

حرکت

شماره ۱۰ - ص ص: ۴۹-۶۵

تاریخ دریافت: ۸۰/۸/۱۲

تاریخ تصویب: ۸۰/۹/۱۴

طراحی و ساخت دستگاه الکترونیکی سینا شاتلران جهت برآورد اکسیژن مصرفی بیشینه افراد بزرگسال و بررسی پایایی دستگاه طراحی شده و آزمون شاتلران

دکتر فرزاد ناظم^۱ - اکبر سازوار - دکتر نادر فرهپور
استادیار دانشگاه بوعلی سینا همدان - کارشناس ارشد دانشگاه بوعلی سینا -
استادیار دانشگاه بوعلی سینا همدان

چکیده

در این تحقیق، ابتدا طراحی و ساخت دستگاه الکترونیکی سینا شاتلران (Sina. Sh.R.Tester) انجام گرفت، به طوری که علاوه بر برنامه ریزی نواخت منظم و پیشرونده آهنگ‌های دویدن مطابق دستورالعمل آزمون شاتلران نوع اول با تناوب‌های زمانی یک دقیقه‌ای، در پایان بتواند ارزش نسبی VO_2max هشت نفر را به طور همزمان با فشار کلیدهای تعبیه شده در حداقل زمان ممکن محاسبه کند. از سوی دیگر، حساسیت تکرارپذیری و پایایی دستگاه طراحی شده و آزمون شاتلران بررسی گردید، تا با ابداع روش‌های نوین و ابتکار در ساخت دستگاه‌های جدید، زمینه تخمین شاخص طلایی حداکثر اکسیژن مصرفی افراد را آسان‌تر سازند. از میان این روش‌ها، آزمون دورفت و برگشت ۲۰ متر قابل توجه است که از سوی اتحادیه ورزشی اروپا (Eurofit) به عنوان یک آزمون میدانی بیشینه معتبر در سنجش VO_2max معرفی شده است. روش اجرا - دستگاه سینا شاتلران با هدایت استاد راهنما در دانشگاه بوعلی سینا، جهت نواخت آهنگ‌های آزمون شاتلران و محاسبه خودکار VO_2max طراحی و ساخته شد. سپس تکرارپذیری آن مورد بررسی قرار گرفت. برای نواخت آهنگ‌ها و محاسبه خودکار VO_2max ، همبستگی $R^2 = 1$ به دست آمد. آزمودنی‌ها دوبار متناوب آزمون شاتلران را با فاصله زمانی ۴۸ ساعت با گزینش تصادفی اجرا کردند و همبستگی ($R = 0.99, P < 0.001$) به دست آمد. این یافته‌ها نشان می‌دهد که آزمون میدانی شاتلران و دستگاه طراحی شده از تکرارپذیری بالایی برخوردار است.

واژه‌های کلیدی

آزمون دو ۲۰ متر رفت و برگشت (SHUTTLE RUN TEST)، دستگاه طراحی شده SH.R، پایایی و حداکثر اکسیژن مصرفی VO_2max .

مقدمه

آمادگی قلب و عروق، از شاخص‌های معتبر در سلامتی عملکرد دستگاه گردش خون و قلمرو ورزش قهرمانی است. این عامل همواره علاقه و توجه متخصصان علوم ورزشی را به خود معطوف کرده و آنها را بر این امر واداشته است که روش‌های نوین و دستگاه‌های جدیدی را جهت تخمین شاخص تلایبی حداکثر اکسیژن مصرفی آزمودنی‌ها، ابداع کنند. بدین ترتیب، روش‌های آزمایشگاهی و میدانی گوناگونی، به وجود آمده است.

روش‌های آزمایشگاهی، به ویژه ابزارهای مجهز به رایانه، از اعتبار و دقت بالایی برخوردارند، ولی به دلیل گران‌قیمت بودن، برای همگان قابل استفاده نیستند. از طرف دیگر، آزمون‌های میدانی ارزان‌تر و قابل استفاده‌تر عرضه شده است، ولی نسبت به آزمون‌های آزمایشگاهی از اعتبار پایین‌تری برخوردارند.

کارشناسان علوم ورزشی در تهیه و معرفی آزمون‌هایی تلاش می‌کنند که علاوه بر سهولت اجرا برای اقل‌ساز مختلف جامعه، از اعتبار و پایایی بالایی در سنجش آمادگی دستگاه قلبی - عروقی افراد برخوردار باشند. از میان آنها می‌توان به آزمون دو رفت و برگشت ۲۰ متر اشاره کرد که از سوی اتحادیه ورزشی اروپا، به عنوان آزمون میدانی معتبر در سنجش VO_2max معرفی شده است (۳۷).

به نظر می‌رسد که آزمون شاتل‌ران، با توجه به امکانات محدود فیزیکی ورزش کشورمان، شیوه سنجش مناسبی در برآورد حداکثر اکسیژن مصرفی آزمودنی‌ها باشد، زیرا تنها به یک دستگاه الکترونیکی با ابعاد ۳۰×۲۰ سانتی‌متر جهت نواختن آهنگ‌های دویدن و مکانی به طول ۲۰ متر جهت

اجرای آزمون، نیاز دارد.

آزمون هوازی شاتل‌ران توسط لی جیر و لمبرت^۱ (۲۲) در سال ۱۹۸۲ ابداع شد. در سال ۱۹۸۳، لی جیر و مرسیر^۲ (۲۳) تغییراتی در آن به وجود آوردند، به طوری که سرعت شروع آزمون از ۸ به ۸/۵ Km/h افزایش و مراحل دو دقیقه‌ای کار، به مراحل اجرای یک دقیقه‌ای کاهش یافت. همچنین در هر دقیقه ۰/۵ Km/h، بر سرعت دویدن آزمودنی‌ها افزوده می‌شود که به آن آزمون شاتل‌ران نوع II، اطلاق گردید. در سال ۱۹۸۹، لی جیر و گادوری^۳ (۲۵) تغییرات دیگری را در آزمون شاتل‌ران ایجاد کردند که یکی در سرعت دویدن بود که از ۸/۵ به ۸ Km/h تقلیل یافت و دیگری در مراحل اجرای آزمون بود که در دقیقه اول فعالیت، سرعت دویدن ۸ Km/h و در دقیقه دوم ۹ Km/h و از این مرحله به بعد در دقیقه بیست و یکم در هر دقیقه ۰/۵ Km/h بر سرعت دویدن افزوده می‌شد، اما از دقیقه ۲۱ تا ۲۳، سرعت ثابت باقی می‌ماند (۱۴ و ۲۵)، این آزمون، شاتل‌ران نوع I نامیده شد. اعتبار آزمون شاتل‌ران در مطالعات زیادی مورد بررسی شده که چکیده تعدادی از آنها در جدول ۱ آمده است.

پایایی آزمون شاتل‌ران در پیشگویی VO_2max

شواهد پژوهشی درباره سنجش پایایی آزمون شاتل‌ران، نشان می‌دهد که این آزمون از قابلیت تکرارپذیری بالایی در سنجش حداکثر اکسیژن مصرفی آزمودنی‌ها برخوردار است، به طوری که از تکرار آزمون، نتایج مشابهی به دست می‌آید و با ضریب اطمینان بالایی می‌توان از این آزمون برای برآورد VO_2max استفاده کرد.

به نظر می‌رسد که پایایی آزمون شاتل‌ران در داخل کشور، مورد بررسی قرار نگرفته است. با وجود این، چکیده نتایج تحقیقات انجام شده در خارج از کشور، در جدول زیر آورده شده است.

1- Leger and Lambert

2- Mercier

3- Gadoury

چکیده تحقیقات پیرامون پایایی آزمون شاتل‌ران در افراد ورزشکار و غیرورزشکار

منبع	همبستگی بین دو بار اجرای آزمون شاتل‌ران	آزمودنی‌ها	پژوهشگران
(۳۱)	$r = ۰/۹۳$	۲۰ دانش‌آموز ۱۵-۱۲ ساله	Nora Ya - 1992
(۳۷)	$r = ۰/۹۱$	۲۰ مرد و زن ۲۰-۳۵ ساله	John Sproule MSC 1993
(۳۸)	$r = ۰/۸۷$	۲۰ ورزشکار دوندۀ واسکواش ۱۹-۲۵	A.ST Clair Gibson-1998
(۲۲)	$r = ۰/۹۷۵$	۵۰ آزمودنی ۲۰-۳۵ ساله	Leger.I and Lambert. J-1982
(۲۴)	$r = ۰/۸۹$ $r = ۰/۹۵$	۱۳۹ پسر و دختر ۱۶-۶ ساله ۸۱ مرد و زن ۲۰-۴۵ ساله	Leger.I-1988

از این رو، در تحقیق حاضر، ابتدا طراحی و ساخت دستگاه الکترونیکی شاتل‌ران مورد نظر است که علاوه بر نواخت منظم و پیش‌رونده آهنگ‌های دویدن در آزمون شاتل‌ران نوع اول، در پایان بتواند ارزش نسبی VO_2max چند آزمودنی را هم‌زمان با فشار تکمه‌های مربوط محاسبه کند. پایایی^۱ دستگاه طراحی شده و آزمون شاتل‌ران در دو نوبت جداگانه، مورد ارزیابی قرار خواهد گرفت.

مواد و روش‌ها

روش اجرای تحقیق

تحقیق حاضر از نوع کاربردی و شبه تجربی است. دستگاه سیناشاتل‌ران با هدایت استاد راهنما و مهندس الکترونیک در دانشگاه بوعلی سینا، جهت نواخت آهنگ‌های آزمون شاتل‌ران و محاسبه خودکار VO_2max طراحی و ساخته شد. در این تحقیق، پایایی آزمون شاتل‌ران نوع اول، در نمونه ۲۱ نفری از دانشجویان داوطلب ۲۵-۳۰ ساله دانشگاه بوعلی سینای همدان در برآورد حداکثر اکسیژن مصرفی آزمودنی‌ها و نیز پایایی سنجش دستگاه طراحی شده الکترونیک شاتل‌ران (تواتر آهنگ گام‌زنی) در برآورد VO_2max ، مورد بررسی قرار گرفت.

جامعه آماری و شیوه نمونه گیری

جامعه آماری پژوهش را، دانشجویان پسر ۲۵-۲۰ ساله دانشگاه بوعلی سینای همدان تشکیل می دادند، که در سال تحصیلی ۷۹-۷۸، در این دانشگاه مشغول به تحصیل بودند. تعداد ۲۱ نفر از دانشجویان رشته تربیت بدنی دانشگاه بوعلی سینا، طی نصب یک اطلاعیه، داوطلبانه انتخاب شدند، تا در بررسی پایایی آزمون شاتل ران نوع اول شرکت کنند.

این دانشجویان دوبار آزمون شاتل ران نوع اول را توسط دستگاه الکترونیک **Sh.R** در یک نیمروز و با فاصله زمانی ۴۸ ساعت و در دمای متوسط ۲۸ درجه سانتی گراد اجرا کردند. ویژگی های بدنی آزمودنی ها در جدول ۲ آورده شده است.

متغیرهای تحقیق

- متغیر مستقل

- آزمون بیشینه شاتل ران نوع اول با استفاده از دستگاه طراحی شده **SH.R** برای برآورد

VO₂max افراد

- متغیر وابسته

- **VO₂max** برآورد شده از آزمون شاتل ران نوع اول

- ضربان قلب تمرین حاصل از آزمون شاتل ران نوع اول

- سرعت دویدن، مسافت و زمان طی شده در آزمون شاتل ران نوع اول

محدودیت های پژوهش

- سطح انگیزه آزمودنی ها در هنگام اجرای آزمون میدان **SH.R**

- تمرینات ورزشی قبل از اجرای آزمون

- حالات روانی، تفاوت های شخصیتی، فردی، ژنتیک و سطح انگیزش آزمودنی ها، قبل و

هنگام اجرای هر آزمون روشن نبود

- برآورد ارزش نسبی حداکثر اکسیژن مصرفی آزمودنی ها و کاربرد ریاضی آن در حافظه رایانه

دستگاه الکترونیک شاتل ران بر پایه محاسبه فرمول **VO₂max** شاتل ران نوع اول، صورت گرفته است.

برآورد ظرفیت هوایی در آزمون شاتل ران نوع اول

برآورد حداکثر اکسیژن مصرفی و ضربان قلب ذخیره دانشجویان توسط آزمون شاتل ران نوع اول،

به روش زیر صورت گرفت (۱۴ و ۲۵).

ابتدا به منظور آشنایی دانشجویان با روش اجرای آزمون و دستگاه شاتل ران SH.R، آزمایشگر درباره نحوه اجرای آزمون و نحوه کار دستگاه شاتل ران، توضیحات کاملی به افراد داد تا در هنگام اجرای آزمون، با مشکل روبه‌رو نشوند. آزمودنی‌ها برای هماهنگ شدن تواتر گام‌زنی با آژیر دستگاه و رعایت گرم کردن به مدت دو دقیقه آزمون شاتل ران را اجرا می‌کردند تا بدین ترتیب خطای گام‌زنی افراد به صفر نزدیک شود. روش کار با دستگاه شاتل ران بدین صورت بود که بعد از روشن کردن دستگاه، نخست سن هر آزمودنی از دگمه‌های (P_1 تا P_8) و (UP Down) وارد حافظه دستگاه شده سپس با فشار دگمه Start آزمون شروع می‌شد و با خسته شدن هر آزمودنی مطابق مقیاس زیر، اطلاعات مربوط به آن فرد (مسافت، VO_2max و زمان اجرا) با فشار کلید مربوطه در حافظه دستگاه ذخیره می‌شد. این عمل ادامه داشت تا اینکه آخرین فرد (هشتمین نفر) هم خسته شده با فشار آخرین دگمه، نواخت آهنگ‌ها متوقف شود. در این حالت VO_2max و مسافت، زمان و سن هر فرد جداگانه در صفحه نمایش مشاهده می‌گردید. پس از گرم کردن دو دقیقه‌ای آزمودنی‌ها و آشنایی آنها با نحوه اجرای آزمون شاتل ران نوع اول، قبل از اجرای آزمون اصلی سن آزمودنی‌ها وارد حافظه دستگاه شد و به سینه هر آزمودنی شماره‌های پارچه‌ای یک تا هشت نصب می‌گردید تا هنگام خستگی و پایان آزمون، شماره شخص با دگمه‌های P_1 تا P_8 مطابقت داشته باشد و اطلاعات مربوط به آن فرد، در حافظه دستگاه ذخیره گردد.

آزمودنی‌ها به ابتدای خط شروع فراخوانده می‌شدند و آنگاه با فشار کلید Start و شنیده شدن اولین آژیر دستگاه، آزمون آغاز شده و آزمون‌ها به سوی انتهای خط ۲۰ متر می‌دویدند تا اینکه با شنیدن دومین آژیر، روی خط انتهایی ۲۰ متر باشند و سپس بلافاصله به سمت خط شروع برگردند، این حرکت رفت و برگشت ادامه داشت تا اینکه آزمودنی دوبار متوالی نتواند خود را همزمان با نواخته شدن آهنگ دستگاه به سه متری خطای انتهایی و ابتدایی برساند. در این هنگام آزمون SH.R برای این فرد تمام شده تلقی می‌شد و کلید (Pn) مربوط به آن شخص توسط آزمایشگر فعال می‌شد و ضربان قلب وی در وضعیت ایستاده، بلافاصله در ۵ ثانیه نخست ریکاوری در ظرف ۱۵ ثانیه شمرده می‌شد و به عنوان ضربان قلب پیشینه تمرین یادداشت می‌گردید. بعد از اینکه هشت آزمودنی، آزمون شاتل ران را به پایان رساندند، VO_2max مسافت طی شده، زمان و سن آزمودنی‌ها که در حافظه دستگاه ثبت شده بود، بر حسب شماره آزمودنی‌ها در برگ ثبت اطلاعات یادداشت می‌شد.

مراحل اجرای آزمون شاتل ران نوع اول بدین صورت است که سرعت شروع آزمون برای دقیقه

اول ۸ کیلومتر در ساعت و برای دقیقه‌های دوم و سوم به ترتیب ۹ و ۹/۵ کیلومتر در ساعت است. از این مرحله به بعد، تا دقیقه بیست و یکم که ۱۸/۵ کیلومتر در ساعت است، در هر دقیقه ۰/۵ کیلومتر بر ساعت بر سرعت آزمون اضافه می‌شود و از مرحله ۲۱ الی ۲۳ سرعت ثابت باقی می‌ماند. همچنین جهت محاسبه حداکثر اکسیژن مصرفی، دستگاه به صورت خودکار از دو فرمول زیر استفاده کرده و VO_2max را محاسبه می‌کند:

$$VO_2max = 6(\text{Velocity}) - 27/4 \quad (14)/(25) \quad \text{افراد بالای ۱۸ سال:}$$

$$\%HRR = \frac{HR_{\text{exercise}} - HR_{\text{rest}}}{HR_{\text{max}} - HR_{\text{rest}}} \quad \text{افراد ۱۸ ساله و پایین تر:}$$

درصد ضربان قلب ذخیره آزمودنی‌ها از طریق فرمول زیر برآورد گردید.

$$VO2max = 31/0.25 + 3/238 \times V - 3/248 \times \text{سن} + 0/1536 \times V \times \text{سن} \quad (14) \times (25)$$

سنجش پایایی و صحت نواختن آهنگ‌های دستگاه شاتل ران SH.R

به منظور سنجش پایایی دستگاه شاتل ران، ابتدا دقایق ۸-۵، ۱۵-۱۲ و ۲۱-۱۸ به طور تصادفی انتخاب شدند و سپس آژیرهای نواخته شده در دقایق یاد شده، به طور جداگانه در هر سه مرحله شمرده شده و کمیت‌های به دست آمده در هر مرحله یادداشت شد. این عمل چهار بار تکرار شد تا همبستگی ارزش‌های کمی و انطباق آژیر دستگاه در زمان‌های منتخب مورد بررسی قرار گیرد.

سنجش پایایی و صحت محاسبه VO_2max در دستگاه شاتل ران

برای بررسی پایایی دستگاه SH.R در محاسبه ظرفیت هوازی، ابتدا به طور تصادفی دقایق ۱۱، ۱۸ و ۱۹ و چهار رده سنی ۱۵، ۱۷ و ۲۴ سال انتخاب شدند و برای هر رده سنی در دقایق معین، VO_2max به صورت دستی محاسبه شد. سپس با استفاده از دستگاه شاتل ران، VO_2max در دوبار، برای رده‌های سنی مذکور به دست آمد، آنگاه همبستگی اطلاعات مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت.

سنجش پایایی آزمون شاتل ران نوع اول

به منظور سنجش پایایی آزمون شاتل ران نوع اول، ۲۱ نفر از دانشجویان داوطلب رشته

تربیت بدنی و علوم ورزشی دانشگاه بوعلی سینای همدان با دامنه ۲۵-۲۰ سال انتخاب شدند. این افراد دو بار آزمون شاتل‌ران نوع اول را با استفاده از دستگاه الکترونیک SH.R با حداقل فاصله زمانی ۴۸ ساعت و در یک نیمروز، اجرا کردند. اطلاعات به دست آمده از دوبار تکرار آزمون شاتل‌ران نوع اول، در برگ ثبت اطلاعات یادداشت شد و مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت تا پایایی دستگاه طراحی شده SH.R در اجرای آزمون شاتل‌ران به دست آید (جدول ۳).

نتایج

هدف تحقیق، طراحی و ساخت دستگاه الکترونیک شاتل‌ران و بررسی و پایایی این دستگاه و آزمون شاتل‌ران نوع اول بود. برای این منظور، تعداد ۲۱ نفر از دانشجویان پسر دانشگاه بوعلی سینای همدان انتخاب شده و در این تحقیق شرکت داده شدند. ابتدا برای بررسی نتایج، آزمودنی‌ها از نظر ویژگی‌های مورد نظر به طور توصیفی بررسی شدند. در بخش آمار استنباطی، برای بررسی پایایی آزمون شاتل‌ران نوع اول و سنجش حساسیت و دقت دستگاه طراحی شده الکترونیک شاتل‌ران، از آنالیز رگرسیون چندگانه و آزمون تی-استیودنت وابسته استفاده شد.

پایایی آزمون شاتل‌ران نوع I و دستگاه طراحی شده الکترونیک SH.R

در این بخش، نخست فرضیه مربوط به پایایی ساخت و طراحی دستگاه الکترونیک شاتل‌ران ارائه می‌شود، سپس پایایی آزمون شاتل‌ران در برآورد ظرفیت هوازی مورد بررسی قرار می‌گیرد. با استناد به جدول (الف)، دستگاه الکترونیک SH.R یک دستگاه پایا و قابل اطمینان برای استفاده و تخمین ظرفیت هوازی افراد است، به طوری که از نظر ساختار الکترونیکی در نواخت آهنگ‌ها و محاسبه VO_{2max} ، دچار اشتباه نمی‌شود ($P < 0/00001$ ، $R^2 = 1$).

جدول الف - تجزیه و تحلیل همبستگی تکرار نواخت آهنگ و محاسبه VO_{2max} در

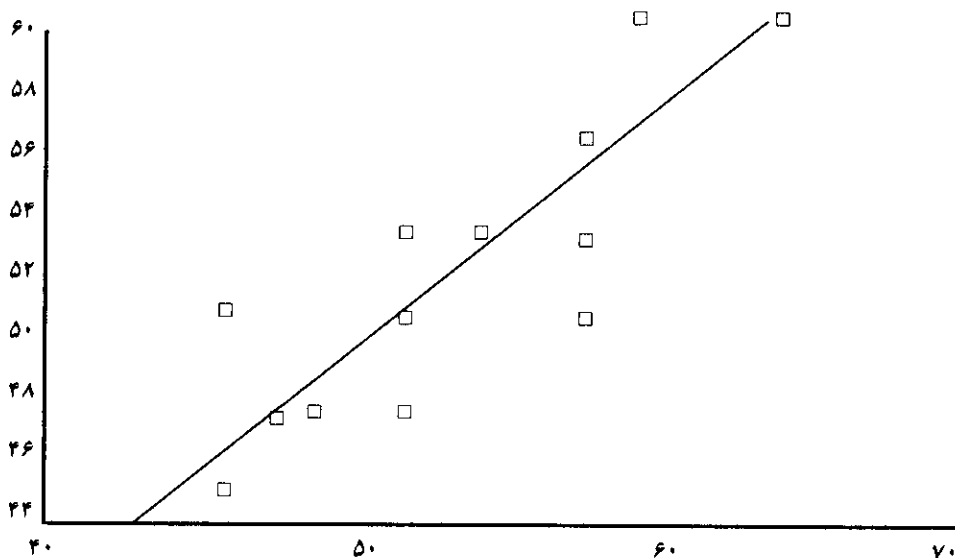
دستگاه الکترونیک SH.R

متغیر وابسته	Mean	SD	R	R^2	R^2	SE	P Value	معادله خطی رگرسیون
۱- عامل فیزیولوژیک : محاسبه VO_{2max} به صورت دستی	۶۵/۷	۱۳/۷	۱	۱	۱	۰/۰۰۰۰	۰	محاسبه خودکار $g = VO_{2max}$ وهله اول
محاسبه VO_{2max} به صورت دستی	۶۵/۷	۱۳/۷	۱	۱	۱	۰/۰۰۰۰	۰	محاسبه خودکار $g = VO_{2max}$ وهله دوم
محاسبه خودکار VO_{2max} وهله اول	۶۵/۷	۱۳/۷	۱	۱	۱	۰/۰۰۰۰	۰	محاسبه خودکار $g = VO_{2max}$ وهله دوم
۲- عامل فیزیکی : تعداد نواخت آهنگ دفعه اول	۳۷	۸	۱	۱	۱	۰/۰۰۰۰	۰	تعداد نواخت آهنگ دفعه دوم $g =$
تعداد نواخت آهنگ دفعه اول	۳۷	۸	۱	۱	۱	۰/۰۰۰۰	۰	تعداد نواخت آهنگ دفعه سوم $g =$
تعداد نواخت آهنگ دفعه اول	۳۷	۸	۱	۱	۱	۰/۰۰۰۰	۰	تعداد نواخت آهنگ دفعه چهارم $g =$
تعداد نواخت آهنگ دفعه دوم	۳۷	۸	۱	۱	۱	۰/۰۰۰۰	۰	تعداد نواخت آهنگ دفعه سوم $g =$
تعداد نواخت آهنگ دفعه دوم	۳۷	۸	۱	۱	۱	۰/۰۰۰۰	۰	تعداد نواخت آهنگ دفعه چهارم $g =$
تعداد نواخت آهنگ دفعه سوم	۳۷	۸	۱	۱	۱	۰/۰۰۰۰	۰	تعداد نواخت آهنگ دفعه چهارم $g =$

با استناد به جدول (ب) و نمودار الف، می توان گفت که بین ظرفیت های هوازی به دست آمده از تکرار آزمون شاتل ران نوع اول همبستگی بالایی وجود دارد ($P < 0/0001$, $R = 0/89$). همچنین با توجه به نمودار (ب) و جدول (ج) و آزمون تی - استیودنت برای دوبار تکرار آزمون شاتل ران نوع اول در تخمین ظرفیت هوازی، اختلاف معنی داری بین ظرفیت های هوازی دیده نمی شود. علاوه بر این، آزمون شاتل ران نوع اول، جهت برآورد حداکثر اکسیژن مصرفی آزمودنی ها تحت دستگاه الکترونیکی شاتل ران، یک آزمون پایاست و ارتباط مثبت و معنی داری بین ظرفیت هوازی به دست آمده از تکرار آزمون شاتل ران نوع اول وجود دارد.

جدول (ب) - همبستگی میان ظرفیت به دست آمده از دو وهله تکرار آزمون شاتل ران نوع I

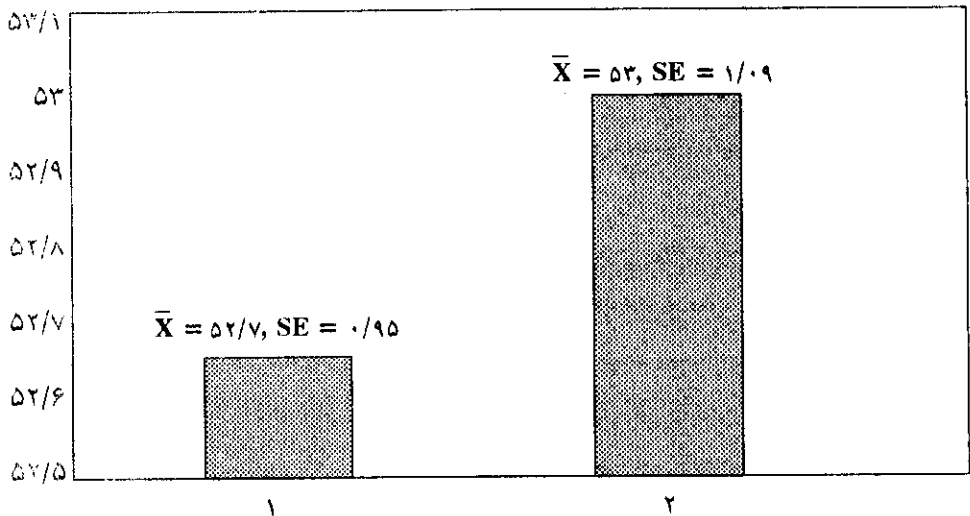
متغیر وابسته (y) VO ₂ max	R	R ²	R ² Adju st	SE	P Valuc	معادله رگرسیون
شاتل ران نوع I دفعه اول	0/89	0/79	0/77	2/07	0/00	$11/6 + (شاتل ران نوع I - VO_2max \text{ دفعه دوم})$ $g = 0/78$



نمودار (الف) - نگارنده پراکنندگی ارتباط بین ظرفیت هوازی به دست آمده از دوبار تکرار آزمون شاتل ران نوع ۱

جدول (ج) - مقایسه تخمین ظرفیت هوازی در آزمون شاتل ران نوع اول
برای دفعات اول و دوم

تعداد آزمودنی‌ها	2-tial sig	DF	t-Value	متغیرها
۲۱	۰/۵۸	۲۰	۰/۵۷	VO ₂ max شاتل ران نوع ۱ برای دفعه‌های اول و دوم



نمودار (ب) - میانگین VO₂max به دست آمده از دوبار تکرار آزمون شاتل ران نوع اول

بحث و نتیجه گیری

از موارد مهم در طراحی و ساخت دستگاه‌های آزمایشگاهی، پایابودن عملکرد دستگاه طراحی شده است. به بیان دیگر، آیا یک دستگاه الکترونیک طراحی شده هدف معینی را که امروز می‌سنجد و نشان می‌دهد با آن چیزی که فردا نشان می‌دهد، یکی است یا نه؟ اصولاً بعد از ساخت هر دستگاهی که برای اولین بار صورت می‌گیرد، باید پایایی آن بررسی شود. از نتایج همبستگی به دست آمده ($R^2=1$, $SE = 0/00000$)، می‌توان استنباط کرد که دستگاه الکترونیک SH.R یک دستگاه پایا و قابل اطمینان برای سنجش عملکرد دستگاه قلبی - عروقی است و از نظر ساختار الکترونیکی و عملکرد آن در نواخت آهنگ‌ها و برنامه‌ریزی و محاسبه VO₂max، دچار اشتباه نمی‌شود. همچنین با توجه به اندازه

همبستگی ($R=0/89, P < 0/0001$) و معنی دار نبودن تفاوت میان تکرار و هله‌های آزمون شاتل‌ران، درمی‌یابیم که ارتباط مثبت و معنی داری بین ظرفیت هوازی به‌دست آمده از تکرار آزمون شاتل‌ران نوع I، وجود دارد. از طرف دیگر، علی‌رغم تأثیر عوامل ژنتیک و محیطی در مقدار VO_2max ، تفاوت معنی داری بین میانگین‌های ظرفیت هوازی حاصل از تکرار آزمون شاتل‌ران نوع I به چشم نمی‌خورد. این یافته مشابه نتایج به‌دست آمده از تکرار آزمون شاتل‌ران نوع I، در مطالعات گذشته با همبستگی‌های ($R=0/87$)، ($R=0/38$)، ($R=0/91$) و ($R=0/93$) (۳۱) بود.

به‌طور کلی، می‌توان خاطر نشان کرد که آزمون شاتل‌ران نوع I، از قابلیت تکرارپذیری ($R=0/89$) بالایی در برآورد حداکثر اکسیژن مصرفی افراد بزرگسال برخوردار است و از آنجا که طراحی دستگاه الکترونیک شاتل‌ران یک دستگاه پایا ($SE=0/00000$) و قابل اطمینان است، بدین ترتیب به کمک این دستگاه آزمایشگاهی، آزمون شاتل‌ران نوع I را می‌توان با دقت بالایی جهت سنجش تخمین VO_2max اجرا کرد.

جدول ۲- مشخصات بدنی آزمودنی‌ها

پایایی آزمون		مشخصات ۲۱ دانشجوی			مشخصات بدنی
۰/۳۴	۲۰	۲۵	۱/۶	۲۳/۳	سن (سال)
۱/۵	۱۶۰/۵	۱۸۱	۶/۹	۱۷۲/۵	قد cm
۱/۹	۵۶	۸۳	۸/۷	۶۷/۱	وزن Kg
۱/۰۳	۶۷	۸۴	۴/۷	۷۶/۲	دور کمر cm
۰/۷۲	۵	۱۷	۳/۳	۱۱/۴	توده چربی بدن (درصد)
۰/۳۶	۱۹/۶	۲۵/۳	۱/۶	۲۲/۴	BMI Kg/m ²

جدول ۳- آمار توصیفی عوامل فیزیولوژیکی و امتیازات به‌دست آمده از تکرار آزمون شاتل‌ران نوع اول

نوبت	Max	Min	SE	SD	Mean	متغیرها
اول	۱۲/۲۳	۷/۴۲	۰/۲۹	۱/۳۶	۱۰/۰۲	زمان اجرا (min)
	۱۴/۵	۱۲	۰/۱۶	۰/۷۳	۱۳/۳۶	سرعت (Km/h)
	۲۳۲۰	۱۲۸۰	۶۳/۶۴	۲۹۱/۷	۱۸۳۲/۴	مسافت (m)
	۲۲۰	۱۷۲	۲/۸۲	۱۲/۹۲	۱۹۵/۴۳	HR تمرین (bpm)
	۱۱۷/۵	۷۸/۷	۲/۱۹	۱۰/۰۳	۹۹/۱۳	ضربان قلب ذخیره (%)
	۵۹/۶	۴۴/۶۰	۰/۹۵	۴/۳۶	۵۲/۴۷	ظرفیت هوازی (ml/kg.min)

ادامه جدول ۳- آمار توصیفی عوامل فیزیولوژیکی و امتیازات به دست آمده از تکرار آزمون شاتل ران

نوع اول

متغیرها	Mean	SD	SE	Min	Max	نوبت
زمان اجرا (min)	۱۰/۰۸	۱/۶۱	۰/۳۵	۷/۳۱	۱۳/۰۴	
سرعت (Km/h)	۱۳/۴	۰/۸۳	۰/۱۸	۱۲	۱۵	
مسافت (m)	۱۸۴۵/۷	۳۵۱/۲	۷۶/۶۵	۱۲۶۰	۲۵۰۰	۳
HR تمرین (bpm)	۱۹۶/۵۷	۹/۹	۲/۱۶	۱۸۴	۲۱۶	
ضربان قلب ذخیره (%)	۹۹/۹۸	۷/۷۹	۱/۷	۸۸	۱۱۴/۵	
ظرفیت هوازی (ml/kg.min)	۵۳/۰۳	۴/۹۹	۱/۰۹	۴۴/۶	۶۲/۶	

منابع و مأخذ

- ۱- ادینگتون، د. و ادگرتون. «بیولوژی فعالیت بدنی»، ترجمه حجت ... نیکبخت، چاپ اول، انتشارات سمت، ۱۳۷۲.
- ۲- اسدمنش، عنایت... «بررسی روایی آزمون‌های میدانی شاتل ران، ۵۴۸ متر»، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده تربیت بدنی دانشگاه تهران، ۱۳۷۶.
- ۳- بوام گارتتر، تدای و جکسون، آندرواس. «سنجش و اندازه‌گیری در تربیت بدنی»، ترجمه سپاسی، حسین و نوربخش، پریش، چاپ اول، انتشارات سمت، جلد ۱ و ۲، ۱۳۷۶.
- ۴- خاکی، غلامرضا. «روش تحقیق با رویکردی به پایان‌نامه نویسی»، چاپ اول، انتشارات مرکز تحقیقات علمی کشور با همکاری کانون فرهنگی انتشاراتی درایت، ۱۳۷۸.
- ۵- دبورآ، وست. و چارلز آ. بوچر. «مبانی تربیت بدنی و ورزش»، ترجمه آزاد، احمد، چاپ دوم، انتشارات کمیته ملی المپیک جمهوری اسلامی ایران، ۱۳۷۶.
- ۶- سیسینگ. «آزمایشات در فیزیولوژی ورزشی»، ترجمه خسرو ابراهیم، چاپ اول، انتشارات دانشگاه گیلان، ۱۳۷۲.
- ۷- فاکس و ماتیوس. «فیزیولوژی ورزشی»، ترجمه خالدان، علی اصغر، چاپ سوم، انتشارات دانشگاه تهران، جلد ۱ و ۲، ۱۳۷۳.
- ۸- فوکس، ادواردل. «فیزیولوژی ورزشی»، ترجمه مجلسی غلامرضا و مجلسی حمیدرضا،

چاپ اول، ناشر: مترجمین، ۱۳۷۲.

۹- قدس بین جهرمی، سعید. «بررسی روایی آزمون‌های میدانی ۶۰۰ یارد و پله کاتن در سنجش قابلیت قلبی - تنفسی دانش‌آموزان پسر ۱۶ و ۱۷ ساله دبیرستانی منطقه ۲ تهران»، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه تربیت مدرس، ۱۳۷۶.

۱۰- لاری، جی شیور. «فیزیولوژی ورزش»، ترجمه خسرو ابراهیم، چاپ اول. انتشارات حوزه معاونت امور فرهنگی سازمان تربیت بدنی دفتر تحقیقات و آموزشکده علوم تربیت بدنی، ۱۳۶۷.

۱۱- ویلمور، جک اچ و کاستیل، دیویدال. «فیزیولوژی ورزش و فعالیت بدنی»، ترجمه معینی، ضیاء و همکاران، چاپ اول، انتشارات مبتکران، ۱۳۷۸.

12- Anderson, Gregory S. "The 1600-m Run and Multistage 20- m Shuttle Run as Predictive Tests of Aerobic Capacity in Children". *Pediatric Exercise Science*.1992, Vol. 4 PP: 312-318.

13- Anderson, Gregory S. Capacity. "A Comparison of Predictive Tests of Aerobic Capacity". *Canadean Journal Sport Science*.1992 , Vol. 17(4) PP : 304-308.

14- Barnett, A., Lawrence, Y.S.Chan, Lian C.Bruce . "Apreliminary Study of the 20-m Multistage Shuttle Run as a predictor of Peak VO₂ in HongKong Chinese Students". *Pediatric Exercise Science*. 1993, Vol.5 PP:42-50.

15- Berthoin, S. Gerbeaux, M. Turpin, E.Guerrn, F.Lensel. G. Vandendorpe, F. "Comparison of Two Field Test to Estimate Maximum Aerobic Speed" . *Journal of Sports Sciences*. 1994, Vol. 12 PP:355-362.

16- Bonital, M. "Reproducibility of Resting HR Variability with short Shamplng Preiods". *Canadean Journal Applied Physiology*.1999,Vol. 24(4) PP: 337-348.

17- Boreham, C.A, G. Paliczka, V,J.Nickhols, M,A. "A Comporison of the PWC₁₇₀ and 20-MST Test of Aerobic Fintness in Adolescent Schoolchildren". *The Journal of Sports medicine and Physical Fitness*.1990, Vol 30(1) PP:19-23.

18- Bowers, RW.Fox, El. *Sports Physiology* . 3th Edith. 1988.

- 19- Falgairette, G.Bedu, M.and Et al. "Evaluation of Physical Fitness form Field Tests at high Altitude in Circumpubertal Boys: Comparison with laboratory data". European Journal Applied Physiology., 1994, Vol.69(1) PP:36-43.
- 20- Grant, S.Corbett, K.Amjad, A,M.Wilson, J.Aitchison, T ."A Comparison of Methods of Predicting Maximum Oxygen Uptake". British Journal Sports Medicine. 1995, Vol.29(3) PP:147-152.
- 21- Komi, Pvi. "Strength and Power in Sport", Cardiovascular Response to Strength Training. JAMA., 1959, P:170.
- 22- Leger, I.Lambert, J. "A maximal Multistage 20-m Shuttle Run Test to Predict VO_2max " . European Journal Applied Physiology. 1982, Vol, 49(1) PP: 1-12.
- 23- Leger, I.Mercier, D.Lambert, J. "Relative Efficiency and Predicted VO_2max in Children". Medicine and Science in Sports and Exercise. 1983, Vol, 15 P: 143.
- 24- Leger, L. Mercier, D.Gadoury, C. Lambert, J. "The Multistage 20-m Shuttle Run Test for Aerobic Fitness". Journal Sports Science., Vol. 6(2) PP: 93-101.
- 25- Leger, L.Gadoury, C. "Validity of the 20-m Shuttle Run Test with 1 min Stages to Predict VO_2max in adults". Canadean Journal Sport Science. 1989, VOL. 14(1) PP: 21-26.
- 26- Mc Naghton, I. Cooley, D.Kearney, V. Smith, S. "A Comparison of two Different Shuttle Run Tests for The Estimation of VO_2max ". Journal Sports Medicine and Physical Fitness. 1996, Vol. 36(2) PP: 85-89.
- 27- Mcnaghton, Hall, P.Cooley , D. "Validation of Several Methods of Estimating Maximal Oxygen Uptake in Young men". Perceptual and Motor Skills.1996, Vol.87(2) PP: 575-584.
- 28- Mecpmme, TR. "Practical Consideration in the testing of VO_2max in Runners". Sports Medicine., Vol. 5 PP: 57-68.
- 29- Montonye, Hj. Ayen, t. "The estimation of VO_2max from Maximum &

Submax measurments in male". Research Quarterly for Exercise and Sport. 1986, Vol. 57 P: 250.

30- Nieman. C, Divid. "Fitness and Sport Medicine and Introduction". Bull Publishing. 1990.

31- Nora, Y,S,Liu.Sharon A, Ploman. Marilyn A, Looney. "The Reliability and Validity of the 20-m Shuttle Test in Americant Students 12 to 15 Years old". Research Quarterly for Exercise and Sport. 1992, Vol. 63(4) PP: 360-365.

32- Polloc. Wilmore. "Exercise in Health & Disease", Pub:Human Kineticce. 2th Edit. 1993.

33- Poortmans, J.Vlaeminck,M. Callin, M.Delmotte, C. "Indirect Estimation of the Maximaxl Aerbic Power of a Male and Femal Population from Brussels aged 6 to 23 years". Journal Physiology Paris., 1986, Vol. 81(3) PP: 195-201.

34- Ramsbottom , R. Brewer, J.Williams, C. "A Progressive Shuttle Yun Test to Estimate Maximal Oxygen Uptake". British Journal Sport Medicine., 1988. Vol. 22(4) PP: 141-144.

35- Ramsbottom, R.Nevill, M,E.Nevill, A,M.Hazeldine, R. "Accumulated Oxygen Deficit and Shuttle Run Preformance in Physically Active man and Women". Journal of Sports Sciences. 1997, vol. 15(2) PP: 207-214.

36- Sharkey, Grian J. "Fitness and Health". Pub:Human Kinetics. Fourth Edition.

37- Sproule, J. Kunalan, C. and etal. "Validity of 20-MST for Predicting VO₂max of adult singaporean Athletes". British Journal of Sports Medicine, 1993, Vol. 27(3) PP: 202-204.

38- ST Clair Gibson, A. Broomhead, S. Lambert, M,I.Hawley , J,A. "Prediction of Maximal Oxygen uptake from a 20-m shuttle Run as Measured Directly in Runners and Squash Players". Journal of Sports Sciences., 1998 , Vol. 16(4) PP:

331-335.

39- Susan, K.Mcveigh, Andrew C. Payne and Shona Scott. "The Reliability and Validity of the 20-meter Shuttle Test as a Predictor of Peak Oxygen Uptake in Edinburg School Children, Age 13 to 14 Years". *Pediatric Exercise Science*, 1995 , Vol. 7(1) PP: 69-79.

40- Van, Mechelen, W.Hlobil, H.Kemper, HC. "Validity of two Running Tests as Estimates of Maximal Aerobic Power in Children". *European Journal Applied Physiology.*, 1986, Vol. 55(5) PP: 503-506.

41- Wasserman, H.Whipp, C."Principles of Exercise Testing & Interpretation". Pub:Lippincott Williams & Wilkins. 3th edit. 1999.

42- Wyndham, C,H. and Van Der Walt, W,H. "An Equation for Prediction of Energy Expenditure of Walking and Ranning". *Journal of Applied Physiology*. 1973 , Vol. 34(5) PP: 559-563.