

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی

پایان نامه
برای دریافت درجه کارشناسی ارشد

عنوان:

طراحی و نمونه سازی دستگاه شتاب سنج سه محوره

استاد راهنما:
دکتر حیدر صادقی

استاد مشاور:
دکتر علی بنایی

پژوهشگر:
مونا حافظی

تابستان ۱۳۸۷

با سپاس فراوان از استاد محترم جناب آقای دکتر صادقی
که با راهنمایی‌های ارزشمند خود در تمامی مراحل انجام این
تحقیق مشوق اینجانب بوده و از بذل هیچگونه کمکی کوتاهی
نمودند

با تشکر از آقایان مهندس اصغری و مهندس احمدیان که
نمونه‌سازی و برنامه‌نویسی نرم‌افزارهای مربوطه را برایم ممکن
ساختند

و در نهایت از استاد مشاور که مشاورم در تمامی مراحل
درس و زندگی می‌باشد قدردانی می‌کنم.

چکیده

همگام با توسعه تکنولوژی، با هدف کمک به آموزش بهتر مهارتها، ایمن سازی و اندازه گیری و ارزیابی عملکرد ورزشکاران هستیم. شتاب به عنوان یکی از پارامترهای اصلی در حوزه بیومکانیک در ارزیابی تغییرات سرعت حرکت اندام و یا کل بدن مورد استفاده محققان قرار می گیرد. هدف از انجام این تحقیق، طراحی و ساخت دستگاه شتاب سنج سه محوره بود، به نحوی که بتواند، قابلیت نمونه برداری طولانی مدت به صورت **offline** را دارا بوده و در فعالیت های میدانی مورد استفاده قرار گیرد. برای ساخت این دستگاه از سنسور شتاب سنج، سنسور سنجش سرعت زاویه ای، میکروکنترلر، حافظه نیمه هادی، باتری قابل شارژ و برنامه نرم افزاری استفاده شد. از آنجایی که شتاب جاذبه زمین مقدار ثابت 9.8 m/s^2 است، می تواند بعنوان معیاری برای بررسی روایی و پایایی باشد. سنجش شتاب در سه محور X, Y, Z صورت گرفت و در هر سه محور نیز مقدار ثابت 9.8 m/s^2 گزارش شد، که نمایانگر روا بودن دستگاه شتاب سنج ساخته شده می باشد تکرار آزمون قابلیت تکرار و ثبات هماهنگی را بیان نمود، که نمایانگر پایا بودن دستگاه شتاب سنج ساخته شده می باشد. جهت مقایسه شتاب سنج ساخته شده از شتاب سنج موجود در بازار که مورد استفاده آزمایشگاهها و مراکز توانبخشی است) توسط شرکت کیا ساخته شده) استفاده شد. در بررسی روایی همزمان، از ضریب همبستگی پیرسون استفاده شد، که نشان داد ارتباط مثبت معناداری در سطح $P = 0/001$ یعنی سطح اطمینان $0/999$ بین نتایج شتاب سنج ها وجود دارد. در بررسی پایایی، شتاب سنج ساخته شده از روش آزمون و آزمون مجدد و ICC^1 استفاده شد. نتایج نشان داده که شتاب سنج ساخته شده با سطح اطمینان $0/999$ دارای پایایی است. با توجه به نتایج این تحقیق شتاب سنج ساخته شده دارای روایی و پایایی بوده، و به دلیل ویژگی خاص آن که قابلیت نمونه برداری طولانی مدت به صورت **offline** و نداشتن سیم است، می تواند کاربردهای میدانی وسیعی برای سنجش شتاب ورزشکاران داشته باشد.

واژه های کلیدی: شتاب، شتاب سنج، روایی، پایایی

فهرست مطالب

صفحه

عنوان

فصل اول : طرح تحقیق

۲	مقدمه
۳	بیان مسئله
۵	اهمیت و ضرورت تحقیق
۶	اهداف
۶	اهداف کلی
۶	اهداف اختصاصی
۶	فرضیه‌ها
۶	فرضیه کلی تحقیق
۶	فرضیه‌های اختصاصی
۷	محدودیت‌های تحقیق
۸	تعاریف و اصطلاحات کاربری

فصل دوم : مبانی نظری و پیشینه تحقیق

۱۱	مقدمه
۱۱	زیر بنای نظری تحقیق
۱۲	علم بیومکانیک
۱۲	رابط علم فیزیک با ورزش
۱۳	فیزیک حرکت
۱۳	مکانیک
۱۴	کینماتیک
۱۶	کینتیک
۱۸	اندازه‌گیری
۱۸	وسایل مختلف اندازه‌گیری
۱۹	سیستم تحلیل‌گر حرکت
۲۰	صفحه نیرو
۲۱	الکترومایوگرافی

۲۲	.....زاویه سنج
۲۲	.....شیب سنج
۲۳	.....شتاب سنج
۲۳	.....انواع شتاب سنج
۲۴	.....آشنایی با سنسور شتاب سنج
۲۴	.....آشنایی با سنسور سرعت زاویه‌ای
۲۷	.....ژیروسکوپ
۲۹	.....نگاهی به محصولات مشابه
۳۸	.....پیشینه تحقیق
۴۲	.....کاربردهای شتاب سنجی در آنالیز راه رفتن
۴۷	.....جمع‌بندی

فصل سوم : روش تحقیق

۴۹	.....مقدمه
۴۹	.....روش تحقیق
۴۹	.....ابزار اندازه‌گیری
۵۰	.....لیست قطعات به کار برده شده
۵۰	.....سنسور شتاب سنج
۵۲	.....سنسور سرعت زاویه‌ای
۵۳	.....میکرو کنترلر
۵۵	.....حافظه‌ی خارجی
۵۷	.....سیستم تغذیه
۵۷	.....سایر قطعات
۵۹	.....جامعه آماری، نمونه آماری و نحوه انتخاب
۵۹	.....متغیرهای تحقیق
۵۹	.....روش جمع‌آوری اطلاعات
۶۰	.....روش آماری
۶۱	.....طراحی سخت‌افزاری و طراحی برد
۶۱	.....شماتیک
۶۲	.....لی اوت
۶۲	.....نرم افزار

فصل چهارم: نتایج

۷۵	یافته های تحقیق
۷۵	مقدمه
۷۶	روایی سنجی شتاب سنج ساخته شده در این تحقیق
۷۸	آزمون شماره یک
۸۵	آزمون شماره دو
۹۲	اعتبار سنجی شتاب سنج ساخته شده در این تحقیق
۹۳	جمع بندی

فصل پنجم : بحث و نتیجه گیری

۹۵	مقدمه
۹۵	خلاصه تحقیق
۹۶	بحث و بررسی
۱۰۰	پیشنهادات
۱۰۰	پیشنهادات برخاسته از تحقیق
۱۰۰	پیشنهادات برای پژوهشهای بعدی
۱۰۱	منابع
۱۰۴	منابع رایانه ای
۱۰۵	پیوست

فهرست شکل ها

صفحه

عنوان

شکل ۱-۲: فیزیک حرکت	۱۳
شکل ۲-۲: کینماتیک	۱۴
شکل ۳-۲: نمونه ای از کینماتیک خطی	۱۵
شکل ۴-۲: نمونه ای از کینماتیک زاویه ای	۱۵
شکل ۵-۲: نمونه ای از کینتیک خطی	۱۶
شکل ۶-۲: نمونه ای از کینتیک زاویه ای	۱۷
شکل ۷-۲: فریم کالیبراسیون	۱۹
شکل ۸-۲: سکوی نیرو	۲۰
شکل ۹-۲: الکتروود سطحی	۲۱
شکل ۱۰-۲: الکتروود سوزنی	۲۱
شکل ۱۱-۲: دو نوع زاویه سنج	۲۲
شکل ۱۲-۲: سه نوع شتاب سنج	۲۳
شکل ۱۳-۲: زمین یک ژيروسکوپ بزرگ	۲۵
شکل ۱۴-۲: ابرخوس دانشمند یونانی	۲۷
شکل ۱۵-۲: شماتیک Nike+	۲۹
شکل ۱۶-۲: استفاده از Nike+	۳۰
شکل ۱۷-۲: نمونه کفش گام	۳۱
شکل ۱۸-۲: نمونه محصول XSens	۳۲
شکل ۱۹-۲: نمونه محصولات XSens	۳۳
شکل ۲۰-۲: ابزار در گوش	۳۵
شکل ۲۱-۲: سیستم های رایج و گوشی جدید	۳۵
شکل ۲۲-۲: بازی های رایانه ای	۳۷
شکل ۲۳-۲: بازی های رایانه ای	۳۷
شکل ۲۴-۲: نمایش نصب شتاب سنج در نقاط بازو	۴۴
شکل ۲۲-۲: نمایش وضعیت مختلف	۴۵
شکل ۲۳-۲: طبقه بندی سطوح حرکتی	۴۶

- شکل ۳-۱: نمایش داده ها ۶۹
- شکل ۳-۲: : نمای حرکتی دستگاه شتاب سنج ساخته شده ۷۱
- شکل ۴-۱: نمای دستگاه شتاب سنج ساخته شده ۷۵
- شکل ۴-۲: شتاب سنج ساخته شده در این تحقیق و شتاب سنج شرکت کیا ۷۶
- شکل ۴-۳: نحوه حرکت شتاب سنج ها در آزمون شماره یک ۷۸
- شکل ۴-۴: نحوه حرکت شتاب سنج ها در آزمون شماره دو ۸۵
- شکل ۵-۱: نمای استفاده از شتاب سنج توسط ورزشکار ۹۸

فهرست جداول

عنوان

صفحه

- جدول ۱-۲: مقایسه روش شتاب سنجی و روش جا افتاده حرکت ۳۹
- جدول ۱-۴: بررسی ضریب همبستگی شتاب آزمون شماره یک، اندازه گیری نوبت اول،
بین شتاب سنج ساخته شده در این تحقیق و شتاب سنج AG100 ۸۰
- جدول ۲-۴: بررسی ضریب همبستگی شتاب آزمون شماره یک، اندازه گیری نوبت دوم،
بین شتاب سنج ساخته شده در این تحقیق و شتاب سنج AG100 ۸۲
- جدول ۳-۴: بررسی ضریب همبستگی شتاب آزمون شماره یک، اندازه گیری نوبت سوم،
بین شتاب سنج ساخته شده در این تحقیق و شتاب سنج AG100 ۸۴
- جدول ۴-۴: بررسی ضریب همبستگی شتاب آزمون شماره دو، اندازه گیری نوبت اول،
بین شتاب سنج ساخته شده در این تحقیق و شتاب سنج AG100 ۸۷
- جدول ۵-۴: بررسی ضریب همبستگی شتاب آزمون شماره دو، اندازه گیری نوبت دوم،
بین شتاب سنج ساخته شده در این تحقیق و شتاب سنج AG100 ۸۹
- جدول ۶-۴: بررسی ضریب همبستگی شتاب آزمون شماره دو، اندازه گیری نوبت دوم،
بین شتاب سنج ساخته شده در این تحقیق و شتاب سنج AG100 ۹۱

فهرست نمودارها

عنوان

صفحه

نمودار شکل ۴-۴: آزمون شماره یک، اندازه گیری نوبت اول به وسیله شتاب سنج ساخته شده در این تحقیق و شتاب سنج AG100	۷۹
نمودار شکل ۴-۵: آزمون شماره یک، اندازه گیری نوبت دوم به وسیله شتاب سنج ساخته شده در این تحقیق و شتاب سنج AG100	۸۱
نمودار شکل ۴-۵: آزمون شماره یک، اندازه گیری نوبت سوم به وسیله شتاب سنج ساخته شده در این تحقیق و شتاب سنج AG100	۸۳
نمودار شکل ۴-۵: آزمون شماره دو، اندازه گیری نوبت اول به وسیله شتاب سنج ساخته شده در این تحقیق و شتاب سنج AG100	۸۶
نمودار شکل ۴-۵: آزمون شماره دو، اندازه گیری نوبت دوم به وسیله شتاب سنج ساخته شده در این تحقیق و شتاب سنج AG100	۸۸
نمودار شکل ۴-۵: آزمون شماره دو، اندازه گیری نوبت سوم به وسیله شتاب سنج ساخته شده در این تحقیق و شتاب سنج AG100	۹۰

فصل اول:

طرح تحقیق

مقدمه

در علوم بشری ارزیابی و اندازه گیری، برای درک روابط علت و معلولی حاکم بر پدیده ها (۱) نقش ویژه و با اهمیتی را ایفا می نماید. علوم ورزشی نیز از این قائده مستثنی نیست. تلاش محققان علوم ورزشی، ارزیابی عملکرد ورزشکاران، استفاده از روشهای مناسب برای آموزش مهارتها و تکنیک های ورزشی و ارائه خدمات حرکت درمانی می باشد. محقق اهداف مذکور مستلزم استفاده از ابزار اندازه گیری و یا ارزیاب می باشد. از این رو ساخت و طراحی ابزارها در دستور کار بسیاری از محققان قرار گرفته است. در این تحقیق، تلاش شده است، دستگاه شتاب سنج سه محوره با قابلیت هائی از جمله نمونه برداری طولانی مدت به صورت *offline* طراحی و نمونه سازی شود.

بیان مساله

تجزیه و تحلیل حرکات انسان و یا مهارت های ورزشی به عنوان ابزاری کارآمد در درک مهارت، آموزش و بهبود اجرای حرکات و مهارت های ورزشی نقش مهمی در رشد و بهبود موثر عملکرد جسمانی انسان ها داشته است (۲). بر اساس مطالعات انجام گرفته چنین مستند شده است که موفقیت در اجرای مهارتهای ورزشی علاوه بر داشتن ویژگی های مناسب بدنی، مستلزم بهره گیری از قوانین فیزیکی تاثیر گذار در اجرای مهارت می باشد (۳). با توجه به این که بهره گیری از قوانین فیزیکی برای بهینه نمودن روشهای آموزشی و یا اصلاح تکنیک های مهارتهای ورزشی مورد استفاده قرار گرفته است، قریب به چهار دهه حضور بیومکانیک به عنوان دانشی که برقراری ارتباط بین حیات و اصول و قوانین فیزیکی حاکم بر اجسام، وضع پویا یا ایستای موجودات زنده را بررسی می کند، از جایگاه ویژه ای برخوردار شده است (۴).

از بیومکانیک توصیفی و کمی به عنوان دو بخش یا روش مورد استفاده برای تجزیه و تحلیل مهارت ها در دو حالت ایستا و پویا نام برده می شود. در روش اول، به وصف مهارت پرداخته می شود، در حالی که در روش دوم، تجزیه و تحلیل یک مهارت یا حرکت با استفاده از کمی کردن مهارت انجام می شود. اگر چه در تجزیه و تحلیل حرکات هر کدام از دو روش بر شمرده به تنهایی از ویژگی ها و محاسن خاصی برخوردارند، اما به طور کلی دو روش بر شمرده لازم و ملزوم یکدیگر می باشند. توجه داشته باشیم که اگر چه استفاده از روش کمی کردن مهارت یا تکنیک حرکتی، ضمن افزایش دقت، درک چگونگی ویژگی های یک مهارت را به نحو مناسب تری فراهم می نماید (۴)، اما عدم اطلاع از وصف آنچه در زمان اجرا روی می دهد، درک اجرای مهارت را ناممکن می سازد.

کمی کردن اطلاعات با اندازه گیری ارتباط مستقیم دارد (۵). یکی از ویژگیهای استفاده از ابزار اندازه گیری کمی کردن ویژگی های پدیده مورد مطالعه، با هدف فراهم نمودن شرایط برای افزایش اطلاع از جزئیات می باشد. نکته اساسی و مهم آن است که دستگاه های اندازه گیری باید اطلاعات مورد نیاز را

با دقت و صحت کافی جمع آوری نمایند. از همین رو در بحث اندازه گیری از دو مقوله روایی و اعتبار یاد می شود. مقصود از یک وسیله روا آن است که وسیله مزبور واقعاً بتواند خصیصه مورد مطالعه را اندازه بگیرد در حالی وسیله اندازه گیری معتبر آن است که نتایج حاصل از آن دارای ثبات هماهنگی، پایایی، قابلیت اعتماد و قابلیت تکرار باشد (۶).

در حوزه بیومکانیک ابزارهای اندازه گیری مورد استفاده، در دو دسته کلی اطلاعات کینماتیکی (مطالعه هندسه حرکت، بدون توجه به علت) و کینتیکی (مطالعه حرکت با توجه به علت) قرار می گیرند (۷). در حوزه بررسی کینماتیک پدیده ها پارامترهایی چون موقعیت، جابجایی، سرعت و شتاب از هر دو نظر خطی و زاویه ای مورد ارزیابی قرار می گیرند. در حالی که در حوزه کینتیک عامل اصلی حرکت یعنی نیرو، مورد اندازه گیری و بررسی است. شتاب به عنوان یکی از پارامترهای مورد توجه در بررسی حرکت پدیده ها، به بررسی تغییر سرعت توجه دارد. در بررسی کینماتیکی، موضوع مورد مطالعه (جسم ورزشی، اندام و یا کل بدن انسان) در فعالیت های ورزشی، شتاب از جمله پارامترهای مهمی است که برای درک چگونگی حرکت مورد توجه محققان قرار گرفته است. ارزیابی پارامترهای کینماتیکی و کینتیکی بدون وجود ابزار مناسب برای اندازه گیری، امکان پذیر نیست. از همین رو در حوزه توسعه تجهیزات، طراحی و ساخت ابزار های مختلف اندازه گیری از جمله شتاب سنج مورد توجه محققان قرار گرفته است. شتاب سنج از جمله ابزارهایی است که دارای مزایای بسیاری در آنالیز حرکات می باشد. از آنجایی که آنالیز شتاب از طریق شتاب سنج ساده و ارزان و راحت می باشد، خروجی آن قابل تعبیر بوده و می تواند جایگزین روشهای پیچیده آنالیز پارامتر شتاب شود. اندازه گیری شتاب در تحقیقات ورزشی اطلاعات مناسبی را در بخش تجزیه و تحلیل کینماتیکی و کینتیکی حرکت فراهم می نماید.

اهمیت و ضرورت انجام تحقیق

در بسیاری از حرکات ورزشی، سرعت ثابت نیست. در واقع حرکات بدن انسان اغلب در هر دو بعد مقدار و جهت تغییراتی دارد. کمیتی که بیومکانیستها برای توصیف چگونگی تغییرات سرعت بدن به کار می‌برند شتاب^۱ نام دارد. سنجش و آنالیز شتاب یکی از بخش‌های مهم فعالیت‌های تربیت بدنی بشمار می‌رود. در این راستا بهره‌مندی از ابزار و دستگاه‌های اندازه‌گیری که روایی و اعتبار مناسب داشته باشد، بسیار مهم است. با توجه به این نیاز و با عنایت به سیاست‌های دولت در امر حمایت از خود کفایی، طراحی و ساخت دستگاه‌های مختلف اندازه‌گیری (از جمله شتاب سنج به عنوان یکی از ابزارهای اندازه‌گیری) و استفاده از آن در فعالیت‌های ورزشی به خصوص در حوزه اندازه‌گیری کینماتیکی در داخل کشور، می‌تواند بخشی از نیاز آزمایشگاه‌های بیومکانیک ورزشی داخل کشور را تامین نماید. با در نظر گرفتن اصل تامین بخشی از نیازهای آزمایشگاه بیومکانیک ورزشی، هدف از انجام این تحقیق طراحی و نمونه‌سازی دستگاه شتاب سنج سه محوره است.

¹acceleration

اهداف

اهداف کلی

طراحی، نمونه سازی، روائی سنجی و اعتبار سنجی دستگاه شتاب سنج سه محوره

اهداف اختصاصی

- طراحی دستگاه شتاب سنج سه محوره
- نمونه سازی دستگاه شتاب سنج سه محوره
- تعیین روابی دستگاه شتاب سنج سه محوره طراحی و نمونه سازی شده
- تعیین اعتبار دستگاه شتاب سنج سه محوره طراحی و نمونه سازی شده

فرضیه ها

فرضیه کلی تحقیق

طراحی و نمونه سازی دستگاه شتاب سنج سه محوره با روائی و اعتبار مناسب انجام پذیر می باشد.

فرضیه های اختصاصی

- طراحی دستگاه شتاب سنج سه محوره با قابلیت کسب اطلاعات در طولانی مدت و به صورت offline میسر است.
- نمونه سازی دستگاه شتاب سنج سه محوره با قابلیت کسب اطلاعات در طولانی مدت و به صورت offline میسر است.
- شتاب سنج سه محوره طراحی و نمونه سازی شده از روائی قابل قبولی برخوردار است.
- شتاب سنج سه محوره طراحی و نمونه سازی شده از اعتبار قابل قبولی برخوردار است.

محدودیت های تحقیق

محدودیت های خارج از کنترل محقق:

اکثر قطعات مهم متاسفانه در بازار یافت نمی شدند و یا در پکیج های بزرگ موجود بودند که برای این کار نامناسب بود. سفارش از خارج هم بسیار وقت گیر و هزینه بر بود.

محدودیت های در کنترل محقق:

جمع آوری مقدار زیادی از اطلاعات پیرامون مسئله مورد نظر

اشراف بر ویژگی ها و مشخصات تاثیرگذار قطعات

تعیین شاخص های روشن و واضح با توجه به هدف پروژه

مقایسه ی قطعات از نظر تطبیق با معیارها به طور همزمان

تعاریف واژه ها

شتاب

تغییرات سرعت را برای یک محرک در هنگام حرکت شتاب می نامند. شتاب در ورزش بسیار مهم می باشد، زیرا هنگامی که ورزشکار در میدانی رقابتی نیاز به افزایش سرعت دارد بایستی با تغییر فزاینده سرعت خود را فراهم کنند. این تغییر سرعت، شتاب را به وجود خواهد آورد. ورزشکارانی که قوانین شتاب را به خوبی می شناسد و آن را به صورت عملی تجربه کرده اند، می توانند از آن سود ببرند. اکثر ورزش هایی که در آنها رکورد زمانی باعث برد و باخت می شود مثل دو میدانی، دوچرخه سواری، اسکی که با تغییر سرعت و شتاب در ارتباط هستند. شروع حرکت ورزشکاران استارت نامیده می شود. استارت در ورزش نقش شتاب را در عامل محرک بازی می کند. در اینگونه ورزش ها اگر ورزشکار از استارت قوی و جهت دهنده و انفجاری و با قدرت بالا برخوردار باشد شتاب بیشتری به سرعت خود خواهد داد. طبق فرمول، اگر ورزشکار بعد از اعلام شروع مسابقه که زمان صفر و سرعت نیز صفر باشد با استارت زدن خوب و قوی سرعت خود را مثلاً به ۲۰ کیلومتر برساند، در زمان کمتری (یعنی استارت سریع و انفجاری) زمان او به سه ثانیه برسد شتاب او برابر با ۲۰ متر بر مجذور ثانیه خواهد بود.

دستگاه اندازه گیری شتاب

دستگاه اندازه گیری شتاب از تعدادی سنسور شتاب و قسمت میکرو کامپیوتری جهت ثبت شتاب و ذخیره آن در حافظه تشکیل شده است (۸).

روایی سنجی

مقصود از یک وسیله روا^۱ آن است که وسیله مزبور واقعاً بتواند خصیصه مورد مطالعه را اندازه گیری کند (۷).

اعتبار سنجی

مقصود از یک وسیله اندازه گیری معتبر^۱ آن است که نتایج حاصل از آن دارای ثبات هماهنگی، پایایی، قابلیت اعتماد و قابلیت تکرار باشد و مقصود این است که اگر خصیصه مورد سنجش را تحت شرایط مشابه دوباره اندازه گیری نماییم نتایج حاصله مشابه و قابل اعتماد باشد (۷).