University of Isfahan

Faculty of Physical Education & sport

Department of Physical Education & sport

M.A Thesis

Comparison between Lab, Field & Non Exercise Method for Estimate Vo2max

Supervisor:

Dr. Mehdi Kargarfard

Advisor:

Dr. Vahid Zolaktaf

Abstract

- **Goal**: Non exercise method is introduced as another mean for estimating Vo2max in this research and then , compared with tow procedures , called Bruce and Shuttle run. Also four formulas used in Shuttle run test are

  Examined and the most practical of them will be introduced.

- **Procedure**: the sample of this research include 58 male student ,19 to 28 , who study physical education in Isfahan University, are randomly selected , and participated in Non exercise , Shuttle run , and Bruce test respectively. it should be mentioned that this research is of description – correlation type.

- **Result:** Correlation coefficient rates between Non exercise and Bruce test , Non exercise was reported , (0.726), and Correlation coefficient rates between Bruce test and shuttle run test was reported (0.82) Analyzing one-way variance , showed there was no sensible difference between Non exercise, Shuttle run 4, and Bruce

  test since of being in the some subdivision .

- **Discussion and Conclusion :** Consequences of the research showed

That Non exercise test was appropriate way of estimating Vo2max for Grope rather than individuals. The determination coefficient value be moderate (R^1=0.52) , researcher offer use field test(like Shuttle run) when you want determine individuals VO2max .

- **Key Word**:

  Vo2max, Non exercise test , shuttle run test , Bruce test

Table of contents

First chapter: research plan

Introduction……..1

Problem statement……2

Research purpose……..…3

Special research questions……..4

Necessity of research……4

Research assumptions……..4

Definition of key words and terms……..5

Research limitations……6

Scope of research……..7

The second chapter: research literature

Introduction……8

Aerobic power……..9

Factors affecting aerobic capacity……..10

Inheritance……10

Factors affecting aerobic capacity……..10

Practice status……11

Gender……12

Body size and composition……13

Age……14

Distribution percentage of muscle fibers……17

Other factors……19

History of aerobic fitness tests……19

Physical fitness tests……21

Laboratory tests……22

Treadmill……22

Shortcomings and limitations……22

Field tests……24

Step test……24

Running test……24

20 meter shuttle run test……25

Shuttle run test records……26

Non exercise test……30

The third chapter: research method

Introduction……40

Statistical population and sampling method……40

Research steps……41

Coordination with university officials……41

Preparing the place for the test……41

Justification of subjects……41

Data collection tools……42

Conducting tests……44

Non exercise test……42

Bruce's test……43

Data analysis method……44

The fourth chapter: statistical analysis

Introduction……45

Statistical description of measured factors……46

Comparison of vo2max estimation in different ways……50

The fifth chapter: discussion and conclusion

Introduction……52

A summary of the statement of the problem……53

Descriptive information……53

Comparison of vo2max calculated by different tests……54

Investigating the correlation coefficient of vo2max estimation……55

Total resulting……59

Suggestions from the research……60

Suggestions for future researchers……60

List of figures

Reduction of maximum oxygen consumption……..15

20 meter shuttle run test……22

Comparison of mean and standard deviation……..……49

Comparison of vo2max estimates……..51

List of tables

Different methods of expressing oxygen consumption……..13

Classification of types of muscle fibers……..16

List of research related to shuttle run test……..24

Statistical description of measuring factors……46

The results of Levin's test……47

Kruskal Wallace test results……48

Analysis of variance……..48

Tukey test results……..49

Matrix of correlation coefficients……50

Chapter 1: research plan

فصل اول

طرح تحقیق

مـقــدمــه

محققان معتقدند کهVO_{2max} معیار خوبی برای نشان دادن توانایی دستگاه قلبی عروقی در حمل خون غنی از اکسیژن و تحویل آن به بافت های فعال می باشد. از این رو، پیش بینی وسیله ای که بتواند با صرف هزینه و زمان کم و با دقت کافی این شاخص را اندازه گیری نماید، ضروری به نظر می رسد. برای برآوردVO_{2max} ،آزمون های آزمایشگاهی و میدانی متعددی طراحی شده، با این حال این تحقیق برآن است که روش جدیدی را معرفی نماید که اگرچه از لحاظ دقت به خوبی روش های قبلی نیست ،اما در شرایط خاص (مانند کمبود لوازم و تجهیزات، عدم تخصص کافی و سنجش آمادگی قلبی تنفسی بیماران) بسیار مفید و راه گشا خواهد بود.

در این فصل طرح کلی تحقیق ارائه شده است، موضوعات مورد بررسی در این فصل شامل: بیان مسئله، اهداف تحقیق، ضرورت و اهمیت تحقیق، مفروضات تحقیق، واژه های کلیدی ،محدودیت های تحقیق و قلمرو تحقیق می باشد.

بیان مسئله

آگاهی از وضعیت آمادگی جسمانی ورزشکاران برای مربیان و پژوهشگران از اهمیت خاصی برخوردار است، زیرا داشتن میزان بالایی از آمادگی قلبی تنفسی در بیشتر ورزش ها ضروری است. آمادگی قلبی تنفسی از شاخص های معتبر در سلامتی عملکرد دستگاه گردش خون و تنفس در قلمرو ورزش قهرمانی است و همواره توجه و علاقه ی متخصصان علوم ورزشی را به خود معطوف کرده و موجب شده است که آنها روش های نوین و دستگاه های جدید جهت تخمین VO_{2max} آزمودنی ها ابداع نمایند (ناظم و هماکرا1376) ،با توجه به اینکه قابلیت عملکرد قلبی تنفسی با شاخص فیزیولوژیک VO_{2max} ارتباط تنگاتنگی دارد، لذا بسیاری از کارشناسان علوم ورزشی آن را بهترین شاخص برای ارزیابی آمادگی هوازی و عامل مهمی برای پیشگویی موفقیت ورزشکاران در فعالیت های استقامتی معرفی کرده اند (ویلمور و کاستیل[1]1997، اندرسون و همکاران1992) [2].

بر اساس گزارش های تحقیقاتی، برای برآوردVO_{2max} روش های آزمایشگاهی، میدانی و پرسشنامه ای متعددی طراحی شده است، روش های آزمایشگاهی به ویژه ابزارهای مجهز به رایانه، علی رغم اینکه از اعتبار و دقت بالایی برخوردار هستند، ولی به دلیل هزینه بالای آنها برای همگان قابل استفاده نمی باشند. از طرف دیگر، روش میدانی و پرسشنامه ای، ارزانتر و قابل استفاده تر هستند ولی نسبت به روش های آزمایشگاهی اعتبار پائین تری دارند (اسپیرسون و همکاران 1993)[3] در این خصوص ارائه ی آزمون هایی که علاوه بر

سهولت اجرا جهت سنجش آمادگی هوازی اقشار جامعه و ورزشکاران از درجه اعتبار و پایایی بالایی برخوردار باشد، ضروری است. آزمون های یک مایل دویدن، شاتل ران و پله ی کوئین از جمله آزمون های میدانی مهم در برآورد

1-Wilmor & Castil
2-spirson & et al

حداکثر اکسیژن مصرفی هستند. از بین آزمونهای موجود، آزمون دوی رفت و برگشت 20 متر (شاتل ران) [4] از سوی اتحادیه ی اروپا یک آزمون میدانی معتبر در سنجش آمادگی هوازی شناخته شده است که در این تحقیق مورد استفاده قرار خواهد گرفت. (اسپیرسون و همکاران1993، اسدمنش و همکاران1376).

آزمون بدون تمرین (پرسشنامه ای)[5] یکی دیگر از روش هایی است که جهت برآورد VO_{2max} مورد استفاده قرار گرفته است که در مقایسه با روش آزمایشگاهی مقدار 3/4 میلی لیتر کیلوگرم در دقیقه خطای اندازه گیری برآورد گردیده است .(جورج و همکاران2013) [6] اگرچه، در تحقیقات بی شماری اعتبار سنجی اکثر آزمون های میدانی و آزمایشگاهی مورد بررسی قرار گرفته است، ولی تاکنون تحقیقی که مستقیماً این دو روش میدانی و پرسشنامه ای را جهت برآورد VO_{2max} بررسی کرده باشد در ادبیات تحقیق مشاهده نگردیده است.

در تحقیق حاضر محقق به دنبال آن است که با تعیین میزان ارتباط این آزمون ها به این مهم دست یابد که این دو آزمون تا چه اندازه ای در برآورد VO_{2max} نسبت به یکدیگر همبستگی دارند؟ و آیا برای سنجش آمادگی هوازی می توان از این آزمون ها بجای یکدیگر و در مکان هایی که امکان استفاده از وسایل آزمایشگاهی نیست استفاده کرد.

اهداف تحقیق

الف) هدف کلی

هدف کلی از تحقیق حاضر تعیین ارتباط بین دو روش پرسشنامه ای (بدون تمرین)، و میدانی (شاتل ران) بر روی دانش آموزان پسر مدارس شاهین شهر جهت برآورد حداکثر اکسیژن مصرفی می باشد.

ب) اهداف ویژه

1- تعیین مشخصات بدنی آزمودنی ها

2- تعیین ارتباط بین دو روش میدانی و پرسشنامه ای

3-Shttle run

1-Jorge & et al

سؤال هاي ويژه تحقيق

1- آیا بین روش بدون تمرین (پرسشنامه ای) و میدانی (شاتل ران) ارتباط معنا داری وجود دارد؟

2- آیا می توان از این دو روش در مواقع مورد لزوم به جای یکدیگر استفاده کرد؟

ضرورت تحقیق:

یکی از راههای معرفی یک کشور در عرصه جهانی، ورزش آن کشور می باشد. در سطح بین الملل مسابقات مهمی برگزار می شود که عرصه مهمی برای رقابت کشورها با یکدیگر و معرفی توانایی‌شان در زمنیه های مختلف است، از این رو، داشتن ورزشکاران نخبه و آماده عامل برتری دهنده ای است که کشورها به سختی به دنبال آن هستند. گفتنی است که یکی از مهمترین فاکتورهای موفقیت ورزشکاران آمادگی جسمانی می باشد. همچنین تحقیقات نشان داده اند که شاخص ترین فاکتور آمادگی جسمانی نیز VO_{2max} است .(مان و همکاران2014).

متخصصان با صرف ساعت ها وقت و هزینه بسیار موفق به تولید وسایل پیشرفته و کشف راه های مناسب جهت سنجش این شاخص مهم یعنی VO_{2max} شده اند.

استفاده از این وسایل پیشرفته و گران قیمت حق ورزشکاران مخصوصاً ورزشکاران حرفه ای در هر کشور است. اما زمانی که سایر اقشار جامعه را که به نوعی درگیر با ورزش هستند مدنظر قرار می دهیم دیگر استفاده از این وسایل پیشرفته، از لحاظ زمان، هزینه و تخصص به صرفه نمی باشد. در این راستا ارائه آزمونی که علاوه بر سهولت اجرا و هزینه اندک از اعتبار و روایی بالایی برخوردار باشد، ضروری به نظر می رسد. لذا این تحقیق بر آن است تا با سنجش روایی و اعتبار روش بدون تمرین و مقایسه ی آن با روش های آزمایشگاهی و میدانی آن را به عنوان راهی مناسب جهت محاسبه ی حداکثر اکسیژن مصرفی این گروه از ورزشکاران معرفی نماید.

مفروضات تحقیق:

۱ - آزمون میدانی (شاتل ران) روش مناسبی برای برآورد روایی‌ی آزمون بدون تمرین (پرسشنامه ای) جهت بر آورد VO_{2max} می باشد.

۲ –آزمون شوندگان به پرسش های مطرح شده جهت بر آورد VO_{2max} از طریق روش بدون تمرین صادقانه جواب می دهند.

۳ –محقق به طور روا و معتبر می تواند از ابزارهای میدانی و پرسشنامه برای برآورد VO_{2max} آزمون شوندگان استفاده کند.

تعریف واژه ها و اصطلاحات کلیدی

الف) تعاریف نظری

1-اکسیژن مصرفی بیشینه(**VO_{2max}**): VO_{2max} **بالاترین ظرفیت بدن برای انتقال و مصرف اکسیژن جهت متابولیسم سلولی است و بهترین شاخص ظرفیت ورزشی به حساب می آید(میلان و همکاران[۱] 1995) VO_{2max}[۲] به ندرت به طور مستقیم اندازه گیری می شود، در اکثر تحقیقات ابزار اندازه گیری، زمان کار بر روی تردمیل است که توسط فرمول های خاص رگرسیون تبدیل به میزان اکسیژن با واحد میلی لیتر در دقیقه در هر کیلوگرم از وزن می شود .**

2- آزمون20 متر رفت و برگشت:[۱]

عبارت است از دویدن مکرر بصورت رفت و برگشت در مسافت ثابت20 متر که حداکثر برای مدت21 دقیقه اجرا می شود و اکسیژن مصرفی بیشینه به وسیله ی معادله رگرسیون بر آورد می گردد.

3- آزمونهای میدانی:

آزمون ها ی میدانی متفاوتی برای سنجش آمادگی قلبی تنفسی از طریق ارزیابیVO_{2max} و سطح آمادگی طرح و ارائه شده اند، میزان بار کار در این آزمون ها بر اساس زمان، مسافت، ضربان قلب و حداکثر سرعت هوازی تعیین و تنظیم می گردد. هر کدام از این آزمون ها از روایی و پایایی متفاوتی برخوردارند، ولی در نهایت برای تخمینVO_{2max} میزان خطای استاندارد $\pm 10\%$ برای ورزشکاران و $\pm 16\%$ برای غیر ورزشکاران گزارش شده است. (کیرکندال و گروبر2000).[۲]

1-Milan & et al
1- 20m.shuttle run
2- kirken dal and Grober 2000

اینگونه آزمون ها اغلب توسط مربیان ورزش و معلمان تربیت بدنی برای ورزشکاران و دانش آموزان استفاده می شود. این آزمون ها بر سه نوع می باشند:

۱ راه رفتن

۲ -دویدن – راه رفتن

۳ - پله (حق روان1373)

ب) تعاریف کاربردی:

در بخش میدانی آزمون مورد استفاده، آزمون شاتل ران می باشد، که فرد در فاصله20 متر، با سرعت فزاینده، حرکت می کند، پرسشنامه استفاده شده در این تحقیق از 3 بخش تشکیل شده است. بخش اول مربوط است به فعالیت های بدنی انجام شده در6 ماه گذشته، بخش دوم و سو م مربوط است به توانایی فرد در انجام فعالیت های مختلف است

محدوديت هاي تحقيق

الف) محدوديت هاي اجتناب ناپذير

۱ -عدم توانایی کنترل شرایط آزمودنی ها در طول مدت تحقیق از حیث تغذیه، استراحت، تمرین قبل از اجرای آزمون.

۲ -اختلاف سطح انگیزش آزمودنی ها نسبت به اجرای دو آزمون که در جلسات متوالی انجام می شده است ، به این معنی که ممکن است یک آزمودنی در یک آزمون از انگیزش و آمادگی روانی بهتری برخودار بوده ، ولی در آزمون دیگر از چنین سطح آمادگی و انگیزش برخوردار نباشد.

ب) محدوديت هاي محقق خواسته

۱ -فقط از پسران به عنوان آزمودنی استفاده شده تا تأثیر متغیر جنسیت کنترل شود.

قلمرو تحقيق

تحقی‌ق حاضر بروی دانش آموزان پسر دبی‌رستان های شاهی‌ن شهر که سن آنها بی‌ن 15 تا18 سال می باشد انجام گرفته است

Chapter2: research literature

فصل دوم

ادبیات تحقیق

مـقــدمــه

آمادگی قلبی-تنفسی در واقع آمادگی مربوط به سلامتی را مورد بررسی قرار می دهد و تعیین کننده ی ظرفیت دستگاه های قلبی، عروقی و تنفسی در فراهم آوردن اکسیژن در خلال یک فعالیت بدنی مداوم می باشد. در برخی از بیماری ها مانند فشار خون بالا، بیماری های مربوط به عروق کرونری و دیابت یکی از مهم ترین علل وقوع آنها، فعالیت بدنی کم و عدم آمادگی دستگاه قلبی-تنفسی می باشد. از این رو، توجه به وضعیت دستگاه های قلبی-تنفسی مردم از اهمیت خاصی برخوردار است، بررسی آمادگی قلبی تنفسی، با استفاده از آزمون های رایج، مستلزم صرف هزینه، زمان و نیز افراد متخصص می باشد. با توجه به این مشکلات ،گسترش روشی که به سادگی و با ضریب اطمینان بالا بتواند آمادگی قلبی تنفسی را پیش بینی نماید، ضروری به نظر می رسد. از این رو در این فصل به بررسی توان هوازی و عوامل مؤثر در آن، روش های ارزیابی توان هوازی و تاریخچه آنها و بالاخره تاریخچه برآورد VO_{2max} از طریق روش بدون تمرین (پرسشنامه ای) پرداخته می شود.

تـوان هـوازي

از واژه توان به منظور نشان دادن سرعت انجام کار یا انجام کار در واحد زمان استفاده می شود .(مک آردل و همکاران 2000) [10]. توان هوازی بیشترین میزان انرژی است که از طریق سوخت و ساز هوازی در واحد زمان در عضلات بدن فراهم می شود (فرانک و هولی 1998) [11].

اغلب دانشمندان حداکثر اکسیژن مصرفی در دقیقه را معرف توان هوازی می دانند (ویلمور و کاستیل 1999، ص148)، در اندازه گیری عملکردهای ورزشی مفهوم توان هوازی با حداکثر اکسیژن مصرفی یا اکسیژن مصرفی بیشینه VO_{2max} بیان می شود (مورو و جکسون 1991) [12] که عبارت است از بیشترین میزان اکسیژنی که فرد می تواند به هنگام اجرای یک فعالیت بدنی (که شدت آن به طور آهسته و منظم تا مرحله واماندگی افزایش می یابد) مصرف نماید (فرانک و هولی 1998). اکسیژن مصرفی بیشینه همچنین با عباراتی نظیر اوج توان هوازی، حداکثر اکسیژن مصرفی، ظرفیت کار هوازی، ظرفیت استقامتی، برداشت بیشینه ای اکسیژن، مصرف بیشینه ای اکسیژن و درون کشی بیشینه ای اکسیژن بیان شده است (انشل 1376).

اکسیژن مصرفی به طور مطلق به شکل لیتر در دقیقه ($L.\min^{-1}$) یا میلی لیتر در دقیقه ($ml.\min^{-1}$) بیان می شود و به طور نسبی بر حسب وزن بدن فرد به صورت میلی لیتر بر کیلوگرم وزن بدن در دقیقه($ml.kg^{-1}.\min^{-1}$) با میلی لیتر در کیلوگرم وزن بدون چربی در دقیقه بیان می گردد (بوام گارتنر 1376؛ مک آردل و همکاران 2000، ص197). مت [13] واحد دیگری برای بیان اکسیژن مصرفی بیشینه ای است که یک مت برابر با مقدار اکسیژن مصرفی است که در یک مرد و زن متوسط به ترتیب برابر با 250 و 300 میلی لیتر در هر دقیقه برآورد می شود. می توان مت را بر اساس اکسیژن مصرفی در هر واحد وزن بدن بیان کرد که بر این مبنا یک مت تقریباً برابر با 3/6 میلی لیتر در هر کیلوگرم در دقیقه است (مک آردل و همکاران 2000، ص164).

1-McArdel et al
2- ferank& holey
3-Morrow & jakson
1- Met

اکسیژن مصرفی بیشینه به عنوان استانداردی طلایی برای تشخیص آمادگی قلبی و عروقی افراد به کار برده می شود (کوک1996) [14] و به عملکرد صحیح سه دستگاه مهم بدن یعنی دستگاه تنفس، دستگاه قلبی-عروقی و دستگاه عضلانی بستگی دارد (نیمن1990).

عوامل مؤثر بر توان هوازي

عوامل بسیاری بر روی مقدار اکسیژن مصرفی بیشینه مؤثرند. از جمله مهمترین این عوامل عبارتند از: وراثت، وضعیت تمرین، جنسیت، اندازه و ترکیب بدنی، سن، ارتفاع و درصد توزیع تارهای عضلانی که در زیر به آن ها پرداخته خواهد شد.

وراثت

بحث در مورد سهم وراثت در تعیین ظرفیت های فیزیولوژیکی و عملکردهای ورزشی غالباً مطرح است (آستراند1986). هم اکنون به خوبی ثابت شده که خزانه ی ژنی افراد تعیین کننده آن است که آیا فرد از نظر توان هوازی و عملکرد استقامتی مستعد است یا خیر، اما در پاسخ به این سؤال که توان هوازی چه اندازه تحت تأثیر وراثت قرار می گیرد نتایج متفاوت و گاه ضد و نقیضی عنوان شده است (بوچارد و همکاران1988). مطالعاتی روی 15 جفت دوقلوی همسان و 15 جفت دوقلوی غیر همسان که در یک شهر پرورش یافته و والدین آنها دارای زمینه های اجتماعی-اقتصادی مشابهی بودند، انجام شد. چنین نتیجه گیری شد که وراثت به تنهایی عامل بیش از 93 درصد از تفاوت های مشاهده شده در ظرفیت هوازی که به صورت VO_{2max} به دست آمد محسوب می شود (کلیسوراس1971؛ کلیسوراس، 1973) [15]. در حالیکه برخی از محققین معتقدند توان هوازی کمتر تحت تأثیر وراثت قرار می گیرد (نیمن1990)

بوچارد و همکاران1986) به این نتیجه رسیدند که وراثت تعیین کننده ی 25 تا 50 درصد دامنه تغییرات VO_{2max} است. به این معنی که از بین کل عوامل مؤثر در مقادیر VO_{2max}، وراثت به تنهایی مسئول یک چهارم تا نیمی از کلیه این اثرات است.

2- Cooke

1- klissouras

بنابراین نقش وراثت در تعیین توان هوازی بسیار اساسی است و محققین معتقدند که میزان پیشرفت VO_{2max} فرد در اثر تمرین به عوامل وراثتی وابسته است. (نیمن1990)

وضعیت تمرین

در مورد اثر تمرین بر توان هوازی مطالعات وسیعی صورت گرفته است و شکی نیست که تمرین سبب افزایش توان هوازی می گردد (فوس و کتیان1998) [16]. کوهرت و همکاران1991) [17] در گزارش های تحقیقی خود نشان دادند که برنامه های تمرینی مناسب سبب افزایش در توان هوازی بزرگسالان، جوانان، زنان و مردان می شود ولی میزان این افزایش در ورزشکاران استقامتی نسبت به غیر ورزشکاران در اثر تمرین کمتر است.

بر اساس تحقیقات میزان بهبود در توان هوازی ورزشکاران استقامتی فقط2 تا3 درصد و افرادی که در شروع تمرینات دارای توان هوازی کمتری بودند30 تا50 درصد گزارش شده است (اسکات و هولی1990) [18]

بطور کلی امتیازات VO_{2max} باید متناسب با وضعیت تمرین فرد در زمان اندازه گیری ارزشیابی شود. بهبود در ظرفیت هوازی از طریق تمرین غالباً بین 6 تا20 درصد نوسان دارد، هر چند افزایش به مقدار50 درصد بالاتر از سطوح قبل از تمرین نیز گزارش شده است (مک آردل و همکاران2000، ص194). تاباتا و همکاران[19]1996) نشان دادند که یک برنامه تمرینی با شدت متوسط (70 درصد اکسیژن مصرفی) و با شدت بالا (7 ست20 ثانیه ای با 70 درصد حداکثر اکسیژن مصرفی) هر دو می تواند موجب افزایش در توان هوازی شود.

جنسیت

مطالعات انجام شده برای مقایسه ی توان هوازی مردان و زنان به طور کلی نشان می دهد که توان هوازی زنان پایین تر از مردان است (فاگارد و همکاران1995) [20]. تا قبل از سن ده سالگی تفاوت معنی داری در توان هوازی بیشینه

2- Foss and keteyain
3- Kohert et al
1- Scott and Howely
2- Tabata et al
3- Fagard
4- Burghs
5- Hermansen and Anderson

دختران و پسران مشاهده نشده است و پس از آن اختلاف موجود میان توان هوازی بیشینه آن ها 25 تا30 درصد می باشد که بعد از بلوغ با توجه به ترکیبات بدنی متفاوت دختران و پسران، در توان هوازی دو جنس ، 15 تا 20 درصد اختلاف به وجود می آید (کوک1996). حتی در بین قهرمانان ورزیده این تفاوت دامنه ای بین15 و20 درصد دارد (برق1987) [۲۱] ،(هرمانسن و اندرسون1965) [۲۲].

تفاوت جنسیی آشکار در VO_{2max} معمولاً به تفاوت در ترکیب بدن و میزان هموگلوبین نسبت داده می شود. برای مثال، زنان تمرین نکرده معمولاً26 درصد وزن بدنشان از چربی تشکیل شده است، در حالی که مقدار معادل آن در مردان به طور متوسط15 درصد است (کچ و مک آردل1988). با وجودی که مردان قهرمان تمرین کرده دارای درصد چربی کمتری هستند، اما زنان همتراز آن ها همواره به طور قابل توجهی چربی دارند. بنابراین، مردان فقط به دلیل داشتن توده عضلانی بیشتر و چربی نسبتاً کمتر از زنان، عموماً قادر به تولید کل انرژی هوازی بیشتری هستند (مک آردل و همکاران2000). این تفاوت در ظرفیت حمل اکسیژن خون، مردان را به طور بالقوه قادر می سازد تا اکسیژن بیشتری را هنگام تمرین به گردش درآورده و در نتیجه به آن ها برتری اندکی در ظرفیت هوازی می دهد (مک آردل و همکاران2000).

اگرچه چربی کمتر بدن و هموگلوبین بیشتر در مردان، به آن ها تا حدودی نسبت به زنان از لحاظ توان هوازی برتری می بخشد ولی جهت بیان کامل تفاوت های بین دو جنس باید سایر عوامل را نیز مورد توجه قرار داد. از جمله ملاحظات ممکن، تفاوت در سطح فعالیت جسمانی طبیعی بین «متوسط» مردان و «متوسط» زنان است. این موضوع را می توان به صورت متقاعدکننده ای مورد بحث قرار داد که به دلیل محدودیت های اجتماعی، زنان نسبت به مردان به طور قابل توجهی از موقعیت های شرکت در تمرینات ورزشی محرومند (مک آردل و همکاران2000). با این حال، به رغم این محدودیت ها، ظرفیت هوازی زنان فعال معمولاً بالاتر از مردان غیر فعال است. (برق1987)

چنین برآورد شده که69 درصد از تفاوت مقادیر VO_{2max} بین افراد را می توان به آسانی به حساب تفاوت های موجود در توده بدن،4 درصد تفاوت های موجود در جثه و1 درصد اختلافات در وزن بدون چربی گذاشت (ویندهام و هگنز1969) [۲۳]. بنابراین، مقایسه ی عملکردهای ورزشی با مقدار مطلق اکسیژن مصرفی بین افرادی که از نظر اندازه و ترکیب بدن متفاوتند بی معنی به نظر می رسد. این موضوع سبب شده است که اکسیژن مصرفی به طور متداول بر حسب رابطه ی آن با اندازه بدن، سطح رویه، وزن بدن، وزن خالص (بدون چربی) بدن یا حجم عضو بیان شود. همان طور که در جدول2-1 مشاهده می شود. در مورد یک مرد و زن تمرین نکرده که از نظر وزن بدن کاملاً متفاوتند، درصد تفاوت که به صورت لیتر در دقیقه بیان شده، 43 درصد است. وقتی VO_{2max} در ارتباط با وزن بدن بیان می شود، یعنی (میلی لیتر در کیلوگرم در دقیقه)، زن هنوز در حدود20 درصد پائین تر از مرد قرار دارد. با این حال، اگر ظرفیت هوازی بر حسب وزن بدون چربی (وزن خالص) بدن بیان شود تفاوت بین آن دو بیش از این کاهش می یابد. این موضوع به ویژه هنگامی مصداق پیدا می کند که مقایسه در مورد مرد و زنی انجام شود که دارای وضعیت تمرین مشابهی هستند.

ول 2-1- روش هاي مختلف بيان اکسيژن مصرفي (196: **pp** ، 2000، **McArdle**)

متغیرها	زنان	مردان	درصد تفاوت
اکسیژن مصرفی بیشینه ($L.min^{-1}$)	2	3/5	-43
اکسیژن مصرفی بیشینه ($ml.\ kg^{-1}.mi^{-1}.$)	40	50	-20
اکسیژن مصرفی بیشینه ($ml.\ kg^{-1}.mi^{-1}.$)	535	585	-9
وزن بدن (Kg)	50	70	-29
درصد چربی بدن	25	15	+67
وزن خالص بدن (kg)	375	595	-37

1- Wyndham and Hegns

این یافته ها، همچنین در مورد مردان و زنان هنگام رکاب زدن با دست مورد توجه قرار گرفته است (واشبرن و سیلز، 1984) [۲۴]. وقتی مقادیر اکسیژن مصرفی هنگام تمرین بیشینه از نظر اختلافات موجود در اندازه بازو و شانه اصلاح شد، تفاوتی در اوج $VO_{۲max}$ بین دو جنس مشاهده نشد. این یافته ها حاکی از آن هستند که تفاوت های موجود در ظرفیت هوازی بین مردان و زنان عمدتاً تابعی از حجم توده عضلانی در حال انقباض است. (مک آردل و همکاران2000)

سن

اکسیژن مصرفی بیشینه (لیتر در دقیقه) در طول سال های رشد سریعاً افزایش پیدا می کند. (مک آردل و همکاران2000) مطالعات مقطعی و طولی نشان می دهد که اکسیژن مصرفی بیشینه به طور خطی از سن 4 سالگی تا اواخر دوره نوجوانی در پسران و تا سن12 تا13 سالگی در دختران افزایش می یابد (مالبوت و یانگ1999) [۲۵]. یافته های تحقیقاتی نشان می دهند که $VO_{۲max}$ مطلق از حدود 1 لیتر در دقیقه در 6 سالگی تا حدود3/21 لیتر در دقیقه در 16 سالگی متغیر است. متوسط $VO_{۲max}$ دختران در حدود14 سالگی به اوج خود می رسد و پس از آن شروع به کاهش می کند .(کراهنبال و همکاران 1985) [۲۶] تا قبل از سن ده سالگی تفاوت معنی داری در توان هوازی بیشینه دختران و پسران مشاهده نشده است (کوک1996) و پس از آن در14 سالگی تفاوت $VO_{۲max}$ (لیتر در دقیقه) بین دختران و پسران تقریباً25 درصد و در16 سالگی به50 درصد می رسد. وقتی این عامل به نسبت وزن بدن بیان شود، مقدار $VO_{۲max}$ بین سنین6 و16 در حدود53 میلی لیتر در هر کیلوگرم در دقیقه ثابت باقی می ماند.از سوی دیگر در دختران $VO_{۲max}$ نسبی به تدریج از52میلی لیتر در هر کیلو گرم در دقیقه در 6 سالگی به 405 میلی لیتر در هر کیلوگرم در دقیقه در16 سالگی کاهش پیدا می کند (مک آردل و همکاران2000). عمده ترین توضیح درباره علت اختلاف $VO_{۲max}$ نسبی بین پسران و دختران، افزایش تجمع چربی نسبی در زنان است .(کراهنبال و همکاران2000)

جکسون1996) [۲۷] در گزارش تحقیقاتی خود بیان می کند که توان هوازی تقریباً در سن 18 تا20 سالگی در هر دو جنس به نقطه اوج خود می رسد و بعد از آن به آهستگی رو به کاهش می گذارد. وی عنوان می کند که ظرفیت عملی

1- Washburn and Seals
2- Malbut and Young
1- Krahenbuhl et al
2- Jackson

فیزیولوژیکی [۲۸](PFC) با افزایش سن کاهش می یابد اما به طور کلی تعیین اثر سن بر PFC مشکل است زیرا عوامل مختلفی (از قبیل بی تمرینی و بیماری های مزمن) می توانند با هم و یا به طور مستقل بر فرآیند پیری اثر بگذارند. مک آردل و همکاران(2000) بیان کردند که پس از سن25 سالگی VO_{2max} به طور ثابت در حدود 1 درصد در سال کاهش می یابد به نحوی که در55 سالگی در حدود27 درصد کمتر از مقادیر گزارش شده در20 سالگی می رسد. جکسون(1996) در مطالعه تحقیقاتی که بر روی زنان انجام داد کاهشی در حدود0/537 میلی لیتر بر کیلوگرم در دقیقه را در هر سال برای آن ها گزارش کرد. مطالعات طولی نشان می دهد که در حدود 50 درصد از این کاهش مربوط به تغییرات در میزان چربی بدن و تغییرات در فعالیت های افراد می باشد (جکسون1995؛ نیمن1990) ابرگ و همکاران (1984) [۲۹] در گزارش های تحقیقاتی خود کاهش کمتری در VO_{2max} افراد فعال با افزایش سن مشاهده کردند و تحقیقات نشان می دهند که میزان عادت افراد به فعالیت جسمانی شاخص مهم ترین نسبت به سن تقویمی به تنهایی است (مک آردل و همکاران2000) به هر حال توان هوازی در مورد افراد بهتر است با سن و جنس آن ها تطابق داشته باشد (بوام گارتنر1376).

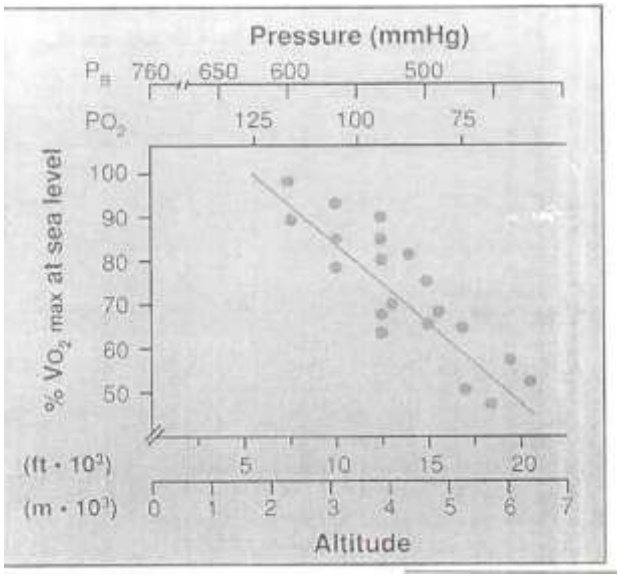
ارتفاع

بر اساس گزارش های تحقیقی، ارتفاع می تواند VO_{2max}، ضربان قلب و پاسخ های تهویه ای به فعالیت زیر بیشینه را تحت تأثیر قرار دهد (فالکو و همکاران1998) [۳۰]. VO_{2max} به طور ثابت با افزایش ارتفاع کاهش می یابد (هولی و فرانک1997) [۳۱]. این کاهش به عواملی همچون سطح آمادگی جسمانی فرد، جنس، ارتفاع، محل زندگی دائمی فرد و مدت اقامت در ارتفاع نسبت داده می شود (فالکور و همکاران1998).

3- Physiological Functional Capcity (PFC)
1- Eberg et al
2-Fulco et al
3- Howely and Frank

برخی از محققین معتقدند VO_{2max} از ارتفاع 1200 متری کاهش می یابد ولی عقیده عمومی بر آن است که VO_{2max} از ارتفاع 1500 متری به بعد کاهش می یابد (امیلی و هایم 1986) [۳۲]. این کاهش متناسب با کاهش فشار اکسیژن هوا می باشد و در شکل 2-1 نشان داده شده است. VO_{2max} تا زمانی که فشار سهمی اکسیژن جو زیر 12 میلی متر جیوه برسد، کاهش ناچیزی دارد، که این امر معمولاً در ارتفاع 1600 متری اتفاق می افتد (ویلمور و کاستیل 1999).

اگرچه شکل زیر کاهش خطی در VO_{2max} را همزمان با افزایش ارتفاع نشان می دهد ولی VO_{2max} ارتباط دقیق تری با کاهش فشار جو دارد. اما بطور کلی تحقیقات نشان می دهند که در ارتفاعات پایین تر 1600 متر (5248 فوت)، ارتفاع اثر کمی بر VO_{2max} و عملکرد استقامتی دارد. ولی بالاتر از 1600 متر، VO_{2max} تقریباً 11 درصد برای هر 1000 متر (3281 فوت) افزایش ارتفاع کاهش می یابد (ویلمور و کاستیل 1999).



شکل 2-1 کاهش در حداکثر اکسیژن مصرفی (VO_{2max}) با کاهش فشار جو (Pb) و کاهش فشار سهمی اکسیژن (PO2) به هنگام افزایش ارتفاع (271، 1999، Wilmore and Costill)

4- Emily and Hayame

درصد توزیع تارهای عضلانی

عضلات بدن انسان به طور کلی به دو دسته تند انقباض(FT) و کند انقباض (ST) تقسیم بندی شده اند که هر یک از این دو نوع تار همان طور که در جدول 2-2 می بینید دارای ویژگی های سوخت و سازی مخصوص به خود هستند (ویلمور و کاستیل1999)

به طور کلی تارهای کند انقباض از نظر بیوشیمیایی برای انجام فعالیت های استقامتی مناسب ترین شرایط را دارند. آنزیم های درگیر در واکنش های سیستم هوازی در تارهای کند انقباض از فعالیت بیشتری برخوردار بوده و نیز تعداد و اندازه میتوکندری (که محل انجام واکنش های هوازی هستند)، تعداد مویرگهای موجود به ازای هر تار عضلانی (دانسیته مویرگی) و محتوای میوگلوبین در تارهای کند انقباض بیشتر است .(فاکس و ماتیوس1378). از طرف دیگر تارهای تند انقباض از نظری بیوشیمیایی برای انجام کارهای بی هوازی مناسب تر هستند (استارن1997) [۳۳]

جدول 2-2. طبقه بندي انواع تارهاي عضلاني

طبقه بندی تارهای عضلانی			
سیستم1	**کند انقباض**	**تند انقباض a**	**تند انقباضb**
سیستم2	**نوع I**	**نوع IIa**	**نوع IIb**
سیستم3	SO	FOG	FG
ویژگی			
ظرفیت اکسایشی	**بالا**	**متوسط بالا**	**پایین**
ظرفیت گلیکولیتیک	**پایین**	**بالا**	**بالاترین**
سرعت انقباض	**آهسته**	**سریع**	**سریع**
مقاومت در برابر خستگی	**بالا**	**متوسط**	**پائین**

1-Staron

قدرت واحد حرکتی	پایین	بالا	بالا

درصد توزیع تارهای عضلانی در بدن افراد مختلف و در عضلات مختلف بدن یک فرد متفاوت است .(ویملور و کاستیل1999) محققان نشان داده اند افرادی که در ورزش های استقامتی موفقیت بیشتری کسب کرده اند، دارای تارهای کند انقباضی بیشتری در عضلات خود هستند و از طرف دیگر قهرمانان سرعتی دارای نسبت تارهای تند انقباض بیشتری در عضلات خود هستند. (سندگل1372؛ ویلمور و کاستیل1999) جدول 2-3 چگونگی و الگوی توزیع پراکندگی تارهای ماهیچه ای کند انقباض و تند انقباض را در میان ورزشکاران مرد و زن در رشته های مختلف ورزشی نشان می دهد و همان طور که مشاهده می شود ورزشکاران رشته هایی نظیر دو استقامت و شنای استقامت که به توان هوازی بالاتری نیاز دارند، دارای درصد تارهای کند انقباض بیشتری در عضلات خود هستند. (ویلمور و کاستیل1999

جدول 2-3 درصدها و اندازه هاي سطوح مقطع تارهاي تند انقباض **(FT)** و کند انقباض **(ST)**

در عضلات منتخب مردان و زنان ورزشکار

ورزشکاران	جنس	عضله	ST%	FT%	اندازه سطح مقطع (μm^2) ST	اندازه سطح مقطع (μm^2) FT
دوندگان سرعت	مرد	دوقلوی ساق پا	24	76	5/878	6/034
دوندگان سرعت	زن	دوقلوی ساق پا	27	73	3/752	3/930
دوندگان استقامت	مرد	دوقلوی ساق پا	79	21	8/342	6/485
دوندگان استقامت	زن	دوقلوی ساق پا	69	31	4/441	4/128

دوچرخه سواران	مرد	پهن جانبی	57	43	6/333	6/116
دوچرخه سواران	زن	پهن جانبی	51	49	5/487	5/216
شناگران	مرد	دالی خلفی	67	33	–	–
وزنه برداران	مرد	دوقلوی ساق پا	44	56	5/060	8/910
وزنه برداران	مرد	دالی	53	47	5/010	8/450
ورزشکاران سه گانه	مرد	دالی خلفی	60	40	–	–
ورزشکاران سه گانه	مرد	پهن جانبی	63	37	–	–
ورزشکاران سه گانه	مرد	دوقلوی ساق پا	59	41	–	–
قایق رانان (کانو)	مرد	داخلی خلفی	71	29	4/920	7/040
پرتاب کنندگان وزنه	مرد	دوقلوی ساق پا	38	62	6/367	6/441
غیر ورزشکاران	مرد	پهن جانبی	47	53	4/722	4/709
غیر ورزشکاران	زن	دوقلوی ساق پا	52	48	3/501	3/141

سایر عوامل

علاوه بر مواردی که در اینجا به عنوان عوامل اثرگذار بر توان هوازی ارائه شد، در سایر تحقیقات از عوامل دیگری نیز صحبت به میان آمده است که برخی از آنها عبارتند از ویژگی های بدن سنجی، قد و وزن، اوقات شبانه روز، بیماری های قلبی-عروقی و تنفسی، اختلاف اکسیژن سرخرگی و سیاهرگی و ... که پرداختن به آن ها از حوصله این نوشتار خارج است.

تاريخچه آزمون هاي سنجش آمادگي هوازي (آمادگي قلبي تنفسي)

در آستانه ی قرن20 میلادی دانشمندان به اندازه گیری کارآیی قلبی عروقی علاقمند شدند و در حقیقت این اختراع ارگوگراف[۳۴] بود که انگیزه تحقیق بر عملکرد قلبی عروقی را ایجاد کرد. در این دوره فیزیولوژیست ها بر روی رابطه ی کار عضلانی و سیستم گردش خون و اثر این دو بر خستگی کار می کردند. معلمین تربت بدنی نیز علاقمند بودند تا روش هایی را برای اندازه گیری کارآمدی[۳۵] قلبی عروقی بیابند. کرامپتون(1905)[۳۶] آزمون پی سیز خون[۳۷] را معرفی نمود. در این آزمون تغییرات فشار خون و نبض هنگام تغییر وضعیت از حالت خوابیده نسبت به حالت ایستاده اندازه گیری و مقایسه می شد. اشنایدر(1920)[۳۸] در طول جنگ جهانی اول آزمون مزبور را برای اندازه گیری آمادگی نیروهای نظامی توسعه داد. در آزمون او سرعت بازگشت قلبی عروقی[۳۹] پس از یک دوره تمرین مشخص اندازه گیری می شد. تاتل(1931)[۴۰] پروتکل پله پیمایی را برای استاندارد کردن تمرینات مربوط به آزمون نسبت ضربانی[۴۱] ابداع نمود. این آزمون مقدمات ساخت آزمون پله هاروارد[۴۲] را فراهم نمود (بروها1943)[۴۳].

آزمون نوارگردان بالک[۴۴] که در سال1925 ساخته شد اولین آزمونی بود که توسط آزمون های تمرینی درجه مند به اندازه گیری تلاش های تمرینی حداکثر می پرداخت (بالک1952)[۴۵]. آزمون بالک راه را برای تولید روش های پیچیده آزمایشگاهی که متعاقباً پدید آمد هموار نمود آزمون های درجه مند ورزشی بیشینه و زیر بیشینه زیادی در این دوره توسعه یافت. پروتکل های تمرینی معمولاً بر روی چرخ یا نوار گردان (ارگومتر) انجام می گرفت. این آزمون ها امروزه به طور گسترده ای در محیط های پژوهشی- پزشکی مورد استفاده هستند. علیرغم پایایی و روایی بالا، آزمون

1- Ergograph
2-Efficiency
3- Crampton
4- Blood Ptosis Test
5-Schneider
6- Recovery
7- Tuttle
8- Pulse-Ratio Test
9- Harvard Step Test
10-Brouha
11- The Bulk Treadmill Test
12- Bulk

های GXT کمتر توسط متخصصین علوم ورزشی به کار می روند. دلیل این موضوع گرانی، وقت گیری، و اجرای پیچیده این آزمون هاست.

کوپر در سال 1968 نیاز به یک آزمون میدانی پایا و روا برای اندازه گیری قلبی عروقی را پاسخ گفت. کتاب تمرینات هوازی[46] کوپر در سال 1968 انتشار یافت. در این کتاب او استفاده از آزمون میدانی که برای نیروی هوازی ساخته بود را توصیه نمود. در این آزمون فرد به مدت 12 دقیقه در یک مسیر قابل اندازه گیری تا سر حد توان به راه رفتن یا دویدن می پرداخت. تلاش فرد بر این بود که بیشترین مسافت ممکن را بپیماید. نمرات آزمون 12 دقیقه ای کوپر همبستگی مثبت معناداری را با آزمون های آزمایشگاهی GXT[47] نشان می داد. در سال های اخیر، آزمون های میدانی بی شماری برای اندازه گیری ظرفیت قلبی عروقی افراد سنین مختلف ساخته شده است. کوپر خود چندین نسخه جدید از آزمون 12 دقیقه ای راه پیمایی، دویدن ابتدایی استخراج نمود. آزمون های دوی 1/5 مایل، آزمون راه پیمایی 3 مایلی، آزمون شنای 12 دقیقه و آزمون 12 دقیقه رکاب زنی .(کوپر 1982)راکپورت[48]، کمپانی سازنده کفشهای کیفی راه پیمایی، در توسعه آزمون راهپیمایی آمادگی راکپورت مشارکت نمود. (راکپورت 1986) در آزمون راکپورت زمان 1 مایل راه پیمایی اساس اندازه گیری هاست. کالج آمریکایی پزشکی ورزشی این آزمون میدانی را برای برآورد ظرفیت هوازی در افراد 20 تا 60 سال و بالاتر توصیه می کند (ACSM 1998). دانشگاه ایالتی بال[49] آزمون جالب آبی خاص خود را برای علاقمندان به فعالیت در آب ساخت. در این آزمون آزمودنی ها یک فاصله 500 یاردی را با حداکثر سرعت در آب راه رفته و یا می دوند. ارتفاع آب استخر برای هر نفر تا سطح سینه است. (روبینسو همکاران 1991) [50] در سال 1978 پدیده جاکینگ (رقابتی) آمریکا را فرا گرفت که به دو صورت انجام می شد: 1- جاکینگ (نرم دویدن یا تند راه رفتن به منظور آمادگی قلبی عروقی)2- دوی استقامت رقابتی (گائینی و رجبی 1382؛ ص21). گروهی دیگر از آزمون ها که در دهه اخیر مورد توجه قرار گرفته اند آزمون های پیشرونده یا فزاینده راهپیمایی و یا دوی رفت و برگشت، [51] در

1- Aerobics
2- Greuded Exercise test
3- Rockport
4- Ball
5- Robbins
1- Shuttle

مسافتهای کوتاه (حدود20 متر) هستند. این آزمون ها دارای حداقل 6 و حداکثر20 مرحله بوده و هر مرحله حدود 1 دقیقه به طول می انجامد و سرعت حرکت در هر مرحله نسبت به مرحله قبل افزایش می یابد. ریتم حرکت توسط ضبط صوت، چراغ راهنما و مترونوم الکترونیکی اعلام می شود. این آزمون ها به 2 دلیل محبوبیت یافته اند؛ الف- منطق آزمون های آزمایشگاهی بر روی نوار گردان را دارند بدون آنکه حرکت بر روی آن تصنعی باشد و نیاز به تجهیزات گران داشته باشد، ب- نسبت به آزمون های میدانی فضای کمتری را اشغال می کنند و در عین حال تنظیم ریتم و سرعت حرکت آزمودنی در اختیار آزمونگر است. دو نوع معروف این آزمون ها عبارتند از آزمون شاتل ران (کوپر1992) و آزمون هوزی یر. (سافریت1995) [2] آزمون شاتل ران توسط لیگر و لامبرت در سال 1982 منتشر و در سال 1988 تجدیدنظر شد. نحوه اجرای آن در ادامه شرح داده می شود.

آزمون های آمادگی جسمانی و طبقه بندی آن

آزمون های آمادگی جسمانی، به طور کلی به صورت آزمایشگاهی و یا به صورت میدانی به اجرا در می آید. آزمون های آزمایشگاهی و میدانی با توجه به اهداف مورد نظر مربی یا ورزشکار، می تواند به صورت زیر بیشینه یا بیشینه انجام شود (کردی و همکاران1383). حداکثر اکسیژن مصرفی به کمک آزمون های استاندارد آزمایشگاهی و میدانی برآورد می گردد.

آزمون های آزمایشگاهی

آزمون های آزمایشگاهی شامل نقاله الکتریکی (تردمیل)، چرخ کارسنج (ارگومتر) و پلکان الکتریکی می باشد در اجرای آزمون های ورزشی، دستگاه تردمیل (71 درصد) و چرخ ارگومتر (17 درصد) را به خود اختصاص داده اند. اخیراً دستگاه پلکان الکتریکی جهت اجرای GXT طراحی شده و حساسیت کارکرد آن در دامنه میانه تا زیاد برآورد شده است.

2- Hoosier

از میان پروتکل های گوناگون روی تردمیل به ترتیب برنامه های بروس [۵۳] (6/5 درصد)، بالک [۵۴] (9/7 درصد)، ناتون[۵۵] (6 درصد) و الستاد[۵۶] (3/1 درصد) بیشتر مورد استفاده مراکز بالینی و پژوهشی قرار گرفته است.

کاستي ها و محدودیت هاي آزمون هاي آزمایشگاهي

به نظر می رسد که بر مبنای معیارهای پیشین، برنامه اصلاح شده استراند برای آزمون بالینی و تشخیصی مناسب نباشد. بلکه این آزمون ورزشی برای ارزیابی آمادگی قلبی تنفسی افراد طبیعی و سالم به ویژه ورزشکاران دونده طراحی شده است.

به طور خلاصه چنین می توان گفت که در حال حاضر، پروتکل های ممتاز تردمیل در دسترس است که چگونگی انتخاب آنها بر پایه ویژگی آزمون شونده، تمرینات برتری تیم آزمایشگاه، بستگی دارد. آزمون های بروس و الستاد در طیف گسترده برای مردان و زنان، افراد غیر ورزشکار، جوان و میان سال انعطاف پذیرترند.

این آزمون ها(به ویژه پروتکل بروس) از شهرت بسیار برخوردارند. با وجود این با محدودیت و کاستی هایی مواجه هستند. برای نمونه، از آنجا که در آزمون بروس افزایش ناگهانی بار فعالیت در بین وهله های کار رخ داده و اندازه سرعت مرحله های سوم و چهارم برای مردان و زنان نامناسب است، مورد انتقاد قرار گرفته است. بدین ترتیب تصمیم گیری نهایی در مورد الگوی راه رفتن یا دویدن مشکل خواهد بود. در هر حال، یکی از مزایای برجسته آزمون بروس کاربرد و قابلیت گسترده آن در مقایسه‌ی داده های فیزیولوژیکی است.

در آزمون بالک مهمترین انتقاد به زمان اجرا باز می گردد. این نکته در مورد آزمون ناتون برای افراد سالم و آماده نیز صدق می کند. امکان دارد که زنان به دلیل داشتن گام های کوتاه تر، پروتکل اصلاح شده بالک را ترجیح دهند. آزمون

1- Bruce
2- Bulck
3- Naughton
4- Ellestad

ورزشی ناتون برای بیماران قلبی پیش از ترخیص از بیمارستان یا افراد سالمند با ظرفیت های پایین عملی (کمتر از 6Met) کارآمدتر است.

عوامل اثرگذار بر نتایج آزمون های آزمایشگاهی عبارتند از: ویژگی آزمودنی، عادت نمودن به وسیله و پروتکل تمرین، گرفتن دستگیره های تردمیل، و نقطه پایانی نامناسب برای ایست آزمون. بروس و همکاران نشان داده اند که برآورد Vo_2 max نسبت به آزمودنی ویژگی دارد. این نکته بر اساس این فرضیه آماری استوار است که معادله های پیش بینی کننده، بهترین تخمین (کمترین انحراف) را برای میانگین جامعه دارد. انحراف از خط رگرسیون معمولاً در دو انتهای آن است. بنابراین بیشترین میزان اشتباه برآورد در مورد شرکت کنندگانی است که به نحو بارز از میانگین جامعه انحراف دارند. برای نمونه، در معادله های پیش بینی کننده به دست آمده از نمونه های آماری افراد کم تحرک، Vo_2 max ورزشکاران زبده استقامتی و افراد بسیار فعال را کمتر از اندازه واقعی و Vo_2 max بیماران قلبی و اشخاص با سطح پایین آمادگی را بیش از حد واقعی برآورد می کند. اصولاً پیدایش چنین تأثیر رگرسیون به سوی میانگین، فصل مشترک اغلب آزمون های آزمایشگاهی است. دو عامل عادت به دستگاه و نیز گرفتن دستگیره های تردمیل روی ارزش تخمینی Vo_2 max تأثیری چشمگیر می گذراند. عادت به دستگاه باعث می شود که هنگام فعالیت انقباض های اضافی حذف شده و هزینه انرژی پایین بیاید. زیمتس[۵۷] و دستیارانش نشان دادند که نگه داشتن دستگیره تردمیل می تواند هزینه انرژی را تا 3/2 مت پایین آورد. همچنین ضربان قلب و VO_2 فعالیت زیربیشینه به طور قابل ملاحظه ای کاهش می یابد. از کاستی های اجرای آزمون با چرخ کار سنج نسبت به تردمیل این است که همه مردم با الگوی راه رفتن و دویدن آشنا هستند ولی بسیاری از آنها با الگوی دوچرخه سواری بیگانه اند. از این جهت، هزینه انرژی برای افراد بالارفته و اکسیژن مصرفی آنها کمتر از مقدار واقعی تخمین زده می شود (ناظم1379).

آزمون هاي ميداني

آزمون های میدانی شامل آزمون های پله و انواع راهپیمایی یا دویدن می شود که در ادامه برخی از آنها مطالعه خواهد گردید.

1- Zeimets

آزمون هاي ميداني پله

آزمون های پله بر اساس رابطه خطی بین فشار کار با ضربان قلب و Vo2 طراحی گردیده اند. چندین نوع آزمون پله وجود دارد. در این آزمون ها، آزمودنی با یک ریتم خاص که توسط دستگاه ریتم ساز یا ضبط صوت انجام می شود اقدام به بالا و پایین رفتن می کند. او وقتی به یک زمان معین، فشار معین، و یا ضربان قلب معین رسید متوقف می شود. ظرفیت هوازی بر اساس ضربان قلب تمرین یا بازگشت تخمین زده می شود. توان هوازی بهتر باعث می شود که ضربان قلب تمرین کمتر بالا برود و فرد در بازگشت سریع تر ضربان قلبش کاهش یابد (ذوالاکتاف،1383). برخی از انواع آزمون های بیشینه و زیربیشینه پله عبارتند از: آزمون پله آستراند- رایمیینگ[۵۸]، آزمون پله بیلی و میروالد[۵۹]، آزمون پله تکومش، آزمون پله جت[۶۰]، آزمون پله سیکونولفی، آزمون پله کاتن، آزمون پله اصلاحی شده کانادایی (MCAFT)، آزمون پله کوئین، آزمون پله مک آردل[۶۱]، آزمون پله میشیکان شرقی، آزمون های پله ناتون، بالک و نیگل، آزمون پله هاروارد[۶۲]، آزمون پله هاروارد اصلاح شده (توسط آستراند)، آزمون پله هودکین و اسکوبیک، آزمون پله یوشی ناگا[۶۳]، آزمون پله ISU، آزمون پله OSU، آزمون پله سه دقیقه ای YMCA، آزمون پله دانشجویی کوئینز.

آزمون هاي ميداني دويدن

برای تخمین Vo_2 max در مردان و زنان سالم انواع آزمون های دویدن طراحی شده است. بالک نخستین بار بین سنجش مستقیم Vo_2 max در محیط آزمایشگاه و شیوه غیر مستقیم 15 دقیقه دویدن میدانی همبستگی مثبت و بالایی را گزارش نمود. سپس کوپر آزمون را به صورت دویدن مسافت 1/5 مایل یا 12 دقیقه اصلاح کرد (ناظم،1379؛ ص369). انواع آزمون های میدانی دو و راهپیمایی برای سنجش آمادگی قلبی عروقی عبارتند از:

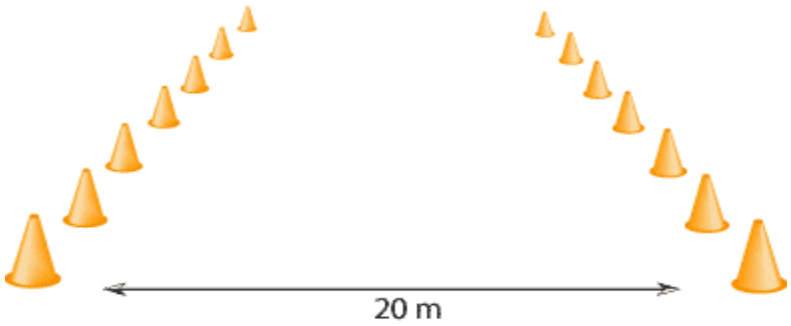
آزمون 1700 متر (ویژه زنان)، آزمون 2000 متر (ویژه مردان)، آزمون دوی 2400 متر، آزمون پیاده روی 1600 متر (یک مایل)، آزمون دوی 2400 متر (جوانان بالای 13 سال)، آزمون دوی 2400 متر (جوانان 13 ساله)، آزمون دویدن/ پیاده روی 2400 متر، آزمون دو دقیقه 3200 متر (2 مایل)، آزمون پیاده روی 4800 متر (3 مایل)، آزمون 9 دقیقه

1- Astrand-Ryhming
2- Bailey & Mirvald
3- Jette
4-Mc Ardle
5- Harvard
6- Yoshinaga

دویدن یا راه رفتن، آزمون10 دقیه دویدن، آزمون آمادگی راکپورت، آزمون کوپر، آزمون رفت و برگشت هوزی یر، آزمون20 متر شاتل ران، آزمون اندازه گیری زمان طی شده در پیمودن مسافت معین.

آزمون20 متر شاتل ران

این آزمون با نام های مختلفی شناخته شده است. از جمله به پیسر، دوی رفت و برگشت20 متر، و آزمون بوقی[۶۴] مشهور است. این آزمون شاید پراستفاده ترین آزمون میدانی هوازی بخصوص در محیط های مدرسه ای و فضاهای سرپوشیده باشد.



شکل 2-2 نمای آزمون 20 متر شاتل ران

در این آزمون فرد به طور مداوم بین دو خط20 متری در زمان مشخصی رفت و برگشت می کند. ریتم دویدن توسط دستگاه بوق زن و یا ضبط مشخص می شود. در این آزمون در هر دقیقه (سطح) زمان بین بوق ها کاهش می یابد. نسخه های مختلفی از این آزمون وجود دارد. پرکاربردترین نسخه آن شامل دویدن به این صورت است: در اولین سطح آزمون شونده با سرعت 8/5 km/h حرکت می کند. گفتنی است در هر دقیقه 0/5 km/h به سرعت آزمون افزوده می شود. حداکثر سرعت در آخرین مرحله به دست می آید. آزمودنی باید مسیر20 متری را تا انتها بدود و همزمان با بوق

1- Beep or Bleep Test

پایش خط انتهایی را لمس کند و برگردد. آزمون وقتی پایان می یابد که فرد نتواند طول مسافت مشخص شده را همگام با بوق تنظیم کند.

نحوه امتیاز دادن: **شماره آخرین مرحله اعلام شده توسط نوار ثبت و به Vo_2 max تبدیل می شود.**

تجهیزات مورد نیاز: **زمین، سطح بدون لغزندگی، مخلوط علامت گذاری، نوار ضبط صوت، دستگاه ضبط صوت، و برگ ثبت داده ها.**

گروه های هدف: **دانشجویان پسر تربیت بدنی**

مزیت: **می توان از گروه های بزرگ به طور همزمان آزمون گرفت. در فضای کوچک قابل اجراست. همچنین با توجه به ظرفیت استقامتی بیشتر افراد، می تواند تا سطحهای بالاتر ادامه یابد (لیگر و لامبرت 1988)[۶۵]، (لیگر و گادوری 1989)[۶۶].**

سوابق آزمون شاتل ران

لیگر اولین کسی بود که آزمون های فزاینده شاتل ران را در سال های 1980 و 1982 طراحی کرد. او طی چند مطالعه اقدام به بررسی روایی آزمون شاتل ران نمود.

لیگر و لامبرت (1982) جهت روایی آزمون 20 متر شاتل ران برای تخمین Vo_2 max این آزمون را در 32 زن (9/2 ± 27/3 سال) و 59 مرد (5/5 ± 24/8 سال) به ترتیب با میانگین Vo_2 max برابر (8/3 ± 39/3) و (7/8 ± 51/6) میلی لیتر در دقیقه برای هر کیلوگرم وزن اجرا کردند. Vo_2 maxاز روش ترسیم منحنی بازگشتی[۶۷] تخمین زده شد. در این تحقیق ضریب همبستگی برابر 84/، خطای استاندارد اندازه گیری برابر با 5/7 میلی لیتر در دقیقه برای هر کیلوگرم وزن گزارش گردید. در دوبار انجام آزمون شاتل ران همسبتگی 0/975 به دست آمد. این ضریب را می توان به عنوان پایایی آزمون در نظر گرفت.

1-Liger and Lamber
2- Gudori
3- Retroextrapolation

نتایج کلی این تحقیق نشان داد که پروتکل شاتل ران برای پیش بینی Vo_2 max زنان و مردان بزرگسال وابسته به نوع سطح دویدن نمی باشد.

لیگر قبلاً با همکاری بوچر(1980) [۶۸] آزمون فزاینده UMTT [۶۹] را طراحی نموده بود. این آزمون نیز فزاینده بود و طی آن سرعت در هر دو دقیقه افزایش می یافت. در اولین مرحله معادل انرژی سرعت برابر با 5 مت (یعنی هزینه ی انرپی 5 برابر متابولیسم بازال) بود.

در خاورمیانه از آزمون شاتل ران جهت شرح سطح آمادگی جسمانی بزرگسالان استفاده شده است (البارانی و همکاران2001) [۷۰]. و در گزارشات دیگر جهت بررسی ارتباط Vo_2 max و BMI دختران و پسران (النعوم و همکاران، 1997) [۷۱]، و همچنین در دو مقاله جداگانه جهت تخمین Vo_2 max دختران و پسران عمانی، تاسمانی و ایرشی از این آزمون استفاده کرده اند، (کولی و همکارن1999) [۷۲]، (بورهامو همکاران،1990) [۷۳]. در دانشگاه اصفهان از سال 1380 از این آزمون برای بررسی آمادگی جسمانی دانشجویان استفاده می گردد.

جدول 2-4. فهرست تحقیقات مربوط به آزمون شاتل ران

ردیف	نام محقق	عنوان تحقیق	نوع استفاده از شاتل ران
1	Leger & Boucher 1980	آزمون چند مرحله ای فزاینده مداوم (UM-TT)	روایی و پایایی سنجی آزمون(UM-TT)
2	Leger & Lambert 1982	آزمون فزاینده چند مرحله ای20 متر شاتل ران برای تخمین Vo_2 max	روایی سنجی آزمون20 متر شاتل ران
3	Leger & et al. 1984	بررسی توان هوازی آزمودنی های17-6 سال با استفاده از آزمون20 متر شاتل	20 متر شاتل ران را جهت تهیه نرم های3669 پسر 3355 دختر17-6 سال اجرا کردند

1- Bucher
2 - Universite de Montreal Trak Test
3- Al Barwani
4- Al Nuaim
5- Cooley
6- Boreham

	ران با مراحل1 دقیقه ای		
4	ارزیابی2 آزمون دو، برای تخمین Vo_2 max در بچه ها	Van mechelen & et al. 1986	اجرای آزمون20 متر شاتل ران در دختران و پسران14-21 سال
5	ارزشیابی آزمون شاتل ران چند مرحله ای جهت پیش بینی اجرای دو و Vo_2 max بزرگسالان	Paliczka & et al. 1987	روایی سنجی آزمون20 متر شاتل ران برای پیش بینی Vo_2 max و اجرای مسابقه 10 کیلومتر استقامت
6	بررسی آزمون20 متر شاتل ران برای سنجش آمادگی هوازی	Leger & et al. 1988	طراحی20 متر شاتل ران چند مرحله ای برای دانش آموزان، بزرگسالان فعال و ورزشکاران
7	آزمون پیشرونده شاتل ران جهت تخمین Vo_2 max	Rambotto m & et al. 1988	روایی سنجی آزمون20 متر شاتل ران جهت تخمین Vo_2 max و نشان دادن پتانسیل دوی 5km در زنان و مردان.
8	روایی سنجی20 متر شاتل ران جهت تخمین Vo_2 max بزرگسالان	Leger & Gakury 1989	طراحی نسخه دیگری از20 متر شاتل ران با مراحل1 دقیقه ای جهت زنان و مردان19-24 سال.
9	بررسی روایی آزمون20 متر شاتل ران جهت اندازه گیری Vo_2 max مبتلایان به آسم	Freeman et al. 1990	سنجش کارآمدی آزمون شاتل ران جهت آزمون مبتلایان به آسم در73 پسر مدرسه ای 15-16 سال
10	بررسی رابطه اسید لاکتیک با حداکثر سرعت و Vo_2 max در آزمون شاتل ران	Ahmaidi & et al. 1992	اثر فاکتورهای مورد نظر با اجرای شاتل ران و مقایسه آن با آزمون های تردمیل و دوی تداومی مشخص شد.

11	Liu & et al. 1992	ارزیابی پایایی و روایی آزمون20 متر شاتل ران در بچه های15-12 سال آمریکایی	روایی پیش بینی معادله لیگر برای تعیین Vo_2 max که در بچه های کانادایی به دست آمده بود را در مورد بچه های آمریکایی ارزیابی مجدد شد.
12	Anderson 1992	مقایسه آزمون های پیش بینی کننده توان هوازی	سه آزمون20 متر شاتل ران، آمادگی هوازی کانادایی (ST) و1/5 مایل جهت تخمین Vo_2 max مقایسه شدند.
13	Ahmaidi et al. 1993	ارزیابی آمادگی قلبی تنفسی به وسیله آزمون شاتل ران در آزمودنی های متبلا به آسم در طول تمرین هوازی	جهت ارزیابی20 متر شاتل ران با مراحل1 دقیقه ای جهت تخمین Vo_2 max و آمادگی قلبی عروقی افراد مبلا به آسم17-12 سال استفاده شد.
14	Sproule et al. 1993	روایی سنجی20 متر شاتل جهت تخمین Vo_2 max ورزشکاران سنگاپور	Vo_2 max به دست آمده از مدل اصلاح شده20 متر شاتل (لیگر و لامبرت) با Vo_2 max تردمیل و نتایج رامس بوتوم مقایسه شد.
15	Berthoin et al. 1991	مقایسه دو آزمون میدانی جهت تخمین حداکثر سرعت هوازی (MAS)	دو آزمون میدانی چند مرحله ای (لیگر و بوچر1980) و (لیگر و همکاران1984) را جهت تخمین MAS و Vo_2 max دانش آموزان17 ساله مقایسه کردند.
16	Naghton et al. 1996	مقایسه دو آزمون شاتل ران مختلف جهت تخمین Vo_2 max	دو آزمون شاتل ران (نسخه کانادایی و نسخه اروپایی) را در بچه های16-12 سال مقایسه کردند.
17	Ramsbootom & et al. 1997	کسر اکسیژن و اجرای شاتل ران در زنان و مردان فعال	طراحی آزمون شاتل ران با شدت بالا جهت پیش بینی کسر اکسیژن

18	Neghton & et al. 1998	روایی سنجی چندین روش تخمین Vo_2 max در مردان جوان	Vo_2 max واقعی مردان جوان را از4 آزمون 20 متر شاتل ران، تردمیل جاگینگ، دوی1/5 مایل و12 دقیقه کوپر تخمین زدند.
19	Gibsin et al. 1998	پیش بینی Vo_2 max از طریق20 متر شاتل ران در دونده ها و بازیکنان اسکواش	کاربرد آزمون شاتل ران چند مرحله ای را در ورزشکاران مذکور روایی سنجی کردند.
20	Neya & et al. 2002	اثر هایپوکسی حاد در تخمین Vo_2 max با استفاده از آزمون شاتل ران چند مرحله ای	سنجش تغییرات Vo_2 max به وسیله شاتل ران در شرایط متفاوت (نرمال و کمبود جزئی یا شدید اکسیژن)
21	Stickland & et al. 2003	تخمین توان هوازی حداکثر از طریق آزمون20 متر شاتل ران	ارزیابی دقت آزمون20 متر شاتل ران جهت پیش بینی Vo_2 max افراد25 سال و ارائه معادله جدید.
22	Copper & et al. 2004	آزمون میدانی چند مرحله ای ساده برای تخمین توان غیر هوازی زنان ورزشکار	طراحی و ارزیابی آزمون15 متری شاتل ران جهت پیش بینی توان غیر هوازی زنان ورزشکار دانشجو
23	Lemmink & et al. 2004	آزمون شاتل ران تناوبی برای ورزشکاران ورزش های تناوبی (روایی و پایایی).	طراحی آزمون شاتل ران تناوبی(ISRT) و ارزیابی پایایی و روایی آن

آزمون غیرتمرینی[۷۴]

اولین تحقیقی که از روش غیر تمرینی به منظور برآورد اکسیژن مصرفی استفاده کرد، به اواخر د1960 مربوط می شود. در آن زمان پتاسیم موجود در بدن از طریق بررسی رادیویی بافت عضلانی صورت می گرفت. یافته های جدید

1- Non Exercise Test

نشان می دهد که مقدار پتاسیم موجود در وزن بدون چربی بدن ثابت است. از این رو ،بدون استفاده از روش رادیویی و تنها با بدست آوردن وزن بدون چربی بدن مقدار پتاسیم قابل پیش بینی بود. دلایل حمایت کننده از این نظریه وجود رابطه مثبت بین فعالیت بدنی ،آمادگی قلبی-تنفسی و توده عضلانی شخص بود.

شفارد1971) [۷۵] اولین مطالعه خود را با هدف پیش بینی آمادگی قلبی تنفسی بدون استفاده از آزمون های ورزشی انجام داد. نمونه های او شامل37 دانش آموز نوجوان دختر و پسر بود.

او در تحقیق خود متغیرهایی مانند قد، وزن، سن، چین پوستی ران[۷۶] را مورد اندازه گیری قرار داد. نتایج حاکی از این بود که آمادگی قلبی- تنفسی نوجوان به راحتی قابل پیش بینی است. دو سال بعد بروس (1973) [۷۷] با محاسبه فاکتورهایی از قبیل سن، جنس، وزن، فعالیت های ورزشی که به صورت عادت انجام می پذیرفت و همچنین با استفاده از رگرسیون [۷۸] چندگانه و بدون استفاده از آزمون های ورزشی به محاسبه آمادگی قلبی- تنفسی آزمون شوندگان پرداخت. این اولین مطالعه ای بود که در آن جهت پیش بینی آمادگی قلبی- تنفسی بزرگسالان تنها به داده های آنتروپومتریک اکتفا نشد بلکه متغیرهای رفتاریی از قبیل فعالیت های بدنی روزانه نیز در نظر گرفته شد. می هو [۷۹] و گیفور1979) در گزارش های تحقیقی خود $Vo_2\ \max$ 31 پسر که سن آنها بین 7 تا 9 سال بود را از طریق اندازه گیری آنتروپومتریک مورد محاسبه قرار دادند. در ابتدا تنها یک ارتباط ساده بین $Vo_2\ \max$ با اندازه گیری های انجام شده نشان داده شد. سپس با استفاده از تحلیل رگرسیون چندگانه مدل قابل قبول تری تهیه گردید، مجدداً اندازه گیری ها صورت گرفت، نتایج جدید حاکی از ارتباط بیشتر اندام تحتانی با $Vo_2\ \max$ بود $(R^2 = 64)$. بعدها قدرت پیش بینی این مدل با در نظر گرفتن فاکتورهایی از قبیل قد، وزن و سن100 کودک 7 تا15 ساله مورد بررسی قرار گرفت که نتایج بدست آمده بیانگر ضریب تعیین بالاتری بود $(R^2 = 0.88)$. با توجه به این که کودکان در بیشتر مواقع نمی

2- Shephad
3- Skinfold of thight
4- Bruce
5- Multiple regression
1- Mayhew

توانند خود را با آزمون های عملی وفق دهند لذا پیش بینی توان هوازیی آنها با در نظر گرفتن متغیرهایی نظیر قد، وزن و ... راهی مناسب به نظر می رسید.

در سال1978 تیلور [۸۰] سعی در پیش بینی زمان صرف شده در آزمون تردمیل بر اساس نمرات بدست آمده از فعالیت انجام شده در زمان فراغت LTPA [۸۱] کرد. LTPA به دنبال آن بود که تنها با در نظر گرفتن فعالیت های انجام شده در گذشته توان هوازی افراد را پیش بینی کند. اما نتایج بدست آمده حاکی از این مطلب بود که تنها با تکیه بر فعالیت های گذشته افراد نمی توان به این مهم دست یافت. در دهه80 تنها 3 مطالعه با هدف پیش بینی آمادگی قلبی- تنفسی افراد با توجه به متغیرهای آنتروپومتریک در کشور هند صورت گرفت. در ابتدا 27 متغیر آنتروپومتریک توسط رگرسیون چندگانه مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت تا متوجه شوند که کدام یک از متغیرها به طور معنی داری در پیش بینی $Vo_2\ \max$ دخالت خواهند داشت. سرانجام در مدل نهایی4 متغیر قد، وزن قطر آرنج و چین پوستی [۸۲] قفسه سینه باقی ماندند. در مطالعه دیگری، ورما1998) با مطالعه بر روی146 مرد، به بررسی چگونگی پیش بینی آمادگی قلبی تنفسی از طریق سن، قد، وزن پرداخت. این مدل ابتدا بر اساس سن طراحی شده بود که سپس وزن نیز به آن افزوده شد. نتایج بدست آمده از مطالعه ی صورت گرفته در کشور هند حاکی از آن بود که متغیرهای آنتروپومتریک جهت پیش بینی آمادگی قلبی تنفسی کودکان و نوجوانان مناسب نمی باشد، ممکن است یکی از دلایل عدم موفقیت بکار بردن متغیرهای آنتروپومتریک در پیش بینی $Vo_2\ \max$ کودکان و نوجوانان ناشی از این حقیقت باشد که سن بیولوژیکی کودکان به طور مستقیم وابسته به وضعیت بدنی آنها می باشد.

لئون [۸۳] 1981) با بررسی175 مرد میان سال و با استفاده از متغیرهای آنتروپومتریک و متغرهای رفتاریی به پیش بینی زمان مورد نیاز در آزمون های تردمیل تا سرحد خستگی پرداخت. این اولین مطالعه ای بود که در آن پیش بینی آمادگی قلبی تنفسی را بدون استفاده از آزمون های ورزشی به طور همه گیر پیشنهاد می کرد. این روش بخصوص برای کسانی که از آمادگی قلبی-تنفسی پائین برخوردار بوده و یا مبتلایان به بیماری های عروقی قلبی، پیشنهاد می شد. این

2- Taylor
3- Leisure Time Physical Activity
4- chest skin fold
1- Leon

مدل شامل11 متغیر پیش بینی کننده بود که عبارت بودند از: سن، نمره بدست آمده ازLTPA، شاخص توده بدن(BMI)، وضعیت مصرف سیگار در گذشته و حال، مهمترین فعالیتی که در هنگام کارکردن انجام می شود، مقدار قهوه، چای و نوشابه ای که در طول هفته نوشیده می شود. مقدار سیگار و یا پیپی که از روی عادت مورد استفاده قرار می گیرد. فعالیت های که در اوقات فراغت انجام گرفته و سبب تعریق می شوند، بالاخره میانگین ساعت خواب و ضربان قلب در هنگام استراحت. محقق علی رغم اینکه ضریب تعیین53٪ را بدست آورد. اما اینگونه نتیجه گرفت که با استفاده از یک پرسشنامه استاندارد به خوبی می توان وضعیت قلبی تنفسی را پیش بینی نمود.

سیکوئولمی2(1982) این پرسشنامه را بر روی36 مرد و32 زن اجرا نمود و به این نتجه رسید که اگر بجای توجه به فعالیت انجام شده توسط آزمون شوندگان شدت فعالیت انجام شده مد نظر قرار گیرد قدرت پیش بینی آزمون بالاتر خواهد رفت. دو سال بعد میلسیس [۸۴] زمان مورد نیاز برای اجرای آزمون های حداکثر[۸۵] فشار را بر روی126 مرد و70 زن با در نظر گرفتن متغیرهای جنس، سن، وزن، سطح فعالیت محاسبه کرد.

کوهی6(1986) [۸۶] با استفاده از پست الکتریکی زمان مورد نیاز برای آزمون حداکثر فشار375 مرد در سن47 سال را مورد آزمایش قرار داد. متغیرهای به کار برده شده در مدل وی عبارت بودند از: نمره بدست آمده از شرکت در فعالیت های بدنی مانند راه رفتن، دویدن و همچنین دفعات انجام این فعالیت ها در شدت مناسب به گونه ای که سبب تعریق گردد. یک سال بعد بلر7(1987) [۸۷]مهمترین مطالعه انجام گرفته در این زمینه از حیث حجم نمونه را انجام داد. وی زمان مورد نیاز برای آزمون فزاینده فشار تردمیل را بر روی15627 مرد (سن 9/5 ±495) و3943 زن (سن 10/7 ± 4/21) انجام داد. آزمون شوندگان بر اساس سنشان به پنج گروه تقسیم شدند20 تا29 و ... بالای60 سال) ضریب تعیین بدست آمده برای مردان در این مدل49 تا60٪ و برای زنان20 تا49٪ گزارش شد.

متغیرهای به کار رفته در این مدل عبارت بود از : شاخص توده بدن (BMI)، ضربان قلب در هنگام استراحت، ضربات قلب در هنگام فعالیت، فعالیت های انجام گرفته در اوقات فراغت در خلال یک ماه گذشته (نمره1 متعلق بود به

1- Milesis
2- Maximum Test
3- siconolfi
4- Blair

کسی که هیچگونه فعالیتی را انجام نداده و نمره5 متعلق به کسی بود که در طول یک هفته32 کیلومتر را به صورت راه رفتن، دویدن و یا جاگنیگ پیموده باشد) و سیکار کشیدن.

مطالعه پیش بینی آمادگی قلبی تنفسی بیماران قلبی اولین بار توسط لی[۸۸] در اواخر دهه80 با نام مقیاس مخصوص حرکت (SAS) [۸۹] انجام گرفت، لی مطالعه خود را بر روی36 بیمار قلبی انجام داد و نشان داد که گزارش آنها در مورد توانایی‌شان در انجام فعالیت های روزانه (از قبیل مرتب کردن لباس، دوش گرفتن، رفتن به طبقه بالای ساختمان) باید با آزمون های فشار– که به پیش بینی توان قلبی تنفسی می پردازند همراه شوند. این یافته ها به تیم پزشکی امکان تصمیم گیری در مورد اینکه آیا بر اساس محدودیت های گزارش شده بیمار می تواند در آزمون شرکت کند یا خبر را می داد. چندی پس از آن به منظور مطالعه ی همه گیری و طولانی، هلتکی(1990) [۹۰]بدون استفاده از آزمون های ورزشی اعتبار آزمون پیش بینی کننده آمادگی قلبی، عروقی را در مورد بیماران سنجید، در ابتدا حداکثر اکسیژن بدست آمده مربوط بود به ظرفیت عملی50 نفر از بیماران که بر اساس شاخص فعالیت [۹۱] دانشگاه داک DUAIبرگزیده شده بودند این شاخص ها شامل12 متغیر، مشابه تمرین انجام شده زیر نظر پزشک، فعالیت های انجام گرفته در منزل، جنس، فعالیت های تفریحی، وزن و ... بودند. ضریب همبستگی بدست آمده به طور چشم گیری بالا بود (80٪) به هر حال در مورد گروه اول آزمون به صورت مصاحبه ای برگزار شد. اما گروه دوم که شامل 50 نفر بودند آزمون تنها به صورت پرسشنامه ای انجام گرفت که این امر سبب بدست آمدن ضریب همبستگی پائین تر (58٪) گردید.

محققان پیشنهاد نمودند که مطالعات بیشتری جهت بررسی این موضوع که آیاDUA نسبت به تغییرات بلند مدت حساس می باشد یا خیر، صورت بپذیرد. به هر حال با اینکه پرسشنامه وسیله خوبی جهت بررسی چگونگی وضعیت قلبی– عروقی بیماران بود اما محققان به این مسئله که پرسشنامه می تواند به طور کلی جایگزین آزمون های فشار شود اعتقاد چندانی نداشتند.

5- Lee
6- Specific Activity scale
1- Hlatky
2- Duck universty’s activity index

جکسون [۹۲] (1990) دو مدل پیش بینی کننده وضعیت قلبی-تنفسی را با استفاده از متغیرهای زیر گسترش داد: جنس، سن وضعیت بدنی، گزارش فرد از نحوه پرداختن به فعالیت های ورزشی از0 تا 7 (بر اساس شدت فعالیت بدنی، نمره 0 متعلق بود به فردی که در خلال ماه گذشته در هیچ فعالیت بدنی شرکت نکرده و نمره7 به فردی تعلق می گرفت که در طول هفته بیش از10 مایل دویده و یا3 ساعت وقت صرف فعالیت های بدنی کرده است) تفاوت دو مدل در این بود که در یکی از آنها از BMI جهت بررسی چگونگی وضعیت بدن استفاده می شد اما در مدل دوم میزان چربی اندازه گرفته شده جایگزین BMI می گردید.

هر دو مدل به کار گرفته شده در مورد1393 مرد و150 زن که دامنه سنی20 تا70 سال داشته ضریب تعیین بالا و قابل قبولی را نشان دادند (روشی که درصد چربی در آن بکار رفته بودR^2=/66 وروشی که BMI را مورد استفاده قرار داده بود R^2=/62).

دقت مدل نیز زمانی که آزمون به وسیله روایی[۹۳] هم عرض در مورد423 مرد و42 زن برگزار گردید، اثبات شد. ضریب همبستگی مورد انتظار برای هر شخص، بین مدل پیش بین و روش مشاهده ای در مدل های درصد چربی وBMI به ترتیب0/82 و0/79 گزارش شد، گفتنی است که این مدل تنها در مورد افرادی که از آمادگی بالایی برخودارند ($Vo_2 \max \geq 55 ml.kg^{-1}.\min^{-1}$) تمایل به نشان دادن مقدار پائین تری داشت. اگرچه این افراد از میانگین مردم جامعه آمادگی بالاتری داشتند اما زمان که نمونه گیری به طور وسیع انجام می گرفت تأثیر چندانی در نتایج حاصله نداشتند. این آزمون از دقت بیشتری نسبت به مدل های پیشین (که متعلق بود به آسترند) [۹۴] (رای مینگ) [۹۵] برخوردار بود.

این اولین مطالعه ای بود که محقق توجه ویژه ای به روایی هم عرض داشت. نکته جالب در مدل پیشنهاد شده توسط جکسون نتایج بدست آمده از 2 مطالعه انجام گرفته با هدف بررسی مدل های پیشنهاد شده با دو نمونه مختلف

3- Jackson
1- Cross Validity
2- Astrand
3- Ryhming

بود: کولهرست[۹۶] و دولنگر1991) [۹۷] روایی این مدل را بر روی69 دانشجوی فعال سنجیدند، نمونه های این مطالعه شامل28 مرد و41 زن با میانگین سنی 2 ±21 سال بود. نتایج به دست آمده از این تحقیق با نتایج حاصل از مدل جکسون توسط ضریب همبستگی پیرسون مورد مقایسه قرار گرفت و همبستگی بالایی بین آن دو مشاهده گردید(R=0/72) . همچنین نتایج بدست آمده از مطالعات کلی حاکی از محدودیت این روش برای افراد با آمادگی بالا بود.

ویلفور1996) روایی هم عرض روش غیر تمرینی را بر روی165 زن انجام داد. هر دو روش درصد چربی و BMI ضریب همبستگی قابل قبولی را نشان دادند. (0/86 و0/81=R). نتایج نشان دهنده دقت این دو مدل و در نتیجه کارآیی آنها برای زنان سنین 18 تا 45 سال بود. این مدل قادر به پیش بینی آمادگی 0/87 زنان با $Vo_2 \max < 32ml.kg^{-1}.\min^{-1}$ بود، از این رو استفاده از آن برای متبلایان به امراض قلبی عروقی، پیشنهاد شد.

در سال1992 آین سورت[۹۸]1992) مدل پیش بینی کننده وضعیت قلبی تنفسی را ترویج داد که علاوه بر اندازه گیری متغیرهایی نظیر سن، جنس، BMI، سؤالاتی در مورد دفعات و شدت فعالیت های بدنی انجام گرفته (برای مدت زمان بیش از15 دقیقه) پرسیده می شد. حجم نمونه این مطالعه شامل27 مرد و46 زن در سنین21 تا59 سال بود. نکته جالب این مطالعه دستیابی محقق به مناسب ترین سؤالات طرح شده در زمینه فعالیت های بدنی بود. تعداد زیادی پرسشنامه فعالیت ها بدنی فراهم و در تحقیقی فراگیر مورد استفاده قرار گرفت. در پایان تنها یک سوال که در مورد فعالیت های منظم با شدت زیاد بود، در این مدل باقی ماند این مسئله سبب تقویت این نظریه شد که به منظور جمع آوری اطلاعات در مورد آمادگی قلبی، تنفسی می توان متغیر فعالیت بدنی را به راحتی اندازه گیری کرد.

دو سال بعد میر[۹۹]1994) مدلی ارائه داد که به پیش بینی آزمون های حداکثر فشار بر روی تردمیل می پرداخت. وی این مدل را بر روی207 مرد و 5 زن بیمار قلبی ، با میانگین سنی (8 ±62 سال) انجام داد. پرسشنامه ی وی تحت

4- Kolhourst
5- Dolgener
1- Ainsworth
2- Myers

عنوان[100] «پرسشنامه فعالیت های بدنی افراد مسن و یا VSAQ» معروف شد. پرشسنامه، اطلاعاتی در مورد توانایی این افراد در انجام فعالیت های بدنی بدون بروز علائم محدودکننده ای چون خستگی، احساس درد در قفسه سینه و ... فراهم می نمود. با بررسی نتایج به دست آمده محقق این گونه بیان داشت که هدف او از ارائه این مدل جانشین نمودن آن بجای آزمون های ارگومتر نمی باشد. اما اطلاعات بدست آمده از آن می تواند ایده درستی از چگونگی وضعیت آمادگی جسمانی بیماران به تیم پزشکی بدهد و همچنین آنها را در تعدیل کردن آزمون ها یاری نماید.

والی[101] در همان سال مدل پیش بینی کننده دیگری را با استفاده از متغیرهای زیر طراحی کرد: جنس، سن، ضربان قلب استراحت، وزن، درصد چربی، تعداد سیگار مصرفی (از نمره 1 تا 8 بر اساس تعداد سیگاری که فرد در روز مصرف می کند 1 برای افرادی که اصلاً سیگار نمی کشند و 8 برای کسی که بیش از 2 پاکت در روز سیگار می کشد)، نمره بدست آمده از گزارش افراد در مورد فعالیت های بدنی که انجام می دهند (نمره 1 تا 6 بر اساس شدت تمرین، 1 متعلق بود به فردی که زندگی بی تحرکی را دنبال می کند و 6 متعلق بود به فردی که از آمادگی بالایی برخوردار است- یعنی کسی که بیش از 20 مایل در هفته می دود، دوچرخه سواری و یا شنا می کند ...) 702 مرد و 473 زن در این تحقیق شرکت کردند. این مدل پیش بینی کننده از دقت بالایی برخوردار بود ($R^2 = 0.77$). روایی هم عرض بر روی 65 نفر که تقریباً شبیه به گروه آزمون شوندگان بودند انجام گرفت، ضریب همبستگی بدست آمده از این تحقیق درصد بالایی بود (R=85) به علت کوچک بودن حجم نمونه آماری نتایج بدست آمده از روای هم عرض محدود شد ولی با این وجود پرسشنامه تولید شده سبب تقویت این ایده شد که به طور حقیقی می توان آمادگی قلبی، تنفسی را با استفاده از متغیرهای پیشنهاد شده توسط جکسون پیش بینی نمود.

در سال 1996 پرسشنامه پیش بینی کننده دیگری که مربوط به وضعیت جسمانی بیماران قلبی بود ، روایی سنجی شد.

3- Veteran
1- Whaley

این پرسشنامه به پرسشنامه تمرینات ویژه[۱۰۲] (SAQ) معروف شد که متشکل بود از 13 سؤال در رابطه با فعالیت های روزمره. 97 بیمار (12 زن) آمادگیشان توسط SAQ پیش بی‌نی شد. ($R^2 = 0.50$) در این تحقیق متغیرهایی نظیر قد، وزن و سن نیز در نظر گرفته شد. ضریب همبستگی بین پرسشنامه SAQ با سایر پرسشنامه ها سنجیده شد و نتایج زیر بدست آمد:

$$SQR(r = 0.71), SAS(r = 0.35), DASI(r = 0.2), VSAQ(r = 0.66)$$

بر اساس این شواهد محقق پیشنهاد کرد که در مورد بیماران قلبی می توان پرسشنامه SAQ را در مواردی که آزمون های فشار هزینه بر و غیر عملی هستند استفاده نمود. در همان سال کاردینال[۱۰۳] (1996) بررسی نمود که آیا مدل پیشنهاد شده توسط جکسون با مدل آین سورت[۱۰۴] و نتایج بدست آمده از فعالیت های بدنی ارتباطی دارند یا خیر، وی این تحقیق را بر روی 123 زن سالم با میانگین سنی (38 ± 8/4) انجام داد. نتایج بدست آمده بیانگر ارتباط قابل قبولی بین دو مدل و شاخص فعالیت بدنی بود. (r=0/80)

یک سال بعد جورج[۱۰۵] (1997) مدل پیش بینی کننده تعدیل شده ای را بر روی 50 دانش آموز جوان فعال زن و مرد که سن آنها بین 18 تا 29 سال بود مورد آزمایش قرار داد. به منظور افزایش دقت و با هدف پیش بینی وضعیت کسانی که از آمادگی بالایی برخوردار بودند متغیرهای جدیدی به پرسشنامه اضافه شد، که برخی از آنها عبارتند از: سؤالاتی در مورد آمادگی شرکت کنندگان در انجام فعالیت هایی چون راه رفتن، دویدن که فرد اطلاعات در مورد اینکه چگونه و با چه سرعتی این فعالیت ها را بدون خستگی انجام می دهد، می داد. سؤال دیگر مربوط بود به فعالیت های انجام شده در 6 ماه گذشته که بانمرات 0 تا 10 ارزش گذاری می شد (بجای نمره 0 تا 7 مربوط به فعالیت های گذشته که در پرسشنامه جکسون مورد استفاده قرار گرفته بود).

2- Specific Activity Questionnair
1- Cardinal
2- Ainsworth
3- Georg

در این مطالعه مرحله ی روایی سنجی هم عرض با آنچه در گذشته انجام گرفته بود متفاوت به نظر می رسید زیرا بجای استفاده از زیر مجموعه ای از تمام گروه های مورد تحقیق که سبب محدود شدن روش نمونه گیری می شد روش square of predicted resido مورد استفاده قرار گفت. این روش اجازه می داد تا از تمام آزمون شوندگان به عنوان نمومنه در اعتبار یابی و روایی سنجی هم عرض استفاده شود: با اضافه کردنsquare of these residues امکان محاسبه با دقت بالا فراهم شد همچنین خطای استاندارد نیز اندازه گیری شد، تمامی شواهد حاکی از این بود که مدل از دقت بالا و قابل قبولی برخوردار است. متوس1999)مدلی را به منظور طبقه بندی آمادگی قلبی تنفسی طراحی و آزمایش کرد. این طبقه بندی قادر بود با مقایسه بین سطح های مختلف آمادگی ، خطرات بیماری را اندازه گیری نماید. در این مدل نیز متغیرهای به کار رفته در مدل جرج مورد استفاده قرار گرفت که عبارت بودند از : سن، جنس، گزارش آزمون شوندگان از فعالیت های بدنی (روشی که توسط جکسون نیز مورد استفاده قرار گرفته بود) قد و وزن. دقت این مدل طبقه بندی به وسیله داده های بدست آمده از جدول سن و جنس محاسبه گردید، سپس داده ها به5 طبقه جهت پیش بینی آمادگی قلبی –تنفسی تقسیم شدند به طور کلی دقت مدل طبقه بندی شده متوسط بود(R^2=/36). به هر حال83٪ از نمونه تقریباً طبقه بندی شدند. اشتباهات صورت گرفته در این طبقه بندی از پائین ترین حد تا بالاترین حد بسیار ناچیز بود این نتایج سبب شد که در مواردی که امکان استفاده از آزمون های فشار نمی باشد از این مدل به عنوان روشی با ارزش و قابل اعتماد استفاده شود. در مدلPRESS نیز روایی سنجی هم عرض انجام گرفت که نتایج حاکی از با ارزش بودن این مدل داشت .آخرین مدل پیش بینی کننده ی آمادگی قلبی تنفسی که محقق مشاهده کرده مربوط است به وی وننمگ که آن را بر روی24 کارگر تایوانی از هر دو جنس انجام داد.متغیر های مورد محاسبه در این مدل عبارت بودند از جنس، سن و BMI. روایی هم عرض آن به وسیلهٔ نمونهٔ کوچک (n=6) نشان داده شد نویسنده معتقد است که این مدل برای محاسبه ی وضعیت قلبی– عروقی کسانی که به کارهای فیزیکی می پردازند، مناسب می باشد. به هر حال کوچک بودن نمونه ی آماری به نحوی نتایج بدست آمده را مورد تردید قرار می داد.

Chapter3: Research Methodology

فصل سوم

روش تحقیق

مـقـدمـه

در این فصل طرح تحقیق ، روش نمونه گیری ، مراحل اندازه گیری ، ابزارهای جمع آوری اطلاعات ،روش های آماری مورد استفاده گزارش می گردد.

طرح تحقیق

تحقیق حاضر به منظور بررسی رابطه بین روش غیر تمرینی با آزمون (شاتل ران) صورت گرفته است. گفتنی است در آزمون شاتل ران از4 فرمول های لیگر استفاد شده است (فرمول شماره 4 برای اولین باردر ایران توسط محقق،در این تحقیق معرفی می گردد). بنابراین تحقیق حاضر از نوع توصیفی ـ همبستگی می باشد.

جامعه آماري و روش نمونه گيري

جامعه آماری تحقیق حاضر شامل کلیه ی دانش آموزان پسر دبی‌رستانی شهرستان شاهی‌ن شهرمی باشد ، پس از هماهنگی با اداره آموزش و پرورش ،از بی‌ن 7 دبی‌رستان 3 دبی‌رستان به صورت تصادفی انتخاب شد .در هر دبی‌رستان نی‌ز 2 کلاس به صورت تصادفی انتخاب شدند.در مجموع117 دانش آموز پسر در هر دو آزمون شرکت نمودند.

مراحل انجام تحقیق

در این تحقیق مراحل زیر جهت اجرای آزمون ها رعایت گردید:

الف) هماهنگی با مسئولین مدارس

پس از انتخاب موضوع و تصویب آن توسط استاد مربوطه، در خواست کتبی مبنی بر استفاده ازچند دبی‌رستان شهرستان شاهی‌ن شهر به مسئول مربوطه در اداره آموزش و پرورش ارائه گردی‌د.. پس از آن با حضور در جلسه هماهنگی ضمن آشنایی با داوطلبان شرکت در تحقیق حاضر ، توضیحاتی در مورد اهمیت و ضرورت آزمون های مورد نظر و نحوه ی اجرای آنها داده شد .

ب) آماده سازی مکان اجرای آزمون ها

آزمون شاتل ران در حی‌اط هر مدرسه برگزار گردید . سه روز قبل از اجرای آزمون ، لوازم مورد نیاز از قبیل ضبط صوت ، متر ، نشان و کاغذ ثبت تهی‌ه شد ، سپس فاصله20 متر اندازه گیری و نشانه گذاری گردید.

ج)توجیه آزمودنی ها

پس از آنکه آزمودنی ها با لباس ورزشی و کفش مناسب در محل اجرای آزمون حضور یافتند ، ابتدا از آنها به خاطر همکاری صمیمانه با محقق تشکر و قدر دانی به عمل آمد ، سپس یک بار کل مراحل انجام آزمون

ها توضیح داده و برای داوطلبان شرح داده شد که هر کدام از آنها به ترتیب در اندازه گیری قد ، وزن جهت برآورد BMI مورد نیاز در پرسشنامه و همچنین در آزمون های شاتل ران شرکت خواهند کرد

ابـزار هـاي جمع آوري اطلاعـات

به طور كلي در اين تحقيق 4 نوع ابزار مورد استفاده قرار گرفته است كه عبارتند از :

۱. آزمون قد ،با استفاده از قد سنج دیواری با دقت 1cm .
۲. آزمون وزن ،با استفاده از ترازوی عقربه ای مدل SECA بادقت 0/1kg
۳. آزمون هوازی20 متر شاتل ران .
۴. آزمون پرسشنامه ای
۵.

د) اجرای آزمون ها

1) آزمون بدون تمرین(پرسشنامه ای)

ابتدا پرسشنامه ها در اختیار آزمون شوندگان قرار گرفت و توضیحاتی در مورد هر یک از سوال ها به آزمون شوندگان داده شد (لازم به ذکر است که آزمون پرسشنامه ای به صورت مصاحبه ای اجرا گردید).

پرسشنامه مورد استفاده در تحقیق حاضر ، پرسشنامه ی طراحی شده توسط جورج در سال2012 می باشد، این پرسشنامه دارای سه بخش است در بخش اول، فرد با توجه به فعالیت هایی که در شش ماه گذشته انجام داده یکی از گزینه ها را انتخاب می کند بخش دوم، به توانایی آزمون شونده در طی کردن مسافت 1 مایل با سرعت ثابت مربوط است و سرانجام بخش سوم، به توانایی فرد برای پیمودن مسافت 3 مایل با سرعت ثابت مربوط است .

فـرمـول مـورد اسـتفـاده در آزمـون پـرسشنـامـه اي:

$$VO_{2max}=44/895=7/042(Gender)-0/823(BMI)+0/738(PFA)+0/688(PAR)$$

ضریب مورد استفاده در قسمت جنس برای زنان 0 و برای مردان ضریب 1 می باشد ، PFA مجموع نمره بدست آمده از بخش دوم و سوم پرسشنامه است، لازم به ذکر است که بخش دو و سه هر کدام دارای 13 قسمت است و بر اساس

انتخاب آزمون شونده در هر بخش نمره 1 تا13 به او تعلق می گیرد. PAR به بخش اول پرسشنامه مربوط می شود ، این بخش از پرسشنامه شامل11 قسمت است و نحوه امتیاز دهی به آن از0 تا10 می باشد.

2) آزمون شاتل ران

پس ازتکمی‌ل پرسشنامه مربوط به آزمون بدون تمری‌ن، از آزمون شوندگان خواسته شد، قبل از شرکت در آزمون شاتل ران به منظور جلوگیری ازآسیب های احتمالی به مدت10 تا15 دقیقه فعالیت هوازی وحرکات کششی انجام دهند .

اجرای آزمون شاتل ران به این صورت بود که آزمودنی ها در سالن سر پوشیده به ابتدای خط 20 متر فراخوانده می شدند و با شنیدن اولین آهنگ از دستگاه ضبط صوت شروع به دویدن به انتهای خط 20 متر می کردند.آنها باید همزمان با نواخته شدن آهنگ در انتهای 20 متر بوده و دوباره باز می گشتند.در دقیقه اول سرعت این رفت و برگشت 8/5km/h است و از دقیقه اول به بعد هر دقیقه 0/5 Km/h بر سرعت دویدن افزوده می شد وتازمانی ادامه می یافت که آزمودنی دیگر قادر نباشد با نواخته شدن آهنگ خود را به فاصله ی 20متری خطوط نشان برساند و چنانچه این اتفاق دو بار متوالی رخ می داد ،آزمون پایان یافته تلقی می شد.

فرمول هاي مورد استفاده در آزمون شاتل ران

4 فرمول مورد استفاده لیگر و لامبرت در آزمون شاتل ران عبارتند از :

فرمول شماره 1: $VO_{2max}=2/75(x)+28/8$

فرمول شماره 2: $VO_{2max}=6(speed)-24/4$

فرمول شماره 3 : $VO_{2max}=31/025+3/238(speed)-3/248(age)+0/1536\ (speed)(age)$

فرمول شماره 4: $VO_{2max}=5/875(speed)-19/485$

روش تجزیه و تحلیل داده ها

تجزیه و تحلیل داده های حاضر در دو سطح توصیفی و استنباطی صورت کرفته است، در سطح توصیفی از شاخص هایی نظیر میانگین ، میانه ، انحراف معیار و نمودار استفاده شده است.

به منظور مقای‌سه ی VO2max محاسبه شده بین دو آزمون به کار رفته در این تحقیق ، از آزمون تجزیه و تحلیل یک طرفه[۱۰۶] و برای تعیین تفاوت بین زوج گروه ها از آزمون توکی [۱۰۷] در سطح معنا داری 0/05 استفاده شده است . کلیه محاسبات آماری از طریق نرم افزار SPSS نگارش18انجام ونمودارهای مورد نیاز از طریق نرم افزار Excel ترسیم شده است.

1- ANOVA
Tukey

Chapter4: Statistical Analysis

فصل چهارم

تجزیه و تحلیل آماری

مـقـدمـه

در این فصل تحلیل های آماری در سه قسمت ارائه می گردد . در قسمت اول ،آمار توصیفی مربوط به عوامل اندازه گیری ارائه شده است در قسمت دوم، VO_{2max} برآورد شده از طرق مختلف با استفاده از تجزیه و تحلیل واریانس با هم مقایسه می گردد. و در قسمت سوم، رابطه ی آزمون های مختلف برآورد VO_{2max} با یکدیگر مطالعه می شود.

الف ـ توصيف آماري عوامل مورد اندازه گيري

جدول 4-1 تحلیل توصیفی دسته های توصیفی موارد اندازه گیری شده در این تحقیق را نشان می دهد. به کمک این جدول می توان وضعیت توزیع داده ها را بررسی نمود . در جدول مذکور مواردی از قبیل میانگین ، میانه ، انحراف استاندارد، نمره حداقل ، نمره حداکثر، کورتز، چولگی و خطای استاندارد اندازه گیری مربوطه، مشخص شده است.لازم به ذکر است که جدول 4-1 حاوی اطلاعات پس از آخرین پالایش های به عمل آمده است و انتظار می رود دارای هیچ اشکال منطقی و یا آماری نباشد. در صورت وجود شک در مورد طبیعی بودن توزیع داده ها می توان این موضوع را توسط آزمون اسمیرنوف گاما گروف آزمایش نمود. خوشبختانه توزیع های گزارش شده همگی فارغ از هر گونه اختلال بوده و نیازی به آزمون فوق نشد.

جدول 4-1. توصيف آماري عوامل اندازه گيري شده

نام آزمون	ميانگين	ميانه	انحراف استاندارد	چولگي	انحراف استاندارد چولگي	كورتز	انحراف استاندارد كورتز	حد اقل	حد اكثر
شاتل ران (1)	62/14	61/8	1/81	-/164	/311	-/73	/613	59/05	65/93
شاتل ران (2)	48/36	47/6	3/96	-/164	/311	-/73	/613	41/6	56/6
شاتل ران (3)	39/06	38/97	5/22	-/136	/311	-/283	/613	26/12	51/25
شاتل ران (4)	51/57	50/82	3/86	-/164	/311	-/73	/613	44/97	59/61
پرسشنامه	52/33	52/07	3/48	/011	/311	/226	/613	43/39	60/21
قد (سانتيمتر)	/27 175	174/66	5/68	-/156	/314	/22	/618	159	188
سن(سال)	17/51	17/25	1/05	0/534	0/314	-/38	0/618	15	18

وزن (کیلوگرم)	68/25	68/5	6/35	-/203	0/314	0/226	0/618	51	81
BMI	22/19	22/21	1/51	-/343	0/314	0/564	0/618	17/65	25/56

نزدیک بودن میانگین و میانه از یک سو و پائین تر از 2 بودن نسبت چولگی و کورتز به خطای استاندارد آنها از سوی دیگر حاکی از طبیعی بودن توزیع داده ها است.

همجنین در تمامی موارد انحراف معیار از دامنه تغییرات کمتر است ، و این نیز خود دلیل دیگری بر توزیع طبیعی داده ها می باشد .با استفاده از تحلیل های فوق، داده ها پالایش گردید. یعنی داده های اشتباه اصلاح و داده های مربوط به یکی از آزمون ها که دارای نمره افراطی بود حذف گردید. بنابر این تعداد آزمودن ها از 119نفر به117 نفر کاهش یافت.

ب) مقایسه ی برآورد VO_{2max} از راه های مختلف

در این قسمت محقق ابتدا با استفاده از آزمون لوین فرضیه تساوی واریانس های VO_{2max} برآورد شده از چند آزمون مختلف را بررسی و سپس VO_{2max} بدست آمده در هر یک از این آزمون هارا با استفاده از تجزیه و تحلیل واریانس یک طرفه تحلیل و در پایان در صورت وجود تفاوت بین میانگین ها برای پی بردن به اینکه کدام میانگین ها با یکدیگر تفاوت معنی داری (در سطح$P=0/05$) دارند از آزمون توکی[۱۰۸] استفاده می گردد.

سوال اصلی تحقیق:

آیا بین دو روش برآورد VO_{2max} (پرسشنامه ای ، شاتل ران) تفاوت معنی داری وجود دارد ؟

نتایج مربوط به آزمون لوین مبنی بر عدم تساوی واریانس ها در جدول 4-2 آمده است.

جدول 4-2. نتایج آزمون لوین برای بررسی فرض تساوی واریانس VO_{2max} های برآورد شده در آزمون های مختلف

1- TUKEY

آماره لوين	آزادي درجه 1	آزادي درجه 2	سطح معني داري
9/996	5	384	0/0001

همانطور که در جدول 4-2 مشاهده می شود، فرضیه صفر مبنی بر تساوی واریانس ها رد می شود (F=9/996 و0/000 =P) . علی رغم ناهمگن بودن واریانس ها ، به علت نسبی بودن مقیاس بکار رفته شده و طبیعی بودن توزیع داده ها ، می توان از تحلیل واریانس جهت نشان دادن اختلاف میانگین ها استفاده کرد.لازم به ذکر است که بزرگترین واریانس (5/2)کمتر از سه برابر کوچک ترین واریانس (1/8) می باشد، که ای‌ن امر خود نشانی دی‌گر بر طبی‌عی بودن توزی‌ع داده ها است.

با توجه به نا همگن بودن واریانس های آزمون برآورد VO_{2max} ،

هم از تجزیه و تحلیل واریانس (ANOVA)و هم از آزمون نان پارامتریک (کروسکال والیس) [1]استفاده شده است، که نتای‌ج آن در جداول 4-3 و 4-4 آمده است.

جدول 4-3. نتایج آزمون کروسکال والیس

VO_{2max} بروس	
242231	خی دو
5	درجه آزادی
0/0001	سطح معنی داری

1- Kruskal-Wallis

چنانچه یافته های جدول فوق نشان می دهدبین VO_{2max} حاصل از آزمون های مختلف تفاوت معنا دار وجود دارد($P<0/01$)

جدول4-4.نتایج تجزیه و تحلیل واریانس**VO_{2max} برآورد شده**

	مجموع مجذورات	درجه آزادی	میانگین مجذورات	F	سطح معنی داری
بین گروهی	1623957	4	324791	19343	0000
درون گروهی	584838	384	16791		
کلی	2208795	353			

همانطور که در جدول 4-4 ملاحظه می شود ،تفاوت در VO_{2max} برآورد شده از طریق آزمون های مختلف معنی دار است . ($F=19343$ و $P= 0/000$)

بعد از آن که مشخص شد به طور کلی بین VO_{2max} برآورد شده از طریق آزمون های مختلف تفاوت معنی داری وجود دارد ، برای بررسی دقیق تر و مشخص کردن این مطلب که کدام یک از نتایج بدست آمده با یکدیگر متفاوت هستند ، از آزمون تعقیبی توکی استفاده شده است. نتایج این آزمون در جدول 4-5 آمده است.

.جدول 4-5. نتايج آزمون توكي براي بررسی سطح معنا داري تفاوت هاي VO2max برآوردي.

زیر گروه ها در سطح آلفا = 0/05				
آزمون	1	2	3	4
شاتل ران (3)	39/066			

شاتل ران (2)		**48/367**		
شاتل ران (4)			**51/57**	
پرسشنامه			**52/3**	
شاتل ران (1)				**62/15**
سطح معنا داري	**1/000**	**1/000**	**0/437**	**1/000**

چنانچه نتای‌ج جدول فوق نشان می دهد، آزمون ها بر اساس VO_{2max} بدست آمده به 4 زیر گروه متجانس تفکیک شده اند . VO_{2max} محاسبه شده توسط آزمون هایی که در یک زیر گروه قرار دارند ، از نظر آماری اختلاف معنا داری با یکدیگر نداشته، در حالیکه، VO_{2max} محاسبه شده توسط آزمون هایی که در یک زیر گروه قرار ندارند ، از نظر آماری اختلاف معنا داری با یکدیگر دارند . همانطور که ملاحظه می شود VO_{2max} محاسبه شده در آزمون های ، پرسشنامه و شاتل ران (فرمول شماره 4 لیگر که توسط محقق معرفی شد) در یک زیر گروه قرار گرفته و دارای اختلاف معنی دار نمی باشند.

همانطور که مشاهده می شود VO_{2max} محاسبه شده درآزمون هایشاتل ران(فرمول شماره 4 لیگر) و پرسشنامه بسیار به یکدیگر نزیک می باشند . همچنین گفتنی است آزمون شاتل ران (3) ،دارای کمترین کم تخمینی و شاتل ران (1) دارای بیشترین بیش تخمینی می باشد

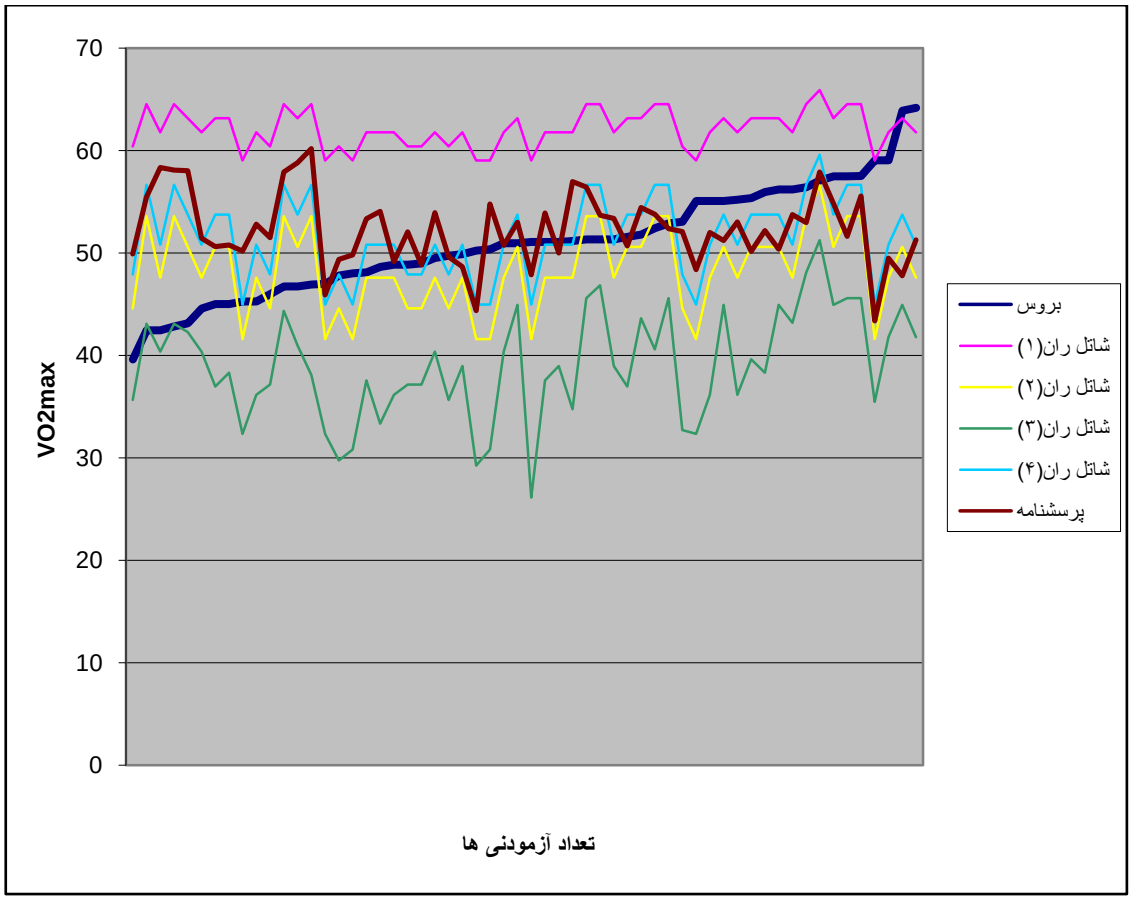
ج) بررسی رابطه ی بین VO_{2max} محاسبه شده در آزمون هاي مختلف

جدول 4-6ماتريس ضرايب همبستگي بين VO_{2max} اندازه گيري شده

	بروس	شاتل ران (1)	شاتل ران (2)	شاتل ران (3)	شاتل ران (4)	پرسشنامه
شاتل ران (1)	**/821**	**1**				
شاتل ران (2)	**/821**	**1**	**1**			
شاتل ران (3)	**/689**	**/854**	**/854**	**1**		
شاتل ران (4)	**/821**	**1 **	**1 **	**/854 **	**1**	
پرسشنامه	**/726**	**/620 **	**/620 **	**/471 **	**/620 **	**1**

جدول 4-6 ماتريس ضرايب همبستگي عوامل اندازه گيري شده را نشان می دهد. داده های جدول فوق بيانگر اين مطلب است كه :

آزمون های شاتل ران1،2،4اطلاعاتی دقيقاً همسو و با همبستگی كامل را نشان می دهند.امافرمول شاتل ران (1)به دليل خطای سيستماتيک ، با بيش تخمينی همراه است.همچنين فرمول شاتل ران(3)به دليل خطای سيستماتيک ، دارای كم تخمينی می باشد.



نمودار 4-2. مقایسه ی برآورد VO2max از شش روش مختلف بر اساس تعداد آزمودني ها

برای ترسیم نمودار 4-2 ابتدا اطلاعات مربوط به روش بروس مرتب گردیدند و سپس نمودار ترسیم شده است .

اطلاعات جداول 4-4 ، 4-5 و شکل 4-2 پیشنهاد می کند که اگرچه از طریق روش های غیر مستقیم پرسشنامه ای و شاتل ران می توان تخمین نسبتاً خوبی از حد متوسط VO_{2max} گروه تحقیق بدست آورد ، ولی با این وجود، این روش ها برای برآورد VO_{2max} اشخاص مناسب نمی باشد.

Chapter 5: Conclusion

فصل پنجم

بحث و نتيجه گيري

مـقـدمـه

اطلاعات این فصل درشش بخش تنظیم و ارائه می گردد،در بخش اول، خلاصه ای از بیان مسئله و روش اجرای تحقیق گزارش می گردد. دربخش دوم ، اطلاعات توصیفی درمورد اندازه گیری های به عمل آمده ارائه می شود.در بخش سوم برآورد VO_{2Max} توسط روش های مختلف موردبحث وبررسی قرار می گیرد.دربخش چهارم ضرایب همبستگی آزمون های مختلف جهت برآورد VO_{2Max} مورد بررسی می گردد.دربخش پنجم، به بیان یافته ها به طور کلی و به تفکیک سؤالات تحقیق و مقایسه یافته های همخوان و ناهمخوان مطالعات پیشین می پردازیم و در قسمت آخر ، مباحث مربوط جمع بندی و نتیجه گیری شده و پیشنهادهای کاربردی ارائه می گردد.

الـف) خلاصه اي از بـيـان مـسئـلـه

آمادگی قلبی تنفسی از شاخص های معتبر در سلامتی عملکرد دستگاه گردش خون و تنفس در قلمرو ورزش قهرمانی می باشد . با توجه به این که عملکردقلبی تنفسی با شاخص فیزیو لوژیک VO_{2Max} ارتباط تنگاتنگی دارد ، لذا بسیاری از کارشناسان علوم ورزشی آن را بهترین شاخص برای ارزیابی آمادگی هوازی و عامل مهمی برای پیشگوی موفقیت ورزشکاران در فعالیت های استقامتی معرفی کرده اند (ویلمور و کاستیل ،1997 . اندرسون و همکاران ، 1992.مان و همکاران 2014)

بر اساس گزارش های تحقیقاتی برای برآورد VO_{2Max} روش های آزمایشگاهی ، میدانی و پرسشنامه ای متعددی طراحی شده است . روش های آزمایشگاهی علی رغم اینکه از اعتبار و دقت بالایی برخوردار هستند ، ولی به دلیل هزینه ی بالای آنها برای همگان قابل استفاده نمی باشند. در این خصوص ارائه ی آزمون هایی که علاوه بر سهولت اجرا ، جهت سنجش آمادگی هوازی اقشار جامعه و ورزشکاران از درجه ی اعتبار وپایایی بالایی برخوردار باشد ، ضروری است.در این فصل محقق بر آن است که با تفسیر نتایج حاصل از فصل 4 به این مهم دست یابد که آزمون شاتل ران و بدون تمرین (پرسشنامه) تا چه اندازه در برآورد VO_{2Max} نسبت به یکدیگر همبستگی دارند ؟ و آیا برای سنجش آمادگی هوازی می توان از این آزمون ها در مکان ها یی که امکان استفاده از وسایل آزمایشگاهی نیست به جای یکدیگر استفاده نمود؟

ب) مـبـاحث مـربـوط بـه اطلاعـات تـوصيفـي

چنانچه جدول 1 –4 نشان می‌دهد ، آزمودنی ها دارای میانگین سنی 17/ 5 و دامنه ی سنی 15 تا 18سال می‌باشند، میانگین قد آزمودنی ها174/ 84 با دامنهٔ159 -178 سانتیمتر می‌باشد.

میانگین وزن آزمودنی ها 2 / 68 و دامنهٔ آن بین 81 –51 قراردارد.همچنین میانگین BMI آزمودنی ها 19 22 و دامنهٔ آن 65 17 / –56 25 گزارش شده است.

اطلاعات فوق دریک راستا است و دلالت بر آن دارد که جمعیت مورد مطالعه ،جوان و دارای فاکتورهای قدی و وزنی متوسط می باشد. این جدول همچنین VO_{2Max} به دست آمده از دو آزمون شاتل ران ، و پرسشنامه ای را نشان می دهد.

درآزمون شاتل ران از چهار فرمول لیگر جهت برآورد VO_{2Max} استفاده شده است . بیشترین VO_{2Max} گزارش شده دراین تحقیق مربوط است به شاتل ران (1) که با بیش تخمینی همراه است .($VO_{2Max} = 62 / 149\ ml.kg^{-1}.min^{-1}$). همچنین کمترین انحراف استاندارد را این شاتل ران به خوداختصاص داد ($SD = 1 / 81$) .کمترین VO_{2Max} گزارش شده مربوط به شاتل ران شماره 3 می باشد ($VO_{2Max} = 39 / 066\ ml.kg^{-1}.min^{-1}$).جدول شماره 4 –1 نشان می دهد که دامنه ی تغییرات شاتل ر ان شمارهٔ 3 بین 12 26 تا 25 51 قراردارد که خود حاکی از نوسان بسیار زیاد نتایج حاصل از این آزمون می باشد . شکل 4 –2 نشان می‌دهد که شاتل ران شماره 2 و 4 نسبت به دو آزمون دیگر کمتر دچار کم تخمینی و یا بیش تخمینی می باشند.

ج) مقایسه ی VO_{2Max} های محاسبه شده توسط آزمون های مختلف

از جدول 4 – 2 جهت بررسی واریانس ها استفاده شده است .نتایج بدست آمده از این جدول حاکی از ناهمسانی واریانس ها داشت .اما با این وجود، به علت نسبی بودن مقیاس به کار رفته شده و طبیعی بودن توزیع داده ها ، از تحلیل واریانس یک طرفه جهت نشان دادن معناداری اختلاف VO_{2Max} برآورد شده درآزمون های مختلف استفاده شد، که نتایج مربوط به آن درجدول 4 –4 گزارش گردیده است .

جدول 4 –3 نتایج مربوط به آزمون کروسکال والیس را نشان می‌دهد. از این آزمون جهت نشان دادن چگونگی اختلاف در داده های غیرپارامتریک استفاده می‌شود .دلیل ذکرنتایج حاصل از این آزمون درفصل 4 این می باشد که علی رغم نسبی و طبیعی بودن توزیع داده ها ،اگر تنهابه علت ناهمسان بودن واریانس ها این داده ها غیرپارامتریک فرض می شد، باز هم نتایج گزارش شده از آزمون ها با یکدیگر اختلاف معناداری داشتند.

پس از اثبات وجوداختلاف بین VO_{2Max}برآورد شده جهت بررسی این مطلب که کدام یک ازنتایج بدست آمده با یکدیگر اختلاف دارند از آزمون توکی استفاده شد، که نتایج آن درجدول 4 –5 گزارش شده است .همانگونه که مشاهده می‌شود پرسشنامه ای و شاتل ران 4 ، اختلاف معناداری با یکدیگر ندارندو از لحاظ VO_{2Max} برآورد شده بسیار به هم نزدیک می‌باشند.

د) بررسي ضرايب همبستگي آزمون هاي برآورد VO_{2Max}

جدول 4 –6 ماتریس ضرایب همبستگی بین آزمون های برآورد VO_{2Max} را ارئه می کند. همانگونه که مشاهده می‌شود آزمون پرسشنامه ای و آزمون شاتل ران (هر 4 مورد) دارای رابطه ی معناداری درسطح $\alpha = 0/01$ می‌باشند . کمترین رابطه گزارش شده مربوط است به شاتل ران شماره 3 و آزمون پرسشنامه ای ($R = 0/471$).علی رغم اینکه در جدول 4-6 این ضریب همبستگی معنا دار گزارش شده است ، محقق پیشنهاد می کند این دو آزمون به جای یکدیگر به کار نروند. مولر معتقد است که حداقل ضریب همبستگی قابل قبول برای روش پیشب ین ی کننده ، 0/80 می باشد . همانگونه که مشاهده می شود ضریب همبستگی بدست آمده بین آزمون بدون تمرین (پرسشنامه) با آزمون شاتل ران ، 0/80 گزارش نشده است، از این رو نمی توان آزمون بدون تمرین را کاملاً جایگزین آزمون شاتل ران کرد . اما ضریب تعیین0/52 آزمون بدون تمرین حاکی از آن است که اگرچه با استفاده از این آزمون نمی توان VO_{2Max} هر فرد را به تنهایی برآورد کرد ، اما می توان از آن جهت برآورد VO_{2Max} گروه استفاده کرد و VO_{2Max} حاصل از آنها را به صورت میانگین بیان داشت . این نتایج بانتایج گزارش شده توسط بارنت [۱۰۹] وبارهام [۱۱۰] (1995) که ضریب همبستگی شاتل ران3و نوار گردان را64/. گزارش کرده اند،مطابقت دارد. ضریب همبستگی بین شاتل ران شمارۀ 1 ، 2 و 4 ،یک گزارش شد.ممکن است خواننده این گونه برداشت کند که می‌تواند این سه فرمول را به جای یکدیگر به کاربرد.اما با مراجعه به شکل 4 –2می توان ازاین اشتباه جلوگیری کرد ،این شکل نشان دهندۀ وجود یک خطای سیستماتیک درشاتل ران1 می باشد، که علی رغم داشتن ضریب همبستگی 1 با شاتل ران 2 و 4 ، VO_{2Max} را بیش از حد واقعی برآورد می کند.

1-Barnet
2-Boreham

نورا[111] (1992) طی تحقیقی ضریب همبستگی به دست آمده بین شاتل ران 1 و نوار گردان را که در مورد 48 دانش آموز 12-15 سال صورت گرفت R=0/72 گزارش نمود . در همان سال اندرسون[112] ضریب همبستگی به دست آمده بین شاتل ران 1 و دوچرخه ی کارسنج را که بر روی 13 بازیکن هاکی 10-12 سال صورت گرفته بود 72/. گزارش کرد ، که مطابقت چندانی با نتایج حاصل از تحقیق حاضر ندارد. جان اسپرال[113] (1993) طی تحقیقی ضریب همبستگی به دست آمده بین شاتل ران 2 و آزمون نوارگردان را که بر روی 20 مرد و زن 20-35 سال انجام گرفته بود ، 86/. گزارش کرد ،که با نتایج گزارش شده در این تحقیق همخوانی دارد . فالگیرت[114] (1996) آزمون شاتل ران 3 و چرخ کار سنج را بر روی 97 دانش آموز 10-14 ساله انجام وضریب همبستگی 93/. را گزارش نمود . گرنت[115] (1998) دو آزمون شاتل ران 3 و نوار گردان را بر روی 22 مرد 20-24 ساله اجرا کرد و ضریب همبستگی 86/. را گزارش نمود . مک نایتون[116] (2003) این 2 آزمون را بر روی 32 مرد با میانگین سنی 2014 انجام داد و ضریب همبستگی 82/. را گزارش نمود . همانگونه که ملاحظه می شود نتایج محققین خارجی در مورد آزمون شاتل ران 3 و نوار گردان با نتایج حاصل از تحقیق تطابق چندانی نداشته بلکه بر عکس حاکی از آن است که آزمون شاتل ران 3 در خارج از کشور روشی معتبر جهت برآورد VO_{2max} می باشد . مک نایتون (2001) شاتل ران 4 و نوار گردان را بر روی 50 دانش آموز 12-16 سال انجام داد و ضریب همبستگی 83/. را گزارش نمود ، که با نتایج گزارش شده در این تحقیق همخوانی دارد .

3-Nora
4-Anderson
5-John Sproul
6-Falgairette
7-Grant
1-Mcnauyhton

با مراجعه به ادبیات تحقیق مشاهده می شود که جکسون درسال1990 پس از گذشت چند دهه پرسشنام ه ای شبیه به آنچه امروز مورداستفاده قرار می گیرد طراحی ومعرفی کرد،متغیرهای به کاررفته در این پرسشنامه عبارت بودند ازسن، جنس ،وضعیت بدنی و گزارش فرد از نحوه ی پرداختن به فعالیت های ورزش که از0 تا 7 براساس شدت فعالیت بدنی نمره گذاری می‌شد.

این پرسشنامه به دو صورت اجرا می گردید دریک‌مدل BMI ودر مدل دیگر چربی اندازه گیری شده ،جهت برآورد VO_{2Max} مورد استفاده قرار می گرفت .

روایی این پرسشنامه توسط‌روایی هم عرض سنجیده شد که مقادیر0/ 82 و0/ 79 به ترتیب برای درصد چربی وBMI گزارش شد. (جکسون1990) محدودیت این پرسشنامه استفاده ی آن درمورد افراد باآمادگی بالا بود، ($ml.kg^{-}$ $^{1}.min^{-1}$ VO_{2Max} >55)زیرا تمایل به نشان دادن VO_{2Max} پایین تر ازحد واقعی داشت.کولهرست و دو لنگر درسال1991 روایی این مدل را بر روی69 دانشجوی فعال زن و مرد با میانگین سنی 2 ±21 سنجیدند و نتایج آن را با نتایج حاصل از تحقیق جکسون 1990) مورد مقایسه قرار دادند.ضریب همبستگی حاصل از این تحقیق R= 0/72 گزارش شد.

ویلفورد(1996)روایی هم عرض روش‌بدون تمرین (پرسشنامه) را بر روی165 زن انجام داد.هر دو روش چربی وBMI ضریب همبستگی قابل قبولی را نشان دادند(R = 0/ 86) نتایج نشان دهنده ی دقت این دو مدل و درنتیجه کارآیی آن برای زنان سنین18 تا45 سال بود، این مدل قادر به پیش بینی آمادگی0/ 87 زنان با VO_{2Max} 31 $ml.kg^{-1}.min^{-1}$ > بود.که استفاده ازآن برای بیماران قلبی پیشنهاد شد. میر(1994) مدلی ارائه داد که به پیش بینی آزمون های حداکثر فشار بر روی تردمیل می پرداخت وی این مدل را بر روی 207 مرد و 5 زن (8 ± 62 سال) بیمار قلبی انجام داد.پرسشنام ی وی تحت عنوان VSAQ معروف شد .

ضریب همبستگی بدست آمده‌از تحقیق میر گزارش نشد، وی تنها بیان داشته است که هدف او ازارائه این مدل جانشین نمودن آن بجای آزمون های نوارگردان نمی‌باشد.بلکه معتقد است که استفاده از این پرسشنامه ایده درستی از چگونگی وضعیت آمادگی جسمانی بیمار در اختیار تیم پزشکی قرار می دهد.

در همان سال والی مدل پیش بینی کننده ی دیگری را با استفاده از متغیرهای زیر طراحی کرد: جنس ،سن ،ضربان قلب استراحت ، وزن ، درصد چربی ،تعداد سیگارو نمره بدست آمده از گزارش فرد در مورد فعالیت های بدنی انجام گرفته (از 1 تا 6).این مدل از دقت بالایی برخوردار بود ($R^2 = 0/77$)روایی هم عرض این مدل نیز($R = 0/85$) گزارش شد.

بالاخره جورج(1997)مدل پیش بینی کننده ی تعدیل شده ای را بر روی 50 دانش آموز زن مرد 18 تا29 سال مورد آزمایش قرار داد.

وی متغیرهای جدیدی را به منظور افزایش دقت پیش بینی وضعیت کسانی که ازآمادگی بالایی برخوردارند ، به پرسشنامه اضافه کرد.

آلن داستمن[۱۱۷](2003)طی تحقیقی VO_{2Max} حاصل از پرسشنامه ی جورج را با آزمون های فزایندهٔ آزمایشگاهی[۱۱۸] مقایسه کرد آزمودنی های او شامل28 زن با سن 2/8 ±23 سال و38 مرد با سن 8 /2 ±1 24 سال بود ضرایب بدست آمده از این دو آزمون عبارت بود از $SEE=5/3\ ml.kg^{-1}.min^{-1}$ و$R = 0/53$ برای زنان و $ml.kg^{-1}.min^{-1}$ $SEE=5/3$ و$R = 0/59$ برای مردان .ضرایب بدست آمده از این تحقیق کمتر از نتایج بدست آمده توسط تحقیق حاضر در مقایسه آزمون پرسشنامه ای با آزمون های بروس(0/726) و شاتل ران(0/62) بود.

همانگونه که در فصل دو نیز ذکر شد پرسشنامه استفاده شده در این تحقیق، پرسشنامه جورج می باشد که از سال1997 به بعد مورد استفاده قرار گرفته است. گفتنی است تحقیق صورت گرفته توسط آلن تنها موردی بود که روایی این پرسشنامه را با آزمون GXT سنجیده است.

نتیجه گیری کلی

براساس نتایج بدست آمده،آزمون شاتل ران و آزمون بدون تمرین (پرسشنامه)روش های مناسبی جهت برآورد VO_{2Max} می باشد.درآزمون شاتل ران تاکنون 4 فرمول مورد استفاده قرارگرفته است، فرمول های بکار رفته در شاتل ران 1 و 3 دارای یک خطای سیستماتیک می باشند، شاتل ران 3 علی رغم این که در کشور های خارج دارای کارایی

1- Dustman -Allen
2- Graded Exercis Test

بوده ، اما در کشور ما توفیق چندانی بدست نیاورده است ،از این رو بهتر است جهت برآورد VO_{2Max} درآزمون شاتل ران از فرمول های شمارهٔ 2 و 4 استفاده شود . این روش تنها برای سنجش گروه مناسب می باشد و نمی توان آن را جهت سنجش VO_{2Max} تک تک افراد به کار برد.همچنین ضریب تعیین0/ 52 برای پرسشنامه حاکی از آن است که باید متغیرهای دیگری نیز به آن اضافه شود.

پیشنهادهای برخواسته از تحقیق

۱) در برآورد VO_{2Max} حاصل ازآزمون شاتل ران بهتر است فرمول های به کاررفته در شاتل ران2 و مخصوصاً 4 مورد استفاده قرار گیرد.

2)آزمون پرسشنامه ای می‌تواند به عنوان یک روش مکمل در کنار سایر روش های برآورد VO_{2Max} قرارگیرد ولی نمی‌تواند به طورکامل جایگزین آنها شود.

پیشنهاد به محققین بعدی

1)دراین تحقیق پرسشنامه درمورد افراد فعال اجراشد لذا پیشنهاد می شود که درمورد افراد غیرفعال نیز مورد استفاده قرارگیرد.

2)درهنگام اجرای آزمون پرسشنامه ای فاکتورهایی نظیر سطح فرهنگ، طبقات اجتماعی اقتصادی نیز در نظرگرفته و کنترل شود.

3)این پرسشنامه درمورد بیماران قلبی نیز اجرا شده تا در امر توانبخشی یاری دهندهٔ تیم پزشکی باشد.

4)در بیشتر پرسشنامه ها گزارش آزمون شونده از فعالیت های بدنی ، مربوط است به فعالیت هایی که وی در اوقات فراغت انجام می دهدو فعالیت های مربوط به شغل را در بر نمی گیرد(تنها در مدل والی این محدودیت مشاهده نشده است)لذا پیشنهاد می شود محققیقن بعدی این متغیر را نیز در نظر بگیرند.

منابع : Reference

- اسدمنش ، ع1376: **بررسی روایی آزمون های میدانی شاتل ران548 متر،**

پایان نامه ی کارشناسی ارشد ، دانشکده ی تربیت بدنی و علوم ورزشی ، دانشگاه تهران

- بوام گارتنر تدای1376 : **سنجش و اندازه گیری درتربیت بدنی**، ترجمه حسین سپاسش و پریوش نوربخش ، جلد دوم ، چاپ اول ، سمت
- تذکاری ، غ1376 : **بررسی اثرات تمرین و بی‌تمرینی بر ظرفیت های هوازی و بی هوازی دانشجویان پسردانشگاه بیرجند**، پایان نامه ی کارشناسی ارشد ، تهران ، دانشگاه تربیت مدرس
- خوئی نژاد ، غ1382 : **روش های پژوهش در علوم‌تربیتی** ، چاپ اول ، تهران ، سمت
- رجبی ، ح، و همکاران1380 : **مفاهیم اساسی درآمادگی هوازی**، انتشارات کمیته ملی المپیک ، تهران
- سندگل ، ح1372: **فیزیولژی ورزش**، جلد اول، چاپ اول تهران ، کمیته ملی المپیک
- فاکس و ماتیوس1377 : **فیزیولوژی ورزش**، ترجمه اصغر خالدان ،جلد اول و دوم ، تهران ، دانشگاه تهران
- کردی ، م ، و همکاران1382:**آزمون های کاربردی‌آمادگی قلبی- تنفسی**، جلد اول،انتشارات یزدانی
- کشاورز ، س1383، **مقایسه توان هوازی و بی‌هوازی بازیکنان فوتبال در پست های مختلف** پایان نامه کارشناسی ارشد ، اصفهان ، دانشگاه اصفهان
- ویلمور ،ج ، کاستیل ، د1384 **فیزیولوژی ورزش‌و فعالیت بدنی**، ترجمه ضیاء معینی و همکاران ، جلد دوم ، چاپ سوم ، انتشارات پیشروان

- ACAM (1991):**Guidelines for exercise testing and prescription** , Ed, Le and Febiger
- Astrand , P . O .(1997) Why exercise ? Adv . **Exercise and sport physiology**
- American college of sport medicine (1998) : **ACSM Fitness book**.
- Ahmaide S , collomp K , and Prefaut C , (1992) **: the effect of shuttle test protocol and the resulting lactacidaemia on maximal velocity**
- Anderson GS ,(1992) : **A comparison of predictive tests of aerobic capacity**. Canadian journal of sport science : 17 (4) : 304-308
- Ahmaid S , Varray AL , (1993): **Cardio respiratory fitness evaluation by shuttle test** . Vol (103) : 1135-1141
- Bar-OR,O . (1995) **: the young athlete some physiological consideration** , journal of sport science
- Bicham D . C ,Gibbons ,C (2004) **: Vo2 is attenuated above the lactate threshold in endurance- trained runners**
- Baumgranter T, and Jakson A (1991**) measurement for evaluation in physical education and exercise science**
- Berthoin S , Gerbeaux M (1994) : **Comparison of tow field tests estimate maximum aerobic speed** . journal of sport science : 12 (4) : 335-336
- Cook,C.B (1996): **Maximal oxygen uptake** , Economy and Efficiency.197-220
- Cooper SM, Baker JS (2004) **A simple multistage field test for intermittent sport players** : 18(4): 821-827
- Cooley D , Naughton L (1999) : **Aerobic fitness of Tasmaian Scondary school children using the 20 meter shuttle run test**
- Cardic Department , (2001) **: Editorial comment on effect of exercise training in patient with heart failure**

- Carena S , Jennefer S(2004) :**Validity of questionnaire to assess historical physical activity in older woman** . American Journal of respiratory and critical care medicine.
- Draheim CC , laurie NE (1999) : **Validity of modified aerobic** fitness test for adults with mental retardation . Medicine and science in sports and exercise , 31 : 1849-1854
- Dustin A (2003) **: Validation of a Non exercise regression** equation for the prediction of maximal aerobic capacity . Vol 35 (5) 310-315
- Frank B , and Howely (1998) : **Fitness leaders hand book** , USA , Human kinetics.
- Golding LA , Myers CR , and Sinning WE (1998) **YS way to physical fitness** Human Kinetics (for YMSCA of USA).
- Grant S , Corbeet K (1995) : **A comparison of methods of** predicting maximum oxygen uptake . Journal of sport medicine : 29 (3) : 147-152
- George JD , Stone WJ (1997) : **Non exercise Vo2max estimation for physically active student** . Med sport exercise : 29 (3) : 415-423
- Geithner CA (2004): **Growth in peak aerobic power during adolescence .** medicine and science in sport and exercise ,1616-1624
- Harling SA , Tong RJ (2003) : **The oxygen uptake response** running to exhaustion at peak tread mill speed . Medicine and science sport :35 (4) : 663-668
- Leger L and Gadoury (1989) : **Validity of 20 meter shuttle run test with 1 minute stage to predict Vo2max in adults** . Canadian Journal of sport science , 14: 121-126
- Lemmink KA , Visscher C (2004) : **The interval shuttle run test for intermittent** sport players , 18 (4) : 821-827

- Mcnaughton L, Hall P , cooley D ,1988 : **validation of several methods of estimating maximal oxygen uptake in young men.** Perceept Mot skills; 87 (2) : 575-84.
- Myles WS, Toft RJ , 1982: **A cycle ergometery test of maximal aerobic power**. Eur journal Applied physiology occup physiology; 49(1): 121-9129.
- Malek MH,Housh TJ, Berger DE, Coburn DE (2004) **: A new non exercise- based Vo2max equation for aerobically trained female** . Med sci sport Exerc ; 36(10): 1804-1810
- Mathews CE , Heil DP , Freedson PS(1999) : **classification of cardio respiratory in fitness without exercise testing**. Medicine and science in sport and exercise : 31(3): 486-493
- Rick CU, (2004) : **Assessing physical fitness of participation and staff using Non exercise screening techniques** , WWW. Outdoored.com
- Safirt MG(1995): **complete guide to youth fitness testing** . Human Kinetics
- William J , (2004) : **Non exercise model for prediction of aerobic fitness**. , WWW. Outdoored.com