

## تأثیر ۶ هفته تمرین عضلات دمی (IMT) بر سرعت شنا

افسانه آستین چپ<sup>۱\*</sup>، ناصر بهپور<sup>۲</sup>، وحید تأدیبی<sup>۳</sup>

۱. کارشناس ارشد فیزیولوژی ورزشی دانشگاه رای کرمانشاه، ۲. استادیار دانشگاه رازی کرمانشاه، ۳. دانشیار دانشگاه رازی کرمانشاه

(تاریخ دریافت: ۲۲ / ۱۰ / ۱۳۹۲، تاریخ تصویب: ۰۹ / ۰۲ / ۱۳۹۳)

### چکیده

تحقیقات پیشین نشان داده‌اند که تمرین عضلات دمی می‌تواند عملکرد استقامتی ورزشکاران را در محدوده‌ای از ورزش‌ها بهبود بخشد. با این وجود تحقیقات معدودی به بررسی تأثیر تمرینات تنفسی بر شناگران پرداخته است. به علت ویژگی‌های خاص سیستم تنفس در شناگران، این تحقیق به بررسی تأثیر تمرین عضلات دمی بر عملکرد سرعتی در شناگران پرداخته است. در تحقیقات گذشته مشاهده شده است که تمرین عضلات دمی می‌تواند عملکرد استقامتی ورزشکاران را در محدوده‌ای از ورزش‌ها بهبود بخشد. با این وجود تحقیقات معدودی به بررسی تأثیر تمرینات تنفسی بر عملکرد ورزشی شناگران پرداخته است. به علت ویژگی‌های خاص سیستم تنفس در شناگران، این تحقیق به بررسی تأثیر تمرین عضلات دمی بر عملکرد سرعتی در شناگران پرداخته است. در این پژوهش ۱۶ نفر از اعضای تیم شنای دختران استان کرمانشاه به صورت داوطلبانه در این پژوهش شرکت کردند و به شکل تصادفی به دو گروه ۸ نفری شبه تمرین (با میانگین سن ۱۰/۷۵±۱/۹۸ سال، قد ۱۴۰/۶۸±۱۴/۷ سانتیمتر، وزن ۳۲/۱۷±۱۰/۶۱ کیلوگرم) و تجربی (با میانگین سن ۱۰/۷۵±۲/۱۸ سال، قد ۱۴۳/۶۸±۱۳/۶۲ سانتیمتر، وزن ۳۶/۶±۹/۰۱ کیلوگرم) تقسیم شده و به مدت ۶ هفته (۳ جلسه در هفته، ۳۰ تنفس در هر جلسه) به تمرین پرداختند. شدت تمرین در گروه تجربی معادل عدد ۵ (شدید) و در گروه شبه‌تمرین معادل با عدد ۱ (خیلی سبک) در مقیاس بورگ اصلاح شده بود. قبل و پس از پروتکل تمرینی از شناگران تست‌های ۲۵، ۵۰ و ۱۰۰ متر کراال سینه گرفته شد. برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از آزمون t و نرم افزار SPSS (سطح معنی‌داری  $P < 0.05$ ) استفاده شد. یافته‌های پژوهش حاکی از آن است که پس از اعمال تمرین عضلات دمی، عملکرد شناگران گروه تجربی در مسافت ۲۵ متر به صورت معنی‌داری بهبود پیدا کرده بود ( $P < 0.05$ ) ولی در ۵۰ و ۱۰۰ متر، تغییر معنادار نبوده است. نتایج این پژوهش نشان داد که ممکن است سازگاری‌های فیزیولوژیکی‌ای که پس از تمرینات IMT در عضلات تنفسی اتفاق می‌افتد، بتواند بهبود معنادار عملکرد گروه تجربی در شنای ۲۵ متر را توضیح دهد، اما در رکورد شنای ۵۰ و ۱۰۰ متر تغییر معناداری مشاهده نشد. شاید بتوان گفت که سازگاری‌های ایجاد شده نتوانسته مسافت‌های بیشتر از ۲۵ متر را تحت تأثیر قرار دهد. مکانیزم‌های اثر گذار بر نتایج به دست آمده، هنوز به روشنی شناخته نشده‌اند.

### واژه‌های کلیدی

شناگر، عضلات دمی، سرعت، تمرین عضلات دمی (IMT)، سیستم تنفس.

## مقدمه

فعالیت در محیط‌های آبی در مقایسه با محیط‌های خشک، نیازمند فعالیت تنفسی بیشتری بوده و بدنبال آن خستگی عضلات دمی اتفاق می‌افتد. در حقیقت هنگام تمرین در آب، مقاومت هوا در ریه‌ها و سیستم تنفس، به دلیل فشار ناشی از چگالی گازها افزایش پیدا می‌کند (۲). همانند اصولی که در تمرین تقویتی برای عضلات اندام‌ها وجود دارد، عضلات دمی نیز برای ایجاد تغییرات فیزیولوژیکی در عملکرد و ساختار خود نیازمند تحریک مناسب هستند. تمرین دهنده عضلات دمی بر افزایش قدرت، توان و استقامت عضله دیافراگم و عضلات کمکی دم تمرکز می‌کند. برای اینکه تمرین عضلات دمی<sup>۲</sup> (IMT) بتواند تغییراتی را در پاسخ‌های فیزیولوژیکی و عملکرد ورزشکاران ایجاد کند، باید اصول تمرینی مناسبی بکار گرفته شود. نوع تمرین بکار گرفته شده متناسب با هدف مورد نظر است. قدرت عضلات تنفسی در افراد سالم می‌تواند از طریق تمریناتی با بارهای فشاری بالا و تکرار کمتر، بهبود یابد (ترجیحا بیشتر از ۵۰٪ حداکثر فشار دمی<sup>۳</sup>) و در افراد دارای محدودیت سیستم تنفس این شدت باید کمتر از ۵۰٪ باشد (۱۵،۱۷). در حالی که استقامت عضلات تنفسی می‌تواند با تمریناتی که شامل میزان تکرار زیاد و شدت کم باشد بهبود یابد (۹).

یکی از مکانیزم‌هایی که از طریق آن تقویت عضلات تنفسی می‌تواند باعث بهبود عملکرد ورزشی شود، کاهش مواد متابولیتی ناشی از خستگی عضلات تنفسی بیان شده است. تولید مواد متابولیتی می‌تواند جریان خون اندامها را از طریق تحریک سیستم عصبی سمپاتیک و انقباض عروقی، محدود کرده و آن را به سمت عضلات تنفسی بکشد. بنابراین، تقویت سیستم تنفسی باعث کاهش تولید مواد متابولیتی و عواقب ذکر شده می‌شود و می‌تواند

فعالیت در محیط‌های آبی شرایطی چالش برانگیز برای عضلات تنفسی است. شنا در سطح رقابتی برای کنترل الگوی تنفس به توانایی بالایی نیاز دارد و مقادیر حجم‌ها و جریان‌های ریوی در این ورزش‌ها نسبت به ورزش‌هایی که در سطح خشکی انجام می‌شود بالاتر است؛ بنابراین شرایط مناسب عضلات دمی و بازدمی، پیش‌نیازی برای حفظ مکانیک حرکات دست و پای شنا<sup>۱</sup> می‌باشد (۱۲). محققان گزارش کرده‌اند که تنها یک شنای ۲۰۰ متر کراال سینه با ۹۰ تا ۹۵ درصد حداکثر سرعت، با فشار دمی بیشینه بالایی ارتباط دارد (۲۹٪) و می‌تواند خستگی عضلات دمی را در زمانی کوتاهتر از ۲/۷ دقیقه ایجاد کند. این بیشترین میزان خستگی عضلات دمی است که تا کنون گزارش شده است. همچنین نشان داده شده است که تمرین شنا به تنهایی می‌تواند باعث توسعه عملکرد عضلات تنفسی شود و به این نکته اشاره دارد که در تمرینات شنا، عضلات دمی تحت تاثیر قرار می‌گیرند (۲۰،۱۶).

در تمرینات شنا، عضلات تنفسی به دلایل زیر تحت تاثیر قرار می‌گیرد:

۱. کنترل تعداد تنفس و افزایش نیاز به کارایی بالاتر
۲. غوطه ور شدن در آب باعث افزایش فشار به دیواره‌ی قفسه سینه می‌شود و به شکل یک مقاومت برای انجام تنفس عادی عمل می‌کند و در این حالت برای حفظ میزان تهویه باید دیواره‌ی قفسه سینه تقویت شود ۳.
۳. افزایش بار مقاومتی در برابر جریان دم و بازدم ۴. افزایش شدت انقباض عضلات تنفسی و افزایش حجم جاری ۵.
- استفاده دو جانبه از پتانسیل عضلات کمکی تنفس برای کمک به ضربات دست در شنا (۱۲،۲۷).

بر عملکرد ورزش‌هایی که نیازمند استفاده مداوم از دست-ها و پاها هستند تأثیر گذار باشد (۱۸).

ویت و همکاران در سال ۲۰۰۷ بررسی کردند که آیا تمرینات تنفسی می‌تواند رفلکس متابولیکی را که باعث افزایش ضربان قلب و فشار خون می‌شود، کاهش دهد. مقایسه دو گروه نشان داد که زمان افزایش ضربان قلب و فشار خون در گروه تجربی از پیش‌آزمون تا پس‌آزمون به صورت معناداری افزایش پیدا کرده بود اما در گروه کنترل تغییر معناداری مشاهده نشد (۲۷).

تغییر در فشار خون و ضربان قلب، نشان دهنده‌ی فعال شدن رفلکس‌های متابولیکی عضلات تنفسی است که بر اثر خستگی این عضلات ایجاد می‌شود. می‌توان گفت که بر اثر تمرین، فعالیت گیرنده‌های شیمیایی فیبرهای عصبی آوران (نوع ۳ و ۴) در پاسخ به کار مقاومتی عضلات دمی کاهش پیدا می‌کند و در نتیجه رفلکس متابولیکی به تأخیر می‌افتد (۲۷). لازم به ذکر است که عضله دیافراگم به عنوان اصلی‌ترین عضله‌ی تنفسی از طریق فیبرهای عصبی نوع ۳ و ۴ عصب رسانی می‌شود (۵).

پذیرفته شده است که برای کنترل ضربان قلب و فشار خون، فاکتورهای محیطی و مرکزی دخیل هستند. احتمالاً افزایش فعالیت عضلات دمی باعث ایجاد پیام‌های مرکزی می‌شود که این پیام‌ها به نوبه‌ی خود، فعالیت عصب واگی را کاهش می‌دهند. علاوه بر این، هنگام تنفس در برابر یک مقاومت ثابت، میزان نیروی انقباضی بیشتری به کار گرفته می‌شود و این مسئله می‌تواند تغییر شکل مکانیکی عضله‌ی دیافراگم و حساسیت فیبرهای آوران نوع ۳ را در این عضلات افزایش دهد. نشان داده شده است که خستگی ناشی از تمرین مقاومتی عضلات دمی باعث می‌شود که جریان خون بیشتری به سمت دیافراگم حرکت کند (۲۷).

در تحقیقات نشان داده شده است که تمرین تنفسی باعث کاهش تولید اسیدلاکتیک در فعالیت کل بدن می‌شود و پس از آن تحقیقات دیگری در صدد پاسخ به این سوال برآمدند که آیا این کاهش تولید اسیدلاکتیک مربوط به تقویت عضلات تنفسی است یا خیر؟ به همین منظور محققان پژوهش‌های دیگری انجام دادند که ثابت می‌کرد بخشی از کاهش تولید اسیدلاکتیک مربوط به تقویت عضلات تنفسی می‌باشد (۳).

فرضیه‌هایی که از طریق آن تقویت سیستم تنفس می‌تواند به بهبود عملکرد کمک کند به این شکل بیان شده است:

۱. تأخیر در خستگی عضلات تنفسی و تأثیرات آن بر توزیع جریان خون ۲. کاهش بکارگیری عضلات کمکی در تنفس ۳. کاهش جریان خون مورد نیاز عضلات تنفسی هنگام فعالیت و افزایش کارایی این عضلات ۴. کاهش انقباض عروقی، که خود ناشی از کاهش فعالیت سیستم عصبی سمپاتیک است (۸).

در مورد تأثیر خستگی عضلات تنفسی بر عملکرد ورزشی دو دلیل ذکر شده است. یکی اینکه ایجاد خستگی در عضلات تنفسی باعث توزیع مجدد جریان خون می‌شود. بدین معنی که میزان جریان خون بیشتری به سمت عضلات تنفسی جریان می‌یابد. البته باید ذکر کنیم که این گیرنده‌ها دارای آستانه بوده و هنگام فعالیت‌های شدید تحریک می‌شوند و عقیده بر این است که تمرینات IMT می‌تواند این آستانه را بالا ببرد؛ بدین معنی که فشار خون در شدت‌های بالاتری از تمرین افزایش می‌یابد. دیگر اینکه نشان داده شده است که تغییر کار تنفسی در طول ورزش‌های بیشینه، می‌تواند بر خستگی واحدهای حرکتی عضلات و عملکرد ورزش‌های استقامتی تأثیر گذار باشد. در واقع هنگامی که بر عضلات تنفسی مقاومتی اعمال می‌شد زمان مورد نظر تا رسیدن به خستگی ۱۵٪

کاپوس (۲۰۱۳) در تحقیق خود به بررسی تاثیر تمرینات تنفسی بر قدرت عضلات تنفسی و عملکرد سرعتی شناگران پرداخته است که با بررسی نتایج حاصل از تحقیق، افزایش معناداری در قدرت عضلات تنفسی مشاهده شد اما در هیچکدام از گروه‌ها سرعت شنای ۵۰ و ۱۰۰ متر شناگران تغییری مشاهده نشده بود (۱۱).

کیلدینگ و همکاران (۲۰۱۰) نیز در پژوهش خود به بررسی تاثیر تمرینات تنفسی پرداختند و رکوردهای ۱۰۰، ۲۰۰ و ۴۰۰ متر شنا را مورد مقایسه قرار دادند. نتایج نشان داد رکوردهای ۱۰۰ و ۲۰۰ متر شنا در گروه تجربی نسبت به گروه کنترل افزایش معناداری داشته در صورتی که در رکورد ۴۰۰ متر تغییر معنادار مشاهده نشده بود.

در مورد ورزشکاران سایر رشته‌های ورزشی نیز تحقیقات متنوعی انجام شده است. مثلاً رومر و همکاران در سال ۲۰۰۲ در تست ۲۰ کیلومتر دوچرخه سواری، گروه تجربی نسبت به گروه کنترل دو برابر بهبود عملکرد مشاهده کرده بودند. همین میزان پیشرفت در تحقیق گریفیت و همکاران (۲۰۰۷)، ولیانتس و همکاران (۲۰۰۱) و رومر و همکاران (۲۰۰۲) نیز مشاهده شده بود. البته بهبود عملکرد در تحقیق کیلدینگ (۲۰۱۰) بر روی شناگران، بهبود عملکرد کمتر از دو برابر بوده که احتمالاً ناشی از شکل خاص سیستم تنفس در شناگران می‌باشد.

با مطالعه تحقیقاتی که در گذشته انجام شده است می‌توانیم بگوییم که تا کنون در داخل کشور تحقیقی در زمینه تاثیر تمرینات دمی با استفاده از دستگاه IMT Threshold در ورزشکاران صورت نگرفته است و در خارج از کشور نیز تحقیقات محدودی در زمینه تاثیر این تمرینات بر شناگران و آن هم فقط بر عملکرد استقامتی آنها انجام شده است. از طرف دیگر، با توجه به نقش حیاتی سیستم تنفس در بهبود عملکرد شناگران و اینکه در این زمینه نتایج متناقضی وجود دارد، تحقیق حاضر در

کاهش وهنگامی که مقاومتی اعمال نمی‌شد، ۱۴٪ افزایش در زمان رسیدن به خستگی مشاهده می‌شد (۲۷). در تحقیق مککانل و لوماکس (۲۰۰۶) نیز مشاهده شد که با انجام تمرینات تنفسی درست قبل از فعالیت عضله‌ی پلانترفلکسور می‌توان خستگی را در این عضله تحریک کرد. نتیجه این تحقیق با تحقیق رومر و همکاران (۲۰۰۵) که نشان داده بودند افزایش کار تنفسی در طول ورزش-های با شدت زیاد می‌تواند خستگی در عضلات پا را تسریع کند، همخوانی دارد.

بکار گرفتن بارهای مکانیکی خارجی برای تقویت عضلات تنفسی و عضلات قسمت فوقانی راه‌های هوایی استفاده می‌شود. در بیماران و افراد سالم تمرین عضلات ویژه‌ی دمی که در طول هفته‌ها و ماهها بکار گرفته شده است می‌تواند باعث بهبود عملکرد عضلات دمی شود. در بیماران COPD چنین تمریناتی می‌تواند باعث ایجاد تغییراتی در مورفولوژی عضلاتی شود که بر آنها نیرو وارد می‌شود، مثلاً افزایش فیبرهای عضلانی نوع ۲ در عضلات بین دنده‌ای خارجی، بر اثر تمرین عضلات دمی ثابت شده است (۱۰).

پیشرفت قدرت عضلانی مشاهده شده در پروتکل‌های کوتاه مدت و با شدت کم، احتمالاً ناشی از اصلاح انتقال پیام‌های عصبی به واحدهای حرکتی عضلات تنفسی باشد. در حالی که اطلاعات اندکی در مورد سازگاری عضلات تنفسی به چنین تمریناتی وجود دارد، مطالعه‌ی تمرین سایر عضلات اسکلتی نشان می‌دهد که تمرینات مقاومتی مسیرهای قشری-نخاعی را متاثر می‌سازد. چنین تغییراتی ممکن است بازتابی از سازماندهی مجدد مدار سیناپسی نخاع باشد و باعث می‌شود که نورون‌های حرکتی کمتری برای غلبه بر بارهای وارد شده فعال شوند. این مسئله هنوز روشن نشده است که آیا در عضلات تنفسی نیز این اتفاق می‌افتد یا خیر (۱۰).

شنای مورد نظر برای ثبت تمامی رکوردهایشناگران، شنای کرال سینه بود. پس از اندازه‌گیری‌های پایه، ۶ هفته تمرینات IMT در کنار تمرینات شنای روزانه-یشناگران اجرا شد و در نهایت در انتهای این ۶ هفته مجدداً آزمون‌های مورد نظر تکرار شد. لازم به ذکر است که برنامه‌ی تمرین شنای شناگران، با توجه به اینکه در فصل آماده‌سازی قرار داشتند بیشتر استقامتی بود و تمام آزمون‌ها یک برنامه‌ی تمرینی واحد داشتند و تنها تفاوت میان دو گروه تجربی و شبه‌تمرین، شدت تمرینات IMT بود.

پیش از شروع کارهای تجربی این پژوهش، برای اعمال مقاومت توسط دستگاه IMT Threshold از مقیاس بورگ اصلاح شده استفاده شد. نحوه کار بدین صورت بود که با تنظیم درجه دستگاه بر روی یک مقاومت مشخص از آزمون‌ها خواسته می‌شد که ۳۰ تنفس کامل را در دستگاه انجام دهند. پس از اتمام ۳۰ تنفس از آزمون‌ها در مورد شدت اجرای تمرین تنفسی با توجه به مقیاس بورگ اصلاح شده سوال می‌شد. شدت مورد نظر برای انجام تمرین در گروه تجربی، عدد ۵ (شدید) و در گروه شبه‌تمرین شدت تمرین معادل با عدد ۱ (بی‌تأثیر) تنها برای از بین بردن اثر روانی استفاده از دستگاه، در مقیاس بورگ اصلاح شده بود. این کار تا جایی ادامه پیدا می‌کرد که ادراک فرد از نظر شدت اجرای تمرین به عدد مورد نظر می‌رسید. مابین تلاش‌ها، برای از بین بردن اثر خستگی، زمان کافی به آزمون‌ها داده می‌شد و پس از شروع دوره‌ی تمرینی، هر دو هفته یکبار هم میزان مقاومت اعمال شده، برای حفظ شدت مورد نظر افزایش پیدا می‌کرد.

آزمون‌های عملکردی ۲۵، ۵۰ و ۱۰۰ مترسرعتی شناگران توسط مربی آن‌ها و با استفاده از کرنومتر (Q&Q) انجام می‌گرفت. در این مرحله برای

پی یافتن پاسخ به این سوال است که آیا ۶ هفته تمرین عضلات تنفسی می‌تواند بر سرعت شنای ۲۵، ۵۰ و ۱۰۰ متر دختران شناگر تأثیر گذار باشد یا خیر؟

### روش شناسی پژوهش

پژوهش حاضر از نوع مطالعات آزمایشگاهی-میدانی با طرح پیش‌آزمون-پس‌آزمون برای دو گروه تجربی و شبه-تمرین می‌باشد. در این پژوهش سعی بر این بوده است که تأثیر تمرین عضلات دمی بر شناگرانی که از لحاظ تکنیک کامل بوده و حداقل ۲ سال سابقه تمرین شنا را داشته باشند، بررسی گردد. به همین منظور، جامعه آماری تحقیق تمامی اعضای تیم شنای دختران استان کرمانشاه انتخاب شدند که دامنه سنی آن‌ها ۸ تا ۱۴ سال بود. آزمون‌هایی که صورت داوطلبانه وارد تحقیق شده بودند، به صورت تصادفی به دو گروه ۸ نفری تجربی و شبه‌تمرین تقسیم شدند.

در ابتدای کار با هماهنگی هیئت شنای استان کرمانشاه سه جلسه بر سر تمرینات روزانه‌ی شنای شناگران حاضر شده و با آزمون‌ها و والدین آنها در این مورد صحبت شد. پس از آن از داوطلبین خواسته شد تا در روزهای معینی جهت انجام آزمون‌های مربوطه به محل مورد نظر مراجعه نمایند. در ابتدای جلسه اول در محل آزمایشگاه دانشکده تربیت بدنی دانشگاه رازی، پس از معرفی کامل دستگاه مورد استفاده و روش اجرای تمرینات، به علت پایین بودن سن آزمون‌ها از والدین آنها رضایت نامه کتبی گرفته شد و پرسشنامه مشخصات فردی کامل گردید. پس از آن، شناگران از نظر ترکیب بدنی (قد و وزن) مورد ارزیابی قرار گرفتند. در جلسه بعد و قبل از شروع برنامه تمرین تنفسی، آزمون‌های شنای ۲۵ و ۵۰ متر در یک روز و ۱۰۰ متر در روز جداگانه‌ای از آزمون‌ها به عمل آمد. لازم به ذکر می‌باشد که نوع

۳۰ تنفس را مورد ارزیابی قرار داده بودند (۱،۱۲،۲۵،۱۴،۱۳،۲۳،۲۲)، ما نیز به بررسی تاثیر ۳۰ تنفس در هر جلسه پرداختیم. شکل تمرین به این صورت بود که آزمودنی‌ها نیم ساعت قبل از شروع تمرینات روزانه شنای خود در استخر حضور پیدا کرده و به تمرین خود، با انجام ۳۰ تنفس کامل در برابر دستگاه IMT threshold (در حالی که مجرای بینی از طریق گیره مسدود شده بود) می‌پرداختند (شکل ۱).

شبیه سازی حالت مسابقه، از چهار نفر به صورت همزمان رکوردگیری می‌شد. شناگران شنای خود را با استارت ایستاده و با صدای سوت مربی آغاز می‌کردند. تست‌های ۲۵ و ۵۰ متر در یک روز گرفته شد. برای از بین بردن تاثیر خستگی هر یک از تست‌ها با فاصله‌ی نیم ساعت گرفته می‌شد و تست ۱۰۰ متر در روز جداگانه‌ای ثبت شد. پس از اندازه‌گیری‌های پایه، تمرین عضلات دمی ۳ بار در هفته و قبل از تمرینات معمول آنها انجام می‌شد. در این تحقیق با توجه به مطالعات پیشین که اکثراً تاثیر



شکل ۱. آزمودنی‌ها در حال استفاده از دستگاه IMT threshold

تمام اندازه‌گیری‌های انجام شده در پیش آزمون مجدداً تکرار شد. در این پژوهش برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از نرم افزار SPSS استفاده شد. در ابتدا به منظور بررسی توزیع طبیعی داده‌ها، از آزمون کولموگروف اسمیرنوف استفاده شد و بررسی همگنی واریانس‌ها نیز توسط آزمون لوین مورد بررسی قرار گرفت. به منظور مقایسه پیش آزمون و پس آزمون هر گروه از آزمون  $t$  وابسته و برای مقایسه پیش آزمون و پس آزمون میزان پیشرفت در دو گروه از آزمون  $t$  مستقل استفاده شد.

#### نتایج و یافته‌های تحقیق

ابتدا اطلاعات توصیفی آزمودنی‌ها شامل قد، وزن، سن و چربی زیر پوستی هر دو گروه از طریق آزمون

لازم به ذکر است که برای هر فرد مقاومتی که در جلسه اول اندازه‌گیری شده بود اعمال می‌شد و پس از آن نیز هر دو هفته یکبار، برای حفظ شدت تمرین با توجه به مقیاس بورگ، میزان مقاومت افزایش می‌یافت (۲۱). گروه شبه تمرین نیز تمرینات خود را به همان شکل و با همان دستگاه انجام می‌دادند، با این تفاوت که مقاومت دستگاه برای گروه تجربی مطابق عدد ۵ (تا حدودی شدید) و گروه شبیه ساز تمرین مطابق با عدد ۱ (خیلی سبک) در مقیاس بورگ اصلاح شده تنظیم شده بود تا اثر روانی استفاده از این دستگاه حذف شود. لازم به ذکر است که آزمودنی‌ها از اختلاف میان گروه تجربی و شبیه-ساز تمرین اطلاعی نداشتند و برای این کار روی قسمت مدرج دستگاه پوشانده شده بود. پس از ۶ هفته تمرین،

(۰/۰۴)، به صورت معناداری بهبود پیدا کرده بود که درصد پیشرفت در گروه تجربی تا حدودی بیشتر از گروه شبه‌تمرین بود. پس از مقایسه د به دست آمده از طریق تی مستقل، مشاهده کردیم که اختلاف معناداری میان دو گروه وجود دارد ( $P < 0/05$ ).

در رکورد ۵۰ و ۱۰۰ متر نیز اختلاف معناداری از پیش‌آزمون تا پس‌آزمون در هر دو گروه مشاهده شد که پس از مقایسه‌ی درصد پیشرفت در دو گروه، اختلاف معناداری میان دو گروه به دست نیامد.

کلموگروف اسمیرنف مورد بررسی قرار گرفت و مشاهده شد که گروه تجربی و شبه‌تمرین در تمام موارد فوق همگن به حساب می‌آیند و اختلاف معناداری میان آن‌ها وجود ندارد.

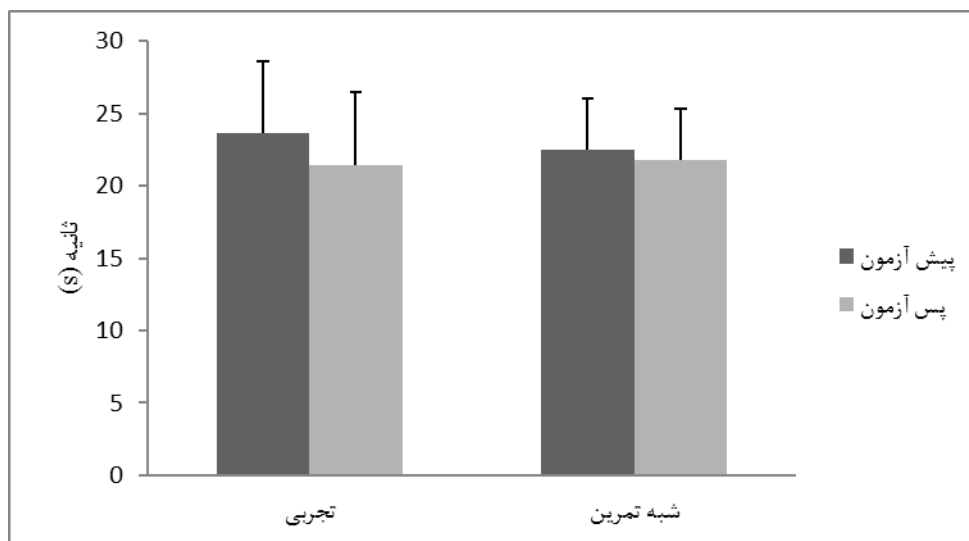
جدول ۱ داده‌های به دست آمده از تست شنای ۲۵، ۵۰ و ۱۰۰ متر را در دو گروه، پیش و پس از اجرای تمرینات IMT نشان می‌دهد. با تحلیل داده‌های به دست آمده از طریق آزمون تی وابسته، رکورد شنای ۲۵ متر هم در گروه تجربی (۰/۰۰۰۵) و هم در گروه شبه‌تمرین

جدول ۱. رکورد شنای ۲۵، ۵۰ و ۱۰۰ متر از پیش‌آزمون تا پس‌آزمون، در دو گروه تجربی و شبه‌تمرین

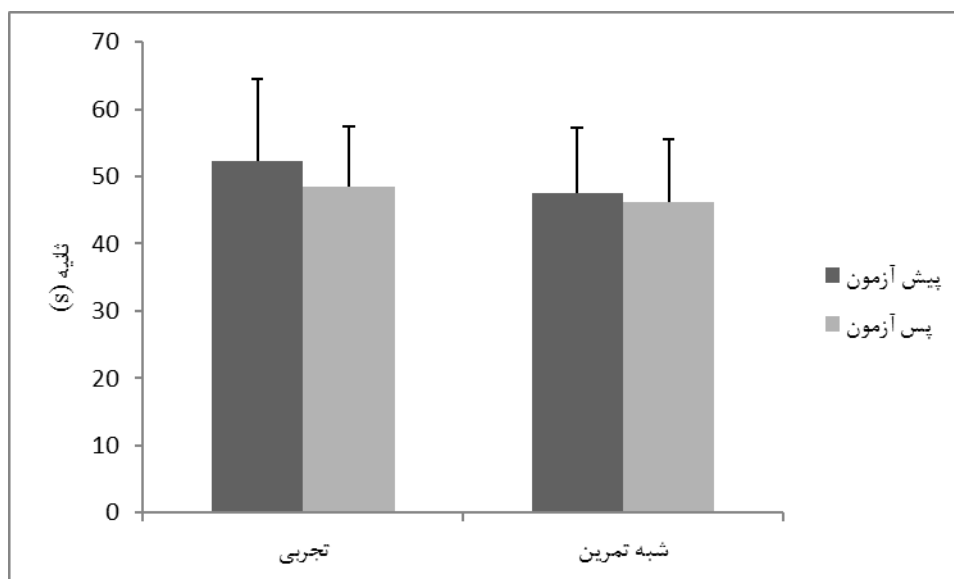
متغیر	گروه شبه‌تمرین		گروه تجربی	
	پیش‌آزمون	پس‌آزمون	پیش‌آزمون	پس‌آزمون
۲۵ متر	۲۲/۴۷±۳/۵۹	*۲۱/۷۷±۳/۵۶	۲۳/۶۷±۴/۹	*۲۱/۴۰±۵/۰۴
۵۰ متر	۴۷/۴۴±۹/۷۴	*۴۶/۲۸±۹/۲۸	۵۲/۳۴±۱۲/۰۹	*۴۸/۵۱±۸/۹۸
۱۰۰ متر	۱۱۹/۶۲±۱۵/۱۳	۱۱۸/۲۵±۱۳/۹۲	۱۰۹/۸۷±۲۲/۸۴	۱۰۲/۲۵±۱۵/۰۸

\* سطح معناداری  $P < 0/05$

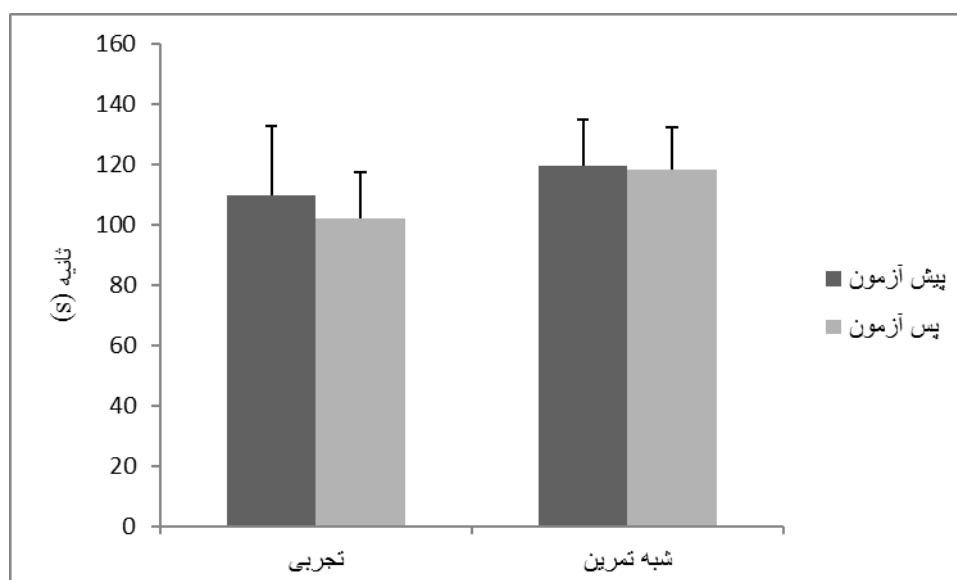
نتایج بدست آمده از تست ۲۵ متر (شکل ۲)، ۵۰ متر (شکل ۳) و ۱۰۰ متر (شکل ۴) به صورت مجزا در نمودارهای زیر نمایش داده شده‌اند:



شکل ۲. بررسی مقادیر پیش‌آزمون تا پس‌آزمون رکورد ۲۵ متر در دو گروه تجربی و شبه‌تمرین



شکل ۳. بررسی مقادیر پیش‌آزمون تا پس‌آزمون رکورد ۵۰ متر در دو گروه تجربی و شبه‌تمرین



شکل ۴. بررسی مقادیر پیش‌آزمون تا پس‌آزمون رکورد ۱۰۰ متر در دو گروه تجربی و شبه‌تمرین

پیشرفت میان گروه تجربی و شبه‌تمرین اختلاف معناداری میان گروه تجربی و شبه‌تمرین مشاهده شد که نشان می‌دهد تمرینات IMT توانسته است رکورد شنای ۲۵ متر را در گروه تجربی به صورت معناداری بهبود بخشد.

با مطالعه‌ی پژوهش‌های گذشته تا اکنون، به استثناء تحقیق کاپوس (۲۰۱۳)، پژوهشگر به تحقیقی که به بررسی تاثیر تمرینات تنفسی بر عملکرد سرعتی در ورزشکاران پرداخته باشد دست نیافت. رومر و همکاران

### بحث و نتیجه‌گیری

با توجه به نتایج بدست آمده از تحقیق حاضر می‌توان گفت که ۶ هفته تمرین IMT می‌تواند عملکرد شنای ۲۵ متر را در شناگران به صورت معناداری بهبود بخشد اما بر عملکرد شنای ۵۰ و ۱۰۰ متر اثر معناداری ندارد.

در رکورد شنای ۲۵ متر، شناگران از پیش‌آزمون تا پس‌آزمون، هم در گروه تجربی و هم در گروه شبه‌تمرین بهبود معناداری مشاهده کردند. با مقایسه‌ی درصد



واحدهای حرکتی که ناشی از افزایش کارایی سیستم عصبی است، دلیل پیشرفت مشاهده شده باشد (۲۶،۴). البته به صورت واضح و مشخص نمی‌توان دلیل اصلی نتایج به دست آمده را تفسیر کرد و برای رسیدن به نتایج مشخص باید فاکتورهای دیگری در تحقیق مورد ارزیابی و کنترل قرار گیرد.

بررسی نتایج رکورد شنای ۵۰ متر نشان داد که در هر دو گروه تجربی و شبه‌تمرین، از پیش‌آزمون تا پس‌آزمون بهبود معناداری داشته‌اند. سپس به منظور بررسی میزان پیشرفت، میزان تغییرات در دو گروه مورد بررسی قرار گرفت و مشخص شد که اختلاف معناداری میان درصد پیشرفت در دو گروه وجود ندارد. این بدین معنی است که تمرین عضلات دمی نتوانسته تاثیری بیش از تمرینات معمول شنا بر عملکرد ۵۰ متر در شناگران داشته باشد. در تحقیق کاپوس (۲۰۱۳) نیز مشاهده کردیم که رکورد ۵۰ متر با تمرینات تنفسی بهبود معناداری نداشته که با نتایج تحقیق ما همخوانی دارد.

در رکورد شنای ۱۰۰ متر شناگران، از پیش‌آزمون تا پس‌آزمون، هم در گروه تجربی و هم در گروه شبه‌تمرین پیشرفت‌هایی مشاهده شد، اما این میزان پیشرفت از لحاظ آماری معنادار نبود. مقادیر پیش‌آزمون در دو گروه اختلاف معناداری با یکدیگر نداشتند اما در پس‌آزمون میان دو گروه اختلاف معناداری مشاهده شد. به منظور بررسی دقیق‌تر، درصد پیشرفت از پیش‌آزمون تا پس‌آزمون در دو گروه مورد بررسی قرار گرفت. نتایج حاصل از این بررسی نشان داد که با وجود بالاتر بودن درصد پیشرفت در گروه تجربی، اختلاف معناداری میان دو گروه وجود ندارد.

نتیجه این تحقیق با تحقیق کیلدینگ و همکاران (۲۰۱۰) که بهبود معناداری در عملکرد ۱۰۰ متر مشاهده کرده بودند متناقض بود که می‌تواند ناشی از متفاوت بودن

به بررسی تاثیر تمرین عضلات دمی بر زمان ریکاوری میان دوهای سرعت با شدت زیاد پرداخته است که نشان می‌دهد این گونه تمرینات می‌تواند زمان ریکاوری را در ورزشکاران بهبود بخشد اما عملکرد ورزشی مورد بررسی قرار نگرفته بود.

تمرینات ورزشی می‌تواند سازگاری‌های مختلفی را ایجاد کند که خستگی عضلات دمی را کاهش دهد. مثلاً توانایی استفاده از اکسیژن دریافتی، افزایش کارایی در طول ورزش‌های بیشینه یا طولانی مدت زیر بیشینه، افزایش ذخایر انرژی برای سوخت و ساز مانند ATP، CP و گلیکوژن عضلانی، از این رو چنین سازگاری‌هایی می‌تواند خستگی عضلات دمی را به تاخیر بیاندازد (۲۶). از جهت دیگر ممکن است تمرین عضلات تنفسی توانایی این عضلات را برای استفاده از لاکتات جهت تولید انرژی بالا ببرد (۲۴).

علاوه بر این، کاهش کار تنفسی ناشی از تمرین می‌تواند خستگی عضلات تنفسی را کاهش دهد. احساس تنگی نفسی که در طول ورزش‌های بیشینه اتفاق می‌افتد، می‌تواند عملکرد ورزشی را محدود کند. البته در تعدادی از تحقیقات کاهش درک فشار هنگام مسابقه، که می‌تواند عملکرد ورزشی را محدود کند، پس از تمرینات تنفسی به اثبات رسیده است که خود می‌تواند عامل بالقوه‌ای برای بهبود عملکرد باشد (۲۶).

با این وجود بعید به نظر می‌رسد که دلیل احتمالی این بهبود عملکرد ناشی از به تاخیر انداختن خستگی عضلات دمی باشد، چرا که در تحقیقات گذشته نشان داده شده است که خستگی عضلات دمی در شنای ۲۰۰ متر اتفاق می‌افتد در حالی که در این تحقیق مسافت‌های کوتاه‌تر از ۲۰۰ متر بررسی گردیده‌اند. از این رو می‌توان گفت که احتمالاً افزایش ذخایر انرژی (ATP، CP و گلیکوژن عضلانی) در عضلات تنفسی یا بهبود بکارگیری

چرا که خستگی عضلات تنفسی در مسافت ۲۰۰ متر به اثبات رسیده است (۱۹).

در تعدادی از تحقیقات، ثابت شده است که تمرینات تنفسی می‌تواند ضخامت دیافراگم را به صورت معناداری بهبود بخشد و از این طریق به بهبود عملکرد ورزشی و تنفسی کمک کند (۷،۶).

البته لازم به ذکر است که در هر دو مسافت ۵۰ و ۱۰۰ متر در گروه تجربی پیشرفت‌هایی مشاهده می‌شود اما از نظر آماری معنادار نیست و همین مسئله نشان می‌دهد که این نوع تمرینات تا حدودی توانسته تأثیری بیش از تمرینات معمول شنا داشته باشد اما از لحاظ آماری معنادار نبوده است. برای روشن شدن دلیل نتایج بدست آمده باید تحقیقات بیشتری با پروتکل‌های متفاوت انجام شود.

پروتکل تمرینی و آزمودنی‌ها باشد و در تحقیق ولز و همکاران (۲۰۰۵) نیز، در گروه تجربی تمایل به بهبود عملکرد سرعت بحرانی شنا (تست ۷×۲۰۰ متر) وجود داشت اما معنادار نبود که با تحقیق ما همخوانی دارد.

در ارتباط با عدم بهبود عملکرد در رکورد ۵۰ و ۱۰۰ متر، می‌توان گفت که سازگاری‌های احتمالی که در عضلات تنفسی برای بهبود عملکرد ۲۵ متر ذکر کردیم، شاید نتواند مسافت‌های طولانی تر را حمایت کند. احتمالاً بتوان با افزایش شدت و مدت تمرین عضلات دمی میزان این سازگاری را برای حمایت از مسافت‌های طولانی‌تر افزایش داد. از طرف دیگر بعید به نظر می‌رسد که در این مسافت‌ها خستگی عضلات تنفسی اتفاق بیفتد که بتوانیم نتایج به دست آمده را از این منظر مورد بحث قرار دهیم

#### منابع و مأخذ

۱. بهپور ناصر، همت فر احمد، موسوی امیر (۱۳۹۰): **تأثیر تمرین آستانه فشار عضلات تنفسی بر عملکرد تهویه‌ای و ظرفیت تمرینی، فصلنامه تحقیقات علوم ورزشی دانشگاه آزاد اسلامی واحد بروجرد**، سال اول شماره ۲، تابستان، ص: ۱۲-۱.
2. Azizimasouleh M, Razmjoo S, HasanHarati S, Ahmadi P (2012). **Effect of respiratory muscles training on swimming performance of elite female swimmers**. *Annals of Biological Research*, 3 (1):196-203.
3. Brown PI, Sharpe GR, Johnson MA (2008). **Inspiratory muscle training reduces blood lactate concentration during volitional hyperpnoea**. *Eur J ApplPhysiol* 104: 111–1117.
4. Croix M, ST C, Morgan B J, Wetter T J, Dempsey J A (2000). **Fatiguing inspiratory muscle work causes reflex sympathetic activation in humans**. *Journal of Physiology*, 529.2, pp. 493—504.
5. Dempsey JA, Sheel AW, St Croix CM & Morgan BJ (2002). **Respiratory influences on sympathetic vasomotor outflow in humans**. *RespirPhysiolNeurobiol*130, 3–20.
6. Enright SJ, Unnithan VB (2011). **Effect of inspiratory muscle training intensities on pulmonary function and work capacity in people who are healthy: a randomized controlled trial**. *PhysTher*. Epub Apr 14. 91(6):894-905.
7. Enright SJ, Unnithan VB, Heward C, Withnall L, Davies D (2006). **Effect of High-Intensity Inspiratory Muscle Training on Lung Volumes, Diaphragm Thickness, and Exercise Capacity in Subjects Who Are Healthy**. *PHYS THER*; 86:345-354.

8. Gigliotti F, Binazi B, Scano G (2006). **Does training of respiratory muscles affect exercise performance in healthy subjects?** *Respiratory Medicine*. 100, 1117–1120.
9. Griffiths LA (2009), **the application of respiratory muscle training to competitive rowing (dissertation)**, School of Sport and Education Brunel University September, pages:12-70.
10. Hill K, Eastwood P (2011). **Effects of loading on upper airway and respiratory pump muscle motoneurons.** *Respiratory Physiology & Neurobiology* 179, 64– 70.
11. Kapus J (2013), **Effects Of Inspiratory Muscle Training On Inspiratory Muscle Strength And Sprint Swimming Performance In Young Female And Male Swimmers**, *Kinesiology Slovenica*, 19, 1, 53–61.
12. Kilding AE, brown S, Mconnell AK (2010). **Inspiratory muscle training improves 100 and 200 m swimming Performance.** *Eur J ApplPhysiol* 108:505–511.
13. Klusiewicz A (2008). **Characteristics of the inspiratory muscle strength in the well-trained male and female athletes.** *Biol.Sport* 25:13-22.
14. Lima E V, Lima W L, Santos A N, Brito L M, Costa M (2008), **inspiratory muscle training and respiratory exercise in children with asthma.** *J Bras pneumol*; 34(8): 552-558.
15. Lomax ME, McConnell AK (2003). **Inspiratory muscle fatigue in swimmers after a single 200m swim.** *J Sports Sci* 21:659–64.
16. Magadel R, Mconell AK, Beckerman M, Weiner P (2007), **inspiratory muscle training in pulmonary rehabilitation program in COPD patients.** *Respiratory Medicine*, 101, 1500-1505.
17. McConnell A K, Lomax M (2006). **The influence of inspiratory muscle work history and specific inspiratory muscle training upon human limb muscle fatigue.** *J. Physiol.* 2006;577;445-457.
18. McConnell AK (2009): **respiratory muscle training as an ergogenic aid.** *J ExercSciFit* Vol 7 No 2 Suppl S18–S27.
19. Mickleborough T D. Stager J M. Chatham K. Lindley M R. Ionescu AA (2008), **Pulmonary adaptations to swim and inspiratory muscle training,** *Eur J ApplPhysiol* (2008) 103:635–646.
20. Niemen D C (1993), **fitness & your health**, hapter 7. Pages 116-119, palo alto.ca.
21. Riganas CS, Vrabas IS, Christoulas K, Mandroukas K (2008). **Specific inspiratory muscle training does not improve performance or VO2max levels in well trained rowers.** *J Sports Med Phys Fitness*. Sep;48(3):285-92.
22. Romer LM, McConnell AK, Jones DA (2002). **Effects of inspiratory muscle training on time trial performance in trained cyclists.** *J Sports Sci*. 20:547-562.
23. Romer Lm, McConnell AK, Jones DA (2002). **Effects of inspiratory muscle training upon recovery time during high intensity, repetitive sprint activity.** *Int J Sports Med*, 23:353-360.

24. Sonetti DA, Wetter Tj, Pegelow DF, Dempsey JA (2001). **Effects of respiratory muscle training versus placebo on endurance exercise performance.** *RespirPhysiol*, 127:185-199.
25. Volianitis S, McConnell AK, Koutedakis Y, McNaughton L, Backx K, Jones DA (2001). **Inspiratory muscle training improves rowing performance.** *Med Sci Sports Exerc.* May;33(5):803-9.
26. Wells GD, pyley M, tomas S, goodman L, duffin J (2005). **Effects of concurrent inspiratory and expiratory muscle training on respiratory and exercise performance in competitive swimmers.** *Eur J ApplPhysiol* 94: 527–540.
27. Witt JD, Guenette JA, Rupert JL, McKenzie DC, Sheel AW (2007). **Inspiratory muscle training attenuates the human respiratory muscle metaboreflex.** *J Physiol*584: 1019–1028.