

# روایی‌سنجی برخی متغیرهای فیزیولوژیکی آزمون بی‌هوای دوی سرعت (RAST) و آزمون وینگیت در بازیکنان تیم ملی فوتسال

❖ اباذر شیرازی؛ کارشناس ارشد دانشگاه تربیت معلم تهران\*  
❖❖ دکتر حمید رجبی؛ استادیار دانشگاه تربیت معلم تهران  
❖❖❖ دکتر حمید آقاعلی‌نژاد؛ استادیار دانشگاه تربیت مدرس

## چکیده:

هدف این تحقیق عبارت است از سنجش روایی متغیرهای فیزیولوژیکی آزمون بی‌هوای دوی سرعت (RAST) با توجه به آزمون وینگیت. ۲۵ بازیکن تیم ملی فوتسال مردان با سن  $23,21 \pm 3,24$  سال، BMI  $23,35 \pm 1$  کیلوگرم بر مترمربع، و چربی بدن  $12,93 \pm 1,84$  درصد آزمون‌های وینگیت ۳۰ ثانیه و RAST را برای برآورد شاخص‌های توان بی‌هوای (اوج، حداقل، میانگین توان بی‌هوای، و شاخص خستگی) به فاصله چهار روز از یکدیگر اجرا کردند. همچنین، تغییرات ضربان قلب و لاکتات خون بلافاصله، ۳۰ ثانیه، و ۲ دقیقه پس از دو آزمون با ضربان‌سنج پولار و دستگاه لاکتومتر تعیین شد. روایی هم‌زمان متغیرهای آزمون RAST در برابر آزمون وینگیت با استفاده از آزمون‌های ضریب همبستگی پیرسون و  $t$  ستیودنت در گروه‌های هم‌پسته تعیین شد. یافته‌های تحقیق نشان داد بین حداکثر، حداقل، و میانگین توان بی‌هوای دو آزمون همبستگی متوسط و معناداری وجود دارد ( $r=0,52$ ،  $P < 0,01$ ،  $r=0,49$ ،  $P < 0,01$ ،  $r=0,49$ ،  $P < 0,01$ ) ولی بین شاخص خستگی دو آزمون همبستگی معناداری مشاهده نشد ( $r=0,15$ ). میزان لاکتات خون بلافاصله، ۳۰ ثانیه، و ۲ دقیقه ( $r=0,16$ ،  $r=0,08$ ،  $r=0,12$ )، همچنین ضربان قلب بلافاصله و ۳۰ ثانیه پس از دو آزمون همبستگی معناداری نداشتند ( $r=0,35$ ،  $r=0,22$ )، اما ضربان قلب ۲ دقیقه پس از دو آزمون همبستگی معناداری داشتند ( $r=0,39$ ،  $P < 0,01$ ). هر چند اختلاف معناداری بین شاخص‌های اوج، حداقل، و میانگین توان بی‌هوای، شاخص خستگی، و ضربان قلب بلافاصله و ۳۰ ثانیه پس از دو آزمون مشاهده شد ( $P < 0,05$ )، اما عدم وجود اختلاف معنادار بین لاکتات خون زمان‌های منتخب پس از دو آزمون نشان‌دهنده میزان فشار فیزیولوژیکی تقریباً مشابه در این دو آزمون است. با توجه به یافته‌های تحقیق می‌توان از آزمون RAST نیز که ویژگی بیشتری با رشته فوتسال دارد، برای تمرین و برآورد توان بی‌هوای بازیکنان فوتسال استفاده کرد اما با توجه به تفاوت‌های موجود نمی‌توان کاملاً آن را جایگزین آزمون وینگیت کرد.

واژگان کلیدی: آزمون وینگیت، آزمون RAST، توان بی‌هوای، فوتسال، لاکتات، نخبه

\* E.mail: Abazar\_shirazi@yahoo.com

## مقدمه

توان انفجاری پای ورزشکاران و قدرت عضلانی موفقیت در بسیاری از ورزش‌ها تا حد زیادی به آنان بستگی دارد؛ یعنی، ورزشکار باید قادر باشد تا

طراحی شده پایایی زیادی دارد ( $r=0,88$ ) و این متغیرها را اندازه‌گیری می‌کند (۴). علاوه بر آن به نظر می‌رسد در مقایسه با آزمون وینگیت در برخی رشته‌ها مانند فوتسال ویژگی بیشتری دارد (۷،۵). همچنین، مربیان می‌توانند از پرش عمودی برای پیش‌بینی توان بی‌هوازی استفاده کنند. این کار به ویژه برای مربیان تیم‌های والیبال مفید است. چنانچه کازابالیس و همکاران (۲۰۰۵) ارتباط معنادار و زیادی ( $r=0,86$ ) را بین پرش عمودی و اوج توان بی‌هوازی به دست آوردند که از طریق آزمون وینگیت در والیبالست‌های نخبه کسب شد (۱۵،۴) و نشان‌دهنده اهمیت توجه به ویژگی رشته ورزشی با آزمون مورد استفاده است.

مطالعات پیشین، وجود همبستگی معنادار بین شاخص‌های اوج، حداقل، و میانگین توان بی‌هوازی و عدم وجود همبستگی بین شاخص خستگی دو آزمون را گزارش کردند و آزمون RAST را جایگزینی مناسب برای آزمون وینگیت معرفی کردند (۷،۵). برای مثال گودرز (۱۳۸۱) اعتبار و پایایی آزمون بی‌هوازی RAST را در مقایسه با آزمون وینگیت روی دانشجویان پسر رشته تربیت‌بدنی بررسی کرد و به این نتیجه رسید که همبستگی بالایی بین میانگین مطلق توان بی‌هوازی در آزمون وینگیت (آزمون ملاک) و RAST وجود دارد ( $r=0,85$ ،  $P<0,05$ ). ولی، همبستگی متوسطی بین میانگین توان نسبی ( $r=0,44$ ) و همبستگی ضعیفی بین شاخص خستگی ( $r=0,14$ ،  $P<0,05$ ) این دو آزمون گزارش کرد. همچنین، همبستگی بالا و قوی در توان بی‌هوازی آزمون RAST با آزمون مجدد در برآورد پایایی این آزمون به دست آمد

آنجا که می‌تواند سریع و با نیروی زیادی از قدرت خود استفاده کند. به عبارت دیگر، توان بالایی داشته باشد (۳). به هر حال با توجه به اثر عوامل متعدد بر توان - از جمله زمان فعالیت بدنی و اجرا، توده عضلانی، دمای عضله، سرعت انقباض عضله، نوع انقباض، و دامنه حرکت مفصل - توان بازیکنان در یک رشته ورزشی و یا در رشته‌های ورزشی گوناگون متفاوت است (۱۷،۱۴،۷،۵).

با توجه به نقش توان بی‌هوازی در اکثر فعالیت‌های ورزشی، ارزیابی عملکرد دستگاه فسفاژن و اسید لاکتیک توجه ویژه‌ای را به خود معطوف داشته است (۱۴،۹). در این راستا استفاده از ابزار و وسایل مناسب سنجش، یکی از مراحل عمده برنامه‌ریزی درست تمرینات ورزشی و بهبود عملکرد رقابتی ورزشکاران است (۱۴). به هر حال هر چند روش‌های آزمایشگاهی، توان فیزیکی و فیزیولوژیکی ورزشکاران را دقیق‌تر و تحت شرایط کنترل‌شده‌تر اندازه‌گیری می‌کنند، اما سنجش توان جسمانی در محیط آزمایشگاهی برای همگان مقدور نیست و برخی اوقات با ویژگی ورزش مورد نظر منافات دارد. بنابراین، اکثر مربیان، پیوسته در جستجوی آزمون‌های مناسبی‌اند تا با استفاده از آن‌ها بتوانند آمادگی بازیکنان را در شرایط میدانی ارزیابی کنند (۲). از این‌رو، طراحی و کاربرد آزمون‌های میدانی در برآورد توان فرد اهمیت دارند.

از بین آزمون‌های گوناگون ارزیابی توان بی‌هوازی، آزمون آزمایشگاهی وینگیت یکی از معتبرترین آزمون‌های عمومی است. در این آزمون اندازه‌های اوج، حداقل، و میانگین توان بی‌هوازی و شاخص خستگی ارزیابی می‌شود (۱۷،۵). آزمون میدانی RAST<sup>۱</sup> نیز که از روی آزمون وینگیت

1. Running based anaerobic sprint test.

زمان کل آزمون، ویژگی آزمون، و... به نظر می‌رسد تفاوت‌هایی در متغیرهای این دو آزمون وجود داشته باشد. در تحقیقات انجام گرفته، به همبستگی بین متغیرهای فیزیولوژیکی (ضربان قلب و لاکتات)، همچنین عملکرد بازیکنان نخبه کمتر توجه شده است که در اجرای آزمون میدانی مورد نظر نسبت به آزمون‌های آزمایشگاهی کارایی زیادتری را از نظر عملکرد برای مربیان به دنبال دارند.

از سویی، همبستگی ضعیف بین شاخص خستگی دو آزمون RAST و وینگیت علی‌رغم وجود ارتباط بین متغیرهای توان دو آزمون بحث‌برانگیز است. لذا، با توجه به سوابق تحقیقی مطرح و ویژگی زیاد آزمون RAST با رشته فوتبال، این سؤال مطرح می‌شود که آیا بازیکنان نخبه فوتبال که از آمادگی بالایی برخوردارند از نظر شاخص‌های توان، شاخص خستگی در دو آزمون، همچنین فشار فیزیولوژیکی (ضربان قلب و لاکتات) همبستگی معناداری را نشان می‌دهند؟ و آیا تفاوتی بین میزان متغیرهای مذکور در بین دو آزمون وجود دارد؟

به هر حال برای جایگزینی یک آزمون به جای آزمون دیگر، غیر از متغیرهای مورد سنجش در آزمون‌ها، شباهت فشار فیزیولوژیکی (ضربان قلب، درگیری سیستم‌های انرژی، فشار خون، لاکتات، عضلات درگیر، و...) و شباهت اعداد به دست آمده در دو آزمون نیز مهم است که در تحقیقات اشاره شده به آنها توجه نشده است. از طرفی به نظر می‌رسد سطح آمادگی در یافته‌های متناقض موجود مؤثر باشد. برای مثال، در تحقیق قراخانلو و همکاران

(۷)  $(P < 0,05, r = 0,87)$ .

توماس و بیکر (۲۰۰۵) در تحقیقی به بررسی میزان همبستگی بین شاخص‌های اندازه‌گیری شده در آزمون وینگیت با سرعت در بازیکنان راگبی پرداختند. آن‌ها بین حداکثر توان بی‌هوازی و سرعت بازیکنان همبستگی متوسطی را مشاهده و پیشنهاد کردند که اگرچه آزمون وینگیت، آزمونی معتبر در اندازه‌گیری اجرای بی‌هوازی ورزشکاران است اما در اندازه‌گیری عملکرد ورزشی کارایی چندانی ندارد (۱۸).

وراگ و ماکسول (۲۰۰۰)، بین آزمون دویدن روی تردمیل با آزمون بانگسبو<sup>۱</sup> همبستگی معناداری مشاهده کردند  $(r = 0,28)$ . در این پژوهش آزمون دویدن روی تردمیل عبارت بود از دویدن ۲۰ ثانیه‌ای مکرر که با سرعت ۱۴٫۳ کیلومتر بر ساعت شروع و در هر مرحله ۱٫۳ کیلومتر بر سرعت تردمیل افزوده می‌شد و در بین هر مرحله ۱۰۰ ثانیه استراحت غیرفعال وجود داشت. این پژوهشگران پیشنهاد کردند که دو آزمون از نظر درگیری دستگاه‌های انرژی با یکدیگر تفاوت دارند (۱۹).

همچنین، قراخانلو و همکاران (۱۳۸۷)، پس از بررسی میزان همبستگی آزمون‌های توان بی‌هوازی وینگیت و RAST، دریافتند که بین حداکثر  $(P < 0,01, r = +0,59)$ ، حداقل  $(P < 0,01, r = +0,64)$ ، و میانگین توان  $(P < 0,05, r = +0,45)$  به دست آمده از آزمون وینگیت و RAST همبستگی معناداری وجود دارد، که به نظر می‌رسد به دلیل زمان فعالیت تقریباً یکسان در دو آزمون باشد. این عامل سبب درگیری سیستم‌های انرژی یکسان در دو آزمون می‌شود. ولی بین شاخص خستگی به دست آمده از این دو آزمون همبستگی معناداری وجود نداشت  $(P < 0,05, r = 0,04)$  (۵). از سوی دیگر، با توجه به

#### 1. Bangsbo test

بازیکنان سطح دانشگاهی بررسی شدند.

لذا تحقیق حاضر، ضمن توصیف نیمرخ توان بی‌هوازی بازیکنان تیم ملی فوتسال، به بررسی ارتباط و مقایسه متغیرهای توان بی‌هوازی و فیزیولوژیکی دو آزمون می‌پردازد تا وجود یا عدم وجود اختلاف بین شاخص‌های مورد نظر را بررسی کند. در حقیقت، روایی متغیرهای توان و فیزیولوژیکی آزمون RAST را با ملاک قرار دادن آزمون وینگیت تعیین نماید.

### روش‌شناسی

۲۵ بازیکن مرد حاضر در اردوی تیم ملی بزرگسالان و امید فوتسال جمهوری اسلامی ایران با سن  $23.21 \pm 3.24$  سال، وزن  $70.69 \pm 4.66$  کیلوگرم، شاخص توده بدن  $23.35 \pm 1$  و چربی بدن  $12.93 \pm 1.84$  درصد به صورت هدف‌مند انتخاب شدند.

آزمون وینگیت ۳۰ ثانیه با چرخ کارسنج مونارک و آزمون RAST (۶ مرحله دوی بدن مسافت ۳۵ متری با ۱۰ ثانیه استراحت بین هر وهله دوی بدن) در شرایط مشابه و به فاصله ۴ روز اجرا، و متغیرهای اوج، حداقل، و میانگین توان بی‌هوازی و شاخص خستگی آن‌ها محاسبه شد. سپس بلافاصله، ۳۰ ثانیه، و ۲ دقیقه پس از دو آزمون، ضربان قلب آزمودنی‌ها با ضربان‌سنج پولار و لاکتات خون آن‌ها با دستگاه لاکتومتر (Lactate squat) اندازه‌گیری و ثبت شد.

به منظور کم کردن میزان تأثیر نتیجه هر آزمون بر نتیجه آزمون دیگر، آزمون‌ها در روزهای مختلف و برای مهار اثر چرخه شبانه‌روزی، در زمان مشخصی از روز (ساعت ۱۷ الی ۱۹) انجام شد. برای حذف اثر یادگیری و تمرین آزمونی بر آزمون دیگر، برخی آزمودنی‌ها به صورت تصادفی، در ابتدا آزمون وینگیت و برخی دیگر آزمون RAST را انجام دادند. سپس، بعد از ۴ روز آزمون دوم را اجرا کردند. تجزیه و تحلیل آماری یافته‌ها با استفاده از آزمون‌های ضریب همبستگی گشتاوری پیرسون، برای تعیین میزان همبستگی بین متغیرها، همچنین  $t$  استیودنت در گروه‌های هم‌بسته، برای تعیین میزان اختلاف موجود بین متغیرها، با نرم‌افزار SPSS۱۲ انجام شد.

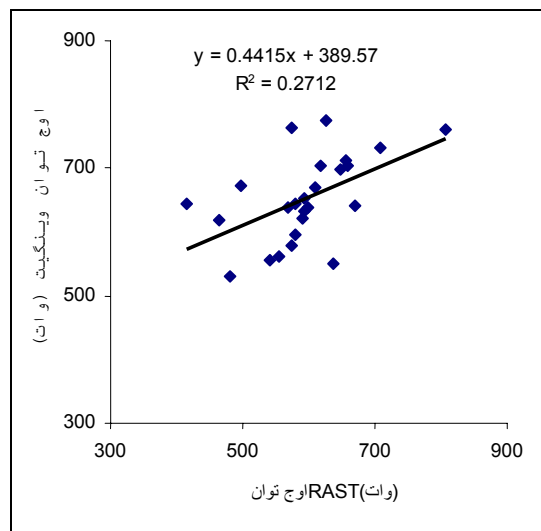
### یافته‌ها

جدول ۱ میزان همبستگی موجود بین متغیرهای مختلف دو آزمون را نشان می‌دهد. بر اساس یافته‌های تحقیق حاضر، همبستگی متوسطی بین متغیرهای توان بی‌هوازی (اوج، حداقل، و میانگین توان) دو آزمون مشاهده شد (شکل ۱، ۲ و ۳)، اما شاخص خستگی دو آزمون، مانند یافته‌های تحقیقات گذشته، همبستگی معناداری را نشان نداد. بین متغیرهای فیزیولوژیکی مورد نظر در این تحقیق نیز به استثنای ضربان قلب ۲ دقیقه پس از آزمون (شکل ۴)، همبستگی معناداری مشاهده نشد.

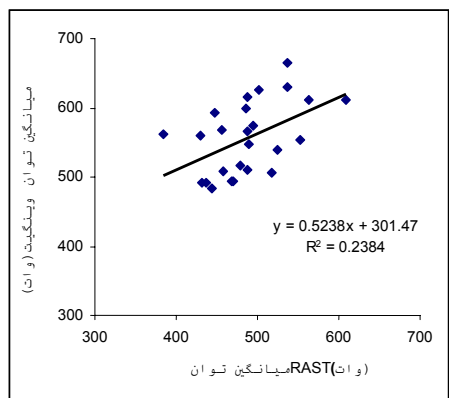
جدول ۱. میزان همبستگی بین متغیرهای دو آزمون

ضربان قلب ۲ دقیقه	ضربان قلب ۳۰ ثانیه	ضربان قلب ۰ ثانیه	لاکتات خون ۲ دقیقه	لاکتات خون ۳۰ ثانیه	لاکتات خون ۰ ثانیه	شاخص خستگی	میانگین توان	حداقل توان	حداکثر توان	RAST
									۰٫۵۰*	حداکثر توان
								۰٫۵۲*		حداقل توان
							۰٫۴۹*			میانگین توان
						۰٫۱۵				شاخص خستگی
					۰٫۱۶					لاکتات خون ۰ ثانیه
				۰٫۰۸	۰٫۲۱					لاکتات خون ۳۰ ثانیه
			۰٫۱۲							لاکتات خون ۲ دقیقه
		۰٫۳۵								ضربان قلب ۰ ثانیه
	۰٫۲۲									ضربان قلب ۳۰ ثانیه
۰٫۳۹*										ضربان قلب ۲ دقیقه

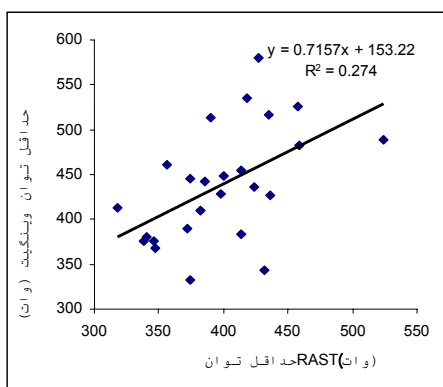
Pvalue  $\leq 0,05$  \*



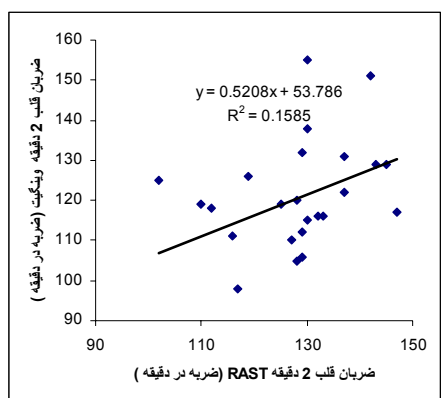
شکل ۱. نمودار خط برازش و معادله پیش بین اوج توان دو آزمون



شکل ۲. نمودار خط برازش و معادله پیش‌بین میانگین توان دو آزمون



شکل ۳. نمودار خط برازش و معادله پیش‌بین حداقل توان دو آزمون



شکل ۴. نمودار خط برازش ضربان قلب ۲ دقیقه پس از دو آزمون

جدول ۲ یافته‌های تحقیق (شاخص‌های توان بی‌هوازی و شدت تمرین، یعنی لاکتات خون و ضربان قلب) در دو آزمون را با توجه به آزمون t استیودنت در گروه‌های هم‌بسته نشان می‌دهد. تنها لاکتات خون در زمان‌های منتخب پس از دو آزمون اختلاف معناداری را نشان نمی‌دهد، اما در سایر متغیرهای مورد مطالعه، اختلاف معناداری در دو آزمون مشاهده می‌شود.

جدول ۲. یافته‌های تحقیق در آزمون وینگیت و RAST

ارزش P *	مقدار t	Mean ± SD		شاخص‌های اندازه‌گیری شده
		RAST	Wingate Test	
۰٫۰۳	۲٫۶۴	۵۹۲٫۴۴ ± ۶۹٫۴۱	۶۴۳٫۷۸ ± ۶۵٫۶۴	اوج توان (W)
۰٫۰۰۲	۳٫۵۶	۳۹۸٫۵۱ ± ۴۸٫۷۲	۴۳۸٫۴۷ ± ۶۶٫۵۴	حداقل توان (W)
۰٫۰۰۰	۶٫۷۳	۴۸۷٫۱۹ ± ۵۱٫۰۱	۵۵۶٫۷۱ ± ۵۴٫۶۴	میانگین توان (W)
۰٫۰۰۰	-۱۵٫۲۶	۵٫۶۶ ± ۲٫۳۳	۳۲٫۵۲ ± ۹٫۲۶	شاخص خستگی (درصد) وینگیت (ثانیه/وات) RAST
۰٫۱۲	۱٫۱۱	۱۱٫۰۳ ± ۴٫۸۳	۹٫۹۱ ± ۴٫۱۸	لاکتات خون ۰ s (mmol/lit)
۰٫۰۹	-۲٫۸۵	۱۰٫۰۵ ± ۱٫۹۲	۱۱٫۹۰ ± ۲٫۷۷	لاکتات خون ۳۰ s (mmol/lit)
۰٫۵۸	۰٫۹۷	۱۰٫۶۴ ± ۲٫۳۶	۱۱٫۱۹ ± ۵٫۴۶	لاکتات خون ۲ min (mmol/lit)
۰٫۰۰۰	۴٫۹۴	۱۸۳٫۹۵ ± ۱۲٫۲۷	۱۷۰ ± ۱۳٫۴۳	ضربان قلب ۰ s (beat/min)
۰٫۰۰۱	۳٫۷۵	۱۶۲٫۰۹ ± ۱۲٫۸۸	۱۵۱٫۶۵ ± ۱۰٫۹۷	ضربان قلب ۳۰ s (beat/min)
۰٫۰۲۲	۲٫۴۵	۱۲۷٫۵۹ ± ۱۱٫۹۱	۱۲۰٫۱۰ ± ۱۶٫۱۰	ضربان قلب ۲ min (beat/min)

\* Pvalue ≤ ۰٫۰۵

### بحث

یکسان فعالیت و به کارگیری مشابه پایین‌تنه در دو آزمون باشد که احتمالاً سبب درگیری دستگاه‌های انرژی مشابه در دو آزمون می‌شود. در واقع، هنگام طراحی آزمون‌های میدانی در برآورد توان بی‌هوازی به عواملی چون مسافت و سرعت توجه می‌شود. از این رو، پژوهشگران در تلاش‌اند آزمون‌های میدانی با مسافت‌های متفاوت و خاص هر رشته ورزشی را طراحی کنند (۱۸،۵).

از سوی دیگر، عدم همبستگی قوی بین شاخص‌های مورد نظر، به دلیل تفاوت در فعالیت‌های انجام گرفته در طول دو آزمون است.

یافته‌های تحقیق حاضر نشان داد بین شاخص‌های حداکثر، میانگین، و حداقل توان بی‌هوازی به دست آمده از آزمون وینگیت و آزمون میدانی RAST همبستگی متوسط و معناداری وجود دارد که با یافته‌های کوپر و همکاران (۲۰۰۴)، که همبستگی معناداری بین حداکثر، حداقل، و میانگین توان بی‌هوازی آزمون وینگیت و آزمون چندمرحله‌ای دویدن به دست آوردند همسوست (۱۳). به نظر می‌رسد چنین همبستگی معناداری بین شاخص‌های مورد نظر، به دلیل زمان و شدت تقریباً

میانگین متغیرهای توان بی‌هوازی، شاخص خستگی، و ضربان قلب دو آزمون مشاهده شد. این عامل را می‌توان با نوع (حمل وزن بدن/ بدون حمل وزن بدن) و چگونگی (پیوسته/ گسسته) فعالیت و میزان درگیری عضلات در دو آزمون مرتبط دانست، چرا که آزمون وینگیت فعالیتی تداومی است که با اندام تحتانی انجام می‌شود اما آزمون RAST فعالیتی تناوبی است که در آن حرکت به صورت خطی و همراه با انتقال توده بدن اجرا می‌شود (۵،۱).

از سوی دیگر، بین لاکتات خون تجمع یافته در دو آزمون در زمان‌های منتخب، همبستگی معناداری مشاهده نشد. میانگین لاکتات خون بلافاصله پس از آزمون، در آزمون RAST بالاتر از آزمون وینگیت بود. اما این موضوع در زمان‌های ۳۰ ثانیه و ۲ دقیقه پس از آزمون برعکس بود. اندازه‌گیری لاکتات خون در خلال تمرین، اطلاعاتی را در مورد شدت، بار، و مدت تمرین فراهم می‌کند (۱۶). در سطح بافت عضله ایزوله شده، عواملی مثل الگوی انقباض، مدت انقباض، در دسترس بودن سوپسترا (مواد سوختی)، هیپوکسی، تحریک بتا-آدرنرژیک، جملگی در تشکیل اسید لاکتیک نقش مهمی ایفا می‌کنند (۸). علاوه بر آن، با توجه به اینکه کل پروتکل آزمون RAST حدود ۸۰ ثانیه و آزمون وینگیت حدود ۳۰ ثانیه طول می‌کشد و با توجه به این نکته که انتقال لاکتات تولید شده در عضله به خون به مدت زمان معینی نیاز دارد و به منظور حذف عامل زمان در کل اجرای پروتکل دو آزمون، لاکتات خون بلافاصله پس از آزمون RAST و ۳۰ ثانیه پس از آزمون وینگیت بررسی شد و ضریب همبستگی غیر معناداری ( $r = 0.21$ ) بین آن‌ها مشاهده شد، عامل

چنانچه در آزمون وینگیت جهت اعمال نیرو چرخشی است ولی در آزمون RAST نیرو به صورت خطی بر بدن وارد می‌شود. بدین معنا که در آزمون وینگیت عمل رکاب زدن انجام می‌گیرد، در حالی که آزمون RAST همراه با دویدن است. همچنین، می‌توان به پیوسته (آزمون وینگیت) و منقطع (آزمون RAST) بودن دو آزمون نیز اشاره کرد که تا حدودی بر سیستم‌های انرژی درگیر در اجرای فعالیت مؤثر است. از طرفی، در آزمون وینگیت توده بدن تحمل نمی‌شود، ولی آزمون RAST همراه با انتقال توده بدن اجرا می‌شود (۵،۱۰،۱۳).

بین شاخص خستگی به دست آمده از دو آزمون RAST و وینگیت همبستگی معناداری مشاهده نشد و شاخص خستگی به دست آمده از آزمون آزمایشگاهی وینگیت بالاتر از آزمون RAST بود که این نتایج با یافته‌های قراخانلو و همکاران (۱۳۸۷)، گودرزی (۱۳۸۱)، و باکر و همکاران (۲۰۰۴) همسو بود. دلیل این موضوع را می‌توان به تفاوت در الگوی خستگی در دو آزمون نسبت داد، به این صورت که وجود زمان استراحت ۱۰ ثانیه‌ای بین مراحل اجرای آزمون RAST سبب به تأخیر افتادن خستگی می‌شود و افت سریع توان را در فرد به واسطه وجود محصولات گلیکولیز بی‌هوازی به وجود نمی‌آورد. در حالی که عدم وجود زمان استراحت در آزمون وینگیت اختلاف بین حداکثر و حداقل توان را افزایش می‌دهد و در نتیجه شاخص خستگی بالاتری را در این آزمون موجب می‌شود (۵،۷،۱۰).

با وجود معنادار بودن همبستگی بین متغیرهای اوج، حداقل، و میانگین توان در دو آزمون، براساس یافته‌های تحقیق حاضر، اختلاف معناداری بین



بنابراین، با توجه به ارتباط مستقیم اکسیژن مصرفی و ضربان قلب (۱۲) و طولانی‌تر بودن آزمون RAST که موجب عبور ضربان قلب از مرحله کاردیو‌دینامیک می‌شود (۱۲) و باعث انعکاس فشار فیزیولوژیکی سازگار شده‌تری می‌شود، بالاتر بودن ضربان قلب در آزمون RAST منطقی به نظر می‌رسد.

### نتیجه‌گیری

از آنجا که بین شاخص‌های توان بی‌هوایی به دست آمده از آزمون میدانی RAST و آزمون آزمایشگاهی وینگیت که یکی از معتبرترین آزمون‌های اندازه‌گیری توان بی‌هوایی است (۵، ۶، ۷، ۱۰)، همبستگی معناداری مشاهده شد، همچنین به دلیل شباهت این آزمون با فعالیت‌های موجود در رشته ورزشی فوتسال و رشته‌های شبیه به آن، می‌توان آزمون RAST را آزمونی معتبر در اندازه‌گیری توان بی‌هوایی ورزشکاران رشته فوتسال و رشته‌هایی شبیه به آن دانست. ولی بر اساس نتایج برگرفته از تحقیق حاضر، این دو آزمون از نظر ویژگی‌های فیزیولوژیکی و برآورد شاخص خستگی، همبستگی معناداری را نشان ندادند که این امر، احتمالاً به نوع اجرای دو آزمون (پیوسته و منقطع بودن)، نوع اعمال نیرو (رکاب زدن و دویدن) و میزان درگیری عضلات (پایین‌تنه و بالاتنه) مربوط می‌شود. لذا، هرچند آزمون RAST در برآورد شاخص‌های توان بی‌هوایی روایی دارد و استفاده می‌شود، اما نمی‌توان آن را به طور کامل جایگزین آزمون وینگیت کرد و نتایج به دست آمده از این دو آزمون را نیز نمی‌توان با یکدیگر مقایسه کرد.

تفاوت در نحوه اجرای آزمون نقش بارزتری را در این مورد ایفا می‌کند. ولی در اندازه‌های میانگین لاکتات خون دو آزمون اختلاف معناداری وجود نداشت که این بیانگر شدت تمرین یکسان یا به عبارتی فشار فیزیولوژیکی مشابه در دو آزمون است.

ضربان قلب به دست آمده از دو آزمون در تحقیق حاضر بیانگر عدم وجود همبستگی معنادار در بلافاصله و ۳۰ ثانیه پس از اجرای دو آزمون و وجود همبستگی معنادار در ۲ دقیقه پس از اجرا بود. وجود همبستگی در ضربان قلب ۲ دقیقه پس از دو آزمون، احتمالاً به دلیل افت یکسان ضربان قلب پس از اجرای دو آزمون است.

همان‌طور که در یافته‌های تحقیق ذکر شد، علی‌رغم نبود اختلاف معنادار در لاکتات زمان‌های منتخب پس از دو آزمون، نتایج به دست آمده از تحقیق نشان‌دهنده وجود اختلاف معنادار در ضربان قلب زمان‌های مورد مطالعه بود. یافته‌های مربوط به لاکتات احتمالاً به دلیل فشار یکسان بی‌هوایی بر اندام پایین‌تنه در دو آزمون است، زیرا به هنگام دویدن، اکثر اندام‌های بالاتنه به جز دست‌ها (که آن‌ها نیز وزن بدن را تحمل نمی‌کنند) عمل استحکامی را به عهده دارند و به نظر نمی‌رسد به صورت بی‌هوایی عمل کنند. لذا، احتمالاً تغییر چندانی در لاکتات ایجاد نمی‌کنند. هر چند، ماندگاری لاکتات در پلاسما به علت سرعت کم پالایش آن نسبت به تغییرات ضربان قلب نیز ممکن است در این موضوع سهم باشد، ولی درگیری گروه‌های عضلانی بیشتر در آزمون RAST احتمالاً باعث افزایش بیشتر اکسیژن مصرفی می‌شود.

## منابع

۱. ذوالفقاری، محمدرضا، ۱۳۷۵، «مقایسه توان بی‌هوازی ورزشکاران با آزمون آزمایشگاهی وینگیت و مارگاریاه، پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد، دانشگاه تربیت مدرس.
۲. رایلی، توماس؛ و ویلیامز مارک، ۱۳۸۴، «علم و فوتبال»، ترجمه عباسعلی گایینی و همکاران، انتشارات کمیته ملی المپیک.
۳. رحیمی و بهپور، ۱۳۸۴، «اثرات تمرینات پلیومتریک»، وزنه و پلیومتریک-وزنه روی توان بی‌هوازی و نیروی عضلانی، دانشکده تربیت‌بدنی، دانشگاه کردستان.
۴. سیاهکوهیان، معرفت؛ و محمدرضا کردی، ۱۳۸۶، «هنجار ملی آزمون دوی سرعتی بی‌هوازی (RSAT) برای افراد ۱۵ تا ۲۵ ساله ایرانی»، پژوهش در علوم رفتاری، شماره شانزدهم، ص ۱۴-۲۴.
۵. قراخانلو، رضا؛ حمید آقاعلی‌نژاد؛ مصیب رستگار؛ علی خازنی، ۱۳۸۷، «بررسی همبستگی بین آزمون‌های میدانی RSAT و ۳۰۰ یارد رفت‌وبرگشت با آزمون آزمایشگاهی وینگیت در اندازه‌گیری توان بی‌هوازی بازیکنان فوتسال»، المپیک، سال شانزدهم، شماره ۴، ص ۹۹-۱۰۸.
۶. قنبری نیکی، عباس، ۱۳۸۵، نشانگرهای گلوکز پلاسما، هزینه مصرفی انرژی،  $VO_{2MAX}$  و توان پس از آزمون RAST در دانشجویان دختر. دانشگاه تربیت مدرس.
۷. گودرزی، علی‌اصغر، ۱۳۸۱، «برآورد اعتبار و پایایی آزمون بی‌هوازی RAST در سنجش توان گلیکولیتیک مردان جوان (از جنبه مکانیکی و زیست‌شیمی)»، پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد، دانشگاه بوعلی سینا همدان.
۸. ولتن، آرتور، ۱۹۹۵، «پاسخ لاکتات خون به فعالیت ورزشی»، ترجمه عباسعلی گایینی و محمد فرامرزی، نشر چکامه.
9. Ia Kiapevskal, B. et al (2001). "The effects of sprint (300 m) running on plasma lactate uricacid, creatin kinase, and lactate dehydrogenas in competitive hardlers and untrained men" J sports med phys fitness; 41: 306-31.
10. Baker, J. and B. Davis (2004). "Interrelationship between laboratory and field measurements of performance". Journal exercise physiology. 7(5): 44-52.
11. Baker, J. and B. Davis (2005). "High intensity exercise assessment: Relationship between laboratory and field measure of performance". Journal of exercise physiology. 5(4): 341-347.
12. Carandente, F.; A. Montaruli; E. Roveda; G. Calogiuni; G. Michielon; A. La torre (2005). "Morning or evening training: Effect on heart rate circadian rhythm." Sportsscience of health. (1),113-117.
13. Cooper, S.; J. Baker; Z. Eaton & N. Mathews (2004). "A simple multistage field test for the prediction of anaerobic capacity in female games players". Br J sport med. 38:784-789.
14. Jay, T. Kearney et al. (2000). "Measurment of work and power in spor". exercise and sport science. Lippin cott willion wilking publishing.
15. Kasabalis, A.; H. Douda; S.P. Tokmakidis (2005). "Relationship between anaerobic power and jumping of selected male volleyball players of different ages". Percept Mot Skills. 100(3pt1): 14-607.
16. Ozturk, M.; K. Ozer; E. Gokce (1998). "Evaluation of blood lactate in young men after wingate anaerobic power test". Eastern Journal of Medicine 3 (1): 13-16.
17. Slievert, G.; R.D. Backus & H.A. Wenger (1995). "The influence of a strength – sprint training sequence on multi-joint power out put". Medicine and science in sports and exercise". 27(12): 1655-1655.
18. Thomas, N.E.; & J.S. Baker (2005). "Optimized and non-optimized high intensity cycling ergometry and running ability in international rugby union players". Journal of Exercise physiology. 18(3): 26-35.
19. Wrag, C. B.; N.S. Maxwell & J.H. Doust (2000). "Evaluation of the reliability and validity of a soccer specific test of repeated sprint ability". Eur Journal of Applied Physiology. 83(1):77-83.