

پژوهش در علوم ورزشی

شماره شانزدهم، صص ۱۲-۲۳

دریافت: ۸۶/۴/۱۶

پذیرش: ۸۶/۹/۷

هنجار ملی آزمون دویدن سرعتی بی‌هوازی (RAST) برای افراد ۱۵ تا ۲۵ ساله ایرانی

دکتر معرفت سیاه کوهیان^۱، دکتر محمد رضا کردی^۲

پژوهشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی وزارت علوم، تحقیقات و فناوری

چکیده

هدف از اجرای این پژوهش، تدوین هنجار ملی آزمون دویدن سرعتی بی‌هوازی (RAST) برای جوانان دختر و پسر رده سنی ۱۵ تا ۲۵ سال است. در این راستا، ۱۱ هزار دختر و پسر ایرانی از پنج استان بر جمعیت به صورت خوشه‌ای انتخاب شدند و در هر استان، ۲۲۰۰ نفر (۱۱۰۰ دختر و ۱۱۰۰ پسر) آزمون RAST را اجرا کردند. یافته‌های پژوهش حاضر نشان داد که میانگین، حداقل، اوج بیرون‌ده توانی و شاخص خستگی دختران ۱۵ تا ۲۵ ساله در مقایسه با مقادیر میانگین، حداقل، اوج بیرون‌ده توانی و شاخص خستگی پسران ۱۵ تا ۲۵ ساله، تفاوت آماری معنی‌داری دارد (به ترتیب ۰.۱۲۷، ۰.۳۳، ۰.۲۵۵ و ۰.۶۱۴۸ وات بر ثانیه در برابر ۰.۳۲۹، ۰.۴۶ و ۰.۶۴۴ وات و ۰.۱۸۱۴۳ وات بر ثانیه؛ $p \leq 0.01$). بر این اساس، می‌توان نتیجه گرفت که قابلیت‌های بی‌هوازی دختران در مقایسه با پسران در تمام سطوح سنی ۱۵ تا ۲۵ سال، کمتر است و از این‌رو، آنان شاخص خستگی کمتری دارند. همچنین هر یک از گروه‌های سنی دختران و پسران دارای هنجار خاص خود است که ممکن است تحت تاثیر عوامل متعددی از جمله سن، جنس، توده عضلانی، فعالیت بدنی و وراثت قرار گیرد.

واژه‌های کلیدی آزمون دویدن سرعتی بی‌هوازی، هنجار.

۱. استادیار دانشگاه محقق اردبیلی

مقدمه

منبع اصلی انرژی لازم برای اجرای فعالیت‌های کوتاه‌مدت و شدید، مسیرهای سوخت و ساز بی‌هوازی است. اگرچه تولید ATP به‌وسیلهٔ دستگاه فسفاژن یا گلیکولیز تعیین می‌شود، اما عامل اصلی طول فعالیت است، برای مثال، انرژی لازم برای دو ۴۰۰ متر (اجرا در ۵۵ ثانیه)، از ترکیب دستگاه ATP-PC، گلیکولیز و متابولیسم هوازی حاصل می‌شود، البته ATP تولیدی از راه گلیکولیز سهم بیشتری دارد (۱). در شرایط طبیعی، عضله پس از چند ثانیه فعالیت خسته نمی‌شود که این موضوع نشان می‌دهد منبع انرژی دیگری به جز فسفاژن باید وجود داشته باشد. این انرژی از گلیکولیز رها می‌شود. در مقایسه با سیستم فسفاژن، ظرفیت کلی سیستم گلیکولیتیک برای تولید انرژی به شکل ATP زیاد است (۳۱۵،۷). به‌طور کلی فعالیت‌هایی که حدود ۱۰ ثانیه طول می‌کشند، به عنوان توان بی‌هوازی و فعالیت‌هایی که بیشتر از ۱۰ ثانیه طول می‌کشند، به عنوان ظرفیت بی‌هوازی در نظر گرفته می‌شوند (۱۴). به همین دلیل هنگام بررسی عملکرد بی‌هوازی، باید بین توان و ظرفیت تمایز قائل شد، چرا که توان بی‌هوازی بیشترین آزادسازی انرژی بی‌هوازی را نشان می‌دهد، درحالی‌که ظرفیت بی‌هوازی حداکثر انرژی بی‌هوازی را که یک شخص می‌تواند در هر مسابقه تا سرحد خستگی تولید کند، نشان می‌دهد (۶).

آزمون دویدن سرعت بی‌هوازی (RAST) که برای سنجش و اندازه‌گیری توان و ظرفیت بی‌هوازی به کار گرفته می‌شود، اولین بار در دانشگاه ولورهامتون انگلستان طراحی و ارائه شد. این آزمون شبیه به آزمون معروف وینگیت است و برخلاف آن، به صورت میدانی اجرا می‌شود (آزمون وینگیت بر روی دوچرخهٔ مونارک اجرا می‌شود). با اجرای آزمون میدانی RAST، حداکثر توان، حداقل توان، میانگین توان و شاخص خستگی فرد محاسبه و برآورد می‌شود. آزمون RAST با توجه به ماهیت حرکتی خود در مقایسه با آزمون وینگیت، به عنوان آزمونی معتبر برای ارزیابی قابلیت‌های بی‌هوازی مورد توجه قرار گرفته است (۱۵).

ال-هزا (۲۰۰۴)، با استفاده از آزمون وینگیت، اوج توان بازیکنان تیم ملی فوتبال عربستان را با توجه به وزن آنان محاسبه کرد و هنگارهای مربوط به پست آنها را از ۱۱/۳۱ تا ۱۳/۱۵ وات به ازای هر کیلوگرم وزن بدن ارائه داد (۹). مدت زمان ۳۰ ثانیه‌ای آزمون، آن قدر کوتاه است که ظرفیت

بی‌هوازی را کاملاً تحت تاثیر قرار داده و بر آورد دقیق‌تری از توان و ظرفیت بی‌هوازی ارائه می‌دهد. سهم ضمنی هوازی در عملکرد آزمون وینگیت، بیشتر از ۴۰ درصد پیشنهاد شده است (۱۸). چنین یافته‌هایی با همبستگی‌های کم تا متوسطی همسو هستند که بین VO_{2max} و عملکرد سرعتی بی‌هوازی هنگام آزمون وینگیت و سرعت‌های تکراری در بازیکنان فوتبال دیده شده‌اند (۱۰). از دیگر محدودیت‌های آزمون وینگیت علاوه بر هزینه بودن آن، شکل فعالیت ورزشی است. در مقایسه با آزمون وینگیت، تردمیل و آزمون‌های میدانی روش مناسب‌تری برای سنجش توان تولیدی و ظرفیت بی‌هوازی در رشته‌هایی است که با حرکت و جابه‌جایی همراه هستند (۱۰).

گزارش شده که آزمون RAST دارای پایایی زیادی ($r = 0.88$) است و در بر آورد توان و ظرفیت بی‌هوازی، می‌توان آن را به‌جای آزمون وینگیت به‌کار گرفت. بالاسیناس و همکاران (۲۰۰۶) در تحقیقی که اثرهای یک دوره تمرینات ویژه بر روی برخی از عوامل عملکردی و حرکتی بسکتبالیست‌های جوان لتونی را مورد ارزیابی قرار دادند، برای بر آورد آمادگی بی‌هوازی ورزشکاران از آزمون RAST استفاده کردند. در این تحقیق ظرفیت بی‌هوازی 48 ± 565 وات و شاخص خستگی $0.18 \pm 5/4$ به‌دست آمد (۱۱).

مربیان می‌توانند از پرش عمودی به‌عنوان پیش‌بینی‌کننده توان بی‌هوازی استفاده کنند. این کار به‌ویژه برای مربیان تیم‌های والیبال کمک‌کننده است. چنانچه کازابالیس و همکاران (۲۰۰۵) ارتباط معنی‌دار و زیادی ($r = 0.86$) را بین پرش عمودی و اوج توان بی‌هوازی که از طریق آزمون وینگیت در والیبالیست‌های نخبه کسب شد، به‌دست آوردند (۱۶).

یکی از آزمون‌های میدانی که برای بر آورد ظرفیت بی‌هوازی استفاده می‌شود، آزمون $MSRT^*$ (آزمون ۱۵ متر رفت و برگشت) است. این آزمون از نظر اجرا ساده است و فقط به کرومومتر و یک ماشین حساب نیاز دارد. نتایج نشان می‌دهد که ارتباطی خطی بین میانگین بیرون‌ده توان و اجرا در آزمون $MSRT$ وجود دارد. کوپر و همکاران (۲۰۰۴) این آزمون را با آزمون وینگیت مقایسه کردند. آزمودنی‌های این تحقیق را ۷۲ نفر از ورزشکاران زن دانشگاهی تشکیل می‌دادند که در

۱. Balciunas et al.

۲. Kasabalis et al.

۳. Multistage shuttle run test

۴. Cooper et al.

رشته‌های نت بال، راجی و هاکی فعالیت می‌کردند. این آزمون، سه بار در جلسه‌های متفاوت از این ورزشکاران گرفته شد. نتایج نشان داد که همبستگی قوی‌ای بین میانگین برون‌ده توان و زمان رسیدن به واماندگی در آزمون MSRT وجود دارد. نتیجه گرفته شد که نمره‌های کسب‌شده در آزمون MSRT قابلیت نگرارپذیری (پایایی) دارد و ظرفیت بی‌هوازی از طریق این آزمون به‌خوبی قابل پیش‌بینی است (۱۳).

نکته قابل توجه در این زمینه، این است که تاکنون در داخل کشور آزمون RAST و روش اجرایی آن به‌صورت گسترده معرفی نشده و مورد استفاده قرار نگرفته است. در واقع، با اجرای این پژوهش، یکی از آزمون‌های معتبر در حوزه علوم ورزشی، به جامعه ورزشی کشور اعم از پژوهشگران، مربیان، معلمان و دست‌اندرکاران تربیت‌بدنی و علوم ورزشی معرفی و ارائه خواهد شد. همچنین با توجه به نقش و اهمیت توان و ظرفیت بی‌هوازی در بیشتر رشته‌های ورزشی، هنجاری قابل استناد براساس یافته‌های پژوهش حاضر که جوانان و به ویژه ورزشکاران رشته‌های مختلف بتوانند براساس آن خود را با ملاک‌های موجود ارزیابی کنند، در دسترس قرار خواهد گرفت. بر همین اساس، هدف اصلی از اجرای پژوهش حاضر، تدوین هنجار ملی آزمون دویدن سرعتی بی‌هوازی (RAST) برای جوانان رده سنی ۱۵ تا ۲۵ سال در ارزیابی توان و ظرفیت بی‌هوازی است.

روش‌شناسی پژوهش

جامعه و نمونه آماری و نحوه گزینش آنان

جامعه آماری این پژوهش کلیه جوانان ۱۵ تا ۲۵ ساله دختر و پسر ایرانی است که در حال حاضر مقیم کشورند. افراد مورد بررسی از بین نژادها و قومیت‌های مختلف ایرانی که از نظر جغرافیایی در مناطق شمالی، جنوبی، شرقی، غربی و مرکزی اقامت دارند، انتخاب شده‌اند. نمونه مورد بررسی ۱۱ هزار دختر و پسر ایرانی از ۵ استان پرجمعیت شمالی، جنوبی، شرقی، غربی و مرکزی است که به‌صورت خوشه‌ای انتخاب شدند. بر همین اساس از هر استان ۲۲۰۰ نفر (۱۱۰۰ دختر و ۱۱۰۰ پسر) انتخاب شدند و آزمون RAST را اجرا کردند. با توجه به گزوه‌های سنی افراد که از ۱۵ تا ۲۵ سال را در بر می‌گرفت (۱۱ گروه سنی)، از هر گروه سنی، ۱۰۰ نفر انتخاب شدند و مورد بررسی قرار گرفتند (۱۱×۱۰۰=۱۱۰۰).

روش جمع آوری داده‌ها

الف) آزمودنی‌ها

آزمودنی‌های تحقیق حاضر را جوانان ۱۵ تا ۲۵ ساله دختر و پسر تشکیل می‌دادند. ملاک انتخاب آزمودنی‌ها، سن آنان بود. از طرف دیگر، داشتن سلامت جسمانی و عدم ابتلا به بیماری‌ها و ناهنجاری‌های جسمانی و اسکلتی مانند کوتاهی پیک پا، نقص عضو و ... ملاک انتخاب آزمودنی‌ها قرار گرفت. با توجه به اهداف پژوهش، آزمودنی‌های تحقیق حاضر از هر تیپ بدنی شامل لاغر، عضلانی و چاق مورد توجه قرار گرفتند. همچنین شرکت همه دختران و پسران ۱۵ تا ۲۵ ساله از نظر سطح فعالیت بدنی و داشتن آمادگی جسمانی بدون مانع بود. به عبارت دیگر، بین افراد مورد بررسی، ورزشکاران و افراد بدون تمرین حضور داشتند.

ب) متغیرهای عملکردی

۱. **اوج توان:** توان بیشینه یا اوج توان فرد با استفاده از بیشترین مقدار عددی حاصل از اجرای آزمون RAST بر حسب وات به دست می‌آید. برای این کار از رابطه نسبت مربع مسافت طی شده بر مکعب زمان سپری شده برای طی کردن مسافت ۳۵ متر استفاده می‌شود (۱۵).
۲. **حداقل توان:** توان حداقل، کمترین مقدار عددی حاصل از اجرای آزمون RAST بر حسب وات با استفاده از رابطه وزن ضرب در نسبت مربع مسافت طی شده بر مکعب زمان سپری شده در طی مسافت ۳۵ متر است (۱۵).
۳. **میانگین توان:** میانگین توان که در واقع نشان دهنده ظرفیت بی‌هوازی فرد است، با استفاده از مجموع توان‌های حاصل از شش بار اجرای آزمون RAST (بر حسب وات)، بر عدد ۶ به دست می‌آید. به عبارت دیگر، با توجه به اینکه آزمودنی، در اجرای آزمون RAST مسافت ۳۵ متر را شش بار طی می‌کند، مجموع هریک از توان‌های به دست آمده در هریک از مراحل تقسیم بر عدد ۶ نشان دهنده میانگین توان فرد مورد بررسی خواهد بود (۱۵).
۴. **شاخص خستگی:** شاخص خستگی، از تفاضل توان بیشینه از توان حداقل بخش بر زمان کل شش بار دویدن مسافت ۳۵ متر در آزمون RAST به دست می‌آید که بر حسب وات بر تاییه محاسبه می‌شود. در واقع در روش ارزیابی شاخص خستگی هر فرد، اوج توان، توان حداقل و کل زمان سپری شده در اجرای آزمون RAST مورد توجه قرار می‌گیرد (۱۵).

ج) روش اجرای آزمون

برای اجرای آزمون RAST، ابتدا آزمودنی‌ها به مدت ۱۰ تا ۱۵ دقیقه بدن خود را گرم کردند. دستگاه فتوفینیش ویژه ثبت زمان اجرای آزمون RAST در هر مرحله، بر حسب ثانیه و صدم ثانیه به فاصله ۳۵ متر در سالن سرپوشیده دارای کفپوش قرار گرفت. با شروع حرکت آزمودنی از خط «استارت» دستگاه فتوفینیش به صورت خودکار شروع به کار می‌کند و با گذشتن آزمودنی از خط پایان، زمان سنج دستگاه متوقف می‌شود. پس از گذشت ۱۰ ثانیه، دستگاه به صورت خودکار بوق اخطار را به صدا درمی‌آورد که به این معنی بود که آزمودنی باید دور دوم دوییدن خود را شروع کند. هر یک از آزمودنی‌ها، مسافت ۳۵ متری را شش بار با سرعت هرچه تمام‌تر طی کردند و زمان مربوط هر مرحله ثبت شد (۱۵).

د) ابزار جمع‌آوری اطلاعات

برای جمع‌آوری اطلاعات مورد نیاز، دستگاه فتوفینیش ویژه‌ای توسط شرکت پوریا الکترونیک طراحی و ساخته شد. از ویژگی‌های دستگاه فتوفینیش ویژه آزمون RAST، اعلام بوق اخطار به فاصله ۱۰ ثانیه و همچنین حساسیت چشم‌های الکترونیکی آن در دو جهت بود، به گونه‌ای که اجرای آزمون از دو طرف (چپ به راست و راست به چپ) یا توجه به ماهیت آن امکان‌پذیر بود. برگه ثبت نتایج اجرای آزمون RAST در شش مرحله نیز از جمله ابزار مورد استفاده برای جمع‌آوری اطلاعات مورد نیاز و ثبت داده‌ها بود.

با توجه به تعدد معادلات مورد استفاده برای محاسبه سرعت، شتاب و در نهایت محاسبه توان، اوج توان، توان حداقل، میانگین توان و شاخص خستگی، برنامه‌ای در نرم‌افزار Excel با هدف تسهیل محاسبات مربوط و پیشگیری از بروز اشتباهات، تدوین و طراحی شد، به گونه‌ای که تنها با وارد کردن زمان‌های اجرای آزمون RAST، در شش مرحله (بر حسب ثانیه و درصدهای آن) متغیرهای مورد نظر یعنی توان بیشینه، حداقل توان، میانگین توان و شاخص خستگی بی‌درنگ محاسبه می‌شد و در دسترس قرار می‌گرفت.

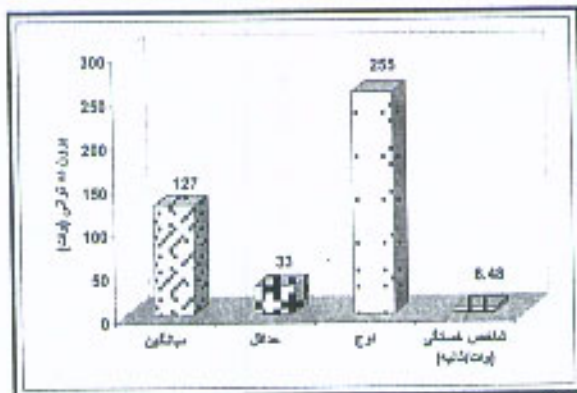
روش آماری

بر اساس اهداف ویژه این پژوهش، برای تدوین هنجار ملی آزمون RAST در هریک از رده‌های سنی ۱۵ تا ۲۵ سال، از روش‌های آماری مناسب از جمله شاخص‌های گرایش مرکزی مانند میانگین، میانه و

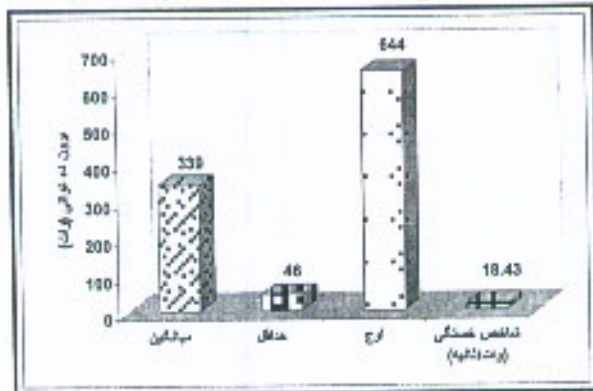
بررسی بر اساس هنجار به دست آمده، از فراوانی های درصدی استفاده شد. همچنین برای مقایسه مقادیر مربوط به مقادیر میانگین، حداقل، اوج برون ده توانی و شاخص خستگی در بین گروه های دختر و پسر به صورت جداگانه، روش های آمار استنباطی (آزمون تی مستقل) به کار گرفته شد.

یافته های پژوهش

یافته های آماری مربوط به میانگین، حداقل و اوج برون ده توانی و همچنین شاخص خستگی دختران و پسران ۱۵ تا ۲۵ ساله به صورت جداگانه در نمودارهای ۱ و ۲ ارائه شده است:



نمودار ۱. میانگین، حداقل و اوج برون ده توانی و شاخص خستگی کلیه دختران ۱۵ تا ۲۵ ساله



نمودار ۲. میانگین، حداقل و اوج برون ده توانی و شاخص خستگی کلیه پسران ۱۵ تا ۲۵ ساله

جدول های ۱ و ۲ به ترتیب هنجارهای مربوط به میانگین، اوج، حداقل برون ده توانی و شاخص خستگی دختران و پسران ۱۵ تا ۲۵ ساله را در آزمون دویدن سرعتی بی هوازی نشان می دهند.

جدول ۱. هنجارهای میانگین، اوج، حداقل پرونده توانی و شاخص خستگی دختران ۱۵ تا ۲۵ ساله

در آزمون دویدن سرعتی بی هوای

نقاط درصدی	تفسیر نتایج	میانگین پرونده توانی (وات)	حداکثر پرونده توانی (وات)	حداقل پرونده توانی (وات)	شاخص خستگی (وات بر ثانیه)
۵	خیلی ضعیف	۶۵/۲۸	۸۶/۵۸	۴۳/۷۰	۴/۸۸
۱۰	ضعیف	۷۳/۹۳	۹۸/۳۷	۵۲/۰۲	۲/۴۹
۱۵	ضعیف	۸۰/۵۷	۱۰۵/۸۶	۵۸/۰۸	۲/۷۰
۲۰		۸۵/۶۹	۱۱۳/۱۵	۶۳/۰۳	۲/۲۵
۲۵		۹۰/۹۵	۱۱۹/۶۲	۶۶/۳۶	۲/۰۰
۳۰	متوسط به پایین	۹۶/۲۹	۱۲۶/۰۷	۷۰/۰۱	۱/۸۴
۳۵		۱۰۲/۱۹	۱۳۲/۰۹	۷۳/۵۶	۱/۷۰
۴۰	متوسط	۱۰۶/۲۳	۱۳۸/۵۵	۷۷/۱۴	۱/۵۶
۴۵		۱۱۱/۹۵	۱۴۵/۴۷	۸۰/۴۲	۱/۴۵
۵۰		۱۱۶/۳۸	۱۵۲/۲۸	۸۴/۰۶	۱/۳۵
۵۵	متوسط به بالا	۱۲۲/۹۹	۱۶۰/۷۲	۸۸/۴۹	۱/۲۷
۶۰		۱۲۸/۲۷	۱۶۸/۴۲	۹۳/۳۳	۱/۱۷
۶۵		۱۳۴/۳۲	۱۷۸/۹۳	۹۸/۱۸	۱/۰۹
۷۰	خوب	۱۳۹/۶۰	۱۸۶/۷۳	۱۰۴/۱۰	۱/۰۰
۷۵		۱۵۰/۰۹	۱۹۹/۳۹	۱۱۰/۳۲	-۱/۹۲
۸۰		۱۵۷/۹۶	۲۱۳/۰۵	۱۱۹/۱۰	-۱/۸۳
۸۵	عالی	۱۷۰/۸۶	۲۳۴/۵۹	۱۲۷/۲۲	-۱/۷۵
۹۰		۱۹۰/۹۹	۲۵۹/۴۳	۱۴۱/۳۰	-۱/۶۶
۹۵		۲۱۷/۱۳	۳۰۵/۹۳	۱۷۱/۸۲	-۱/۵۶
۱۰۰		۲۴۵/۱۶	۳۵۵/۰۰	۲۰۵/۸۹	-۱/۴۳

جدول ۲. هنجارهای میانگین، اوج، حداقل برون‌ده توانی و شاخص خستگی پسران ۱۵ تا ۲۵ ساله

در آزمون دویدن سرعتی بی‌هوازی

شاخص خستگی (وات بر ثانیه)	حداقل برون‌ده توانی (وات)	حداکثر برون‌ده توانی (وات)	میانگین برون‌ده توانی (وات)	تفسیر نتایج	نقاط درصدی
۹/۹۳	۱۱۹/۷۲	۲۹۱/۳۴	۱۷۴/۹۸	خیلی	۵
۹/۵۹	۱۴۳/۵۹	۳۱۴/۰۸	۲۰۲/۱۶۰	ضعیف	۱۰
۸/۳۳	۱۶۱/۹۵	۳۳۲/۳۳	۲۲۸/۵۱	ضعیف	۱۵
۸/۶۰	۱۷۶/۸۷	۳۵۰/۴۷	۲۴۶/۴۶		۲۰
۷/۸۰	۱۹۰/۳۵	۳۶۷/۷۳	۲۶۱/۵۰		۲۵
۷/۲۰	۲۰۱/۸۹	۳۸۲/۹۸	۲۷۶/۹۰	متوسط به پایین	۳۰
۶/۷۳	۲۱۰/۴۲	۳۹۷/۹۲	۲۹۳/۳۳		۳۵
۶/۲۹	۲۱۹/۵۶	۴۱۱/۵۸	۳۰۶/۸۰	متوسط	۴۰
۵/۸۹	۲۲۹/۴۲	۴۲۴/۴۶	۳۲۰/۱۹۰		۴۵
۵/۵۳	۲۳۹/۲۷	۴۴۵/۷۹	۳۳۳/۸۸		۵۰
۵/۱۸	۲۴۸/۸۱	۴۶۶/۰۴	۳۴۷/۶۵	متوسط به بالا	۵۵
۴/۸۴	۲۵۸/۸۷	۴۸۰/۹۱	۳۶۱/۱۶۹		۶۰
۴/۵۳	۲۶۸/۵۱	۴۹۹/۸۱	۳۷۵/۶۱	خوب	۶۵
۴/۲۰	۲۷۹/۴۲	۵۱۹/۵۶	۳۹۳/۴۹		۷۰
۳/۸۹	۲۹۴/۷۸	۵۴۴/۵۶	۴۰۹/۴۷	خوب	۷۵
۳/۵۳	۳۰۹/۵۱	۵۶۹/۵۷	۴۲۱/۳۳		۸۰
۳/۱۴	۳۳۰/۲۳	۵۹۸/۵۶	۴۵۸/۳۹		۸۵
۲/۷۰	۳۵۵/۳۱	۶۲۴/۴۸	۴۹۲/۲۷	عالی	۹۰
۲/۳۷	۳۹۸/۱۹	۶۹۲/۹۵	۵۴۷/۹۸		۹۵
۱/۷۷	۴۴۲/۸۴	۷۴۵/۸۳	۶۱۵/۰۶		۱۰۰

بحث و نتیجه گیری

نتایج نشان داد که ظرفیت بی‌هوای دختران در مقایسه با پسران در کلیه رده‌های سنی ۱۵ تا ۲۵ سال در سطح پایین‌تری قرار دارد. یافته‌های پژوهش هادوی و جعفری نیز حاکی از بیشتر بودن قابلیت‌های جسمانی و حرکتی پسران در مقایسه با دختران رده‌های سنی ۹ تا ۱۷ سال بود (۲۰۸). همچنین یافته‌ها حاکی از آن بود که هر یک از رده‌های سنی ۱۵ تا ۲۵ سال، دارای هنجار مربوط به خود است. به عبارت دیگر، با افزایش سن دختران و پسران، ظرفیت بی‌هوای، میانگین و اوج پرونده توانی نیز افزایش می‌یابد. با این حال، میانگین، حداقل، اوج پرونده توانی و شاخص خستگی دختران در مقایسه با پسران در سطوح پایین‌تری قرار دارد.

این یافته‌ها حاکی از همخوانی نتایج پژوهش حاضر با یافته‌های پژوهش بارور (۱۹۹۵) و لاریوایر و گودبوت (۱۹۷۶) مبنی بر افزایش قابلیت‌های بی‌هوای دختران و پسران با افزایش سن است (۱۲، ۱۷). با این حال، باید توجه داشت که توان بی‌هوای افراد پس از ۲۰ سالگی به تدریج رو به کاهش می‌گذارد؛ اگرچه تفاوت‌های فردی و سطوح مختلف آمادگی بدن نزد اقشار مختلف، ممکن است این سن را تحت تأثیر خود قرار بدهد، ادبیات پژوهش حاکی از این کاهش نزد مردان و زنان است که به نظر می‌رسد این کاهش با افزایش سن، رابطه خطی دارد، به گونه‌ای که در هر ۱۰ سال، ۶ درصد از توان بی‌هوای کاسته می‌شود (۶). همان‌گونه که در پژوهش حاضر نیز مشاهده شد، هم در دختران و هم در پسران با افزایش سن پس از ۲۰ سالگی، کم و بیش قابلیت‌های بی‌هوای افراد کاهش می‌یابد (جدول‌های ۱ و ۲) که با ادبیات موجود همخوانی دارد.

از عوامل مطرحی که می‌توان در زمینه افزایش قابلیت‌های بی‌هوای همزمان با افزایش سن دختران و پسران تا ۲۰ سالگی به آن اشاره کرد، کم‌حجم بودن توده عضلات بدن در کودکی است که با افزایش سن، افزایش می‌یابد و موجب بهبود قابلیت‌های بی‌هوای می‌شود. پس از ۲۰ سالگی به نظر می‌رسد کاهش قابلیت‌های بی‌هوای را می‌توان به عدم تمایل یا ناتوانی افراد در اجرای حرکات سریع و انفجاری نسبت داد.

نتایج پژوهشی محققان نشان داد که میانگین و اوج پرونده توانی و همچنین شاخص خستگی آزمودنی‌ها در مقایسه با جامعه مورد بررسی در تحقیق حاضر، بیشتر بود. نکته قابل توجه در مورد یافته‌های این محققان، تعداد اندک نمونه‌های زن (۵۹ نفر) و مرد (۶۲ نفر) است. همچنین نژاد افراد *SID.ir* پژوهشگران و منطقه جغرافیایی اجرای آزمون از نظر ارتفاع از سطح دریا، ممکن است بر نتایج تحقیق

اثر بگذارد. اگرچه میانگین و اوج برون‌ده توانی نمونه مورد بررسی در پژوهش ماد و شولتز بیشتر از میانگین و اوج برون‌ده توانی پژوهش حاضر بود، نمونه تحقیق آنها، از شاخص خستگی بیشتری برخوردار بود. این نتایج با یافته‌های پژوهش حاضر همخوانی دارد، چراکه در نمونه‌های پژوهش حاضر نیز مشاهده شد که هرچه اوج و میانگین برون‌ده توانی بیشتر باشد، شاخص خستگی نیز بیشتر است. به همین ترتیب در مقایسه شاخص خستگی دختران و پسران، یافته‌های سایر پژوهشگران نشان‌دهنده آن است که پسران شاخص خستگی بیشتری دارند. این موضوع در تحقیق حاضر نیز نشان داده شد. مقادیر کمی اوج و میانگین توان دختران در مقایسه با پسران کمتر است که توجیهی برای عدم کاهش بیشتر برون‌ده توانی در مراحل پایانی آزمون RAST است، به همین دلیل شاخص خستگی افت چندانی نداشت. همچنین دختران در مقایسه با پسران مرحله رشدی کوتاه‌تری در قابلیت‌های بی‌هوازی دارند. پسران به‌طور معمول تا ۲۰ سالگی می‌توانند در قابلیت‌های بی‌هوازی خود پیشرفت داشته باشند، ولی دختران، اغلب در سن بلوغ به حداکثر قابلیت‌های بی‌هوازی خود دست می‌یابند که این روند پس از آن متوقف می‌شود (بارور، ۱۹۹۵). بنابراین، به‌نظر می‌رسد تفاوت‌های بیولوژیکی و ویژگی‌های وراثتی مربوط به پسران و دختران، کمتر بودن قابلیت‌های بی‌هوازی نزد دختران را تبیین می‌کند.

به‌طور کلی یافته‌های پژوهش حاضر، حاکی از آن است که قابلیت‌های بی‌هوازی دختران در مقایسه با پسران در تمام سطوح سنی ۱۵ تا ۲۵ سال، کمتر است، از این رو آنان شاخص خستگی کمتری نیز دارند. همچنین هر یک از گروه‌های سنی دختران و پسران دارای هنجار خاص و مربوط به خود است که می‌توان آن را مبنا و ملاک عمل قرار داد و هر گروه سنی باید بر اساس هنجارهای خاص خود، مورد ارزیابی قرار گیرد. در نهایت اینکه عوامل متعددی از جمله سن، جنس، توده‌عضلاتی، فعالیت بدنی و وراثت ممکن است قابلیت‌های بی‌هوازی افراد را تحت تأثیر قرار دهد.

منابع

- ۱- پاورز، اسکات؛ هاوولی، ادوارد. نظریه و کاربرد فیزیولوژی ورزشی، بختيار ترتيبان، جلد اول، انتشارات دانشگاه ارومیه، ۱۳۷۷
 - ۲- رابرتز، رابرت. آ؛ رابرتس، اسکات. اصول بنيادی فیزیولوژی ورزشی، ترجمه عباسعلی گائینی؛ ولی الله دیدی روشن، انتشارات سمت، تهران، ۱۳۸۴
 - ۳- فاکس، ادوارد. ال؛ ماتیس، دونالد. کک. فیزیولوژی ورزشی، ترجمه اصغر خاللدان، جلد اول، چاپ هشتم، انتشارات دانشگاه تهران، تهران، ۱۳۸۳
 - ۴- موگان، وان؛ گلیسون، میکائیل؛ گرین حاف، پاتول. بیوشیمی فعالیت های ورزشی، ترجمه عباسعلی گائینی همکاران، انتشارات سمت، تهران، ۱۳۸۰
 - ۵- کشاورز، سعید. شناخت توان هوازی و بی هوازی بازیکنان لیگ برتر در پست های مختلف، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده تربیت بدنی، دانشگاه اصفهان، ۱۳۸۳
 - ۶- جعفری هوشنگ. نورم های آمادگی جسمانی دختران و پسران دانش آموز ۹ الی ۱۷ سال استان اردبیل و مقایسه آن با چند استان منتخب، پایان نامه کارشناسی ارشد دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران به راهنمایی دکتر علیمحمد امیرتاش، ۱۳۷۳
 - ۷- رولند، تامس. فیزیولوژی ورزشی دوران رشد، ترجمه عباسعلی گائینی، انتشارات دانش افروز، تهران، ۱۹۹۶
 - ۸- هادوی، فریده. بررسی وضعیت جسمانی؛ قابلیت حرکتی داوطلبان ورود به دوره کارشناسی تربیت بدنی، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تربیت معلم تهران، ۱۳۶۸
۹. <http://www.brianmac.demon.co.uk>
۱۰. Al-Hazzaa H.M, Almuzaini K.S, Al-Rafaee A, Sulaiman M.A, Daftardar M. Y, Al-Ghamedi A, and Khuraiji K, (2004). Aerobic and anaerobic power characteristics of Saudi elite soccer players. Journal of Sports Medicine and Physical Fitness, 41, 54-61.
۱۱. Tabata I and et al, (1996). Effect of moderate-intensity endurance and high intensity intermittent training on; anaerobic capacity and VO_{2max} , Med sci, Sports Exerc; 28, 1327-30.

۱۲. Aziz A.R, Tan F.Y.H, and Teh K. C, (2004). Physiological attributes of professional players in the Singapore soccer league. *Journal of Sports Sciences* 22, 522-523.
۱۳. Balčiūnas, M. Stonkus, S. Abrantes, C. and Sampaio, j, (2006). long term effect of different training modalities on power, speed, skill and anaerobic capacity in young male basketball players. *Journal of Sports Science and Medicine*. 5, 163-170.
۱۴. Kasabalis, A. Douda, H. Tokmakidis, SP, (2005). Relationship between anaerobic power and jumping of selected male volleyball players of different ages. *Percept Mot Skills*. 100(3pt1):607-14.
۱۵. Cooper, S. Baker, J. Eaton, Z. Matthews, N, (2004). A simple multistage field test for the prediction of anaerobic capacity in female games players. Cardiff cf23 6XD, wales, UK.
۱۶. Bar-or O, (1995). The young athlete: Some physiological considerations, *Journal of Sports Sciences*. 13, 31-3
۱۷. Hoffman Jay.R, (2006). Norm for Fitness, Performance and Health, USA, Human Kinetics..
۱۸. Lariviere, G. & Godbaut, P, (1976). Mesure de la condition physique et de l'efficacite technique de joueurs de hokcey sur glace: normes pour differences categories de joueurs. Quebec, PQ: Editions du pelican.