

راهنمای آزمایشگاه بیومکانیک ورزشی

دکتر حمید صادقی
استاد تحلیل و سوانح
حسین بویانیک

۱۳۹۲

انتشارات حتما

ناشر کتب تخصصی تربیت بدنی و علوم ورزشی

[ناشر: انتشارات حتمی]

[عنوان کتاب: راهنمای آزمایشگاه بیومکانیک ورزشی]

[تألیف: دکتر حیدر صادقی، سید خلیل موسوی، حسین نبوی نیک]

[سرپرست واحد گرافیک: المیرا میرموسوی]

[صفحه آرا: المیرا میرموسوی]

[طراح شکل: آرزو عزیزی]

[طراح جلد: محمود رضا لطیفی]

[آماده سازی و نظارت بر چاپ و توزیع: فرشاد گودرزی]

[نوبت چاپ: اول (۱۳۹۲)] + [شمارگان ۵۰۰ نسخه]

[آزمایشگاه و فروشگاه دائمی: تهران، خیابان انقلاب، بین خیابان ۱۲ فروردین و اردیبهشت،

جنب ملک صادرات، ساختمان ۱۴۸۴] + [تلفن: ۶۶۴۰۳۱۶۲ فکس: ۶۶۴۰۳۱۷۰]

[فروش و پخش: تهران، خیابان انقلاب، ۰۹۱۲۶۱۳۸۶۲۳ (حتمی) - ۰۹۱۲۲۷۵۶۷۱۳ (گودرزی)]

[سرویس پیام کوتاه (sms): ۳۰۰۰۲۵۷۶]

[پایه اینترنت: <http://www.Hatmi95.ir>]

[قیمت: ۲۵۰۰۰ ریال]

دوست عزیز جهت آگاهی از آخرین اخبار و اطلاعات کتاب‌های منتشر شده
لطفا پایه و گرایش تحصیلی خود را برای شماره ۳۰۰۰۲۵۷۶ sms نمایید.

توجه: به موجب ماده ۱۳۴۸/۱۰/۱۱ کلیه حقوق این کتاب برای انتشارات حتمی محفوظ می‌باشد و هیچ شخص حقیقی یا
مقوقی حق استفاده از آن را ندارد و متفلسفین، موهومین، قانون تحت پیگرد قانونی قرار می‌گیرند.

سرشناسه: صادقی، حیدر، ۱۳۳۸ -
عنوان و نام پدیدآور: راهنمای آزمایشگاه بیومکانیک ورزشی/حیدر صادقی،
موسوی، حسین نبوی نیک.
موضوعات نشر: تهران: انتشارات حتمی
مشخصات ناشر: موسسه: مصور، جدول.
شابک: ۹۷۸-۶۰۰-۵۷۵۱-۸-۷
وضعیت فهرست نویسی: فیا
وضعیت: بیومکانیک
موضوع: بیومکانیک - دستنامه‌های آزمایشگاهی
موضوع: حرکت انسان - فیزیولوژی
شناسه افزوده: موسوی، سیدخلیل، ۱۳۶۶ -
شناسه افزوده: نبوی نیک، حسین، ۱۳۶۴ -
رده بندی کنگره: ۱۳۹۱ ۲۲ص/ QP۳۰۳
رده بندی دیویی: ۶۱۲/۷۶
شماره کتابشناسی ملی: ۲۹۹۹۹۰۹

فهرست مطالب

پیشگفتار	۷	
مقدمه	۹	
بخش اول: اندازه گیری	۱۵	
فصل اول: اندازه گیری	۱۹	
مقدمه	۲۰	
مدل تحقیق مکانیک	۲۱	
اندازه گیری	۲۲	
مشاهده	۲۲	
مصاحبه	۲۳	
پرسشنامه	۲۴	
آزمون	۲۴	
آزمون های میدانی	۲۴	
آزمون های آزمایشگاهی	۲۴	
کمی یا عینی	۲۵	
انواع اندازه گیری	۲۶	
اندازه گیری نیرو	۲۶	
خلاصه فصل	۲۹	
سوالات مروری	۲۹	
فصل دوم: خطا در اندازه گیری	۳۱	
خطا در پژوهش	۳۲	
ویژگی های ابزار اندازه گیری	۳۳	
اعتبار	۳۳	
پایایی	۳۴	
دقت	۳۷	
صحت	۳۹	
کالیبره بودن	۳۹	
انواع خطا	۴۰	
خطای سیستماتیک	۴۱	
خطای غیر سیستماتیک	۴۲	
خطای انتشار یافته (خطای مرکب)	۴۳	
خلاصه فصل	۴۴	
سوالات مروری	۴۴	
بخش دوم: اندازه گیری های آنتروپومتریک	۴۵	
فصل سوم: ترکیب بدنی	۴۷	
ترکیب بدنی	۴۸	
اندازه گیری ترکیب بدنی	۴۸	
تحلیل مقاومت بیوالکتریکی	۴۸	
سنجش جذب فوتون	۴۹	
وزن کشتی در زیر آب	۵۰	
پلیمتروگراف جابه جایی کل هوای بدن	۵۰	
پتاسیم کل بدن	۵۱	
تصویربرداری رزونانس مغناطیسی	۵۲	
توموگرافی رایانه ای	۵۲	
پروتئین کل بدن	۵۳	
رسانایی الکتریکی کل بدن	۵۳	
اندازه گیری چین پوستی	۵۳	
محاسبه ترکیب بدنی	۵۹	
محاسبه توده بدن	۵۹	
محاسبه درصد چربی با استفاده از محیط ها	۶۰	
محاسبه توده عضله	۶۲	
نسبت کمربند لگن	۶۳	
شاخص اسکال	۶۳	
سوماتوتایپ	۶۴	
خلاصه فصل	۷۴	
سوالات مروری	۷۴	
فصل چهارم: اندازه های بدن	۷۶	
اندازه بدنی چیست؟	۷۶	
اندازه گیری طول	۷۷	
اندازه گیری محیط	۸۱	
اندازه گیری پهنا	۸۶	
اندازه گیری حجم / جرم	۸۸	
خلاصه فصل	۹۰	
سوالات مروری	۹۰	



فصل پنجم. پارامترهای قسمتی بدن ۹۱

روش‌های اندازه‌گیری و تخمین پارامترهای بدن	۹۲
محاسبه جرم، مرکز جرم، گشتاور اینرسی	۹۷
مرکز گرانش قسمت	۹۸
مرکز گرانش اندام و کل بدن	۹۹
گشتاور اینرسی قسمت	۱۰۰
خلاصه فصل	۱۰۲
سوالات مروری	۱۰۲

بخش دوم: اندازه‌گیری‌های کینماتیکی

کینماتیک	۱۱۱
مقدمه	۱۱۱
سیستم جمع‌بندی در این سیستم مرجع	۱۱۲
مطلق	۱۱۲

فصل ششم. موقعیت، زاویه و دامنه حرکت

موقعیت	۱۱۵
دستگاه آنالیز حرکت	۱۱۶
جمع‌آوری داده توسط سیستم آنالیز حرکت	۱۱۶
زاویه	۱۲۱
انواع زاویه	۱۲۱
زاویه مطلق	۱۲۱
زاویه نسبی	۱۲۵
دامنه حرکت	۱۲۷
گونیا متر	۱۲۷
انعطاف سنج لیتون	۱۳۰
خط کش منعطف	۱۳۱
کایفومتر	۱۳۲
اینکلاینومتر	۱۳۲
اسپاینال موس	۱۳۳
خلاصه فصل	۱۳۴
سوالات مروری	۱۳۴

فصل هفتم. طول، زمان و سرعت

طول	۱۳۶
متر نواری	۱۳۶
خط کش	۱۳۶
تحلیل ویدئو	۱۳۶
کالیپر	۱۳۶
کالیپر ریز سنج	۱۳۷
مایوتیپ	۱۳۷
زمان	۱۳۷
سرعت	۱۳۸

Timing or Speed Gates

دستگاه رادار	۱۳۸
Foot Pods	۱۳۹
جی پی اس	۱۳۹
دوربین‌های ویدئویی	۱۳۹
خلاصه فصل	۱۴۰
سوالات مروری	۱۴۰

فصل هشتم. تعادل

تعادل	۱۴۲
انواع تعادل	۱۴۲
محدود و پایداری	۱۴۴
تعادل	۱۴۴
ابزارهای اندازه‌گیری تعادل	۱۴۵
دستگاه تعادل سنج بایودکس	۱۵۲
خلاصه فصل	۱۶۷
سوالات مروری	۱۶۸

فصل نهم. نیرو و عضله

نیروی عضله	۱۷۰
الکترومایوگرافی	۱۷۲
تاریخچه	۱۷۳
تولید سیگنال EMG: تحریک پذیری غشاء	۱۷۳
عضله	۱۷۳
الکترومایوگرام	۱۷۴

۲۱۶	پارامترهای اینرسی
۲۱۷	خلاصه فصل
۲۱۷	سوالات مروری

بخش چهارم: پروتکل‌های ارزیابی در

بیومکانیک ۲۱۹

فصل یازدهم. بازتوانی و ارزشیابی در

بیومکانیک ۲۲۱

تمرین آزمایشگاهی ۱: فرآیند ارزشیابی در

توانبخشی ۲۲۲

تمرین آزمایشگاهی ۲: ایجاد و توسعه پروتکل

توانبخشی ۲۲۴

تمرین آزمایشگاهی ۳: ملاحظات روانشناختی

در توانبخشی ۲۲۷

تمرین آزمایشگاهی ۴: بازیابی کنترل عصبی

- عضلانی در توانبخشی ۲۳۰

تمرین آزمایشگاهی ۵: بازیابی دامنه حرکتی

توسعه عطف پذیری در توانبخشی ۲۳۵

تمرین آزمایشگاهی ۶: بازیابی تعادل و پویایی

توانبخشی ۲۳۸

تمرین آزمایشگاهی ۷: تمرینات زنجیره

جنبشی باز و تمرینات زنجیره حرکتی بسته

در توانبخشی ۲۴۲

تمرین آزمایشگاهی ۸: ایزوکتیک در

توانبخشی ۲۴۷

تمرین آزمایشگاهی ۹: کنترل تعادل عصبی -

عضلانی حس عمقی و دیگر تکنیک‌های

موبیلیزاسیون بافت نرم در توانبخشی ۲۵۴

تمرین آزمایشگاهی ۱۰: آب در توانبخشی

توانبخشی ۲۵۹

خلاصه فصل ۲۶۴

سوالات مروری

اجزاء دستگاه الکترومیوگرام ۱۷۵

نویز و منابع آن ۱۸۵

عوامل موثر بر سیگنال ۱۸۷

کاربرد الکترومایوگرافی ۱۸۹

اندازه‌گیری نیرو و فشار ۱۹۱

نیروهای کششی ۱۹۲

نیروهای کششی یا کششی ۱۹۳

نیروهای برشی ۱۹۴

نیروی‌های خشی ۱۹۴

نیروهای کششی ۱۹۶

بارگذار ترکیبی ۱۹۶

صفحه نیرو ۱۹۸

مانومتر ۱۹۸

اندازه‌گیری فشار کف پای ۱۹۹

فشار سنجش کف پای داخل کفش ۲۰۰

خلاصه فصل ۲۰۲

سوالات مروری ۲۰۲

فصل دهم. پردازش اطلاعات و تفسیر

خطا ۲۰۳

مقدمه ۲۰۴

فرآیند جمع‌آوری و پردازش داده‌های خام ۲۰۴

چک کردن ۲۰۴

فیلتر کردن ۲۰۴

نرمالیزه کردن ۲۰۵

آنالیز داده‌ها ۲۰۵

فیلتر باتروث ۲۰۶

نویز (پارازیت) ۲۰۸

روش‌های حذف نویز ۲۰۸

روش برازش منحنی ۲۰۸

روش فیلتر دیجیتال ۲۱۱

Sampling Time Series Data ۲۱۲

نمونه‌گیری سیگنال ۲۱۳

تجزیه و تحلیل مبتنی بر تصویر و بازسازی ۲۱۵

دقت



۳۶۸	لک لک	فصل دوازدهم: پروتکل‌های ارزیابی
۳۶۹	فرشته	۲۶۵
۳۶۹	اندازه‌گیری‌های عملکردی تعادل نیمه پویا	۲۶۶
۳۶۹	گردش ستاره	۲۶۷
۳۷۰	آزمون Y	۲۷۴
۳۷۱	اندازه‌گیری‌های عملکردی تعادل پویا	۲۸۱
۳۷۱	زمان برخاستن و برگشتن	۲۸۷
۳۷۲	راه رفتن تاندم	۲۹۷
۳۷۳	مقیاس تعادلی برگ	۳۰۲
۳۷۷	آزمون BOT	۳۰۸
۳۷۸	آزمون تعادل مجموع	۳۱۱
۳۸۱	خلاصه فصل	۳۱۳
۳۸۱	سوالات مروری	۳۱۷
۳۸۳	منابع	۳۲۳
۳۹۲	پیوست الف	۳۳۵
۴۱۸	پیوست ب	۳۴۴
		۳۵۱
		۳۶۱
		۳۶۱

فصل سیزدهم: پروتکل‌های ارزیابی تعادل

۳۶۴	مقدمه
۳۶۴	ابزارهای اندازه‌گیری تعادل
۳۶۴	ارزیابی تعادل با استفاده از صفحه نیرو
۳۶۴	سنج
۳۶۵	ارزیابی تعادل با استفاده از دستگاه تعادل سنج
۳۶۵	بایودکس
۳۶۶	اندازه‌گیری تعادل با استفاده از آزمون‌های عملکردی
۳۶۶	اندازه‌گیری‌های عملکردی تعادل ایستا
۳۶۶	سیستم امتیازدهی خطای تعادل
۳۶۷	رومبرگ
۳۶۸	شارپند رومبرگ

به نام هستی بخش

پیشگفتار

رشد روز افزون دانش بشر در زمینه‌های مختلف علمی، رشد فزاینده تکنولوژی، سهولت در انتقال تجربیات و اطلاعات و دیگر عوامل موثر، همه و همه موجب توانمندتر شدن بشر در دستیابی به ابزارهای اصلی مورد نیاز در مطالعه و تحقیق در زمینه‌های مختلف علمی شده است. با این حال، در مقایسه با آنچه که از آن به عنوان تاریخ علم می‌توان نام برد، دیر زمانی نیست که سر حضور علوم چند منظوره برای درک و شناخت پدیده‌های عالم را تجربه می‌نماید.

بیومکانیک از علمی است که در اوایل سال ۱۹۷۰ میلادی، جامعه بین‌المللی پذیرایش شد تا با استفاده از اصول فیزیکی و بیولوژیکی به آشنائی و درک بشر از طبیعت عملکرد موجودات زنده یاری رساند. جهت گیری مطالعات بیومکانیکی، آشنائی با عملکرد و تحلیل مکانیکی حرکت در مفاصل، عضلات، اعصاب و رابطه آنها با یکدیگر است که در بخش‌های کاربردی (ورزش، ارگونومی، ...)، درمانی برای مقابله با آسیب‌ها (پیش‌بینی، پیشگیری و بازتوانی حرکتی)، پایه‌ای (حرکت‌های پایه‌ای بشر مانند راه رفتن، پاشنه، ...)، مهندسی (مدلینگ، ساخت وسایل و تجهیزات، طراحی نرم افزارها، ...) است. ورود سیستماتیک و برنامه‌ریزی شده بیومکانیک ورزشی در داخل کشور به سال‌های آغازین دهه ۸۰ م. جری شایسته با مصوب و جذب دانشجو در مقاطع مختلف تحصیلی در دانشگاه‌های ایران، باز می‌گردد.

همزمان و به موازات استفاده از دانش بیومکانیک برای درک عملکرد طبیعت حرکت موجودات زنده، تلاشی بی‌وقفه برای بهبود کیفیت و کارآ نمودن تکنیک‌های مورد استفاده در تجزیه و تحلیل بیومکانیکی پدیده‌ها در جریان است. به جوی که هر روزه شاهد بهبود و یا عرضه وسائل آزمایشگاهی، نرم افزارها و یا بهره‌گیری از امکانات موجود در علوم برای ارتقاء کیفی تجزیه و تحلیل اطلاعات بیومکانیکی می‌باشیم.

برای هر پژوهشگری پذیرفتنی است که فرآیند صحیح و کارآمد پاسخ به هر سؤال تحقیقی جز از مسیر دسترسی به اطلاعات میسر نیست. لازمه دسترسی به اطلاعات نیز به اندازه‌گیری میسر است. از این رو روش جمع‌آوری اطلاعات بخشی اصلی و مهم را در فرآیند تحقیق به خود اختصاص می‌دهد. هر چه دانش پیرامون موضوع تحقیق بالاتر باشد و هر چه حجم جمع‌آوری اطلاعات دقیق‌تر و کامل‌تر، محقق بهتر می‌تواند به نتیجه کار خود اطمینان بیشتری داشته باشد. این رو در هر کار تحقیقاتی، جایگاه ابزار آزمایشگاهی و به دنبال آن، روش‌های به کارگیری آن از اهمیت بالاتری برخوردار می‌شود. در حوزه بیومکانیک ورزشی نیز همین قاعده برقرار است. مضاف بر اینکه اصالتاً ریشه علم بیومکانیک را در فیزیک باید جستجو کرد. علم فیزیک هم چیزی نیست جز علم اندازه‌گیری. از این رو در مطالعات بیومکانیکی نیاز مبرم به اندازه‌گیری داریم. سطح و گستره اندازه‌گیری شامل مشاهده، مصاحبه، ارزیابی، پرسشنامه، استفاده از ابزارهای ساده



تا پیچیده اندازه‌گیری می‌شود. از این رو محققان و پژوهشگران این عرصه باید مجهز به دانش کافی پیرامون روش‌ها و ابزارهای اندازه‌گیری بشوند.

کتاب پیش رو، بعد از ذکر مقدمه که در آن در مورد کلیات طراحی و راه‌اندازی یک آزمایشگاه بیومکانیک باید مورد توجه قرار گیرد، در چهار بخش مجزا، موضوع اندازه‌گیری، پارامترهای رایج مورد اندازه‌گیری در حوزه بیومکانیک ورزشی و ابزارهای متداول مورد استفاده برای جمع‌آوری اطلاعات، پروتکل‌های ارزشیابی در حوزه‌های مختلف گستره علم بیومکانیک ورزشی ارائه شده است. امیدوارم مجموعه مطالب ارائه شده در این کتاب بتواند مورد استفاده دانشجویان و علم پژوهان به ویژه در حوزه بیومکانیک قرار گیرد و در برانگیختن انگیزه‌های علمی عزیزان نقشی ایفا نماید.

جایزه از تمامی گروه‌های مختلف دانشجویان کارشناسی ارشد در رشته بیومکانیک ورزشی که در تهیه و نگارش این کتاب و یا ارائه بخش‌هایی از نتایج تحقیقات پایان نامه شان برای تکمیل و تقویت این کتاب همکاری کردند قدردانی شود. ضمن اینکه از همه عزیزانی که به این کتاب مراجعه می‌کنند تقدیر دارم با اعلام نظر برای تکمیل و یا اصلاح محتوا یاری‌رسان باشند. رجاء واثق دارم با یاری خداوند متعال و گستردگی مباحث بیومکانیکی و علاقه دانشجویان و پژوهشگران، در آینده نه چندان دور شاهد رشد فزاینده تحقیقات در زمینه‌های مختلف در حوزه بیومکانیک ورزشی در کشور ایرانم بود.

با آرزوی توفیق الهی
حیدر صادقی



کلیاتی برای راه اندازی آزمایشگاه بیومکانیک ورزشی

این کتاب از دیدگاه مباحث در نظر گرفته شده در چهار بخش کتاب، به عنوان مقدمه لازم است کلیاتی را مورد راه اندازی آزمایشگاه بیومکانیک ورزشی برای پژوهشگران و علاقمندان به کارهای تحقیقاتی در حوزه بیومکانیک ورزشی، ارائه شود. برای راه اندازی آزمایشگاه بیومکانیک ورزشی، همچنین دیگر آزمایشگاه‌های علوم ورزشی به امکانات، تجهیزات و پرسنل باید توجه شود. از آنجایی که فضایی که برای آزمایشگاه بیومکانیک ورزشی به گستره مطالعاتی که پتانسیل انجام آن در این زمینه‌ها وجود دارد باز می‌گردد، لازم است در ابتدای راه‌اندازی آزمایشگاه فضای کافی و مناسبی برای آن آزمایشگاه در نظر گرفته شود. ضمن اینکه، فن آوری‌های پیشرفته منجر به ارتقا تجهیزات و اغلب جایگزینی تجهیزات می‌گردد و از کار افتاده بودند، می‌شوند. تا چند سال قبل برای بررسی حرکات ورزشی، از دوربین‌های فیلمبرداری معمولی به طور گسترده‌ای استفاده می‌شد اما اکنون این تکنولوژی با دوربین‌های ویدئویی سری جایگزین شده است.

امکانات

امکانات شامل جنبه‌های فیزیکی آزمایشگاه، مطالعاتی و چیدمان، میزان دسترسی، وسایل رفاهی (وسایل الکتریکی، ارتباطی و حفاظتی) می‌شود.

نیازهای اولیه آزمایشگاه بیومکانیک ورزشی

امکانات		تجهیزات		پرسنل
فیزیکی	وسایل	سخت افزار	نرم افزار	مدیر
فضا	الکتریکی	کامپیوتر	سیستم عامل	مدیر
چیدمان	ارتباطی	پرینتر	پردازش و آنالیز داده‌ها	منشی، کارشناس، محاسبین
دسترسی	حفاظتی	وسایل تخصصی	آمار	برنامه‌نویس

فضای آزمایشگاه بیومکانیک ورزشی

در مقایسه با سایر آزمایشگاه‌های دیگر به فضای بیشتری در طول، عرض و ارتفاع نیاز دارد. چیدمان در آزمایشگاه بیومکانیک ورزشی به جمع آوری طیف وسیعی از انواع اطلاعات مواجه هستیم. به طور مثال اطلاعاتی که به حداقل فضا (مانند ایستادن، چرخش‌ها بدن در وضعیت ایستا، ...)، کمی بیشتر (راه رفتن، ...) و یا بیشتر (دویدن، پریدن، پرتاب کردن) نیاز دارد. از این روی یکی از مهمترین جنبه‌های فیزیکی مورد نظر در راه اندازی آزمایشگاه بیومکانیک ورزشی، به فضای کاری مربوط

می‌شود. با در نظر گرفتن این اصل و به تبع آن، چیدمان وسایل آزمایشگاهی، و دسترسی آزمودنی‌ها به فضاهای جانبی (رختکن، اتاق آماده سازی آزمودنی، اتاق معاینه، فضا برای اندازه گیری‌های اولیه آنروپومتریک، سرویس‌های بهداشتی، مورد توجه قرار می‌گیرد.

کف و سقف و دیواره‌های آزمایشگاه بیومکانیک ورزشی

بسیار مهم است تا نسبت به کیفیت کف، سقف و دیواره‌های آزمایشگاه توجه شود. با توجه به ضرورت نصب دستگاه ثبت نیرو (صفحه نیرو)^۱ که در حال حاضر بیشتر انواع ساخته شده‌شان باید بر روی کف زمین نصب شود. برای تراز صفحه نیرو، باید صفحه نیرو در کف آزمایشگاه جاسازی شود، ضمن اینکه سطح کف باید سفت و بدون لرزش باشد. اگر آزمایشگاه در زیر زمین ساختمان نباشد برای کندن کف طبقه جهت جاسازی صفحه نیرو، ممکن است با مشکل مواجه شویم و خرابی و ... است. طبقه بتنی را تضعیف کند. پس لازم است در این موارد به جای کندن کف جهت نصب صفحه نیرو، کف زمین اطراف صفحه نیرو را بالا ببریم. از این رو جا دارد نسبت به در نظر گرفتن محل مناسب و آماده نصب قبل از پوشاندن کف با وسایل ساختمانی، چاره اندیشی شود. در غیر این صورت دوباره کار برداشتن کف و یا نصب کف کاذب از مواردی است که دست اندرکاران آزمایشگاه‌های بیومکانیک ورزشی را دچار مشکلاتی می‌کند.

این مساله در مورد مابقی سبیل که باید در روی کف به صورت ثابت نصب شوند مطرح است (چوب موازنه، میله‌های باریک، ...). همین مساله در مورد سقف (دوربین، دار حلقه، ... و دیواره‌های آزمایشگاه (دوربین، طناب‌های کشی ورزشی، ...) مطرح است. پوشش کف، دیواره‌ها و سقف آزمایشگاه باید به نحوی باشد تا در صورت استفاده از دوربین‌ها، منبع تشعشع به دوربین‌ها نشوند. جنس و نوع کف زمین باید از نوعی باشد که در روند جمع‌آوری اطلاعات اختلالی ایجاد نشود. تا هنگام راه رفتن نویز به حداقل برسد. در بسیاری از آزمایشگاه‌های بیومکانیک در سطح جهان، برای حل مشکلات اولیه، به بالا آوردن کف توسط چوب و یا مواد دیگر (سرامیک و کاشی) اقدام شده است. اگرچه بالا آوردن کف زمین ممکن است هزینه کمتری را به همراه داشته باشد، اما توصیه نمی‌شود چرا که هنگام راه رفتن آنودن باعث ایجاد سرو صدا می‌شود. عبور ماشین‌های سنگین در حوالی آزمایشگاه باعث انتقال لرزش از کف آزمایشگاه به کامپیوترها می‌شود. ضمن اینکه باید توجه داشتیم که اگر تصمیم به بالا بردن کف آزمایشگاه باشد، نیاز است تا مطمئن باشیم که ارتفاع سقف به اندازه کافی بلند است. چون در صورتی که فعالیت‌های پرتابی، در دستور کار تحقیقات آزمایشگاه باشد، به ارتفاع سقف بیشتری نیاز است.

ستون‌های ساختمان در محل آزمایشگاه

گاهی اوقات یک یا دو ستون جزء ستون‌های اصلی که بنای ساختمان بر پایه آن گذاشته شده باشد و یا مجرای تهویه هوا باشند، منطقه وسیعی از آزمایشگاه را مسدود کند و یا در زاویه دید دوربین‌ها اختلال ایجاد کنند. در آن صورت به دوربین‌های اضافه‌ای با توجه به نوع آزمایش نیاز می‌شود.

ورود نور از پنجره مشکلی دیگر است که در طراحی فضای آزمایشگاه بیومکانیک ورزشی وجود دارد. در صورتی که باعث درخشندگی در ویدئوها و ایجاد اختلال و پارازیت می‌شود. با استفاده از پرده‌های رنگ تیره می‌توانیم از ورود نورهای ناخوشایند (نامطلوب) جلوگیری کنیم.

روشنایی

تابش نور از لامپ‌های درست‌نمایی از مشکلات اصلی است که باعث انعکاس نور روی دوربین‌های موجود در آزمایشگاه می‌شود. جهت کاهش انعکاس نور و پخش نور می‌توان از رشته‌های منعکس‌کننده متنوع استفاده کرد. میزان روشنایی و نور در محیط آزمایشگاه باید حدود ۱۵۰ لوکس باشد، در حالی که برای کارهای تشخیصی و نوشتن که به نور بیشتری نیاز داریم، باید شدت نور بین ۲۰۰ تا ۵۰۰ لوکس باشد.

البته جا دارد به این نکته اشاره شود که موضوع روشنایی با توجه به محیطی که در آن اطلاعات جمع‌آوری می‌شود، مربوط می‌شود. در شرایطی محقق نیاز است تا به جمع‌آوری اطلاعات در محیط بسته اقدام کند. در شرایطی دیگر با توجه به نیاز مطالعه پروتکل طراحی شده، محیط باز و فضای آزاد، محل جمع‌آوری اطلاعات می‌شود. در هر یک از این شرایط ذکر شده، موضوع نور و روشنایی، بحثی ویژه پیدا می‌کند.

چیدمان آزمایشگاه

با توجه به فضای در دسترس، باید طوری برنامه‌ریزی شود که از تداخل فضای تجهیزات و جلالت، تحقیق (اندازه‌گیری‌های اولیه، آماده‌سازی آزمودنی و جمع‌آوری داده‌ها، اعمال برنامه‌های تمرینی و ورزشی در محوطه آزمایشگاه)، پردازش اطلاعات (چک کردن داده‌ها، نرمالیز کردن، فیلتر کردن محاسبات و) و فعالیت‌های کلینیکی (اعمال برنامه‌های بازتوانی، ارزیابی‌های کلینیکی،) بتوان جلوگیری شود. برای جداسازی بخش‌ها می‌توان از پرده یا پارتیشن بندی استفاده کرد.

حفاظت و امنیت آزمایشگاه

معمول است تا محیط و امکانات آموزشی و تحقیقاتی در برابر هر گونه خطری اضطراری (آتش سوزی، سیل، صاعقه، ...) و یا دزدی بیمه شوند. زیرا نیاز است تا محیط آزمایشگاه، محلی امن و عاری از پتانسیل فراهم کردن هر گونه خطری برای افرادی که به آن مراجعه می کنند، اعم از افراد شاغل در آزمایشگاه، آزمودنی ها و وسایل آزمایشگاه بیومکانیک ورزشی که معمولاً باید بهای زیادی بابت آنها پرداخت شود، باشد. در مورد خطرهای اضطراری، امکان بیمه کردن وجود ندارد مگر اینکه در طراحی و ساخت بنا، مجوز و تاییدیه از آتش نشانی اخذ شود. این امر باید جدی گرفته شود. وجود وسایل هوشمند شناسایی آتش در آزمایشگاه ضروری می باشد چرا که این وسایل می توانند سریعاً مع آتش آسب جدی شوند. یک یا دو کپسول آتش نشانی آرگون (چک کردن دائم اعتبار مواد داخل آن) باید به راحتی قابل دسترس باشد. از گاز آرگون برای خاموش کردن سریع آتش در محلهای آزمایشگاهی استفاده می شود. گاز آرگون، بدون صدمه به وسایل و تجهیزات الکتریکی می تواند باعث خاموشی آتش شود.

استفاده از آتش های خاموشی کددار برای درب ورود به آزمایشگاه و تغییر چند مدت به مدت که آن (برای بالابردن مسائل امنیتی و حراست از دستگاه ها)، از جمله تمهیداتی است که باید مدنظر قرار گیرد. قبل از نصب دستگاه های حفاظتی مانند قفل های امنیتی، زنگ خطر و سیستم های ردیاب مشورت کردن با افراد مسئول امنیت ساختمان لازم است.

سیستم تهویه هوا

موضوع دیگر در راه اندازی آزمایشگاه، سیستم گدایشی و تهویه هوا می باشد. سیستم های تهویه باید با سیستم های هوشمند آتش مرتبط باشند. سیستم های تهویه بلافاصله بعد از آتش سوزی با کاهش ورود هوای تازه و متوقف کردن پخش گازهای سمی به دیگر بخش های ساختمان همراه می شوند. کنترل جریان هوای سرد از سیستم های تهویه هوا در صاهاهای سرد و بزرگ مشکل است. هوای تازه ای که وارد آزمایشگاه می شود ممکن است یک روز گرم و یک روز سرد باشد. دمای ایده آل برای تجهیزات کامپیوتری بین ۱۸ تا ۲۰ درجه سانتی گراد می باشد. این دما نیز برای دمای ایده آل ادارات که بین ۲۰ تا ۲۴ درجه سانتی گراد می باشد در نظر گرفته می شود. ترموستات موجود در آزمایشگاه می تواند دما را تنظیم کند.

رطوبت نسبی مناسب در آزمایشگاه باید بین ۴۰ تا ۶۰٪ باشد. اگر رطوبت خیلی بالا باشد، باعث الکتریسته ساکن می شود. اگر رطوبت خیلی زیاد باشد باعث اکسیداسیون و زنگ زدگی وسایل آزمایشگاه خواهد شد.

پرسنلی

مساله نیروی انسانی، در بخش نرم افزاری آزمایشگاه بیومکانیک ورزشی باید مورد نظر قرار گیرد. مدیریت آزمایشگاه به فرد متخصصی با مدرک بالای علمی. از او انتظار می‌رود در مورد مدیریت استفاده از وسایل، تهیه لیست وسایل تخصصی مورد نیاز آزمایشگاه، نظارت بر نحوه استفاده از وسایل توسط پژوهشگران، تکنسین‌ها و کارشناسان مستقر در آزمایشگاه، را عهده دار شود. وجود تکنسین آزمایشگاهی در آزمایشگاه ضروری است. از یک تکنسین آزمایشگاه بیومکانیک ورزشی انتظار می‌رود که هم در جمع‌آوری و پردازش اطلاعات به محققین کمک کند، هم مسئولیت مراقبت و حفاظت از دستگاه‌های آزمایشگاه را عهده دار شود. در برخی از آزمایشگاه‌های بیومکانیک ورزشی، توصیه می‌شود تا از برنامه نویس‌های کامپیوتری به صورت تمام وقت و یا نیمه وقت برای تهیه برنامه‌های نیاز آنالیز اطلاعات که همراه با دستگاه‌های موجود در آزمایشگاه نباشد، به کمک محققین به استخدام در آوردن کارشناس اداری نیز برای رفع و رجوع کارهای جاری آزمایشگاه بیومکانیک وقت در به آزمودنی‌ها و تنظیم جلسات و پیگیری امور اداری و جاری آزمایشگاه، توصیه می‌شود.

خلاصه

در مقدمه کلیاتی در مورد راه‌اندازی آزمایشگاه بیومکانیک ورزشی برای پژوهشگران و علاقمندان به کارهای تحقیقاتی در حوزه بیومکانیک ورزشی، ارائه شد. گفته شد که برای راه‌اندازی آزمایشگاه بیومکانیک ورزشی، همچون دیگر آزمایشگاه‌های علوم ورزشی به امکانات، تجهیزات و پرسنل باید توجه شود. اشاره شد که به دلیل شرایط خاص تجهیزات بیومکانیک ورزشی، در ابتدای راه‌اندازی آزمایشگاه فضای کافی و مناسبی برای آزمایشگاه در نظر گرفته شود. امکانات شامل جنبه‌های فیزیکی آزمایشگاه (فضا، طراحی و چیدمان، میزان دسترسی، وسایل رفاهی) وسایل الکتریکی، ارتباطی و حفاظتی) می‌شود. در مورد هر بخش، توضیح نسبتاً مبسوطی بیان شد.