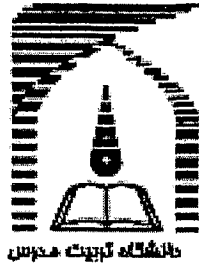




١٠/١٠٥٧



دانشکده علوم انسانی

پایان نامه دوره کارشناسی ارشد تربیت بدنی و علوم ورزشی

اثر شدتهای مختلف تمرین استقامتی بر سطوح استراحتی گلیکوژن  
عضله اسکلتی و کبد در موشهای صحرایی نر

زهرا فرشیدی

استاد راهنما:

دکتر عباس قنبری نیاکی

استاد مشاور:

دکتر مهدی هدایتی

۱۳۸۷ / ۵ / ۲۲

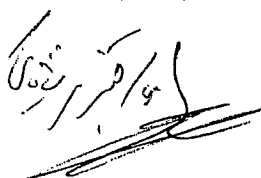
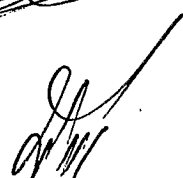
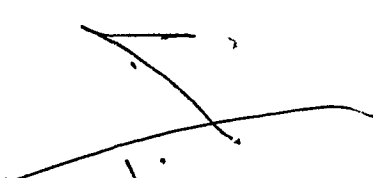


بهمن ۱۳۸۶

۱۵۱۵۷

بسمه تعالی

تأییدیه اعضای هیأت داوران حاضر در جلسه دفاع کارشناسی ارشد

اعضای هیأت داوران نسخه نهایی پایان نامه " خانم زهرا فرشیدی " تحت عنوان " اثر شدتهای مختلف تمرین استقامتی بر سطوح استراحتی گلیکوژن عضله اسکلتی و کبد در موشهای صحرایی نر " را از نظر فرم و محتوا بررسی نموده و پذیرش آن را برای دریافت درجه کارشناسی ارشد پیشنهاد می کنند.

اعضای هیأت داوران	نام و نام خانوادگی	رتبه علمی	امضاء
۱- استاد راهنما:	دکتر عباس قنبری نیاکی	دانشیار	
۲- استاد مشاور:	دکتر مهدی هدایتی	استادیار	
۳- استاد ناظر:	دکتر رضا قراخانلو	استادیار	
۴- استاد ناظر:	دکتر محمدرضا دهخدا	استادیار	
۵- نماینده تحصیلات تکمیلی:	دکتر محمد احسانی	استادیار	



بسمه تعالی

## آیین‌نامه چاپ پایان‌نامه (رساله)‌های دانشجویان دانشگاه تربیت مدرس

نظر به اینکه چاپ و انتشار پایان‌نامه (رساله)‌های تحصیلی دانشجویان دانشگاه تربیت مدرس، مبین بخشی از فعالیت‌های علمی - پژوهشی دانشگاه است بنابراین به منظور آگاهی و رعایت حقوق دانشگاه، دانش‌آموختگان این دانشگاه نسبت به رعایت موارد ذیل متعهد می‌شوند:

- ماده ۱ در صورت اقدام به چاپ پایان‌نامه (رساله)ی خود، مراتب را قبلاً به طور کتبی به «دفتر نشر آثار علمی» دانشگاه اطلاع دهد.
- ماده ۲ در صفحه سوم کتاب (پس از برگ شناسنامه)، عبارت ذیل را چاپ کند:  
کتاب حاضر، حاصل پایان‌نامه کارشناسی ارشد/رساله دکتری نگارنده در رشته تربیت مدرس است که در سال ۱۳۸۶ در دانشکده علوم (رشته) دانشگاه تربیت مدرس به راهنمایی سرکار خانم/جناب آقای دکتر قبری ساگی، مشاوره سرکار خانم/جناب آقای دکتر هدرایی و مشاوره سرکار خانم/جناب آقای دکتر از آن دفاع شده است.
- ماده ۳ به منظور جبران بخشی از هزینه‌های انتشارات دانشگاه، تعداد یک درصد شمارگان کتاب (در هر نوبت چاپ) را به «دفتر نشر آثار علمی» دانشگاه اهدا کند. دانشگاه می‌تواند مازاد نیاز خود را به نفع مرکز نشر در معرض فروش قرار دهد.
- ماده ۴ در صورت عدم رعایت ماده ۳، ۵۰٪ بهای شمارگان چاپ‌شده را به عنوان خسارت به دانشگاه تربیت مدرس، تأدیه کند.
- ماده ۵ دانشجو تعهد و قبول می‌کند در صورت خودداری از پرداخت بهای خسارت، دانشگاه می‌تواند خسارت مذکور را از طریق مراجع قضایی مطالبه و وصول کند؛ به علاوه به دانشگاه حق می‌دهد به منظور استیفای حقوق خود، از طریق دادگاه، معادل وجه مذکور در ماده ۴ را از محل توقیف کتابهای عرضه‌شده نگارنده برای فروش، تأمین نماید.
- ماده ۶ اینجانب زهرا فرسیدی دانشجوی رشته تربیت مدرس مقطع کارشناسی ارشد تعهد فوق و ضمانت اجرایی آن را قبول کرده، به آن ملتزم می‌شوم.

نام و نام خانوادگی: زهرا فرسیدی

تاریخ و امضا  
۱۳۸۶ بهمن

## دستورالعمل حق مالکیت مادی و معنوی در مورد نتایج پژوهشهای علمی

### دانشگاه تربیت مدرس

مقدمه: با عنایت به سیاستهای پژوهشی دانشگاه در راستای تحقق عدالت و کرامت انسانها که لازمه شکوفایی علمی و فنی است و رعایت حقوق مادی و معنوی دانشگاه و پژوهشگران، لازم است اعضای هیأت علمی، دانشجویان، دانش‌آموختگان و دیگر همکاران طرح، در مورد نتایج پژوهشهای علمی که تحت عناوین پایان‌نامه، رساله و طرحهای تحقیقاتی با هماهنگی دانشگاه انجام شده است، موارد ذیل را رعایت نمایند:

**ماده ۱-** حقوق مادی و معنوی پایان‌نامه‌ها/ رساله‌های مصوب دانشگاه متعلق به دانشگاه است و هرگونه بهره‌برداری از آن باید با ذکر نام دانشگاه و رعایت آیین‌نامه‌ها و دستورالعملهای مصوب دانشگاه باشد.

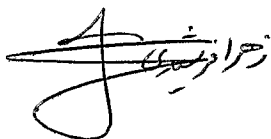
**ماده ۲-** انتشار مقاله یا مقالات مستخرج از پایان‌نامه/ رساله به صورت چاپ در نشریات علمی و یا ارائه در مجامع علمی می‌باید به نام دانشگاه بوده و استناد راهنما نویسنده مسئول مقاله باشند. تبصره: در مقالاتی که پس از دانش‌آموختگی بصورت ترکیبی از اطلاعات جدید و نتایج حاصل از پایان‌نامه/ رساله نیز منتشر می‌شود نیز باید نام دانشگاه درج شود.

**ماده ۳-** انتشار کتاب حاصل از نتایج پایان‌نامه/ رساله و تمامی طرحهای تحقیقاتی دانشگاه باید با مجوز کتبی صادره از طریق حوزه پژوهشی دانشگاه و براساس آیین‌نامه‌های مصوب انجام شود.

**ماده ۴-** ثبت اختراع و تدوین دانش فنی و یا ارائه در جشنواره‌های ملی، منطقه‌ای و بین‌المللی که حاصل نتایج مستخرج از پایان‌نامه/ رساله و تمامی طرحهای تحقیقاتی دانشگاه باید با هماهنگی استاد راهنما یا مجری طرح از طریق حوزه پژوهشی دانشگاه انجام گیرد.

**ماده ۵-** این دستورالعمل در ۵ ماده و یک تبصره در تاریخ ۱۳۸۴/۴/۲۵ در شورای پژوهشی دانشگاه به تصویب رسیده و از تاریخ تصویب لازم‌الاجرا است و هرگونه تخلف از مفاد این دستورالعمل از طریق مراجع قانونی قابل پیگیری خواهد بود.

طریق مراجع قانونی قابل پیگیری خواهد بود. ۱۳۸۴/۶/۲۰



تقدیرم به:

پدر بزرگوارم،

که سینه اش به وسعت آسمان بیکران  
و پینه‌های پیشانی‌ش نمودار زندگی من است.

مادر گرانقدرم،

که قلب پاکش پر از تپشهای مهربانی  
و هر موی سپیدش آئینه یک روز از عمر من است.

خواهر و برادران عزیزم،

که زلالند و پر مهر،  
و وجودشان گرمابفش روزهای من است.

به شما تقدیرم می‌کنم

به پاس عشقتان،

ایثارتان

و

رنجبتان ...

« نمی دانم به دیده جهان چگونه ام.

به دیده خود

کودکی را مانم، بر کناره دریا، سرگرم بازی.

به آن دلخوشم

که اینجا و آنجا، سنگریزه هایی صاف تر از دیگر سنگریزه ها برگیرم یا صدفی زیبا

بیابم؛

در حالی که

اقیانوس عظیم حقیقت کشف نشده پیش رویم گسترده است. «

نیوتن

سپاس می گویم پروردگار مهربانم را که در سایه الطاف پر مهرش و در سایه بان عنایتش، گامی کوچک برای رسیدن به ذره ای از علم بیکرانش پیمودم. سپاس اوراست که آفریدگار عشق است و زمین؛ او که مشوقینی دلسوز و آگاه را برای طی طریق زندگی به من هدیه کرد. از خانواده عزیزم به خاطر تمام لحظاتی که به خواسته هایم مهربانانه پاسخ گفته اند، سپاسگزاری می کنم.

سپاس آنانی که در این راه از خرمن علم و معرفتشان خوشه ای چیدم. آنانی که ذکر نامشان را برای جبران ناچیز محبت‌هایشان بر خود لازم می دانم. از زحمات استاد راهنمای گرانقدرم، جناب آقای دکتر قنبری نیکی، تشکر نموده و مراتب قدردانی خود را به حضور استاد مشاور بزرگوارم جناب آقای دکتر هدایتی تقدیم می نمایم.

همچنین از دوستان عزیزم خانمها فتاحی، برمکی و یوسفی نژاد تشکر کرده و برایشان آرزوی سلامتی و موفقیت دارم.



## چکیده:

به منظور بررسی اثر شدتهای مختلف تمرین استقامتی بر سطوح استراحتی گلیکوژن عضله اسکلتی و کبد، ۴۰ سر موش صحرایی نر با نژاد ویستار به طور تصادفی به ۳ گروه تجربی و ۱ گروه کنترل تقسیم شدند. گروههای تجربی شامل یک گروه با شدت زیاد تمرین معادل ۳۴ متر در دقیقه، یک گروه با شدت متوسط تمرین معادل ۲۶ متر در دقیقه و یک گروه با شدت کم تمرین معادل ۱۸ متر در دقیقه بودند. مدت هر جلسه تمرینی ۶۰ دقیقه بود که هر هفته ۵ روز و به مدت ۱۲ هفته اجرا شد. تمامی موشها ۳۶ ساعت پس از آخرین جلسه تمرینی و بعد از یک شب ناشتایی کشته و قسمتی از کبد و عضله دو قلو جدا و سطح گلیکوژن آنها با استفاده از کیت مخصوص اندازه گیری شد. داده ها با استفاده از روش تحلیل واریانس یک طرفه تحلیل گردید و معناداری در سطح  $\alpha \leq 0.05$  پذیرفته شد. یافته های پژوهش نشان داد که تمرین بدون در نظر گرفتن شدت آن، بر سطح استراحتی گلیکوژن عضله اسکلتی و نه کبد موشها، اثر معناداری داشته و مقادیر استراحتی گلیکوژن عضله اسکلتی در گروه پر شدت به طور معناداری کمتر از گروه کنترل و گروه کم شدت بود. یافته ها حاکی از آن است که تعادل منفی انرژی ناشی از ناشتایی پس از تمرین، بر سطح گلیکوژن عضله مؤثر بوده و بازسازی آن را کند می سازد و این امر سازگاری ناشی از تمرین را تحت الشعاع قرار می دهد. شاید دلیل دیگر پایین بودن گلیکوژن عضله در موشهای تمرین کرده ناشتا به ویژه در شدت بالا، آسیب دیدگی تارهای عضلانی ناشی از تمرین باشد که به نوبه خود بازسازی گلیکوژن عضله را به تأخیر می اندازد. بر اساس یافته های پژوهش، در صورت وجود شرایط تغذیه ای مناسب و دوره برگشت به حالت اولیه کافی پس از تمرین استقامتی، شدت متوسط مناسب ترین شدت تمرین برای دستیابی به بالاترین سطح ممکن گلیکوژن در کبد است.

**واژه های کلیدی:** شدتهای تمرین، گلیکوژن، کبد، عضله اسکلتی، موش صحرایی

## فهرست مطالب

شماره	عنوان	صفحه
	<b>فصل اول: مقدمه و طرح پژوهش</b>	<b>۱</b>
۱-۱	مقدمه .....	۲
۲-۱	بیان مسئله و سؤالهای اصلی پژوهش .....	۳
۳-۱	ضرورت و اهمیت پژوهش .....	۱۰
۴-۱	اهداف پژوهش .....	۱۱
۵-۱	فرضیه های پژوهش .....	۱۲
۶-۱	محدودیتهای پژوهش .....	۱۲
۷-۱	پیش فرضهای پژوهش .....	۱۳
۸-۱	تعریف اصطلاحات و واژه های عملیاتی پژوهش .....	۱۴
	<b>فصل دوم: مبانی نظری و پیشینه پژوهش</b>	<b>۱۶</b>
۱-۲	مقدمه .....	۱۷
۲-۲	بخش اول: زیر بنای نظری پژوهش .....	۱۷
۱-۲-۲	کربوهیدراتها و طبقه بندی آنها .....	۱۷
۲-۲-۲	گلیکوژن .....	۱۸
۳-۲-۲	ساخت گلیکوژن و آنزیمهای کلیدی در متابولیسم آن .....	۲۲
۴-۲-۲	انواع گلیکوژن .....	۲۴
۵-۲-۲	تجزیه گلیکوژن .....	۲۹
۶-۲-۲	تنظیم گلیکوژنولیز عضله انسان در زمان استراحت و تمرین .....	۳۴

۳۴	فعالیت گلیکوژن سنتتاز در حالت استراحت و در پاسخ به تمرین .....	۷-۲-۲
۳۵	تنظیم گلیکوژن فسفریلاز عضله طی فعالیت کوتاه مدت استقامتی .....	۸-۲-۲
۳۶	تمرین بدنی و سازگاری متابولیکی .....	۹-۲-۲
۳۷	اثر شدتهای مختلف تمرینی بر مصرف گلوکز عضله .....	۱۰-۲-۲
۳۸	گلیکوژن و تمرین ورزشی متوسط و طولانی مدت .....	۱۱-۲-۲
۳۹	فراجبرانی گلیکوژن و پایه های زیستی و شیمیایی آن .....	۱۲-۲-۲
۴۱	پاسخ گلیکوژن به تمرینات استقامتی .....	۱۳-۲-۲
۴۲	پاسخ حاد گلیکوژن به تمرینات استقامتی .....	۱۴-۲-۲
۴۳	عوامل مؤثر بر بازسازی گلیکوژن در ورزشهای کوتاه و طولانی مدت .....	۱۵-۲-۲
۴۴	بخش دوم: پیشینه پژوهش .....	۳-۲
۴۵	تحقیقات انجام شده روی مدل‌های حیوانی .....	۱-۳-۲
۵۳	تحقیقات انجام شده روی مدل‌های انسانی .....	۲-۳-۲
۵۹	نتیجه گیری .....	۴-۲

۶۰

### فصل سوم: روش شناسی پژوهش

۶۱	مقدمه .....	۱-۳
۶۱	روش پژوهش .....	۲-۳
۶۱	جامعه و نمونه آماری پژوهش و روش نمونه گیری .....	۳-۳
۶۲	متغیرهای پژوهش .....	۴-۳
۶۲	متغیر مستقل .....	۱-۴-۳
۶۲	متغیرهای وابسته .....	۲-۴-۳
۶۲	مواد و ابزار اندازه گیری .....	۵-۳
۶۳	روش جمع آوری اطلاعات .....	۶-۳

۶۳	..... روش اجرای پژوهش	۷-۳
۶۴	..... پروتکل تمرین	۸-۳
۶۴	..... پروتکل تمرین گروه تجربی	۱-۸-۳
۶۵	..... پروتکل تمرین گروه کنترل	۲-۸-۳
۶۶	..... نمونه برداری از بافتها	۹-۳
۶۶	..... روش سنجش گلیکوژن با کیت مخصوص	۱۰-۳
۶۶	..... آماده سازی نمونه	۱-۱۰-۳
۶۷	..... آماده سازی کروموزن	۲-۱۰-۳
۶۷	..... آماده سازی محلول استاندارد گلوکز	۳-۱۰-۳
۶۷	..... مرحله نهایی	۴-۱۰-۳
۶۸	..... زمان و مکان انجام پژوهش	۱۱-۳
۶۸	..... روشهای آماری	۱۲-۳

۶۹ فصل چهارم: تجزیه و تحلیل یافته های پژوهش

۷۰	..... مقدمه	۱-۴
۷۰	..... توصیف متغیرها	۲-۴
۷۰	..... توصیف ویژگیهای آزمودنیها	۱-۲-۴
۷۱	..... مقادیر استراحتی گلیکوژن کبد در گروههای مختلف	۲-۲-۴
۷۱	..... مقادیر استراحتی گلیکوژن عضله اسکلتی در گروههای مختلف	۳-۲-۴
۷۲	..... آزمون فرضیه های پژوهش	۳-۴
۷۲	..... فرضیه اول	۱-۳-۴
۷۳	..... فرضیه دوم	۲-۳-۴
۷۴	..... فرضیه سوم	۳-۳-۴
۷۶	..... فرضیه چهارم	۴-۴-۴

فصل پنجم: خلاصه، بحث، نتیجه گیری و پیشنهادات

۷۸

۷۹	..... مقدمه	۱-۵
۷۹	..... خلاصه پژوهش	۲-۵
۸۰	..... بحث و بررسی	۳-۵
	تغییرات سطوح استراحتی گلیکوژن کبد پس از سه ماه تمرین استقامتی	۱-۳-۵
۸۰	..... در شدتهای مختلف	
	تغییرات سطوح استراحتی گلیکوژن عضله اسکلتی پس از سه ماه تمرین	۲-۳-۵
۸۲	..... استقامتی در شدتهای مختلف	
	مقایسه تغییرات سطوح استراحتی گلیکوژن کبد و عضله اسکلتی پس از	۳-۳-۵
۸۸	..... سه ماه تمرین استقامتی در شدتهای مختلف	
۹۳	..... نتیجه گیری	۴-۵
۹۳	..... پیشنهادات	۵-۵
۹۳	..... پیشنهادات برآمده از پژوهش	۱-۵-۵
۹۳	..... پیشنهادات برای پژوهشهای بعدی	۲-۵-۵
۹۴	..... منابع	
۱۰۷	..... چکیده انگلیسی	

## فهرست جداول

شماره	عنوان	صفحه
جدول ۱-۳	طرح تحقیقی مورد استفاده در پژوهش	۶۴
جدول ۲-۳	نسبت مواد در لوله های تست، استاندارد و بلانک	۶۷
جدول ۱-۴	ویژگیهای آزمودنیها بر حسب Mean $\pm$ SE و ارزشهای F و P آنها	۷۱
جدول ۲-۴	مقادیر استراحتی گلیکوژن کبد گروههای مختلف بر حسب Mean $\pm$ SE	۷۱
جدول ۳-۴	مقادیر استراحتی گلیکوژن عضله اسکلتی گروههای مختلف بر حسب Mean $\pm$ SE	۷۲
جدول ۴-۴	مقادیر استراحتی گلیکوژن کبد گروه کنترل و تجربی بر حسب Mean $\pm$ SE و ارزشهای F و P آنها	۷۲
جدول ۵-۴	مقادیر استراحتی گلیکوژن عضله اسکلتی گروه کنترل و تجربی بر حسب Mean $\pm$ SE و ارزشهای F و P آنها	۷۳
جدول ۶-۴	ارزشهای P آزمون تعقیبی LSD برای مقادیر استراحتی گلیکوژن کبد گروه کنترل و گروههای مختلف تجربی	۷۵
جدول ۷-۴	ارزشهای P آزمون تعقیبی LSD برای مقادیر استراحتی گلیکوژن عضله اسکلتی گروه کنترل و گروههای مختلف تجربی	۷۷

## فهرست اشکال

شماره	عنوان	صفحه
شکل ۱-۱	ارتباطات عصبی کبد	۵
شکل ۲-۱	ارتباط کبد و لوزالمعده	۶
شکل ۳-۱	کنترل جذب گلوکز	۶
شکل ۱-۲	تفاوت ساختاری گلیکوژن و آمیلوپکتین	۱۸
شکل ۲-۲	متابولیسم گلیکوژن در کبد و عضله	۲۰
شکل ۳-۲	متابولیسم گلوکز کبدی	۲۱
شکل ۴-۲	مراحل ساخت گلیکوژن	۲۴
شکل ۵-۲	ساخت گلیکوژن	۲۴
شکل ۶-۲	ساخت پروگلیکوژن و ماکروگلیکوژن در عضله اسکلتی	۲۸
شکل ۷-۲	تجزیه گلیکوژن	۳۰
شکل ۸-۲	تنظیم فرایند تجزیه گلیکوژن	۳۱
شکل ۹-۲	نقش انسولین در سنتز گلیکوژن	۳۲
شکل ۱۰-۲	فعال سازی پروتئین کیناز C و کانالهای کلسیم	۳۳
شکل ۱۱-۲	رابطه بین مصرف گلوکز خون و مدت و شدت تمرین	۳۸
شکل ۱-۴	مقایسه مقادیر استراحتی گلیکوژن کبد در گروه کنترل و تجربی	۷۳
شکل ۲-۴	مقایسه مقادیر استراحتی گلیکوژن عضله اسکلتی در گروه کنترل و تجربی	۷۴
شکل ۳-۴	مقایسه مقادیر استراحتی گلیکوژن کبد در گروههای مختلف	۷۵
شکل ۴-۴	مقایسه مقادیر استراحتی گلیکوژن عضله اسکلتی در گروههای مختلف	۷۷

# فصل اول

## مقدمه و طرح پژوهش



تأمین انرژی همواره از مباحث مهم محققین در دهه اخیر بوده است. محتوای انرژی سلولها به تعادل بین تولید و مصرف انرژی در سلولها بستگی دارد. در شرایط طبیعی بین نیازهای انرژی سلول تعادل برقرار است. یکی از شرایطی که می تواند تعادل انرژی را در سلول به هم زده و نیازهای خاصی را به سلول تحمیل نماید، ازدیاد هزینه کرد انرژی در اثر فشارهای مختلف روانی و جسمانی از جمله انجام فعالیت بدنی و تمرین است. به بیان دیگر، در نتیجه تمرین و فعالیت بدنی، تعادل انرژی در سلول به هم خورده و هزینه انرژی سلول افزایش می یابد. سلول در پاسخ به این وضعیت جدید پاسخهای موقتی و لازم را از خود نشان می دهد که در صورت تداوم یافتن این وضعیت، رفته رفته به سازگاری مناسب متابولیکی نایل می شود و در صورت رفع این فشار تدریجاً وضعیت انرژی سلولی به حالت اولیه خود بر می گردد. بنابراین گفته می شود که سلول یا اندام یا دستگاه درگیر در مقابل فشار فیزیکی وارده سازگار شده است. تمرین و فعالیتهای بدنی منظم، دستگاههای مختلف انرژی را درگیر کرده و موجب سازگاریهای عضلانی، تنفسی، قلبی- عروقی، و سازگاری متابولیکی می شود که متعاقب فعالیتهای بدنی و ورزشی رخ می دهند. اما در این ارتباط عضله اسکلتی و کبد به عنوان دو اندام درگیر در انقباض و تأمین انرژی مورد نیاز بدن در طی فعالیتهای بدنی و ورزشی، از ویژگیهای منحصر به فردی نسبت به سایر بافتها برخوردارند [سندگل ۱۳۷۲، مک آردل (ترجمه خالدان ۱۳۷۹)، هافمن (ترجمه آقاعلی نژاد و سوری ۱۳۸۲)].

عضله اسکلتی بافتی پیچیده و ناهمگون می باشد که دارای قابلیت فوق العاده ای برای پاسخ به تغییرات متابولیکی و فیزیکی ایجاد شده ناشی از فعالیتهای انقباضی و تمرین می باشد [سالتین ۱۹۷۷]. عضله اسکلتی بیش از ۴۰ درصد وزن بدن انسان و بیشتر پستانداران را تشکیل می دهد.

علاوه بر آن از لحاظ متابولیک یک بافت مهم و فعال بوده و نقش به سزایی در تغییر و تحول انرژی ایفا می کند [بورقارت ۲۰۰۴، فبرایو ۱۹۹۹، مک گی ۲۰۰۶].

تمرین استقامتی موجب برخی سازگاریهای فیزیولوژیکی مانند افزایش آنزیمهای اکسایشی، چگالی مویرگی، تعداد میتوکندریها، توان هوازی بیشینه، کارایی قلبی عروقی و سطح گلیکوژن بدن می شود [سونها ۲۰۰۵، هیکسون ۱۹۸۸]<sup>۵</sup> که بهبود و حفظ فعالیت‌های هوازی بلند مدت را در پی دارد [سندگل ۱۳۷۲]. همچنین تمرین طولانی مدت می تواند عملکرد کبد را از طریق تغییرات بیان ژن، خصوصاً ژنهای رمز کننده پروتئینهای ناقل تنظیم کند [آئویا ۲۰۰۴، آرکینستال ۲۰۰۴]<sup>۷</sup> و پاسخ گلیکوژنولیز و گلوکونئوز به گلوکاگون را که ممکن است ناشی از میل ترکیبی و چگالی بالای گیرنده های آن باشد، افزایش دهد [دروئین ۲۰۰۴]<sup>۸</sup>.

با توجه به مقدمه فوق، پژوهش حاضر قصد دارد تا اثر تمرین استقامتی را در شدتهای مختلف، بر سطوح استراحتی گلیکوژن عضله اسکلتی و کبد موشهای صحرایی نر مورد ارزیابی و پژوهش قرار دهد.

## ۱-۲ بیان مسئله و سؤالیهای اصلی پژوهش

گلوکز یک سوخت بالقوه برای بافتهایی مثل عضلات، کبد و بافت چربی است [هاولی ۲۰۰۱]<sup>۹</sup>. در بدن، سلولها و اندامهایی وجود دارند که فقط از گلوکز خون به عنوان ماده سوختی جهت تأمین انرژی استفاده می کنند که از جمله آنها می توان مغز، بخش قشری کلیه، گلبول قرمز و اسپرم را نام برد. ناگفته نماند که مغز می تواند در شرایط ویژه از اجسام استونی یا کتونی به عنوان ماده

1 - Burghardt 2004

2 - Febbraio 1999

3 - McGee 2006

4 - Cunha 2005

5 - Hickson 1988

6 - Aoia 2004

7 - Arkinstall 2004

8 - Drouin 2004

9 - Hawley 2001

سوختی بهره گیرد، اگرچه این عمل اقتصادی نیست. با پذیرش این مطلب، گلوکز سوخت ضروری برای سیستم اعصاب مرکزی است.

غلظت گلوکز خون نتیجه تعادل بین سرعت ورود گلوکز به خون و سرعت مصرف آن به وسیله بافتهاست (جابجایی گلوکز از خون). مقدار گلوکز موجود در گردش خون در شرایط پس از هضم و جذب مواد غذایی و در شرایط طبیعی حدود ۵/۵-۵ میلی مول در لیتر است که حفظ این سطح از قند خون حیاتی است. در کنار محدودیت ذخیره ای قند در مایعات در گردش، قندهای موجود در برنامه های غذایی روزانه در صورت مازاد بودن می توانند به مقدار زیاد در بخشهای مختلف بدن مثل کبد، عضلات اسکلتی و به میزان بسیار کمی در قلب، گویچه های خون و بخشهایی از رحم و در استروسیتهای مغز، به صورت قند مرکب که گلیکوژن نامیده می شود، ذخیره گردد [کراساک ۱۹۸۵].<sup>۱</sup> گلیکوژن می تواند دوباره به گلوکز تبدیل شده و به درون خون آزاد شود [کراساک ۲۰۰۰].<sup>۲</sup> گلیکوژن کبد مانند انباری است که می تواند دوباره از گلوکز خون پر شود. علاوه بر کبد، عضلات نیز می توانند گلیکوژن ذخیره کنند، تا جایی که گلیکوژن عضلانی می تواند به سهولت برای نیازهای انرژی عضله شکسته شود [هارگریوز ۲۰۰۰، رودن ۲۰۰۱].<sup>۳</sup> گلیکوژن عضلانی هنگامی که نیازهای انرژی افزایش می یابد، برای تولید ATP کاهش یافته، در حالی که گلیکوژن کبدی برای رهایش گلوکز به داخل جریان خون به منظور دسترسی دیگر بافتها شکسته می شود [گرینبرگ ۲۰۰۶].<sup>۴</sup>

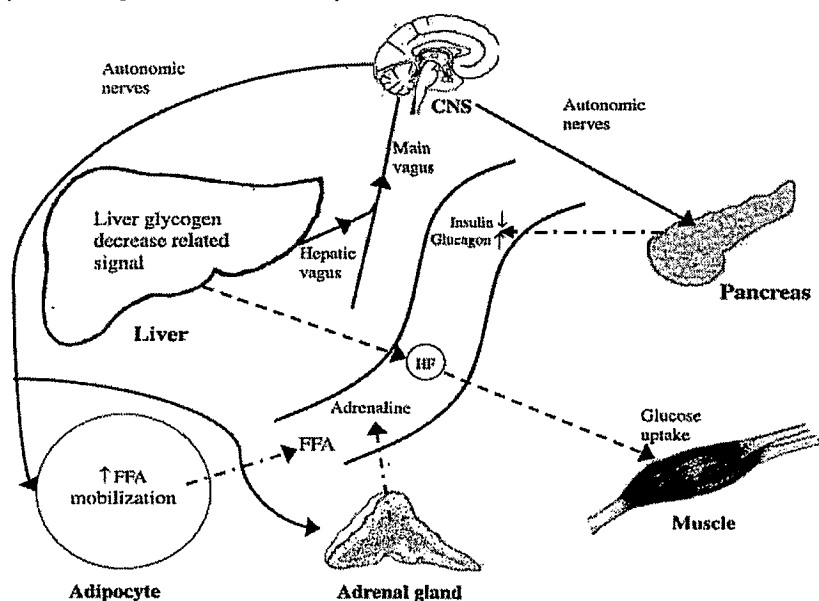
مقدار گلیکوژن کبد و عضلات به طور طبیعی به شرایط تغذیه، رژیم غذایی و عوامل دیگر مانند بیماری بستگی دارد. به عنوان مثال مصرف مکملهای کربوهیدراتی، کراتینی و پروتئینی می تواند

---

<sup>۱</sup> - Cryper 1985  
<sup>۲</sup> - Krssak 2000  
<sup>۳</sup> - Hargreaves 2000  
<sup>۴</sup> - Roden 2001  
<sup>۵</sup> - Greenberg 2006

باعث افزایش سطح گلیکوژن کبد و عضله شود [اندرسون ۲۰۰۵، آروجو ۲۰۰۶، هیس ۲۰۰۶، موری فوجی ۲۰۰۵، ناکائو ۲۰۰۱<sup>۵</sup>، اپتینجد ۲۰۰۱<sup>۶</sup>]. به طور معمول در بزرگسالان در شرایط تغذیه ای مناسب، کبد حاوی حدود ۷۰ گرم و عضلات حاوی حدود ۲۰۰ گرم گلیکوژن است [کرایپر ۱۹۸۵]. متابولیسم گلوکز و گلیکوژن در کبد و عضله تحت تاثیر عوامل مختلفی مثل عوامل عصبی و هورمونی تنظیم می شوند. انسولین، کاتکولامینها (خصوصاً اپی نفرین)، گلوکاکون، کورتیزول و هورمون رشد، هورمونهای اصلی تنظیم کننده قند خون در شرایط کاهش قند یا افزایش آن در جریان خون هستند (شکل‌های ۱-۱، ۲-۱ و ۳-۱).

Fig. 1. Hypothetical links between the liver and its afferent contribution to the metabolic regulation of exercise via its interactions with different tissues. The hypothetical construct would be that a progressive decrease in liver glycogen during exercise would be directly or indirectly (metabolites) sensed by the liver and the information relayed, most likely by the afferent hepatic vagus, to the central nervous system, where it would influence the contribution of different tissues involved in maintaining blood glucose concentrations. CNS, nervous system; HF, hepatic factor; FFA, free fatty acids.



شکل ۱-۱ ارتباطات عصبی کبد [لاوی ۲۰۰۲]

- 1 - Andersson 2005
- 2 - Araujo 2006
- 3 - Hays 2006
- 4 - Morifuji 2005
- 5 - Nakao 2001
- 6 - Opteijnde 2001
- 7 - Lavoie 2002