تاریخ دریافت: ۸۶/۲/۱۱
تاریخ تصویب: ۸۶/۷/۲۲

مقایسهٔ اکسیژن مصرفی بیشینهٔ دختران نوجوان غیرورزشکار با وضعیت بالیدگی متفاوت

❖ **زهرا سرلک؛** کارشناس‌ارشد تربیت‌بدنی دانشگاه الزهرا
❖❖ **دکترمعصومه شجاعی؛** استادیار دانشکدهٔ تربیت‌بدنی دانشگاه الزهرا
❖❖❖ **دکتر عباسعلی گائینی؛** دانشیار دانشکدهٔ تربیت‌بدنی دانشگاه تهران
❖❖❖❖ **علی کاشی؛** کارشناس‌ارشد تربیت‌بدنی دانشگاه اصفهان*

چکیده: **هدف از این تحقیق عبارت است از مقایسهٔ اکسیژن مصرفی بیشینهٔ دختران نوجوان غیرورزشکار با وضعیت بالیدگی متفاوت. در این تحقیق ۳۹ دانش‌آموز دختر در دامنهٔ سنی ۱۳٫۶۶ تا ۱۴٫۶۶ سال از جامعهٔ دختران نوجوان غیرورزشکار شهر تهران به صورت هدفدار انتخاب و با استفاده از شاخص سن شروع قاعدگی به سه وضعیت بالیدگی زودرس، متوسط، و دیررس طبقه‌بندی شدند. درصد چربی بدن و اکسیژن مصرفی بیشینهٔ شرکت‌کنندگان به ترتیب با استفاده از دستگاه سنجش ترکیبات بدن و آزمون بالک اندازه‌گیری شد. نتایج تحلیل واریانس یکطرفه نشان داد اکسیژن مصرفی بیشینهٔ نسبی دختران دیررس به طور معناداری بیشتر از دختران زودرس و متوسط بود (P<۰٫۰۱)، ولی بین میانگین وزن، درصد چربی بدن و اکسیژن مصرفی بیشینهٔ مطلق سه گروه اختلاف معناداری وجود نداشت (P>۰٫۰۵). بر اساس نتایج تحلیل رگرسیون چندمتغیره، درصد چربی بدن و وضعیت بالیدگی (R=۰٫۶۳۸) بیشترین سهم را در پیش‌بینی اکسیژن مصرفی بیشینهٔ نسبی، و متغیرهای وزن بدن و سن شروع قاعدگی (R=۰٫۷۶۳) بیشترین سهم را در پیش‌بینی اکسیژن مصرفی بیشینهٔ مطلق دارا بود. نتایج این تحقیق از تأثیر واقعی بالیدگی بر اکسیژن مصرفی بیشینه حکایت داشت و نشان داد پس از متغیرهای وزن و درصد چربی بدن، بالیدگی بیولوژیکی، به‌ویژه سن شروع قاعدگی، از عوامل مؤثر بر اکسیژن مصرفی بیشینهٔ دختران نوجوان غیرورزشکار است.**

واژگان کلیدی: اکسیژن مصرفی بیشینه، بالیدگی، سن شروع قاعدگی، غیرورزشکار، نوجوان

* **E.mail: ali_Kashi528@yahoo.com**

مقدمه

آمادگی هوازی شاخصی عملکردی در دستگاه تهویه‌ای و قلبی- عروقی و از مؤلفه‌های خونی تحویل اکسیژن و سازوکارهای اکسیداتیو عضلات در حین فعالیت است. توان هوازی بیشینه یا اکسیژن مصرفی بیشینه بیشترین اکسیژن مصرفی طی یک آزمون ورزشی تا درماندگی، معیار مهمی برای سنجش آمادگی قلبی— عروقی و بهترین

پیش‌بینی کنندهٔ آمادگی هوازی شناخته شده، و مورد توجه بسیاری از فیزیولوژیستهای ورزشی است (۴، ۷، ۱۲، ۳۰).

تحقیقات زیادی به بررسی رشد توان هوازی بیشینه در کودکان و نوجوانان و تفاوتهای جنسیتی پرداخته‌اند (۱۰، ۲۷، ۳۴). نتایج حاکی از افزایش توان هوازی بیشینه از کودکی تا نوجوانی در هر دو جنس، همچنین بالاتربودن مقادیر پسران نسبت به دختران در همهٔ سنین و افزایش تفاوتها در نوجوانی است (۸، ۳۲، ۳۳). در بررسی اکسیژن مصرفی بیشینهٔ کودکان و نوجوانان طی دوران رشد و نمو جسمانی، علاوه بر سن (۷، ۹، ۱۷، ۳۴)، جنس (۴، ۹، ۳۸) و وراثت (۲۳، ۳۹)، بالیدگی بیولوژیکی از عوامل مؤثر بر توان هوازی است که در اکثر تحقیقات کنترل شده است (۹، ۱۱، ۱۴، ۳۳، ۳۶).

بالیدگی بیولوژیکی، پیشرفت کیفی در عملکرد بدن، سیستمها یا بافتهای مختلف بدن است که با افزایش سن اتفاق می‌افتد. این پیشرفتها ژنتیکی است و تحت تأثیر عوامل محیطی قرارنمی گیرد. بنابراین، وضعیت بالیدگی هر فرد به سن بیولوژیکی وی اشاره دارد و استفاده از سن تقویمی در طبقه‌بندی سطوح رقابتی، سن بیولوژیکی را درنظرنمی گیرد. این مسئله بویژه هنگام بلوغ که تفاوت در قدرت، سرعت و استقامت در میان کودکان با سن تقویمی یکسان آشکار می‌شود، مورد توجه است. بنابراین، محققان طب ورزش کودکان باید علاوه بر اندازهٔ بدن، وضعیت بالیدگی را کنترل کنند (۱۵،۱۶).

معمولاً وضعیت بالیدگی کودکان بر اساس سن اسکلتی (۲۳، ۲۴، ۳۳)، سن آغاز قاعدگی (۱۳، ۱۵، ۱۷، ۳۶)، سن اوج سرعت قد **(PHV)**[1] (۱۹، ۲۸) و یا صفات ثانویهٔ جنسی (۱۴، ۳۱) به انواع زودرس (سن بیولوژیکی بیش از یک سال کمتر از سن تقویمی)، متوسط (اختلاف سن بیولوژیکی و سن تقویمی به اندازهٔ ۱± سال)، و دیررس (سن بیولوژیکی بیش از یک سال بیشتر از سن تقویمی) گروه‌بندی شده‌است و می‌توان کودکان هم‌سن با وضعیت بالیدگی متفاوت را با یکدیگر مقایسه کرد (۳۵).

از آنجا که بسیاری از مؤلفه‌های فیزیولوژیکی عملکرد با رشد و نمو تغییر می کنند و سن بیولوژیکی در پیش‌بینی عملکرد ورزشی بهتر از سن تقویمی است، توان هوازی، قدرت عضلانی، استقامت عضلانی، و به همان اندازه مهارتهای حرکتی تحت تأثیر بالیدگی بیولوژیکی قرارمی گیرند (۱۶).

در تحقیقات مختلف، اندازه و ترکیب بدن (۲۱، ۳۵، ۴۱، ۴۳)، آمادگی جسمانی (۱۸، ۲۰، ۲۵، ۳۱)، قدرت و استقامت عضلانی (۲) و توان بی‌هوازی (۵، ۶، ۳۷) کودکان و نوجوانان با توجه به وضعیت بالیدگی آنها بررسی شده و ارتباطات معناداری بین توان هوازی بیشینه و سن شروع قاعدگی (۱۳، ۱۷، ۴۰)، سن PHV (۲، ۱۹، ۴۲)، صفات ثانویهٔ جنسی (۳، ۱۱، ۲۹)، و سن اسکلتی (۳۳، ۳۴) به‌دست آمده است.

از طرف دیگر، کودکان و نوجوانان به‌طور معمول براساس سن تقویمی در ارزیابی آزمونهای آمادگی گروه‌بندی می‌شوند و ممکن است در گروههای هم‌سن، برخی افراد از نظر بالیدگی و اندازهٔ بدن اختلاف داشته‌باشند. بنابراین، ارزیابی نقش اندازهٔ بدن و بالیدگی بیولوژیکی در آمادگی حرکتی و آمادگی وابسته به تندرستی کودکان و نوجوانان اهمیت ویژه‌ای دارد (۱۸). اگرچه ارتباط بین اکسیژن مصرفی بیشینه و اندازهٔ بدن به خوبی اثبات شده است، تحقیقات اندکی ارتباط بین بالیدگی بیولوژیکی و اکسیژن مصرفی بیشینه را بررسی کرده‌اند (۳، ۹).

بنابراین، نظر به کم‌بودن اطلاعات در این زمینه و

1. Peak height velocity

ابهام موجود خصوصاً در مورد دختران غیرورزشکار (۹، ۱۱)، همچنین با توجه به اینکه تحقیقات مقطعی بهترین روش مطالعهٔ کودکان و نوجوانان هم‌سن با وضعیت بالیدگی مختلف است و سن شروع قاعدگی (منارک) رایج‌ترین شاخص بالیدگی در تحقیقات مقطعی دربارهٔ دختران نوجوان به‌شمارمی‌رود (۱۵)، تحقیق حاضر با هدف مقایسهٔ اکسیژن مصرفی بیشینهٔ دختران نوجوان غیرورزشکار با وضعیت بالیدگی متفاوت انجام شد.

با استفاده از نتایج تحقیق حاضر می‌توان علاوه بر آگاهی از وضعیت استقامتی دختران نوجوان شرکت‌کننده در تحقیق، توصیه‌های مناسبی برای پیشرفت سلامتی، ظرفیت عملکردی و اجرای بهینهٔ آنها فراهم کرد و با طرح این اطلاعات با والدین، نوجوانان، معلمان، مربیان و مسئولان مربوطه، ضمن ارتقای دانش فیزیولوژی ورزشی دوران رشد، به تعدیل سطح انتظارات از این جامعه و برنامه‌ریزی هر چه بهتر و کارآمدتر در زمینهٔ ورزش و فعالیت بدنی نوجوانان کمک کرد.

روش‌شناسی

شرکت‌کنندگان این تحقیق نیمه‌تجربی، ۳۹ دانش‌آموز دختر در دامنهٔ سنی ۱۳/۶۶ تا ۱۴/۶۶ سال از مدرسهٔ شهید بهشتی منطقهٔ ۱ آموزش و پرورش بودند که به صورت هدفدار از جامعهٔ دختران نوجوان غیرورزشکار تهران انتخاب و با استفاده از طرح علّی- مقایسه‌ای در سه گروه ۱۳ نفری زودرس، متوسط، و دیررس مقایسه‌شدند.

ابتدا پرسش‌نامه‌ای جهت تعیین سن شروع قاعدگی، وضعیت سلامتی و میزان فعالیت بدنی بین دانش‌آموزان پایهٔ سوم این مدرسه توزیع شد. سپس، سن آزمودنیها از تاریخ تولد تا تاریخ آزمون‌گیری و سن شروع قاعدگی هر یک از آزمودنیها از تاریخ تولد تا تاریخ اولین قاعدگی محاسبه گردید.

در این تحقیق دانش‌آموزان غیرورزشکار افرادی بودند که بیش از ۶ ساعت در هفته در یک سال گذشته فعالیت بدنی منظمی نداشتند. سپس متوسط سن شروع قاعدگی آزمودنیها با توجه به مطالعات پیشین (۱)، مطالعهٔ مقدماتی محقق و اعضای نمونه ۱۲/۵ سال در نظر گرفته شد و شرکت‌کنندگانی که سن شروع قاعدگی آنها کمتر از ۱۱/۵، بین ۱۱/۵ تا ۱۳/۵ و بیشتر از ۱۳/۵ سال بود، به‌ترتیب در گروههای زودرس، متوسط، و دیررس قرارگرفتند. از والدین این افراد رضایت‌نامهٔ دریافت‌شد، سپس آزمونهای مربوطه انجام شد.

وزن و درصد چربی بدن شرکت‌کنندگان با استفاده از دستگاه سنجش ترکیبات بدن (مارک IN BODY، ساخت کشور کره) در آکادمی کمیتهٔ ملی المپیک اندازه‌گیری شد. اکسیژن مصرفی بیشینهٔ نسبی ($ml.kg^{-1}min^{-1}$) از طریق قراردادن زمان دویدن روی نوارگردان در معادلهٔ پروتکل بالک برآورد گردید. سپس، مقدار به‌دست آمده در وزن بدن هر شرکت‌کننده ضرب شد. عدد به‌دست آمده به ۱۰۰۰ تقسیم شد و اکسیژن مصرفی بیشینه مطلق ($l.min^{-1}$) به‌دست آمد.

متغیرهای سن تقویمی، سن شروع قاعدگی، قد، وزن، شاخص تودهٔ بدن، درصد چربی بدن، و اکسیژن مصرفی بیشینه (مطلق و نسبی) با استفاده از برخی شاخصهای گرایش مرکزی و پراکندگی توصیف شده و با تحلیل واریانس یکطرفه در وضعیتهای مختلف بالیدگی مقایسه شدند. علاوه بر این، از تحلیل رگرسیون چندمتغیره در تعیین سهم هر یک از متغیرها در پیش‌بینی اکسیژن مصرفی بیشینهٔ دختران نوجوان استفاده شد.

یافته‌ها

جدول ۱. برخی شاخصهای گرایش مرکزی و پراکندگی متغیرهای مورد بررسی

گروههای بالیدگی	شاخصهای گرایش مرکزی و پراکندگی	سن تقویمی (سال)	سن منارک (سال)	قد (سانتی‌متر)	وزن (کیلوگرم)	BMI کیلوگرم بر مترمربع	چربی بدن (درصد)	اکسیژن مصرفی بیشینه (مطلق) ($l.min^{-1}$)	اکسیژن مصرفی بیشینهٔ (نسبی) ($ml.kg^{-1}min^{-1}$)
زودرس	میانگین	۱۴٫۱۴	۱۱٫۰۵	۱۶۲٫۷۶	۶۰٫۶۷	۲۳٫۶۹	۲۹٫۵۹	۱٫۶۰	۲۷٫۵۷
	انحراف استاندارد	۰٫۳۱	۱۱٫۹	۷٫۴۰	۱۱٫۰۳	۴٫۰۱	۶٫۲۶	۰٫۲۰	۳٫۰۴
متوسط	میانگین	۱۴٫۳۸	۱۲٫۴۸	۱۶۱٫۲۳	۵۹٫۳۳	۲۲٫۷۸	۳۰٫۰۲	۱٫۵۶	۲۷٫۰۸
	انحراف استاندارد	۰٫۳۰	۹٫۵۶	۷٫۳۲	۱۲٫۰۴	۳٫۹۹	۶٫۲۱	۰٫۳۲	۳٫۴۳
دیررس	میانگین	۱۴٫۳۴	۱۳٫۸۰	۱۵۹٫۲۳	۵۳٫۷۱	۲۱٫۲۷	۲۶٫۱۲	۱٫۷۰	۳۱٫۷۵
	انحراف استاندارد	۰٫۲۹	۱۰٫۳۴	۶٫۹۷	۹٫۵۴	۳٫۹۵	۷٫۴۴	۰٫۳۴	۳٫۰۷

تحلیلهای واریانس یکطرفه و مجزا در مقایسهٔ هر یک از متغیرهای مورد بررسی در گروههای زودرس، متوسط، و دیررس اختلاف معناداری را بین وزن [F(۱۳)=۱/۴۵۶ ،P=۰/۲۴۷]، درصد چربی بدن [F(۱۳) = ۱/۳۳۶ ،P = ۰/۲۷۶]، و اکسیژن مصرفی بیشینهٔ مطلق [F(۱۳)=۰/۵۷۱ ،P=۰/۵۷۰] سه گروه نشان نداد. ولی، اختلاف بین میانگین اکسیژن مصرفی بیشینه و نسبی سه گروه معنادار بود [F(۱۳) =۸ /۴۲۴ ،P =۰/۰۰۱]. نتایج آزمون تعقیبی بونفرونی نشان‌داد اکسیژن مصرفی بیشینهٔ نسبی دختران دیررس به طور معناداری بیشتر از دختران زودرس (P=۰/۰۰۲) و متوسط (P=۰/۰۰۱) است.

جدول ۲ همبستگی بین اکسیژن مصرفی بیشینهٔ نسبی با سن شروع قاعدگی، BMI، درصد چربی بدن و وضعیت بالیدگی را نشان می‌دهد.

جدول۲. روابط معنادار بین اکسیژن مصرفی بیشینهٔ نسبی با سن شروع قاعدگی، BMI، درصد چربی بدن، و بالیدگی

	سن شروع قاعدگی	شاخص توده بدن	درصد چربی بدن	وضعیت بالیدگی
اکسیژن مصرفی بیشینهٔ نسبی	**۰٫۴۹	*-۰٫۳۷	*-۰٫۴۷	**۰٫۴۶

* در سطح ۰٫۰۵ معنادار است. ** در سطح ۰٫۰۱ معنادار است.

جدول ۳ همبستگی بین اکسیژن مصرفی بیشینهٔ مطلق با قد، وزن، BMI، و درصد چربی بدن را نشان می‌دهد.

جدول۳. روابط معنادار بین اکسیژن مصرفی بیشینهٔ مطلق با قد، وزن، BMI و درصد چربی بدن

	قد	وزن	شاخص تودهٔ بدن	درصد چربی بدن
اکسیژن مصرفی بیشینهٔ مطلق	*۰٫۳۷	**۰٫۶۷	**۰٫۵۳	*۰٫۴۰

* در سطح ۰٫۰۵ معنادار است. ** در سطح ۰٫۰۱ معنادار است.

تحلیل رگرسیون چندمتغیره (جدول ۴) نشان داد مهم‌ترین متغیر در پیش‌بینی اکسیژن مصرفی بیشینهٔ نسبی دختران درصد چربی بدن است (R=+۰٫۵۲). این متغیر به تنهایی مسئول ۲۷٪ از واریانس نمرات اکسیژن مصرفی بیشینه در دختران است. در مدل دوم با اضافه‌شدن نمرات گروههای بالیدگی، ضریب همبستگی چندگانه از ۰٫۵۲ به ۰٫۶۴ ارتقا پیدامی‌کند که این میزان بیانگر ۴۱٪ واریانس نمرات فردی در اکسیژن مصرفی بیشینه است؛ یعنی، وضعیت بالیدگی به تنهایی بیانگر ۱۴٪ واریانس نمرات فردی در اکسیژن مصرفی بیشینه است. بنابراین، تأثیر خالص درصد چربی بدن بر میزان اکسیژن مصرفی بیشینهٔ دختران ۲۷٪ و تأثیر خالص وضعیت بالیدگی بر اکسیژن مصرفی بیشینه در دختران ۱۴٪است.

خلاصهٔ مدل رگرسیون چندمتغیره، معادلهٔ رگرسیونی خطی چندمتغیرهٔ زیر را در برآورد اکسیژن مصرفی بیشینهٔ نسبی دختران نوجوان پیشنهاد می‌کند:

اکسیژن مصرفی بیشینهٔ نسبی =۰٫۲۴۶- (درصد چربی بدن) ۱٫۶۹۱ + (وضعیت بالیدگی) ۳۲٫۴۷ +

درصد چربی بدن با استفاده از دستگاه سنجش ترکیبات بدن (مارک IN BODY، ساخت کشور کره) به‌دست آمد و در فرمول فوق قراردادهشد. به جای وضعیت بالیدگی برای دختران در گروه زودرس عدد ۱، در گروه متوسط عدد ۲، و در گروه دیررس عدد ۳ قرار گرفت.

جدول ۴. خلاصهٔ مدل تحلیل رگرسیون چندمتغیره در پیش‌بینی اکسیژن مصرفی بیشینهٔ نسبی

مدل	R	R^2	R^2 تعدیل شده	خطای استاندارد برآورد	تغییرات آماری				
					تغییر R^2	تغییرات F	درجهٔ آزادی ۱	درجهٔ آزادی۲	معناداری تغییرات F
۱	۰٫۵۲۴ الف	۰٫۲۷۵	۰٫۲۵۴	۳٫۲۰۶۱	۰٫۲۷۵	۱۳٫۲۴۳	۱	۳۵	۰٫۰۰۱
۲	۰٫۶۳۸ ب	۰٫۴۰۷	۰٫۳۷۲	۲٫۹۴۰۸	۰٫۱۳۳	۷٫۶۰۰	۱	۳۴	۰٫۰۰۹

الف) (به‌درصد) مدل پیش‌بینی کنندهٔ اول: چربی بدن
ب) مدل پیش‌بینی کنندهٔ دوم: چربی بدن (درصد) و وضعیت بالیدگی
متغیرملاک: اکسیژن مصرفی بیشینهٔ نسبی ($ml.kg^{-1}min^{-1}$)

تحلیل رگرسیون چندمتغیره در تعیین اهمیت نسبی متغیرهای مورد بررسی در پیش‌بینی اکسیژن مصرفی بیشینهٔ مطلق دختران نوجوان نشان داد (جدول ۵) مهم‌ترین عامل در پیش‌بینی اکسیژن مصرفی بیشینهٔ مطلق وزن بدن است (R=+۰٫۶۸). این متغیر به تنهایی مسئول ۴۷٪ واریانس نمرات اکسیژن مصرفی بیشینه است و در مدل دوم با اضافه‌شدن نمرات سن شروع قاعدگی، ضریب همبستگی چندگانه از ۰٫۶۸ به ۰٫۷۶ ارتقا پیدامی‌کند. این میزان بیانگر ۵۸٪ واریانس نمرات

جدول ۵. خلاصهٔ مدل تحلیل رگرسیون چندمتغیره در پیش‌بینی اکسیژن مصرفی بیشینهٔ مطلق

مدل	R	R^2	R^2 تعدیل شده	خطای استاندارد برآورد	تغییرات آماری				
					تغییر R^2	تغییرات F	درجهٔ آزادی ۱	درجهٔ آزادی۲	معناداری تغییرات F
۱	۰٫۶۸۸ الف	۰٫۴۷۳	۰٫۴۵۸	۰٫۲۱۳۱	۰٫۴۷۳	۳۱٫۴۶	۱	۳۵	۰٫۰۰۰
۲	۰٫۷۶۳ ب	۰٫۵۸۲	۰٫۵۵۷	۰٫۱۹۲۷	۰٫۱۰۹	۸٫۸۳	۱	۳۴	۰٫۰۰۵

الف) مدل پیش‌بینی کنندهٔ اول: وزن

ب) مدل پیش‌بینی کنندهٔ دوم: وزن و سن شروع قاعدگی

متغیر ملاک: اکسیژن مصرفی بیشینهٔ مطلق

فردی در اکسیژن مصرفی بیشینه است؛ یعنی سن شروع قاعدگی به‌تنهایی بیانگر ۱۱٪ واریانس نمرات فردی در اکسیژن مصرفی بیشینه است. بنابراین، تأثیر خالص وزن بدن بر میزان اکسیژن مصرفی بیشینهٔ مطلق دختران ۴۷٪ و تأثیر خالص سن شروع قاعدگی بر توان هوازی بیشینه در دختران ۱۱٪ است.

خلاصهٔ مدل رگرسیون چندمتغیره، معادلهٔ رگرسیونی خطی چندگانهٔ زیر را در برآورد اکسیژن مصرفی بیشینهٔ مطلق دختران پیشنهاد می‌کند:

۰٫۶۲۸ − (سن شروع قاعدگی) ۰٫۰۸۷ + (وزن) ۰٫۲۰ = اکسیژن مصرفی بیشینهٔ مطلق

بحث و نتیجه‌گیری

نتایج این تحقیق نشان داد اگرچه دختران نوجوان زودرس وزن و درصد چربی بدن بیشتری نسبت به دختران دیررس دارند، این اختلاف معنادار نبود. نتایج اکثر مطالعات انجام شده نشان می‌دهد کودکان زودرس سنگین‌تر و بلندقدتر از کودکان دیررس و متوسط‌اند (۳، ۷، ۱۶). همچنین، **پیرو** و همکاران (۲۱) نیز دریافتند وزن و BMI زودرسها بیشتر از دیررسها بود. گرچه نتایج این تحقیق نیز نشان‌داد زودرسها میانگین وزن بالاتری نسبت به دیررسها داشتند (۶۰٫۶۷kg در برابر ۵۷٫۸۷kg)، این تفاوتها به علت بزرگ بودن واریانس این دو گروه (۱۱٫۰۳ در زودرسها و ۹٫۵۴ در دیررسها) معنادار نبود.

اما نتایج این تحقیق با یافته‌های **بابینگتون** (۱۳) کاملاً همسوست، چراکه وی نیز اکسیژن مصرفی بیشینهٔ دختران زودرس و دیررس را (بر اساس سن شروع قاعدگی) مقایسه‌کرد، ولی اختلاف معناداری مشاهده نکرد. تعداد نمونهٔ تحقیق بابینگتون ۴۶ نفر و میانگین وزن این افراد البته در سن ۲۰ سالگی ۹٫۲ ± ۶۳٫۶ کیلوگرم بود که احتمالاً نتایج وی نیز به علت زیاد بودن واریانس متغیر وزن بوده است (۱۳).

نتایج تحقیق حاضر، برخلاف یافته‌های **آرمسترانگ** (۳)، **بابینگتون** (۱۳)، **پیرو** و همکاران (۲۱)، و **کمپر** و همکاران (۳۳) که دریافتند درصد چربی بدن افراد زودرس به طور معناداری بیشتر از دیررسهاست، اختلاف معناداری بین درصد چربی افراد زودرس و دیررس نشان نداد. توجه به توان آماری در مقایسهٔ وزن دختران زودرس، متوسط، و دیررس (۰٫۲۹۱) و توان آماری در مقایسهٔ درصد چربی بدن (۰٫۲۷۰) نشان می‌دهد نباید عدم

معناداری را به نشانهٔ عدم تفاوت دانست، چرا که بزرگ‌بودن واریانس متغیر وزن و درصد چربی بدن (به ترتیب ۱۱٫۰۵ کیلوگرم و ۶٫۷۲ درصد) سبب شد تا این تفاوتها در نمونهٔ ۳۹نفری معنادار نباشد.

لذا، از آنجا که اکسیژن مصرفی بیشینه وابستگی زیادی با وزن و درصد چربی بدن دارد، عدم تفاوت این دو متغیر در وضعیتهای بالیدگی مختلف تأثیرات مهمی بر مقایسهٔ اکسیژن مصرفی بیشینهٔ دختران نوجوان در وضعیت بالیدگی متفاوت دارد. همان‌طور که نتایج تحلیل واریانس نشان داد اختلاف اکسیژن مصرفی بیشینهٔ نسبی در وضعیتهای بالیدگی مختلف معنادار بود ($P<0,05$).

از آنجا که دختران زودرس حداقل ۲ سال زودتر از دختران دیررس قاعدگی را تجربه می‌کنند، تغییرات هورمونی ایجادشده، تجمع بافت چربی، و تأثیر معکوس چربی بر اکسیژن مصرفی بیشینه دلیلی برای کمتربودن اکسیژن مصرفی بیشینهٔ نسبی دختران زودرس نسبت به دیررسهاست (۳۳).

از طرف دیگر، سن شروع قاعدگی پس از اوج سرعت رشد وزن رخ می‌دهد (۳۵) و دختران زودرس حداقل ۲ سال زودتر اوج سرعت رشد وزن را تجربه کرده‌اند.

با توجه به شرایط فرهنگی و اجتماعی و عقاید سنتی در جامعهٔ ایرانی، رسیدن به سن بلوغ و افزایش وزن کاهش چشمگیری در فعالیت روزانهٔ دختران ایجاد می‌کند. لذا شاید یکی از مهم‌ترین دلایل کمتربودن اکسیژن مصرفی بیشینهٔ نسبی دختران زودرس، بلوغ زودرس آنها و کم‌تحرکی باشد که شرایط فرهنگی و اجتماعی و جامعهٔ سنتی ایرانی آن را پدیدمی‌آورد. به علاوه، نتایج تحقیقات **آرمسترانگ** (۴)، **کمپر** و **ورسچر** (۳۲،۳۴)، **کمپر** و همکاران (۶۶)، و **مالینا** (۳۶) نشان می‌دهد اکسیژن مصرفی بیشینهٔ نسبی دختران دیررس بیشتر از دختران زودرس است.

نتایج این تحقیق همسو با نتایج تحقیقات ذکرشده بیان می‌دارد اکسیژن مصرفی بیشینهٔ نسبی دختران دیررس بیشتر از دختران زودرس است و همچون نتایج تحقیق **مالینا** (۳۶) عدم تفاوت معنادار بین گروه زودرس و متوسط را نشان داد. در اکثر تحقیقات تفاوتها در میانگین اکسیژن مصرفی بیشینهٔ نسبی ناشی از تفاوتها در وزن بدن است، اما نتایج این تحقیق همسو با نتایج تحقیق **بابینگتون** (۱۳) تفاوت معناداری در وزن بدن در بین وضعیتهای مختلف بالیدگی نشان نداد، میانگین اکسیژن مصرفی بیشینهٔ نسبی گروهها متفاوت بود، و دیررسها میانگین اکسیژن مصرفی بیشینهٔ بالاتری از زودرسها داشتند. این در حالی است که تفاوت اکسیژن مصرفی بیشینهٔ مطلق در وضعیت بالیدگی متفاوت معنادار نبود ($P>0,05$).

نتایج تحقیقات **آرمسترانگ** (۳)، **کمپر** و همکاران (۳۳)، و **مالینا** (۳۶) نشان می‌دهد اکسیژن مصرفی بیشینهٔ مطلق دختران زودرس بیشتر از دختران دیررس است. اما **کانینگهام** و همکاران (۲۶) بیان کردند پسران دیررس اکسیژن مصرفی بیشینهٔ مطلق بالاتری نسبت به گروه متوسط و زودرس داشتند.

نتایج این تحقیق نیز همسو با نتایج تحقیق **بابینگتون** (۱۳) عدم تفاوت معنادار در اکسیژن مصرفی بیشینهٔ مطلق بین گروههای بالیدگی را نشان داد. این نتیجه احتمالاً ناشی از عدم معناداری میانگین وزن و چربی بدن (درصد) دختران در وضعیتهای متفاوت بالیدگی است، چراکه یکی از مهم‌ترین تغییرات مرتبط با بالیدگی و بلوغ دختران تفاوت در وزن و چربی بدن (درصد) است که تأثیر

این دو متغیر بر اکسیژن مصرفی بیشینه در تحقیقات زیادی ثابت شده است (۱۳،۳۳،۳۵).

برای فهم بهتر تأثیرات خالص بالیدگی بر اکسیژن مصرفی بیشینه می‌بایست متغیرهایی همچون وزن، چربی بدن(درصد)، شاخص تودهٔ بدن، قد، و سن تقویمی را کنترل کرد و تأثیر خالص بالیدگی و سن شروع قاعدگی را بر اکسیژن مصرفی بیشینه بررسی کرد. بنابراین، محقق از تحلیل رگرسیون چندمتغیره (شیوهٔ گام به گام) استفاده کرد تا تأثیرات خالص متغیرهای مورد بررسی را بر اکسیژن مصرفی بیشینه به‌دست آورد. نتایج این تحقیق نشان داد مهم‌ترین عامل تأثیرگذار از بین تمامی متغیرهای مورد بررسی در این تحقیق بر اکسیژن مصرفی بیشینهٔ نسبی دختران چربی بدن (درصد) و وضعیت بالیدگی است و مهم‌ترین عامل تأثیرگذار از بین تمامی متغیرهای مورد بررسی در این تحقیق بر اکسیژن مصرفی بیشینهٔ مطلق دختران وزن و سن شروع قاعدگی است.

همسو با نتایج به‌دست آمده از این تحقیق، یافته‌های تحقیقات انجام شده در کشورهای مختلف علت تفاوتها در اکسیژن مصرفی بیشینهٔ نسبی را بالیدگی بیولوژیکی همچنین تفاوت در درصد چربی بدن معرفی می‌کنند و تفاوت در درصد چربی بدن را بازتابی از بالیدگی بیولوژیکی می‌دانند (۲۱،۳۲،۳۳). این یافته بسیار ارزشمند است، زیرا پیش از این در بررسی مهم‌ترین عوامل تأثیرگذار بر اکسیژن مصرفی بیشینه توجه کمتری به وضعیت بالیدگی و سن شروع قاعدگی می‌شد و آن طور که شایسته و سزاوار است محققان و مؤلفان توجه لازم را به این متغیر مبذول نمی‌داشتند.

این یافته‌ها محققان را بر آن می‌دارد هر گاه بحثی از توان هوازی بیشینهٔ نسبی دختران پیش‌می‌آید، توجه خاصی به مقولهٔ بالیدگی جنسی و بالاخص سن شروع قاعدگی بنمایند. امید است تا با انجام تحقیقات وسیع‌تر با نمونه‌گیری تصادفی و حجم نمونهٔ بیشتر، همچنین با استفاده از شیوه‌های دقیق‌تر و معتبرتر، رابطهٔ دقیق تمامی شاخصهای بالیدگی با اکسیژن مصرفی بیشینه روشن‌تر گردد تا با درکی عمیق، نسبت به عوامل مؤثر بر توان هوازی بتوانیم در رابطه با آمادگی جسمانی و سیستم هوازی نوجوانان و جوانان آینده‌ساز ورزش کشور بحث و گفتگو کنیم.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

منابع

۱. علوی، م.؛ م.پوشنه؛ و ع. خسروی ۱۳۸۴، «بررسی میزان آگاهی، نگرش و عملکرد دانش‌آموزان دختر مقطع سوم راهنمایی شهر تهران در زمینهٔ بهداشت بلوغ». پایان‌نامهٔ کارشناسی‌ارشد دانشکدهٔ علوم اجتماعی دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تهران مرکز.

2. **Alan, M N.; L.H. Roger; B.J. Adam; M.R. Joan and A.J. David (1998). "Modeling developmental changes in strength and aerobic power in children". Journal of Applied Physiology, 84, 963-970.**
3. **Armstrong, M.; J. Williams; J. Balding; P. Gentle and B.J. Kirby (1991). "The peak oxygen uptake of British children with reference to age, sex and sexual maturity". European Journal of Appllied Physiology, 62, 369-373.**
4. **Armstrong, N.; J.R. Welsman; A.M. Nevill and B.J. Kirby (1999). "Modeling growth and maturation changes in peak oxygen uptake in 11- 13 yr olds". Journal of Appllied Physiology, 87, 2230-2236.**
5. **Armstrong, N.; J.R. Welsman and M.Y.H. Chia (2001). "Short term power output in relation to growth and maturation". British Journal of Sports Medicine, 35, 118-124.**
6. **Armstrong, N.; J.R. Welsman;C.A. Williams and B.J. Kirby (2000). "Longitudinal changes in young people s short- term power output". Medicine and Science in Sports and Exercise, 32(6), 1140-1145.**
7. **Armstrong, N.; J.R. Welsman. Maximal oxygen uptake; age, sex and maturity of children. Physical Aducation Association Research Center.**
8. **Armstrong, N. and J.R. Welsman (1994). "Assessment and interpretation of aerobic fitness in children and adolescents". Exercise sports science Review, 22, 435-476.**
9. **Armstrong, N. and J.R. Welsman (2000). "Development of Aerobice Fitness during Childhood and Adolescence". Pediatric Exercise Science, 12, 128-149.**
10. **Armstrong, N.; B.J. Kirby; A.M. Mcmanus and J.R. Welsman (1995). "Aerobic fitness of prepubescent children". Annals of Human Biology, 22(5), 427-441.**
11. **Armstrong, N.; J.R. Welsman and B.J. Kirby (1998). "Peak oxygen uptake and maturation in 12-yr olds". Medicine and Science in Sports and Exercise, 30(1), 165-169.**
12. **Armstrong, N.; J.R. Welsman and R. Winsley (1996). "Is peak VO_2 a maximal index of childrens aerobic fitness?" International Journal of sports Medicine, 17, 356-359.**
13. **Babington, James Patric, PhD (1998). Maturational pace and athletic potential. Indiana university.**
14. **Baxter-Jones, A.D.; H. Goldstein and P. Helms (1993). "The development of aerobic power in young athletes". Journal of Applied Physiology, 75, 1160-1167.**
15. **Baxter-Jones, A.D.; J.C. Eisenmann and L.B. Sherar (2005). "Controlling for maturation in pediateric exercise science". Pediatric Exercise Science, 17, 18-30.**
16. **Baxter-Jones, A.D. (1995). "Growth and development of young athletes". Sports medicine, 20, 59-64.**
17. **Beunen, G.P.; D.M. Rogers; B. Woynarowska and R.M. Malina (1997). "Longitudinal study of ontogenetic allometry of oxygen uptake in boys and girls grouped by maturity status". Annals of Human Biology, 24(1), 33-43.**
18. **Beunen, G.P.; R.M. Malina; J. Lefevre; A.L. Claessens; R. Renson; B. Kanden; B. Vanreusel and J. Simons (1997). "Skeletal Maturation,Somatic Growth and Physical Fitness in Girls 6-16 Years of Age". International Journal of Sports Medicine, 18, 413-419.**
19. **Beunen, G.; A.D.G. Baxter-Jones; R.L. Mirwald; M. Thomis; J. Lefevre;R.M. Malina and D.A. Bailey (2002). "Intraindividual allometric development of aerobic power in 8-to 16-year-old boys". Medicine and Science in Sports and Exercise, 33(3), 503-510.**
20. **Beunen, G.; M. Ostyn; J. Simons; R. Renson and D. Van Gerven (1981). "Chronological and biological age as related to physical fitness in boys 12 to 19 years". Annals of Human Biology, 8(4), 321-331.**
21. **Biro, F.M.; R.P. McMahon; R. Striegel-Moor and P.B. Crawford (2001). "Impact of timing of pubertal maturation On growth in black and white female adolescents: The National Heart, Lung, and Blood Institute Growth and Health Study". Pediatric, 138(5), 617-618.**

22. **Bouchard, C.; C. Leblang; R.M. Malina and W. Hollmann (1978). "Skeletal age and submaximal working capacity in boys". Annals of Human Biology, 5(1), 75-78.**
23. **Bouchard, C. (1988). "Aerobic performance in brothers, dizygotic and monozygotic twins". Medicine and Science in Sports and Exercise, 18, 639**
24. **Bouchard, C.; R.M. Malina; W. Holmann and C. Leblanc (1976). "Relation between skeletal maturity and submaximal working capacity in boys 8 to 18 years". Medicine and Science in Sports and Exercise, 8(3), 186-190.**
25. **Caideray, M.; F. Narring; and P. Michaud (2000). "A Cross-Sectional Survey Assessing Physical Fitness of 9 to 19-year-old and Boys in Switzerland". Pediatric Exercise Science, 12, 398-412.**
26. **Cunningham, D.A.; D.H. Paterson; C.J.R. Blimkie and A.P. Donner (1984). "Development of cardiopulmonary function in circumpubertal boys: a longitudinal study". Journal of Applied Physiology, 56, 302-307.**
27. **Geithner, C.A. and et al. (2004). "Growth in peak aerobic power during adolescence". Medicine and science in sports and Exercise, 36(9), 1616-1624.**
28. **Hagg, U. and J. Taranger (1992). "Pubertal growth and maturity pattern in early and late maturers. A prospective longitudinal study of Swedish urban children". Swed Dent Journal, 16(5), 199-209.**
29. **Hansen, L. and K. Klausen (2004). "Development of aerobice power in pubescent male soccer players related to hematocrit, hemoglobin and maturation: A longitudinal study". Journal of sports medicine and physical Fitness, 44, 219-223.**
30. **Howley, E.T.; D.R. Bassett and H.G. Welch (1995). "Criteria for maximal oxygen uptake: review and commentary". Medicine and science in sports and Exercise, 27(9), 1292- 1301.**
31. **Jones, M.A.; P.J. Hitchen and G. Stratton (2000). "The importance of considering biological maturity when assessing physical fitness measures in girls and boys aged 10 to 16 years". Annals of Human Biology, 27(1), 57-65.**
32. **Kemper, H.C. and R. Verschuur (1981). "Maximal aerobice power in 13 and 14- year- old teenagers in relation to biologic age". International Journal of sports Medicine, 2(2), 97-100.**
33. **Kemper, H.C.; R. Verschuur and J.W. Ritmeester (1987). "Longitudinal development of growth and fitness in early and late maturing teenagers". Pediatrician, 14(4), 219-225.**
34. **Kemper H.C.; and R. Verschuur (1987). "Longitudinal study of maximal aerobic power in teenagers". Annals of Human Biology, 14(5), 435-44.**
35. **Malina, R.M.; C. Bouchard; O. Bar-Or (2004). Growth, maturation, and physical activity (2nd ed.). Champaign, IL: Human Kinetics.**
36. **Malina, R.M.; G. Beunen; J. Lefevre and B. Woynarowska (1997). "Maturity- associated variation in peak oxygen uptake in active adolescent boys and girls". Annals of Human Biology, 24(1), 19-31.**
37. **Martine, R.J.F.; E. Dore; C.A. Hautier; E. Vanpraagh and M. Bedu (2003). "Short term peak power changes in adolescents of similar anthropometric characteristics". Medicine and science in sports and Exercise, 35(8), 1436-1440.**
38. **Nagle, F.J.; J. Hagberg and S. Kamei (1977). "Maximal O_2 uptake of boys and girls ---ages 14-17". European Journal of Applied Physiology, 36(2), 75-80.**
39. **Nieman, D. (1990). Fitness and sports medicine, and introduction, IEd California, Bull Publishing Company.**
40. **Pivarnik, J.M.; J.E. Fulton; W.C. Taylor and S.A. Snider (1993). "Capacity in black adolescent girls". Research Aerobic Q Exercise sport, 64(2), 202-207.**
41. **Robert, P. Pangrazi & B. Charles Corbin. Factors that Influence Physical Fitness in children and Adolescents. Fitness Gram Reference Guide.**
42. **Rutenfranz, J.; K.L. Andersen; V. Seleger and J. Ilmarinen (1982). "Maximal Aerobic Power Affected by Maturation and Body Growth During Childhood and Adolescence". European Journal Pediatrics, 139, 106-112.**
43. **Sanborn, C.F. and C.M. Jankowski (1994). "Physiologic considerations for women in sport". Clinical sports Medicine, 13(2), 315-327.**