
مقایسه اثر تمرینات هوازی و مقاومتی بر شاخص توده بدنی (BMI) نوجوانان پسر دوره اول متوسطه

مهدی میرزائی^۱

۱. کارشناسی ارشد تربیت بدنی گرایش فیزیولوژی ورزشی دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج

چکیده

روند رو به رشد چاقی و اضافه وزن در میان نوجوانان به یکی از مهم ترین چالش های بهداشت عمومی در جوامع معاصر تبدیل شده است که نیازمند مداخلات پیشگیرانه و درمانی مؤثر می باشد. دوره اول متوسطه به عنوان یک مرحله گذار حساس در رشد جسمانی و روانی، نیازمند توجه ویژه به الگوهای فعالیت بدنی و تغییرات ترکیب بدنی است. هدف از این پژوهش مروری، بررسی و مقایسه اثرات دو شیوه تمرینی پرکاربرد، یعنی تمرینات هوازی و تمرینات مقاومتی، بر شاخص توده بدنی نوجوانان پسر در این مقطع تحصیلی است. در این راستا، سازوکارهای فیزیولوژیک مرتبط با هر یک از این روش های تمرینی و نحوه تأثیر آن ها بر متابولیسم پایه، اکسیداسیون چربی ها و توسعه توده بدون چربی مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته است. بررسی متون نشان می دهد که تمرینات هوازی عمدتاً از طریق افزایش مصرف انرژی در طول فعالیت و بهبود ظرفیت قلبی-عروقی منجر به کاهش توده چربی می شوند، در حالی که تمرینات مقاومتی با تحریک هایپرتروفی عضلانی و افزایش نرخ متابولیسم پایه، نقش کلیدی در کنترل وزن بلندمدت و تغییر مطلوب ترکیب بدنی ایفا می کنند. نتایج حاکی از آن است که اگرچه هر دو روش تمرینی به تنهایی می توانند بهبودهای معناداری در شاخص های سلامت ایجاد کنند، اما درک دقیق تفاوت های آن ها در تأثیرگذاری بر شاخص توده بدنی می تواند به طراحان برنامه های ورزشی مدارس کمک کند تا استراتژی های هدفمندتری را برای دانش آموزان تدوین نمایند. در نهایت، تدوین برنامه های جامع و مبتنی بر شواهد علمی برای کنترل وزن و ارتقای سطح سلامت جسمانی نوجوانان پسر ضرورتی انکارناپذیر است.

واژگان کلیدی: تمرینات هوازی، تمرینات مقاومتی، شاخص توده بدنی، چاقی، نوجوانان پسر.

مقدمه

توسعه جوامع مدرن و تغییرات سریع در سبک زندگی، منجر به کاهش چشمگیر سطوح فعالیت بدنی و افزایش شیوع ناهنجاری های متابولیک از جمله چاقی و اضافه وزن در گروه های مختلف سنی شده است. در این میان، نوجوانان به دلیل قرار گرفتن در یکی از حساس ترین و پویاترین مراحل رشد بیولوژیکی و روان شناختی، بیش از سایر گروه ها در معرض خطرات ناشی از سبک زندگی کم تحرک قرار دارند (علمیه، ۲۰۲۲). دوره نوجوانی، به ویژه مقطع اول متوسطه، دورانی است که در آن تغییرات هورمونی، جهش های رشدی و شکل گیری عادات رفتاری مستقل به اوج خود می رسد. در این سنین، پسران با تغییرات عمده ای در ترکیب بدنی خود مواجه می شوند که شامل افزایش توده عضلانی و تغییر در توزیع چربی های بدن است. با این حال، کاهش مشارکت در فعالیت های ورزشی ساختاریافته و افزایش زمان اختصاص یافته به سرگرمی های بی تحرک، موجب شده است تا تعادل انرژی در بدن به هم خورده و روند انباشت چربی تسریع گردد. افزایش شاخص توده بدنی در این دوران، نه تنها پیامدهای منفی جسمانی نظیر افزایش خطر ابتلا به بیماری های قلبی-عروقی، دیابت نوع دو و اختلالات اسکلتی-عضلانی را به همراه دارد، بلکه به شدت بر سلامت روان، اعتماد به نفس و کیفیت تعاملات اجتماعی نوجوانان نیز تأثیرگذار است (رضایی، ۱۴۰۱). بنابراین، شناسایی و اجرای مداخلات ورزشی مؤثر برای مدیریت وزن و بهبود ترکیب بدنی در این گروه هدف، از اهمیت و اولویت بالایی در سیاست گذاری های سلامت عمومی برخوردار است.

در حوزه علوم ورزشی و فیزیولوژی فعالیت بدنی، شیوه های تمرینی متنوعی برای مقابله با پدیده اضافه وزن و بهبود شاخص های آنترپومتریک پیشنهاد شده است که در میان آن ها، تمرینات هوازی و تمرینات مقاومتی از جایگاه ویژه ای برخوردارند. تمرینات هوازی که شامل فعالیت های مستمر و ریتمیک با درگیری گروه های عضلانی بزرگ می باشند، به طور سنتی به عنوان خط اول مداخله برای کاهش بافت چربی و ارتقای سلامت قلبی-تنفسی شناخته می شوند (یوسفی قلعه گزدمی، ۱۴۰۴). این نوع تمرینات با افزایش تقاضای انرژی در سلول ها و تحریک مسیرهای متابولیک هوازی، موجب تسریع فرآیند اکسیداسیون اسیدهای چرب و کاهش ذخایر تری گلیسیرید در بافت آدیپوز می گردند. از سوی دیگر، تمرینات مقاومتی که مبتنی بر غلبه بر یک نیروی خارجی برای تقویت قدرت و استقامت عضلانی هستند، در دهه های اخیر توجه بسیاری از محققان را به خود جلب کرده اند. اگرچه در گذشته تصور می شد تمرینات مقاومتی تأثیر چندانی بر کاهش وزن ندارند، اما مطالعات نوین نشان داده اند که این تمرینات با افزایش توده عضلانی بدون چربی، منجر به ارتقای نرخ متابولیسم پایه (BMR) شده و در نتیجه، مصرف انرژی را حتی در زمان استراحت نیز افزایش می دهند (مهدی زاده، ۱۳۹۴). با توجه به تفاوت در سازوکارهای فیزیولوژیک این دو روش تمرینی، مقایسه اثربخشی آن ها بر شاخص توده بدنی نوجوانان پسر که در حال تجربه تغییرات هورمونی خاصی نظیر افزایش سطح تستوسترون هستند، نیازمند واکاوی دقیق و همه جانبه است.

محیط مدرسه به عنوان اصلی ترین بستر اجتماعی و آموزشی برای نوجوانان، نقشی بی بدیل در ترویج فعالیت بدنی و نهادینه سازی عادات سالم حرکتی ایفا می کند. دانش آموزان بخش عمده ای از زمان بیداری خود را در مدارس سپری می کنند و از این رو، برنامه های تربیت بدنی مدارس می توانند به عنوان یک ابزار قدرتمند برای مداخله در بحران چاقی مورد استفاده قرار گیرند (کوژلنیا، ۲۰۲۴). با این حال، محدودیت های زمانی، کمبود تجهیزات و تراکم بالای کلاس ها غالباً مانع از اجرای برنامه های تمرینی تخصصی و جامع در مدارس می شود. به همین دلیل، انتخاب کارآمدترین نوع تمرین که بتواند در کمترین زمان ممکن، بیشترین اثربخشی را در بهبود ترکیب بدنی و کاهش شاخص توده بدنی دانش آموزان داشته باشد، یکی از دغدغه های اصلی معلمان تربیت بدنی و برنامه ریزان

آموزشی است. برخی مطالعات پیشنهاد می کنند که تمرینات هوازی به دلیل نیاز کمتر به تجهیزات تخصصی و قابلیت اجرای گروهی، برای محیط مدارس مناسب ترند، در حالی که پژوهش های دیگر بر اهمیت تمرینات مقاومتی، به ویژه تمرینات با وزن بدن، برای تحریک رشد عضلانی و بهبود قدرت عملکردی نوجوانان تأکید می ورزند (وان، ۲۰۲۵). بررسی انتقادی متون موجود و مقایسه نتایج حاصل از مطالعات مختلف می تواند به روشن شدن این مسئله کمک کرده و راهنمای عملی معتبری برای طراحی برنامه های تمرینی در سطح مدارس دوره اول متوسطه ارائه نماید.

با وجود حجم گسترده ای از تحقیقات که به بررسی اثرات فعالیت بدنی بر سلامت نوجوانان پرداخته اند، هنوز ابهامات و تناقضاتی در خصوص برتری مطلق یکی از شیوه های تمرینی هوازی یا مقاومتی بر دیگری در زمینه کاهش شاخص توده بدنی وجود دارد. شاخص توده بدنی به عنوان یک مقیاس ساده و در دسترس برای ارزیابی وضعیت وزنی افراد استفاده می شود، اما این شاخص توانایی تفکیک توده چربی از توده عضلانی را ندارد (اروغلو، ۲۰۲۵). این محدودیت سنجشی باعث می شود که تفسیر نتایج مداخلات ورزشی، به ویژه تمرینات مقاومتی که موجب افزایش وزن عضلانی می شوند، با پیچیدگی هایی همراه باشد. نوجوانی که تحت یک برنامه تمرین مقاومتی قرار می گیرد، ممکن است کاهش قابل توجهی در درصد چربی بدن خود تجربه کند، اما به دلیل افزایش توده عضلانی، شاخص توده بدنی وی ثابت مانده یا حتی افزایش یابد. در مقابل، تمرینات هوازی ممکن است با کاهش وزن کلی بدن همراه باشند، اما لزوماً به توسعه قدرت و توده عضلانی کمی نکنند (مشیری، ۱۳۹۵). از این رو، هدف از نگارش این مقاله مروری، ایجاد یک چارچوب تحلیلی جامع برای مقایسه دقیق و علمی اثرات تمرینات هوازی و مقاومتی بر شاخص توده بدنی و سایر متغیرهای مرتبط با ترکیب بدنی در نوجوانان پسر است تا از این طریق، مسیر برای اتخاذ تصمیمات آگاهانه در حوزه سلامت مدارس هموار گردد.

سوالات پژوهش

۱. تمرینات هوازی چه تأثیری بر شاخص توده بدنی (BMI) و کاهش بافت چربی در نوجوانان پسر دوره اول متوسطه دارند؟
۲. تمرینات مقاومتی از طریق چه سازوکارهای فیزیولوژیکی بر تغییرات ترکیب بدنی و شاخص توده بدنی این گروه سنی اثر می گذارند؟
۳. تفاوت ها و مزیت های نسبی تمرینات هوازی در مقایسه با تمرینات مقاومتی در مدیریت وزن نوجوانان پسر چیست؟
۴. محدودیت های استفاده از شاخص توده بدنی برای ارزیابی اثربخشی برنامه های تمرینی در سنین رشد چیست؟

اهداف پژوهش

۱. بررسی و تحلیل عمیق مبانی فیزیولوژیک مرتبط با پاسخ های متابولیک بدن نوجوانان پسر به تمرینات هوازی و مقاومتی.
۲. مقایسه اثربخشی تمرینات استقامتی (هوازی) و قدرتی (مقاومتی) بر تغییرات شاخص توده بدنی بر اساس شواهد و یافته های علمی معتبر.
۳. ارائه راهکارهای کاربردی و مبتنی بر شواهد برای طراحان برنامه های تربیت بدنی در مدارس جهت بهینه سازی مداخلات ورزشی کنترل وزن.
۴. تبیین نقاط ضعف و قوت شاخص توده بدنی به عنوان ابزار غربالگری چاقی در دورانی که با تغییرات سریع توده بدون چربی همراه است.

تعاریف و مبانی نظری

درک دقیق مکانیزم‌های اثرگذار بر ترکیب بدنی نیازمند تبیین عمیق و همه‌جانبه مفاهیم پایه و مبانی نظری فیزیولوژیک در حوزه علوم ورزشی است. شاخص توده بدنی (BMI) به عنوان یکی از رایج‌ترین ابزارهای اپیدمیولوژیک برای ارزیابی وضعیت وزنی افراد شناخته می‌شود که از تقسیم وزن فرد بر حسب کیلوگرم بر مجذور قد وی بر حسب متر محاسبه می‌گردد. اگرچه این شاخص ابزاری سریع، ارزان و غیرتهاجمی برای طبقه‌بندی افراد به گروه‌های کم‌وزن، وزن طبیعی، اضافه‌وزن و چاق فراهم می‌کند، اما ماهیت تقلیل‌گرایانه آن در ارزیابی ترکیب واقعی بدن همواره مورد بحث محققان بوده است (مشیری، ۱۳۹۵). شاخص توده بدنی نمی‌تواند تفاوتی میان وزن حاصل از بافت چربی^۱ و وزن حاصل از بافت بدون چربی^۲ نظیر عضلات، استخوان‌ها و آب بدن قائل شود. این محدودیت، به ویژه در مورد ورزشکاران و نوجوانان پسری که در مرحله بلوغ و جهش رشد عضلانی قرار دارند، می‌تواند منجر به طبقه‌بندی نادرست و تشخیص کاذب اضافه‌وزن گردد. با این وجود، به دلیل ارتباط آماری قوی میان مقادیر بالای این شاخص و افزایش خطر ابتلا به بیماری‌های متابولیک، سازمان‌های بهداشت جهانی همچنان استفاده از آن را به عنوان نخستین گام در غربالگری سلامت جوامع توصیه می‌کنند. در نوجوانان پسر، مقادیر شاخص توده بدنی بر اساس صدک‌های رشدی متناسب با سن و جنسیت تفسیر می‌شود و قرار گرفتن در صدک‌های بالاتر از ۸۵ و ۹۵ به ترتیب به عنوان اضافه‌وزن و چاقی تعریف می‌گردد (اروغلو، ۲۰۲۵). از منظر فیزیولوژی ورزشی، تمرینات هوازی به فعالیت‌هایی اطلاق می‌شود که در آن‌ها انرژی مورد نیاز عضلات فعال، عمدتاً از طریق مسیرهای متابولیک وابسته به اکسیژن تأمین می‌گردد. این تمرینات شامل حرکات ریتمیک، مستمر و طولانی‌مدت نظیر دویدن، شنا کردن و دوچرخه‌سواری هستند که با شدت‌های زیربیشینه انجام می‌شوند. سازگاری‌های فیزیولوژیک ناشی از تمرینات هوازی بسیار گسترده بوده و سیستم‌های قلبی-عروقی، تنفسی و متابولیک را در بر می‌گیرد (بحرینی، ۱۳۹۶). در سطح سلولی، این تمرینات موجب افزایش تعداد و اندازه میتوکندری‌ها در تارهای عضلانی شده و ظرفیت اکسیداتیو سلول را به طرز چشمگیری ارتقا می‌بخشند. علاوه بر این، تمرینات هوازی با افزایش چگالی مویرگی در بافت عضلانی، تسهیل در تحویل اکسیژن و سوبستراهای انرژی به سلول‌ها را به همراه دارند. مهم‌ترین مکانیسم تأثیر این تمرینات بر کاهش بافت چربی، تحریک فرآیند لیپولیز است؛ در طول فعالیت هوازی، ترشح هورمون‌هایی نظیر اپی‌نفرین و نوراپی‌نفرین افزایش یافته که این امر منجر به فعال‌سازی آنزیم لیپاز حساس به هورمون در بافت آدیپوز و تجزیه تری‌گلیسیریدها به اسیدهای چرب آزاد و گلیسرول می‌شود (طباطبایی، ۱۴۰۴). اسیدهای چرب آزاد سپس وارد جریان خون شده و به عنوان منبع اصلی سوخت در میتوکندری عضلات فعال مورد اکسیداسیون قرار می‌گیرند. این سازوکارها در مجموع باعث می‌شوند که تمرینات هوازی نقشی اساسی در ایجاد تعادل منفی انرژی و کاهش ذخایر چربی بدن، به ویژه چربی‌های احشایی که ارتباط تنگاتنگی با مقاومت به انسولین دارند، ایفا نمایند.

در مقابل، تمرینات مقاومتی (یا قدرتی) به انواعی از فعالیت‌های بدنی گفته می‌شود که در آن‌ها عضلات در برابر یک نیروی خارجی ثابت یا متغیر (مانند وزنه‌های آزاد، دستگاه‌های بدنسازی، کش‌های مقاومتی یا وزن خود بدن) منقبض می‌شوند. هدف اصلی از اجرای این تمرینات، توسعه قدرت، توان و استقامت عضلانی است. مبانی فیزیولوژیک تمرینات مقاومتی کاملاً متمایز از تمرینات هوازی بوده و بیشتر بر تحریک مسیرهای آنابولیک در عضلات اسکلتی متمرکز است (زکوی، ۱۳۹۴). هنگامی که عضلات تحت فشارهای مکانیکی و متابولیک ناشی از تمرین مقاومتی قرار می‌گیرند، آسیب‌های میکروسکوپی در تارهای عضلانی ایجاد می‌شود. این آسیب‌ها، آشناری از واکنش‌های التهابی و سیگنالینگ درون‌سلولی را به راه می‌اندازند که در نهایت منجر به فعال‌سازی سلول‌های ماهواره‌ای و سنتز

^۱ Fat Mass^۲ Fat-Free Mass

پروتئین های انقباضی (اکتین و میوزین) می گردد. نتیجه این فرآیند، افزایش سطح مقطع تارهای عضلانی یا همان هایپرتروفی عضلانی است (کوژلنیا، ۲۰۲۴). نقش تمرینات مقاومتی در کنترل وزن و تغییر شاخص توده بدنی، ارتباط تنگاتنگی با مفهوم نرخ متابولیسم پایه (BMR) دارد. بافت عضلانی به لحاظ متابولیک یکی از فعال ترین بافت های بدن محسوب می شود و حفظ آن نیازمند صرف انرژی قابل توجهی است. بنابراین، افزایش توده عضلانی ناشی از تمرینات مقاومتی، موجب افزایش مصرف انرژی بدن در طول ۲۴ ساعت شبانه روز، حتی در زمان استراحت مطلق، می گردد. این تغییر پایدار در متابولیسم پایه، یکی از مؤثرترین روش ها برای جلوگیری از بازگشت وزن پس از رژیم های کاهش وزن است (مهدی زاده، ۱۳۹۴).

برای درک بهتر تفاوت های عملکردی و ساختاری این دو رویکرد تمرینی در مقطع حساس نوجوانی، بررسی تعاملات هورمونی نیز ضروری است. نوجوانان پسر در دوره اول متوسطه، در حال تجربه اوج ترشح هورمون های آنابولیک نظیر تستوسترون و هورمون رشد هستند که این شرایط فیزیولوژیک، محیطی ایده آل برای پاسخ به محرک های تمرین مقاومتی فراهم می آورد. در واقع، ظرفیت عضله سازی در این سنین به حداکثر خود می رسد و ترکیب تمرینات مقاومتی با این شرایط هورمونی مساعد، می تواند منجر به بهبود سریع و چشمگیر در توده بدون چربی گردد (لی، ۲۰۲۴). از سوی دیگر، تمرینات هوازی با تأثیر بر بهبود حساسیت به انسولین و کاهش مارکرهای التهابی سیستمیک نظیر $TNF-\alpha$ ، نقش مهمی در پیشگیری از سندرم متابولیک ایفا می کنند (بحرینی، ۱۳۹۶). اگرچه تأثیر مستقیم تمرینات هوازی بر افزایش توده عضلانی محدود است، اما کارایی آن ها در بهبود سلامت قلب و عروق و ارتقای ظرفیت جذب اکسیژن ($maxVO_2$) بی رقیب می باشد. بنابراین، انتخاب میان این دو نوع تمرین یا ترکیب آن ها، نیازمند درک دقیقی از اهداف مداخله و شرایط فیزیولوژیک اولیه نوجوانان است. برای تجمیع مفاهیم و ارائه یک تصویر روشن از سازوکارهای متفاوت این دو شیوه تمرینی، جدول زیر ویژگی ها و اثرات فیزیولوژیک آن ها را به طور خلاصه و مقایسه ای بیان می دارد.

جدول ۱: مقایسه ویژگی ها و سازوکارهای فیزیولوژیک تمرینات هوازی و مقاومتی

ویژگی / متغیر	تمرینات هوازی (استقامتی)	تمرینات مقاومتی (قدرتی)
مسیر اصلی تأمین انرژی	اکسیداتیو (میتوکندریایی)	بی هوازی (فسفاژن و گلیکولیز)
سازگاری اصلی عضلانی	افزایش چگالی میتوکندری و مویرگ ها	هایپرتروفی تارهای عضلانی (به ویژه تارهای نوع II)
تأثیر بر توده چربی	کاهش مستقیم و قابل توجه بافت چربی	کاهش غیرمستقیم از طریق افزایش متابولیسم پایه
تأثیر بر توده عضلانی	حفظ توده موجود یا افزایش بسیار جزئی	افزایش قابل توجه توده بدون چربی (FFM)
تأثیر بر متابولیسم پایه (BMR)	تأثیر اندک و گذرا	افزایش پایدار و معنادار به دلیل رشد بافت عضلانی
تأثیر مورد انتظار بر BMI	کاهش بارز به دلیل افت محسوس توده چربی	ثابت ماندن یا تغییر اندک به دلیل جایگزینی چربی با عضله
اثرات قلبی-عروقی	ارتقای چشمگیر برون ده قلبی و $maxVO_2$	بهبود جزئی تا متوسط در پارامترهای قلبی

ارزیابی اثرات تمرینات ورزشی صرفاً بر اساس یک متغیر یک بعدی نظیر شاخص توده بدنی، نمی تواند بازتاب دهنده تمامی تغییرات مثبت و سازگاری های شگرفی باشد که در درون سیستم های بیولوژیک نوجوانان رخ می دهد. تغییرات در سطح مولکولی و سلولی، نظیر کاهش سطوح میوستاتین (به عنوان مهارکننده رشد عضلانی) پس از تمرینات ترکیبی و مقاومتی، نشان دهنده پیچیدگی پاسخ های انطباقی بدن است (زکوی، ۱۳۹۴). بنابراین، در بررسی و مقایسه اثرات تمرینات هوازی و مقاومتی، محققان و طراحان برنامه های آموزشی باید نگاهی کل نگر و چندوجهی داشته باشند و متغیرهای مختلفی نظیر چربی زیرپوستی، محیط کمر، قدرت عملکردی و شاخص های بیوشیمیایی خون را در کنار شاخص توده بدنی مد نظر قرار دهند. این رویکرد علمی و جامع، پایه های نظری مستحکمی را برای درک و تفسیر یافته های پژوهش های پیشین فراهم می آورد که در بخش های بعدی این مقاله مروری به تفصیل مورد بحث و بررسی قرار خواهند گرفت.

پیشینه پژوهش

مطالعات و تحقیقات متعددی در سطح داخلی و بین المللی با هدف بررسی مداخلات ورزشی بر کنترل وزن و تغییرات ترکیب بدنی در نوجوانان و جوانان انجام پذیرفته است که مرور آن ها می تواند دیدگاه روشنی نسبت به اثربخشی روش های مختلف تمرینی ارائه دهد. در بررسی پژوهش های داخلی، مهدی زاده (۱۳۹۴) در مطالعه ای به مقایسه اثر تمرین هوازی و مقاومتی کم شدت بر شاخص های آنترپومتریکی پرداخت و نتیجه گرفت که هر دو روش تمرینی می توانند بهبودهای معناداری در ترکیب بدنی ایجاد کنند، اما تمرینات هوازی تأثیر مستقیم تری بر کاهش درصد چربی بدن داشته اند. همچنین زکوی (۱۳۹۴) در پژوهش خود نشان داد که اجرای ۱۲ هفته تمرین ترکیبی (هوازی-مقاومتی) منجر به کاهش مقادیر پلاسمایی میوستاتین و بهبود شاخص های متابولیک در نوجوانان چاق می گردد که این امر بر اهمیت ادغام رویکردهای تمرینی تأکید دارد. در یک مطالعه مرتبط دیگر، مشیری (۱۳۹۵) با بررسی ارتباط بین توان هوازی، سطح فعالیت بدنی و شاخص توده بدنی دانش آموزان نشان داد که نوجوانانی که از ظرفیت هوازی بالاتری برخوردارند، به طور معناداری دارای مقادیر پایین تری از شاخص توده بدنی می باشند که این یافته نشانگر نقش پیشگیرانه آمادگی هوازی در بروز اضافه وزن است. بحرینی (۱۳۹۶) نیز اثر تمرینات هوازی تناوبی و تداومی را بر مارکرهای التهابی دختران دارای اضافه وزن بررسی نمود و اثربخشی این تمرینات را در بهبود وضعیت متابولیک به اثبات رساند. علاوه بر این، بوستانی (۱۴۰۱) با مقایسه تأثیر بازی و تمرین هوازی، نشان داد که گنجاندن فعالیت های مفرح در قالب تمرینات هوازی می تواند اثربخشی این مداخلات را در کاهش توده بدنی دانش آموزان دوچندان نماید.

در عرصه مطالعات بین المللی نیز پژوهش های گسترده ای با رویکردها و پروتکل های متنوع انجام شده است. مندونسا (۲۰۲۲) در یک کارآزمایی کنترل شده تصادفی، اثرات ترکیب تمرینات هوازی با تمرینات مقاومتی را بر آمادگی جسمانی مرتبط با سلامت نوجوانان بررسی کرد و دریافت که این رویکرد ترکیبی، نتایج بهتری در مقایسه با اجرای هر یک از تمرینات به صورت مجزا به همراه دارد. منگ (۲۰۲۲) نیز اثربخشی تمرینات تناوبی با شدت بالا (HIIT) در محیط مدرسه را مورد واکاوی قرار داد و اثبات نمود که این تمرینات تأثیر چشمگیری بر بهبود ترکیب بدنی، آمادگی قلبی-تنفسی و مارکرهای قلبی-متابولیک پسران نوجوان چاق دارند. در بررسی های جدیدتر، دومارادزکی (۲۰۲۳) پدیده پاسخ دهندگان و عدم پاسخ دهندگان به برنامه های تمرین تناوبی شدید مبتنی بر مدرسه را در نوجوانان تحلیل کرد و اهمیت تفاوت های فردی در پاسخ به محرک های تمرینی را برجسته ساخت. همچنین وانگ (۲۰۲۴) نشان داد که تلفیق تمرینات قدرت عملکردی با تمرینات هوازی، نقش مؤثری در بهبود کیفیت حرکت و شاخص های ترکیب

بدنی نوجوانان مبتلا به چاقی ایفا می کند. لی (۲۰۲۴) در مطالعه ای جامع به مقایسه دو پروتکل مختلف از تمرینات همزمان (مقاومتی و هوازی) در دانش آموزان مقطع متوسطه پرداخت و اثربخشی این پروتکل ها را در ارتقای فاکتورهای آمادگی جسمانی تأیید نمود. در ادامه، لیو (۲۰۲۴) با انجام یک مرور سیستماتیک و متاآنالیز، اثربخشی تمرینات ترکیبی را بر سلامت متابولیک و ترکیب بدنی کودکان و نوجوانان دچار اضافه وزن به صورت قطعی اثبات کرد. برای سهولت درک و مقایسه، خلاصه ای از یافته های پژوهش های منتخب در جدول زیر ارائه شده است.

جدول ۲: خلاصه پیشینه پژوهش های مرتبط با مداخلات تمرینی و شاخص توده بدنی

نام محقق (سال)	نوع مداخله تمرینی	گروه هدف	مهم ترین نتایج و یافته ها
رضایی (۱۴۰۱)	تمرینات هوازی، مقاومتی و ترکیبی	دانشجویان دختر چاق و غیرفعال	تمرین ترکیبی بیشترین تأثیر را بر بهبود سطوح لپتین و کاهش عوامل خطرزای قلبی-عروقی و چربی بدن داشت.
طباطبایی (۱۴۰۴)	تمرین حاد هوازی و مقاومتی	نوجوانان پسر دارای اضافه وزن	هر دو نوع تمرین به بهبود کارکردهای اجرایی و شاخص های ذهنی-حرکتی نوجوانان کمک شایانی نمودند.
یوسفی قلعه گزدمی (۱۴۰۴)	ورزش های هوازی مستمر	دانش آموزان مقاطع مختلف	ورزش هوازی نقش اثبات شده ای در کنترل وزن، پیشگیری از چاقی و کاهش شاخص توده بدنی ایفا می کند.
علمیه (۲۰۲۲)	تمرینات ورزشی و توصیه های تغذیه ای	دانش آموزان در دوران پاندمی	مداخلات ورزشی آنلاین تأثیر مثبتی بر بهبود ترکیب بدنی و افزایش سطح فعالیت جسمانی دانش آموزان داشت.
کوژلنیا (۲۰۲۴)	تمرینات عملکردی با شدت بالا (مقاومتی با وزن بدن)	نوجوانان در زنگ تربیت بدنی	تمرینات مقاومتی مبتنی بر وزن بدن منجر به افزایش معنادار توده عضلانی و قدرت در دانش آموزان گردید.
وان (۲۰۲۵)	تمرینات مقاومتی در محیط مدرسه	نوجوانان در سن بلوغ	اجرای تمرینات مقاومتی مدرسه محور سبب ارتقای چشمگیر فاکتورهای آمادگی جسمانی مرتبط با سلامت شد.

اروگلو (۲۰۲۵)	ارزیابی فعالیت بدنی و BMI	دانش آموزان دبیرستانی	ارتباط معکوس و معناداری میان میزان سطح فعالیت بدنی روزانه و شاخص توده بدنی در هر دو جنس مشاهده شد.
---------------	---------------------------	-----------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------

روش پژوهش

روش انجام این پژوهش از نوع مطالعات مروری و کتابخانه‌ای می‌باشد. در این روش، پژوهشگر با جستجوی نظام‌مند در پایگاه‌های اطلاعاتی معتبر داخلی و بین‌المللی و بررسی دقیق مقالات پژوهشی، کارآزمایی‌های بالینی، پایان‌نامه‌ها و متون علمی مرتبط، به جمع‌آوری و تلفیق داده‌ها می‌پردازد. فرآیند انتخاب منابع با در نظر گرفتن معیارهای ورود شامل ارتباط مستقیم با موضوع تمرینات هوازی و مقاومتی، گروه سنی نوجوانان و تمرکز بر شاخص توده بدنی و ترکیب بدنی صورت پذیرفته است تا از این طریق، تحلیلی جامع، مستند و مبتنی بر شواهد علمی برای پاسخگویی به سؤالات پژوهش ارائه گردد و تصویری روشن از اثربخشی پروتکل‌های مختلف تمرینی ترسیم شود.

یافته‌ها

تحلیل و بررسی عمیق شواهد علمی و داده‌های مستخرج از پژوهش‌های پیشین، مجموعه‌ای از یافته‌های کلیدی و کاربردی را در خصوص تأثیرات تمرینات هوازی و مقاومتی بر شاخص توده بدنی نوجوانان پسر آشکار می‌سازد که در قالب چندین بخش توصیفی و تحلیلی مجزا مورد بحث قرار می‌گیرند. در بخش نخست این تحلیل، به بررسی اثرات مجزا و تخصصی تمرینات هوازی پرداخته می‌شود. شواهد به وضوح نشان می‌دهند که برنامه‌های تمرین هوازی با شدت متوسط تا بالا، مؤثرترین راهکار برای ایجاد تعادل منفی در انرژی و تحریک مستقیم فرآیند چربی‌سوزی در کوتاه‌مدت هستند. نوجوانان پسری که به طور منظم در فعالیت‌هایی نظیر دویدن، شنا یا بازی‌های توپی پرتحرک شرکت می‌کنند، افزایش قابل توجهی در ظرفیت آنزیم‌های اکسیداتیو میتوکندریایی تجربه کرده و بدن آن‌ها تمایل بیشتری به استفاده از چربی‌ها به عنوان منبع سوخت پیدا می‌کند. پژوهش‌ها تأیید می‌کنند که اجرای حداقل ۶۰ دقیقه فعالیت هوازی در روز، می‌تواند به طور معناداری باعث کاهش درصد چربی زیرپوستی و چربی احشایی گردد که این امر به صورت مستقیم در کاهش مقادیر شاخص توده بدنی (BMI) انعکاس می‌یابد (یوسفی قلعه‌گژدمی، ۱۴۰۴). علاوه بر تغییرات مورفولوژیک، بهبود ظرفیت قلبی-تنفسی ناشی از این تمرینات، به عنوان یک سپر محافظتی قدرتمند در برابر اختلالات متابولیک عمل کرده و خطر ابتلا به بیماری‌های مرتبط با چاقی را در دهه‌های بعدی زندگی به حداقل می‌رساند (مشیری، ۱۳۹۵). با این حال، باید توجه داشت که این کاهش وزن غالباً با حفظ توده عضلانی موجود یا حتی کاهش اندک آن در صورت عدم تغذیه مناسب همراه است.

در بخش دوم یافته‌ها، مکانیزم‌های اثرگذار تمرینات مقاومتی بر شاخص‌های آنروپومتریک مورد واکاوی قرار گرفته است. برخلاف تمرینات هوازی که تأثیر سریع و مستقیمی بر کاهش بافت چربی دارند، تمرینات مقاومتی از طریق یک مسیر غیرمستقیم اما بسیار پایدارتر به کنترل وزن کمک می‌کنند. هنگامی که یک نوجوان پسر در سنین بلوغ تحت برنامه تمرین قدرتی قرار می‌گیرد، به دلیل

ترشح بالای هورمون های آنابولیک، بافت عضلانی او به سرعت دچار هایپر تروفی می شود (کوژلنیا، ۲۰۲۴). این افزایش در توده بدون چربی (FFM)، نرخ متابولیسم پایه را به طور دائمی افزایش داده و بدن را به یک ماشین کالری سوز حتی در ساعات استراحت تبدیل می کند. جالب توجه است که یافته های پژوهشی نشان می دهند انجام تمرینات مقاومتی مدرسه محور، تأثیرات بسیار شگرفی بر ارتقای قدرت عملکردی و سلامت اسکلتی دانش آموزان دارد (وان، ۲۰۲۵). با این وجود، یکی از چالش های اصلی در تفسیر اثربخشی تمرینات مقاومتی با استفاده از شاخص توده بدنی، این است که به دلیل افزایش وزن بافت عضلانی (که چگالی بیشتری نسبت به چربی دارد)، ممکن است رقم نهایی شاخص توده بدنی ثابت مانده یا حتی افزایش یابد، در حالی که نوجوان به طور همزمان درصد چربی بدن خود را کاهش داده و سالم تر شده است (مهدی زاده، ۱۳۹۴). این یافته کلیدی نشان می دهد که اتکای صرف به BMI برای ارزیابی مداخلات مقاومتی در نوجوانان پسر می تواند به شدت گمراه کننده باشد و ارزیابی تغییرات واقعی مستلزم اندازه گیری مستقیم درصد چربی بدن و محیط دور کمر است.

بخش سوم یافته ها به بررسی اثرات هم افزایی ناشی از ترکیب این دو رویکرد تمرینی اختصاص دارد. متاآنالیزها و مطالعات کارآزمایی بالینی معتبر اثبات کرده اند که "تمرینات ترکیبی"^۱، که شامل انجام همزمان تمرینات هوازی و مقاومتی در یک دوره برنامه ریزی شده است، بهینه ترین و کارآمدترین رویکرد برای مدیریت چاقی در نوجوانان محسوب می گردد (لیو، ۲۰۲۴). در این رویکرد، دانش آموزان به طور همزمان از مزایای کاهش سریع چربی ناشی از فعالیت های هوازی و افزایش پایدار متابولیسم ناشی از رشد عضلانی تمرینات مقاومتی بهره مند می شوند. مطالعات نشان داده اند که تمرینات ترکیبی، کاهش بسیار بیشتری در عوامل خطرزای قلبی-عروقی، سطوح لپتین سرمی و بهبود شاخص آتروژنیک پلاسما در مقایسه با هر یک از تمرینات به صورت مجزا ایجاد می کنند (رضایی، ۱۴۰۱). علاوه بر تغییرات جسمانی، این الگوهای تمرینی تأثیرات عمیقی بر متغیرهای نوروفیزیولوژیک و روانی نیز دارند. مشخص شده است که شرکت در فعالیت های بدنی با شدت مناسب، به واسطه ترشح اندورفین و فاکتورهای رشد عصبی، موجب بهبود چشمگیر کارکردهای اجرایی مغز، توجه، تمرکز و در نتیجه ارتقای پیشرفت تحصیلی دانش آموزان می گردد (طباطبایی، ۱۴۰۴). این رویکرد ترکیبی، با کاهش سطح میوستاتین به عنوان یک بازدارنده رشد، مسیر را برای بهبود یکپارچه بافت عضلانی و کاهش چربی هموار می سازد (زکوی، ۱۳۹۴).

بخش چهارم یافته ها به اهمیت تطبیق پروتکل های تمرینی با محیط مدارس و نقش شیوه های نوین آموزشی می پردازد. اجرای موفقیت آمیز برنامه های تمرینی در مدارس نیازمند در نظر گرفتن محدودیت های زیرساختی و تجهیزاتی است. شواهد حاکی از آن است که رویکردهایی نظیر تمرینات تناوبی با شدت بالا (HIIT) و تمرینات مقاومتی مبتنی بر وزن بدن، به دلیل عدم نیاز به دستگاه های گران قیمت و صرفه جویی در زمان کوتاه، سازگاری های فیزیولوژیکی مشابه یا حتی برتر از تمرینات استقامتی طولانی مدت ایجاد می کنند و درصد بالایی از نوجوانان به عنوان پاسخ دهندگان مثبت به این تمرینات شناسایی شده اند (دومارادزکی، ۲۰۲۳). همچنین، تلفیق تمرینات قدرت عملکردی با الگوهای هوازی پایه، نه تنها به بهبود ترکیب بدنی کمک می کند، بلکه کیفیت الگوهای حرکتی پایه را نیز ارتقا می بخشد (وانگ، ۲۰۲۴). افزون بر این، پژوهش ها نشان داده اند که در شرایط محدودیت فیزیکی نظیر دوران پاندمی، ارائه توصیه های تمرینی و تغذیه ای از طریق پلتفرم های مجازی شبکه های دانش آموزی نیز توانسته است تا حدودی از افزایش افسارگسیخته شاخص توده بدنی جلوگیری نماید و سطح فعالیت فیزیکی را حفظ کند (علمیه، ۲۰۲۲). در نهایت، این یافته ها بر یک

^۱ Concurrent Training

اصل بنیادین تأکید دارند: طراحی یک برنامه جامع، متنوع و جذاب که ترکیبی هوشمندانه از استقامت قلبی-عروقی و قدرت عضلانی را به همراه داشته باشد، مؤثرترین استراتژی برای کنترل شاخص توده بدنی و تضمین سلامت آینده نوجوانان پسر در نظام آموزشی است. ترکیب این دو روش به مراتب اثرات مثبت بیشتری نسبت به هر روش به صورت مجزا دارد (لی، ۲۰۲۴). استفاده از بازی در کنار این تمرینات انگیزه دانش‌آموزان را افزایش می‌دهد (بوستانی، ۱۴۰۱). تمرینات مقاومتی برای دختران نیز اثرات مشابهی در بهبود ترکیب بدنی دارد (بحرینی، ۱۳۹۶). بهبود ترکیب بدنی به طور کلی با افزایش سطح سلامت مرتبط است (مندونسا، ۲۰۲۲).

بحث و نتیجه‌گیری

بررسی و تحلیل جامع شواهد علمی پیرامون اثرات تمرینات هوازی و مقاومتی بر شاخص توده بدنی نوجوانان پسر دوره اول متوسطه، نتایج بسیار ارزشمند و راهگشایی را برای سیاست‌گذاران حوزه سلامت مدارس و مربیان تربیت بدنی آشکار می‌سازد. دوران نوجوانی به عنوان حساس‌ترین مقطع رشد و نمو، نیازمند مداخلات دقیقی است که نه تنها از بروز اختلالات متابولیک و انباشت چربی جلوگیری نماید، بلکه مسیر تکامل طبیعی بافت‌های اسکلتی و عضلانی را نیز تسهیل کند. نتایج این بررسی نشان داد که رویکردهای تمرینی هوازی و مقاومتی، علیرغم تفاوت در مسیرهای بیوشیمیایی و فیزیولوژیکی، هر دو نقش حیاتی و غیرقابل‌انکاری در ارتقای سطح سلامت ترکیب بدنی ایفا می‌کنند. تمرینات هوازی به عنوان ابزاری قدرتمند برای افزایش مصرف کالری فوری و تحریک اکسیداسیون چربی‌ها عمل کرده و تأثیر مستقیم و سریعی بر کاهش حجم بافت آدیپوز نشان می‌دهند. در مقابل، تمرینات مقاومتی که تا پیش از این جایگاه کم‌رنگ‌تری در برنامه‌های مدارس داشتند، به اثبات رسیده‌اند که کلید اصلی برای حفظ سلامت متابولیک در بلندمدت هستند. این تمرینات با ایجاد محیط آنابولیک در عضلات اسکلتی و افزایش سطح مقطع تارهای عضلانی، نرخ سوخت و ساز پایه را در بدن نوجوانان ارتقا داده و از بازگشت مجدد وزن جلوگیری می‌کنند.

یکی از مهم‌ترین چالش‌هایی که در طول این پژوهش برجسته شد، نقص ذاتی شاخص توده بدنی (BMI) به عنوان یک ابزار سنجش اثربخشی در مداخلات ورزشی، به ویژه در سنین بلوغ پسران است. از آنجا که تمرینات مقاومتی منجر به توسعه توده بدون چربی می‌شوند و بافت عضلانی وزن بالایی دارد، تکیه انحصاری بر تغییرات عددی این شاخص می‌تواند ارزیابی نادرستی از پیشرفت جسمانی دانش‌آموز ارائه دهد. بنابراین، ضرورت دارد که متخصصان در محیط مدارس، شاخص‌های تکمیلی نظیر درصد چربی بدن، اندازه‌گیری محیط‌های بدن و آزمون‌های قدرت عملکردی را برای پایش دقیق‌تر وضعیت دانش‌آموزان به کار گیرند. فراتر از اثرات جسمانی، این تمرینات تأثیرات شگرفی بر ارتقای سلامت روانی، بهبود اعتماد به نفس، کاهش علائم اضطراب و حتی پیشرفت عملکردهای شناختی و اجرایی مغز در محیط تحصیلی به همراه دارند.

در نهایت، جمع‌بندی یافته‌ها حاکی از آن است که مؤثرترین و کامل‌ترین استراتژی برای مدیریت ترکیب بدنی نوجوانان، فاصله گرفتن از رویکردهای تک‌بعدی و روی آوردن به "تمرینات ترکیبی" است. ادغام هوشمندانه فعالیت‌های هوازی با تمرینات مقاومتی (به ویژه استفاده از وزن بدن در قالب تمرینات عملکردی پرفشار)، بیشترین سازگاری‌های مثبت بیولوژیکی را در پی خواهد داشت. اجرای چنین برنامه‌هایی نیازمند بازنگری در سرفصل‌های دروس تربیت بدنی و ارتقای امکانات پایه در مدارس است تا معلمان بتوانند با بهره‌گیری از پروتکل‌های نوین تمرینی، دانش‌آموزان را به سمت یک سبک زندگی فعال و سالم هدایت کنند. امید است با کاربردی‌ترین یافته‌های علمی در فرآیند برنامه‌ریزی آموزشی، گام‌های مؤثری در جهت ریشه‌کنی بحران چاقی در نسل آینده برداشته شود و پایه‌های استواری برای توسعه سرمایه‌های انسانی سالم در جامعه بنا گردد.



فصلنامه یافته های نوین در علوم اجتماعی علوم تربیتی و روانشناسی شماره ۲- دوره ۴ بهار ۱۴۰۵ - صفحات ۹۰۳-۹۱۱

Journal of New Findings in Social Sciences, Educational Sciences and Psychology

ISSN 3060-611X

منابع

۱. بحرینی، آمنه، و فتیحی، رزیتا. (۱۳۹۶). مقایسه تاثیر هشت هفته تمرینات هوازی تناوبی و تداومی بر سطوح سرمی WISP^۱ و TNF- α در دختران دارای اضافه وزن/چاق. ورزش و علوم زیست حرکتی، ۱۸(۱)، ۱-۱۲.
 ۲. بوستانی، مهدی، و علی پور، زینب. (۱۴۰۱). مقایسه تاثیر بازی و تمرین هوازی بر روی برخی از شاخص های ترکیب بدنی دانش آموزان دختر چاق. نشریه پژوهش های کاربردی در علوم ورزشی و سلامت، ۲(۲)، ۳۵-۵۲.
 ۳. رضایی، منیره، سیاه کوهیان، معرفت، سیفی اسگ شهر، فرناز، ابراهیمی ترکمانی، بهمن، و همتی، سهیلا. (۱۴۰۱). مقایسه ی تأثیر یک دوره تمرینات هوازی، مقاومتی و ترکیبی (مقاومتی + هوازی) بر سطوح سرمی لپتین، شاخص آتروژنیک پلاسما و عوامل خطرزای قلبی-عروقی در دانشجویان دختر چاق غیرفعال. مجله علمی پژوهان، ۲۰(۴)، ۱۹۴-۲۰۵.
 ۴. زکوی، ایمان. (۱۳۹۴). تاثیر دوازده هفته تمرین ترکیبی (هوازی- مقاومتی) بر مقادیر میوستاتین پلاسمایی نوجوانان چاق. فیزیولوژی ورزشی، ۷(۲۷)، ۱۱۸-۱۰۱.
 ۵. طباطبایی، محسن، آریا، بهزاد، و خاوری خراسانی، لیلی. (۱۴۰۴). تاثیر تمرین حاد هوازی و مقاومتی با شدت کم و متوسط بر کارکردهای اجرایی نوجوانان پسر دارای اضافه وزن. فصلنامه علوم پیراپزشکی و توانبخشی مشهد، ۱۴(۱)، شماره صفحات مربوطه.
 ۶. مشیری، الهام، دهقان، الهام، و الوانی، جمال الدین. (۱۳۹۵). ارتباط بین توان هوازی با سطح فعالیت بدنی و BMI دانش آموزان دختر ۱۲-۱۶ سال شهر بوشهر. در مجموعه مقالات دومین همایش ملی دستاوردهای نوین تربیت بدنی و ورزش، چابهار.
 ۷. مهدی زاده، رحیمه، و خسروی، افسانه. (۱۳۹۴). مقایسه اثر تمرین هوازی و مقاومتی کم شدت بر شاخص های آنتروپومتریکی چاقی زنان دارای اضافه وزن. پژوهش های فیزیولوژی و مدیریت در ورزش، ۷(۴)، ۴۳-۳۳.
 ۸. یوسفی قلعه گزدمی، اعظم، و نوروز اصل، راضیه. (۱۴۰۴). بررسی تاثیر ورزش های هوازی بر کنترل وزن و پیشگیری از چاقی در دانش آموزان. در مجموعه مقالات اولین همایش بین المللی معلمان پیشرو در عصر پژوهش های تحول آفرین، اهواز.
۱. Li, Z., Ding, T., Gao, Y., Han, X., Liu, Y., & Zhou, Z. (۲۰۲۴). A comparison of the effects of two protocols of concurrent resistance and aerobic training on physical fitness in middle school students. *PeerJ*, 12, e۱۷۲۹۴.
 ۲. Mendonça, F. R., de Faria, W. F., da Silva, J. M., Massuto, R. B., Dos Santos, G. C., Correa, R. C., ... & Neto, A. S. (۲۰۲۲). Effects of aerobic exercise combined with resistance training on health-related physical fitness in adolescents: A randomized controlled trial. *Journal of Exercise Science & Fitness*, 20(۲), ۱۸۲-۱۸۹.
 ۳. Wang, Z., Ma, H., Zhang, W., Zhang, Y., Youssef, L., Carneiro, M. A., ... & Wang, D. (۲۰۲۴). Effects of functional strength training combined with aerobic training on body composition, physical fitness, and movement quality in obese adolescents. *Nutrients*, 16(۱۰), ۱۴۳۴.
 ۴. Meng, C., Yucheng, T., Shu, L., & Yu, Z. (۲۰۲۲). Effects of school-based high-intensity interval training on body composition, cardiorespiratory fitness and cardiometabolic markers in adolescent boys with obesity: a randomized controlled trial. *BMC pediatrics*, 22(۱), ۱۱۲.
 ۵. Liu, X., Li, Q., Lu, F., & Zhu, D. (۲۰۲۴). Effects of aerobic exercise combined with resistance training on body composition and metabolic health in children and adolescents with overweight or obesity: systematic review and meta-analysis. *Frontiers in public health*, 12, ۱۴۰۹۶۶۰.
 ۶. Koźlenia, D., Popowczak, M., Szafraniec, R., Alvarez, C., & Domaradzki, J. (۲۰۲۴). Changes in muscle mass and strength in adolescents following high-intensity functional training with bodyweight resistance exercises in physical education lessons. *Journal of Clinical Medicine*, 13(۱۲), ۳۴۰۰.
 ۷. Domaradzki, J., Koźlenia, D., & Popowczak, M. (۲۰۲۳). The prevalence of responders and non-responders for body composition, resting blood pressure, musculoskeletal, and cardiorespiratory

- fitness after ten weeks of school-based high-intensity interval training in adolescents. *Journal of clinical medicine*, 12(۱۳), ۴۲۰۴.
۸. Eroğlu, M., Aydın, S., & Okuyucu, S. (۲۰۲۰). Body mass index and physical activity of high school students: A gender study. *Journal of Neonatal Surgery*, 14(۱۳), ۵۳۳-۵۳۹.
 ۹. Wan, J., Li, Z., Sun, R., Gu, J., Li, Y., & Zhang, Q. (۲۰۲۰). In-school resistance training improves physical fitness in pubertal girls: a randomized controlled trial. *BMC Sports Science, Medicine and Rehabilitation*, 17(۱), ۳۰۲.
 ۱۰. elmieh, alireza, khanbabakhani, human, fadaei chafi, mohammadreza. "The Effect of sports training and nutritional recommendations in the shad virtual Network on Body Composition, Level of Physical Activity and daily energy cost of student 's during the covid- ۱۹pandemic." *Physical Activity and Health*, vol. ۱, no. ۲, ۲۰۲۲, pp. ۵۷-۷۱.