

نام و نام خانوادگی دانشجو	شماره دانشجویی	دانشکده	گروه	امضا دانشجو
پارسا اسدزاد	۴۰۳۶۱۶۳۱۰۰۲	برق و کامپیوتر		
کد ملی:	۶۶۶۰۳۰۹۲۶۸	کد رهگیری ایرانداک:		
ایمیل مدرس:	<a href="mailto:parsa_asadnezhad@modares.ac.ir">parsa_asadnezhad@modares.ac.ir</a>	شماره تماس:	۰۹۳۹۲۹۷۷۲۱۹۷	

مشخصات استاد راهنمای و مشاور	نام و نام خانوادگی	رتبه دانشگاهی	محل خدمت	امضا و تاریخ
استاد راهنمای اصلی	دکتر فواد قادری			
استاد راهنمای دوم (در صورت نیاز)				
درصد سهم استاد راهنمای دوم:				
استاد مشاور ۱				

این قسمت توسط استاد راهنمای تکمیل شود.

این طرح تحقیق، منطبق با برنامه تحقیقاتی جهت دار اینجانب می باشد.  نمی باشد.

عنوان برنامه مصوب:

راهنمایی: عنوان برنامه تحقیقاتی مصوب جهت دار که در سامانه گلستان با وضعیت تایید معاونت می باشد، در این قسمت درج شود.

**عنوان:** تشخیص بیماری اضطراب به کمک نشانگرهای زیستی و روش‌های یادگیری ماشین  
تشخیص اضطراب با استفاده از مدل‌های ترکیبی نشانگرهای زیستی و مدل‌های زبانی زمان‌سری (LLMs)

**Title:** Anxiety detection using digital biomarkers and machine learning approach

Anxiety Detection Using Hybrid Models of Digital biomarkers and Time-Series Language Models (LLMs)

**چکیده:**

در حالی 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 بینه 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 دستگاه‌های 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 از جمله 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 زمان‌سرب 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 بلاذرنگ و به علاوه ایجاد چارچوب‌های تفسیرپذیری برای افزایش اعتماد و استفاده در دنیای واقعی توسط بیماران و کادر درمان است.

### Abstract:

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.

### كلمات کلیدی:

اضطراب، الگوریتم‌های یادگیری ماشین، نشانگرهای زیستی دیجیتال، Sensor LM، OpenTSLM

### Keywords:

Anxiety, Machine Learning Algorithms, Digital biomarkers, OpenTSLM, Sensor LM

### ۱- حوزه تحقیق (Scope of the Study) و مروری بر منابع تحقیق (Literature Review)

برای نوشتمن این قسمت، من با انواع طبقه بندی‌های متفاوت مواجه شدم. برخی از مقالات survey، این گروه‌بندی را بر اساس انواع سیگنال و برخی بر اساس پس‌زمینه افرادی که مورد آزمایش قرار می‌گرفتند، 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 کردند. هدف این پاراگراف بررسی مطالعاتی است که داده‌های چندمنظوره (multi-modal) را برای بهبود دقیق 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 به دست 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) دقیق‌تری در شناسایی اضطراب نسبت به مدل‌های تکمنبع دارند. [1]

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 کرده و با ترکیب شبکه‌های عصبی CNN، RNN و مدل‌های زبانی مانند BERT سطح اضطراب را پیش‌بینی نمودند. نتایج نشان داد که مدل چندوجهی دقیقی نزدیک به ارزیابی انسانی دارد و برای تحلیل اضطراب سخنرانی در محیط‌های آموزشی واقعی قابل استفاده است [2].

در یک دسته‌بندی دیگر، پژوهشگران برای تشخیص اضطراب از ویژگی‌های پس‌زمینه‌ای یا جمعیت شناختی استفاده کرده‌اند. در منابع نشان داده شده است که ویژگی‌ها و تجربیات شخصی می‌توانند بر اضطراب تأثیر بگذارند. به عنوان مثال، اختلال عملکرد خانواده و تجربیات کودکی، مسائل مالی 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. کمبود حمایت اجتماعی معمولاً تأثیر منفی بر سطح اضطراب دارد. 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 ۲۰۲۴ 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 بتوانند میزان اضطراب را در گروه خاصی از افراد که به تازگی از بیماری کووید ۱۹، بهبود یافته‌اند، اندازه گیرند. آنها از روش‌های متفاوتی همانند SVM، KNN، MLP استفاده کردن و سرانجام توانستند به دقت ۰.۹۸۴ به کمک روش SVM دست یافتند. البته این مقدار دقت به نظر من نشان دهنده بیش برآش داده می‌باشد و کمی جای تأمل دارد. علاوه بر آن این مقاله در جورنال Journal of Human, Earth, and Future به چاپ رسیده است. [3].

در یک دسته‌بندی دیگر، تعداد بسیار زیادی از مقاله‌ها، بر اساس نوع داده یا سیگنال ورودی تلاش به توسعه دانش در این راستا داشته‌اند. از آنجایی که تنوع سیگنال بسته به عوامل متعددی گستردگی دارد، 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، دسته‌ای دیگر از سیگنال‌ها وجود دارند که تمرکز آن‌ها بر عصب شناختی می‌باشد که به آنها گفته می‌شود. برای نمونه می‌توان به سیگنال‌های Neurocognitive signals EEG، fNIRS، fMRI، ERP، MEG، P300 wave اشاره نمود.

به عنوان مثال در مقاله‌ای تحت عنوان Detection of Different Stages of Anxiety from Single-Channel Wearable ECG Sensor Signal using Fourier-Bessel Domain Adaptive Wavelet Transform 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 ۰.۹۲۱۳٪ برای معیار F1 دست یافتند. [4]

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 بر جسته 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. [5]

در مقابل، OpenTSLM تمرکز خود را بر استدلال و پاسخ به پرسش‌های مرتبه 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. [6].

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.

## ۲- بیان مسئله (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، زمانی و غیرپیوسته دارند و به سختی 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 ECG الکتروکاردیوگرام، HRV (تغییرپذیری ضربان قلب) و GSR (هدایت پوست) به عنوان نشانگرهای زیستی (biomarkers) اضطراب شناسایی شده‌اند. پژوهش‌های اخیر با استفاده از الگوریتم‌های یادگیری ماشین 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) و 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 دهنده چرا یا در چه شرایطی این اضطراب بروز کرده است.

در سال‌های اخیر، مدل‌های زبان بزرگ (GPT-4، ChatGPT و Gemini) مانند LLMs 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 نوبنی 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 به صورت 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 OpenTSLM و SensorLM، 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 نه تنها 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.

### ۳- پرسش‌های تحقیق (Research Questions)

۱. آیا روش‌های جدید مانند OpenTSLM و SensorLM می‌توانند به تفسیرپذیری نحوه تشخیص یا پیش‌بینی اختلال اضطراب کمک نمایند؟
۲. چه رابطه‌ای میان مدل‌های OpenTSLM و SensorLM وجود دارند؟
۳. ترکیب چه ویژگی یا سیگنال‌های در حوزه تشخیص اضطراب بیشترین میزان عمومیت یا Generalization را ایفا می‌نماید؟
۴. تفاوت میان الگوریتم‌های سنتی یادگیری ماشین، مدل‌های یادگیری عمیق و روش‌های نوین همانند OpenTSLM و SensorLM چه میزان است؟
۵. 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؟
۶. چه رابطه‌ای میان ویژگی‌های استخراج شده از داده‌های زیستی و مراحل مختلف اضطراب وجود دارد و آیا مدل‌های زبان بزرگ می‌توانند این رابطه را بهصورت استدلالی و مفهومی تبیین کنند؟
۷. 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؟
۸. 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؟

### ۴- 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 استخراج شده 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 اتكایی ارائه دهد.

## ۵- روش تحقیق و آزمون فرضیه‌ها (Hypothesis Testing and Research Methodology)

این پژوهش از نوع کاربردی و توسعه‌ای است و با رویکرد کمی 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 زمان‌سیری نظیر OpenTSLM یا SensorLM 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	<b>Detection of Social Anxiety Using Multiple Simultaneous Biosignals: A Pilot Study [7]</b>	الای اضطراب اجتماعی در محیط کنترل شده	30 نفر	ECG, EDA, EMG	تشخیص اضطراب اجتماعی از طریق چند سیگنال همزمان	★★★★★☆
2	<b>Wearable Device Dataset from Induced Stress and Structured Exercise Sessions [8]</b>	استرس القاشه و تمرین بدنی ساختارمند	24 نفر	HR, TEMP, ACC, EDA	تمایز پاسخ‌های فیزیولوژیکی بین استرس و فعالیت فیزیکی	★★★★★☆
3	<b>A Wearable Exam Stress Dataset for Predicting Cognitive Performance in Real-World Settings [9]</b>	ثبت داده‌های پوشیدنی حین آزمون‌های واقعی دانشگاهی	45 نفر	HRV, GSR, TEMP, Cognitive metrics	پیش‌بینی عملکرد شناختی بر اساس استرس امتحان	★★★★★☆
4	<b>WESAD (Wearable Stress and Affect Detection) [10]</b>	سه وضعیت: آرام، استرس، شادی	15 نفر	ECG, EDA, EMG, RESP, TEMP, ACC	طبقه‌بندی احساسات و استرس	★★★★★☆
5	<b>DREAMER: Emotion and Stress Recognition Using EEG and ECG [11]</b>	مشاهده‌ی ویدیوهای احساسی در محیط آزمایشگاهی	23 نفر	EEG, ECG	تشخیص حالات هیجانی و اضطراب	★★★★★☆

6	<b>AMIGOS: A Dataset for Affect, Personality, and Mood Research on Individuals and Groups [12]</b>	ثبت سیگنال‌های فیزیولوژیکی و ویدیو از افراد در گروه	نفر: 40	EEG, ECG, EDA, Facial Video	تحلیل تأثیر تعامل اجتماعی بر اضطراب و خلق		
---	--	---	---------	-----------------------------	---	--	--

## ۶- نوآوری‌ها (Research Significance) و اهمیت پژوهش (Research Novelty)

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 دستاوردهای 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.

## منابع و مراجع (References)

- [1] M.-H. T.-N. a. S. I. Shahid, "Detecting Anxiety via Machine Learning Algorithm: A Literature Review," *IEEE TRANSACTIONS ON EMERGING TOPICS IN COMPUTATIONAL INTELLIGENCE*, 2025.
- [2] T. Z. X. C. Chunping Zheng, "Assessing learners' English public speaking anxiety with multimodal deep learning technologies," *ResearchGate*, 2024.
- [3] T. A. Tuan, "An Analysis of Machine Learning for Detecting Depression, Anxiety, and Stress of Recovered COVID-19 Patients," *Journal of Human, Earth and Future*, 2024.
- [4] R. K. Tripathy and D. K. Dash, "Detection of Different Stages of Anxiety From Single-Channel Wearable ECG Sensor Signal Using Fourier–Bessel Domain Adaptive Wavelet Transform," *IEEE Sensors Letters*, 2022.
- [5] K. A. S. Q. A. A. H. G. N. M. A. X. A. A. M. S. X. J. G. X. X. T. A. Y. L. P. K. J. Z. M. M. S. P. C. M. X. L. D. Yuwei Zhang, "SensorLM: Learning the Language of Wearable Sensors," *arXiv*, 2025.
- [6] T. K. M. R. P. S. Patrick Langer, "OpenTSLM: Time-Series Language Models for Reasoning over Multivariate Medical Text- and Time-Series Data," *ResearchGate*, 2025.
- [7] N. T. M. H. D. H. M. C. S. Christoph Tremmel, "Detection of social anxiety using multiple simultaneous biosignals: A pilot study," *PubMed*, 2025.
- [8] F. B. , L. P. , P. B. Andrea Hongn, "Wearable Device Dataset from Induced Stress and Structured Exercise Sessions," *PhysioNet*, 2025.
- [9] D. W. , R. T. F. Md Raful Amin, "A Wearable Exam Stress Dataset for Predicting Cognitive Performance in Real-World Settings," *PhysioNet*, 2025.

- [10] A. R. Philip Schmidt, "WESAD (Wearable Stress and Affect Detection)," *UC Irvine*, 2018.
- [11] N. R. Stamos Katsigiannis, "DREAMER: A Database for Emotion Recognition Through EEG and ECG Signals From Wireless Low-cost Off-the-Shelf Devices," *PubMed*, 2018.
- [12] J. A. Miranda-Correa, M. K. Abadi, N. Sebe and I. Patras, "AMIGOS: A Dataset for Affect, Personality and Mood Research on Individuals and Groups," *IEEE Transactions on Affective Computing*, 2021.

**نکته:** لازم است که دانشجو در تعیین عنوان پایان نامه دقیق 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 دقیق اصلاح نماید.

**یادآوری:** دانشجو موظف است در تنظیم و نگارش پایان نامه کارشناسی ارشد خود، طرح تحقیق مصوب را در فصلی تحت عنوان فصل اول **کلیات و مفاهیم** درج نماید.

عنوان مصوب:

Approved Title:

کمیته تخصصی گروه

امضا	رای داور	محل خدمت	رتبه علمی	عنوان	نام و نام خانوادگی

توضیحات

تمکیل این 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.

امضاء دبیر شورای پژوهشی دانشکده

امضا مدیر گروه

تاریخ

تاریخ

۱. میزان اعتبار مصوب پایان نامه:

- پایان نامه تجربی حداکثر مبلغ ۳۶ میلیون ریال بدون برنامه تحقیقاتی جهت دار مصوب استاد راهنما
- پایان نامه تجربی حداکثر مبلغ ۴۵ میلیون ریال در راستای برنامه تحقیقاتی جهت دار استاد راهنما
- پایان نامه نظری حداکثر مبلغ ۱۵ میلیون ریال بدون برنامه تحقیقاتی جهت دار مصوب استاد راهنما
- پایان نامه نظری حداکثر مبلغ ۱۸/۷۵۰ میلیون ریال در راستای برنامه تحقیقاتی جهت دار استاد راهنما

۲. مبلغ پیش بینی هزینه کرد رساله:

آیا هزینه انجام پژوهش بیش از هزینه های مصوب برای پروپوزال می باشد.

بلی ○ خیر ○

در صورتیکه هزینه بیش از اعتبار مصوب می باشد محل تامین هزینه های مازاد کدام یک از موارد

زیر می باشد:

- از محل طرح تحقیقاتی استاد راهنما
- از محل گرفت استاد راهنما
- از محل بودجه سایر دانشجویان تحت راهنمایی استاد راهنما
- سایر (توضیح داده شود)