

## مقایسه اکسیژن مصرفی بیشینه دختران نوجوان غیرورزشکار با وضعیت بالیدگی متفاوت

❖ زهرا سرلک؛ کارشناس ارشد تربیت بدنی دانشگاه الزهرا  
❖ دکتر معصومه شجاعی؛ استادیار دانشکده تربیت بدنی دانشگاه الزهرا  
❖❖ دکتر عباسعلی کاشانی؛ دانشیار دانشکده تربیت بدنی دانشگاه تهران  
❖❖❖ علی کاشی؛ کارشناس ارشد تربیت بدنی دانشگاه اصفهان\*

**چکیده:** هدف از این تحقیق عبارت است از مقایسه اکسیژن مصرفی بیشینه دختران نوجوان غیرورزشکار با وضعیت بالیدگی متفاوت. در این تحقیق ۳۹ دانش آموز دختر در دامنه سنی ۱۳،۶۶ تا ۱۴،۶۶ سال از جامعه 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 طبقه بندی شدند. درصد چربی بدن و اکسیژن مصرفی بیشینه شرکت کنندگان به ترتیب با استفاده از دستگاه سنجش ترکیبات بدن و آزمون بالک اندازه گیری شد. نتایج تحلیل واریانس یکطرفه نشان داد اکسیژن مصرفی بیشینه نسبی دختران دیررس به طور معناداری بیشتر از دختران زودرس و متوسط بود ( $P < 0.01$ )، ولی بین میانگین وزن، درصد چربی بدن و اکسیژن مصرفی بیشینه مطلق سه گروه اختلاف معناداری وجود نداشت ( $P > 0.05$ ). بر اساس نتایج تحلیل رگرسیون چندمتغیره، درصد چربی بدن و وضعیت بالیدگی ( $R = 0.638$ ) بیشترین سهم را در پیش بینی اکسیژن مصرفی بیشینه نسبی، و متغیرهای وزن بدن و سن شروع قاعدگی ( $R = 0.733$ ) بیشترین سهم را در پیش بینی اکسیژن مصرفی بیشینه 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، به ویژه سن شروع قاعدگی، از عوامل مؤثر بر اکسیژن مصرفی بیشینه دختران نوجوان غیرورزشکار است.

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

\* E.mail: ali\_Kashi528@yahoo.com

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

### مقدمه

آمادگی هوازی شاخصی عملکردی در دستگاه تهویه ای و قلبی-عروقی و از مؤلفه های خونی تحویل اکسیژن و سازوکارهای اکسیداتیو عضلات

متوسط (اختلاف سن بیولوژیکی و سن تقویمی به اندازه  $\pm 1$  سال)، و دیررس (سن بیولوژیکی بیش از یک سال بیشتر از سن تقویمی) گروه بندی شده است و می توان کودکان هم سن با وضعیت بالیدگی متفاوت را با یکدیگر مقایسه کرد (۳۵).

از آنجا که بسیاری از مؤلفه های فیزیولوژیکی عملکرد با رشد و نمو تغییر می کنند و سن بیولوژیکی در پیش بینی عملکرد ورزشی بهتر از سن تقویمی است، توان هوازی، قدرت عضلانی، استقامت عضلانی، و به همان اندازه مهارت های حرکتی تحت تأثیر بالیدگی بیولوژیکی قرار می 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 بی هوازی (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 ثانویه جنسی (۳، ۱۱، ۲۹)، و سن اسکلتی (۳۳، ۳۴) به دست آمده است.

از طرف دیگر، کودکان و نوجوانان به طور معمول بر اساس سن تقویمی در ارزیابی آزمونهای آمادگی گروه بندی می شوند و ممکن است در گروه های هم سن، برخی افراد از نظر بالیدگی و اندازه بدن اختلاف داشته باشند. بنابراین، ارزیابی نقش اندازه بدن و بالیدگی بیولوژیکی در آمادگی حرکتی و آمادگی وابسته به تندرستی کودکان و نوجوانان اهمیت ویژه ای دارد (۱۸). اگرچه ارتباط بین اکسیژن مصرفی بیشینه و اندازه بدن به خوبی اثبات شده است، تحقیقات اندکی ارتباط بین بالیدگی بیولوژیکی و اکسیژن مصرفی بیشینه را بررسی کرده اند (۳، ۹). بنابراین، نظر به کم بودن اطلاعات در این زمینه و

پیش بینی کننده آمادگی هوازی شناخته شده، و مورد توجه بسیاری از فیزیولوژیست های ورزشی است (۴، ۷، ۱۲، ۳۰).

تحقیقات زیادی به بررسی رشد توان هوازی بیشینه در کودکان و نوجوانان و تفاوت های جنسیتی پرداخته اند (۱۰، ۲۷، ۳۴). نتایج حاکی از افزایش توان هوازی بیشینه از کودکی تا نوجوانی در هر دو جنس، همچنین بالاتر بودن مقادیر پسران نسبت به دختران در همه سنین و افزایش تفاوتها در نوجوانی است (۸، ۳۲، ۳۳). در بررسی اکسیژن مصرفی بیشینه 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 بافت های مختلف بدن است که با افزایش سن اتفاق می افتد. این پیشرفت ها ژنتیکی است و تحت تأثیر عوامل محیطی قرار نمی گیرد. بنابراین، وضعیت بالیدگی هر فرد به سن بیولوژیکی وی اشاره دارد و استفاده از سن تقویمی در طبقه بندی سطوح رقابتی، سن بیولوژیکی را در نظر نمی گیرد. این مسئله بویژه هنگام بلوغ که تفاوت در قدرت، سرعت و استقامت در میان کودکان با سن تقویمی یکسان آشکار می شود، مورد توجه است. بنابراین، محققان طب ورزش کودکان باید علاوه بر اندازه بدن، وضعیت بالیدگی را کنترل کنند (۱۶، ۱۵).

معمولاً وضعیت بالیدگی کودکان بر اساس سن اسکلتی (۲۳، ۲۴، ۳۳)، سن آغاز قاعدگی (۱۳، ۱۵، ۱۷، ۳۶)، سن اوج سرعت قد (PHV) (۱۹، ۲۸) و یا صفات ثانویه جنسی (۱۴، ۳۱) به انواع زودرس (سن بیولوژیکی بیش از یک سال کمتر از سن تقویمی)،

#### 1. Peak height velocity

سن شروع قاعدگی هر یک از آزمودنیها از تاریخ تولد تا تاریخ اولین قاعدگی محاسبه گردید.

در این تحقیق دانش آموزان 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)، مطالعه مقدماتی محقق و اعضای نمونه ۱۲/۵ سال در نظر گرفته شد و شرکت کنندگانی که سن شروع قاعدگی آنها کمتر از ۱۱/۵، بین ۱۱/۵ تا ۱۳/۵ و بیشتر از ۱۳/۵ سال بود، به ترتیب در گروههای زودرس، متوسط، و دیررس قرار گرفتند. از والدین این افراد رضایت نامه دریافت شد، سپس آزمونهای مربوطه انجام شد.

وزن و درصد چربی بدن شرکت کنندگان با استفاده از دستگاه سنجش ترکیبات بدن (مارک IN BODY، ساخت کشور کره) در آکادمی کمیته ملی المپیک اندازه گیری شد. اکسیژن مصرفی بیشینه نسبی ( $\text{ml.kg}^{-1}\text{min}^{-1}$ ) از طریق قراردادن زمان دویدن روی نوارگردان در معادله پروتکل بالک برآورد گردید. سپس، مقدار به دست آمده در وزن بدن هر شرکت کننده ضرب شد. عدد به دست آمده به ۱۰۰۰ تقسیم شد و اکسیژن مصرفی بیشینه مطلق ( $\text{l.min}^{-1}$ ) به دست آمد.

متغیرهای سن تقویمی، سن شروع قاعدگی، قد، وزن، شاخص توده 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 پیش بینی اکسیژن مصرفی بیشینه دختران نوجوان استفاده شد.

ابهام موجود خصوصاً در مورد دختران غیرورزشکار (۹، ۱۱)، همچنین با توجه به اینکه تحقیقات مقطعی بهترین روش مطالعه کودکان و نوجوانان هم سن با وضعیت بالیدگی مختلف است و سن شروع قاعدگی (مارک) رایج ترین شاخص بالیدگی در تحقیقات مقطعی درباره دختران نوجوان به شمار می رود (۱۵)، تحقیق حاضر با هدف مقایسه اکسیژن مصرفی بیشینه دختران نوجوان غیرورزشکار با وضعیت بالیدگی متفاوت انجام شد.

با استفاده از نتایج تحقیق حاضر می توان علاوه بر آگاهی از وضعیت استقامتی دختران نوجوان شرکت کننده در تحقیق، توصیه های مناسبی برای پیشرفت سلامتی، ظرفیت عملکردی و اجرای بهینه 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 برنامه ریزی هر چه بهتر و کارآمدتر در زمینه ورزش و فعالیت بدنی نوجوانان کمک کرد.

## روش شناسی

شرکت کنندگان این تحقیق نیمه تجربی، ۳۹ دانش آموز دختر در دامنه سنی ۱۳/۶۶ تا ۱۴/۶۶ سال از مدرسه شهید بهشتی منطقه ۱ آموزش و پرورش بودند که به صورت هدفدار از جامعه دختران نوجوان غیرورزشکار تهران انتخاب و با استفاده از طرح علی-مقایسه ای در سه گروه ۱۳ نفری زودرس، متوسط، و دیررس مقایسه شدند.

ابتدا پرسش نامه ای جهت تعیین سن شروع قاعدگی، وضعیت سلامتی و میزان فعالیت بدنی بین دانش آموزان پایه سوم این مدرسه توزیع شد. سپس، سن آزمودنیها از تاریخ تولد تا تاریخ آزمون گیری و

## 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) ( $l \cdot min^{-1}$ )	اکسیژن مصرفی بیشینه (نسبی) ( $ml \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$ )
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

بدن و وضعیت بالیدگی را نشان می‌دهد.

جدول ۲. روابط معنادار بین اکسیژن مصرفی بیشینه نسبی با سن شروع قاعدگی، BMI، درصد چربی بدن، و بالیدگی

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

\* در سطح ۰,۰۵ معنادار است. \*\* در سطح ۰,۰۱ معنادار است.

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

تحلیل‌های واریانس یکطرفه و مجزا در مقایسه 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 بیشینه 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 نشان داد اکسیژن مصرفی بیشینه 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 بیشینه نسبی با سن شروع قاعدگی، BMI، درصد چربی

جدول ۳. روابط معنادار بین اکسیژن مصرفی بیشینه مطلق با قد، وزن، BMI و درصد چربی بدن

درصد چربی بدن	شاخص توده بدن	وزن	قد	اکسیژن مصرفی بیشینه مطلق
*۰,۴۰	**۰,۵۳	**۰,۶۷	*۰,۳۷	

\* در سطح ۰,۰۵ معنادار است. \*\* در سطح ۰,۰۱ معنادار است.

خلاصه مدل رگرسیون چندمتغیره، معادله رگرسیونی خطی چندمتغیره زیر را در برآورد اکسیژن مصرفی بیشینه نسبی دختران نوجوان پیشنهاد می کند:

$۳۲,۴۷ + (۱,۶۹۱ \times \text{وزن}) + (۰,۲۴۶ \times \text{درصد چربی بدن}) = \text{اکسیژن مصرفی بیشینه نسبی}$   
 در صد چربی بدن با استفاده از دستگاه سنجش ترکیبات بدن (مارک IN BODY، ساخت کشور کره) به دست آمد و در فرمول فوق قرار داده شد. به جای وضعیت بالیدگی برای دختران در گروه زودرس عدد ۱، در گروه متوسط عدد ۲، و در گروه دیررس عدد ۳ قرار گرفت.

تحلیل رگرسیون چندمتغیره (جدول ۴) نشان داد مهم ترین متغیر در پیش بینی اکسیژن مصرفی بیشینه 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

جدول ۴. خلاصه مدل تحلیل رگرسیون چندمتغیره در پیش بینی اکسیژن مصرفی بیشینه نسبی

مدل	R	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> تعدیل شده	خطای استاندارد برآورد	تغییرات آماری				
					تغییر R <sup>2</sup>	تغییرات F	درجه آزادی ۱	درجه آزادی ۲	
۱	۰,۵۲۴ <sup>الف</sup>	۰,۲۷۵	۰,۲۵۴	۳,۲۰۶۱	۰,۲۷۵	۱۳,۲۴۳	۱	۳۵	۰,۰۰۱
۲	۰,۶۳۸ <sup>ب</sup>	۰,۴۰۷	۰,۳۷۲	۲,۹۴۰۸	۰,۱۳۳	۷,۶۰۰	۱	۳۴	۰,۰۰۹

الف) (به درصد) مدل پیش بینی کننده اول: چربی بدن

ب) مدل پیش بینی کننده دوم: چربی بدن (درصد) و وضعیت بالیدگی

متغیر ملاک: اکسیژن مصرفی بیشینه نسبی ( $\text{ml.kg}^{-1} \text{min}^{-1}$ )

تحلیل رگرسیون چندمتغیره در تعیین اهمیت نسبی متغیرهای مورد بررسی در پیش بینی اکسیژن مصرفی بیشینه مطلق دختران نوجوان نشان داد (جدول ۵) مهم ترین عامل در پیش بینی اکسیژن مصرفی بیشینه مطلق وزن بدن است ( $R=+۰,۶۸$ ). این متغیر به تنهایی مسئول ۴۷٪ واریانس نمرات اکسیژن مصرفی بیشینه است و در مدل دوم با اضافه شدن نمرات سن شروع قاعدگی، ضریب همبستگی چندگانه از ۰,۶۸ به ۰,۷۶ ارتقا پیدامی کند. این میزان بیانگر ۵۸٪ واریانس نمرات

دوم با اضافه شدن نمرات گروههای بالیدگی، ضریب همبستگی چندگانه از ۰,۵۲ به ۰,۶۴ ارتقا پیدامی کند 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 بیشینه دختران ۲۷٪ و تأثیر خالص وضعیت بالیدگی بر اکسیژن مصرفی بیشینه در دختران ۱۴٪ است.

جدول ۵. خلاصه مدل تحلیل رگرسیون چندمتغیره در پیش‌بینی اکسیژن مصرفی بیشینه مطلق

مدل	R	R <sup>۲</sup>	R <sup>۲</sup> تعدیل شده	خطای استاندارد برآورد	تغییرات آماری			
					تغییرات F	درجه آزادی ۲	درجه آزادی ۱	تغییرات F
۱	۰٫۶۸۸ <sup>الف</sup>	۰٫۴۷۳	۰٫۴۵۸	۰٫۲۱۳۱	۰٫۴۷۳	۳۵	۱	۳۱٫۴۶
۲	۰٫۷۶۳ <sup>ب</sup>	۰٫۵۸۲	۰٫۵۵۷	۰٫۱۹۲۷	۰٫۱۰۹	۳۴	۱	۸٫۸۳

الف) مدل پیش‌بینی کننده اول: وزن

ب) مدل پیش‌بینی کننده دوم: وزن و سن شروع قاعدگی  
متغیر ملاک: اکسیژن مصرفی بیشینه مطلق

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 باینگتون (۱۳) کاملاً همسوست، چراکه وی نیز اکسیژن مصرفی بیشینه دختران زودرس و دیررس را (بر اساس سن شروع قاعدگی) مقایسه کرد، ولی اختلاف معناداری مشاهده نکرد. تعداد نمونه تحقیق باینگتون ۴۶ نفر و میانگین وزن این افراد البته در سن ۲۰ سالگی  $۶۳٫۶ \pm ۹٫۲$  کیلوگرم بود که احتمالاً نتایج وی نیز به علت زیاد بودن واریانس متغیر وزن بوده است (۱۳).

نتایج تحقیق حاضر، برخلاف یافته‌های آرمسترانگ (۳)، باینگتون (۱۳)، بیرو 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 مقایسه وزن دختران زودرس، متوسط، و دیررس (۰٫۲۹۱) و توان آماری در مقایسه درصد چربی بدن (۰٫۲۷۰) نشان می‌دهد نباید عدم

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

خلاصه مدل رگرسیون چندمتغیره، معادله رگرسیونی خطی چندگانه زیر را در برآورد اکسیژن مصرفی بیشینه مطلق دختران پیشنهاد می‌کند:  
 $۰٫۶۲۸ - (سن شروع قاعدگی) + ۰٫۰۸۷ (وزن)$   
 $۰٫۲۰ = اکسیژن مصرفی بیشینه مطلق$

### 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، بیرو 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

معناداری را به نشانه عدم تفاوت دانست، چرا که بزرگ بودن واریانس متغیر وزن و درصد چربی بدن (به ترتیب ۱۱/۰۵ کیلوگرم و ۶/۷۲ درصد) سبب شد تا این تفاوتها در نمونه ۳۹ نفری 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 مقایسه اکسیژن مصرفی بیشینه دختران نوجوان در وضعیت بالیدگی متفاوت دارد. همانطور که نتایج تحلیل واریانس نشان داد اختلاف اکسیژن مصرفی بیشینه 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 کمتر بودن اکسیژن مصرفی بیشینه 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 جامعه ایرانی، رسیدن به سن بلوغ و افزایش وزن کاهش چشمگیری در فعالیت روزانه دختران ایجاد می‌کند. لذا شاید یکی از مهم‌ترین دلایل کمتر بودن اکسیژن مصرفی بیشینه نسبی دختران زودرس، بلوغ زودرس آنها و کم‌حرکی باشد که شرایط فرهنگی و اجتماعی و جامعه 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 بیشینه نسبی دختران دیررس بیشتر از دختران زودرس است.

نتایج این تحقیق همسو با نتایج تحقیقات ذکرشده بیان می‌دارد اکسیژن مصرفی بیشینه 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 بیشینه نسبی ناشی از تفاوتها در وزن بدن است، اما نتایج این تحقیق همسو با نتایج تحقیق بایننگون (۱۳) تفاوت معناداری در وزن بدن در بین وضعیتهای مختلف بالیدگی نشان نداد، میانگین اکسیژن مصرفی بیشینه نسبی گروهها متفاوت بود، و دیررسها میانگین اکسیژن مصرفی بیشینه بالاتری از زودرسها داشتند. این در حالی است که تفاوت اکسیژن مصرفی بیشینه 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 بیشینه مطلق دختران زودرس بیشتر از دختران دیررس است. اما کائینگهام و همکاران (۲۶) بیان کردند پسران دیررس اکسیژن مصرفی بیشینه مطلق بالاتری نسبت به گروه متوسط و زودرس داشتند.

نتایج این تحقیق نیز همسو با نتایج تحقیق بایننگون (۱۳) عدم تفاوت معنادار در اکسیژن مصرفی بیشینه 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 توده 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 (شیوه گام به گام) استفاده کرد تا تأثیرات خالص متغیرهای مورد بررسی را بر اکسیژن مصرفی بیشینه به دست آورد. نتایج این تحقیق نشان داد مهم‌ترین عامل تأثیرگذار از بین تمامی متغیرهای مورد بررسی در این تحقیق بر اکسیژن مصرفی بیشینه 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 بیشینه مطلق دختران وزن و سن شروع قاعدگی است.

همسو با نتایج به دست آمده از این تحقیق، یافته‌های تحقیقات انجام شده در کشورهای مختلف علت تفاوتها در اکسیژن مصرفی بیشینه

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 می‌دول نمی‌داشتند.

این یافته‌ها محققان را بر آن می‌دارد هرگاه بحثی از توان هوازی بیشینه نسبی دختران پیش می‌آید، توجه خاصی به مقوله بالیدگی جنسی و بالاخص سن شروع قاعدگی بنمایند. امید است تا با انجام تحقیقات وسیع‌تر با نمونه‌گیری تصادفی و حجم نمونه بیشتر، همچنین با استفاده از شیوه‌های دقیق‌تر و معتبرتر، رابطه 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.



## منابع

۱. علوی، م.؛ م. پوشنه؛ و.ع. خسروی ۱۳۸۴، «بررسی میزان آگاهی، نگرش و عملکرد دانش آموزان دختر مقطع سوم راهنمایی شهر تهران در زمینه بهداشت بلوغ». پایان نامه کارشناسی ارشد دانشکده 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 Applied 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 Applied 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 Aerobic 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<sub>2</sub> 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 pediatric 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. Blinkie 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 aerobic 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 aerobic 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<sub>2</sub> 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.