بسم الله الرحمن الرحيم

دانشکده تربیت بدنی

پایان نامه کارشناسی ارشد فعالیت بدنی و تندرستی

تأثیر یون‌های منفی هوا بر پاسخ‌های هوازی و بی‌هوازی در دانشجویان فعال

نگارنده:

فاطمه کوثری

استاد راهنما:

دکتر علی یونسیان

استاد مشاور:

دکتر فرهاد غلامی

بهمن ۱۳۹۷

تقدیم :

این پایان نامه را ضمن تشکر و با سپاس فراوان و در کمال افتخار تقدیم می نمایم به

به محضر پدر و مادر عزیزم که همواره مشوق و پشتیبان من بوده اند

به همسر و فرزندان عزیزم که همواره مشوق من بودند

به استاد فرزانه و فرهیخته جناب آقای دکتر علی یونسیان که همواره در راه علم مرا یاری نموده اند

به آنان که دعای خیرشان همیشه بدرقه راهم بوده است

خدایا به من کمک کن تا بتوانم ادای دین و به خواسته آنان جامعه عمل بپوشانم

خدایا آرامشی عطا فرما تا بپذیرم آنچه را نمی توانم تغییر دهم

شهامتی که تغییر دهم آنچه را که می توانم

و دانشی که تفاوت این دو را بدانم

تشکر و قدردانی

اکنون که به یاری خداوند موفق به گذراندن این دوره از تحصیل خودگشته‌ام بنابر وظیفه از کلیه کسانی که در این زمینه مرا یاری نمودند تشکر و قدردانی می نمایم.

از استاد راهنمای ارجمندم جناب آقای دکتر یونسیان که در طول اجرای آزمایش و در تمامی مراحل تهیه و تدوین این پایان نامه، باسعه صدر و بزرگواری راهنما و حامی‌ام بودند و بدون مساعدت ایشان این پروژه به نتیجه مطلوب نمی‌رسید، بسیار تشکر و قدردانی نمایم.

همچنین از اساتید مشاور جناب آقای دکتر فرهاد غلامی و مجتبی کیخا که همواره در این امر مرا یاری کرده‌اند.

از همسر و فرزندانم که چه در طول تحصیل و چه در طول مراحل اجرایی پایان نامه، آماده سازی و تهیه و تنظیم این امر خطیر، در نهایت بردباری فراوان، همواره مشوق، حامی و همراهم بودند بسیار متشکرم و از بزرگواری و شکیبایی همسرم بی-نهایت سپاسگزارم.

در پایان از تمام کسانی که به هر طریقی در انجام این تحقیق مرا یاری نموده و از هیچ عملی دریغ ننموده‌اند، ولی در اینجا نامی از آن‌ها برده نشده است، ضمن پوزش خالصانه صمیمانه تقدیر و تشکر می نمایم.

تعهد نامه

- اینجانب **فاطمه کوثری** دانشجوی دوره کارشناسی ارشد رشته **فیزیولوژی ورزشی و تندرستی** دانشکده **تربیت بدنی و علوم ورزشی** دانشگاه صنعتی شاهرود نویسنده پایان‌نامه **تأثیر یون‌های منفی هوا بر پاسخ‌های هوازی و بی‌هوازی در دانشجویان فعال** تحت راهنمائی **دکتر علی یونسیان** متعهد می‌شوم :

- تحقیقات در این پایان‌نامه توسط اینجانب انجام شده است و از صحت و اصالت برخوردار است .

- در استفاده از نتایج پژوهشهای محققان دیگر به مرجع مورد استفاده استناد شده است .

- مطالب مندرج در پایان‌نامه تاکنون توسط خود یا فرد دیگری برای دریافت هیچ نوع مدرک یا امتیازی در هیچ جا ارائه نشده است .

- کلیه حقوق معنوی این اثر متعلق به دانشگاه صنعتی شاهرود می‌باشد و مقالات مستخرج با نام « دانشگاه صنعتی شاهرود » و یا « Shahrood University of Technology » به چاپ خواهد رسید .

- حقوق معنوی تمام افرادی که در به دست آمدن نتایج اصلی پایان نامه تأثیرگذار بوده‌اند در مقالات مستخرج از پایان-نامه رعایت می‌گردد.

- در کلیه مراحل انجام این پایان‌نامه ، در مواردی که از موجود زنده (یا بافت‌های آن‌ها) استفاده شده‌است ضوابط و اصول اخلاقی رعایت شده‌است .

- در کلیه مراحل انجام این پایان‌نامه، در مواردی که به‌حوزه اطلاعات شخصی افراد دسترسی یافته یا استفاده شده‌است اصل رازداری ، ضوابط و اصول اخلاق انسانی رعایت شده‌است .

تاریخ **امضای**

دانشجو

مالکیت نتایج و حق نشر

- **کلیه حقوق معنوی این اثر و محصولات آن (مقالات مستخرج ، کتاب ، برنامه‌های رایانه‌ای ، نرم‌افزارها و تجهیزات ساخته شده‌است) متعلق به دانشگاه صنعتی شاهرود می‌باشد . این مطلب باید به نحو مقتضی در تولیدات علمی مربوطه ذکر شود .**
- **استفاده از اطلاعات و نتایج موجود در پایان‌نامه بدون ذکر مرجع مجاز نمی‌باشد.**

چکیده

هدف: هدف از تحقیق حاضر، تأثیر یون‌های منفی هوا بر پاسخ‌های هوازی و بی‌هوازی دانشجویان فعال بود.

روش: این تحقیق از نوع توسعه‌ای، به صورت کنترل شده تصادفی با طرح گروه متقاطع بود. نمونه آماری این پژوهش را دختران و پسران فعال، با میانگین سنی (۰/۶۱±۲۲/۷۰سال) و شاخص توده بدنی(Kg/m^2 ۰/۷۴±۲۱/۵۹) تشکیل دادند. جهت اجرای طرح متقاطع افراد به‌صورت تصادفی در دو شرایط یون و بدون یون که در هر حالت ۲۰ نفر شامل ۱۰ دختر و ۱۰ پسر، قرار داشتند تقسیم شدند. آزمودنی‌ها به مدت ۱ ساعت در اتاق ایزوله‌ای با غلظت ۱۰۰،۰۰۰یون در هرسانتی متر مکعب قرار گرفتند. سپس تست وینگت با فاصله ۱ هفته (جهت پاکسازی یون) در دو حالت یون و بدون یون اجرا شد. آزمون بروس هم به همین روال اجرا گردید. در پایان برخی از شاخص‌های عملکرد هوازی و بی‌هوازی افراد از جمله حداکثر اکسیژن مصرفی، اوج توان، متوسط توان، حداقل توان و شاخص خستگی در دو حالت قرارگیری در معرض یون و بدون یون، اندازه‌گیری و ثبت شد. جهت تجزیه و تحلیل داده‌ها، از آزمون شاپیرو ویلک برای تعیین طبیعی بودن داده‌ها و از آزمون T همبسته جهت تعیین اختلاف بین پیش آزمون و پس آزمون متغیرهای پارامتریک و آزمون ویلکاکسون برای متغیرهای غیرپارامتریک استفاده شد. سطح معنی‌داری برای تمام تحلیل‌های آماری $p \leq ۰/۰۵$ در نظر گرفته شد.

یافته ها: یافته‌ها نشان داد، حداکثر اکسیژن مصرفی بعد از مداخله افزایش معناداری یافت اما در سایر پارامترهای اندازه‌گیری شده اختلاف معناداری مشاهده نشد.

نتیجه گیری: با توجه به نتایج این مطالعه به نظر می‌رسد، یون‌های منفی هوا تأثیر بیشتری بر عملکرد هوازی نسبت به بی‌هوازی دارند.

واژه های کلیدی: یون‌های منفی هوا، هوازی، بی‌هوازی، افراد فعال، تست بروس، تست وینگیت

فهرست:

۱ فصل اول : کلیات پژوهش ۱

۱-۱- مقدمه ۲

۱-۲- بیان مسئله ۳

۱-۳- ضرورت و اهمیت تحقیق ۶

۱-۴- اهداف تحقیق ۸

۱-۴-۱- هدف کلی ۸

۱-۴-۲- اهداف جزئی ۸

۱-۵- فرضیه‌های تحقیق ۸

۱-۶- پیش فرض‌های پژوهش ۹

۱-۷- محدودیت‌های تحقیق ۹

۱-۷-۱- محدودیت‌های قابل کنترل ۹

۱-۷-۲- محدودیت‌های خارج کنترل ۱۰

۱-۸- تعاریف واژه‌ها و اصطلاحات پژوهش ۱۰

۲ - فصل دوم مبانی نظری و پیشینه پژوهش ۱۳

۲-۱- مقدمه ۱۴

۲-۲- مبانی نظری ۱۴

۲-۲-۱- یون ۱۴

۲-۲-۲- یونیزاسیون هوا ۱۴

۲-۲-۳- تولید یون‌های مثبت هوا ۱۵

۲-۲-۴- یون‌های منفی هوا ۱۵

۲-۲-۵- مزیت یون‌های منفی (آنیون) ۱۶

۲-۲-۶- تصفیه کننده‌های یونی ۱۷

۲-۲-۷- مکانیسم عملکرد سیستم‌های تصفیه یونی ۱۸
۲-۲-۸ مکانیسم تولید یون در شرایط طبیعی ۲۰
۲-۲-۹- الگوهای آب و هوایی و یون‌های هوا ۲۱
۲-۲-۱۰- راه‌های تشکیلATP ۲۳
۲-۲-۱۱- تعامل منابع انرژی ۲۹
۲-۲-۱۲- استقامت قلبی - تنفسی (توان هوازی) ۲۹
۲-۲-۱۳- عوامل موثر بر حداکثر اکسیژن مصرفی ۳۰
۲-۲-۱۴- اندازه گیری استقامت قلبی – تنفسی (توان هوازی) ۳۵
۲-۲-۱۵- توان هوازی و آستانه لاکتات ۳۵
۲-۲-۱۶- ظرفیت بی‌هوازی ۳۶
۲-۲-۱۷- معرفی سیستم بی‌هوازی ۳۶
۲-۲-۱۸- عوامل موثر بر توان بی‌هوازی: ۳۷
۲-۲-۱۹- اندازه گیری توان بی هوازی: ۳۹
۲-۲-۲۰- ویژگی‌های فعالیت ورزشی بی هوازی مردان در مقابل زنان ۴۰
۲-۲-۲۱- واکنش بدن به یون‌های هوا ۴۲
۲-۳- پیشینه تحقیق ۴۷
۲-۳-۱- یون‌های منفی و سلامت بدن ۴۷
۲-۳-۲- یون‌های هوا و عملکرد هوازی و بی‌هوازی ۴۹
۲-۴- جمع بندی پیشینه تحقیق ۵۲
۳ -فصل سوم روش شناسی پژوهش ۵۳
۳-۱- مقدمه ۵۴
۳-۲- روش تحقیق ۵۴
۳-۳- جامعه و نمونه تحقیق ۵۴
۳-۴- متغیرهای تحقیق ۵۵

۳-۴-۱- متغیرمستقل ۵۵
۳-۴-۲- متغیر وابسته ۵۵
۳-۵- طرح تحقیق ۵۵
۳-۶- روش اجرای تحقیق ۵۶
۳-۷- وسایل و ابزار اندازه‌گیری ۵۸
۳-۸- نحوه کنترل دما و رطوبت محیط و تعیین روزهای اجرای آزمون ۵۹
۳-۹- انتخاب روزهای پژوهش ۵۹
۳-۱۰- اتاق ایزوله ۵۹
۳-۱۱- دستگاه یونیزاسیون ۵۹
۳-۱۲- روش جمع آوری اطلاعات ۶۰
۳-۱۲-۱- اطلاعات شخصی ۶۰
۳-۱۲-۲- اندازه‌های آنتروپومتریکی ۶۲
۳-۱۲-۳- روش جمع آوری اطلاعات متغیرهای توان هوازی ۶۲
۳-۱۲-۴- روش جمع آوری اطلاعات متغیرهای توان بی هوازی ۶۳
۳-۱۳- روش آماری ۶۴
۴ -فصل چهارم یافته‌های پژوهش ۶۵
۴-۱- مقدمه ۶۶
۴-۲- تجزیه و تحلیل توصیفی یافته‌های پژوهش ۶۶
۴-۲-۱- اطلاعات و ویژگی‌های توصیفی آزمودنی‌ها ۶۶
۴-۲-۲- بررسی توصیفی متغیرهای پژوهش ۶۷
۴-۳- بررسی طبیعی بودن توزیع داده‌ها ۶۷
۴-۴- یافته‌های مربوط به فرضیه‌های پژوهش ۶۹

۴-۴-۱- آزمون فرضیه اول ۶۹
۴-۴-۲- آزمون فرضیه دوم ۷۰
۴-۴-۳- آزمون فرضیه سوم ۷۱
۴-۴-۴- آزمون فرضیه چهارم ۷۲
۴-۴-۵- آزمون فرضیه پنجم ۷۳
۵ -فصل پنجم بحث و نتیجه گیری ۷۵
۵-۱- مقدمه ۷۶
۵-۲- خلاصه پژوهش ۷۶
۵-۳- بحث و نتیجه گیری ۷۷
۵-۴- نتیجه‌گیری کلی ۸۴
۵-۵- پیشنهادات برگرفته از پژوهش ۸۴
پیشنهاداتی برای سایر پژوهشگران ۸۵
۶ -منابع ۸۷
۷-پیوست‌ها ۹۹
پیوست شماره ۱ ..... ۱۰۰
پیوست شماره ۲ ..... ۱۰۱
پیوست شماره۳ ..... ۱۰۲
پیوست شماره ۴ ..... ۱۰۳
پیوست شماره ۵ ..... ۱۰۴

فهرست شکل‌ها

شکل ۲-۱: مکانیزم جذب الکتریکی ۱۹
شکل ۲-۲: مکانیزم حذف آلاینده‌ها ۲۰
شکل ۲-۳: پدیده‌های طبیعی که یون‌های مثبت و منفی تولید می‌کنند ۲۱
شکل ۲-۴: رابطه بین ATP و PC ۲۴
شکل ۲-۵: مسیر انرژی گلیکولیتیک ۲۵
شکل ۲-۶: متابولیسم اکسیداتیو - چرخه کربس ۲۸
شکل ۲-۷: متابولیسم اکسیداتیو: زنجیره انتقال الکترونی ۲۸
شکل ۲-۸ : مقادیر لاکتات پس از فعالیت بیشینه با توجه به سن و جنس ۴۱
شکل ۲-۹: مقادیر کلی یون‌ها، قبل، به هنگام و بعد از طوفان ۴۴
شکل ۲-۱۰: مقدار ساعت به ساعت یون‌ها، فقط در هوای صاف ۴۷
شکل ۴-۱: نمودار تغییرات شاخص توان اوج ۶۹
شکل ۴-۲: نمودار تغییرات شاخص توان متوسط ۷۰
شکل ۴-۳: نمودار تغییرات شاخص توان حداقل ۷۱
شکل ۴-۴: نمودار تغییرات شاخص خستگی ۷۲
شکل ۴-۵: نمودار تغییرات شاخص VO_2max ۷۳

فهرست جدول‌ها

جدول ۳-۱: راهنمای شیب و سرعت آزمون بروس ۶۳

جدول ۴-۱: ویژگی های توصیفی آزمودنی‌ها ۶۶

جدول ۴-۲: ویژگی‌های توصیفی متغیرهای پژوهش ۶۷

جدول ۴-۳: نتایج حاصل از توزیع طبیعی داده‌ها (آزمون شاپیرو-ویلک) ۶۸

جدول ۴-۴: داده‌های مربوط به شاخص توان اوج ۶۹

جدول ۴-۵: داده‌های مربوط به شاخص توان متوسط ۷۰

جدول ۴-۶: داده‌های مربوط به شاخص توان حداقل ۷۱

جدول ۴-۷: داده‌های مربوط به شاخص خستگی ۷۲

جدول ۴-۸: داده‌های مربوط به شاخص VO_2max ۷۳

فصل اول :

کلیات پژوهش

۱-۱- مقدمه

آلودگی هوا عبارت است از حضور یک یا چند آلاینده اعم از جامد، مایع، گاز، تشعشع پرتوزا و غیر پرتوزا در هوای آزاد به مقدار و مدتی که کیفیت هوا را بنحوی که برای انسان، سایر موجودات زنده اعم از حیوانات یا گیاهان و یا آثار و ابنیه زیان آور باشد، تغییر دهد (۱). آلاینده‌های هوا که منبع اصلی تولید آن‌ها از منابع انرژی بویژه احتراق سوخت‌های فسیلی هستند، از دو بخش عمده ذرات معلق و گازها تشکیل شده‌اند. حدود ۹۰٪ آلاینده‌های هوا را آلاینده‌های گازی و ۱۰٪ باقی مانده را ذرات معلق تشکیل می‌دهند. ابعاد آلاینده ذرات از ۰/۳ میکرون تا ۱۰۰ میکرون متغیر است (۲). همچنین آلاینده های ذرات بدن انسان را از ۳ طریق تحت تاثیر قرار می‌دهند: مسیر تنفسی، پوست و تغذیه (۳). اثرات آلاینده‌ها بر انسان و موجودات زنده ناشی از میزان نفوذ آلاینده‌ها به داخل بدن جاندار است. آلاینده‌ها عمدتاً دستگاه تنفسی را آلوده می‌سازند که علت آن سطح مواجهه گسترده دستگاه تنفسی با ذرات است. غشاهای مخاطی بینی، ذرات بزرگ و گازهای با حلالیت بالای استنشاق شده را برداشت می‌کنند و مانع از آسیب مجاری هوایی عمقی‌تر و بافت ریه می‌شوند. با این حال، ذرات کوچکتر و با حلالیت پایین به راحتی از این سد عبور می‌کنند (۴). آلودگی هوا نه تنها موجب به خطر افتادن سلامتی و افزایش مرگ‌ومیر بیماران شده، بر عملکرد ورزشی ورزشکاران نیز تأثیر سوء دارد. مطالعات متعددی نشان داده‌اند که اثرات سوء آلاینده‌های هوا بر انسان با افزایش فعالیت فیزیکی افزایش یافته و مواجه با آلاینده‌های هوا در حین ورزش بر کارکرد ریوی و کارایی ورزشکاران تأثیر منفی دارد (۵). در ورزش‌ها و تمرینات داخل سالن آلودگی هوای داخل سالن نسبت به آلودگی هوای بیرونی می‌تواند چشمگیر باشد. در فضاهای سربسته آلودگی هوا میتواند ناشی از آلاینده‌های داخلی نظیر آلودگی ناشی از نوع مصالح به کار رفته، افراد حاضر در محل و فعالیت‌های انجام شده باشد (۶). با افزایش میزان فعالیت بدنی، شدت تنفس افزایش یافته و هوای بیشتری وارد ریه می‌گردد، این روند ممکن است منجر به افزایش خطر جذب آلاینده‌ها از طریق تنفس گردد (۵). همچنین

افزایش تجمع سرب در خون ورزشکاران در حین ورزش در هـوای آلـوده بـه ذرات معلـق، نشـانگر تشـدید اثرات توکسیک این مواد بر بدن ورزشکاران است (۷). انتخاب زمان و مکـان مناسـب بـرای ورزش و تنظـیم شدت و مدت ورزش از عناصر کلیدی پیشگیری به شمار می‌روند (۸). اطلاع از الگوهـای روزانـه و فصـلی و نوسانات غلظت آلاینده‌ها در هنگام برنامه‌ریزی برای تمرینات با شدت بالا و برگـزاری مسـابقات برتـر حـائز اهمیت است (۹). بسیاری از فعالیت‌های روزمره ماغالباً از نوع فعالیت‌های بی‌هوازی تکراری مانند بـالا رفـتن از پله و سریع دویدن برای رسیدن به اتوبوس است. همچنین فعالیت‌های بی‌هوازی بخـش مهمـی از برنامـه فعالیتی اکثر ورزشکاران را تشکیل می‌دهد (۶). در محدود مطالعات انجام گرفته، گزارش شده است فعالیـت بدنی از نوع هوازی در محیط آلوده باعث کاهش عملکرد ریوی می‌شود. از سویی پرداختن به فعالیت بـدنی منظم نقش به سزایی در سلامت عمومی از جمله کارکرد دستگاه قلبی- تنفسی انسان دارد (۵،۱۰). با ایـن حال، افزایش روز افزون آلاینده‌های هوا و همچنین اهمیت فعالیت بدنی استفاده از روش‌هـای نـوین جهـت مواجه شدن با این فشارآفرین محیطی را مورد توجه قرار می‌دهد. یکی از ایـن روش‌هـا، یونیزاسـیون[1] ذرات موجود در هوا است.

۱-۲- بیان مسئله

مطالعات همه‌گیرشناسی نشان می‌دهند که افزایش غلظت ذرات معلق و گازهای سمی قابل استنشاق در هوا باعث افزایش تعداد مراجعین به بیمارستان‌ها، بروز عوارض حاد دستگاه تنفسی، کاهش ظرفیت‌های تنفسی و افزایش مرگ و میر در مردم می‌شود (۱۱). طی گزارشات به‌دست آمده هر ساله در حدود ۸۰۰،۰۰۰ نفر در جهان بر اثر امراض مرتبط با آلودگی هوا جان می‌بازند (۱۲). پیچیدگی روزافزون فرایندهای تأثیرگذار در آلایندگی هوای کلانشهرها، نیاز و ضرورت دخالت سیستم‌های تهویه‌ی هوای مطبوع و بهداشتی را هم در سطح شهرها و هم در سطح مراکز تجمع انسانی افزایش می‌دهد . استفاده و

1. IONIZATION

به‌کارگیری فنآوری‌های نوین در اجرایی نمودنِ گسترش تجهیزات تهویه‌ی سالم و کم خطر هوا امری لازم و ضروری ارزیابی می‌شود (۱۳). به همین دلیل با استفاده از دستاوردهای گذشته و ادغام فنآوری‌های جدید در ساختار تجهیزات پالایش هوا می‌توان کاربرد آن‌ها را در ارتقاء و بهبود سلامت هوای مراکز سربسته عمومی پررنگ‌تر نمود. در این زمینه، یکی از این روش‌های نوین، یونیزاسیون ذرات موجود در هوا است. فرآیند آزاد شدن یک الکترون از یک ذره گاز یونیزاسیون نامیده می شود. زمانی که یک اتم یا مولکول تعداد الکترون و پروتون مساوی داشته باشد، به لحاظ الکتریکی متعادل است و یا به اصطلاح خنثی می‌باشد و زمانی که الکترون بگیرند، یون منفی و چنانچه الکترون از دست بدهند، یون مثبت به-وجود می‌آید (۳). در سطح زمین‌های باز، در هر سانتی‌متر مکعب هوا، معمولاً۴۰۰ تا ۲۰۰۰ یون وجود دارد و نسبت یون‌های مثبت به منفی از ۴ به ۱ تا ۱/۳ به ۱ متغیر است (۹). یون‌های منفی بار خود را به آلاینده‌ها و عوامل آلرژی‌زا که به صورت مثبت باردار هستند می‌چسبانند این امر موجب می‌شود که جذب مغناطیسی بین آلاینده‌های معلق در هوا بوجود آید و درنتیجه آن‌ها به یکدیگر می‌پیوندند. ذرات تشکیل-شده‌ی جدید بزرگتر و سنگین‌تر هستند و بنابراین به طرف زمین کشیده می‌شوند واز فضای تنفسی ما خارج می‌گردند. حتی اگر آن‌ها قبل از اینکه به زمین برسند تنفس شوند، چون ذرات بزرگتری هستند توسط فیلترهای بالای ناحیه‌ی تنفسی فیلتر می‌شوند (۱۴). از جمله دستگاه‌های بدن انسان که به تغییرات یونیزه شدن هوا واکنش نشان می‌دهند شامل، دستگاه‌های عصبی، غدد داخلی، تنفسی و ایمنی می‌باشد (۹). نتایج تحقیقات انجام شده نشان می‌دهند که در بسیاری از موارد یون‌های مثبت موجود در محیط زیست سبب ایجاد خستگی و کمبود انرژی، افسردگی، اضطراب و تحریک پذیری می‌شوند (۱۶،۱۵). همچنین استنشاق هوایی که یون‌های مثبت بسیاری در آن است، حرکت مژک‌های نای را کاهش می‌دهد و باعث خشکی گلو، سردرد و خارش یا انسداد سینوس‌ها می‌گردد. یون‌های منفی هوا هیچ یک از این علایم را به دنبال ندارند (۹). یون‌های منفی با ایجاد واکنش بیوشیمیایی در بدن و متعادل

نگهداشتن سروتونین، باعث کاهش استرس و افسردگی و افزایش انرژی می‌شوند (۱۸،۱۷). از فواید دیگر یون منفی، جلوگیری از پیرشدن زودرس سلول‌های بدن، بالا بردن توان نگهداری اکسیژن توسط خون، از بین بردن خستگی، بهبود عملکرد سوخت و ساز، بالا بردن مقاومت بدن (سیستم ایمنی) در مقابل بیماری‌ها، رفع سردرد و میگرن، رفع کم خوابی و بی‌خوابی و رفع آلرژی و آسم است (۱۹). یاتز[1] و همکاران (۱۹۸۶) نشان دادند که با قرارگرفتن در معرض یون‌های منفی هوا، محتوای اکسیژن خون افزایش و در عین حال ضربان قلب و خستگی در زمان تمرین کاهش یافت (۲۰). با توجه به کاهش ذخایر گلیکوژن حاصل از انقباضات شدید عضلانی، تجمع یون هیدروژن همراستا با افزایش تولید لاکتات افزایش می‌یابد. پس فعالیت‌های شدیدی که موجب تخلیه ذخایر گلیکوژنی می‌شوند، PH عضله را کاهش می-دهند و موجب اختلالات سوخت و سازی و خلل در فرایندهای انقباض عضلانی خواهند شد (۲۱). بنابراین کاهش PH نشانه خستگی عضلانی است و تغییرات PH می‌تواند خواص کانال‌های پروتئینی را تغییر دهد و فعالیت آنزیم‌های کلیدی در گلیکولیز را کاهش دهد که این‌ها منجر به کاهش میزان تولید ATP می-شود. بنابراین سطح لاکتات بالا و PH پایین می‌تواند عملکرد عضلانی را مختل کند. پس بسیار مهم است که عضلات در حال فعالیت، کاهش PH و تجمع لاکتات را به تأخیر اندازند (۲۲). ظرفیت بالای بافری باعث افزایش عملکرد در فعالیت‌های شدید می‌شود (۲۱و۲۳) که یون‌های منفی هوا با کاهش سطوح لاکتات خون و افزایش سطوح PH خون سیاهرگی باعث بهبود ظرفیت بافری در بدن می‌شوند. همچنین از طریق بهبود خاصیت شکل‌پذیری گلبول‌های قرمز خون ممکن است به متابولسیم اکسایشی کمک کنند (۲۴). با افزایش میزان فعالیت بدنی، شدت تنفس افزایش یافته و هوای بیشتری وارد ریه می‌گردد و با افزایش مصرف اکسیژن، تولید رادیکال‌های سوپراکسید (O_2^-) در میتوکندری افزایش می‌یابد (۲۵)، از این رو به نظر می‌رسد فعالیت در هوای آلوده میزان جذب آلاینده‌های هوا و تولید رادیکال‌های آزاد و در نتیجه

[1]. Yates

التهاب را به همراه دارد (۲۶). یون‌های منفی رادیکال‌های آزاد را خنثی می‌کنند، متابولیسم را احیا می-بخشند (۱۹) و تبدیل سوکسینات به فومارات را افزایش می‌دهند و باعث افزایش فعالیت‌های آنزیمی در چرخه تری‌کربوکسیلیک اسید و زنجیره انتقال الکترون می‌گردند (۲۷). بعد از ورزش، یون‌های منفی هوا سرتونین سرم و تنش را کاهش و همچنین چابکی، عملکرد، انرژی و تمرکز را افزایش می دهند (۹،۲۸). تغییرات در سطوح سروتونین ممکن است در میان سایر موارد، روی سیستم تنفسی به وسیله انقباض یا اتساع راه‌های هوایی تأثیر بگذارد (۲۹). سروتونین (HT-۵) یک نروهورمون همه‌جانبه است که بر غدد درون‌ریز اثر می‌گذارد و تأثیرات متابولیکی وسیعی در سرتاسر بدن انسان دارد (۲۰). به دلیل اهمیت و نقش ورزش در حفظ و ارتقا سلامت و اثرات یونیزاسیون ذرات هوا بر عملکرد ورزشی و همچنین با در نظر گرفتن این حقیقت که بسیاری از فعالیت‌های روزمره ما غالباً از نوع فعالیت‌های بی‌هوازی است و فعالیت-های هوازی نیز بخش مهمی از برنامه اکثر ورزشکاران را تشکیل می‌دهد (۶) در تحقیق حاضر ما در پی آن هستیم که تأثیر یونیزاسیون هوا بر دو نوع فعالیت هوازی و بی‌هوازی سنجیده شود.

۱-۳- ضرورت و اهمیت تحقیق

آلودگی هوا در حال حاضر به مشکل روز بسیاری از کشورها از جمله ایران بدل شده است. تقریباً تمام کلانشهرهای کشور ایران به نحوی با این مشکل مواجه هستند (۳۰). آلودگی هوا نه تنها موجب به خطر افتادن سلامتی و افزایش مرگ ومیر بیماران شده، برکارکرد ورزشی ورزشکاران نیز تأثیر سوء دارد. مطالعات متعددی نشان داده‌اند که اثرات سوء آلاینده‌های هوا از جمله ذرات معلق بر انسان با افزایش فعالیت فیزیکی افزایش یافته و مواجه با آلاینده‌های هوا در حین ورزش بر کارکرد ریوی و کارایی ورزشکاران تأثیر منفی دارد (۳۱). به دلیل شدت آلودگی در بعضی مناطق، برگزارکنندگان مسابقات ورزشی همواره با مشکل تعیین زمان مناسب برای انجام مسابقات در این مناطق مواجه بوده‌اند. برای نمونه می‌توان به تجربه برگزاری مسابقات المپیک ۲۰۰۸ در شهر پکن اشاره کرد که یکی از آلوده‌ترین کلانشهرهای دنیا به حساب

می‌آید و غلظت آلاینده‌های هوای آن شامل مونوکسید کربن، اکسیدهای نیتروژن و گوگرد، ازن و ذرات معلق در برخی از ساعات از مرز استانداردهای نرمال فراتر می‌رود (۵). با توجه به اهمیت فعالیت فیزیکی و نقش آن در تندرستی عموم افراد جامعه و فراگیر شدن ورزش در میان اقشار مختلف مردم و بیماران ساکن در شهرهای بزرگ همواره این سؤال برای آنان مطرح بوده که در چه شرایطی به انجام ورزش بپردازند تا کمتر تحت تأثیر اثرات سوء آلاینده‌های هوا قرار گیرند. امروزه علاوه بر بررسی ورزش از دیدگاه سلامتی، ورزش از دیدگاه قهرمانی و بطور حرفه‌ای نیز مورد توجه خاصی قرار گرفته است تا بتوان با روش‌های مختلف بهترین نتیجه را از فعالیت‌های ورزشی حاصل نمود. در ورزش قهرمانی کاهش اندکی از کارایی ورزشکار بر میزان موفقیت وی تأثیر قابل ملاحظه‌ای دارد و توجه به جزئیات ممکن است تفاوت قابل ملاحظه‌ای را در نتایج موجب شود (۳۲). بنابراین، ضرورت دارد تمرین و فعالیت ورزشی در شرایطی صورت گیرد که با حداقل آلودگی هوا در دنیای صنعتی کنونی همراه باشد. راهکارهایی با هدف کاهش آلودگی هوا می تواند تاثیرات سلامتی فعالیت ورزشی را ارتقاء دهد. یکی از این راهکارها ممکن است استفاده از یون‌های منفی جهت بهبود شرایط محیطی باشد. علاوه براین از آنجا که رشد و نمو موجودات به فراخور نوع تنفس آن‌ها وابسته به مولکول اکسیژن است. عموما در محیط‌های بسته یون‌های منفیِ مولکول اکسیژن به میزان کافی وجود ندارد و علت اصلی این موضوع در ساختار سازه‌ها و مکان‌های ساخته شده‌ی امروزی است که بیشتر از شبکه‌های آهنی و ساختار فلز- بتنی تشکیل شده‌اند. این ساختارها روند طبیعی اثر فاکتورهای محیطی مانند میدان‌های الکترومغناطیسی، اشعه فرا بنفش و فرو سرخ، یونیزاسیون طبیعی هوا و غیره را کاهش می‌دهد و کاهش هر یک از فاکتورهای طبیعی بالا منجر به کاهش غلظت یون‌های منفی در هوا می‌شود (۳۳). بنابراین توسعه روش‌های نوین تصفیه هوا و رسیدن به باور علمی جهت بهره‌گیری از این روش‌ها مستلزم پژوهش‌های بسیار در این زمینه است.

۱-۴- اهداف تحقیق

۱-۴-۱- هدف کلی

هدف کلی از انجام این تحقیق بررسی تأثیر یون‌های منفی هوا بر پاسخ‌های هوازی و بی‌هوازی دانشجویان فعال بود.

۱-۴-۲- اهداف جزئی

۱. بررسی تأثیر یون‌های منفی هوا بر اوج توان بی‌هوازی دانشجویان فعال

۲. بررسی تأثیر یون‌های منفی هوا بر میانگین توان بی‌هوازی دانشجویان فعال

۳. بررسی تأثیر یون‌های منفی هوا بر حداقل توان بی‌هوازی دانشجویان فعال

۴. بررسی تأثیر یون‌های منفی هوا بر شاخص خستگی دانشجویان فعال

۵. بررسی یون‌های منفی هوا بر حداکثر اکسیژن مصرفی دانشجویان فعال

۱-۵- فرضیه‌های تحقیق

۱. یون‌های منفی هوا بر اوج توان بی‌هوازی دانشجویان فعال تأثیر معناداری دارد.

۲. یون‌های منفی هوا بر میانگین توان بی‌هوازی دانشجویان فعال تأثیر معناداری دارد.

۳. یون‌های منفی هوا بر توان حداقل دانشجویان فعال تأثیر معناداری دارد.

۴. یون‌های منفی هوا بر شاخص خستگی دانشجویان فعال تأثیر معناداری دارد.

۵. یون‌های منفی هوا بر حداکثر اکسیژن مصرفی دانشجویان فعال تأثیر معناداری دارد.

۱-۶- پیش‌فرض‌های پژوهش

۱. تمامی پرسش‌نامه‌های مورد استفاده در این پژوهش با صداقت کامل توسط آزمودنی‌ها تکمیل گردید.

۲. شرایط پژوهش برای همه آزمودنی‌ها یکسان بود.

۳. آزمودنی‌ها تست‌های وینگیت و بروس را با نهایت توان خود انجام دادند.

۴. آزمودنی‌ها ۴۸ ساعت پیش از انجام تست از محیط زندگی روزمره خود خارج نشوند (در معرض هوای آلوده یا در محیط جنگل و آبشار قرار نگرفتند).

۵. آزمودنی‌ها ۴۸ ساعت پیش از انجام تست فعالیت بدنی شدید انجام ندادند.

۶. آزمودنی‌ها دربازه انجام پژوهش فعالیت ورزشی نداشتند.

۱-۷- محدودیت‌های تحقیق

۱-۷-۱- محدودیت‌های قابل کنترل

۱. آزمودنی‌ها ناهنجاری اسکلتی نداشته‌اند.
۲. هیچ کدام از آزمودنی‌ها سابقه آسم، آلرژی تنفسی، انسداد مجاری تنفسی و یا حمله‌های قلبی-ریوی نداشته‌اند.
۳. هیچ کدام از آزمودنی‌ها از افراد سیگاری و استعمال کننده دخانیات انتخاب نشده بودند.
۴. همه آزمودنی‌ها در بازه سنی ۱۹تا ۲۵ سال قرار داشتند.
۵. سطح فعالیت بدنی آزمودنی‌ها تقریبا مشابه بود.
۶. نحوه، مکان و فاصله بین اجرای تست‌ها برای همه یکسان بود.
۷. آزمودنی ها از نظر روحی روانی (اضطراب,خلق و خو,انگیزه) در حالت نرمالی بودند.

۸. رطوبت و دمای محیط در بازه مشخصی قرار داشت.

۹. محیط دریافت یون، ایزوله بود.

۱۰. فاصله قرارگیری دستگاه یونیزاسیون تا آزمودنی کنترل شد.

۱۱. انجام تست در فصل, ماه و زمان خاصی از شبانه روز انجام شد و برای همه آزمودنی‌ها یکسان بود.

۱۲. تعداد یون‌های دریافتی آزمودنی ها به‌وسیله دستگاه، یکسان بود.

۱-۷-۲- محدودیت‌های خارج کنترل

۱. عدم امکان اندازه‌گیری یون‌های محیط

۲. عدم کنترل تفاوت‌های فردی و عوامل وراثتی

۳. عدم امکان اندازه‌گیری آلاینده‌ها و ذرات محیط

۴. عدم امکان اندازه‌گیری مستقیم حداکثر اکسیژن مصرفی

۵. گرچه به آزمودنی‌ها توصیه می‌شد که هیچ‌گونه فعالیت ورزشی در ایام بین اجرای تست‌ها نداشته باشند اما آزمودنی‌ها به جزء در زمان تحقیق، در اختیار محقق نبودند.

۱-۸- تعاریف واژه‌ها و اصطلاحات پژوهش

در این بخش واژه‌ها و اصطلاحات اصلی مورداستفاده در تحقیق بیان‌شده و توضیح مختصری در مورد هر یک داده خواهد شد.

یون

تعریف نظری: یون‌ها ذرات کوچکی هستند که یک بار الکتریکی (مثبت یا منفی) می‌گیرند (۳۴).

تعریف عملیاتی: در این پژوهش آزمودنی‌ها به مدت یک ساعت پیش از انجام تست در معرض

۱۰۰،۰۰۰ یون منفی، در هرسانتی متر مکعب که به وسیله دستگاه یونیزاسیون (I320) تولید می‌شود قرار گرفتند.

عملکرد هوازی

تعریف نظری: عبارت است از برخورداری از نوعی کیفیت که به وسیله آن قلب و تنفس می‌توانند به سهولت خود را با شدت فعالیت بدنی هماهنگ کنند و با همان سهولت هم از خستگی رها شوند و فعالیت سنگین دیگری را شروع کنند (۳۵).

تعریف عملیاتی: در این تحقیق عملکرد هوازی به صورت میدانی بوسیله آزمون بروس تعیین شد.

توان بی هوازی

تعریف نظری : حداکثر توانایی فرد برای استفاده از دو دستگاه فسفاژن و اسید لاکتیک برای تولید انرژی در واحد زمان می‌باشد (۳۶).

تعریف عملیاتی: در این تحقیق منظور اوج توان بی‌هوازی، میانگین توان بی‌هوازی، توان حداقل و شاخص خستگی است که در این پژوهش ۳۰ ثانیه پازدن با تمام نیرو روی دستگاه دوچرخه مونارک (تست وینگیت) می‌باشد.

افراد فعال

تعریف عملیاتی: در این تحقیق دختران و پسران با دامنه سنی ۲۵-۱۹ سال که حداقل ۲ سال انجام فعالیت منظم، در حدود حداقل۱۵۰ دقیقه در هفته را داشته باشند.

۲ - فصل دوم:

مبانی نظری

و

پیشینه تحقیق

۲-۱- مقدمه

این فصل شامل دو بخش است. ابتدا مرور مختصری بر مبانی تحقیق صورت گرفته و درخصوص متغیرهای مربوط، نقش آن‌ها در سیستم فیزیولوژیکی بدن و عوامل دخیل در آن‌ها توضیحاتی ارائه می‌شود و سپس به گزیده‌ای از تحقیقات انجام شده مرتبط با مطالعه حاضر اشاره خواهد شد.

۲-۲- مبانی نظری

۲-۲-۱- یون

عبارت "یون" از یک واژه یونانی به معنی متحرک مشتق شده است. این واژه اولین بار جهت توجیه اثرات مشاهده شده در زمان عبور جریانات الکتریکی از داخل محلول‌ها بکار رفته است که طی این فرایند، مولکول‌ها در داخل محلول‌ها شروع به جدا شدن و حرکت به سمت الکترودهای با قطبیت مخالف می‌کنند. بعدها یک تئوری توسط یک دانشمند سوئدی بنام آرنیوس بدین ترتیب مطرح شد که یون‌های در حال حرکت، اتم‌های باردار شده هستند. بعدها و با کشف الکترون و اطلاع از ماهیت آن، تئوری آرنیوس اصلاح شد (۳). اصطلاح «یون‌های هوا» به طورگسترده اشاره به همه ذرات موجود در هوایی است که دارای بار الکتریکی‌اند و حرکت آن‌ها تحت تأثیر میدان الکتریکی قرار دارد (۳۷).

۲-۲-۲- یونیزاسیون هوا

برای ایجاد یون اصولا بایستی از یک منبع پر انرژی بصورت طبیعی یا مصنوعی استفاده کرد. عموما این منابع عبارتند از پرتوهای کیهانی، تابش هسته‌ای، باردار کردن اصطکاکی بوسیله هوا، تجزیه قطرات آب (مانند آبشارها)، تخلیه الکتریکی (مانند رعدوبرق)، احتراق و میدان‌های مغناطیسی قوی. فرآیند شکل‌گیری یون‌های هوا، خواه بصورت طبیعی ایجاد شده باشند و خواه بصورت مصنوعی، به ترکیب و ساختار محیط بستگی دارد (۳۸). فرآیند آزاد شدن یک الکترون از یک ذره گاز و تولید یک یون مثبت و یا افزایش بار مثبت یونی، یونیزاسیون نامیده می‌شود. زمانی که یک اتم یا مولکول تعداد الکترون و پروتون

مساوی داشته باشد، به لحاظ الکتریکی متعادل است و یا به اصطلاح خنثی می‌باشد و اگر الکترون از دست بدهد بار مثبت و در صورت جذب الکترون بار منفی پیدا می‌کند. یون‌ها بعنوان اتم‌ها یا مولکول-هایی که الکترون از دست داده (کاتیون) و یا بدست آورده‌اند (آنیون) معرفی می‌شوند (۳۹).

۲-۲-۳- تولید یون‌های مثبت هوا

کل محیط‌زیست جو زمین (تجهیزات الکترونیکی مانند تلفن همراه، کامپیوتر، Wi-Fi،دوربین فیلمبرداری، رادار، برق لوازم خانگی مانند تلویزیون، رادیو، مایکروویو، یخچال، تابلو نورپردازی، مصالح ساختمانی، مبلمان، وضعیت هوا، وسایل نقلیه،آلودگی هوا، سیگار کشیدن، الکل) موجب افزایش یون مثبت زیادی می‌شود. یون‌های منفی در تعداد بهینه موجود نیستند، زیراشرایطی که یون‌های منفی ایجاد می‌شود، به عنوان یک نتیجه ازفعالیت‌های انسانی در جو، محدود، غلبه و یا حذف می‌شوند. یون‌های مثبت اسیدیته، التهاب را در بدن ما افزایش می‌دهندکه علت اصلی تقریبا تمام بیماری‌هاست (۱۹).

۲-۲-۴- یون‌های منفی هوا

یون‌های منفی اولین بار در سال ۱۹۱۰ میلادی توسط تامسون کشف شد (۴۰). نتیجه بررسی‌های وی نشان می‌داد که یون های منفی در اثر برخورد الکترون‌ها و روی سطوح با دمای بالا تشکیل می‌شوند. بدیهی‌است الکترون‌ها بسیار تمایل دارند توسط اتم‌هایی جذب شوند که در لایه آخر خود کمبود الکترون دارند و با جذب الکترون به حالت پایدار می‌رسند. تمام گازهایی که تمایل به جذب الکترون داشته باشند "الکترونگاتیو" نامیده می‌شوند. یک معیار کلی برای پایداری یون‌های منفی بدین شرح است که برای تشکیل یون منفی پایدار برای یک مدت زمان، سطح انرژی کلی آن بایستی کمتر از میزان کل انرژی آن در شرایط عادی باشد، چون اتم عموما در حالت خنثی کمترین سطح انرژی را نسبت به سایر حالت‌ها دارد. بنابراین برای آزادکردن الکترون اضافی بایستی انرژی صرف شود و در صورت عدم حضور انرژی از یک منبع خارجی، یون‌ها می‌توانند بصورت نامحدود وجود داشته باشند و الکترون اضافی در نتیجه

دریافت انرژی ناشی از برخوردهای تصادفی آزاد شود. لذا طول عمر یون‌های منفی در دما و فشار پایین که برخوردها کمتر است، بیشتر می‌باشد و همین امر حضور تعداد زیاد یون‌های منفی در اتمسفر سیارات از جمله کره زمین را توجیه می‌کند. عموما یون‌های تولید شده در فرآیند تولید یون منفی عبارتند از ازن[1]، پراکسید[2]، اکسیژن اتمی، سوپر اکسید[3] و رادیکال‌های هیدروکسیل[4]. در بین یون‌های منفی ذکر شده، سوپر اکسید پایدارتر از سایر یون‌ها بوده و عمر آن در هوای تمیز در حدود ۱۰۰ ثانیه می‌باشد (۳).

۲-۲-۵- مزیت یون‌های منفی (آنیون)

تحقیقات بعمل آمده تاثیر یون‌های منفی بر سلامتی انسان را ثابت کرده است یون‌های منفی به اندازه آب و هوا ضروری هستند (۱۹). از جمله فواید یون‌های منفی می توان به موارد ذیل اشاره نمود :

- سبب بهبود عملکرد سیستم عصبی و کاهش اضطراب‌های روزانه می‌شود.
- افسردگی های مزمن را بهبود می‌بخشد.
- ضربان قلب را تنظیم می‌کند.
- باعث از بین بردن بخشی از باکتری‌ها و میکروارگانیزم‌های موجود در هوای محیط می‌شود (۴۱).
- رادیکال‌های آزاد را خنثی می‌کنند، اثر ضدباکتری و ضدویروسی دارند.
- متابولیسم را احیا می‌کند.
- خون را تصفیه کرده، جریان خون را بهبود بخشیده، قندخون و کلسترول را کاهش داده، و کلسیم را افزایش می‌دهند.
- تأثیرات ضدآلرژی وضد آسم دارند.

---

[1] . O_3
[2] . H_2O_2
[3] . O_2^-
[4] . OH

- سیستم عصبی خودکار را متعادل کرده و ضربان قلب و عملکرد هضم، میزان تنفس، پاسخ مویرگی، ادراری و عملکرد جنسی را تنظیم می‌کند.
- سروتونین مغز را افزایش داده، اضطراب، استرس، خستگی، افسردگی، میگرن را کاهش داده، خواب بهتر و آرامش را موجب می‌گردد.
- تأثیر ضد التهابی و ضددرد دارد.
- باعث بهبود شرایط پوستی و ضد ریزش مو است.
- باعث طول عمر، ضد پیری و باعث جوان‌سازی است (۱۹).

یون‌های منفی، بدن ما را در حالت قلیایی قرارمی‌دهند و باکتری‌ها، ویروس‌ها در حالت قلیایی نمی‌توانند رشد کند، آن‌ها حتی می‌توانند سرطان‌های لاعلاج و بیماری‌ها را شفا دهند. دکتر واربرگ[1] آشکار کرد که علت سرطان، عدم کفایت اکسیژن است که وضعیتی اسیدی را در بدن انسان ایجاد می‌کند. وی همچنین کشف کرد که سلول‌های سرطانی، اکسیژن تنفس نمی‌کنند و در حضوراکسیژن فراوان، که در شرایط قلیایی به دست می‌آید، نمی‌توانند زنده بمانند (۱۹).

۲-۲-۶- تصفیه کننده‌های یونی

تولید یون‌های منفی برای رفع مشکلات سلامتی با موفقیت به کار رفته اند. از طرفی استفاده از مکانیزم‌های تولید یون منفی در بیمارستان‌ها و مراکز پزشکی، در بسیاری از کشورهای اروپایی الزامی شده است (۱۹). تحقیقات نشان داده است که ذراتی که دارای بار الکتریکی هستند ۵ تا ۶ برابر بیشتر از ذرات خنثی به سطوح دیگر می‌چسبند که از این مسئله می‌توان برای جداکردن آلاینده‌ها از هوا استفاده نمود (۴۲). امروزه با توجه به احداث عمده بناها در مناطق شهری که سطح زمین توسط آسفالت، بتن و سایر مصالح پوشانده شده و بدین جهت توازن الکتریکی هوا تحت تاثیر قرار گرفته است، استفاده از

[1] . Warburg

سیستم‌های تولید یون منفی می‌تواند در کاهش آلاینده‌های موجود در هوای محیط‌های بسته که عمدتا ناشی از احتراق سوخت‌های فسیلی است بسیار موثر باشد. ابعاد یون‌های منفی که بصورت خوشه‌ای هستند، nm ۰/۳۶-۰/۸۵ با قابلیت تحرک $cm^2V^{-1}s^{-1}$ ۱/۳-۳/۲ و ابعاد یون‌های مثبت nm ۱/۶-۰/۸۵ با قابلیت تحرک $cm^2V^{-1}s^{-1}$ ۰/۵-۱/۳۲ می‌باشد. ضمن اینکه متوسط عمر یون‌های مثبت و منفی بسته به میزان ذرات موجود در هوا در حدود ۵۰ الی ۲۵۰ ثانیه می‌باشد (۴۳).

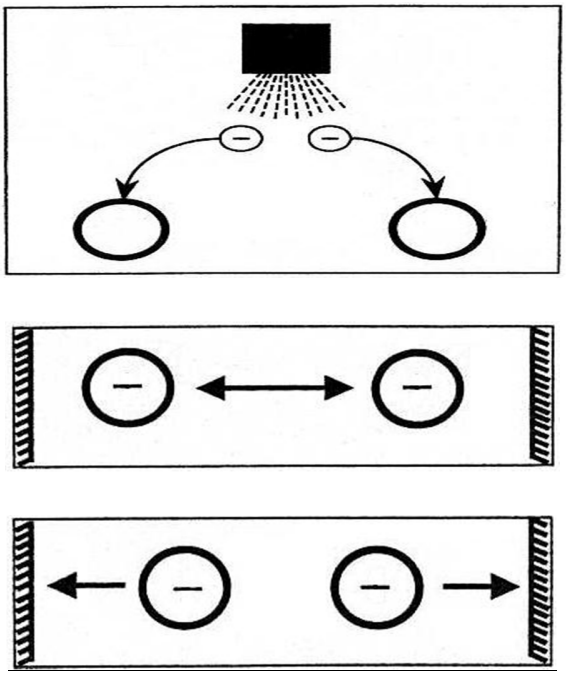
۲-۲-۷- مکانیسم عملکرد سیستم‌های تصفیه یونی

یون‌های تولید شده توسط سیستم تولید یون (عمدتا منفی) باعث شارژ الکتریکی آلاینده‌ها شده و منجر به حذف آن‌ها از محیط با مکانیزم خنثی سازی توسط یون‌های غیر همنام می‌گردد. بسیاری از دستگاه-های تولید یون شامل مجموعه‌ای از المان‌های نوک تیز دارای پتانسیل منفی نسبت به زمین (۵ تا ۱۵ کیلوولت) می‌باشند. تخلیه الکتریکی در نوک این المان‌ها باعث پیدایش یون‌ها می‌گردد. یون‌های منفی تولید شده در محیط پخش می شوند و یون‌های مثبت به سطوحی که باعث ایجاد جریان یکنواخت در مدار می‌شوند می‌چسبند. در روش استفاده از یون‌های منفی مجموعه فضای مورد نظر و سطوح کاربرد دارند. لذا بازدهی آن به شرایط محیطی بستگی دارد. انتشار یون‌های منفی معمولا شامل تخلیه الکتریکی با استفاده از ولتاژ بالا می‌باشد. ترکیب شیمیایی یون‌های منفی بستگی به ترکیب هوای محیط داشته، ولی یون سوپراکسید O_2^- بیشترین میزان یون تولید شده بوده و از سایر یون‌های منفی نیز پایدارتر است (۴۴).

مکانیزم حذف ذرات عموما شامل مراحل باردهی الکتریکی توسط یون‌های منفی، شتابدهی به ذرات توسط میدان الکتریکی ایجاد شده و چسبیدن ذرات به سطوح محیط می‌شود. سرعت حرکت ذرات در اثر میدان الکتریکی بستگی به مقدار بار الکتریکی ذرات، ابعاد ذرات و شدت میدان الکتریکی دارد.

عموما برای هوای فیلتر نشده، یون‌های هوا عبارت از خوشه‌های مولکولی مشتمل بر مولکول‌های حدود

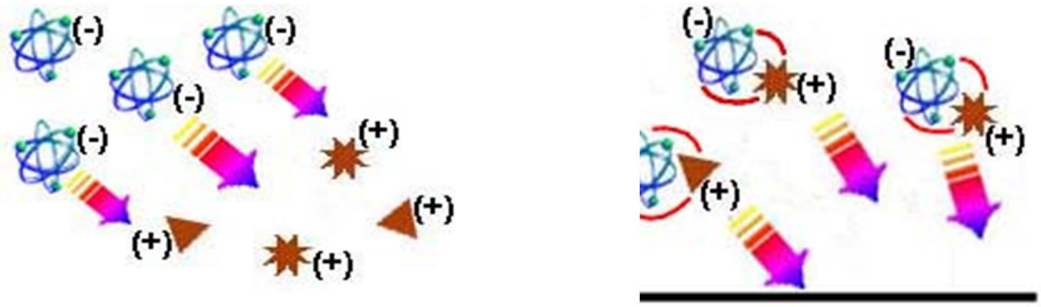
۱۰ نوع گاز خنثی در اطراف مولکول باردار اکسیژن، نیتروژن و یا آب هستند که به آن‌ها یون‌های کوچک هوا گفته می‌شود. این یون‌ها سریعا جذب یون‌های با بار الکتریکی مخالف شده و بار الکتریکی خود را از دست می‌دهند. عمر یون‌های کوچک در حدود چند ثانیه یا چند دقیقه (بطور متوسط ۱۰۰ ثانیه) می‌باشد. تحت شرایطی، یون‌های کوچک به ذرات یا مولکول‌های بزرگتر چسبیده و یون‌های هوای بزرگ‌تر را تشکیل می‌دهند. چنانچه بتوان مکانیزمی طراحی نمود که بتوان یون‌های منفی تولید نمود، می‌توان یون‌های تولید شده را در جریان هوای انتقال‌دهنده آلاینده‌ها وارد نموده و یون هوای بزرگ‌تر را در فضای بسته پخش نمود. سپس بدلیل اینکه اکثر سطوح موجود در فضاهای بسته دارای بار الکتریکی مثبت هستند، بدلیل خاصیت جذب الکتریکی به این سطوح چسبیده و از جریان هوا جدا می‌شوند. مکانیزم شرح داده شده بصورت شماتیک در شکل ۲-۱ نشان داده شده است (۳).



شکل ۲-۱: مکانیزم جذب الکتریکی (۳)

از طرفی چنانچه آلاینده مورد نظر دارای بار الکتریکی مثبت باشد، در اثر جاذبه الکتریکی بین آلاینده و یون منفی، ذره با بار خنثی تشکیل شده و در اثر افزایش وزن ذره، از هوای محیط جدا می‌گردد که در

شکل ۲-۲نشان داده شده است. سرعت حرکت یون‌ها بستگی به ابعاد ذرات، میزان بار الکتریکی و شدت میدان الکتریکی دارد. بایستی توجه کرد که اگر مقدار یون‌های منفی بیش از حد باشد، یک سپر الکترواستاتیکی روی دیوارها ایجاد می شود که مانع از نشست ذرات بر روی سطوح می‌گردد که این امر زمانی که جنس سطوح از مواد غیر هادی ساخته شده باشد، بیشتر مشهود است (۳).

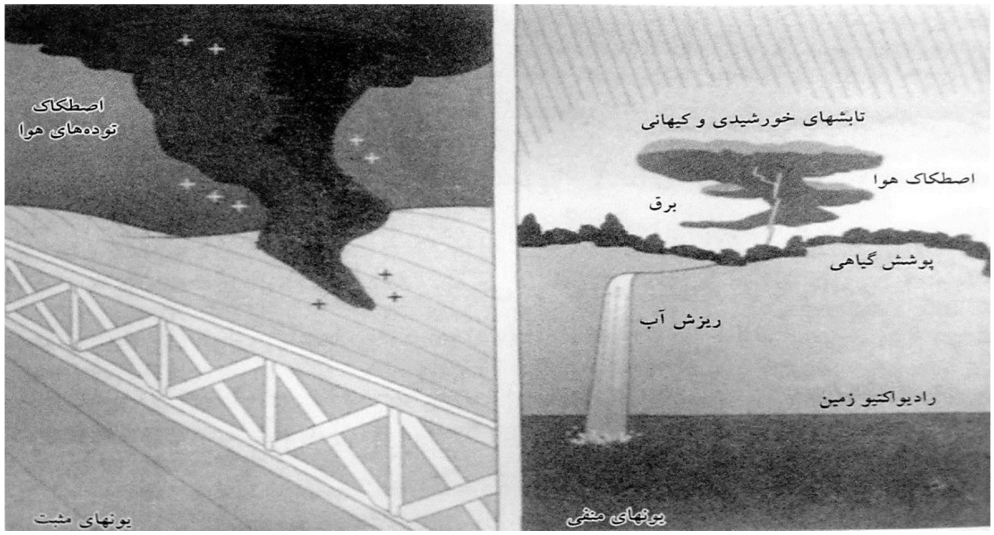


شکل ۲-۲: مکانیزم حذف آلاینده‌ها (۳)

۲-۲-۸- مکانیسم تولید یون در شراطی طبیعی

نزدیک بودن به طبیعت، موهبت عافیت‌بخش خدا، دارای تأثیر شفابخش قدرتمندی است چراکه یون-های منفی در طبیعت پاک فراوانند. یون‌های منفی در واقع اتم‌های اکسیژن با الکترون‌های باردارمنفی بیشتر هستند. یون‌های منفی مولکول‌های بی‌بو، بی‌مزه و نامرئی فراوان در طبیعت، به خصوص اطراف آبشارها، دریا، کوه‌های سبز و جنگل‌ها پس از بارش‌های شدید هستند (۱۹). در شرایط طبیعی، یک پتانسیل الکترواستاتیک در حدود ۱۰۰-۲۰۰ Vm^{-1} در نزدیکی سطح زمین وجود دارد که سطح زمین بعنوان کاتد و لایه یونوسفر بعنوان آند عمل می‌کند. لذا در اثر ایجاد این میدان، یون‌های منفی از سطح زمین به طرف آسمان و متقابلا یون‌های مثبت به طرف زمین حرکت می‌نمایند. زمانیکه شرایط جوی تغییر می‌کند و طوفان اتفاق می‌افتد، تغییر قطب‌ها برای هوای بین ابرها و زمین اتفاق می‌افتد و بعبارت دیگر قطبیت ابرها منفی تر از قطبت زمین شده و جهت حرکت یون‌ها معکوس می‌شود (۳). یون‌های

منفی در طبیعت با شکستن مولکول‌های هوا در اثر تشعشع نور خورشید و حرکت هوا و آب به‌وجود می‌آیند (۱۹). ضمن اینکه مقدار یون‌ها پس از پدیده‌هایی از قبیل طوفان و بارش باران به شدت افزایش یافته و به مقدار ۱۴۰۰۰ یون منفی و ۷۰۰۰ یون مثبت به ازای هر سانتیمتر مکعب هوا می‌رسد. در سطح زمین‌های باز، در هر سانتیمتر مکعب هوا، معمولا۴۰۰ تا ۲۰۰۰ یون وجود دارد و نسبت یون‌های مثبت (+) به منفی (-) از ۴ به یک (۴:۱) تا ۱/۳ به ۱ (۱/۳ :۱) متغیر است که تحت شرایط آب و هوایی خاص، به ۰/۹ نیز می‌رسد. در مقیاس‌های کوچکتر، چندین پدیده دیگر نیز یون‌های مثبت و منفی تولید می‌کند (۹،۳).



شکل۲-۳: پدیده‌های طبیعی که یون‌های مثبت و منفی تولید می‌کنند (۹).

۲-۲-۹- الگوهای آب و هوایی و یون‌های هوا

سیستم‌های آب‌وهوایی و اقلیم‌های مناطق خاص جغرافیایی از عوامل ژئو فیزیکی بسیاری از جمله دما، سرعت باد، رطوبت، فشارجو، میزان بارندگی، چگالی یون‌های مثبت و منفی هوا و اشعه (برای مثال خورشیدی، مادون قرمز، ماوراء بنفش) تشکیل می‌شود. دانشمندان قرن‌هاست این نظریه را مطرح کرده‌اند که شرایط آب و هوایی و بخصوص تغییرات سیستم‌های آب‌وهوایی بر رفتار، تندرستی و عملکرد انسان

تأثیر می‌گذارد. از فرهنگ قرون گذشته و از گزارش‌های داستان گونه چنین بر می‌آید که بعضی از مردم در اثر کوچکترین تغییر در آب و هوا، دچار مشکل شده و به رنج و عذاب می‌افتند، در صورتی که بعضی دیگر فقط به تغییرات شدید آب و هوایی واکنش نشان می‌دادند (۹)."بادهای‌جادوگران"[۱] وقتی می‌وزند همه چیز را از بین می‌برند. این بادها را در کالیفرنیای جنوبی، «سانتا آنا»[۲]؛ در کانادا، «چینوک»[۳]؛ در اروپای مرکزی «فوهن»[۴]؛ در اسرائیل، «شاراو»[۵] و در فرانسه «میسترال»[۶] می‌نامند. عقیده بر این است وزیدن این بادها متقارن است با شیوع بیماری، نزاع‌های محلی، خودکشی، خون و خونریزی و سانحه. طبق یک نظریه علت تولید این پدیده‌ها (بادها)، یون مثبتی است که به وسیله بادهای داغ و سوزان تولید می‌شود و پیشاپیش آن‌ها حرکت می‌کند (۴۵). جریان آب زلال و شفافی که از آبشار فرو می‌ریزد، بسیار جذاب بوده و به انسان آرامش می‌بخشد. برخی اثربخشی را به زیبایی دیداری و شنیداری نسبت می‌دهند؛ دیگران عامل سومی را به آن اضافه می‌کنند که همان قدرت ریزش آب در پخش کردن یون‌های منفی در هوای اطراف محیط است.

با در نظر گرفتن عوامل گوناگونی که بر خلق و خوی انسان تاثیر می‌گذارد طبیعی است انتظار داشته باشیم تغییر الگوی آب‌وهوا منجر به تغییر هموستاز [۷]داخلی بدن شود و بهداشت و عملکرد جسمانی یا روانی را تحت تاثیر قرار دهد. آشکار است که به هنگام تغییرات عمده در شرایط آب‌وهوایی محل؛ این آثار در افراد حساس، بیشتر است (۹).

---

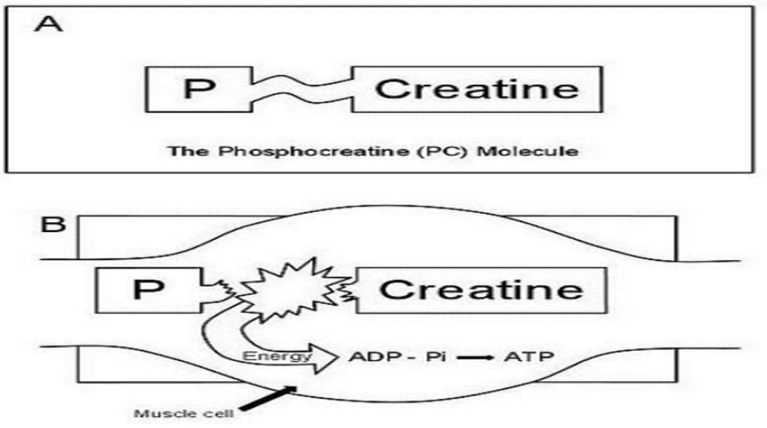
1. Witches' Wind
2. Sanata Ana
3. Chinook
4. Foehn
5. Sharav
6. Mistral
7. Homeostas

۲-۲-۱۰- راه‌های تشکیلATP

۲-۲-۱۰-۱- منبع انرژی ATP- PC

ATP- PC در داخل عضله ذخیره می‌شود و برای استفاده فوری در دسترس می‌باشد. مثلATP ،PC (فسفوکراتین) نیز یک گروه فسفات دارد و یک پیوند پرانرژی که به مولکول کراتین چسبیده است. برخلاف ATP که در آن بر اثر تجزیه ATP به ADP، انرژی حاصل می‌تواند مستقیما برای کار سلولی استفاده شود، گروه Pi جداشده از کراتین که با کمک آنزیم کراتین کیناز تسهیل می‌شود، تنها می‌تواند با مولکول ADP ترکیب شود تا ATP بازسازی شود (۴۶). سیستم انرژی ATP- PC، ساده‌ترین سیستم انرژی است. برای رهایش انرژی از ATP- PC به اکسیژن نیازی نیست، این سیستم یک منبع انرژی بی-هوازی است. با وجود این، تنها مقدار محدودی ATP و Pi در عضله وجود دارد و هنگام فعالیت ورزشی بیشینه، این ذخیره ظرف ۳۰ ثانیه به درماندگی می‌رسد. هرچند سیستم انرژی ATP- PC برای یک دوره زمانی نسبتا کوتاه تأمین می‌کند اما استفاده از آن به عنوان یک منبع انرژی، چندین حسن دارد. اساسا، منبع انرژی است که برای استفاده فوری، عملا در دسترس است. ضمنا ظرفیت توانی زیادی دارد و این امکان را برای عضله به وجود می‌آورد که ظرف یک دوره زمانی کوتاه، به مقدار زیادی انرژی دسترسی داشته باشد. این ویژگی‌ها، سیستم انرژیATP- PC یک منبع انرژی ایده‌آل برای فعالیت‌های کوتاه مدت خیلی شدید (برای مثال، دوی ۱۰۰ متر، پرتاب وزنه، پرش طول) می‌سازد. از مطالعات گوناگونی که انجام شده، چنین بر می‌آید که غلظت سلولی ATP- PC به مقدار بحرانی که در آن ظرفیت تولید انرژی نیروی عضله یا مقدار چرخه اکتین میوزین پل عرضی به خطر افتد نخواهد رسید. چنین به نظر می‌آید که خستگی ناشی از عوامل دیگر باعث می‌شود تا مقدار مصرف ATP کاهش یابد و این در حالی است که غلظت‌های ATP هنوز به پایان نرسیده‌اند. در حقیقت، حتی هنگام خستگی خیلی شدید نیز غلظت ATP موجود در عضله اسکلتی به کمتر از ۷۰درصد مقادیر استراحتی نخواهد رسید. هنگام فعالیت‌های

ورزشی بیشینه، کاهش مصرف ATP با کاهش خیلی زیاد غلظت PC موجود در سلول و نیز با افزایش غلظت یون هیدروژن (H^+) سلولی که بر اثر فعالیت کاملا بی‌هوازی تولید می‌شود، در ارتباط است. هرچند به نظر نمی‌رسد که غلظت‌های ATP در جریان فعالیت‌های ورزشی بیشینه، به طور کامل هزینه شوند ولی مقادیر PC به سرعت و تا نقطه درماندگی کامل کاهش می‌یابند، زیرا PC استفاده می‌شود تا مقادیر ATP از دست رفته، ترمیم شوند. این ارتباط بین غلظت ATP و PC در عضله اسکلتی و آن هم هنگام فعالیت ورزشی در شکل زیر نشان داده شده است (۴۷).

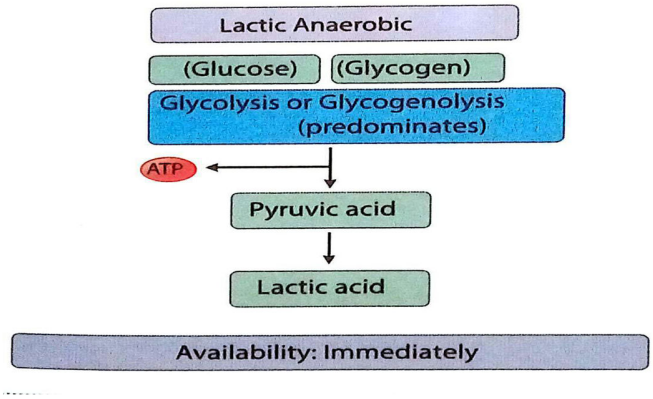


شکل ۲-۴: رابطه بین ATP وPC (۴۶)

۲-۲-۱۰-۲- منبع انرژی گلیکولیتیک (غیر هوازی)

منبع انرژی دیگری وجود دارد که از راه تجزیه یک مولکول گلوکز، ATP تولید می‌کند. این فرایند متابولیزه کردن گلوکز راگلیکولیز می‌خوانند و بسته به اینکه مولکول گلوکز، از کجا به دست آمده به طور خاص ۲ یا ۳ ATP تولید می‌کند. گلیکولیز از راه یک زنجیر واکنش‌های شیمیایی به رهایش انرژی و تجزیه یک مولکول گلوکز و تبدیل آن به ترکیبی که اسیدپیرویک خوانده می‌شود منتهی می‌گردد. از آنجا که این سیستم انرژی می‌تواند بدون نیاز به اکسیژن ATP تولید کند، لذا آن را به یک منبع انرژی بی-هوازی می‌شناسند. گلوکزی که در جریان گلیکولیز متابولیزه می‌شود، از راه خون یا از راه هضم و جذب

کربوهیدرات‌ها یا از تجزیه گلیکوژن موجود در کبد به‌دست می‌آید. گلوکز ضمنا می‌تواند از گلیکوژن ذخیره در عضلات اسکلتی فعال نیز متابولیزه شود. فرایند متابولیزه شدن گلیکوژن به گلوکز را گلیکوژنولیز می‌خوانند. در همه بافت‌ها، گلیکوژن با دخالت آنزیم فسفوریلاز به گلوکز- ۱ – فسفات تبدیل که بر اثر شکسته شدن به گلوکز -۶- فسفات تغییر شکل می‌دهد (۴۶).



شکل ۲-۵: مسیر انرژی گلیکولیتیک (۴۸)

به محض آن‌که گلوکز -۶- فسفات تشکیل شد، فرایند گلیکولیز آغاز می‌شود. عمده مولکول‌های گلوکز فسفوریله شده، از بین نمی‌روند. مولکول فسفاتی که به هر مولکول گلوکز می‌چسبد، مانع می‌شود تا آن به خارج از سلول انتشار یابد. با وجود این، کبد آنزیم فسفوریلاز ویژه‌ای دارد که گلوکز -۶- فسفات را به گلوکز و Pi تبدیل می‌کند. این موضوع باعث می‌شود تا مولکول گلوکز به درون خون تزریق شود و به بافت‌هایی می‌رود که به گلوکز احتیاج دارند. هیچ یک از بافت‌های دیگر این توانایی را ندارند که گلوکز را دفسفوریله کنند. لذا این امکان به‌وجود می‌آید تا گلوکز به بافت‌هایی که به آن نیاز دارند، منتقل شود. متابولیزه شدن گلوکز به اسید پیرویک یک فرایند ۱۰ مرحله‌ای است. اگر گلیکولیز با تجزیه گلیکوژن ذخیره‌ای شروع شود، از متابولیسم کامل آن ۳ مولکول ATP خالص به‌دست می‌آید. با وجود این، اگر گلیکولیز از گلوکز آغاز شود، تنها ۲ مولکول ATP خالص تولید می‌شود چون برای تبدیل گلوکز به گلوکز

-۶- فسفات، ۱ مولکول ATP هزینه می‌شود. از آنجا که هنگام گلیکولیز بی‌هوازی، اکسیژن وجود ندارد، لذا اسید پیرویک به اسید لاکتیک تبدیل خواهد شد. انباشته شدن اسید لاکتیک در داخل عضله، چندین اثر زیان‌بار دارد که مانع از عملکرد عضله می‌شود. هرگونه افزایشی در اسید لاکتیک، PH عضله را کمتر می‌کند (عضله بیشتر اسیدی می‌شود) و اغلب باعث می‌شود تا پس از فعالیت ورزشی شدید، نوعی درماندگی (بی‌رمقی) احساس شود. بی‌رمقی که در عضلات فعال هنگام چنین فعالیت‌هایی احساس می‌شود، بازتاب فعال شدن گیرنده‌های حسی (گیرنده‌های درد) هستند که به افزایش H^+ حساس می‌باشند. افزایش اسید لاکتیک همچنین مانع از آن دسته از فرایندهای شیمیایی می‌شود که بر تولید ATP موثرند و نیز با جلوگیری از پیوند کلسیم به تروپونین، قابلیت انقباض عضله را به تاخیر می‌اندازد (۴۹). علی‌رغم این آثار جانبی ناخواسته، در مقایسه با ATP- PC ، گلیکولیز می‌تواند مقدار انرژی زیادی تولید کند. با وجود این گلیکولیز نمی‌تواند انرژی زیادی به ازای یک واحد زمانی معین تولید کند. بنابراین، به همان اندازه منبع انرژی ATP- PC، پرتوان نیست. گلیکولیز، منبع انرژی اصلی آن دسته از فعالیت‌های ورزشی خیلی شدیدی است که بین ۱ تا ۳ دقیقه به درازا می‌انجامد (۴۷).

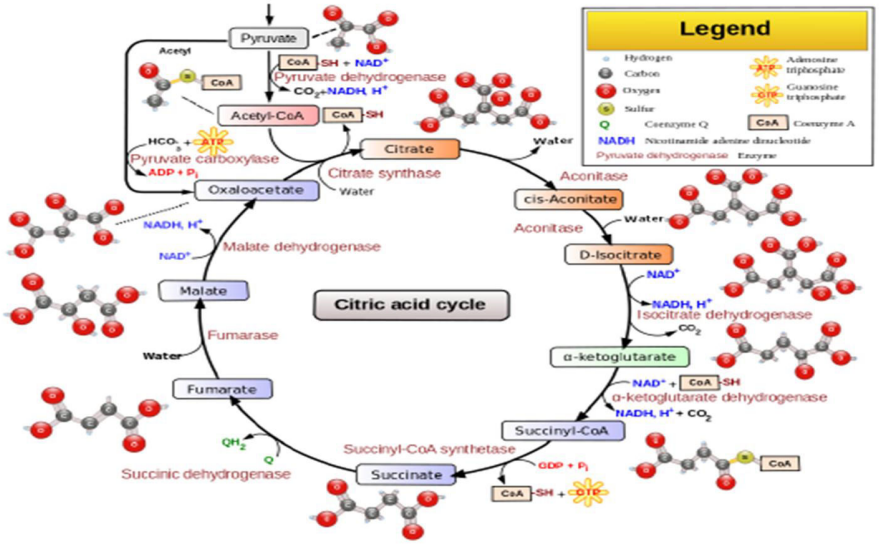
۲-۲-۱۰-۳- منبع انرژی اکسیداتیو (هوازی)

در تولید ATP، سیستم انرژی اکسیداتیو، انرژی مصرف می‌کند.از این رو به عنوان یک منبع انرژی هوازی شناخته شده است. تولید ATP به روش اکسایشی در درون میتوکندری‌های همه سلول‌ها امکان‌پذیر است. در عضلات اسکلتی، میتوکندری‌ها در مجاورت میوفیبریل‌ها و در سراسر سارکوپلاسم مستقرند. تولید اکسایشی ATP نمی‌تواند ATP را خیلی فوری تولید کند تا انرژی مورد نیاز برای تداوم فعالیت خیلی شدید را تامین کند. با وجود این، به دلیل فراوانی ذخایر چربی و کربوهیدرات موجود در بدن، سیستم انرژی اکسیداتیو می‌تواند انرژی کافی را برای دوره‌های طولانی فعالیت ورزشی زیر بیشینه تامین کند. بنابراین، این سیستم منبع انرژی اصلی است که برای فعالیت‌های هوازی طولانی مدت استفاده می-

شود.

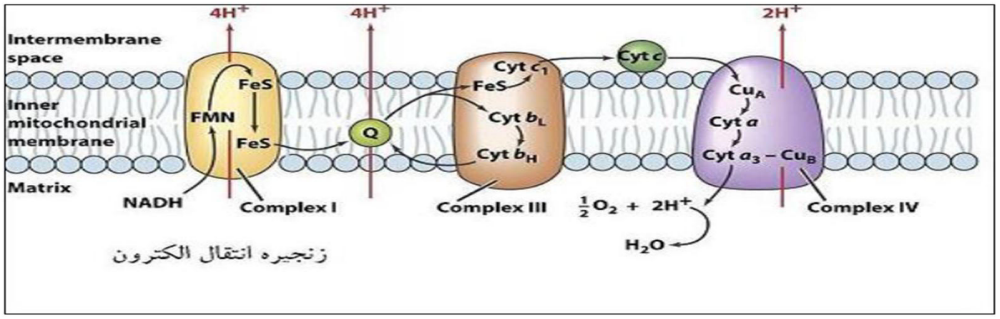
همچون گلیکولیز، متابولیسم هوازی نیز با تجزیه گلیکوژن به گلوکز و متعاقبا تبدیل گلوکز به اسید پیرویک شروع می‌شود. با توجه به این‌که، در حضور اکسیژن، اسید پیرویک به استیل کوآنزیمA تبدیل شده و وارد یک سلسله واکنش‌های شیمیایی می‌شود به چرخه کربس و زنجیره انتقال الکترونی معروفند. چرخه کربس متشکل از یک سلسله واکنش‌های شیمیایی است که دی اکسید کربن (از راه ریه‌ها به خارج رانده می‌شود) و هیدروژن تولید می‌کند. هیدروژن با کوآنزیم‌های نیکوتین آمید دی نوکلئوتید (FAD) ترکیب شده و آن‌ها را از سیتوپلاسم سلول به میتوکندری‌ها، جایی که آن‌ها وارد زنجیره انتقال الکترون می‌شوند، به پروتون‌ها و الکترون‌ها تجزیه می‌شوند. پروتون‌های هیدروژن با اکسیژن ترکیب و آب را تشکیل می‌دهند. در حالی که الکترون‌ها به یک سلسله واکنش‌هایی که ADP را به شکل ATP فسفوریله می‌کنند منتقل می‌شوند (۴۹).

متابولیسم اکسیداتیو در درجه اول کربوهیدرات‌ها و چربی‌ها را استفاده می‌کند. با وجود این، در زمان تخلیه کربوهیدرات‌ها، گرسنگی شدید یا فعالیت‌های ورزشی طولانی مدت، پروتئین زیادی می‌تواند برای انرژی متابولیزه شود (۴۷).



شکل ۲-۶: متابولیسم اکسیداتیو- چرخه کربس (۴۶)

این در حالی است که هنگام استراحت، بدن بخش اعظم انرژی مورد نیاز خود را از چربی‌های ذخیره کسب می‌کند. با وجود این، هنگام فعالیت ورزشی، بدن شروع به متابولیزه درصد بیشتری از کربوهیدرات-های ذخیره می‌کند. متابولسیم اکسایشی ۱ مولکول گلوکز، معادل ۳۹ مولکول ATP خالص می‌باشد.



شکل۲-۷: متابولیسم اکسیداتیو: زنجیره انتقال الکترونی (۴۶)

استفاده از ذخایر چربی به عنوان یک منبع انرژی به طور کامل به تجزیه تری‌گلیسریدهای ذخیره در بافت ادیپوز و عضله متکی است. فرایندی که طی آن چربی‌ها شکسته می‌شوند تا به انرژی تبدیل شوند،

لیپولیز نامیده می‌شود. در این فرایند، تری گلیسریدها به یک مولکول گلیسرول و سه اسید چرب آزاد متابولیزه می‌شوند. این اسیدهای چرب آزاد هستند که به عنوان منبع اصلی انرژی استفاده می‌شوند. با ورود اسیدهای چرب آزاد به درون میتوکندری‌ها، آن‌ها وارد فرایندهای متابولیکی بیشتری می‌شوند که بتا – اکسیداسیون خوانده می‌شوند. با درگیر شدن آنزیم، یک مولکول اسید چرب آزاد به استیل کو A تبدیل می‌شوند. گروه استیل سپس از راه واکنش سیترات سنتتاز وارد چرخه کربس می‌شود و به همان روشی که کربوهیدرات‌ها از راه گلیکولیز هوازی اکسیده می‌شوند، آن‌ها نیز دچار اکسیداسیون می‌شوند. انرژی حاصل از اکسیداسیون ۱ مولکول اسید چرب آزادی مثل اسیدپالمیتیک ۱۲۹ ATP تولید می‌کند (۴۷).

۲-۲-۱۱- تعامل منابع انرژی

هرچند یک منبع انرژی می‌تواند سیستم غالبی باشدکه در یک زمان معین کار می‌کند، ولی این سه منبع انرژی‌اند که هرکدام بخشی از انرژی (ATP) مورد نیاز فعالیت ورزشی را در کل زمان تامین می-کنند. بنابراین منبع ATP- PC نیز انرژی استراحتی را تامین می‌کند و منبع انرژی اکسیداتیو نیز هنگام فعالیت ورزشی بیشینه استفاده می‌شود. هر چه‌قدر فعالیت ورزشی شدیدتر شود، بخش بیشتری از ATP از منبع انرژی بی‌هوازی به دست می‌آید. همچنان که شدت فعالیت ورزشی کاهش می‌یابد و مدت فعالیت ورزشی افزایش می‌یابد، انرژی تولیدی در درجه اول از متابولیسم هوازی تامین می‌شود. هیچ نقطه دقیقی وجود ندارد که درآن، یک منبع انرژی از دور خارج شود و منبع انرژی دیگری شروع به تامین انرژی بیشتری کند. گذشته از این، انتقال از یک منبع انرژی به دیگری فرایندی تدریجی است (۴۶).

۲-۲-۱۲- استقامت قلبی - تنفسی (توان هوازی)

استقامت قلبی- تنفسی عبارت است از برخورداری از نوعی کیفیت که به وسیله آن قلب و تنفس می-توانند به سهولت خود را با شدت فعالیت بدنی هماهنگ کنند و با همان سهولت هم از خستگی رها شوند و فعالیت سنگین دیگری را شروع کنند. آمادگی قلب و تنفس را می‌توان پر اهمیت‌ترین نشانه و معیار

برای برآورد وضعیت آمادگی جسمانی افراد به حساب آورد (۳۵). آمادگی هوازی مترادف با بسیاری از واژه‌های دیگر مانند توان هوازی، آمادگی قلبی- تنفسی (CRF)[1]، استقامت ریوی گردش خونی و استقامت قلبی ریوی به‌کار می‌رود که برای اکثر رشته‌های ورزشی یکی از عوامل توانایی و عملکرد ورزشی ورزشکار می‌باشد (۵۰).

۲-۲-۱۳- عوامل موثر بر حداکثر اکسیژن مصرفی

۲-۲-۱۳-۱- سن

در تحقیقات بسیاری گزارش شده که اوج اکسیژن مصرفی در افراد با افزایش سن کاهش می‌یابد. این کاهش اکسیژن مصرفی با افزایش سن شاید به دلیل کاهش در حداکثر ضربان قلب، کاهش در برون‌ده قلبی، تغییرات ترکیب بدن (۵۲،۵۱)، کاهش در توده بدون چربی، کاهش در ظرفیت مصرف اکسیژن عضلات که شاید مربوط به کاهش در تراکم و اندازه میتوکندری باشد (۵۳).

۲-۲-۱۳-۲- وراثت

VO_2max به میزان قابل توجهی تحت تاثیر وراثت است. بدنبال این مطلب در بررسی تفاوت‌های VO_2max بین دوقلوها، در دوقلوهای کاذب بسیار بیشتر از دوقلوهای یکسان نشان داده شده است. همچنین ثابت شده است که بزرگی VO_2max تا ۹۳ درصد تابع وراثت است (۵۴). چنین برآورد شده است که ۹۳/۴ درصد توان هوازی در مردان و ۹۵/۹ درصد در هر دو جنس (مرد و زن) از طریق وراثت به فرد منتقل می‌شود . به عبارت دیگر آمادگی هوازی به طور ژنتیکی بوده و وراثت نقش مهمی را در آمادگی هوازی به عهده دارد (۵۵).

۲-۲-۱۳-۳- جنسیت

در رابطه با متغیرهای جنسی و تأثیر آن بر VO_2max در بین دختران و پسران به سود پسران است و

[1].Cardio Respiratory Fitness (CRF)

مشخص شده که آمادگی قلبی- تنفسی پسران در سطح بالاتری نسبت به دختران قرار دارد (۵۱). مقادیر حداکثر اکسیژن مصرفی در زنان معمولا ۱۵ تا ۳۰ درصد کمتر از مردان می‌باشد. به نظر می‌رسد دختران بیشتر به دلیل محدودیت‌های اجتماعی موفق به استفاده از تمام توانایی‌های بالقوه خود برای گسترش آمادگی قلبی- تنفسی نمی‌شوند. البته وجود اختلاف جنسی در آمادگی قلبی- تنفسی متغیرهای بیولوژیک نیز نقش دارند مانند غلظت پایین هموگلوبین در دختران نسبت به پسران و کوچکتر بودن اندازه قلب و بطن چپ در دختران نسبت به پسران که حجم ضربه‌ای کمتری را در دختران نسبت به پسران به دنبال دارد (۵۶).

۲-۲-۱۳-۴- برون ده قلب

برون ده قلب از حاصل ضرب ضربان قلب در حجم ضربه‌ای قلب بدست می‌آید. در واقع مقدار خونی که توسط قلب در مدت یک دقیقه پمپ می‌شود که تحت تأثیر قطر بطن چپ و حجم پایان دیاستول قرار می‌گیرد (۵۷). بطن ها در یک دوره زمانی از خون پر می‌شوند که دیاستول نام دارد. حجم پایان دیاستول به زمانی گفته می‌شود که بطن‌ها بصورت بیشینه قبل از اینکه قلب منقبض شود، از خون پر می‌شوند. به زمان انقباض قلب سیستول گفته می‌شود. در زمان سیستول وقتی که عضلات قلبی منقبض می‌شوند و خون را از قلب خارج می‌کنند باز مقداری از خون در قلب باقی می‌ماندکه این مقدار خون به حجم پایان سیستول معروف است. حجم ضربه‌ای رابطه مستقیمی با حجم پایان دیاستول دارد. برون ده قلب در زمانی که افراد در حالت استراحت هستند در حدود ۵ لیتر در دقیقه می‌باشد. در افراد غیر ورزشکار ضربان قلب در حدود ۷۲ ضربه در دقیقه است. در نتیجه حجم ضربه‌ای در حدود ۷۰ میلی لیتر می‌باشد. حداکثر ضربان قلب با سن افراد در ارتباط است. این مسئله بدون توجه به سطوح آمادگی افراد در نظر گرفته می‌شود. حداکثر ضربان قلب از تفریق سن افراد از عدد ۲۲۰ بدست می‌آید که شاخص تقریبی خوبی برای براورد حداکثر ضربان قلب به حساب می‌آید. ولی به طور کلی دقیق نیست و

ممکن است حدود ۲۰ ضربه در دقیقه در افراد با سن یکسان متفاوت باشد. حجم ضربه‌ای نوعا با ورزش افزایش می‌یابد و برون ده قلب بیشینه ممکن است در افرادی که شدیدا تمرین می‌کنند، تا ۴۰ لیتر در دقیقه برسد. قابلیت تولید حداکثر برون ده قلب بالا، عامل تعیین کننده اصلی قابلیت حداکثر اکسیژن مصرفی بالا به شمار می‌رود (به عبارت دیگر اگر حداکثر برون ده قلب بالا باشد حداکثر اکسیژن مصرفی نیز بالا خواهد بود (۵۸).

۲-۲-۱۳-۵- ظرفیت انتقال اکسیژن خون

سلول‌های اصلی خون، سلول‌های قرمز خونی هستند که حاوی پروتئین‌های آهن داری بنام هموگلوبین می‌باشند. هموگلوبین دارای جایگاه‌هایی برای اکسیژن است. اکسیژن می‌تواند به طور قوی با هموگلوبین خون پیوند برقرار سازد. زمانی که خون به بافت‌های بدن می‌رسد (مانند عضلات اسکلتی در هنگام ورزش) اکسیژن باید از هموگلوبین جدا شده و برای تولید انرژی بکار رود. پیوند میان اکسیژن و هموگلوبین ضعیف شده و اکسیژن از سلول‌های قرمز خون جدا شده و در بافت‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد. در اکثر افراد مقدار هموگلوبین خون در حدود ۱۵ گرم به ازاء هر ۱۰۰ میلی لیتر خون است. هر گرم هموگلوبین در حدود ۱/۳۴ میلی لیتر اکسیژن را می‌تواند حمل کند. بنابراین، پس از گذشت خون از داخل ریه ۱۰۰ میلی لیتر خون می‌تواند ۲۰ میلی لیتر اکسیژن را با خود حمل نماید. با توجه به سرعت عبور خون از داخل ریه و بافت‌های متابولیکی میزان اکسیژن خون می‌تواند به زیر ۳ در ۱۰۰ میلی لیتر خون برسد. توانایی بافت‌ها در گرفتن اکسیژن از خون تحت عنوان استخراج اکسیژن شناخته شده است (۵۸).

۲-۲-۱۳-۶- حجم عضلات اسکلتی

عامل تعیین کننده دیگر حداکثر اکسیژن مصرفی که بیشترین اهمیت را در سازگاری تمرینی دارد، نقش عضلات اسکلتی است. هر قدر حجم عضلات اسکلتی فعال بیشتر باشد، اکسیژن مصرفی کل بدن

افزایش می‌یابد. دانشمندان عقیده دارند که توده عضلانی بیشتر امکان سوخت و ساز بیشتری را در بدن فراهم می‌کند که شاید این یکی از عوامل افزایش اکسیژن مصرفی در افرادی باشد که بدن عضلانی‌تری دارند (۵۹). همچنین نوع فعالیت که عضلات اسکلتی در آن دخالت دارند و نوع تارهای عضلانی نیز در قابلیت استخراج اکسیژن توسط عضلات موثر است. تمرینات استقامتی سیستم‌های هوازی عضلات اسکلتی را تحت فشار قرار می‌دهد. نوع تار عضلانی نیز قابلیت عضلات برای انجام فعالیت‌های هوازی و در نتیجه حداکثر اکسیژن مصرفی را تحت تأثیر قرار می‌دهد. تار نوع I یا کندتنش طبیعتا آنزیم‌های اکسیداتیو (هوازی) و میتوکندری بیشتری در سلول خود برای سوخت و ساز هوازی دارند. آن‌ها همچنین دارای چگالی مویرگی بیشتری در اطراف خود هستندکه نتیجه آن اکسیژن بیشتری را به تارها می‌رساند. تار عضلانی نوع II، تطابق کمتری با عملکرد هوازی دارند، اما می‌توان با تمرین کردن به آنزیم‌های هوازی آن‌ها افزود. این نوع تارها از دانسیته مویرگی کمتری در اطراف خود برخوردارند. بنابراین هرچه حجم عضلات فعال، تارهای عضلانی نوع I بیشتر باشد، مصرف اکسیژن در کل سطح بدن افزایش خواهد یافت (۶۰).

۲-۲-۱۳-۷- ترکیب بدن:

بیان VO_2max به ازای هر کیلوگرم از وزن بدن به دلیل آنکه تحت تأثیر توده چربی بدن قرار می‌گیرد شاخص مناسبی برای بیان میزان حداکثر اکسیژن مصرفی نیست (۶۱)، افرادی که بدن آن‌ها درصد چربی بیشتری دارد در هنگام فعالیت این توده چربی عملا بار اضافی بر بدن تحمیل می‌کند، در همین رابطه مشخص شده است که توده چربی بدن رابطه معنی دار منفی با میزان VO_2max دارد (۶۲). علت تفاوت در حداکثر اکسیژن مصرفی زنان در مقابل مردان از تفاوت ترکیب بدن این دو جنس ناشی می‌شود. اگرچه تفاوت بیولوژیکی مختلفی بین این دو جنس وجود دارد، ولی تحقیقات نشان می‌دهدکه حداکثر اکسیژن مصرفی با افزایش درصد چربی بدن افراد کاهش می‌یابد. از آنجایی‌که از نظر

فیزیولوژیک زنان نسبت به مردان از توده بدون چربی کمتری برخوردارند و درصد چربی بیشتری نیز دارند، این اختلاف در سطح حداکثر اکسیژن مصرفی زنان و مردان هم وزن، طبیعی به نظر می‌رسد (۶۳).

۲-۲-۱۳-۸- سطوح فعالیت بدنی افراد

مقدار تغییر در حداکثر اکسیژن مصرفی افراد به سبک زندگی و سطوح آمادگی جسمانی افراد وابسته است. هرچه آمادگی بدنی اولیه بیشتر باشد، پیشرفت نسبی کمتری در نتیجه اجرای برنامه مشابه عاید فرد می‌شود. در واقع با انجام سطح مشابهی از تمرینات بدنی افرادی که سطح پایینی از آمادگی هوازی را دارند افزایش نسبی VO_2max بیشتری را از خود نشان می‌دهند (۵۷). در واقع افرادی که کمتر تمرین کرده‌اند، جای بیشتری برای پیشرفت دارند. در همین راستا لگاز[1] و همکارانش متوجه شدند که بعد از سه سال تمرین در ورزشکاران حرفه‌ای تغییراتی در VO_2max آن‌ها به‌وجود نیامد و بهبودی که در اجرای ورزشی ورزشکاران به‌وجود آمد به خاطر فاکتورهای دیگری مانند استقامت هوازی، ظرفیت هوازی و عوامل دیگر است (۶۳). بنابراین آگاهی از سطح آمادگی افراد به هنگام شروع برنامه تمرین از اهمیت زیادی برخوردار است.

۲-۲-۱۳-۹- نوع آزمون اندازه‌گیری کننده VO_2max

نتایج حداکثر اکسیژن مصرفی اندازه‌گیری شده در پروتکل‌های تمرینی مختلف مانند چرخ کارسنج، نوارگردان، چرخ کارسنج دستی و آزمون پله و غیره به طور قابل توجهی متفاوت‌اند. آزمون‌های دویدن بر روی نوارگردان و پله بالاترین مقادیر حداکثر اکسیژن مصرفی را نشان می‌دهند. حداکثر اکسیژن مصرفی بدست آمده از آزمون‌های چرخ کارسنج به طور معمول ۵ تا ۲۰ درصد نسبت به آزمون‌های نوارگردان و پله کمتر است (۶۴).

[1]. Legaz

۲-۲-۱۴- اندازه گیری استقامت قلبی – تنفسی (توان هوازی)

سنجش آمادگی قلبی- تنفسی، با توجه به اهداف آزمون، شخص آزمون شونده و امکانات موجود برای آزمون متفاوت است. کنت کوپر می‌گوید" اکسیژن مصرفی کلید تمرین استقامتی است و حداکثر اکسیژن مصرفی، بهترین معیار آمادگی است". اگرچه حداکثر اکسیژن مصرفی در تعیین استقامت بسیار مهم است ولی این عامل تنها یکی از عوامل است و عوامل دیگری چون ترکیب بدن – آستانه لاکتات – اقتصاد حرکتی و درصد تارهای کند انقباض نیز موثر هستند. بهترین آزمون آزمایشگاهی برای سنجش استقامت قلبی- تنفسی اندازه‌گیری مستقیم اکسیژن مصرفی، از طریق آزمون‌های ورزشی مرحله‌ای تا رسیدن به حداکثر ظرفیت است. این آزمون‌ها معمولا با نوارگردان یا دوچرخه اجرا می‌شود و شخص مورد آزمایش به طور فزاینده فعالیت سبک را تا حداکثر شدت فعالیت اجرا می‌کند تا اینکه به مقدار ثابت برسد. در تمامی مراحل اکسیژن مصرفی به وسیله دستگاه‌های گازسنج اندازه‌گیری می‌شود. متداولترین آزمون‌های برآورد غیرمستقیم حداکثر اکسیژن مصرفی در آزمایشگاه عبارتند از آزمون بروس و بالک روی نوارگردان، آزمون آستراند- رایمینگ[1] روی دوچرخه کارسنج و آزمون‌های پله (۶۵). به طور خلاصه اندازه گیری این آمادگی به طریق زیر ممکن است:

۱- آزمون‌هایی که از وسایل دقیق و پیچیده ی فنی الکترونیکی استفاده می‌کنند.

۲- آزمون‌هایی که وسیله اندازه‌گیری آن‌ها عمدتا دوهای استقامت هستند.

۳- آزمون‌هایی که شمارش نبض و فشار خون را مورد استفاده قرارمی‌دهند (۶۶).

۲-۲-۱۵- توان هوازی و آستانه لاکتات

از آنجایی که مصرف کلیه تمرینات استقامتی، اکسیژن است، بدن برای تولید انرژی به اکسیژن نیاز دارد، ولی چون قادر به ذخیره آن نیست باید پیوسته آن را تهیه کرده و در اختیار عضلات قرار دهد. حداکثر

[1] . Astrang- Ryhming

اکسیژن دقیقه ای هر فرد (مقدار اکسیژنی که بدن در هر دقیقه قادر به تهیه و رساندن آن به بافت یا عضلات می‌باشد) بهترین شاخص آمادگی وی برای اجرای اعمال ورزشی می‌باشد (۶۷). در شدت بالا و بار کار بیشتر از VO_2max، زمانی که فسفر دار شدن اکسایشی نمی‌تواند بیشتر افزایش یابد، تقاضای بیشتر برای تامین ATP باید از طریق فرایند گلیکولیز بی هوازی و تشکیل لاکتات انجام شود. آستانه لاکتات نشاندهنده شدتی از تمرین است که غلظت لاکتات خون سریعا با تحریک هورمون رشد و کاتکولامین‌هایی مانند آدرنالین و نورآدرنالین افزایش می‌یابد (۶۸). به دلیل آنکه رابطه قوی بین ظرفیت تنفسی عضله و آستانه لاکتات وجود دارد، میتوکندری عضله می‌تواند عامل تعیین کننده مهمی در میزان کار در آستانه لاکتات باشد. مطالعات نشان داده‌اند، سرعتی که در آن سرعت، آغاز انباشت لاکتات خون رخ می‌دهد، با عملکرد دو ماراتن، درصد تارهای ST، دانسیته مویرگی، جفت شدن ظرفیت گلیکوژنولیزی پتانسیل تنفسی عضله و تمرین ارتباط مثبتی داشته است (۶۹).

۲-۲-۱۶- ظرفیت بی‌هوازی

ظرفیت بی‌هوازی یک فرد، توانایی بازسازی ATP وی را از منابع غیر میتوکندریایی نشان می‌دهد. اگر چه نام آن بیانگر یک ظرفیت و در نتیجه مقدار معینی انرژی است ولی سنجش چنین ظرفیتی دشوار است (۴۸).

۲-۲-۱۷- معرفی سیستم بی‌هوازی

دو مسیر در تولید انرژی به صورت بی‌هوازی وجود دارد ۱) سیستم فسفاژن یا بی اسید لاکتیک ۲) گلیکولیز بی‌هوازی یا بخش با اسید لاکتیک. ATP ذخیره درون عضلات نسبتا کم است و می‌تواند انرژی مورد نیاز برای ۲-۳ ثانیه تمرین بیشینه را فراهم کند. .هر چند ترکیب پر انرژی دیگری به نام فسفو کراتین (یا کراتین فسفات) می‌تواند بلافاصله برای دوباره سازی ATP از ADP استفاده شود. دوباره سازی ATP از CP در ۱۰ ثانیه اول انقباض عضلانی بیشینه رخ می‌دهد، کمی پس از ۲۰ ثانیه از فعالیت

بیشینه، دستگاه ATP-PC نه از اکسیژن استفاده می‌کند ونه اسید لاکتیک تولید می‌کند و بنابراین این فرآیند بی‌هوازی بدون لاکتات نامیده می‌شود (۴۸). تولید انرژی از مسیر بی‌هوازی به علت تمام شدن ذخایر این سیستم و همچنین عدم توانایی تحمل عضلات در برابر محصولات این سیستم مانند اسید لاکتیک، برای مدت طولانی ادامه نمی‌یابد و در نتیجه ورزشکار جهت ادامه فعالیت خود از شدت فعالیت کاسته وبرای تولید انرژی به سیستم هوازی تکیه می‌کند. خستگی عضلانی، عامل مهم محدود کننده عملکرد ورزشی می‌باشد.خستگی به عنوان ناتوانی اجرا در یک بار کار معین اطلاق می‌شود. علت و میزان خستگی به مدت، شدت و نوع فعالیت ورزشی بستگی دارد. میزان تولید H توسط هر دو مسیر گلیکولیتیکی و هیدرولیز ATP هنگام فعالیت بدنی با شدت حداکثر تا حدودی مسئول خستگی عضلانی می‌باشد. در نتیجه، کاهش PH می‌تواند خیلی قابل توجه باشد. نشان داده شده است PH عضله از مقادیر استراحتی خود از ۷ به ۶/۴ و PH خون از ۷/۴ به ۶/۸ کاهش می‌یابد. شایان ذکر است کاهش مقادیر Pcr و تخلیه گلیکوژن – هردو – در افرادی که ذخیره گلیکوژن آن‌ها قبل از شروع ورزش پایین‌تر از حد معمول می‌باشد، به خستگی منجر می‌شود که البته تعداد زیادی از پژوهش ما از این یافته‌ها حمایت کرده‌اند (۴۸).

۲-۲-۱۸- عوامل موثر بر توان بی‌هوازی:

۲-۲-۱۸-۱- آدنوزین تری فسفات (ATP):

میزان سوخت و ساز ATP با میزان و درجه‌ای که فیبرهای عضلانی قادر به تبدیل انرژی به کار مکانیکی هستند، می‌تواند قابلیت عضله را در تولید توان محدود سازد.

۲-۲-۱۸-۲- حرارت:

در فعالیت‌هایی مانند پازدن روی دو چرخه و پرش عمودی، درجه حرارت عضله روی سرعت کار و اوج توان تولیدی تأثیر می‌گذارد. تغییر درجه حرارت عضله پهن جانبی از ۳۰/۴ به ۵/ ۳۸ پرش عمودی را ۴۴ درصد و حداکثر توان تولیدی در پازدن روی دوچرخه را به میزان ۳۲ درصد افزایش داده‌اند.

۲-۲-۱۸-۳- سن و جنس:

به طور متوسط حداکثر توان بی هوازی مردان در حدود ۱۵-۲۰ درصد بیشتر از زنان است و اشخاص ۶۰ ساله در حدود ۶۰ درصد حداکثر توان بی‌هوازی بی‌اسید لاکتیک شخص۲۰ساله را دارا هستند.

۲-۲-۱۸-۴- تمرین:

تمرین سبب تغییرات فیزیولوژیکی در سیستم‌های بدن می شود . تأثیر تمرین روی ظرفیت بی‌هوازی عضلات مخطط توسط محققین بررسی شده است. مهمترین این تغییرات شامل افزایش ظرفیت دستگاه فسفاژن و دستگاه گلیکولیز بی‌هوازی است . تمرین فعالیت آنزیم‌های کنترل کننده گلیکولیز را نیز افزایش می‌دهد. فعالیت آنزیم‌های مهم گلیکولیتیکی در قهرمانان سرعتی به مراتب بیشتر از قهرمانان استقامتی گزارش شده است. اهمیت افزایش فعالیت آنزیم‌های گلیکولیتیکی آن است که این آنزیم‌ها بر سرعت، مقدار و میزان تجزیه گلیکوژن به اسید لاکتیک می‌افزاید.

۲-۲-۱۸-۵- سرعت حرکت و توزیع انواع تارها:

به طور کلی ورزشکاران رشته‌های استقامتی گرایش به داشتن تارهای کندانقباض بیشتر و قهرمانان سرعتی گرایش به داشتن تارهای تند انقباض بیشتر دارند. دلیل این موضوع آن است که تارهای تند انقباض نسبت به کند انقباض دارای ظرفیت نسبی بی‌هوازی بیشتر، ذخایر فسفوکراتین بالاتر و فعالیت آنزیم‌های گلیکولتیکی وخستگی‌پذیری بیشتر می‌باشند. در واقع تارهای تند انقباض اساساً

برای انجام اعمال کوتاه مدت و خیلی شدید تجهیز شده اند. علاوه براین، توزیع این تارها بر روی سرعت حرکت نیز مؤثر می‌باشد. تارهای تند انقباض نسبت به تارهای کند انقباض دارای اوج تنش عضلانی بیشتر و میزان توسعه تنش سریعتری می‌باشند. اوج توان تولیدی یک عضله با سرعت حرکت، نسبت مستقیم دارد. به طورکلی می‌توان اظهار داشت در هر سرعت حرکت معین، هر اندازه اوج توان تولیدی بیشتر باشد، درصد توزیع تارهای تند انقباض بیشتر است.

۲-۲-۱۸-۶- وراثت:

ظرفیت‌های فیزیولوژیکی و عملکردی به میزان زیاد تحت تأثیر وراثت قرار می‌گیرند .یکی از متغیرهای فیزیولوژیکی که در دو جنس مرد و زن دارای زیربنای وراثتی است، درصد تارهای کند و تند انقباض در عضلات مخطط می باشد. متخصصین تخمین زده‌اند که توزیع نوع تارها در مردان ۹۹/۵ درصد ودر زنان ۹۹/۲ درصد ارثی است. بر همین اساس، آن‌ها دریافته‌اند که ظرفیت اسید لاکتیک به مقدار۸۱/۴ درصد توسط توسط عامل وراثت پایه گذاری می‌شود .لیکن در این مورد سن و جنس، هیچکدام تأثیر قابل توجهی در عوامل وراثتی نداشته‌اند. این عقیده که دستگاه اسیدلاکتیک تا حدودی وراثتی است، دارای زیربنای علمی و تحقیقاتی می‌باشد و متخصصین تربیت بدنی بارها آن را مورد تأیید قرار داده اند (۷۰،۷۱).

۲-۲-۱۹- اندازه گیری توان بی هوازی:

متأسفانه روش مستقیم پذیرفته شده‌ای که توسط آن بتوان سهم متابولیسم بی‌هوازی هنگام تمرین را اندازه گیری کرد وجود ندارد. هرچند، ۲ روش کلی برای توصیف فعالیت ورزشی بی‌هوازی وجود دارد. در یک روش تغییرات مواد شیمیایی حاصل از متابولیسم بی هوازی بدون لاکتات (به ویژه سطح ATP و CP) و متابولیسم بی‌هوازی با لاکتات (اسید لاکتیک یا لاکتات) بررسی می‌شود. دومین روش، مقدار کار انجام شده یا توان تولید شده هنگام فعالیت شدید و کوتاه مدت را می‌سنجد. فرض شده است، این فعالیت‌ها

بدون انرژی متابولیسم بی هوازی نمی‌توانند انجام شوند، بنابراین اندازه گیری کار یا توان به طور غیر مستقیم استفاده انرژی بی‌هوازی را ارزیابی می‌کند و نشانه ظرفیت بی‌هوازی است (۷۲).

آزمون‌های توان عضلانی با توجه به مدت زمان آزمون دسته بندی می‌شوند: آزمون‌های کوتاه مدتی که ۱۰ ثانیه یا کمتر ادامه می‌یابند مانند آزمون پرش سارجنت و آزمون مارگاریا .

۱- آزمون‌های بی هوازی میان مدتی که بین ۲۰ تا ۶۰ ثانیه طول می‌کشند مانند آزمون وینگیت (WT)، آزمون میان مدت معروفی است که در اوایل دهه ۱۹۷۰میلادی، انجمن وینگیت آن را معرفی کرد.

۲- آزمون‌های بی‌هوازی دراز مدتی که بین ۶۰ تا ۱۲۰ ثانیه به درازا می انجامند (۷۲).

۲-۲-۲۰- ویژگی‌های فعالیت ورزشی بی هوازی مردان در مقابل زنان

در کل ویژگی‌های بی‌هوازی زنان نسبت به مردان در سنین جوانی و میانسالی پایین‌تر است. این به دلیل وجود توده عضلانی کوچک‌تر در زنان در مقایسه با مردان است (۷۳).

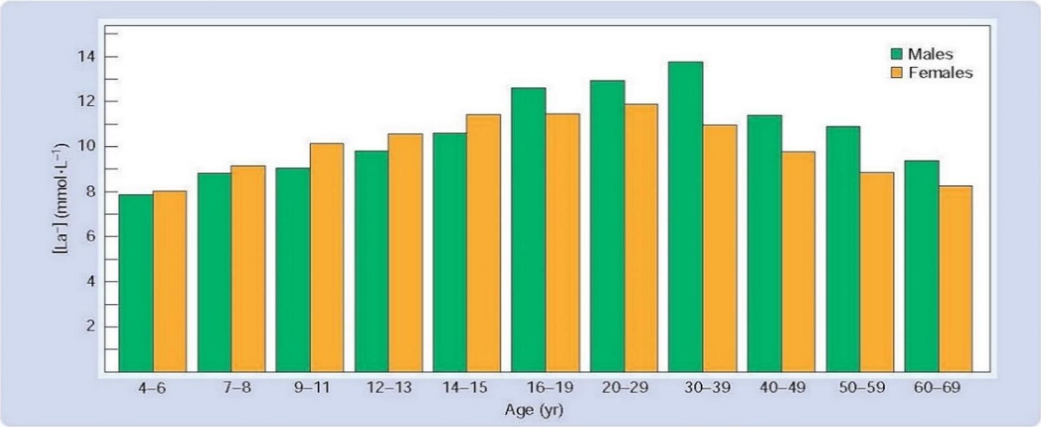
۲-۲-۲۰-۱- فراهمی واستفاده از ATP-PC

ذخایر استراحتی ATP در هر کیلو گرم از عضلات و همچنین استفاده از ATP-PC هنگام فعالیت در هر دو جنس با یک دیگر مشابه است. با این حال، انرژی قابل استفاده از ذخایر فسفاژن در مردان نسبت به زنان به دلیل تفاوت در حجم عضلات متفاوت است (۷۴).

۲-۲-۲۰-۲- انباشت لاکتات

مقادیر استراحتی لاکتات در زنان و مردان مشابه یکدیگر است. همچنین آستانه لاکتات، هنگامی که به عنوان درصدی از VO_2max بیان می شود، در هر دو جنس مشابه است اما بارکار مطلقی که آستانه لاکتات در آن رخ میدهد در مردان بیشتر از زنان است. بنابراین، در هر بار کاری مطلقی که هنوز زیر بیشینه اما بالای LT1 یا LT2 است، مقدار لاکتات در زنان بیشتر از مردان است. در نتیجه بار کار در

زنان فشار آفرین تر است و به مشارکت بیشتر دستگاه بی هوازی نیاز دارد. هر چند در یک بار کارنسبی یا درصدی از VO_2max بالای آستانه لاکتات، غلظت لاکتات در هر دو جنس با یکدیگر برابر است. مقادیر لاکتات در فعالیت ورزشی بیشینه در سنین ۱۶ تا ۵۰ ، حدود ۰/۵ تا ۲ میلی مول بر لیتر در مردان نسبت به زنان بیشتر است (شکل ۲-۸). بار کار مطلق بیشینه در زنان نسبت به مردان کمتر است (۴۸).



شکل۲-۸ : مقادیر لاکتات پس از فعالیت بیشینه با توجه به سن و جنس (۴۸)

۲-۲-۲۰-۳- توان و ظرفیت مکانیکی

میانگین برون ده کار مطلق تولید شده در مردان نسبت به زنان بیشتر است. اطلاعات به دست آمده از آزمون بی‌هوازی وینگیت نشان می‌دهد، میزان توان اوج در زنان ، هنگامی که بر حسب وات بیان می‌شود در حدود ۶۵٪ مردان ، هنگامی که بر حسب وات بر هر کیلوگرم از وزن بدن بیان می‌شود ۸۳٪ مردان و زمانی که براساس هر کیلوگرم از وزن خالص بدن بیان می‌شود ۹۴٪ مردان است. در مقیاس مشابه با موارد بالا می‌توان بیان کرد، توان متوسط در زنان به ترتیب ۶۸ ،۸۷ و۹۸ درصد مردان است. توان اوج در زنان (بر حسب وات بر هر کیلو گرم وزن بدن) بسیار مشابه مردان است. بررسی شاخص خستگی نشان داد، این شاخص تفاوت معناداری در هر دو جنس ندارد، که این موضوع نشان می‌دهد هر دو جنس به یک میزان خسته می‌شوند .این امر نشان می‌دهد تولید انرژی به صورت هوازی در آزمون وینگیت در زنان

نسبت به مردان بیشتر است. این ممکن است بدین معنی باشد که برون ده توان کل در آزمون بی‌هوازی وینگیت، به دلیل تفاوت‌های جنسی کمتر از مقادیر واقعی زنان نسبت به مردان برآورد می‌شود (۷۵).

۲-۲-۲۱- واکنش بدن به یون‌های هوا

آن دسته از دستگاه‌های بدن انسان که به تغییرات یونیزه شدن هوا واکنش می‌دهند، از جمله دستگاه‌های عصبی، غدد داخلی، تنفسی و ایمنی می‌باشند (۹).

۲-۲-۲۱-۱- اثر یون‌های هوا بر مغز

رابینسون[۱] و دیرنفلد [۲]بادهای شاراو رامورد مطالعه قرار دادند. از ویژگی‌های بارز این بادها، بالا رفتن ناگهانی دما و کاهش رطوبت هوا است. این دو محقق ملاحظه کردند که افراد حساس به آب‌وهوا، درست زمانی که تعداد کل یون‌ها در هوا افزایش می‌یابد دچار مشکل می‌شوند. این وضعیت درست ۲۴ تا ۴۸ ساعت قبل از وقوع هر تغییری در پارامترهای محیطی، مثل سرعت یا جهت باد، دما، اشعه خورشیدی و رطوبت پیش می‌آید. علائمی مانند سردردهای میگرنی، ورم دست‌وپا، آسم، افزایش ضربان قلب و پرفعالیتی دستگاه گوارش شایع است. رابینسون و دیرنفلد گروهی از علائم را «نشانگان تحریک شدن بر اثر سروتونین»[۳] نامیده‌اند. سروتونین ماده‌ای عصبی-شیمیایی در مغز است که مستقیما بر هیپوفیز و ترشح هورمون‌های ACTH[۴]و پرولاکتین تاثیر می‌گذارد. این نام‌گذاری بالینی به این خاطر انجام شده است که نشانه‌های مذکور به فعالیت بیش از حد سروتونین در مغز میانی شبیه است و دیگر آنکه مقدار دفع سروتونین در ادرار این بیماران، بیش از حد طبیعی و زیاد است (۷۶). در تفسیر این مشاهدات سولمن[۵]و همکارانش نتیجه گرفتند که بادهای شاراو، فشارآفرین‌هایی هستند که تغییرات سوخت‌وساز و هورمونی را بر بدن انسان تحمیل می‌کنند (با توجه به اصول عملکرد هورمون‌ها می‌توان گفت: تولید

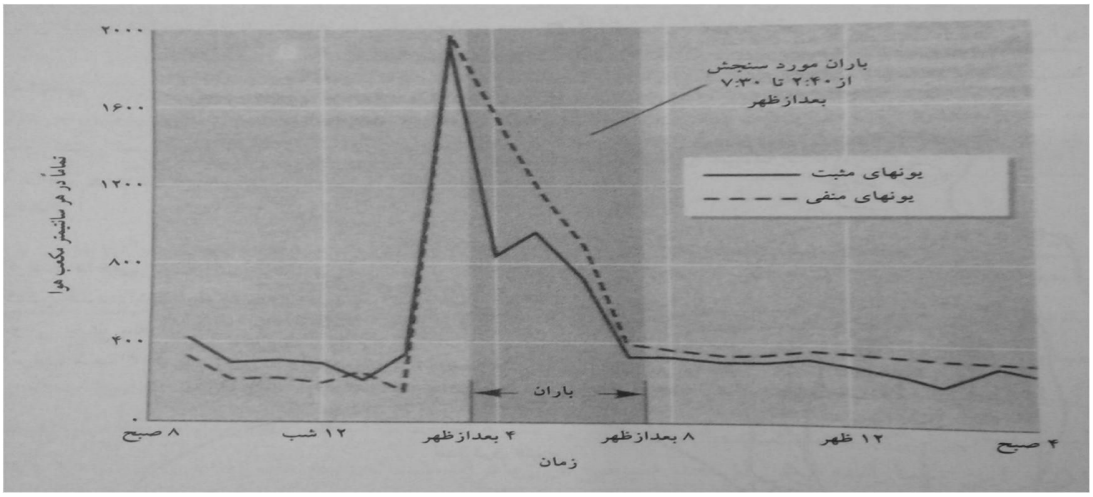
[1] .Robinson
[2] . Dirnfeld
[3] . serotonin irritation syndrome
[4]. Aderno Cortico Trophic Hormone
[5] . Sulman

نوراپی نفرین و اپی‌نفرین افزایش می‌یابد). سولمن ماهیت واکنش‌های بدن انسان به بادهای شاراو را بررسی کرده است. او دو پاسخ مربوط به این عامل فشارآفرین شدید محیطی را شناسایی نموده است؛ هردو پاسخ برای کاهش واکنش محور هیپوتالاموسی- هیپوفیزی به عوامل فشارآفرین کارایی دارد.

حساسیت پیش از ورود توده آب‌وهوایی: یون‌های هوا، مولکول‌های مثبت یا منفی شارژشده اکسیژن (یا آب) هستند که ۱ تا ۲ روز قبل از ورود توده آب‌وهوا به یک منطقه وارد می‌شوند (شکل ۲-۱۰). این یون‌ها از طریق کیسه‌های هوایی ریه‌ها وارد بدن می‌شوند. یون‌های مثبت مقدار زیادی سروتونین آزاد می‌کنند که منجر به نشانگان برانگیختگی شده و به نوبه خود محور هورمونی هیپوتالاموسی- هیپوفیزی را مهار می‌کنند (۷۷).

حساسیت پیش از ورود توده آب‌وهوایی: بیماران حساس به آب‌وهوا از طریق رهایش اپی‌نفرین، به بادهای گرم و خشک واکنش نشان می‌دهند. قرار گرفتن در معرض بادهای گرم و خشک، به مدت طولانی ممکن است منجر به درماندگی غدد فوق کلیوی شود و به دلیل ترشح ناکافی اپی‌نفرین، بدن به بادهای شاراو پاسخ ضعیفی بدهد (۷۷). وجود نشانگان برانگیختگی سروتونین، در رساله دکترای جاناتان چری[1]، در دانشگاه نیویورک، تائید شد. در این رساله خاطرنشان شده‌است "زمانی که آزمودنی‌های حساس، در معرض غلظت زیاد یون‌های مثبت قرار گرفتند، زمان عکس العمل بینایی آن‌ها کندتر شد و خستگی شان افزایش یافت (۳۴).

[1]. Jonathan Charry



شکل ۲-۹: مقادیر کلی یون‌ها، قبل، به هنگام و بعد از توفان. این نمودار، اثری را که گذر جبهه هوا بر یون‌های مثبت و منفی دارد، نشان می‌دهد (۹).

۲-۲-۲۱-۲- آثار روانی یون‌های هوا

بادهای شاراو، تأثیر روانی هم دارند. اگر این سیستم آب‌وهوایی، احساس تنش، اختلال رفتاری، سردرد-های میگرنی و همچنین افسردگی و تندخویی را در افراد حساس به آب‌وهوا افزایش دهد، آثار روانی آن نیز بر انسان دور از انتظار نیست. برای مثال ریم[1]، نمرات آزمون روانی دو گروه از آزمودنی‌ها را مورد مقایسه قرار داد. از این دو گروه، یک گروه در روزهایی آزمایش شدند که بادهای شاراو می‌وزید (۱۹۳ نفر) و گروه دیگر در روزهایی مورد آزمایش قرار گرفتند که بادهای یاد شده نمی‌وزید (۱۹۰ نفر). البته هر دو گروه در ماه‌های یکسانی مورد آزمایش قرار گرفتند. این افراد داوطلب شغل‌های فنی یا دفتری شده بودند. این مطالعه نشان داد که بادهای شاراو موجب افزایش اختلالات عصبی و برون‌گرایی و کاهش نمره بهره هوشی، درک عملی و توانایی یادگیری آموزش‌ها می‌شود. محققان این کاهش در عملکرد را تا حدی به افزایش غلظت یون‌های مثبت هوا-زمانی که بادهای شاراو می‌وزیده- نسبت داده‌اند. دو سال بعد، ریم نتیجه تحقیق تکمیلی خود را منتشر کرد، که شامل آزمون‌های روانی مشابه تحقیق قبلی بود. این آزمون-

[1]. Rim

ها بر روی ۴۴۰ داوطلب در محیط کوچکی اجراشد که با یون‌های منفی کوچک، غنی شده بود و نشانه-های بالینی مربوط به سیستم‌های آب‌وهوایی شاراو را وارونه می‌کرد. از این جمع ۴۴۰ نفری، ۲۲۵ نفر در روزهای وزیدن باد شاراو و ۲۱۵ نفر در روزهای نوزیدن باد آزمایش شدند. ریم مشاهده کرد افرادی که ویژگی‌های شخصیتی خاصی دارند به گونه متفاوتی تحت تاثیر جبهه هوای شاراو (یعنی یون‌های مثبت هوا) و یون‌های منفی هوا قرار می‌گیرند. برای مثال، در افراد درون‌گرا[1]، عملکرد حافظه کوتاه مدت کاهش یافت. همچنین، کسانی که امتیاز بالایی در برونگرایی و رفتار عصبی داشتند، بیشترین پیشرفت را در واکنش به یون‌های منفی هوا نشان دادند. از این مطالعات استنباط می‌شود که: الف) بادهای شاراو می-توانند عملکرد روانی انسان را تغییر دهند ب) افراد، شاید به دلیل نوع شخصیتشان (عصبی‌شیمیایی مغز)، به طرز متفاوتی تحت تاثیر قرار می‌گیرند (۷۸).

۲-۲-۲۱-۳- آثار فیزیولوژیکی یون‌های هوا

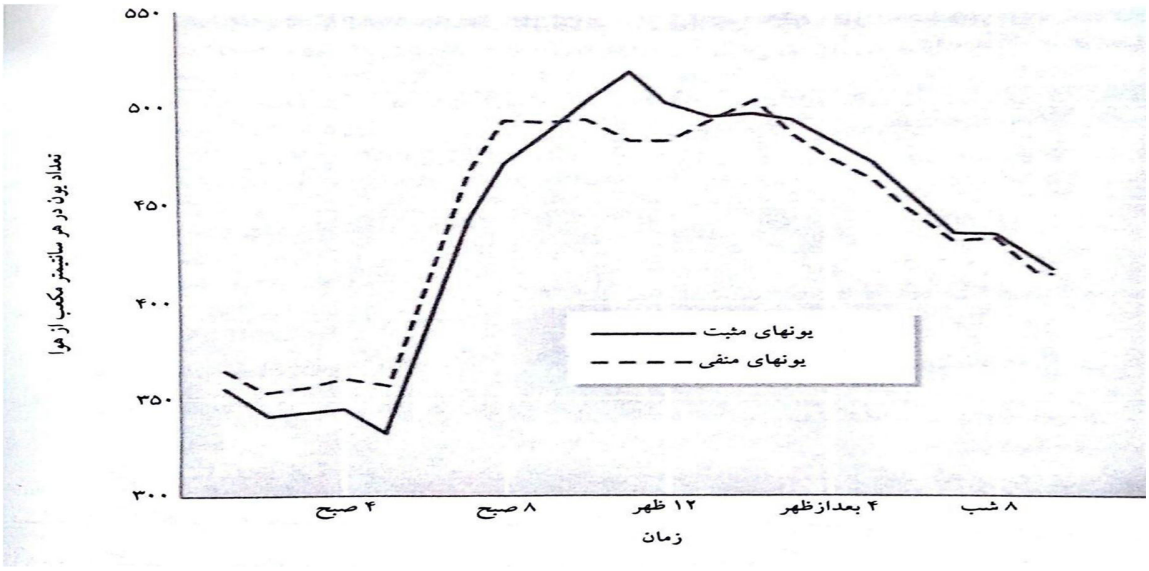
عقیده بر این است که یون‌های کوچک هوا (مثبت و منفی) از طریق راه‌های تنفسی وارد بدن می‌شود. تحقیقات انجام شده برروی انسان‌ها و حیوانات نشان می‌دهد استنشاق هوایی که یون‌های مثبت بسیاری در آن است، حرکت مژک‌های نای را کاهش می‌دهد و باعث خشکی گلو، سردرد وخارش یا انسداد سینوس‌ها می‌گردد. یون‌های منفی هوا هیچ یک از این علایم را به دنبال ندارد. علی رغم تردید منطقی درباره تأثیر یون‌های هوا بر عملکرد فیزیولوژیکی، طی دو تحقیق، شواهد بیوشیمیایی فراهم آمده است که بیانگر درگیری کامل مغز به شکل عصبی- شیمیایی است. این تحقیقات ریشه در این حقیقت دارد که آثار سروتونین (برای مثال انقباض عضلات صاف، تنگ شدن عروق خونی، افزایش میزان تنفس) بسیار شبیه به آثار نسبت داده شده به یون‌های مثبت است. محققان این فرضیه را نیز مطرح ساخته‌اند که یون‌های منفی قادرند آثار سروتونین را خنثی کنند. در دو تحقیق تجربی مجزا، از داروهایی استفاده شد که اثرات

[1]. introverts

متضادی بر ساخت ودفع سروتونین داشتند. رزرپین[1](به عنوان داروی ضد فشار خون بالا و آرامش بخش استفاده می شود) سروتونین مغز را کاهش می‌دهد، در صورتی که عملکرد ایپرونیزید[2](ترکیبی است که به عنوان انرژی بخش جسمی، ضد سل و ضد فشارخون بالا استفاده می‌شود) باعث می‌شود تا ذخیره سروتونین افزایش یابد. (به تقلید از عملکرد یون‌های مثبت هوا). با مصرف رزرپین، بافت نای در مقابل یون‌های مثبت هوا مقاوم می‌شود. این امر دخیل بودن عدم وجود سروتونین را در این سازو کار تائید می-کند. زمانی که از اپیرونیزید علیه بافت نای استفاده شد، اثرات یون‌های مثبت هوا دو برابر شد (بدون اینکه واقعا از یون‌های مثبت استفاده شده باشد) و تأثیر یون‌های منفی هوا کاهش یافت. از این یافته‌ها استنباط می‌شود که سروتونین - یعنی انتقال دهنده عصبی مغز - ممکن است بخشی از سازو کار بیولوژیکی باشد که یون‌های مثبت و منفی از طریق آن ، نقش خود را در بدن ایفا می‌کنند. این نتایج ممکن است نحوه‌ی تأثیرپذیری آزمودنی‌های حساس به آب و هوا را نیز توجیه کند. بادهای گرم، شدید و سطحی، میدان‌های متعدد الکتریسیته ساکن و یون‌ها را به وجود می‌آورد (۹). فیلیکس سولمن پزشک، در۱۹۷۱، با تجویز داروی ضد سروتونین، ساندومیگران[3] به ۸۰ بیمار حساس به بادهای شاراو، مشاهده کرد که در۷۰ نفر از آنان تمام علایم مربوط به رهایش زیاد سروتونین، یعنی سردردهای میگرنی، بی خوابی،تند خویی و تنش از بین رفت. سولمن و همکارانش بعدها نشان دادند که بیماران حساس به بادهای شاراو، در مقایسه بابیماران غیر حساس، مقدار سروتونین بیشتری از ادرارشان دفع می‌کنند (۵۰ تا ۵۰۰ در مقابل صفر تا۵۰ میکروگرم واحد در۲۴ ساعت). از این یافته‌ها چنین بر می‌آیدکه ویژگی‌های ناشناخته‌ای در افراد حساس به آب وهوا وجود دارد که تعادل بیوشیمیایی آن‌ها راتحت تأثیرعوامل فشارآفرین جوی، تغییر می‌دهد (۷۷).

[1]. Reserpine
[2]. .iproniazid
[3]. sandomigran

جالب توجه اینکه حتی هنگامی که هوا صاف و آرام است، مقدار یون‌های موجود در هوا در طول روز تغییر می‌کند. شکل ۲-۱۱ این پدیده را در شهر بزرگی در ساحل شرقی ایالات متحده نشان می دهد. به لحاظ نظری، ممکن است این موضوع مربوط به آلودگی وسایل نقلیه و مراکز صنعتی یااثر فتوشیمیایی نور خورشید باشد (۹).



شکل۲-۱۰: مقدار ساعت به ساعت یون‌ها، فقط در هوای صاف؛ این نمودار ریتم شبانه روزی محیط طبیعی را در مورد یون-های مثبت و منفی نشان می‌دهد (۹).

۲-۳- پیشینه تحقیق

۲-۳-۱- یون‌های منفی و سلامت بدن

از ابتدای قرن بیستم ارتباط بین یون‌های هوا با بدن موجودات زنده مورد مطالعه قرار گرفته است با این وجود سؤالات متعددی بی‌پاسخ ماندند (۲۰). یون‌های منفی یک عنصر طبیعی اصیل هستند که انرژی را برای بدن انسان فراهم می‌کنند و به اندازه آب و هوا ضروری هستند (۱۹).

باجیروا[1] (۲۰۱۷) در تحقیقی با عنوان وضیعت هوا و یون‌های منفی بر سلامت ما اثر زیادی می‌گذارد گزارش داد که میگرن، ناباروری، عفونت‌های واژنی و خستگی همگی در یک بیمار با استفاده از یون‌های منفی برطرف شد. همچنین گزارش کرد که آلرژی بینی و سینوزیت با استفاده از یون‌های منفی ناپدید شد. خستگی در تمام بیماران دریافت‌کننده یون‌های منفی از بین رفت (۱۹).

پیرس جی هاوارد[2]، مدیر پژوهشی در مرکز علوم کاربردی شناختی در شارلوت، ان.سی می‌گوید: یون‌های منفی واکنش‌های بیوشیمیایی ایجاد می‌کنند که به افزایش جذب اکسیژن می‌انجامد، جریان اکسیژن بیشتر به افزایش هوشیاری، کاهش رخوت و انرژی ذهنی بیشتر می‌انجامد. همچنین آن‌ها بیان کردند که یون‌های منفی بدن را دربرابر ذرات موجود در هوا مراقبت می‌کنند که باعث کاهش تحریک ناشی از استنشاق ذرات مختلفی که باعث عطسه، سرفه یا ابتلا به تحریک گلو می‌شوند. وقتی محصولات یون‌های منفی را روی بدن خود دارید، اطراف بدنتان هاله‌ای از یون‌های منفی به عنوان سد خنثی‌کننده ویروس و باکتری هوا خواهد بود (۱۹).

کروگر و اسمیت[3](۱۹۶۰) نشان دادند که در آزمایشات حیوانی با قرار گرفتن در معرض یون‌های منفی سطوح مغزی و نایی ۵-HT[4] کاهش یافت و سطوح ادراری ۵-هیدروکسی‌ایندول‌استیک‌اسید (۵-HIAA) که یک متابولیت ۵-HT است افزایش یافت (۲۹).

یاتز[5] و همکاران (۱۹۸۶) گزارش دادند که تغییرات غلظت ۵-HT بر خواب، سطوح فعالیت، درد، اضطراب، مشکلات بدنی و تغییرات آهنگ دمای شبانه‌روزی بدن تأثیرگذار است. آنها همچنین نشان دادند که کاهش در سطوح ۵-HT تأثیر مفیدی بر بدن موجودات زنده دارد. سروتونین (۵-هیدروکسی‌تریپتامین؛

[1]. Bajirova
[2]. Pierce J. Howard
[3]. Krueger & Smith
[4]. 5-hydroxytryptamine
[5]. YATES

HT-۵) یک نروهورمون است که تأثیر عصبی‌عروقی، تأثیر بر غدد درون‌ریز و تأثیرات متابولیکی وسیعی در سرتاسر بدن انسان دارد (۲۰).

وانگ و همکاران (۲۰۱۰) در مطالعه‌ای به منظور بررسی تأثیر کیفیت هوا بر سلامتی و طول عمر، انجمن وابسته به امراض[1] چین در زوگیانگ[2]، یک شهر واقع در جنوب شرقی چین که در آن بسیاری از ساکنانش عمر طولانی داشته اند، انجام شده است. مقادیر کیفیت هوا در هر دو نمونه داخلی و خارجی هوا بسیار بیشتر از آن‌هایی است که معمولا در محوطه مسکونی شهری حضور دارند. تمام محتوای یون‌های منفی در قسمت‌های انتخاب شده بیشتر از ۳۰۰ یون در هر سانتی‌متر مکعب بود و تقریبا تمام یون‌های منفی هوا تا سه برابر بیشتر از یون‌های مثبت بودند و نتیجه‌گیری کردند که که کیفیت هوا می تواند یک عامل مناسب برای سلامتی و طول عمر در نظر گرفته شود (۷۹).

۲-۳-۲- یون‌های هوا و عملکرد هوازی و بی‌هوازی

دوریس[3] و کلافس[4](۱۹۶۵) درباره نقش استنشاق هوای یونیزه شده به‌طور مصنوعی، بر عملکرد ورزشی گزارشی ارائه کردند. طبق فرضیه مورد مطالعه آن‌ها تنفس یون‌های منفی هوا، عملکرد استقامتی را در حد معنی‌داری گسترش می‌دهد. در این پژوهش، ۲۱ مرد و ۲۴ زن دانشجوی تربیت بدنی، چهار بار در آزمون بالا و پایین رفتن از پله (نیمکتی به ارتفاع ۵۰ سانتیمتر، ۳۶پله در دقیقه) تا حد واماندگی شرکت کردند. هوای استنشاق شده در هر بار، به ترتیب زیر بود: ۱) هوای معمولی اتاق ۲) هوا معمولی اتاق که به‌طور ساختگی به‌وسیله یک ماشین، یونیزه و هدایت می‌شد ۳)یون‌های منفی هوا که از طریق دستگاه تولیدکننده یون تأمین می‌شد ۴)یون‌های مثبت هوا که از طریق دستگاه تولیدکننده یون تأمین می‌شد.

---

[1]. Gerontological Society
[2]. Zhongxiang
[3]. Devries
[4]. Klafs

نتایج این تحقیق نشان داد که یون‌های ساختگی هوا (مثبت یا منفی) بر عملکرد استقامتی تأثیری ندارد (۸۰).

بردن[1] و همکاران (۲۰۱۲) در مطالعه‌ای که با طرح متقاطع بر روی ۱۰ مرد ورزشکار حرفه‌ای، دارای میانگین سنی ۶/۸±۳۴/۶سال و حداکثر اکسیژن مصرفی ۶/۸۱±۵۰/۸۶ انجام شد، نشان دادند اثرات کوتاه مدت قرارگیری در معرض لباس فشرده ساز یونیزه و غیر یونیزه را به وسیله ۳ تست وینگیت ۳۰ ثانیه‌ای بررسی کرد و تغییر معناداری در شاخص های توان بی‌هوازی نیافت (۸۱).

نیمریچر[2] و همکاران (۲۰۱۴) در یک مطالعه تصادفی، دو سو کور که در آن ۱۴ مرد تمرین کرده دارای سن ۷±۳۲، حداکثر اکسیژن مصرفی ۷±۵۷ را برای ۲۰ دقیقه قبل از اجرای پروتکل تمرینی در یک اتاق یونیزه در معرض غلظت بالای یون‌های هوا یا شرایط معمولی اتاق قرار دادند. یک تمرین دوچرخه سواری شدید برای تعیین پاسخ‌های اکسیژن مصرفی، یک تست وینگیت ۳۰ ثانیه‌ای پیش از سه آزمون وینگیت برای اندازه‌گیری آدرنالین، نورآدرنالین و لاکتات خون بعد از ۲۰ دقیقه ریکاوری در اتاق یونیزه انجام شد. اختلافی بین یون و پلاسبو در میزان VO_2، آدرنالین و نورآدرنالین و لاکتات مشاهده نشد. همچنین روی اوج توان و متوسط توان نیز تغییری مشاهده نگردید (۸۲).

سلز[3] و همکاران (۲۰۱۴)، نشان داند که اثر دستبندهای یون منفی روی اجرای هوازی بیشینه تأثیر معناداری ندارد. در این مطالعه ۸ مرد و ۱۰ زن دونده با میانگین سنی (۷/۱۸ ±۲۶/۵) مورد بررسی قرار گرفتند و آزمودنی‌ها تست بروس را برای سنجش سه فاکتور (VO_2max، VO_2، ضربان قلب) در ۳ شرایط (با پوشیدن دستبندهای یون منفی، با پوشیدن دستبندهای بدون یون منفی و بدون دستبند) طی ۳ هفته (هر آزمون بعد ازیک هفته پاکسازی)، اجرا کردند. و مشاهده شدکه میانگین VO_2max که به وسیله

[1]. Burden
[2]. Nimmerichter
[3]. Sells

آنالیز گازهای تنفسی بدست آمد، میانگین ضربان قلب در آستانه تهویه‌ای و میانگین حجم اکسیژن مصرفی در آستانه تهویه‌ای در زمان پوشیدن دستبندهای یونی اختلاف معناداری وجود ندارد (۸۳)

ریلی و استیونسون[1](۱۹۹۳) مطالعه‌ای را با هشت مرد ۲۵-۱۹ ساله‌ای که همه نسبتا ورزیده بودند و در زمان پژوهش هیچ بیماری تنفسی نداشتند در شرایط محیط طبیعی و اتاق ایزوله‌ای که نیم ساعت قبل از حضور آزمودنی‌ها به وسیله چهار دستگاه تولید یون (در فاصله یک متری از سر آزمودنی‌ها) دارای ۱۷۲،۰۰۰ یون در سانتی متر مکعب شده بود انجام دادند. اندازه‌گیری‌ها در حالت استراحت و در طول ۴۰ دقیقه ورزش زیر بیشینه روی دوچرخه ارگومتر از درجه حرارت رکتوم، ضربان قلب، مصرف اکسیژن و تهویه دقیقه انجام گرفت. همچنین درک فشار هم در طول تمرین ثبت گردید. در مدت آزمون آزمایشگاه دارای دمای ۱۸ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۶۳-۴۵ درصد بود. یون‌های منفی هوا باعث کاهش در همه پارامترهای ذکرشده، در حالت استراحت گردید ولی در شرایط ورزش تنها دمای بدن کاهش یافت (۸۴).

اینبار[2] و همکاران (۱۹۸۲) در مطالعه‌ای ۲۱ مرد سالم ۲۵-۲۰ ساله را به صورت تصادفی در دو گروه کنترل و تجربی قرار دادند و هر دو گروه سه زمان ۳۰ دقیقه ای با ۷ دقیقه استراحت بین آن‌ها در دو شرایط غلظت بالاو پایین یون منفی با فاصله دو هفته از هم اجرا کردند. هر جلسه شامل ۱ ساعت استراحت در شرایط یونیزاسیون و بدنبال آن انجام تست به وسیله دوچرخه ارگومتر با مقاومت ۰/۶± ۱/۶۴وات/ کیلوگرم وزن بدن بودکه نتایج، کاهش معناداری را در ضربان قلب، دمای مقعدی و میزان درک فشار در حضور یون‌های منفی هوا در مقایسه با جلسه قرار گیری در هوای خنثی در گروه تجربی نشان داد در صورتی که گروه کنترل اختلافی را بین جلسه اول و دوم خود نشان نداد (۱۸).

[1]. REILLY and STEVENSON
[2]. Inbar

۲-۴- جمع بندی پیشینه تحقیق

به طور کلی بر اساس نتایج مطالعات انجام شده، وضعیت آب‌وهوایی خصوصا یون‌های منفی در هوا می‌تواند به عنوان مداخله‌ای مناسب جهت بهبود وضعیت فیزیولوژی افراد مطرح شود. از سوی دیگر، بر اساس مطالعات محقق تاکنون در داخل کشور پژوهشی در این زمینه انجام نشده است. هرچند که مطالعات انجام شده در خارج کشور نیز دارای تناقضاتی است که نشان می‌دهد ممکن است عملکرد هوازی و بی‌هوازی در اثر دریافت یون افزایش یا کاهش داشته باشد و تناقضات تحت تأثیر عوامل گوناگونی نظیر تعداد دستگاه‌های تولید یون (یون ژنراتور)، فاصله آزمودنی‌ها تا دستگاه، شرایط محیطی (رطوبت، دما، نور) و... قرار می‌گیرد. بنابراین با در نظر گرفتن کمبودها و کاستی‌های، انجام تحقیقات بیشتر و دقیقتری لازم و ضروری به‌نظر می‌رسد.

۳ - فصل سوم

روش شناسی پژوهش

۳-۱- مقدمه

فصل سوم شامل روش پژوهش، جامعه و نمونه آماری، مراحل انجام کار، ابزارهای اندازه‌گیری متغیرهای پژوهش، روش گردآوری اطلاعات، پروتکل آزمایشگاهی و روش‌های تجزیه وتحلیل آماری می‌باشد. جزئیات دقیق اجرای کار به تفضیل توضیح داده می‌شود.

۳-۲- روش تحقیق

با توجه به نمونه آماری، متغیرها و اهداف مطرح شده، این تحقیق از نوع توسعه‌ای، به صورت کنترل شده تصادفی با طرح گروه متقاطع است.

۳-۳- جامعه و نمونه تحقیق

جامعه آماری این پژوهش را دختران و پسران فعال، ۱۹ تا ۲۵ سال دانشگاه صنعتی شاهرود تشکیل می-دهند. پس از تأیید موضوع در شورای پژوهشی دانشگاه و اخذ مجوز کمیته اخلاق با شماره (IR.SHMU.REC.1397.179) از دانشگاه علوم پزشکی شاهرود و اعلام فراخوان، تعداد۶۰ نفر دانشجو داوطلب همکاری در پژوهش حاضر شدند، پس از انجام مصاحبه حضوری و با توجه به معیارهای ورود به-تحقیق که شامل: انجام حداقل۱۵۰ دقیقه فعالیت ورزشی در هفته (به کمک پرسش‌نامه بک، آزمودنی‌ها از نظر میزان فعالیت بدنی در بازه نسبتا یکسانی انتخاب شدند)، نداشتن آسیب بدنی در مدت دست کم یک ماه اخیر، عدم استعمال سیگار در مدت دست کم شش ماه اخیر، عدم مصرف مواد نیروزا در مدت یک ماه اخیر، عدم ابتلا به سرماخوردگی و آنفولانزا در مدت دو هفته قبل از اجرای تحقیق، عدم ابتلا به بیماری‌های مزمن یا عفونت‌های ریوی دست کم در مدت سه ماه قبل از آغاز تحقیق است، تعداد ۴۴ نفر واجد شرایط، ۲۲پسر و۲۲ دختر به‌صورت هدفمند به عنوان نمونه آماری انتخاب شدند. در طول پژوهش تعداد ۴ نفر به دلایل مختلف از جمله سرماخوردگی و آسیب دیدگی از پژوهش حذف شدند.

۳-۴- متغیرهای تحقیق

۳-۴-۱- متغیرمستقل

یون‌های منفی هوا

۳-۴-۲- متغیر وابسته

شاخص‌های توان بی هوازی

۱- اوج توان

۲- میانگین توان

۳- کمترین توان

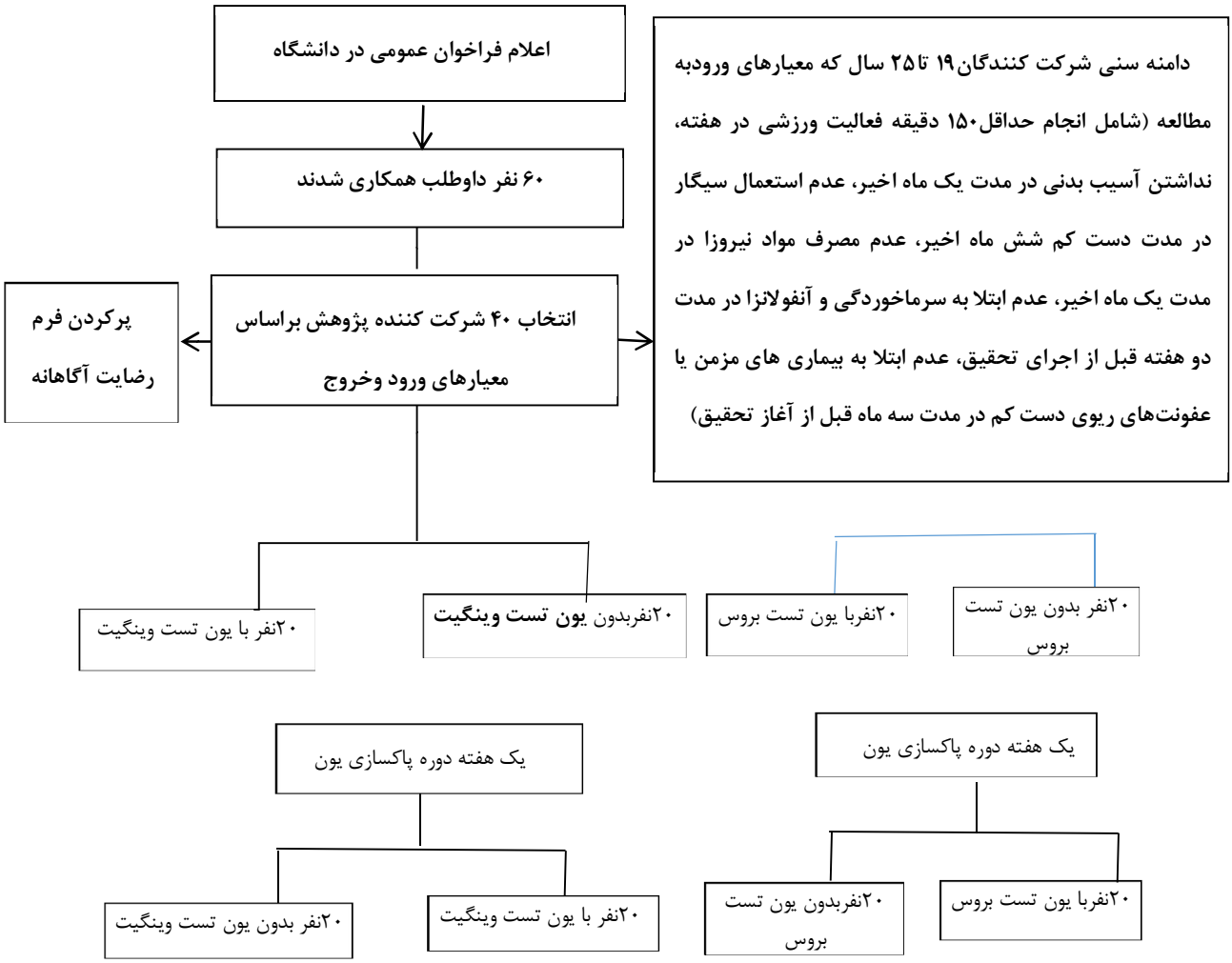
۴- شاخص خستگی

شاخص توان هوازی

حداکثر اکسیژن مصرفی

۳-۵- طرح تحقیق

این پژوهش از نوع تحقیقات توسعه‌ای با طرح متقاطع دوسوکور می‌باشد. جهت انجام طرح متقاطع بوسیله پاکت‌هایی که به ترتیب شماره‌گذاری شده بودند، افراد به صورت تصادفی به دو شرایط یون و بدون یون که در هرحالت ۲۰ نفر شامل ۱۰ دختر و ۱۰ پسر قرار داشتند، تقسیم شدند.



(۳-۱) طرحواره تحقیق

۳-۶- روش اجرای تحقیق

آزمودنی‌ها دانشجویان فعال، دانشگاه صنعتی شاهرود بودند که ابتدا طی جلسه ای با نوع طرح و روش اجرای آن به طور کتبی و شفاهی آشنا شدند. به آزمودنی‌ها اطمینان داده شد که اطلاعات دریافتی از آن‌ها کاملا محرمانه خواهد ماند و جهت بررسی داده‌ها از روش کد گذاری استفاده خواهد شد. همچنین به آن‌ها اجازه داده شد تا در صورت عدم تمایل به ادامه همکاری، انصراف دهند. آزمودنی‌ها فرم رضایت آگاهانه را امضا کردند و پرسشنامه‌های اطلاعات شخصی، سوابق پزشکی و

فعالیت بدنی بک را پر کردند. اندازه های آنتروپومتریک شامل قد، وزن، شاخص توده بدن(BMI) اندازه گیری شد. سپس آزمودنی‌ها به منظور آشنایی بافعالیت روی نوار گردان و دوچرخه وینگیت به صورت آزمایشی تست‌های مورد نظر را اجرا کردند و درنهایت به صورت تصادفی در دو شرایط یون و بدون یون که در هر حالت ۲۰ نفر (۱۰ دختر و ۱۰ پسر) قرار داشتند تقسیم شدند. پس ازسه روز جهت اجرای تست اول به آزمایشگاه فراخوانده شدند و تست وینگیت را در دو شرایط یون و بدون یون اجرا کردند و با فاصله ۱ هفته (جهت پاکسازی یون) مجدد تست مورد نظر را در حالی که شرایط محیطی آن‌ها جابه جا شده بود اجرا کردند (۸۴). آزمون بروس هم به همین روال اجرا گردید. همه آزمودنی‌ها به صورت انفرادی به مدت ۱ ساعت (۸۵) در اتاق ایزوله ای که پیش از استقرار آزمودنی‌ها به وسیله دستگاه یونیزاسیون با مقدار ۱۰۰،۰۰۰ یون در سانتی متر مکعب (طبق نظر شرکت سازنده دستگاه) یونیزه شده بود قرار گرفتند (۸۶). پیش از قرارگیری در اتاق ایزوله، از آزمودنی‌ها خواسته شد پرسش‌نامه‌های حالت روحی برومز و اضطراب حالتی اسپیلبرگر را تکمیل کنند و در صورتی که از شرایط روحی مناسب برخوردار بودند در اتاق یونیزاسیون قرار گرفتند و چنانچه از شرایط روحی مناسب برخوردار نبودند تست بدون یون خود را اجرا کردند. آزمودنی‌ها در بازه زمانی انجام تست‌ها و ۲۴ ساعت پیش از آزمون اولیه، از فعالیت بدنی شدید منع شدند. هم‌چنین ۳ ساعت پیش از آزمون از مصرف مواد غذایی، کافئین، مواد محرک و نوشیدنی‌های انرژی‌زا منع شدند (۸۲). آب در هر زمان به صورت آزادانه در اختیار شرکت کنندگان قرار گرفت. دما و رطوبت اتاق یون هر۱۰ دقیقه محاسبه و ثبت شد. شرکت کننده‌ها در هر جلسه آزمون از لباس‌های یکسان (تیشرت وشورت ورزشی نازک) استفاده کردند. به منظور سنجش آمادگی بی هوازی آزمودنی‌ها از آزمون وینگیت ۳۰ ثانیه‌ای بر روی دوچرخه کارسنج (مونارک)[1] استفاده شد. همچنین برای سنجش آمادگی هوازی از آزمون بروس بر

[1]. Monark

روی تردمیل استفاده شد. وقوع VO_2max در این تحقیق بر اساس دو فاکتور زیر تعریف شد ۱- رسیدن ضربان قلب به ضربان قلب بیشینه پیش بینی شده بر اساس سن (۲۲۰- سن) ۲- میزان درک تلاش (RPE)[1]، نمره دهی بر اساس شاخص بورگ (۶ تا۲۰ امتیازی) (۶۵). کلیه آزمون‌ها در آزمایشگاه دانشکده تربیت بدنی دانشگاه صنعتی شاهرود انجام شد.

۳-۷- وسایل و ابزار اندازه‌گیری

- فرم رضایت‌نامه (پیوست۱)
- پرسش‌نامه فعالیت بدنی بک[2] (پیوست۲)
- پرسش‌نامه اضطراب حالت اسپیلبرگر[3]نسخه ۷ آیتمی (پیوست۳)
- پرسش‌نامه حالات خلقی ورزشکاران، برومز[4](پیوست۴)
- قدسنج مکانیکی اولتراسونیک ساخت کشور کره
- دماسنج و رطوبت سنج HTC-2 ساخت کشور چین
- دستگاه بادی کامپوزیشن مدل ۲۳۰ ساخت کشور کره
- دستگاه یون ژنراتور ماسا مدل I320 تولید شرکت معین نیروی آسیا
- دوچرخه بی‌هوازی وینگیت Monark 894 ساخت سوئد جهت انجام تست وینگیت
- تردمیل مدل HP/COSMOS ساخت کشور آلمان جهت انجام تست بروس
- ضربان سنج Polar ساخت کشور فنلاند

[1]. Rating of Perceived Exertion
[2] . Beack
[3] .Spilberger
[4] . Brums

۳-۸- نحوه کنترل دما و رطوبت محیط و تعیین روزهای اجرای آزمون

از آنجایی که رطوبت و دما فاکتورهای تاثیرگذار در شرایط یونیزاسیون هستند (۹) و به این دلیل که تست‌ها در روزهای مختلف انجام می‌شد، جهت ثابت نگه‌داشتن شرایط محیطی برای همه آزمودنی‌ها، دما و رطوبت در اتاق ایزوله کنترل و با فاصله هر۱۰ دقیقه اندازه‌گیری و ثبت شد. دما و رطوبت در بازه‌ی انجام تست‌ها به ترتیب (۲۲-۲۶ درجه سانتی‌گراد) و (۲۵-۲۹ درصد) بود.

۳-۹- انتخاب روزهای پژوهش

از آنجایی که فصول و شرایط آب‌وهوایی از فاکتورهای تأثیرگذار در مقدار یون‌هاست (۹) لذا آزمون بین ساعت۱۲تا ۱۵ عصر از۱۵ مهرماه تا ۱۵ آبان ماه سال ۱۳۹۷ انجام شد.

۳-۱۰- اتاق ایزوله

اتاقی با ابعاد ۲متر مربع (۲متر × ۲ متر) و با ارتفاع ۳ متر، پنجره‌های دوجداره دودی، دیواره‌های آجرنما شده و کف موزائیک در محل آزمایشگاه تربیت بدنی در نظر گرفته شد. اتاق به وسیله مواد ضدعفونی کننده تمیز شد. در فاصله یک متری از محل تعبیه دستگاه یونیزاسیون، صندلی جهت نشستن آزمودنی قرار داده شد. از آنجایی که تابش مستقیم خورشید و نور بر یونیزاسیون تأثیرگذار است (۸۷)، پرده‌های تیره و ضخیمی برای پوشش پنجره‌ها در نظر گرفته شد. نور اتاق در همه روزها یکسان بود. هوای اتاق ۱ ساعت پیش از قرارگیری آزمودنی‌ها یونیزه می‌شد.

۳-۱۱- دستگاه یونیزاسیون

دستگاه یون ژنراتور ماسا مدل I320 که ساخت کشور ایران بود مورد استفاده قرار گرفت. این دستگاه به کمک نانوتکنولوژی و با استفاده از تکنولوژی تیوپ ماسا (تصفیه هوای بدون فیلتر) عمل می‌کند. این سیستم به‌طور مستقیم یون منفی اکسیژن را تولید و توزیع می‌کند. این دستگاه با منطقه تحت پوشش ۳۲۰ مترمکعب دارای ذخیره انرژی ۱۸۰-۲۴۰ ولت (۵۰-۶۰

هرتز)، ماکزیمم توان ۲۲ وات، وزن ۷/۶ کیلوگرم و با قابلیت تولید ۴۰-۱۰۰ هزار یون منفی در هر سانتی‌متر مکعب است که بر روی دستگاه قابل تنظیم می‌باشد. همچنین دستگاه به‌وسیله یون تستر، مدل AIC ساخت کشور آمریکا، در محیط آزمایشگاهی و تحت شرایط خاص، از نظر تعداد یون، کالیبره شد.

۳-۱۲- روش جمع آوری اطلاعات

۳-۱۲-۱- اطلاعات شخصی

اطلاعات شخصی پیرامون نام و نام‌خانوادگی، سن و جنس، سابقه فعالیت ورزشی، سابقه وجود مشکلات جسمانی، سابقه بیماری ریوی، بیماری قلبی عروقی با استفاده از پرسشنامه به‌دست آمده و پس از تکمیل و امضا آن توسط داوطلبان، جمع‌آوری گردید.

۳-۱۲-۱-۱- پرسشنامه فعالیت بدنی بک

پرسشنامه بک، پرسشنامه استاندارد بین‌المللی برای ارزیابی سطح فعالیت بدنی است و توسط مراکز علمی از جمله دانشگاه علوم پزشکی ایران و دانشگاه تهران ترجمه شده و مورد تأیید قرار گرفته‌است. این پرسشنامه دارای ۱۶ سوال در سه بخش: فعالیت بدنی مربوط به شغل، اوقات فراغت و ورزش تنظیم شده و باتوجه به بخش‌ها و جواب‌های مربوطه از امتیاز ۱-۵ درنظر گرفته شد. نمره‌گذاری سوالات به روش لیکرت با سه مولفه محل کار، فراغت و ورزش انجام شد. پایایی درونی پرسشنامه (آلفای کرونباخ ۸۳٪) بوده که همبستگی درونی سوالات را تأیید نمود (۸۸).

۳-۱۲-۱-۲- پرسشنامه حالات خلقی ورزشکاران برومز

این پرسشنامه دارای ۳۲ سوال بوده و هدف آن ارزیابی حالات خلقی ورزشکاران می‌باشد که دارای هشت بعد است (تنش، افسردگی، خشم، سرزندگی، خستگی، سردرگمی، آرامش، شادکامی) و سوالات مربوط به

هر بعد مشخص است و نمره بالاتر در هر بعد نشان وجود بیشتر آن بعد در خلق وخوی ورزشکار پاسخ-دهنده می‌باشد. برای سه عامل مثبت نمره‌ی بالای ۱۰ و برا چهار عامل منفی نمره‌ی زیر ۱۰ به عنوان فرد نرمال در نظر گرفته می‌شود.لازم به‌ذکر است که این پرسشنامه توسط لین و همکاران (۲۰۰۷) طراحی شده است. شیوه نمره‌گذاری آن براساس طیف لیکرت پنج گزینه‌ای به صورت جدول زیر بود (۸۹).

شیوه نمره‌گذاری آن بر اساس طیف لیکرت پنج گزینه‌ای به صورت جدول زیر بود:

گزینه	اصلا	کمی	تقریبا	زیاد	خیلی زیاد
امتیاز	۰	۱	۲	۳	۴

۳-۱۲-۱-۳- پرسشنامه اضطراب حالتی اسپیلبرگر

پرسشنامه اضطراب حالتی اسپیلبرگر از ۷ سوال تشکیل شده‌است که حالت اضطراب (اضطراب حالت یک واکنش هیجانی است که از موقعیتی به موقعیت دیگر تفاوت می‌کند) را مورد سنجش قرار می‌دهد. در پاسخگویی آزمودنی‌ها، تعدادی گزینه برای هر عبارت ارائه شده است که آنها باید گزینه‌ای را که به بهترین وجه شدت احساسات آنها را بیان می‌نماید، انتخاب کنند. امتیاز گزینه‌ها از ۱-۵ و برای آیتم‌های ۲،۴،۱ و۷ به صورت معکوس است و هرچه امتیاز کل بیشتر باشد، اضطراب حالتی فرد شدیدتر است. به طوری‌که در بازه نمرات ۱۴-۱۰ اضطراب حالتی کم، ۱۹-۱۵ اضطراب حالتی متوسط و ۲۳-۱۹ اضطراب حالتی زیاد را نشان می‌دهد. گالوان و همکاران (۲۰۱۱)، پایایی این پرسشنامه را براساس آلفای کرونباخ ۰/۸۳ بیان کردند که قابل قبول است (۹۰).

۳-۱۲-۲- اندازه‌های آنتروپومتریکی

- اندازه گیری قد آزمودنی‌ها به وسیله قدسنج مکانیکی برحسب سانتی‌متر اندازه‌گیری شد. نحوه استقرار بدن آزمودنی به منظور اندازه‌گیری قد، بدین صورت است که آزمودنی‌ها بدون کفش بر روی صفحه قدسنج مکانیکی پشت به خط اندازه‌گیری قرار گرفته طوری‌که پشت پاها با دستگاه و دید چشم‌ها موازی سطح افق قرار گرفت و سر دقیقا در راستای بدن بود. در این مرحله خط‌کش اندازه‌گیری بر روی سر آزمودنی قرار گرفت و قد آن‌ها را اندازه گرفت.
- اندازه‌گیری ترکیب بدنی که شامل وزن، BMI، درصد چربی کل بدن، توده چربی بدن و نسبت دور کمر به لگن (WHR) است به وسیله دستگاه In Body مدل ۲۳۰ ساخت کشور کره و با رعایت ملاحظات اندازه‌گیری شامل: ۱- سپری شدن حداقل ۱۲ ساعت از صرف آخرین وعده غذایی ۲- نداشتن اشیای فلزی در حین آزمون ۳- دقت در نحوه‌ی استقرار صحیح روی دستگاه انجام گردید.

۳-۱۲-۳- روش جمع آوری اطلاعات متغیرهای توان هوازی

آزمون بروس

از این آزمون بروس برای تعیین حداکثر اکسیژن مصرفی استفاده شد. این آزمون پیشرونده شامل مراحل ۳ دقیقه‌ای دویدن بر روی نوارگردان بود که شروع فعالیت با سرعت ۲/۷ کیلومتر در ساعت و شیب ۱۰ درجه آغاز شده و با پیشرفت آزمون در هر مرحله به سرعت و شیب نوارگردان تا زمان رسیدن فرد به مرز واماندگی افزوده می‌شود. این آزمون برای افراد فعال تنظیم شده است (۶۵).

VO_2max :

مردان $VO_2max = ۱۴/۷۶ - ۱/۳۷۹ (time) + ۰/۴۵۱ (time)^2 - ۰/۰۱۲ (time)^3$

زنان $VO_2max = ۴/۳۸ (time) - ۳/۹$

۳-۱ جدول؛ راهنمای شیب و سرعت آزمون بروس (۶۵)

Stage	Speed (km/hr)	Speed (mph)	Gradient	Time (min)
1	2.74	1.7	10	0
2	4.02	2.5	12	3
3	5.47	3.4	14	6
4	6.76	4.2	16	9
5	8.05	5.0	18	12
6	8.85	5.5	20	15
7	9.65	6.0	22	18
8	10.46	6.5	24	21
9	11.26	7.0	26	24
10	12.07	7.5	28	27

۳-۱۲-۴- روش جمع آوری اطلاعات متغیرهای توان بی هوازی

آزمون وینگیت

آزمون بی‌هوازی وینگیت یک آزمون آزمایشگاهی بر اساس دوچرخه کارسنج است که برای اندازه‌گیری توان اوج، میانگین توان، توان حداقل و درصد خستگی است. این تست به عنوان رایج ترین تست آمادگی بی‌هوازی مطرح می‌باشد.در ارزیابی توان بی‌هوازی در مطالعه حاضر، ابتدا هر آزمودنی به مدت پنج دقیقه با پدال زدن روی دوچرخه کارسنج خود را گرم کرد و با تنظیم ارتفاع صندلی بر حسب قد، آزمودنی روی صندلی دوچرخه مونارک می‌نشیند. پس از وارد کردن مشخصات فرد با توجه به وزن آزمودنی، صفحه نمایشگر رایانه وزنه مورد نظر را نشان می‌دهد و آزمونگر با اضافه کردن بار مورد نظر به دوچرخه، فرمان شروع را به آزمودنی می‌دهد. آزمودنی پدال زدن را با تمام سرعت انجام می‌دهد تا تعداد دور در دقیقه (RPM)[1] برابر ۱۰۰ شود. سپس وزنه سوار شده بر دستگاه (بر حسب ۷/۵ ٪ وزن شخص) به پایین می‌افتد و زمان سنج شروع به کار می‌کند. از این زمان آزمودنی ۳۰ ثانیه رکاب زدن علیه مقاومت روی دوچرخه

[1]. Revolutions Per Minute

مونارک را با حداکثر توان انجام می‌دهد و در پایان ۳۰ ثانیه، نمایشگر رایانه امتیازات توان حداکثر، توان حداقل و توان نسبی را نشان می‌دهد و در انتها آزمودنی شروع به سرد کردن می‌کند.

شاخص خستگی با فرمول (اوج توان-کمترین توان)/(اوج توان)×۱۰۰محاسبه می‌شود (۶۵).

۳-۱۳- روش آماری

برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از روش آمار استنباطی جهت تعیین معنی‌دار بودن میانگین‌ها و آمار توصیفی (میانگین و انحراف معیار)، برای محاسبه سن، قد و وزن استفاده شد. همچنین برای مقایسه اختلاف بین پیش‌آزمون تا پس‌آزمون از آزمون t وابسته در شرایط نرمال بودن داده‌ها و از آزمون ویلکاکسون در شرایط غیر نرمال بودن داده‌ها استفاده شد. کلیه عملیات تجزیه و تحلیل آماری در سطح معنی‌داری ۰/۰۵و اطمینان ۰/۹۵ استفاده گردید. تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها به‌وسیله نرم افزار SPSS ، نسخه ۲۴ انجام شد. همچنین برای رسم نمودارها و جداول از برنامه Microsoft office excel 2016 استفاده شد.

۴ - فصل چهارم

یافته‌های پژوهش

۴-۱- مقدمه

در این فصل ابتدا یافته‌های پژوهش به شکل توصیفی در قالب جدول ارائه می‌شود. سپس تجزیه و تحلیل اطلاعات به‌دست آمده براساس اهداف تحقیق انجام شده و فرضیه‌های پژوهش مورد آزمون قرار می‌گیرد.

۴-۲- تجزیه و تحلیل توصیفی یافته‌های پژوهش

۴-۲-۱- اطلاعات و ویژگی‌های توصیفی آزمودنی‌ها

در جدول (۴-۱) داده‌های مربوط به ۴۰ نفر از آزمودنی‌ها که به‌طور منظم و تا پایان مطالعه با محقق همکاری کردند، توصیف شد.۴ نفر به دلیل سرماخوردگی و یا آسیب‌دیدگی از ادامه همکاری انصراف دادند.

جدول(۴-۱)ویژگی‌های توصیفی آزمودنی‌ها

متغیر	کل گروه	پسر N=۲۰	دختر N=۲۰
سن (سال)	۲۱/۸۰±۰/۳۷	۲۰/۹۰±۰/۳۴	۲۲/۷۰±۰/۶۱
قد (cm)	۱۷۰/۹۸ ± ۱/۶۲	۱۷۸/۳۵±۱/۶۴	۱۶۳/۶۱±۱/۵۵
وزن (kg)	۶۳/۰۹ ± ۱/۹۸	۶۸/۱۶±۲/۷۷	۵۸/۰۱±۲/۴۳
BMI (kg/m^2)	۲۱/۴۸ ± ۰/۵۱	۲۱/۳۶±۰/۷۴	۲۱/۵۹±۰/۷۴

۴-۲-۲- بررسی توصیفی متغیرهای پژوهش

جدول(۴-۲) ویژگی‌های توصیفی متغیرهای پژوهش

متغیر	بدون یون N=۴۰	با یون N=۴۰
توان اوج (وات/کیلوگرم)	۸/۵۸ ± ۲/۶۱	۸/۶۳ ± ۲/۳۳
توان متوسط (وات/کیلوگرم)	۶/۱۳ ± ۱/۵۳	۶/۳۱ ± ۱/۶۳
توان حداقل (وات/کیلوگرم)	۳/۶۹ ± ۱/۰۶	۳/۸۸ ± ۱/۰۶
شاخص خستگی (وات/ثانیه)	۵۵/۰۸ ± ۱۱/۱۴	۵۴/۱۱ ± ۸/۷۱
VO_2max **(میلی لیتر/کیلوگرم×دقیقه)**	۴۴/۰۶ ± ۶/۶۰	۴۶/۲۴ ± ۷/۳۱

۴-۳- بررسی طبیعی بودن توزیع داده‌ها

برای تعیین چگونگی توزیع داده‌ها از آزمون شاپیرو-ویلک استفاده شد. براساس این آزمون، توزیع وقتی نرمال است که مقدار p بیشتر از عدد بحرانی در سطح ۰/۰۵ باشد. در بخش یافته‌های مربوط به فرضیات تحقیق با توجه به نتایج آزمون شاپیرو-ویلک (۴-۳) و وضعیت طبیعی داده‌ه ، از آزمون T وابسته برای بیان تفاوت پیش آزمون و پس آزمون در داده‌های نرمال و از آزمون ویلکاکسون برای داده‌های غیر نرمال استفاده شد. کلیه تجزیه وتحلیل آماری داده‌ها توسط نرم افزار SPSS ۲۴ انجام شد.

جدول (۴-۳) نتایج حاصل از توزیع طبیعی داده‌ها (آزمون شاپیرو-ویلک)

متغیر	Z	DF	P
قد (متر)	۰/۹۸۷	۳۹	۰/۹۲۵
وزن (کیلوگرم)	۰/۹۷۳	۳۹	۰/۴۴۲
شاخص توده بدنی (کیلوگرم/ متر^{۲})	۰/۹۸۲	۳۹	۰/۷۷۹
سن (سال)	۰/۹۳۱	۳۹	۰/۹۱۷
توان اوج (وات/کیلوگرم)	۰/۹۶۴	۳۹	۰/۲۲۴
توان متوسط **(وات/کیلوگرم)**	۰/۹۶۵	۳۹	۰/۲۵۲
توان حداقل **(وات/کیلوگرم)**	۰/۹۵۸	۳۹	۰/۱۳۸
شاخص خستگی (وات /ثانیه)	۰/۹۸۰	۳۹	۰/۶۸۵
VO_2max **(میلی لیتر/کیلوگرم×دقیقه)**	۰/۹۳۳	۳۹	۰/۰۲۰

۴-۴- یافته‌های مربوط به فرضیه‌های پژوهش

۴-۴-۱- آزمون فرضیه اول

فرض صفر(H_0): یون‌های منفی هوا بر شاخص توان اوج افراد فعال تأثیر معنی‌داری ندارد.

جدول (۴-۴) داده‌های مربوط به شاخص توان اوج (میانگین ± انحراف معیار)

گروه	میانگین	درجه آزادی	T	sig
بدون یون	۸/۵۸ ± ۲/۶۱	۳۹	۰/۲۹۶	۰/۷۶۹
با یون	۸/۶۳ ± ۲/۳۳			

شکل ۴-۱: نمودار تغییرات شاخص توان اوج

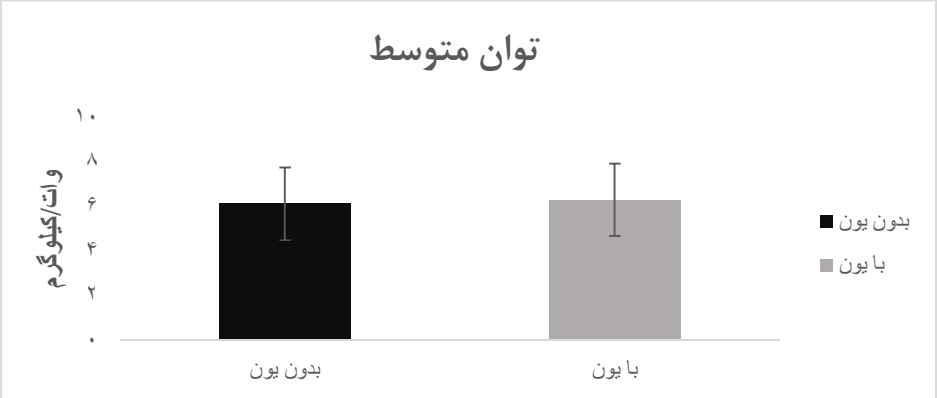
نتیجه آزمون: همانطور که در جدول (۴-۴) مشاهده می‌شود و با توجه به سطح معناداری آزمون (sig =۰/۷۶۹، t=-۰/۲۹۶) یون‌های منفی هوا بر شاخص توان اوج افراد فعال تأثیر معنی‌داری ندارد، لذا فرض صفر تایید می‌شود. یون‌های منفی هوا به میزان ۰/۵ درصد شاخص توان اوج را در افراد فعال افزایش داده است.

۴-۴-۲- آزمون فرضیه دوم

فرض صفر: یون‌های منفی هوا بر شاخص توان متوسط افراد فعال تأثیر معناداری ندارد.

جدول (۴-۵) داده‌های مربوط به شاخص توان متوسط (میانگین ±انحراف معیار)

گروه	میانگین	درجه آزادی	T	sig
بدون یون	۶/۱۳ ± ۱/۵۳	۳۹	/۵۷۴ -۱	/۱۲۴ ۰
با یون	۶/۳۱ ± ۱/۶۳			



شکل ۴-۲: نمودار تغییرات شاخص توان متوسط

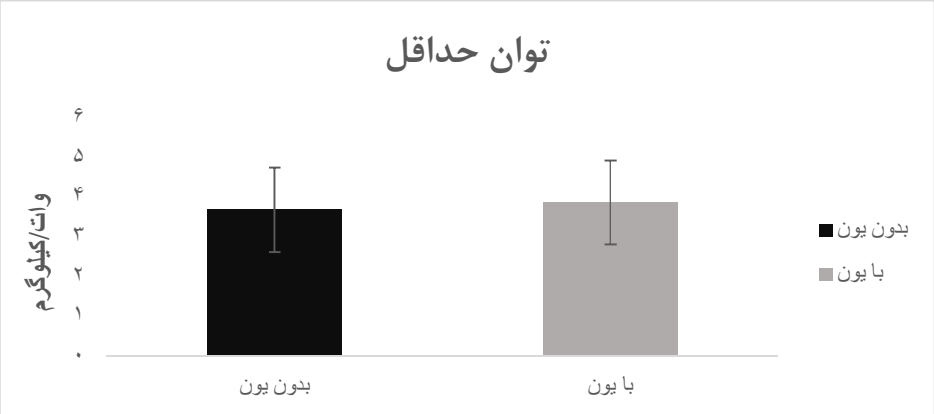
نتیجه آزمون: همانطور که در جدول (۴-۵) مشاهده می‌شود و با توجه به سطح معنی‌داری آزمون (sig = ۰/۱۲۴، t = -۱/۵۷۴) یون‌های منفی هوا بر شاخص توان متوسط افراد فعال تأثیر معنی‌داری ندارد. لذا فرض صفر تایید می‌شود. یون‌های منفی هوا به میزان ۲/۹۳ درصد شاخص توان متوسط را در افراد فعال افزایش داده است.

۴-۴-۳- آزمون فرضیه سوم

فرض صفر: یون‌های منفی هوا بر شاخص توان حداقل افراد فعال تأثیر معنی‌داری ندارد.

جدول (۴-۶) داده‌های مربوط به شاخص توان حداقل (میانگین ± انحراف معیار)

گروه	میانگین	درجه آزادی	T	sig
بدون یون	۳/۶۹ ± ۱/۰۶	۳۹	/۶۷۸ -۱	/۱۰۱ ۰
با یون	۳/۸۸ ± ۱/۰۶			



شکل ۴-۳: نمودار تغییرات شاخص توان حداقل

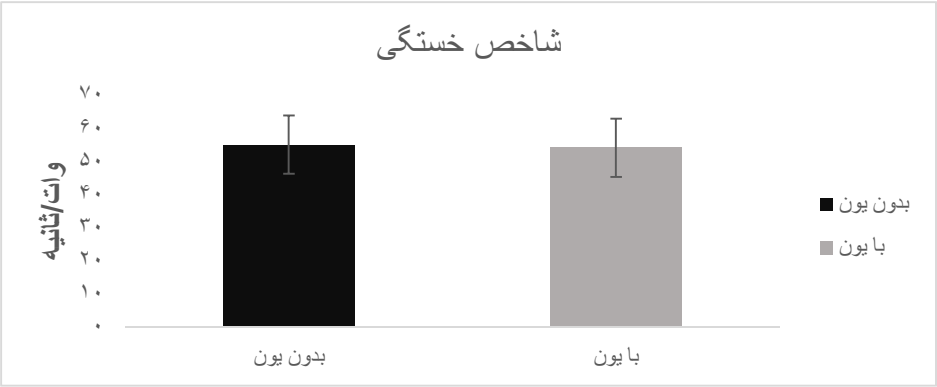
نتیجه آزمون: همانطور که در جدول (۴-۶) مشاهده می‌شود و با توجه به سطح معنی‌داری آزمون (sig = ۰/۱۰۱، t = -۱/۶۷۸) یون‌های منفی هوا بر شاخص توان حداقل افراد فعال تأثیر معنی‌داری ندارد. لذا فرض صفر تایید می‌شود. یون‌های منفی هوا به میزان ۵/۱۴ درصد شاخص توان حداقل را در افراد فعال افزایش داده است.

۴-۴-۴- آزمون فرضیه چهارم

فرض صفر: یون‌های منفی هوا بر شاخص خستگی افراد فعال تأثیر معنی‌داری ندارد.

جدول (۴-۷) داده‌های مربوط به شاخص خستگی (میانگین ± انحراف معیار)

گروه	میانگین	درجه آزادی	T	sig
بدون یون	۵۵/۰۸ ± ۱۱/۱۴	۳۹	-۰/۶۴۳	۰/۵۲۴
با یون	۵۴/۱۱ ± ۸/۷۱			



شکل ۴-۴: نمودار تغییرات شاخص خستگی

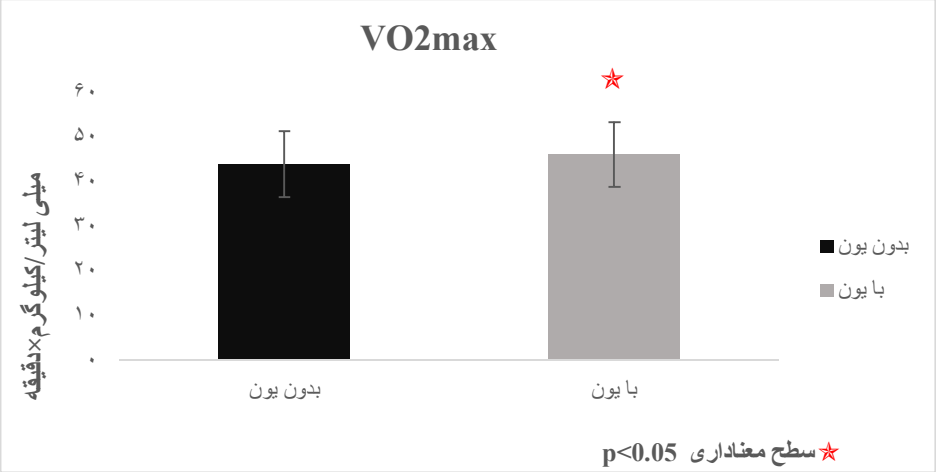
نتیجه آزمون: همانطور که در جدول (۴-۷) مشاهده می‌شود و با توجه به سطح معناداری آزمون (sig =۰/۵۲۴، t= -۰/۶۴۳) یون‌های منفی هوا بر شاخص خستگی افراد فعال تأثیر معنی‌داری ندارد، لذا فرض صفر تایید می‌شود. یون‌های منفی هوا به میزان ۱/۷۶ درصد شاخص خستگی را در افراد فعال کاهش داده است.

۴-۴-۵- آزمون فرضیه پنجم

فرض صفر: یون‌های منفی هوا بر شاخص VO_2max افراد فعال تأثیر معنی‌داری ندارد.

جدول (۴-۸) داده‌های مربوط به شاخص VO_2max (میانگین ± انحراف معیار)

گروه	میانگین	درجه آزادی	Z	sig
بدون یون	۴۴/۰۶ ± ۶/۶۰	۳۹	-۳/۹۲۱	۰۰۰۱ / ۰
با یون	۴۶/۲۴ ± ۷/۳۱			



شکل ۴-۵ : نمودار تغییرات شاخص VO_2max

نتیجه آزمون: همانطور که در جدول (۴-۸) مشاهده می‌شود و با توجه به سطح معناداری آزمون ویلکاکسون (sig =۰/۰۰۰۱، Z= -۳/۹۲۱) یون‌های منفی هوا بر شاخص VO_2max افراد فعال تأثیر معنی-داری دارد، لذا فرض صفر رد می‌شود. یون‌های منفی هوا به میزان ۴/۹۴ درصد شاخص VO_2max را در افراد فعال افزایش داده است.

۵ - فصل پنجم

بحث و نتیجه‌گیری

۵-۱- مقدمه

در این فصل ابتدا خلاصه‌ای از نحوه اجرای این پژوهش و نتایج آن ارائه می‌شود، سپس این نتایج با یافته‌های سایر مطالعات انجام گرفته، مقایسه شده و نتایج همخوان و ناهمخوان در حد امکان توجیه خواهد شد. در پایان نیز پیشنهادهایی در دو بخش پیشنهادهای برگرفته از پژوهش و پیشنهادهایی که به‌نظر می‌رسد برای سایر پژوهشگران مفید باشد، ارائه می‌گردد.

۵-۲- خلاصه پژوهش

هدف از پژوهش حاضر بررسی تأثیر یون‌های منفی هوا بر پاسخ‌های هوازی و بی‌هوازی در دانشجویان فعال بود. بدین منظور و با توجه به معیارهای ورود که شامل انجام حداقل۱۵۰ دقیقه فعالیت ورزشی در هفته (به کمک پرسش‌نامه بک، آزمودنی‌ها از نظر میزان فعالیت بدنی در بازه نسبتا یکسانی قرار داشتند)، نداشتن آسیب بدنی در مدت دست کم یک ماه اخیر، عدم استعمال سیگار در مدت دست کم شش ماه اخیر، عدم مصرف مواد نیروزا در مدت یک ماه اخیر، عدم ابتلا به سرماخوردگی و آنفولانزا در مدت دو هفته قبل از اجرای پژوهش، عدم ابتلا به بیماری‌های مزمن یا عفونت‌های ریوی دست کم در مدت سه ماه قبل از آغاز مطالعه بود، ۴۴ نفر از میان افرادی که داوطلب شرکت در این پژوهش بودند به‌صورت هدفمند انتخاب شدند. از این میان ۴ نفر با توجه به معیار های خروج از پژوهش از جمله آسیب دیدگی، سرماخوردگی و... از مطالعه حذف شدند و در نهایت مطالعه با ۲۰ دختر و ۲۰پسر که میانگین سنی (۲۱/۸۰±۰/۳۷) و میانگین شاخص توده بدن(۰/۵۱ ± ۲۱/۴۸) داشتند و تا پایان با ما همکاری کردند، انجام شد. روش پژوهش به‌صورت کنترل‌شده تصادفی با طرح گروه متقاطع بود. به‌منظور آشنایی آزمودنی‌ها با فعالیت روی نوارگردان و دوچرخه وینگیت به صورت آزمایشی تست‌های مورد نظر را اجرا کردند و به صورت تصادفی به دو شرایط۲۰ نفره (۱۰ دختر و ۱۰ پسر) یون و بدون یون تقسیم شدند. پس ازسه روز جهت اجرای تست اول به آزمایشگاه فراخوانده شدند و همه آزمودنی‌ها به صورت انفرادی به مدت ۱

ساعت در اتاق ایزوله‌ای که پیش از استقرار افراد به وسیله دستگاه یونیزاسیون با مقدار ۱۰۰،۰۰۰یون در سانتی متر مکعب یونیزه شده بود قرار گرفتند. سپس تست وینگیت را با فاصله ۱ هفته (جهت پاکسازی یون) در دو شرایط یون و بدون یون اجرا کردند. آزمون بروس هم به همین روال اجرا گردید. در پایان برخی از شاخص‌های عملکرد هوازی و بی‌هوازی افراد از جمله حداکثر اکسیژن مصرفی، اوج توان، متوسط توان، حداقل توان و شاخص خستگی در دو حالت قرارگیری در معرض یون و بدون یون، اندازه‌گیری و ثبت شد. جهت تجزیه و تحلیل داده‌ها، از آزمون شاپیرو ویلک برای تعیین طبیعی بودن داده‌ها، از آزمون T همبسته جهت تفاوت بین پیش آزمون و پس آزمون در داده‌های نرمال و از ویلکاکسون برای داده‌های غیر نرمال استفاده شد. سطح معنی‌داری برای تمام تحلیل‌های آماری $P\leq ۰/۰۵$ در نظر گرفته شد.

نتایج تحقیق نشان داد که بین مقادیر شاخص‌های عملکرد هوازی که مورد سنجش قرار گرفت، در شرایط دریافت یون و بدون یون، اختلاف معناداری وجود دارد. با این حال در مقادیر شاخص‌های بی-هوازی شامل، توان اوج، توان متوسط، توان حداقل و شاخص خستگی ، اختلاف معناداری مشاهده نشد.

۵-۳- بحث و نتیجه‌گیری

هدف از پژوهش حاضر بررسی تأثیر یون‌های منفی هوا بر پاسخ‌های هوازی و بی‌هوازی در دانشجویان فعال بود. نتایج حاصل از مطالعه حاضر نشان داد که یون‌های منفی هوا بدون تغییر معنی‌دار در توان اوج، توان متوسط، توان حداقل و شاخص خستگی و موجب افزایش معنادار در حداکثر اکسیژن مصرفی در دانشجویان فعال گردید. مقادیر شاخص‌های بی‌هوازی، هرچند از لحاظ آماری تغییرات معناداری را نشان نداد اما افزایش اندکی در میانگین آن‌ها نسبت به شرایط غیر یونیزه مشاهده شد. به‌طوری‌که میانگین توان اوج از (۲/۶۱ ± ۸/۵۸) به (۲/۳۳ ± ۸/۶۳)، توان متوسط از (۱/۵۳ ± ۶/۱۳) به (۱/۶۳ ± ۶/۳۱)، توان حداقل از (۱/۰۶ ± ۳/۶۹) به (۱/۰۶ ± ۳/۸۸) افزایش و شاخص خستگی از (۱۱/۱۴ ± ۵۵/۰۸) به (۸/۷۱ ± ۵۴/۱۱) کاهش یافت. یافته‌های تحقیق حاضر در خصوص شاخص‌های بی هوازی در پاسخ به یک

ساعت قرارگیری در معرض یون‌های منفی هوا با یافته‌های مطالعات بردن[1] و همکاران (۲۰۱۲) و نیمریچر[2] و همکاران (۲۰۱۴) همسو بود. بردن و همکاران در سال ۲۰۱۲ نشان دادند لباس فشرده‌ساز یونیزه و غیر یونیزه تغییر معناداری در شاخص‌های توان بی‌هوازی (توان اوج، میانگین توان و شاخص خستگی) ندارد. آن‌ها بیان کردند که احتمالا لباس‌های یونیزه شده نمی‌توانند یک سطح لازم یونیزاسیون را برای فراخواندن پاسخ‌های مفید فیزیولوژیکی به‌کار ببرند. از طرفی در تحقیق فوق ، اثرات کوتاه مدت قرارگیری در معرض یون‌های منفی هوا مورد سنجش قرار گرفت. احتمالا زمان بیشتری برای اثرگذاری یون‌های منفی هوا برتوان بی‌هوازی لازم است (۸۱). نیمریچر و همکاران در سال ۲۰۱۴ در مطالعه‌ای تحت عنوان"تأثیرات یون‌های منفی هوا بر سینتیک جذب اکسیژن، ریکاوری و عملکرد در ورزش"که یک مطالعه تصادفی دو سو کور بود، ۱۴ مرد ورزشکار حرفه‌ای با میانگین سنی، ۷±۳۲ و VO_2max، ۷±۵۷ را برای ۲۰ دقیقه در معرض غلظت بالای یون‌های هوا ($۱/۴-۱/۶\times۱۰^{۶}$ یون در هر سانتی‌متر مکعب) در یک اتاق یونیزه و در شرایط معمولی اتاق به صورت دوسو کور تصادفی قرار دادند. آزمودنی‌ها تست وینگیت ۳۰ ثانیه‌ای را اجرا کردند و شاخص‌های بی هوازی شامل توان اوج، میانگین توان و شاخص خستگی مورد سنجش قرار گرفت. خونگیری جهت اندازه‌گیری میزان آدرنالین، نورآدرنالین و لاکتات خون بعد از ۲۰ دقیقه ریکاوری در اتاق یونیزه انجام شد. نتایج حاصل از این پژوهش اختلافی بین یون و پلاسبو درشاخص‌های آدرنالین ، نورآدرنالین و لاکتات خون نشان نداد. همچنین در مقادیر اوج توان و متوسط توان نیز تغییری مشاهده نگردید همچنین شاخص خستگی در شرایط یونیزه نسبت به پلاسبو کاهش داشت که از لحاظ آماری معنادار نبود (۸۲). در مطالعه نیمریچر با توجه به اینکه توان اوج تغییر معناداری نداشته است و همچنین مقادیر توان حداقل نیز گزارش نگردیده است، کاهش خستگی را هم راستا با مطالعه حاضر می‌توان به افزایش بیشتر توان حداقل نسبت داد. بخشی از نتایج مطالعه حاضر مربوط به

[1]. Burden
[2]. Nimmerichter

توان بی‌هوازی دانشجویان فعال بود. توانایی تولید مکرر توان اوج، متغیر کلیدی در اکثر رشته‌های ورزشی است درنتیجه پاسخ‌های مرتبط با یک تمرین بی هوازی بیشینه مورد سنجش قرار گرفت. هرچند تأثیر یک ساعت قرارگیری در معرض یون‌های منفی هوا بر شاخص‌های بی‌هوازی از لحاظ آماری معنادار نبود اما تغییرات اندک مشاهده شده در مقادیر پارامترهای مورد نظر، نشان‌دهنده اثرگذاری احتمالی یون‌های منفی در بدن می‌باشد. از میان شاخص‌های اندازه‌گیری شده، بیشترین تغییر در توان حداقل با ۵/۱۴ درصد افزایش، مشاهده شد. به دنبال آن ۰/۵ و ۲/۹۳ درصد افزایش به ترتیب در شاخص‌های توان اوج و متوسط توان و همچنین ۱/۷۶ درصد کاهش در شاخص خستگی مشاهده شد. شاخص خستگی میزان افت و تنزل توان را نشان می‌دهد و به‌صورت درصدی از اوج توان محاسبه می‌شود. لذا هرچه توان اوج افزایش یابد، شاخص خستگی نیز بیشتر می‌شود. براساس نتایج پژوهش حاضر افزایش در میزان توان اوج با کاهش میزان شاخص خستگی همراه بوده‌است که براساس فرمول محاسبه شاخص خستگی(۶۵) علت این تناقض را می‌توان به تغییرات توان حداقل نسبت داد. افزایش حدودا ۴/۵ درصدی توان حداقل نسبت به توان اوج باعث کاهش شاخص خستگی در آزمودنی‌ها شده است. از طرفی خستگی به عنوان یک فرآیند چند عاملی و پیچیده، می‌تواند عملکرد یک ورزشکار را به‌وسیله کاهش منابع گلیکوژنی و یا محصولات جانبی متابولیسمی حاصل از تجزیه گلیکوژن، کاهش دهد (۹۱). همچنین با توجه به کاهش ذخایر گلیکوژن حاصل از انقباضات شدید عضلانی، تجمع یون هیدروژن همراستا با افزایش تولید لاکتات افزایش می یابد. پس فعالیت‌های شدیدی که موجب تخلیه ذخایر گلیکوژنی می‌شوند، PH عضله را کاهش می‌دهند و موجب اختلالات سوخت و سازی و خلل در فرآیندهای انقباض عضلانی می‌شوند (۹۲)بنابراین، کاهش PH یکی از علل خستگی عضلانی است و تغییرات PH می‌تواند خواص کانال‌های پروتئینی را تغییر دهد و فعالیت آنزیم های کلیدی در گلیکولیز را کاهش دهد که این‌ها منجر به کاهش میزان تولید ATP می‌شود. پس بسیار مهم است که عضلات در حال فعالیت، کاهش PH و تجمع لاکتات

را به تأخیر اندازند (۹۳). از آنجا که رابطه مثبتی بین سطح لاکتات و کاهش عملکرد پس از یک دوره فعالیت شدید به‌دست آمده است، بنابراین سطح لاکتات بالا و PH پایین می‌تواند عملکرد عضلانی را مختل کند (۹۴). نتایج پژوهش‌ها نشان داده است که یون‌های منفی هوا PH خون را افزایش و میزان لاکتات خون را کاهش می‌دهد (۹۵،۱۹) لذا این مسئله می‌تواند یکی از مکانیسم‌های احتمالی اثر یون‌های منفی باشد که منجر به کاهش شاخص خستگی در آزمودنی‌ها شده‌است. درنتیجه احتمالا افزایش زمان قرارگیری در معرض یون‌ها ممکن است اثرات بهتری را درپی داشته باشد که خود نیازمند پژوهش‌های بیشتر در این زمینه است.

در خصوص رابطه یون‌های منفی هوا با عملکرد هوازی، یافته‌های پژوهش حاضر با نتایج مطالعات اینبار[۱]وهمکاران (۱۹۸۲)، والنر[۲]وهمکاران (۲۰۱۵)، ایواما[۳]وهمکاران (۲۰۰۴) ویزنیوسکی[۴]وساچانوفزکی[۵] (۲۰۰۸) همسو بود اما با نتایج مطالعات سلز و همکاران(۲۰۱۴) و ریلی و استیونسون (۱۹۹۳) همسو نبود. اینبار و همکاران در سال ۱۹۸۲ در مطالعه‌ای با عنوان"اثرات یون‌های منفی هوا بر عملکردهای فیزیولوژیکی مختلف هنگام کارکردن در محیط گرم" ۲۱ مرد سالم ۲۵-۲۰ ساله را به‌صورت تصادفی در دو گروه کنترل و تجربی قرار داند. هر دو گروه، سه تمرین ۳۰ دقیقه‌ای همراه با ۷ دقیقه استراحت بین آن‌ها در دو شرایط غلظت بالاو پایین یون منفی با فاصله دو هفته ازهم اجرا کردند. گروه تجربی اولین جلسه را در شرایط هوای خنثی و دومین جلسه را با فاصله دو هفته در هوایی با غلظت $۱/۳۶\times۱۰^{۵}$ یون منفی قرار گرفتند. گروه کنترل دو جلسه را تحت شرایط هوای خنثی اجرا کردند. همه جلسات در دمای ۱±۴۰ درجه سانتی‌گراد و ۵± ۲۵ درصد رطوبت برگزار شد. هر جلسه شامل ۱ ساعت استراحت در شرایط

[۱]. Inbar
[۲]. Wallner
[۳].Iwama
[۴]. Wiszniewski
[۵]. Suchanowski

یونیزاسیون و به‌دنبال آن سه تمرین۳۰ دقیقه‌ای کار با دوچرخه ارگومتر در بارکاری ۰/۶± ۱/۶۴وات/ کیلوگرم وزن بدن با ۷ دقیقه استراحت بین آن‌ها بود که نتایج، کاهش معناداری را در ضربان قلب، دمای مقعدی، و میزان درک فشار در حضور یون‌های منفی هوا در مقایسه با هوای خنثی در گروه تجربی نشان داد در صورتی که گروه کنترل اختلافی را بین جلسه اول و دوم خود نشان ندادند و بیان شده که به‌نظر می‌رسد قرارگیری در معرض یون‌های منفی به‌وسیله افزایش پالس اکسیژن باعث کاهش عرق‌ریزی و تهویه دقیقه‌ای شده‌است (۱۸).

والنر و همکاران در سال ۲۰۱۵ مطالعه‌ای با عنوان" مواجهه با یون‌های منفی هوا در محیط داخلی" بر روی ۲۰جوان سالم (۱۰ مرد و ۱۰ زن) انجام دادند. این مطالعه از نوع تجربی و به‌صورت دو سو کور متقاطع انجام شد. یونیزاسیون هوا از طریق یون‌های تولیدی توسط رنگ دیوار مخصوصی ایجاد می‌شد. آزمودنی‌ها به‌مدت ۲۰ دقیقه در شرایط دو اتاق مجزا با غلظت‌های یونی ۱۰۳۸ و ۲۱۹۴ یون در هرسانتی-متر مکعب قرار گرفتند و ضربان قلب آن‌ها اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد ضربان قلب در شرایط یون به-طور معناداری کاهش یافت که علت آن را ناشی از افزایش اندکی در فعالیت اعصاب سمپاتیک و یا کاهش اندک فعالیت واگ یا هر دو ذکر کردند نتیجه یک پژوهش نشان داد که تغییرات در سطوح سروتونین خون ناشی از قرارگیری در معرض یون‌های منفی هوا موجب تغییر در اندوکرین و CNS می شود که به نوبه خود تغییر در فرآیندهای فیزیولوژیکی پایه را در پی دارد (۹۶).

ایواما و همکاران در سال ۲۰۰۴ در مطالعه‌ای با عنوان"یون‌های منفی ایجاد شده به‌وسیله برش آب دفرمیتی گلبول‌های قرمز و متابولیسم هوازی را بهبود می‌بخشد". شواهدی را در دسترس قرار دادند که یون‌های منفی هوا که در این مطالعه به‌شیوه خاصی از طریق ذرات آب ایجاد شده بود، متابولیسم هوازی را از طریق بهبود خاصیت شکل‌پذیری گلبول‌های قرمز خون، کاهش سطوح لاکتات خون و افزایش سطوح PH خون سیاهرگی بهبود می‌بخشد (۹۵).

ویزنیوسکی و ساچانوفزکی در سال ۲۰۰۸، در مطالعه‌ای تحت عنوان "تأثیر یون‌های هوا برافراد مورد مطالعه در حالت استراحت و فعالیت" که بر روی ۱۰ دانشجوی مرد رشته تربیت بدنی انجام شد. آزمودنی‌ها در سه حالت بدون یون، در محیطی با غلظت ۴ میلیون یون و در محیطی با غلظت ۷/۵ میلیون یون قرار گرفتند. همچنین افراد در سه حالت استراحت قبل از شروع فعالیت،هنگام فعالیت بدنی و پس از آن در هر یک از شرایط محیطی مورد آزمایش قرار گرفتند. نتایج کاهش معناداری را در vo_2، vco_2 و ضربان قلب نشان داد. همچنین نشان داده شد که تغییرات شاخص‌های فوق در شرایط قرارگیری در محیط با غلظت ۷/۵ میلیون یون بیشتر از فعالیت در یون با غلظت ۴ میلیون و استراحت در یون بود. آن-ها بیان کردند که غلظت‌های کم از یون‌های هوا مانع نفوذ آن‌ها به بدن انسان‌ها می‌شود چرا که از لحاظ نظری غیرممکن است که یون‌ها بتوانند به ریه‌های انسان دسترسی پیدا کنند.(۲۰،۱۸) این فرضیه براساس پایان‌نامه بیلی بیان شد که در پژوهش‌های خود ادعا کرد که تمام مولکول‌های یونیزه شده در حفره دماغی و حلقی بی‌اثر شده‌اند. وی درصد غلظت یون‌های هوا در بخش‌های خاص سیستم تنفسی به‌این صورت گزارش کرد: بینی و گلو(۳۴٪)، نای (۲۵٪)، برونش‌ها(۷٪) و آلوئول‌ها (۰.۰۴٪). نتایج به-دست آمده به وضوح نشان داد که قرارگیری در معرض یون‌های هوا با غلظت کافی برای دستگاه تنفسی انسان، تغییرات قابل توجهی در شاخص‌های فیزیولوژیک ایجاد می‌کند (۹۷).

نتایج مطالعه سلز و همکاران[1]در سال ۲۰۱۴ که با نتایج پژوهش ما همسو نبود، نشان داد اثر دستبندهای یون منفی بر اجرای هوازی بیشینه تأثیر معناداری نداشت. در این مطالعه سه فاکتور (VO_2max، vo2 ، ضربان قلب) در۸ مرد و ۱۰ زن دونده با میانگین سنی (۷/۱۸ ±۲۶/۵) ودر ۳ شرایط (با پوشیدن دستبندهای یون منفی، با پوشیدن دستبندهای بدون یون منفی و بدون دستبند) به صورت اندازه‌گیری شد. آزمودنی‌ها تست بروس را در سه شرایط فوق در طی ۳ هفته، اجرا کردند. و مشاهده

[1]. Sells

شدکه VO_2max (که به وسیله آنالیز گازهای تنفسی بدست آمد) ، ضربان قلب در آستانه تهویه‌ای و حجم اکسیژن مصرفی در آستانه تهویه‌ای بین سه شرایط اختلاف معناداری مشاهده نشد (۷۷). احتمالا شیوه تولید یون در این مطالعه نتوانسته است میزان یون مورد نیاز جهت ایجاد تغییرات فیزیولوژیک در بدن انسان را ایجاد کند. از طرفی مدت زمان قرارگیری در معرض یون آزمودنی‌ها در این پژوهش تنها محدود به زمان اجرای تست بود لذا احتمالا به زمان بیشتری برای اثرگذاری نیاز است. همچنین براساس ادعای محقق تعداد کم آزمودنی‌ها و دخالت ویژگی‌های فردی افراد از جمله حالات روحی می‌تواند علت عدم نتیجه‌گیری آن‌ها باشد.

ریلی و استیونسون[1] در سال ۱۹۹۳ در مطالعه‌ای با عنوان بررسی اثرات یون‌های منفی هوا در پاسخ به تمرین زیر بیشینه هشت مرد ۲۵-۱۹ ساله‌ای که همه نسبتا ورزیده بودند و در زمان پژوهش هیچ بیماری تنفسی نداشتند در شرایط محیط طبیعی و اتاق ایزوله‌ای که نیم ساعت قبل از حضور آزمودنی‌ها به وسیله چهار دستگاه تولید یون دارای ۱۷۲،۰۰۰ یون در سانتی متر مکعب شده بود و در فاصله یک متری از سر آزمودنی‌ها بود قرار گرفتند و اندازه‌گیری‌ها در حالت استراحت و در طول ۴۰ دقیقه ورزش زیر بیشینه روی دوچرخه ارگومتر از درجه حرارت رکتوم، ضربان قلب، مصرف اکسیژن و تهویه دقیقه انجام گرفت. همچنین درک فشار هم در طول تمرین ثبت گردید. در مدت آزمون آزمایشگاه دارای دمای ۱۸ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۶۳-۴۵ درصد بود. یون‌های منفی هوا باعث کاهش در همه پارامترهای ذکرشده، در حالت استراحت گردید ولی در شرایط ورزش تنها دمای بدن کاهش یافت. در این مطالعه اشاره شده است مکانیزمی که باعث کاهش پارامترهای ذکرشده گردیده است شامل سطوح سروتونین مغز ، دمای بدن و متابولیسم اکسیداتیو می‌باشد (۸۴).

علاوه بر موارد ذکر شده مطالعات دیگری نشان داده‌اند که یون‌های منفی تبدیل سوکسینات به فومارات

[1]. REILLY and STEVENSON

را افزایش می‌دهد. همچنین افزایش فعالیت‌های آنزیمی در چرخه تری‌کربوکسیلیک اسید و زنجیره انتقال الکترون بعد از قرار گرفتن یون‌های منفی هوا گزارش شده‌است که ممکن است به متابولسیم اکسایشی کمک کند (۸۲). از طرف دیگر نیز یون‌های منفی، فعال‌سازی سوپراکسید دیسموتاز (SOD) که اقدام اصلی آن‌ها سرکوب رادیکال‌های سوپر اکسید است و سبب آسیب اکسیداتیو بافت‌های مختلف می‌شود را تحریک می‌کند. درنتیجه تمامی این اثرات در کنار هم می‌تواند متابولیسم هوازی و به‌طور کلی عملکرد ورزشی را بهبود بخشد.

در مجموع قرار گرفتن در معرض یون‌های منفی هوا باعث ایجاد تغییرات بسیاری در بدن انسان از جمله سیستم‌های هوازی و بی‌هوازی می شود. نتایج حاصل از ۱ ساعت قرارگیری در معرض یون‌های منفی هوا افزایش معناداری را در مهم‌ترین شاخص توان هوازی نشان داد. هرچند که میزان تغییرات در شاخص‌های توان بی‌هوازی به اندازه توان هوازی نبود با این حال تغییرات جزئی در جهت بهبود عملکرد بی‌هوازی مشاهده شد که به‌نظر می‌رسد ناشی از تفاوت در راه‌های تولید انرژی دو شیوه فعالیتی هوازی و بی‌هوازی است لذا اثرپذیری دو شیوه فوق از نظر غلظت و زمان قرارگیری در معرض یون منفی متفاوت است. به طور کلی نتایج پژوهش حاضر اثرات مثبت یون‌های هوا بر هر دو عملکرد هوازی و بی‌هوازی را تأیید می‌کند.

۵-۴- نتیجه‌گیری کلی

با توجه به نتایج پژوهش حاضر، یک ساعت قرارگیری در معرض یون‌های منفی هوا می‌تواند بر شاخص‌های عملکرد هوازی تأثیر بیشتری نسبت به شاخص‌های عملکرد بی‌هوازی داشته باشد.

۵-۵- پیشنهادات برگرفته از پژوهش

- نتایج این پژوهش از اثرات مثبت یون‌های منفی هوا بر شاخص‌های هوازی و بی‌هوازی حمایت می‌کند لذا استفاده از سیستم‌های تصفیه یونی و انجام فعالیت بدنی در هوای یونیزه شده به

ورزشکاران پیشنهاد می‌شود.

- ❖ استراحت ورزشکاران در شرایط هوای یونیزه شده صورت گیرد.

پیشنهاداتی برای سایر پژوهشگران

- ➢ از آنجایی که عملکرد هوازی و بی‌هوازی در مردان و زنان متفاوت می‌باشد لذا پیشنهاد می‌شود تأثیر یون‌های منفی هوا بر جنسیت نیز بررسی شود.
- ➢ به دلیل اینکه یون‌های منفی هوا باعث کاهش سطوح لاکتات و افزایش تحمل لاکتات می‌شود لذا پیشنهاد می‌شود تأثیر یون‌های منفی هوا بر سطوح لاکتات بررسی شود.
- ➢ به این دلیل که یکی از مکانیزم‌های اثرگذاری یون‌های منفی هوا از طریق سطوح سروتونین (به وسیله انقباض و انبساط راه‌های هوایی) می‌باشد لذا پیشنهاد می‌شود اثرگذاری یون‌های منفی هوا بر سطوح سروتونین بررسی شود.
- ➢ به دلیل اینکه یکی از مکانیزم های اثرگذاری یون‌های منفی هوا از طریق بهبود اکسیژن رسانی به بافت می‌باشد لذا پیشنهاد می‌شود اثرگذاری یون‌های منفی هوا بر بهبود اکسیژن رسانی به بافت بررسی شود.
- ➢ به دلیل اینکه قرارگیری کوتاه‌مدت در معرض یون‌های منفی هوا تأثیر معناداری بر شاخص‌های بی‌هوازی نداشت و به نظر می‌رسد قرارگیری بلندمدت در معرض یون‌های منفی تأثیر بهتری بر شاخص‌های توان بی‌هوازی بگذارد لذا پیشنهاد می‌شود اثر قرارگیری بلند مدت در معرض یون-های منفی هوا نیز بررسی شود.

۶ - منابع

1. Jinhan Mo, Zhang Y, Jennifer Joaquin Lamson. (2009)."Photocatalytic purification of volatile organic compounds in indoor air", Atmospheric Environment, vol.43, pp.2229-2246,

2. Bernstein J, Nel A, Diaz-Sanchez D. (2004) Health effects of air pollution, Environmental and Occupational Respiratory Disorders. pp.1116-1123

۳. رهبرسعادت آ. (۱۳۹۰-۱۳۸۹) طراحی و ساخت دستگاه تصفیه آلاینده‌های ناشی از احتراق سوخت-های فسیلی در فضاهای بسته. پایانامه کارشناسی ارشد رشته مهندسی انژی‌های تجدیدپذیر. پژوهشگاه مواد و انرژی کرج.

4. Carlisle A, Sharp N. (2001) Exercise and outdoorambient air pollution. Br J Sports Med. Aug;35(4):214-22.

5. -Lippi G, Guidi GC, Maffulli N. (2008) Air pollution and sports performance in Beijing. Int J Sports Med ;29(8):696-8.

6. James G.F, Donaldson K, Stone V. Athens (2004) the pollution climate and athletic performance. J Sports Sci. 2004 Oct; 22(10): 967-80; discussion 80.

7. Shah A, Gozal D, Keens T.(1998) Determinants of aerobic and anaerobic exercise performance in cystic fibrosis. Am J Respir Crit Care Med; 157(4 Pt 1):1145-50.

8. Rundell KW. Effect of air pollution on athlete health and performance. Br J Sports Med (2012) Jan;20 [Epub ahead of print].

۹. آرمسترانگ لارنس ای. تاثیر محیط بر فعالیت‌های ورزشی.گائینی ع، حامدی نیا م، کوشکی جهرمی م. (۱۳۹۴). انتشارات سمت

10. Abedi A, Sazavar H, Mohammadi N. Comparison of Functional Pulmonary Tests in Welder Labors Aged 20-70 with Non-Welders in Ardabil. medical journal of tabriz universityof medical sciences. 2004;38(64):57-61.

11. Pope CA.(2000) Review: Epidemiological Basis for Particulate Air Pollution Health Standards. Aerosol Science and Technology;32(1):4- 14.

12. Mills N, Törnqvist H, Gonzalez M, Vink E, Robinson S, Söderberg S, et al. (2007) Ischemic and thrombotic effects of dilute diesel-exhaust inhalation in men with coronary heart disease. N Engl J Med;357(11):1075-82.

۱۳. جهانشیر آ، جهانشیر ا. (۱۳۹۴). به کارگیری و نقش فناوری مدرن یونیزاسیون کلان هوا در سیستمهای تهویه (صنعتی، بیمارستانی و تونل‌های شهری). چهاردهمین همایش ملی تهویه و بهداشت صنعتی.

14. Colome SD, Kado NY, Jaques P, Kleinman M. (1992) Indoor-outdoor air pollution relations: Particulate matter less than 10 μm in aerodynamic diameter (PM10) in homes of asthmatics. Atmos Environ;26A(11):2173-8.

15. Hawvkinls H, BarkerT. (1978) Air ions and human performance. Ergonomics, 21: 273-278.

16. Palti Y, De Nour E, Abrahamov A.(1966) The effect of atmospheric ions on the respiratory system of infants. Pediatrics, 38:405–411.

17. Lara S , Danielle F, Shanahan , Richard. A.(2017) A Review of the Benefits of Nature Experiences:More Than Meets the Eye. International Journal of Environmental Research and Public Health. 14, 864

18. Inbar O, Rotstein A,Dlin R, Dotan R,. Sulman F. G.(1982) The Effects of Negative Air Ions on Various Physiological Functions During Work in a Hot Environment.26(2) PP153-163

19. Bajirova M.(2017) Air Conditioning and Negative Ions Impacts on Our Health. ECRONICON. EC Gynaecology SPI.: P23-P29.

20. YATES C.A, HERBERT J. (1986) Differential circadian rhythms in pineal and hypothalamic 5-HT induced by artificial photoperiods or melatonin. Nature, 262: 219-220 .

21. Gibala M J.(2013) Nutritional strategies to support adaptation to high-intensity interval training in team sports.: 75,pp 41-49

22. Messonnier L, Kristensen M, Juel C, Denis C (2007). Importance of pH regulation and lactate/H+ transport capacity for work production during supramaximal exercise in humans. Journal of Applied Physiology, 102(5), 1936-44.

23. Krustrup P, Mohr M, Steensberg A, Bencke J, Kjaer M, Bangsbo J .(2006) Muscle and blood metabolites during a soccer game: implications for sprint performance. Med Sci Sports Exerc. 38: 1165-74.

24. Iwama H. (2004) Negative air ions created by water shearing improve erythrocyte deformability and aerobic metabolism. Indoor Air 14:293–297.

25. Gaeini A A, Hamedinia M R (2005). "The effect of aerobic exercises on oxidative stress during rest and after exhaustion exercise in athletic students". research in sports sciences. 3 (8). 53 64

۲۶. شوندی ن وهمکاران (۱۳۸۹). پاسخ برخی شاخص های عملکرد ریوی به یک جلسه فعّالیّت بی هوازی در هوای آلوده در مردان جوان. پژوهش نامه علوم ورزشی .۷(۱۳).ص ۷۴-۶۵

27. Nimmerichter A, Holdhaus J, Mehnen L, et al. (2013) Effects of negative air ions on oxygen uptake kinetics, recovery and performance in exercise: a randomized, double blinded study. International Journal of Biometeorology.

28. Ryushi, T, Kita I,Sakurai T,Yasumatsu M, Isokawa M, Aihara Y, Hama K. (1998), The effect of exposure to negative air ions on the recovery of physiological responses after moderate endurance exercise. Int. J.Biometeorol. 41, 132–136.

29. Krueger A, Smith R. (1960) The biological mechanisms of air ion action II, negative ion effects on the concentration and metabolism of 5-hydroxytryptamine in the mammalian respiratory tract. J. Gen. Physiol, 44,269–276.

30. Campbell M, Li Q, Gingrich S, Macfarlene R.(2005) Should people be physically active outdoors on smog alert days? Canad J public health June;96(1):24-8

۳۱. محقق ش، حاجیان م.(۱۳۹۲). ورزش و آلودگی هوا. مجله علمی سازمان نظام پزشکی جمهوری اسلامی ایران. ۳۱(۳)،۲۴۹-۲۳۷

32. Cedaro R. (1992) Enviromental factors and exercise performance:A review. J Air Pollut Control Assoc;8:161-166.

33. Psheezhetsky c,Ya.Dmitrriev M.T.(1978) radiation physics and chemical Processes in air.Atomizdat published.Moscow.p182

34. Charry J. M. (1984) Biological effects of small air ions: a review of findings and methods, Environmental Research. 2: 351-389.

۳۵. شیخ م، شهبازی م، طهماسبی بروجنی ش (۱۳۸۷). سنجش و اندازه گیری در تربیت بدنی و علوم ورزشی. انتشارات بامداد کتاب

۳۶. کوشکی م. (۱۳۹۱) تأثیر هایپوکسی تناوبی استراحتی بر توان هوازی و بی‌هوازی مردان دوچرخه سوار نخبه. پایان نامه کارشناسی ارشد.فیزیولوژی ورزشی.دانشگاه فردوسی مشهد

37. Tammet H.(1997) Air Ions. Part 14. P. 14-32. in CRC Handbook of Chemistry and Physics. 77th. Ed. CRC Boca Raton, FL.

38. Kawamura k.(2002) Simultaneous removal of NOX and SOx by electron beam, Journal of atmospheric environment, vol.53, pp.156-168.

39. Stefan M, Gudrun M.(1974) Involvement of the Superoxide Anion Radical in the Autoxidation of Pyrogallol and a Convenient Assay for Superoxide Dismutase. Eur JBiochem;47(3):469-74.

40. Chih Cheng Wu, Grace W.M.Lee, (2004)Oxidation of volatile organic compounds by negative air ions, Atmospheric Environment, vol.38, pp.6287-6295.

41. Novoselac A, A.Siegel J. (2009) Impact of placement of portable air cleaning devices in multizone residential environments. Building and Environment ,vol.44, pp.2348-2356,.

42. Jia C, Batterman S, Godwin C. (2008) VOCs in industrial, urban and suburban neighborhoods,factors affecting indoor and outdoor concentrations,Atmospheric Environment, vol.42, pp.2101-2116,.

43. Cooray V, Rahman M.(2008) Efficiencies for production of NOX and O3 by streamer discharges in air at atmospheric pressure. Journal of electrostatics, vol.63, pp.977-983,.

44. Jamieson K.S, ApSimon H.M,Jamieson S.S, Bell J.N.B,Yost M.G.(2007) The effects of electric fields on charged molecules and particles in individual microenvironments. Atmospheric Environment, vol.41, pp.5224-5235,.

45. Pino O, Ragione F. (2013) There's Something in the Air: Empirical Evidence for the Effects of Negative Air Ions (NAI) on Psychophysiological State and Performance. Psychology and Behavioral Sciences, Vol. 1, No. 4, 48-53

۴۶. احمدی ج. (۱۳۹۳). تاثیر توام مصرف مکمل جینسینگ آسیایی و تمرینات مقاومتی بر توان هوازی و بی‌هوازی در دانشجویان پسر غیر فعال. پایان نامه فیزیولوژی ورزشی. دانشگاه صعتی شاهرود.

۴۷. گائینی ع. (۱۳۸۴). مبانی فیزیولوژی ورزشی. چاپ دوم. انتشارات دانشگاه پیام نور، تهران، ص۵۱.

۴۸. شارون ای.پلومن، دنیس ال.اسمیت.(۱۳۹۴) فیزیولوژی ورزشی. فرامرزی م.نوری ر، باقری ل، عبدی ه. ص ۱۲۸-

۴۹. پورکیانی، م. (۱۳۸۵). تربیت بدنی عمومی .انتشارات دانشگاه قم

۵۰. غفاری ح، کاظمی ع، علیجانپور ن. (۱۳۹۳). دقت مدل رگرسیونی برآورد بیشینه اکسیژن مصرفی بر اساس داده‌های غیر ورزشی در دانشجویان دختر. مجله فیزیولوژی ورزش و فعالیت بدنی، ۱۴: ص ۱۰۹۱-۱۱۰۰

51. Rev Bras. (2010) Predictive equations validity in estimating the VO_{2max} of young Brazilians from performance in a 1600 m run. Revista Brasileira de Medicina do Esporte, 16: 150-165.

52. Sarson A et al. (2005) The effects of aerobic and resistance exercise in obese women. Clinical Rehabilitation. 20: 773-782.

53. Safrit M, Glaucia J, Costa M. Hooper LM, Patterson P, Ehlert SA. (1999) The validity generalization of distance runs tests. Canadian journal of sport sciences, 13: 188-96.

۵۴. فاکس ا. (۱۳۷۲). فیزیولوژی ورزش. ترجمه غلامرضا مجلسی و حمیدرضا مجلسی. ناشر مترجمین. ص۱۷۹

۵۵. مفلحی د. (۱۳۷۸) تاثیر مصرف دو نوع رژیم ویتامین C بر توان هوازی و بی‌هوازی دانشجویان پسر دانشگاه گیلان. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی دانشگاه گیلان.

۵۶. ویلمور، پولاک.(۲۰۰۰) فیزیولوژی ورزشی بالینی، ترجمه فرزاد ناظم و ضیا فلاح ۱۳۷۹ tچاپ اول، همدان :انتشارات دانشگاه بو علی سینا، جلد اول.

57. Legas، A.، et al. (2007) Avearage VO_2max as a function of running performance on different distances, Science & Sports. 22:43-49.

۵۸. شفیع زاده، محسن، (۱۳۸۴)، کاربرد سنجش و ارزیابی در تربیت بدنی و علوم ورزشی، چاپ اول، تهران،انتشارات بامدادکتاب

59. Meyer K, Schwaibold M., Westbrook S, Beneke R, Hajric R., Gornandt L, Lehmann M, Roskamm H.(1996) Effect of short-tear exercise training and activity restriction on functional capacity in patients with sever chronic congestive heart failure. The American journal of Cardiology. 78:1017-1022.

۶۰. جامعی مقدم زهرا. ۱۳۸۲، روایی آزمون‌های ۲ کیلومتر پیاده‌روی و پله آستراند- در مقایسه با آزمون بروس در برآورد توان هوازی، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه گیلان.

61. Guera JC، Riberio R، Costa J، Durart JM. (2002) Relationship between cardiorespiratory fitness body composition and blood pressure in school children. Journal of Sport Medicine Physiology Fitness, 42: 207-213.

62. Geronotol J، Med Sci.، Weiss E.P. (2006). Gender differences in the decline aerobic capacity and its physiological determinants during the later decades of life. Journal of Applied Physiology, 101: 938-944.

63. Legaz A.، Eston R. (2005) Changes in performance، skin fold thickness and fat patterning after three years of intense athletic conditioning in high level runner. British Journal of Sports Medicine, 39: 851-856.

64. Wagner J. A., Miles,D.S.,Horvath S.M., Reyburn,J. A.(1979) Maximal work capacity of women during acute hypoxia. Journal of Applied Physiology, 47: 1223-1227.

۶۵. آقایاری، آ و نبیل پور،م (۱۳۹۴). تلفیق مبانی نظری و اصول کاربردی آمادگی جسمانی. انتشارات علوم ورزشی

۶۶. علی پور ا. (۱۳۹۲). رابطه ی بین توان هوازی و بی هوازی با توانایی تکرار دوهای سرعتی در نوجوانان پسر فوتسالیست. پایان نامه کارشناسی ارشد فیزیولوژی ورزشی. دانشگاه شیراز واحد بین الملل

۶۷. محسنی ا. (۱۳۸۹). تاثیر۶ هفته مکمل Q10 بر استقامت هوازی، توان بیشینه، توان حداقل، توان متوسط و شاخص خستگی بازیکنان فوتبال. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه پیام نور تهران

68. Watts GF,playfordDA,CroftKD,WardNC. MoriTA.(2002) coenzymeQ10 improves endothelial dysfunction of the branchial artery in TipeII diabetes mellitus. Diabetologic 45:420-426

69. WilliamE.G.kirlcondall.T. philadelphin W. (2000) Texbook exercise and sport science p.299-317

۷۰. حسام فر ش (۱۳۷۶). اندازه گیری و مقایسه توان هوازی و بی هوازی ورزشکاران دختر دانشکده تربیت بدنی دانشگاه تهران در صبح و بعداز ظهر.پایان نامه کارشناسی ارشد.

۷۱. فاکس ل.ماتیوس د(۱۹۸۱). ترجمه خالدان (۱۳۹۱). فیزیولوژی ورزش جلد اول. انتشارات دانشگاه تهران

۷۲. رابرگز ر، رابرتس ا.(۱۹۵۸).ترجمه دکتر گائینی ع و دبیدی روشن (۱۳۹۱). اصول بنیادی فیزیولوژی ورزشی۲. انتشارات سمت.ص۴۲-۴۴

73. Wang J.S, Jen C.J.,& Chen H.I. (1997) Effects of exercise and deconditioning on platelet function in women. Journal of Applied physiology. 83:2080-2085

74. Wang J.S, Jen C.J.,& Chen H.I. (1995) Effects of exercise and deconditioning on platelet function in men. Atherosclerosis, Thrombosis, and Vascular Biology. 15:1668-1674.

75. Smith M.L & Mitchell J.H. (1993) Cardiorespiratory adaptations to exercise training. In American College of Sport Medicine (ed): Resource Manual for Guidelines for Exercise Testing and Prescription.Philadelphia,PA:Lea & Febiger

76. Robinson N & Dirnfeld F.S. (1963).The ionization state of the atmosphere as a function of the meteorological elements of various sources of ions.International Journal of Biometeorology 6:101-110.

77. Sulman F.G, Levy D.Lewy A,PfeiferY.Superstine,E & Tal E.(1974) Air ionometry of hot,dry desert Winds (sharav) and treatment with air ions of weather-sensitive subjects. International Journal of Biometeorology 18:313-318

78. Rim,Y.(1975) Psychological test performance during climatic heat stress fromdesert winds. International Journal of Biometeorology 19:37-40

79. Lv J, Wang W, Krafft T, Li Y, Zhang F & Yuan F. (2010) Effects of several environmental factors on longevity and health of the human population of Zhongxiang, Hubei, China. Biological Trace Elements Research, LLC.

80. Davries, H.A, Klafs, C.E.(1965) Ergogenic effects of breathing artificially ionized air. Journal of sports Medicine and physical Fitness 5: 7-12.

81. Burden J, Glaister M. (2012) THE Effects OF Ionized and Nonionized Compression Garments On Sprint and Endurance Cycling. Journal of Strength and Conditioning Research. 26(10),pp 2837–2843

82. Nimmerichter A, Holdhaus J, Mehnen L, et al. (2013) Effects of negative air ions on oxygen uptake kinetics, recovery and performance in exercise: a randomized, double-blinded study. International Journal of Biometeorology.

83. Sells D Cavicchio H , Everhart B , Grass B, Lambert J, Robinson K.(2014) Effect OF A Negative Ion Holographic Bracelet ON Maximal Aerobic Performance. 28(10),PP 2895–2899

84. REILLY T, STEVENSON I. C. (1993) AN Investigation OF THE Effects of Negative Air Ions on Responses to Submaximae Eercise at Different Times Of Day. Center for Academic Publications Japan. 22: 1-9,

85. Assael M, Pfeifer Y, Sulman F.G.(1974) Influence of Artificial Air Ionisation on the Human Electroencephalogram.18,4, pp. 306-312

86. Blumstein GE, Spiegelman J, Kimbel P. (1964) Atmospheric ionization in allergic respiratory diseases: a double blind study. Arch Environ Health,8:818–819

87. Goel N. (2006) Bright light, negative air ions and auditory stimuli produce rapid mood changes in a student population: A placebo-controlled study. Psychological Medicine. 36, PP 1253–1263

۸۸. آذرنیوه م، توکلی خورمیزی ع.(۱۳۹۵) بررسی سطح فعالیت بدنی و شیوع سندرم پیش از قاعدگی در دانشجویان دختر.مجله علمی دانشکده پرستاری و مامایی همدان.۲۴(۲)

۸۹. فرخی، احمد.متشرعی، ابراهیم.(۱۳۹۲). تعیین روایی عاملی و پایایی نسخه فارسی پرسشنامه حالات خلقی برومز۳۲ سوالی. پژوهشگاه تربیت بدنی و علوم ورزشی وزارت علوم، تحقیقات و فناوری. شماره۱۳. ص ۱۵-۴۰.

90. Jaqueline F.(2014) Trait anxiety and goal difficulty on learning to climb the bachman ladder. Peceptual & motor skill.۹-۱۱۸.۲۱

91. Krustrup P, Mohr M, Steensberg A, Bencke J, Kjaer M, Bangsbo J (2006).Muscle and blood metabolites during a soccer game: implications for sprint performance. Med Sci Sports Exerc. 38: 1165-74.
92. Gibala M J. Nutritional strategies to support adaptation to high-intensity interval training in team sports. Nutrition to manipulate adaptation to endurance type exercise training: 10.
93. Messonnier L, Kristensen M, Juel C, Denis C (2007). Importance of pH regulation and lactate/H+ transport capacity for work production during supramaximal exercise in humans. Journal of Applied Physiology, 102(5), 1936-
94. Mohr M, Krustrup P, Bangsbo J (2005). Fatigue in soccer: a brief review. Journal of Sports Sciences, 23(6), 593-9.
95. Iwama, H. (2004) Negative air ions created by water shearing improve erythrocyte deformability and aerobic metabolism. Indoor Air 14:293–297.
96. Wallner P, Kundi M , Panny M , Tappler P, Hutter H.(2015) Exposure to Air Ions in Indoor Environments: Experimental Study with Healthy Adults. Environmental Research and Public Health.12,PP 14301-14311
97. Wiszniewski A , Suchanowski A. (2008) Influence of Air-Ions on People Subjectedto Physical Effort and at Rest.17(5).PP 801-810

پیوست

بوست شماره ۱

نام: نام خانودگی:

شماره دانشجویی: رشته تحصیلی:

سن: وزن: قد:

محل سکونت:

شماره تلفن همراه:

- آیا سابقه فعالیت ورزشی به شکل حرفه ایداشته و یا دارید؟ بلی □خیر □

توضیحات.....

آیا سابقه مشکلات تنفسی مانند آسم، آمفیزم، تنگی نفس حاد ورزشی ودیگر موارد را دارید؟ -

خیر □ - بلی □

توضیحات.....

- آیا به هر گونه مواد مخدر اعتیاد دارید؟ بلی □خیر □

توضیحات.....

- آیا رژیم و یا برنامه غذایی خاصی را دنبال می کنید؟ بلی □خیر □

توضیحات.....

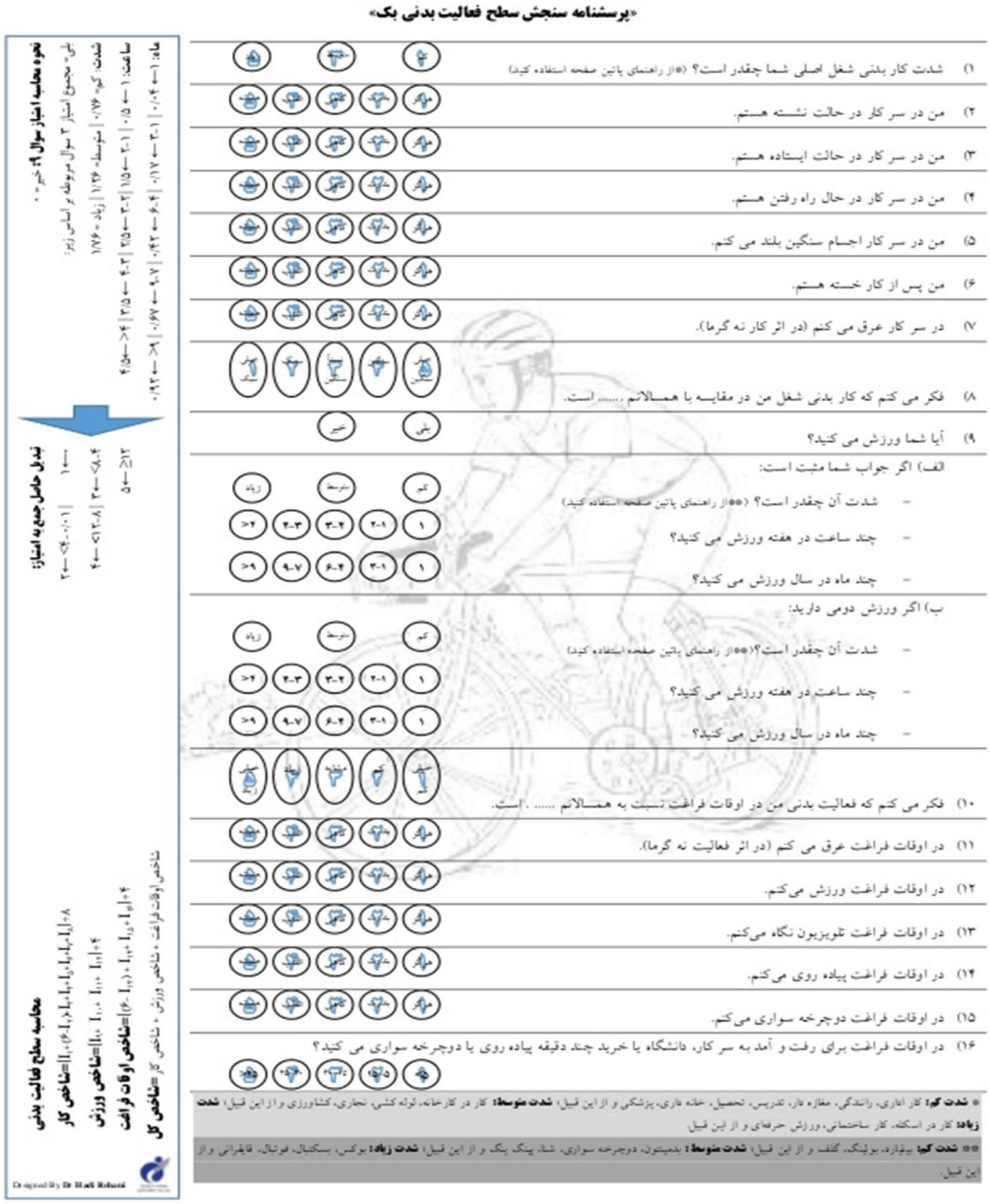
- آیا با میل و رضایت قلبی در این طرح شرکت می کنید؟ بلی □خیر □

اینجانب ..... به شماره دانشجویی ..... صحت پاسخ به موارد ذکر شده را تایید می -نمایم

.

پیوست شماره ۲

پرسش‌نامه فعالیت بدنی بک



پیوست شماره۳

پرسش‌نامه اضطراب حالتی اسپیلبرگر

ردیف	عبارات	خیلی کم	کم	متوسط	زیاد	خیلی زیاد
۱	احساس آرامش می کنم.					
۲	احساس می کنم سرحال هستم.					
۳	احساس می کنم هول شده ام.					
۴	احساس راحتی می کنم.					
۵	احساس می کنم عصبی هستم.					
۶	نگران هستم.					
۷	احساس می کنم خشنود هستم.					

پرسشنامه اضطراب حالت اسپیلبرگر نسخه ۷ آیتمی

پیوست شماره ۴

پرسش‌نامه حالات خلقی ورزشکاران

ورزشکار گرامی پرسشنامه‌ای که در اختیار شماست برای ارزیابی حالات خلقی ورزشکاران طراحی شده است. لطفا با مطالعه موارد ۳۲ گانه زیر مشخص کنید که هم اکنون چه میزانی از هر احساس را دارا می باشید. پاسخ های خود را با یک مقیاس ۵ نمره ای بیان کنید به این ترتیب که:

۰- اصلا چنین احساسی ندارم ۱- احساس کمی دارم ۲- تقریبا چنین احساس دارم

۳- احساسی زیادی می کنم ۴- کاملا چنین احساسی دارم.

حالات خلقی / شدت	اصلا	کمی	تقریبا	زیاد	کاملا (خیلی زیاد)
۱- هراسناک					
۲- سرزنده و با نشاط					
۳- در ابهام					
٤- زهوار دررفته(فرسوده)					
٥- شاد					
٦- اسوده					
۷- افسرده					
۸- دلشکسته					
۹- آزرده					
۱۰- از پا درآمده					
۱۱- خوش رو و بشاش					
۱۲- پراسایش					
۱۳- سردرگم					
١٤- خواب الود و کسل					
١٥- زخم زبان زن					
١٦- ناشاد					
۱۷- مضطرب					
۱۸- پریشان و نگران					
۱۹- پر انرژی					
۲۰ - بدبخت					
۲۱- خوشنود					
۲۲- راحت و آرمیده					
۲۳- گیج					
٢٤- عصبی					
٢٥- خشمناک					
٢٦- فعال					
۲۷- آرام					
۲۸- خسته					
۲۹- بدخلق					
۳۰- هوشیار					
۳۱- راضی و قانع					
۳۲- نامطمئن					

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

پیوست شماره ۵

تصاویر مربوط به پژوهش

تصویر شماره۱ : رطوبت سنج

تصویر شماره ۲: یون تستر

تصویر شماره ۳: تردمیل

تصویر شماره ۴: دوچرخه مونارک

تصویر شماره ۵: دستگاه تولید کننده یون منفی هوا

Abstract

Objective: The purpose of this study was to investigate the effect of negative air ions on aerobic and anaerobic responses of active students.
Method: This developmental study was randomly controlled with crossover design. The statistical sample of this study was active boys and girls with mean age (22.67 ± 0.61 years) and BMI (21.59 ± 0.44 kg/m2). In order to implement the crossover design, individuals were randomly divided into two ion and non ion conditions, each of which included 20 people including 10 girls and 10 boys. The subjects were placed in an isolation room at 100,000 ions per cubic meter for 1 hour. Then, The Wingate test was performed at 1 week intervals (for ion purging) in ion and non ion mode. Bruce's test was carried out in the same way. At the end, some of the indicators of aerobic and anaerobic performance of individuals such as maximum oxygen consumption, peak power, average power, minimum power and fatigue index were measured and recorded in ion and non ion exposure conditions. To analyze the data, Shapiro Wilco test was used to determine the nature of the data and the correlation T-test was used to determine the difference between the pre-test and post-test of parametric variables and Wilcoxon test for nonparametric variables.the Significant level was considered for all statistical analyzes ($p < 0.05$).
Results: The results showed that the maximum oxygen consumed after the intervention increased significantly but no significant difference was observed in other measured parameters.
Conclusion: According to the results of this study, negative air ions have a greater effect on aerobic performance than anaerobic.

Key words: Negative ions of air, aerobic, anaerobic, active people, Bruce test, Wingate test

Shahrood University of Technology

Faculty of Physical Education

M.A.Thesis in Physical Activity and Health

Effect of Negative Air Ions on Aerobic and Anaerobic Responses in Active Students

By: Fatemeh Kosari

Supervisor:

Dr. Ali Yunesian

Advisor:

Dr. Farhad Gholami

January 2019