

نورم ملی وزن کوله‌پشتی برای دانش‌آموزان پسر ایرانی

دکتر حسن دانشمندی^۱، سید حسین حسینی^۲، فریبا محمدی^۳

تاریخ دریافت: ۸۹/۷/۴ تاریخ پذیرش: ۹۰/۳/۲۴

پژوهشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی وزارت علوم، تحقیقات و فناوری

چکیده

هدف از پژوهش حاضر تدوین نورم ملی وزن کوله‌پشتی برای دانش‌آموزان پسر ایرانی در مقاطع تحصیلی مختلف بود. نمونه آماری شامل ۲۰۰۰ نفر (ابتدایی: ۷۹۰ نفر با میانگین سن ۹/۱ سال، وزن ۳۱/۹ کیلوگرم و قد ۱۳۵/۷ سانتی‌متر؛ راهنمایی: ۶۰۰ نفر با میانگین سن ۱۳/۲ سال، وزن ۴۸/۳۲ کیلوگرم و قد ۱۵۴/۹ سانتی‌متر؛ دبیرستان: ۶۱۰ نفر با میانگین سن ۱۶/۶ سال، وزن ۶۲/۸۵ کیلوگرم و قد ۱۶۹/۷۴ سانتی‌متر) بود که به‌طور تصادفی خوشه‌ای از پنج منطقه جغرافیایی مختلف کشور انتخاب شدند. این مطالعه طی دو مرحله اجرا شد: در مرحله اول که ۲۰۰۰ دانش‌آموز مورد پیمایش اولیه قرار گرفتند، ویژگی‌های جمعیت‌شناختی نمونه‌ها و وزن مطلق (کیلوگرم) و نسبی (درصد وزن بدن) کوله‌پشتی آن‌ها اندازه‌گیری و ثبت شد. سپس، چارک‌های اول تا سوم وزن نسبی کوله‌پشتی حملی موجود در توزیع طبیعی داده‌ها برای هر یک از مقاطع تحصیلی به‌دست آمد. در مرحله دوم اثر حمل بارهایی به میزان چارک‌های اول تا سوم وزن نسبی کوله‌پشتی بر پارامترهای فیزیولوژیکی (ضربان قلب، فشار خون، اکسیژن مصرفی، هزینه انرژی و تهویه دقیقه‌ای) ۵۴ دانش‌آموز در آزمایشگاه، با استفاده از دستگاه گاز آنالایزر مطالعه شد. همچنین در ادامه، اثر حمل این بارها بر میزان دردهای جسمانی دانش‌آموزان، با استفاده از مقیاس DRS بررسی شد. نتایج تحقیق حاضر نشان داد حمل کوله‌پشتی با وزنهایی معادل ۱۱/۳۰٪، ۱۰/۵۰٪ و ۹٪ وزن بدن و بیشتر، به ترتیب در دانش‌آموزان مقاطع ابتدایی، راهنمایی و دبیرستان به تغییرات منفی معنی‌داری در عملکرد فیزیولوژیکی و نیز افزایش معنی‌دار میزان دردهای جسمانی آن‌ها منجر می‌شود. همچنین، با وجود آسیب‌پذیر بودن ساختارهای عضلانی-اسکلتی در سنین کمتر، نتایج تحقیق نشان داد که دانش‌آموزان دبستانی، در مقایسه با دانش‌آموزان مقاطع بالاتر

۱. استادیار دانشگاه گیلان (نویسنده مسئول)

۲. مربی دانشگاه خلیج فارس بوشهر

۳. دانشجوی دکتری آسیب‌شناسی ورزشی و حرکات اصلاحی دانشگاه تهران

Email: Daneshmandi_ph@yahoo.com

Email: Hoseini.papers@gmail.com

Email: fmohammadi@ssrc.ac.ir

کوله‌پشتی سنگین‌تری حمل می‌کنند. با توجه به نتایج، به‌طور کلی نورم طبیعی و حداکثر وزن نسبی مجاز کوله‌پشتی، به‌ترتیب برای دانش‌آموزان ابتدایی، ۹/۵٪ و ۱۱٪ وزن بدن، راهنمایی، ۸٪ و ۹/۵٪ وزن بدن و دبیرستان، ۷٪ و ۸/۵٪ وزن بدن تعیین شده است. بر همین اساس، نورم و حداکثر وزن مجاز کوله‌پشتی بر حسب کیلوگرم برای پایه‌های اول تا پنجم ابتدایی با وزن طبیعی، به‌ترتیب (۲/۱۰ و ۲/۳۵)، (۲/۴۰ و ۲/۸۰)، (۲/۷۰ و ۳/۱۵)، (۳/۱۰ و ۳/۵۰) و (۳/۴۰ و ۳/۹۰) کیلوگرم، برای پایه‌های اول تا سوم راهنمایی با وزن طبیعی، به‌ترتیب (۳/۵۵ و ۴/۲۲)، (۳/۸۰ و ۴/۵۰) و (۴/۱۲ و ۴/۹۰) کیلوگرم و برای پایه‌های اول تا سوم دبیرستان با وزن طبیعی، به‌ترتیب (۴/۲۵ و ۵/۱۵)، (۴/۳۶ و ۵/۳۰) و (۴/۶۰ و ۵/۶۰) کیلوگرم تعیین شده است؛ بنابراین، با توجه به رعایت نکردن حمل وزن مجاز کوله‌پشتی از سوی دانش‌آموزان ایرانی که تاکنون به‌دلیل نبود نورم ملی در مدارس، عادی به نظر می‌رسید و آثار منفی خود را بر دردها و ناهنجاری‌های قامت آن‌ها برجای می‌گذاشت، پیشنهاد می‌شود دانش‌آموزان، والدین، مدیران و مسئولان آموزش و پرورش از نتایج تحقیق حاضر به‌عنوان مبنا و نورم وزن کوله‌پشتی استفاده کنند.

کلید واژه‌های فارسی: نورم، وزن مطلق، وزن نسبی، کوله‌پشتی، دانش‌آموزان، مقطع تحصیلی.

مقدمه

مطالعه و پیشنهاد استانداردهای لازم در خصوص تجهیزات مورد استفاده انسان‌ها و نیز مطالعه اثر استفاده از آن‌ها بر سلامت کاربران، همواره موضوع مشترک مهمی بین علوم گوناگون از جمله علوم ورزشی و زیرشاخه‌های آن بوده است. در این میان، کوله‌پشتی به‌عنوان یکی از رایج‌ترین تجهیزات مورد استفاده جوانان از جنبه‌های متفاوتی همچون طرح و شکل، چگونگی حمل، آثار فیزیولوژیکی رعایت نکردن وزن، مدت زمان حمل و حجم استاندارد آن و به‌ویژه تناسب وزن آن بر اساس سن و ابعاد آنتروپومتریکی کاربران در مرکز توجه قرار دارد. مطالعه ساختارهای عضلانی-اسکلتی و دردها و ناراحتی‌های دانش‌آموزان جوان به‌عنوان اصلی‌ترین کاربران کوله‌پشتی و اثرپذیری این ساختارها از نحوه حمل کوله‌پشتی، سهم عمده‌ای از تحقیقات را به خود اختصاص داده است (۱-۳). ارگونومی یا دانش مهندسی انسان و طب ورزش به‌طور خاص‌تر بر این موضوع تمرکز کرده‌اند.

تاکنون، محققان شیوع دردها و ناراحتی‌های عضلانی-اسکلتی (۲-۶) و عوارض فیزیولوژیکی منفی (۷-۱۱) حمل کوله‌پشتی‌های سنگین را در میان نوجوانان بررسی کرده‌اند و نیز به مطالعه مقایسه‌ای حمل انواع کیف‌های مدرسه‌ای از دیدگاه پیامدهای فیزیولوژیکی و متابولیکی (۱۲)، الکترومایوگرافیکی (۲) و

تغییرات پوسچرال (۱۳-۱۶) پرداخته‌اند. با وجود گستردگی موضوع، بیشتر تحقیقات انجام شده به بررسی آثار حمل کوله‌پشتی در رده سنی خاص و محدودی پرداخته‌اند و هدف آن‌ها دست‌یابی به وزن مطلوب، بر اساس شاخص‌های آنتروپومتریکی بوده است؛ برای مثال هونگ و همکاران (۲۰۰۰) وزن مطلوب کوله‌پشتی را برای دانش‌آموزان ۱۰ ساله تا میزان ۱۰٪ وزن بدن پیشنهاد کرده‌اند و دلیل آن را بروز کمترین اختلال در فرآیندهای متابولیکی دانش‌آموزان هنگام حمل این مقدار بار اعلام نمودند. محققان همچنین تأکید داشتند که تعیین وزن مطلوب کوله‌پشتی تابعی از ویژگی‌های آنتروپومتریکی و سن رشدی و تقویمی دانش‌آموزان است و از این رو نمی‌توان این میزان وزن را برای سایر رده‌های سنی تجویز و توصیه نمود (۸). تحقیقات انجام شده در فرانسه (۱۷، ۱۸) و استرالیا (۱۹) نشان داده‌اند که تعداد قابل توجهی از دانش‌آموزان در مدارس ابتدایی، راهنمایی و دبیرستان کوله‌هایی با وزن بیش از ۱۰٪ وزن بدن خود حمل می‌کردند. تحقیقی در هنگ‌کنگ نشان داد که دانش‌آموزان این کشور کیف‌هایی تقریباً معادل ۲۰٪ وزن بدن خود را حمل می‌کنند (۱۴). همچنین ساندر (۱۹۷۹) در مطالعه‌ای نشان داد که اغلب دانش‌آموزان آلمانی کیف‌هایی سنگین‌تر از ۱۰٪ وزن بدن و گاه حتی تا ۱۸/۲٪ وزن بدن خود را حمل می‌کنند (۲۰). پاسکو و همکاران (۱۹۹۷) نیز در آمریکا وزن کیف‌های دانش‌آموزان را بررسی و مشاهده کردند که میانگین وزن نسبی کیف‌های دانش‌آموزان، ۱۷٪ میانگین وزن بدن آن‌هاست (۱۶). در ایتالیا نیز نگرینی و همکاران (۱۹۹۹) گزارش کردند که بیش از ۳۴٪ دانش‌آموزان مورد مطالعه آن‌ها، دست‌کم یک بار در هفته کیفی با وزن نسبی بیش از ۳۰٪ وزن بدن خود را حمل می‌کردند (۲۱). موضوع مشترک میان تحقیقات مذکور بیان نگرانی‌هایی در مورد سلامت کاربران کوله‌پشتی با وزن‌های زیاد و تأکید بر ضرورت تدوین و ارائه نورم طبیعی متناسب با ابعاد دموگرافیکی افراد بوده است.

با وجود اینکه برخی محققان نشان داده‌اند که کودکان نباید باری بیش از ۱۰٪ وزن بدن خود را حمل کنند (۱، ۸، ۲۲-۲۴) و تا مدت‌ها این مقدار وزن کوله‌پشتی، به‌عنوان استاندارد پذیرفته و توصیه شده بود (۲۵)، به‌تازگی برخی محققان با این میزان مخالفت کرده، معتقدند توانایی دانش‌آموزان سنین ۷ تا ۱۸ سال برای تحمل بار با یکدیگر بسیار متفاوت است (۲۶-۲۹)؛ از این رو نمی‌توان دلایل کافی برای حمایت از وزن پیشنهادی معادل ۱۰٪ وزن بدن ارائه نمود (۱۳، ۳۰). به‌تازگی، برخی محققان وزنی معادل ۱۰٪ وزن بدن را برای دانش‌آموزان ۱۰ تا ۱۵ ساله بسیار سنگین می‌دانند (۱۵). روشن کردن این موضوع که رعایت نکردن وزن مطلوب کوله‌پشتی دقیقاً بر کدام‌یک از شاخص‌های فیزیولوژیکی، ساختاری و حتی عملکردی چون راه رفتن و مؤلفه‌های آن، مؤثرتر است، نیازمند تحقیقات وسیع‌تر و دقیق‌تری است. با وجود این، به‌نظر می‌رسد گام نخست در مطالعاتی از این دست تعیین استاندارد و نورم وزنی کوله‌پشتی بر

اساس ویژگی‌های آنتروپومتریکی کاربران در کشورها و از جمله ایران با جمعیت دانش‌آموزی گسترده آن است. تاکنون هیچ‌گونه نورم یا هنجاری در کشور وجود نداشته است که با تکیه بر مطالعات دقیق آزمایشگاهی و تحقیقات بالینی، وزن مطلوب کوله‌پشتی را در رده‌های سنی گوناگون اعلام کرده باشد، هرچند که محققان حاضر به‌طور محدود، ناراحتی‌های عضلانی-اسکلتی و تغییرات فیزیولوژیکی حاصل از حمل وزن‌های غیراستاندارد را بر اساس ویژگی‌های آنتروپومتریکی و دموگرافیکی دانش‌آموزان بررسی کرده بودند (۷، ۱۲، ۳۱، ۳۲). اکنون، به‌نظر می‌رسد اجرای تحقیقاتی چنین گسترده، جامع و در سطح ملی که علاوه بر توصیف وضعیت موجود کاربران کوله‌پشتی به مطالعات بالینی و آزمایشگاهی نمونه‌ها بپردازند، می‌تواند گامی مثبت به‌عنوان استراتژی‌ای پیشگیرانه در بروز اثرات نامطلوب آشکار و پنهان حمل غیراصولی کوله‌پشتی توسط دانش‌آموزان باشد و در ارتقای سطح سلامتی جامعه مؤثر واقع گردد. هر چند ارائه حداکثر وزن قابل حمل پیش از این در میان کارگران صنعتی و سایر مشاغل انجام شده است و به‌عنوان قانون کار اجباری در کشور اجرا می‌شود، چنین وزن استاندارد که بر مبنای ابعاد آنتروپومتریکی و مطالعات آزمایشگاهی در میان جامعه دانش‌آموزی به‌دست آمده باشد - همچون برخی کشورهای پیشرفته در کشور ما وجود نداشته و ضرورت آن احساس می‌شود؛ بنابراین هدف از اجرای پژوهش حاضر تدوین نورم ملی وزن کوله‌پشتی برای دانش‌آموزان پسر ایرانی در مقاطع مختلف تحصیلی، بر اساس مطالعات میدانی و آزمایشگاهی بوده است که به‌دلیل گستردگی کار، مقاله حاضر فقط به ارائه نتایج پایانی یعنی ارائه نورم، به‌عنوان مهم‌ترین بخش این تحقیق، در مقاطع تحصیلی و رده‌های سنی مختلف پرداخته است.

روش‌شناسی پژوهش

به‌طور کلی، تحقیقاتی که به تدوین نورم می‌پردازند ماهیت توصیفی - میدانی دارند، با این حال بخش آزمایشگاهی این تحقیق به‌دلیل عدم کنترل دقیق برخی محدودیت‌ها مانند شرایط تغذیه‌ای و فعالیت‌های بدنی روزمره آزمودنی‌ها از نوع نیمه‌تجربی است. جامعه آماری تحقیق را کلیه دانش‌آموزان پسر مقاطع تحصیلی ابتدایی، راهنمایی و دبیرستان در سراسر کشور تشکیل داده‌اند که در سال تحصیلی ۸۸-۸۹ مشغول به تحصیل بودند. در تحقیق حاضر، ابتدا پنج استان گیلان، خوزستان، تهران، کرمانشاه و خراسان رضوی از شرایط جغرافیایی مختلف کشور (به‌ترتیب شمال، جنوب، مرکز، غرب و شرق) به‌عنوان استان‌های مورد مطالعه انتخاب شدند. سپس، نمونه‌ای شامل ۲۰۰۰ دانش‌آموز پسر (بر اساس جدول ادینسکی)^۱ که به تفکیک مقاطع

1. Udinsky

ابتدایی، راهنمایی و دبیرستان به ترتیب ۷۹۰، ۶۰۰ و ۶۱۰ نفر بودند، به صورت تصادفی خوشه‌ای در سطح استان‌ها، شهرها، مناطق آموزش و پرورش، مدارس، کلاس‌ها و دانش‌آموزان تعیین شد. جمع‌آوری اطلاعات تحقیق طی دو مرحله انجام شد: در مرحله اول، وضعیت موجود کوله‌پشتی (وزن مطلق، وزن نسبی و مدت زمان حمل کوله‌پشتی در حال حاضر) جامعه دانش‌آموزان ایرانی بررسی شد و میانگین وزن مطلق (کیلوگرم)، و نسبی (درصد وزن بدن) آن به دست آمد. در مرحله دوم، برای انتخاب نمونه‌های مطالعه آزمایشگاهی، چارک‌های اول تا سوم وزن نسبی کوله پشتی در توزیع طبیعی داده‌های حاصل برای هر کدام از مقاطع تحصیلی به طور جداگانه محاسبه و تعیین شد. آنگاه ۵۴ نفر (۲۲ نفر دبستان، ۱۵ نفر راهنمایی و ۱۷ نفر دبیرستان) در آزمایشگاه علوم ورزشی مطالعه شدند. نمونه کوچک (۵۴ نفر) نیز به روش تصادفی گزینش شد. برای افزایش قابلیت تعمیم نتایج به جامعه، با توجه به اهداف ملی مطالعه، از دانش‌آموزانی با ویژگی‌های آنترپومتریکی مختلف استفاده شد (۳۳).

مطالعه پارامترهای فیزیولوژیکی آزمودنی‌ها شامل ضربان قلب، فشار خون، اکسیژن مصرفی، هزینه انرژی و تهویه دقیقه‌ای، با استفاده از دستگاه گاز آنالایزر و ارزیابی میزان دردهای بدنی، با استفاده از مقیاس نرخ گذاری تصویری (DRS)^۱ انجام شد. پروتکل آزمایشی برای مطالعه متغیرهای مذکور در شرایط حمل کوله‌پشتی با بارهای مورد مطالعه شامل راه رفتن روی نوارگردان با شیب ثابت صفر درجه و با سرعت ۱/۱ (برای دانش‌آموزان ابتدایی و راهنمایی) و ۱/۳ (برای دانش‌آموزان دبیرستان) متر بر ثانیه بود (۸، ۱۰، ۳۴). مدت زمان پروتکل ۱۰ دقیقه (شامل ۷ دقیقه راه رفتن و ۳ دقیقه بازگشت به حالت اولیه) بود. هر یک از آزمودنی‌ها در چهار آزمون راه رفتن روی نوارگردان شرکت کردند که عبارت بود از: (۱) راه رفتن روی نوارگردان بدون حمل کوله‌پشتی به عنوان کنترل؛ (۲) راه رفتن هنگام حمل کوله پشتی با وزن نسبی معادل چارک اول (نقطه ۲۵ درصدی) وزن کوله پشتی‌های دانش‌آموزان جامعه؛ (۳) راه رفتن هنگام حمل کوله پشتی با وزن نسبی معادل چارک دوم (نقطه ۵۰ درصدی) وزن کوله پشتی‌های دانش‌آموزان جامعه؛ (۴) راه رفتن هنگام حمل کوله‌پشتی با وزن نسبی معادل چارک سوم (نقطه ۷۵ درصدی) وزن کوله‌پشتی‌های دانش‌آموزان جامعه.

در این پژوهش، پیش از تجزیه و تحلیل داده‌های فیزیولوژیکی و پرسشنامه‌ای، ابتدا از آزمون ماخلی^۲ برای ارزیابی فرض کرویت^۳ (طبیعی بودن توزیع داده‌ها) استفاده شد. سپس، در صورت

-
1. Display Rating Scale
 2. Maughly's test
 3. Sphericity assumption

برآورده شدن فرض کرویت، از آزمون تحلیل واریانس با اندازه گیری‌های مکرر در چهار سطح از میزان بار حمل شده استفاده شد، اما در صورت برآورده نشدن فرض کرویت، ضریب تصحیح هینه-فلت^۱ در آزمون تحلیل واریانس با اندازه‌گیری‌های مکرر اعمال شد. سپس، برای انجام مقایسه‌های دوگانه از آزمون بونفرونی^۲ استفاده شد که آزمون تعقیبی مناسبی برای مقایسهٔ دوبه‌دو گروه‌ها، پس از آزمون تحلیل واریانس با اندازه‌گیری‌های مکرر است. تجزیه و تحلیل اطلاعات با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخهٔ ۱۶ و در سطح معنی‌داری $p \leq 0/05$ انجام شد. همچنین، نمودارها به کمک نرم‌افزار Excel ترسیم شد.

یافته‌های پژوهش

میانگین و انحراف معیار ویژگی‌های فردی دانش‌آموزان ایرانی در مقاطع و پایه‌های تحصیلی مختلف در جدول ۱ ارائه شده است. جدول ۲ نیز میانگین وزن فعلی کوله‌پشتی دانش‌آموزان ایرانی را در پایه‌ها و مقاطع تحصیلی مختلف نشان می‌دهد. همچنین در جدول ۳ میانگین و چارک‌های اول تا سوم وزن مطلق و نسبی کوله‌پشتی دانش‌آموزان مقاطع تحصیلی مختلف به‌منظور اجرای آزمون‌های آزمایشگاهی ارائه شده است.

جدول ۱. ویژگی‌های فردی دانش‌آموزان ($M \pm SD$) در مقاطع و پایه‌های تحصیلی مختلف

مقطع تحصیلی	پایه تحصیلی	سن (سال)	وزن (kg)	قد (cm)	BMI (kg.m^{-2})
ابتدایی (n=790)	اول (n=155)	7/2±1/0	21/4±5/3	122/2±7/4	15/4±2/8
	دوم (n=163)	8/1±1/2	25/26±6/6	126±7/9	15/9±2/4
	سوم (n=147)	9/0±1/0	28/6±6/8	132/6±9/1	16/5±3/1
	چهارم (n=171)	10/1±1/5	32/4±8/2	136/8±9/0	17/3±3/3
	پنجم (n=154)	11/3±1/4	35/8±9/7	140/5±9/8	18/2±4/2
راهنمایی (n=600)	کل (n=790)	9/1±2/2	31/9±8/4	135/7±9/2	16/8±3/2
	اول (n=213)	12±0/9	44/5±10/3	146/7±8/4	18/6±2/5
	دوم (n=204)	13/4±1/3	47/5±11/6	153/6±10/2	19±3/4
دبیرستان (n=610)	سوم (n=183)	14/±1/1	51/±12/3	159/8±10/7	19/65±4/0
	کل (n=600)	13/2±1/0	48/3±11/9	154/9±10/1	19/5±3/6
	اول (n=189)	15/4±1/1	60/7±11/2	164/6±10/0	19/8±1/6
	دوم (n=216)	16/6±1/4	62/35±12/2	169/2±10/3	20/3±3/2
	سوم (n=205)	17/5±1/8	65/88±14/1	172±11/6	21/1±4/3
کل (n=610)	16/6±1/2	62/8±13/8	169/7±10/5	20/6±3/7	

1. Huynh-feldt epsilon
2. Bonferroni post-hoc

جدول ۲. میانگین وزن مطلق (kg) و نسبی (درصد وزن بدن) کوله پشتی دانش‌آموزان ایرانی در پایه‌ها و مقاطع تحصیلی مختلف (n=۲۰۰۰)

متغیر	ابتدایی (n=۷۹۰)					راهنمایی (n=۶۰۰)				دبیرستان (n=۶۱۰)		
	۱	۲	۳	۴	کل	۱	۲	۳	کل	۱	۲	۳
وزن مطلق	۵	۴/۲	۳/۶	۲/۷	۳/۲۶	۳/۳	۴	۲/۳	۳/۱۵	۴/۲	۵/۱	۲/۳
وزن نسبی	۲۳	۱۷	۱۲/۳	۶/۶	۸/۳	۱۱/۲	۸/۳	۱۱/۲	۸/۳	۶/۳	۱۴/۵	۸/۳

جدول ۳. میانگین و چارک‌های اول تا سوم وزن مطلق و نسبی کوله پشتی دانش‌آموزان مقاطع تحصیلی مختلف (n=۲۰۰۰)

متغیر	مقطع	میانگین	چارک اول	چارک دوم	چارک سوم
وزن مطلق کوله پشتی (kg)	ابتدایی	۳/۲۶	۲/۶۴	۳/۳۸	۴
	راهنمایی	۳/۱۵	۲	۳/۱۸	۴/۵۵
	دبیرستان	۳/۳	۲/۲۰	۳/۲۵	۴/۵۰
وزن نسبی کوله پشتی (درصد وزن بدن)	ابتدایی	۱۱/۲	۸/۳۳	۱۱/۳۰	۱۴/۶۰
	راهنمایی	۸/۳	۶	۷/۵۳	۱۰/۵۰
	دبیرستان	۷	۴/۵۰	۶/۵۰	۹

داده‌های فیزیولوژیکی

ضربان قلب: نتایج تحقیق حاضر نشان داد حمل کوله پشتی باعث افزایش ضربان قلب می‌شود، اما این افزایش بین وزن‌های مختلف کوله پشتی تفاوت معنی‌داری ندارد ($p > 0.05$). همچنین، نتایج نشان داد حمل کوله پشتی، مستقل از وزن آن، بیش از سایر مقاطع تحصیلی، ضربان قلب دانش‌آموزان مقطع ابتدایی را تحت تأثیر قرار می‌دهد ($p < 0.001$).

فشار خون سیستولی و دیاستولی: نتایج نشان داد فشار خون سیستولی و دیاستولی دانش‌آموزان به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر وزن بار حملی قرار می‌گیرد ($p < 0.001$). فشار خون در مقطع دبیرستان به‌طور معنی‌داری بیشتر از سایر مقاطع تحصیلی افزایش یافت ($p < 0.001$) و بیشترین افزایش در شرایط حمل چارک دوم و سوم روی داد. با این حال، حمل چارک اول در هیچ‌کدام از مقاطع تحصیلی موجب افزایش معنی‌دار فشار خون نشد.

اکسیژن مصرفی و هزینه انرژی: در تحقیق حاضر، اکسیژن مصرفی و هزینه انرژی دانش‌آموزان به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر وزن بار حمل شده قرار گرفت ($p = 0.001$). در این

میان، دانش‌آموزان مقطع ابتدایی بیش از سایر مقاطع تحت تأثیر قرار گرفتند ($p < 0/001$). حمل چارک‌های دوم و سوم در کلیه مقاطع، در مقایسه با وضعیت بدون بار، اکسیژن و انرژی مصرفی را به‌طور معنی‌داری افزایش داد، با این حال چارک اول وزن نسبی کوله‌پشتی در هیچ‌یک از مقاطع تحصیلی افزایش معنی‌داری در مقدار این پارامترها ایجاد نکرد.

تهویه دقیق‌های: نتایج نشان داد حمل چارک سوم وزن نسبی کوله‌پشتی، در مقایسه با سایر شرایط باری، تهویه دقیق‌های را به‌طور معنی‌داری افزایش می‌دهد ($p < 0/02$). در دانش‌آموزان مقاطع دبیرستان و راهنمایی حمل چارک دوم نیز افزایش معنی‌داری را در تهویه دقیق‌های ایجاد می‌کند؛ بنابراین دانش‌آموزان مقاطع تحصیلی بالاتر بیش از مقطع ابتدایی تحت تأثیر تغییرات منفی تهویه ریوی در نتیجه حمل کوله‌پشتی قرار می‌گیرند ($p < 0/001$). حمل کوله‌پشتی معادل چارک اول وزن نسبی کوله‌پشتی دانش‌آموزان در هیچ‌کدام از مقاطع تحصیلی افزایش معنی‌داری در تهویه دقیق‌های ایجاد نکرد.

داده‌های پرسشنامه‌ای

درد گردن: مقایسه مقاطع تحصیلی مختلف نشان داد میزان درد گردن در دانش‌آموزان ابتدایی به‌طور معنی‌داری بیشتر از دانش‌آموزان راهنمایی و دبیرستان است ($p < 0/03$). همچنین، مقایسه میزان درد گردن بین وضعیت‌های باری مختلف نشان داد حمل چارک‌های دوم و سوم وزن نسبی کوله‌پشتی در دانش‌آموزان تمام مقاطع تحصیلی، در مقایسه با چارک اول به افزایش معنی‌دار میزان درد در ناحیه گردن منجر می‌شود ($p < 0/05$). حمل چارک سوم نیز به‌طور ویژه، در مقایسه با سایر وضعیت‌های باری به افزایش معنی‌داری در میزان درد گردن منجر شد.

درد شانه: نتایج تحقیق حاضر نشان داد میزان درد شانه در وضعیت حمل چارک سوم به‌طور معنی‌داری بیشتر از چارک اول و وضعیت بدون بار است ($p \leq 0/04$). همچنین، میزان درد ناحیه شانه در وضعیت حمل چارک دوم نیز به‌طور معنی‌داری بیشتر از چارک اول و وضعیت بدون بار است ($p \leq 0/03$)، اما حمل کوله‌پشتی با وزنی برابر با چارک اول، افزایش معنی‌داری در میزان درد شانه دانش‌آموزان ایجاد نکرد. مقایسه میزان درد شانه بین مقاطع تحصیلی نشان داد درد ناحیه شانه در دانش‌آموزان مقطع ابتدایی به‌طور معنی‌داری بیشتر از دانش‌آموزان مقاطع راهنمایی و دبیرستان است ($p \leq 0/025$). همچنین، میزان درد گزارش شده در مقطع راهنمایی به‌طور معنی‌داری بیشتر از مقطع دبیرستان است ($p = 0/045$).

درد پشت: نتایج این بخش از تحقیق نشان داد میزان درد پشت در وضعیت حمل چارک سوم به‌طور معنی‌داری بیشتر از چارک دوم، چارک اول و وضعیت بدون بار است ($p \leq 0/04$). با این حال، حمل کوله پشتی با وزنی برابر با چارک اول و همچنین چارک دوم افزایش معنی‌داری در میزان درد پشت دانش‌آموزان ایجاد نکرد. نتایج همچنین نشان داد درد ناحیه پشت در دانش‌آموزان مقطع راهنمایی به‌طور معنی‌داری بیشتر از دانش‌آموزان مقاطع ابتدایی و دبیرستان است ($p \leq 0/02$)، اما در میزان درد پشت گزارش شده بین مقاطع ابتدایی و دبیرستان تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد.

درد کمر: نتایج نشان داد در وضعیت حمل چارک سوم وزن نسبی کوله پشتی، میزان درد کمر به‌طور معنی‌داری بیشتر از چارک اول و وضعیت بدون بار است ($p \leq 0/01$). همچنین میزان درد در ناحیه کمر در وضعیت حمل چارک دوم نیز به‌طور معنی‌داری بیشتر از چارک اول و وضعیت بدون بار است ($p \leq 0/02$)، اما در مقایسه سایر وضعیت‌ها با یکدیگر تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. مقایسه درد کمر بین مقاطع تحصیلی مختلف نیز نشان داد درد ناحیه کمر در دانش‌آموزان مقطع دبیرستان به‌طور معنی‌داری بیشتر از دانش‌آموزان مقاطع راهنمایی و ابتدایی است ($p \leq 0/03$). همچنین میزان درد گزارش شده در مقطع راهنمایی به‌طور معنی‌داری بیشتر از ابتدایی است ($p = 0/02$).

بحث و نتیجه‌گیری

الف) بحث و بررسی یافته‌های فیزیولوژیکی

ضربان قلب: به‌طور کلی، نتایج تحقیق حاضر نشان داد تغییرات ضربان قلب دانش‌آموزان هنگام حمل کوله پشتی با وزن‌های مختلف معنی‌دار نیست که بیشتر محققان آن را تأیید می‌کنند (۸، ۲۸، ۳۵، ۳۶). همچنین، نتایج نشان داد حمل کوله‌پشتی مستقل از وزن آن، بیش از سایر مقاطع تحصیلی، ضربان قلب دانش‌آموزان ابتدایی را تحت تأثیر قرار می‌دهد. شاید یکی از دلایل این موضوع کاهش ضربان قلب استراحتی در طول سال‌های رشد باشد (۳۷).

فشار خون سیستولی و دیاستولی: نتایج تحقیق حاضر نشان داد فشار خون سیستولی و دیاستولی متناسب با افزایش شدت فعالیت (افزایش وزن کوله‌پشتی)، افزایش می‌یابد. در تمرینات استقامتی سبک که کل بدن فعال است، افزایش فشار خون نسبت مستقیمی با افزایش شدت فعالیت ورزشی دارد (۳۷). نتایج این بخش از پژوهش با نتایج هونگ و همکاران (۲۰۰۰)، ساگیو و همکاران (۲۰۰۶)، حسینی و همکاران (۱۳۸۸) و دانشمندی و همکاران (۲۰۰۸) هم‌خوانی دارد. همچنین، نتایج نشان داد فشار سیستولی و دیاستولی خون در مقطع دبیرستان به‌طور معنی‌داری

بیشتر از سایر مقاطع تحصیلی افزایش یافت. شاید یکی از دلایل بالاتر بودن فشار خون دانش‌آموزان مقاطع بالاتر، به اندازه بدن آن‌ها مربوط باشد؛ زیرا مشخص شده است که در فعالیت‌های کم شدت و زیر بیشینه (مانند حمل کوله‌پشتی) هر چه اندازه بدن بیشتر باشد، هنگام ورزش فشار خون به مقدار بیشتری افزایش می‌یابد (۳۷). با این حال، افزایشی تا این اندازه در فشار خون سیستولی و دیاستولی دانش‌آموزان راهنمایی و دبیرستان کاملاً غیرطبیعی است.

اکسیژن مصرفی و هزینه انرژی: نتایج تحقیق حاضر نشان داد حمل چارک‌های دوم و سوم در تمام مقاطع، در مقایسه با وضعیت بدون بار، مقدار اکسیژن و انرژی مصرفی را به‌طور معنی‌داری افزایش داد. در بیان علت این تغییرات می‌توان گفت که بدیهی است شدت فعالیت هنگام حمل کوله‌پشتی سنگین‌تر، به‌طور معنی‌داری بیشتر است. افزایش وزن کوله‌پشتی، به‌علت تغییر مرکز ثقل بدن در پشت، دانش‌آموزان را به خم شدن به جلو وادار می‌کند (۳۹) و این خمیدگی جلویی سبب می‌شود عضلات همسترینگ، نیم‌شوکی، درشت‌نی قدامی، پهن جانبی، راست‌کننده ستون فقرات و دوزنقه برای حمایت از حرکت، بیشتر فعالیت کنند (۲۸)؛ بنابراین افزایش هزینه‌های متابولیکی^۱، احتمالاً نتیجه درگیری عضلات بیشتر و واحدهای حرکتی بیشتری در حین حمل کوله‌پشتی‌های سنگین‌تر بوده است (۱۶، ۲۸). نتایج این بخش از پژوهش با نتایج پژوهش هونگ^۲ و همکاران (۲۰۰۰)، حسینی و همکاران (۱۳۸۸) و دانشمندی و همکاران (۲۰۰۸) هم‌خوانی دارد. نتایج نشان داد دانش‌آموزان مقطع ابتدایی بیش از مقاطع دیگر تحت تأثیر تغییرات منفی پارامترهای متابولیکی قرار گرفتند. هزینه انرژی به‌صورت کیلوکالری در هر کیلوگرم از وزن بدن با افزایش سن کاهش می‌یابد. این بدان معناست که انرژی مصرفی در هر کیلوگرم از وزن بدن در نوجوانان بیشتر از بزرگسالان است (۳۹). کودکان و نوجوانان هنگام اجرای فعالیت‌های زیر بیشینه معین نسبت به بزرگسالان، انرژی بیشتری به ازای هر کیلوگرم وزن بدن مصرف می‌کنند و این به معنای ضعیف بودن «کارایی انرژی» در کودکان و نوجوانان، در مقایسه با بزرگسالان است (۴۰).

تهویه دقیقه‌ای: نتایج این بخش از پژوهش نشان داد دانش‌آموزان مقاطع تحصیلی بالاتر بیش از مقطع ابتدایی تحت تأثیر تغییرات منفی تهویه ریوی در نتیجه حمل کوله‌پشتی قرار می‌گیرند. همچنین حمل چارک سوم وزن نسبی کوله‌پشتی، در مقایسه با سایر شرایط باری، تهویه دقیقه‌ای را به‌طور معنی‌داری افزایش می‌دهد. بر اساس این نتیجه، تهویه ریوی در خلال فعالیت بدنی (از جمله حمل کوله‌پشتی) متناسب با نیازهای متابولیک بدن تا حدود بیشترین

1. Metabolic Costs

2. Hong

مقدار کار افزایش می‌یابد (۳۷). این بخش از نتایج تحقیق مورد تأیید دانشمندی و همکاران (۲۰۰۸)، حسینی و همکاران (۱۳۸۸)، لی^۱ و همکاران (۲۰۰۳)، و لای و جونز^۲ (۲۰۰۱) است، اما با نتایج تحقیق کوئیزادا و همکاران (۲۰۰۰) و مرآتی و همکاران (۲۰۰۱) هم‌خوانی ندارد. احتمالاً آمادگی بدنی خوب سربازان جوان پیاده‌نظام شرکت‌کننده در تحقیق کوئیزادا و همکاران، علت اصلی عدم تأثیر معنی‌دار حمل کوله‌پشتی بر تهویه دقیق‌ای در پژوهش مذکور بود. علاوه بر این، سرعت کم راه رفتن، احتمالاً علت اصلی معنی‌دار نبودن تغییرات تهویه ریوی بین حمل کوله‌پشتی و راه رفتن بدون کیف در پژوهش مرآتی و همکاران است. در پژوهش آن‌ها، سرعت راه رفتن ۳ کیلومتر در ساعت بود، اما در پژوهش حاضر سرعت راه رفتن ۱/۱ تا ۱/۳ متر ثانیه (معادل ۳/۹۶ تا ۴/۶۸ کیلومتر در ساعت) بود.

ب) بحث و بررسی یافته‌های پرسشنامه‌ای

درد گردن: نتایج نشان داد حمل چارک‌های دوم و سوم وزن نسبی کوله‌پشتی، در مقایسه با چارک اول به افزایش معنی‌دار میزان درد در ناحیه گردن منجر می‌شود. همچنین میزان درد گردن در دانش‌آموزان ابتدایی به‌طور معنی‌داری بیشتر از دانش‌آموزان راهنمایی و دبیرستان بود. موهان و همکاران (۲۰۰۷) هنگام مقایسه زاویه کرانیوورترال، تفاوت معنی‌داری بین شرایط حمل کوله‌پشتی و وضعیت بدون بار مشاهده کردند و اظهار داشتند که حمل کوله‌پشتی‌های سنگین ابتدا باعث افزایش افتادگی سر به جلو می‌شود و سپس، از این طریق درد گردن را افزایش می‌دهد. نتایج این بخش از پژوهش حاضر همچنین با نتایج فورجو و همکاران (۲۰۰۱) هم‌خوانی دارد. محققان دیگر نشان داده‌اند که هم وزن کوله‌پشتی و هم مدت زمان حمل آن وضعیت شانه‌ها و نیز مهره‌های گردنی را تحت تأثیر قرار می‌دهد (۴۱). حمل کوله‌پشتی سنگین میزان خم شدن سر و گردن را افزایش می‌دهد؛ بنابراین شاید یکی از مهم‌ترین دلایل افزایش درد گردن هنگام حمل کوله‌پشتی سنگین، افزایش میزان خم شدن و افتادگی سر و گردن به جلو باشد.

درد شانه: نتایج پژوهش حاضر نشان داد میزان درد شانه در وضعیت حمل چارک سوم و دوم به‌طور معنی‌داری بیشتر از چارک اول و وضعیت بدون بار است. همچنین نتایج نشان داد درد ناحیه شانه در دانش‌آموزان مقطع ابتدایی به‌طور معنی‌داری بیشتر از دانش‌آموزان مقاطع راهنمایی و دبیرستان است. محققان احساس درد در ناحیه شانه‌ها هنگام حمل کوله‌پشتی تأیید کرده‌اند (۲۷)، (۴۲). شاید علت این درد تماس مستقیم بندهای کوله‌پشتی با شانه‌های کاربران باشد. به‌نظر می‌رسد کل فشار حاصل از وزن کوله‌پشتی از طریق بندهای آن به شانه‌ها منتقل می‌شود. شانه‌ها در برابر

1. Li

2. Lai & Jones

فشار زیاد تحمل وزن کوله پشتی، با حرکت بالا رفتن^۱ واکنش نشان می‌دهند که خود بر میزان درد این ناحیه می‌افزاید. از طرفی، انقباض ایزومتریک عضلات ناحیه کمر بند شانه‌ای و نیز عدم خون‌رسانی می‌تواند از عوامل اصلی ایجاد و افزایش این درد باشد. فورجو و همکاران (۲۰۰۱) در تحقیقی روی دانش‌آموزان ۶ تا ۱۵ ساله، بیشترین میزان درد ناشی از حمل کوله‌پشتی را در ناحیه شانه‌ها (۴۲٪) گزارش کردند. پاکری و همکاران (۲۰۰۴) در تحقیقی اظهار کردند که درد شانه ایجاد شده در دانش‌آموزان به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر نوع کیفی که حمل می‌شود و وزن آن‌ها قرار می‌گیرد؛ بنابراین همان‌طور که ملاحظه می‌شود، ناحیه شانه از مستعدترین نواحی بدن برای ایجاد و افزایش درد و ناراحتی هنگام حمل کوله‌پشتی است. این درد در دانش‌آموزان پایه‌ها و مقاطع تحصیلی پایین‌تر بیش از مقاطع بالاتر تجربه می‌شود.

درد پشت: نتایج نشان داد میزان درد پشت در وضعیت حمل چارک سوم به‌طور معنی‌داری بیشتر از چارک دوم، اول و وضعیت بدون بار است. همچنین درد ناحیه پشت در دانش‌آموزان مقطع راهنمایی به‌طور معنی‌داری بیشتر از دانش‌آموزان مقاطع ابتدایی و دبیرستان است. پاناگیوتیس و همکاران (۲۰۰۴) در تحقیقی نشان داده‌اند که با افزایش وزن کیف‌های مدرسه‌ای، میزان درد پشت دانش‌آموزان به‌طور معنی‌داری افزایش می‌یابد. آن‌ها همچنین اظهار داشته‌اند که بیشترین میزان شیوع درد پشت در سن ۱۱ سالگی اتفاق می‌افتد (۴۳). در تحقیق حاضر نیز این نتیجه تأیید شد؛ به بیان دیگر، بیشترین میزان شیوع درد پشت در این تحقیق در دانش‌آموزان راهنمایی اتفاق افتاد. نتایج این بخش از تحقیق با نتایج تحقیقات شیرنیس و همکاران (۲۰۰۳) و نگرینی و کارابالونا (۲۰۰۲) نیز هم‌خوانی دارد. این محققان اظهار داشته‌اند که درد پشتی گزارش شده با احساس خستگی هنگام حمل کیف‌ها ارتباط دارد و بیش از وزن کیف‌ها به مدت زمان حمل آن‌ها وابسته است (۴۴، ۴۵).

درد کمر: مطابق نتایج این تحقیق، حمل چارک سوم وزن نسبی کوله‌پشتی، در مقایسه با چارک اول و وضعیت بدون بار، میزان درد کمر را به‌طور معنی‌داری افزایش می‌دهد. همچنین درد ناحیه کمر در دانش‌آموزان مقطع دبیرستان به‌طور معنی‌داری بیشتر از دانش‌آموزان مقاطع راهنمایی و ابتدایی و در مقطع راهنمایی نیز به‌طور معنی‌داری بیشتر از ابتدایی است. این نتیجه منطقی به‌نظر می‌رسد؛ زیرا تحقیقات نشان داده‌اند که عارضه کمر درد در سنین کودکی کمتر اتفاق می‌افتد (۴۶). درد کمر از جمله ناراحتی‌هایی است که در بیش از ۷۵٪ انسان‌ها در طول دوره زندگی‌شان پدیدار می‌شود (۴۷). گزارش‌ها نشان می‌دهد که با افزایش سن در افراد

مبتلا به کمردرد، میزان درد آن‌ها فزونی یافته و به‌طور کلی سن ۱۲ تا ۱۸ سالگی، سن آغاز پیدایش کمردرد است (۴۶). محققان نشان داده‌اند که با افزایش وزن کیف‌ها، درد پشت و کمردرد به‌طور معنی‌داری افزایش می‌یابد، اما روش حمل کیف تأثیر معنی‌داری ندارد (۴۳). به‌طور خلاصه نتایج پژوهش حاضر نشان می‌دهد حمل کوله‌پشتی با وزن‌هایی معادل ۱۱/۳۰٪، ۱۰/۵۰٪ و ۹٪ وزن بدن و بیشتر از آن، به‌ترتیب در دانش‌آموزان مقاطع ابتدایی، راهنمایی و دبیرستان تغییرات منفی معنی‌داری در سیستم قلبی-عروقی، تنفسی و متابولیکی و نیز افزایش معنی‌دار در میزان دردهای گردن، شانه، پشت و کمر آن‌ها ایجاد می‌کند، در حالی که بر اساس نتایج پیمایش اولیه، بیش از نیمی از دانش‌آموزان مقطع ابتدایی کشور کوله‌هایی با وزنی بیشتر از ۱۱/۳۰٪ وزن بدن حمل می‌کنند، بیش از ۲۵٪ دانش‌آموزان مقطع راهنمایی کشور کوله‌هایی با وزنی بیش از ۱۰/۵۰٪ وزن بدن و در حدود ۲۵٪ دانش‌آموزان دبیرستانی کشور کوله‌هایی با وزنی بیش از ۹٪ وزن بدن حمل می‌کنند؛ بنابراین لازم است به دانش‌آموزانی که دوره حساس و بحرانی رشد را می‌گذرانند و ساختارهای عضلانی-اسکلتی آن‌ها مستعد ابتلا به انواع ناهنجاری‌های قامتی و آسیب‌پذیری بافتی است، توصیه شود از حمل وزن‌های بحرانی فوق به‌شدت پرهیز کنند. همکاری والدین و معلمان ورزش و آموزش‌های عمومی متناسب، به‌ویژه برای سنین کمتر تأکید می‌شود.

ج) نورم پیشنهادی وزن کوله‌پشتی برای دانش‌آموزان ایرانی

نورم وزن مطلق (بر حسب کیلوگرم) و نسبی (بر حسب درصد وزن بدن) و نیز حداکثر وزن مطلق و نسبی مجاز کوله‌پشتی برای دانش‌آموزان ایرانی در پایه‌ها و مقاطع تحصیلی مختلف در جداول شماره ۴ و ۵ ارائه شده است.

جدول ۴. نورم و حداکثر وزن مجاز مطلق کوله پشتی (kg) برای دانش‌آموزان ایرانی در پایه‌ها

و مقاطع تحصیلی مختلف

مقطع تحصیلی	پایه تحصیلی	نورم وزن مطلق	حداکثر وزن مطلق مجاز
ابتدایی	اول	۲/۱۰	۲/۳۵
	دوم	۲/۴۰	۲/۸۰
	سوم	۲/۷۰	۳/۱۵
	چهارم	۳/۱۰	۳/۵۰
	پنجم	۳/۴۰	۳/۹۰
راهنمایی	اول	۳/۵۵	۴/۲۲
	دوم	۳/۸۰	۴/۵۰
	سوم	۴/۱۲	۴/۹۰
دبیرستان	اول	۴/۲۵	۵/۱۵
	دوم	۴/۳۶	۵/۳۰
	سوم	۴/۶۰	۵/۶۰

جدول ۵. نورم و حداکثر وزن مجاز نسبی کوله پشتی (درصد وزن بدن) برای دانش‌آموزان ایرانی در مقاطع تحصیلی مختلف

مقطع تحصیلی	نورم وزن نسبی	حداکثر وزن نسبی مجاز
ابتدایی	۹/۵	۱۱
راهنمایی	۸	۹/۵
دیپارستان	۷	۸/۵

د) نورم پیشنهادی وزن کوله‌پشتی برای دانش‌آموزان مقطع ابتدایی با وزن طبیعی به تفکیک پایه‌های تحصیلی

همان‌طور که جدول ۵ نشان می‌دهد، به‌طور کلی وزنی برابر با ۹/۵٪ وزن بدن به‌عنوان نورم و وزنی برابر با ۱۱٪ وزن بدن به‌عنوان حداکثر وزن مجاز کوله‌پشتی برای جامعه دانش‌آموزان مقطع ابتدایی پیشنهاد می‌شود.

اول ابتدایی: بر اساس نتایج تحقیق، وزنی برابر با ۹/۵٪ وزن بدن، معادل ۲/۱۰ کیلوگرم به‌عنوان وزن مطلوب کوله‌پشتی (نورم) برای جامعه دانش‌آموزان پایه اول تحصیلی در مقطع ابتدایی پیشنهاد می‌شود. همچنین حداکثر وزن مجاز کوله‌پشتی برای دانش‌آموزان این پایه تحصیلی، ۱۱٪ وزن بدن، معادل ۲/۳۵ کیلوگرم توصیه می‌شود (جدول‌های ۴ و ۵).

دوم ابتدایی: بر اساس نتایج تحقیق، وزنی برابر با ۹/۵٪ وزن بدن، معادل ۲/۴۰ کیلوگرم به‌عنوان وزن مطلوب کوله‌پشتی (نورم) برای جامعه دانش‌آموزان پایه دوم تحصیلی در مقطع ابتدایی پیشنهاد می‌شود. همچنین، حداکثر وزن مجاز کوله‌پشتی برای دانش‌آموزان این پایه تحصیلی ۱۱٪ وزن بدن، معادل ۲/۸۰ کیلوگرم توصیه می‌شود (جدول‌های ۴ و ۵).

سوم ابتدایی: بر اساس نتایج تحقیق، وزنی برابر با ۹/۵٪ وزن بدن، معادل ۲/۷۰ کیلوگرم به‌عنوان وزن مطلوب کوله‌پشتی (نورم) برای جامعه دانش‌آموزان پایه سوم تحصیلی در مقطع ابتدایی پیشنهاد می‌شود. همچنین، حداکثر وزن مجاز کوله‌پشتی برای دانش‌آموزان این پایه تحصیلی برابر با ۱۱٪ وزن بدن، معادل ۳/۱۵ کیلوگرم توصیه می‌شود (جدول‌های ۴ و ۵).

چهارم ابتدایی: بر اساس نتایج تحقیق، وزنی برابر با ۹/۵٪ وزن بدن، معادل ۳/۱۰ کیلوگرم به‌عنوان وزن مطلوب کوله‌پشتی (نورم) برای جامعه دانش‌آموزان پایه چهارم تحصیلی در مقطع ابتدایی پیشنهاد می‌شود. همچنین، حداکثر وزن مجاز کوله‌پشتی برای دانش‌آموزان این پایه تحصیلی برابر با ۱۱٪ وزن بدن، معادل ۳/۵۰ کیلوگرم توصیه می‌شود (جدول‌های ۴ و ۵).

پنجم ابتدایی: بر اساس نتایج تحقیق، وزنی برابر با ۹/۵٪ وزن بدن، معادل ۳/۴۰ کیلوگرم به‌عنوان وزن مطلوب کوله‌پشتی (نورم) برای جامعه دانش‌آموزان پایه پنجم تحصیلی در مقطع

ابتدایی پیشنهاد می‌شود. همچنین، حداکثر وزن مجاز کوله‌پشتی برای دانش‌آموزان این پایه تحصیلی، ۱۱٪ وزن بدن معادل ۳/۹۰ کیلوگرم توصیه می‌شود (جدول‌های ۴ و ۵).

ه) نورم پیشنهادی وزن کوله‌پشتی برای دانش‌آموزان مقطع راهنمایی با وزن طبیعی به تفکیک پایه‌های تحصیلی

همان‌طور که جدول ۵ نشان می‌دهد، وزنی برابر با ۸٪ وزن بدن به‌عنوان نورم و وزنی برابر با ۹/۵٪ وزن بدن به‌عنوان حداکثر وزن مجاز کوله‌پشتی برای جامعه دانش‌آموزان مقطع راهنمایی پیشنهاد می‌شود.

اول راهنمایی: مطابق با نتایج تحقیق، وزنی برابر با ۸٪ وزن بدن، معادل ۳/۵۵ کیلوگرم به‌عنوان وزن مطلوب کوله‌پشتی (نورم) برای جامعه دانش‌آموزان پایه اول تحصیلی در مقطع راهنمایی پیشنهاد می‌شود. همچنین، حداکثر وزن مجاز کوله‌پشتی برای دانش‌آموزان این پایه تحصیلی برابر با ۹/۵٪ وزن بدن، معادل ۴/۲۲ کیلوگرم توصیه می‌شود (جدول‌های ۴ و ۵).

دوم راهنمایی: بنا بر نتایج تحقیق، وزنی برابر با ۸٪ وزن بدن معادل با ۳/۸۰ کیلوگرم به‌عنوان وزن مطلوب کوله‌پشتی (نورم) برای جامعه دانش‌آموزان پایه دوم تحصیلی در مقطع راهنمایی پیشنهاد می‌شود. همچنین، حداکثر وزن مجاز کوله‌پشتی برای دانش‌آموزان این پایه تحصیلی برابر با ۹/۵٪ وزن بدن، معادل ۴/۵۰ کیلوگرم توصیه می‌شود (جدول‌های ۴ و ۵).

سوم راهنمایی: بر اساس نتایج تحقیق، وزنی برابر با ۸٪ وزن بدن، معادل ۴/۱۲ کیلوگرم به‌عنوان وزن مطلوب کوله‌پشتی (نورم) برای جامعه دانش‌آموزان پایه سوم تحصیلی در مقطع راهنمایی پیشنهاد می‌شود. همچنین، حداکثر وزن مجاز کوله‌پشتی برای دانش‌آموزان این پایه تحصیلی برابر با ۹/۵٪ وزن بدن، معادل ۴/۹۰ کیلوگرم توصیه می‌شود (جدول‌های ۴ و ۵).

و) نورم پیشنهادی وزن کوله‌پشتی برای دانش‌آموزان مقطع دبیرستان با وزن طبیعی به تفکیک پایه‌های تحصیلی

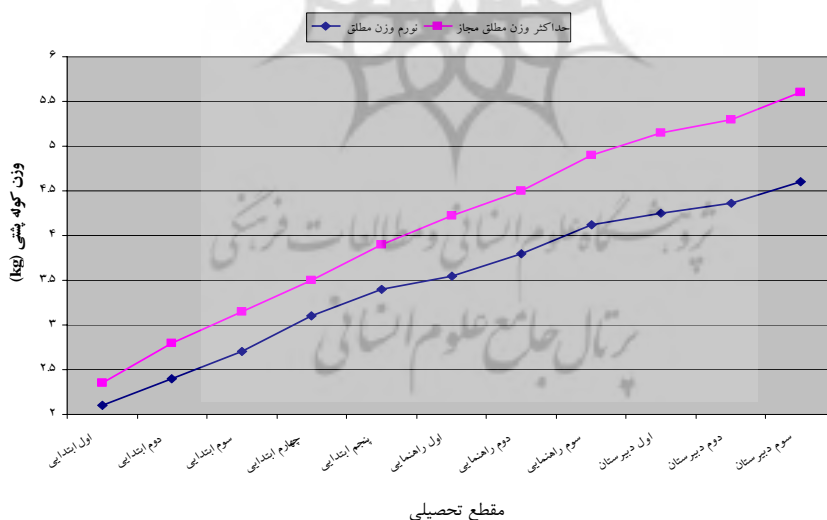
همان‌طور که جدول ۵ نشان می‌دهد، به‌طور کلی وزنی برابر با ۷٪ وزن بدن به‌عنوان نورم و وزنی برابر با ۸/۵٪ وزن بدن به‌عنوان حداکثر وزن مجاز کوله‌پشتی برای جامعه دانش‌آموزان مقطع دبیرستان پیشنهاد می‌شود.

اول دبیرستان: بر اساس نتایج تحقیق، وزنی برابر با ۷٪ وزن بدن، معادل ۴/۲۵ کیلوگرم به‌عنوان وزن مطلوب کوله‌پشتی (نورم) برای جامعه دانش‌آموزان پایه اول تحصیلی در مقطع دبیرستان پیشنهاد می‌شود. همچنین، حداکثر وزن مجاز کوله‌پشتی برای دانش‌آموزان این پایه تحصیلی برابر با ۸/۵٪ وزن بدن، معادل ۵/۱۵ کیلوگرم توصیه می‌شود (جدول‌های ۴ و ۵).

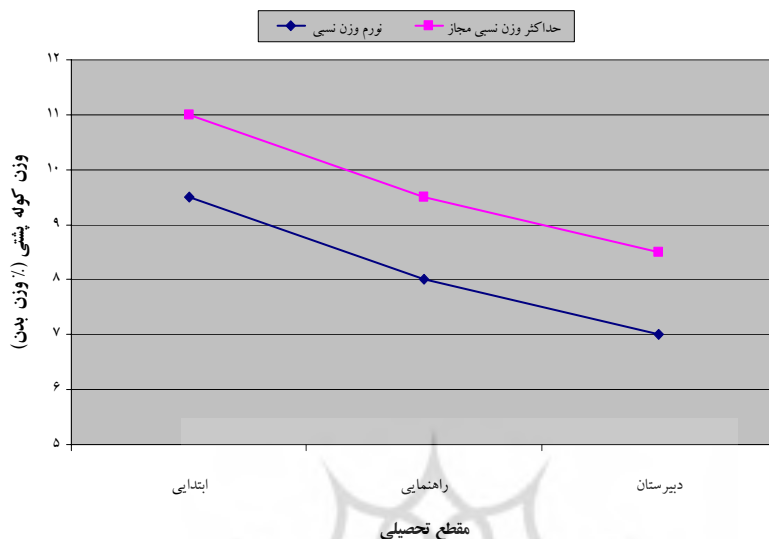
دوم دبیرستان: بنا بر نتایج تحقیق، وزنی برابر با ۷٪ وزن بدن، معادل ۴/۳۶ کیلوگرم به عنوان وزن مطلوب کوله پستی (نورم) برای جامعه دانش آموزان پایه دوم تحصیلی در مقطع دبیرستان پیشنهاد می شود. همچنین، حداکثر وزن مجاز کوله پستی برای دانش آموزان این پایه تحصیلی برابر با ۸/۵٪ وزن بدن، معادل ۵/۳۰ کیلوگرم توصیه می شود (جدول های ۴ و ۵).

سوم دبیرستان: مطابق با نتایج تحقیق، وزنی برابر با ۷٪ وزن بدن، معادل ۴/۶۰ کیلوگرم به عنوان وزن مطلوب کوله پستی (نورم) برای جامعه دانش آموزان پایه سوم تحصیلی در مقطع دبیرستان پیشنهاد می شود. همچنین، حداکثر وزن مجاز کوله پستی برای دانش آموزان این پایه تحصیلی برابر با ۸/۵٪ وزن بدن، معادل ۵/۶۰ کیلوگرم توصیه می شود (جدول های ۴ و ۵).

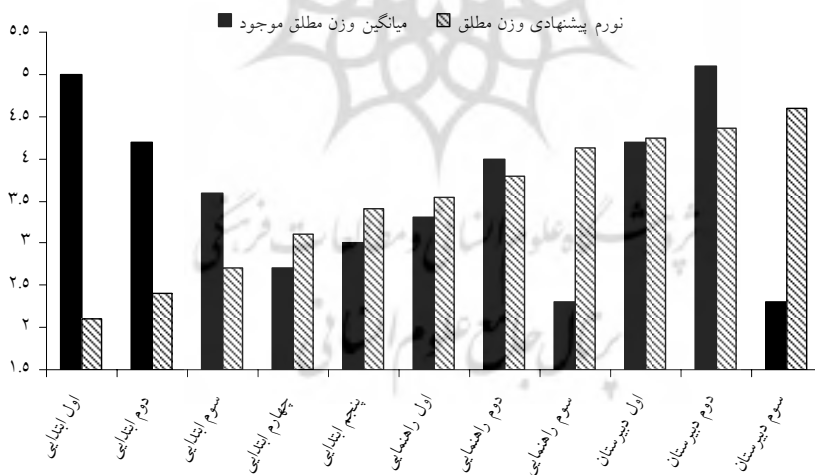
علاوه بر جدول های ۴ و ۵، در نمودارهای ۱ و ۲ نیز به ترتیب نورم و حداکثر وزن مطلق مجاز کوله پستی و نورم و حداکثر وزن نسبی مجاز کوله پستی برای دانش آموزان مقاطع تحصیلی مختلف ارائه شده است. همچنین، به منظور درک بهتر موضوع، در نمودارهای ۳ و ۴ وزن مطلق و نسبی کوله پستی جامعه دانش آموزان در حال حاضر با نورم پیشنهادی آن مقایسه شده است که به نظر می رسد از این پس می تواند به عنوان منبعی استاندارد، همچون برخی کشورها، مورد مراجعه و استفاده کاربران، برنامه ریزان و محققان قرار گیرد.



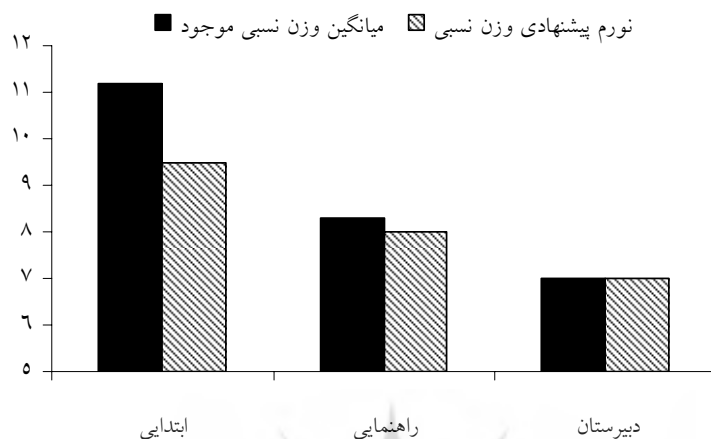
نمودار ۱. نورم و حداکثر وزن مطلق مجاز کوله پستی برای دانش آموزان پایه ها و مقاطع تحصیلی مختلف



نمودار ۲. نورم و حداکثر وزن نسبی مجاز کوله‌پشتی برای دانش‌آموزان مقاطع تحصیلی مختلف



نمودار ۳. میانگین وزن مطلق موجود و نورم پیشنهادی وزن مطلق کوله‌پشتی دانش‌آموزان ایرانی در پایه‌ها و مقاطع تحصیلی مختلف



نمودار ۴. میانگین وزن نسبی موجود و نورم پیشنهادی وزن نسبی کوله پشتی دانش آموزان ایرانی در مقاطع تحصیلی مختلف

منابع:

1. Brackley, H.M., Stevenson, J.M. (2004). Are children's backpack weight limits enough? : A critical review of the relevant literature. *Spine*, 29(19): 2184-2190.
2. Motmans, R.R.E.E., Tomlow, S., Visser, D. (2006). Trunk muscles activity in different modes of carrying schoolbags. *Erg*, 46: 127-138.
3. Murphy, S., Buckle, P., Stubbs, D. (2004). Classroom posture and self-reported back and neck pain in school children. *Appl Ergon*, 35:113-20.
4. Brattberg, G. (2004). Do pain problems in young school children persist into early adulthood? A 13-year follow-up. *Eur J Pain*, 8(3): 187-199.
5. Cardon, G., Balague, F. (2004). Low back pain prevention effects in schoolchildren, what is the evidence? *Eur Spine J*, 13(8): 663-679.
6. Jones, G.T., Macfarlane, G.J. (2005). Epidemiology of low back pain in children and adolescents. *Arch Dis Child*, 90: 312-316.
7. Daneshmandi, H., Rahmani-Nia, F., Hosseini, S.H. (2008). Effect of carrying school backpacks on cardio-respiratory changes in adolescent students. *Sport Sci Health*, 4: 7-14.
8. Hong, Y., et al. (2000). Effects of load carriage on heart rate, blood pressure and energy expenditure in children. *Erg*, 43: 717- 727.

9. Legg, S.J., Cruz, C.O. (2004). Effect of single and double strap backpacks on lung function. *Erg*, 47:318-323.
10. Li J.X., Hong, Y., Robinson, P.D. (2003). The effect of load carriage on movement kinematics and respiratory parameters in children during walking. *Eur J Appl Physiol*, 90: 35-43.
11. Liu, B.S. (2007). Backpack load positioning and walking surface slope effects on physiological responses in infantry soldiers. *Int J Industrial Ergo*, 37: 745-760.
۱۲. حسینی، سید حسین، دانشمندی، حسن، رحمانی نیا، فرهاد، (۱۳۸۸). مقایسه تأثیر فیزیولوژیکی حمل سه مدل مختلف ارگونومیکی از کیف‌های مدرسه‌ای در دانش‌آموزان. المپیک، ۴۷: ۶۵-۷۴.
13. Grimmer, K., et al. (2002). Adolescent standing postural response to backpack loads: a randomized controlled experiential study. *BMC Musculoskeletal Disorder*, 3(1): 10.
14. HKSCHD. (1988). The weight of school bags and its relation to spinal deformity. Hong Kong Society for Child Health and development, the Department of orthopedic surgery. University of Hong Kong, Duchess of Kent Children's Hospital.
15. Mohan, M., Singh, U., Quddus, N. (2007). Effect of backpack loading on cervical and shoulder posture in Indian school children. *Indian J Physiotherapy and Occupational Therapy*, 1(2): 4-13.
16. Pascoe D.D, et al. (1997). Influence of carrying book bags on gait cycle and posture of youths, *Ergonomics*, 40(6): 631-641.
17. Troussier, B., et al. (1999). Back pain and spinal alignment abnormalities in school children. *Rev Rhum Engl Ed*, 66: 370-80.
18. Viry, P., Creveuil, C., Marcelli, C. (1999). Nonspecific back pain in children: A search for associated factors in 14-year-old school children. *Rev Rhum Engl Ed*, 66: 381-8.
19. Grimmer, K., Williams, M. (2000). Gender-age environmental associates of adolescent low back pain. *Applied Erg*, 31(4): 343-360.
20. Sander, M. (1979). Weight of school bags in freibury elementary school: recommendations to parents and teachers. *Offentliche Gesundheitswesen*, 41: 251-253.
21. Negrini, S., Carabalona, R., sibilla, P. (1999). Backpack as a Daily Load for Schoolchildren. *The Lancet*, 354(9194) Dec 4: 1974.
22. Guyer, R. (2001). Back pack back pain. *Am J Public Health*, 91: 16-19.

23. Lai, J., Jones, A. (2001). The effect of shoulder-girdle loading by a school bag on lung volumes in Chinese primary school children. *Early Hum Develop*, 62: 79-86.
24. Lyer, S. (2001). An ergonomic study of chronic musculoskeletal pain in school children. *Indian J Pediatr*, 68: 937-941.
25. Voll, H., Klimt, F. (1997). Strain in children caused by schoolbags. *Offentliche Gesundheitswesen*, 39: 369-378.
26. All-Hazza, H.M. (2006). How much load do Saudi school boys carry on their shoulders? *Saudi Med J*, 27(10), 1567-71.
27. Forjuoh, S.N., et al. (2001). Backpacks carried by school children: A survey of five schools in central Texas. *DORFAM*, Texas, USA.
28. Hong, Y., Brueggemann, G.P. (2000). Changes in gait patterns in 10-year-old boys with increasing loads when walking on a treadmill. *Gait & Posture*, 11: 254-259.
29. Hong, Y., Li, J.X. (2005). Influence of load and carrying methods on gait phase and ground reactions in children's stair walking. *Gait & Posture*, 22: 63-68.
30. Chow, D.H.K, et al. (2005). The effect of backpack load on the gait of normal adolescent girls. *Ergonomics*, 48(6): 642-656.
۳۱. حسینی، سید حسین، دانشمندی، حسن، (۱۳۸۸). تأثیر وزن کوله‌پشتی بر تغییرات قلبی-عروقی و تنفسی دانش‌آموزان نوجوان. حرکت، تخصصی طب ورزشی، ۱: ۵-۲۳.
۳۲. حسینی، سید حسین، دانشمندی، حسن، رحمانی نیا، فرهاد، (۱۳۸۸). بررسی پاسخ‌های ضربان قلب، VO_2 و هزینه انرژی دانش‌آموزان هنگام حمل کوله‌پشتی‌های مدرسه‌ای. پژوهش در علوم ورزشی، تخصصی طب ورزشی، ۲۲: ۶۳-۸۰.
33. American College of Sports Medicine. (2006). Resource manual for guidelines for exercise testing and prescription, 5th ed. Baltimore, Philadelphia: Lippincott Williams and Wilkins.
34. Wong, A.S.K, Hong, Y. (1997). Walking pattern analysis of primary school children during load carriage on a treadmill. *Med Sci Sports Exerc*, 29(5): 585,492.
35. Quesada, P.M., et al. (2000). Biomechanical and metabolic effects of varying backpack loading on simulated marching. *Ergonomics*, 43(3): 293-309.
36. Merati, G., et al. (2001). Cardio-respiratory adjustments and cost locomotion in school children during backpack walking (the Italian backpack study). *Eur J Applied Physiol*, 85(1-2): 41-48.

۳۷. رولند، تامس دبلیو، (۱۳۷۹). «فیزیولوژی ورزشی دوران رشد». ترجمه عباسعلی گائینی. تهران: انتشارات دانش افروز.

38. Sagiv, M., et al. (2006). Left ventricular systolic function during treadmill walking with load carriage in adolescents. *J Sport Sci Med*, 5: 202-207.
39. Donelan, J.M., Kram, R., Kuo, A.D. (2002). Mechanical work for step-to-step transitions is a major determinant of the metabolic cost of human walking. *J Exp Biol*, 205: 3717-3727.
40. Chansirinukor, W., Wilson, D., Grimmer, K., Dansie, B. (2001). Effects of backpacks on students: measurements of cervical and shoulder posture. *Aus J Physiother*, 47(2): 110-116.
41. Griffin, T.M., Roberts, T.J., Kram, R. (2003). Metabolic cost of generating muscular force in human walking: insights from load-carrying and speed experiments. *J Appl Physiol*, 95: 172-183.
42. Puckree, T., Silal, S.P., Lin, J. (2004). School bag carriage and pain in school children. *Disability & Rehabil*, 26(1): 54-59.
43. Panagiotis, K., et al. (2004). Correlation between backpack weight and way of carrying, sagittal and frontal spinal curvatures, athletic activity and dorsal and low back pain in school children and adolescents. *J Spinal Disorders & Techniques*, 17(1): 33-40.
44. Sheir-Neiss, G.I., et al. (2003). The association of backpack use and backpain in adolescents. *Spine*, 28(9): 922-930.
45. Negrini, S., Carabalona, R. (2002). Backpacks on! Schoolchildren's perceptions of load, associations with back pain and factors determining the load. *Spine*, 27: 187-195.
46. Balague, F., Troussier, B., Salminen, J.J. (1999). Nonspecific low back pain in children and adolescents: risk factors. *Eur Spine J*, 8(6): 429-438.
47. Burton, A.K., et al. (1996). The natural history of low back pain in adolescents. *Spine*, 21: 2323-2328.