

حرکت

شماره ۲۲ - ص ص : ۱۳۵ - ۱۲۱

تاریخ دریافت : ۸۳/۰۵/۲۱

تاریخ تصویب : ۸۳/۰۸/۳۰

## تأثیر تمرینات هیپوکسی اینتروال بر هموگلوبین، هماتوکریت، رتیکولوسیت و سلول‌های قرمز خون در هنرجویان پسر تربیت بدنی

دکتر علی اصغر رواسی<sup>۱</sup> - دکتر عباسعلی گائینی - دکتر علیرضا علمیه  
استادیار دانشگاه تهران - دانشیار دانشگاه تهران - استادیار گروه تربیت بدنی دانشگاه آزاد

### چکیده

هدف از اجرای این تحقیق، بررسی تأثیر تمرینات هیپوکسی اینتروال بر برخی عوامل خون همانند هموگلوبین، هماتوکریت، رتیکولوسیت و سلول‌های قرمز خون بوده است. تغییرات مطلوب در عوامل خونی ذکر شده می‌تواند موجب بالا رفتن آمادگی قلبی تنفسی در ورزشکاران گردد و آنها را در اجرای حرکات ورزشی یاری دهد. تمرینات ورزشی طراحی شده در زمینه رشد آمادگی‌های اشاره شده می‌تواند مشرثمر باشد. نمونه آماری این تحقیق را ۳۰ نفر از هنرجویان تربیت بدنی دبیرستان ورزش شهر تهران که در سال تحصیلی ۸۰-۷۹ مشغول به تحصیل بوده‌اند، تشکیل می‌دهند. افراد مورد تحقیق در سه گروه قرار گرفتند. گروه اول ۸ هفته تحت تأثیر دوییدن اینتروال در شرایط عادی، گروه دوم ۸ هفته تحت تأثیر دوییدن اینتروال در شرایط هیپوکسی بودند و گروه سوم به عنوان گروه کنترل هیچ برنامه‌ی تمرینی نداشتند. خونگیری از افراد برای تعیین سطح هموگلوبین، هماتوکریت، رتیکولوسیت و سلول‌های قرمز خون قبل و بعد از تمرینات به عمل آمد. نتایج به دست آمده نشان داد ۸ هفته دوییدن اینتروال اختلاف معنی‌داری را در هموگلوبین، رتیکولوسیت و سلول‌های قرمز خون ایجاد نکرد، اما این اختلاف در مورد هماتوکریت معنی‌دار بود. ۸ هفته دوییدن هیپوکسی، اینتروال در چهار مورد اختلاف معنی‌داری را مشخص ساخت و با مقایسه سه گروه از طریق واریانس یکطرفه مشخص شد که اختلاف معنی‌داری بین سه گروه وجود دارد. تمرینات هیپوکسی اینتروال در مقایسه با دو گروه دیگر موجب افزایش سطح هموگلوبین، هماتوکریت، رتیکولوسیت و سلول‌های قرمز خون شده است.

### واژه‌های کلیدی

اینتروال، هیپوکسی اینتروال، هموگلوبین، هماتوکریت، رتیکولوسیت و سلول‌های قرمز خون

## مقدمه

استقامت قلبی تنفسی یکی از عوامل آمادگی جسمانی است که با تمرینات منظم و هوازی توسعه می‌یابد. برای رسیدن به آمادگی هوازی علاوه بر داشتن قلبی قوی و شش‌هایی با ظرفیت بیشتر باید تغییراتی در خون و در سطح سلولی صورت گیرد (۴).

برای آنکه عوامل خونی درگیر برای انتقال اکسیژن به بافت‌ها بالاتر رود، باید مکانیسم‌هایی در بدن فعال شود تا این امر محقق شود. بالا رفتن هورمون اریثروپوئین، یکی از مواردی است که می‌تواند تولید سلول‌های قرمز خون را تحریک کند. افزایش این هورمون میسر نیست مگر آنکه تحریکی صورت گیرد که تمرین خود نوعی تحریک است. البته هر برنامه‌تمرینی قادر به افزایش هورمون اریثروپوئین نیست. فقط در شرایطی این امکان وجود دارد که بدن با کمبود اکسیژن مواجه باشد یا در ارتفاع بالا به فعالیت هوازی پرداخته شود. محققان به این نتیجه رسیده‌اند که وجود اکسیژن کمتر (هیپوکسی) و تمرین در این شرایط می‌تواند دستگاه قلبی - تنفسی ورزشکار را به ظرفیت بیشتری برساند. در گذشته، کمبود اکسیژن فقط در ارتفاع امکان داشت، ولی امروزه با فراهم کردن این شرایط در آزمایشگاه، ورزشکاران به راحتی می‌توانند به بالاترین سطح آمادگی قلبی تنفسی دست یابند (۲).

هیپوکسی، به معنی رهایش اکسیژن کمتر در بافت‌های بدن است. وقتی اکسیژن کمتری به بدن برسد، تهویه بیشتر شده، ترشح هورمون اریثروپوئین بیشتر و در نتیجه با ادامه این شرایط تولید سلول‌های قرمز خون بیشتر می‌شود. همراه با بالا رفتن سلول‌های قرمز خون، سطوح هموگلوبین، هماتوکریت و شمار رتیکولوسیت نیز به همان نسبت افزایش می‌یابد. بنابراین اجرای تمریناتی که موجب رهایی کمتر اکسیژن در بافت‌ها و رشد مطلوب آمادگی قلبی - تنفسی شود، می‌تواند در اجرای حرکات ورزشی بسیار کمک‌کننده باشد. انواع مختلف تمرینات هیپوکسی اینتروال از این ویژگی برخوردار است. این تمرینات، به منظور سازگاری هرچه بیشتر قلب و شش‌ها طرح‌ریزی شده و به نظر محققان به علت اعمال فشار اضافی و سازگاری‌های فیزیولوژیکی که ایجاد می‌کند، برای آمادگی هوازی بسیار مفید است.

هدف این تحقیق یافتن تأثیر نوعی از تمرینات هیپوکسی اینتروال است که به صورت میدانی اجرا می‌شود. در این روند، عواملی همچون سطح هموگلوبین، هماتوکریت، رتیکولوسیت و

سلول‌های قرمز خون مورد ارزیابی قرار خواهند گرفت. از آنجا که بیشتر فعالیت‌های ورزشی به آمادگی قلبی - تنفسی مطلوب و در سطح بالا نیازمندند، در این پژوهش سعی شده با طرح‌ریزی و اجرای تمرینات هیپوکسی اینتروال و مقایسه آن با تمرینات اینتروال و با اندازه‌گیری برخی متغیرهای بیوشیمیایی، اطلاعات بیشتری در مورد تأثیرات این نوع تمرین در اختیار متخصصان و مربیان ورزشی قرار گیرد.

## روش تحقیق

### الف) آزمودنی‌ها

جامعه آماری این تحقیق را هنرجویان تربیت بدنی شهر تهران تشکیل می‌داد که در مجموع ۹۰ نفر بودند. ۳۰ نفر از آنان به صورت تصادفی به عنوان نمونه تحقیق انتخاب و در سه گروه ۱۰ نفری جایگزین شدند. دو گروه به عنوان گروه تجربی و گروه دیگر به عنوان گروه کنترل مشخص شدند. برای هر سه گروه جهت اندازه‌گیری سطح هموگلوبین، هماتوکریت، سلول‌های قرمز خون و رتیکولوسیت خونگیری شد. گروه کنترل هیچ‌گونه برنامه تمرینی در مدت ۸ هفته نداشتند، اما دو گروه تجربی در این مدت تحت دو نوع برنامه تمرینی متفاوت قرار داشتند. یکی از گروه‌های تجربی دویدهای اینتروال و گروه تجربی دیگر دویدهای هیپوکسی اینتروال را در مدت ۸ هفته تجربه کردند. تمرینات ۳ روز در هفته به مدت ۸ هفته انجام گرفت. در پایان این مدت، خونگیری مجدد انجام گرفت تا با آزمون‌های اولیه مقایسه شود.

### ب) روش تمرین

از آنجا که افراد تحت تاثیر دو برنامه تمرینی اینتروال و هیپوکسی اینتروال بودند، در جداول زیر نحوه انجام تمرینات آورده شده است.

جدول ۱. دویدهای اینتروال

هفته	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸
زمان دویدن	۲/۵	۳	۳/۵	۴	۴/۵	۵	۵	۵
تعداد تکرارها	۵	۵	۵	۵	۵	۵	۶	۷
نسبت کار به استراحت	۲ به ۱	۱ به ۱			۱ به ۱			
کل زمان فعالیت	۱۲/۵	۱۵	۱۷/۵	۲۰	۲۲/۵	۲۵	۳۰	۳۵

برای مثال در هفته اول هر جلسه شامل ۲/۵ دقیقه دویدن در ۵ بار تکرار بود. نسبت کار به استراحت ۱ به ۲ و کل زمان دویدن در هر جلسه ۱۲/۵ دقیقه بود.

جدول ۲. دویدهای هیپوکسی اینتروال

هفته	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸
زمان دویدن	۲/۵	۳	۳/۵	۴	۴/۵	۵	۵	۵
تعداد تکرارها	۵	۵	۵	۵	۵	۵	۶	۷
نسبت کار به استراحت	۲ به ۱	۱ به ۱			۱ به ۱			
کل زمان فعالیت	۱۲/۵	۱۵	۱۷/۵	۲۰	۲۲/۵	۲۵	۳۰	۳۵
تعداد هیپوکسی در هر جلسه	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۳	۳
تعداد قدم‌های هیپوکسی	۳	۳	۴	۴	۵	۵	۶	۶

برای مثال در هفته اول تمام شرایط دویدن با تمرینات اینتروال مشابهت دارد، تنها تفاوت در اعمال شرایط هیپوکسی است. یعنی از هر ۵ تکرار، ۲ تکرار در شرایط هیپوکسی و تعداد قدم‌های هیپوکسی سه گام است. آمادگی بدنی هنرجویان برای اعمال تمرینات اینتروال و هیپوکسی اینتروال در این تحقیق می‌بایست در حد قابل قبولی می‌بود تا بتواند شرایط تمرین را به نحو مطلوب اجرا کند. اعمال دویدهای هیپوکسی اینتروال (کنترل تنفس) با شرایط زیر

انجام گرفت. هنگام دویدن در قدم‌های معینی هنرجویان هوا را وارد ریه‌ها کرده، سپس در قدم‌های مشخص بعدی هوا را حبس و سرانجام در قدم‌های بعدی هوا را از ریه‌ها خارج ساختند و این کار را براساس برنامه تمرینی تکرار کردند. قدم‌ها از سه گام شروع و با پیشرفت تمرینات تا شش گام ادامه یافت. در هر جلسه  $\frac{1}{4}$  تا حداکثر نصف تمرین به تمرینات هیپوکسی اختصاص یافت، چراکه کمبود اکسیژن بیش از این مقدار برای بدن ضرر داشته و عواقبی نیز برای ورزشکار به دنبال دارد (۱).

### ج) اندازه‌گیری متغیرهای خونی

متغیرهای خونی مورد سنجش در تحقیق حاضر شامل هموگلوبین، هماتوکریت، رتیکولوسیت و سلول‌های قرمز خون بودند که قبل و بعد از اعمال تمرین اندازه‌گیری شدند. همه این عوامل خونی در ارتباط با حمل اکسیژن به بافت‌ها و بالا بردن آمادگی قلبی - تنفسی ورزشکاران بسیار حائز اهمیت‌اند (۵).

### د) روش آماری

برای مقایسه سه گروه از روش تحلیل واریانس (نسبت F) استفاده شد. سپس از طریق آزمون تاکی مشخص شد که کدام یک از گروه‌ها با هم تفاوت معنی‌داری دارند. همچنین از آزمون t همبسته برای یافتن تأثیر ۸ هفته دویدن اینتروال و هیپوکسی اینتروال در چهار عامل استفاده شد. در همه موارد یاد شده، مقدار خط  $0/05$  در نظر گرفته شد ( $\alpha = 0/05$ ) (۳).

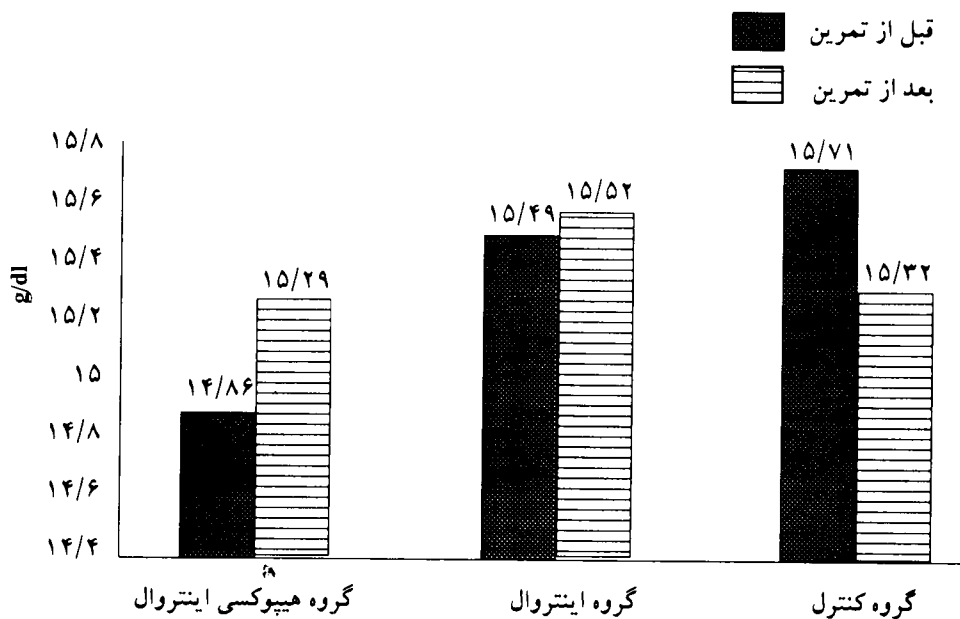
## نتایج و یافته‌های تحقیق

هنرجویان تربیت بدنی شهر تهران در دو گروه تجربی و گروه کنترل دارای میانگین و انحراف استاندارد سن، قد و وزن به شرح جدول ۳ بودند.

جدول ۳. مشخصات جسمانی آزمودنی‌ها (میانگین انحراف استاندارد)

آزمودنی‌ها	تعداد	سن (سال)	قد (سانتی‌متر)	وزن (کیلوگرم)
گروه تجربی (اینتروال)	۱۰	$18/5 \pm 1/06$	$172/4 \pm 7/53$	$64/2 \pm 13/62$
گروه تجربی (هیپوکسی اینتروال)	۱۰	$18/9 \pm 0/7$	$176 \pm 5/96$	$72/8 \pm 14/08$
گروه کنترل	۱۰	$18/4 \pm 0/8$	$178/7 \pm 8/74$	$68/2 \pm 8/71$

۱- هموگلوبین: با مقایسه میانگین گروه‌ها در زمینه هموگلوبین قبل و بعد از اعمال تمرین از طریق نمودار ستونی، مشخص شد که میانگین گروه کنترل از ۱۵/۷۱ به ۱۵/۳۲ گرم در دسی لیتر کاهش، و میانگین گروه تجربی که تمرینات اینتروال را انجام دادند از ۱۵/۴۹ به ۱۵/۵۲ گرم در دسی لیتر افزایش یافت. همچنین میانگین گروه تجربی که تمرینات هیپوکسی اینتروال را انجام دادند از ۱۴/۸۶ به ۱۵/۲۹ گرم در دسی لیتر افزایش پیدا کرد. آزمون  $t$  همبسته برای مقایسه پیش‌آزمون با پس‌آزمون گروه اینتروال مشخص ساخت که در زمینه هموگلوبین اختلاف معنی‌داری وجود ندارد. ( $t = ۰/۱۶$  محاسبه)، در حالی که در گروه هیپوکسی اینتروال این اختلاف معنی‌دار است ( $t = ۳/۵۵$  محاسبه).



نمودار ۱. میانگین‌های هموگلوبین خون سه گروه قبل و بعد از اعمال ۸ هفته تمرین (g/dl)

از نظر آمار استنباطی نیز اختلاف معنی‌داری ( $P = ۰/۰۲۳$ ) در مورد هموگلوبین بین سه گروه مشخص شد ( $F = ۴/۳۱$  محاسبه). آزمون تاکی در سطح معنی‌دار ۰/۰۵ مشخص کرد که این اختلاف بین گروه هیپوکسی اینتروال با گروه کنترل است و اختلاف بین گروه هیپوکسی

اینتروال با گروه اینتروال معنی دار نیست. اختلاف گروه اینتروال با گروه کنترل نیز معنی دار نبود (جدول ۴).

جدول ۴. اختلاف میانگین‌های هموگلوبین خون سه گروه قبل و بعد از اعمال ۸ هفته تمرین (g/DL)

Sig	P.value	df	F.value	SE	mean	شاخص‌ها
						متغیرها
است	۰/۰۲۳	۲۹	جدول ۳/۳۵ ۴/۳۱ مشاهده	± ۰/۲۶	۰/۳۹	تفاضل کنترل
				± ۰/۱۸	-۰/۳۰	تفاضل اینتروال
				± ۰/۱۲	-۰/۴۳	تفاضل هیپوکسی اینتروال

۲- هماتوکریت: با مقایسه میانگین گروه‌ها در مورد هماتوکریت قبل و بعد از اعمال تمرین از طریق نمودار ستونی، مشخص شد که میانگین گروه کنترل از ۴۴/۹۲ به ۴۵/۱۷ درصد افزایش یافته است. میانگین گروه تجربی اینتروال از ۴۳/۸۵ به ۴۴/۴۷ درصد افزایش و میانگین گروه هیپوکسی اینتروال از ۴۳/۰۲ به ۴۵/۰۸ رسیده است. آزمون t همبسته برای مقایسه پیش‌آزمون و پس‌آزمون گروه اینتروال مشخص ساخت که در زمینه هماتوکریت اختلاف معنی‌داری وجود دارد ( $t = ۲/۰۶$  محاسبه). در گروه هیپوکسی اینتروال هم اختلاف معنی‌داری بود ( $t = ۵/۵۰$  محاسبه).

قبل از تمرین  بعد از تمرین 



نمودار ۲. میانگین‌های هماتوکریت خون سه گروه قبل و بعد از اعمال ۸ هفته تمرین (درصد)

با استفاده از آمار استنباطی نیز اختلاف معنی داری ( $P = ۰/۰۳۹$ ) در مورد هماتوکریت بین سه گروه مشخص گردید ( $P = ۳/۶۶$ ). آزمون تاکی در سطح معنی دار  $۰/۰۵$  نشان داد که این اختلاف بین گروه هیپوکسی اینتروال با کنترل بوده و اختلاف بین گروه هیپوکسی اینتروال با گروه اینتروال معنی دار نیست. اختلاف گروه اینتروال با گروه کنترل نیز معنی دار نبود (جدول ۵).

جدول ۵. اختلاف تأثیر تمرینات اینتروال و هیپوکسی اینتروال روی هماتوکریت خون

Sig	P.value	df	F.value	SE	mean	شاخص‌ها متغیرها
			جدول ۳/۳۵	$\pm ۰/۳۷$	-۰/۲۵	تفاضل کنترل
است	۰/۰۳۹	۲۹	۳/۶۶ مشاهده	$\pm ۰/۳۸$	-۰/۶۲	تفاضل اینتروال
				$\pm ۰/۶۵$	-۲/۰۶	تفاضل هیپوکسی اینتروال

سلول‌های قرمز خون: با مقایسه میانگین گروه‌ها در مورد سلول‌های قرمز خون قبل و بعد از اعمال تمرین از طریق نمودار ستونی، مشخص شد که میانگین گروه کنترل از  $۵/۴۱$  به  $۵/۳$  میلیون در هر میلی‌متر مکعب کاهش و میانگین گروه تجربی اینتروال از  $۵/۵۳$  به  $۵/۴۸$  میلیون در هر میلی‌متر مکعب کاهش یافته است. و میانگین گروه هیپوکسی اینتروال از  $۵/۳۵$  به  $۵/۶۵$  میلیون در هر میلی‌متر مکعب افزایش یافته است.

آزمون  $t$  همبسته برای مقایسه پیش‌آزمون و پس‌آزمون گروه اینتروال مشخص ساخت که در زمینه سلول‌های قرمز خون اختلاف معنی دار نبود ( $t = ۰/۵۰$  محاسبه).





نمودار ۳. میانگین‌های گلبول‌های قرمز خون سه گروه قبل و بعد از اعمال ۸ هفته تمرین

(میلیون در یک میلی‌متر مکعب)

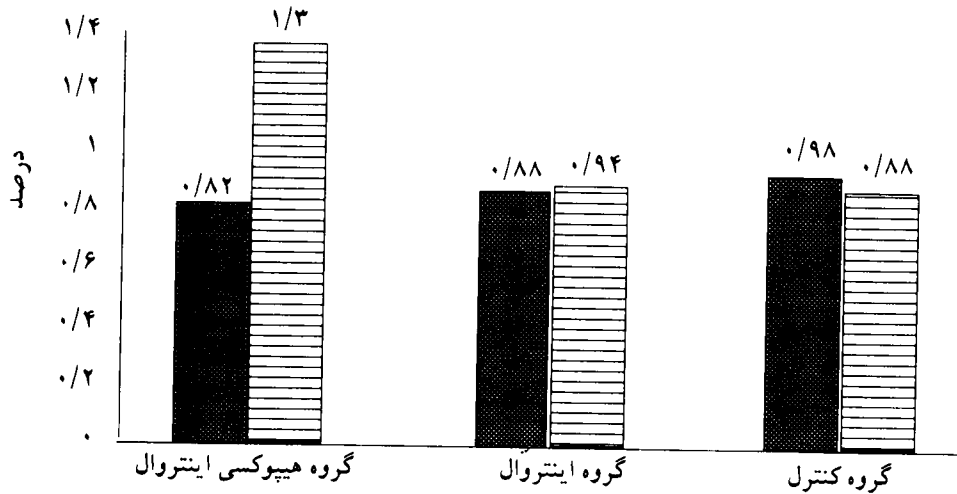
با استفاده از آمار استنباطی نیز اختلاف معنی‌داری ( $P = 0/00$ ) در مورد تعداد گلبول‌های قرمز خون بین سه گروه مشخص شد ( $F = 8/92$  محاسبه شده). آزمون تاکی هم نشان داد که این اختلاف بین گروه تجربی هیپوکسی اینتروال با دو گروه دیگر است، اما اختلاف بین گروه اینتروال با گروه کنترل معنی‌دار نیست (جدول ۶).

جدول ۶. اختلاف تأثیر تمرینات اینتروال و هیپوکسی اینتروال روی گلبول‌های قرمز خون

Sig	P.value	df	F.value	SE	mean	شاخص‌ها / متغیرها
			جدول ۵/۴۹	$\pm 0/07$	۰/۱۰	تفاضل کنترل
است	۰/۰۰	۲۹	۸/۹۲ مشاهده	$\pm 0/09$	۰/۰۴	تفاضل اینتروال
				$\pm 0/04$	-۰/۲۹	تفاضل هیپوکسی اینتروال

رتیکولوسیت : با مقایسه میانگین گروه‌ها در مورد شمار رتیکولوسیت قبل و بعد از اعمال تمرین از طریق نمودار ستونی، مشخص شد که میانگین گروه کنترل از ۰/۹۸ به ۰/۸۸ درصد کاهش، میانگین گروه تجربی اینتروال از ۰/۸۸ به ۰/۹۴ درصد افزایش، و میانگین گروه هیپوکسی اینتروال از ۰/۸۲ به ۲/۳ درصد افزایش یافته است. آزمون t همبسته برای مقایسه پیش آزمون با پس آزمون گروه اینتروال مشخص ساخت که در زمینه رتیکولوسیت اختلاف معنی دار نیست ( $t = ۰/۳۳$  محاسبه). اما در مورد گروه هیپوکسی اینتروال اختلاف معنی دار است ( $t = ۳/۵۲$  محاسبه).

قبل از تمرین  بعد از تمرین 



نمودار ۴. میانگین‌های رتیکولوسیت خون سه گروه قبل و بعد از اعمال ۸ هفته تمرین (درصد)

استفاده از آمار استنباطی نیز اختلاف معنی داری ( $P = ۰/۰۱۴$ ) در مورد رتیکولوسیت بین سه گروه نشان داد ( $F = ۵/۰۱$  محاسبه شده). آزمون تاکی هم مشخص کرد که این اختلاف بین گروه هیپوکسی اینتروال با گروه کنترل بوده و اختلاف بین گروه هیپوکسی اینتروال با گروه کنترل معنی دار نیست. اختلاف گروه اینتروال با گروه کنترل نیز معنی دار نبود (جدول ۷).

جدول ۷. اختلاف گروه اینتروال با گروه کنترل

Sig	P.value	df	F.value	SE	mean	شاخص‌ها متغیرها
			جدول ۳/۳۵	$\pm 0/16$	0/11	تفاضل کنترل
است	0/014	29	5/01 مشاهده	$\pm 0/18$	-0/06	تفاضل اینتروال
				$\pm 0/13$	-0/48	تفاضل هیپوکسی اینتروال

### بحث و نتیجه گیری

نتایج آماری نشان داد که ۸ هفته دوییدن هیپوکسی اینتروال در مقایسه با گروه اینتروال موجب بروز تغییرات مشخصی در هموگلوبین، هماتوکریت، سلول‌های قرمز خون و رتیکولوسیت شده است. ۸ هفته دوییدن اینتروال موجب افزایش هموگلوبین، هماتوکریت، و کاهش سلول‌های قرمز خون شده است که این اختلافات معنی دار نیست. با توجه به اینکه دوییدن‌های هیپوکسی اینتروال شرایطی همانند ارتفاع برای افراد به وجود آورده و فرد هنگام فعالیت با کمبود اکسیژن مواجه بوده است. در نتیجه سیستم انتقال اکسیژن تحت تأثیر قرار گرفته و عوامل خونی خود را با این شرایط سازگار کرده‌اند. در واقع، کاهش اکسیژن حاصل از کم تهویه‌ای به صورت عامل فشار عمل کرده و توانسته است تغییرات فیزیولوژیک مطلوب در بدن ایجاد کند. در بررسی اعداد و ارقام تحقیق نیز برتری دوییدن‌های هیپوکسی اینتروال در تغییر عوامل خونی کاملاً مشخص و بارز است. میانگین هموگلوبین در گروه هیپوکسی اینتروال از ۱۴/۸۶ به ۱۵/۲۹ گرم در دسی لیتر و در گروه اینتروال از ۱۵/۴۹ به ۱۵/۵۲ رسیده است.

تمرینات هیپوکسی اینتروال موجب افزایش قابل توجهی در سطح هموگلوبین افراد گردیده که نشان می‌دهد مقدار حمل اکسیژن توسط خون افزایش یافته است. نتایج این تحقیق در مورد سطح هموگلوبین خون با نتایج تحقیق کوزلف<sup>۱</sup> نشان داد هموگلوبین در آزمودنی‌هایی که در

شرایط هیپوکسی تمرین می‌کنند افزایش می‌یابد (۷) و فرتی<sup>۱</sup> و همکاران که نشان دادند هموگلوبین در شرایط هیپوکسی با کار کردن روی دو چرخه کارسنج بر روی ۶ آزمودنی افزایش می‌یابد (۶)، هماهنگی دارد.

یکی دیگر از عوامل خونی مورد بررسی و تحقیق، هماتوکریت است. عاملی که در خون حجم کل سلول‌های قرمز خون به تمام حجم خون را نشان می‌دهد. میانگین هماتوکریت در گروه هیپوکسی اینتروال از  $43/02$  به  $45/08$  و در گروه اینتروال از  $43/85$  به  $44/47$  درصد رسیده است.

تمرینات هیپوکسی اینتروال است افزایش معنی‌دار در سطح هماتوکریت خون افراد شده که نشان می‌دهد حجم کل سلول‌های قرمز به تمام حجم خون افزایش یافته است. نتایج این تحقیق در مورد هماتوکریت با نتایج فرتی و همکاران که نشان دادند هماتوکریت در شرایط هیپوکسی با کار روی دو چرخه کارسنج افزایش می‌یابد (۶) و تاکیوچی و همکاران که نشان دادند ۵ هفته تمرین هیپوکسی شناگران موجب افزایش زیاد تعداد هماتوکریت در پایان هفته پنجم می‌شود (۴)، هماهنگ است.

درصد رتیکولوسیت، عامل خونی دیگری است که تعداد گلبول‌های قرمز تازه تشکیل شده را نشان می‌دهد. هرچه درصد تشکیل گلبول‌های قرمز تازه مطلوب باشد، فرد می‌تواند به راحتی اکسیژن را به بافت‌ها برساند. اعداد و ارقام تحقیق مشخص می‌سازد که در گروه هیپوکسی اینتروال میانگین گروه از  $0/82$  به  $1/3$  درصد افزایش و در گروه اینتروال از  $0/88$  به  $0/94$  درصد تغییر یافته است.

تمرینات هیپوکسی اینتروال موجب افزایش معنی‌داری در شمار رتیکولوسیت‌ها شده که نشان می‌دهد درصد گلبول‌های قرمز خون تازه تشکیل شده بالاتر رفته است. نتایج این تحقیق در مورد رتیکولوسیت با نتایج فیل اولین و همکاران که نشان دادند رتیکولوسیت در طی ۷ روز تمرین در شرایط هیپوکسی افزایش می‌یابد و اشمیت<sup>۲</sup> و همکاران که نشان دادند درصد رتیکولوسیت متعاقب تمرین هیپوکسی بعد از تمرینات زیر بیشینه افزایش می‌یابد (۱)،

هماهنگ است.

هرچه تعداد سلول‌های قرمز خون بالاتر رود، در نقل و انتقال اکسیژن می‌تواند نقش داشته باشد. نتایج آماری مشخص می‌سازد که در گروه هیپوکسی اینتروال میانگین این سلول‌ها از ۵/۳۵ به ۵/۶۵ میلیون در هر میلی‌متر مکعب افزایش یافته، در حالی که میانگین گروه اینتروال کاهش از ۵/۵۳ به ۵/۴۸ میلیون در میلی‌متر مکعب داشته است.

تمرینات هیپوکسی اینتروال موجب افزایش معنی‌داری در تعداد گلبول‌های قرمز خون شده که نشان می‌دهد تعداد گلبول‌های قرمز خون بالاتر رفته است. نتایج این تحقیق در مورد گلبول‌های قرمز خون با نتایج فیل اولین<sup>۱</sup> و همکاران که نشان دادند هیپوکسی تشکیل گویچه‌های سرخ خون را به طور معنی‌دار افزایش می‌دهد (۸) و روسکو<sup>۲</sup> و همکاران که نشان دادند تمرین در شرایط دریا با کمبود اکسیژن به عنوان محرک موجب افزایش در سلول‌های قرمز خون می‌شود (۹).

آقای ساوری<sup>۳</sup> و همکاران که نشان دادند افزایش معنی‌دار در سلول‌های قرمز خون در شرایط هیپوکسی به وقوع می‌پیوندد (۱۰)، هماهنگ است.

در نتیجه‌گیری علمی می‌توان گفت باتوجه به تغییرات به وجود آمده در افرادی که دویدهای هیپوکسی اینتروال را تمرین کردند و سیستم انتقال اکسیژن توسط این برنامه بهتر تقویت شده است، می‌توان اینگونه تمرینات را در برنامه کاری ورزشکاران به کار گرفت و انتقال اکسیژن به بافت‌ها را تسهیل کرد.

## منابع و مأخذ

- ۱- رحیمی، علیرضا. "تمرین‌های کنترل تنفس (هیپوکسی) در شنا". نشریه فدراسیون پزشکی ورزشی، ۱۳۷۸.
- ۲- رواسی، علی‌اصغر. "آمادگی جسمانی"، دفتر برنامه‌ریزی آموزش‌های فنی

و حرفه‌ای، ۱۳۷۹.

۳- سنت بی وین. "آمار در تربیت بدنی و علوم ورزشی"، ترجمه وازگن میناسیان، انتشارات

سازمان تربیت بدنی، ۱۳۷۸.

۴- شارکی براین. "فیزیولوژی آمادگی جسمانی"، ترجمه بهروز زاله دوست ثانی،

محمدرضا دهخدا، انتشارات وزارت آموزش و پرورش، ۱۳۷۲.

۵- گایتون، آرتور. "فیزیولوژی پزشکی"، ترجمه فرخ شادان، انتشارات شرکت سهامی

چهر، ۱۳۶۵.

6- Ferretti - G., Boutellier - u, pendergast - DR, Moia - c, minetti - AE, Howald - H, diprrampero - pe. "Oxygen transport system before and after exposure to chronic hypoxia". Inty sports Med 1990 Feb; 11 suppl 1: PP: 215-20.

7- Kozolov - SA: "Adaptation to hypoxia as a factor enhancing work capacity". Resten ross akad med nauk 1997; (5): PP: 46-50.

8- Piehl Aulin - k, suedenhaj, wide - L, Berglund - B. Saltin - B. "Short - tern intermittent normobaric hypoxia - haematological". Physiological and mental effects. Scand J Med sci sport 1998 Jun; 8(3):PP : 132-7.

9- Ruskoh - H. K, Tikkanen - H, paarolainen - L, Hamalainen - I. Kalliokoskik - puranen - A. "VO<sub>2</sub>max, Epo and Red Cell Mass Unrelated in Trained Athletes". Medicine and science in sports and exercise, 1999, 3(15), supplement abstract 277 .

10- Savourey - G, Garcia - N, Besnard - Y, Guinet - A, Hanniguet - AM, Bihel - J. Pre - adaptation, "Adaptation and de - adaptation to high altitude in humans: cardio - ventilatory and haematological changes". Eur J Appl physiol 1996; 73 (6): PP: 529-35.

11- Schmidt - W, Eckardt - ku, itilgendor F-A, strauch S, Bauer - C.

"Effects of maximal and submaximal exercise under normoxic and hypoxic conditions on serum erythropoietin level". Int J sports Med 1991 Oct; 12 (5): PP: 457-61.

