مطالعات طب ورزشی دوره۱۱، شماره ۲۵، بهار و تابستان ۱۳۹۸. صص ۵۸-۳۵

مقالهٔ پژوهشی

طراحی سطوح رابط کاربری در وسیلهٔ ورزشی شبیه‌سازی‌شده برای ورزش‌های پارویی با رویکرد تلفیقی همگانی–تعاملی

زهره اریسیان[1]، حسن صادقی نائینی[2]

۱. مدرس گروه طراحی صنعتی، دانشکدهٔ هنرهای کاربردی، دانشگاه هنر تهران، تهران، ایران و دانشگاه پارس، تهران، ایران (نویسندهٔ مسئول)

۲. گروه طراحی صنعتی، دانشکدهٔ معماری، دانشگاه علم وصنعت ایران، تهران، ایران

این مقاله از طرحی پژوهشی استخراج شده است که به پایان رسیده و در پژوهشگاه تربیت‌بدنی و علوم ورزشی تأیید شده است.

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۰۶/۰۱ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۰۵/۰۷

چکیده

پژوهش حاضر با هدف دستیابی به وسیلهٔ ورزشی با قابلیت شبیه‌سازی برخی از رشته‌های قایق‌رانی و برای رفع نیاز جسمی و ذهنی، با هدف کاهش خطا و تأمین رضایت و جلب نظر کاربران انجام شده است. گروه هدف قایق‌رانان حرفه‌ای و مبتدی هستند که به‌واسطهٔ شرایط فصلی و منطقه‌ای برای انجام تمرین با محدودیت‌هایی مواجه هستند. با توجه به تأثیر چشمگیر و سریع حرکات قایق‌رانی در کاهش چاقی به‌ویژه در نیم‌تنهٔ فوقانی و اطراف شکم، کاربرد چنین وسیله‌ای می‌تواند در تقویت و سلامت جسمانی و روانی افراد بسیار مفید و مؤثر باشد. در این پژوهش مقطعی-موردی، اطلاعات لازم ازطریق مشاهده، مصاحبه و طراحی کاربرمحور کسب شدند. در بررسی میدانی، عملکرد ورزشکاران در شرایط واقعی (رودخانه) و مجازی (کار با شبیه‌ساز) بررسی شد. رویکرد طراحی برپایهٔ اصول رویکرد تلفیقی طراحی تعاملی-همگانی بوده است که مطابق آن، پس از شناسایی شرایط، ویژگی‌ها، نیازهای کاربر و تبیین الزام‌های طراحی، با توجه به نتایج حاصل و الگوهای تلفیقی طراحی تعاملی و همگانی، نمونهٔ عملکردی طرح ساخته شد. سپس، متخصصان و ورزشکاران آن را ارزیابی کردند و مشکلات آن مشخص شد. مهم‌ترین ویژگی‌های محصول این پروژه عبارت‌اند از: امکان استفاده در منزل، قابل‌جمع‌شدن، کم‌جا، چندمنظوره، شبیه‌سازی هم‌زمان چندین رشتهٔ قایق‌رانی، سهولت عملکرد و تعامل مناسب.

واژگان کلیدی: قایق‌رانی، ورزش، شبیه‌ساز، طراحی تعاملی، طراحی کاربرمحور.

1. Email: info@erisiandesign.com

2. Email: naeini@iust.ac.ir

مقدمه

طراحی محصولات جدید ازجمله وظایف اصلی در تخصص بین‌رشته‌ای طراحی صنعتی است که با محوریت انسان و با هدف درک و رفع نیازها و مشکلات روزمره صورت می‌گیرد. یکی از حیطه‌هایی که به بررسی و طراحی نیاز دارد، طراحی تجهیزات برای رشته‌های گوناگون ورزشی است. دراین‌میان، قایق‌رانی دارای اهمیت و گسترش روزافزون است و در ایران سابقه‌ای هفتادساله دارد. طبق آمارهای موجود، این رشتۀ ورزشی در ۳۰ استان کشور به‌طور فعال پیگیری می‌شود، اما با وجود نیاز ورزشکاران به استمرار در تمرین و آمادگی جسمانی، به‌دلیل محدودیت‌های جوّی و منطقه‌ای مانند خشکی یا یخ‌زدگی رودخانه، امکان تمرین در شرایط طبیعی برای همۀ ورزشکاران وجود ندارد. این در حالی است که لازمۀ اجرای مسابقات قایق‌رانی در سطوح بالا، داشتن بدنی آماده با شرایط خوب برای فعالیت و کارایی مناسب درطی دوره‌های تمرین و رقابت است (۱). ورزشکارانی که محدودیت جسمی (نابینا و ناشنوا) دارند، در فراگیری و اصلاح تکنیک و حفظ ریتم صحیح حرکات مشکلاتی دارند. رشتۀ قایق‌رانی تأثیر سریع و چشمگیری در ازبین‌بردن چاقی در بخش‌های فعال بدن درحین پاروزنی، به‌ویژه در نیم‌تنۀ فوقانی و اطراف شکم و احشاء دارد. چاقی این نواحی از خطرناک‌ترین نوع چاقی‌ها است و در افزایش میزان مرگ‌ومیر مؤثر است (۲). در مطالعه‌ای که در آن ۱۰ رشتۀ ورزشی مقایسه شدند و ازنظر میزان سالم‌بودن درمقابل یکدیگر رتبه‌بندی شدند، رشته‌های قایق‌رانی و اسکی به‌طور برابر در رتبۀ اول قرار گرفتند (۳)؛ بنابراین، با توجه به مزایای ورزش قایق‌رانی پیش‌بینی می‌شود که کاربرد عام شبیه‌ساز این رشته به موازات کاربرد تخصصی آن در رفع نیاز ورزشکاران، می‌تواند در تأمین سلامت جسمانی و روانی جامعه که با بی‌تحرکی ناشی از شیوۀ زندگی مدرن دچار چاقی و بیماری می‌شوند، بسیار مفید و اثربخش باشد. هدف این پژوهش، دستیابی به پارامترهای موردنیاز برای طراحی و تولید یک دستگاه شبیه‌ساز قایق‌رانی، مطابق با معیارهای ارگونومیک و مبتنی‌بر رویکردهای طراحی تعاملی و همگانی است که علاوه‌بر استفادۀ تخصصی توسط ورزشکاران حرفه‌ای و رفع نیاز جسمی و روانی آنان، امکان کاربرد عام برای افراد علاقه‌مند به ورزش را نیز داشته باشد.

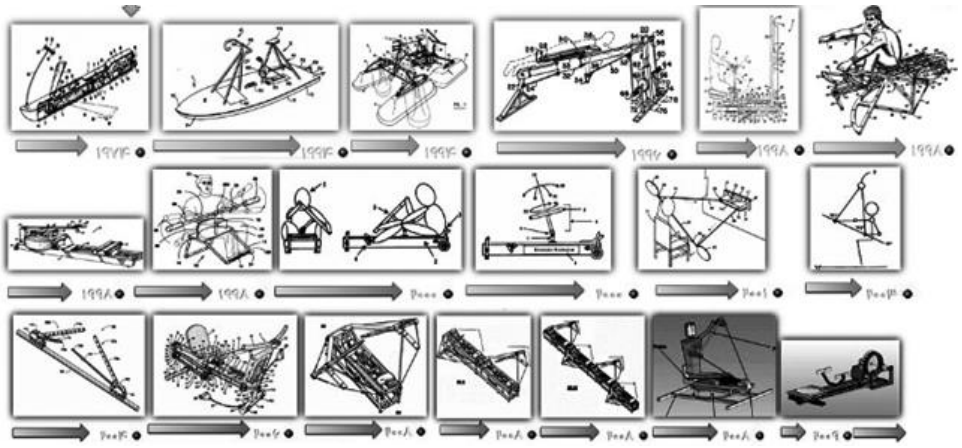
قایق‌رانی یک رشتۀ ورزشی مفرح و رقابتی به‌شمار می‌رود (۴). رشته‌های قایق‌رانی در دو شاخۀ آب‌های آرام و آب‌های خروشان انجام می‌شوند. قایق‌رانی فضای رقابت سالمی را برای همۀ مقاطع سنی، به‌ویژه جوانان پدید می‌آورد (۵). از رشته‌های قایق‌رانی با جنبۀ مسابقه‌ای که جزئی از فدراسیون جهانی قایق‌رانی[1] به‌شمار می‌روند، عبارت‌اند از: رشته‌های آب‌های آرام: کایاک، کانو،

1. ICF: International Canoe Federation

کانوپولو، روئینگ، دراگون بت[1] تورینگ و قایق‌رانی بادبانی، و رشته‌های آب‌های خروشان: اسلالوم (مارپیچ) و رفتینگ.

پیشینهٔ دستگاه‌های شبیه‌ساز قایق‌رانی

دستگاه‌های شبیه‌ساز یا ارگومتر قایق‌رانی، گونه‌های متفاوتی از نمونه‌های پیچیدهٔ مکانیکی چرخ ثابت ترمز اصطکاکی تا شبیه‌سازهای کامپیوتری را در برمی‌گیرند. در حوزهٔ علمی ورزش، ارگومترها عمدتاً برای این امر استفاده می‌شوند تا یک فضای بسته را برای تمرین ورزشکاران در وضعیت خاص، ارزیابی توان فیزیکی و انجام پژوهش علمی تولید کنند (۶). از سال ۱۹۶۷ تاکنون، طراحی‌های متفاوتی در حوزهٔ شبیه‌سازهای قایق‌رانی انجام شده و به‌عنوان اختراع ثبت گردیده اند، اما ایده‌های محدودی به مرحلهٔ تولید رسیده‌اند. تصاویر این نمونه‌ها در شکل شمارهٔ یک مشاهده می‌شود (۷).



شکل ۱- کانسپت‌های طراحی و ثبت‌شده از سال‌های ۱۹۷۴ تا ۲۰۰۸

ازاین‌بین، نمونه‌های پذیرفتنی که به مرحلهٔ تولید رسیده‌اند، به‌طور منحصر در کشورهای آمریکا، کانادا و دانمارک تولید شده‌اند. برخی از این نمونه‌ها در شکل شمارهٔ دو مشاهده می‌شود. اما تأمین این نمونه‌ها برای استفاده در ایران منوط به هزینه‌کرد بسیار زیاد یا غیرممکن است. ازطرفی، هیچ نمونهٔ طراحی‌شده و تولیدشده‌ای در داخل کشور وجود ندارد؛ بنابراین، طراحی و تولید بومی آن می‌تواند کمک شایانی به اقتصاد و استقلال کشور کند.

1. Dragon Boat

شکل ۲- دستگاه‌های شبیه‌ساز تولیدشده: ۱- شبیه‌ساز روئینگ شرکت کانادایی Concept2، ۲- شبیه‌ساز دراگون بوت KayakPro، ۳- شبیه‌ساز مدل Stroke2max، شرکت دانمارکی Dansprint، ۴- شبیه‌ساز کایاک امریکایی KayakPro

ذکر این نکتهٔ مهم ضرورت دارد که نمونه‌های موجود چندکاره نیستند، ولی در نمونهٔ شبیه‌سازی‌شده در این پژوهش محدودیت اخیر رفع شده است. استمرار در تمرین با شدت و زمان متناسب با شرایط بدن هر ورزشکار نقش بسزایی در دستیابی به موفقیت دارد. انحراف‌های وضعیتی در رشته‌های قایق‌رانی یک‌طرفه، موجب ناهماهنگی بین قسمت‌های گوناگون بدن و بروز ناهنجاری به‌ویژه در ناحیهٔ ستون مهره‌ها و درنهایت، کناره‌گیری بسیاری از قایق‌رانان به‌دلیل عوارض این رشته‌ها می‌شود (۸)؛ بنابراین، انجام تمرین‌های روزانهٔ مستمر برای تقویت عضلات هر دو طرف تنه و ستون فقرات پیشنهاد شده است و ورزشکاران به تهیهٔ وسیلهٔ مناسب برای تمرین و بدن‌سازی نیاز مبرم دارند. به‌تازگی بسیاری از گردشگران ایرانی و خارجی به تورهای قایق‌رانی آب‌های خروشان (رفتینگ)[1]توجه کرده‌اند. آب‌های تند و خروشان مشخصهٔ اصلی رشتهٔ آب‌های خروشان است که از فعالیت چشمگیر آن بیش از دو دهه نمی‌گذرد و همچنین، ازجمله ورزش‌های قدرتی است که به قدرت و استقامت زیاد ورزشکار نیاز دارد. ورزشکاران در آب‌های خروشان که به‌طور طبیعی در طبیعت وجود دارند، پاروکشی می‌کنند (۴). دستگاه شبیه‌ساز قایق‌رانی می‌تواند امکان آموزش و آمادگی را برای گردشگران فراهم کند تا در حداقل زمان ممکن به سطح آمادگی لازم برای انجام سفر بی‌مخاطره برسند. ازبین شبیه‌سازهایی که تاکنون طراحی شده‌اند، کاربرد ارگومتر روئینگ و کایاک روزبه‌روز متداول‌تر می‌شود و هدف اصلی از طراحی آن، تولید محصولی با بیشترین شباهت به فضای واقعی تمرین روی آب است (۱). ماهونی[2]و همکاران (۹) ارگومترهای قایق‌رانی را نتیجهٔ تلاش طراحان برای شبیه‌سازی حرکات و مقاومت ایجادشده درحین قایق‌رانی روی آب می‌دانند که

1. Rafting
2. Mahony

پاروزنان حرفه ای اغلب از آنان استفاده می‌کنند. مقاومت موجود در قایق‌رانی روی آب روی بیشتر ارگومترها توسط چرخش چرخ طیار یا به‌اصطلاح کارسنج (فلای‌ویل) شبیه‌سازی می‌شود که با اصطکاک تسمه، وزن و مقاومت ایجادشده دربرابر هوا به‌وسیلهٔ چرخش پره بارگذاری می‌شود. نسخه‌های رایج و معروف این ارگومترها مدل جسینگ (ساخت نروژ) و مدل کانسپت II (ساخت ایالات متحدهٔ آمریکا) هستند. ارگومترهای روئینگ برای بازسازی حرکات روئینگ داخل آب توسعه یافته‌اند. آن‌ها به‌طور وسیع برای شرح مشخصات فیزیولوژی پاروزنان استفاده می‌شوند (۹).

دسته و صندلی دو مؤلفهٔ اصلی و بسیار مهم ارگومتر روئینگ هستند که اندازهٔ آن را تعیین می‌کنند. صندلی به قایق‌ران این امکان را می‌دهد تا دامنهٔ مانور بزرگی بدون هیچ‌گونه اخلالی در تعادل داشته باشد. سرعت و شتاب دسته مشخصات سیم‌کش را برای طراحان تعیین می‌کند. نیروی درخور توجهی در دستهٔ پاروی ارگومتر در مرحلهٔ برگشت وجود ندارد. در این حالت قایق‌ران روئینگ دسته را نمی‌کشد؛ بلکه آن را هل می‌دهد و هیچ جزئی نباید در اعمال نیروی کشش مقاومت کند. همچنین، آنالیز فشار صندلی نشان داده است که صندلی بار سنگینی را تحمل می‌کند؛ به‌خصوص در آخر فاز پیش‌راننده که بدن در پشت قرار دارد. آنالیز کشش نشان می‌دهد که قایق‌ران فشار پا را در زمان ۵۰ درصد اول فاز پیش‌راننده به‌کار می‌برد. در فعالیت قایق‌رانی، ارگومتری با یک مجموعهٔ زیرپایی و صندلی ریلی متحرک، شتاب سیستم پاروزنی قایق‌ران نخبه را در کل چرخهٔ حرکتی به‌طور بهتری بازسازی می‌کند. بگن و کولود[1](۱۰) نشان دادند که طرح یک ارگومتر با مجموعهٔ نشیمنگاه و جای پای لغزشی، به‌طور مشخصی شتاب بهتری را هنگام قایق‌رانی نسبت به وضعیت درجا ایجاد می‌کند.

طراحی تعاملی

یکی از رویکردهای فراگیر در طراحی محصولات امروز، طراحی تعاملی است که هنر تسهیل ارتباط متقابل انسان با محصول و خدمات تلقی می‌شود. این تعامل با ترکیب‌های متنوع بین انسان، ماشین و سیستم ایجاد می‌شود و موجب بهبود محصولات به گونه ای می شود که از دیدگاه کاربران بسیار آسان، مؤثر و دارای کاربرد لذت‌بخش باشند (۱۱). رویکرد طراحی تعاملی[2]در قرن بیست‌ویکم به بلوغ رسید و دغدغهٔ اصلی آن طراحی برای پاسخ‌گویی به نیازهای جسمی و روحی و مهم‌تر از آن، برای درک مردم است (۱۲). همهٔ محصولات و خدمات برای فراهم‌کردن یک تجربهٔ مطلوب به نوعی طراحی نیاز دارند که باعث تسهیل تعاملات شوند. طراحی تعاملات با رفتار و چگونگی کارکرد محصولات مرتبط است. منظور از طراحی تعاملی، طراحی یک سیستم نیست؛ بلکه هدف، طراحی

1. Begon & Colloud
2. Interaction Design

کاربری یک سیستم است؛ به‌عبارتی، وقتی وسیله‌ای طراحی می‌شود، فقط شکل ظاهری و عناصر[1] فیزیکی دیگر نیستند که طراحی می‌شوند؛ بلکه چگونگی رفتار آن و چگونگی کیفیت تعامل کاربر و محصول نیز طراحی می‌شوند (۱۳). درحالی‌که سرعت تعامل انسان و محصولات به‌آهستگی پیش می‌رود، مشکل کاربران درمورد اینترفیس[2](سطوح رابط کاربری نمایشگرها) در دستگاه‌های جدید نیز بسیار است؛ به‌گونه‌ای‌که به سرخوردگی کاربر منجر می‌شود. نظریه‌های ساده از درک کاربر، توجه هوشیارانه به آنچه برای او طراحی می‌شود را ضروری می‌کنند (۱۲). نقش طراحی تعاملی و نحوهٔ ایجاد تعامل مطلوب و برقراری ارتباط مؤثر بین کاربران و محصول طراحی‌شده با توجه به سطوح متفاوت توانایی جسمی، یادگیری و قابلیت‌های این افراد، بسیار اهمیت دارد.

طراحی کاربرمحور[3]

امروزه در طراحی محصولات تعاملی، رویکرد «کاربرمحور» مطرح است که بر درک فعالیت‌های انسان تمرکز دارد (۱۴). در روش طراحی کاربرمحور، دخیل‌کردن نظرهای کاربر در روند توسعهٔ نرم‌افزار با هدف دستیابی به یک سیستم استفاده‌شدنی دنبال می‌شود. طبق استاندارد ایزو (شماره ۱۳۴۰۷)، یک پروژهٔ کاربرمحور شامل مراحل پنج‌گانه‌ای است که عبارت‌اند از: برنامه‌ریزی دقیق با محوریت کاربر (به‌عنوان مهم‌ترین بخش)، درک و مشخص‌کردن نوع و شیوه استفاده، تشخیص نیازهای استفاده‌کننده و سازمان، ارائهٔ راه‌حل‌های طراحی و ارزیابی طرح‌ها درمقابل نیازها و بازخورد استفاده‌گر. فرایند کاربرمحور با کاهش خطر خطای سیستم، با حفظ جریان مؤثر در اطلاعات درمورد کاربران همراه است. اولین قدم، شناخت و گردآوری افراد درگیر برای بحث و توافق درزمینهٔ نحوهٔ قابلیت استفاده و اولویت آن است. پژوهشگر با حضور (آشکار یا مخفیانه) در موقعیت استفاده از محصول و مشاهده و ثبت رفتار استفاده‌کنندگان درحین انجام کار، به‌دنبال شناخت فعالیت‌های کلیدی، چگونگی انجام کار و درک مشکلات استفاده‌کنندگان است (۱۵). در مرحلهٔ طراحی، طراح با اطمینان از شناخت کامل استفاده‌کننده و توانایی‌ها و محدودیت‌های او برپایهٔ اطلاعات جمع‌آوری‌شده، به ایده‌پردازی و طراحی محصول اقدام می‌نماید. سپس، طرح‌ها در فرایند ارزشیابی قرار می‌گیرند و کارشناسان با استفاده از نمونهٔ اولیه به بررسی رفتار استفاده‌کنندگان از محصول می‌پردازند.

1. Element
2. Interface
3. User Center Design (UCD)

مشخصه‌های فیزیکی ورزشکاران (تیپ، وزن، سن و جنسیت) در قایق‌رانی

در مقایسهٔ بین رشته‌های ورزشی آبی، قایق‌رانی به‌شدت به ویژگی‌های مورفولوژیک ورزشکاران وابسته است. معمولاً قایق‌رانان موفق بسیار بلندقد، با تودهٔ بدنی بزرگ لاغر و توان هوازی زیاد هستند (۱۶). پژوهشگران بر این باور هستند که مورفولوژی قایق‌رانان نخبه درطول ۲۵ سال گذشته تغییر کرده است و به ساختار بدنی (هیکل) سنگین‌تر، اما لاغرتر تغییر یافته است. به گفتهٔ پژوهشگران، کایاکرها دارای خصوصیات منحصربه‌فردی هستند که در جوامع عمومی معمولاً مشاهده نمی‌شود. این خصوصیات عبارت‌اند از: ترکیب بدنی لاغر با بالاتنهٔ نسبتاً بزرگ‌تر و باسن باریک (برای مردان). کایاکرها به‌عنوان بهترین توصیف برای بدن‌های عضله‌ای هستند. قایق‌رانی کایاک ازجمله رشته‌های ورزشی است که در آن اندازه و شکل بدن حاصل ماهیت آن رشته است (۱۷). درحال‌حاضر کایاکرها سنگین‌تر و دارای درصد تودهٔ بدون چربی بیشتری در بدن نسبت به ۲۵ سال پیش هستند (۱۶). درصد چربی بدن به نوع رشتهٔ ورزشی وابسته است. درصد چربی بدن در قایق‌رانی برای مردان بین هفت تا ۱۰ درصد و برای زنان بین ۱۰ تا ۱۴ درصد است (۵). پژوهشگری به نام کلارک در سال ۱۹۷۵ اطلاعات موجود درزمینهٔ انعطاف‌پذیری بدن با سن را مرور کرد و چنین نتیجه گرفت که پسران بعد از ده‌سالگی و دختران پس از دوازده‌سالگی انعطاف‌پذیری بدن خود را ازدست می‌دهند. این مسئله می‌تواند دلیلِ آغازِ یادگیری ورزش قایق‌رانی کایاک در ده‌سالگی باشد (۱۸). پژوهش‌ها اثبات کرده‌اند که انجام فعالیت تمرینی هوازی موجب سلامت روان می‌شود، مشکلات روانی و جسمانی را کاهش می‌دهد و سبب بهبود خلق‌وخو و رفتار می‌شود. روحیهٔ بهتر پس از فعالیت هوازی نتیجهٔ تولید مواد نشاط‌آور است که بدن دراثر ورزش‌کردن تولید می‌کند (۲). داده‌های تازهٔ ارگونومی و فیزیولوژی نشان می‌دهند که پاروزنان درحال تبدیل‌شدن به ورزشکاران بهتری هستند و اگر تجهیزات و شرایط مسابقه‌ها همگام با رشد فیزیولوژی پاروزنان ورزشکار رشد کند، آن‌گاه امید به کارایی پاروزنی در آینده بیشتر خواهد شد (۱۹). برخلاف بسیاری از ورزش‌های هوازی دیگر، در پاروزنی تقریباً همهٔ عضلات بزرگ به‌کار گرفته می‌شوند. برآورد می‌شود که موفق‌ترین و نخبه‌ترین پاروزنان ۷۵ تا ۸۰ درصد از توان موردنیاز را از پاها و ۲۰ تا ۲۵ درصد از توان را ازدست‌ها تأمین می‌کنند. قایق‌رانان زن بین سنین ۱۴ تا ۲۸ سال به‌صورت حرفه‌ای در رشته‌های قایق‌رانی فعال هستند و گاهی تا چهل‌سالگی به این ورزش می‌پردازند. پژوهش‌ها نشان داده‌اند که زنان در گروه‌های سنی ۲۵ تا ۴۰ سال با آمار ۲۴ درصد، به‌عنوان دوستداران زیبایی و پذیرای فناوری شناخته شده‌اند و از طرح محصولات و زیبایی آن‌ها برای بیان و معرفی خود بهره می‌گیرند (۲۰).

طراحی آنتروپومتریک در وسایل ورزشی قایق‌رانی

داده‌های آنتروپومتریک دربین افراد گوناگون متفاوت است؛ بنابراین، برای انجام بررسی‌های دقیق آنتروپومتریک نمی‌توان از جداول کشورها و اقوام گوناگون استفاده کرد (۲۱). برای یافتن و اعمال مشخصه‌های آنتروپومتریک پاروزنان در طراحی، ابعاد و اندازه‌های لازم برای موضوع پژوهش گردآوری شدند که عبارت‌اند از:

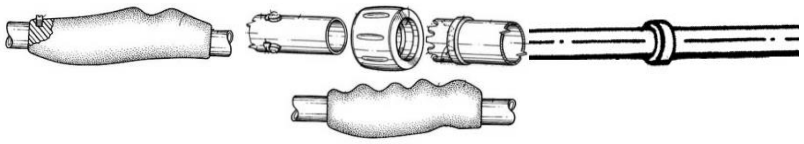
جدول ۱- داده‌های آنتروپومتریک رده سنی ۲۵-۳۵ سال

عنوان متغیر	صدک مورد بررسی (بزرگسالان)	اندازه متغیر (میلیمتر)
عرض هیپ نشسته	صدک نود و پنج زنان	۵۲۰
طول کفل-رکبی	دامنه‌ی تغییرات صدک های پنج زنان و نود و پنج مردان	۴۱۸- ۵۴۹
ارتفاع رکبی	صدک پنج زنان	۳۵۰
عرض شانه	دامنه‌ی تغییرات صدک های یک زنان و نود و نه مردان	۳۴۳- ۵۱۰
فاصلهٔ شانه-آرنج	دامنه‌ی تغییرات صدک های یک زنان و نود و نه مردان	۲۸۰- ۴۶۰
حد دسترسی روبرو	دامنه‌ی تغییرات صدک های یک زنان و نود و نه مردان	۶۳۰- ۹۹۰
عرض کف پا	صدک نود و پنج مردان	۱۲۰
طول کف پا	صدک نود و پنج مردان	۲۹۵

برای بررسی ساختار و نوع حرکت اجزای بدن باید بدن را براساس سه سطح اصلی حرکتی توصیف کرد که بر یکدیگر عمود هستند. این سطوح عبارت‌اند از: سهمی یا ساجیتال[1] عرضی یا فرونتال[2] و افقی یا هوریزونتال[3] (۲۲)؛ بنابراین، انحراف یا حالت و وضعیت نامناسب اجزای بدن شناسایی‌شدنی است و باید برای اصلاح یا بهینه‌کردن آن اقدام کرد. قطر چنگش در جداول آنتروپومتری بین ۳۵ تا ۳۸ مشخص شده است، ولی به‌دلیل فعالیت تکراری پاروزنی، قطر ۲۹/۵ میلی‌متر قطر استاندارد محل چنگش در شفت است. در پاروزنی کایاک، چنگش در دستی که کشش را انجام می‌دهد شل است و سمت دیگر بازو خم، پا کشیده و چنگش محکم است. زاویهٔ تیغه و شفت تقریباً ۴۰ تا ۵۰ درجه است. محکم‌گرفتن دستهٔ شفت سبب خستگی می‌شود. اگر دست‌ها و بازوها هنگام فعالیت وضع مناسبی نداشته باشند، بسیار مستعد ابتلابه انواع آسیب‌های اسکلتی-عضلانی[4] ازقبیل ترومای

1. Sagittal
2. Frontal
3. Horizontal
4. Musculoskeletal Disorders (MSDs)

تجمعی[1] مانند تاندونیست‌ها، ضربات عضلانی، سندرم کانال کارپال و عوارض دیگر می‌شوند (۲۳). طرح دستگیره باید مطابق با آناتومی دست باشد و به‌گونه‌ای باشد که فشارها به نواحی بزرگ، غیرحساس و غیربحرانی دست وارد شوند. ازآنجایی‌که آنتروپومتری انگشتان در افراد متفاوت بسیار متنوع است، برای شکل‌دهی دسته باید از طرح‌هایی اجتناب شود که دارای فرورفتگی‌های عمیق هستند؛ به‌ویژه جایی که نیروی چنگش زیاد است یا عمل تکراری با آن انجام می‌شود. همچنین، دسته باید به‌گونه‌ای طراحی شود که مچ کاربر را هنگام کار مستقیم نگاه دارد. اصل کلیدی، پرهیز از انحراف مچ دست به‌سمت زند زیرین است. همچنین، باید دسته طوری باشد که از خمیدگی مچ به عقب،[2] هم‌زمان با پروناسیون[3] کامل پرهیز شود. ماتوسکا[4] (۲۴) ایدهٔ جالبی را درمورد طراحی کوپلینگ مخصوص ثبت کرد که درمیان شفت نصب‌شده و برای تنظیم طول شفت عمل می‌کند. گانل[5] (۲۵) در سال ۲۰۰۲ دستگیره‌هایی را برای شفت پاروزنی طراحی و ثبت کرد. او ادعا کرد که این نمونه‌ها در برخی شرایط آب‌وهوایی متفاوت مفید هستند و چنگش بهتری دارند.



شکل ۳- راست: کوپلینگ تنظیم‌کنندهٔ طول شفت (۲۴)، چپ: کانسپت دستگیرهٔ شفت (۲۵)

علاوه‌بر طراحی دسته‌های پاروزنی، طراحی زیرپایی مناسب بسیار اهمیت دارد. در مسابقه‌های سطح بالا نظیر المپیک، شتاب بیشتر در اثر نیروی متقارن و زیاد پاها ایجاد می‌شود که به‌طور مؤثری توسط زنجیرهٔ حرکتی منظم انسان به دسته‌های پاروزنی منتقل می‌شود. تکنیک ضعیف باعث ایجاد نتایج غیردقیق حرکات منقطع بدن می‌شود که تأثیر منفی بر نیروی به‌کاررفته در کشش پاها دارد و تأثیر بسیاری بر کیفیت انتقال نیرو به دسته می‌گذارد (۲۶).

1. Cumulative Trauma Disorders (CTD)
2. Dorsiflexion
3. Pronation
4. Matuska
5. Gunnell

روش پژوهش

روش کار در این پژوهش ازنوع ترکیبی-مقطعی و موردی است که با جمع‌آوری اطلاعات از گروه هدف و با روش‌های مشاهده و پرسش و مصاحبه انجام شد. گروه هدف، ورزشکاران حرفه‌ای و مبتدی رشته‌های قایق‌رانی بودند. این گروه به‌دلیل شدت و نوع ارتباط با دستگاه‌های شبیه‌ساز به‌عنوان مهم‌ترین افراد درگیر شناسایی شدند که از اولویت بالاتری نسبت به دیگر گروه‌های درگیر برخوردار بودند. این افراد همواره برای آمادگی جسمانی و اصلاح تکنیک به انجام تمرین در شرایط واقعی می‌پرداختند و در موقعیت نامطلوب جوی در شرایط مجازی تمرین می‌کردند. افرادی نیز که به‌دلیل گردشگری ارتباطی مقطعی با دستگاه موردنظر پیدا می‌کردند، به‌عنوان استفاده‌گر احتمالی شناخته شدند. در این مطالعه، بخشی از اطلاعات اولیه ازطریق مطالعات کتابخانه‌ای، مشاهدهٔ حضوری و مصاحبه به‌دست آمد. روش طراحی کاربرمحور به کمک پرسش‌نامهٔ لیکرت هفت‌تایی و با رویکرد همگانی و تعاملی نیز استفاده شده است. مطابق با روش طراحی کاربرمحور، ابتدا برنامه‌ریزی قابلیت استفاده و هدف‌گذاری اجزای فناوری صورت گرفت. این مرحله یک فعالیت راهبردی[1]است که با گردهم‌آوردن همهٔ افراد مرتبط با موضوع، برای ایجاد چشم‌اندازی مشترک درمورد قابلیت‌های استفاده می‌تواند اهداف پروژه را پشتیبانی کند و قابلیت‌های پیش‌بینی‌شده باید در مراحل گوناگون بررسی کارشناسی و بازنگری شوند؛ بنابراین، پس از شناسایی شرایط، ویژگی‌ها و نیازهای کاربر و تبیین الزام‌های طراحی، کارشناسان و ورزشکاران نمونهٔ عملکردی طرح ساخته‌شده را ارزیابی کردند و مشکلات آن مشخص شد. سپس، چند مرحله دوباره بازنگری و اصلاح شدند. مراحل انجام‌شده برای طراحی شبیه‌ساز قایق‌رانی براساس روش کاربرمحور عبارت‌اند از: برنامه‌ریزی قابلیت استفاده و هدف‌گذاری، درک و مشخص‌کردن مفاهیم و شرایط استفاده، شناسایی گروه‌های درگیر، بررسی مرحلهٔ مشاهدهٔ کاربران، تحلیل فعالیت‌های کاربر، اجرای مصاحبه‌های نیازسنجی با کاربران، بررسی و مقایسهٔ محصولات موجود، نیازهای قابلیت استفاده، طراحی (تولید و ارائهٔ ایده‌ها)، ارزیابی متخصصان برمبنای بازخورد استفاده‌کننده، مدل سه‌بعدی کامپیوتری و انیمیشن، نمونه‌سازی، استفادهٔ کاربر در شرایط کنترل‌شده، تنظیم پرسش‌نامهٔ نظرسنجی و استخراج نتایج. در ادامه دربارهٔ روش‌های استفاده‌شده برای حصول نتایج شرح داده شده است.

الف- روش کار در مرحلهٔ طراحی محصول: پس از آنالیزهای اولیه، برای طراحی دستگاه شبیه‌ساز، ابتدا اسکچ‌های دستی اولیه تهیه شدند. برای هر مرحله، طراحی مدل مجازی سه‌بعدی از طرح محصول در نرم‌افزار کتیا[2]تهیه شد. براساس فرایند کاربرمحور، برای ارزیابی طرح مدلی با

1. Strategic
2. CATIA

مقیاس واقعی از دستگاه ساخته شد. همچنین، فرم و پرسش‌نامهٔ نظرسنجی با مقیاس لیکرت تهیه شد و در محل هیئت قایق‌رانی استان اصفهان، ۱۹ کارشناس آن را امتحان و ارزیابی کردند. آزمودنی‌ها در سنین بین ۱۸ تا ۴۴ سال بودند و از پنج سال تا ۱۶ سال سابقهٔ فعالیت حرفه‌ای در سطح قهرمانی و آموزش رشته‌های گوناگون قایق‌رانی مانند دراگون بوت، کایاک، کانو، کانوپلو و تربیت‌بدنی را داشتند. بنابر نتایج نظرسنجی و لزوم بازنگری طرح، مرحلهٔ جدید طراحی با حمایت مالی پژوهشگاه تربیت‌بدنی و علوم ورزشی دوباره آغاز شد. در این مرحله با شناسایی و پیوستن تیم متخصصان در حوزه‌های مکانیک و الکترونیک به پروژه، طراحی فنی به‌صورت کاملاً علمی بررسی و تکمیل شد. مطابق با روند طراحی صنعتی، پس از طی مراحل شانزده‌گانهٔ آنالیز، تجزیه‌وتحلیل ارتباط سیستم با محیط اجرایی و رعایت روابط متقابل سیستماتیک و سازگاری با شرایط محیط، انجام شد و سپس، محصول نهایی طراحی شد. طراحی اینترفیس مناسب مونیتور و نحوهٔ نمایش اطلاعات مبتنی‌بر اصول طراحی تعاملی انجام شد. به‌دلیل محدودیت فضا در اماکن شخصی، کم‌جابودن و جمع‌شدن سیستم پس از استفاده در دستور کار قرار گرفت. فرم ریل و نشیمن در تطابق با عملکرد پیش‌بینی‌شده برای آن درنظر گرفته شد. طراحی زین به‌گونه‌ای است که برای تمرین رشتهٔ دراگون و کانو، به‌وسیله یک پین فیکسچر ثابت می‌شود و برای تمرین رشتهٔ روئینگ، زین آزاد می‌شود تا در امتداد شاسی روی ریل هدایت کننده [1] تخصیص‌یافته به‌این‌منظور حرکت کند. حرکت زین روی بدنه توسط لینیرگاید و واگن‌های نصب‌شده روی زین فراهم می‌شود. دلیل استفاده از این مکانیسم حرکتی، کم‌بودن سطح اصطکاک آن برای کاهش انرژی اتلافی ورزشکار و ازبین‌بردن نوسان‌های احتمالی سیستم درحین تمرین است. وزن عامل وارد به فرد درحین انتقال از ۲۰ کیلوگرم کمتر است؛ بدین‌ترتیب، مشخص می‌شود که وزن بدنه طبق قوانین ارگونومیک حمل و جابه‌جایی بار در محدودهٔ مجاز قرار دارد. برای رشتهٔ کانو کانادایی، صفحهٔ متحرک قابل‌جایگزینی به‌جای زین متحرک طراحی شد.

ب- روش کار در مرحلهٔ طراحی فنی: در مرحلهٔ طراحی فنی، برای اطمینان از استحکام بدنه در تحمل تنش‌های واردشده، کارشناس مرتبطی محاسبات کاملاً دقیق را انجام داد. طراحی سیستم محرکه براساس قوانین فیزیک سیالات انجام گرفت. همچنین، تحلیل سیالاتی مخزن تانک سیستم محرکه در نرم‌افزار انسیس فلوئنت[2] انجام شد. ابعاد و تعداد پره‌ها و سطح مقطع اولیهٔ سیستم محرکه، با اقتباس از فرم و ابعاد پاروی کورد مورداستفادهٔ ورزشکاران رشته‌های قایق‌رانی طراحی شد. براساس اطلاعات حاصل از مطالعات میدانی و نظرهای کارشناسان و پیشکسوتان، میزان نیروی

1. Lead Screw
2. Ansys Fluent

حاصل از نیروی واردشده به سطح پره‌های درحال دوران در سیال آب و ممان ایجادشده توسط این نیروها، بر محور پره‌ها و درنهایت، به کابل متصل به دستگیرهٔ موجود در دست ورزشکار تخمین زده شد و سپس، بر این مبنا سیستم کنترلی برپایهٔ اصطکاک طراحی شد. تحلیل محاسبات مکانیکی سازهٔ اصلی نیز ازطریق نرم‌افزار انسیس صورت گرفت؛ بدین‌ترتیب‌که شبیه‌سازی نحوهٔ تحلیل تغییرات نامناسب در فرم (دفرمگی)[1] سازهٔ طراحی‌شده با مواد و ابعاد انتخابی تحت‌بارگذاری ۱۵۰ کیلوگرم، درحد ۰/۴ میلی‌متر بود.

پ- طراحی بخش الکترونیک و مونیتور: برای ارتقای کیفیت تمرین و کنترل خروجی توسط ورزشکار یا مربی، مونیتور به‌صورت عناصر الحاقی برای کاربرد تخصصی درنظر گرفته شد. مونیتور برای کاربرد عام محصول به‌صورت اختیاری قابل الحاق‌شدن به مجموعه است. طراحی اینترفیس نمایشگر باید به‌گونه‌ای باشد که تعامل کاربر به‌آسانی صورت گیرد، به‌صورت شهودی وسریع قابل‌درک باشد و نیز به‌آسانی استفاده شود. صفحهٔ اینترفیس مونیتور به‌منظور نمایش اطلاعات موردنیاز ورزشکار به‌گونه‌ای طراحی شد که تاحد ممکن شرایط واقعی و استرس‌های احتمالی را شبیه‌سازی کند. گرافیک صفحه‌ها برطبق اصول طراحی تعاملی، به‌صورت قابل‌استفاده و ایجاد امکان درک سریع و آنی ، برای کاربر در نرم‌افزار کارل دراو[2] طراحی شده است. اطلاعات قابل‌نمایش عبارت‌اند از: تعداد ضربه در واحد زمان، تعداد کل ضربه‌ها، سرعت و مسافت طی‌شده، کالری مصرفی و اوج قدرت. برای کسب اطمینان از صحت روند طراحی اینترفیس لازم بود پارامترهای قابل‌نمایش شرایط تمرین و مسابقات واقعی شبیه‌سازی شوند؛ به‌عنوان‌مثال، معمولاً در مسابقه‌های روئینگ، مسافت ۲۰۰۰ متر به چهار بخش پانصدمتری تقسیم می‌شود (۲۰). درعمل، ۵۰۰ متر اول سریع‌ترین مرحلهٔ مسابقه است و هر ۵۰۰ متر در ۱۰۰۰ متر میانی نزدیک به دو تا چهار ثانیه از ۵۰۰ متر اول آهسته‌تر است. غالباً به‌دلیل خستگی پاروزن در مرحلهٔ پایانی، سرعت قایق به سرعت ۵۰۰ متر اول نمی‌رسد، اما ۵۰۰ متر پایانی ازلحاظ سرعت در مقام دوم قرار دارد و تقریباً یک تا دو ثانیه از ۵۰۰ متر اول آهسته‌تر است. با توجه با مطلب ذکرشده، لزوم نمایش واحدهای ۵۰۰ متر در طراحی مونیتور مشخص می‌شود.

روش محاسبهٔ مسافت و سرعت: محاسبهٔ مسافت برای امکان‌سنجی ورود به الگوریتم کنترل، براساس دو پارامتر زمان و سرعت انجام شد. محاسبهٔ سرعت با دقت زیاد براساس تعیین واحد زمان موردنظر و تعداد پالس‌های متغیر افزایشی در این بازهٔ زمانی و نرخ تغییر و افزایش تعداد پالس انکودر سیستم تعیین شد. محاسبهٔ تعداد پالس براساس میزان چرخش شفت انکودر سیستم محرکه

1. Deformation
2. CorelDraw

انجام شد که به‌وسیلهٔ یک چرخ‌دنده با شفت خروجی سیستم محرکه کوپل می‌شود و براساس میزان و سرعت چرخش این شفت، پالس تولید می‌کند. تعداد پالس در هر دور با عبارت PPR[1] شناخته می‌شود. هرچه تعداد پالس خروجی در هر دور چرخش بیشتر باشد، میزان دقت محاسبات بیشتر خواهد بود؛ براین‌اساس، سرعت پردازش واحد میکروکنترولر متناسب با این حجم پردازش انتخاب شد. محاسبهٔ سرعت چرخش براساس شمارش تعداد پالس تولیدشده در واحد زمان است؛ مثلاً هنگام عملکرد، براساس توانمندی ورزشکار و شتاب کشش پارو در محل چنگش دست.

سرعت لحظه‌ای دستگاه با استفاده از اطلاعات دریافتی توسط سنسورهای به‌کاررفته در سیستم اندازه‌گیری‌شده، با توجه به روابط موجود در علم حرکت‌شناسی و دینامیک سیستم‌ها تحلیل شد. اگر اطلاعات به‌دست‌آمده یا همان سرعت لحظه‌ای سیستم را مرتب کنیم و به‌صورت نموداری براساس زمان نشان دهیم، مسافت طی‌شده از محاسبهٔ سطح زیر نمودار به‌دست می‌آید:

$$\int_{s_0}^{s_1} ds = \int_{t_0}^{t} v dt$$

طبیعی است هرچه در این‌گونه محاسبات دقت مقادیر به‌دست‌آمده بیشتر شود و در فواصل زمانی کوچک‌تری به‌دست آید، دقت محاسبات بیشتر می‌شود. برای محاسبهٔ نیروی واردشده به سیستم، از فرمول رابطهٔ بین سرعت و نیرو استفاده شد:

$$F = m\dot{v} \qquad \text{و} \qquad \sum F = \frac{d}{dt}(mv)$$

حال، روش اطمینان از محاسبهٔ صحیح مقادیر ارائه‌شده توسط دستگاه مدنظر است. برای کسب اطمینان از صحت مقادیر به‌دست‌آمده می‌توان از دو شیوه استفاده کرد: در حالت اول، اطلاعات متفاوت اندازه‌گیری شود؛ به‌عنوان‌مثال، اگر ما در دستگاه، از طریق اندازه‌گیری سرعت، دیگر مقادیر موردنظر را (مسافت و نیرو) به‌دست آوریم، اطلاعات ورودی براساس نیرو است و با استفاده از آن مقادیر دیگر محاسبه می‌شود. سپس، این دو دسته اطلاعات را با یکدیگر مقایسه می‌کنیم و کار خود را صحت‌سنجی می‌کنیم. یا از دو شیوهٔ متفاوت محاسبه استفاده می‌کنیم و اطلاعات به‌دست‌آمده را با یکدیگر مقایسه می‌کنیم؛ به‌عنوان‌مثال، از دو روش کنترل امپدانس و کنترل فازی برای انجام محاسبات می‌توان نام برد.

1. Pulse Per Revolution

روش محاسبهٔ کالری مصرفی با روش معادلهٔ فعالیت‌های متابولیک[1]

برای محاسبهٔ کالری از ضریب ثابتی به‌عنوان معادل سوخت‌وساز فعالیت (MET) استفاده شده است که از تعامل بین وزن و کورس حرکتی ورزشکار در زمان تعیین‌شده استخراج می‌شود. روش محاسبه بدین‌صورت است که ابتدا میزان کالری مصرفی در یک دقیقه براساس ضریب MET تعیین می‌شود. واحد آن، یعنی وقتی‌که ضریب MET مساوی با یک باشد، به مفهوم صرف کالری طبیعی بدن در وضعیت طبیعی، یعنی حالت نشسته در دمای طبیعی اتاق روی صندلی راحتی است و پارامترهای متغیر وزن تقسیم بر مضرب‌های محاسباتی حاصل‌شده و مجموع زمان کل، میزان کالری مصرفی را مشخص می‌کنند.

طرز کار مونیتور: با روشن‌کردن دستگاه صفحهٔ آرم ظاهر می‌شود و پس از اندکی تأمل، صفحهٔ منوی اصلی نمایش داده می‌شود. در اینجا باید ورزشکار پارامتر وزن را وارد کند که در محاسبهٔ کالری موردنیاز است. سپس، ازطریق دکمهٔ MANUAL وارد بخش تنظیمات دستی می‌شود و ازطریق فرمان MODE صفحهٔ دوم برای انتخاب رشته باز می‌شود.

شکل ۴- ترتیب صفحه‌های مونیتور از چپ به راست

کاربر با انتخاب رشته وارد صفحهٔ سوم می‌شود که برخی ضرایب محاسبات و مقادیر پیش‌فرض برای زمان و مسافت نشان داده شده است. در این صفحه کاربر مسافت و زمان مدنظر مربی را با کلیک روی رقم مقابل Drive Length یا Drive Time وارد می‌کند؛ بدین‌صورت‌که با کلیک روی کلیدهای UP یا DN (Down) مجاور نوار فیلدهای یادشده، مقادیر را روی عدد موردنظر قرار دهد. سپس، دکمهٔ Run را کلیک می‌کند. در اینجا حریف تمرینی ایجاد می‌شود که ابتدا مسافت را در زمانی که از ابتدا تعیین شده است، طی کند. در این مرحله شمارش معکوس برای شروع تمرین از پنج به پایین همراه با پخش صدای بازر انجام می‌شود. به محض قطع صدا، حریف تمرینی آغاز به

1. Metabolic Equivalent of Task (MET)

حرکت می‌کند و کاربر نیز باید اولین حرکت تمرین خود را آغاز کند. با آغاز تمرین، پارامترهای متفاوت در فیلدهای مرتبط نمایش داده می‌شوند که عبارت‌اند از: میانگین زمان در مسافت ۵۰۰ متر، تعداد ضربان قلب، تعداد پاروهای صحیح، بیشترین نیروی اعمال‌شده، میانگین نیروی واردشده، مسافت و زمان طی‌شده. با شروع تمرین، دکمهٔ Run به Pause تغییر وضعیت می‌دهد؛ بنابراین، با انتخاب آن تمرین متوقف می‌شود و با انتخاب دوبارهٔ آن ادامهٔ تمرین از سر گرفته می‌شود. هرگاه حریف تمرینی یا کاربر تمرین را تمام می‌کند، تمام‌شدن تمرین با پخش صدای بازر و تغییر دکمهٔ Pause به Report اعلام می‌شود. در این وضعیت با انتخاب گزینهٔ Report می‌توان گزارش تمرین را مشاهده کرد که شامل مقادیر زمان تمرین، سرعت، شتاب، کالری مصرفی و مسافت پیموده‌شده است. ازطرفی، با انتخاب گزینهٔ Back می‌توان به صفحهٔ قبل از این بازگشت.

روش کالیبراسیون

کالیبره‌کردن مونیتور با هدف شمارش تعداد حرکات ضربهٔ صحیح و کامل، برای مونیتور پیش‌بینی شده است. بدین‌منظور، کاربر روی دکمهٔ Calibration در صفحهٔ سوم کلیک می‌کند و بعد از چند لحظه منوی کالیبراسیون باز می‌شود.

شکل ۵- منوی کالیبراسیون

در این وضعیت دو دکمهٔ Completed غیرفعال هستند. با دکمهٔ Back نیز می‌توان به صفحهٔ قبل بازگشت. در این حالت ابتدا کاربر یک حرکت صحیح کشش کامل را انجام می‌دهد. با انجام حرکت اول، دکمهٔ Completed بالایی فعال می‌شود. بعد از تمام‌شدن حرکت اول، کاربر یا مربی باید روی این دکمه کلیک کند. سپس، برای بار دوم یک حرکت پاروزنی صحیح انجام می‌شود. بعد از حرکت دوم، گزینهٔ Completed پایینی فعال می‌شود. با انتخاب این گزینه سیستم بررسی می‌کند که آیا دو حرکت تقریباً مشابه یکدیگر بوده‌اند یا خیر؟ عبارت The values aren`t correct با رنگ قرمز نمایش داده می‌شود و کاربر باید با کلیک روی گزینهٔ Back و بازکردن دوبارهٔ صفحهٔ Calibration دوباره

کالیبراسیون را انجام دهد؛ درغیراین‌صورت و در حالتی که دو حرکت پاروزنی انجام‌شده تقریباً یکی باشند، عبارت سبزرنگ Calibration Completed نشان داده می‌شود و با کلیک روی دکمهٔ Back علاوه‌بر بازگشت به صفحهٔ قبل، مقادیر جدید برای تشخیص پاروزنی صحیح به‌طور موقت در سیستم ذخیره می‌شوند. اگر دستگاه خاموش شود، باید کالیبراسیون دوباره انجام شود. در بیشتر اوقات مقادیر پیش‌فرض برای بسیاری از کاربران مناسب هستند و به کالیبراسیون نیاز نیست.

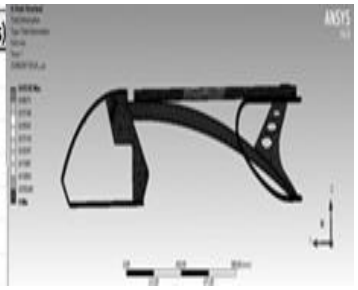
برای رعایت ملاحظات و موازین اخلاقی در انجام پژوهش، ابتدا آزمودنی‌ها که بیشتر قایق‌رانان پیش‌کسوت بودند، با هماهنگی مسئول هیئت قایق‌رانی استان اصفهان به جلسهٔ امتحان‌کردن و ارزیابی عملکرد دعوت شدند و از اهداف و روش پژوهش مطلع شدند. خروجی نتایج در نرم‌افزار اکسل تهیه شد. نظر مسئولان در نامهٔ تأییدیه‌ای به پژوهشگر اعلام شد.

نتایج

نتایج تحلیل تنش سازه در بارگذاری ۱۵۰ کیلوگرم، برابر با ۶/۲۵ مگاپاسکال در نقاط تمرکز تنش است که بسیار ایده‌آل است. ضریب ایمنی دستگاه بسیار مطلوب و معادل با ۱۲ است. اطلاعات تحلیل عددی سازه در جدول شمارهٔ دو مشاهده می‌شود.

جدول ۲- نتایج اطلاعات حاصل از تحلیل عددی سازه به‌وسیله نرم‌افزار انسیس[1]

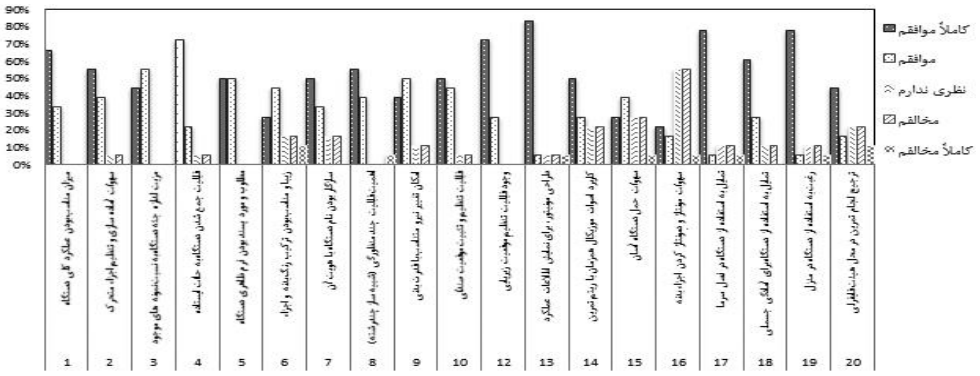
Results	Minimum	Maximum	Units	Time (s)
Total Deformation	0/	0/45242	mm	1/
Normal Elastic Strain	-4/6395e-005	2/5749e-005	mm/mm	1/
Strain Energy	5/9976e-019	0/10571	mJ	1/
Normal Stress	-10/758	6/3467	MPa	1/
Safety Factor	5/1468	15/	Units Unavailable	0/
Life	1/e+006	1/e+006	Units Unavailable	0/
Equivalent Alternating Stress	8/2127e-009	16/748	MPa	0/



براساس نتایج نظرسنجی در جلسهٔ ارزیابی متخصصان، آزمودنی‌ها اتفاق‌نظر داشتند که انجام‌دادن تمرین با دستگاه شبیه‌ساز قایق‌رانی طراحی‌شده تاحدزیادی می‌تواند در افزایش توان و استقامت بدن افراد ورزشکار حرفه‌ای و مبتدیان غیرحرفه‌ای مؤثر باشد. ۸۵ درصد از افراد از داشتن دستگاه در منزل برای آمادگی جسمانی استقبال کردند. نتایج نشان‌دهندهٔ اهمیت استفاده از تجهیزات کمکی برای ۹۰ درصد از کاربران بود؛ مانند قابلیت تنظیم ارتفاع نشیمن، موقعیت زیرپایی و مقدار

1. Ansys

نیرو. افزون‌براین، همهٔ کارشناسان بر وجود نمایشگر یا مونیتور برای اطلاع از وضعیت ضربان قلب، توان، سرعت و قدرت ضربه تأکید داشتند. همچنین، به نظر مربیان، نمونهٔ ساخته‌شده در آموزش ابتدایی حرکات و آمادگی افراد مبتدی در تورهای رفتینگ بسیار مؤثر و کاربردی است. تقریباً نیمی از افراد حمل و مونتاژ دستگاه را نسبتاً مشکل برآورد کردند (۲). براساس نتایج نظرسنجی کارشناسان و پیشنهادهای مسئولان، علاوه‌بر دریافت تأییدیهٔ هیئت قایق‌رانی استان اصفهان، بازنگری و طراحی دوبارهٔ طرح اجتناب‌ناپذیر است. برای موفقیت در مرحلهٔ جدید طراحی و بهینه‌کردن طرح قبلی، برنامه‌ریزی اصولی، همکاری تیمی و دعوت از متخصصان رشته‌های مکانیک و الکترونیک الزامی تشخیص داده شد.



شکل ۶- نمودار نتایج پرسش‌نامهٔ ارزیابی متخصصان براساس روش کاربرمحور

بحث و نتیجه‌گیری

برمبنای مطالعات، مشاهده‌ها و مصاحبه‌ها، ویژگی‌های لازم برای طراحی محصول موردنظر در قالب دو عنوان کلی مشخص شده‌اند که عبارت‌اند از: ویژگی‌های فیزیکی و قابلیت‌ها. درزمینهٔ ویژگی‌های فیزیکی می‌توان به مواردی اشاره کرد؛ مانند داشتن زیبایی، داشتن هویت ورزشی و نام‌گذاری مناسب، داشتن جثهٔ قابل‌قبول، کم‌جابودن، کم‌حجم‌بودن، داشتن قابلیت جمع‌شدن پس از استفاده (قابل‌جمع‌شدن یا دمونتاژ ساده به‌منظور اشغال‌نشدن فضای منزل) تا پس از استفادهٔ سبک درحدی که یک نفر بدون کمک بتواند آن را جابه‌جا یا تنظیم کند، سهولت حمل و جابه‌جایی (پرتابل)، داشتن چرخ برای حمل و حرکت به‌همراه قفل برای حالت ثبات، سهولت تنظیم (با درنظرگرفتن جک برای صندلی و کوپلینگ برای طول شفت تا اندازه‌ها تنظیم‌شدنی باشد)، سهولت آماده‌کردن (اجزای جداشدنی به‌سهولت و بدون پیچیدگی به یکدیگر متصل و آماده شوند)، سهولت نصب و

استقرار در محل استفاده با ساده‌ترین روش‌ها و اتصال‌ها، داشتن فرم ارگونومیک، یعنی فاقد گوشه‌ها و لبه‌های تیز و برنده باشد، متناسب با آنتروپومتری کاربر تنظیم‌شدنی باشد و همچنین، موجب انحراف‌های وضعیتی در پوسچر بدن و آسیب‌های اسکلتی-عضلانی پیامد آن به‌هنگام استفاده نشود. همچنین، براساس نتایج پژوهش، عواملی کلیدی که از دیدگاه طراحی تعاملی باید در طراحی رعایت شوند، عبارت بودند از: بهینه‌کردن تعامل بین کاربران و محصول تعاملی ازجمله مفهوم استفاده، نوع کار و کاربر. شکل و نوع طراحی تعاملی باید متناسب با اهداف قابلیت استفاده مانند سهولت در استفاده و یادگیری باشد. اهداف تجربهٔ کاربر با ایجاد سیستم‌هایی باید مرتبط باشد که تجربهٔ کاربر را ازنظر لذت‌بخشی، سرگرم‌کنندگی، مفیدبودن، ایجاد انگیزه یا محرک‌بودن افزایش دهد. طراحی طبق اصول قابلیت استفاده مانند بازخورد (انتقادها و پیشنهادها) و سادگی باشد. مطابق با روش طراحی کاربرمحور، یکی از روش‌ها برای رسیدن به تباین رنگی متناسب با هویت محصول، نظرسنجی از کاربران است. بین ترکیب رنگ‌های گوناگون، رنگ استیل و کروم درکنار زرد کادمیوم بیشترین نظر مثبت را به خود جلب کرد. در شکل شمارهٔ پنج بخشی از مراحل طی‌شده برای رسیدن به تباین رنگ موردنظر متناسب با هویت محصول مشاهده می‌شود.

شکل ۷- آنالیز رنگ طرح منتخب و نظرسنجی اولیه از ورزشکاران و غیرورزشکاران

شماره	نمونه ساخته شده (پروتوتایپ)		جنس محصول نهایی
۱	مخزن آب- پایی کرینات با لبه های صاف و قاب استیل		پلاستیک با لبه های فیلت نرم و روکش استیل
۲	شاسی فرم دار- کامپوزیت تقویت شده		کامپوزیت مقاوم با کربن
۴	زیر پایی- فلز با رویه لاستیکی		فلز با رویه لاستیکی
۵	مونیتور و پایه نگهدارنده و هدایت طناب روئینگ- فلزی		فلز و کامپوزیت با قالب

شکل ۸- مقایسهٔ مشخصه‌های اجزای پروتوتایپ (شکل و ستون سمت راست جدول) و طرح محصول نهایی (ستون سمت چپ جدول)

برای طراحی هریک از جزئیات محصول، هماهنگی نظام‌مند اجزا با کل پیکره باید درنظر گرفته شود؛ حتی لوگو و نشان محصول ازنظر اندازه، فرم و رنگ، هماهنگ با گشتالت کلی محصول تهیه و انتخاب شود. قابلیت‌های موردانتظار عبارت‌اند از: قابلیت استفاده در منزل، حس مالکیت فردی، حذف وندلیسم عمدی، هماهنگی با فضای زندگی و مبلمان منزل، قابلیت اطمینان، کارایی مناسب، عملکرد صحیح، پیشگیری از اشتباه، قابلیت استفاده برای افراد حرفه‌ای برای تمرین روزانه، قابل درک سریع و آسان عملکرد به واسطه مشاهده (قابلیت درک عملکرد بدون ابهام توسط کاربر)، سهولت یادگیری و یادآوری طرز کار (نیازنداشتن به آموزش یا یادگیری دوباره)، صرفهٔ اقتصادی محصول و قطعات یدکی آن به‌طوری‌که در توان خرید خانواده باشد، داشتن امکانات و قابلیت‌های طرح نسبت به طرح‌های موجود که سبب برتری و وجود ارزش افزودهٔ آن باشد. بدیهی است با توجه به مزایای رشتهٔ ورزشی قایق‌رانی، کاربرد عام آن برای همهٔ افراد درخور تأمل است و می‌توان از وسیلهٔ ورزشی با قابلیت‌های ذکرشده و امکان شبیه‌سازی قایق‌رانی برای بهبود وضعیت فیزیکی و سلامت بدنی مردم بهره برد. برای بهبود کارایی تخصصی دستگاه، مونیتور روی آن نصب شده است که اطلاعاتی مانند زمان، مسافت و سرعت را نمایش می‌دهد. طبق روش طراحی کاربرمحور، براساس نتایج مصاحبه و نظرسنجی از متخصصان و دو مرحلهٔ بازدید و دمونتاژ برای ارزیابی عملکرد نمونهٔ خارجی، قابلیت‌های جدید و متفاوت نمونه‌های خارجی برای مونیتور پیش‌بینی شده است که در دستور کار تیم الکترونیک قرار گرفت؛ به‌عنوان‌مثال، ایجاد امکان کالیبراسیون که در نمونه‌های خارجی نیست و مزیت طرح جدید به‌شمار می رود.

دلیل افزودن قابلیت کالیبراسیون، وجود تفاوت‌های فردی در قدرت، سرعت و دیگر پارامترها دربین ورزشکاران و حتی برای هر فرد در شرایط متفاوت بود. تنظیمات با دو روش اجرا می‌شود: ۱- واردکردن مؤلفه‌ها براساس دستورالعمل و تشخیص مربی، ۲- براساس چند بار کشش و تنظیم با قدرت خود فرد (مورد اول برای کاربر حرفه‌ای و مورد دوم برای کاربری عام)؛ بنابراین، حریف تمرینی در حالت تنظیم دستی به‌صورت مجازی ایجاد می‌شود و رقابت فرضی صورت می‌گیرد.

افزودن هریک از ویژگی‌ها و امکانات پس از بررسی امکان پیاده‌کردن و برآورد هزینه تأیید و اجرا شد؛ مانند ایجاد پالس نوری برای ناشنوایان و پالس صوتی برای کم‌بینایان و نابینایان، که این قابلیت پس از بررسی امکان اجرا به قابلیت های مونیتور اضافه شده است. برای دقت در محاسبات نیرو، یک لودسل در دستگاه نصب شده است و برای محاسبهٔ مسافت نیز از انکودر سرعت‌سنج در قسمت سیستم محرکه استفاده شده است. پارامتر زمان توسط تایمر داخل مونیتور سنجیده می‌شود و با داشتن سرعت و زمان، مسافت و شتاب محاسبه می‌شوند. شایان ذکر است که پس از بررسی ساختار مونیتورهای خارجی و دریافت نظرهای کارشناسان و پیشکسوتان، مونیتور با قابلیت‌های

افزوده و حذف معایب نمونه‌های ذکرشده طراحی شد؛ به‌عنوان‌مثال، یکی از معایب عمدهٔ سیستم-های خارجی این است که معیار ارزیابی و سنجش عملکرد ورزشکاران کاملاً یکسان است؛ درحالی‌که شرایط جسمی و فیزیکی ورزشکاران با یکدیگر و حتی درطی دورهٔ فعالیتشان نیز متفاوت است. یا میزان مصرف انرژی در تناسب با جنسیت، میزان تراکم بافت عضلانی، میزان تحرک متناسب با نوع فعالیت، سن ورزشکار، میزان تحرک، شرایط جغرافیایی و شرایط محیطی متفاوت هستند. در سیستم طراحی‌شده، از نوعی الگوریتم خاص کالیبراسیون استفاده شده است که امکان معرفی قابلیت‌های صحیح برای هر ورزشکار لحاظ شده است و حریف تمرینی در تناسب با شرایط جسمانی و توانمندی وی ایجاد می‌شود.

مقایسهٔ تغییر ساختاری عمدهٔ سیستم مونیتور شبیه‌سازی‌شده با نمونه‌های اروپایی و آمریکایی

۱- در مونیتورهای خارجی براساس اندازه‌گیری پارامترهای موردنیاز از ساختار ابتدایی ژنراتورمانند در فلایویل استفاده شده است که هم‌زمان با چرخش و برق تولید می شود و با اندازه‌گیری سطح ولتاژ برق ایجاد شده، پارامترها محاسبه شده و بر روی مانیتور نمایش داده می‌شود. این سیستم کاربرد مقطعی دارد. دقت سامانه بسیار کم و مقادیر ارائه‌شده درحد مقایسه با مقادیر پیش‌فرض طراحی‌شده در سامانه است، اما در سیستم اجراشده، از ساختار دقیق Shaft Encoder Absolute استفاده شده است که سرعت، شتاب لحظه‌ای و تعداد دور در ثانیه و دقیقه با دقت بسیار زیاد دست‌یافتنی است.

۲- در ساختار نمونه‌های خارجی از یک میکروکنترولر هشت‌بیتی تجاری استفاده شده است، اما در ساختار نمونهٔ ساخته‌شده از یک میکروکنترولر پیشرفتهٔ کاملاً صنعتی ۳۲ بیتی استفاده شده است که امکان استخراج پارامترهای موردنیاز مانند زمان و تلرانس خطا با ضریب صحت بسیار زیاد مقدور شده است؛ حتی برای نمونه‌های آینده به‌منظور افزایش عملکرد و امکان شبکه‌سازی و برگزاری مسابقه‌های مجازی، میکروکامپیوتر پیشرفتهٔ ۶۴ بیتی پرسرعت پیش‌بینی شده است. درحال‌حاضر، از میکروکنترولرهای بسیار قدرتمند ARM در طراحی بخش الکترونیک استفاده شده است. برای پیشبرد اهداف در قالب یک ساختار شبکه‌محور و امکان تبادل و اشتراک داده و منابع در طرح‌های آینده، پردازشگری با قدرت بیشتر و بدون الزام استفاده از تجهیزات خارجی[1] پیش‌بینی شده است که علاوه‌بر سرعت زیاد پردازش، امکان شبکه‌سازی و گزارش‌گیری اطلاعات میسر باشد. برای امکان ارتقای نسخه‌های آیندهٔ بخش کنترلر، امکانات لازم و حتی زمینه‌های تلفیق با فناوری‌های جدید

1. External

مانند واقعیت مجازی[1] در نسخهٔ فعلی پیش‌بینی و جانمایی شده است. با توجه به ماهیت بین‌رشته‌ای حرفهٔ طراحی صنعتی و مطابق با روند طراحی کاربرمحور، دخیل‌کردن نظرهای کاربران و متخصصان و ارزیابی آن‌ها لازمهٔ طراحی است. در ادامه، به‌اختصار قابلیت‌ها و الزام‌های کلی طراحی ذکر شده‌اند.

پارامترها و الزام‌های کلی طراحی

پارامترها و الزام‌های کلی طراحی عبارت‌اند از: قابلیت بیشترین استفاده (پوشش‌دهی طیف گستردهٔ کاربران)، قابل‌استفاده در منزل با کاربردهای تخصصی و عام، قابل‌درک شهودی، سهولت کاربری، کم‌جابودن، کم‌حجم‌بودن، قابلیت جمع‌شدن و مخفی‌کردن پس از استفاده، ارگونومیک، زیبایی، سهولت مونتاژ، سهولت نصب، ساخت منطقی، صرفهٔ اقتصادی و مهم‌تر از همه، قابلیت کاربرد همگانی.

منابع

1. Limonta E, Veicsteinas A, Merati G, Sacch M, Squadron R, Rodano R. Tridimensional kinematic analysis on a kayaking simulator: Key factors to successful performance. Milan: Sport Sciences for Health; Aug.2010. p. 27-33.
2. Erisian Z. Interactional design of a anoeing simulator [Unpublishd master's thesis]: [Tehran]. Iran University of Science and Technology; 2012. (In Persian).
3. Hamilton, Andrew, sports nutrition and sports performance industries. Newcastle. Ultra-Fit Issue; 2010. p.23.
4. Ashraf K. The effect of lasting endurance training on cardio respiratory function and body composition of Kayakers [Unpublished master's thesis]: [Isfahan]. Islamic Azad University Isfahan) Khorasgan Branch) ; 2007. (In Persian).
5. Csaba S. Racing canoeing. Trans: Hojjat Shamami M. Tehran: National Olympic Committee of the Islamic Republic of Iran**;** 2008. p. 31 (In Persian).
6. Begon M, Colloud F .Optimised preliminary design of a kayakergometer using a sliding footrest-seat complex. Sport Eng. ; 2008 . P 171-177.
7. United States Patent. Kayak simulator machine. Available at: http://www.freepatentsonline.com. [cited 201۲ Aug ۲2].
8. Pourbehzadi M, Sadeghi H, Agha Alinejhad H. Relationship between trunk position and a few anthropometric parameters with biomechanical parameters of Dragon Boat female's national team. Sports Med. 2012 June. p. 50 .
9. Mahony N. Donne B O'brien M .A comparison of physiological responses to rowing on friction-loaded and air-braked ergometers. J. of Sports Sci.; 1999; 17 (2) : 143-9.
10. Découfour1 N, Barbier F, Pudlo1 P, Gorce P. Forces applied on rowing Ergometer Concept2: A kinetic approach for development. Sport Eng. 7 . 2008 . P. 483-490.

1. VR

11. Markuseen T, Krogh GP .Mapping cultural frame shifting in interaction design with blending theory.IJDesign 2 (2) 2008. P. 5-6.
12. Verplank B. Interaction design sketchbook; 2001. p. 4-17.
13. Erisian Z, Sadeghi Naeini H, Koliani Mamaghani N. Interaction design, art facilitates human interaction with product and service. J. of Iranian. & Urban. 2014; 4: 98-9. (In Persian).
14. Bannon LJ. A human-centred perspective on interaction design. Ireland: Interaction Design Centre, University of Limerick; 2005. p. 33.
15. Maguire M. Methods to support human-centred design. Int J Human-Computer Studies; 2001. : 587-634.
16. Jacob MS, Kieron RB, Smit R. The metabolic demands of kayaking: A review . JSSM. 2008; 2: P 1-2. .
17. Ackland T, Ong K, Kerr D, Ridge B. Morphological characteristics of olympic sprint. JSAMS. 2003;6(3):285-294.
18. Haywood KM. Life span motor development. Trans. Namazizadeh M, Aslankhani M. SAMT: Tehran; 2016. P. ۳۶-۳۹ . (In Persian).
19. Hagerman F, Toma K. Physiological evolution of the rowing athlete: A 25 years old study. FISA Coaching Development Programme Course - Level IIIn. : FC Hagerman; 2004. p-141-136.
20. Azad Disfani E. Female interaction, research based on innovation. Jelve-ye Honar. 2016; 15:49. (In Persian).
21. Sadeghi Naeini H, Erisian Z. Applied anthropometry. :Jale Pub. Tehran ; 2016. P. ۷۷-۸۰. (In Persian).
22. Tondnevis F. Kinesiology. Tehran: Tarbiat Moalem University; 2010. p.45 (In Persian).
23. Dong RG, Wu JZ, Welcome DE, McDowell TW. A new approach to characterize grip force applied to a cylindrical handle. : Elsevier; 2007. p. 73.
24. Matuska JW. Patent. No. US 7,367,858 B2 .USA; 2008. Available at: www.freepatentsonline.com. [cited 201۲ Aug ۲2].
25. Gunnell LF. Patent, No. US 6,328,617 B1 .USA; 2001. Available at: www.freepatentsonline.com. [cited 201۲ Aug ۲2].
26. Buckeridge EM, Bull AM, McGregor A. Biomechanical determinants of elite rowing technique and performance. : John Wiley & Sons; 2014. P. 176.

ارجاع‌دهی

اریسیان زهره، صادقی نائینی حسن. طراحی سطوح رابط کاربری در وسیلهٔ ورزشی شبیه‌سازی‌شده برای ورزش‌های پارویی با رویکرد تلفیقی همگانی-تعاملی. مطالعات طب ورزشی. بهار و تابستان ۱۳۹۸؛ ۱۱(۲۵): ۵۸ـ۳۵. شناسهٔ دیجیتال: 10.22089/smj.2019.7656.1382

Asady Samani Z, Rahnama N, Reisi J, Lenjan Nejadian Sh. Effect of 3 Months Square Stepping Exercise and Resistance Training on Postural Balance and Fear of Falling in Elderly Woman. Sport Medicine Studies. Spring & Summer 2019; 11(25): 35-58. (In Persian). DOI: 10.22089/smj.2019.7656.1382

Designing for User Interfaces of a Simulated Device for Paddling Sports: An Integrated Approach on Universal and Interaction Design

Z. Erisian[1], H. Sadeghi Naeini[2]

1. Industrial Design Department, Faculty of Applied Arts, Art University of Tehran, Tehran, Iran (Corresponding Author)
2. Industrial Design Group, Faculty of Architecture, Iran University of Science and Technology (IUST), Tehran, Iran

Received: 2017/08/23 **Accepted: 2019/07/29**

Abstract

The present study aims to achieve a sports device with the ability to simulate some canoe courses, and to meet the users' physical and mental needs. The target groups are professional athletes and beginners, with seasonal and regional conditions, with limitations to practice. Considering the extraordinary and rapid effect of rowing movements on reducing localized obesity, especially in the upper and lower abdomen, the use of such a device can be very helpful and effective in strengthening the physical and mental health of people. In this cross-sectional study, the information was obtained through observation as well as user-oriented design principles. The design approach used in this study was based on the principles of integrated interactive design and universal design. According to this method, after identifying the conditions, characteristics and user requirements and explanations of design requirements, based on the results obtained and interactive and universal design patterns, the functional model of the new design was created and then evaluated by specialist and athletes, and its problems were extracted. The most important features of this project include: the ability to use at home, the ability to assemble, multifunctional, and simultaneous simulation of several rowing disciplines, ease of operation, and proper interaction.

Keywords: Canoeing, Sports, Simulator, Interactive design, User-Centered Design.

1. Email: info@erisiandesign.com
2. Email: naeini@iust.ac.ir