

حرکت

سال اول - شماره ۲ - پاییز ۱۳۷۸

ص ص ۴۱-۵۱

## بررسی تأثیر تمرینات هوازی منتخب به مدت ۸ هفته، بر عملکرد استقامتی موش‌های آزمایشگاهی، در محیط آلوده و محیط غیر آلوده

دکتر اصغر خالدان، دکتر حمید رجبی

دانشیار دانشگاه تهران، استادیار دانشگاه تربیت معلم

### چکیده

برای بررسی تأثیر تمرینات هوازی کوتاه مدت، بر عملکردهای استقامتی موش‌های آزمایشگاهی و نقش آلودگی هوا بر آن، تعداد ۲۰ موش صحرایی آزمایشگاهی، در ۲ گروه مورد مطالعه قرار گرفتند. موش‌های گروه اول، در اتاق غیر آلوده و موش‌های گروه دوم، در اتاقی که در دو نوبت از روز به وسیله یک دستگاه موتور سیکلت آلوده می‌شد، قرار گرفتند. غلظت منواکسیدکربن، دی اکسید گوگرد و هیدروکربن‌های نسوخته در اتاق آلوده، به ترتیب ۴۲، ۰/۳۸ و ۶۱ قسمت در میلیون (ppm)<sup>(۱)</sup> بود. موش‌های هر دو گروه، روزانه در دو نوبت صبح و عصر، ۶ روز در هفته، به مدت ۸ هفته به تمرین هوازی منتخب روی دستگاه نوارگردان پرداختند.

متغیرهایی که در این پژوهش، مورد بررسی قرار گرفتند، تغییر ظرفیت استقامتی، پس از ۸ هفته تمرین در دو محیط و مقایسهٔ آزمون استقامت نهایی در محیط آلوده و غیرآلوده بود. نتایج تحقیق، افزایش قابل توجه و مشابهی را در ظرفیت استقامت هر دو گروه، پس از ۸ هفته تمرین نشان داد ( $p < 0/001$ ) همچنین، هنگامی که آزمون استقامت در محیط آلوده انجام گرفت، زمان کمتری را در مقایسه با محیط غیرآلوده، نشان داد ( $p < 0/028$ ) اما تفاوت معنی‌داری در زمان آزمون استقامت نهایی دو گروه، وقتی که آزمون در محیط آلوده اجرا شد، مشاهده نگردید. نتایج این تحقیق، نشان داد که تمرین هوازی حتی در کوتاه مدت، باعث افزایش ظرفیت هوازی موش‌ها می‌شود و آلودگی هوا نمی‌تواند این تأثیر را مختل کند.

## واژه‌های کلیدی:

آلودگی هوا، تمرینات هوازی، ظرفیت استقامتی

## مقدمه

ره آورد زندگی صنعتی و ماشینی قرن اخیر، آلودگی محیط زیست است و آلودگی هوا نیز یکی از مشکلات حاصل از این نوع زندگی است. دود یا ابر تیره‌ای که در بالای بسیاری از شهرهای پرجمعیت جهان دیده می‌شود نیز نشان دهندهٔ همین موضوع است. ارزش حیاتی هوا باعث گردیده تا نگرانی زیادی در مورد آلودگی آن به وجود آید و تحقیقات گسترده‌ای دربارهٔ اثرات مخرب آن، بخصوص بر سلامتی انسان و موجودات دیگر، انجام گیرد (۵، ۲۲، ۲۹).

برخی از اثرات حاد آلودگی هوا، مانند تغییرات ریوی و دستگاه انتقال اکسیژن، باعث شده است تا محققان علوم ورزشی نیز اثرات مخرب آلودگی هوا را بر اجراهای ورزشی، مورد بررسی و مطالعه قرار دهند. نتایج تلاش این محققان نشان داده است که ظرفیت استقامت در محیط‌های آلوده، کمتر است و هر چه شدت آلودگی بیشتر باشد، اختلال در ظرفیت استقامت نیز بیشتر است (۱۰، ۳۰، ۱۵، ۲۶، ۴، ۱۶).

تأثیر آلاینده‌های هوا، بر کاهش عملکردهای استقامتی، متفاوت است. بعضی از آلاینده‌ها مانند منواکسیدکربن به علت ایجاد ترکیب کربوکسی هموگلوبین، سیستم انتقال اکسیژن را مختل

می‌کنند (۱۰) و بعضی دیگر از آنها، مانند ازن، دی اکسید گوگرد و دی اکسید نیتروژن، باعث محدودیت سیستم ریوی می‌شوند (۱۳ و ۲). بنابراین، با توجه به تحقیقات انجام گرفته، هیچ مشکلی وجود ندارد که اثرات حاد آلودگی هوا روی دستگاه تنفسی و دستگاه انتقال اکسیژن، باعث اختلال اجزای ورزشی، حین تمرین و مسابقه می‌شود (۴ و ۱۸ و ۳۱).

کاملاً مشخص شده است که حتی چند هفته تمرین استقامتی در انسان یا حیوانات آزمایشگاهی، سازگارهای شیمیایی - بافتی خاصی را ایجاد می‌کند که حداکثر اکسیژن مصرفی و در نتیجه عملکردهای استقامتی را افزایش می‌دهد (۱، ۷، ۹، ۱۹، ۲۰، ۲۱، ۲۷). اما مشخص نیست که نقش آلودگی هوا در این سازگاری چیست. بنابراین هدف از این تحقیق مقایسه ظرفیت استقامتی به دست آمده، پس از ۸ هفته تمرین هوازی در موش‌های آزمایشگاهی، در دو محیط آلوده و غیر آلوده بود.

### مواد و روش‌ها

روش و طرح تحقیق: برای بررسی تأثیر فعالیت هوازی، در دو مدت ۸ هفته در محیط آلوده و غیر آلوده، بر ظرفیت استقامتی موش‌های صحرایی آزمایشگاهی، این تحقیق به روش تجربی با دو گروه (گروه تجربی ۱ و گروه تجربی ۲) طراحی گردید. طرح تحقیق، به این صورت بود که موش‌های گروه تجربی ۱ (گروه اول) در محیط غیر آلوده، تحت پوشش یک برنامه تمرین هوازی منتخب به مدت ۲ ماه قرار گرفتند و گروه تجربی ۲ (گروه دوم) همین برنامه را در محیط آلوده شبیه به روزهای بسیار آلوده تهران، به اجرا در آوردند.

بعد از گذشت یک هفته، که موش‌ها با دستگاه نوارگردان و دویدن روی آن آشنا شدند، آزمون اولیه استقامت از آنها به عمل آمد و زمان به دست آمده یادداشت گردید. پس از پشت سر گذاشتن ۸ هفته تمرین هوازی دوباره آزمون استقامت به همان روش اولیه، یک بار در محیط غیر آلوده و بار دیگر در محیط آلوده از آنها به عمل آمد و نتایج، مورد مقایسه و تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

نمونه آماری: تعداد ۲۰ موش صحرایی آزمایشگاهی نر از نوع ویستار<sup>(۱)</sup> و بالغ (۳ ماهه) که توسط انستیتو پاستور، تکثیر و پرورش یافته بودند و تا آن زمان، هیچ گونه تحقیقی روی آنها

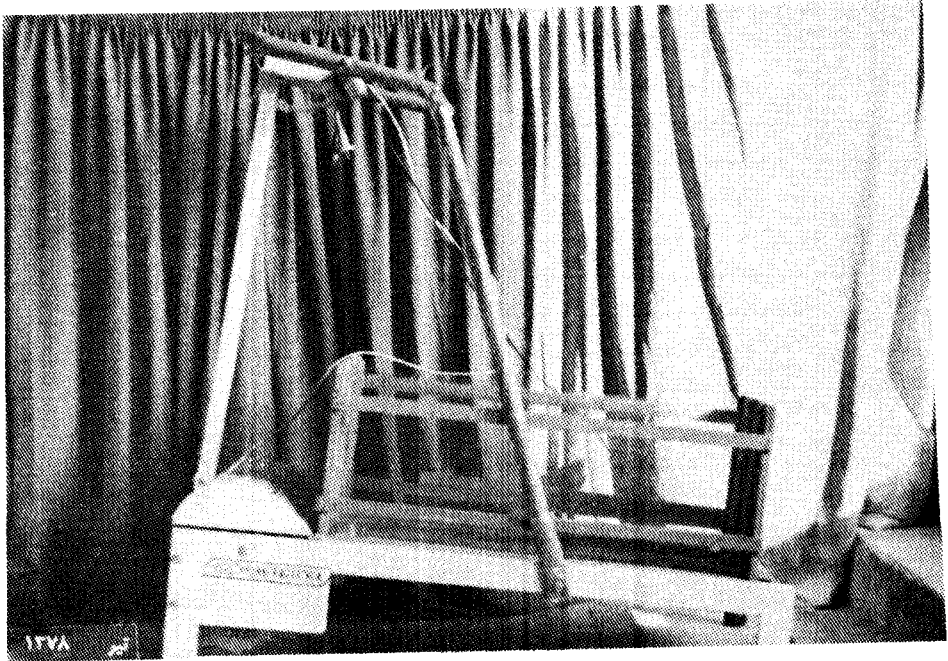
انجام نگرفته بود، تهیه و به روش تصادفی به دو گروه تقسیم شدند و به عنوان نمونه‌های آماری تحقیق، مورد مطالعه قرار گرفتند. گروه اول، برنامه تمرین را در محیط غیرآلوده و گروه دوم، این برنامه را در محیط آلوده اجرا کردند. برای مشخص کردن هر یک از موش‌ها، از رنگ آمیزی متنوع با ماژیک غیروایت برد، در قسمت سر و بالای دم آنها استفاده شد.

چگونگی ایجاد هوای آلوده: با روشن گذاشتن یک دستگاه موتور سیکلت در یک اتاق کوچک به اندازه حدود ۱۷/۵ متر مکعب، آلاینده‌های حاصل از سوختن بنزین سرب‌دار، از طریق اگزوز وارد هوای اتاق می‌شد و با کنترل میزان گشودگی در و پنجره اتاق، میزان آلودگی آن، در حد مورد انتظار یعنی شش روزهای بسیار آلوده تهران، به حالت تعادل می‌رسید. برای تعیین میزان آلودگی اتاق، از دستگاه‌های قابل حمل و سنجش و نمونه‌برداری آلاینده‌های هوا متعلق به آزمایشگاه مرکزی سازمان حفاظت محیط زیست و کارشناسان این سازمان، بهره گرفته شد. غلظت آلاینده‌ها در هوای اتاق، پس از ۱۵ دقیقه از روشن شدن موتورسیکلت به تعادل رسید و مقدار آن برای منواکسید کربن ۴۲ppm و برای دی‌اکسید گوگرد ۳۸ppm/۰ و برای هیدروکربن‌های سوخته ۶۱ppm تعیین شد که به ترتیب ۴/۷، ۲/۷ و ۲۵۴ برابر حد مجاز آنها با توجه به استانداردهای جهانی بود. ۱۵ دقیقه قبل از شروع برنامه تمرین، موتورسیکلت روشن و پس از پایان برنامه تمرین، خاموش می‌شد.

برنامه تمرین: برنامه تمرین، دویدن روی نوارگردان با سرعت ثابت ۲۲/۶۵ متر در دقیقه و شیب ۱۰ درصد بود که روزی ۲ نوبت، صبح و بعدازظهر و ۶ روز در هفته و به مدت ۸ هفته انجام گرفت. برنامه تمرین، پس از گذشتن یک هفته که موش‌ها با دستگاه و دویدن تدریجی روی آن آشنا شدند و آزمون اولیه استقامت از آنها گرفته شد، آغاز گردید. مدت دویدن در هر جلسه روز اول، ۱۰ دقیقه بود و پس از آن روزانه ۱ دقیقه به آن اضافه شد تا در روز یازدهم به ۲۰ دقیقه رسید. از آن پس، هر روز نیم دقیقه به مدت دویدن اضافه شد و این روش تا پایان هفته هشتم ادامه یافت به طوری که در روز آخر، مدت دویدن به ۳۸/۵ دقیقه در هر جلسه رسید. مجموع زمان تمرین و مسافت طی شده روی نوارگردان، پس از ۸ هفته، ۲۵۱۳ دقیقه و ۵۶۹۱۹/۵ متر بود.

روش جمع‌آوری اطلاعات: برای تعیین زمان آزمون استقامت تا رسیدن به خستگی که در ابتدا و پس از پایان برنامه تمرین در هفته نهم اجرا شد، از دور تند دستگاه استفاده شد.

سرعت دستگاه ۳۴ متر در دقیقه و شیب آن ۱۰ درصد بود و هنگامی که موش‌ها نتوانستند به مدت ۲ دقیقه همراه با سرعت نوارگردان بدونند. دستگاه خاموش و زمان به دست آمده، به عنوان نتیجهٔ آزمون، ثبت شد. شکل ۱ دستگاه نوارگردان مورد استفاده در این تحقیق را نشان می‌دهد.



شکل ۱- نوارگردان مورد استفاده برای تمرین دادن موش‌های تحقیق

روش آماری: در قسمت آمار توصیفی این تحقیق از شاخص میانگین و انحراف استاندارد و رسم نمودارها، بهره گرفته شد و در قسمت آمار استنباطی، برای مقایسهٔ بین دو گروه، از آزمون  $t$  استفاده شد. همچنین، همهٔ محاسبات آماری با استفاده از رایانه و نرم افزارهای *spss* و *harvard graph* انجام گرفت.

## یافته‌های تحقیق

جدول ۱ و ۲ مشخصات موش‌ها و نتیجهٔ آزمون اولیه و آزمون نهایی در محیط سالم و آلوده را همراه با میانگین و انحراف استاندارد آنها، نشان می‌دهد.

جدول ۱: مشخصات موش‌های گروه اول همراه با نتایج آزمون استقامت اولیه و نهایی در آنها

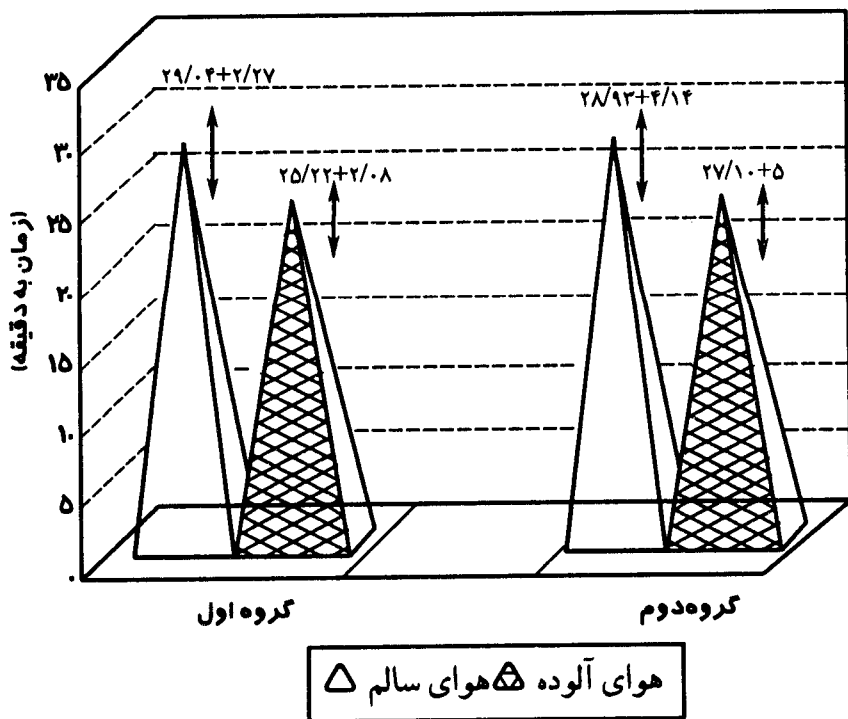
ردیف	مشخصات	کد	نتیجهٔ آزمون استقامت (دقیقه)		
			اولیه	نهایی در محیط سالم	نهایی در محیط آلوده
۱	سرمشکی - دم سبز	A <sub>۱</sub>	۱۱/۵	۲۷/۵	۲۲/۵
۲	سرمشکی - دم آبی	A <sub>۲</sub>	۹/۶۵	۳۱/۵	۲۵/۶۵
۳	دم آبی	A <sub>۳</sub>	۱۲/۳۵	۲۹/۳۵	۲۷/-
۴	سرابی - دم مشکی	A <sub>۴</sub>	۸/۱۵	۲۴/-	۲۱/۳۵
۵	سرمشکی - گوش چپ بریده	A <sub>۵</sub>	۱۰/۳۵	۲۷/-	۲۶/۳۵
۶	سرسبز - دم آبی	A <sub>۶</sub>	۱۲/-	۲۹/۸۵	۲۳/۶۵
۷	سرمشکی - دم قرمز	A <sub>۷</sub>	۱۱/۶۵	۳۴/۳۵	۳۰/۵
۸	سرابی - گوش چپ بریده	A <sub>۸</sub>	۱۴/۵	۲۹/۸۵	۲۶/۱۵
۹	گوش چپ بریده	A <sub>۹</sub>	۱۱/۳۵	۲۸	۲۴/۳۵
	میانگین		۱۱/۲۸	۲۹/۰۴*	۲۵/۲۸***
	انحراف استاندارد		۱/۷۹	۲/۹۳	۲/۷۱
	* اختلاف با مقدار اولیه معنی‌دار است				
	** اختلاف با محیط سالم معنی‌دار است				

جدول ۲، مشخصات موش‌های گروه دوم، همراه با نتایج آزمون استقامت اولیه و نهایی در آنها

ردیف	مشخصات	کد	نتیجهٔ آزمون استقامت (دقیقه)		
			اولیه	نهایی در محیط سالم	نهایی در محیط آلوده
۱	گوش چپ و راست بریده	B <sub>۱</sub>	۱۱/۸۵	۲۳/۸۵	۲۲/۵
۲	سرسبز - دم مشکی	B <sub>۲</sub>	۹/۳۵	۲۶/۸۵	۲۴/۳۵
۳	دم مشکی	B <sub>۳</sub>	۱۲/-	۳۸/۵	۳۶/۸۵
۴	سر قرمز - دم مشکی	B <sub>۴</sub>	۱۲/۱۵	۳۲	۳۲/۵
۵	سر قرمز	B <sub>۵</sub>	۹/۶۵	۲۵/۳۵	۲۳/۳۵
۶	سر قرمز - دم آبی	B <sub>۶</sub>	۱۱	۲۸/۵	۲۵/-
۷	گوش راست بریده	B <sub>۷</sub>	۱۰/۳۵	۲۷/۵	۲۵/۱۵
	میانگین		۱۰/۹۱	۲۸/۹۴*	۲۷/۱***
	انحراف استاندارد		۱/۱۵	۴/۹۴	۵/۴۰
	* اختلاف با مقدار اولیه، معنی‌دار است				
	** اختلاف با محیط سالم، معنی‌دار است				

با توجه به این یافته‌ها، مشخص می‌شود که زمان دویدن موش‌ها به عنوان شاخص استقامت در هر دو گروه، افزایش معنی‌دار پس از ۸ هفته تمرین داشته است که مقدار افزایش در گروه اول، ۱۵۷ درصد و در گروه دوم، ۱۶۵ درصد بوده است که کاملاً معنی‌دار است ( $P < 0/0001$ ).

یافته دیگر این تحقیق که در شکل ۲ نیز، به صورت نمودار مشخص شده است، نشان داد که زمان آزمون استقامت نهایی در هر دو گروه، در محیط آلوده کمتر از محیط سالم است که در صد کاهش در گروه اول، ۱۲/۹ درصد و در گروه دوم، ۶/۳۶ درصد بود که هر دو معنی‌دار بود ( $P < 0/028$ ) اما مقایسه آزمون نهایی در محیط آلوده، در بین دو گروه تفاوت معنی‌داری را نشان نداد.



شکل ۲- نمودار میانگین آزمون نهایی استقامت دو گروه در محیط آلوده و غیر آلوده

### بحث و بررسی:

یافته‌های این تحقیق، نشان داد که ۸ هفته تمرین هوازی باعث افزایش استقامت در موش‌های آزمایشگاهی غیر ورزشکار می‌شود که با اکثر تحقیقاتی که به صورت کم و بیش مشابه انجام گرفته است (۱، ۷، ۹، ۱۹، ۲۰، ۲۱، ۲۷) همخوانی دارد. علت افزایش استقامت، به دنبال تمرینات هوازی، سازگاریهای شیمیایی - بافتی در عضلات اسکلتی و دستگاه انتقال و مصرف اکسیژن، عنوان شده است (۱۷، ۲۰، ۲۳، ۲۴)

یافته دیگر این تحقیق، نشان داد که عملکردهای استقامتی در محیط آلوده در مقایسه با محیط سالم کاهش می‌یابد. اکثر تحقیقات گذشته نیز، این موضوع را تأیید می‌کنند. (۱۰، ۳۰، ۳۱، ۳۲، ۳۳، ۳۴، ۳۵، ۳۶، ۳۷، ۳۸، ۳۹، ۴۰)

از نظر تئوری، هر افزایشی در میزان کربوکسی هموگلوبین، بر عملکردهای ورزشی استقامتی، اثر منفی دارد زیرا کاهش اکسیژن سرخرگی، مقدار اکسیژن قابل دسترس برای بافت‌ها کاهش می‌یابد (۱۰). افزایش بیش از حد انتظار میزان لاکتات سرخرگی، هنگام تمرین در محیطی که دارای منواکسیدکربن است (۱۰) و افزایش وام اکسیژن در چنین محیطی (۸)، تأییدی بر این ادعاست. البته در مورد آلاینده‌های دیگر، مانند ازن و دی اکسید گوگرد، به نظر می‌رسد که اختلال در عملکرد ورزشی، بیشتر به علت تغییرات عملکرد ریوی (کاهش حجم جاری و حداکثر تهویه دقیقه‌ای) و ناراحتی تنفسی می‌باشد (۲، ۱۱، ۱۲، ۱۳، ۱۴). افزایش حس سختی تمرین در ورزش زیر بیشینه در چنین محیط‌هایی نیز، نشانه‌ای برای محدودیت‌های ریوی است (۲).

از آنجا که در محیط آلوده تحقیق حاضر، گازهای منواکسید کربن، دی اکسید گوگرد و هیدروکربن‌های سوخته وجود داشت، بنابراین، به نظر می‌رسد اختلال در دستگاه انتقال اکسیژن و تغییراتی در عملکرد ریوی، علت کاهش استقامت موش‌ها در محیط آلوده باشد.

در مورد عملکرد استقامت دو گروه در محیط آلوده، نتایج تحقیق، کاهش بیشتری را در گروه اول یعنی موش‌هایی که در محیط غیر آلوده تمرین کرده بودند. نشان داد اگر چه اختلاف بین دو گروه در این مورد معنی دار نبود. به هر حال، تغییر کمتر عملکرد استقامت در محیط آلوده نسبت به محیط غیر آلوده در گروه دوم، یعنی موش‌هایی که در محیط آلوده تمرین کرده بودند، می‌تواند نشان دهنده نوعی سازگاری باشد که در این موشها نسبت به آلودگی، ایجاد شده است



که البته مکانیزم آن مشخص نیست.

بنابراین، نتایج این تحقیق نشان داد که تمرین هوازی منتخب به مدت ۸ هفته صرف نظر از این که در محیط آلوده و یا غیرآلوده انجام گیرد، باعث افزایش قابل توجه استقامت در موش‌های آزمایشگاهی می‌شود و این که عملکردهای استقامتی در محیط‌های آلوده نسبت به محیط‌های غیر آلوده کاهش می‌یابد.

### منابع و مأخذ

- ۱- بهپور، ناصر. "اثر یک برنامه تمرین منتخب بر روی عوامل خطر زای قلبی - عروقی مردان میانسال" پایان نامه چاپ نشده دکتری، دانشگاه تهران، ۱۳۷۵.
- 2- Adams.C.william."Effect of ozone exposure at ambient air pollut episode levels on exercise performance", sports.Med, 1987,4,PP.395-424.
- 3- Adams.W.C, schelegel.E.S. " Ozone and high ventilation effects on pulmonary function and endurance performance," J. Applied. physiology, 1983,55,PP.805-812.
- 4- Aronow.W.S and M.W.Isbell. Ann. Intern Med,1973,79,PP.392.
- 5- Arthur.C.Stern."The effect of air pollution", 1997 Vol.2.3d. edition,Academic press,.
- 6- Avol,EI, Linn.WS. "Comparative respiratory effects of ozone and ambient oxidant pollution exposure...", J.Air pollution control Associator, 1984,34,PP.804-809.
- 7- Charles.W.Linder."The effect of physical conditioning on serum lipids and lipopro teins in white male", Med. and Sci.in.Spo and Exer.1983,15(3), PP.232.
- 8- Chevalier.R.B, R.A.krumholz and J.C. Ross. J.Amer.Med, Ass, 1966,198,PP.1061-1064.
- 9- Convertino.V.A. " Heart rate and sweat rate responses associated with exercise", Med. Sci,sports, Exerc. 1983,15,PP.77-82.
- 10- Emily.M.Haymes, christine L.Wells. "Environment and human performance", American collage of sports medicine, 1985.

- 11- Folinsbee.L.J,Horvath,S.M. "Influence of exercise and heat Stress on pulmonary function during Ozone exposure". J. Applied physiology, 1977, 43,PP.409-413.
- 12- Folinsbee.L.J, Horstman.D.H. "Determinats of endurance performance during ozone inhalation", 30th congress of the International union of physiological sciences. Vanciuver, 13-18, 1986, July. Abstract No.p.217.
- 13- Folinsbee.L.J. Raven.P.B. "Exercise and air pollution", Journal of sports sciences, 1984,2,PP.57-75.
- 14- Fox, Croft, Wy, Adams.W.C. "Effect of ozone exposure on four consecutive days upon work performance and  $VO_{2max}$ ", J. Applied physiology 1986,61,PP.960-966.
- 15- Franks.B.D and E.D. Howley."Fitness Facts", Human Kinetics Books champaign, Illinois, 1989.
- 16- Goldsmith.J.R. "Contribution of motor vehicle exhaust, Industry and cigarette smoking to community carbon monoxid. exposures", Ann, NY. A cad. Sci, 1970,PP.174-122.
- 17- Graham.d.Allen and philip. D. Gollnick. "The influence of growth and endurance on Rat Skeletal Muscel", Med. and. Sci. in. sports, 1979,11(1),PP.75.
- 18- Harvath. S.M,Raven.p.B, Dahms.T.E, Gray.D.J. "Maximal aerobic capacity at different levels of Carboxy hemoglobin", J. Appl.physiol. 1975,38,PP.300-303.
- 19- John.J.L and E.M. haymes. "Effects of iron repletion on  $Vo_{2max}$ , endurance and ...", Med.Sci.Sports. Exerc. 1993,25 (12),PP.1386-1390.
- 20- John.M.lawler." Oxygen cost of treadmill running in 24- month old fischer - 344 rats", Med. Sci. sports. Exerc, 1993,25(11),PP.189.
- 21- Johnson.J.L. Med.and.Sci.in. Sports. 1985,17(2),PP.189.
- 22- Kosmider. S and A. Misiewicz. Int. Arch. Arbeits.med, 1973,31,PP.249.
- 23- Lambert.M.I and T.D.Noadkes. " Spontaneous running increase  $Vo_{2max}$  and running performance in rats", J.Appl. 1990,68,PP.400-403.

24- Overton.J.M. " Voluntary exercise and its effects on young ShR and...", J.Appl.physiol, 1986,61,PP.318-324.

25- Peterson.J.E, Stewart.R.D."Predicting the car boxy hemoglobin levels from carbon monoxide exposures", J, Apple, physiol 1975,3,PP.633-639.

26- Roven.P.B, Drinkwater.B.L. "Effect of carbon monoxide and peroxy acyl nitrate on man's maximal aerobic capacity", J,Appl.physiol.1974,36,PP.288-293.

27- Rowland.TW, charkoudian.N. "the influence of short-term aerobic training on blood lipids in healthy 10-12 year old children", Int.J.Sports.Med.1996, 17(7),PP.482-92.

28- Svorcova.s and V.knat. Cesk.Hyg, 1971,PP.16-17.

29- Von.G.Neiding and H.krekeler. Int. Arch. Arbeitsmed. 1972,PP.29-55.

30- Wayne.W.S, wehrie.P.E, carroll.R.E."Oxidant air pollution and athletic performance", J. American. Medical. Association. 1960,199,PP.901-904.

31- Williams.E.pierson, D.S. Covert."Implication of air pollution effects on athletic performance", Med.Sci. Sports.Exerc.1986,18(3),PP.322-327.

