Archive of SID

علوم زیستی ورزشی - بهار ۱۳۹۱
شمارهٔ ۱۲ ــ ص ص : ۱۱۰ - ۹۳
تاریخ دریافت : ۲۰ / ۰۲ / ۹۰
تاریخ تصویب : ۳۰ / ۰۹ / ۹۰

نوار گردان ساده، قابل برنامه‌ریزی و ارزان قیمت ایرانی برای تمرین جوندگان آزمایشگاهی

۱.سیدعلیرضا حسینی کاخک[۱] - ۲. محمدمهدی درویشی
۱.استادیار دانشگاه حکیم سبزواری،۲. استادیار دانشگاه شهید رجایی

چکیده

امروزه تحقیقات در حوزهٔ فیزیولوژی ورزش گسترش زیادی یافته است. بسیاری از تحقیقات تلاش می‌کنند تا پاسخ‌ها و سازگاری‌های بدن به تمرین یا فعالیت بدنی را تشریح کنند. در بسیاری از موارد به‌علت محدودیت‌های قانونی و اخلاقی، انسان مدل مناسبی برای مطالعه این سازوکارها نیست. در چنین شرایطی حیوانات آزمایشگاهی به‌ویژه موش‌های صحرایی و سوری الگوی مناسبی برای این تحقیقات به شمار می‌روند. تردمیل وسیلهٔ مناسبی برای نیل به این هدف است. با استفاده از تردمیل می‌توان به‌راحتی مدت، شدت و نوع تمرین را دستکاری کرد. بنابراین هدف از این پژوهش طراحی و ساخت مدل جدید و اصلاح شدهٔ تردمیل ویژهٔ جوندگان آزمایشگاهی است. تردمیل ساخته شده مزایایی در مقایسه با نمونه‌های داخلی و خارجی دارد که از آن جمله می‌توان به ۱۲ محفظه بودن، قابل برنامه‌ریزی کامپیوتری بودن، جا به جایی و حمل نسبتا آسان، کارکردن آسان، وزن سبک، شیب مثبت و منفی، دامنه سرعت صفر تا ۱۰۰ متر بر دقیقه، شوکر دستی و اتومات، ارزان بودن و تکیه بر دانش و توان داخلی اشاره کرد.

واژه‌های کلیدی

تردمیل (نوار گردان)، جوندگان، طراحی، ساخت.

۱- نویسندهٔ مسئول : تلفن : ۰۹۱۲۵۴۹۷۲۰۹
Email:hosseini18@yahoo.com

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

امروزه همگام با گسترش دیگر علوم، تربیت بدنی و علوم ورزشی نیز توسعهٔ زیادی یافته است. شناخت تاثیرات و فواید ورزش در اندام‌های مختلف و بهبود سلامت جسمی و روانی مردم، نقش ورزش در پیشگیری اولیه و ثانویهٔ بیماری ها، کشف داروهای جدید و سازوکارهای درگیر در فرایندهای بیوشیمیایی، از جمله پیشرفت‌هایی است که بشر به ویژه در دهه های اخیر به آن‌ها دست یافته است. مبنای تمام این یافته‌ها، تحقیقات ورزشی است. تحقیقات ورزشی در حال حاضر بخش چشمگیری از تحقیقات در کشورهای توسعه‌یافته است. نتیجهٔ این تحقیقات در بخش ورزش همگانی موجب ارتقای سلامت عمومی افراد جامعه و در بخش ورزش حرفه‌ای و قهرمانی موجب بهبود عملکرد ورزشی و شکستن رکوردها شده است.

ازاین رو بسیاری از تحقیقاتی که در زمینهٔ تمرین انجام می‌گیرند، هنگامی قابلیت کاربرد پیدا می‌کنند که روی انسان انجام شوند. درحالی‌که در تحقیقات بسیاری استفاده از انسان به‌عنوان آزمودنی نه عملی و نه مناسب (مطلوب) است، چرا که این مطالعات یا انسان را (به‌عنوان آزمودنی) در سرتاسر طول زندگی‌اش درگیر خواهد کرد، که غیرعملی است، یا مستلزم انجام روش‌های تهاجمی است که غیراخلاقی می‌باشد. بنابراین هنگامی که استفاده از انسان برای مطالعهٔ تأثیرات تمرین مناسب و مقدور نباشد، برنامه‌های تمرین تجربی که از حیوانات به‌عنوان آزمودنی استفاده می‌کنند، به کار می روند. اغلب بسیاری از تحقیقات ورزشی که روی حیوانات انجام می‌گیرد، در نظر دارد تا درک ما را از زیست‌شناسی خود حیوانات و به همان ترتیب سلامت ایشان افزایش دهد (۷).

بنابراین بخش مهمی از تحقیقات، تحقیقات روی نمونه‌های حیوانی است. حیوانات آزمایشگاهی مورد بررسی در تحقیقات ورزشی شامل انواع حیوانات از جمله سگ، اسب، گربه، ماهی، نخستیان، پرندگان و غیره است(۷). ولی کار با این حیوانات به‌علت عواملی مثل بزرگی جثه و مشکلات نگهداری محدود است. موش صحرایی (رت) و موش سوری دو گونه حیوانی هستند که با توجه به اینکه شباهت زیادی از لحاظ ژنتیکی و فیزیولوژیکی به انسان دارند، بیشترین تحقیقات در حوزهٔ فیزیولوژی ورزش روی آنها انجام می‌گیرد. به طوری که گفته می‌شود بیش از ۹۰ تا ۹۵ درصد حیوانات آزمایشگاهی مورد استفاده در تحقیقات زیست‌پزشکی موش‌های سوری و صحرایی‌اند

www.SID.ir

Archive of SID

(۹). تخمین زده می‌شود سالانه از ۱۰۰ میلیون موش در تحقیقات مختلف آزمایشگاهی استفاده می شود (۴). نگهداری نسبتاً ساده و ارزان، زاد و ولد سریع، بیهوشی و جراحی راحت، عدم نیاز به فضا و مکان وسیع و غیره، از جمله امتیازهایی است که موش را از دیگر حیوانات آزمایشگاهی متمایز می‌سازد(۱۰). از امتیازها و برتری‌های خاص موش نسبت به دیگر حیوانات آزمایشگاهی، تمرین‌پذیر بودن و هوش بالای حرکتی این گونهٔ حیوانی است، به‌طوری که به‌راحتی و پس از مدتی آشنایی کار بر روی انواع وسایل تمرین را به‌خوبی یاد می‌گیرد، ولی برای مطالعه روی موش به وسایل خاص تمرینی نیاز است.

وسایل و روش‌های مختلفی برای تمرین در حیوانات آزمایشگاهی کوچک وجود دارد که از آن جمله می‌توان به دویدن داخل چرخ[1]، تمرین شنا، استوانهٔ دوار و دویدن روی تردمیل اشاره کرد. هر یک از این روش‌ها محاسن و معایبی دارند(۲،۵،۶). یکی از این وسایل تردمیل است. تردمیل بهترین و واقعی‌ترین وسیله برای تمرین دو و راه رفتن در موش است. در این روش تمرینی شدت، مدت، زمان، مسافت و نوع تمرین (سرعتی، استقامتی) به‌راحتی قابل کنترل و ارزیابی است (۵) و شیوهٔ تمرین غالب، رایج و برتر در بیشتر مطالعات فیزیولوژی ورزش (به‌ویژه در مورد موش‌های صحرایی) محسوب می‌شود (۲). استفاده از تردمیل، امکان تمرین همزمان تعداد زیادی موش را فراهم می‌سازد، ارزان است و سرعت آن را به‌راحتی می‌توان تنظیم کرد(۶).

با وجود این تحقیقات ورزشی با استفاده از حیوانات آزمایشگاهی در ایران سابقهٔ چندانی ندارد. شاید یکی از دلایل آن عدم دسترسی به وسایل تمرینی حیوانات آزمایشگاهی بوده است. در ایران به‌نظر می‌رسد اولین استفاده از تردمیل مربوط به سال ۱۳۷۸ باشد. در این سال رجبی به منظور انجام رسالهٔ دکتری خود در گرایش فیزیولوژی ورزش از تردمیل انسانی کوچک استفاده کرد. وی با قرار دادن محفظه‌ای روی نوار نقاله آن را به دو قسمت تقسیم کرد(۱۵). در مورد ساخت تردمیل ویژه جوندگان آزمایشگاهی برای اولین بار قراخانلو (۱۳۸۴) در قالب یک طرح تحقیقاتی در دانشگاه تربیت مدرس و با حمایت پژوهشکدهٔ تربیت بدنی و علوم ورزشی، اقدام با طراحی و ساخت تردمیل کرد. تردمیل ساخته‌شده توسط محقق، رومیزی و دارای ۶ لاین و سیستم شوکر بود. نیرو به طور مستقیم از موتور به شفت و نوار نقاله منتقل می‌شد. سرعت در آن دستی بود و با چرخاندن یک پیچ تنظیم می‌شد. از مزایای این دستگاه می‌توان به کوچک و قابل حمل بودن اشاره کرد که به فضای زیادی نیاز

1 .Wheel running

www.SID.ir

Archive of SID

نداشت. تعداد کم لاین‌ها را می‌توان از نقاط ضعف این تردمیل دانست. از این تردمیل تعدادی ساخته و در اختیار چند دانشگاه قرار داده شد. البته بعدها به‌علت مشکلات پیش آمده ساخت این تردمیل متوقف شد. هزینهٔ تردمیل در آن زمان حدود ۲۰ میلیون ریال اعلام شد(۱۲).

دومین نمونهٔ تردمیل در سال ۱۳۸۲باز هم به صورت یک طرح تحقیقاتی توسط قنبری نیاکی و همکاران در دانشگاه تربیت مدرس ساخته شد. تردمیل مذکور دارای شوکر و ۱۰ لاین بوده و بزرگ‌تر و حجیم‌تر از تردمیل قراخانلو بود. البته طراحی آن نیز با تردمیل اول کاملا متفاوت و دارای پایه‌هایی به ارتفاع یک متر بود. انتقال نیرو از موتور به نوار نقاله از طریق تسمه پروانه صورت می‌گرفت. حجم بزرگ، سنگینی و طراحی نه چندان شکیل را می‌توان از ضعف‌ها و تعداد لاین‌های زیاد و استحکام قابل قبول را می‌توان از قوت‌های آن برشمرد. تنظیم سرعت در آن به‌صورت دستی و با چرخاندن یک پیچ انجام می‌گرفت. هزینهٔ صرف شده برای این تردمیل حدود ۴۶ میلیون ریال بود(۱۴).

در ادامهٔ این تحقیقات، جعفری(۱۳۸۷) در دانشگاه تبریز مدل دیگری از تردمیل ویژهٔ حیوانات کوچک آزمایشگاهی ساخت. از ویژگی‌های این تردمیل می‌توان به سبک، ایمن و قابل حمل بودن، قابلیت برنامه‌ریزی، سیستم شوکر و شیب مثبت و منفی اشاره کرد. هزینهٔ این دستگاه نیز حدود ۳۵ میلیون ریال اعلام شد(۱۳). ولی در خارج از کشور تحقیقات با استفاده از نمونه‌های حیوانی قدمتی نسبتاً طولانی دارد. بطوریکه تحقیقات در حوزه فیزیولوژی ورزش روی حیوانات آزمایشگاهی با استفاده از تردمیل به دههٔ ۶۰ میلاد بر می‌گردد. اولین گزارش تحقیقی در این زمینه، به ساخت تردمیل محرک با موتور[1] برمی‌گردد که به‌صورت استوانهٔ دوار[2] به طول ۵۰ سانتی‌متر توسط ویلی و همکاران[3] (۱۹۶۴) در دانشگاه آلبرتا[4] در ادمونتون کانادا ساخته شد. تردمیل ساخته شده توسط وی قابلیت تمرین همزمان ۵ موش را داشت. از ویژگی‌های این تردمیل می‌توان به عدم نیاز به حضور تمرین‌دهنده، به جز در ابتدای تمرین یعنی هنگام گذاشتن موش‌ها و در انتهای تمرین برای برداشتن موش‌ها، اشاره کرد(۱۱).

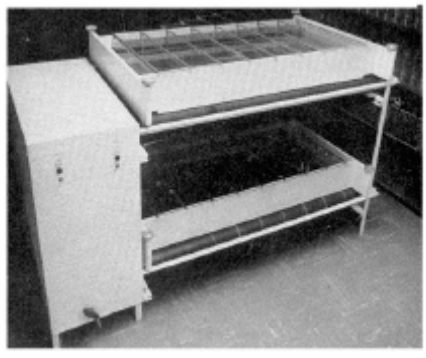
1 . Motor-driven treadmill
2 . Drum
3 . Willey et al.
4 . University of Alberta

www.SID.ir

Archive of SID

یک سال بعد (۱۹۶۵)، اندروز [1] در دانشگاه کارولینای شمالی[2] اولین مدل از تردمیل‌های امروزی را ساخت. این تردمیل دارای ۵ لاین، سرعت ۴ تا ۲۱ متر در دقیقه، شیب صفر تا ۱۶ درجه و قطر پولی‌ها ۵ سانتی‌متر بود. جالب اینکه برای ساخت این تردمیل از موتور ماشین لباسشویی مستعمل استفاده شد. این تردمیل دارای سیستم شوک الکتریکی و هزینهٔ ساخت آن ۳۰۰ دلار بود(۱).

در سال ۱۹۶۶ کونیشی[3] در دانشگاه ایلی نویز با طراحی متفاوت، یک تردمیل دو طبقه با قابلیت تمرین همزمان ۱۶ موش را ساخت. این تردمیل به ارتفاع ۱۰۴ ، عرض ۷۶ و طول ۱۶۲ سانتی‌متر بود. ابعاد لاین‌ها نیز عبارت بود از عرض ۱۱، طول ۵۰ و عمق ۱۵ سانتی‌متر. هر دو نوار نقاله به وسیلهٔ یک موتور محرک و با یک سرعت می‌چرخید. سرعت نوار نقاله بین ۹ تا ۳۳ متر قابل تنظیم بود. میله‌های شوک الکتریکی برای وادار کردن حیوان به دویدن در قسمت عقبی دستگاه تعبیه شده بود. هزینهٔ این تردمیل در آن زمان ۱۰۰۰ دلار اعلام شد(۶) (شکل ۱).



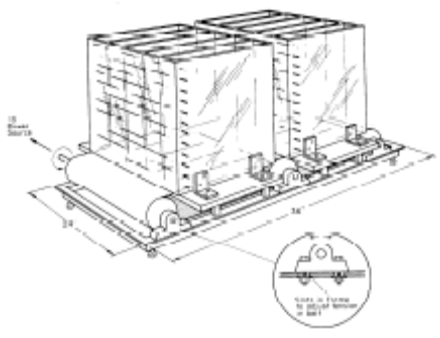
شکل ۱_ تردمیل دو طبقهٔ کونیشی و همکاران (۱۹۶۶)

1 . Robert James Andrews
2 . North Carolina
3 . Konishi

www.SID.ir

Archive of SID

جتی و همکاران[1] (۱۹۶۹) یک تردمیل ۱۰ محفظه‌ای با طرحی کاملا متفاوت ساختند. در تردمیل مذکور دو محفظه اصلی و بزرگ وجود داشت که هر یک به ۵ محفظهٔ کوچک‌تر تقسیم می‌شد. این تردمیل نیز مجهز به شوک الکتریکی برای وادار کردن حیوان به دویدن بود. هزینه ساخت این تردمیل به استثنای بخش الکتریکی ۱۲۰ دلار بود(۵)(شکل ۲).



شکل ۲ _نمای جانبی تردمیل جتی و همکاران (۱۹۶۹)

دو سال بعد در سال۱۹۷۱ بادنهاسن و جانسون[2] در آزمایشگاه تغذیه و تحقیقات پزشکی ارتش ایالات متحده در دنور، تردمیلی متفاوت و با ۱۸ لاین طراحی و اجرا کردند. طول تردمیل ۱۱۵ و عرض آن ۵۱ سانتی‌متر و هر لاین دارای طول ۳۴، عرض ۸ و ارتفاع ۱۱ سانتی‌متر بود. این تردمیل دارای سیستم شوک الکتریکی پیشرفته‌تری نسبت به مدل‌های قبلی بود و جراحت کمتری را در اثر شوک به حیوان وارد می‌کرد(۲)(شکل ۲).

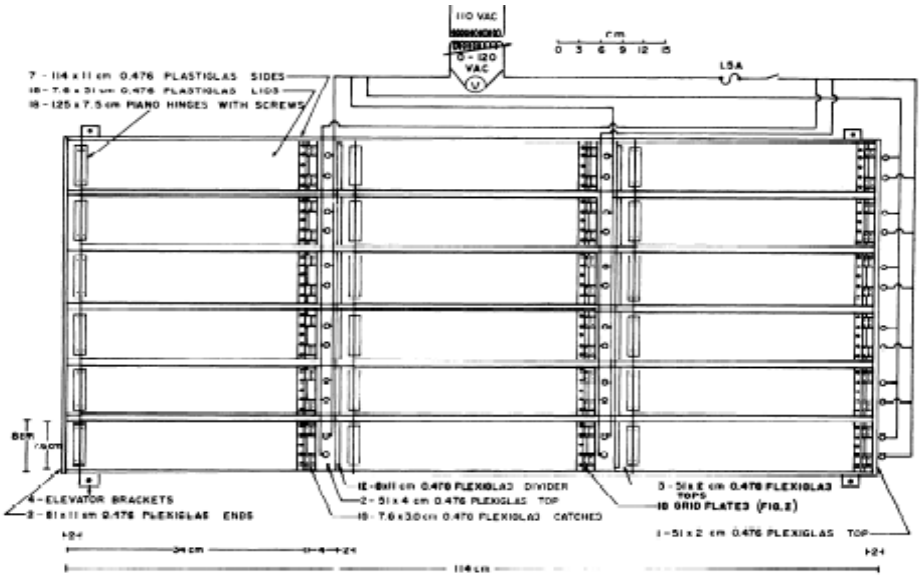
در ادامهٔ این تحقیقات در سال ۱۹۷۲ میلری و همکاران[3] به طراحی و ساخت سیستم شوک مؤثر، ایمن و ارزان قیمتی برای تردمیل‌های حیوانات آزمایشگاهی پرداختند. شوکر ساخته‌شده توسط محققان برای کاربر و حیوان بسیار ایمن بود و در عین حال قدرت کافی برای تحریک حیوان به دویدن نیز داشت(۸).

به این ترتیب روزبه‌روز تردمیل‌های پیشرفته‌تر و با قابلیت‌های بیشتری توسط محققان ابداع و ساخته شد، ولی هر یک از آنها دارای معایب و مزایای خاصی داشتند.

1 . Jette et al
2 . Bodenhaunsen and Johnson
3 . Mylrea et al.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل۳ _ نمای فوقانی تردمیل بادنهانسن و جانسون (۱۹۷۱)

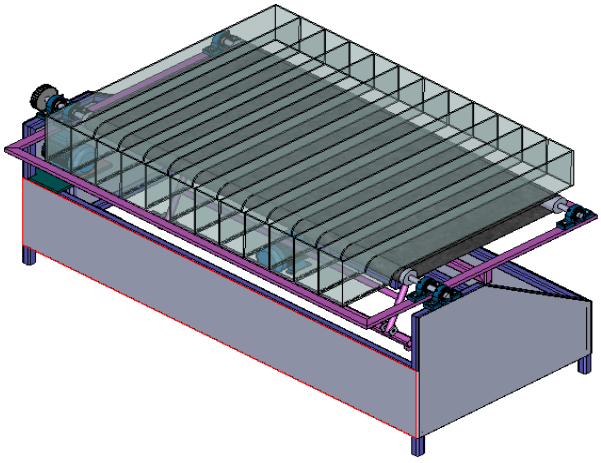
در حال حاضر شرکت های آمریکایی هاروارد، کلمبوس و کوئینتون سازندگان و صادرکنندگان اصلی تردمیل‌های حیوانی در دنیا هستند. که با توجه به محدودیت‌ها و تحریم‌های تجاری، امکان تهیهٔ آنها سخت است و هم منطقی و معقول به نظر نمی‌رسد.

روش جمع آوری اطلاعات و مراحل کار

محقق براساس تجربهٔ کار و آشنایی با دو نمونه تردمیل ساخته‌شدهٔ قبلی در ایران و مطالعهٔ مقالات و پیشینهٔ تحقیق در مورد تردمیل های ساخته شده توسط محققان خارجی، سعی کرد ضمن استفاده از قوت های آنها اشکالات احتمالی آنها را رفع کند. برای این منظور نمونه های موجود خارجی بررسی شد. در نهایت براساس داده های جمع‌آوری شده طرح اولیه و الگوی ساخت مشخص شد. با استفاده از نرم‌افزارSolidworks 2008 طرح اولیه ترسیم و سعی شد اصلاحات لازم روی آن انجام شد. پس از ترسیم نمای کلی دستگاه (شکل۴) مواد و وسایل لازم به منظور ساخت تهیه، طراحی و خریداری شد.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل۴ _نمای کلی دستگاه

مشخصات قسمت‌های مختلف دستگاه

این دستگاه از دو قسمت مجزا تشکیل شده است؛ بخش سخت‌افزاری و مکانیکی (شامل محفظه‌های مخصوص نگهداری موش، تسمه نقاله، موتور محرکه، قاب فلزی و شاسی)، بخش نرم‌افزاری شامل بورد کامپیوتری.

بخش سخت افزاری دستگاه شامل قسمت‌های زیر است:

الف- سازه (بدنه، ورق‌های پوشش و چرخ)، ب- سیستم محرکه (موتور، اینورتر، پولی و تسمه و قاب تسمه، سیستم رگلاژ تسمه انتقال قدرت)، ج- سیستم تغییر شیب (موتور، گیربکس، پولی و تسمه، وینچ و کابل)، د- سیستم تسمه نقاله (تسمه نقاله، غلتک، بلبرینگ، سیستم رگلاژ تسمه نقاله و لاین‌های پلکسی گلاس)، هـ- سیستم شوکر، و- سیستم کنترل (دور موتور، سرعت تسمه نقاله و شیب تسمه نقاله).

www.SID.ir

Archive of SID

الف- سازه: این بخش همان طور که گفته شد، از سه بخش بدنه، ورق پوشش و چرخ تشکیل شده است:

الف-۱. بدنه: بدنهٔ این دستگاه از جنس قوطی آهنی ۳۰×۳۰ ، ساخت کارخانه‌های قوطی و پروفیل ساوه است. وزن بدنهٔ دستگاه ۳۸ کیلوگرم است؛

الف-۲. ورق پوشش: ورق‌های پوشش دستگاه از جنس استیل ۳۰۴ (A180-SS 304) ساخت ایران انتخاب شده است؛

الف-۳. چرخ: برای حمل و نقل دستگاه در زیر آن چهار چرخ تعبیه شده که دوتای آن دارای ترمز بوده و دوتای دیگر معمولی است. چرخ‌های دستگاه ساخت کارخانهٔ "ایران چرخ" است؛

ب- سیستم محرکه: این بخش همان طور که گفته شد، از پنج بخش موتور، اینورتر، پولی و تسمه، قاب تسمه و سیستم رگلاژ و تسمه نقاله تشکیل شده است؛

ب-۱. موتور الکتریکی: در این دستگاه از یک عدد موتور الکتریکی سه‌فاز صنعتی با توان ۰/۵ اسب بخار، با سرعت ۱۴۲۵ دور بر دقیقه، ساخت "شرکت موتوژن تبریز" استفاده شده است؛

ب-۲. اینورتر: این قطعه برای کنترل دور موتور الکتریکی در نظر گرفته شده است. از آنجا که برق مصرفی دستگاه اغلب در محل‌هایی است که به برق سه‌فاز دسترسی نیست، اینورتر از نوع مبدل تک‌فاز به سه‌فاز انتخاب شده است. این قطعه ساخت شرکت LG کره است؛

ب-۳. پولی و تسمه: در این دستگاه برای انتقال قدرت از موتور به غلتک با توجه به سرعت موردنیاز و توان موتور از پولی و تسمه استفاده شده است. دستگاه تردمیل حیوانی برای سرعت ۱۰۰-۱ متر بر دقیقه طراحی شده و قطر غلتک برابر ۶ سانتی‌متر و سرعت موتور برابر ۱۴۲۵ دور بر دقیقه است؛

ب-۴. قاب تسمه: برای جلوگیری از آسیب دیدن اتفاقی کاربر به وسیلهٔ پولی و تسمهٔ انتقال قدرت، روی آن یک قاب محافظ قرار داده شده است؛

www.SID.ir

Archive of SID

ب-۵. سیستم رگلاژ تسمه انتقال قدرت: برای تنظیم مقدار کشش تسمه نقاله(شل یا سفت بودن) از بلبرینگ‌های ریلی استفاده شده که با باز یا بسته کردن پیچ‌های رگلاژ می‌توان فاصله غلتک‌ها و به تبع آن میزان کشش تسمه نقاله را تنظیم کرد.

ج- **سیستم تغییرشیب:** این بخش همانطور که در بالا گفته شد، از پنج بخش موتور، گیربکس، پولی و تسمه، وینچ و کابل تشکیل شده است:

ج-۱. موتور: در این قسمت از یک عدد موتور الکتریکی سه‌فاز صنعتی با توان ۰/۱۲ اسب بخار، با سرعت ۱۳۸۰ دور بر دقیقه، ساخت ترکیه استفاده شده است؛

ج-۲. گیربکس: از آنجا که سرعت شیب گرفتن تسمه نقاله باید تا حد منطقی آرام باشد، از این رو باید از یک گیربکس استفاده شود. در این سیستم از یک گیربکس حلزونی با نسبت دور ۶۰/۱ ساخت کشور ترکیه استفاده شده است؛

ج-۳. پولی و تسمه: در این دستگاه برای انتقال قدرت از موتور به غلتک با توجه به سرعت موردنیاز و توان موتور از پولی و تسمه استفاده شده است. دستگاه تردمیل حیوانی برای سرعت ۱۰۰-۱ متر بر دقیقه طراحی شده و قطر غلتک برابر ۶ سانتی‌متر و سرعت موتور برابر ۱۴۲۵ دور بر دقیقه است؛

ج-۴. وینچ: این قسمت قرقره‌ای از جنس St37 است که روی دو عدد بلبرینگ U205 نصب شده است و وزن قسمتی از سازه نقاله را متحمل می‌شود؛

ج-۵. کابل: در این دستگاه برای تغییر زاویهٔ نوار نقاله از کابل فولادی مارپیچ ایرانی از نوع WWW به‌عنوان وسیلهٔ کششی استفاده شده است. کابل مورد استفاده از نوع کابل سیمی استاندارد با قطر ۲ میلی‌متر است.

د- **سیستم تسمه نقاله:** سیستم تسمه نقاله شامل: تسمه نقاله، غلتک، بلبرینگ، سیستم رگلاژ تسمه نقاله و محفظه‌های پلکسی گلاس است :

www.SID.ir

Archive of SID

د-۱. تسمه نقاله: تسمه نقالهٔ مورد استفاده در این دستگاه از نوع دوندەرو ساخت ایران است. عرض تسمه نقاله برابر ۱۳۶ سانتی‌متر و محیط آن برابر ۱۴۷ سانتی‌متر است که به این ترتیب فاصلهٔ بین دو غلتک از ۶۴ تا ۶۶ سانتی‌متر قابل تغییر است؛

د-۲. غلتک: در این دستگاه از جنس St52 به قطر ۶ و طول ۱۴۲ سانتی‌متر است که غلتک محرک دارای دو شفت به طول ۲۰ سانتی‌متر و غلتک متحرک دارای دو شفت به طول ۶ سانتی‌متر است که هر غلتک بر روی دو عدد بلبرینگ U205 قرار می‌گیرد. غلتک محرک دارای یک پولی به قطر ۱۵ سانتی‌متر است که نیروی گردشی خود را از طریق آن از موتور دستگاه دریافت می‌کند؛

د-۳. بلبرینگ: بلبرینگ‌های مورد استفاده در این دستگاه از نوع U205 است که قطر داخلی بلبرینگ برابر ۲۰ میلی‌متر بوده و روی قاب چدنی سوار شده است؛

د-۴. سیستم رگلاژ تسمه نقاله: برای تنظیم مقدار کشش تسمه نقاله(شل یا سفت بودن) از بلبرینگ‌های ریلی استفاده شده که با باز یا بسته کردن پیچ‌های رگلاژ می‌توان فاصلهٔ غلتکها و به تبع آن میزان کشش تسمه نقاله را تنظیم کرد.

د-۵. محفظه های پلکسی گلاس: محفظه های های پلکسی گلاس این دستگاه از جنس پلی‌اکریلیک (پلکسی گلاس) تایوانی به ضخامت ۵ میلی‌متر و شامل ۱۲ لاین به ارتفاع ۱۵، طول ۹۲ و عرض ۱۰ سانتی‌متر است. شایان ذکر است که در قسمت انتهایی (محل نصب شوکر) ارتفاع لاین به ۱۹/۵سانتی‌متر می‌رسد؛

هـ- سیستم شوکر: شوکر در این دستگاه یک ترانس کاهندهٔ سلکتوری ۵ طبقه است که ولتاژهای ۲۰، ۴۰، ۶۰، ۸۰ و ۱۰۰ ولت را فراهم می‌کند. این ترانس ۰/۵ آمپری ساخت ایران بوده و به یک فیوز مینیاتوری برای جلوگیری از خطرهای احتمالی مجهز است.

www.SID.ir

Archive of SID

و - سیســتم کنتــرل

و-۱. دور موتور: در این سیستم دور موتور از طریق یک اینورتر LG با توان ۱ اسب بخار کنترل می‌شود. کنترل دور در این دستگاه از طریق ترمینالی است و پس از اینکه کاربر سرعت دستگاه را از طریق کی‌پد وارد می‌کند، میکروکنترلر دستگاه ولتاژی متناسب با آن سرعت بر روی ترمینال اینورتر می‌فرستد؛

و-۲. سرعت تسمه نقاله: سرعت نوار نقاله از ۵ تا ۱۰۰ متر بر دقیقه قابل تنظیم است که مقدار آن از طریق مقدار تنظیم‌شده توسط کاربر که از طریق کی‌پد وارد می‌شود، تعیین می‌شود؛

و-۳. شیب تسمه نقاله: شیب تسمه نقاله به وسیلهٔ دو دکمهٔ Up و Down که به موتور گیربکس سه‌فاز وینچ فرمان می‌دهد، تنظیم می‌شود و امکان فراهم کردن شیب ۱۵ درجهٔ مثبت و منفی را دارد.

بخش نرم‌افزاری دستگاه

این دستگاه دارای یک کنترلر AVR-ATMega16L است که از طریق زبان برنامه نویسی Codevision2.4 پروگرام شده است. طراحی الکترونیکی بورد این دستگاه به وسیلهٔ نرم‌افزار protuis7.0 انجام گرفته و شمای پشت بورد آن(PCB) به‌صورت متالیزهٔ دورو توسط نرم افزار Perotel10.0 صورت پذیرفته است.

ویژگی‌های تردمیل جدید و برخی برتری‌های آن در مقایسه با نمونه‌های قبلی داخلی و نمونه‌های خارجی کنونی

۱) دارای برنامه‌ریزی کامپیوتری و خودکار به منظور ارائهٔ برنامهٔ تمرینی (شامل گرم کردن، سردکردن، تنظیم سرعت و شیب دستگاه به دلخواه و به‌صورت برنامه‌ریزی‌شده)

۲) دارای صفحهٔ LCD نمایشگر سرعت، شیب، ولتاژ شوکی، مسافت طی‌شده، مرحلهٔ تمرینی و غیره؛

۳) افزایش تعداد لاین به ۱۲ محفظه ؛

۴) افزایش دامنهٔ سرعت تا ۱۰۰ متر در دقیقه؛

www.SID.ir

Archive of SID

۵) دارای محفظهٔ پلکسی گلاس متحرک برای نظافت و شست و شوی دستگاه؛

۶) دارای شیب کامپیوتری به مقدار ۲۰ ± درجه ،

۷) قابل استفاده برای موش صحرایی، موش سوری، همستر، خوکچهٔ هندی و حتی خرگوش؛

۸) دارای وزن مناسب در مقایسه با تعداد لاین و قابلیت آن ؛

۹)دارای قطعات اولیه و یدکی اضافی برای تعمیر و راه‌اندازی سریع‌تر؛

۱۰) امکان تعمیرات راحت‌تر؛

۱۱) امکان جا به جایی دستگاه با سهولت بیشتر از طریق جدا و قطعه‌قطعه شدن دستگاه ؛

۱۲) طراحی شکیل‌تر و زیباتر؛

۱۳) هزینه حدود یک چهارم مشابه خارجی و جلوگیری از خروج ارز از کشور و اتکا به دانش داخلی؛

۱۴)دارای شوکر دستی و خودکار با ولتاژ قابل کنترل؛

۱۵) دارای ضمانت‌نامهٔ ساخت، نگهداری، تعمیر و خدمات پس از فروش.

مشخصات دستگاه

ابعاد: ۱۴۵:*۱۰۵*۷۵ ، وزن تقریبی: ۹۰ کیلوگرم، تعداد لاین: ۱۲ لاین، توان مصرفی: ۵۰۰ وات، محدودهٔ سرعت: صفر تا ۱۰۰ متر در دقیقه، محدودهٔ ولتاژشوکر: ۰-۱۰۰ ولت، شیب:۲۰± درجه.

روایی و پایایی دستگاه

روایی[1]: منظور از روایی یک دستگاه، این است که دستگاه چیزی را بسنجد که باید بسنجد. در تردمیل حاضر هدف حرکت نوارگردان دقیقا مطابق با سرعتی است که به آن دستور داده می‌شود، همچنین اعمال شیب مطابق با زاویه‌ای که به آن داده می‌شود. سرعت دستگاه چند بار و در سرعت‌های مختلف با استفاده از زمان‌سنج

1 .Validity

www.SID.ir

Archive of SID

محاسبه شد و سرعت نشان داده شده روی صفحه نمایش کاملا تایید شد (با داشتن طول نوار نقاله و در نظر گرفتن زمان، سرعت به راحتی قابل محاسبه است). شیب دستگاه نیز با زاویه‌سنج اندازه‌گیری و تایید شد.

از طرفی روایی دستگاه را تعدادی از استادان حوزهٔ فیزیولوژی ورزش و مکانیک دانشگاه تربیت مدرس تایید کردند.

پایایی[1]: پایایی یک دستگاه عبارت است از داشتن نتایج یکسان در دفعات متعدد استفاده. در تردمیل حاضر هر هفته دستگاه کالیبره شده و نتایج ثبت می‌شود. در هفتهٔ نخست دو بار و در دو روز مختلف دستگاه روشن و سرعت‌های مختلف به آن داده شد. بر این اساس آلفای کرونباخ برابر ۰/۹۸ به دست آمد.

بحث و نتیجه گیری

دویدن روی نوارگردان به طور گسترده‌ای طی چهار دههٔ گذشته به منظور مطالعهٔ پاسخ‌های رفتاری، فیزیولوژیکی، بیوشیمیایی و اخیراً مطالعهٔ پاسخ‌های مولکولی هم به فشار تمرینی حاد و هم تمرین ورزشی طولانی‌مدت مورد استفاده قرار گرفته است. هر چند محققان برای مطالعهٔ دویدن روی نوارگردان از گونه‌های مختلفی از حیوانات از جمله سگ، خرگوش، گاو و اردک استفاده کرده‌اند، با این حال جوندگان بیشترین استفاده را در تحقیقات داشته‌اند(۷).

دویدن روی نوارگردان، مزیت خاصی نسبت به دو شیوهٔ دیگر تمرین (دویدن داخل چرخ و شنا کردن)، دارد و آن اینکه مجموع کار خارجی انجام گرفته توسط موش را به راحتی می‌توان محاسبه کرد (۳). به علاوه، چنانچه مقدار سوخت‌وساز (برداشت اکسیژن و تولید دی‌اکسیدکربن) حیوان در حین تمرین زیربیشینه و بیشینه کارایی را می‌توان محاسبه و پاسخ به تمرین حاد را نسبت به توان هوازی بیشینهٔ (VO_2max) موش تعریف کرد. مزیت دیگر دویدن روی نوارگردان این است که محقق می‌تواند هم شدت و هم مدت تمرین را کنترل کند، این امر محقق را قادر می‌سازد تا در حالی که موش در شرایط آزمایشی تعریف شدهٔ مشخصی تمرین می‌کند، عوامل مؤثر بر عملکرد تمرین آزمایش و بررسی کند. روش تمرین نوار گردان همچنین تعیین کینماتیک حرکت

[1] . Reliability

www.SID.ir

Archive of SID

(سهولت در فیلمبرداری ویدئویی، جا به جایی حرکتی ثابت‌تر) را نسبت به دیگر روش‌های تمرین به‌سهولت بیشتری میسر می‌سازد.

این روش تمرین به محققان اجازه می‌دهد تا عوامل تعیین‌کنندهٔ عملکرد تمرین را با استفاده از روش‌های تهاجمی هم در شرایط تمرین حاد و هم طولانی‌مدت بررسی کنند. استفاده از الگوهای موش دارای بیماری (مثل چاقی، دیابت، نارسایی مزمن قلبی و کم‌کاری تیروئید) محقق را قادر می‌سازد تا سازوکارهای فیزیولوژیک، بیوشیمیایی و مولکولی دخیل در کاهش ظرفیت تمرین در شرایط بیماری را تشریح کند(۷).

از این رو مشاهده می‌شود که در تمام این موارد دسترسی و در اختیار داشتن تردمیلی که بتواند محقق را در دستیابی به اهدافش یاری دهد، اجتناب‌ناپذیر است. در راستای تامین همین نیاز تردمیل حاضر طرحی و ساخته شد.

هزینهٔ تمام شدهٔ تردمیل همیشه از مسائل مهم در این گونه تحقیقات است، به طوری که تقریباً تمام محققانی که به طراحی و ساخت تردمیل می‌پردازند کاهش هزینه و ارزان بودن آن را مدنظر قرار می‌دهند (۱،۵،۶،۸). در طراحی و ساخت تردمیل حاضر نیز با علم به این مسئله تلاش شد تا هزینهٔ تمام‌شدهٔ دستگاه به حداقل برسد. این مهم به دست آمد، چرا که هم‌اکنون که یکی از شرکت‌های تجهیزات ورزشی نوعی از این دستگاه را وارد می کند، قیمت آن حدود ۴ برابر این دستگاه است. علاوه بر این، دارای ۱۰ لاین (در مقایسه با ۱۲ لاین تردمیل حاضر) است. تردمیل ما با تمام ویژگی‌هایش، از طراحی تا ساخت هزینه‌ای حدود ۴۵ میلیون ریال دربرداشت. باید توجه داشت که این هزینه فقط برای یک دستگاه صرف شد و درصورتی که ساخت آن به صورت صنعتی در آید و تعداد بیشتری از آن ساخته شود، هزینه تمام شده کاهش چشمگیری خواهد داشت.

مسئلهٔ مهم دیگر، خدمات پس از فروش و تعمیرات این دستگاه است. تجربه به خوبی نشان داده است که دستگاه‌های خارجی وارداتی در ارائه خدمات پس از فروش همواره با مشکلات زیادی مواجهند، به طوری که در مواردی با کوچک‌ترین مشکل امکان استفاده از دستگاه مقدور نیست و باید وقت و هزینهٔ زیادی صرف این مسئله شود. درحالی‌که در تردمیل حاضر با توجه به بومی بودن فناوری و بیشتر قطعات در صورت بروز مشکل فنی به‌راحتی و به‌سرعت می‌توان به تعمیر و راه‌اندازی مجدد دستگاه در کوتاه‌ترین زمان اقدام کرد.

www.SID.ir

Archive of SID

نکتهٔ مهم دیگر اینکه با اتکا به دانش و تجربهٔ داخلی از خروج ارز از کشور جلوگیری شده و سرمایه‌های مادی و معنوی داخلی به کار گرفته می‌شود. این مسئله لزوم توجه بیشتر به تولیدات داخلی را روشن ساخته و ساخت دیگر وسایل ورزشی را به ذهن متبادر می‌کند. از طرفی با توجه به اینکه بیشتر سازندگان اصلی این گونه دستگاه‌ها شرکت‌های آمریکایی هستند، تولیدات داخلی و حمایت از آنها می‌تواند تحریم‌های ایران در این زمینه را بی‌اثر یا کم‌اثر کند و توان تولید داخلی را ارتقا بخشد.

در نهایت پیشنهادهای زیر برای دیگر محققان که قصد ورود به این حوزه را دارند، ارائه می‌شود:

۱- در ساخت نمونهٔ مشابه کم کردن وزن و استفاده از تجهیزات سبک‌تر را مد نظر قرار دهند،

۲- لبه های محفظه پلکسی گلاس را به خوبی سنباده بزنید تا از آسیب احتمالی موش جلوگیری شود؛

۳- حتما سیستم برق دستگاه به پریزهای دارای ارت متصل شود؛

۴- سیستم شوکر می‌تواند با صدای زنگ یا بوق همراه شود تا با شرطی کردن حیوان به‌جای شوک الکتریکی از شوک صدایی استفاده شود.

۵- ساخت سایر وسایل و تجهیزات ورزشی (از قبیل کالیپر، دایناموم‌تر، ضربان‌سنج‌های مدل پولار، فشارسنج خون ویژه حیوانات آزمایشگاهی و غیره) را مد نظر قرار دهند.

۶- پروژه های کارشناسی و کارشناسی‌ارشد در رشته های فنی و مهندسی (مثل برق، الکترونیک، مکانیک، مهندسی پزشکی و غیره) به سمت ساخت این قبیل دستگاه‌ها هدایت شود.

منابع و مآخذ

۱.جعفری افشار و همکاران. (۱۳۸۷). "طراحی و ساخت نوارگردان هوشمند حیوانی برای مطالعات پزشکی ورزشی". اولین همایش ملی آسیب شناسی ورزشی و حرکات اصلاحی، بیومکانیک ورزشی و فناوری ورزشی. ۱ و ۲ اسفند ۱۳۸۷ . دانشگاه شهید باهنر کرمان.

www.SID.ir

Archive of SID

۲.رجبی حمید. (۱۳۸۷). "بررسی تاثیر تمرینات هوازی کوتاه مدت در محیط آلوده بر CBC و مقدار لیپیدها و لیپوپروتئین های سرم و زمان اجرا در موش های آزمایشگاهی". رساله دکتری فیزیولوژی ورزش. دانشگاه تهران. به راهنمایی اصغر خالدان

۳.قراخانلو رضا. (۱۳۸۵). "ساخت نوارگردان (تردمیل) جوندگان". پژوهش در علوم ورزشی ۱۳۸۵، شماره دهم، صص۴۱-۲۹.

۴.قنبری نیاکی عباس و همکاران. (۱۳۸۲). "طراحی و ساخت دستگاه Treadmill یا تمرین دهندهٔ حیوانات کوچک آزمایشگاهی". طرح تحقیقاتی معاونت پژوهشی دانشگاه مازندران.

5.Andrews RJ. (1965). "Treadmill for small laboratory animals" . J Appl Physiol. 20(3):PP:572-574.

6. Bodenhausen GE, and Johnson HL. (1971). "Design of an 18-unit rodent activity treadmill cage and stimulation system". J Appl Physiol. 31(6): PP:954-956.

7.Brooks GA and White TP. (1978). "Determination of metabolic and heart rate responses of rats to treadmill exercise". J Appl Physiol 45: PP:1009–1015.

8. Fox JG. et al. (2007). "The mouse in biomedical research". vol 1. Elsevier Academic Press, 2nd edition.

9.Jette MJ, Windland LM, and O'kelly LI. (1969). "An inexpensive motor-driven treadmill for exercising small laboratory animals". J Appl Physiol. 26 (6): PP: 863-864.

10.Konishi F. (1966). "Multiple exercise for small laboratory animals". J Appl Physiol. 21(3): PP:1083-1084

11.Kregel KC. et al. (2006). "Resource book for the design of animal exercise protocols". American Physiological Society.

www.SID.ir

Archive of SID

12.Mylrea KC, Brooks GA, and Cassens R. (1972). "An inexpensive, safe, and effective shocking device for laboratory animals". J Appl Physiol. 32(3):PP: 439-441.

13.Suckow MA, Weisbroth SH, and Franklin CL. (2006). "The Laboratory rat". Elsevier Academic Press.

14.Suckow MA. (2001). "The laboratory mouse". CRC Press.

15.Willey T, Robert S, Fraser and Sproule BJ.(1964). "A multichambered motor-driven treadmill drum for small animals". J Appl Physiol , 19(6): PP:1186-1187.

www.SID.ir