دوازدهمین کنگره ملی سراسری
فناوریهای نوین در حوزه توسعه پایدار ایران
12th National Congress of
the New Technologies in Sustainable Development of Iran
senaconf.ir

ارزیابی اثر شرکت در آزمون‌های کلاسی بر تغییرات سیگنال الکترودرمال و بررسی همبستگی بین نمرات و شاخص‌های سیگنال

فاطمه الیاس پور[۱]، عاطفه عابدین زاده[۲]، عاتکه گشوارپور[۳]

[۱] دانشجوی کارشناسی، گروه مهندسی پزشکی، دانشگاه بین المللی امام رضا(ع)، مشهد، ایران؛ ایمیل: alyaspwrf@gmail.com

[۲] دانشجوی کارشناسی، گروه مهندسی پزشکی، دانشگاه بین المللی امام رضا(ع)، مشهد، ایران؛ ایمیل: atefe.abedinzade@gmail.com

[۳] استادیار، گروه مهندسی پزشکی، دانشگاه بین المللی امام رضا(ع)، مشهد، ایران؛ ایمیل: ak_goshvarpour@imamreza.ac.ir

چکیده

اغلب دانشجویان درطی دوره‌های تحصیلی و موقعیت‌های مختلف دچار تنش و اضطراب‌های متعدد می‌شوند. یکی از متداول‌ترین آنها درحین امتحانات یا آزمون‌های درسی ایجاد می‌شود. در این مطالعه، تأثیر شرکت در آزمون‌های کلاسی بر تغییرات سیگنال هدایت الکتریکی پوست بررسی شده است. سه ویژگی استخراج شده برای این مطالعه عبارتند از دامنه، زمان‌خیز و شیب. با استفاده از آزمون ویلکاکسون، تفاوت معنادار بین این ویژگی‌ها در آزمون نهایی-میان‌ترم۱، آزمون نهایی- میان‌ترم۲ و آزمون میان‌ترم۱- میان‌ترم۲ در ۵ دقیقه اول، ۵ دقیقه میانی و ۵ دقیقه آخر آزمون برای مولفه‌های تونیک و فازیک سیگنال هدایت الکتریکی پوست بررسی شده است. همچنین با استفاده از ضریب همبستگی پیرسون، رابطه بین این ویژگی‌ها و نمرات شرکت‌کنندگان در آزمون نهایی مورد بررسی قرار گرفته است. نتایج نشان می‌دهد همبستگی بین این ویژگی‌ها و نمرات شرکت‌کنندگان در آزمون نهایی وجود دارد.

واژه‌های کلیدی

سیگنال هدایت الکتریکی پوست، آزمون‌های کلاسی، مولفه‌های تونیک و فازیک، مشخصه های‌مورفولوژیکی، آزمون ویلکاکسون، ضریب همبستگی پیرسون

۱. مقدمه

سیگنال الکترودرمال میزان تغییرات مقاومت پوست در پاسخ به تحریکات خارجی را به نمایش می‌گذارد. سیگنال الکترودرمال یکی از ابزارهای اندازه‌گیری انگیختگی عاطفی است. با توجه به تغییرات احساسی، تعریق غدد آکرین افزایش می‌یابد. عرق نقش اصلی را در تنظیم حرارت و تمایز حسی ایفا می‌کند و تغییرات در رسانایی پوست نیز به شدت توسط تحریک عاطفی ایجاد می‌شود. یک دوره از سیگنال الکترودرمال از دو فرایند تشکیل شده است: ۱- سیگنال تونیک با نوسان بسیار آهسته و ۲- سیگنال فازیک با تغییرات سریع.

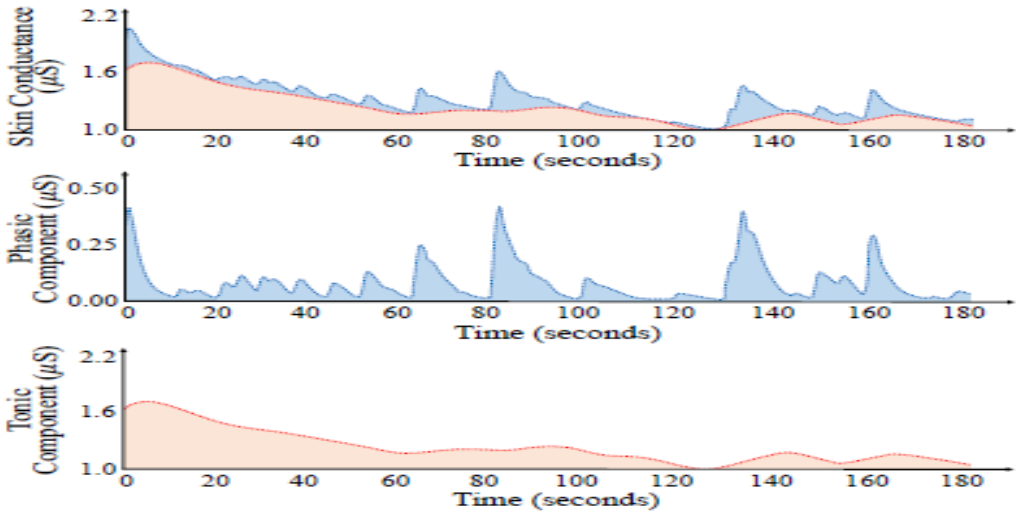
استرس واکنش طبیعی بدن به موقعیت‌های خطرناک و ناآشنا است. هنگام روبرو شدن با استرس ناگهانی مغز هورمون ترشح می‌کند. این هورمون‌ها باعث افزایش دمای بدن و به دنبال آن افزایش فعالیت غدد آکرین می‌شوند؛ در این صورت رسانایی پوست افزایش می‌یابد.

محققان از سیگنال‌های فیزیولوژیکی [1] به عنوان نشانگرهای عینی و پیوسته استرس استفاده کرده‌اند. مطالعات [2] نشان داده‌اند که فعالیت الکترودرمال، که به‌طور گسترده به عنوان رسانایی پوست شناخته می‌شود، یک شاخص قابل اعتماد برای استرس است. به‌طورخاص، ارتفاع قله‌های رسانایی پوست و نرخ پیک آنی می‌توانند سطح استرس کاربر را نشان‌دهند [3]. بنابراین، رسانایی پوست سیگنال فیزیولوژیکی است که انتخاب و اندازه گیری شد.

به منظور تشخیص موثر استرس، ژای [4] چهار سیگنال فیزیولوژیکی کاربران کامپیوتر را ثبت کرد: الکترودرمال، دمای پوست، نبض حجم خون و قطر مردمک، و سپس از سه نوع الگوریتم تشخیص الگو مانند ماشین‌بردار پشتیبان، بیز ساده و درخت تصمیم برای طبقه‌بندی حالت استراحت و استرس آن‌ها استفاده کرد. .

دنگ [5] از تنوع ضربان قلب ، الکترودرمال، تنفس و الکترومایوگرام استفاده کرد و سپس یک روش انتخاب ویژگی مبتنی بر تجزیه و تحلیل مؤلفه اصلی و پنج الگوریتم طبقه‌بندی مانند تابع تشخیص خطی را پیشنهاد کرد. الگوریتم درخت تصمیمC4.5، ماشین بردار پشتیبان، بیز ساده و کا نزدیکترین همسایه برای تشخیص سطوح تنش کم، متوسط و بالا استفاده‌شد. هیلی و پیکارد که مجموعه داده‌های راننده را در شرایط رانندگی در دنیای واقعی به منظور تشخیص سطوح استرس ایجاد کردند، مطالعات بسیار خوبی را در تشخیص استرس تکمیل کردند [6]. به طور خاص، سیگنال‌های فیزیولوژیکی مانند الکترودرمال، الکتروکاردیوگرام، الکترومایوگرام و تنفس برای بیست‌وچهار تجربه رانندگی در سه نوع مسیر: استراحت، بزرگراه و شهر گرفته شد. بیست‌ودو ویژگی از سیگنال‌ها استخراج شد. با روش تابع تشخیص خطی سه سطح استرس راننده با دقت بیش از ۹۷ درصد تفکیک شد.

تغییرات در سیگنال هدایت الکتریکی پوست به‌دلیل تغییرات کوچک در ترشحات عرق رخ می‌دهد. از آن‌جایی که غدد عرق توسط رشته‌های عصبی متعلق به شاخه سمپاتیک سیستم عصبی [7] عصب‌دهی می‌شوند، یک سیگنال هدایت الکتریکی پوست شاخصی از برانگیختگی سمپاتیک را ارائه می‌دهد [8]. با توجه به اینکه پاسخ استرس بدن ارتباط نزدیکی با فعال‌شدن سیستم عصبی سمپاتیک دارد، این شاخص‌های برانگیختگی اطلاعات مربوط به سطوح استرس فرد را نیز دریافت می‌کنند. یک سیگنال هدایت الکتریکی پوست از یک جزء تونیک با تغییر آهسته تشکیل شده‌است که در بالای آن یک جزء فازیک با تغییر سریع‌تر روی آن قرار گرفته‌است[9] (شکل ۱).



شکل۱.اجزای یک سیگنال هدایت الکتریکی پوست

۲. مواد و روش

در این مطالعه به بررسی اثر شرکت در آزمون‌های کلاسی بر تغییرات سیگنال الکترودرمال توسط داده‌هایی که از سایت فیزیونت [10] جمع‌آوری شده است می پردازیم. داده‌ها شامل فعالیت الکترودرمال، ضربان قلب، نبض حجم خون، دمای سطح پوست، فاصله بین ضربان و داده‌های شتاب‌سنج است که در طول سه جلسه امتحان (میان‌ترم۱، میان‌ترم۲ و پایانی) و همچنین نمرات مربوط به آن‌ها ثبت شده‌است. تمام داده‌ها خروجی مستقیم دستگاه مچ بندE4 هستند و پردازش انجام شده‌است. در این مطالعه تنها داده‌های فعالیت الکترودرمال مورد بررسی قرار می‌گیرد. مجموعه داده شامل دو شرکت‌کننده زن و هشت شرکت‌کننده مرد است. از شرکت‌کنندگان خواسته‌شد قبل از ثبت‌نام در این مطالعه فرم رضایت آگاهانه را بخوانند و امضا کنند.

۲.۱. روش انجام کار

در این مطالعه بعد از فراخوانی داده‌ها برای استخراج ویژگی، دادها به سه بخش تقسیم می‌شود: ۵ دقیقه اول، ۵ دقیقه میانی و ۵ دقیقه آخر آزمون‌های کلاسی.

در مرحله بعد داده‌های جمع‌آوری شده با استفاده از یک فیلتر پایین‌گذر با فرکانس قطع در ۰/۵ هرتز فیلتر می‌شوند. بعد از فیلترکردن داده‌ها، مولفه‌های تونیک و فازیک سیگنال هدایت الکتریکی پوست از همدیگر تفکیک می‌شوند. سپس، ۳ ویژگی دامنه، زمان‌خیز، شیب استخراج شده‌است.

دامنه: اختلاف مکان قله و دره است. زمان‌خیز: مدت زمانی که سیگنال از مکان دره به مکان مورد نظر می‌رسد. شیب: نسبت دامنه به زمان‌خیز است.

این سه ویژگی برای مولفه تونیک و فازیک به‌صورت جداگانه در ۵ دقیقه اول، ۵دقیقه میانی، و ۵دقیقه آخر استخراج می‌شود. آنگاه با استفاده از آزمون ویلکاکسون ارتباط ویژگی دامنه، زمان خیز، شیب مولفه تونیک و فازیک ۱۰ شرکت‌کننده بین آزمون‌های میان‌ترم ۱و نهایی، میان‌ترم۲ و نهایی و میان‌ترم۱و میان‌ترم۲ در ۵ دقیقه اول، ۵ دقیقه میانی و ۵ دقیقه آخر بررسی می‌شود. همچنین، با استفاده از ضریب همبستگی پیرسون ارتباط بین ویژگی‌های مولفه تونیک و فازیک ۱۰ شرکت‌کننده درآزمون میان‌ترم۱، آزمون میان‌ترم۲، آزمون نهایی با نمرات اخذشده در آزمون‌های کلاسی در ۵ دقیقه اول، ۵ دقیقه میانی و ۵ دقیقه آخر بررسی می‌شود.

۳. نتایج

مطابق با جداول ۱و۲و۳ برای هر یک از ویژگی‌های استخراج‌شده با استفاده آزمون ویلکاکسون(مولفه p) بررسی شد که آیا تفاوت معناداری بین مقدار ویژگی‌های استخراج‌شده مولفه فازیک بین هر جفت آزمون از جمله میان‌ترم۱ و نهایی، میان‌ترم۲ و نهایی، میان‌ترم۱ و میان‌ترم۲ در ۵ دقیقه اول، ۵ دقیقه میانی و ۵ دقیقه آخر وجود دارد یا خیر؟

جدول۱. مقایسه مقدار ویژگی‌های استخراج‌شده افراد با استفاده از آزمون ویلکاکسون (مولفه p) بین ویژگی‌های دامنه، زمان‌خیز و شیب مولفه‌های فازیک آزمون‌های میان‌ترم۱ و نهایی، میان‌ترم۲ و نهایی، میان‌ترم۱ و میان‌ترم۲ در ۵ دقیقه اول.

آزمون‌ها	دامنه	زمان‌خیز	شیب
نهایی- میان‌ترم۱	$۴/۰۸۱۴\times۱۰^{-۵}$	۰/۵۴۳۳	$۳/۴۷۹۳\times۱۰^{-۴}$
نهایی- میان‌ترم۲	۰/۰۳۶۴	۰/۸۰۸۴	۰/۰۳۸۹
میان‌ترم۱- میان‌ترم۲	۰/۰۱۶۴	۰/۶۱۶۳	۰/۰۴۸۷

با توجه به نتایج به‌دست‌آمده در جدول۱، بین آزمون‌های نهایی- میان‌ترم۱، نهایی- میان‌ترم۲، میان ترم۱-میان‌ترم۲ در ۵ دقیقه اول تفاوت معناداری وجود دارد .

جدول۲. مقایسه مقدار ویژگی‌های استخراج‌شده افراد با استفاده از آزمون ویلکاکسون (مولفه p) بین ویژگی‌های دامنه، زمان‌خیز و شیب مولفه‌های فازیک آزمون‌های میان‌ترم۱ و نهایی، میان‌ترم۲ و نهایی، میان‌ترم۱ و میان‌ترم۲ در ۵ دقیقه میانی.

آزمون‌ها	دامنه	زمان خیز	شیب
نهایی- میان‌ترم۱	۰/۲۳۰۶	۰/۰۲۳۰	۰/۰۶۳۵
نهایی- میان‌ترم۲	۰/۱۸۵۸	۰/۶۱۳	۰/۰۷۲۹
میان‌ترم۱- میان‌ترم۲	۰/۹۱۴۶	۰/۵۱۷۴	۰/۹۱۵۷

با توجه به نتایج به‌دست‌آمده در جدول۲، بین آزمون‌های نهایی- میان‌ترم۱ در ۵ دقیقه میانی تفاوت معناداری در ویژگی زمان‌خیز وجود دارد.

جدول۳. مقایسه مقدار ویژگی‌های استخراج‌شده افراد با استفاده از آزمون ویلکاکسون (مولفه p) بین ویژگی‌های دامنه، زمان‌خیز و شیب مولفه‌های فازیک آزمون‌های میان‌ترم۱ و نهایی، میان‌ترم۲ و نهایی، میان‌ترم۱ و میان‌ترم۲ در ۵ دقیقه آخر .

آزمون‌ها	دامنه	زمان خیز	شیب
نهایی- میان‌ترم۱	۰/۲۴۹۴	۰/۲۴۲۸	۰/۰۱۲۹
نهایی- میان‌ترم۲	۰/۰۰۶۱	۰/۹۴۵۳	۰/۳۷۹۱
میان‌ترم۱- میان‌ترم۲	۰/۰۸۳۶	۰/۲۷۰۵	۰/۰۹۲۳

با توجه به نتایج به‌دست‌آمده در جدول۳، بین آزمون‌های نهایی- میان‌ترم۱ در ویژگی شیب و آزمون نهایی- میان‌ترم۲ در ویژگی دامنه در ۵ دقیقه آخر تفاوت معناداری وجود دارد

در جداول ۴و۵و۶ برای هر یک از ویژگی‌های استخراج شده مولفه فازیک در ۵ دقیقه اول، ۵ دقیقه میانی و ۵ دقیقه آخر بررسی شد که آیا بین ویژگی‌های استخراج‌شده و نمرات هر آزمون همبستگی(مولفه R) وجود دارد یا خیر؟

جدول۴. ضریب همبستگی پیرسون میان ویژگی‌های دامنه، زمان‌خیز و شیب مولفه‌های فازیک آزمون میان‌ترم۱، آزمون میان‌ترم۲ و آزمون نهایی با نمرات دانشجویان در ۵ دقیقه اول.

آزمون‌ها	دامنه	زمان خیز	شیب
میان‌ترم۱	۰/۴۲۱۸*	۰/۰۷۳۲	۰/۳۸۷۹*
میان‌ترم۲	-۰/۰۱۵۴	۰/۱۱۶۰	۰/۰۴۲۵
نهایی	-۰/۰۷۰۹	۰/۲۱۵۹	۰/۱۰۲۸

* وجود تفاوت معنادار ($p < 0.05$)

با توجه به نتایج به‌دست‌آمده در جدول۴، در آزمون میان‌ترم۱ در ۵ دقیقه اول میان ویژگی دامنه مولفه فازیک و نمرات افراد همبستگی متوسطی وجود داشت و میان ویژگی زمان‌خیز مولفه فازیک و نمرات افراد همبستگی ضعیفی وجود داشت و میان ویژگی شیب مولفه فازیک و نمرات افراد همبستگی متوسطی وجود داشت.

جدول۵. ضریب همبستگی پیرسون میان ویژگی‌های دامنه، زمان‌خیز و شیب مولفه‌های فازیک آزمون میان‌ترم۱، آزمون میان‌ترم۲ و آزمون نهایی با نمرات دانشجویان در ۵ دقیقه میانی.

آزمون‌ها	دامنه	زمان خیز	شیب
میان‌ترم۱	۰/۰۳۲۴	۰/۰۶۵۴	۰/۰۲۶۹
میان‌ترم۲	۰/۰۲۱۵	۰/۱۰۰۹*	۰/۱۰۱۴*
نهایی	-۰/۰۹۳۲	-۰/۰۳۱۳	۰/۰۷۹۸

* وجود تفاوت معنادار ($p < 0.05$)

با توجه به نتایج به‌دست‌آمده در جدول ۵، در آزمون میان‌ترم ۱ در ۵ دقیقه میانی بین ویژگی دامنه، زمان خیز، شیب مولفه فازیک و نمرات افراد همبستگی ضعیفی وجود داشت .

جدول۶. ضریب همبستگی پیرسون میان ویژگی‌های دامنه، زمان‌خیز و شیب مولفه‌های فازیک آزمون میان‌ترم۱، آزمون میان‌ترم۲ و آزمون نهایی با نمرات دانشجویان در ۵ دقیقه آخر.

آزمونها	دامنه	زمان خیز	شیب
میان‌ترم۱	۰/۱۲۲۳	۰/۱۸۲۳	۰/۱۷۰۱
میان‌ترم۲	۰/۰۴۷۹	-۰/۰۲۷۳	۰/۰۰۲۰
نهایی	۰/۱۹۷۰	۰/۱۵۷۶	-۰/۰۲۳۵

با توجه به نتایج به‌دست‌آمده در جدول۶، در آزمون میان‌ترم۱ در ۵ دقیقه سوم میان ویژگی دامنه ،زمان خیز،شیب مولفه فازیک و نمرات افراد همبستگی ضعیفی وجود داشت .

۴. نتیجه گیری

طبق نتایج به‌دست‌آمده از آزمون ویلکاکسون بین آزمون نهایی و میان‌ترم۱ نسبت به آزمون‌های دیگر اختلاف معناداری وجود دارد ($p < 0.05$) که نشان‌دهنده وجود تفاوت معنادار میان ویژگی‌های استخراج شده آزمون نهایی و میان ترم ۱ است. این تفاوت معنادار می‌تواند به این علت باشد که در آزمون میان‌ترم۱ استرس شرکت‌کنندگان نسبت به آزمون نهایی بیش‌تر است زیرا از سوالات و شرایط آزمون هیچگونه آگاهی ندارند. همچنین بین نمرات اخذشده شرکت‌کنندگان در آزمون نهایی با ویژگی‌های استخراج‌شده همبستگی بیش‌تری وجود دارد؛ زیرا استرس شرکت‌کنندگان در آزمون نهایی کم‌تر شده و نمرات آن‌ها واقعی‌تر است.

منابع

[1] A. Alberdi, A. Aztiria, and A. Basarab. (2016). Towards an automatic early stress recognition system for office environments based on multimodal measurements: A review. Journal of biomedical informatics 59: 49–75.

[2] J.A. Healey and R.W. Picard. (2005). Detecting stress during real-world driving tasks using physiological sensors. IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems 6, 2: 156–166.

[3] C. Setz, B. Arnrich, J. Schumm, R. La Marca, G. Tröster, and U. Ehlert. (2010). Discriminating stress from cognitive load using a wearable EDA device. IEEE Transactions on Information Technology in Biomedicine 14, 2: 410–417.

[4]https://www.researchgate.net/publication/265971867_Intelligent_System_for_Emotion_Recognition_Based_on_Electrodermal_Activity_Processing

[5] https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0925231212007187

[6] A., Liapis, C., Katsanos, D., Sotiropoulos, M., Xenos, and N., Karousos. 2015. Recognizing emotions in human computer interaction: studying stress using skin conductance. In J. Abascal, S. Barbosa, M. Fetter, T. Gross, P. Palanque, and M. Winckler, eds., Human-Computer Interaction – INTERACT 2015. Springer International Publishing, 255–262.

[7] 6. P. A. Low, "Chapter 51 - Sweating," in Primer on the Autonomic Nervous System (3rd ed.) (D. Robertson, I. Biaggioni, G. Burnstock, P. A. Low, and J. F. Paton, eds.), pp.249-251, San Diego: Academic Press, third edition,2011.

[8] H. D. Critchley, R. N. Melmed, E. Featherstone, C. J. Mathias, and R. J. Dolan, “Volitional control of autonomic arousal: a functional magnetic resonance study,” Neuroimage , vol. 16, No. 4, pp. 909-919, 2002.

[9] M. R. Amin and R. T. Faghih, "Sparse deconvolution of electrodermal activity via continuous-time system identification," IEEE Transactions on Biomedical Engineering, vol. 66, No. 9, pp. 2585-2595, 2019.

[10] https://physionet.org/content/wearable-exam-stress/1.0.0