

## همبستگی بهینه بین شاخص‌های حداکثر اکسیژن مصرفی و تهویه ارادی در سنجش آمادگی قلبی- تنفسی دانشجویان ورزشکار

حکیم بکری زاده<sup>۱\*</sup>؛ هیوا ویسی<sup>۲</sup>

### چکیده

**زمینه:** حداکثر اکسیژن مصرفی به‌عنوان معیاری برای سنجش ظرفیت قلبی- تنفسی پذیرفته شده است. این عامل نشانه قدرت تطابق فیزیولوژیکی، برای افزایش زمان فعالیت و کارایی دستگاه قلبی- عروقی است. هدف این تحقیق، یافتن یک همبستگی بهینه بین شاخص‌های حداکثر اکسیژن مصرفی و حداکثر تهویه ارادی و تأثیر آن‌ها بر روی آمادگی قلبی- تنفسی دانشجویان ورزشکار دانشگاه شهید چمران اهواز در طی یک سال (۸۳-۱۳۸۲) بود.

**روش‌ها:** مطالعه حاضر به روش توصیفی، از نوع پیمایشی و همبستگی انجام گرفته است. این پژوهش، دارای شاخص‌هایی از نوع کمی است که برای تحلیل آماری این شاخص‌ها از تحلیل همبستگی کانونی استفاده می‌شود. اطلاعات از یک نمونه ۶۰ تایی به روش نمونه‌گیری تصادفی ساده از دانشجویان ورزشکار دانشگاه شهید چمران اهواز با دامنه سنی ۱۹-۲۵ سال، با قد و وزن همگن جمع‌آوری شده‌اند.

**یافته‌ها:** نتایج پژوهش نشان داد که ایده‌آل‌ترین همبستگی (بیشترین)، زمانی است که شاخص‌های حداکثر اکسیژن مصرفی و حداکثر تهویه ارادی به‌طور هم‌زمان روی شاخص‌های اسپیرومتری تأثیر می‌گذارد، به‌طوری‌که این میزان همبستگی برابر با ۰/۸۱ می‌باشد ( $P=0/001$ ). همچنین این مقدار همبستگی، ۶۵/۶۱ درصد تغییرات شاخص‌های اسپیرومتری را بیان می‌کند.

**نتیجه‌گیری:** ارایه تحلیل همبستگی کانونی در این پژوهش نشان می‌دهد که یک رابطه مستقیم و مثبت بین ترکیب شاخص‌های حداکثر اکسیژن مصرفی و حداکثر تهویه ارادی با شاخص‌های اسپیرومتری وجود دارد.

**کلیدواژه‌ها:** حداکثر اکسیژن مصرفی، حداکثر تهویه ارادی، آمادگی قلبی- تنفسی، تحلیل همبستگی کانونی

«دریافت: ۱۳۸۸/۲/۱۵ پذیرش: ۱۳۸۸/۷/۲۳»

۱. گروه آمار، دانشگاه پیام نور، مرکز ایلام

۲. گروه زبان انگلیسی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد ایلام

\* عهده‌دار مکاتبات: ایلام، دانشگاه پیام نور مرکز ایلام، تلفن: ۰۸۴۱-۲۲۲۷۰۷۸

## مقدمه

استقامت قلبی-تنفسی، یکی از عوامل مهم آمادگی جسمانی به‌شمار می‌رود که با تمرینات هوازی توسعه می‌یابد. برای دستیابی به آمادگی هوازی، علاوه بر داشتن قلبی قوی، باید شش‌های با ظرفیت بیشتر و سلول‌های خونی با هموگلوبین بالاتر برای انتقال اکسیژن به عضلات داشته باشیم (۱). اولین اندازه‌گیری‌های توان هوازی بیشینه در ورزش، به حدود ۹۰ سال قبل بر می‌گردد که هربرت و لیندهارد (۱۹۱۵) انجام دادند (۲). از آن زمان به بعد آزمون‌های متعدد زیربیشنه و بیشینه برای برآورد آمادگی قلبی تنفسی توسعه یافتند تا روش‌های ساده و معتبری را از برآورد توان هوازی بیشینه نشان دهند (۳). توان هوازی یا اکسیژن مصرفی، موضوع مهمی است که به‌طور وسیعی در تحقیقات تربیت بدنی و علوم ورزشی مورد بررسی قرار گرفته است. توان هوازی از جمله عوامل آمادگی جسمانی است و در عملکرد فعالیت‌های درازمدت که مسیر هوازی، سهم بیشتری از انرژی مورد نیاز را تأمین می‌کند نقش مهم‌تری دارد. حداکثر اکسیژن مصرفی به‌عنوان معیاری برای سنجش ظرفیت قلبی-تنفسی پذیرفته شده است. این عامل نشانه قدرت تطابق فیزیولوژیکی، برای افزایش زمان فعالیت و کارایی دستگاه قلبی-عروقی است (۴). دستگاه قلبی-عروقی، یکی از حیاتی‌ترین دستگاه‌های بدن انسان است. بیماری‌های این دستگاه نیز از خطرناک‌ترین بیماری‌های بدن به‌شمار می‌رود. این بیماری‌ها علل و عوامل بسیاری دارند که بعضی قابل کنترل و برخی غیرقابل کنترل می‌باشند. از جمله عوامل خطر ساز بیماری‌های قلبی که

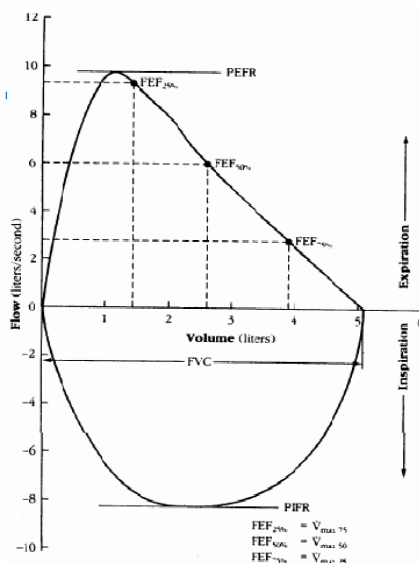
می‌توان آن‌ها را کنترل کرد، چربی زیاد خون، فشارخون بالا، چاقی، استعمال دخانیات و عدم فعالیت جسمانی است. توان هوازی بیشینه یکی از رایج‌ترین اندازه‌گیری‌ها در فیزیولوژی ورزشی است که ظرفیت فرد را برای مصرف، انتقال و دریافت اکسیژن بیان می‌کند. مقادیر واقعی و عینی حداکثر اکسیژن مصرفی، به‌ویژه در موارد مقایسه گروه یا افراد با یکدیگر یا ارزیابی برنامه‌های مختلف تمرینی، از اهمیت فیزیولوژیکی و بالینی زیادی برخوردار است (۵ و ۶). دویدن‌های طولانی و تمرینات ایتروال (فاصله‌ای) هوازی، از جمله تمریناتی هستند که هدفشان بالا بردن آمادگی هوازی است. تمرینات ایتروال، نوعی از تمرینات هستند که از نظر زمانی، طولانی‌مدت و از نظر شدت تمرین، سطح بالایی دارند. بر همین اساس و برای رسیدن به آمادگی هوازی بیشتر، محققان به این نتیجه رسیدند که وجود اکسیژن کم‌تر (هیپوکسی) و تمرین در این شرایط می‌تواند دستگاه قلبی-تنفسی ورزشکاران را به ظرفیت بیشتری برساند (۷ و ۸). شایع‌ترین تست مورد استفاده در بررسی عملکرد ریوی، اندازه‌گیری جریان هوا است. برای این کار فرد به داخل یک دستگاه اسپرومتر تنفس می‌رود و سرعت جریان دم و بازدم را با تغییر در حجم‌های ریه اندازه می‌گیرند و اطلاعات آن را به‌صورت یک لوپ جریان حجم مانند شکل ۱ ثبت می‌نمایند. سال ۱۹۹۱ زویرن<sup>۱</sup> بین حداکثر اکسیژن مصرفی برآورد شده از آزمون پله کوئین از ۳۸ زن حاصل از نوار گردان، ضریب همبستگی ۰/۵۵ را به‌دست آورد (۹). سال ۱۹۹۲ اندرسن<sup>۲</sup> بین حداکثر اکسیژن مصرفی برآورد شده از آزمون ۲۰ متر

رفت و برگشت، با آزمون‌های پله کانادایی و ۱/۵ مایل دویدن، از ۶۳ آزمودنی با میانگین ۱۹/۶ سال، به ترتیب ضریب همبستگی ۰/۸۰ و ۰/۸۶ را به دست آورد (۱۰). سال ۱۳۷۳ حقوق روان بین دو آزمون پله کوئین و دوچرخه کارسنج در دانش‌آموزان پسر ۱۷ ساله، ضریب همبستگی ۰/۷۱ را به دست آورد (۱۱). براساس نتایج تحلیل رگرسیون چندمتغیره یک تحقیق، درصد چربی بدن و وضعیت بالیدگی، بیشترین سهم را در پیش‌بینی اکسیژن مصرفی بیشین نسبی داشت و متغیرهای وزن بدن و سن شروع قاعدگی ( $r=0/638$ ) بیشترین سهم را در پیش‌بینی اکسیژن مصرفی بیشین مطلق دارا بود. نتایج این تحقیق از تأثیر واقعی بالیدگی بر اکسیژن مصرفی بیشینه حکایت داشت و نشان داد پس از متغیرهای وزن و درصد چربی بدن، بالیدگی بیولوژیکی، به ویژه سن شروع قاعدگی، از عوامل مؤثر بر اکسیژن مصرفی بیشینه دختران نوجوان غیرورزشکار است (۱۲). گائینی نشان داد ارتباط معکوس ( $r=-0/55$ ) بین توان هوازی با چهار متغیر درصد چربی، وزن بدن، وزن چربی بدن و شاخص توده بدنی اهمیت زیادی دارد و تأییدی بر ضرورت اجرای هم‌زمان تمرین‌های استقامت قلبی-تنفسی به همراه برنامه‌های کنترل وزن، به منظور بهبود توان هوازی است (۱۳). گزارش شده است که رابطه معنادار منفی بین درجه کیفوز با ظرفیت دمی، ظرفیت حیاتی و انبساط طرفی قفسه سینه وجود دارد (۱۴). نتایج تحقیق سیلوا در سال ۱۹۹۸ نشان داد که تمرین هوازی سبب بهبود شاخص حداکثر تهویه ارادی و ظرفیت حیاتی با فشار در مردان با آسیب ستون فقرات می‌شود، ولی بر حجم هوای

بازدمی در ثانیه اول تأثیری نداشت (۱۵). در افراد مبتلا به اسکولیوزیس، شاخص ریوی ظرفیت حیاتی با فشار و حجم هوای بازدمی با فشار، در ثانیه اول پس از اجرای تمرین هوازی بهبود می‌یابد (۱۶). همان‌طور که اشاره شد، آزمون‌های میدانی معتبری در برآورد حداکثر اکسیژن مصرفی وجود دارند و در تحقیقات متعددی به صورت جداگانه بررسی شده‌اند. ولی تحقیقی که مستقیماً رابطه تک‌تک شاخص‌ها و عوامل توان هوازی را بررسی کند، مشاهده نشده است. همچنین یک روش تحلیل آماری پیشرفته که نتایج میزان همبستگی بین این عوامل را ارایه دهد بیان نشده است. شکل ۱ منحنی جریان حجم است که رابطه طبیعی بین حجم ریه و سرعت تنفس مربوط به همان حجم را نشان می‌دهد. در عمل، رسم میزان جریان هوای بازدمی و دمی بر حسب حجم‌های ریوی (به جای زمان) نیز معمول است. ارتباط نزدیک میزان جریان هوا با حجم‌های ریوی، منحنی مشخصی به نام منحنی جریان حجم را ایجاد می‌کند. یک مسأله در محاسبات علوم ورزشی، بهینه‌سازی ضرابی برای چندین داده توان هوازی افراد ورزشکار است. اولین گام برای رسیدن به این هدف، تعیین مقدار همبستگی یا ارتباطی است که بین این داده‌ها وجود دارد. داشتن ایده‌ای از این‌که چگونه شاخص‌های توان هوازی (متغیرهای وابسته) تحت تأثیر مجموعه شاخص‌های بازدمی ریوی و دمی ریوی (متغیرهای توضیحی) قرار می‌گیرد، ممکن است برای مشاوره یا مقاصد دیگر مفید باشد. به فرض این‌که نمرات شاخص‌های توان هوازی را داریم، این سؤال پیش می‌آید که چگونه می‌توانیم این نمرات را به طریقی مناسب

در سنجش آمادگی قلبی-تنفسی، ظرفیت عملکردی و اجرای بهینه ورزشکاران فراهم کرد. برای بیان رابطه چندین متغیر مستقل و چندین متغیر وابسته، اولین بار هتلینگ در سال ۱۹۳۶ روش تحلیل همبستگی کانونی را به وجود آورد. در واقع می توان گفت که رگرسیون چندگانه، حالت خاصی از تحلیل کانونی است. زمانی که فقط یک متغیر وابسته داریم، تحلیل کانونی به رگرسیون چندگانه کاهش پیدا می کند پس تحلیل کانونی بسط رگرسیون چندگانه است. توسط هتلینگ روش تحلیل کانونی برای اولین بار به منظور تحلیل متغیرهای پیوسته به وجود آمد (۱۷). دانشجویان با وجود جوان و شاداب بودن، اغلب به دلیل گرفتاری های تحصیلی یا عدم انگیزه مناسب، کم تر در فعالیت های ورزشی شرکت می کنند و با توجه به نقش ارزشمند دانشجویان در جامعه و اهمیت تندرستی آنان که تضمین کننده سلامت آینده جامعه است در این تحقیق سعی شده است تا رابطه بین شاخص های توان هوازی دانشجویان ورزشکار، سنجیده و تحلیل

ترکیب کنیم یا متوسط آن ها را به دست بیاوریم. روش آسان استفاده از میانگین ساده حسابی است. اما این شیوه ممکن است همیشه مناسب نباشد. مثلاً اگر نمرات بعضی از شاخص های توان هوازی بیش از بقیه تغییر کند، ممکن است مایل باشیم به آن ها وزن های متفاوتی بدهیم. این امر به جستجوی ترکیبی خطی (مجموع موزون) که یک منحنی «اوپتیمال» است منجر می شود. در چنین مواردی ترکیب های خطی در داخل هر گروه را جداگانه بررسی می کنیم. این امر به روش مشهور به تحلیل همبستگی کانونی منجر می شود. هدف این تحقیق، یافتن یک همبستگی بهینه بین شاخص های حداکثر اکسیژن مصرفی و حداکثر تهویه ارادی و تأثیر آن ها بر روی سنجش آمادگی قلبی تنفسی دانشجویان ورزشکار دانشگاه شهید چمران اهواز در طی یک سال (۸۳-۱۳۸۲) بود. با استفاده از نتایج تحقیق حاضر می توان علاوه بر آگاهی از وضعیت ارتباط بین شاخص های حداکثر اکسیژن مصرفی و حداکثر تهویه ارادی، توصیه های مناسبی برای پیشرفت



شکل ۱- منحنی جریان حجم دم- بازدم

صحیحی از رابطه این عوامل در جامعه ما تعیین شود. هدف این پژوهش، ارایه یک مدل همبستگی کانونی برای تعیین ارتباط بین شاخص‌های توان هوازی که از سه مجموعه شاخص، شامل مجموعه شاخص‌های اسپرومتری، مجموعه شاخص‌های ریوی بازدمی و مجموعه شاخص‌های ریوی دمی تشکیل شده است، بود. ابتدا مقادیر همبستگی مربوط به روش‌های ارایه شده را محاسبه و مقایسه کرده و سرانجام همبستگی بهینه انتخاب می‌شود.

### مواد و روش‌ها

جامعه آماری این پژوهش توصیفی-پیمایشی، شامل کلیه دانشجویان رشته تربیت بدنی دانشگاه شهید چمران اهواز با دامنه سنی ۱۹-۲۵ سال با قد و وزن همگن در سال ۸۳-۱۳۸۲ بود. نخست طی اعلامیه‌ای از دانشجویان پسر دانشگاه شهید چمران اهواز برای شرکت در این تحقیق دعوت به عمل آمد و به‌روشن نمونه‌گیری تصادفی ساده از جامعه پژوهش، تعداد ۶۰ نفر به‌عنوان نمونه پژوهش انتخاب شدند. پس از دادن اطلاعات فردی به دستگاه و کالیبره کردن آن، به ترتیب آزمون‌های ریوی ظرفیت حیاتی با فشار و حجم هوای بازدمی با فشار در ثانیه اول، ظرفیت حیاتی و حداکثر تهویه ارادی و سرعت جریان دم و بازدم با تغییر در حجم‌های ریه اجرا شد. دستگاه استفاده شده این تحقیق از نوع دیجیتال HI-601 ساخت کشور ژاپن بود. نمونه هر یک از آزمون‌ها را حداقل سه بار اجرا کرده و بهترین رکورد به دست آمده ثبت شد. تمام آزمون‌ها ساعت ۱۶-۱۴ عصر انجام شد و از

آزمودنی‌ها خواسته شد که قبل از اجرای آزمون‌ها هیچ‌گونه فعالیت حرکتی و ورزشی نداشته باشند. دستگاه اطلاعات، آزمون‌ها را به صورت یک لوپ جریان-حجم مانند شکل ۱ ثبت می‌کرد اطلاعات جمع‌آوری شده با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS تجزیه و تحلیل شد. برای تعیین پایایی شاخص‌ها در دو مرحله مقدماتی و نهایی، آلفای کرونباخ محاسبه گردید و میانگین پایایی یا اعتماد شاخص‌ها با استفاده از ضریب آلفای کرونباخ ۸۳ درصد بود. برای اندازه‌گیری همبستگی بین مجموعه شاخص‌های توان هوازی از روش تحلیل همبستگی کانونی استفاده شده است. این روش، بسط مفهوم همبستگی برای چندین متغیر در دو مجموعه متغیر است. برای تعیین همبستگی چندین متغیر با هم و ارتباط آن‌ها از مدل‌های رگرسیونی استفاده می‌شود. در مدل‌های رگرسیونی، هرگاه تعداد متغیرهای مستقل زیاد باشد تحلیل رگرسیونی به خوبی جوابگو نیست، از این رو لازم است که به طریقی تعداد متغیرها را دسته‌بندی و یا ترکیب کرد (۱۸). برای این منظور، تحلیل همبستگی کانونی استفاده می‌شود. تحلیل همبستگی کانونی، روشی برای استخراج ویژگی‌های مشترک از دو مجموعه متغیر است به طوری که یک تبدیل خطی از دو مجموعه متغیر را چنان می‌یابد تا ضریب همبستگی آن‌ها ماکزیمم شود (۱۹ و ۲۰). تحلیل همبستگی کانونی روی همبستگی بین یک ترکیب خطی از متغیرهای یک مجموعه و یک ترکیب خطی از متغیرهای مجموعه دیگر متمرکز می‌شود (۲۱). هدف اصلی در تحلیل همبستگی کانونی، یافتن دو ترکیب خطی با بیشترین همبستگی است به طوری که در میان تمام

### یافته‌ها

نتایج حاصل از بررسی همبستگی تک تک شاخص‌های توان هوازی با شاخص‌های بازدمی ریوی و دمی ریوی دانشجویان ورزشکار با استفاده ضریب همبستگی پیرسون، حاکی از آن بود که در سطح معناداری ۵ درصد، تعدادی از شاخص‌های ریوی بازدمی (ظرفیت حیاتی بازدمی قوی، بازدم سریع در ثانیه اول، جریان بازدمی با فشار و جریان بازدمی بیشینه) دارای یک همبستگی مثبت و معنادار با توان هوازی دانشجویان ورزشکار بود، همچنین از شاخص‌های دمی ریوی، جریان دمی بیشینه و نسبت ظرفیت دمی قوی به ظرفیت بازدمی قوی، دارای همبستگی منفی و معنادار با توان هوازی دانشجویان ورزشکار بود. بیشترین میزان همبستگی معنادار و مثبت بین شاخص بازدم سریع در ثانیه اول از مجموعه شاخص‌های بازدمی ریوی و حداکثر تهویه ارادی از مجموعه شاخص‌های توان هوازی با مقدار  $0/54$  بود ( $P < 0/001$ ). به همین ترتیب کم‌ترین میزان همبستگی معنادار و منفی بین شاخص نسبت ظرفیت دم قوی به ظرفیت بازدمی قوی از مجموعه شاخص‌های دمی ریوی و حداکثر اکسیژن مصرفی از مجموعه شاخص‌های توان هوازی با مقدار  $0/49$  - بود (جدول ۱).

نتایج حاصل از بررسی ترکیب مجموعه شاخص‌های بازدمی ریوی و دمی ریوی با شاخص‌های توان هوازی دانشجویان ورزشکار با استفاده تحلیل همبستگی کانونی، دو همبستگی ارایه می‌دهد که در سطح معناداری ۵ درصد، میزان بزرگ‌ترین آن‌ها  $0/81$  است ( $P < 0/001$ ).

زوج‌های ناهمبسته با زوج انتخاب‌شده اول، دارای بیشترین همبستگی باشد (۲۲). یک راه بررسی تحلیل کانونی، بسط رگرسیون چندگانه است (۲۳). در دو حالت، مقدار همبستگی در مدل‌های رگرسیونی پایین است. اول این‌که بین دو متغیر، رابطه‌ای وجود نداشته باشد و دوم، یک رابطه غیرخطی قوی بین دو متغیر برقرار باشد.

حالت اول را نمی‌توان بهبود بخشید، چون ضریب همبستگی صفر است، ولی حالت دوم را توسط برخی از روش‌ها می‌توان بهبود بخشید. یکی از این روش‌ها، استفاده از توابع غیرخطی است (۲۴). از نقطه نظر تئوری، در تحلیل همبستگی کانونی، یک رابطه خطی، اطلاعات متقابل بین دو مجموعه استخراج‌شده را ماکزیمم می‌کند. البته اگر رابطه غیرخطی بین دو مجموعه وجود داشته باشد، تحلیل همبستگی کانونی، همیشه نمی‌تواند مشخصه‌های مفیدی را استخراج نماید (۲۸-۲۵). استفاده از روش تحلیل همبستگی کانونی برای محاسبه همبستگی، در واقع تعمیمی بر رگرسیون و آمار کلاسیک است. شاخص‌های اسپرومتری شامل حداکثر تهویه ارادی و حداکثر اکسیژن مصرفی، شاخص‌های بازدمی ریوی شامل ظرفیت حیاتی بازدمی قوی، بازدم سریع در ثانیه اول، نسبت بازدم سریع در ثانیه اول نسبت به ظرفیت حیاتی قوی، جریان بازدمی با فشار، جریان بازدمی بیشینه و ظرفیت حیاتی و شاخص‌های دمی ریوی شامل ظرفیت دمی قوی، جریان متوسط دم، جریان دمی بیشینه، نسبت ظرفیت دم قوی به ظرفیت بازدمی قوی و مقدار دم در نیم ثانیه اول به ظرفیت حیاتی قوی است.

دارای بیشترین وزن (۰/۰۷) و مقدار دم در نیم‌ثانیه اول به ظرفیت حیاتی قوی، کم‌ترین وزن (۱/۴۹-) را در مقابل وزن حداکثر اکسیژن مصرفی (۰/۱۴) دارا است. به عبارتی ظرفیت حیاتی قوی، تأثیر زیادی روی حداکثر اکسیژن مصرفی دارد. به همین ترتیب براساس دومین همبستگی، نسبت ظرفیت دم قوی به ظرفیت بازدمی قوی، بیشترین وزن (۰/۱۶) را در مقابل حداکثر تهویه ارادی (۰/۰۶) دارد (جدول ۳).

این همبستگی، مقدار ۶۵/۶۱ درصد از تغییرات توان هوازی دانشجویان ورزشکار توسط مجموعه شاخص‌های بازدمی ریوی و دمی ریوی را بیان می‌کند. دومین مقدار همبستگی ارایه‌شده توسط تحلیل همبستگی کانونی برابر با ۰/۵۶ است که در سطح معناداری ۵ درصد دارای  $P=۰/۰۳۳$  است. ولی این میزان همبستگی فقط ۲۴/۳۹ درصد اطلاعات را شامل می‌شود (جدول ۲).  
ضرایب زوج متغیرهای کانونی ارایه‌شده توسط اولین همبستگی نشان می‌دهد که ظرفیت حیاتی بازدمی قوی،

جدول ۱- نتایج تحلیل همبستگی‌های بین شاخص‌های بازدمی ریوی و دمی ریوی با شاخص‌های توان هوازی

شاخص‌ها		حداکثر تهویه ارادی		حداکثر اکسیژن مصرفی	
		P-value	میزان همبستگی	P-value	میزان همبستگی
شاخص‌های	ظرفیت حیاتی بازدمی قوی	۰/۰۰۱	۰/۴۶**	۰/۰۱۰	۰/۳۲**
بازدمی	بازدم سریع در ثانیه اول	۰/۰۰۱	۰/۵۴**	۰/۶۰۵	۰/۰۷
ریوی	نسبت بازدم سریع در ثانیه اول نسبت به ظرفیت حیاتی قوی	۰/۲۲۱	۰/۱۶	۰/۰۰۱	-۰/۳۸**
	جریان بازدمی با فشار	۰/۰۱۱	۰/۳۳**	۰/۰۰۱	-۰/۴۹**
	جریان بازدمی بیشینه	۰/۰۰۳	۰/۳۸**	۰/۸۲۱	-۰/۰۳
	ظرفیت حیاتی	۰/۰۸۱	۰/۲۳	۰/۰۱۱	۰/۳۳**
شاخصهای	ظرفیت دمی قوی	۰/۱۷۲	۰/۱۸	۰/۷۳۱	-۰/۰۵
ریوی	جریان متوسط دم	۰/۸۸۵	-۰/۰۲	۰/۰۱۹	-۰/۳۰
دمی	جریان دمی بیشینه	۰/۰۷۷	۰/۲۳	۰/۰۲۱	-۰/۲۹**
	نسبت ظرفیت دم قوی به ظرفیت بازدمی قوی	۰/۰۵۸	۰/۲۵	۰/۰۳۳	-۰/۲۷**
	مقدار دم در نیم ثانیه اول به ظرفیت حیاتی قوی	۰/۸۴۵	۰/۰۳	۰/۰۷۷	۰/۲۳

جدول ۲- مقادیر همبستگی و مقادیر آماره آزمون به روش تحلیل همبستگی کانونی

ترتیب	Rc	F	P-value	درصد واریانس توضیحی
اولین متغیر کانونی	۰/۸۱	۴/۴۱	<۰/۰۰۱	۶۵/۶۱
دومین متغیر کانونی	۰/۵۶	۲/۲۱	۰/۰۳۳	۲۴/۳۹

بزرگی با زوج متغیر کانونی دوم می‌باشد (جدول ۴). وجود رابطه آماری بین زوج متغیرهای کانونی، بیشتر در نمودارهای پراکنش خود را نمایان می‌سازد. یک نمودار پراکنش، به‌طور ایده‌آل وجود رابطه خطی بین زوج متغیرهای کانونی را نشان می‌دهد. نمودارهای پراکنش همبستگی‌های ارائه‌شده توسط تحلیل همبستگی کانونی، تأییدی بر همبستگی قوی و مثبت بین مجموعه شاخص‌های توان هوازی با مجموعه شاخص‌های بازدمی ریوی و دمی ریوی است (شکل ۲).

برای فراهم آوردن تعبیری بهتر برای ضرایب ترکیبات خطی (زوج متغیرها کانونی)، همبستگی‌های نمونه بین ضرایب ترکیب‌های خطی و شاخص‌ها فراهم شد. شاخص جریان بازدمی با فشار از یک طرف و حداکثر اکسیژن مصرفی در طرف مقابل، دارای همبستگی بالایی با زوج متغیر کانونی اول است. به‌همین ترتیب، ظرفیت حیاتی بازدمی قوی، بازدم سریع در ثانیه اول، جریان بازدمی با فشار و جریان بازدمی بیشینه از یک طرف و حداکثر تهویه ارادی از طرف دیگر دارای همبستگی

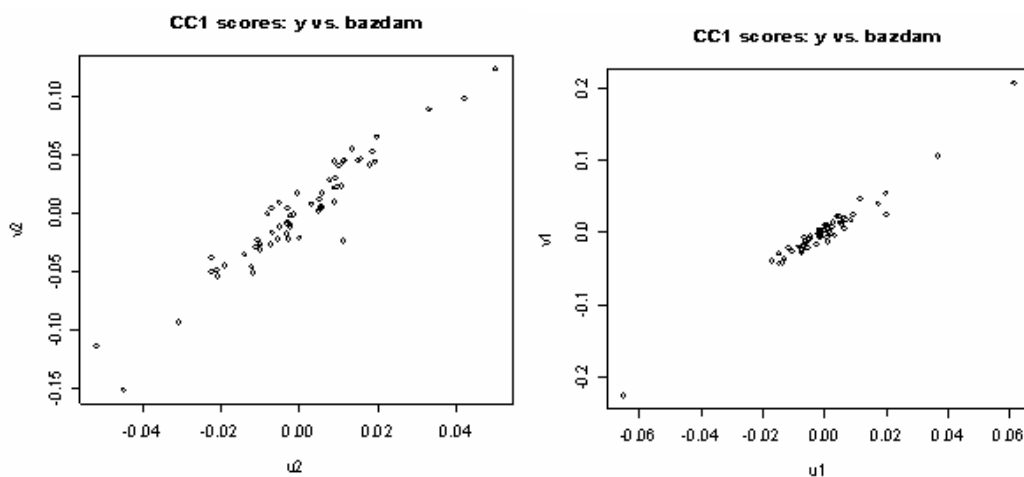
**جدول ۳- ضرایب ترکیبات خطی ارائه‌شده توسط اولین و دومین همبستگی به روش تحلیل همبستگی کانونی**

شاخص‌های توان هوازی	ضرایب ترکیبات خطی اول	ضرایب ترکیبات خطی دوم
ظرفیت حیاتی بازدمی قوی	۰/۰۷	۰/۱۰
بازدم سریع در ثانیه اول	-۰/۰۲	-۰/۰۲
نسبت بازدم سریع در ثانیه اول نسبت به ظرفیت حیاتی قوی	۰/۰۳	۰/۰۷
جریان بازدمی با فشار	-۰/۰۵	۰/۰۱
جریان بازدمی بیشینه	۰/۰۴	-۰/۰۱
ظرفیت حیاتی	۰/۰۱	۰/۰۱
ظرفیت دمی قوی	۰/۰۱	-۰/۰۱
جریان متوسط دم	-۰/۰۱	-۰/۰۱
جریان دمی بیشینه	-۰/۲۵	-۰/۱۶
نسبت ظرفیت دم قوی به ظرفیت بازدمی قوی	-۰/۲۴	۰/۱۶
مقدار دم در نیم ثانیه اول به ظرفیت حیاتی قوی	-۱/۴۹	-۰/۳۱
همبستگی بین ضرایب	۰/۸۱	۰/۵۶
حداکثر تهویه ارادی	-۰/۰۱	۰/۰۶
حداکثر اکسیژن مصرفی	۰/۱۴	-۰/۰۱



جدول ۴- همبستگی‌های ضرایب ترکیبات خطی ارایه شده با شاخص‌های توان هوازی با استفاده از تحلیل همبستگی کانونی

شاخص‌های توان هوازی	ضرایب ترکیبات خطی اول	ضرایب ترکیبات خطی دوم
ظرفیت حیاتی بازدمی قوی	۰/۳۶	۰/۷۸
بازدم سریع در ثانیه اول	۰/۰۳	۰/۹۶
نسبت بازدم سریع در ثانیه اول نسبت به ظرفیت حیاتی قوی	-۰/۴۹	۰/۳۴
جریان بازدمی با فشار	-۰/۶۴	۰/۶۵
جریان بازدمی بیشینه	-۰/۰۷	۰/۶۸
ظرفیت حیاتی	-۰/۳۴	۰/۳۷
ظرفیت دمی قوی	-۰/۰۷	۰/۳۳
جریان متوسط دم	-۰/۳۸	۰/۰۱
جریان دمی بیشینه	-۰/۳۹	۰/۴۵
نسبت ظرفیت دم قوی به ظرفیت بازدمی قوی	-۰/۳۷	۰/۴۸
مقدار دم در نیم ثانیه اول به ظرفیت حیاتی قوی	۰/۲۹	۰/۰۲
حداکثر تهویه ارادی	۰/۰۷	۰/۹۹
حداکثر اکسیژن مصرفی	۰/۹۹	۰/۰۷



شکل ۲- نمودار پراکنش زوج متغیرهای کانونی برای همبستگی اول و دوم

مقدار ضریب همبستگی به  $+1$  نزدیک است و نتیجه می‌گیریم همبستگی از نوع مستقیم، تقریباً کامل و خطی می‌باشد. زیرا  $۶۵/۶۱$  درصد تغییرات حداکثر اکسیژن مصرفی توسط شاخص‌های بازدمی و دمی بیان می‌شود.

## بحث

براساس یافته‌های پژوهش، بیشترین میزان همبستگی (همبستگی بهینه) بین شاخص‌های حداکثر اکسیژن مصرفی برابر با  $۰/۸۱$  است ( $P=۰/۰۰۱$ ). به عبارتی دیگر

ظرفیت حیاتی با فشار می‌شود ولی بر حجم هوای بازدمی در ثانیه اول تأثیری ندارد (۱۵). همچنین وایت و همکارانش به این نتیجه رسیدند که شاخص ریوی ظرفیت حیاتی با فشار و حجم هوای بازدمی با فشار در ثانیه اول پس از اجرای تمرین هوازی بهبود می‌یابد (۱۶).

بالا بودن میزان همبستگی در این تحقیق، این‌گونه تفسیر می‌شود که با افزایش میزان شاخص‌های بازدمی ریوی و دمی ریوی، میزان حداکثر اکسیژن مصرفی دانشجویان ورزشکار نیز افزایش می‌یابد و این نشان‌دهنده نقش مؤثر و مثبت شاخص‌های بازدمی ریوی و دمی ریوی بر بالا بردن حداکثر اکسیژن مصرفی دانشجویان ورزشکار است. در نتیجه با افزایش میزان این شاخص‌ها، آمادگی قلبی تنفسی دانشجویان ورزشکار توسعه می‌یابد. تحقیق حاضر نشان داد که مهم‌ترین عامل تأثیرگذار روی اکسیژن مصرفی، ظرفیت حیاتی قوی است. شاخص‌های ظرفیت حیاتی بازدمی قوی و نسبت بازدم سریع در ثانیه اول نسبت به ظرفیت حیاتی قوی روی حداکثر اکسیژن مصرفی، تأثیر زیادی دارد زیرا در مقایسه با بقیه شاخص‌ها دارای یک وزن بزرگ و مثبت هستند. همچنین شاخص جریان بازدمی با فشار از مجموعه شاخص‌های بازدمی ریوی با شاخص حداکثر اکسیژن مصرفی از مجموعه شاخص‌های توان هوازی در ارتباط خطی با همدیگر هستند. به‌همین ترتیب شاخص‌های جریان بازدمی با فشار، جریان بازدمی بیشینه، بازدم سریع در ثانیه اول و ظرفیت حیاتی بازدمی قوی با شاخص حداکثر تهویه ارادی در ارتباط خطی هستند.

نتایج به‌دست‌آمده از این تحقیق همسو با یافته‌های تحقیق آندرسون<sup>۱</sup> (۱۹۹۲) است و نشان داد که بین حداکثر اکسیژن مصرفی برآوردشده از آزمون ۲۰ متر رفت و برگشت، با آزمون‌های پله کانادایی و ۱/۵ مایل دویدن، به‌ترتیب ضریب همبستگی ۰/۸۰ و ۰/۸۶ وجود دارد (۱۰). همچنین نتایج پژوهش حاضر با نتایج حقروان (۱۳۷۳) مطابقت دارد: نتایج او نیز نشان داد که بین دو آزمون پله کوئین و دوچرخه کارسنج در دانش‌آموزان پسر ۱۷ ساله، ضریب همبستگی ۰/۷۱ وجود دارد (۱۱). گرچه این نتایج از نظر مقدار ضریب همبستگی، در بعضی موارد تفاوت‌هایی دارند، ولی هیچ‌گاه این تفاوت‌ها عمده و چشمگیر نبوده است. علت اصلی این تفاوت‌ها را می‌توان با سن، جنس و یکسان نبودن شرایط آزمودنی‌ها مرتبط ساخت.

نتایج تحقیق حاضر بر خلاف یافته‌های سرلک و همکاران و گائینی نشان داد که بین شاخص‌های توان هوازی با مجموعه شاخص‌های بازدمی ریوی و ریوی دمی، رابطه‌ای مستقیم و مثبت وجود دارد (۱۲ و ۱۳). گائینی نشان داد ارتباط معکوس ( $r = -0/55$ ) بین توان هوازی با چهار متغیر درصد چربی، وزن بدن، وزن چربی بدن و *BMI* اهمیت زیادی دارد (۱۴). تحقیق حاضر نشان داد که مهم‌ترین عامل تأثیرگذار روی اکسیژن مصرفی، ظرفیت حیاتی قوی است، زیرا دارای بزرگ‌ترین همبستگی با زوج متغیر کانونی اول است. این نتایج با یافته‌های سیلوا و وایت و همکارانش کاملاً همسو است (۱۵ و ۱۶). نتایج تحقیق سیلوا نشان داد که تمرین هوازی سبب بهبود شاخص حداکثر تهویه ارادی و

### نتیجه‌گیری

نکته اصلی در این پژوهش، این است که یک ارتباط خطی تقریباً کامل بین شاخص‌های توان هوازی با شاخص‌های بازدمی ریوی و دمی ریوی وجود دارد. در همین راستا، پیشنهاد می‌کنیم برای انجام پژوهش‌های

بعدها، از آزمون‌های ارزیابی مستقیم توان هوازی و تعداد آزمودنی بیشتر در طرح‌های پژوهشی استفاده گردد تا از میزان خطای برآورد و نقایص احتمالی تا حد زیادی کاسته شود.

## References:

1. Sharkey B. Physiology of physical fitness. Zhaleh Dostsani B, Dehkhoda MR. (Persian translators). Tehran: Ministry of Education Publication 1992.
2. Hawley J, Noakes A, Timothy D. Peak power output predicates maximal aerobic power in teenage time in trained cyclists. *Eur J App Physiol* 1992; 65: 79-83.
3. Vehrs, P. George D, Fellingham GW. Prediction of  $VO_{2max}$  during and after 16 weeks of Endurance Training. *Res Q Exerc Sport* 1998; 69(3): 297-303.
4. Gyton A, Hall J. Medical physiology. Shadan F. (Persian translator) Tehran: Sahami Chehr Publication 2005.
5. Gyton AC. Determination of cardiac output by equating venous return curves with cardiac response curves. *Physiol Rev* 1955; 35(1):123-9.
6. Gyton AC. Circulatory physiology: cardiac output and its regulation. 2<sup>nd</sup> ed. Philadelphia; W. B. Saunders 1973.
7. Gyton A. Medical physiology. Shadan F. (Persian translator). Tehran: Sahami Chehr Publication 1995.
8. Fox M. Excercise physiology. Khaldan A. (Persian translator). Tehran: Sahami Chehr Publication 2002.
9. Zwiren LD. Estimation of  $VO_{2max}$  comparative analysis of five exercise test. *Res Q Exerc Sport* 1991; 62(10): 73-80.
10. Anderson GS. A comparison of predictive tests of aerobic capacity. *Can J Sport Sci* 1995; 17(4): 304-8.
11. Haghravan J. [Validation of 600 yard and margin test for measuring cardiovascular readiness of students (Persian)]. MA thesis. Tehran; Medical Sciences School, Tarbit Modarres University 1993.
12. Saralak Z. Comparing  $VO_{2max}$  of nonathletes girls and their development status. *Olympic Quarterly* 2008; 29-35.
13. Gaeni AA, Rahmaninia F. [Relationship between aerobic power and body composition and dimension of nonathletic girls (Persian)]. *Olympic Quarterly* 2001; 384: 57-66.
14. Culham EG, Jimens HA, King EG. Thoracic kyphosis, rib mobility and lung volumes in normal women and men with osteoporosis. *Spine* 1994; 19: 1040-51.
15. Silva AC, Neder JA, Chiurciu MV, Pasqualin DC, da Silva RC, Fernandez AC, et al. Effect of Training on Ventilatory muscle endurance of spinal cord injured men. *Spinal Cord*, 1998; 36 (4), 240-5.
16. White DK. and et al. Can Idiopathic scoliosis fusion improve aerobic efficiency during exercise? <http://www.spineuniverses.com/print.php/article1823.html> 2001.
17. Hotelling H. Relations between two sets of variables. *Biometrika* 1994; 28(3-4): 312-77.
18. Bartlett MS. A note on tests of significance in multivariate analysis. *Proc Camb Phil Soc* 1939; 35: 180-5.
19. Bartlett MS. Further aspects of the theory of multiple regressions. *Proc Camb Phil Soc* 1938; 34: 33-40.
20. Bartlett MS. The statistical significance of canonical correlation. *Biometrika* 1941; 32(1): 29-37.
21. Johnson AR, Witcheren YW. Applied multivariate analysis. Nirroomand HA. (Persian translator). Mashhad: Ferdawsi University Publication 2001.
22. Lawley DN. Tests of significance in canonical analysis. *Biometrika* 1959; 46(1/2), 59-66.
23. Waugh FW. Regression between sets of variables. *Econometrika* 1942;10: 290-31.
24. Bekrizadeh H, Azizi F. Optimizing nonlinear Canonical correlation using Kernel method. MA thesis. Ahvaz; Shahid Chamaran University 2005.
25. Bekrizadeh H, Azizi F. Optimizing nonlinear Canonical correlation using kernel method. Ahvaz; The 35<sup>th</sup> Inernational mathematic conference in Iran 2005.
26. Bekrizadeh H, Azizi F. Canonical correlation analysis methods and the optimal method selection for considering the dependence degree determining of students examinations. Malaysian; The 9<sup>th</sup> Islamic Countries Conference on Statistical Sciences 2007.
27. Bekrizadeh H, Azizi F. Canonical correlation analysis and Kernel and their application in determination of relation and main indices of organizational variables. Ribno (Bled), Slovenia; Applied Statistics International Conference 2008.
28. Bekrizadeh H, Bastami H. Optimizing the correlation of ventilation ability indicators of athlete's students, using the integrated Kernel Correlation Model. Tehran; 11th Asian Federation of Sports Medicine Congress 2008.