مجله طب نظامی
دوره ۱۳، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۰
صفحات: ۱۱۶-۱۰۹

Iranian Journal of Military Medicine
Vol. 13, No. 2, Summer 2011
Pages: 109-116

پیش‌بینی عملکرد دانشجویان افسری در تکلیف تعادلی ایستا بر مبنای انگیختگی و فعال‌سازی

سید محمدکاظم واعظ موسوی* *PhD*، مرتضی ناجی[۱] *MSc*، مهری اصانلو[۱] *MSc*، حسین اسماعیل‌پور مرندی[۱] *MSc*

*مرکز تحقیقات فیزیولوژی ورزش، دانشگاه علوم پزشکی بقیه‌ا...(عج)، تهران ، ایران

[۱]گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشکده علوم پایه نظامی، دانشگاه افسری و تربیت پاسداری امام حسین(ع)، تهران، ایران

چکیده

اهداف: حرکات پیچیده بدنی که عمدتاً با مخاطره همراه هستند، اهمیت تعادل در نیروهای نظامی و انتظامی را افزایش داده است. هدف از تحقیق حاضر، آزمودن رابطه انگیختگی و فعال‌سازی فیزیولوژیک دانشجویان افسری با عملکرد آنها در تکلیف تعادلی ایستا بود. این تکلیف به‌دلیل اهمیتش در سلامتی و آمادگی جسمانی نظامیان انتخاب شد.

روش‌ها: این پژوهش توصیفی با طرح همبستگی در سال ۱۳۸۸ روی ۳۰ دانشجوی مذکر یک دانشگاه نظامی با دامنه سنی ۱۹ تا ۲۳ سال انجام شد. سطح هدایت الکتریکی پوست در حین اجرای ۳۰ ثانیه تکلیف تعادلی ایستا به‌عنوان شاخص انگیختگی و شاخص نوسان (به سانتی‌متر) روی دستگاه تعادل‌سنج دیجیتال به‌عنوان شاخص عملکرد ثبت شد. از ضریب همبستگی پیرسون و تحلیل رگرسیون خطی گام‌به‌گام به کمک نرم‌افزار SPSS 16 برای تحلیل داده‌ها استفاده شد.

یافته‌ها: نتایج حاکی از ارتباط خطی و منفی فعال‌سازی با مقیاس عملکرد بود، در حالی که انگیختگی رابطه‌ای با عملکرد نشان نداد. همچنین فعال‌سازی، عملکرد در تکلیف تعادلی را با قدرت متوسط پیش‌بینی کرد.

نتیجه‌گیری: کیفیت انجام تکلیف تحت تاثیر فعال‌سازی است، نه انگیختگی. تایید این یافته‌ها در مطالعات آینده، محققان را به درک کنش متقابل بین سنجش‌های فیزیولوژیک انسان و پیوندهای رفتاری آن در سطح عالی اجرای مهارت‌های نظامی و ورزشی، به‌ویژه زمانی که زمینه‌های هیجانی فراهم است، تشویق خواهد کرد.

کلیدواژه‌ها: انگیختگی، فعال‌سازی، فعالیت الکتریکی پوست، تعادل ایستا، عملکرد

Cadets' performance prediction in a static balance task based on arousal and activation

Vaez Mousavi S. M. K.* ***PhD*****, Naji M.[1]** ***MSc*****, Osanlou M.[1]** ***MSc*****, Esmaeilpour Marandi H.[1]** ***MSc***

*Sport Physiology Research Center, Baqiyatallah University of Medical Sciences, Tehran, Iran
[1]Department of Physical Education and Sport Sciences, Faculty of Military Basic Sciences, Imam Hossein University, Tehran, Iran

Abstract

Aims: Complex physical movements that are often dangerous have increased the importance of balance in military forces. The aim of the present study was to investigate the relationship between cadets' physiological arousal and activation with performance in a static balance task. The task was chosen according to its association with military health and physical fitness.

Methods: This descriptive study with correlation pattern was carried out in 2009 on 30 male cadets with the age range of 19-23. Skin conductance Level (SCL) as arousal index was recorded continuously during the 30-second performance of a static balance task. Sway index was recorded on an electronic stabilometer as performance measure. Pearson correlation coefficient and stepwise linear regression was used to analyze the data by SPSS 16 software.

Results: Results indicated a negative linear relationship between activation and performance, while arousal did not correlate with performance. Activation also predicted performance with a medium strength.

Conclusion: The quality of the task is affected by activation, but not arousal. Confirmation of these data in future studies will lead to comprehension of the interaction between physiological measures and its behavioral associations in high level military or sport performance, especially in emotional contexts.

Keywords: Arousal, Activation, Skin Conductance Level, Static Balance, Performance

---

نویسنده مسئول: سید محمدکاظم واعظ موسوی. تمام درخواست‌ها باید به نشانی mvaez@ssrc.ac.ir فرستاده شوند.

دریافت مقاله: ۸۹/۶/۲۷ پذیرش مقاله: ۸۹/۱۱/۲۵

مقدمه

فرضیه و نظریه‌های متعددی ارتباط عملکرد با سطح انگیختگی را توصیف کرده‌اند، با این حال رابطه این دو متغیر هنوز به‌قدر کافی روشن نیست. از علل عمده ابهام رابطه این دو متغیر، می‌توان به فقدان مفهومی یکدست از انگیختگی که مورد توافق محققان باشد، اشاره کرد. *بری* و همکاران اظهار کردند که کم‌نتیجه‌بودن تحقیقات در این زمینه به‌علت سردرگمی ناشی از تعریف ضعیف واژه‌های "انگیختگی" و "فعال‌سازی" است، زیرا این دو واژه عمدتاً به‌صورت مترادف به‌کار می‌روند [۱]. واژه‌های مختلفی که برای توصیف وضعیت‌های توجهی در سیستم اعصاب مرکزی به‌کار می‌روند، پیوندهای متعدد و متفاوتی دارند [۲، ۳، ۴] و به‌نظر می‌رسد که هرچه بیشتر مورد استفاده قرار گیرند، قابلیت انتقال مفهوم‌شان کمتر خواهد شد.

به‌کاربردن واژه‌های انگیختگی و اضطراب به‌جای یکدیگر، به‌طور ویژه باعث به‌وجودآمدن سردرگمی‌های مفهومی شده است. از آن‌جایی که اضطراب اغلب به افزایش فعالیت سیستم عصبی مرکزی و خودکار منجر می‌شود، مترادف انگیختگی به‌کار رفته است. بسیاری از پژوهشگرانی که در مورد انگیختگی تحقیق کرده‌اند، از مقیاس‌های اضطراب استفاده کرده و به‌گونه‌ای در مورد یافته‌ها بحث کرده‌اند که گویا انگیختگی را سنجیده‌اند [۵، ۶، ۷]. اخیراً واژه "هیجان" باعث بیشترشدن سردرگمی‌های مفهومی در مبحث انگیختگی و چگونگی ارتباط انگیختگی با عملکرد شده است. بنابراین واضح است که تثبیت معنی و کاربرد واژه انگیختگی از لحاظ نظری و عملی ضروری به‌نظر می‌رسد [۸، ۹، ۱۰، ۱۱، ۱۲].

رفتارگرایان حرکتی، انگیزش را به‌عنوان اساس نظریِ ساختار انگیختگی به‌کار بردند. بالاخص، *سِیج*، انگیختگی را به‌عنوان کارکردی انرژی‌زا که شدت انگیزش را نشان می‌دهد و رفتار را به‌سوی هدف خاص هدایت می‌کند، تعریف کرد [۹]. *مَگیل*، انگیختگی را مترادف با فعال‌سازی دانست. او اظهار داشت که انگیزش‌دادن به یک فرد، در واقع برانگیختن یا فعال‌ساختن آن فرد به‌گونه‌ای است که او را برای تکلیف آماده کند [۱۰]. *کاکس* بر "آمادگی" یا هوشیاری فرد که فقط تابعی از حالت فیزیولوژیکی آمادگی است، اشاره کرد [۱۱]. بعضی کتاب‌های روان‌شناسی ورزشی، انگیختگی را در چهارچوب انگیزش، عملیاتی کرده‌اند؛ برای مثال، *لَندرز* و *بوچر*، انگیختگی را به‌عنوان "کارکردی انرژی‌زا که مسئول کنترل‌کردن و به‌کاربستن منابع بدن برای فعالیت شدید است، تعریف کردند [۱۲]. محققان دیگر معتقدند که انگیختگی فقط نمایانگر بُعد شدت انگیزش است [۱۳]. به همین ترتیب، *بِرِم* و *سِلف* برای توصیف شدت انگیزش از واژه "انگیختگی انگیزشی" استفاده کردند که منظور آنها اساساً پاسخ سیستم عصبی سمپاتیک بود [۱۴]. به‌طور کلی، اگر انگیزش به‌عنوان چهارچوب انگیختگی در نظر گرفته شود، انگیختگی مانند پیوستاری در نظر گرفته می‌شود که از سطوح بسیار پایین (مثلاً خواب) تا سطوح بسیار بالا (مثلاً هیجان) تغییر می‌کند که در موقعیت‌های تهدیدآمیز (مثلاً جنگ یا گریز) یا تحریک‌کننده (مثلاً فعالیت جنسی) رخ می‌دهد. توضیح انگیزشی برای انگیختگی بر این مطلب اشاره می‌کند که سیستم عصبی سمپاتیک، منعکس‌کننده انگیختگی انگیزشی است [۱۵].

تعریف انگیختگی به‌عنوان یک ساختار یکپارچه، مورد انتقادات زیادی قرار گرفته و مدارک محکمی از این باور حمایت می‌کند که انگیختگی، اولاً یک ساختار فیزیولوژیکی چندبُعدی است [۱۶، ۱۷، ۱۸، ۱۹، ۲۰] و ثانیاً ابعاد فیزیولوژیکی، رفتاری، شناختی یا عاطفی دارد [۱۹، ۲۰، ۲۱، ۲۲، ۲۳، ۲۴، ۲۵]. اولین شواهد مربوط به چندبُعدی بودن انگیختگی را *لیسی* فراهم نمود که نشان می‌داد، سه نوع انگیختگی فیزیولوژیکی، متمایز از یکدیگر بوده و شامل انگیختگی عصبی قشری (الکتروکورتیکال)، خودکار (اتونومیک) و رفتاری است و نتیجه گرفت که این ابعاد انگیختگی می‌توانند مستقل از یکدیگر تغییر کنند [۱۵].

نیس از جمله افرادی است که به‌شدت به ساختار انگیختگی انتقاد کرده و در واقع پیشنهاد داد که این واژه کنار گذاشته شود. به نظر او مطالعه انگیختگی، در درک ارتباط انگیختگی– عملکرد، کمترین نقش را دارد. او خاطرنشان ساخت که اضطراب ضعیف و سطح بهینه‌ای از آمادگی ممکن است شامل سطوح یکسانی از انگیختگی باشند [۲۶، ۲۷، ۲۸]. *نیس* استدلال کرد که مطالعه حالات روانی– زیست‌شناختی و ارتباط مستقلشان با عملکرد ورزشی، کمک بیشتری به تحقیقات می‌کند. او نتیجه گرفت که بهترین کار این است که انگیختگی کنار گذاشته شود و مطالعه حالات روانی– زیست‌شناختی که شامل ابعاد روان‌شناختی، شناختی و عاطفی است، گسترش یابد.

در فرآیند عملیاتی‌کردن مفهوم انگیختگی، سردرگمی‌ها و دشواری‌های بسیاری به‌وجود آمد و انگیختگی به‌مدت چند سال مورد انتقادات زیادی قرار گرفت. در حالی که به هر حال، هسته مرکزی زیربنای ابعاد مختلف انگیختگی، مفهوم سودمندی است. کنارگذاشتن انگیختگی، مصداق این بود که به‌جای حل‌کردن مساله، خود مساله کنار گذاشته شود [۲۹]. *بری* اظهار کرد که مفهوم رایج انگیختگیِ یکپارچه، ساده‌لوحانه است. او پیشنهاد نمود که برای مطالعه انگیختگی باید به شاخص‌های تونیک رو کرد. به‌جای کنارگذاشتن این حوزه، باید در جهت تکامل و گسترش مفاهیم سنجش‌های فیزیولوژیکی تونیک تلاش نمود و آن را با شاخص‌های مرحله‌ای پردازش توجهی، یکپارچه کرد تا توانایی بیشتری در توضیح و تعریف مفاهیم حاصل شود. از نظر *بری*، یافته‌های *لیسی* نشان می‌دهد که ضربان قلب و سطح هدایت پوستی، هر دو نمی‌توانند شاخص‌های انگیختگی باشند. بنابراین باید این دو شاخص را جداگانه بررسی کرد تا بتوان داده‌های مربوط به نظریه معتبر تفکیک را به‌طور مفهومی با آن تطبیق داد [۲۹].

بری و همکاران [۱، ۳۰، ۳۱] در مطالعات اخیر خود با استناد به مفهوم‌سازی انگیختگی و فعال‌سازی، فعال‌سازی را به‌عنوان عامل

موثر در چگونگی اجرای عمل مطرح نمودند. در این مطالعات، فعال‌سازی به تغییرات میزان انگیختگی از حالت استراحت پایه به وضعیت اجرای تکلیف اطلاق شد. آنان اظهار کردند که احتمال می‌رود فعال‌سازی نسبت به انگیختگی بتواند به‌نحو موثرتری بر روند اجرا اثرگذار باشد. از مرور این مطالعات چنین نتیجه می‌شود که انگیختگی بر عملکرد، اثرگذار نیست و تنها می‌تواند پاسخ‌های فیزیولوژیک را تعدیل نماید. در این مطالعات، انگیختگی به وضعیت انرژتیکی بدن در یک لحظه خاص اطلاق شد که می‌توان آن را با استفاده از سطح هدایت الکتریکی پوست (سهاپ) سنجید. *بری* و همکاران [۱] از این تفکیک برای مطالعه اجرای کودکان در تکلیف اجرای مداوم (CPT) استفاده کردند. آنها به این نتیجه رسیدند که میانگین اندازه "بازتاب جهت‌گیری" به انگیختگی وابسته است، اما به عملکرد ارتباطی ندارد. سنجش‌های اجرا (میانگین زمان واکنش و تعداد خطاها) با افزایش فعال‌سازی بهبود یافت، اما واکنشی به افزایش انگیختگی نشان نداد. آنها نتیجه گرفتند که بررسی‌های بیشتر با استفاده از به‌کارگیری انگیختگی و فعال‌سازی به‌عنوان جنبه‌های مختلف انرژتیک و آزمون اثرات آنها بر پاسخ‌های فیزیولوژیک و رفتار، ارزشمند خواهد بود. *واعظموسوی* و همکاران [۳۲، ۳۳] نیز با تکرار همین مطالعه روی بزرگسالان به نتایج مشابهی دست یافتند. با توجه به این که نظریه ارایه‌شده درخصوص افتراق مفاهیم انگیختگی و فعال‌سازی فقط در تکالیف غیرحرکتی آزموده شده است، *بری* و همکاران [۱] و *واعظموسوی* و همکاران [۳۲، ۳۳] پیشنهاد کردند که مطالعه مهارت‌های پایه حرکتی با تکیه بر افتراق مفاهیم انگیختگی و فعال‌سازی ارزشمند خواهد بود. اهمیت مطالعه نظریات ارایه‌شده درخصوص افتراق مفاهیم انگیختگی و فعال‌سازی در مهارت‌های حرکتی، از سویی به ماهیت مهارت و از سوی دیگر به کاربرد یافته‌های به‌دست‌آمده مربوط است. بنابراین اهمیت بنیادین تحقیق، به‌موازات اهمیت کاربردی آن قابل بحث است.

در این تحقیق با افتراق مفاهیم انگیختگی و فعال‌سازی در دانشجویان افسری، ارتباط آنها با عملکرد در تکلیف آزمایشگاهی تعادل مطالعه شد. تعادل ایستا که در تحقیق حاضر به‌عنوان متغیرِ ملاک در نظر گرفته شده است، زیربنای اجرای اکثر مهارت‌های شغلی است [۳۴]. این تکلیف به‌دلیل اهمیت آن در سلامتی و آمادگی جسمانی نظامیان انتخاب شد. حرکات پیچیده بدنی که عمدتاً با مخاطره همراه هستند، اهمیت تعادل در نیروهای نظامی و انتظامی را افزایش داده است. در تحقیق حاضر، فرض بر این است که اجرای تکلیف تعادلی به فعال‌سازی وابسته است، نه به انگیختگی. فرضیه این تحقیق پیش‌بینی می‌کند که سطح انگیختگی طی انجام تکلیف تعادلی تاثیری بر رفتار نخواهد داشت. در مقابل، فعال‌سازی وابسته به تکلیف به‌عنوان تغییر در سطح انگیختگی از وضعیت استراحت، تعیین‌کننده رفتار خواهد بود که به عملکرد دقیق‌تر منتهی می‌شود.

هدف از تحقیق حاضر، آزمودن رابطه انگیختگی و فعال‌سازی فیزیولوژیک دانشجویان افسری با عملکرد آنها در تکلیف تعادلی ایستا بود.

روش‌ها

این پژوهش از نوع توصیفی و طرح آن همبستگی است که در سال ۱۳۸۸ انجام شد. جامعه تحقیق، دانشجویان ترم اول دانشگاه امام حسین(ع)، به‌تعداد کلی ۱۲۰ نفر و دامنه سنی ۱۹ تا ۲۳ سال بودند. تعداد ۳۰ دانشجو به‌طور داوطلبانه در تحقیق شرکت کردند. با توجه به روش آماری به‌کاررفته، این تعداد برای حصول توان آماری ۰/۸ کافی بود [۳۵]. هیچ‌کدام از شرکت‌کنندگان قبلاً در تکلیف این تحقیق شرکت نکرده بودند، سابقه حمله صرعی، آسیب جدی به جمجمه و مشکلات شنوایی یا بینایی نداشتند و به‌خاطر مشکلات قلب، گردش خون و اعصاب تحت درمان نبودند.

ابتدا از افراد داوطلب، ثبت نام به‌عمل آمد و با توجیه آنان نسبت به روند و اهداف اجرای تحقیق، از همگی آنها رضایت‌نامه کتبی اخذ شد. نظر به این که تحقیق حاضر بدون هرگونه مداخله تهاجمی یا غیرتهاجمی انجام شد، کسب رضایت کتبی از شرکت‌کنندگان برای مشارکت در تحقیق کافی به‌نظر رسید.

سپس گردآوری داده‌ها در آزمایشگاه مجهز به تهویه آغاز شد. الکترودهای مربوط به سهاپ (نقره/کلرورنقره، به‌قطر ۷/۵ میلی‌متر) به انگشتان دست غیربرتر آزمودنی‌ها در محل استاندارد (بند اول انگشتان اشاره و میانی) متصل شد. ابتدا موضع اتصال به‌وسیله پنبه آغشته به الکل به‌خوبی تمیز شد. پس از خشک‌شدن الکل، الکترودها در حالی که حفره میانی‌شان از الکترولیت غلیظ نمک طعام ۰/۵ مولار پر شده بود، به موضع متصل شدند. سپس آزمودنی‌ها به‌مدت ۲۰ دقیقه به‌طور نشسته استراحت کردند تا سهاپ پایه آنان اندازه‌گیری شود.

شرکت‌کنندگان در یک تکلیف آزمایشی به‌مدت ۳ دقیقه شرکت کردند. این تکلیف به‌منظور آشناشدن با ویژگی‌های دستگاه تعادل‌سنج، دامنه ممکن حرکات و دقت بازخورد بینایی انجام شد. آنان روی صفحه دستگاه تعادل‌سنج الکترونیک (توان‌آزما؛ تهران، ایران) که به رایانه ویژه متصل بود، به‌مدت ۳۰ ثانیه ایستادند. صفحه تعادل‌سنج، جابه‌جایی نیروهای وارده ناشی از وزن و انقباضات عضلانی تولیدشده برای حفظ مرکز ثقل در سطح اتکا را در محور جلو- عقب و داخل- خارج با فرکانس ۱۰۰ هرتز در ثانیه برای ثبت به رایانه منتقل می‌کرد. بازخورد بینایی همزمان از صفحه نمایشگر ۳۸سانتی‌متری که در فاصله ۱۵۰سانتی‌متری روبه‌روی شرکت‌کنندگان قرار داشت، به آنان ارایه می‌شد. دستورالعمل آزمون شامل به‌کاربردن هدایت بینایی برای کمترین جابه‌جایی در مرکز ثقل بود. تکلیف، زمانی آغاز شد که آزمونگر از درک کامل دستورالعمل توسط آزمودنی مطمئن شد. رایانه متصل به دستگاه تعادل‌سنج، داده‌های ناشی از تعادل فرد را ثبت می‌کرد. رایانه متصل به دستگاه ثبت‌کننده سطح هدایت الکتریسیته پوست نیز داده‌های مربوطه را با فرکانس ۱۰ هرتز در ثانیه ثبت

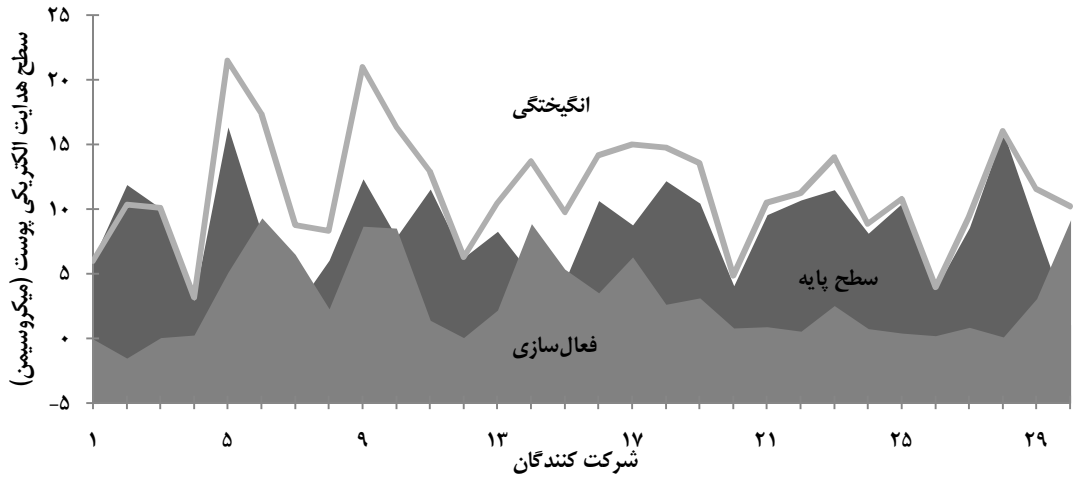
می‌کرد. دو رایانه با زمان‌سنج متصل به نرم‌افزار، شروع به کار کرده و شرکت‌کنندگان نیز به‌طور همزمان تکلیف را آغاز کردند. پس از اعلام خاتمه مدت اجرای تکلیف، آزمایش به‌اتمام رسید.

سهاپ به واحد میکروسیمن به‌طور پیوسته در مدت ۳۰ ثانیه اجرای تکلیف به‌عنوان شاخص انگیختگی ثبت شد و متغیر مستقلِ (پیش‌بین) اولِ تحقیق را تشکیل داد. ۳۰ ثانیه از پایین‌ترین سطح پایه انگیختگی که در مدت ۲۰ دقیقه ثبت شده بود، به‌عنوان انگیختگی پایه استفاده شد. مدت ۳۰ ثانیه به‌منظور مساوی‌بودن با مدت اجرای تکلیف مدنظر قرار گرفت. نظر به این که در هر ثانیه ۱۰ عدد ذخیره شده بود، برای هر آزمودنی ۳۰۰ عدد به‌عنوان شاخص انگیختگی به‌دست آمد. این اعداد از ۳۰۰ عددِ مربوط به سطح پایه، کسر شد تا ۳۰۰ عددِ حاصل تفریق که نشان‌دهنده فعال‌سازی به‌عنوان متغیر مستقلِ (پیش‌بین) دوم بود، به‌دست آید [۱، ۳۰، ۳۱، ۳۲، ۳۳]. از نرم‌افزار SPSS 16 برای تحلیل داده‌ها استفاده شد.

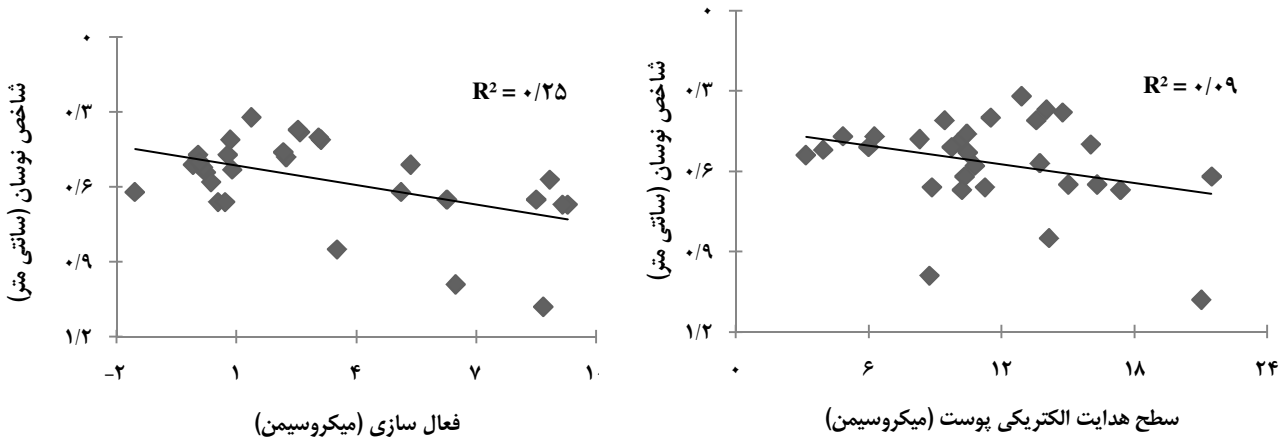
با استفاده از آزمون تک‌گروهی کولموگروف–اسمیرنوف از نرمال‌بودن توزیع نمرات عملکرد شرکت‌کنندگان اطمینان حاصل شد. میانگین سطح فعال‌سازی و شاخص نوسان برای تمام شرکت‌کنندگان محاسبه شد. ابتدا با استفاده از داده‌های هر آزمودنی، نمودار پراکنش اجرا در مقابل انگیختگی ترسیم شد.

سپس نمودار پراکنش مشابهی که اجرا را در مقابل فعال‌سازی نشان می‌داد، ترسیم شد. هر گروه از داده‌ها به یک خط تمایل، مجهز شدند و ضریب تعیین برای هرکدام به‌دست آمد. سپس از طریق آزمون آنالیز واریانس با سنجش‌های تکراری، افزایش سطح هدایت الکتریکی پوست از سطح پایه به سطح فعال‌شده که نشانگر شکل‌گیری "فعال‌سازی" است، ملاحظه شد.

پس از آن، انگیختگی و فعال‌سازی به‌ترتیب در رگرسیون خطی چندگانه گام‌به‌گام وارد شده و اثرات آنها بر متغیر ملاک (عملکرد تعادلی) مورد بررسی قرار گرفت.



نمودار ۱) محور افقی، آزمودنی‌های تحقیق و محور عمودی سهاپ را با واحد میکروسیمن نشان می‌دهد. به‌نظر می‌رسد میزان انگیختگی به‌موازات سهاپ پایه تغییر کرده است. سطحی که از اختلاف سهاپ پایه و انگیختگی ایجاد شده، فعال‌سازی است. میزان فعال‌سازی نیز در آزمودنی‌های تحقیق متفاوت به‌نظر می‌رسد.



نمودار ۲) بخش بالای نمودار، پراکندگی شاخص نوسان را در مقابل انگیختگی نشان می‌دهد. به هر گروه از داده‌ها یک خط رگرسیون اضافه شده تا شکل رابطه را نشان دهد و ضریب تعیین نیز برای نشان‌دادن قدرت این رابطه در بالای آن نوشته شده است. هر نقطه در تصویر، نشانگر یک شرکت‌کننده است. در بخش پایین، پراکندگی شاخص نوسان در مقابل فعال‌سازی ترسیم شده است. ضریب تعیینِ بیشتر، نشان‌دهنده قدرت بیشتر رابطه است. مجدداً هر نقطه در تصویر نشانگر یک شرکت‌کننده است. خط تمایل ترسیم‌شده در بین داده‌ها نشانگر قدرت رابطه بین دو متغیر است.

نتایج

سهاپ پایه: سهاپ پایه بین آزمودنی‌ها تغییرات زیادی داشت. حداقل آن به‌میزان ۱/۰۵ و حداکثر آن مساوی با ۱۶/۳۶ میکروسیمن بود. این تغییرات در سهاپ هنگام اجرای تکلیف نیز مشاهده و نهایتاً به تغییرات فعال‌سازی در بین آزمودنی‌ها منجر شد. نمودار ۱ میزان سهاپ پایه، میزان انگیختگی و میزان فعال‌سازی را بین ۳۰ آزمودنی نشان می‌دهد. حداقل شاخص انگیختگی بین آزمودنی‌ها ۳/۱۷، حداکثر آن ۲۱/۴۸ و میانگین آن ۴/۸۴±۱۱/۴۹ میکروسیمن بود.

فعال‌سازی: حداقل فعال‌سازی بین آزمودنی‌ها ۱/۵۳−، حداکثر آن ۹/۲۸ و میانگین آن ۳/۴۲±۳/۰۵ میکروسیمن بود. افزایش کلی سهاپ از ۸/۴۴ میکروسیمن در حالت پایه به ۱۱/۴۹ در حالت تکلیف، فعال‌سازی را به‌وجود آورد. این افزایش در سطح سهاپ از دید آماری معنی‌دار بود ($p<0/05$؛ $F_{1 و 29}=7/17$).

عملکرد: حداقل شاخص نوسان بین آزمودنی‌ها ۰/۳۲، حداکثر آن ۱/۰۸ و میانگین آن ۰/۱۷±۰/۵۷سانتی‌متر بود. نوسانات تعادل، سریع و متواتر بود. اوج نوسان در ثانیه ۱۵ و ثانیه ۳۰ مشاهده شد که میزان آن حدود ۰/۷ سانتی‌متر بود. در نمودار ۲، پراکندگی شاخص نوسان در مقابل انگیختگی و فعال‌سازی نشان داده شده است. عملکرد در مقابل انگیختگی، رابطه‌ای خطی و بسیار ضعیف نشان داد. میزان همبستگی انگیختگی با شاخص نوسان ۰/۲۹۰ و ضریب تعیین آن ۰/۰۹ بود که از نظر آماری، معنی‌دار نبود ($p=0/12$). میزان همبستگی فعال‌سازی با شاخص نوسان ۰/۵۰۱ و ضریب تعیین آن ۰/۲۵ بود. این رابطه از نظر آماری معنی‌دار بود ($p<0/005$).

جدول ۱) آنالیز واریانس مربوط به رگرسیون گام‌به‌گام. متغیر پیش‌بین، فعال‌سازی و متغیر وابسته، عملکرد است. فعال‌سازی، عملکرد را پیش‌بینی می‌کند.

مدل	مجموع مربع‌ها	درجه آزادی	مربع میانگین	F	سطح معنی‌داری
رگرسیون	۰/۲۱۵	۱	۰/۲۱۵	۹/۴۷۸	۰/۰۰۵
باقی‌مانده	۰/۶۳۶	۲۸	۰/۰۲۳		
کل	۰/۸۵۱	۲۹			

جدول ۲) همبستگی‌های مربوط به رگرسیون گام‌به‌گام.

مدل	ضرایب استانداردنشده		ضرایب استانداردشده	t	سطح معنی‌داری
	B	خطای استاندارد	بتا		
(ثابت)	۰/۴۸۸	۰/۰۳۸	۰/۵۰۳	۱۲/۹۲۰	۰/۰۰۰۱
فعال‌سازی	۰/۰۲۶	۰/۰۰۸		۳/۰۷۹	۰/۰۰۵

بررسی انگیختگی و فعال‌سازی، به‌عنوان متغیرهای مستقل نیز نشان داد که شاخص نوسان تحت تاثیر انگیختگی نبوده ($F<1$)، در حالی که با فعال‌سازی بیشتر کاهش یافت ($p<0/01$؛ $F_{1 و 28}=9/478$) که مقدار ۲۵٪ واریانس در این مقیاس را توجیه کرد (جدول ۱).

جدول ۲، نشان‌دهنده ضرایب استاندارد و غیراستاندارد همبستگی‌های مربوط به رگرسیون است. ضریب استاندارد بتا نشان داد که به‌ازای یک انحراف‌معیار تغییر در متغیر پیش‌بین فعال‌سازی، به‌میزان ۰/۵۰۳ انحراف استاندارد تغییر در متغیر عملکرد حاصل شده است.

جدول ۳) متغیر خارج شده از محاسبه. این جدول نشان می‌دهد که سطح هدایت الکتریکی پوست (سهاپ) نمی‌تواند عملکرد را پیش‌بینی کند.

مدل	بتا	t	سطح معنی‌داری	همبستگی بخشی	آماره‌های همخطی/تحمل
رگرسیون/ سهاپ	۰/۰۲۴	۰/۱۱۹	۰/۹۰۶	۰/۰۲۳	۰/۶۷۶

جدول ۳، آماره‌های مربوط به متغیر خارج‌شده از عملیات را نشان می‌دهد که قابلیت پیش‌بینی متغیر وابسته را نداشت و جدول ۴ نیز نشانگر آماره‌های مربوط به مقادیر باقی‌مانده است.

جدول ۴) آماره‌های مربوط به مقادیر باقی‌مانده (تعداد=۳۰).

آماره	حداقل	حداکثر	میانگین	انحراف‌معیار
مقدار پیش‌بینی‌شده	۰/۴۴۸۱	۰/۷۳۱۰	۰/۵۶۸۰	۰/۰۸۶۱۶
باقی‌مانده	−۰/۲۰۴۳	۰/۳۶۴۹	۰/۰۰۰۱	۰/۱۴۸۰۹
مقدار پیش‌بینی‌شده استاندارد	−۱/۳۹۱	۱/۸۹۱	۰/۰۰۰۱	۱/۰۰۰۱
باقی‌مانده استاندارد	−۱/۳۵۶	۲/۴۲۱	۰/۰۰۰۱	۰/۹۸۳

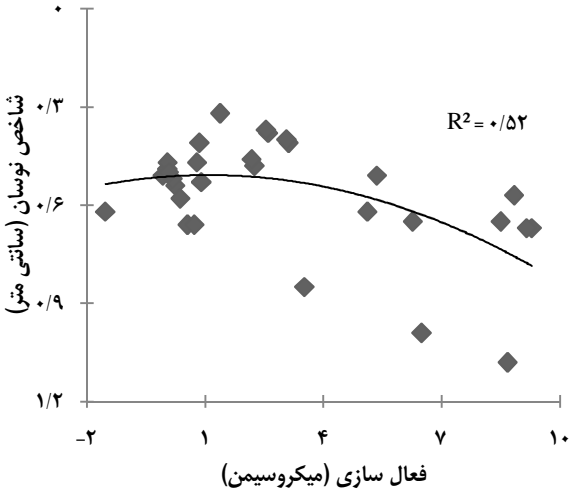
بحث

میانگین انگیختگی کل شرکت‌کنندگان نتوانست امتیازات آنها را پیش‌بینی کند. ناتوانی انگیختگی در پیش‌بینی عملکرد احتمالاً به‌علت تغییرپذیری قابل ملاحظه این متغیر در طول اجراست. احتمال می‌رود عدم احتساب سطحی از انگیختگی تونیک به‌عنوان سطح پایه، مشابه با آنچه در محاسبه فعال‌سازی صورت گرفت، به کم‌شدن رابطه بین دو متغیر منجر شده باشد. استفاده از سطح پایه که در تحقیقات قبلی [۱، ۳۲، ۳۳، ۳۶] معرفی شده بود، باعث شد که در پژوهش حاضر سطح قابل مشاهده‌ای از فعال‌سازی پدیدار شود که نشانگر ویژگی‌های معرفی‌شده توسط *بری* و همکاران است [۱]. در پژوهش حاضر مشخص شد که فعال‌سازی، پیش‌بینی‌کننده عملکرد از دیدگاه امتیازات کسب‌شده است. این یافته با یافته‌های پیشین [۱، ۳۲، ۳۳] که پیشنهاد کرده بودند فعال‌سازی پیش‌بینی‌کننده رفتار است نه انگیختگی، در توافق است. پیشنهاد مذکور که توسط یافته‌های این تحقیق نیز حمایت می‌شود، با زیربنای نظری ارایه‌شده توسط *پریبرام* و *مک‌گینس* که زیرلایه‌های عصبی متفاوتی را برای این دو مفهوم توصیف کرده بودند، هماهنگ است [۳۷، ۳۸]. از مطالعات عصب‌شناختی مربوط به این پدیده، چنین نتیجه می‌شود که انگیختگی

از فعالیت‌های آمیگدال و سیستم فعال‌ساز صعودی واقع در تشکیلات مشبک مغز ناشی شده و تنها بر پاسخ‌های فیزیولوژیک اثرگذار است. اما عامل موثر بر فرآیندهای آماده‌سازی حرکتی، فعال‌سازی است که حاصل فعالیت عقده‌های قاعده‌ای است. علاوه بر این، *پریبرام* و *مک‌گینس* عنوان نمودند که انگیختگی، پاسخ‌های فیزیولوژیکِ مرحله‌ای به‌ویژه پاسخ جهت‌گیری را کنترل می‌کند. به عقیده آنها، انگیختگی را می‌توان به‌صورت نوعی عامل تقویت‌کننده برای پاسخ جهت‌گیری در نظر گرفت [۳۷، ۳۸]. از نظر این محققان، فعال‌سازی با نوعی آماده‌سازی برای بروز رفتار مرتبط است. این یافته با آنچه که پیش از این در تکالیف آزمایشگاهی گزارش شده بود، همخوان است [۱، ۳۲، ۳۳، ۳۶]. با این حال، لازم بود تا گستردگی دامنه تاثیرات متفاوت انگیختگی و فعال‌سازی بر عملکرد در تکلیف تعادلی که به عملکردهای زندگی روزمره نزدیک‌تر است نیز آزموده شود.

تعادل، در طب کهنسالی، توان‌بخشی بیمارانِ قطع عضو و تحت حرکت‌درمانی، بیمارانی که درجاتی از عملکرد گوش داخلی را از دست داده‌اند و همچنین در حیطه ورزش همگانی و قهرمانی کاربرد دارد [۳۴]. تعادل به‌عنوان مهارت حرکتی تحت تاثیر عوامل شناختی و وضعیت ذهنی است. اخیراً تحقیقات نشان داده‌اند که برای کنترل تعادل، مطالباتِ توجهیِ زیادی مورد نیاز است [۳۹]. تحقیقاتی که وضعیت ذهنی (مانند اضطراب پیش از آزمایش) را دست‌کاری کرده و تعادل ایستا را سنجیده‌اند، نشان داده‌اند که افزایش اضطراب، بی‌ثباتی را افزایش می‌دهد. *بندیکت* و همکاران، رابطه سطح استرس را با کسب تعادل سنجیده‌اند. یافته‌های آنها نشان داد گروهی که سطح متوسطی از استرس داشتند تکلیف تعادلی را بهتر یاد گرفتند، در حالی که سطح ناچیز و سطح زیاد استرس، عملکرد را خراب کرد [۴۰]. با توجه به تفاوت‌های موجود در شکل و اهداف تکالیف حرکتی روزمره نسبت به تکالیف آزمایشگاهی که احتمالاً بار ادراکی/شناختی بیشتری دارند، یافته‌هایی که به اثرات متضاد انگیختگی و فعال‌سازی در این تکالیف اشاره کنند، نظریه افتراق مفهومی و عملکردیِ انگیختگی و فعال‌سازی را به‌صورت قابل قبول‌تری تایید خواهند کرد. به همین دلیل محققان قبلی به ضرورت این عمل تاکید داشتند [۱، ۳۲، ۳۳، ۳۶]. بدین ترتیب، همخوانی یافته‌های تحقیق حاضر که برای اولین‌بار در یک تکلیف حرکتی روزمره انجام شده است، با نتایج تحقیقات قبلی که افتراق انگیختگی و فعال‌سازی را در تکالیف آزمایشگاهی سنجیده‌اند، نشان می‌دهد که کیفیت انجام تکلیف، صرف نظر از نوع آن تحت تاثیر فعال‌سازی است، نه انگیختگی. واریانس مشترک ۲۵٪ بود که نشان‌دهنده قدرت متوسط این تاثیر است. دانستن این مطلب که آیا میزان این اثر در دست‌کاری‌های درون‌آزمودنی، نسبت به مطالعه بین‌آزمودنی فعلی بیشتر خواهد بود یا خیر، جاذبه پژوهشی قابل توجهی دارد که در تحقیقات آتی به آن پرداخته خواهد شد.

باید در نظر داشت که همبستگی یافت‌شده در این تحقیق به‌صورت عِلّی تفسیر شده است. توجیه این امر به ترتیبِ زمانیِ تاثیرات، وابسته است [۱]. فرض محقق بر این است که مقتضیات تکلیف تعادلی باعث افزایش سهاپ از سطح پایه به سطح مشاهده‌شده هنگام اجرای تکلیف شده است. همچنین محقق فرض کرده است که افزایش سهاپ که فعال‌سازی مربوط به تکلیف است، باعث افزایش شاخص نوسان شده است.



نمودار ۳) این نمودار در واقع همان بخش پایین نمودار ۲ است، اما این‌بار رگرسیون غیرخطی، جانشین رگرسیون خطی شده است. مشاهده می‌شود که واریانس مشترک بیشتر از زمانی است که رگرسیون خطی مدنظر بود. این نمودار رابطه یوی وارونه بین فعال‌سازی و عملکرد را تایید می‌کند.

هنگامی که رابطه دوجمله‌ای بین متغیرها ملاحظه شد، واریانس مشترک بیشتر از زمانی بود که رابطه خطی بین آنها آزمایش شد (r^2=۰/۶۲). نمودار ۳ نشان‌دهنده رابطه دوجمله‌ای بین فعال‌سازی و شاخص نوسان است که به‌شکل یوی وارونه مشاهده می‌شود. رابطه یوی وارونه بین فعال‌سازی و عملکرد در مطالعات آزمایشگاهی قبلی مشاهده نشد. این مطالعات که اثر فعال‌سازی را بر تکلیف آزمایشگاهی اجرای مداوم سنجیده بودند، فقط به رابطه خطی قابل توجهی [۱، ۳۲، ۳۳] بین دو متغیر اشاره کردند. به‌نظر می‌رسد یکی از علل قصور مطالعات قبلی در مشاهده رابطه غیرخطی بین دو متغیر، دامنه ناچیز تغییرات فعال‌سازی در آن مطالعات باشد. مقتضیات تکلیف آزمایشگاهی اجرای مداوم، مستلزم تغییرات ناچیز در سهاپ و به‌تبع آن در فعال‌سازی است. حداکثر دامنه تغییرات فعال‌سازی در مطالعات پیشین ۲/۵ میکروسیمن گزارش شده است [۱، ۳۲، ۳۳]. مقتضیات تکلیف تعادلی ایستا در تحقیق حاضر مستلزم انقباضات شدید عضلانی برای نگه‌داشتن مرکز ثقل در سطح اتکاست که در بالا و پایین‌رفتن سهاپ منعکس می‌شود. شواهدی که اخیراً درخصوص دامنه تغییرات فعال‌سازی و رابطه آن با مقیاس‌های عملکرد در تیراندازی ارایه شده است، حمایت دیگری از این پیشنهاد است. دامنه تغییرات فعال‌سازی در مطالعه آنان حدود ۷ میکروسیمن بود [۴۱]. علی‌رغم مشاهده رابطه یوی وارونه بین فعال‌سازی و عملکرد، یافته‌های تحقیق حاضر از فرضیه یوی وارونه حمایت نمی‌کند. بازآزمایی رابطه یوی وارونه به

دست‌کاری تجربی در سطح فعال‌سازی یا حداقل دسته‌بندی آزمودنی‌ها براساس سطح اولیه انگیختگی نیازمند است. اهمیت مطالعه این رابطه، خصوصاً در تکلیف تعادلی ایستا که در رشد حرکتی کودکان، بهزیستی سالمندان و اجرای بهینه ورزشی نقش دارد، مسیر آینده پژوهش حاضر را شکل می‌دهد. به همین جهت، به‌نظر می‌رسد که در تحقیقات آینده، بررسی دقیق این رابطه با استفاده از رویکردی که رابطه منحنی‌شکل را بررسی کند، امکان‌پذیر شود.

افتراق تاثیرات انگیختگی و فعال‌سازی بر عملکرد تعادلی، تاکید می‌کند که ادامه روند پژوهشی حاضر در دامنه‌ای گسترده‌تر، ارزشمند خواهد بود. تایید یافته‌های این تحقیق در مطالعات آینده، محققان را قادر به پیش‌بینی اثرات فعال‌سازی در مهارت‌های پیچیده‌تر ورزشی خواهد کرد. این امر ما را به درک کنش متقابل بین مقیاس‌هایی که منعکس‌کننده جنبه‌های انرژتیک فیزیولوژی ما هستند، و پیوندهای رفتاری آن در سطح عالی مهارت‌های ورزشی (به‌ویژه آن دسته از مهارت‌ها که پیوندهای هیجانی زیادی دارند)، تشویق خواهد کرد.

نتیجه‌گیری

فعال‌سازی با مقیاس عملکرد، ارتباط خطی و منفی دارد، در حالی که انگیختگی رابطه‌ای با عملکرد ندارد. همچنین فعال‌سازی در تکلیف تعادلی، عملکرد را با قدرت متوسط پیش‌بینی می‌کند. بنابراین کیفیت انجام تکلیف تحت تأثیر فعال‌سازی و نه انگیختگی است.

منابع

1- Barry RJ, Clarke AR, McCarthy R, Selikowitz M, Rush JA. Arousal and activation in a continuous performance task: An exploration of state effects in normal children. J Psychophysiol. 2005;19(2):91-9.

2- Edwards T, Hardy L. The interactive effects of intensity and direction of cognitive and somatic anxiety and self-confidence upon performance. J Sport Exe Psychol. 1996;18(3):296-312.

3- Hanin YL. Emotions in sport. Champaign: Human Kinetics; 2000.

4- Landers DM. Performance, stress and health: Overall reaction. Quest. 1994;46(1):123-35.

5- Klavora P. Customary arousal for peak athletic performance. In: Klavora P, David J, editors. Coach, athlete and the sport psychologist. Toronto: University of Toronto; 1979.

6- Sage GH, Bennett B. The effects of induced arousal on learning and performance of a pursuit motor skill. Res Q. 1973;44(2):140-9.

7- Sonstroem RJ, Bernardo P. Individual pre-game state anxiety and basketball performance: A re-examination of the inverted-U curve. J Sport Psychol. 1982;4:235-45.

8- Hanin YL. A study of anxiety in sports. In: Straub WF, editor. An analysis of athlete behavior. Ithaca NY: Movement; 1978.

9- Hanin YL. State-trait anxiety research in the USSR. In: Spielberg CD, Diaz-Guerrero R, editors. Cross cultural anxiety. Washington: Hemisphere; 1986.

10- Hanin YL. Interpersonal and intergroup anxiety in sport. In: Hackfort D, Spielberg CD, editors. Anxiety in sports: An international perspective. Washington: Hemisphere; 1989.

11- Hanin YL, Syrja P. Performance affects junior ice hockey players: An application of the individual zones of optimal functioning model. Sport Psychol. 1995;9(2):169-87.

12- Hanin YL. Emotions and athletic performance: Individual zones of optimal functioning model. Eur Yearb Sport Psychol. 1997;1:29-72.

13- Smith R, Smoll F, Wiechman S. Measurement of trait anxiety in sport. In: Duda J, editor. Advances in sport and exercise psychology measurement. Morgantown: Fitness Information Technology; 1998.

14- Brehm JW, Self EA. The intensity of motivation. Ann Rev Psychol. 1989;40:109-31.

15- Zaichkowsky L, Baltzell A. Arousal and performance. 2nd ed. In: Singer RN, Hausenblas HA, Janelle CM, editors. Handbook of sport psychology. New York: John Wiley and Sons; 2001.

16- Hocky G, Hamilton P. The cognitive patterning of stress states. In: Hockey G, editor. Stress and fatigue in human performance. New York: John Wiley and Sons; 1983.

17- Jones G, Hardy L. Stress and cognitive functioning in sport. J Sports Sci. 1989;7(1):41-63.

18- Lacey JI. Somatic response patterning of stress: Some revisions of activation theory. In: Appley MH, Trumbell R, editors. Psychological stress, issues in research. New York: Appleton; 1967.

19- Stankard W. Arousal gradient and performance. Percept Motor Skills. 1990;71(3):935-46.

20- Ursin H. The instrumental effects of emotional behavior: Consequences for the physiological state. In: Hamilton V, Bower GH, Frijda NH, editors. Cognitive perspectives on emotion and motivation. Dordecht: Kluwer Academic; 1988.

21- Adam J, Teeken J, Ypelaar P, Verstappen F, Paas F. Exercise induced arousal and information processing. Int J Sport Psychol. 1997;28:217-26.

22- Hardy L, Jones G, Gould A. Understanding psychological preparation for sport: Theory and practice of elite performers. New York: John Wiley and Sons; 1996.

23- Koob G. Arousal, stress and inverted U-shaped curves: Implications for cognitive function. In: Lister R, Wein-Gartner H, editors. Perspectives on cognitive neuroscience. New York: Oxford University Press; 1991.

24- Raedeke T, Stein G. Felt arousal, thoughts/feelings and ski performance. Sport Psychol. 1994;8(4):360-75.

25- Wann D. Sport psychology. Upper Saddle River: Prentice Hall; 1997.

26- Neiss R. Reconceptualizing arousal: Psychobiological states in motor performance. Psychol Bull. 1988;103(3):345-66.

27- Neiss R. Reconceptualizing relaxation treatments: Psychobiological states in sport. Clin Psychol Rev. 1988;8(2):139-59.

28- Neiss R. Ending arousal's reign of error: A reply to Anderson. Psychol Bull. 1990;107(1):101-5.

29- Barry RJ. Preliminary process theory: Towards an integrated account of the psychophysiology of cognitive processes. Acta Neurobiol Exp. 1996;56(1):469-84.

30- Barry RJ, Rushby JA. An orienting reflex perspective on anteriorisation of the P3 of the event-related potential. Exp Brain Res. 2000;173(3):539-45.

31- Barry RJ, Clarke AR, Johnston SJ, Magee CA, Rushby JA. EEG differences between eyes-closed and eyes-open resting conditions. Clin Neurophysiol. 2007;118(12):2765-73.

32- VaezMousavi SM, Barry RJ, Rushby JA, Clarke AR. Evidence for differentiation of arousal and activation in normal

adults. Acta Neurobiol Exp. 2007;67(2):179-86.
33- VaezMousavi SM, Barry RJ, Rushby JA, Clarke AR. Arousal and activation effects on physiological and behavioral responding during a continuous performance task. Act Neurobiol. 2007;67(4):461-70.
34- Sadeghi H. Introduction of sport biomechanics. Tehran: Samt Publication; 2005. [Persian]
35- Aron A, Aron E. Statistics for psychology. New Jersey: Prentice Hall; 1994.
36- Oken BS, Salinsky MC, Elsas SM. Vigilance, alertness or sustained attention: Physiological basis and measurement. Clin Neurophysiol. 2006;117(9):188-90.
37- Pribram KH, McGuiness D. Arousal, activation and effort in the control of attention. Psychol Rev. 1975;82(2):116-49.
38- Pribram KH, McGuiness D. Attention and para-attentional processing: Eventrelated brain potentials as tests of a model. Ann N Y Acad Sci. 1992;658:65-92.
39- Woollacott MH, Shumway-Cook A. Postural dysfunction during standing and walking in children with cerebral palsy: What are the underlying problems and what new therapies might improve balance? Neural Plast. 2005;12(2-3):211-9.
40- Benedict RJ, Qin L. Effects of varying levels of stress on balance acquisition. Psychol Sport Exerc. 2007;29:S53.
41- VaezMousavi SM. Hashemi-Masoumi E, Jalali S. Arousal and activation in a sport-shooting task. Appl Sci J. 2008;4(6):824-9.