



اثر هشت هفته تمرین کراس فیت در آب و خشکی بر پروفایل لیپیدی و شاخص آتروژنیک پلاسما دانشجویان دختر

فاطمه شه میری^۱، مهبانو قادری^۲، آمنه برجسته یزدی^۳، سهیلا گوهر رخی^۳

۱- ارشد فیزیولوژی ورزشی کاربردی، گروه تربیت بدنی، واحد نیشابور، دانشگاه آزاد اسلامی، نیشابور، ایران.
۲- نویسنده مسئول، گروه علوم ورزشی، دانشگاه بوعلی سینا، مجتمع آموزش عالی نهاوند (ویژه دختران)، همدان، ایران.
۳- استادیار، گروه تربیت بدنی، واحد نیشابور، دانشگاه آزاد اسلامی، نیشابور، ایران.

پژوهشی اصیل

چکیده

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۰۹/۳۰

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۵/۰۵/۲۰

نویسنده مسئول: مهبانو قادری، گروه علوم ورزشی-دانشگاه بوعلی سینا-مجتمع آموزش عالی نهاوند (ویژه دختران)-همدان-ایران
تلفن: ۰۹۱۸۵۰۸۲۶۹۱
پست الکترونیک:
m.gaderi@basu.ac.ir

مقدمه: اختلالات چربی خون و افزایش شاخص های آتروژنیک از مهم ترین عوامل خطر بیماری های قلبی-عروقی هستند. تمرینات کراس فیت به دلیل ماهیت ترکیبی و شدت بالا، از مداخلات مؤثر در بهبود لیپیدهای پلاسما و کاهش عوامل خطر قلبی-عروقی محسوب می شوند؛ با این حال شواهد اندکی درباره مقایسه اثرات این تمرینات در محیط آب و خشکی وجود دارد.

روش: تعداد ۴۰ نفر از آزمودنی ها براساس معیار های ورود انتخاب و به صورت تصادفی در دو گروه ۲۰ نفر (تمرین کراس فیت در آب و تمرین کراس فیت در خشکی) تقسیم شدند. برنامه تمرینی در هر دو گروه شامل هشت هفته تمرین، سه جلسه در هفته، با شدت و زمان بندی مشخص بود. متغیرهای پژوهش شامل پروفایل لیپیدی (کلسترول تام، تری گلیسرید، HDL-C، LDL-C و VLDL)، شاخص آتروژنیک (لگاریتم نسبت TG/HDL-C) بودند که در دو مرحله پیش آزمون و پس آزمون اندازه گیری شدند. برای تحلیل داده ها از آزمون t همبسته جهت مقایسه ی تغییرات درون گروهی و آزمون تحلیل کوواریانس برای مقایسه ی بین گروهی استفاده شد. سطح معنی داری در تمامی آزمون ها $P < 0.05$ در نظر گرفته شد.

یافته ها: نتایج تحلیل بین گروهی نشان داد که پس از هشت هفته مداخله، افزایش معناداری در لیپو پروتئین پرچگالی ($P < 0.001$)، کاهش معناداری در تری گلیسرید ($P < 0.002$) و کلسترول ($P < 0.002$) در گروه تمرین در آب در مقایسه با گروه تمرین در خشکی داشت، در حالی که تفاوت بین دو گروه در تغییرات لیپو پروتئین کم چگالی، لیپو پروتئین بسیار کم چگالی و شاخص آتروژنیک پلاسما از نظر آماری معنادار نبود. همچنین نتایج تحلیل درون گروهی بیانگر بهبود شاخص های پروفایل لیپیدی و شاخص آتروژنیک پلاسما در هر دو گروه پس از هشت هفته اجرای تمرینات کراس فیت بود.

نتیجه گیری: نتایج این پژوهش نشان داد که هشت هفته اجرای تمرینات کراس فیت در هر دو محیط آب و خشکی موجب بهبود برخی شاخص های پروفایل لیپیدی شد. با این حال، تمرین در آب در مقایسه با تمرین در خشکی، اثر بخشی بیشتری در بهبود لیپو پروتئین پرچگالی، کلسترول و تری گلیسرید نشان داد. بر این اساس، تمرینات کراس فیت در آب می تواند به عنوان یک راهکار تمرینی مناسب برای بهبود برخی شاخص های مرتبط با سلامت قلبی عروقی در دانشجویان دختر مورد توجه قرار گیرد.

کلید واژه ها: کراس فیت در آب، کراس فیت در خشکی، پروفایل لیپیدی، شاخص آتروژنیک



مقدمه

واکنشی (ROS^۴) آغاز می‌شوند. افزایش LDL، کلسترول را از خون به جدار عروق برده و در آنجا رسوب می‌کنند و فرد را مبتلا به تصلب شرائین یا آترواسکلروز^۵ می‌نماید. تری‌گلیسرید شکل اصلی ذخیره چربی در بافت چربی، سلول‌های عضلانی و لیپوپروتئین‌های پلاسما است و سطح بالای خون آنها باعث افزایش آتروژنیک می‌شود (۳). شاخص آتروژنیک پلاسما یکی از شاخص‌های معتبر برای ارزیابی خطر آترواسکلروز و بیماری‌های قلبی عروقی است و افزایش آن با افزایش خطر آترواسکلروز و بروز بیماری‌های قلبی عروقی ارتباط دارد (۴).

یک شکل قابل توجه از تمرینات با شدت بالا، کراس فیت است. این برنامه که توسط گلاسمن^۶ ساخته شده است، شامل حرکات عملکردی با شدت بالا با استراحت کاهش یافته به منظور توسعه قدرت و استقامت، با ترکیبی از تمرینات قلبی عروقی، وزنه‌برداری و ژیمناستیک است. ایده اصلی گلاسمن این است که کراس فیت به طور مداوم متنوع، با شدت بالا و دارای حرکات کاربردی است (۵، ۶). ورزش کراس فیت یک ورزش مبتنی بر تمرینات تناوبی با شدت بالا (HIIT^۷) است که ترکیبی از فعالیت‌های ورزشی قدرتی و

بر اساس مطالعات، یکی از سازه‌های مهم سلامت قلبی-عروقی، پروفایل لیپیدی و شاخص آتروژنیک پلاسما است. افزایش کلسترول تام، تری‌گلیسرید و LDL^۱ و کاهش HDL^۲ با خطر بالای بروز آترواسکلروز و بیماری‌های قلبی همراه است (۱). در همین راستا، شاخص آتروژنیک پلاسما (AIP^۳) که بر اساس نسبت لگاریتمی تری‌گلیسرید به HDL محاسبه می‌شود، به عنوان پیش بینی کننده قوی‌تر بیماری‌های قلبی-عروقی معرفی شده است (۲). شواهد نشان می‌دهد که فعالیت بدنی منظم، از جمله تمرینات تناوبی پر شدت مانند کراس فیت، قادر است این شاخص‌ها را بهبود بخشد. کلسترول یک چربی از گروه استروئیدها است. در خون، کلسترول به صورت کمپلکس‌های پروتئین لیپیدی به نام لیپوپروتئین‌ها منتقل می‌شود. لیپوپروتئین با چگالی کم (LDL)، لیپوپروتئین با چگالی بالا (HDL) و تری‌آسیل گلیسرول‌ها برای ارزیابی سطح پروفایل لیپیدی استفاده می‌شود. در این میان تری‌گلیسرید و کلسترول بالا و افزایش LDL، از عوامل مهمی برای ایجاد خطر بیماری‌های قلبی و عروقی محسوب می‌شود. LDL فرایندهای بسیار حساس و اکسیداتیو هستند که توسط گونه‌های اکسیژن

^۴ Reactive Oxygen Species

^۵ Atherosclerosis

^۶ Glasman

^۷ High-Intensity Interval Training

^۱ Low-Density Lipoprotein

^۲ High-Density Lipoprotein

^۳ Atherogenic Index of Plasma



هوازی با تمرکز بر عملکرد حرکات چند مفصلی است. تمرین کراس فیت باتوجه به نوع آن می تواند موجب بهبود نیمرخ لیپیدی، ترکیب بدنی و آمادگی جسمانی افراد شود (۶،۷). مطالعات اخیر نشان داده اند که کراس فیت با ایجاد فشار متابولیکی بالا، منجر به سازگاری های مثبت در سیستم قلبی-عروقی می شود و می تواند خطر بیماری های متابولیک و قلبی-عروقی را کاهش دهد (۷). شواهد موجود نشان می دهد که تمرینات با شدت بالا تأثیر بسیار کمی بر تغییر نیمرخ لیپیدی، به ویژه در افراد جوان و سالم دارد. علاوه بر این به نظر می رسد فعالیت های بدنی با شدت بالا نسبت به متوسط و سبک بر کاهش وزن مؤثرتر است، و تحقیقات نشان دادند که فعالیت شدید و سبک هر دو منجر به کاهش تری گلیسیرید سرمی می شوند (۷،۸).

ویژگی منحصر به فرد کراس فیت، ترکیب جنبه های فیزیولوژیک با ابعاد روان شناختی و اجتماعی است. هایتمنک^۱ (۲۰۲۵) در کتاب «شور و اشتیاق کراس فیت»^۲ بیان می کند که کراس فیت برای بسیاری از افراد صرفاً یک ورزش نیست، بلکه نوعی جنبش فرهنگی و اجتماعی است که بر پایه «رنج مشترک» و «هویت گروهی» بنا شده است (۹). این ویژگی می تواند موجب افزایش

انگیزش، رضایت از تمرین و احساس تعلق اجتماعی در مشارکت کنندگان شود و از طریق تقویت عوامل روان شناختی و اجتماعی، به تداوم مشارکت در برنامه های ورزشی کمک کند. همین جنبه اجتماعی و گروهی بودن کراس فیت، آن را از بسیاری از شیوه های تمرینی متمایز ساخته و یکی از عوامل مهم در گسترش و محبوبیت جهانی آن محسوب می شود (۱۰). مطالعات نشان داده اند که شرکت کنندگان کراس فیت معمولاً سطوح بالایی از انگیزش درونی، رضایت از تمرین و عوامل روان شناختی مرتبط با تداوم مشارکت در فعالیت بدنی را گزارش می کنند (۱۰).

تمرین در آب به طور گسترده برای بهبود وضعیت بدنی افراد جوان سالم که به طور منظم در تمرینات تفریحی شرکت می کند و همچنین ورزشکاران به عنوان مکمل تمرین استفاده می شود (۱۱). اثرات فیزیولوژیکی در آب در واقع توسط چندین پژوهشگر در جمعیت های مختلف (به ویژه در افراد مسن، سالمندان، افراد چاق و افراد مبتلا به بیماری های ارتوپدی و عصبی) مورد بررسی قرار گرفته است. این مطالعات عمدتاً عوامل قلبی تنفسی، ترکیب بدن و الگوهای لیپوپروتئین را مورد بررسی قرار داده اند (۱۲). از سوی دیگر، تمرین در آب به عنوان روشی مؤثر و ایمن برای

¹ Hejtmank

² The Cult of CrossFit



ارتقای سلامت جسمانی، در تحقیقات اخیر مورد توجه قرار گرفته است. محیط آبی به دلیل دارا بودن ویژگی‌هایی مانند شناوری، فشار هیدرواستاتیک و مقاومت وابسته به سرعت حرکت، شرایطی متفاوت از محیط خشکی ایجاد می‌کند. این شرایط می‌تواند منجر به کاهش بار مکانیکی وارد بر مفاصل، افزایش بازگشت وریدی، بهبود عملکرد قلبی-عروقی و افزایش کارایی متابولیکی شود (۱). مطالعات متعددی نشان داده‌اند که تمرینات در آب می‌توانند موجب بهبود شاخص‌های پروفایل لیپیدی شوند. در یک مرور نظام‌مند و فراتحلیل، گزارش شد که تمرینات آبی با کاهش کلسترول تام، تری‌گلیسیرید و LDL و افزایش HDL همراه است. این اثرات به ویژگی‌های منحصربه‌فرد محیط آب، از جمله شناوری، فشار هیدرواستاتیک و مقاومت آب، نسبت داده شده است که می‌توانند پاسخ‌های قلبی-عروقی و متابولیکی متفاوتی نسبت به تمرین در خشکی ایجاد کنند (۱۳). نتایج پژوهش‌های داخلی نیز نشان داده‌اند که تمرینات آبی می‌توانند به بهبود ترکیب بدن، توان هوازی و شاخص‌های لیپیدی کمک کنند (۱۴). همچنین، نویسندگان گزارش کردند که افزایش تعداد جلسات تمرینی در هفته با بهبود بیشتر شاخص‌های لیپیدی همراه است (۱۲). با وجود این، مطالعات بررسی‌شده عمدتاً اثر تمرینات در آب را با

گروه کنترل یا عدم تمرین مقایسه کرده‌اند و شواهد اندکی درباره مقایسه مستقیم یک برنامه تمرینی مشابه در دو محیط آب و خشکی وجود دارد (۱۲). همچنین، مرور نظام‌مند Bunæs-Næss و همکاران نشان داد که اگرچه تمرینات تناوبی پرفشار در آب از نظر برخی سازگاری‌های فیزیولوژیک می‌توانند اثربخشی مشابهی با تمرینات مشابه در خشکی داشته باشند، اما همچنان انجام مطالعات مقایسه‌ای بیشتر برای بررسی پاسخ‌های متابولیکی و شاخص‌های سلامت در دو محیط ضروری است (۱۱). با وجود مطالعات متعدد درباره اثرات تمرینات کراس فیت و همچنین تمرینات در آب بر شاخص‌های سلامت، شواهد موجود درباره مقایسه مستقیم اجرای تمرینات کراس فیت در محیط آب و خشکی، به‌ویژه از نظر تأثیر بر پروفایل لیپیدی و شاخص آتروژنیک پلاسما، محدود و گاه متناقض است (۱۱، ۱). از این‌رو، مقایسه این دو شیوه تمرینی می‌تواند شواهد علمی ارزشمندی برای انتخاب مؤثرترین روش تمرینی فراهم آورد. بر همین اساس، پژوهش حاضر با هدف مقایسه اثر هشت هفته تمرین کراس فیت در آب و خشکی بر پروفایل لیپیدی و شاخص آتروژنیک پلاسما در دانشجویان دختر انجام شد.



مواد و روش‌ها

پژوهش حاضر از نوع نیمه تجربی (پیش آزمون-پس آزمون) با دو گروه مداخله مستقل بود که به منظور بررسی اثر هشت هفته تمرین کراس فیت در آب و خشکی بر پروفایل لیپیدی و شاخص آتروژنیک پلاسما در دانشجویان دختر انجام شد. جامعه آماری شامل دانشجویان دانشگاه آزاد اسلامی واحد نیشابور در سال ۱۴۰۴ بود. پس از فراخوان و ثبت نام اولیه از دانشجویان دختر علاقمند به همکاری، اطلاعات لازم درباره ماهیت و نحوه اجرای تحقیق، خطرات احتمالی و نکات ضروری جهت شرکت در تحقیق به صورت شفاهی به آزمودنی‌ها داده شد. سپس بر اساس اطلاعات به دست آمده از پرسشنامه‌های ویژگی‌های فردی و سوابق پزشکی و ورزشی ۴۰ نفر از دانشجویان دختر که معیارهای ورود به تحقیق را داشتند به روش هدفمند و در دسترس گزینش شدند و در دو گروه تمرین در آب (۲۰ نفر: سن $20.94 \pm 3/40$ سال، قد $162.84 \pm 5/39$ سانتی متر، وزن $60.19 \pm 10/11$ کیلوگرم و شاخص توده بدنی $1/79 \pm$ $22/97 \text{ kg/m}^2$) و گروه تمرین در خشکی (۲۰ نفر: سن $20.74 \pm 10/21$ سال، قد $164.37 \pm 5/31$ سانتی متر، وزن $60.92 \pm 57/50$ کیلوگرم و شاخص توده بدنی $21/45 \pm 2/60 \text{ kg/m}^2$) قرار گرفتند. پیش از شروع برنامه تمرینی با استفاده از دستگاه آنالیز بدنی (TANITA) مدل (MC_780) قد، وزن و

شاخص توده بدنی شرکت کنندگان مورد سنجش قرار گرفت. شرایط ورود: دانشجویان دختر دارای سن ۱۸-۳۰ سال، عدم وجود موارد منع مصرف پزشکی، عدم وجود آسیب‌ها و کوفتگی‌هایی که می‌تواند در تمرینات مورد استفاده اختلال ایجاد کند، رضایت برای شرکت در مطالعه و اظهار انطباق با دستورالعمل‌ها، داشتن حداقل ۶ ماه فعالیت بدنی منظم. شرایط خروج: وجود موارد منع مصرف دارویی، وجود آسیب‌ها و کوفتگی‌هایی که می‌تواند در تمرینات کراس فیت اختلال ایجاد کند، سابقه بیماری‌های قلبی-عروقی یا مرتبط با آن، فشار خون بالا کنترل نشده، بیماری تنفسی که می‌تواند با ورزش با شدت بالا تشدید شود، جراحی بزرگ یا روش‌های پزشکی اخیر، مصرف داروهایی که ممکن است عملکرد ورزشی یا عملکرد قلبی-عروقی را مختل کنند. شرکت همزمان در سایر برنامه‌های ورزشی با شدت بالا، عدم رضایت برای شرکت در مطالعه یا عدم رعایت دستورالعمل‌ها. نحوه اندازه‌گیری متغیرهای خونی: پیش از نمونه‌گیری خونی به آزمودنی‌ها نکات مهم و ضروری درباره تغذیه، فعالیت بدنی منظم و ... یادآوری شد تا نسبت به رعایت آنها دقت لازم را به عمل آورند. به منظور جمع‌آوری نمونه‌های خونی گروه مداخله قبل و بعد از ۸ هفته تمرین، از آزمودنی‌ها خواسته شد ساعت ۶-۸ صبح، پس از ۱۴ ساعت ناشتایی در آزمایشگاه تخصصی



جهاد دانشگاهی در شهرستان نیشابور حاضر شوند. در خون‌گیری مرحله اول، از آزمودنی‌ها خواسته شد ۲۴ ساعت قبل از آزمایش خون از انجام هر نوع فعالیت ورزشی خودداری کنند. خون‌گیری مرحله دوم پس از ۸ هفته تمرین کراس فیت انجام گرفت. در هر مرحله خون‌گیری، از هر آزمودنی ۵ سی سی خون در وضعیت نشسته از سیاهرگ بازویی توسط متخصص آزمایشگاه گرفته شد. پروتکل تمرینی: تمرینات در هر هفته به صورت ۳ جلسه‌ای با توجه به جدول تمرینی (شماره ۱) که جلسه اول، تمرینات For Time یعنی در کمترین زمان ممکن حرکت تعیین شده را انجام دهید و جلسه دوم تمرینات AMRAP یعنی تا زمان تعیین شده تمرین را ادامه دهید و جلسه سوم تمرینات EMOM که ساختار تمرینی است که در آن شما یک ست تمرینات مشخص را در هر دقیقه انجام می‌دهید و همین طور تا پایان زمان مشخص شده ادامه می‌یابد، تنظیم و اجرا شد. گروه تمرین در خشکی تمرینات را در سالن ورزشی دانشکده تربیت بدنی دانشگاه آزاد نیشابور اجرا می‌کرد و گروه تمرین در آب همین تمرینات را در استخر دانشگاه آزاد در بخش کم عمق، انجام می‌داد. پیش از شروع مطالعه اصلی، به منظور بررسی امکان‌پذیری اجرای پروتکل تمرینی در دو محیط آب و خشکی، ارزیابی ایمنی حرکات و رفع مشکلات احتمالی، یک مطالعه پایلوت انجام شد. براساس

نتایج مطالعه پایلوت، اصلاحات لازم در ترتیب حرکات، نحوه اجرای تمرین و ملاحظات ایمنی اعمال شد. همچنین، شدت تمرین در طول دوره مداخله با رعایت اصل اضافه بار تدریجی و از طریق افزایش تعداد تکرارها و در صورت امکان افزایش بار تمرینی تنظیم شد. علاوه بر این، مدت هر جلسه، تعداد ست‌ها، زمان استراحت بین ست‌ها و ساختار کلی تمرین در هر دو گروه یکسان در نظر گرفته شد تا شدت نسبی تمرین تا حد امکان بین دو گروه همسان سازی شود. در تمرینات مقاومتی، شدت تمرین براساس ۵۰ تا ۶۰ درصد یک تکرار بیشینه و متناسب با سطح آمادگی جسمانی هر شرکت کننده تعیین شد. همچنین با رعایت اصل اضافه بار تدریجی، در طول دوره مداخله در صورت نیاز تعداد تکرارها یا بار تمرینی افزایش یافت. حداکثر زمان تمرین در یک جلسه ۶۰ دقیقه بود.



تمرین روزانه هر جلسه	گرم کردن - زمان	برنامه تمرینی	تعداد رانند(ست)- زمان	تکرار	استراحت	تمرین	سرد کردن
جلسه ۱ هر هفته	تمرینات کششی و جنبشی ۱۵ دقیقه	For time	۱	۲۱ ۸*۲۱ ۳۰	بین هر ست ۱ دقیقه استراحت	اسکات پرشی کلین دمبل ددلیفت سومو با کشش بالا دویدن ۹*۸ متر پروانه زدن پاشنه به باسن	تمرینات کششی و راه رفتن ۱۰ دقیقه
				۱۵ ۸*۱۵ متر ۴۰		اسکات پرشی کلین دمبل ددلیفت سومو با کشش بالا دویدن ۹*۸ متر پروانه زدن پاشنه به باسن	
				۹ ۹*۸ ۵۰		اسکات پرشی کلین دمبل ددلیفت سومو با کشش بالا دویدن ۹*۸ متر پروانه زدن پاشنه به باسن	
جلسه ۲ هر هفته	تمرینات کششی و جنبشی ۲۲ دقیقه	AMRAP ۳ ست	ست (۱) ۷ دقیقه	۱۰ تکرار	استراحت بین هر ست ۳ دقیقه	اسنچ با دمبل بک اسکات پرس شانه زیر بغل دمبل جفت خم جلو بازو بادمبل زانوبه آرنج	
				۱۰ تکرار ۲۰ تکرار		سویینگ دمبل پوش پرس بالا بردن دمبل به جلو زانوبلند پشت بازو پوش داوون	
				۴ دقیقه		دویدن	
جلسه ۳ هر هفته	تمرینات کششی و جنبشی ۱۵ دقیقه	EMOM ۲۴ دقیقه	دقیقه ۱ دقیقه ۲ دقیقه ۳ دقیقه ۴ دقیقه ۵	۱۰	دقیقه ششم	کلین دمبل	
				۱۲		لانگ با هالتر رو شانه	
				۳۰ متر		راه رفتن با وزنه در دست ها	
				۱۲		اسکات گابلت	
				۴۰		اسکات پرس	

جدول تمرینی (شماره ۱)



روش آماری

وابسته برای بررسی تغییرات درون گروهی استفاده شده‌است. برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از نرم افزار SPSS/۲۶ استفاده گردید.

به منظور بررسی نرمال بودن داده ها از آزمون شاپیرو-ویلک و از آزمون لون برای طبیعی بودن واریانس گروه ها استفاده شد. پس از مشخص شدن طبیعی بودن توزیع داده ها و همگنی واریانس ها، به منظور تجزیه و تحلیل آماری داده ها و مقایسه بین گروه ها از آزمون تحلیل کوواریانس در سطح معناداری $P < 0.05$ و از آزمون تی

یافته‌ها

میانگین خصوصیات آزمودنی ها دو گروه تمرینی شامل سن، قد، وزن و شاخص توده بدنی (BMI) آزمودنی‌های دو گروه پژوهش در جدول شماره ۱، ارائه شده‌است.

جدول ۱. شاخص های آنترپومتریکی و فیزیولوژیکی آزمودنی‌ها

گروه		خصوصیات آزمودنی‌ها	
گروه تمرین در آب	گروه تمرین در خشکی		
۲۰/۹۴ ± ۳/۴۰	۲۱/۱۰ ± ۲/۷۴	سن (سال)	
۱۶۲/۸۴ ± ۵/۳۹	۱۶۴/۳۷ ± ۵/۳۱	قد (cm)	
۶۰/۱۹ ± ۱۰/۱۱	۵۷/۵۰ ± ۶/۹۲	پیش آزمون	وزن (kg)
۵۵/۱۴ ± ۶/۸۵	۵۶/۳۵ ± ۶/۵۵	پس آزمون	
۲۲/۹۷ ± ۱/۷۹	۲۱/۴۵ ± ۲/۶۰	پیش آزمون	شاخص توده بدنی (kg/m ²)
۱۹/۱۳ ± ۳/۱۱	۲۰/۸۶ ± ۲/۸۳	پس آزمون	

نسبت به گروه تمرین در خشکی نشان داد. بااین حال، تفاوت بین گروهی در مقادیر VLDL و LDL از نظر آماری معنادار نبود ($P > 0.05$). همچنین نتایج آزمون تی وابسته نشان داد که پس از هشت هفته تمرین کراس فیت، تغییرات معناداری در برخی مؤلفه های پروفایل لیپیدی در هر دو گروه مشاهده شد. در گروه تمرین کراس فیت در

نتایج تحلیل کوواریانس با کنترل مقادیر پیش آزمون نشان داد که بین دو گروه تمرین کراس فیت در آب و خشکی، تفاوت معناداری در مقادیر پس آزمون تری گلیسیرید (0.002)، کلسترول تام (0.002) و HDL (0.001) وجود دارد، به طوری که گروه تمرین در آب کاهش بیشتری در تری گلیسیرید و کلسترول تام و افزایش بیشتری در HDL



آب، مقادیر تری گلیسیرید ($0/001$) و کلسترول تام ($P < 0.05$)، اما تغییرات HDL و LDL در این گروه از نظر آماری معنادار نبود ($P > 0.05$). نتایج آزمون تی وابسته نشان داد که شاخص آتروژنیک پلاسما در هر دو گروه تمرین کراس فیت در آب ($0/018$) و خشکی ($0/025$) پس از هشت هفته تمرین به طور معناداری کاهش یافت. با این حال، تفاوت بین گروهی در مقدار آتروژنیک پلاسما از نظر آماری معنادار نبود ($P < 0/25$).

آب، مقادیر تری گلیسیرید ($0/001$) و کلسترول تام ($0/003$) و VLDL ($0/004$) خون به طور معناداری کاهش یافت، در حالی که سطح لیپوپروتئین با چگالی بالا (HDL) افزایش معناداری نشان داد ($0/029$). در گروه تمرین کراس فیت در خشکی نیز نتایج آزمون تی وابسته کاهش معنادار تری گلیسیرید ($0/009$) و کلسترول تام ($0/035$) و VLDL ($0/024$) خون را پس از دوره تمرینی نشان داد.

جدول شماره ۲. نتایج تحلیل کوواریانس

P بین گروهی	F	P میانگین و انحراف معیار			گروه تمرینی	متغیر
		درون گروهی	پس آزمون	پیش آزمون		
$0/002^*$	۱۱/۶۵	$0/003^*$	$132/53 \pm 25/44$	$154/00 \pm 24/12$	کراس فیت در آب	کلسترول
		$0/035^*$	$139/96 \pm 31/14$	$152/24 \pm 22/06$	کراس فیت در خشکی	
$0/62$	$0/24$	$0/20$	$73/94 \pm 14/97$	$78/57 \pm 16/34$	کراس فیت در آب	لیپو پروتئین کم چگالی
		$0/77$	$71/94 \pm 18/99$	$73/42 \pm 22/46$	کراس فیت در خشکی	
$0/001^*$	۲/۲۳	$0/029^*$	$62/31 \pm 8/66$	$53/42 \pm 10/37$	کراس فیت در آب	لیپو پروتئین پر چگالی
		$0/077$	$53/47 \pm 10/96$	$49/21 \pm 9/30$	کراس فیت در خشکی	
$0/60$	$0/65$	$0/004^*$	$15/27 \pm 5/24$	$12/87 \pm 6/68$	کراس فیت در آب	لیپو پروتئین بسیار کم چگالی
		$0/024^*$	$16/44 \pm 3/88$	$14/40 \pm 4/47$	کراس فیت در خشکی	
$0/002^*$	۱۱/۶۵	$0/001^*$	$89/74 \pm 18/93$	$129/89 \pm 29/28$	کراس فیت در آب	تری گلیسیرید
		$0/009^*$	$92/31 \pm 24/10$	$120/58 \pm 31/28$	کراس فیت در خشکی	
$0/25$	۱/۳۶	$0/018^*$	$0/20 \pm 0/11$	$0/34 \pm 0/02$	کراس فیت در آب	شاخص آتروژنیک پلاسما
		$0/025^*$	$0/26 \pm 0/19$	$0/36 \pm 0/02$	کراس فیت در خشکی	



بحث

نتایج پژوهش حاضر نشان داد که هشت هفته تمرین کراس فیت در هر دو محیط آب و خشکی موجب بهبود پروفایل لیپیدی شد. کاهش معنادار کلسترول تام (TC)، تری گلیسیرید (TG) همراه با افزایش HDL-C، نشان می‌دهد که تمرینات کراس فیت می‌توانند از طریق بهبود متابولیسم لیپیدها، خطر بروز بیماری‌های قلبی-عروقی را کاهش دهند. هرچند در اکثر متغیرها اختلاف بین دو گروه از نظر آماری معنی‌دار نبود، اما روند تغییرات نشان داد که تمرین در آب، به‌ویژه در کاهش تری گلیسیرید و همچنین کلسترول، اثربخشی بیشتری دارد. این یافته بیانگر آن است که هر دو محیط تمرینی قادر به ایجاد سازگاری‌های متابولیکی مطلوب هستند، اما ویژگی‌های فیزیولوژیکی محیط آب ممکن است شدت این سازگاری‌ها را افزایش دهد.

نتایج پژوهش حاضر با یافته‌های مطالعات متعدد داخلی و خارجی همسو است. Kraus و همکاران نشان دادند که افزایش حجم و شدت فعالیت بدنی موجب کاهش کلسترول تام، LDL-C و تری گلیسیرید می‌شود و پاسخ لیپوپروتئین‌ها به تمرین تا حد زیادی به میزان انرژی مصرف‌شده وابسته است (۱۵). در زمینه تمرینات عملکردی نیز Smith و همکاران و

Domaszewski و همکاران نشان دادند که برنامه‌های کراس فیت می‌توانند علاوه بر بهبود آمادگی جسمانی، موجب کاهش تری گلیسیرید و بهبود شاخص‌های خطر قلبی-عروقی شوند (۷، ۱۶). علاوه بر این، مرور نظام‌مند Claudino و همکاران نیز بیان کرد که تمرینات کراس فیت با افزایش آمادگی هوازی و بی‌هوازی و کاهش درصد چربی بدن، زمینه را برای بهبود شاخص‌های متابولیکی فراهم می‌کنند (۶).

مطالعات انجام‌شده در محیط آب نیز نتایج مشابهی را گزارش کرده‌اند. Bocalini و همکاران، Costa و همکاران، Cunha و همکاران و Raffaelli و همکاران همگی نشان دادند که تمرینات منظم در آب موجب بهبود پروفایل لیپیدی، کاهش درصد چربی بدن و افزایش ظرفیت عملکردی می‌شود (۱۲، ۱۷، ۱۸، ۱۹). همچنین Tang و همکاران و Kwok و همکاران گزارش کردند که تمرینات تناوبی شدید در آب علاوه بر افزایش آمادگی قلبی-تنفسی، پاسخ‌های متابولیکی مطلوبی ایجاد کرده و می‌تواند موجب کاهش عوامل خطر قلبی-عروقی شود (۱، ۲۰). نتایج متاآنالیز Nogami و Igarashi نیز تأیید کرد که تمرینات هوازی



در آب به طور معنی داری باعث کاهش تری گلیسیرید و افزایش HDL-C می شوند (۱۷).

در مطالعات داخلی نیز یافته های پژوهش حاضر با نتایج رضانی، مقدم و همکاران، مقیمی سارانی، قلندری، بابایی بناب همخوانی دارد که همگی اثر مطلوب تمرینات هوازی، تمرینات در آب یا تمرینات کراس فیت را بر بهبود پروفایل لیپیدی گزارش کرده اند (۱۴، ۲۱، ۲۲، ۲۳، ۲۴).

بهبود پروفایل لیپیدی مشاهده شده در پژوهش حاضر را می توان با مجموعه ای از سازگاری های متابولیکی ناشی از تمرینات کراس فیت توضیح داد. تمرینات عملکردی با شدت بالا موجب افزایش فعالیت آنزیم لیپوپروتئین لیپاز (LPL) می شوند؛ آنزیمی که نقش اصلی در هیدرولیز تری گلیسیرید موجود در شیلومیکرون ها و لیپوپروتئین های با چگالی بسیار کم (VLDL) دارد (۲۵، ۲۸). در نتیجه، برداشت اسیدهای چرب آزاد توسط عضلات فعال افزایش یافته و غلظت TG و VLDL در گردش خون کاهش می یابد. علاوه بر این، افزایش فعالیت بدنی موجب بهبود حساسیت به انسولین، افزایش ظرفیت اکسیداسیون چربی ها، کاهش سنتز تری گلیسیرید در کبد و افزایش بیان گیرنده های LDL می شود که در نهایت کاهش LDL-C و

کلسترول تام را به دنبال دارد (۲۶، ۲۷). از سوی دیگر، افزایش فعالیت آنزیم LCAT و تقویت فرآیند انتقال معکوس کلسترول توسط HDL، خروج کلسترول از بافت های محیطی و دیواره عروق را تسهیل کرده و در نتیجه خطر تشکیل پلاک های آترواسکلو تیک کاهش می یابد (۲۵، ۲۸). این مکانیسم ها می توانند تغییرات مشاهده شده در پژوهش حاضر را توجیه کنند.

علاوه بر این، شواهد حاصل از مرورهای نظام مند و متاآنالیزهای اخیر نشان می دهد که بهبود پروفایل لیپیدی محدود به یک نوع تمرین خاص نیست، بلکه اغلب برنامه های تمرینی با شدت متوسط تا زیاد، در صورت اجرای منظم، موجب کاهش TC، LDL-C، TG و VLDL و افزایش HDL-C می شوند (۱۲، ۱۳). Pourmontaseri و همکاران (۲۰۲۴) در یک مرور نظام مند و متاآنالیز گزارش کردند که تمرینات هوازی و مقاومتی هر دو اثر معنی داری بر بهبود شاخص های لیپیدی دارند (۲۹). همچنین Smart و همکاران (۲۰۲۵) نشان دادند که تمرین منظم، مستقل از نوع برنامه تمرینی، باعث بهبود معنی دار پروفایل لیپیدی و کاهش خطر بیماری های قلبی-عروقی می شود (۳۰). نتایج این مطالعات از یافته های پژوهش حاضر حمایت می کنند و نشان می دهند که پاسخ لیپیدهای خون



بیشتر تحت تأثیر شدت، حجم و تداوم تمرین قرار دارد تا صرفاً نوع فعالیت ورزشی. اگرچه در پژوهش حاضر اختلاف بین دو گروه برای همه متغیرها از نظر آماری معنی‌دار نبود، اما روند تغییرات نشان داد که تمرینات کراس فیت در آب، به‌ویژه در کاهش تری‌گلیسیرید، کلسترول تام و VLDL و همچنین افزایش HDL اثربخشی بیشتری نسبت به تمرین در خشکی داشت. این برتری را می‌توان با ویژگی‌های منحصربه‌فرد محیط آب تبیین کرد. شناوری آب با کاهش نیروی وزن وارد بر مفاصل، امکان اجرای تمرینات با شدت نسبتاً بالا و مدت بیشتر را با فشار مکانیکی کمتر فراهم می‌کند. از سوی دیگر، مقاومت یکنواخت و چندجهتی آب سبب درگیری هم‌زمان گروه‌های عضلانی بیشتری شده و هزینه انرژی فعالیت را افزایش می‌دهد. همچنین فشار هیدرواستاتیک آب با بهبود بازگشت وریدی، افزایش حجم ضربه‌ای قلب و بهبود خون‌رسانی محیطی، کارایی دستگاه قلبی-عروقی را در طول تمرین افزایش می‌دهد که مجموعه این سازگاری‌ها می‌تواند به افزایش اکسیداسیون چربی‌ها و بهبود متابولیسم لیپیدها منجر شود (۱۱، ۱۲، ۱۳).

این تبیین با نتایج مطالعات پیشین نیز همخوانی دارد. Bocalini و همکاران گزارش کردند که تمرینات هوازی

در آب موجب بهبود پروفایل لیپیدی و کاهش درصد چربی بدن در زنان سالمند می‌شود (۱۷). Costa و همکاران نیز نشان دادند که تمرینات مبتنی بر آب علاوه بر بهبود آمادگی جسمانی، موجب کاهش شاخص‌های خطر متابولیک در زنان چاق می‌شود (۱۲). همچنین Cunha و همکاران در زنان مبتلا به دیس‌لیپیدمی و Raffaelli و همکاران در زنان جوان سالم، بهبود معنی‌دار شاخص‌های لیپیدی و عملکردی را پس از تمرینات آبی گزارش کردند (۱۸، ۱۹). علاوه بر این، Tang و همکاران (۲۰۲۲) نشان دادند که تمرینات تناوبی شدید در آب موجب بهبود عملکرد قلبی-عروقی، عملکرد اندوتلیال، آمادگی هوازی و شاخص‌های کاردیومتابولیک می‌شود که این نتایج می‌تواند توضیح‌دهنده روند مطلوب‌تر مشاهده‌شده در گروه تمرین در آب باشد (۲۰). از سوی دیگر، Igarashi و Nogami (۲۰۱۹) در یک متاآنالیز گزارش کردند که تمرینات استقامتی در آب به‌طور معنی‌داری موجب کاهش تری‌گلیسیرید و افزایش HDL-C می‌شوند (۱۳). همچنین Meier در مرور نظام‌مند خود نتیجه گرفتند که ترکیب تمرینات آبی و خشکی می‌تواند نسبت به اجرای تمرینات صرفاً در خشکی، پیامدهای مطلوب‌تری بر آمادگی جسمانی، ترکیب بدن و برخی



و در دو گروه موجب شده است اختلاف بین گروهی به سطح معنی داری نرسد.

با این حال، بررسی تغییرات درون گروهی نشان داد که شاخص آتروژنیک پلاسما در هر دو گروه پس از هشت هفته تمرین به طور معناداری کاهش یافت. از آنجا که AIP از نسبت لگاریتمی تری گلیسیرید به HDL-C محاسبه می شود، کاهش این شاخص بیانگر بهبود همزمان متابولیسم لیپیدها، کاهش تری گلیسیرید و بهبود وضعیت لیپوپروتئین های است و می تواند نشان دهنده کاهش خطر بروز بیماری های قلبی-عروقی باشد. این یافته با نتایج رضانی (۱۳۹۶) همسو است که کاهش معنی دار شاخص آتروژنیک را پس از یک دوره تمرین هوازی و ترکیبی در زنان دارای اضافه وزن گزارش کرد (۱۴). در مطالعات Domaszewski و همکاران (۲۰۲۴) پس از شش هفته تمرین کراس فیت کاهش شاخص آتروژنیک پلاسما را در مردان جوان سالم گزارش کردند (۷). افزون بر این، Tang و همکاران (۲۰۲۲) نشان دادند که تمرینات ورزشی در آب موجب کاهش شاخص آتروژنیک و بهبود پروفایل لیپیدی در افراد دارای اضافه وزن می شود (۲۰).

شاخص های متابولیکی ایجاد کند (۳۱). این یافته ها از این فرضیه حمایت می کنند که ویژگی های فیزیکی محیط آب می تواند پاسخ های فیزیولوژیک مطلوب تری را در برخی شاخص ها ایجاد کند.

با این حال، از آنجا که در پژوهش حاضر اختلاف بین دو گروه برای همه متغیرها معنی دار نبود، به نظر می رسد عوامل دیگری مانند مدت نسبتاً کوتاه دوره تمرینی، حجم نمونه، وضعیت اولیه آزمودنی ها و تفاوت های فردی در پاسخ به تمرین نیز در نتایج نقش داشته باشند. بنابراین، هرچند روند تغییرات به نفع تمرین در آب بود، برای اثبات برتری قطعی این محیط تمرینی انجام مطالعات با دوره های طولانی تر، حجم نمونه بیشتر و کنترل دقیق تر عوامل تغذیه ای و سبک زندگی ضروری است.

نتایج پژوهش حاضر نشان داد که پس از هشت هفته تمرین کراس فیت، تفاوت بین دو گروه تمرین در آب و خشکی از نظر شاخص آتروژنیک پلاسما (AIP) از نظر آماری معنادار نبود. این یافته نشان می دهد که اگرچه هر دو شیوه تمرینی توانسته اند اثرات مطلوبی بر این شاخص داشته باشند، اما برتری مشخصی برای تمرین در آب نسبت به تمرین در خشکی مشاهده نشد. احتمالاً مدت نسبتاً کوتاه مداخله، حجم نمونه محدود



از دیدگاه فیزیولوژیکی، کاهش شاخص آتروژنیک را می‌توان ناشی از افزایش فعالیت آنزیم لیپوپروتئین لیپاز (LPL)، افزایش برداشت تری‌گلیسیرید از گردش خون، بهبود حساسیت به انسولین، افزایش اکسیداسیون اسیدهای چرب و افزایش انتقال معکوس کلسترول توسط HDL دانست. مجموعه این سازگاری‌ها موجب کاهش نسبت TG به HDL-C شده و در نتیجه مقدار AIP کاهش می‌یابد. از آنجا که AIP یکی از شاخص‌های معتبر پیش‌بینی‌کننده خطر آترواسکلروز، مقاومت به انسولین و بیماری‌های قلبی-عروقی محسوب می‌شود، کاهش آن از نظر بالینی نیز اهمیت قابل توجهی دارد. با وجود کاهش معنی‌دار در هر دو گروه، عدم مشاهده اختلاف بین گروهی احتمالاً ناشی از کوتاه بودن دوره تمرین، تعداد محدود آزمودنی‌ها و کنترل نشدن کامل رژیم غذایی و سایر عوامل مرتبط با سبک زندگی است. مطالعات طولانی‌تر نشان داده‌اند که تغییرات AIP معمولاً پس از ۱۲ تا ۲۴ هفته تمرین آشکارتر می‌شود؛ بنابراین احتمال دارد با افزایش مدت مداخله، تفاوت بین دو محیط تمرینی نیز به سطح معنی‌داری برسد.

از محدودیت‌های پژوهش حاضر، نبود گروه کنترل بدون تمرین بود. بنابراین، اگرچه تفاوت‌های مشاهده‌شده بین دو

گروه می‌تواند بیانگر تفاوت اثر دو محیط تمرینی باشد، نمی‌توان احتمال تأثیر سایر عوامل را به‌طور کامل رد کرد. پیشنهاد می‌شود در مطالعات آینده، علاوه بر مقایسه دو محیط تمرینی، یک گروه کنترل نیز در طراحی پژوهش لحاظ شود.

نتیجه‌گیری

نتایج تحقیق حاضر نشان داد که هر دو نوع تمرین اثرات مثبتی بر متغیرهای مورد بررسی داشتند، اما شدت و نوع تغییرات بسته به محیط تمرین متفاوت بود. تمرینات در آب نسبت به خشکی موجب بهبود چشمگیرتر HDL، تری‌گلیسیرید و کلسترول تام شدند. این یافته‌ها نشان می‌دهد که تمرینات کراس فیت به دلیل ماهیت ترکیبی (هوازی + بی‌هوازی + مقاومتی) و شدت بالا، موجب سازگاری‌های چند بعدی در بدن می‌شوند. درعین حال، محیط تمرین نقش مهمی در جهت دهی به این سازگاری‌ها ایفا می‌کند؛ محیط آبی نسبت به محیط خشکی، بیشتر باعث بهبود شاخص‌های متابولیک و قلبی-عروقی می‌شود.

تشکر و قدردانی

بدین وسیله از همکاری دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی دانشگاه آزاد نیشابور و تمامی افرادی که در این مطالعه مشارکت داشته‌اند، تشکر و قدردانی می‌شود.



تعارض منافع

کد اخلاق (IR.IAU.NEYSHABUR.REC.1404.005) که در

هیچکدام از نویسندگان این مطالعه، تعارض منافی

کمیته اخلاق دانشگاه آزاد نیشابور اخذ گردیده است. کلیه

برای انتشار این مقاله ندارند.

مراحل پژوهش مطابق با اصول اخلاقی کمیته پژوهشی

ملاحظات اخلاقی و کد اخلاق

دانشگاه آزاد اسلامی واحد نیشابور انجام شد و رضایت نامه

مطالعه حاضر با رعایت کامل مفاد اخلاق در پژوهش با

آگاهانه کتبی از همه آزمودنی ها اخذ گردید.

References

1. Kwok MM, Poon ET, Ng SS, Lai MC, So BC. Effects of aquatic versus land high-intensity interval training on acute cardiometabolic and perceptive responses in healthy young women. *Int J Environ Res Public Health*. 2022;19(24):16761.
2. Del Bianco V, da Silva Ferreira G, Bochi APG, Pinto PR, Rodrigues LG, Furukawa LNS, et al. Aerobic exercise training protects against insulin resistance, despite low-sodium diet-induced increased inflammation and visceral adiposity. *Int J Mol Sci*. 2024;25(18):10179. Doi:10.3390/ijms251810179.
3. Rodwell VW, Bender DA, Botham KM, Kennelly PJ, Weil PA. *Harper's Illustrated Biochemistry*. 32nd ed. New York: McGraw-Hill Education; 2021.
4. Dobiášová M. Atherogenic index of plasma [log(triglycerides/HDL-cholesterol)]: theoretical and practical implications. *Clin Chem*. 2004;50(7):1113-1115. doi:10.1373/clinchem.2004.033175.
5. Meyer J, Morrison J, Zuniga J. The benefits and risks of CrossFit: a systematic review. *Work*. 2017;57(3):371–380. Doi:10.3233/WOR-172513.
6. Claudino JG, Gabbett T, Bourgeois F, et al. CrossFit overview: systematic review and meta-analysis. *Sports Med Open*. 2018; 4:14.
7. Domaszewski P, Konieczny M, Skorupska E, Ozner D, Sadowska-Krepa E. Effect of six weeks of CrossFit training on blood lipid profile and atherogenic index of plasma in young healthy men: a pilot study. *Biomed Hum Kinet*. 2024;16(1):185–193.
8. Kraus WE, Houmard JA, Duscha BD, Knetzger KJ, Wharton MB, McCartney JS, et al. Effects of the amount and intensity of exercise on plasma lipoproteins. *N Engl J Med*. 2002;347(19):1483–1492. Doi:10.1056/NEJMoa020194.
9. Hejrtmanek KR. *The Cult of CrossFit: Christianity and the American Exercise Phenomenon*. New York: Routledge; 2025.
10. Dominski FH, Siqueira TC, Serafim TT, Andrade A. Psychological variables of CrossFit participants: a systematic review. *International Journal of Sport and Exercise Psychology*. 2021;19(5):748-765. doi:10.1080/1612197X.2020.1787748.
11. Bunæs-Næss H, Kvæl LAH, Nilsson BB, Heywood S, Heiberg KE, et al. Aquatic high-intensity interval training (HIIT) may be similarly effective to land-based HIIT in improving exercise capacity in people with chronic conditions: a systematic review and meta-analysis. *BMJ Open Sport Exerc Med*. 2023;9(4):e001639. doi:10.1136/bmjsem-2023-001639.
12. Costa RR, Barroso BM, Buttelli ACK, Vieira AF, Rocha VMB, Reichert T, et al. The role of variables of aquatic training performed in the upright position in improving the lipid profile of adults: systematic review with meta-analysis and meta regression. *Sci Rep*. 2025;15:45564. doi:10.1038/s41598-025-28533-1.
13. Igarashi Y, Nogami Y. Response of lipids and lipoproteins to regular aquatic endurance exercise: a meta-analysis of randomized controlled trials. *J Atheroscler Thromb*. 2019;26(1):14-30. doi:10.5551/jat.42937.



14. Ramazani Shokr Z. The effect of eight-week aerobic training with and without green tea supplementation on atherogenic ratio and ABCG8 gene expression in PBMC in overweight women [PhD thesis]. Islamic Azad University of Neyshabur; 2017. [Persian]
15. Kraus WE, Houmard JA, Duscha BD, Knetzger KJ, Wharton MB, McCartney JS, et al. Effects of the amount and intensity of exercise on plasma lipoproteins. *N Engl J Med*. 2002;347(19):1483–1492. Doi:10.1056/NEJMoa020194.
16. Smith MM, Sommer AJ, Starkoff BE, Devor ST. CrossFit-based high-intensity power training improves maximal aerobic fitness and body composition. *J Strength Cond Res*. 2013;27(11):3159–3172.
17. Bocalini, D. S., Serra, A. J., dos Santos, L., Murad, N., & Levy, R.F. (2008). Water- versus land-based exercise programs: Effects on body composition and lipid profile in older women. *Aging Clinical and Experimental Research*, 20(4), 310–315. <https://doi.org/10.1007/BF03324864>.
18. Cunha, R. M., de Oliveira, R. J., de Oliveira, A. J., Ferreira, L., & de Almeida-Neto, P. F. (2018). Aquatic exercise on lipid profile and functional capacity in women with dyslipidemia. *Journal of Exercise Rehabilitation*, 14(6), 1013–1020. <https://doi.org/10.12965/jer.1836412.189>.
19. Raffaelli, C., Lanza, M., & Zamparo, P. (2016). Water-based training enhances both physical capacities and body composition in healthy young adult women. *Sport Sciences for Health*, 12, 195–207.
20. Tang, S., Huang, W., Wang, S., Wu, Y., Guo, L., Huang, J., & Hu, M. (2022). Effects of aquatic high-intensity interval training and moderate-intensity continuous training on central hemodynamic parameters, endothelial function and aerobic fitness in inactive adults. *Journal of Exercise Science & Fitness*, 20(3), 256–262.
21. Sarani A, Moghadami M. The effect of 12 weeks of CrossFit training on physical fitness factors and blood profile in inactive young men [Master's thesis]. Islamic Azad University of Marvdasht; 2020. [Persian]
22. Babayi Bonab S, Dastah S. Effect of combined aquatic exercise on insulin resistance, lipid profile and inflammatory markers in women with metabolic syndrome. *Research in Sport Sciences (Physical Education Research)*. 2020;18(2):45–58. [Persian]
23. Moghadam M, Shakarian M, Nikbakht M. The effect of a period of CrossFit training on serum fetuin B levels and lipid profile in women with type 2 diabetes. *Sport Sci Bio Mot*. 2021;13(25):57–66. [Persian]
24. Ghalandari A. Effect of aquatic exercise on body mass index, lipid profile and atherogenic factors in obese middle-aged women. *Jundishapur Scientific Medical Journal*. 2022;21(5):638–649. [Persian]
25. Garber CE, Blissmer B, Deschenes MR, Franklin BA, Lamonte MJ, Lee IM, et al. American College of Sports Medicine position stand. Quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory, musculoskeletal, and neuromotor fitness in apparently healthy adults: guidance for prescribing exercise. *Med Sci Sports Exerc*. 2011;43(7):1334–1359. doi: 10.1249/MSS.0b013e318213fefb.
26. Gibala MJ, Little JP, Macdonald MJ, Hawley JA. Physiological adaptations to low-volume, high-intensity interval training in health and disease. *J Physiol*. 2012;590(5):1077–1084. doi:10.1113/jphysiol.2011.224725.
27. Romijn JA, Coyle EF, Sidossis LS, Gastaldelli A, Horowitz JF, Endert E, et al. Regulation of endogenous fat and carbohydrate metabolism in relation to exercise intensity and duration. *Am J Physiol*. 1993;265(3 Pt 1):E380–E391. doi:10.1152/ajpendo.1993.265.3. E 380.
28. Kiens B. Skeletal muscle lipid metabolism in exercise and insulin resistance. *Physiol Rev*. 2006;86(1):205–243. doi:10.1152/physrev.00023.2004.
29. Pourmontaseri H, Farjam M, Dehghan A, Karimi A, Akbari M, Shahabi S, et al. The effects of aerobic and resistant exercises on the lipid profile in healthy women: a systematic review and meta-analysis. *J Physiol Biochem*. 2024;80(4):713–725. doi:10.1007/s13105-024-01030-1.
30. Smart NA, Downes D, van der Touw T, Hada S, Dieberg G, Pearson MJ, et al. The effect of exercise training on blood lipids: a systematic review and meta-analysis. *Sports Med*. 2025;55(1):67–78. doi:10.1007/s40279-024-02115-z.
31. Meier, N. F., & Brown, L. E. (2023). Combined aquatic and land-based training improves performance outcomes in athletes: A systematic review. *Sports Medicine*, 53(4), 765–781. <https://doi.org/10.1007/s40279-022-01698-3>.



Effects of Eight Weeks of CrossFit Training in Water and on Land on Plasma Lipid Profile and Atherogenic Index Female Students

Fatemeh Shahmiri¹, Mahbanou Ghaderi^{*2}, Amene Barjaste Yazdi³, Soheila Gohar Rokhi³

1- M. Sc.In Applied Exercise Physiology, Department of Physical Education, Neyshabur Branch, Islamic Azad University, Neyshabur, Iran

2- Department of sport science, Nahavand Higher Education Complex, BU-Ali Sina University, Hamedan, Iran

3- Physical Education Group, Neyshabur Branch, Islamic Azad University, Neyshabur, Iran

Type of Article Original Research

Received: 21/12/2025

Accepted: 11/8/2026

*Corresponding Author:

Mahbanou Ghaderi,
Department of sport
science, Nahavand Higher
Education Complex, BU-
Ali Sina University,
Hamedan, Iran

TEL: 09185082691

Email: m.ghaderi@basu.ac.ir

ABSTRACT

Introduction

Dyslipidemia and increased atherogenic indices are among the most important risk factors for cardiovascular diseases. Exercises such as CrossFit, due to their combined and intensive nature, are considered effective interventions for improving plasma lipid levels and reducing cardiovascular risk factors; however, there is limited evidence regarding the comparison of these exercises in aquatic and land environments.

Methods

Forty participants meeting the inclusion criteria were selected and randomly assigned to two groups of 20 (aquatic CrossFit and land-based CrossFit). The training program in both groups consisted of eight weeks of exercise, three sessions per week, with controlled intensity and duration. The research variables included lipid profile (total cholesterol, triglycerides, HDL-C, LDL-C, and VLDL) and atherogenic index (log TG/HDL-C), which were measured in pre-test and post-test stages. Paired t-test was used to compare within-group changes, and ANCOVA was applied for between-group comparisons. The significance level in all tests was set at $p \leq 0.05$.

Results

The findings showed that both training methods resulted in significant improvements in lipid profile and reductions in atherogenic index ($p \leq 0.05$). However, comparison between the two groups revealed that aquatic CrossFit was more effective than land-based CrossFit in improving HDL-C ($p < 0.001$) and reducing TG ($p = 0.002$) and total cholesterol ($p = 0.002$).

Conclusion

CrossFit training, whether performed in water or on land, can be effective in improving cardiovascular health; however, aquatic training provides greater benefits for young female students.

Keywords

Aquatic CrossFit, Land-based CrossFit, Lipid profile, Atherogenic index

► Please cite this article as: Shahmiri F, Ghaderi M, Barjaste Yazdi A, Gohar Rokhi S. Effects of Eight Weeks of CrossFit Training in Water and on Land on Plasma Lipid Profile and Atherogenic Index Female Students. *J Neyshabur Univ Med Sci* 2026;13(3)