

سنجش اعتبار آزمون میدانی هوازی بیشینه شاتل ران جهت برآورد حداکثر اکسیژن مصرفی

دکتر فرزاد ناظم، اکبر سازوار و دکتر نادر فرهیور

استادیار دانشگاه بوعلی سینا همدان، دانشگاه بوعلی سینا همدان

استادیار دانشگاه بوعلی سینا همدان

چکیده

هدف ویژه از این تحقیق، اعتبارسنجی آزمون شاتل ران نوع اول و دوم در برابر آزمون استاندارد توآگردان استاد است. سنجش آمادگی قلبی - تنفسی، همواره علاقه و توجه متخصصان علوم ورزشی را به خود معطوف کرده و آن‌ها را ترغیب کرده است که روش‌های نوینی را جهت تخمین شاخص طلابین حداکثر اکسیژن مصرفی آزمودنی‌ها ابداع نمایند. از میان این روش‌ها می‌توان آزمون دوی رفت و برگشت ۲۰ متر را نام برد که به دلیل اعتبار بالای آن در برآورد VO_{2max} شناساندن و اعتبارسنجی آن در ایران اهمیت خاصی دارد.

۱۷ دانشجوی پسر ۲۴-۱۸ ساله دانشگاه بوعلی سینای همدان با وزن $66/5 \pm 10/5$ کیلوگرم و $BMI 22/4 \pm 2/5$ مترمربع/کیلوگرم، داوطلبانه در این تحقیق شرکت کردند. آزمودنی‌ها یا ۴۸ ساعت، فاصله زمانی سه آزمون را به انجام رساندند و متغیرهای ظرفیت هوازی نسبی، ضربان قلب، تیرین و درصد ضربان قلب ذخیره و کسب‌های سرعت، مسافت و زمان اجرای آزمون‌های سه‌گانه برآورد گردید.

بین برآورد VO_{2max} در آزمون‌های شاتل ران نوع اول و دوم با تخمین VO_{2max} توآگردان استاد، به ترتیب همبستگی معنی‌دار $R=0/81$ و $R=0/90$ به دست آمد ($P < 0/001$). میان ظرفیت هوازی مشتق از عوامل سرعت، مسافت و معادل متابولیک استراحت شخص و تخمین ظرفیت هوازی بر مبنای توانی از زمان اجرا (VO_{2max}) همبستگی مثبت و چشمگیری وجود دارد ($P=0/000$, $SF=2/3$).

$R=0/97$ ، همچنین در این آزمون، ارتباط مثبت بین متغیرهای سرعت، مسافت، زمان اجرا، ضربان قلب تمرین و درصد ضربان قلب ذخیره آزمودنی‌ها مشاهده شد ($R=0/63-1$ ، $P<0/006$)

$$y(\text{VO}_{2\text{max}}\text{-SH.I}) = 0/42 (\text{VO}_{2\text{max}}\text{-الستاد}) + 24/43$$

$$R=0/81, SE=3/6, P<0/0001$$

$$y(\text{VO}_{2\text{max}}\text{-الستاد}) = 1/47 (\text{VO}_{2\text{max}}\text{-SH.II}) - 24/43$$

$$R=0/90, SE=5/04, P<0/0000$$

یافته‌های این تحقیق نشان می‌دهد که هر یک از آزمون‌های شاتل ران نوع اول و دوم از درجهٔ روانی و اعتبار بالایی در جهت برآورد ارزش نسبی $\text{VO}_{2\text{max}}$ جوانان برخوردار است.

واژه‌های کلیدی: آزمون شاتل ران نوع اول و دوم، آزمون نوارگردان الستاد، حداکثر اکسیژن مصرفی ($\text{VO}_{2\text{max}}$)، اعتبار.

مقدمه

متخصصان علوم ورزشی، آمادگی جسمانی را کیفیتی متشکل از مجموعهٔ عناصر جسمانی - حرکتی می‌پندارند که آمادگی قلبی - تنفسی، به‌دلیل نقش اساسی که در تأمین و حفظ سلامت دستگاه قلب و عروقی دارد، نسبت به سایر عوامل آمادگی بدنی و حرکتی از اهمیت بیشتری برخوردار است. با توجه به اینکه قابلیت عملکرد قلبی - تنفسی با نشانگر فیزیولوژیک حداکثر اکسیژن مصرفی ارتباط تنگاتنگی دارد، به کمک آزمون‌های میدانی و آزمایشگاهی معتبر ورزشی می‌توان به برآورد $\text{VO}_{2\text{max}}$ و سنجش توانایی قلب و عروق مبادرت ورزید (۴).

در این خصوص، ارائهٔ آزمون‌هایی که علاوه بر سهولت اجرا، برای اقشار مختلف جامعه، از درجهٔ اعتبار و پایایی بالایی در سنجش آمادگی دستگاه قلبی - عروقی افراد برخوردار باشند ضروری است. از میان آزمون‌های موجود می‌توان به آزمون دوی رفت و برگشت ۴۰ متر اشاره کرد که از سوی اتحادیهٔ ورزشی اروپا، یک آزمون میدانی معتبر در سنجش ظرفیت هوازی شناخته شده است (۲۱).

به نظر می‌رسد که آزمون شاتل ران^۱، با توجه به امکانات محدود فیزیکی ورزشی در کشور ما، شیوهٔ سنجش مناسبی در برآورد حداکثر اکسیژن مصرفی آزمودنی‌ها باشد، زیرا انجام آزمون تنها به فضایی به طول ۴۰ متر و یک دستگاه جهت نواخت آهنگ‌ها نیاز دارد.

آزمون هوازی شاتل ران توسط لی جیرو و لامبرت^۲ (۱۹۶۲) در سال ۱۹۸۲ ابداع شد و سپس در سال ۱۹۸۳، لی جیرو و میسر^۳ (۱۹۸۳) تغییراتی در آن به وجود آوردند، به طوری که سرعت شروع آزمون از ۸ Km/h به ۸/۵ Km/h افزایش یافت و مراحل دو دقیقه‌ای کنار، به یک دقیقه کاهش پیدا کرد و در هر دقیقه ۰/۵ Km/h بر سرعت دویدن آزمودنی‌ها افزوده شد که به آن آزمون شاتل ران نوع دوم اطلاق گردید. در سال ۱۹۸۹، لی جیرو و مادوری^۴ (۱۹۸۹) تغییرات دیگری را در آزمون شاتل ران ایجاد کردند که سرعت دویدن از ۸/۵ Km/h به ۸ Km/h تبدیل یافت و در مراحل اجرایی آزمون، در دقیقهٔ اول فعالیت، سرعت دویدن ۸ Km/h، در دقیقهٔ دوم ۹ Km/h و از این مرحله به بعد در دقیقهٔ بیست و یکم در هر دقیقه ۰/۵ Km/h بر سرعت دویدن افزوده می‌شده، اما از دقیقهٔ ۲۱ تا ۴۳، سرعت ثابت باقی می‌ماند (۱۵ و ۷) که این آزمون، شاتل ران نوع اول نامیده شد. اعتبار آزمون شاتل ران به دفعات مورد بررسی قرار گرفته که چکیدهٔ تعدادی از آن‌ها در جدول ۱ آمده است. در تحقیق حاضر، اعتبار آزمون‌های شاتل ران نوع اول و دوم در مقایسه با آزمون نوار پودمان استفادش^۵ بررسی شد.

پرتال جامع علوم انسانی

روش‌شناسی پژوهش

آمادگی قلب و عروقی از شاخص‌های معیّر، در سلامتی عملکرد دستگاه گردش خون و فلور و ورزش قهرمانی است و همواره علاقه و توجه متخصصان علوم ورزشی را به خود معطوف کرده و موجب شده که آن‌ها روش‌های نوین و دستگاه‌های جدیدی را جهت تخمین شاخص ضلالتی حداکثر اکسیژن مصرفی آزمودنی‌ها، ابداع نمایند. بدین ترتیب، روش‌های

۱. Shuttle run test

2. Lager L. and Lambert J. (1982)

۳. Lager L. and Mercier D. (1989)

۴. Lager L. and Madoury G. (1989)

۵. Folestad (Treadmill) test

جدول ۱ چکیده اعتبار آزمون شاملران با چرخ کارسنج و نوارگردان و آزمونهای مبدائی

پژوهشگران	آزمودنی‌ها	نوع آزمون در اندازه گیری VO_{2max}	اعتبار همبستگی	منبع
Nora, Y.S - 1992	۴۸ دانش آموز ۱۵-۱۲ ساله	نوارگردان	$r=0.72$	(۱۸)
John Sproul MSC - 1993	۲۰ مرد و زن ۲۵-۲۰ ساله	نوارگردان	$r=0.86$	(۲۱)
Falgoutre, G - 1994	۹۷ دانش آموز ۱۴-۱۰ ساله	چرخ کارسنج	$r=0.93$	(۱۰)
Grant, S - 1995	۲۲ مرد ۲۴-۲۰ ساله	نوارگردان	$r=0.86$	(۱۱)
Boreham, C-1990	۲۲ پسر و میانگین سنی ۱۵/۶ سال ۱۸ دختر با میانگین سنی ۱۵/۴ سال ۴۱ دختر و پسر	نوارگردان نوارگردان نوارگردان	$r=0.46$ $r=0.60$ $r=0.87$	(۸)
AST Clair Gibson 1998	۱۰ نوجوان استقامتی ۲۵-۱۶ ساله ۱۰ بازیکن اسکواش ۲۴-۲۰ ساله	نوارگردان نوارگردان	$r=0.71$ $r=0.61$	(۲۲)
MCNAUGHTON, L - 1996	۵۰ دانش آموز ۱۶-۱۲ ساله	نوارگردان	$r=0.84$	(۱۶)
Anderson, G.S-1992	۱۲ بازیکن هاکی ۱۲-۱۰ ساله	چرخ کارسنج	$r=0.72$	(۵)
Menayhtoa, L-1998	۲۲ مرد با میانگین سنی ۲۰/۱۴ سال	نوارگردان	$r=0.82$	(۱۷)
Anderson, G.S-1992	۶۳ فرد با میانگین سنی ۱۹/۶ سال ۶۳ فرد با میانگین سنی ۲۹/۶ سال	تست پله کانادائی تست ۱/۵ مایل دویدن	$r=0.80$ $r=0.86$	(۶)
Barnett, A-1997	۵۵ دانش آموز ۱۷-۱۲ ساله	نوارگردان	$r=0.77$	(۷)
Leger, And Lambert, J-1982	۷۰ آزمودنی ۲۵-۲۰ ساله	نوارگردان	$r=0.92$	(۱۲)
Leger, L-1988	۱۸۸ پسر و دختر ۱۹-۸ ساله ۷۷ مرد و زن ۵۰-۱۸ ساله	نوارگردان نوارگردان	$r=0.71$ $r=0.60$	(۱۴)
Leger, J and Gadoury, c-1989	۷۷ مرد و زن ۴۷-۱۹ ساله	نوارگردان	$r=0.87$	(۱۵)
Ramabatom, R-1988	۷۴ آزمودنی مرد و زن	نوارگردان	$r=0.92$	(۲۰)
Van Mechelen, W- 1986	۸۲ دانش آموز ۱۴-۱۲ ساله	نوارگردان	$r=0.76$	(۲۴)
Poortmans, J-1986	۲۰۱ مرد و زن ۲۰-۱۴ ساله	چرخ کارسنج	$r=0.72$	(۱۹)

جدول ۲ مشخصات بدنی آزمودنی‌های پسر جوان

مشخصات ۱۷ دانشجو - اعتبار آزمون					مشخصات بدنی
SE	Min	Max	SD	Mean	
۰/۴۵	۱۸	۲۴	۱/۸	۲۱	سن (سال)
۱/۶	۱۶۲	۱۸۴	۶/۷	۱۷۲/۲	قد (سانتی‌متر)
۲/۶	۵۶	۹۴	۱۰/۵	۶۶/۵	وزن (کیلوگرم)
۱/۹	۶۳	۹۰	۷/۹	۷۴/۷	محیط کمر
۱/۳	۵	۱۸	۵/۳	۱۰/۱۲	توده چربی بدن (درصد)
۰/۶۲	۱۸/۵	۲۷/۸	۲/۵	۲۳/۴	BMI (Kg/m ^۲)

روش تحقیق

تحقیق حاضر از نوع کاربردی است و چون مطالعه در مورد گونه انسان صورت می‌گیرد، نمی‌توان همه متغیرها را به‌طور کامل کنترل کرد. روش تحقیق شبه تجربی است. جامعه آماری، دانشجویان دانشگاه بوعلی سینا، همدان در نظر گرفته شد که تعداد ۱۷ دانشجوی پسر با دامنه سنی ۱۸-۲۴ سال داوطلبانه در این پژوهش شرکت کردند. ابتدا جهت جمع‌آوری اطلاعات، طی پرسشنامه‌ای، اطلاعات مربوط به وضعیت جسمانی، سابقه ورزشی و پزشکی آزمودنی‌ها جمع‌آوری شد. سپس اطلاعات مربوط به قابلیت قلبی - تنفسی آزمودنی‌ها، از طریق آزمون‌های میدانی شامل ران نوع اول، شامل ران نوع دوم و روش آزمایشگاهی نوارگردان استاد، در طی دو هفته و با حداقل ۴۸ ساعت فاصله زمانی بین اجرای دو آزمون، جمع‌آوری گردید. سپس یافته‌ها بر پایه فرض‌های تحقیق تجزیه و تحلیل آماری شد.

روش اجرای آزمون‌های شاتل ران نوع اول و دوم

اجرای آزمون شاتل ران نوع اول بدین صورت بود که آزمودنی‌ها در سائل سرپوشیده با میانگین دمای ۱۸ درجه سانتی‌گراد به ابتدای خط ۲۰ متر فراخوانده شدند و با شنیدن اولین آهنگ که از دستگاه الکترونیک سینا شاتل ران نواخته می‌شد شروع به دویدن به انتهای خط ۲۰ متر کردند. آن‌ها باید همزمان با نواخته شدن آهنگ در انتهای ۲۰ متر بوده و دوباره باز می‌گشتند. در دقیقه اول آزمون، این رفت و برگشت‌ها با سرعت ۸ Km/h و در دقیقه دوم با سرعت ۹ Km/h اجرا می‌شد، اما از دقیقه سوم به بعد در هر دقیقه ۱ Km/h بر سرعت دویدن افزوده می‌شد و تا زمانی ادامه می‌یافت که آزمودنی دیگر نمی‌توانستند خود را همراهی با نواخته شدن آهنگ به فاصله سه متری خطوط نشانه برسانند و چنانچه این اتفاق دوبار متوالی رخ می‌داد، آزمون پایان یافته تلقی می‌شد، سپس با قرار دادن سرعت به دست آمده در فرمول‌های (۱) و (۲) VO_{2max} فرد بر حسب ml/kg در دقیقه محاسبه می‌گردد.

شبهه اجرای آزمون شاتل ران نوع دوم مشابه شاتل ران نوع اول است، تنها تفاوت در سرعت شروع آزمون یعنی ۸/۵ Km/h است و از دقیقه اول به بعد در هر دقیقه ۱ Km/h بر سرعت دویدن افزوده می‌شود. در ضمن فرمول محاسبه VO_{2max} برای افراد بالای ۱۸ سال هم متفاوت با آزمون شاتل ران نوع اول است. (فرمول‌های (۳) و (۴))

(فرمول ۱ برای افراد بالای ۱۸ سال) (70.15)
 (فرمول ۲ برای افراد ۱۸ سال و پایین‌تر) (70.15)

$VO_{2max} = (0.1536) \times \text{سرعت} \times \text{سن} - (2/248)$ سن $(2/248)$ - سرعت $\times 310.25$

(فرمول ۳ برای افراد بالای ۱۸ سال) (22)
 $VO_{2max} = 24/4 \times \text{سرعت} - (6)$

بلافاصله بعد از اجرای آزمون‌های شاتل ران نوع اول و دوم، ضربان قلب شخص در وضعیت ایستاده در طی ۱۵ ثانیه شمارش و در یک دقیقه محاسبه می‌شد.

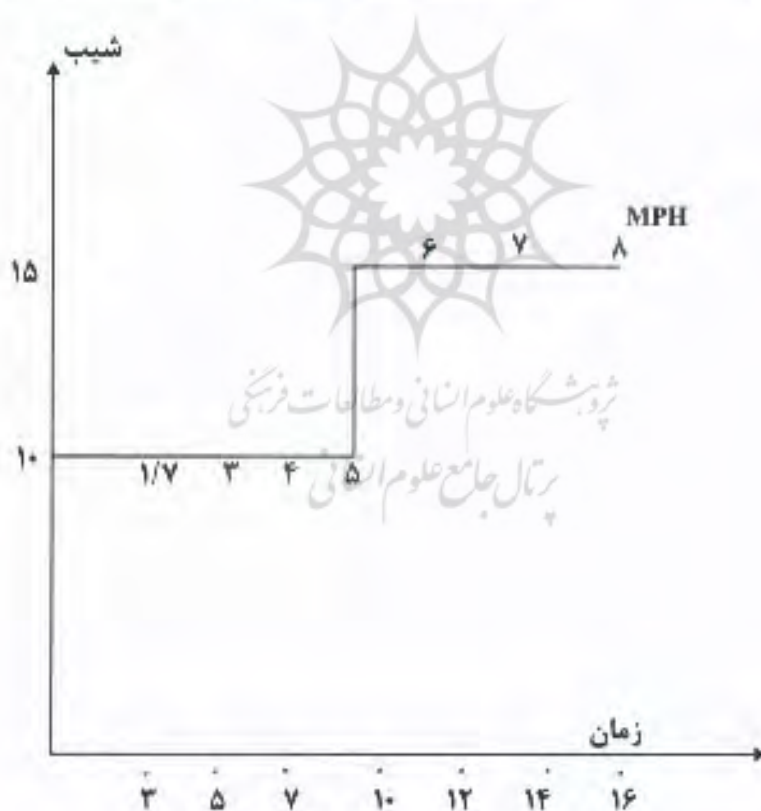
روش اجرای آزمون نوارگردان السناد

برای محاسبه VO_{2max} از آزمون نوارگردان السناد استفاده شد. آزمودنی‌ها روی

نوارگردان، ۱۶ دقیقه به حالت دویدن، مطابق برنامه السناد، که در نمودار ۱ آمده است، فعالیت می‌کردند (۲۵). به تدریج بر سرعت و شیب دستگاه افزوده می‌شد و هر موقع که آزمودنی دیگر قادر به ادامه آزمون نبود، نوارگردان از حرکت باز می‌ایستاد و بلافاصله ضربان قلب او در طی ۱۵ ثانیه شمارش و سرعت و شیب دستگاه یادداشت می‌شد. سپس با قراردادن این اطلاعات در فرمول رگرسیونی (۴)، VO_{2max} محاسبه می‌گردید (۹). درصد ضربان قلب ذخیره آزمودنی‌ها با استفاده از معادله کارونن^۱ محاسبه شد (۹).

(معادله کارونن) $\%HRR = HR_{exercise} - HR_{rest} / HR_{max} - HR_{rest}$

(فرمول ۴) $VO_{2max} = [(0.17 \times \text{سرعت} \times \text{شیب}) + 0.375] \times 1.8$



نمودار ۱ - مراحل اجرای آزمون نوارگردان السناد (۲۵)

برای برآورد ظرفیت هوایی بر حسب توانی از زمان اجراء کل زمان اجرائی آزمودنی‌ها، که از نوارگردان‌الستاد به دست آمده را در فرمول‌هاسته به زمان کار قرار می‌دهیم تا VO_{pmax} المراد تعیین شود. در واقع هدف خاص، بررسی این پرسش بود که شیوه تخمین ظرفیت هواری در آزمون نوارگردان مطابق برنامه پروس، با برنامه نوارگردان‌الستاد همخوانی دارد یا نه و اینکه ویژگی شدت کار در این دو برنامه نوارگردان، از الگوهای متفاوت در تخمین VO_{pmax} المراد تبعیت می‌کنند.

روش آماری

برای تعیین اعتبار آزمون‌های شانل‌ران نوع اول و دوم در برابر برنامه نوارگردان‌الستاد، از آنالیز رگرسیون چند متغیری و برای مقایسه میانگین گروه‌ها از آزمون پارامتریک نسی استیودنت‌واسته استفاده شد ($P=0.05$).

یافته‌ها

با استناد به اطلاعات در جدول ۳ (الف) و نمودارهای رگرسیونی ۲ و ۳ می‌توان دریافت که همبستگی‌های معنی‌داری بین برآورد VO_{pmax} و آزمون‌های شانل‌ران نوع اول و دوم با تخمین VO_{pmax} نوارگردان‌الستاد، به ترتیب $(R=0.90, R=0.81)$ وجود دارد ($P<0.0001$).

$$Y(VO_{pmax-SH.I}) = 0.42 (VO_{pmax-الستاد}) - 24.42$$

$$R=0.81, SE=3.6, P<0.0001$$

$$Y(VO_{pmax-الستاد}) = 0.47 (VO_{pmax-SH.II}) - 16.54$$

$$R=0.90, SE=5.4, P<0.0001$$

همچنین با توجه به جدول ۳ (ب و ج) مشاهده می‌شود که در این سه آزمون بین متغیرهای

سرعت، مسافت، زمان اجرا، ضربان قلب تمرین و درصد ضربان قلب ذخیره آزمودنی‌ها، ارتباط مثبت و معنی‌داری وجود دارد ($P < 0/006$ و $R > 0/63$) که می‌توان گفت این سه آزمون از نظر اجرایی و شدت کار در یک سطح قرار دارند. از طرف دیگر، در جدول ۳ (د) مشاهده می‌شود که میان ظرفیت هوازی مشتق از عوامل سرعت، سن و معادل متابولیک استراحت شخص و نیز تخمین ظرفیت هوازی بر مبنای توانی از زمان اجرا همبستگی معنی‌داری وجود دارد.

$$y(\text{VO}_{2\text{max}}\text{-T}^{\text{H}}) = 0/86 (\text{VO}_{2\text{max}}\text{-الستاد}) - 8/58$$

$$R = 0/97, SE = 2/3, P = 0/0000$$

یافته‌های تحقیق نشان می‌دهد که آزمون‌های شاتل‌ران نوع اول و دوم، در برآورد $\text{VO}_{2\text{max}}$ آزمودنی‌ها از رویی بالایی برخوردارند و پژوهشگران با اطمینان نسبتاً بالایی می‌توانند از این آزمون‌ها در تخمین ظرفیت هوازی افراد جوان و بزرگسال استفاده کنند. آزمون میدانی شاتل‌ران را می‌توان در صورت وجود محدودیت از لحاظ اقتصادی، زمانی، فضای فیزیکی و عدم آشنایی افراد با نحوه استفاده از نوارگردان، جایگزین دستگاه نوارگردان کرد.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی

بحث و نتیجه‌گیری

نتایج به دست آمده از تجزیه و تحلیل آماری یافته‌ها، نشان می‌دهد که آزمون‌های شاتل‌ران نوع اول و دوم از جمله آزمون‌های معتبر برای سنجش توان هوازی افراد جوان و بزرگسال به‌شمار می‌آیند ($R = 0/81$, $R = 0/90$). این نتایج با گزارش عنایت‌الله اسد منش (۲)، در مقایسه آزمون شاتل‌ران نوع اول با نوارگردان بروس همخوانی دارد ($R = 0/88$) (۲). همچنین یافته‌های پژوهش حاضر با نتایج تحقیقات خارج از کشور مستدرج در جدول ۱ مشابهت دارد.

همبستگی ظرفیت هوازی شاتل‌ران نوع دوم کمی بیشتر از $\text{VO}_{2\text{max}}$ در آزمون شاتل‌ران نوع اول است که این را می‌توان چنین توضیح داد، با توجه به فرمول محاسبه ظرفیت هوازی در

جدول ۳ تجزیه و تحلیل همبستگی بین مشخصات فیزیولوژیکی در آزمودنی‌های سه‌گانه (الف)

معادله رگرسیون	P Value	SE	R ² Adjst	R ²	R	متغیر وابسته (Y)
$Y = 0.001(VO_{2max} - SH.II) + 0.08$	0.00000	0.06	0.8	0.81	0.902	ظرفیت هوازی شامل اول
$Y = 0.022(VO_{2max} - I.II) - 0.043$	0.00001	0.06	0.83	0.86	0.81	ظرفیت هوازی شامل اول
$Y = 0.007(VO_{2max} - SH.II) - 0.054$	0.00000	0.04	0.8	0.81	0.90	ظرفیت هوازی نوارگردان استاد

(ب)

معادله رگرسیون	P Value	SE	R ² Adjst	R ²	R	متغیر وابسته (Y) (سرعت)
$Y = 0.022(VO_{2max} - SH.II) + 0.15$	0.00000	0.06	0.8	0.81	0.90	شامل زمان نوع اول
$Y = 0.007(VO_{2max} - I.II) + 0.06$	0.00001	0.06	0.83	0.86	0.81	شامل زمان نوع اول
$Y = 0.017(VO_{2max} - SH.II) + 0.06$	0.00000	0.06	1	1	1	شامل زمان نوع اول

(ج)

معادله رگرسیون	P Value	SE	R ² Adjst	R ²	R	متغیر وابسته (Y) % IIR
$Y = 0.056(SH.II, \%HRR) + 0.04$	0.00000	0.06	0.83	0.86	0.86	شامل زمان نوع اول
$Y = 0.029(E.II, \%HRR) - 0.048$	0.00000	0.06	0.70	0.719	0.85	شامل زمان نوع اول
$Y = 0.068(E.II, \%HRR) - 0.06$	0.00000	0.06	0.76	0.78	0.87	شامل زمان نوع اول

(د)

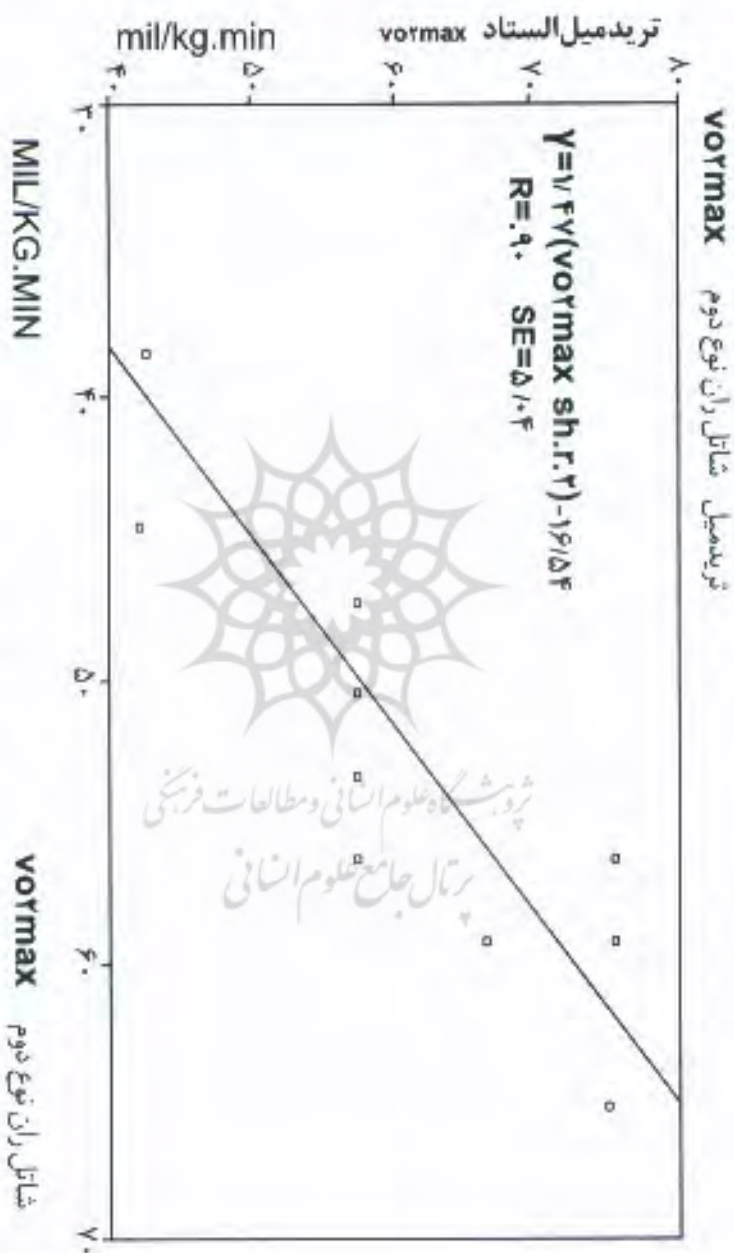
معادله رگرسیون	P Value	SE	R ² Adjst	R ²	R	متغیر وابسته (Y) (VO ₂ max)
$Y = 0.006(VO_{2max} - I.II) - 0.058$	0.00000	0.03	0.95	0.95	0.975	توالی از زمان اجرا
$Y = 0.03(VO_{2max} - SH.II) - 0.0$	0.00000	0.07	0.95	0.95	0.976	توالی از زمان اجرا
$Y = 0.004(VO_{2max} - SH.II) - 0.015$	0.00000	0.03	0.97	0.97	0.986	توالی از زمان اجرا

آزمون‌های شاتل‌ران نوع اول و دوم (فرمول ۱ و ۳) همان‌طور که دیده می‌شود این دو فرمول باهم مشابه هستند و فقط فرمول محاسبه ظرفیت هوازی در آزمون شاتل‌ران نوع دوم، ۳ میلی‌لیتر بر کیلوگرم در دقیقه؛ ظرفیت هوازی را اضافه‌تر برآورد می‌کند و چون آزمودنی‌ها در برنامه نوارگردان‌الستاد VO_{2max} بالایی را به دست می‌آورند، نتیجه آن است که این آزمون همبستگی بالایی را بین ظرفیت هوازی شاتل‌ران نوع دوم در برابر شاتل‌ران نوع اول نشان می‌دهد. چنانچه، روش نوارگردان انتخابی ما طوری باشد که اکثر افراد نتوانند تا پایان برنامه؛ آزمون را اجرا کنند، در این صورت همبستگی ظرفیت هوازی حاصل از آزمون‌های شاتل‌ران نوع اول و نوارگردان، بالاتر خواهد بود.

با توجه به همبستگی بالا ($R=0.97$) بین ظرفیت هوازی برآورده شده از نوارگردان‌الستاد و معادله توانی از زمان اجرا و با توجه به اینکه از دو فرمول جهت محاسبه VO_{2max} آزمودنی‌ها با مراحل نوارگردان‌الستاد استفاده شد، همبستگی بالایی بین این دو روش به دست آمد. با اطمینان زیادی می‌توان به VO_{2max} برآورده شده از نوارگردان‌الستاد نگریست.

همچنین همبستگی‌های به دست آمده بین ظرفیت هوازی شاتل‌ران نوع اول و دوم با معادله توانی از زمان اجرا با فرمول محاسبه VO_{2max} نوارگردان بروس و مراحل اجرای نوارگردان‌الستاد ($R=0.86$ ، $R=0.76$)، تقریباً با همبستگی‌های حاصل از ظرفیت‌های هوازی نوارگردان‌الستاد و شاتل‌ران نوع اول و دوم مشابه بود ($R=0.81$ ، $R=0.90$)، که از قابل اطمینان بودن نتایج حکایت می‌کند. از طرف دیگر در این سه آزمون، بین متغیرهای سرعت، زمان اجرا و مسافت پیموده شده؛ همبستگی‌های بالایی به دست آمد ($P < 0.0007$)، $0.92 < R < 0.94$)، این نتیجه با گزارش اسدمتش (۲) همخوانی دارد، این نکته نشان می‌دهد که سه آزمون یاد شده از جنبه عملکردی، بسیار شبیه هم هستند.

از ضرایب همبستگی به دست آمده بین ضریب قلب تمرین و درصد ضربان قلب ذخیره حاصل از اجرای آزمون‌های سه‌گانه چنین برمی‌آید که آزمون شاتل‌ران نوع اول در برابر آزمون شاتل‌ران نوع دوم از لحاظ پاسخ‌های فیزیولوژیکی شباهت زیادتری به آزمون نوارگردان‌الستاد دارد، ولی در مجموع باید گفت که هر دو آزمون شاتل‌ران نوع اول و دوم از



نمودار ۳: نگاره براکندهگی ارتباط بین v_{O_2max} شاتل ران نوع دوم و v_{O_2max} تیریدمیل شاتل ران نوع دوم

نحافظ فیزولوژیکی و شدت اجرا بسیار به بوی رنگردان استاد تشبیه هستند. در مورد ضربان قلب تمرین می‌توان خاطر نشان کرد که اکثر آزمودنی‌ها به ۹۵٪ از ضربان قلب پیشینه نظری خود (سر ۲۲۰) در آزمون‌های شاتل‌ران نوع اول و دوم رسیدند، هاندکه در تعیین دقیق‌تر حداکثر اکسیژن مصرفی آزمودنی‌ها حائز اهمیت است و VO_{2max} دقیق‌تری را در اختیار پژوهشگر قرار می‌دهد.

از طرف دیگر، یافته‌های حاصل از بررسی ارتباط بین عوامل سرعت، مسافت و زمان اجرا نشان می‌دهد که بالاترین همبستگی در پیشگویی ظرفیت هوازی، با دخالت متغیر وابسته حداکثر سرعت هوازی به دست می‌آید. شواهد پژوهشی درباره آزمون شاتل‌ران و این نکته که کد مریکه از متغیرهای حداکثر سرعت، درصد چربی بدن، جنس، قد و وزن برای پیشگویی VO_{2max} افراد بزرگسال مناسب‌تر است، صورت گرفته این نتیجه فراگیر به چشم می‌خورد که در آزمون شاتل‌ران، حداکثر سرعت به دست آمده، احتمالاً مؤثرترین عامل پیشگویی برآورد توان هوازی است و آن با مطابقت ضمیمان بالایی حداکثر اکسیژن مصرفی المراد را تخمین می‌زند (۵۱۷،۲۳).

به طور کلی، می‌توان گفت که آزمون‌های شاتل‌ران نوع اول و دوم جهت برآورد VO_{2max} المراد جوان و بزرگسال از اعتبار و روانی لازم برخوردارند و با اطمینان خاطر می‌توان از این آزمون‌ها برای برآورد VO_{2max} آزمودنی‌ها استفاده کرد.

کتابنامه

۱. ادینگتون، د. و ادنگتون، بیولوژی فعالیت بدنی، ترجمه حجت‌الله یکخته، تهران، ۱۳۷۲.
۲. اسدمنش، عابدالله، بررسی دوابی آزمون‌های میدانی شاتل‌ران، ۵۴۸ متر، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ۱۳۷۶.
۳. مدرسین جهانی، سعید، بررسی دوابی آزمون‌های میدانی ۶۰۰ یارد و یک مایل در صنعت قابلیت قلبی - تنفسی دانش آموزان، ۱۶ و ۱۷ ساله دبیرستانی منطقه ۲ تهران، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه علوم انسانی، دانشگاه تربیت مدرس، ۱۳۷۶.

۴. ویلمور، حکم اج. وکاستیل، دیویدال، فیروپولوزی ورزش و فعالیت بدنی، ترجمه ضیاء سعیدی و همکاران، مینکران، ۱۳۷۸.
5. Anderson, Gregory S. 1992. *The 1600-m Run and Multistage 20-m Shuttle Run as Predictive Tests of Aerobic Capacity in Children*. *Pediatric Exercise Science*, Vol. 4: 312-318.
6. Anderson, Gregory S. 1992. *A Comparison of Predictive Tests of Aerobic Capacity*. *Canadian Journal Sport Science*, Vol. 17(4) : 304-308.
7. Barnett, A., Lawrence, Y.S. Chan, Ian C. Bruce. 1993. *Apreliminary Study of the 20-m Multistage Shuttle run asa Predictor of Peak Vo2 in Hong Kong Chinese Students*. *Pediatric Exercise Science*, Vol. 5: 42-50.
8. Borcham, C.A, G. Paliczka, V.J. Nickhols, M.A. 1990. *A Comporison of the PWC₁₇₀ and 20-MST Tests of Aerobic Fitness in Adolescent Schoolchildren*. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, Vol. 30(1): 19-23.
9. Bowers. RW. Fox, El. 1988. *Sports Physiology*. 3th Edith.
10. Falgairette, G. Bedu, M. and et al. 1994. *Evaluation of Physical Fitness from Field Tests at High Altitude Circumpubertal Boys: Comparison with laboratory Data*. *European Journal Applied Physiology*, Vol. 69(1): 36-43.
11. Grant, S. Corbett, K. Amjad, A. M. Wilson, J. Aitchison, T. 1995. *A Comparison of Methods of Predicting Maximum Oxygen Uptake*. *British Journal Sports Medicine*, Vol. 29(3): 147-152.
12. Leger, L. Lambert. J. 1982. *A Maximal Multistage 20-m Shuttle Run Test to Predict VO_{2max}*. *European Journal Applied Physiology*, Vol. 49(1): 1-12.
13. Leger, L. Mercier, D. Lambert, J. 1983. *Relative Efficiency and Predicted VO_{2max} in Children*. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, Vol. 15:

143

14. Leger, L. Mercier, D., Gadoury, C., Lambert, J. 1988. *The Multistage 20-m Shuttle Run Test for Aerobic Fitness*. Journal Sports Science, Vol. 6(2): 93-101.
15. Leger, L. Gadoury, C. 1989. *Validity of the 20m Shuttle Run Test with 1 Min Stages to Predict $\dot{V}O_{2max}$ in Adults*. Canadian Journal Sport Science, Vol. 14(1) : 21-26.
16. Mc Naughton, L. Cooley, D. Kearney, V. Smith, S. 1996. *A Comparison of two Different Shuttle Run Tests for the Estimation of $\dot{V}O_{2max}$* . Journal Sports Medicine and Physical Fitness, Vol. 36(2): 85-89.
17. Menaghian, Hall, P. Cooley, D. 1998. *Validation of Several Methods of Estimating Maximal Oxygen Uptake in Young Men*. Perceptual and Motor Skills, Vol. 87(2): 575-584.
18. Noia, Y, S. Liu Sharon A, Plöman Marilyn A. Looney, 1992. *The Reliability and Validity of the 20-m Shuttle Test in American Students 12 to 15 Years old*. Research Quarterly for Exercise and Sport, Vol. 63(4): 360-365.
19. Poottmans, J. Vlaeminck, M. Collin, M. Delmoite, C. 1986. *Indirect Estimation of the Maximal Aerobic Power of a Male and Female Population from Brussels Aged 6 to 23 years*. Journal Physiology Paris, Vol. 81(3): 195-201.
20. Ramshotom, R. Brewer, J. Williams, C. 1988. *A Progressive Shuttle Run Test to Estimate Maximal Oxygen Uptake*. British Journal Sport Medicine, Vol. 22(4): 141-144.
21. Sproutle, J. Kunalan, C. and etal. 1995. *Validity of 20-MST for Predicting*

- VO_{2max} of adult Singaporean Athletes. British Journal of Sports Medicine., Vol. 27(3): 202-204
22. ST Clair Gibson, A. Broomhead, S. Lambert, M.I. Hawley, J.A. 1998. *Prediction of Maximal Oxygen Uptake from a 20-m Shuttle Run as Measured Directly in Runners and Squash Players.* Journal of Sports Sciences., Vol. 16(4): 331-335
23. Susan, K. Mcveigh, Andrew C. Payne and Shona Scott. 1995. *The Reliability and Validity of the 20-meter Shuttle Test as a Predictor of Peak Oxygen Uptake in Edinburgh School Children, Age 13 to 14 years.* Pediatric Exercise Science., Vol. 7(1): 69-79
24. Van. Mechelen, W. Hlobil, H. Kemper, HC. 1986. *Validity of Two Running Tests as Estimates of Maximal Aerobic Power in Children.* European Journal Applied Physiology., Vol. 55(5): 503-506
25. Wasserman, H. Whipp, C. 1999. *Principles of Exercise Testing & Interpretation.* Pub: lippincott-Williams & Wilkins. 3th edit.