

طراحی کوله پشتی ارگونومیک برای دانش آموزان ابتدایی ۷ تا ۹ ساله، بر مبنای رویکرد طراحی کاربر محور*

دکتر محسن صفار دزفولی^۱، مهدیه امیری^{۲*}، دکتر سید رضامر تضایی^۳

^۱ عضو هیئت علمی گروه طراحی صنعتی، دانشکده معماری و شهرسازی، دانشگاه علم و صنعت ایران، تهران، ایران.

^۲ کارشناس ارشد طراحی صنعتی، دانشکده معماری و شهرسازی، دانشگاه علم و صنعت ایران، تهران، ایران.

^۳ عضو هیئت علمی گروه طراحی صنعتی، دانشکده معماری و شهرسازی، دانشگاه علم و صنعت ایران، تهران، ایران.

(تاریخ دریافت مقاله: ۸۹/۱۰/۸، تاریخ پذیرش نهایی: ۹۰/۲/۳)

چکیده

تحقیقات نشان می دهد که کوله پشتی، مناسب ترین وسیله برای حمل وسایل روزانه است. با این حال حمل کوله پشتی سنگین می تواند سبب بروز طیف وسیعی از دردهای مرتبط با اختلالات ماهیچه ای، استخوانی و سوء عمل در وضعیت بدن شود. رویکرد طراحی کاربر محور در تولید محصولات با بالاترین کارایی و انطباق با خواسته مصرف کننده، کارایی خود را ثابت کرده است. در این تحقیق، با استفاده از این رویکرد و بر اساس معیارهای ارگونومیک، یک کوله پشتی طراحی و نمونه ی اولیه ی آن ساخته شد. نمونه ی تولیدشده، توسط دانش آموزان، والدین، فروشندگان و متخصصین طراحی، از نظر گرافیکی، ارگونومیک و فرمی مورد ارزیابی قرار گرفت. با اعمال نتایج ارزیابی ها، یک طرح نهایی ارائه شد. تحقیقات در این پژوهش نشان می دهد، رویکرد طراحی کاربر محور در طراحی محصولات برای کودکان، بسیار موثر است. همچنین طبق نتایج این مطالعه، روش هایی مانند مصاحبه و نظر سنجی، برای گرفتن اطلاعات از کودکان، انطباق ضعیفی با واقعیت های عملی دارد و نتایج حاصل از آن گاهی ممکن است طراح را گمراه سازد. این امر می تواند به دلایلی مانند ناتوانی در انطباق سلیقه و گفتار، یا تحت تاثیر شرایط مکانی و زمانی اتفاق بیافتد. بنابراین توصیه می شود در این مورد از روش های داده برداری علمی و روانشناسی استفاده شود.

واژه های کلیدی

کوله پشتی، طراحی کاربر محور، دانش آموزان ۷ تا ۹ ساله، ارگونومی.

* این مقاله از پایان نامه کارشناسی ارشد طراحی صنعتی دانشگاه علم و صنعت ایران، با عنوان "طراحی کوله پشتی ارگونومیک بر مبنای رویکرد طراحی کاربر محور" استخراج شده است.

** نویسنده مسئول: تلفن: ۰۹۱۲۶۴۲۰۶۱، نماین: ۷۷۲۱۲۹۳۴-۰۲۱، E-mail: mahba.amiri@gmail.com

مقدمه

قامتی دانش آموزان در مورد ۱۰ ناهنجاری قامتی شایع در میان دانش آموزان در ۲۹ استان کشور به نتایج نگران کننده ای دست یافته است؛ زیرا بر اساس نتایج این طرح، ۶۴ درصد دانش آموزان دارای حداقل یک ناهنجاری قامتی از ۱۰ ناهنجاری شایع شانه نامتقارن، سر به جلو، شانه کج، شانه گرد، شانه صاف، پشت گود، زانوی ضربدری، زانوی پرانتزی، کف پای صاف و پشت کج می باشند (زنگنه، ۱۳۸۷، ۱۱)

با وجود مطالعات فراوان در مورد محدوده ی وزنی و سایر ویژگی های ارگونومیک کوله پشتی، مطالعات بسیار کمی به طراحی کوله پشتی، به ویژه برای کودکان، پرداخته اند. رویکرد طراحی کاربر محور (طراکم) در طراحی کوله پشتی ای که بتواند تمام معیارهای ارگونومیکی را در کنار نیازها، خواسته ها و سلاقی دانش آموزان پاسخ دهد، می تواند موثرترین روش طراحی باشد. طراکم ریشه در تحقیقات نورمن و دراپر دارد (Vredenburg et al., 2002, Norman and Draper, 1986). نورمن بر کشف تمام و کمال نیازها و خواسته های کاربران و مصارف مورد هدف محصول تاکید دارد (Abrams et al., 2004). طراکم نوعی فلسفه ی طراحی است که تاکیدش بر کاربرد و هدفش ارتقاء سطح قابلیت استفاده از محصول است و بر سودمندی، سهولت استفاده و سهولت یادگیری کاربرد متمرکز می شود (Kravetz). در این روش، کاربرد، تاثیر عمیقی در محصول طراحی شده دارد و مانند همکار، طراح را در سراسر فرایند طراحی همراهی می کند (Abrams et al., 2004). گام نخست طراکم، درک کاربران، کار آنها، چگونگی انجام کار توسط آنها و جمع آوری اطلاعات از نیازهای کاربران است (Courage and Baxter, 2005). گام دوم، طراحی و گام سوم ارزیابی طرح ها توسط کاربر است (Kravetz). این پروسه یک پروسه ی چرخشی است. در مرحله ی توسعه ی محصول با سازماندهی خصوصیات مطلوب کاربران اقدام به طراحی نموده و از کاربران به منظور ارزیابی این ایده ها در جهت توسعه و بهبود محصول استفاده می شود (نمایندگی، ۱۳۸۷، ۵۷). ارتقاء محصول و بهبود وضعیت استفاده از آن توسط تست قابلیت استفاده انجام می شود. قابلیت استفاده این امکان را به کاربر می دهد که به سرعت خطاهایش را در مواجهه با محصول تصحیح کرده و به سادگی با محصول کار کند (Courage and Baxter, 2005). 24. پنج فرآیند اصلی در پروسه ی طراکم، طبق استاندارد ایزو ۱۳۴۰۷، در تصویر ۱ نشان داده شده است (Bevan, 2003, 434).

هدف از این مطالعه، طراحی کوله پشتی مناسب برای دانش آموزان کلاس اول تا سوم ابتدائی، با هدف کاهش بار موثر بر روی شانه ها، گردن و کمر آنهاست. این کوله پشتی با رویکرد طراکم طراحی شده و کاربرد در تمامی مراحل پژوهش حضور داشته است. بنابراین انتظار می رود که کوله پشتی طراحی شده، علاوه بر کاهش بار موثر، از نظر ظاهری نیز برای دانش آموزان مناسب و خوشایند باشد.

در شرایط حاضر بیش از ۸۰ درصد دانش آموزان مقطع ابتدایی در ایران از کوله پشتی برای حمل کتاب و دیگر وسایل خود استفاده می کنند (بهریان، ۱۳۸۷، ۱۲). تحقیقات نشان می دهد که کوله پشتی، اگر به صورت صحیح و مناسب انتخاب شود و مورد استفاده قرار گیرد، مناسب ترین وسیله برای حمل وسایل روزانه است، زیرا می تواند بارها را متقارن نگه دارد (Hong et al., 2003, 47). در عین حال، استفاده از کوله پشتی نامناسب و غیر ارگونومیک، نه تنها مفید نیست، بلکه سبب بروز مشکلات جسمی نیز خواهد شد. این صدمات به ویژه در دانش آموزان مقطع ابتدایی، به دلیل رشد سریع تر جسمی، جدی تر هستند. حمل کوله پشتی سنگین می تواند سبب بروز سوء عمل در وضعیت بدن شود (Ramprasad et al., 2010). ویتفیلد دریافت که حمل کوله پشتی سنگین و تنش های فیزیکی روزانه بر اثر حمل آن، یکی از عوامل مهم در ایجاد دردهای ماهیچه ای استخوانی است (Whitfield, 2005). ایجاد فاصله میان مهره ها، انحنای ستون فقرات، ابتلا به دردهای عصبی، ایجاد دردهای گردنی و ناهنجاری های قامتی، از عوارض ناشی از حمل کیف و کوله پشتی سنگین است (بهریان، ۱۳۸۷، ۱۲). نتایج مطالعه ای که ماکیه و همکارانش انجام دادند، نشان می دهد که وزن کوله پشتی بیشترین تاثیر را روی تنش و فشار شانه ای دارد (Mackie et al., 2005). بر اساس پژوهش های انجام شده ۱۰ تا ۱۵ درصد وزن بدن یک محدوده ی وزنی توجیه شده برای کوله پشتی می باشد (Brackley et al., 2008). برخی معتقدند این محدوده ی وزنی نیز ممکن است آسیب هایی را وارد سازد (Ramprasad et al., 2010, Hazzaa, 2006). مطالعاتی با هدف بررسی تاثیر حمل کوله پشتی بر تغییرات ریوی-قلبی در بین دانش آموزان نوجوان ایرانی نشان می دهند وزن مناسب کوله پشتی برای دانش آموزان نوجوان ۸٪ وزن بدن است (حسینی و همکاران، ۱۳۸۸، رحمانی نیا و همکاران، ۱۳۸۸، ۱۳۸۸). این در حالی است که پژوهشی دیگر در ایران این محدوده ی وزنی را ۷/۵٪ وزن بدن (نمازی و همکاران، ۱۳۸۲) و مطالعه ای در عربستان آن را تنها ۵٪ وزن بدن توصیه می کند (Hazzaa, 2006). رامپراسد و همکارانش دریافتند بار کوله پشتی حتی با ۵٪ وزن بدن نیز می تواند به طور معنی داری زوایای بالاتنه و اندام تحتانی^۱ را تغییر دهد (Ramprasad et al., 2010).

بررسی محققان در ایران نشان می دهد ۵۷ درصد از دانش آموزان کیفی بیشتر از ۱۰ درصد وزن خود را حمل می کنند (طرهانی، ۱۳۸۸). نتایج بررسی ها نشان می دهد که ۴۲/۶٪ از دانش آموزان تنها از یکی از بندهای شانه ای برای حمل کوله استفاده می کنند، همچنین دانش آموزانی که کیف سنگین حمل می کنند، ۱۶ درصد از درد پشت، ۳۸ درصد از درد شانه و ۲۹ درصد از درد دست شکایت دارند (طرهانی، ۱۳۸۸). این مشکلات در حالی است که وزارت آموزش و پرورش از مدت ها قبل با اجرای طرح سنجش ساختار

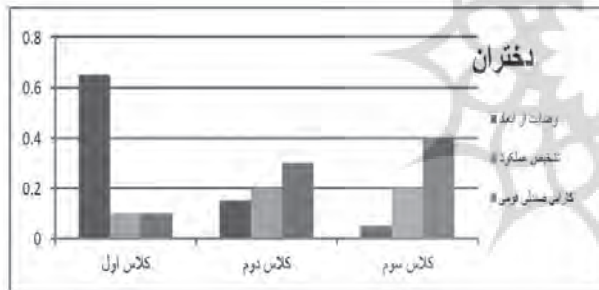


تصویر ۱- فرآیند طراحی بر اساس استاندارد ایزو ۱۳۴۰۷.
مأخذ: (Bevan, 2003,434)

جدول ۱- روش های بکار رفته در پروسه ی طراحی در این مطالعه بر اساس فرآیند پیشنهادی مگیور.

ارزیابی	طراحی	نیازها	زمینه ی استفاده
– ارزیابی با حضور کاربر	– طوفان ذهنی	– آنالیز کاربران ^۱	– شناخت کاربران
– پرسشنامه میزبان رضایتمندی	– مدل سازی نرم	– مصاحبه برای شناخت	– آنالیز زمینه ی استفاده ^۲
– ارزیابی بار ادراکی	– آفرای	– نیازهای کاربران	– مطالعه میدانی
– مصاحبه بعد از تجربه ی محصول		– گروه های متمرکز ^۳	– مردم نگاری ^۴ (زیر نظر گرفتن کاربر)
– فیلمبرداری مخفی		– شناخت رفتارهای صحیح	– آنالیز فعالیت ها
– تفکر با صدای بلند		– و خطای کاربر	– گاه نگار ^۵
– استاندارد		– فیلمبرداری مخفی در راه	– فیلمبرداری مخفی
– پروتوتایپ		– منزل و مدرسه	
		– تفکر با صدای بلند	

مأخذ: (Maguire, 2001,590)



نمودار ۱- درصد درگیری دانش آموزان کوله پشتی در محیط های مختلف با استفاده از متد گاه نگار.

نیازهای کاربران

در این مرحله با مشاهده ی رفتار دانش آموزان در هنگام تعامل با کوله پشتی، شناخت فعالیت های کلیدی در کار با کوله پشتی، چگونگی برخورد و نیز شناسایی مشکلات روزمره و نیازهای دانش آموزان حاصل شد.

این نیازها همانطور که اشاره شد توسط شناخت و آنالیز خصوصیات کاربران، مصاحبه با دانش آموزان جهت درک نیازها و خواسته هایشان، گروه های متمرکز و شناخت رفتارهای صحیح و خطای کاربر انجام شد. همچنین دانش آموزان در راه منزل و مدرسه بوسیله ی فیلمبرداری مخفی تحت نظر گرفته شدند تا تعامل دانش آموز و کوله پشتی دقیق تر دیده شود. از آنجایی که کودکان معمولاً در گروه کاربرانی قرار می گیرند که توان بیان نیازهای خود را ندارند (رزاقی، ۱۳۸۷)، از تکنیک تفکر با صدای بلند که تکنیک مفیدی برای اندازه گیری قابلیت استفاده در

روش

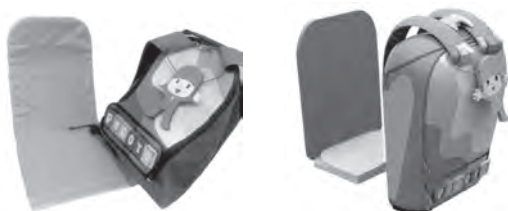
تعداد ۱۲۰ دانش آموز کلاس اول تا سوم پسر و دختر در ۳ مدرسه ابتدایی دخترانه و ۲ مدرسه ابتدایی پسرانه، در این پروسه مشارکت داشتند. با استفاده از رویکرد طراحی، نیازها و مشکلات کودکان کلاس اول تا سوم ابتدایی با کوله پشتی مدرسه شان شناسایی شد. سپس طراحی اولیه انجام و یک نمونه ی اولیه^۲ از طرح ساخته شد. سپس تست های عملکردی، گرافیکی و ارگونومیکی برای اندازه گیری قابلیت استفاده روی طرح انجام شد. با توجه به نتایج حاصل از ارزیابی تست ها، طراحی مجدد صورت گرفت. بعد از آن، دوباره طرح نهایی مورد نظرسنجی دانش آموزان قرار گرفت. روش های بکار رفته در هر مرحله از پروسه ی طراحی کاربر محور، در جدول ۱ آمده است. این روش ها از روش های پیشنهادی مگیور برگرفته شده است (Maguire, 2001,590).

زمینه ی استفاده

برای مشخص شدن زمینه ی استفاده، ابتدا شناخت ابتدایی و درک کلی از کاربر حاصل شد. سپس محیط های استفاده از محصول شناسایی شدند. این محیط ها عبارتند از: مدرسه و منزل. در مدرسه محل قرارگیری کوله پشتی ها، در کشوری نیمکت یا روی نیمکت در کنار دانش آموز و یا زیر نیمکت روی زمین است. در منزل معمولاً در کنج اتاق یا کنار میز مطالعه گذاشته می شود. متد گاه نگار که توسط ۱۵ دانش آموزان انجام شد، مشخص کرد که بیشترین زمان درگیری کاربر با کوله پشتی در مدرسه است (نمودار ۱).



تصویر ۳- تغییر محل بندهای شانه‌ای از عقب به جلوی کوله پشتی.
تصویر ۴- طبقه بندی داخلی کوله پشتی.



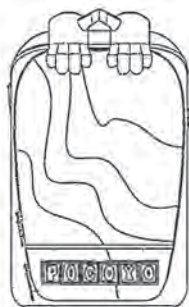
تصویر ۵- نشیمنگاه فومی.
تصویر ۶- پروتو تایپ طرح اولیه.

روند ارزیابی

سه حیطه ی اصلی در طراحی کوله پشتی، فرم، ارگونومی و گرافیک است. نمونه ی اولیه توسط دانش آموزان، والدین و فروشنندگان در هر یک از این سه حیطه ارزیابی شد.

برای ارزیابی گرافیک محصول از سه روش استفاده شد. در روش اول تصویر محصول به ۴۰ دانش آموز و ۶۳ نفر از والدین نشان داده شد و سپس نظرسنجی در مورد آن از طریق مصاحبه و گروه های متمرکز انجام شد. هردوی این روش ها اطلاعات ارزشمندی درباره رضایت کاربر و اشکالات عملکردی^۶ که شاید به بازنگری نیاز داشته باشند، در اختیار قرار می دهند.

در روش دوم تصویر دو بعدی بدون رنگ محصول از نمای روبرو در اختیار ۱۲۰ نفر از دانش آموزان دختر و پسر ۷ تا ۹ ساله قرار گرفت و از آنها خواسته شد تا آن را به رنگ کوله پشتی مورد علاقه ی خود، رنگ آمیزی کنند (تصویر ۷). در روش سوم کوله پشتی طراحی شده در قالب ۶ گروه رنگی و در کل با ۸۲ رنگ رندر و در ابعاد A4 پرینت گرفته شد. این تصاویر در هر گروه به صورت جداگانه به دانش آموزان نشان داده شد و آنها در هر گروه ۱ کوله پشتی را انتخاب کردند. از آنها خواسته شد از که بین ۶ کوله انتخاب شده نیز یک کوله را انتخاب نمایند (تصویر ۸).



تصویر ۷- تصویر طرح اولیه برای تست نقاشی.

کودکان است نیز استفاده شد. در این روش از شرکت کنندگان خواسته می شود فکرها، احساسات و عقایدشان را در حالی که با محصول در حال کار یا تعامل هستند، بلند به زبان آورند (Courage and Baxter, 2005,247).

طراحی

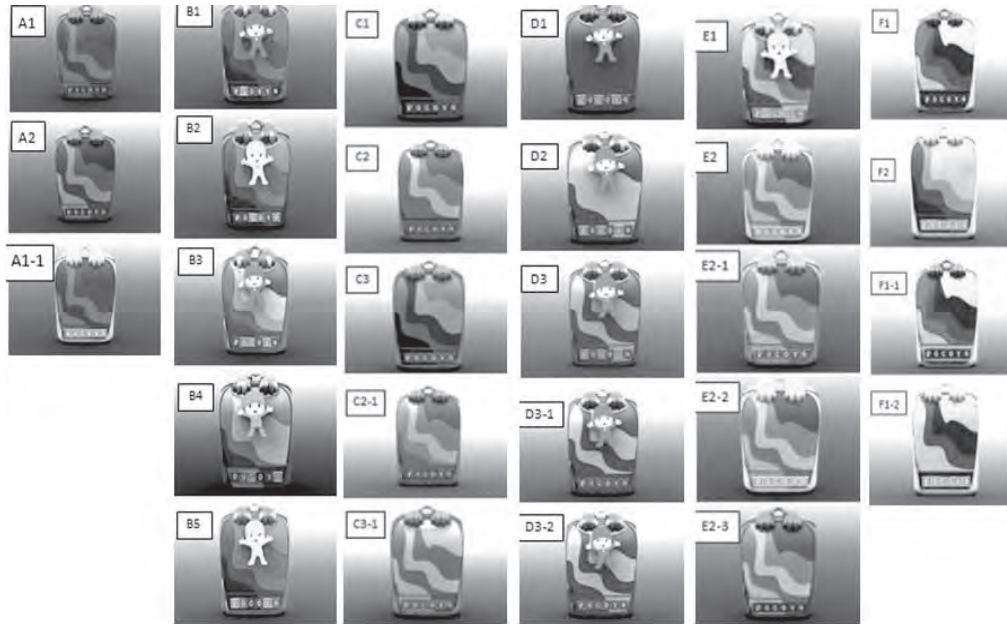
با روش طوفان ذهنی و بر اساس استانداردها، نیازهای کاربران، سلیق و آرزوهای آنان، طراحی اولیه انجام شد. تصویر ۲ طراحی اولیه ی کوله پشتی را نشان می دهد. در این طرح، کوله پشتی بر اساس شاخصه های آنتروپومتری طراحی شده است، به طوری که برای دانش آموز کلاس سوم ابتدایی با صدک ۵ نیز کوله پشتی در بالای لگن قرار می گیرد. پشتی عریض پددار، کمربندهای کمری و بندهای شانه از خصوصیات استاندارد کوله پشتی هستند که در این طرح به آن توجه شده است. وجود دو بند شانه ای (نسبت به ۱ بند) به ناراحتی کمتری در کمر، زانوها و احساس فشار کمتر در شانه ها و درصد کمتری از احساس وزن (Legg et al., 2002) و همچنین اختلالات کمتر تهویه ای^۵ در عملکرد ریه (Legg and Cruz, 2004) کمک می کند، به همین دلیل این کوله پشتی دارای دو بند شانه ای است.



تصویر ۲- طراحی اولیه کوله پشتی با رنگ بندی پسرانه و دخترانه.

همانطور که اشاره شد، وزن زیاد کوله پشتی مهم ترین عامل در ایجاد صدمات فیزیکی در دانش آموزان است. در این طرح دو راهکار جهت پائین آوردن احساس وزن بر شانه ها و کمر، در نظر گرفته شد که عبارتند از: تغییر جای بندهای شانه ای از پشت به جلوی کوله پشتی (تصویر ۳) و طبقه بندی داخلی کوله پشتی (تصویر ۴).

با تغییر محل بندها به جلوی کوله پشتی، نیرو به سطح بیشتری از بدن وارد می شود، در نتیجه نیروی وارده بر شانه ها کمتر خواهد شد. طبقه بندی داخل کوله نیز مرکز ثقل کوله پشتی را به نقطه ی بالاتری منتقل می کند و با کم کردن اندازه ی بازوی گشتاور، به کم شدن نیروی موثر کمک می کند. همچنین این کار باعث توزیع بار در قسمت های مختلف کوله پشتی خواهد شد. با این دو تغییر در کوله پشتی، انتظار می رود نیروی وارده بر شانه ها و کمر به طور محسوسی کاهش یابد. همچنین برای کاهش صدمات ناشی از نشستن روی نیمکت های چوبی سفت، یک نشیمنگاه فومی در قسمت پشت کوله قرار داده شد که با گذاشتن آن بر روی نیمکت، دانش آموز احساس راحت تری داشته باشد (تصویر ۵). تصویر ۶ نمونه ی تولید شده کوله پشتی را نشان می دهد.



تصویر ۸- رنگ بندی کوله پشتی در ۶ گروه برای تست پالت رنگ.

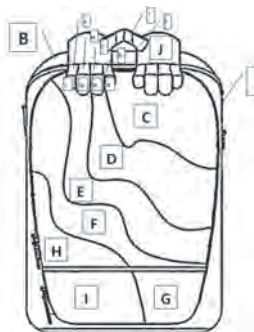
نتیج

همانطور که اشاره شد، در ارزیابی گرافیکی محصول، از سه روش استفاده شد. در روش اول یعنی نشان دادن تصویر کوله پشتی به دانش آموزان و والدین آنها، این نتایج حاصل شد: تقریباً همه ی دانش آموزان با دیدن تصویر کوله پشتی به آن علاقه نشان می دادند و آرزوی داشتن آن را می کردند. نمودار ۲ درصد رضایت والدین از کوله پشتی را نشان می دهد.



نمودار ۲- میزان رضایتمندی والدین از شکل ظاهری و ابعاد کوله پشتی.

در روش دوم که از دانش آموزان خواسته شد تصویر کوله پشتی را مطابق رنگ کوله پشتی مورد علاقه شان نقاشی کنند، نتایج به این گونه تحلیل شد: ابتدا نواحی مختلف کوله پشتی مطابق تصویر ۹ نامگذاری شد. سپس تمام رنگ هایی که توسط دانش آموزان در نقاشی ها بکار رفته بود شناسایی شد که در جدول ۲ مشاهده می شود. برای هر رنگ یک جدول ترسیم شد. اسامی دانش آموزان و نواحی



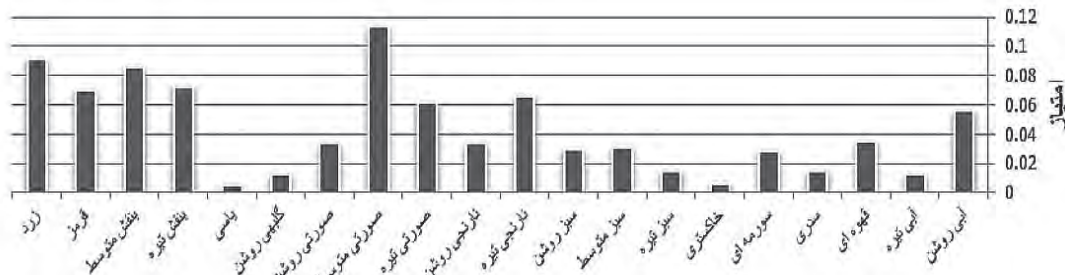
تصویر ۹- تفکیک و نامگذاری نواحی رنگی در کوله پشتی.

برای ارزیابی ارگونومی کوله پشتی، ابتدا یک نمونه از کوله پشتی با ابعاد واقعی ساخته شد. سپس از روش های مصاحبه ی بعد از تجربه ی محصول، ارزیابی بار احساسی و بلند فکر کردن استفاده شد. در روش مصاحبه ی بعد از تجربه ی محصول، ۳ دانش آموز پسر و ۳ دانش آموز دختر ۷ تا ۹ ساله انتخاب شدند و از آنها خواسته شد به مدت ۲ روز از کوله پشتی استفاده نمایند. بعد از ۲ روز استفاده از کوله پشتی جدید با این دانش آموزان مصاحبه انجام شد. برای ارزیابی بار احساسی از ۱۵ دانش آموز خواسته شد با کوله پشتی خود مسافت ۲۰۰ متر را بصورت رفت و برگشت پیاده روی کنند. سپس وسایل روزانه ی خود را درون کوله پشتی جدید قرار دهند و همان مسافت را با این کوله پشتی پیاده روی کنند. سپس آنها در مورد تجربه ی استفاده از این کوله پشتی صحبت و راحتی آن را با کوله پشتی خود قیاس کردند. در مرحله ی آخر نیز ۱۵ دانش آموز شرکت داشتند. کوله پشتی به مدت ۱۵ دقیقه در اختیار هر یک از آنان قرار داده شد و از آنها خواسته شد فکرهايشان را بلند به زبان بیاورند.

برای ارزیابی فرم محصول از روش های نشان دادن تصویر کوله پشتی، ارزیابی عملکردی، تفکر با صدای بلند و مصاحبه ی رضایتمندی استفاده شد. در روش تصویری، نمونه ی ساخته شده به ۱۲۰ دانش آموز ابتدایی در کلاس های جداگانه (متوسط هر کلاس ۱۵ نفر)، نشان داده شد. دانش آموزان نظر خود را در مورد ظاهر آن بیان کردند. در ارزیابی عملکردی کوله پشتی در اختیار ۱۵ دانش آموز قرار داده شد، و از آنها خواسته شد وسایلشان را از کوله پشتی خود بیرون آورده و آنها را در جای مناسب در کوله ی جدید قرار دهند. در پروسه ی جابه جایی وسایل از آنها خواسته شد فکرهايشان را با صدای بلند بگویند. بعد از جا دادن وسایل در کوله پشتی جدید از هر دانش آموز در مورد میزان رضایت از محصول مصاحبه به عمل آمد.

جدول ۲- رنگ های بکار رفته در نقاشی دانش آموزان.

قرمز ed00ff	صورتی تیره ee3c71	صورتی متوسط db60cd	صورتی روشن e8b0e4	گلپه‌ی روشن f2d7c5	بنفش تیره 934cbd	بیاسی e1e0ec
سورمه‌ای 2ff1e95	آبی تیره 4291e8	آبی روشن aec8ee	سبز تیره 3a8f2f	سبز متوسط 33d42b	سبز روشن a5d42b	زرد ffd00
قهوه‌ای 733117	نارنجی تیره ff8400	نارنجی روشن f6ba3b	سدری e5b86e	خاکستری b7bbbd		



نمودار ۳- میانگین به دست آمده برای هر رنگ.

می توانستند در یک گروه هیچ کدام از کوله پشتی ها را انتخاب نکنند. نتایج این تست در نمودار ۴ نشان داده شده است. مطابق جدول بالا اولویت های انتخاب شده توسط دانش آموزان دختر، در تصویر ۱۲ نشان داده شده است.

برای ارزیابی فرم محصول، در روش اول، نمونه ی ساخته شده به ۱۲۰ دانش آموز ابتدایی در کلاس های جداگانه (متوسط هر کلاس ۱۵ نفر)، نشان داده شد. تمام دانش آموزان بعد از دیدن محصول با علاقه زیاد، آن را زیبا و متفاوت توصیف کردند. ابعاد محصول برای اکثر دانش آموزان ۸ و ۹ ساله سوال برانگیز بود. در مورد قسمت های مختلف کوله پشتی از دانش آموزان سوال شد و اکثر آنها متوجه کاربرد قسمت های مختلف کوله پشتی نشدند. همچنین صندلی فومی به دانش آموزان نشان داده شد ولی اکثر آنها نمی دانستند که دقیقاً این وسیله چیست و چه عملکردی دارد.

در ارزیابی ارگونومیکی و عملکردی محصول، نمونه ی ساخته شده در اختیار ۳ دانش آموز پسر و ۳ دانش آموز دختر ۷ تا ۹ ساله قرار گرفت تا به مدت ۲ روز از کوله پشتی استفاده کنند. بعد از اتمام این مدت، با آنها مصاحبه ی بعد از تجربه ی محصول شد. میزان رضایت دانش آموزان از ابعاد محصول و درک عملکرد از کوله پشتی جدید در نمودار ۵ نشان داده شده است.

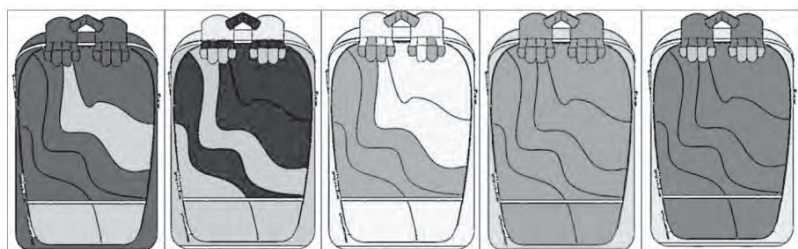
ابعاد کوچک کوله پشتی اولین مشکلی بود که تمام دانش آموزان به آن اشاره کردند. چیدمان وسایل در کوله پشتی نیز مدت زیادی وقت همه آنها را گرفته بود. استفاده از بندهای جدید کوله پشتی در

تفکیک شده ی کوله پشتی در ستون و سطر جداول وارد شدند. سپس به نواحی رنگ شده توسط هر دانش آموز، امتیاز داده شد. مثلاً در جدول رنگ آبی، دانش آموز X اگر ناحیه ی C را آبی نقاشی کرده بود، عدد ۱ و در غیر این صورت ۰ در جدول وارد شد. در جدولی دیگر میانگین رنگ ها در هر ناحیه به دست آمد. در نمودار ۳ این میانگین ها با یکدیگر مقایسه شده اند. همانطور که مشاهده می شود، صورتی متوسط بیشترین امتیاز را به خود اختصاص داده است.

سپس رنگ ها به صورت دو به دو با هم مقایسه شدند و ضرایب همبستگی آنها به دست آمد. با توجه به ضرایب همبستگی، رنگ ها خوشه بندی شدند. رنگ هایی که ضریب همبستگی شان به هم نزدیک بود، در یک خوشه^۷ قرار گرفتند. تصویر ۱۰ این خوشه ها و میزان نزدیکی آنها را به صورت شماتیکی نشان می دهد.

در مرحله ی بعد، در هر گروه، رنگ ها با توجه به میانگین کاربردشان در هر ناحیه ی رنگی، روی کوله پشتی اعمال شدند. به عنوان مثال در خوشه ی ۱ رنگ آبی روشن بیشترین امتیاز را در ناحیه ی A و B به دست آورده بود، بنابراین در کوله پشتی خوشه ی ۱، نواحی A و B به رنگ آبی روشن رنگ شد. تصویر (۱۱، الف تا ه) نتایج گروه های مختلف را نشان می دهد.

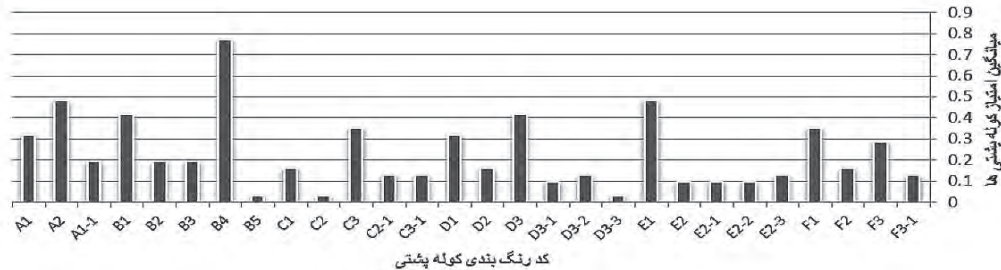
در روش سوم، کوله پشتی با طیف های مختلف رنگی در قالب ۶ گروه تهیه شد. این گروه ها به ۶۰ دانش آموز دختر نشان داده شد و از آنها خواسته شد از هر گروه یک کوله پشتی دلخواه را انتخاب کنند و نهایتاً از ۶ کوله پشتی انتخاب شده یکی را انتخاب کنند. دانش آموزان



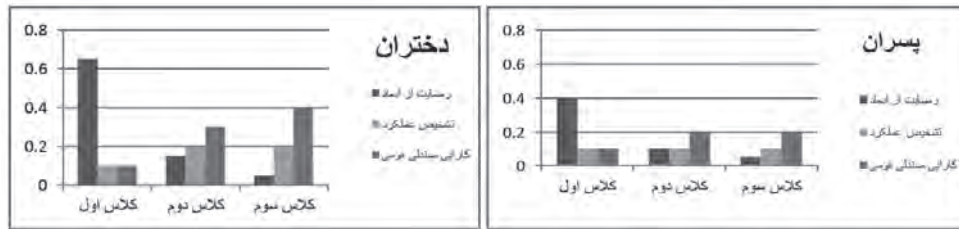
تصویر ۱۱- نتایج خوشه های ۱ تا ۵.



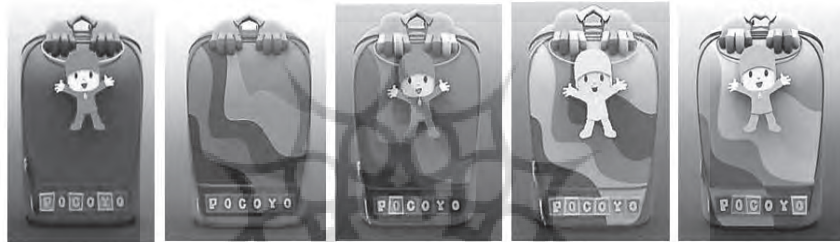
تصویر ۱۰- تفکیک شاخه های رنگی با توجه به ضرایب همبستگی.



نمودار ۴- نتایج تست پالت رنگی دختران.



نمودار ۵- میزان رضایت از ابعاد محصول و درک عملکرد از کوله پشتی جدید به تفکیک جنسیت و سن.



تصویر ۱۲- اولویت ۱ تا ۵ انتخاب شده توسط دانش آموزان دختر در تست پالت رنگی.

نحوه ی طبقه بندی آن را جالب و جدید دانستند و از آن استقبال کردند. ۱۳ نفر از دانش آموزان همچنین نتوانستند کارایی صندلی فومی را درست حدس بزنند. ۱۴ نفر از دانش آموزان از طرح صندلی فومی استقبال کردند و آن را مفید و ضروری دانستند.

طراحی مجدد

بر اساس نتایج ارزیابی های انجام شده تغییراتی در کوله پشتی داده شد و با اصلاح طرح قبلی، طرح نهایی برای کوله پشتی ابتدایی ارائه شد (تصویر ۱۳). در ارزیابی عملکردی محصول، نتایج نشان داد که میزان رضایت دختران از ابعاد محصول بیشتر از پسران است. این آمار در مورد دختران ۷ ساله با ۸ و ۹ ساله ها اختلاف چشمگیری داشت. بنابراین تنها دختران ۷ ساله از ابعاد کوله پشتی راضی بودند. پس در کانسپت نهایی ابعاد بزرگ تر شد (با حفظ معیارهای ارگونومیکی). همچنین نتایج نشان داد، تشخیص عملکرد کوله پشتی از طرف دختران و پسران در حد بسیار پایینی است و آنها درک درستی از چگونگی قراردادن وسایل در کوله پشتی جدید را ندارند، پس محصول باید با زبانی ساده تر خود را معرفی کند. بنابراین مطابق رفتارهایی که دانش آموزان داشتند، در کانسپت جدید، بزرگ ترین بخش، بخشی بود که زیپ آن در بالا قرار داده شد. و طبقات درون کوله پشتی به دلیل پیچیدگی، حذف شدند.

بر اساس معیارهای ارگونومیکی، سنگین ترین بخش کوله پشتی باید نزدیک به پشت و بخش بالایی کوله پشتی باشد، در بخش های

روز اول برای آنها سخت بوده ولی روز بعد به تنهایی توانسته بودند از آنها استفاده کنند.

در تست ارزیابی بار احساسی همه ی دانش آموزان بعد از طی مسافت ۴۰۰ متر (رفت و برگشت) با کوله پشتی جدید، آن را سبک تر از کوله پشتی خود توصیف کردند. ۹ نفر با بندهای معمولی احساس بهتری داشتند و ۶ نفر با بندهای جدید بار کمتری بر شانه هایشان احساس می کردند. ۴ نفر از این که کوله پشتی با بندهای جدید به پشتشان نمی چسبید اظهار ناراحتی کردند.

در یک تست دیگر، به مدت ۱۵ دقیقه، کوله پشتی در اختیار ۱۵ دانش آموز قرار گرفت، سپس نظراتشان در مورد عملکرد آن پرسیده شد؛ در طول این مدت از آنها مخفیانه فیلمبرداری شد. همه در نگاه اول آن را کوچک می دانستند و معتقد بودند وسایلشان ممکن نیست در این کوله پشتی جا بگیرد. همه ابتدا زیپ بخش بالایی کوله پشتی را باز کردند و در مورد بخش های دیگر کنجکاو نبودند. همه چند کتاب را با هم وارد کوله پشتی می کردند. همه سعی داشتند تمام کتاب و دفترها را در همان بخش بالایی جای بدهند و بدون اینکه به سراغ دیگر بخش های کوله پشتی بروند، می گفتند که وسایل در کیف جا نمی شود. در هنگام چیدن وسایل باید به آنها یادآور می شد که بخش های دیگری هم وجود دارد، در غیر این صورت وسایل گوناگون را در یک محل جای می دادند. ۱۲ نفر از دانش آموزان قادر نبودند به این سوال که به نظر شما این بخش برای چه وسیله ای مناسب است، جواب درست دهند. بعد از چیدن وسایل، ۱۱ نفر از نحوه ی چیدمان ناراضی بودند و آن را سخت می دانستند، و بقیه،

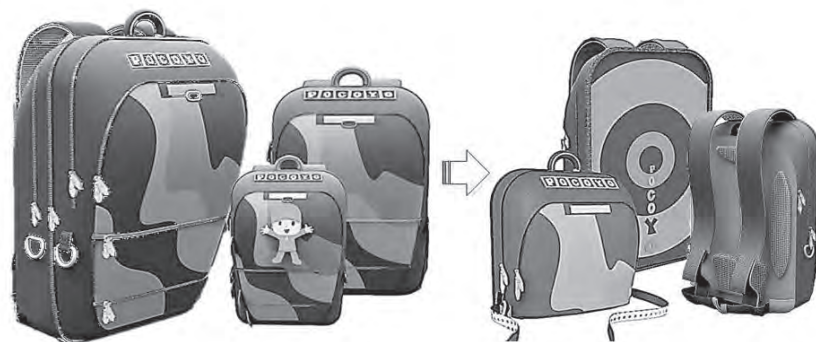
و به قسمت میانی کوله پشتی در جلوی بخش پشتی کوله قرار داده شد. با این کار، هم کودک به راحتی جهت بندها را تشخیص می‌دهد و هم بندها، سنگین‌ترین بخش کوله را حمایت می‌کنند.

تناقضات فراوانی در نتایج تست‌های انجام شده برای تعیین رنگ کوله پشتی وجود داشت. رنگ‌های منتج از این تست‌ها برای دختران، رنگ‌های سرد و کم‌رنگ بودند. این در حالیست که تحقیقات در بازار نشان می‌دهد دختران به رنگ‌های گرم و شاد به ویژه ترکیبات صورتی و قرمز علاقمندند. علاوه بر این در هنگام گرفتن تست‌ها نیز مواردی مشاهده شد که صحت این تست‌ها را بی‌اعتبار می‌سازد. به عنوان مثال در تست نقاشی، پسر بچه‌ای که کوله پشتی خود را صورتی رنگ آمیزی کرده بود، در پاسخ به این سوال که آیا کوله پشتی با این رنگ توجه وی را جلب خواهد نمود یا نه؟ ابراز داشت که "کوله پشتی صورتی دوست ندارم". و یا در تست پالت رنگ، بعد از انتخاب یک کوله از یک گروه توسط دانش‌آموز، اگر بعد از مدتی مجدداً از وی همان سوال می‌شد، کوله پشتی با رنگ دیگری را انتخاب می‌کرد. علاوه بر این، بعد از نشان دادن نتایج آنالیز نقاشی به همان دانش‌آموزان شرکت‌کننده در تست، رنگ‌های برگرفته از این تست مورد تأیید آنها نبودند. بنابراین این نتایج در تصمیم‌گیری نهایی تأثیری نداشته و رنگ این محصول از طریق روانشناسی و درک سلیقه دختران ایرانی در این سنین، بررسی‌های بازار و نظرات والدین آنها انتخاب شد. همچنین نتایج نشان داد دانش‌آموزان ۷ ساله با دانش‌آموزان ۸ و ۹ ساله سلیقه کاملاً متفاوتی دارند، لذا نمی‌توان یک رنگ بندی واحد را برای این بازه‌ی سنی تعریف کرد. بنابراین طرح جدید در رنگ بندی متنوع‌تری ارائه شد (تصویر ۱۵). دخترانه‌ی اول ابتدایی (۷ ساله (تصویر ۱۵-الف)، پسرانه‌ی دخترانه‌ی دوم و سوم ابتدایی (۸ و ۹ ساله (تصویر ۱۵-ب)، پسرانه‌ی اول ابتدایی (۷ ساله (تصویر ۱۵-ج)، پسرانه‌ی دوم و سوم ابتدایی (۸ و ۹ ساله (تصویر ۱۵-د).



تصویر ۱۵- رنگ بندی طرح نهایی کوله پشتی.

الف) دخترانه اول ابتدایی (ب) دخترانه دوم و سوم ابتدایی (ج) پسرانه اول ابتدایی (د) پسرانه دوم و سوم ابتدایی

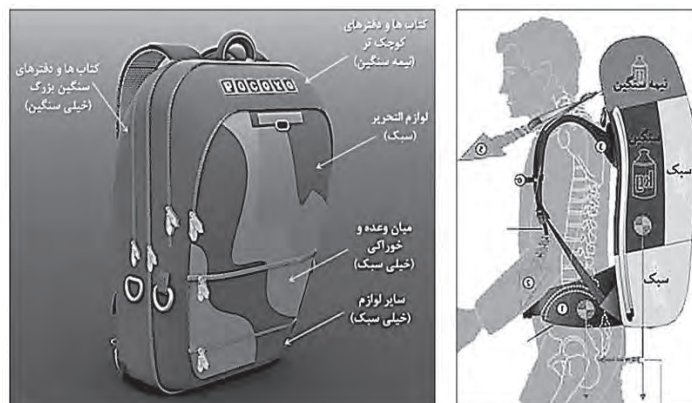


تصویر ۱۳- طراحی نهایی کوله پشتی.

دورتر از پشت و بخش پائین بارهای سبک‌تر باید قرار داده شوند (تصویر ۱۴). در طرح جدید، بخش نزدیک به کمر، بزرگ‌ترین بخش کوله است، بنابراین دانش‌آموز مجبور است کتاب‌های بزرگ و سنگین خود را حتماً در این بخش جای دهد. بخش بالایی کاملاً از بخش‌های پائین جدا شده و متناسب با اندازه‌ی دفترها طراحی شده است. بنابراین این بخش نیز نیمه سنگین خواهد بود. بخش‌های پائینی مناسب برای قرار دادن میان‌وعده و لوازم التحریر هستند که بسیار سبک هستند.

با وجود این که محدوده‌ی ۱۰-۱۵ درصدی وزن بدن برای کوله پشتی به عنوان یک محدوده‌ی قابل قبول پذیرفته شده است، ولی هنوز مشخص نیست که محل مناسب مرکز ثقل باید کجا باشد (Chow et al., 2010, 56). لگ و همکارانش به این نتیجه رسیدند که تغییر شکل‌های متابولیکی و بیومکانیکی ناشی از بار سنگین‌رانی می‌تواند با استفاده از نزدیک کردن مرکز ثقل بار به مرکز ثقل بدن حامل تا حد امکان به حداقل رساند (Legg et al., 1997). چو معتقد است با قرار گرفتن مرکز ثقل روی مهره‌ی T12، تغییر فرم و تغییر موقعیت ستون فقرات در بچه‌ها کاهش می‌یابد (Chow et al., 2010). تقسیم بندی کوله پشتی در طرح جدید، توزیع بار در کوله پشتی را بهتر می‌کند، علاوه بر آن، مرکز ثقل کوله پشتی را نیز جابه‌جا کرده و به مرکز ثقل بدن نزدیک‌تر می‌سازد، و این عامل مهمی در کاهش بار موثر بر شانه‌ها، کمر و گردن است.

نتایج نشان داد بچه‌ها در پیدا کردن و تشخیص جهت بند شانه‌ای دچار مشکل می‌شوند. بنابراین بند شانه‌ای از محل قبلی جا به جا شد



تصویر ۱۴- الف) نحوه‌ی توزیع بار در کوله پشتی (ب) نحوه‌ی توزیع بار در کوله پشتی جدید.

کاربران از کوله پشتی یوسی دی بود. نمودار ۶ نتایج این نظرسنجی را در مقایسه با کوله پشتی قبلی نشان می دهد.

یکی از دغدغه های احتمالی کاربران این کوله پشتی، استحکام اتصال قسمت پشت و جلوی آن می باشد که توسط یک زیپ سرتاسری به یکدیگر متصل شده اند. حداکثر وزنی که این اتصال تحمل می کند، در بحرانی ترین شرایط ۴ کیلوگرم است. برای اندازه گیری استحکام اتصال موجود فیکسچری طراحی شد (تصویر ۷) و با استفاده از تست کشش، بارگذاری واقعی بر این اتصال شبیه سازی شد. نتایج تست همان طور که در تصویر ۱۸ مشخص است، نشان می دهد در حالت بارگذاری استاتیکی این اتصال ۲۶۷ کیلوگرم نیرو تحمل می کند که حدود ۶۶ برابر نیروی واقعی می باشد. این ضریب اطمینان در بارگذاری استاتیکی موجب افزایش چشمگیر مقاومت در برابر بارگذاری های دینامیکی می شود.



تصویر ۱۶- انفصال بخش های مختلف از کوله پشتی.



نمودار ۶- میزان رضایت مندی دانش آموزان از الف) کوله پشتی یوسی دی (ب) کوله پشتی اولیه.



تصویر ۱۷- فیکسچر اتصال زیپی کوله پشتی در دستگاه تست کشش. تصویر ۱۸- نمودار نیرو-جابجایی زیپ در محل اتصال در کوله پشتی.

نتیجه

رضایت مندی کاربران در مرحله ی ارزیابی تصویری، در طرح اول نیز در حد بالایی بود، لذا این رضایت مندی باید در تست های عملکردی و ارگونومیکی نیز بررسی شود، ولی به طور کلی می توان نتیجه گرفت که در طراحی برای کودکان که طراح به هیچ وجه نمی تواند به جای کاربر ایفای نقش کند و سلاقی و رفتار کاربر را از روی تجربیات خود شبیه سازی کند، بهره گیری از رویکرد طراحی کاربرمحور بسیار موثر خواهد بود.

مطابق خواست بچه ها، بخش های مختلف کوله پشتی به صورت مجزا هم طراحی شدند (تصویر ۶). بخش پشتی در روزهایی که وسایل دانش آموز سبک تر است می تواند به تنهایی استفاده شود. بخش جلویی- بالایی کوله نیز با وصل کردن یک بند شانه ای، به عنوان کیف مهمانی یا پیک نیک کاربرد دارد. بخش پشتی و جلویی کیف توسط یک زیپ سراسری به هم متصل شده اند.

ارزیابی طرح نهایی

کانسپت نهایی، کوله پشتی یوسی دی نامگذاری شد. این کوله پشتی توسط ۱۵ دانش آموز به صورت تصویری ارزیابی شد. ابتدا از آنان خواسته شد نظراتشان را در مورد فرم، گرافیک و ابعاد آن بگویند. سپس آنها باید کارایی بخش های مختلف کوله پشتی را حدس می زدند. هدف از این ارزیابی، سنجش میزان رضایتمندی

توجه به نیازهای روحی و احساسی کاربران، در کنار نیازهای اصلی آنان، از جمله مزایای طراحی با رویکرد کاربرمحور است. همانطور که در این مطالعه نیز دیده شد، بخش وسیعی از مطالعات بر روی گرافیک و فرم کوله پشتی متمرکز بود تا بتواند محصولی جذاب تر و خوشایندتر برای دانش آموزان ارائه شود. نتایج نشان داد کاربران از کوله پشتی که با رویکرد طراحی کاربرمحور طراحی شده، رضایت بسیار بالایی دارند. با توجه به اینکه میزان

می شود برای جمع آوری اطلاعات از کودکان، یا از روش مصاحبه و پرسشنامه استفاده نشود و یا این کار با حضور یک روانشناس انجام گیرد، چرا که ممکن است اطلاعات به دست آمده، نه تنها کارآمد نباشند، بلکه موجب گمراهی طراح نیز شوند. روش های علمی مانند داده برداری با دستگاه، فیلمبرداری مخفی و آنالیز رفتار از روی فیلم، که مستقیماً تحت تاثیر جواب کودکان قرار ندارد می توانند اطلاعات موثق تری را در اختیار طراحان قرار دهند.

با حضور کاربر در تمام پروسه ی طراحی، علاوه بر درک دقیق تر نیازها و خواسته هایشان از محصول، ویژگی های رفتاری و روانی آنها نیز در هر مرحله بیشتر نمودار می شد. یکی از این ویژگی ها این بود که دانش آموزان در این سن، با قرارگیری در موقعیت های مختلف، در مورد یک موضوع واحد، نظرات و عکس العمل های متفاوتی داشتند. همچنین اگر یک سوال به دو گونه ی متفاوت مطرح می شد، دو جواب متفاوت نیز به آن داده می شد. بنابراین توصیه

پی نوشت ها

- 1 Lower Limb.
- 2 User Centred Design (UCD).
- 3 Usability Test.
- 4 Prototype.
- 5 Ventilator.
- 6 problems with the functionality.
- 7 Cluster.

فهرست منابع

- استاندارد ملی ایران (۱۳۸۰)، زیپ های فلزی و پلاستیکی، استاندارد شماره ۱۲۳۳.
- بهریان، مریم (۱۳۸۷)، کوله پشتی غیر استاندارد را زمین بگذار، روزنامه ایران، ۱۷ مهر ۸۷، کد خبر: ۲۰۹۵۵.
- حسینی، سیدحسین، دانشمندی، حسن، رحمانی نیا، فرهاد (۱۳۸۸)، تاثیر وزن کوله پشتی بر تغییرات قلبی - عروقی و تنفسی دانش آموزان نوجوان، فصلنامه طب ورزشی، شماره ۱، تابستان، ص ۵.
- دانشمندی، حسن، حسینی، سیدحسین، رحمانی نیا، فرهاد (۱۳۸۸)، بررسی پاسخ های ضربان قلب، اکسیژن مصرفی (VO2) و هزینه انرژی دانش آموزان هنگام حمل کوله پشتی های مدرسه ای، فصلنامه پژوهش در علوم ورزشی، شماره ۲۲، بهار، صص ۶۳-۸۰.
- رزاقی، محمد (۱۳۸۷)، فرازی بر طراحی کاربر محور؛ خاست گاهی سازگار برای آمیزش فرهنگ در طراحی محصول، دستاورد ۲۶ و ۲۷: صص ۶۶-۷۱.
- طرهانی، فریبا (۱۳۸۸)، بررسی استانداردهای کیفی های کودکان دبستانی شهر خرم آباد سال تحصیلی ۸۷-۱۳۸۶، فصلنامه یافته، شماره ۳۹، بهار، ص ۶.
- زنگنه، مریم (۱۳۸۷)، زنگ خطر ناهنجاری های قامتی در بین دختران دانش آموز، روزنامه قدس، ۱۵ بهمن ماه ۸۷، ص ۱۱، قابل دسترس در وبسایت روزنامه ی قدس.
- نمایندگی، محمد حسین (۱۳۸۷)، فرآیند طراحی مبتنی بر استفاده گر، دستاورد ۲۶ و ۲۷: صص ۸۲-۷۲.
- نمازی زاده، مهدی، ابراهیم، خسرو، سررشته، مهران، صالحی، حمید (۱۳۸۲)، آثار سینماتیکی حمل کوله پشتی بر راه رفتن و وضعیت قامت نوجوانان، فصلنامه حرکت، شماره ۱۶، تابستان، ص ۵.

- Abras C., Maloney-Krichmar D., Preece J.(2004), *User-Centered Design*, In Bainbridge, W. Encyclopedia of Human Computer Interaction, Thousand Oaks: Sage Publication (in press).
- Amaal H. Ebrahim, Ahmed Al-Kahky(?), *Comparative Study of Static and Dynamic Balance of School Age Children with and without Backpack?* .
- Andrea F. Kravetz Esq.(?), *The Role of User Centered Process in Understanding Your User*, Elsevier.
- Bevan, Nigel(2003), Usability Net Methods for User Centered Design, *Human Computer Interaction: Theory and Practice* (part1), volume 1: 434-438.
- Brackley H.M., Stevenson J.M. and Selinger J.C.(2009), Effect of backpack load placement on posture and spinal .curvature in prepubescent children, *Work*, 32: 351-360
- 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.
- Courage, Catherine and Baxter, Kathy (2005), *Understanding Your Users, A Practical Guide to User Requirements Methods, Tools, and Techniques*, Morgan Kaufmann. ISBN: 1-55860-935-0.
- Chow D.H.K., Ou Z.Y., Wang X.G. and Lai A.(2010), Short-term effects of backpack load placement on spine deformation .and repositioning error in schoolchildren, *Ergonomics*, 53 No. 1: 56-64
- Chow D.H.K., Ting J.M.L., Pope M.H., Lai A.(2009), Effects of backpack load placement on pulmonary capacities of .normal schoolchildren during upright stance, *Industrial Ergonomics* ;39:703-707
- Daneshmandi H., Rahmani-Nia F. and Hosseini S. H. (2008), Effect of carrying school backpacks on cardio-respiratory

- changes in adolescent students, *Sport Sciences for Health*; 4: 7-14.
- Dockrell S., Kane C., O’Keeffe E.(?), *Schoolbag weight and the effects of schoolbag carriage on secondary school students,?*.
- Forjuoha S.N., Schuchmann J.A., Lane B.L.(2004), Correlates of Heavy Backpack Use by Elementary School Children, *.Public Health*, 118: 532–535
- Forjuoh S. N., Little D., Schuchmann J.A., Lane B.L. (2003), Parental knowledge of school backpack weight and Contents, *.Arch Dis Child*; 88:18–19
- Gilletl, Christophe, Foissac Matthieu, Leteneur Sebastien, Freychar Philippe and Barbier Franck (2006), Influence of a New Backpack Design on Kinematics and Dynamics of Walking, *The Engineering of Sport6*; 9: 369-374.
- Goh J.H., Thambyah A., Bose K. (1998), Effect of Varying Backpack Loads on Peak Forces in the Lumbosacral Spine During Walking, *Clinical Biomechanics*; 13 No1: S26-S31.
- Hazzaa M. Al-Hazzaa (2006), School Backpack; How much load do Saudi school boy carry on their shoulders, *Saudi Med J*; 27 (10): 1567-1571.
- Hong Youlian, Li Jing-Xian, Tik-Pui Fong Daniel(2008), Effect of prolonged walking with backpack loads on trunk muscle .activity and fatigue in children, *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 18: 990–996
- Hong Y., Lau T. C. and Li J. X. (2003), Effects of loads and carrying methods of school bags on movement kinetics of .children during stair walking, *Research in Sports Medicine*; 11: 33–49
- ISO(1999), *ISO 13407: Human-centred Design Processes for Interactive Systems*. Geneva: International Standards Organization. Also available from the British Standards Institute, London.
- Legg S. J., Cruz C. O. (2004), Effect of single and double strap backpacks on lung function, *ERGONOMICS*; 47 NO 3: 318 – 323
- Legg Stephen, Cruz Christian, Chaikumarn Montakarn and Kumar Rupesh(2002), *Efficacy of subjective perceptual methods in comparing between single and double strap student backpacks*, Third international cyberspace conference on ergonomics.
- Legg S. J., Perko L., Campbell P. (1997), Subjective perceptual methods for comparing backpacks, *ERGONOMICS*; 40 NO 8: 809 – 817
- Mackie H.W., Legg S.J., Beadle J., Hedderley D. (2003), Comparison of four different backpacks intended for school use, *.Applied Ergonomics*;34: 257–264
- Mackie H. W., Stevenson J. M., Reid S. A., Legg S. J.(2005), The effect of simulated school load carriage configurations on shoulder strap tension forces and shoulder interface pressure, *Applied Ergonomics*; 36: 199–206
- Mackenzie W.G., Sampath J.S., Kruse R.W. and Sheir-Ness G.J. (2003), Backpacks in children. *Clinical Orthopaedics*; 409:78 – 84
- Maguire, Martin, Bevan, Nigel (2002), *User requirements analysis a review of supporting methods*, 17th World Computer Congress, Montreal, Canada, August, p133-148.
- Maguire, Martin (2001), Methods to support human-centered design, *Human-Computer Studies*; 55: 587-634.
- Negrini S, Carabalona R, Sibilla P.(1999), Backpacks as a daily load for schoolchildren. *Lancet*;354:1974.
- Nielsen, J.(1994), *Usability Engineering*, San Francisco, CA: Morgan Kaufmann.
- Norman D. A. and Draper S.W.(1986), *User-Centered System Design: New Perspectives on Human-Computer Interaction*. Erlbaum, Hillsdale, NJ.
- Ramprasad M., Alias J. and Raghuvver A.K. (2010), Effect of Backpack Weight on Postural Angles in Preadolescent Children, *Indian Pediatrics*; 47: 575-580.
- Schwebel D.C., Dulion Pitts D., Stavrinos D. (2009), The influence of carrying a backpack on college student pedestrian safety, *Accident Analysis and Prevention*;41:352–356
- Vredenburg Karel, Mao Ji-Ye, Smith Paul W, Carey Tom (2002), A Survey of User-Centered Design Practice, *CHI*; 4 No 1: 472-478.
- White LJ, Frasure HE, White P. (2000), Weight of backpacks carried by school children: students or Sherpas. *Acad Emerg . Med*; 7: 487
- Whittfield J., Legg S.J., Hedderley D.I. (2005), Schoolbag Weight and Musculoskeletal Symptoms in New Zealand .Secondary Schools, *Applied Ergonomics*; 36: 193–198