

اثر هشت هفته تمرین مقاومتی - تناوبی و مقاومتی - تداومی بر برخی متغیرهای

هماتولوژیک در پسران غیرورزشکار ۱۴ تا ۱۷ ساله

علیرضا رضانی^۱، امیر حسین براتی^۲، احمد جعفری^۳

تاریخ دریافت مقاله: ۹۰/۴/۱۳

تاریخ پذیرش مقاله: ۹۰/۱۰/۱۰

چکیده

هدف پژوهش حاضر، بررسی اثر هشت هفته تمرین مقاومتی - تناوبی و مقاومتی - تداومی بر برخی متغیرهای هماتولوژیک در پسران غیرورزشکار ۱۴ تا ۱۷ ساله است. بدین منظور ۳۷ نفر از دانش آموزان غیرورزشکار با میانگین سنی $15/33 \pm 0/58$ سال به صورت تصادفی انتخاب و به سه گروه تقسیم شدند. گروه آزمایشی اول شامل ۱۳ نفر بود که تمرین مقاومتی و تناوبی را به صورت همزمان اجرا کردند. گروه آزمایشی دوم نیز شامل ۱۳ نفر بود که اجرای همزمان تمرین مقاومتی و تداومی را بر عهده داشتند و گروه کنترل که ۱۱ نفر بودند و در کل مدت انجام پژوهش هیچ گونه فعالیت و تمرین خاصی را انجام نمی دادند. پروتکل تمرینی به مدت هشت هفته و به صورت سه جلسه در هفته اجرا شد. مدت هر جلسه تمرین ۸۰ دقیقه بود که بخش اول آن شامل تمرین دویدن تناوبی یا تداومی روی نوار گردان بود و بخش دوم آن تمرین مقاومتی بود که برای هردو گروه آزمایشی یکسان و شامل حرکات پرس سینه، پرس پا، کشش جانبی، خم کردن ران، دراز و نشست، باز کردن پشت و پرس بالای سر بود. برای اندازه گیری تعداد گلبول های قرمز، غلظت هموگلوبین و هماتوکریت خون ۷۲ ساعت قبل و بعد از دوره تمرینی از آزمودنی ها نمونه گیری خونی گرفته شد. به منظور تجزیه و تحلیل متغیرها از آزمون t همبسته و همچنین تحلیل واریانس یک راهه ANOVA و در صورت معنی دار بودن تفاوت میانگین ها از آزمون تعقیبی شفه استفاده شد. نتایج پژوهش نشان داد در هر دو گروه آزمایشی افزایش معنی داری در تعداد گلبول های قرمز ($p < 0/01$)، غلظت هموگلوبین ($p < 0/05$) و هماتوکریت ($p < 0/01$) به وجود آمد، در حالی که در گروه کنترل تغییرات معنی داری مشاهده نشد. همچنین مقایسه دو گروه آزمایشی نشان داد تمرین مقاومتی - تناوبی بیشتر از تمرین مقاومتی - تداومی موجب افزایش معنی دار تعداد گلبول های قرمز، غلظت هموگلوبین و مقدار هماتوکریت خون می شود ($p < 0/05$)؛ بنابراین هشت هفته تمرین همزمان مقاومتی و تناوبی و تمرین همزمان مقاومتی و تداومی موجب افزایش معنی دار گلبول های قرمز، غلظت هموگلوبین و هماتوکریت خون پسران غیرورزشکار ۱۴ تا ۱۷ سال می شود.

کلیدواژه های فارسی: تمرین مقاومتی - تناوبی، تمرین مقاومتی - تداومی، تعداد گلبول های قرمز، غلظت هموگلوبین، هماتوکریت.

۱ و ۲. استاد یار دانشگاه شهید رجایی تهران (۱. نویسنده مسئول) Email: Ramezani_ar@yahoo.com

Email: hbarati@srttu.edu

۳. کارشناسی ارشد فیزیولوژی ورزشی دانشگاه شهید رجایی تهران Email: jafaria43@yahoo.com

مقدمه

نوجوانان در دوران تحصیل باید دست کم ۶۰ دقیقه یا بیشتر در روز در فعالیتهای متوسط تا شدید، متنوع و لذتبخش جسمی شرکت جویند. این فعالیتهای جسمی منظم نه تنها برای رشد و تکامل طبیعی آنان ضروری است، بلکه شیوه زندگی فعالی در سالهای کودکی و نوجوانی فراهم می کند و خطر بیماریهای مزمن را در سالهای بعد کاهش می دهد (۱). این در حالی است که انتقال از ابتدای دوره نوجوانی به مراحل بعدی آن، همواره با کاهش فعالیت بدنی، شیوع بی تحرکی و خانه نشینی نوجوانان همراه است. این مسئله نگرانی عمده ای برای بهداشت و سلامت عمومی ایجاد کرده است. بر همین اساس، ضروری است نوجوانان با افزایش فعالیتهای جسمی، شیوه زندگی فعالی در پیش گیرند و بدین منظور، تمرینات با وزنه در طول دوران تحصیل می تواند راهگشا باشد (۲). اگرچه تمرینات با وزنه شیوه ای عمومی برای ورزشکاران جوان برای سرعت بخشیدن به عملکرد مطلوب است و با انجام تمرینات مقاومتی قدرت کودکان و نوجوانان افزایش و بهبود می یابد (۱، ۲)، برای نیل به سازگاریهای بهینه، بهتر است تمرینات مقاومتی با تمرینات هوازی ترکیب شود یا همزمان با این تمرینات به اجرا درآید (۳). هر چند این پیشنهاد به صورت کلی ارائه شده است و از طرف دیگر، سازگاریهای قلبی - عروقی و تنفسی با انواع تمرینات هوازی و مرسوم تناوبی و تداومی ثابت شده است (۴)، به طور ویژه میزان تأثیرگذاری تمرین تناوبی و تداومی که به صورت همزمان با تمرینات مقاومتی اجرا می شوند و به عنوان تمرینات همزمان یا موازی شناخته می شوند، بر اندامها و دستگاههای حیاتی بدن از جمله متغیرهای سیستم انتقال اکسیژن خون مشخص و مقایسه نشده است. خون نیز مانند سایر ارگانهای بدن، به هر نوع فعالیت بدنی ویژه پاسخ یکسانی نمی دهد. نوع فعالیت، زمان، شدت و مدت آن شرایطی هستند که بدن واکنشی مناسب به آن نشان می دهد (۵). افزایش گلبولهای قرمز موجب افزایش غلظت خون، افزایش قابلیت حمل اکسیژن خون و کارایی بیشتر در عملکرد جسمانی می شود؛ از این رو، ظرفیت کار بدنی و بیشینه اکسیژن مصرفی در انسان به نحو بارزی به انتقال فعال اکسیژن به بافت های درگیر فعالیت بستگی دارد. از طرف دیگر، افزایش نامناسب گلبولهای قرمز و هماتوکریت به چسبندگی بیشتر خون منجر شده، فشار زیادی به قلب اعمال می کند، در حالی که کم خونی یا آنمی عوارض قلبی - عروقی را در پی دارد (۶)؛ بنابراین انحراف غیرطبیعی از محدوده طبیعی این متغیرها می تواند مسئله ای حیاتی به شمار آید؛ به همین دلیل، میزان تأثیرپذیری گلبولهای قرمز، هموگلوبین و هماتوکریت از تمرینات ورزشی توجه پژوهشگران را به خود جلب کرده است. بررسی مطالعات

این حوزه نشان می‌دهد عواملی چون نوع تمرین، فعالیت ورزشی و همچنین آزمودنی‌های مختلف از جمله دلایل اصلی است که موجب شده نتایج این مطالعات متفاوت یا متناقض باشد. برخی پژوهشگران مانند جکسیموویچ و همکاران (۲۰۰۹) و هانسن و همکاران (۲۰۰۴) در تحقیقات طولی در کودکان و نوجوان پسر فوتبالیست به بررسی تغییرات متغیرهای خونی پرداخته، افزایش معنی دار این متغیرها را نشان دادند (۷، ۸)، در حالی که بویاچف و همکاران (۲۰۰۰) در پژوهش طولی خود کاهش متغیرهای خونی را در دختران ورزشکار نوجوان مشاهده کردند (۹). مطالعات مقطعی دیگر نشان می‌دهند تمرینات چند ماهه مقاومتی، تغییر معنی - داری در متغیرهای خونی ایجاد نمی‌کند (۱۰)، در حالی که در پژوهش‌های دیگر نشان داده شده است که تمرینات مقاومتی چند ماهه موجب افزایش معنی دار این متغیرها می‌شود (۱۱). پژوهشگران دیگری نیز تأثیر تمرینات تناوبی را مطالعه کردند که در برخی از این مطالعات، تمرین تناوبی موجب افزایش معنی دار متغیرهای خونی شده است (۱۲)، ولی در برخی مطالعات دیگر، تمرینات تناوبی موجب کاهش معنی دار این متغیرها شده است (۱۳). همچنین کاهش معنی دار متغیرهای خونی به تمرینات تداومی در برخی پژوهش‌ها نشان داده شده است (۱۴). با وجود این، تأثیرگذاری آن دسته از تمرینات مقاومتی که به صورت همزمان با تمرینات استقامتی اجرا می‌شوند بر متغیرهای خونی و به ویژه در نوجوانان در دسترس نیست یا کمتر مطالعه شده است؛ از این رو پژوهش قصد دارد به بررسی تأثیر دو نوع تمرین موازی مقاومتی با استقامتی تناوبی و تمرین موازی مقاومتی با استقامتی تداومی بر تعداد گلبول‌های قرمز، غلظت هموگلوبین و هماتوکریت در پسران غیر ورزشکار ۱۴ تا ۱۷ ساله بپردازد.

روش‌شناسی پژوهش

تحقیق از نوع نیمه‌آزمایشی با طرح پژوهشی پیش‌آزمون - پس‌آزمون با گروه کنترل است. جامعه آماری پژوهش حاضر را ۷۷۵۵ نفر نوجوان پسر ۱۴ تا ۱۷ ساله غیرورزشکار بابل تشکیل می‌دادند که از میان آن‌ها ۳۷ نفر واجد شرایط، به صورت تصادفی خوشه‌ای انتخاب و در پژوهش شرکت کردند. قبل از شروع پژوهش و ثبت هر گونه اطلاعاتی، محقق در جلسه ویژه‌ای با حضور کلیه آزمودنی‌ها به تشریح و توصیف ویژگی‌های پژوهش و مدت انجام آن، اندازه‌گیری متغیرها، محدودیت‌های پژوهش، نحوه صحیح آزمون‌ها و انجام تمرینات، شرح وظایف و دستورالعمل مربوط به آزمودنی‌ها و پژوهشگر، امکانات و محدودیت‌های زمانی و مکانی پژوهش و ... پرداخت. یک هفته قبل از شروع تمرینات، آزمودنی‌ها رضایت‌نامه‌های شخصی و اولیاء را برای شرکت در پژوهش و همچنین پرسشنامه تکلیف‌شده سلامت و بلوغ را ارائه دادند. سپس،

سلامت جسمانی آنان با معاینه پزشکی، بررسی و تأیید شد. بعد از مراحل فوق، آزمودنی‌ها به صورت تصادفی به دو گروه آزمایشی (هر گروه آزمایشی ۱۳ نفر) و یک گروه کنترل (۱۱ نفر) تقسیم شدند. در هر جلسه، گروه آزمایشی اول تمرین همزمان تناوبی و مقاومتی و گروه آزمایشی دوم تمرین همزمان تداومی و مقاومتی را انجام می‌دادند. گروه کنترل نیز هیچ فعالیت خاصی را انجام نمی‌داد. هر جلسه تمرین همزمان تناوبی و مقاومتی شامل دو مرحله بود: مرحله اول شامل ۱۰ دقیقه گرم کردن و سپس ۳۰ دقیقه دویدن روی نوار گردان در تناوب‌های چهار دقیقه‌ای با ۷۰٪ تا ۸۰٪ ضربان قلب ذخیره به همراه سه دقیقه دویدن (استراحت فعال) با ۵۰٪ تا ۶۰٪ ضربان قلب ذخیره بود؛ در مرحله دوم مجدداً تمرین پنج دقیقه گرم کردن و سپس تمرین مقاومتی به مدت ۳۰ دقیقه اجرا می‌شد. در تمرینات مقاومتی ترتیب اجرای حرکات به نحوی بود که بعد از فعالیت یک گروه از عضلات، در حرکت بعدی عضلات گروه دیگر از بدن به فعالیت می‌پرداخت تا عضلات به کار گرفته شده فرصت استراحت پیدا کنند. بدین ترتیب، در هر جلسه حرکات پرس سینه تخت با هالتر، دراز و نشست کرانچ، پرس پا، باز کردن تنه و خم کردن زانو، کشش جانبی و پرس بالای سر اجرا می‌شد. مدت استراحت بعد از اجرای هر ست ۶۰ تا ۹۰ ثانیه بود. آزمودنی‌ها ست‌ها را با ۱۰ تکرار انجام می‌دادند. سپس با رعایت اصل اضافه بار تدریجی بر مقدار مقاومت افزوده می‌شد. در پایان نیز پنج دقیقه سرد کردن در نظر گرفته شده بود. تمرین همزمان مقاومتی و تداومی نیز شامل دو مرحله بود: مرحله اول، بعد از ۱۰ دقیقه گرم کردن، اجرای تمرین استقامتی تداومی بود که شامل ۳۰ دقیقه دویدن مداوم با شدت ۵۰٪ تا ۶۰٪ ضربان قلب ذخیره‌ای روی نوار گردان بود و در پایان نیز پنج دقیقه سرد کردن انجام می‌شد. مرحله دوم تمرین، بعد از گرم کردن، اجرای تمرین مقاومتی به مدت ۳۰ دقیقه بود. تمرین مقاومتی، بخش دوم هر جلسه تمرینی بود که در هر دو گروه به صورت مشابه و یکسان اجرا می‌شد. کل زمان هر جلسه تمرین به طور میانگین در هر دو گروه تمرینی ۸۰ دقیقه بود. تمرین به مدت هشت هفته (۲۴ جلسه) به صورت سه جلسه غیرمتوالی در هفته انجام شد.

به منظور برآورد شاخص توده بدن از فرمول نسبت وزن به مربع قد استفاده شد. ضربان قلب استراحتی به وسیله ضربان‌سنج مدل پولار^۱ اندازه‌گیری شد. در برآورد درصد چربی بدن، ابتدا چربی زیر پوستی اندام‌ها به وسیله چربی‌سنج اسلیم‌گاید^۲ ساخت آمریکا اندازه‌گیری و سپس به روش اسلاتر برآورد شد. برای اندازه‌گیری بیشینه اکسیژن مصرفی بدن (VO_{2max}) از پروتکل

-
1. Polar
 2. Slim-Guide

بروس استفاده شد. در این مرحله، آزمودنی‌ها بعد از چند بار تمرین روی نوار گردان و یادگیری کامل، آزمون بیشینه بروس را روی نوار گردان اجرا کردند. در اندازه‌گیری‌های یک تکرار بیشینه پرس سینه و پرس پا، حداکثر مقدار وزنه‌ای که کمتر از ۱۰ مرتبه پرس می‌شد، اندازه‌گیری شد و سپس از طریق فرمول برزیکی رکورد یک تکرار بیشینه آزمودنی‌ها محاسبه گردید. برای اندازه‌گیری تعداد گلبول‌های قرمز، غلظت هموگلوبین و هماتوکریت خونی و غلظت هورمونی تستوسترون، نمونه‌برداری خونی در هر دو مرحله پیش‌آزمون و پس‌آزمون راس ساعت ۹ صبح و دست‌کم ۷۲ ساعت قبل و بعد از تمرینات انجام شد. به همین منظور، ده سی‌سی خون در حالت ناشتایی (۱۲ تا ۱۴ ساعت) و در وضعیت نشسته، از ورید بازویی راست آزمودنی‌ها گرفته شد. هماتوکریت به روش سانتی‌فیوژ، غلظت هموگلوبین به روش فتومتر و تعداد گلبول‌های قرمز به روش شمارشگر سلولی الکترونی با دستگاه سیسمکس آمریکن^۱ (با قابلیت کار به روش امپدانس الکتریکی، رسانائی فرکانس رادیویی و تفرق نور) انجام شد. برای اندازه‌گیری تستوسترون آزاد، نمونه‌های خونی به مدت ۱۵ دقیقه با سرعت ۳۰۰۰ دور در دقیقه سانتی‌فیوژ شد. نمونه‌های سرم جداگانه و در دمای ۲۱- درجه سانتی‌گراد نگهداری می‌شد و از روش الایزا^۲ با کیت تجاری دی آر جی دیاگنوستیک^۳ آلمان استفاده شد. تمامی مراحل خون‌گیری و اندازه‌گیری متغیرهای مربوط در آزمایشگاه تشخیص طبی انجام شد. در پژوهش حاضر برای اطمینان از طبیعی بودن داده‌های گروه‌ها از آزمون کولموگروف - اسمیرنوف (k-s) و همچنین به‌منظور همسان بودن واریانس گروه‌ها از آزمون لوین استفاده شد. برای همگن بودن گروه‌ها (مقایسه میانگین‌های سه گروه در پیش‌آزمون)، مقایسه میانگین تفاضل پیش‌آزمون و پس‌آزمون هر سه گروه از روش تحلیل واریانس یک‌راهه ANOVA و در صورت معنی‌دار بودن تفاوت میانگین‌ها، از آزمون تعقیبی شفه بهره گرفته شد. همچنین برای مقایسه متغیرها در مرحله پیش‌آزمون با پس‌آزمون از آزمون t همبسته استفاده شد. سطوح معنی‌داری با شرط $P \leq 0.05$ ، به معنی رد فرضیه صفر تعیین شد. کلیه محاسبات و عملیات آماری با نرم‌افزار SPSS ۱۶ و رسم نمودارها با نرم‌افزار EXCEL انجام شد.

یافته‌های پژوهش

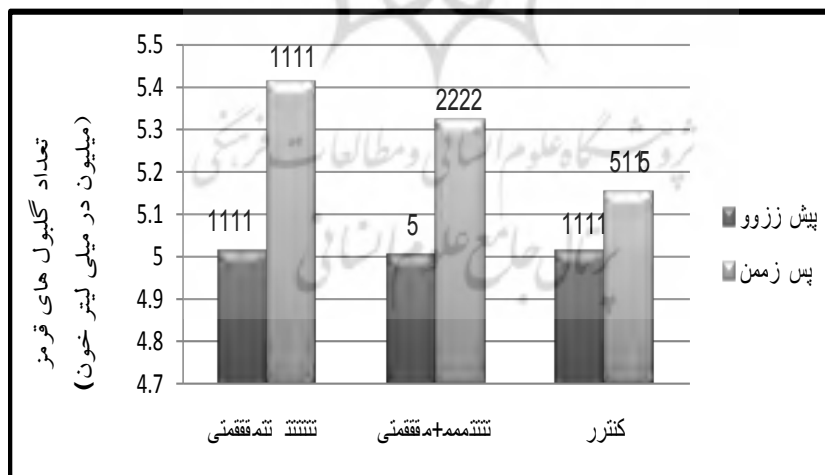
اطلاعات آماری متغیرهای سن، شاخص توده بدنی (BMI)، درصد چربی بدن (BF%)، بیشینه

-
1. SYSMEX American, Inc.
 2. ELISA
 3. DRG Diagnostics

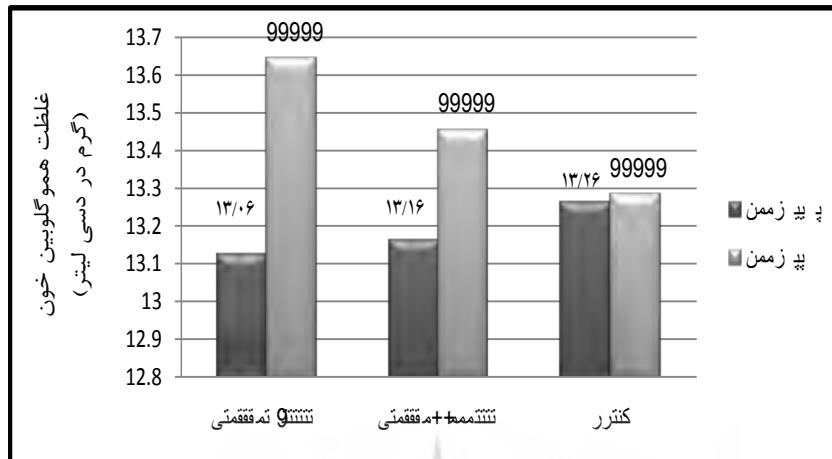
اکسیژن مصرفی (VO2Max) یک تکرار بیشینه پرس پا و سینه (IRM) و غلظت تستوسترون آزاد در جدول ۱ و متغیرهای تعداد گلبول‌های قرمز (RBC)، غلظت هموگلوبین (HB) و هماتوکریت (HCT) خونی در نمودارهای ۱، ۲ و ۳ نشان داده شده است. در جدول ۲ و ۳ و ۴ نیز به ترتیب نتایج آزمون t همبسته، ANOVA و آزمون تعقیبی شفه مشاهده می‌شود.

جدول ۱. ویژگی‌های فردی و عملکردی آزمودنی‌ها در پیش‌آزمون و پس‌آزمون

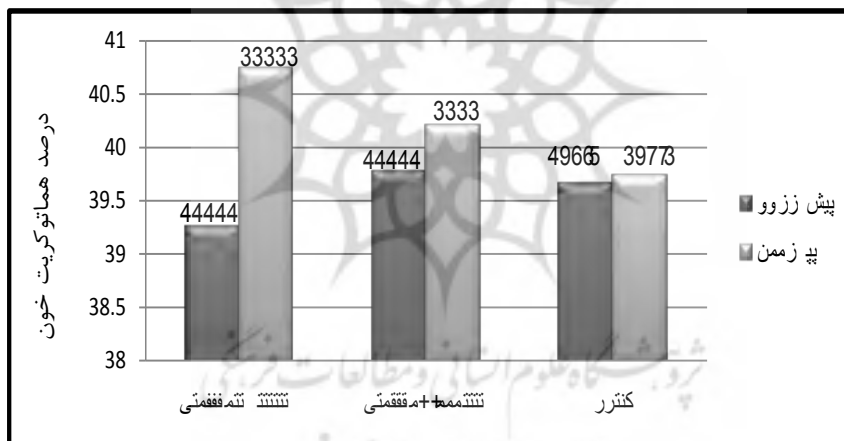
کنترل M±SD		تداومی + مقاومتی M±SD		تناوبی + مقاومتی M±SD		گروه
پس‌آزمون	پیش‌آزمون	پس‌آزمون	پیش‌آزمون	پس‌آزمون	پیش‌آزمون	متغیرها
	۱۵/۳۹±۰/۶		۱۵/۳۴±۰/۷		۱۵/۴۳±۰/۵	سن (سال)
۲۵/۴±۳/۰۶	۲۵/۳±۳/۲	۲۵/۵±۴/۵	۲۵/۵±۴/۷	۲۶/۸±۵/۵	۲۶/۸±۵/۶	شاخص توده بدنی (کیلوگرم بر مترمربع)
۳۱/۴±۹/۱	۳۱/۹±۹/۲	۲۵/۵±۴/۵	۳۳/۶±۷/۸	۲۴/۲±۹/۵	۳۳/۷±۱۱/۳	درصد چربی بدنی
۳۵/۴±۲/۴۱	۳۵±۲/۸	۳۹/۵±۳/۴	۳۵/۴±۳/۵	۴۰/۶±۴/۴	۳۴/۵±۳/۲	VO2MAX (میلی لیتر بر کیلوگرم در دقیقه)
۵۰±۶/۳	۴۸/۶±۷	۸۰±۶/۱	۴۷/۳±۵/۶	۷۷/۶±۷/۲	۵۱/۹±۷/۲	1RM پرس پا (کیلوگرم)
۳۸/۹±۵/۳	۳۸/۱±۶	۵۱/۵±۷/۴	۳۸±۵/۹	۴۸±۵/۲۱	۳۴/۶±۴/۷	1RM پرس سینه (کیلوگرم)
۵/۳۹±۰/۳	۵/۳±۰/۳۱	۵/۶۷±۰/۱۸	۵/۴±۰/۲۶	۵/۸±۰/۲۳	۵/۴±۰/۳	تستوسترون آزاد (نانوگرم بر میلی لیتر)



نمودار ۱. تعداد گلبول‌های قرمز در سه گروه



نمودار ۲. غلظت هموگلوبین خون در سه گروه



نمودار ۳. هماتوکریت خون در سه گروه

جدول ۲. مقایسه پیش‌آزمون و پس‌آزمون متغیرها با آزمون t همبسته

متغیرها	گروه	n	قبل از تمرینات M ± SD	بعد از تمرینات M ± SD	t	P
شاخص توده بدنی (کیلوگرم بر مترمربع)	تناوبی + مقاومتی	۱۳	۲۶/۸۶±۵/۶۰	۲۶/۸۳±۵/۵۷	۰/۱۶	۰/۵۹
	تداومی + مقاومتی	۱۳	۲۵/۵۰±۴/۷۱	۲۵/۵±۴/۵۳	۰/۱۰	۰/۹۱
	کنترل	۱۱	۲۵/۳۱±۳/۲۳	۲۵/۴±۳/۰۶	۱/۸۰	۰/۱۰
درصد چربی بدن	تناوبی + مقاومتی	۱۳	۳۳/۷۶±۱۱/۳۳	۲۴/۲±۹/۵۴	*۱۱/۶۱	۰/۰۰
	تداومی + مقاومتی	۱۳	۳۳/۶۹±۷/۸۹	۲۵/۵۳±۴/۵۳	*۱۰/۰۳	۰/۰۰
	کنترل	۱۱	۳۱/۹۰±۹/۲۷	۳۱/۴۵±۹/۱۵	۲/۱۹	۰/۰۵۳
Vo ₂ Max (میلی لیتر بر کیلوگرم در دقیقه)	تناوبی + مقاومتی	۱۳	۳۴/۵۸±۳/۲۵	۴۰/۶۲±۴/۴۹	*۱۰/۲۸	۰/۰۰
	تداومی + مقاومتی	۱۳	۳۵/۴۷±۳/۵۶	۳۹/۵۳±۳/۴۷	*۵۰/۷۸	۰/۰۰
	کنترل	۱۱	۳۵/۰۷±۲/۸	۳۵/۴۷±۲/۴۱	۱/۰۰	۰/۳۴
پرس پا (IRM) (کیلوگرم)	تناوبی + مقاومتی	۱۳	۵۱/۹۲±۷/۲۲	۷۷/۶۹±۷/۲۵	*۲۶/۶۸	۰/۰۰
	تداومی + مقاومتی	۱۳	۴۷/۳۰±۵/۶۳	۸۰/۰±۶/۱۲	*۳۰/۳۷	۰/۰۰
	کنترل	۱۱	۴۸/۶۳±۷/۱۰	۵۰/۰±۶/۳۲	۱/۱۵۰	۰/۲۷۷
پرس سینه (IRM) (کیلوگرم)	تناوبی + مقاومتی	۱۳	۳۴/۶۱±۴/۷۷	۴۸/۰۷±۵/۲۱	*۱۵/۳۹	۰/۰۰
	تداومی + مقاومتی	۱۳	۳۸/۰۷±۵/۹۶	۵۱/۵۳±۷/۴۶	*۸/۷۵۰	۰/۰۰۰
	کنترل	۱۱	۳۸/۱۸±۶/۰۳	۳۸/۹۰±۵/۳۹	۰/۷۷۰	۰/۴۵۹
تستوسترون آزاد (نانوگرم بر میلی لیتر)	تناوبی + مقاومتی	۱۳	۵/۴۳±۰/۲۹	۵/۸۳±۰/۲۳	*۸/۱۶	۰/۰۰۰
	تداومی + مقاومتی	۱۳	۵/۴۴±۰/۲۶	۵/۶۷±۰/۱۸	*۳/۸۹	۰/۰۰۲
	کنترل	۱۱	۵/۳۵±۰/۳۲	۵/۳۹±۰/۳۴	۱/۰۰	۰/۳۴۱
تعداد گلبول‌های قرمز (میلیون در میلی متر مکعب)	تناوبی + مقاومتی	۱۳	۵/۰۱±۰/۷۴	۵/۴۱±۰/۷۹	*۱۵/۳۸	۰/۰۰۰
	تداومی + مقاومتی	۱۳	۵±۰/۶۹	۵/۳۲±۰/۶۷	*۱۱	۰/۰۰۰
	کنترل	۱۱	۵/۰۱±۰/۶۴	۵/۱۵±۰/۷۲	۰/۹۹۳	۰/۳۴۴
غلظت هموگلوبین (گرم بر دسی لیتر)	تناوبی + مقاومتی	۱۳	۱۳/۱۲±۰/۷۹	۱۳/۶۴±۰/۵۹	*۴/۳۴	۰/۰۰۱
	تداومی + مقاومتی	۱۳	۱۳/۱۶±۰/۷۶	۱۳/۴۵±۰/۶۲	*۳/۰۹	۰/۰۰۹
	کنترل	۱۱	۱۳/۲۶±۰/۷۷	۱۳/۲۸±۰/۷۶	۱/۴۹	۰/۱۶۷
هماتوکریت (درصد)	تناوبی + مقاومتی	۱۳	۳۹/۲۴±۱/۸۸	۴۰/۷۳±۱/۳۰	*۵/۲۲	۰/۰۰۰
	تداومی + مقاومتی	۱۳	۳۹/۷۶±۱/۸۸	۴۰/۲±۰/۵۳	*۳/۷۰۶	۰/۰۰۳
	کنترل	۱۱	۳۹/۶۵±۱/۲۹	۳۹/۷۳±۱/۱۷	۱/۶۳	۰/۱۳۴

* معنی‌داری در سطح $\alpha < 0/05$

نتایج آزمون کولموگروف - اسمیرنوف طبیعی بودن توزیع داده‌ها را تأیید کرد. مقایسه داده‌های پیش‌آزمون و پس‌آزمون متغیرهای پژوهش نشان می‌دهد که هر دو تمرین همزمان مقاومتی - تناوبی و نیز تمرین همزمان مقاومتی - تداومی موجب کاهش معنی‌دار درصد چربی بدنی، افزایش معنی‌دار اکسیژن مصرفی بیشینه بدن، یک تکرار بیشینه پرس پا، یک تکرار بیشینه سینه، غلظت تستوسترون آزاد و همچنین افزایش معنی‌دار تعداد گلبول‌های قرمز، غلظت هموگلوبین و هماتوکریت خون شده است (جدول ۲).

جدول ۳. تحلیل واریانس ANOVA در سه گروه
(داده‌ها بر اساس تفاضل پیش‌آزمون و پس‌آزمون آزمودنی‌ها)

متغیرها	گروه	F	p
تعداد قرمز (میلیون در میلی‌متر مکعب)	تناوبی + مقاومتی تداومی + مقاومتی کنترل	۵۵/۹۹ *	۰/۰۰۰
غلظت هموگلوبین (گرم بر دسی‌لیتر)	تناوبی + مقاومتی تداومی + مقاومتی کنترل	۹/۶۸۳ *	۰/۰۰۰
هماتوکریت (درصد)	تناوبی + مقاومتی تداومی + مقاومتی کنترل	۱۴/۹۲۱ *	۰/۰۰۰

* معنی‌داری در سطح $\alpha < 0.001$

براساس نتایج تحلیل واریانس یک‌طرفه، بین میانگین متغیرها در مرحله پیش‌آزمون اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد، ولی نتایج تحلیل واریانس یک‌طرفه داده‌های سه گروه بر اساس تفاضل پیش‌آزمون و پس‌آزمون آزمودنی‌ها نشان داد بین میانگین تغییرات متغیرهای تعداد گلبول‌های قرمز، غلظت هموگلوبین و مقدار هماتوکریت سه گروه تفاوت معنی‌داری وجود دارد ($\alpha < 0.001$) (جدول ۳)؛ از این رو برای مقایسه تغییرات متغیرهای خونی در دو گروه آزمایشی از آزمون تعقیبی شفه استفاده شده است.

جدول ۴. نتایج آزمون‌های شفه

مقدار p	خطای استاندارد	اختلاف میانگین	متغیرها	مقایسه دو گروه آزمایشی
۰/۰۳	۰/۰۲۶۱۹	*۰/۰۹۲۳۱	تعداد گلبول‌های قرمز	
۰/۰۱۹	۰/۱۱۳۲	*۰/۳۳۸۴	غلظت هموگلوبین	گروه تمرین همزمان (۱) (تناوبی + مقاومتی) گروه تمرین همزمان (۲) (تداومی + مقاومتی)
۰/۰۰۱	۰/۲۶۰۳۶	*۱/۰۴۳۸	مقدار هماتوکریت	

* معنی‌داری در سطح $\alpha < 0/05$

نتایج آزمون شفه نشان می‌دهد بین دو گروه آزمایشی اول و دوم تفاوت معنی‌داری در متغیرهای تعداد گلبول‌های قرمز، غلظت هموگلوبین و مقدار هماتوکریت خون وجود دارد؛ یعنی تمرین همزمان مقاومتی - تناوبی بهتر از تمرین همزمان مقاومتی - تداومی موجب افزایش متغیرهای هماتولوژیک خون پسران غیرورزشکار ۱۴ تا ۱۷ ساله شده است (جدول ۴).

بحث و نتیجه‌گیری

در پژوهش حاضر مشاهده شد که تمرین همزمان مقاومتی - تناوبی و همچنین تمرین همزمان مقاومتی - تداومی در نوجوانان پسر غیرورزشکار ۱۴ تا ۱۷ ساله موجب افزایش معنی‌دار تعداد گلبول‌های قرمز، غلظت هموگلوبین و مقدار هماتوکریت خون شده است. از دیدگاه پژوهشگران عوامل مختلفی در این میان تأثیرگذار است از جمله سن و جنسیت آزمودنی‌ها که می‌تواند نقش مهمی در کسب نتایج پژوهش بازی کند (۱۰، ۱۵-۱۷) یا تغذیه که در بیشتر مطالعات از آن یاد می‌شود (۷، ۱۸-۲۱). برخی دیگر از پژوهشگران نقش آندروژن‌های مؤثر بر متغیرهای هماتولوژیک را یادآور می‌شوند (۷، ۸، ۲۲). به نظر می‌رسد غیر از موارد فوق، نوع، شدت و مدت تمرینات ممکن است تأثیر عمده‌ای در انواع سازگاری‌های مربوط داشته باشد (۷، ۱۵، ۲۳، ۲۴)؛ از این رو، نتایج پژوهش حاضر در مقایسه با مطالعاتی که اثر تمرینات مقاومتی را بر این متغیرها بررسی نموده‌اند، نشان می‌دهد پژوهش حاضر با نتایج مطالعات هیو همخوانی داشته است (۱۱). همچنین نتایج پژوهش حاضر با نتایج پژوهش بوبئوف و همکاران (۲۰۰۹) همخوانی ندارد (۱۰). شاید از دلایل اصلی همخوان نبودن نتایج این دو پژوهش سن آزمودنی‌ها و متغیرهای تمرینی باشد؛ چون در پژوهش حاضر، نوجوانان غیرورزشکار ۱۴ تا ۱۷ ساله مطالعه شده‌اند، در حالی که در پژوهش بوبئوف و همکاران (۲۰۰۹) افراد غیرورزشکار مسن بالای ۶۵ سال مطالعه شدند. این محققان معتقدند تمرینات مقاومتی در افراد جوان‌تر موجب افزایش متغیرهای خونی می‌شود و دلیل بی‌تأثیر بودن

تمرینات مقاومتی بر متغیرهای خون در پژوهش خود را مسن بودن آزمودنی‌ها دانستند (۱۰). البته شاید ذکر این مطلب بی‌ارتباط نباشد که با افزایش سن و به‌ویژه در سالمندی پاسخ‌دهی اریتروپوئیتین به کمبود اکسیژن بافتی به‌کندی صورت می‌گیرد (۱۷). همچنین در پژوهش حاضر تمرین مقاومتی و تمرین استقامتی تناوبی به‌صورت ترکیب شده و موازی در زمان ۸۰ دقیقه به اجرا در آمده است که با پروتکل‌های تمرینی این پژوهشگران از نظر نوع تمرین، شدت و مدت آن متفاوت است.

مقایسه نتایج پژوهش حاضر با نتایج مطالعات پژوهشگرانی که اثر تمرینات هوازی و بی‌هوازی را بر گلبول‌های قرمز، هموگلوبین و هماتوکریت بررسی کرده‌اند، نشان می‌دهد یافته‌های پژوهش با نتایج پژوهش رواسی و همکاران (۱۳۸۲) همخوانی دارد (۱۲). کمبود اکسیژن بافتی، محرکی قوی برای افزایش تعداد گلبول‌های قرمز و هموگلوبین در خون است (۵، ۶). رواسی و همکاران (۱۳۸۲) نشان دادند تمرین تناوبی در شرایط هیپوکسی محیط تمرین می‌تواند به افزایش میزان گلبول‌های قرمز منجر شود. در حقیقت، کم بودن فشار اکسیژن محیط به همراه تمرینات تناوبی شدید سبب شد بافت و سلول‌های بدن با کمبود اکسیژن مواجه شوند (۱۲)، ولی در پژوهش حاضر اگرچه شرایط هیپوکسی در محیط تمرینی حاکم نبوده است، چون آزمودنی‌ها در سن نوجوانی بودند و از سوی دیگر، کم بودن مقادیر استراحتی متغیرهای حمل اکسیژن خون از جمله غلظت هموگلوبین خون و همچنین اجرای ۸۰ دقیقه تمرینات همزمان مقاومتی و تناوبی یا تداومی در هر جلسه به کمبود اکسیژن بافتی منجر شد.

در روند خون‌سازی در مغز استخوان‌ها، به نظر می‌رسد بعد از سن ۲۰ سالگی، مغز استخوان‌های دراز از چربی انباشته شده و دیگر قادر به تولید گلبول‌های قرمز نباشند و بیشتر گلبول‌های قرمز پس از این سن در مغز استخوان‌های غشایی مانند مهره‌ها، جناغ، دنده‌ها و لگن خاصره ساخته می‌شوند. حتی این استخوان‌ها هم با افزایش سن، گلبول قرمز کمتری می‌سازند (۲۵). علاوه بر آن، میزان ترشح تستوسترون (هورمون مؤثر بر افزایش تولید گلبول‌های قرمز و هموگلوبین) بعد از بلوغ در مردان بیشتر از زنان است (۶)؛ بنابراین احتمال دارد از این طریق اختلاف دو جنس دختر و پسر توجیه شود. در پژوهش موسوی زاده و همکاران (۱۳۸۸) دختران و در پژوهش خلایق و همکاران (۱۳۸۰) پسران بالای ۱۹ سال بررسی شدند. این پژوهشگران کاهش معنی‌دار متغیرهای هماتولوژیک را با تمرینات تناوبی یا تداومی نشان دادند (۱۳، ۱۴). یافته‌های پژوهش حاضر با نتایج پژوهش این پژوهشگران متفاوت است. از دلایل احتمالی متفاوت بودن نتایج این پژوهش‌ها را با پژوهش حاضر می‌توان به متغیر جنسیت و سن آزمودنی‌ها و همچنین نوع، مدت و شدت تمرین، آندروژن‌های مؤثر بر

گلبول‌های قرمز و هموگلوبین و وضعیت تغذیه‌ای اشاره نمود. البته ذکر این نکته لازم است که زمان اختصاص داده شده به بازیافت، بعد از آخرین جلسه تمرین که خون‌گیری مرحله پس-آزمون بعد از آن انجام شده، شاید در کسب نتایج پژوهش بی‌تأثیر نباشد؛ زیرا این زمان در پژوهش حاضر بیشتر از ۷۲ ساعت بعد از آخرین جلسه تمرینی بوده است که این میزان بیشتر از پژوهش خلایق و همکاران (۱۳۸۰) است.

همچنین، مقایسه نتایج پژوهش حاضر با نتایج پژوهش‌هایی که تأثیر تمرینات ویژه رشته‌های مختلف ورزشی را بر تعداد گلبول‌های قرمز، هموگلوبین و یا هماتوکریت خون بررسی کرده‌اند، نشان می‌دهد یافته‌های پژوهش حاضر با یافته‌های هانسن و همکاران (۲۰۰۴) همخوانی دارد. در پژوهش مذکور نشان داده شده که افزایش تعداد گلبول‌های قرمز، غلظت هموگلوبین و مقدار هماتوکریت خون نوجوانان فوتبالیست ۱۰ تا ۱۳ ساله به همراه افزایش اکسیژن مصرفی بیشینه ارتباط معنی‌داری با میزان هورمون تستوسترون آن‌ها داشته است که در پژوهش حاضر نیز این ارتباط در هر دو گروه آزمایشی معنی‌دار بوده است (۸).

در پژوهش جکسیموویچ و همکاران (۲۰۰۹) غلظت هموگلوبین و هماتوکریت نوجوانان فوتبالیست، در مقایسه با غیرورزشکاران افزایش معنی‌داری داشته است که با پژوهش حاضر همسو است (۷). از طرف دیگر، نتایج پژوهش حاضر با یافته‌های بویاچف و همکاران (۲۰۰۰) و شوماخر و همکاران (۲۰۰۲) همخوانی ندارد (۹، ۱۵). اگرچه در پژوهش بویاچف و همکاران (۲۰۰۰) آزمودنی‌ها از ورزشکاران نوجوان رشته‌های مختلف بودند، تمرینات شدید به صورت دو جلسه در روز و هفته‌ای پنج روز (۱۰ جلسه در هفته) در طول یک سال به اجرا درآمده است و نتیجه‌گیری می‌کند که تمرینات بسیار شدید و طولانی علاوه بر افزایش کلی حجم خون به همولیز و تخریب گلبول‌های قرمز منجر می‌شود (۹). این نتیجه، در مقایسه با پژوهش حاضر هم از لحاظ متغیرهای تمرینی (نوع، شدت و مدت) و هم از لحاظ مدت بازیافت با پژوهش حاضر متفاوت بوده است. در پژوهش شوماخر و همکاران (۲۰۰۲) نیز آزمودنی‌ها از ورزشکارانی انتخاب شده بودند که هم سابقه طولانی در تمرینات مختلف ورزشی داشتند و هم در سنی بالاتر از پژوهش حاضر بودند. به‌طور کلی می‌توان گفت به‌رغم پژوهش حاضر، در مطالعات این پژوهشگران تمرینات چندین ساله ویژه رشته‌های مختلف روی ورزشکاران رده‌های بین‌المللی، ملی یا منطقه‌ای رشته‌های ورزشی مطالعه شده است (۱۵)؛ بنابراین نوع سازگاری‌ها نیز متفاوت بوده است.

در پژوهش حاضر هشت هفته تمرین همزمان مقاومتی و استقامتی تناوبی و همچنین تمرین همزمان مقاومتی و استقامتی تداومی موجب افزایش معنی‌دار قدرت عضلانی و کاهش معنی‌دار

درصد چربی بدن شده است، در حالی که وزن بدن یا شاخص توده بدن تغییر معنی داری نیافته بود که می تواند نشان دهنده این مهم باشد که در آزمودنی های هر دو گروه آزمایشی، توده عضلانی افزایش یافته است. به علاوه، افزایش ظرفیت هوازی نیز ممکن است نشان دهنده افزایشی در عوامل و ارگانل های اکسیداتیو از جمله میتوکندری ها باشد که در فرآیند هوازی نیاز بیشتری به اکسیژن دارند (۴، ۲۵). هر چند پژوهش حاضر در پی روشن کردن سازوکار اصلی تستوسترون نیست، احتمال دارد افزایش تستوسترون آزاد خون با افزایش توده عضلانی و افزایش گلبول های قرمز و هموگلوبین ارتباط داشته باشد. تستوسترون هورمون اصلی مردان است و عملکردهای مختلفی در مراحل گوناگون زندگی دارد. تستوسترون بسیاری از روند های فیزیولوژیک از جمله متابولیسم و القای سنتز پروتئین عضله و افزایش حجم تار عضلانی، عملکردهای جنسی و شناختی، تنظیم متابولیسم لیپید های پلاسما و استخوان و همچنین تولید گلبول های قرمز را تسهیل می کند (۱۵).

محتوای هموگلوبین خون نشان دهنده مقدار اکسیژن قابل حمل خون است؛ به عبارت بهتر ۹۹٪ اکسیژن به صورت ترکیب با هموگلوبین در خون حمل می شود (۶، ۲۵)؛ بنابراین چنانچه تحت هر شرایطی نیاز اکسیژن بافتی و محتوای اکسیژن قابل حمل خون متعادل نباشد، بدن با افزایش ظرفیت حمل اکسیژن خون یعنی هموگلوبین و گلبول های قرمز به آن پاسخ می دهد (۱۱). در پژوهش حاضر با توجه به سن و مقادیر گلبول های قرمز و هموگلوبین خون استراحتی آزمودنی ها، هشت هفته تمرینات همزمان مقاومتی با استقامتی (تناوبی و تداومی) موجب افزایش تعداد گلبول های قرمز و غلظت هموگلوبین خون و در نهایت هماتوکریت شد. به نظر می رسد عامل اصلی این سازگاری، کمبود اکسیژن بافتی از یک سو و افزایش نیاز به کسب بافتی از سوی دیگر است که با تحریکات مناسب تمرینی ایجاد شده است؛ بنابراین می توان نتیجه گیری کرد که تمرین همزمان مقاومتی و استقامتی تناوبی و همچنین تمرین همزمان مقاومتی و استقامتی تداومی به طور مؤثری قادر به افزایش معنی دار تعداد گلبول های قرمز، غلظت هموگلوبین و مقدار هماتوکریت خون در پسران غیرورزشکار ۱۴ تا ۱۷ ساله می شود؛ از این رو به منظور برخورداری از ویژگی ایده آلی در شاخص های حیاتی هماتولوژیک که در اکسیژن رسانی بافت ها نقش اساسی را ایفا می کنند، باید مد نظر قرار گیرند.

منابع:

1. Faigenbaum, Avery D, 2009, Youth resistance training, updated position statement paper from the national strength and condition association. Journal of strength & conditioning research: voloum23-issue-pp560-579

2. Sandor, dorgo.Gerge A,king.Norma,Candelaria.Julia O ,Bader. Greygory D .Bricky and Carolyn E. Adams,2009, The effect of manual resistance training on fitness in adolescents,Journal strength codres, number :23(8):2287-2294
3. Jeffery A ,Guy. M D and Lyle J , Michel . M D,2001,Strength training for children and adolescents , Journal American Academy of orthopaedic surgeous, Vol. 9, No. 1, January/February 2001, 29-36
۴. رجبی، حمید. گائینی، عباسعلی، آمادگی جسمانی، ۱۳۸۲، انتشارات سمت، تهران: چاپ اول
۵. دیویدسون، هنری، ۱۹۹۱، هماتولوژی انعقاد، ترجمه محمد درخشان، نشر چهر ، تهران، جلد چهارم، ص. ۳۵۴
۶. ادینگتون، دی دبلیو. ادگرتون، وی ار، ۱۳۷۲، بیولوژی فعالیت بدنی، ترجمه حجت الله نیکبخت، انتشارات سمت، تهران : چاپ اول
7. Joksimović, Aleksandar, Stanković, Daniel ,Ilić, Dragan , Joksimović, Ivana, Milorad Jerkan,2009, Hematological Profile of Serbian Youth National Soccer Teams, Journal of Human Kinetics volume 22,51-60
8. Hansen L, Klausen K,2004, Development of aerobic power in pubescent male soccer players related to hematocrit, hemoglobin and maturation. A longitudinal study, Journale Sports Med Phys Fitness. Sep;44(3):219-23
9. Boyadjiev N, Taralov Z. 2000, Red blood cell variables in highly trained pubescent athletes: a comparative analysis, Br J Sports Med. ;34(3):200-4
10. Florian Bobeuf, Mélissa Labonté, Abdelouahed Khalil, and Isabelle J. Dionne ,2009,Effect of Resistance Training on Hematological Blood Markers in Older Men and Women: A Pilot Study
11. Hu,M. Finni,T. Sedliak, M. Zhou, W. Alen, M. Cheng, S. 2008, Seasonal Variation of Red Blood Cell Variables in Physically Inactive Men: Effects of Strength Training, Journal of Sports Med; 29(7): 564-568
۱۲. رواسی، علی اصغر، گائینی، عباس علی، علمیه، علی رضا، ۱۳۸۲، تأثیر تمرینات هیپوکسی اینتروال بر هموگلوبین، هماتوکریت، رتیکولوسیت ها و سلول های قرمز در هنر جویان پسر تربیت بدنی، نشریه حرکت: شماره ۲۲ - ص ۱۲۱ تا ۱۲۵
۱۳. خلاق، کریم، ۱۳۸۰، اثر تمرینات تناوبی هوازی و بی هوازی بر میزان حجم پلاسما، هموگلوبین و هماتوکریت، پایان نامه کارشناسی ارشد ، دانشگاه گیلان

۱۴. موسوی زاده، منیرالسادات، ابراهیم، خسرو، نیکبخت، حجت‌اله، ۱۳۸۸، اثر یک دوره تمرین هوازی منتخب بر شاخص‌های هماتولوژیک دانشجویان دختر، فصل نامه خون، دوره ۶ شماره ۳ (۲۳۱-۲۲۷)

15. Iaf Schumacher, York; Schmid, Andreas; Grathwohl, Dominik; Bultermann, Dirk; Berg, Aloys, 2002, Hematological indices and iron status in athletes of various sports and performances *Medicine & Science in Sports & Exercise*: - Volume 34 - Issue 5 - pp 869-875
16. Evans NA., Current Kuhn CM. 2004, Anabolic Steroids. *Recent Prog Horm Res.*; 57:411-434
17. Westendorp RG, Izaks GJ. 2006, Reference values for anaemia in the elderly *Ned Tijdschr Geneeskd.* 6;150(18):1002-6.
18. Nikolaidis, M.G., Protosygellos M.D., Petridou, A., Tsalis, G., Tsigilis, N., Mougios, V. , 2003, Hematologic and Biochemical Profile of Juvenile and Adult Athletes of Both Sexes: Implications for Clinical Evaluation. *International Journal Sports Med.* 24: 506-511.
19. Amanda M. Wells, MS, RD, Mark D. Haub., James Fluckey, Keith Williams, Ronni Chernoff, and Wayne W. Campbell, 2003, Comparisons of vegetarian and beef-containing diets on hematological indexes and iron stores during a period of resistive training in older men, *J Am Diet Assoc.* 103(5): 594-601.
20. Deakin, V. , 2000, Iron depletion in athletes. In: *Clinical Sports Nutrition*. The McGraw – Hill, New York, 273-310.
21. Unt, E., Kairane, C., Vaher, I. and Zilmer, M. 2008, Red blood cell and whole blood glutathione redox status in endurance-trained men following a ski marathon. *Journal of Sports Science and Medicine*, 7: 344-349.
22. Evans NA. 2004, Current Kuhn CM., *Anabolic Steroids*. *Recent Prog Horm Res.*; 57:411-434
23. Boyadjiev N, Taralov Z. 2000, Red blood cell variables in highly trained pubescent athletes: a comparative analysis, *Br J Sports Med.* ;34(3):200-4
24. Hero, M., Wickman, S., Hanhijärvi, R., Siimes, M., Dunkel, L., 2005, Pubertal upregulation of erythropoiesis in boys is determined primarily by androgen. *J Pediatric.* 146(2): 245-252.

۲۵. گایتون، آرتور. هال، جان ادوارد، ۱۳۸۶، ترجمه حوری سپهری، علی راستگار فرج زاده، نشر اندیشه رفیع، تهران، چاپ دوم



پرویشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی