پژوهش در علوم ورزشی
سال ۱۳۸۴، شمارهٔ نهم، ص‌ص ۴۴-۲۹
دریافت: ۸۳/۱/۲۹
پذیرش: ۸۵/۷/۱۸

طراحی، ساخت و پایایی‌سنجی دستگاه اندازه‌گیری عملکرد حرکت

علی شریف‌نژاد[۱]، دکتر عباس بهرام[۲]

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

چکیده

هدف: این پژوهش با هدف طراحی و ساخت دستگاهی جهت اندازه‌گیری و ثبت عملکرد حرکتی و نیز به‌دست آوردن پایایی این ابزار انجام گرفت.

روش: از این رو پس از بررسی‌های به‌عمل آمده و با توجه به پژوهش‌هایی که در زمینهٔ ثبت عملکردهای حرکتی در خارج ازکشور صورت گرفت طرح اولیهٔ دستگاه به‌دست آمد. پس از ساخت نمونهٔ اولیه و انجام آزمون‌های مکرر بر روی آن موفق به ساخت نمونهٔ اصلی دستگاه گردیدندکه با توجه به نبود دستگاهی مشابه در داخل‌کشور، طی مراحل ساخت و اندازه‌گیری مجبور به‌تعویض چندین مدار الکترونیکی شده تا در نهایت براساس قطعات موجود در داخل، نمونهٔ اصلی تولید گردید. این دستگاه شامل یک بخش سخت‌افزاری جهت اجرای الگوهای حرکتی متنوع توسط آزمون‌شونده و یک بخش نرم‌افزاری برای جمع‌آوری و تجزیه و تحلیل اطلاعات به‌دست آمده می‌باشد.

یافته‌ها: برای‌کسب پایایی این دستگاه و اطمینان از ثبات آن در اندازه‌گیری‌های مکرر، ۲۵ نفر از دانشجویان پسر دانشگاه صنعتی امیرکبیر به طور تصادفی انتخاب شدند و در دو آزمون با الگوی حرکتی یکسان با فاصلهٔ زمانی یک هفته آزمون به‌عمل آمد.

نتیجه‌گیری: نتایج به روش ضریب همبستگی پیرسون با نرم‌افزار آماری SPSS/۱۱ محاسبه گردید و میزان پایایی با فرض نرمال بودن جامعهٔ آماری برای زمان حرکت ۸۸٪ و برای زمان عکس‌العمل ساده ۸۳/۵٪ به‌دست آمد.

---

۱. عضو هیئت علمی پژوهشکدهٔ تربیت‌بدنی و علوم ورزشی وزارت علوم، تحقیقات و فناوری
۲. عضو هیئت علمی دانشگاه تربیت معلم تهران

واژه‌های کلیدی: پایایی، عملکرد حرکتی، الگوی حرکتی، رفتار حرکتی

مقدمه

کشورهایی که ورزش را در تمام ابعاد مورد توجه قرار می‌دهند از دیدگاه سلامت روح و روان، جسم و جان، به نسل آینده‌ساز خود می‌نگرند. از این رو سرمایه‌گذاری در تربیت‌بدنی می‌تواند تضمین‌کنندهٔ جامعهٔ فردای ما باشد. بر این اساس بی‌شک هر فعالیت علمی و فرهنگی با پشتوانهٔ پژوهش حرکتی تابنده خواهد داشت. یکی از اهداف مورد نظر در پژوهش‌های علمی، توسعهٔ فناوری ابزارها و وسایل به ویژه در آن حیطهٔ علمی جهت بررسی موضوعات جدید می‌باشد. در حال حاضر بیشتر وسایل مکانیکی مورد استفاده در آزمایشگاه‌های ورزشی جای خود را به وسائل و تجهیزات الکترونیکی و رایانه‌ای داده‌اند که قادر به اندازه‌گیری عوامل مورد نیاز پژوهشگران با دقت و سرعت بیشتری نسبت به گذشته می‌باشند. ناگفته نماند که دستگاهی که فاقد پایایی کافی باشد برای پژوهشگران از ارزش و اهمیت بالایی برخوردار نیست. به همین دلیل، آزمون‌ها یا ابزارها را طوری می‌سازند که یک مشخصه را در وضعیتی ثابت و دقیق اندازه گیرد. در انتخاب آزمون‌ها یا ابزارهای اندازه‌گیری، سه معیار اساسی بیش از هر چیز مد نظر است:
اجرای استاندارد[1]، روایی[2] و پایایی[3].

منظور از اجرای استاندارد این است که شرایط اجرای آزمون که باید از قبل به طور آشکار و کامل معین باشد، رعایت گردد. این شرایط استاندارد عبارت‌اند از: دستورالعمل اجرای استاندارد و مدت زمان معین شده برای انجام آن. در واقع اجرای آزمایش باید در شرایطی صورت گیرد که با همهٔ آزمودنی‌ها به نحوی یکسان برخورد شود تا بتوان چنین فرض کرد که تفاوت نمرات آزمون‌شوندگان صرفاً به دلیل تفاوت عملکرد آنان است.

درعین حال، واقعیت این است که به هر صورت اجراکنندگان مختلف کاملاً قادر نیستند که در شرایط ایده‌آل و کاملاً همانند به اجرای آزمون بپردازند. ویژگی‌های گوناگون آزمون‌کنندگان و برخورد متفاوت آنان با آزمون‌شوندگان خواه ناخواه در عملکرد

1. Standardized administration
2. Validity
3. Reliability

آزمون‌شوندگان تأثیر می‌گذارد. حال اگر اجرای آزمون توسط آنان طبق دستورالعمل دقیق و از پیش تعیین شده نباشد این مشکل به مراتب بزرگتر خواهد بود. به همین جهت با اجرای استاندارد آزمون سعی می‌شود که احتمال خطای اندازه‌گیری به حداقل کاهش یابد(۱).

روایی عبارت است از میزانی که یک آزمون قادر به اندازه‌گیری همان چیزی است که سازنده یا به کار گیرندهٔ آن در نظر داشته است. به بیان دیگر روایی اندازه‌گیری به معنای آن است که اندازه‌های به‌دست آمده در یک پژوهش تا چه اندازه معرف وضعیت و اندازه‌های واقعی همان پدیده‌ای است که قصد اندازه‌گیری آن را داشته‌ایم. روایی یک آزمون برای استفاده‌های گوناگون را با ارزشیابی مجموعهٔ وسیعی از اطلاعات، که شامل پایایی و کفایت هنجارهای آزمون نیز می‌شود، معین می‌کنیم. نمی‌توان گفت که یک آزمون دارای روایی یا فاقد روایی است بلکه هر آزمون یا ابزار برخوردار از درجهٔ معینی از روایی است(۱).

در مورد خصوصیات سادهٔ فیزیولوژیکی، مثلاً ویژگی‌های جسمانی و یا توانایی‌های حسی- حرکتی، حل مسئله روایی چندان دشوار نیست. چون این خصوصیات مستقیماً و با ابزارهای دقیق عینی قابل اندازه‌گیری هستند(۱).

پایایی یکی از ویژگی‌های فنی ابزار اندازه‌گیری است. مفهوم یاد شده با این امر سر و کار دارد که ابزار اندازه‌گیری در شرایط یکسان تا چه اندازه نتایج یکسانی به‌دست می‌دهد. از جمله تعریف‌هایی که برای پایایی ارائه شده است می‌توان به تعریف ایبل و فریسبی[1] اشاره کرد: «همبستگی میان یک مجموعه و مجموعهٔ دیگری از نمرات در یک آزمون معادل که به صورت مستقل بر یک آزمودنی به‌دست آمده است.» با توجه به این امر معمولاً دامنهٔ ضریب پایایی از صفر (عدم ارتباط) تا ۱+ (ارتباط کامل) است. ضریب پایایی مبین آن است که تا چه اندازه ابزار اندازه‌گیری ویژگی‌های با ثبات آزمودنی و یا ویژگی‌های متغیر و موقتی وی را می‌سنجد.

شایان ذکر است که پایایی در یک آزمون می‌تواند از موقعیتی به موقعیت دیگر و از گروهی به گروه دیگر متفاوت باشد. برای محاسبهٔ ضریب پایایی ابزار اندازه‌گیری شیوه‌های مختلف به کار برده می‌شود. از این جمله می‌توان به:

1. Wierna & Jurs 1990 به نقل از Ebel & Frisbie, 1989

- اجرای دوباره (روش بازآزمایی)[1]
- روش موازی (همتا)[2]
- روش تصنیف (دو نیمه کردن)[3]
- روش کودر - ریچاردسون[4] و سایر روش‌ها اشاره کرد(۲). اما در خصوص تفاوت نمرهٔ مشاهده شده با نمرهٔ واقعی دلایل زیادی وجود دارد. یکی از این عوامل، شرایط نامساعد اجرای آزمون مثلاً وجود سر و صدای زیاد است. محل آزمایش ممکن است خیلی گرم یا خیلی سرد باشد. وضعیت سلامتی آزمودنی نیز ممکن است نتیجهٔ آزمون را تحت تأثیر قرار دهد. این دسته از عوامل خطا را عوامل بیرونی خطا می‌نامند که اساساً به شرایط اجرای آزمون بستگی دارد. با استفاده از برآورد پایایی بازآزمایی یا پایایی آزمون - آزمون مجدد است که براساس آن خطای وابسته به زمان برآورد می‌شود. این روش در مورد اندازه‌گیری صفات و خصایصی مناسب است که معمولاً در طول زمان تغییر نمی‌کنند. بنابراین روش بازآزمایی در مورد آزمون‌ها یا ابزارهایی که صفات پایدار شخصیت آدمی را اندازه‌گیری می‌کنند مناسب است(۳).

به این دلایل در این پژوهش از این روش استفاده می‌گردد و از توضیح دادن دیگر روش‌ها خودداری شده است. گاهی پایین بودن ضریب پایایی بازآزمایی به این معنا نیست که آزمون پایایی کافی ندارد. چه بسا ویژگی مورد اندازه‌گیری در فاصلهٔ دو آزمایش تغییر کرده باشد. اما اگر آزمونی برای اندازه‌گیری ویژگی ساخته شده است که در طی زمان ثابت می‌ماند، ناکافی بودن ضریب پایایی بازآزمایی نشانهٔ آن است که آزمون فاقد پایایی لازم است(۳).

پژوهش حاضر با هدف طراحی و ساخت دستگاهی جهت اندازه‌گیری و ثبت عملکردهای حرکتی و نیز به‌دست آوردن پایایی این ابزار جهت حصول اطمینان از ثبات اندازه‌گیری آن انجام گرفت. از این رو پس از بررسی‌های به‌عمل آمده و با توجه به پژوهش‌هایی که در زمینهٔ ثبت عملکردهای حرکتی در خارج از کشور صورت گرفته، نقشهٔ ساخت دستگاه طراحی گردید. در این زمینه می‌توان به دستگاه‌هایی که در داخل کشور

1. Test - retest
2. Equivalence
3. Split - half
4. Kuder - Richardson

ساخته شده‌اند اشاره کرد، از جمله دستگاه تولید کنندهٔ محرک‌های چشمی، دستگاه تولید کنندهٔ محرک‌های شنوایی، دستگاه سه انتخاب برای عکس‌العمل واحدهای حرکتی و دستگاه اندازه‌گیری زمان عکس‌العمل عمومی بدن. همچنین از نقشهٔ دستگاه‌هایی در خارج از کشور که در مقالات و پژوهش‌های مرتبط با یادگیری حرکتی و کنترل حرکت از آنها بهره گرفته شده، استفاده گردیده است. از جمله دستگاه تمایز الگویی که توسط وگ و هالتر (۱۹۸۱) ساخته شده، دستگاه اندازه‌گیری زمان حرکت با زمان‌سنج لافایت (۱۹۹۰) که لی و وایت ساخته‌اند، دستگاه صفحهٔ پاسخ که توسط مگیل و وود (۱۹۸۶) ساخته شده و سرانجام دستگاه اندازه‌گیری زمان حرکت با سه زمان‌سنج (۱۹۸۹) که ولف و اشمیت ساختند.

پس از تطابق طرح اولیه با اهداف مد نظر و قطعات موجود در داخل کشور اقدام به ساخت نمونهٔ اولیه دستگاه گردید. این دستگاه دربرگیرندهٔ یک بخش سخت‌افزاری جهت اجرای الگوهای حرکتی متنوع توسط آزمون‌شونده است که شامل یک میکروکنترلر، شش عدد مانع چوبی که هر کدام متصل به یک میکروسوئیچ می‌باشند و یک صفحهٔ فینگرتاچ برای شروع است و بخش نرم‌افزاری دستگاه برای جمع‌آوری و تجزیه و تحلیل اطلاعات به‌دست آمده می‌باشد. این دستگاه دارای ویژگی‌های زیر است که در نرم‌افزار طراحی شده ثبت و تجزیه و تحلیل می‌شود:

۱) زمان‌بندی قطعه‌ای؛ ۲) ثبت خطای فضایی آزمون شونده؛ ۳) ثبت خطای زمانی آزمون شونده؛ ۴) زمان واکنش آزمون شونده؛ ۵) زمان حرکت آزمون شونده؛ ۶) زمان پاسخ آزمون شونده در الگوهای حرکتی اجرا شده توسط آزمون شونده.

با توجه به مطالبی که در قسمت‌های پیشین مطرح گردید، میکروکنترلر برنامه‌ریزی شده در صورت فعال شدن هر یک از میکروسوئیچ‌های موجود در زیر هر یک از موانع تخصیص یافته به هر یک از آنها اطلاعات را از طریق خط ارتباطی سریال به سیستم منتقل می‌نماید.

به جهت ایجاد همزمانی در سیستم و ثبت دقیق زمان فعال شدن هر یک از میکروسوئیچ‌ها می‌توان از وقفه‌های سخت‌افزاری در سیستم بهره‌مند شد. یکی از وقفه‌های سودمند، وقفهٔ پورت سریال است. در حالت بروز وقفهٔ فوق در سیستم، پردازندهٔ مرکزی کلیهٔ وظایف خود را متوقف نموده و به ایجاد کنندهٔ وقفه سرویس می‌دهد. در نرم‌افزار طراحی شده در هنگام فشار دادن کلید Start به منظور شروع آزمایش، پردازندهٔ مرکزی رایانه

تمام وظایف خود را متوقف نموده و به پورت سریال گوش فرا می‌دهد.

با توجه به اهداف از پیش تعیین شده در طراحی دستگاه، برای انجام آزمایش‌ها دو سیستم در نرم‌افزار طراحی و تعبیه شده است.

الف) سیستم با محرک؛

ب) سیستم بدون محرک.

الف) سیستم با محرک

در این سیستم، محرک صوتی به کار گرفته شده است که به این محرک در بخش‌های بعدی با جزئیات کامل پرداخته خواهد شد، این سیستم از دو قسمت اصلی تشکیل شده است. ایجاد فرکانس مورد نظر پژوهشگر و مدت زمان پخش محرک صوتی. با انتخاب سیستم ایجاد محرک صوتی در لحظه‌ای که کلید start یا شروع آزمایش از طرف پژوهشگر فشار داده می‌شود با ایجاد یک thread در برنامهٔ تایمر تعریف شده در سیستم و محرک صوتی تنظیم شده همزمان عمل می‌کنند. در این لحظه زمان مبدأ شروع آزمایش به وسیلهٔ پردازندهٔ مرکزی رایانه درج می‌گردد و به محض اینکه آزمون شونده محرک صوتی را دریافت نماید و نسبت به آن عکس‌العمل نشان دهد و دست خود را از روی صفحه start بلند کند، با توجه به دریافت اطلاعات از طریق پورت سریال زمان پاسخ‌گویی آزمون شونده به محرک در سیستم ثبت می‌گردد و به طور متوالی به صورت مشابه به ازای فعال شدن میکروسوئیچ‌های هر مانع کدهای تعریف شده مرتبط به ازای هر میکروسوئیچ از طریق پورت سریال به نرم‌افزار فوق ارسال می‌شود. در این هنگام پردازندهٔ مرکزی رایانه به ازای دریافت هر یک از کدها زمان سپری شده از زمان مبدأ که در بالا توضیح داده شد را در سیستم محاسبه و درج می‌نماید.

ب) سیستم بدون محرک

در این سیستم، پژوهشگر برای همزمانی و ایجاد زمان مبدأ در نرم‌افزار برای شروع آزمایش کلید start را فشار می‌دهد، در این حالت پردازندهٔ مرکزی رایانه منتظر حرکت آزمون شونده می‌شود. به محض اینکه آزمون شونده دست خود را از روی صفحه start بلند کند تایمر موجود در پردازنده شروع به عمل می‌نماید و زمان مبدأ در سیستم درج می‌گردد و به طور

مشابه با سیستم با محرک زمان‌های بین موانع با فعال شدن هر یک از میکروسوئیچ‌های مرتبط ثبت می‌گردد.

زمان‌بندی در این برنامه به طور کلی از دو رویهٔ get time و micro time تشکیل شده است. رویهٔ get time به محض اجرا شدن مانند یک کرنومتر زمان سیستم را از لحظهٔ دریافت داده از دستگاه محاسبه می‌کند و رویهٔ micro time همانطور که در کد برنامه ضمیمه شده اطلاعات مربوط به میکروکنترلر را دریافت می‌کند. در این رویه به ازای هر میکروسوئیچ عدد متناظر به آن در هنگام فعال شدن از طریق میکروکنترل به نرم‌افزار ارسال می‌شود که به محض فعال شدن هر میکروسوئیچ و متناظر با دریافت عدد اختصاص داده شده به آن رویهٔ get time به منظور ثبت زمان هر میکروسوئیچ یا به عبارتی هر مانع فراخوان می‌شود.

اگر در سیستم محرک یا گزینه زمان عکس‌العمل انتخاب شود زمان واحد یا به عبارتی unit time در نظر گرفته شده است که با پخش محرک صوتی مجدداً برای محاسبهٔ unit time رویهٔ get time فراخوانی می‌شود که در اینجا زمان مبدأ برای محاسبات در نظر گرفته می‌شود و اگر محرک صوتی یا زمان عکس العمل انتخاب نشود، زمان مبدأ صفر در نظر گرفته می‌شود.

جهت کالیبره کردن این زمان، از تایمر رایانه استفاده گردیده، بدین صورت که در لحظهٔ شروع برنامه، این زمان به صورت ms از طریق get time که در بالا اشاره گردید ثبت می‌گردد که برای این منظور کاراکتر s که مخفف start می‌باشد از میکروکنترلر به نرم‌افزار ارسال می‌گردد و به محض دریافت، زمان متناظر با آن ثبت می‌گردد و به هنگام فعال شدن هر یک از میکروسوئیچ‌ها یا موانع، با توجه به مطالب فوق زمان متناظر با استفاده از رویهٔ get time محاسبه می‌گردد. اختلاف زمانی فعال شدن هر یک از میکروسوئیچ‌ها یا موانع با زمان شروع آزمایش که با دریافت کاراکتر s همانطور که توضیح داده شد، برابر زمان اجرا شدن یک مانع می‌باشد.

در مراحل بعدی جهت حصول اطمینان از صحت زمان ثبت شده توسط نرم‌افزار، زمان کسب شده به وسیلهٔ نرم‌افزار، با زمان به‌دست آمده از طریق یک کرنومتر دستی به دفعات مقایسه گردید. بدین صورت که همزمان با برداشتن دست آزمون شونده از روی صفحهٔ شروع دستگاه، یک کرنومتر دستی هم شروع به کار می‌کرد و همزمان با ضربه زدن به آخرین

مانع، زمان متوقف می‌گردید که زمان‌های محاسبه شده با در نظر گرفتن مقداری خطای احتمالی توسط فردی که کرنومتر را فعال می‌کرد، بسیار نزدیک به زمان‌های به‌دست آمده توسط نرم‌افزار بودند.

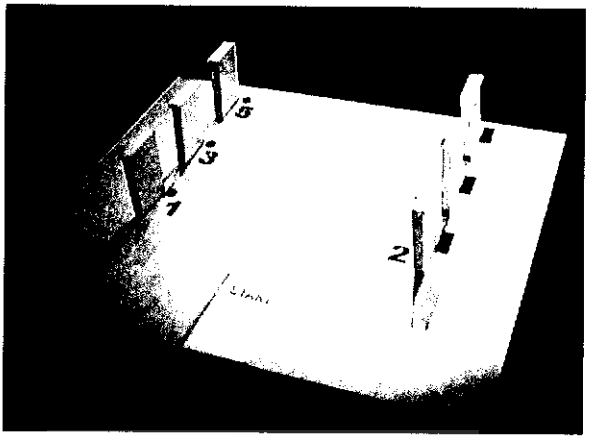
روش‌شناسی پژوهش

جامعه و نمونهٔ آماری

با توجه به اینکه عنوان این پژوهش طراحی و ساخت دستگاه ثبت عملکرد حرکتی است و از آنجایی که یکی از اهداف اجرای آن ارزیابی کارایی دستگاه می‌باشد، لذا از جامعهٔ دانشجویان پسر دانشگاه صنعتی امیرکبیر ۲۵ نفر را به عنوان نمونهٔ آماری بدون در نظر گرفتن وزن، سطح آمادگی جسمانی و... به طور کاملاً تصادفی انتخاب شدند تا طبق برنامهٔ تنظیم شده در این پژوهش شرکت نمایند.

ابزار و روش‌های جمع‌آوری اطلاعات

ابزار اندازه‌گیری عبارت بود از دستگاه اندازه‌گیری عملکرد حرکت، که ابعاد دستگاه شامل: ۸۰ سانتی‌متر طول، ۷۰ سانتی‌متر عرض و ۱۰ سانتی‌متر ارتفاع، وزن دستگاه ۷ کیلوگرم که وزن اصلی آن مربوط به قسمت مکانیکی دستگاه می‌باشد، این دستگاه با برق (۲۲۰) ولت کار می‌کند و توسط فیوز ۳A که در پشت دستگاه قرار دارد حفاظت می‌شود. این دستگاه مجهز به یک میکرو کنترولر، شش عدد میکروسوئیچ و یک صفحهٔ فینگر تاچ برای شروع است که توسط دستگاه مخصوص به خود جهت رسیدن به اهداف مورد نظر در دستگاه برنامه‌ریزی شده و اطلاعات این میکرو کنترلر با یک کابل که به یکی از پورت‌های ورودی رایانه متصل گردیده منتقل می‌شود. این اطلاعات توسط نرم‌افزار نوشته شده برای این دستگاه تجزیه تحلیل شده و در خروجی نرم‌افزار نمایش داده می‌شود. افزون بر این، نرم‌افزار این قابلیت را دارد که یا خود اطلاعات را به طور میانگین با یک سری نمودارهای میله‌ای نمایش دهد و یا اینکه بنا به دلخواه پژوهشگر تمامی اطلاعات را به یک نرم‌افزار پشتیبان به نام اکسل جهت انجام کارهای آماری پیشرفته‌تر منتقل کند.



شکل ۱. نمای سخت‌افزاری دستگاه عملکرد حرکت

جمع‌آوری اطلاعات بدین ترتیب بود که پس از مهیا شدن نمونهٔ اولیه دستگاه، ابتدا یک سری اطلاعات اولیهٔ مربوط به آزمون‌شونده، الگوی حرکتی (۷-۴) و چگونگی خروجی اطلاعات توسط پژوهشگر تعیین می‌شود و سپس آزمودنی دست خود را روی صفحهٔ شروع قرار می‌دهد و به حالت آماده‌باش منتظر شنیدن محرک صوتی دستگاه می‌شود. با شنیدن صدای محرک صوتی بلافاصله دست خود را از روی صفحه برمی‌دارد و الگوی حرکتی مورد نظر (۷-۴) را به شیوهٔ ضربه زدن به موانع با پشت و روی دست اجرا می‌نمود. به طوری که موانع با حداکثر سرعت و در کوتاه‌ترین زمان ممکن از حالت تعادل خارج و واژگون شوند. پس از خاتمه یافتن این مرحله، با گذاشتن مجدد دست بر روی صفحهٔ شروع، تمام اطلاعات به نرم‌افزار برنامه منتقل می‌شد.

در این پژوهش، برای به‌دست آوردن پایایی، از هر آزمودنی در مرحلهٔ اول و دوم خواسته شد که ۱۰ تکرار و در مجموع ۲۰ تکرار از الگوی حرکتی (۷-۲) را اجرا نماید، که از میانگین هر ۱۰ تکرار برای دستیابی به وجود یا عدم وجود همبستگی بین آنها استفاده گردید. شایان ذکر است که تمام آزمون‌ها در فاصله زمانی ساعت ۱۵ الی ۲۰ در هر روز و با فاصلهٔ یک هفته بین آزمون مرحلهٔ اول و آزمون مرحلهٔ دوم برای هر فرد صورت گرفته است و نیز فرد دیگری در محل آزمایش به جز آزمون شونده و پژوهشگر حضور نداشته، تا بدین وسیله از عوامل مخل در اجرا تا حد امکان جلوگیری به عمل آید. از طرفی جهت به‌دست آوردن

روایی دستگاه در یک آزمون همزمان از کلیهٔ آزمودنی‌ها خواسته شد که یک تست عکس‌العمل بر روی دستگاه اندازه‌گیری زمان عکس‌العمل، موجود در آزمایشگاه دانشکدهٔ تربیت‌بدنی و علوم ورزشی دانشگاه تهران و یک تست عکس‌العمل تست دستگاه اندازه‌گیری عملکرد حرکتی ساخته شده انجام دهند، سپس ضریب همبستگی پیرسون میانگین نمرات در دو دستگاه مذکور اندازه‌گیری شد. شایان ذکر است با توجه به اهداف پژوهش، نتایج به‌دست آمده در بخش یافته‌ها ارائه گردیده است.

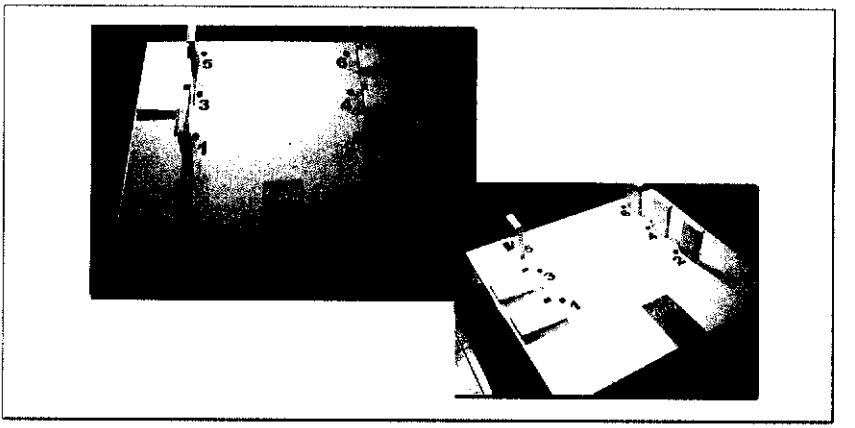
روش آماری پژوهش

روش پژوهش حاضر از نوع توصیفی و با هدف پژوهش برای توسعه می‌باشد. لذا پس از گردآوری داده‌ها برای تحلیل آنها از ضریب همبستگی پیرسون برای به‌دست آوردن پایایی و روایی بین مقادیر اندازه‌گیری شده در مرحلهٔ اول و دوم استفاده شد که این کار توسط نرم‌افزار آماری SPSS/11 صورت گرفت.

یافته‌های پژوهش

همان‌طور که در شکل‌های (۲) و (۳) مشاهده می‌شود، نمای کلی از دستگاه به همراه تجهیزات جانبی آن و نیز صفحهٔ اصلی برنامهٔ نرم‌افزار طراحی شده ارائه گردیده است.

شکل ۲. نمای کلی دستگاه اندازه‌گیری عملکرد حرکت به انضمام نمای نرم‌افزار دستگاه



شکل ۳. نمای سخت‌افزاری دستگاه اندازه‌گیری عملکرد حرکت

نرم‌افزار سیستم عامل ویندوز طراحی گردیده که پس از نصب برنامهٔ فوق در محیط ویندوز قابل اجرا می‌باشد. جزئیات نحوهٔ کارکرد و استفاده از نرم‌افزار این دستگاه در قسمت help این برنامه قابل مشاهده است. در ارتباط با نحوهٔ عملکرد این دستگاه به طور کلی می‌توان چنین بیان داشت که کار کردن با این دستگاه به سه بخش کلی تقسیم می‌گردد:

۱) وارد کردن اطلاعات توسط پژوهشگر؛

۲) وارد کردن اطلاعات توسط آزمون شونده یا اجرای تکلیف تعریف شده توسط او؛

۳) کسب اطلاعات مورد نظر پژوهشگر توسط خروجی دستگاه.

در قسمت وارد کردن اطلاعات توسط پژوهشگر، پس از آنکه وی دستگاه را به برق وصل و برنامهٔ نرم‌افزاری دستگاه را بر روی رایانه نصب می‌کند سیستم آماده برای کار می‌باشد. در صفحهٔ اول برنامه، اطلاعات فنی دستگاه شامل این موارد است: نام دستگاه، پژوهشگران، شرکت سازنده و سال ساخت آن و نیز سازمان حمایت‌کننده از طرح و دیگر موارد راجع به دستگاه ارائه شده. در صفحهٔ دوم برنامه، سیستم اطلاعاتی راجع به آزمودنی از پژوهشگر درخواست می‌کند که نام و نام خانوادگی آزمون شونده، سن و دست برتر وی را مشخص نماید و در ادامه در همین صفحه کلیدهایی وجود دارد که بایستی پژوهشگر براساس هدف پژوهش و متغیرهای مورد مطالعهٔ خود آنها را فعال و یا غیرفعال نماید که این

کلیدها شامل کلیدهای زمان عکس‌العمل، زمان حرکت، زمان پاسخ، خطای زمانی و خطای فضایی است که عملکرد و مشخصه‌های مورد اندازه‌گیری در هر کدام از آنها در دستورالعمل راهنمای نرم‌افزار به تفصیل وجود دارد. در ادامه در قسمت دیگر همین صفحه، نمایی از قسمت مکانیکی دستگاه وجود دارد که پژوهشگر با فعال کردن هر کدام از کلیدهای آن در حقیقت مسیر حرکت الگوی خود را برای دستگاه تعریف می‌کند، که این الگوی حرکتی از کلید شروع، آغاز می‌شود و می‌تواند از یک الی شش مانع (کلید) را دربرگیرد، که شامل صدها نوع الگوی متنوع می‌تواند باشد. در ادامه پس از انجام این مرحله شمارهٔ الگو و تعداد موانع انتخابی توسط رایانه ثبت می‌گردد. آخرین مرحله در این بخش، تعیین زمان انتخابی برای الگوی تعریف شده می‌باشد. این زمان انتخابی براساس اهداف پژوهشگر می‌تواند صفر در نظر گرفته شود و این بدان معنا است که دستگاه زمان حرکت آزمودنی را بدون احتساب خطای زمانی در خروجی سیستم به نمایش می‌گذارد و یا طبق طرح پژوهش پژوهشگر برای الگوی تعریف شده برای هر قطعه و یا برای کل الگوی حرکتی زمان خاصی با دقت یک هزارم ثانیه می‌تواند تعیین شود که در این صورت دستگاه زمان حرکت آزمودنی را با محاسبهٔ خطای زمانی بین هر قطعه و یا برای کل الگوی حرکتی در خروجی نمایش می‌دهد.

در بخش دوم از آزمودنی درخواست می‌شود که دست خود را روی صفحهٔ شروع (start) قرار دهد و الگوی حرکتی مورد نظر پژوهشگر را با حداکثر سرعت ممکن اجرا کند و یا این الگو را به طریقی اجرا کند که زمان اجرای الگو توسط وی با زمانی که پژوهشگر برای هر قطعه و یا کل الگو تعریف کرده یکسان گردد. سیستم قادر است این مرحله را به دفعات برای یک آزمون شونده به اجرا بگذارد. بخش سوم مرحله‌ای است که پژوهشگر اطلاعات و اعداد مورد نظر خود را از خروجی سیستم دریافت می‌دارد. پژوهشگر می‌تواند در این مرحله جداول و نمودارها را براساس هدف پژوهش و متغیرهای مد نظر خود طبقه‌بندی و انتخاب نماید.

بخش دیگری از اهداف اصلی پژوهش، محاسبهٔ پایایی و روایی این دستگاه بود که پس از انتخاب نمونهٔ آماری و اجرای الگوی حرکتی منتخب و ثبت نتایج آزمون شونده‌ها توسط رایانه به شیوه‌های که در بالا ذکر شد تمامی اطلاعات را به نرم‌افزار آماری منتقل کرده و پس از محاسبه ضریب همبستگی پیرسون بین دو مرحلهٔ آزمون نتایج زیر بدست آمد.

جدول ۱. میزان پایایی دستگاه با ضریب همبستگی پیرسون

	زمان عکس‌العمل	زمان حرکت
زمان حرکت	---------	۸۸/۵
زمان عکس‌العمل ساده	۸۳/۵	---------

جدول ۲. میزان روایی دستگاه با ضریب همبستگی پیرسون

	زمان عکس‌العمل ساده
زمان عکس‌العمل ساده	۰/۷۸

بحث و نتیجه‌گیری

در داخل کشور نمونه‌ای مشابه که بتوان برای ساخت و طراحی از آن الگو گرفت، تا زمان ساخت این دستگاه وجود نداشت. در گذشته نیز از دستگاه‌های وارداتی که آنها نیز توانایی اندازه‌گیری فقط یک متغیر زمان عکس‌العمل و یا زمان حرکت را داشتند استفاده می‌شد، مانند دستگاه یاگامی[1] ۱۰۰۰ و یا دارنوسول[2] که در برخی آزمایشگاه‌های روان‌شناسی برای اندازه‌گیری این متغیرها توسط محرک بینایی استفاده می‌شده است.

از طرفی آنچنان که در مقدمه به اجمال بدان اشاره شد، دستگاه‌های ساخته شده در خارج از کشور که در برخی از پژوهش‌ها از آنها استفاده شده است، نیز به صورت تک بعدی و تنها جهت اندازه‌گیری یک یا دو متغیر ساخته شده‌اند. از جمله می‌توان به دستگاه تمایز الگویی[3] که وگ‌هالتر[4] در سال ۱۹۸۱ ساخت، اشاره نمود. هدف آنها طراحی الگوهای حرکتی مشابهی بود که قبلاً توسط دستگاهی که به موانع ضربه می‌زدند ساخته شده بود با این تفاوت که در این دستگاه به جای ضربه زدن به موانع و واژگون کردن آنها، آزمون شونده بایستی با دست یک سری کلیدهای تلگراف را فشار دهد. این دستگاه، تنها قابلیت اندازه‌گیری زمان عکس‌العمل و زمان حرکت آزمون‌شونده را دارا بود (۸).

دستگاه اندازه‌گیری زمان حرکت با زمان‌سنج لافایت[5] از دیگر دستگاه‌هایی است که

1. yagami
2. darnosol
3. Discriminant Pattern Apparatus
4. Wughlater
5. Timer Lafayette

توسط شی و مورگان[1] در سال ۱۹۷۹ و نیز توسط لی و وایت[2] در سال ۱۹۹۰ ساخته و به کار گرفته شده است. این دستگاه فقط توانایی اندازه‌گیری زمان حرکت آزمودنی را دارد. از این دستگاه در پژوهشی در سال ۱۹۹۴ برای بررسی تداخل زمینه‌ای و یادگیری مشاهده‌ای در یادگیری حرکتی استفاده شده است (۹).

دستگاه صفحهٔ پاسخ[3] توسط مگیل و وود[4] در سال ۱۹۸۶ جهت بررسی بازخورد حاصل از نتیجه روی متغیر یادگیری در مرحلهٔ اکتساب مهارت حرکتی استفاده شد. این دستگاه تنها توانایی اندازه‌گیری زمان حرکت و اعلام خطا در هر قطعه از الگوی طراحی شده توسط پژوهشگر را دارد (۱۰).

دستگاه تجربی[5]، توسط ولف و اشمیت[6] در سال ۱۹۸۹ ساخته شده و مجدداً در سال ۱۹۹۳ توسط دو پژوهشگر به نام‌های لی و ولف[7] جهت بررسی تداخل زمینه‌ای در حرکات مشابه در یک طبقه به کار گرفته شد. این دستگاه تنها زمان قطعه‌ای بین کلیدها را اندازه گرفته که در حقیقت همان زمان حرکت می‌باشد (۱۲، ۱۱).

با توجه به بررسی به عمل آمده و نواقص و کاستی‌های موجود در هر یک از دستگاه‌های اشاره شده، طراحی دستگاه مورد نظر در این پژوهش براساس تعاریفی که از متغیرهای تأثیرگذار بر اجرای حرکت مانند پیچیدگی حرکت، اجزای حرکت، زمان عکس‌العمل ساده، زمان حرکت، زمان پاسخ، خطاهای زمانی و فضایی در اجرای الگوی حرکتی در اختیار بوده صورت پذیرفته است و همچنین از طرح‌هایی که در خارج از کشور انجام گرفته بوده استفاده شده است، که دستگاه اندازه‌گیری عملکرد حرکت قابلیت اندازه‌گیری و ثبت تمام عوامل اشاره شده را دارد.

براساس یافته‌های جداول فوق می‌توان بیان داشت که مقدار ضریب همبستگی پیرسون برای پایایی زمان حرکت برابر است با ۸۸/۵٪ و برای زمان عکس‌العمل ساده برابر ۸۳/۵٪ است و همچنین ضریب همبستگی پیرسون برای روایی زمان عکس‌العمل ساده برابر ۷۸٪ است. طبق روش تحقیق این پژوهش و کار آماری صورت گرفته توسط نرم‌افزار SPSS این

1. Shea & Morgan
2. Lee & White
3. Response Board Apparatus
4. Richard A. Magill & Carol A. Wood
5. Experimental apparatus
6. Wulf & Schmidt
7. Lee & Wulf

مقادیر را برای زمان عکس‌العمل ساده و هم برای زمان حرکت با پیش فرض نرمال بودن جامعه در سطح ۰/۰۱ > α معنی‌دار تعریف کرده است و این بدان معنی است که با اطمینان بالای ۸۰٪ می‌توان بیان کرد که این دستگاه در دفعات مکرر برای یک آزمون شونده با یک الگوی حرکتی ثابت اندازه‌های یکسانی را ثبت می‌کند. پس در نتیجه این دستگاه از پایایی و همچنین روایی لازم برخوردار است.

منابع

۱. جی آلن، مری (۱۳۷۴) مقدمه‌ای بر نظریه‌های اندازه‌گیری (روانسنجی)، ترجمهٔ علی دلاور، تهران، انتشارات سمت، ص ۱۷۰-۱۴۸.

۲. آناستازی، آ. (۱۳۷۹) روان‌آزمایی، ترجمهٔ دکتر محمد نقی براهنی، انتشارات دانشگاه تهران، ص ۱۰۳-۱۷۷

۳. جانیس، گیلیسی مزیدی (۱۳۸۰) میکروکنترل ۸۰۵۱ ترجمهٔ دکتر قدرت سپیدنام، انتشارات باغبانی - ص ۱۴۲-۱۲۷.

۴. طالبی، خسرو (۱۳۷۱) ساخت دستگاه اندازه‌گیری سرعت عکس‌العمل و بررسی روایی و پایایی آن، پایان‌نامهٔ کارشناسی ارشد، دانشکدهٔ تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه آزاد اسلامی، ص ۳۶-۲۹.

۵. تامپسون، کلیم، دبلیو. (۱۳۷۵) اصول ساختاری حرکت‌شناسی، ترجمهٔ رضا عطارزاده حسینی، انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد - ص ۱۵-۷.

۶. وتوپینگ، هامفری (۱۳۶۹) در قلمرو مکانیک (دینامیک)، ترجمهٔ هوشنگ شریف زاده، انتشارات فاطمی، ص ۸۹-۷۷.

۷. اشمیت، ریچارد (۱۳۷۶) یادگیری حرکتی و اجرا از اصول تا تمرین، ترجمهٔ دکتر مهدی نمازی‌زاده، دکتر سید محمد کاظم واعظ موسوی، تهران انتشارات سمت، ص ۶۲-۴۶.

۸. ریچارد، ای، مگیل (۱۳۸۰) یادگیری حرکتی مفاهیم و کاربردها، ترجمهٔ دکتر سید محمدکاظم موسوی، پژوهشکدهٔ تربیت بدنی و علوم ورزشی.

9. Del Rey, Patricia (1994) Does Retroactive Inhibition Influence Contextual Interference Effects? *Research Quarterly for Exercise and Sport*, Vol, 65, No. 2, pp. 120-126

10. Magill, Richard (1986) Knowledge of Results Precision as a Learning Variable in Motor Skill Acquisition, *Research Quartery For Exercise And Sport*, vol. 57, No.2 . pp. 170-173

11. Wulf, Gabriele, (1989) The Learning of Generalized Motor Programs: Reducing the Relative Frequency of knowledge of Results Enhances Memory, *journal of Experimental Psychology Learning Memory and cognition*, vol. 15, No. 4, pp. 748-757

12. Wulf, Gabriele, (1993) Contextual Interference in Movements of the Same Class:

Differential Effects on Program and Parameter Learning, *journal of Motor Behaviour*, vol. 25, No.4, pp. 254-263

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی