژگی‌ها در الگوریتم‌های یادگیری ماشین استفاده کنند. در این بخش، ما این مطالعات را مرور می‌کنیم.

در یک پژوهش در سال 2024 تحت عنوان An analysis of machine learning for detecting depression, anxiety, and stress of recovered COVID-19 patients، عده‌ای از پژوهشگران به دنبال توسعه یک مدل یادگیری ماشین بودند تا بتواند میزان اضطراب را در گروه خاصی از افراد که به تازگی از بیماری کووید 19، بهبود یافته اند، اندازه گیرند. آنها از روش‌های متفاوتی همانند KNN, MLP و SVM استفاده کردند و سرانجام توانستند به دقت 0.984 به کمک روش SVM دست‌یافتند. البته این مقدار دقت به نظر من نشان دهنده بیش برازش داده‌ می‌باشد و کمی جای تامل دارد. علاوه بر آن این مقاله در جورنال *Journal of Human, Earth, and Future به چاپ رسیده است.*

در یک دسته بندی دیگر، تعداد بسیار زیادی از مقاله‌ها، بر اساس نوع داده یا سیگنال ورودی تلاش به توسعه دانش در این راستا داشته اند. از آنجایی که تنوع سیگنال بسته به عوامل متعددی گسترده است، خود این بخش قابلیت آن را دارد که از چند زاویه دید مورد بررسی قرار گیرند. این سیگنال‌ها می‌توانند، مرتبط با نشانگرهای زیستی فیزیولوژیکی، همانند HRV, GSR, Skin Temperature, EMG, Pupil dilation, Cortisol Level SpO2 و ... باشند یا بلکه مرتبط با داده‌ها از نوع رفتاری، همانند الگوهای صحبت، حالت چهره، حرکت چشم، سرعت تایپ، مدت زمان استراحت با چشمان بسته، سطح فعالیت‌های بدنی، میزان استفاده از شبکه‌های اجتماعی، نحوه راه رفتن، مدت زمان استفاده از گوشی هوشمند و همچنین مدت زمان واکنش نشان دادن به هنگام رخداد یک رویداد.

علاوه بر سیگنال‌های مورد اشاره، دسته ای دیگر از سیگنال‌ها وجود دارند که تمرکز آن‌ها بر عصب شناختی می‌باشد که به آنها Neurocognitive signals گفته می‌شود. برای نمونه می‌توان به سیگنال‌هایEEG, fNIRS, fMRI, ERP, MEG, P300 wave اشاره نمود.

به عنوان مثال در مقاله ای تحت عنوان Detection of Different Stages of Anxiety from Single-Channel Wearable ECG Sensor Signal using Fourier-Bessel Domain Adaptive Wavelet Transform، پژوهشگران برای تشخیص اضطراب، داده‌های سیگنال ECG را استخراج نموده و به کمک روش XGBoost آنها را در چهار گروه عادی، خفیف، متوسط و شدید بر اساس میزان اضطراب، طبقه بندی نمودند و در نهایت به دقت 92.13% برای معیار F1 دست یافتند.

در قسمت نهایی نیز قصد دارم به دو مقاله در سال جاری اشاره نمایم که ممکن است تحولی در حوزه سلامت ایجاد نمایند. با گسترش فناوری‌های پوشیدنی و ابزارهای جمع‌آوری داده‌های فیزیولوژیکی، تحلیل سیگنال‌های زیستی برای تشخیص اضطراب و دیگر اختلالات روانی به یک حوزه پژوهشی فعال تبدیل شده است. در این راستا، استفاده از مدل‌های زبان بزرگ (Large Language Models – LLMs) برای تفسیر و استدلال بر داده‌های زمانی چندمتغیره (Multivariate Time-Series) یک رویکرد نوآورانه به شمار می‌رود.

یکی از رویکردهای برجسته در این زمینه، SensorLM است که هدف آن ایجاد ارتباط زبانی میان سیگنال‌های فیزیولوژیکی و توصیف متنی آنهاست. این مدل از یک معماری سلسله‌مراتبی برای تولید کپشن استفاده می‌کند که اطلاعات آماری، ساختاری و معنایی داده‌ها را استخراج می‌نماید. با استفاده از مجموعه‌ای بزرگ شامل بیش از ۵۹ میلیون ساعت داده پوشیدنی، SensorLM قادر است سیگنال‌هایی مانند ضربان قلب، تغییرات فشار خون و فعالیت حرکتی را به متن قابل فهم تبدیل کرده و در وظایف بازیابی میان‌مودال و تنظیمات zero-shot عملکرد برتری نشان دهد. این ویژگی‌ها آن را به ابزاری توانمند برای تحلیل داده‌های فیزیولوژیکی افراد مبتلا به اضطراب تبدیل می‌کند و امکان پایش خودکار و تفسیر علائم اضطرابی را فراهم می‌سازد.

در مقابل، OpenTSLM تمرکز خود را بر استدلال و پاسخ به پرسش‌های مرتبط با داده‌های زمانی و بالینی قرار داده است. این مدل قادر است علاوه بر تشخیص علائم، تفسیر مفهومی از سیگنال‌های زیستی ارائه دهد. این مدل در تحلیل سیگنال‌های ECG و فعالیت‌های فیزیولوژیکی مرتبط با اضطراب، توانایی پاسخ به سؤالات بالینی و استدلال درباره شدت و نوع اضطراب را نشان داده است.

مقایسه این دو رویکرد نشان می‌دهد که SensorLM برای استخراج ویژگی‌های رفتاری و بازنمایی زبانی سیگنال‌های فیزیولوژیکی مناسب است، در حالی که OpenTSLM برای تحلیل مفهومی و استدلال بالینی بر داده‌های اضطرابی عملکرد بهتری دارد. ترکیب قابلیت‌های این دو مدل می‌تواند مبنای توسعه سامانه‌های هوشمند و جامع تشخیص اضطراب شود؛ سامانه‌ای که بتواند هم سیگنال‌های زیستی را تحلیل کرده، هم آنها را به متن قابل فهم برای پزشکان و بیماران تبدیل کند و هم در پاسخ به سؤالات بالینی و استدلال درباره شدت اضطراب توانمند باشد.

**- بیان مسأله (Problem Statement):**

اضطراب یکی از شایع‌ترین اختلالات روان‌شناختی در جهان معاصر است که با نشانه‌های فیزیولوژیکی همچون افزایش ضربان قلب، تغییرات ریتم تنفس، و نوسانات فعالیت الکتریکی پوست همراه است. در دهه اخیر، افزایش استرس‌های محیطی، فشارهای تحصیلی و شغلی، و وابستگی روزافزون به فناوری موجب گسترش قابل توجه شیوع اضطراب در جوامع مختلف شده است. پژوهش‌های متعددی نشان داده‌اند که تشخیص زودهنگام و پایش مداوم اضطراب می‌تواند نقش مؤثری در پیشگیری از بروز اختلالات شدید روانی ایفا کند. با این حال، ابزارهای فعلی برای ارزیابی اضطراب همچنان عمدتاً بر پرسش‌نامه‌های خوداظهاری یا مصاحبه‌های بالینی تکیه دارند که ماهیتی ذهنی، زمان‌بر و غیرپیوسته دارند و به‌سختی می‌توانند تغییرات لحظه‌ای یا فیزیولوژیکی اضطراب را بازتاب دهند.

ظهور ابزارهای پوشیدنی و سنسورهای زیستی فرصتی جدید برای پایش عینی و مداوم وضعیت روانی افراد فراهم کرده است. سیگنال‌هایی مانند ECGالکتروکاردیوگرام، HRV (تغییرپذیری ضربان قلب) و GSR (هدایت پوست) به‌عنوان نشانگرهای زیستی (biomarkers) اضطراب شناسایی شده‌اند. پژوهش‌های اخیر با استفاده از الگوریتم‌های یادگیری ماشین (Machine Learning) تلاش کرده‌اند از این داده‌ها برای تشخیص خودکار اضطراب بهره گیرند. با وجود پیشرفت‌های چشمگیر، این روش‌ها هنوز با چالش‌هایی اساسی مواجه‌اند: نخست آنکه بیشتر مدل‌ها بر الگوریتم‌های آماری و مهندسی ویژگی (feature engineering) تکیه دارند که از درک معنایی و تفسیر‌پذیری بالینی بی‌بهره‌اند. دوم آنکه داده‌های فیزیولوژیکی اغلب چندوجهی (multimodal) و وابسته به شرایط زمانی هستند، در حالی که بیشتر مدل‌های فعلی قادر به استدلال یا برقراری ارتباط بین داده‌های زیستی و زمینه‌های رفتاری یا زبانی فرد نیستند. در نتیجه، سیستم‌های موجود اگرچه قادرند اضطراب را تا حدودی تشخیص دهند، اما نمی‌توانند توضیح دهند چرا یا در چه شرایطی این اضطراب بروز کرده است.

در سال‌های اخیر، مدل‌های زبان بزرگ (LLMs) مانند ChatGPT، GPT-4 و Gemini تحولی عظیم در توانایی درک زبان و استدلال ماشینی ایجاد کرده‌اند. این مدل‌ها با یادگیری الگوهای زبانی و مفهومی، قادرند ارتباط‌های معنایی پیچیده را از داده‌های متنی استخراج کنند. پژوهش‌های نوینی همچون SensorLM و OpenTSLM این قابلیت را به حوزه داده‌های زمانی و فیزیولوژیکی گسترش داده‌اند. SensorLM توانسته است بین داده‌های حسگرهای زیستی و زبان طبیعی ارتباط برقرار کند و سیگنال‌های فیزیولوژیکی را به توصیف‌های متنی قابل فهم تبدیل نماید، در حالی که OpenTSLM با افزودن لایه‌ی استدلال و پاسخ به پرسش‌های بالینی، گامی فراتر برداشته است. با این حال، هیچ‌یک از این مدل‌ها تاکنون به‌صورت اختصاصی برای تشخیص اضطراب و تحلیل نشانه‌های زیستی مرتبط با آن به کار گرفته نشده‌اند.

بنابراین، شکاف دانشی (Research Gap) در این حوزه به‌وضوح قابل مشاهده است: هنوز مدلی وجود ندارد که بتواند به‌صورت هم‌زمان داده‌های فیزیولوژیکی اضطراب را تحلیل کرده، آن را به زبان طبیعی تفسیر کند، و در مورد شدت یا زمینه بروز اضطراب استدلال نماید. روش‌های سنتی فاقد قدرت زبانی‌اند و مدل‌های زبانی فعلی نیز به‌طور کامل با داده‌های زیستی ادغام نشده‌اند. در نتیجه، نیاز به رویکردی میان‌رشته‌ای احساس می‌شود که ترکیبی از مدل‌های زبانی بزرگ و داده‌های زمانی زیستی باشد تا بتواند هم تحلیل دقیق و هم تفسیر مفهومی از وضعیت اضطراب ارائه دهد.

در این پژوهش، تلاش می‌شود تا با الهام از چارچوب‌های نوینی مانند SensorLM و OpenTSLM، مدلی طراحی گردد که داده‌های فیزیولوژیکی به‌ویژه ECG و HRV را با قابلیت‌های زبانی مدل‌های بزرگ ترکیب کرده و امکان تفسیر و استدلال خودکار درباره سطوح اضطراب را فراهم کند. چنین مدلی می‌تواند گامی مهم در جهت توسعه سیستم‌های هوشمند سلامت روان باشد که نه‌تنها قادر به تشخیص خودکار اضطراب هستند، بلکه می‌توانند یافته‌های خود را به‌صورت زبان طبیعی برای کاربر یا متخصص توضیح دهند و در نتیجه، پل ارتباطی میان داده‌های خام فیزیولوژیکی و درک انسانی از احساسات و وضعیت روانی برقرار سازند.

**- پرسش‌های تحقیق (Research Questions):**

1. آیا روش‌های جدید مانند SensorLM و OpenTSLM می‌توانند به تفسیرپذیریِ نحوه تشخیص یا پیشبینی اختلال اضطراب کمک نمایند؟
2. چه رابطه ای میان مدل‌های OpenTSLM و SensorLM وجود دارند؟
3. ترکیب چه ویژگی یا سیگنال‌های در حوزه تشخیص اضطراب بیشترین میزان عمومیت یا Generalization را ایفا می‌نماید؟
4. تفاوت میان الگوریتم‌های سنتی یادگیری ماشین، مدل‌های یادگیری عمیق و روش‌های نوین همانند OpenTSLM و SensorLM چه میزان است؟

**چگونه می‌توان داده‌های فیزیولوژیکی مرتبط با اضطراب، از جمله ECG و تغییرپذیری ضربان قلب (HRV)، را به گونه‌ای مدل‌سازی کرد که قابلیت تفسیر توسط مدل‌های زبان بزرگ (LLMs) را داشته باشند؟**

* هدف: بررسی روش‌های تبدیل داده‌های زمانی چندکاناله به فرمت قابل پردازش برای مدل‌های زبانی و ایجاد پل بین سیگنال‌های زیستی و متن.

**چه رابطه‌ای میان ویژگی‌های استخراج‌شده از داده‌های زیستی و مراحل مختلف اضطراب وجود دارد و آیا مدل‌های زبان بزرگ می‌توانند این رابطه را به‌صورت استدلالی و مفهومی تبیین کنند؟**

* هدف: کشف اینکه آیا مدل‌های LLM قادر به ارائه توضیح معنایی برای تغییرات فیزیولوژیکی در حالات اضطرابی هستند یا خیر.

**چگونه می‌توان یک مدل ترکیبی از داده‌های زمانی و زبانی طراحی کرد که علاوه بر تشخیص اضطراب، قابلیت تفسیر و ارائه توضیح به کاربران یا متخصصان بالینی را نیز داشته باشد؟**

* هدف: توسعه چارچوب میان‌رشته‌ای که هم تشخیص و هم توضیح اضطراب را به‌صورت همزمان ارائه دهد.

**چه عواملی بر دقت و قابلیت تعمیم مدل‌های ترکیبی فیزیولوژیکی–زبانی در تشخیص اضطراب تأثیرگذارند و چگونه می‌توان عملکرد این مدل‌ها در شرایط مختلف و داده‌های جدید بهینه کرد؟**

* هدف: شناسایی محدودیت‌ها و تعیین شاخص‌هایی برای بهبود دقت، قابلیت تعمیم و پایداری مدل در محیط‌های واقعی.

**-نظریه و فرضیه‌های تحقیق (Research Theory and Hypotheses):**

فرض می‌شود که ترکیب داده‌های فیزیولوژیکی مرتبط با اضطراب، از جمله ضربان قلب و تغییرپذیری آن، می‌تواند دقت تشخیص مراحل مختلف اضطراب را افزایش دهد. همچنین انتظار می‌رود تحلیل این داده‌ها بتواند توضیحی روشن و قابل فهم درباره شدت و علت اضطراب ارائه کند. بر اساس مشاهدات اولیه، ویژگی‌های استخراج‌شده از سیگنال‌های زیستی با الگوهای رفتاری و فیزیولوژیکی افراد ارتباط معنایی معناداری برقرار می‌کنند. در نتیجه، مدل پیشنهادی می‌تواند نسبت به روش‌های متداول یادگیری ماشین، هم قابلیت تشخیص بهتری داشته باشد و هم تفسیرهای قابل اتکایی ارائه دهد.

**- روش تحقیق و آزمون فرضیه‌ها (Hypothesis Testing and Research Methodology):**

این پژوهش از نوع کاربردی و توسعه‌ای است و با رویکرد کمّی و تحلیل داده‌های تجربی انجام می‌شود. برای آزمون فرضیه‌ها، ابتدا داده‌های فیزیولوژیکی مرتبط با اضطراب مانند سیگنال ECG و شاخص‌های HRV از پایگاه‌های داده معتبر یا مجموعه‌های داده بالینی جمع‌آوری می‌گردد. در مرحله‌ی بعد، ویژگی‌های مرتبط با اضطراب از این سیگنال‌ها استخراج شده و در قالب توالی‌های زمانی به مدل‌های زبانی ویژه‌ی داده‌های زمان‌سری نظیر SensorLM یا OpenTSLM داده می‌شود. مدل ترکیبی پیشنهادی با استفاده از روش‌های یادگیری عمیق آموزش می‌یابد و عملکرد آن از نظر دقت، حساسیت و قابلیت تفسیر با روش‌های متداول مبتنی بر یادگیری ماشین مقایسه می‌شود. برای ارزیابی نتایج، از روش‌های آماری مانند آزمون t، ANOVA و تحلیل ROC جهت سنجش معناداری تفاوت عملکرد مدل‌ها استفاده خواهد شد. در نهایت، با تحلیل نتایج و بررسی شاخص‌های عملکرد، فرضیات پژوهش مورد تأیید یا رد قرار می‌گیرند.

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **ردیف** | **نام دیتاست** | **شرایط جمع‌آوری** | **تعداد شرکت‌کنندگان** | **نوع سیگنال‌ها** | **هدف پژوهشی اصلی** | **میزان تناسب با تحقیق حاضر** |
| 1 | **Detection of Social Anxiety Using Multiple Simultaneous Biosignals: A Pilot Study** | القای اضطراب اجتماعی در محیط کنترل‌شده | 30 نفر | ECG, EDA, EMG | تشخیص اضطراب اجتماعی از طریق چند سیگنال هم‌زمان | ⭐⭐⭐⭐☆ |
| 2 | **Wearable Device Dataset from Induced Stress and Structured Exercise Sessions** | استرس القاشده و تمرین بدنی ساختارمند | 24 نفر | HR, TEMP, ACC, EDA | تمایز پاسخ‌های فیزیولوژیکی بین استرس و فعالیت فیزیکی | ⭐⭐⭐⭐☆ |
| 3 | **A Wearable Exam Stress Dataset for Predicting Cognitive Performance in Real-World Settings** | ثبت داده‌های پوشیدنی حین آزمون‌های واقعی دانشگاهی | 45 نفر | HRV, GSR, TEMP, Cognitive metrics | پیش‌بینی عملکرد شناختی بر اساس استرس امتحان | ⭐⭐⭐⭐☆ |
| 4 | **WESAD (Wearable Stress and Affect Detection)** | سه وضعیت: آرام، استرس، شادی | 15 نفر | ECG, EDA, EMG, RESP, TEMP, ACC | طبقه‌بندی احساسات و استرس | ⭐⭐⭐⭐⭐ |
| 5 | **DREAMER: Emotion and Stress Recognition Using EEG and ECG** | مشاهده‌ی ویدیوهای احساسی در محیط آزمایشگاهی | 23 نفر | EEG, ECG | تشخیص حالات هیجانی و اضطراب | ⭐⭐⭐⭐☆ |
| 6 | **AMIGOS: A Dataset for Affect, Personality, and Mood Research on Individuals and Groups** | ثبت سیگنال‌های فیزیولوژیکی و ویدیو از افراد در گروه | 40 نفر | EEG, ECG, EDA, Facial Video | تحلیل تأثیر تعامل اجتماعی بر اضطراب و خلق | ⭐⭐⭐☆ ☆ |

**نوآوری‌ها (Research Novelty) و اهمیت پژوهش (Research Significance):**

نوآوری این پژوهش در بهره‌گیری از مدل‌های زبان بزرگ برای تحلیل و تفسیر داده‌های فیزیولوژیکی مرتبط با اضطراب است. در بیشتر مطالعات پیشین، تمرکز صرفاً بر استخراج ویژگی‌های عددی از سیگنال‌های زیستی بوده است، در حالی که این تحقیق تلاش می‌کند با ادغام مدل‌های زبانی و زمانی، درک عمیق‌تری از روابط میان داده‌های زیستی و حالات روانی فراهم آورد.

اهمیت این پژوهش در ارائه چارچوبی جدید برای تشخیص و تبیین اضطراب نهفته است؛ چارچوبی که می‌تواند علاوه بر افزایش دقت شناسایی، امکان توضیح‌پذیری تصمیم‌های مدل را نیز فراهم کند. این دستاورد می‌تواند به ارتقای اعتماد متخصصان به سیستم‌های هوش مصنوعی در حوزه سلامت روان کمک کرده و مسیر توسعه ابزارهای بالینی هوشمند و قابل تفسیر را هموار سازد.