

# مقایسهٔ زمان واکنش انتخابی دختران ورزشکار و غیر ورزشکار هنگام اجرای فعالیت فزاینده در شدت‌های مختلف

❖ دکتر بهمن میرزایی؛ دانشیار دانشگاه گیلان\*  
❖ دکتر فرهاد رحمانی نیا؛ دانشیار دانشگاه گیلان  
❖ ❖ ملیحه ربیعی؛ کارشناس ارشد تربیت بدنی و علوم ورزشی دانشگاه گیلان

**چکیده:** به منظور مقایسهٔ زمان واکنش انتخابی دختران ورزشکار و غیر ورزشکار هنگام اجرای فعالیت فزایندهٔ وامانده‌ساز در شدت‌های مختلف، ۲۰ دانشجوی دختر سالم ۲۱-۲۶ ساله دانشگاه گیلان انتخاب شدند. از این میان، ۱۰ نفر در رشته‌های مختلف تحصیلی که حداقل دو سال سابقهٔ ورزشی در رشته‌های ورزشی والیبال، هندبال، و بسکتبال داشتند گروه ورزشکار (سن  $22.4 \pm 1.07$  سال، قد  $162.2 \pm 3.76$  سانتی‌متر، و وزن  $54.7 \pm 6.6$  کیلوگرم)، و ۱۰ نفر بدون هیچ سابقهٔ فعالیت منظم ورزشی گروه غیر ورزشکار (سن  $23.3 \pm 1.4$  سال، قد  $162 \pm 4.2$  سانتی‌متر، و وزن  $56.2 \pm 9.6$  کیلوگرم) انتخاب شدند. هر دو گروه ورزشکار و غیرورزشکار در دامنهٔ هوشی بالا (آزمون هوش ریون بزرگسالان) قرار داشتند. آزمودنی‌ها تحت فعالیت فزایندهٔ وامانده‌ساز روی تردمیل شروع به فعالیت کردند. قبل و هنگام اجرای فعالیت، هر ۳۰ ثانیه یکبار آزمون زمان واکنش دو انتخابی از آزمودنی‌ها گرفته شد. هنگام اجرای فعالیت، ضربان قلب آزمودنی‌ها در هر مرحلهٔ ثبت گردید. تجزیه و تحلیل داده‌ها از طریق آزمون‌های t مستقل و تحلیل واریانس یکطرفه با اندازه‌گیری‌های مکرر نشان داد بین میانگین نمرات زمان واکنش انتخابی دختران ورزشکار و غیر ورزشکار در شدت‌های مختلف فعالیت (۶۵، ۷۳، ۸۴، ۹۱، ۹۷ درصد حداکثر ضربان قلب) و لحظهٔ واماندگی تفاوت معناداری وجود ندارد ( $P \geq 0.05$ ). همچنین، بین دختران ورزشکار و غیر ورزشکار در شدت تمرین در بهترین و بدترین زمان واکنش اختلاف معناداری مشاهده نشد. بنابراین، می‌توان نتیجه گرفت شدت فعالیت فزاینده بر زمان واکنش انتخابی دختران ورزشکار و غیرورزشکار تأثیر معناداری ندارد.

**واژگان کلیدی:** دختران ورزشکار و غیر ورزشکار، زمان واکنش دو انتخابی، ضربان قلب بیشینه، فعالیت فزایندهٔ وامانده‌ساز

\* E.mail: bmirzaei2000@yahoo.com

## مقدمه

پردازش سریع و دقیق اطلاعات یکی از عوامل مهم در اجرای ماهرانه حرکات ورزشی است و شاخص آن زمان واکنش (RT)<sup>۲</sup> است (۱). زمان واکنش فاصله زمانی بین عرضه یک محرک و شروع پاسخ است. زمان واکنش (ساده، انتخابی، و افتراقی) به دو بخش پیش حرکتی و حرکتی تقسیم می‌شود. در بخش پیش حرکتی، اطلاعات مربوط به محرک پردازش ادراکی و شناختی می‌شود. در بخش حرکتی، برونداد حرکتی پاسخ آغاز می‌شود که در طول آن، عضلات خاص درگیر در عمل شروع به فعالیت می‌کنند (۱۸). پژوهشگران نشان دادند، زمان واکنش، خصوصاً زمان واکنش انتخابی (CRT)<sup>۱</sup>، تحت تأثیر ویژگی‌های فردی و عوامل محیطی بسیاری از جمله شدت و نوع محرک، سطح برانگیختگی، فعالیت بدنی، جنس، سن، و عوامل دیگر قرار می‌گیرد (۴، ۱۳، ۲۱).

از این رو، محققان به دنبال آن‌اند که دریابند زمان واکنش هنگام فعالیت بدنی چه تغییراتی می‌یابد و چه عواملی هنگام اجرای این‌گونه فعالیت‌ها بر آن تأثیر می‌گذارند. همان‌طور که شدت فعالیت بر آثار فیزیولوژیکی ناشی از فعالیت تأثیر دارد، احتمال می‌رود آثار روانی فعالیت نیز با تغییر شدت تغییر یابند (۴). از این رو، ممکن است زمان واکنش نیز که عامل ادراکی- حرکتی است، هنگام اجرای فعالیت فزاینده دستخوش تغییراتی شود.

درباره تغییرات زمان واکنش پس از اجرای فعالیت بدنی و تمرین‌های ورزشی تحقیقات متعددی انجام شده که بعضاً نتایج ضد و نقیضی به همراه داشته است. برای نمونه، مک‌موریس و همکارانش (۲۰۰۵) زمان واکنش انتخابی را در سه

حالت استراحت، بعد از تمرین با ۷۰٪ توان، و بعد از تمرین با ۱۰۰٪ توان اندازه گرفتند و به این نتیجه رسیدند که زمان واکنش انتخابی در حالت دوم (۷۰٪ توان) سریع‌تر از دو حالت دیگر است (۱۵).

کاشیهارا و ناکاهارا (۲۰۰۵)، زمان واکنش انتخابی آزمودنی‌ها را در دوره‌های تمرین و بدون تمرین اندازه گرفتند و به این نتیجه رسیدند که زمان واکنش انتخابی در هشت دقیقه اول بعد از دوره تمرین بهتر از دوره بدون تمرین بوده است (۱۲).

لمینک و ویسچر (۲۰۰۵) زمان واکنش انتخابی (CRT) دو گروه آزمودنی‌های فوتبالیست (گروه تمرینی و گروه استراحت) را در شروع و بعد از هر دوره استراحت و تمرین فزاینده اندازه گرفتند و دریافتند بین سرعت عکس‌العمل و دقت پاسخ این دو گروه اختلافی وجود ندارد (۱۴).

در حالی که اویس و اسپنکر (۲۰۰۱) در تحقیقی نشان دادند بعد از فعالیت ۱۰ دقیقه‌ای با شدت‌های کم، متوسط، و زیاد هیچ تغییری در زمان واکنش ساده و انتخابی ایجاد نشده است (۱۶).

نوربخش (۱۳۷۷) اثر خستگی را بر زمان واکنش دختران ورزشکار و غیر ورزشکار بررسی کرد و به این نتیجه رسید که زمان واکنش تا حدودی تحت تأثیر خستگی است اما بر عملکرد ورزشکار تأثیر ندارد (۵).

تسکیران و همکاران (۲۰۰۸) اثر یک جلسه تمرین هوازی زیربیشینه (۷۰٪ حداکثر ضربان قلب) را بر بخش پیش حرکتی زمان واکنش ۲۲ آزمودنی (۱۱ نفر گروه تمرین، ۱۱ نفر گروه کنترل) بررسی کردند. این محققان نشان دادند بخش پیش حرکتی

### 1. Reaction Time

### 2. Choice Reaction Time

زیربیشینه با شدت ثابت در آستانه تهویه‌ای بررسی کردند و نشان دادند علی‌رغم وجود اثر منفی تکلیف دوگانه، مهارت شناختی ساده هنگام تمرین بهبود می‌یابد. آن‌ها اظهار کردند در ابتدا زمان واکنش افزایش می‌یابد، اما بعد از ۴۰ دقیقه، بهبود قابل ملاحظه‌ای در آن مشاهده می‌شود (۴).

کارن داورنچ و همکارانش (۲۰۰۶) زمان واکنش انتخابی ۱۲ آزمودنی مرد و زن ورزشکار را طی تمرین زیربیشینه روی چرخ کارسنج اندازه‌گیری کردند و بیان کردند که تمرین زیربیشینه باعث بهبود زمان واکنش انتخابی می‌شود (۱۰).

نعیمی‌کیا (۱۳۸۳) نشان داد زمان واکنش انتخابی هنگام فعالیت با وجود اثر منفی تکلیف دوگانه و نیز تغییرات فیزیولوژیکی ناشی از فعالیت، مانند انباشت اسید لاکتیک و افزایش ضربان قلب، بهبود می‌یابد اما مقدار آن از مقدار استراحت پایین‌تر نمی‌رود (۴). با توجه به اینکه امروزه پیشرفت عملکرد ورزشی ورزشکاران رشته‌های مختلف تا حدود زیادی مدیون به کارگیری دانش ورزش در طراحی برنامه‌های تمرینی است، آنچه در اولین قدم در طراحی این برنامه‌ها اهمیت دارد اندازه‌گیری و توصیف قابلیت‌های ورزشکاران است تا بر اساس آن ارزشیابی صحیح صورت پذیرد. اندازه‌گیری زمان واکنش انتخابی ورزشکاران و غیر ورزشکاران در فعالیت فزاینده تا حد واماندگی روی دستگاه تردمیل به منظور شناخت نقاط ضعف و قوت ورزشکاران مؤثر است. لذا، با یافتن شدتی از بار کار و ضربان قلب که در آن بهترین زمان واکنش حاصل می‌شود می‌توان شدت برنامه‌های تمرینی را به گونه‌ای تنظیم کرد که در آن ورزشکاران بتوانند از زمان

زمان واکنش گروه تمرین به طور قابل ملاحظه‌ای بعد از جلسه تمرین کاهش می‌یابد (۲۰). اهمیت زمان واکنش مطلوب، هنگام اجرای فعالیت بدنی وامانده‌ساز، دانشمندان علوم ورزشی را بر آن داشت تغییرات آن را هنگام فعالیت‌های با شدت فزاینده تا سرحد خستگی نیز بررسی کنند. به همین منظور، بندر و مک‌گلین (۱۹۷۶) در پژوهشی با عنوان اثر سطوح مختلف فعالیت وامانده‌ساز بر زمان واکنش اعلام کردند زمان واکنش با افزایش شدت فعالیت افزایش می‌یابد. همچنین، بیان داشتند بهترین زمان واکنش در شدت تقریباً ۴۰٪ ضربان قلب بیشینه حاصل می‌شود (۷).

لویت و گیوتین (۱۹۷۱) دریافتند سریع‌ترین زمان واکنش آزمودنی‌ها در ضربان قلب ۱۱۵ ضربه در دقیقه حاصل می‌شود (۴). چمورا و نازار (۱۹۹۴) با مطالعه زمان واکنش انتخابی ۱۲ مرد جوان فوتبالیست هنگام اجرای تمرین فزاینده در شدت‌های مختلف دریافتند زمان واکنش با افزایش بار کار تا شدت تقریباً ۷۵٪ حداکثر اکسیژن مصرفی ( $Vo_{2max}$ ) به طور تدریجی کاهش می‌یابد که این نقطه به طور قابل توجهی بالاتر از آستانه لاکتات است. همچنین، دریافتند بهترین زمان واکنش در ضربان قلب ۱۶۴ ضربه در دقیقه است (۸).

آرسلین و همکارانش (۱۹۹۸) زمان واکنش انتخابی را در حالت استراحت و حین تمرین با شدت متوسط ( $Vo_{2max}$  ٪۶۰) روی دوچرخه کارسنج اندازه‌گیری کردند و به این نتیجه رسیدند که تمرین با شدت متوسط زمان واکنش انتخابی را بهبود می‌بخشد (۶).

کولاردئو و همکارانش (۲۰۰۱) زمان واکنش ساده دوندگی‌های ورزیده را طی فعالیت ۹۰ دقیقه‌ای

راست دست بودند، با دامنه سنی بین ۲۱ تا ۲۶ سال و دامنه هوشی در محدوده بالا (با استفاده از آزمون هوش ریون بزرگسالان). همترازی آزمودنی‌های تحقیق حاضر از طریق دامنه هوش و درصد چربی آن‌ها صورت گرفت. پس از تصحیح اوراق آزمون هوش ریون، معادل‌های هوش بهر برای نمره‌های خام از جدول مربوط تعیین شد و براساس آن تفسیر کیفی معدل‌های هوش بهر انجام شد. براساس این آزمون، هوش آزمودنی‌ها در محدوده بالا قرار داشت. منظور از محدوده بالا نمرات بالاتر از ۱۱۳ است.

### مراحل اجرای تحقیق

پس از انتخاب آزمودنی‌ها، و تکمیل رضایت‌نامه و پرسشنامه اطلاعات فردی، پزشکی، و ورزشی، آزمونگر درباره روش کار با دستگاه سنجش زمان واکنش (ساخت شرکت ساتراپ ایران) توضیحات لازم را داد و آزمودنی‌ها به منظور آشنایی با دستگاه زمان واکنش، به تمرین با این دستگاه پرداختند. جلسه اجرای آزمون در آزمایشگاه فیزیولوژی دانشکده تربیت بدنی دانشگاه گیلان در حدود ساعت ۱۰ صبح و در حرارت ۲۴ درجه سانتی‌گراد برگزار شد. ابتدا قد آزمودنی‌ها با دستگاه قدسنج دیواری اندازه‌گیری شد. سپس، به منظور اندازه‌گیری وزن و ترکیب بدنی آن‌ها از دستگاه InBody مدل ۳۷۰ استفاده شد. آزمودنی‌ها در حالی که ماسک تنفسی و کمربند ارسال‌کننده ایمپالس‌های قلبی به آن‌ها متصل بود، دستگیره‌های مربوط به دستگاه سنجش زمان واکنش به دست روی تردمیل قرار گرفتند. ابتدا، به همان حالت به مدت سه دقیقه بدون حرکت، هر ۳۰ ثانیه یکبار آزمون زمان واکنش

واکنش یا سرعت عکس‌العمل مطلوبی برخوردار باشند و نیز با تغییر شدت فعالیت‌های خود، حفظ زمان واکنش مطلوب را در شدت‌های مختلف تمرین کنند.

در جمع‌بندی مطالعات انجام شده، به نظر می‌رسد از جمله عوامل مهم اثرگذار بر CRT، شدت فعالیت بدنی و نوع محرک مورد استفاده (نور، صدا، و ...) است. هرچند نتایج مطالعات نشان می‌دهند زمان واکنش در حین اجرای فعالیت فزاینده و امانده‌ساز دستخوش تغییراتی می‌شود، این نتایج بعضاً همسو نیستند. از طرفی، شدت‌های مطالعه شده در تحقیق حاضر (۵ شدت) تاکنون در مطالعه دیگری آزمایش نشده‌اند. از این رو، با توجه به وجود تفاوت‌های احتمالی بین گروه دختران ورزشکار و غیر ورزشکار محقق بر آن شد تا شدتی از بار کار را که در آن بهترین و بدترین CRT اتفاق می‌افتد در دو گروه مذکور مشخص و مقایسه کند.

### روش‌شناسی

طرح تحقیق حاضر از نوع دو گروهی (مقایسه دو گروه در یک متغیر) بود که به روش نیمه‌تجربی اجرا شد. در تحقیق حاضر، تغییرات زمان واکنش انتخابی هنگام تمرین فزاینده در شدت‌های مختلف و نیز استراحت بین دو گروه دختران ورزشکار و غیر ورزشکار مقایسه شد.

### آزمودنی‌ها

نمونه آماری تحقیق حاضر ۱۰ دانشجوی دختر ورزشکار (رشته‌های والیبال، هندبال، و بسکتبال) و ۱۰ دختر غیر ورزشکار دانشگاه گیلان بودند. آزمودنی‌ها از سلامت کامل جسمانی برخوردار بودند (هیچ نوع سابقه آسیب‌دیدگی، شکستگی، پارگی، و مشکل عصبی، بینایی و شنوایی نداشتند)؛

دختران ورزشکار و غیر ورزشکار در شدت‌های مختلف فعالیت، از آزمون تحلیل واریانس یکطرفه با اندازه‌گیری‌های مکرر استفاده شد. برای مقایسه زمان واکنش انتخابی دختران ورزشکار و غیر ورزشکار در لحظه و اماندگی، و در شدتی از فعالیت در بدترین و بهترین زمان واکنش، از آزمون  $t$  مستقل استفاده شد. برای مقایسه تعداد خطاها در حین فعالیت و استراحت بین دو گروه، از آزمون  $t$  دو استفاده شد.

### یافته‌ها

میانگین زمان رسیدن به اماندگی آزمودنی‌های گروه ورزشکار  $11.56 \pm 2$  و گروه غیر ورزشکار  $7.43 \pm 1.5$  دقیقه، و چربی بدن آزمودنی‌های گروه ورزشکار  $22 \pm 5.5$  و گروه غیر ورزشکار  $24.8 \pm 7.4$  درصد بود. یافته‌های خام CRT در شدت‌های مختلف در دو گروه در جدول انشان داده شده است. نتایج آزمون تحلیل واریانس با اندازه‌گیری‌های مکرر و آزمون  $t$  مستقل (جدول ۳ و ۲) نشان داد بین میانگین نمرات زمان واکنش انتخابی دختران ورزشکار و غیر ورزشکار در شدت‌های مختلف فعالیت تفاوت معناداری وجود ندارد ( $P \geq 0.05$ ). همچنین، بین زمان واکنش انتخابی دختران ورزشکار و غیر ورزشکار در لحظه و اماندگی، در شدتی از تمرین که در بهترین زمان واکنش و بدترین زمان واکنش حاصل می‌شود اختلاف معناداری مشاهده نشد (جدول ۳، ۴ و ۵). مقایسه زمان واکنش انتخابی دختران ورزشکار و غیر ورزشکار در شدت‌های مختلف فعالیت در شکل ۱ نشان داده شده است.

انتخابی از آن‌ها گرفته شد. سپس، به مدت سه دقیقه با سرعت ۶ کیلومتر در ساعت دویدند. بعد از این مرحله به ازای هر یک دقیقه، یک کیلومتر بر ساعت به سرعت دستگاه اضافه شد و این عمل تا رسیدن به مرحله و اماندگی ادامه یافت. در حین فعالیت نیز هر ۳۰ ثانیه یکبار یکی از لامپ‌های جهت‌نمای واحد نمایش‌دهنده تحریک دستگاه که روبه‌روی آزمودنی‌ها و در فاصله ۱٫۵ متری قرار داشت، به صورت کاملاً تصادفی روشن می‌شد. قبل از روشن شدن لامپ‌ها واحد صوتی دستگاه صدایی را برای پیش‌آگاهی آزمودنی‌ها ایجاد می‌کرد. سپس، یکی از لامپ‌ها روشن می‌شد و آزمودنی باید با توجه به جهت مورد نظر، کلید دستگیره مربوط به همان جهت را فشار می‌داد. به محض فشار یکی از کلیدها، یکی از لامپ‌های جهت‌نما خاموش می‌شد. در حین انجام فعالیت، ضربان قلب آزمودنی‌ها در هر مرحله با دستگاه تجزیه و تحلیل گازهای تنفسی ثبت شد. از این اطلاعات در تعیین شدت فعالیت هر مرحله استفاده شد. با توجه به اینکه توقف آزمون پس از اماندگی اختیاری هر آزمودنی صورت گرفت، آخرین ضربان قلب ثبت شده با دستگاه تجزیه گازهای تنفسی حداکثر ضربان قلب آزمودنی در نظر گرفته شد. ظرفیت متفاوت افراد با کنترل عواملی همچون نور، سروصدا، میزان بینایی، دما، و ... در آزمایشگاه کنترل شد.

### روش‌های آماری

در تحقیق حاضر، از آمار توصیفی برای طبقه‌بندی و تنظیم داده‌ها، و از آمار استنباطی برای تجزیه و تحلیل اطلاعات استفاده شد. برای تعیین تفاوت میانگین نمرات زمان واکنش انتخابی

جدول ۱. میانگین و انحراف استاندارد زمان واکنش انتخابی ورزشکاران و غیر ورزشکاران در شدت‌های مختلف فعالیت

گروه	شدت فعالیت	تعداد	میانگین (هزارم ثانیه)	انحراف استاندارد	حداقل	حداکثر
ورزشکار	٪۶۵ حداکثر ضربان قلب	۱۰	۴۵۱	۸۷٫۲	۳۷۳	۶۲۲
	٪۷۳ حداکثر ضربان قلب	۱۰	۴۴۷٫۷	۱۰۴٫۹	۳۱۱	۶۲۲
	٪۸۴ حداکثر ضربان قلب	۱۰	۴۶۵٫۲	۱۵۳٫۲	۱۷۳	۷۴۷
	٪۹۱ حداکثر ضربان قلب	۱۰	۴۲۹٫۱	۱۲۶٫۱	۳۱۱	۷۴۷
	٪۹۷ حداکثر ضربان قلب	۱۰	۴۶۰٫۱	۱۰۶٫۸	۳۷۳	۷۴۷
غیر ورزشکار	٪۶۵ حداکثر ضربان قلب	۱۰	۵۳۴٫۸	۹۳٫۸	۴۳۵	۶۸۴
	٪۷۳ حداکثر ضربان قلب	۱۰	۴۴۱٫۴	۶۸٫۶	۳۷۳	۵۶۰
	٪۸۴ حداکثر ضربان قلب	۱۰	۵۰۳٫۷	۱۴۴٫۸	۳۷۳	۸۷۰
	٪۹۱ حداکثر ضربان قلب	۱۰	۴۶۰٫۳	۸۴٫۱	۳۱۱	۶۲۲
	٪۹۷ حداکثر ضربان قلب	۱۰	۵۲۲٫۶	۷۸٫۷	۳۷۳	۶۲۲

جدول ۲. نتایج آزمون تحلیل واریانس با اندازه‌گیری‌های مکرر

شاخص آماری	درجه آزادی	مجذور میانگین	F	مقدار p
متغیر				
شدت فعالیت	۴	۱۲۳۲۰	۱٫۳۳۷	۰٫۲۶۵
گروه	۱	۴۳۹۷۴	۲٫۰۲۳	۰٫۱۷۲
شدت فعالیت × گروه	۴	۵۷۸۶	۰٫۶۲۸	۰٫۶۴۴

جدول ۳. نتایج آزمون t مستقل در مقایسه زمان واکنش انتخابی دو گروه در لحظه واماندگی

شاخص آماری	میانگین CRT (میلی ثانیه)	انحراف استاندارد	اختلاف میانگین	مقدار t	درجه آزادی	مقدار p
ورزشکار	۴۷۲٫۶	۱۰۲٫۷	-۲۵	-۰٫۵۹۸	۱۸	۰٫۵۵۷
غیر ورزشکار	۴۹۷٫۶	۸۳٫۱				

جدول ۴. نتایج آزمون t مستقل در مقایسه شدتی از تمرین (بر اساس ضربان قلب) که در بهترین زمان واکنش بین دو گروه حاصل می‌شود

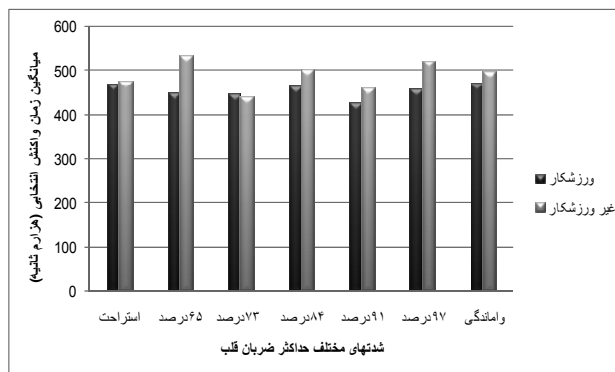
شاخص آماری	میانگین CRT (میلی ثانیه)	انحراف استاندارد	اختلاف میانگین	مقدار t	درجه آزادی	مقدار p
ورزشکار	۷۷٫۳	۱۴	-۲٫۶	-۰٫۴۸۵	۱۸	۰٫۶۳۳
غیر ورزشکار	۷۹٫۹	۹٫۵				

همچنین، بهترین زمان واکنش در گروه ورزشکار در ضربان قلب ۱۴۸ ضربه در دقیقه (۷۷٪) حداکثر ضربان قلب) و در گروه غیر ورزشکار در ضربان قلب ۱۵۲ ضربه در دقیقه (۸۰٪) حداکثر ضربان قلب) به دست آمد. بدترین زمان واکنش در گروه ورزشکار در ضربان قلب ۱۲۶ ضربه در دقیقه

(۶۵٪) حداکثر ضربان قلب) و در گروه غیر ورزشکار در ضربان قلب ۱۲۰ ضربه در دقیقه (۶۰٪) حداکثر ضربان قلب) به دست آمد. همچنین، تعداد خطاها بین گروه دختران ورزشکار و غیر ورزشکار در قبل از فعالیت، و طی فعالیت معنادار نبود (جدول ۶ و ۷).

جدول ۵. نتایج آزمون t مستقل در مقایسه شدتی از تمرین (بر اساس ضربان قلب) که از بدترین زمان واکنش بین دو گروه حاصل می‌شود

شاخص آماری گروه	میانگین CRT (میلی ثانیه)	انحراف استاندارد	اختلاف میانگین	مقدار t	درجه آزادی	مقدار p
ورزشکار	۶۵٫۹	۱۹٫۳	-۱۳٫۴	-۱٫۷۰۱	۱۸	۰٫۱۰۶
غیر ورزشکار	۶۰٫۳	۱۵٫۸				



شکل ۱. مقایسه زمان واکنش انتخابی دختران ورزشکار و غیر ورزشکار در شدت‌های مختلف فعالیت

جدول ۶. نتایج آزمون خی دو، تعداد خطاها قبل از فعالیت

شاخص آماری آزمون آماری	مقدار	درجه آزادی	سطح معناداری (دو دامنه)
خی دو	۰	۲	۱٫۰۰

جدول ۷. نتایج آزمون خی دو، تعداد خطاها طی فعالیت

شاخص آماری آزمون آماری	مقدار	درجه آزادی	سطح معناداری (دو دامنه)
خی دو	۳٫۱۴۳	۴	۰٫۵۳۴

## بحث و نتیجه‌گیری

نتایج تحقیق حاضر نشان داد شدت فعالیت فزاینده بر زمان واکنش انتخابی تأثیر معناداری ندارد. این نتایج با یافته‌های محققان زیر همسو بود: مک‌موریس (۲۰۰۰) مبنی بر اینکه تمرین فزاینده هیچ اثری بر عملکرد شناختی ندارد؛ مک‌موریس (۲۰۰۳) که گزارش کرد تمرین در ۷۰٪ یا ۱۰۰٪ حداکثر توان تأثیری بر زمان واکنش انتخابی ندارد (۱۵ و ۴)؛ فلوری (۱۹۸۱) که بیان کرد تمرین فزاینده با هر بار کاری روی تکلیف شناختی اثر نمی‌گذارد؛ و لمینک و ویسچر (۲۰۰۵) که هیچ ارتباطی بین تمرین فزاینده و زمان واکنش انتخابی پیدا نکردند (۱۴).

اما با یافته‌های چمورا و نازار (۱۹۹۴)، مبنی بر اینکه زمان واکنش مردان با افزایش بارکار تا شدت تقریباً ۷۰ درصد  $Vo_{2max}$  به طور تدریجی کاهش ولی بعد از آن دوباره افزایش می‌یابد (۸) همخوانی ندارد. احتمالاً دلیل این ناهمخوانی جنسیت آزمودنی‌ها (سرعت‌تر بودن زمان واکنش مردان از زنان طبق گزارش دیری و همکاران، ۲۰۰۶) ماهیت و پیچیدگی آزمون زمان واکنش انتخابی، و نیز برنامه‌تربینی متفاوت است.

نتیجه تحقیق حاضر با تحقیق نعیمی‌کیا (۱۳۸۳) همخوانی ندارد. وی نشان داد زمان واکنش انتخابی نسبت به مقدار استراحتی افزایش می‌یابد. سپس، با افزایش بارکار تا شدت تقریباً ۷۰ درصد  $Vo_{2max}$  به طور تدریجی کاهش و بعد از آن دوباره افزایش می‌یابد (۴). دلیل این ناهمخوانی ممکن است پروتکل تمرینی متفاوت در دو تحقیق باشد. پروتکل‌های تمرینی خسته‌کننده موجب کندتر شدن زمان واکنش می‌شوند. (۲۱).

بخشی از نتایج این تحقیق، با نتایج تحقیق بندر و

مک‌گلین (۱۹۹۶) و مالومسوکی و اسمودیس (۱۹۷۰) که بیان کردند با افزایش شدت فعالیت، زمان واکنش به تدریج افزایش می‌یابد همخوانی ندارد (۴،۷). ممکن است علت این ناهمخوانی، روش‌های استفاده شده در این تحقیقات و جنسیت آزمودنی‌ها باشد. در تمام این تحقیقات آزمودنی‌ها مرد بودند، اما در تحقیق حاضر آزمودنی‌ها دختران دانشجو بودند.

همچنین، یافته‌های تحقیق حاضر با یافته‌های زیر همخوانی ندارد: چمورا و همکاران (۱۹۹۸) که بیان کردند در تمرین بالای آستانه لاکتات، زمان واکنش از دقیقه پنجم تا پایان فعالیت کاهش یافت، در حالی که مقدار ضربان قلب، لاکتات خون، و کاتکولامین‌ها به تدریج افزایش یافتند (۹). همچنین، با یافته‌های آرسلین (۱۹۹۸) و داورنچ (۲۰۰۵) که نتیجه گرفتند تمرین زیربیشینه سبب بهتر شدن زمان واکنش می‌شود (۱۰ و ۶). علت احتمالی این ناهمخوانی جنسیت آزمودنی‌ها، نوع آزمون شناختی، و نیز مهم‌تر از آن، شدت برنامه‌تربینی مورد استفاده (زیربیشینه و تداومی و حول و حوش آستانه لاکتات) است، در حالی که در تحقیق حاضر شدت تمرین فزاینده و تا حد واماندگی بود.

بخشی دیگر از یافته‌های این تحقیق نشان می‌دهد میانگین بهترین زمان واکنش حین انجام فعالیت در شدتی تقریباً ۷۷٪ حداکثر ضربان قلب (۱۴۸ ضربه در دقیقه) در گروه ورزشکار و ۸۰٪ حداکثر ضربان قلب (۱۵۲ ضربه در دقیقه) در گروه غیر ورزشکار است، که با یافته‌های نعیمی‌کیا (۱۳۸۳) تقریباً همسوست. وی به طور متوسط بهترین زمان واکنش را در شدتی تقریباً ۸۶٪ ضربان قلب بیشینه به دست آورد (۴). دلیل احتمالی این



دیگر، نمی‌توان به‌طور قطع نتیجه گرفت که تمرین هیچ اثری بر زمان واکنش ندارد. بنابراین، بهتر است برای نتیجه‌گیری کامل‌تر، این موضوع به‌طور دقیق‌تر بررسی شود.

تأثیر فعالیت بر عملکرد مغز از طریق آزمایش روی حیوانات بررسی شد. فعالیت منجر به افزایش مقادیر کلسیم پلازما و انتقال آن به مغز می‌شود. این فرایند به نوبه خود، ترکیب و سنتز دوپامین مغز را از طریق سیستم وابسته به کالمودلین افزایش می‌دهد. مقادیر افزایش یافته دوپامین عملکردهای متفاوت مغز را هماهنگ و یکپارچه می‌سازد (۱۹). این موضوع توجه خوبی برای افزایش سرعت پردازش اطلاعات است که در سیستم عصبی مرکزی رخ می‌دهد و نتیجه آن بهبود زمان واکنش است.

بعضی مطالعات افزایش انگیزندگی ناشی از فعال شدن کاتکولامین‌های مغز را علت بهبود زمان واکنش طی تمرین می‌دانند (۴ و ۱۹). برخی مطالعات دیگر نیز، سازوکارهای مختلفی از جمله افزایش درجه حرارت مرکزی، افزایش جریان خون پوستی، و افزایش سطح کاتکولامین‌های پلازما را در توضیح ارتباط تمرین و عملکرد شناختی معرفی کرده‌اند (۴، ۱۵، ۱۹).

در این مطالعات نیز گاه نتایج متناقضی به چشم می‌خورد که علل احتمالی آن‌ها عبارت‌اند از تنوع در روش‌ها و برنامه‌های مختلف ورزشی، سطوح مختلف آمادگی جسمانی آزمودنی‌ها، سابقه ورزشی آزمودنی‌ها، ماهیت و پیچیدگی آزمون شناختی (زمان واکنش انتخابی)، و مدت زمان یا فاصله زمانی‌ای که آزمون زمان واکنش اجرا می‌گردد (۱۰).

بخش دیگری از یافته‌های تحقیق حاضر نشان می‌دهد در میانگین زمان واکنش انتخابی بین

اختلاف اندک به خاطر پروتکل تمرینی متفاوت است.

چمورا و نازار (۱۹۹۴) نیز اعلام کردند ضربان قلب مربوط به بهترین زمان واکنش تقریباً ۱۶۴ ضربه در دقیقه است (۸) که تقریباً با نتایج تحقیق حاضر همسوست. بدترین زمان واکنش در گروه ورزشکار در ضربان قلب ۱۲۶ ضربه در دقیقه (۶۵٪ حداکثر ضربان قلب) و در گروه غیر ورزشکار در ضربان قلب ۱۲۰ ضربه در دقیقه (۶۰٪ حداکثر ضربان قلب) به‌دست آمد. در هر دو گروه، بهترین زمان واکنش بعد از بدترین زمان واکنش حاصل شد که شاید بتوان گفت به دلیل فرایند یادگیری است.

از طرفی، لویت و گیوتین (۱۹۷۱) طی تحقیقی گزارش کردند سریع‌ترین زمان واکنش آزمودنی‌ها وقتی بود که ضربان قلب آن‌ها حین تمرین به ۱۱۵ ضربه در دقیقه می‌رسید. این محققان همچنین بیان داشتند آزمودنی‌ها در تکالیفی که تا حد زیادی مستلزم پردازش اطلاعات است در سطوح فعالیت با شدت پایین (۱۱۵ ضربه در دقیقه) نسبت به سطوح بالاتر (۱۷۵ ضربه در دقیقه) اجرای بهتری داشتند (۴). البته بعضی مطالعات زمان واکنش انتخابی را قبل و بعد از تمرین اندازه‌گیری کرده‌اند که این روش نیز نتایج ضد و نقیضی به همراه داشته است. برخی مطالعات کاهش زمان واکنش را بعد از تمرین زیربیشینه مشاهده کردند (۱۲ و ۲۰). بعضی مطالعات افزایش زمان واکنش را بعد از تمرین گزارش کردند (۱۵). بعضی نیز هیچ تغییری در زمان واکنش گزارش نکرده‌اند (۲۰). این در حالی است که تحقیق حاضر طی تمرین زمان واکنش را اندازه‌گیری کرده است.

با استناد به نتایج این تحقیق و تحقیقات مشابه

داورنج (۲۰۰۶) اشاره می‌کند به دلیل اینکه آزمون آماری ANOVA خطاها را تجزیه و تحلیل نمی‌کند، بنابراین نمودارهای زمان واکنش انتخابی شکل واقعی از زمان واکنش را نشان نمی‌دهند (۱۰). نتایج تحقیق حاضر نشان داد تعداد کل خطای دختران ورزشکار در حین فعالیت و استراحت از دختران غیر ورزشکار کمتر است ولی این تفاوت معنادار نیست ( $P \geq 0,05$ ).

بنابراین، با توجه به مطالعات انجام شده در این زمینه، به نظر می‌رسد نتیجه‌گیری قطعی در مورد ارتباط بین زمان واکنش انتخابی و تمرین فزاینده در شدت‌های مختلف مستلزم انجام مطالعات بیشتری با کنترل فعالیت کورتکس مغز، کلسیم پلاسما، و انتقال آن به مغز، کاتکولامین‌های پلاسما، همچنین کنترل ترکیب و سنتز دوپامین است.

دختران ورزشکار و غیر ورزشکار در شدت‌های مختلف و در لحظه‌ی واماندگی هیچ اختلاف معناداری وجود ندارد. این نتایج با یافته‌های اسمیت که تفاوتی در زمان واکنش بین دانشجویان کشتی‌گیر و غیر ورزشکاران پیدا نکرد همسوست (۱۸). البته، به جز شدت ۷۳٪ ضربان قلب، در بقیه شدت‌ها زمان واکنش انتخابی دختران ورزشکار بهتر از دختران غیر ورزشکار بود ولی این اختلاف در سطح  $P \geq 0,05$  معنادار نبود.

لازم به ذکر است، با توجه به احتمال بروز خطا هنگام اجرای آزمون زمان واکنش انتخابی (مانند فشردن کلید سمت چپ با دیدن محرک سمت راست یا برعکس)، بعضی مطالعات توجه چندانی به دقت پاسخ نکرده‌اند و تعدادی به درصدی از خطا اشاره کرده‌اند (۱۰). بعضی نیز، همانند تحقیق حاضر، تعداد کل خطا را در نظر گرفته‌اند (۱۴).

## منابع

۱. دانش فر، افخم، بهرام، عباس، شجاعی، معصومه، کاظم نژاد، انوشیروان، اوتمار، باک، ۱۳۸۵، «سازوکارهای اثر پیش‌نشانه بر زمان واکنش در مراحل پردازش حسی- حرکتی». *مجله المپیک*، سال چهاردهم، شماره ۴، ص ۴۷-۵۹.
۲. علی‌آبادی، فاطمه، ۱۳۸۰، ارتباط بهره‌ هوشی با زمان واکنش و زمان حرکت در دانشجویان دختر ورزشکار و غیر ورزشکار، پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد دانشگاه گیلان.
۳. میگل، ریچارد، ۱۳۸۰، یادگیری حرکتی و مفاهیم و کاربردها، ترجمه سید کاظم واعظ‌موسوی و معصومه شجاعی، تهران، حنانه.
۴. نعیمی کیا، ملیحه، گابینی، عباسعلی، فرخی، احمد، غلامی، امین، خالدی، ندا، ۱۳۸۵، «بررسی تغییرات زمان واکنش انتخابی هنگام اجرای فعالیت فزاینده و ارتباط آن با ضربان قلب و آستانه لاکتات»، *مجله المپیک*، سال چهاردهم، شماره ۱، ص ۱۹-۲۹.
۵. نوریخس، پریش، ۱۳۷۷، «اثر خستگی روی زمان واکنش و زمان پاسخ دختران ورزشکار و غیر ورزشکار»، *مجله المپیک*، سال ششم، شماره ۴، ص ۶۹-۷۶.
6. Arcelin, R.; D. Delignieres; and J. Brisswalter (1998). "Selective effects of physical exercise on choice reaction processes". *J Perceptual and motor skills*. 87:175-185.
7. Bender, V.L.; and G.H. Mcglynn (1979). "The effect of various levels of sternuous to exhaustive exercise on reaction time". *J. appl. physiol*. 35: 95-101.
8. Chmura, J.; and K. Nazar (1994). "Choice reaction time during graded exercise in relation to blood lactate and plasma catecholamine thresholds". *Int.J.Sport Med*. 15,172-176.
9. Chmura, J.; H. Krysztofiak; and K. Nazar (1998). "Psychomotor performance during prolonged exercise above and below the blood lactate threshold". *Eur J Appl physiol*. 77:77-80.
10. Davranche, K.; M. Audiffren; and A. Denjean (2006). "A distributional analysis of the effect of physical exercise on a choice reaction time task". *J Sports sciences*. 24(3): 323-329.
11. Deary, I.; J. Der; and G. Ford (2006). "Age and sex differences in RT in adulthood". *J psychology and aging*. 21(1): 62-73.
12. Kashihara, A.; and Y. Nakahara (2005). "Short-term effect of physical exercise at lactate threshold on choice reaction time". *J preceptual and motor skills*. 100,275-291.
13. Kosinski R. (2006). A literature review on reaction time. WWW. biae.clemson.edu.
14. Lemmink, A.P.M.; and C. Visscher (2005). "Effect of interminkt exercise on multiple-choice reaction times of soccer players". *J preceptual and motor skills*. 100,85-95.
15. McMorris, T.; S. Deleves; and J. Sproule (2005). "Effect of incremental exercise on initiation and movement times in a choice response, whole body psychomotor task". *Br.J Sports Med*. 39: 537-541. 2
16. Oweis, P.; and W. Spsinks (2001). "Biopsychological, Effective and cognitive responses to acute physical activity". *J Sports Med*. 41: 523-538.
17. Oxendine, B.J. (1980). *Psychology of motor learning*. 2ed. New Jersey: Edsal Enterprises.
18. Schmidt, A.; and A. Wrisberge (2005). *Motor learning and performance*. Human kinetics. USA.460-462.
19. Sutoo, D.; and K. Akiyama (2003). Regulation of brain function by exercise. *Neurobiology of Disease*. 13.1-14.
20. Taskiran, O.; Z. Gunendi; N. Bolukbosi; and M. Bayazova (2008). "The effect of a single session submaximal e aerobic exercise on premotor fraction of reaction time: An electromyographic study". *J Clinical Biomechanics*:231-235.
21. Welford, A.T. (1980). *Choice reaction time: basic concepts In recreation time*. Academic press, New York.