



دانشکده ادبیات و علوم انسانی

گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی

برآورد هزینه انرژی مصرفی دانشجویان پسر  
فعال با روش‌های دستگامی در تست‌های پیاده-  
روی میدانی

استاد راهنما:  
دکتر عباس معمارباشی

استاد مشاور:  
دکتر معرفت سیاه‌کوهیان

توسط:  
رضا ابراهیم نژاد

<p>نام خانوادگی دانشجو: ابـــراهیم نـــژاد نام: رضا</p>
<p>عنوان پایان نامه: برآورد هزینه انرژی مصرفی دانشجویان پسر فعال با روش‌های دستگاهی در تست‌های پیاده‌روی میدانی</p>
<p>استاد راهنما: دکتر عباس معمارباشی استاد مشاور: دکتر معرفت سیاه‌کوهیان</p>
<p>مقطع تحصیلی: کارشناسی ارشد رشته: تربیت بدنی و علوم ورزشی گرایش: فیزیولوژی ورزشی دانشکده: ادبیات و علوم انسانی تاریخ فارغ التحصیلی: 89/5/24 تعداد صفحه: 139</p>
<p>کلید واژه‌ها: شتابسنج، پولار، گام‌شمار، هزینه انرژی</p>
<p><b>چکیده:</b> <b>هدف:</b> هدف از این مطالعه برآورد هزینه انرژی مصرفی دانشجویان پسر فعال با روش‌های دستگاهی در تست‌های پیاده‌روی میدانی با سرعت‌های مختلف بود. <b>روش:</b> بدین منظور 10 دانشجوی تمرین کرده (سن: <math>23 \pm 3/47</math> سال؛ وزن: <math>69 \pm 11/79</math> کیلوگرم؛ قد: <math>178 \pm 4/24</math> سانتی‌متر) به صورت تصادفی انتخاب شدند. تست‌های میدانی در 8 سرعت از 2 کیلومتر تا 9 کیلومتر اجرا گردید که هر تست به مدت 2 دقیقه و با پنج دقیقه استراحت بین هر تست انجام شد. این در حالی بود که فعالیت آزمودنی‌ها توسط دستگاه شتابسنج، دستگاه پولار و گام‌شمار اندازه‌گیری شود. هر دستگاه قادر به برآورد یک شاخص و تخمین هزینه انرژی از طریق آن بود. دستگاه شتابسنج از طریق شتاب‌بدن، پولار از طریق ضربان قلب و گام‌شمار از طریق تعداد گام‌های ثبت شده، این عمل را انجام می‌دهند. همچنین میزان هزینه انرژی از طریق یک مدل رگرسیونی نیز برآورد شد. اندازه‌گیری تغییرات هزینه انرژی به دست آمده از چهار روش به وسیله آزمون تحلیل واریانس چندگانه (MANOVA) و آزمون تعقیبی توکی در سطح معنی‌داری (<math>P \leq 0/05</math>) مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. همبستگی بین نتایج روش‌های ذکر شده با استفاده از آزمون همبستگی پیرسون در سطح معنی‌داری (<math>P \leq 0/01</math>) نیز بررسی گردید. <b>نتایج:</b> تغییرات میانگین هزینه انرژی در بین چهار روش تخمین انرژی مصرفی، اختلاف معنی‌داری نشان داد. این تفاوت در بین دستگاه گام‌شمار و اکینگ استایل با سه روش دیگر زیادتر بود. همبستگی بسیار بالایی بین هر چهار روش به دست آمد. <b>نتیجه‌گیری:</b> نتایج آزمون تعقیبی توکی، نشان داد که بین سه روش مدل رگرسیونی کاواهارا، دستگاه شتابسنج پامز، دستگاه پولار سانتو - تی 6 به جز در سرعت 7 کیلومتر اختلاف معنی‌داری در برآورد هزینه انرژی مشاهده نشد ولی این تفاوت در بین گام‌شمار و اکینگ استایل X با سه روش دیگر مشهود بود.</p>

## فهرست مطالب

عنوان ..... صفحه

### فصل اول: مقدمه و معرفی پژوهش

مقدمه	2
بیان مسئله	3
فرضیات تحقیق	6
ضرورت تحقیق	8
هدف کلی	9
اهداف جزئی	9
تعاریف نظری و عملیاتی واژگان	10
محدودیت‌های تحقیق	12
الف) محدودیت‌های قابل کنترل	12
ب) محدودیت‌های غیر قابل کنترل	12

### فصل دوم: مبانی نظری و پیشینه‌ی تحقیق

مقدمه	14
اصول کلی در مورد انرژی زیستی	17
هزینه انرژی استراحت	18
اندازه‌گیری هزینه انرژی استراحتی	19
عوامل تأثیرگذار بر روی هزینه انرژی استراحتی	20
هزینه انرژی روزانه‌ی ورزشکاران	22
روش‌های برآورد فعالیت جسمانی و هزینه انرژی	22
اندازه‌گیری هزینه انرژی	26
روش‌های سنجش میزان انرژی متابولیکی	26
کالری‌متری مستقیم	27
کالری‌متری غیر مستقیم	27
1) اسپرومتری مدار بسته	28
2) اسپرومتری مدار باز	30

33.....	روش آبسنجی مضاعف
36.....	روش بی‌کربنات نشاندار
36.....	روش اکسیژن مصرفی
37.....	استفاده از ضربان قلب
39.....	استفاده از دمای بدن و تهویه
39.....	اندازه‌گیری انرژی در طول ورزش و فعالیت جسمانی
39.....	الف) استفاده از تکنولوژی مدار باز
40.....	ب) استفاده از ضربان قلب برای تخمین هزینه انرژی
41.....	اندازه‌گیری مستقیم فعالیت جسمانی
41.....	الف) ثبت فعالیت جسمانی
42.....	ب) ثبت حرکت
42.....	1) پدومترها
44.....	2) شتابسنج‌ها
47.....	اندازه‌گیری غیرمستقیم فعالیت جسمانی
47.....	الف) یادآوری فعالیت جسمانی
47.....	ب) ثبت فعالیت بدنی
48.....	ج) پرسش‌نامه‌های فعالیت بدنی
48.....	1) پرسش‌نامه‌های کلی
48.....	2) پرسش‌نامه‌های یادآوری
51.....	خلاصه
53.....	مروری بر پیشینه‌ی تحقیق
70.....	نتیجه‌گیری

### فصل سوم: روش تحقیق

72.....	مقدمه
72.....	روش تحقیق
72.....	جامعه آماری
72.....	نمونه و روش نمونه‌گیری
72.....	متغیرهای پژوهش
72.....	متغیر مستقل
72.....	متغیر وابسته

73	وسایل و ابزار مورد نیاز برای جمع آوری اطلاعات
73	شیوهی اجرای تحقیق
75	روش جمع آوری اطلاعات
75	نحوهی اندازه‌گیری درصد چربی زیر پوستی
76	نحوهی اندازه‌گیری قد و وزن
76	جمع آوری اطلاعات فعالیت جسمانی از دستگاه‌ها
77	دستگاه واکینگ استایل
78	دستگاه سانتو- تی 6
79	دستگاه شتابسنج سه محوره پامز
80	معادله رگرسیونی کاواهارا
81	ابزارهای آماری برای تجزیه و تحلیل داده‌ها

### فصل چهارم: نتایج و یافته‌های تحقیق

83	مقدمه
----	-------

83	تجزیه و تحلیل توصیفی داده‌ها
	تحلیل توصیفی مقادیر هزینه انرژی و مقدار (کانت) فعالیت ثبت شده
	توسط چهار روش مختلف در 8 سرعت متفاوت

84	در آزمودنی‌ها
88	آزمون فرضیه اول
104	آزمون فرضیه دوم
105	آزمون فرضیه سوم
106	آزمون فرضیه چهارم
107	آزمون فرضیه پنجم
108	آزمون فرضیه ششم
109	آزمون فرضیه هفتم

### فصل پنجم: بحث و نتیجه‌گیری

111	مقدمه
112	بحث
119	نتیجه‌گیری
121	پیشنهادات
121	الف) پیشنهادات برخاسته از تحقیق
121	ب) پیشنهاداتی برای تحقیقات آینده

122	پیوست‌ها
126	فهرست منابع

## فهرست شکل‌ها

عنوان	صفحه
شکل 2-1 شمایی از یک سیستم مدار بسته برای محاسبه هزینه انرژی	29
شکل 2-2 شمایی از یک سیستم مدار باز برای برآورد هزینه انرژی	31
شکل 2-3 گاز آنالایزر پرتابل متامکس (MetaMax)	37
شکل 2-4 یک نمونه پولار برای ثبت ضربان قلب (Polar S1)	38
شکل 2-5 دو نمونه گام‌شمار (پدومتر)	44
شکل 2-6 سه نمونه شتابسنج	46
شکل 3-1 نحوه اجرای تست پیاده‌روی و دویدن	75
شکل 3-2 نحوه محاسبه طول گام برای کالیبره کردن دستگاه گام‌شمار واکینگ استایل ایکس	77
شکل 3-3 دستگاه گام‌شمار واکینگ استایل ایکس (Walking Style X)	77
شکل 3-4 نحوه کالیبره کردن دستگاه سانتو - تی6 (Suunto T6)	78
شکل 3-5 دستگاه سانتو - تی6 (Suunto T6)	78
شکل 3-6 دستگاه شتابسنج پامز	79
شکل 3-7 اطلاعات سیگنال‌های سه محور X، Y، Z و محور برآیند سه محور به صورت XYZ	80
شکل 4-1 نمودار ستونی میانگین انرژی‌های به دست آمده از چهار روش مختلف	89
شکل 4-2 مقایسه میانگین‌های انرژی برآورد شده بین چهار روش در سرعت 2 کیلومتر	91
شکل 4-3 مقایسه میانگین‌های انرژی برآورد شده بین چهار روش در سرعت 3 کیلومتر	92
شکل 4-4 مقایسه میانگین‌های انرژی برآورد شده بین چهار روش در سرعت 4 کیلومتر	94
شکل 4-5 مقایسه میانگین‌های انرژی برآورد شده بین چهار روش در سرعت 5 کیلومتر	95
شکل 4-6 مقایسه میانگین‌های انرژی برآورد شده بین چهار روش در سرعت 6 کیلومتر	97

- شکل 4-7 مقایسه میانگین‌های انرژی برآورد شده بین چهار روش در  
 سرعت 7 کیلومتر..... 99
- شکل 4-8 مقایسه میانگین‌های انرژی برآورد شده بین چهار روش در  
 سرعت 8 کیلومتر..... 101
- شکل 4-9 مقایسه میانگین‌های انرژی برآورد شده بین چهار روش در  
 سرعت 9 کیلومتر..... 103
- شکل 4-10 همبستگی بین انرژی به دست آمده از طریق مدل رگرسیونی  
 کاواهارا و دستگاه شتابسنج پامز ..... 104
- شکل 4-11 همبستگی بین انرژی به دست آمده از طریق مدل رگرسیونی  
 کاواهارا و دستگاه سانتو - تی6..... 105
- شکل 4-12 همبستگی بین انرژی به دست آمده از طریق مدل رگرسیونی  
 کاواهارا و دستگاه گام‌شمار واکینگ استایل ایکس ..... 106
- شکل 4-13 همبستگی بین انرژی به دست آمده از دستگاه شتابسنج  
 پامز و دستگاه سانتو - تی6..... 107
- شکل 4-14 همبستگی بین انرژی به دست آمده از دستگاه شتابسنج  
 پامز و گام‌شمار واکینگ استایل ایکس ..... 108
- شکل 4-15 همبستگی بین انرژی به دست آمده از دستگاه سانتو - تی6  
 و گام‌شمار واکینگ استایل ایکس ..... 109



## فهرست جداول

عنوان	صفحه
جدول 1-2 انرژی مورد نیاز در ورزش‌های مختلف که از 100 منبع مختلف به دست آمده است	24
جدول 2-2 تکنیک‌های رایج در اندازه‌گیری هزینه انرژی و مقدار فعالیت	25
جدول 2-3 پرسشنامه‌های خود اظهاری	50
جدول 2-3 ادامه پرسشنامه‌های خود اظهاری	51
جدول 4-1 میانگین و انحراف استاندارد مشخصات فردی	83
جدول 4-2 میانگین و انحراف استاندارد نتایج محاسبه شده از طریق مدل رگرسیونی کاواهارا	84
جدول 4-3 میانگین و انحراف استاندارد نتایج به دست آمده از دستگاه شتابسنج پامز	85
جدول 4-4 میانگین و انحراف استاندارد نتایج به دست آمده از دستگاه سانتو - تی6	86
جدول 4-5 میانگین و انحراف استاندارد نتایج به دست آمده از دستگاه گام‌شمار واکینگ استایل ایکس	87
جدول 4-6 نتایج تجزیه و تحلیل واریانس چندگانه (MANOVA)	88
جدول 4-7 نتایج تجزیه و تحلیل هزینه انرژی برآورد شده توسط چهار روش در سرعت‌های مختلف	90
جدول 4-8 مقایسه میانگین‌های انرژی برآورد شده بین چهار روش در سرعت 2 کیلومتر از طریق آزمون توکی	90
جدول 4-9 مقایسه میانگین‌های انرژی برآورد شده بین چهار روش در سرعت 3 کیلومتر از طریق آزمون توکی	92

- جدول 4- 10 مقایسه میانگین‌های انرژی برآورد شده بین چهار روش در سرعت 4 کیلومتر از طریق آزمون توکی..... 93
- جدول 4- 11 مقایسه میانگین‌های انرژی برآورد شده بین چهار روش در سرعت 5 کیلومتر از طریق آزمون توکی..... 95
- جدول 4- 12 مقایسه میانگین‌های انرژی برآورد شده بین چهار روش در سرعت 6 کیلومتر از طریق آزمون توکی..... 96
- جدول 4- 13 مقایسه میانگین‌های انرژی برآورد شده بین چهار روش در سرعت 7 کیلومتر از طریق آزمون توکی..... 98
- جدول 4- 14 مقایسه میانگین‌های انرژی برآورد شده بین چهار روش در سرعت 8 کیلومتر از طریق آزمون توکی..... 100
- جدول 4- 15 مقایسه میانگین‌های انرژی برآورد شده بین چهار روش در سرعت 9 کیلومتر از طریق آزمون توکی..... 102
- جدول 4- 16 نتایج ضریب همبستگی پیرسون بین هزینه انرژی به دست آمده از مدل رگرسیونی کاواهارا و دستگاه شتابسنج پامز ..... 104
- جدول 4- 17 نتایج ضریب همبستگی پیرسون بین هزینه انرژی به دست آمده از مدل رگرسیونی کاواهارا و دستگاه سانتو - تی6..... 105
- جدول 4- 18 نتایج ضریب همبستگی پیرسون بین هزینه انرژی به دست آمده از مدل رگرسیونی کاواهارا و دستگاه گام-شمار واکینگ استایل ایکس ..... 106
- جدول 4- 19 نتایج ضریب همبستگی پیرسون بین هزینه انرژی به دست آمده از دستگاه شتابسنج پامز و دستگاه سانتو - تی6..... 107
- جدول 4- 20 نتایج ضریب همبستگی پیرسون بین هزینه انرژی به دست آمده از دستگاه شتابسنج پامز و دستگاه گام-شمار واکینگ استایل ایکس ..... 108
- جدول 4- 21 نتایج ضریب همبستگی پیرسون بین هزینه انرژی به دست آمده از دستگاه سانتو - تی6 و دستگاه گام-شمار واکینگ استایل ایکس ..... 109



# فصل اول

## مقدمه و کلیات تحقیق

### مقدمه

بدون تردید آرزوی هر فردی بهبود کیفیت و طول عمر زندگی اش می-باشد. زندگی مدرن باعث به وجود آمدن مشکلاتی شده است که عامل اصلی آن زندگی ماشینی می-باشد. مشکلاتی که بر اثر کاهش فعالیت ایجاد می-شود، زندگی یک شخص را تحت تأثیر قرار می-دهد. مشکلاتی همانند چاقی، بیماری‌های قلبی-عروقی، دیابت و بی‌نظمی‌های

متابولیکی از معضلات اکثر جوامع می‌باشند (گروندی<sup>1</sup>، 2004) که کم-تحرکی سهم به سزایی در ایجاد و تشدید این مسائل دارد. نقش و اهمیت فعالیت‌های بدنی دیر زمانی است که در میان افراد کم تحرک شناخته شده است. این مسئله باعث شده تا افراد جامعه تمایل پیدا کنند که نسبت به تأثیرات مختلف فعالیت‌های بدنی کنجکا و شوند و تلاش نمایند تا دانش و اطلاعات خود را در این مورد توسعه بخشند.

طبق گزارش مرکز کنترل و جلوگیری از بیماری‌ها و کالج پزشکی ورزشی آمریکا<sup>2</sup>(A.C.S.M) تخمین زده می‌شود که در حدود 50 میلیون نفر در آمریکا دچار سندرم متابولیکی<sup>3</sup> باشند. اولین تهدید این عارضه، تغییر شیوه سالم زیستی می‌باشد. برای غلبه بر این مشکل مهمترین عمل، حفظ تناسب بین فعالیت‌بدنی و میزان انرژی دریافتی می‌باشد (کاواهارا<sup>4</sup>، 2009). علاوه براین، چاقی کودکان، یکی از مسائل مهم اجتماعی و سلامتی در بسیاری از کشورهای صنعتی محسوب می‌شود (گروندی، 2004). چاقی در دوران نوجوانی منجر به چاقی و بی‌نظمی-های متابولیکی در بزرگسالی می‌شود (براگاوا<sup>5</sup>، 2004). بنابراین ارزیابی میزان فعالیت به طور گسترده در بین نوجوانان دارای اهمیت بالایی است.

ارتباط بین فعالیت‌های جسمانی و سلامتی یک موضوع ثابت شده است (لی<sup>6</sup>، 2000؛ بلایر<sup>7</sup>، 1995)، این امر منجر به این شد که مرکز کنترل و جلوگیری از بیماری‌ها و کالج پزشکی ورزشی آمریکا توصیه کنند که هر فرد بزرگسال آمریکایی باید حداقل در روز، به مدت 30 دقیقه فعالیت جسمانی با شدت متوسط داشته باشد (پات<sup>8</sup>، 1995).

اگر چه فواید فعالیت‌های جسمانی با شدت متوسط و انجام منظم آن بخوبی مشخص شده است، اما حصول کیفیت مطلوب در فعالیت‌های بدنی کار دشواری است (کروتر<sup>9</sup>، 2006).

فعالیت بدنی، به عنوان حرکت بدن تعریف شده است که به وسیله ماهیچه‌های اسکلتی انجام می‌گیرد که منجر به صرف هزینه انرژی می‌شود (کاسپرسن<sup>10</sup>، 1985). در علوم ورزشی، سنجش انرژی مصرفی در حین فعالیت‌های جسمانی روزمره یا در حین اعمال ورزشی اهمیت زیادی دارد. اندازه‌گیری دقیق کل هزینه انرژی بسیار دشوار است و تقریباً همه تکنیک‌ها از روش تقریبی در برآورد هزینه انرژی

1. Grundy 2. American College of Sport Medicine 3. Metabolic Syndrome 4. Kawahara 5. Bhargava 6. Lee 7. Blair 8. Pate 9. Crouter 10. Caspersen 11. Levine 12. Westerterp

استفاده می‌کنند (لوین<sup>11</sup>، 2001). تکنیک‌های فراوانی برای ارزیابی فعالیت‌های جسمانی وجود دارد (وسترترپ<sup>12</sup>، 2009) که می‌توان آنها را به پنج دسته تقسیم کرد:

- 1- مشاهده‌ی فعالیت‌های 24 ساعته
- 2- پرسش‌نامه (شامل دفتر ثبت وقایع روزانه، روش پرسش و پاسخ و روش مصاحبه)
- 3- ثبت ضربان قلب
- 4- روش کالری‌متری
- 5- استفاده از دستگاه‌های اندازه‌گیری حرکت و نیرو مانند سنسورهای شتاب‌سنج، گام‌شمارها، کلیدهای الکتریکی زیر کفشی<sup>1</sup>، کفپوش‌های الکتریکی برای آزمون گام برداری<sup>2</sup>، صفحه نیرو<sup>3</sup> و ویدئوگرافی و تکنیک‌های نوری آنالیز حرکت<sup>4</sup>.

هرچند دستگاه‌های آنالیز گازهای تنفسی قابل حمل، موجب شده تا محققان بتوانند در خارج از محیط آزمایشگاه نیز به برآورد هزینه انرژی بپردازند، لیکن این دستگاه‌ها بسیار گرانقیمت بوده و همچنین مانع انجام فعالیت‌های ورزشی به صورت عادی می‌گردد. لذا در این تحقیق تلاش شده تا در سرعت‌های مختلف در خارج از محیط آزمایشگاه برای برآورد هزینه انرژی از دستگاه‌های ارزان قیمت که مانعی برای انجام فعالیت‌های ورزشی آزمودنی ایجاد نمی‌کنند، استفاده شود.

بنابراین در تحقیق حاضر سعی شده است تا از روش مقایسه‌ای برآورد هزینه انرژی از طریق دستگاه شتاب‌سنج پامز<sup>5</sup> در مقایسه با مدل رگرسیونی، دستگاه ثبت ضربان قلب سانتو - تی<sup>6</sup> و دستگاه گام-شمار واکینگ استایل ایکس<sup>7</sup> استفاده شود.

## بیان مسئله

در علوم ورزشی، آگاهی از میزان انرژی مصرف شده و شدت فعالیت بدنی اهمیت فوق‌العاده‌ای دارد. آگاهی از مصرف انرژی، محاسبه‌ی آن و چگونگی رابطه‌ی آن با کار و نیرو، محققان و مربیان را نسبت به شناخت بیشتر افراد شرکت‌کننده در برنامه‌های ورزشی و فعالیت‌های جسمانی و تأثیرگذاری این برنامه‌ها، یاری می‌رساند. هنگام فعالیت‌های ورزشی، یا اعمال روزانه‌ی زندگی، انرژی مصرفی اکثراً بصورت

1. Foot Switch 2. Gate Mate 3. Force Plate 4. Optical Motion Analysis 5. Personal Activity Monitor Accelerometer 6. Suunto T6 7. Walking Style X 8. Fax & Matthews 9. Bomb Calorimeter 10. Max Rubner

حرارت اتلاف شده و قسمت کمی صرف انجام فعالیت‌های مکانیکی بدن می‌شود. لذا سوخت و ساز مواد غذایی، برابر با مقدار حرارت (فاکس و ماتیوس<sup>8</sup> به نقل از خالدان، 1381) و انرژی صرف شده برای حرکت و اعمال فیزیولوژیک بدن می‌باشد. استفاده از بمب کالری‌سنجی<sup>9</sup> به عنوان روش مستقیم، در اندازه‌گیری انرژی، روش شناخته شده‌ای است، زیرا حرارت تولید شده می‌تواند به طور مستقیم تعیین شود. این روش اولین بار توسط دانشمندی بنام ماکس رابنر<sup>10</sup> در اواخر قرن 18 به وسیله‌ی اتاقک کالری‌سنجی انجام گرفت، در حالی که وقتی اکسیژن مصرفی مورد نیاز برای متابولیسم بدن اندازه‌گیری می‌شود، در واقع مقدار انرژی به صورت غیرمستقیم برآورد می‌شود.

اکسیژن مصرفی می‌تواند در برآورد هزینه انرژی از طریق نسبت تبادل تنفسی<sup>1</sup> (RER) غذای مصرفی و کالری کل غذا مورد استفاده قرار گیرد. این عمل توسط محاسبه غیرمستقیم انرژی انجام می‌گیرد. نسبت تبادل تنفسی عبارت است از مقدار دی‌اکسیدکربن تولیدی (VCO<sub>2</sub>) به اکسیژن مصرفی در دقیقه (VO<sub>2</sub>) و نشان دهنده این است که کدام یک از انواع مواد غذایی مورد استفاده، نقش عمده‌ای در تولید انرژی دارد. (فاکس و ماتیوس به نقل از خالدان، 1381).

برآورد هزینه انرژی از طریق اندازه‌گیری نسبت تبادل تنفسی ناشی از فعالیت‌های متابولیکی (به وسیله‌ی کیسه‌های دوگلاس<sup>2</sup> و روش آب نشاندار مضاعف<sup>3</sup> DLW) به عنوان یک روش استاندارد معتبر در تحقیقات پزشکی مورد استفاده قرار می‌گیرد (لوین، 2002).

زمانی که فعالیت جسمانی انجام می‌دهیم، بدن انرژی شیمیایی غذا را برای انقباض عضلانی مورد استفاده قرار می‌دهد. در جریان این فرایند، ما انرژی مصرف می‌کنیم، بنابراین کالری هزینه می‌شود تا کار مکانیکی تولید شود. برای درک بهتر فرایندهای توان، کار و هزینه انرژی هنگام فعالیت ورزشی، دانشمندان روش‌هایی را ابداع کردند که به وسیله آنها می‌توانند مقدار این ظرفیت‌ها را تعیین کنند، برای مثال، با پیدایش دوچرخه‌های کارسنج، سنجش کار و بازده توان هنگام فعالیت ورزشی دوچرخه‌سواری میسر شده است. همچنین گسترش تجهیزات و تکنیک‌های مختلف، سنجش اکسیژن مصرفی را ممکن

1. the Repritory Excheng Ratio 2. Douglas Bag 3. Doubly Labeled Water 4. Robergs & Roberts 5. Andre 6. Tanaka 7. Direct Calorimetry 8. Indirect Calorimetry

کرده است و بدین ترتیب نوعی روش غیرمستقیم برای تعیین میزان شدت متابولیکی فعالیت ورزشی و نیز محاسبه میزان تغییرات هزینه انرژی با توجه به تغییر در شدت فعالیت ورزشی امکان پذیر شده است. زمانی که شدت فعالیت ورزشی را کنترل می‌کنیم، پاسخ‌های متابولیکی را می‌توان بین افراد مختلف (مردان در برابر زنان، جوانان در برابر افراد مسن و غیره)، یا برای فردی که در موقعیت‌های زمانی مختلف (برای مثال، پیش از تمرین تا پس از تمرین، و غیره) و یا برای فردی که در وضعیت‌های مختلف (ارتفاع کم در برابر ارتفاع زیاد و غیره) قرار می‌گیرد، مقایسه کرد (رابرگز و رابرتس<sup>4</sup> به نقل از گائینی، 1384).

روش آب نشاندار مضاعف معروفترین روش استاندارد برای ارزیابی هزینه انرژی در شرایط عادی زندگی است، ولی این روش به دلیل پرهزینه بودن و دشواری اجرا و همچنین نیاز به جمع‌آوری ادرار، نمی‌تواند در فعالیت‌های جسمانی، روش مناسبی باشد (آندر<sup>5</sup> و همکاران، 2006؛ تاناکا<sup>6</sup>، 2007). اعتباریابی روش‌های غیرمستقیم کالری‌سنجی (استفاده از اکسیژن مصرفی و دی‌اکسید کربن تولیدی) باعث شده تا استفاده از کالری‌سنجی غیرمستقیم و تحلیل گازها، برای وضعیت‌های متابولیکی گوناگون میسر شود. تاریخچه‌ی کالری‌سنجی، حاکی از گسترش تجهیزات پیشرفته‌تر و روش‌های جایگزین کالری‌سنجی مستقیم<sup>7</sup> و غیرمستقیم<sup>8</sup> یا هر دو در طول تاریخ دارد. در مورد کالری‌سنجی غیرمستقیم، کیسه‌های جمع‌آوری و تجهیزات پیشرفته الکترونیکی تجزیه و تحلیل گازها و جمع‌آوری اطلاعات توسط رایانه، استفاده بیشتر از این تکنیک را در وضعیت‌های مختلف میسر ساخته است. کالری‌سنج‌های مستقیم در حال حاضر در بسیاری از بخش‌های متابولیک و تغذیه‌ای بیمارستان‌ها برای مطالعه‌ی ناهنجاری‌های متابولیکی بیماران استفاده می‌شوند، و اعتباریابی روش‌های جایگزین غیرمستقیم مثل آب نشاندار مضاعف (دوگانه)، استفاده از کارسنج‌ها، استفاده از شتاب‌سنج‌ها و تجهیزات الکترونیکی دیگر مثل گام شمارها و ثبت ضربان قلب به روش بی‌سیم، بدون صرف هزینه زیاد و مشکلات رایج کالری‌سنج‌های مستقیم و غیرمستقیم بزرگ، این امکان را برای ثبت میزان هزینه انرژی چه در حین ورزش و چه در طول انجام امور عادی روزانه به وجود آورده است. با وجود این، علم کالری‌سنجی مستقیم و



غیرمستقیم هنوز هم به شیوه‌های سنتی متکی است که پژوهشگرانی مثل رابنر، فویت<sup>1</sup> و آتواتر<sup>2</sup> ارائه کرده‌اند.

از طرفی استفاده از پرسش‌نامه، روشی ساده و در عین حال غیر دقیق در برآورد هزینه انرژی می‌باشد و همچنین ثبت روزانه فعالیت‌های جسمانی برای افرادی چون کودکان و نوجوانان امری دشوار می‌باشد (وسترترپ، 2009).

روش‌های تعدیل یافته‌ی مؤثر در اندازه‌گیری هزینه انرژی، شامل اندازه‌گیری و ام اکسیژن و تخمین اکسیژن مصرفی توسط ضربان قلب، یکی دیگر از روش‌های ثبت میزان فعالیت بدنی می‌باشد. با این روش، مصرف اکسیژن را می‌توان طی اجرای واقعی فعالیت‌ها تخمین زد، در حالی که ضربان قلب را می‌تواند از طریق ثبت امواج رادیویی (تلمتری) اندازه‌گیری نمود. استفاده از ضربان قلب برای برآورد هزینه انرژی نیز دارای معایبی است، از جمله این‌که ثبت ضربان قلب نمی‌تواند شاخص معتبری از شدت فعالیت بدنی باشد و ممکن است تحت تأثیر عوامل استرس‌زا، مصرف داروها، بیماری‌ها و غیره قرار بگیرد و همچنین، استفاده از دستگاه‌های ثبت ضربان قلب احتیاج به کالیبراسیون<sup>3</sup> برای هر فرد دارد و لذا استفاده از ضربان قلب نیز روش معتبری در تخمین هزینه انرژی مصرفی در طول فعالیت نیست (وسترترپ، 2009).

لیکن در طی دو دهه‌ی اخیر دستگاه‌های ثبت فعالیت‌های فیزیکی به دلیل دقت زیاد آنها و امکان ذخیره‌ی اطلاعات در طول 24 ساعت، رواج زیادی پیدا کرده‌اند. این دستگاه‌ها فعالیت‌های فیزیکی را براساس شتاب بدن به کمک سنسورهای شتابسنج اندازه‌گیری می‌نمایند که امروزه به طور گسترده این دستگاه‌های قابل حمل برای ثبت فعالیت‌های جسمانی در دسترس عموم قرار دارند (معمارباشی و برهان‌الدین<sup>4</sup>، 2006؛ ولک<sup>5</sup>، 2007؛ فوجیکی<sup>6</sup>، 2009). تخمین هزینه انرژی فعالیت جسمانی می‌تواند براساس ارزیابی حرکت مرکز ثقل بدن انجام گیرد (تیریانو<sup>7</sup>، 2006) و شواهدی مبنی بر این‌که بین شتاب بدن و اکسیژن مصرفی ارتباط خطی وجود دارد، از شتابسنج‌ها ابزاری قابل توجیه برای برآورد فعالیت جسمانی و یا انرژی مصرفی ساخته است (کرشل<sup>8</sup>، 2002). بنابراین شتابسنج‌ها تبدیل به ابزاری مناسب و ارزانقیمت برای کارهای تحقیقاتی در تعیین حرکات انسان در شدت‌های

1. Voit 2. Atwater 3. Calibration 4. Meamarbashi & Burhanuddin 5. Welk 6. Fujiki 7. Triyano 8. Kershel

پایین تا متوسط و حتی بالا شده اند. (گودفري<sup>1</sup>، 2008؛ معمارباشي، 2009).

در هر حال امروزه براي پیشرفت در تمرینات و جلوگیری از بیش تمرینی و همچنین طی برنامه های کاهش وزن و برنامه های بازتوانی استفاده از روش های ثبت فعالیت بدنی که بتواند مورد استفاده قرار بگیرد و مانع فعالیت عادی نشود و همچنین دارای هزینه زیادی هم نباشد، احساس می شود. دستگاه شتابسنج پامز یک شتابسنج سه محوره است که در دانشگاه محقق اردبیلی طراحی و تولید شده است (معمارباشي، 2009) و با دقت بالایی قادر است تا میزان شتاب بدن را ثبت نماید. در مقایسه اطلاعات این دستگاه سعی شد تا از روش اجرای همزمان فعالیت با دستگاه ثبت ضربان قلب به نام سانتو - تی6 و دستگاه جدید گام شمار سه محوره شرکت امرون<sup>2</sup> به نام دستگاه واکینگ استایل ایکس<sup>3</sup> برای ثبت تعداد و سرعت گام ها و یک مدل رگرسیونی (کاواهارا، 2009) برای برآورد هزینه انرژی استفاده - شود. بنابراین با انجام این پژوهش ما تلاش نموده ایم به سوالات زیر پاسخ دهیم که آیا بین نتایج به دست آمده از فرمول رگرسیونی کاواهارا، دستگاه شتابسنج سه محوره پامز، دستگاه گام شمار واکینگ استایل ایکس و دستگاه ثبت ضربان قلب سانتو - تی6 در 8 سرعت مختلف اختلاف معنی داری وجود دارد؟ و یا همبستگی بین این چهار مدل برآورد هزینه انرژی با هم تا چه حدی است؟ و نهایتاً روش یا روش های دستگاهی قابل اطمینان را برای برآورد انرژی مصرفی حین راه رفتن و دویدن با سرعت های مختلف را بیابیم.

### فرضیات تحقیق

1- بین هزینه انرژی به دست آمده از طریق فرمول رگرسیونی کاواهارا، دستگاه شتابسنج سه محوره پامز، دستگاه گام شمار واکینگ استایل ایکس و دستگاه ثبت ضربان قلب سانتو - تی6 در 8 سرعت مختلف اختلاف معنی داری وجود ندارد.

1-1- بین هزینه انرژی به دست آمده از طریق فرمول رگرسیونی کاواهارا، دستگاه شتابسنج سه محوره پامز، دستگاه گام شمار واکینگ استایل ایکس و دستگاه ثبت ضربان قلب سانتو - تی6 در سرعت 2 کیلومتر اختلاف معنی داری وجود ندارد.

- 1-2- بین هزینه انرژی به دست آمده از طریق فرمول رگرسیونی کاواهارا، دستگاه شتابسنج سه محوره‌ی پامز، دستگاه گام‌شمار واکینگ استایل ایکس و دستگاه ثبت ضربان قلب سانتو - تی 6 در سرعت 3 کیلومتر اختلاف معنی‌داری وجود ندارد.
- 1-3- بین هزینه انرژی به دست آمده از طریق فرمول رگرسیونی کاواهارا، دستگاه شتابسنج سه محوره‌ی پامز، دستگاه گام‌شمار واکینگ استایل ایکس و دستگاه ثبت ضربان قلب سانتو - تی 6 در سرعت 4 کیلومتر اختلاف معنی‌داری وجود ندارد.
- 1-4- بین هزینه انرژی به دست آمده از طریق فرمول رگرسیونی کاواهارا، دستگاه شتابسنج سه محوره‌ی پامز، دستگاه گام‌شمار واکینگ استایل ایکس و دستگاه ثبت ضربان قلب سانتو - تی 6 در سرعت 5 کیلومتر اختلاف معنی‌داری وجود ندارد.
- 1-5- بین هزینه انرژی به دست آمده از طریق فرمول رگرسیونی کاواهارا، دستگاه شتابسنج سه محوره‌ی پامز، دستگاه گام‌شمار واکینگ استایل ایکس و دستگاه ثبت ضربان قلب سانتو - تی 6 در سرعت 6 کیلومتر اختلاف معنی‌داری وجود ندارد.
- 1-6- بین هزینه انرژی به دست آمده از طریق فرمول رگرسیونی کاواهارا، دستگاه شتابسنج سه محوره‌ی پامز، دستگاه گام‌شمار واکینگ استایل ایکس و دستگاه ثبت ضربان قلب سانتو - تی 6 در سرعت 7 کیلومتر اختلاف معنی‌داری وجود ندارد.
- 1-7- بین هزینه انرژی به دست آمده از طریق فرمول رگرسیونی کاواهارا، دستگاه شتابسنج سه محوره‌ی پامز، دستگاه گام‌شمار واکینگ استایل ایکس و دستگاه ثبت ضربان قلب سانتو - تی 6 در سرعت 8 کیلومتر اختلاف معنی‌داری وجود ندارد.
- 1-8- بین هزینه انرژی به دست آمده از طریق فرمول رگرسیونی کاواهارا، دستگاه شتابسنج سه محوره‌ی پامز، دستگاه گام‌شمار واکینگ استایل ایکس و دستگاه ثبت ضربان قلب سانتو - تی 6 در سرعت 9 کیلومتر اختلاف معنی‌داری وجود ندارد.
- 2- بین نتایج انرژی به دست آمده از طریق مدل رگرسیونی کاواهارا و دستگاه شتابسنج پامز همبستگی معنی‌داری وجود دارد.
- 3- بین نتایج انرژی به دست آمده از طریق مدل رگرسیونی کاواهارا و دستگاه سانتو - تی 6 همبستگی معنی‌داری وجود دارد.

- 4- بین نتایج انرژی به دست آمده از طریق مدل رگرسیونی کاواهارا و دستگاه گام‌شمار واکینگ استایل همبستگی معنی‌داری وجود دارد.
- 5- بین نتایج انرژی به دست آمده از طریق دستگاه شتاب‌سنج پامز و دستگاه سانتو - تی6 همبستگی معنی‌داری وجود دارد.
- 6- بین نتایج انرژی به دست آمده از طریق دستگاه شتاب‌سنج پامز و دستگاه گام‌شمار واکینگ استایل همبستگی معنی‌داری وجود دارد.
- 7- بین نتایج انرژی به دست آمده از طریق دستگاه سانتو - تی6 و دستگاه گام‌شمار واکینگ استایل همبستگی معنی‌داری وجود دارد.

### ضرورت تحقیق

با توجه به بروز کم تحرکی و مسائل مربوط به آن و نیاز روزافزون انجام فعالیت‌های جسمانی برای به تعادل درآوردن نسبت بین میزان فعالیت‌بدنی و هزینه انرژی، استفاده از دستگاه‌های ارزان و دقیق در برآورد فعالیت‌های جسمانی در زمینه‌های کاهش وزن از یک طرف و جلوگیری از بیش‌تمرینی از طرف دیگر، امری لازم به نظر می‌رسد.

همچنین به دلیل دشواری و هزینه زیاد استفاده از روش‌های استا- ندارد گرانش‌سنج در برآورد هزینه انرژی مانند روش آب‌سنجی مضاعف، کالری‌سنجی مستقیم و غیرمستقیم (تاناکا، 2007) و عدم توانایی و دقت بعضی از روش‌های سنجش فعالیت‌های بدنی و هزینه انرژی مانند پرسش‌نامه و ثبت ضربان قلب (وسترتپ، 2009)، استفاده از یک روش ارزان، دقیق و معتبر در اندازه‌گیری شاخص‌های فیزیولوژیکی و مکانیکی و برآورد هزینه انرژی امری ضروری می‌باشد. بنابراین استفاده از دستگاه‌های مدرن مثل شتاب‌سنج‌ها و گام‌شمارها کاری معقول و از نظر کار و هزینه اجرایی به صرفه می‌باشد. از آنجا که اکثر پژوهش‌های انجام گرفته در این زمینه در محیط آزمایشگاهی انجام شده و به طور کلی در اکثر تحقیقات ثابت شده است که شتاب-سنج‌ها ابزاری قابل اطمینان در ثبت میزان انرژی مصرفی می‌باشند (کرودر<sup>1</sup>، 2007؛ میدوریکاوا<sup>2</sup>، 2007؛ هلسی<sup>3</sup>، 2007؛ تاناکا، 2006)، لیکن نتایج مختلف و ضد و نقیضی در انواع تحقیقات گزارش شده است (هیمن<sup>4</sup>، 2004؛ اسلوت ماکر<sup>5</sup>، 2007) و از طرف دیگر در زمینه کار میدانی در طول فعالیت‌های مختلف (مانند پیاده‌روی و دویدن در سرعت‌های مختلف) تحقیقات کمتری صورت گرفته که تحقیقات انجام شده

1. Slootmaker 2. Midorikawa 3. Helsey 4. Hageman 5. Croder

نیز دارای تناقضات زیادی می‌باشد. همچنین به دلیل این که شتابسنج پامز در دانشگاه محقق اردبیلی طراحی و ساخته شده است (معمارباشی، 2009)، و برای اولین بار است که چنین تحقیقی بر روی آن انجام می‌گیرد، این ضرورت احساس می‌شود که دقت آن در برآورد هزینه انرژی در مقایسه با سایر روش‌های مورد استفاده در برآورد هزینه انرژی، مورد بررسی قرار گیرد تا در صورت اثبات دقت این دستگاه از آن در طول کنترل عوامل تمرینی و همچنین در برنامه‌های کاهش وزن استفاده شود.

## هدف كلي

هدف كلي از اين تحقيق، برآورد مقدار انرژی مصرفي فعاليت در دانشجویان پسر فعال با استفاده از مدل رگرسيوني و روشهاي دستگاهي همانند استفاده از دستگاه ثبت ضربان قلب سانتو - تي6 ، دستگاه گامشمار واکينگ استايل ایکس و ثبت فعاليتهاي بدني با دستگاه شتابسنج سه محوره پامز، در آزمونهاي پيادهروي ميداني در سرعتهاي با شدت متفاوت ميباشد.

## اهداف جزئي

1- مقايسه مقادير هزينه انرژی به دست آمده از طريق فرمول رگرسيوني کاواهارا، دستگاه شتابسنج سه محوره ي پامز، دستگاه گام-شمار واکينگ استايل ایکس و دستگاه ثبت ضربان قلب سانتو - تي6 در سرعت مختلف 8

1-1 مقايسه مقادير هزينه انرژی به دست آمده از طريق فرمول رگرسيوني کاواهارا، دستگاه شتابسنج سه محوره ي پامز، دستگاه گام-شمار واکينگ استايل ایکس و دستگاه ثبت ضربان قلب سانتو - تي6 در سرعت 2 كيلومتر

1-2 مقايسه مقادير هزينه انرژی به دست آمده از طريق فرمول رگرسيوني کاواهارا، دستگاه شتابسنج سه محوره ي پامز، دستگاه گام-شمار واکينگ استايل ایکس و دستگاه ثبت ضربان قلب سانتو - تي6 در سرعت 3 كيلومتر

1-3 مقايسه مقادير هزينه انرژی به دست آمده از طريق فرمول رگرسيوني کاواهارا، دستگاه شتابسنج سه محوره ي پامز، دستگاه گام-شمار واکينگ استايل ایکس و دستگاه ثبت ضربان قلب سانتو - تي6 در سرعت 4 كيلومتر

1-4 مقايسه مقادير هزينه انرژی به دست آمده از طريق فرمول رگرسيوني کاواهارا، دستگاه شتابسنج سه محوره ي پامز، دستگاه گام-شمار واکينگ استايل ایکس و دستگاه ثبت ضربان قلب سانتو - تي6 در سرعت 5 كيلومتر

1-5 مقايسه مقادير هزينه انرژی به دست آمده از طريق فرمول رگرسيوني کاواهارا، دستگاه شتابسنج سه محوره ي پامز، دستگاه گام-شمار واکينگ استايل ایکس و دستگاه ثبت ضربان قلب سانتو - تي6 در سرعت 6 كيلومتر

1- 6- مقایسه مقادیر هزینه انرژی به دست آمده از طریق فرمول رگرسیونی کاواهارا، دستگاه شتابسنج سه محوره‌ی پامز، دستگاه گام- شمار واکینگ استایل ایکس و دستگاه ثبت ضربه‌ی قلب سانتو - تی 6 در سرعت 7 کیلومتر

1- 7- مقایسه مقادیر هزینه انرژی به دست آمده از طریق فرمول رگرسیونی کاواهارا، دستگاه شتابسنج سه محوره‌ی پامز، دستگاه گام- شمار واکینگ استایل ایکس و دستگاه ثبت ضربه‌ی قلب سانتو - تی 6 در سرعت 8 کیلومتر

1- 8- مقایسه مقادیر هزینه انرژی به دست آمده از طریق فرمول رگرسیونی کاواهارا، دستگاه شتابسنج سه محوره‌ی پامز، دستگاه گام- شمار واکینگ استایل ایکس و دستگاه ثبت ضربه‌ی قلب سانتو - تی 6 در سرعت 9 کیلومتر

2- تعیین همبستگی بین نتایج انرژی به دست آمده از طریق مدل رگرسیونی کاواهارا و دستگاه شتابسنج پامز

3- تعیین همبستگی بین نتایج انرژی به دست آمده از طریق مدل رگرسیونی کاواهارا و دستگاه سانتو - تی 6

4- تعیین همبستگی بین نتایج انرژی به دست آمده از طریق مدل رگرسیونی کاواهارا و دستگاه گام شمار واکینگ استایل

5- تعیین همبستگی بین نتایج انرژی به دست آمده از طریق دستگاه شتابسنج پامز و دستگاه سانتو - تی 6

6- تعیین همبستگی بین نتایج انرژی به دست آمده از طریق دستگاه شتابسنج پامز و دستگاه گام شمار واکینگ استایل

7- تعیین همبستگی بین نتایج انرژی به دست آمده از طریق دستگاه سانتو - تی 6 و دستگاه گام شمار واکینگ استایل

### **تعاریف نظری و عملیاتی واژگان**

تعاریف و اصطلاحات مرتبط با اندازه‌گیری هزینه انرژی و فعالیت‌های جسمانی:

**انرژی:** توانایی انجام کار را انرژی می‌گویند (فاکس و ماتیوس به نقل از خالدان، 1381) و مقدار آن را با واحد ژول یا کالری بیان می‌کنند.

**هزینه انرژی:** تغییرات در انرژی مورد نیاز برای اجرای کار بیولوژیکی را هزینه انرژی می‌گویند (ولنسکی<sup>1</sup>، 2008).

**فعالیت جسمانی:** فعالیت جسمانی یک فرآیند ویژه رفتار است که ویژگی آن حرکات بدنی است که به دلیل انقباضات عضلات اسکلتی صورت می‌گیرد که این امر در نتیجه صرف هزینه انرژی می‌باشد. انواع مختلفی از طبقه‌بندی‌های فعالیت جسمانی وجود دارد. با توجه به اهدافی که اشخاص از آن استفاده می‌کنند، احتمالاً در بعضی موارد با هم دارای همپوشانی می‌باشند. برای مثال، یک پیاده‌روی آرام قسمتی از شکل کلی انتقال و جابه‌جایی برای تمام افراد می‌باشد، در حالی که برای یک فرد دیگر، قسمتی از برنامه‌ی تمرینی برای کمک به کاهش فشارخون می‌باشد. برنامه‌ی تمرینی و ورزش‌های رقابتی ترکیبی از زیرمجموعه‌ی فعالیت‌های جسمانی می‌باشند که به طور سیستماتیک، ساختاری برای اهداف اولیه‌ی بالا بردن یک یا چند جزء آمادگی جسمانی و یا مهارت‌های ویژه‌ی ورزشی و برای بهینه کردن عملکرد ورزشی می‌باشند (ولنسکی، 2008).

**آمادگی جسمانی:** یک مجموعه‌ای از عوامل دخیل (مانند قدرت و استقامت عضلانی، عوامل قلبی-تنفسی، انعطاف‌پذیری و غیره) که افراد را قادر به انجام فعالیت جسمانی می‌کند (ولنسکی، 2008). آمادگی جسمانی، اصطلاحی با مفاهیم وسیع است که برای افراد مختلف، معانی متفاوت دارد، در نتیجه بیان یک تعریف دقیق از آن کار ساده‌ای نیست (ویلمور<sup>2</sup> و کاستیل<sup>3</sup> به نقل از معینی و همکاران، 1386). اما به طور کلی می‌توان آمادگی جسمانی را، برخورداری از یک حالت انرژی پویا و سرزنده بودن تلقی کرد، که نشان دهنده‌ی سلامت کامل سیستم‌های مختلف بدن و کارایی خوب آنها می‌باشد، به طوری که شخص قادر است فعالیت‌های روزانه و سرگرمی‌های فعال اوقات فراغت را بدون خستگی بی‌مورد، حتی در موارد اضطراری پیش‌بینی نشده انجام دهد (مک‌گلاین<sup>2</sup> به نقل از پسند، 1384).

کالج طب ورزشی آمریکا تعریف آمادگی جسمانی را "قابلیت اجرای سطوح متوسط تا شدید فعالیت بدن، بدون خستگی بی‌مورد و حفظ این قابلیت در سراسر دوره‌ی زندگی" بیان می‌کند (ویلمور و کاستیل به نقل از معینی و همکاران، 1386). انجمن کوپر<sup>2</sup> (2001) آمادگی

1. Wolinsky 2. Wilmore 3. Castill

4. McGelain 2. Cooper Institute 3. Chatterjee 4. Acceleration 5. Freedson 6. Chen 7. Puyau 8. Metabolic Equivalent



جسمانی را با عنوان " توانایی انجام وظایف روزانه، با قدرت و هوشیاری و بدون خستگی بی برای" تعریف می‌کند. یعنی هنگامی که فرد با فشارهای جسمانی که بالاتر از حد میانگین در موقعیت‌های اضطراری مواجه می‌شود، بتواند کارهایش را سر فرصت انجام دهد (چاتریجی<sup>3</sup>، 2003).

**کالری:** کالری، واحدی از انرژی است که منعکس کننده‌ی مقدار گرمایی مورد نیاز برای بالا بردن دمای 1 گرم آب به میزان 1 درجه‌ی سانتی-گراد می‌باشد (فاکس و ماتیوس به نقل از خالدان، 1381).

**کالری‌متری:** کالری‌متری روشی برای استفاده در محاسبه سرعت و مقدار هزینه انرژی در زمان استراحت و یا در طول ورزش می‌باشد (ولنسکی، 2008).

**شتاب<sup>4</sup>:** شتاب به تغییرات سرعت در واحد زمان اطلاق می‌شود ( $m/s^2$ ). واحد شتاب در مقایسه با شتاب زمین با  $g$  محاسبه شده و یا بصورت متر بر مجذور ثانیه ( $m/s^2$ ) بیان می‌شود. هر  $g$  معادل  $9/8$  متر بر مجذور ثانیه است (فردسون<sup>5</sup>، 2005).

**شتابسنج:** شتابسنج، سنسوری است که قادر است تغییرات سرعت یا شتاب وارده در راستای محور حساس خود را به کمیتی الکتریکی تبدیل کند (معمارباشی، 2010؛ چن<sup>6</sup>، 2005). قسمت اعظم شتابسنج‌ها یک محوره هستند و قادرند که حرکات را در یک محور ثبت کنند. اما بعضی از شتابسنج‌ها می‌توانند شتاب را در دو یا سه محور مختلف ثبت کنند (پویا<sup>7</sup>، 2004). برای ثبت اطلاعات شتاب بایستی تغییرات الکتریکی توسط قسمت الکترونیکی به دیجیتال تبدیل و مستقیماً به کامپیوتر منتقل شده یا بر روی کارت حافظه دستگاه ذخیره شود (معمارباشی، 2010).

**مت<sup>8</sup>:** برای بیان انرژی یا هزینه انرژی یا هزینه اکسیژن تمرین، واحد اندازه‌گیری دیگری به نام MET تعریف شده است که به معنای معادل سوخت و سازی است. یک مت به عنوان مقدار اکسیژن مصرفی برای یک دقیقه در شرایط استراحت کامل تعریف می‌شود، که مقدار آن برابر با  $3/5$  میلی‌لیتر اکسیژن مصرفی به ازای هر کیلوگرم وزن بدن در دقیقه است. توجه شود که به علت وجود عامل زمان، مت با واحدهای توان بیان می‌شود. مثلاً در تمرینی که نیاز به 10 مت اکسیژن مصرفی می‌باشد، به معنای آن است که هزینه اکسیژن تمرین، 10 برابر مقدار

اکسیژن حالت استراحت که  $3/5$  میلی‌لیتر در کیلوگرم در دقیقه است، می‌باشد. در مورد فردی که  $70$  کیلوگرم وزن داشته باشد این مقدار نماینده یک اکسیژن مصرفی ( $VO_2$ ) برابر با  $2/5$  لیتر در دقیقه است (فاکس و ماتیوس به نقل از خالدان، 1381).

**نسبت تبادل تنفسی:** ارزش کالریکی یک لیتر اکسیژن مصرفی، بستگی به نوع غذای سوخت و سازی دارد. نسبت گاز دی‌اکسیدکربن بازدمی در دقیقه ( $VCO_2$ ) به حجم اکسیژن مصرفی در همان فاصله‌ی زمانی ( $VO_2$ ) به عنوان نسبت تنفسی (R) خوانده می‌شود. رابطه‌ی  $VCO_2/VO_2$  معمولاً در سطح سلولی به عنوان بهره‌ی تنفسی<sup>1</sup> (RQ) و در ریه‌ها به عنوان نسبت تبادل تنفسی (R) خوانده می‌شود (فاکس و ماتیوس به نقل از خالدان، 1381).

### محدودیت‌های تحقیق

#### الف) محدودیت‌های قابل کنترل

- 1) سن
- 2) جنسیت
- 3) عدم استفاده از دارو
- 4) عدم انجام تمرین 24 ساعت قبل از آزمون
- 5) زمان و مکان اجرا آزمون
- 6) کالیبراسیون دستگاه‌ها با توجه به معیارهای لازم برای هر دستگاه
- 7) استفاده از مکمل‌ها و داروها
- 8) شرایط آب و هوایی

#### ب) محدودیت‌های غیرقابل کنترل

- 1) حرکات اضافی بدن در طول آزمون
- 2) وضعیت روانی آزمودنی‌ها
- 3) تغذیه‌ی آزمودنی‌ها (وعده‌های غذایی)
- 4) کالری‌متری با دستگاه گاز آنالایزر پرتابل
- 5) الگوهای حرکتی آزمودنی‌ها و شیوه‌ی گام برداشتن آزمودنی‌ها
- 6) تغذیه آزمودنی‌ها
- 7) سطح آمادگی جسمانی افراد

## فصل دوم

مباني نظري و  
پيشينه ي  
تحقيق

## مقدمه

ارتباط بین فعالیتهای جسمانی منظم با شدت متوسط تا شدید با سلامتی و عملکرد بالای بدنی به خوبی اثبات شده است (پات، 1992). فعالیتهای ویژهی مرتبط با سازگاری فیزیولوژیکی، و درجهای از سازگاری اتفاق افتاده، وابسته به اثر متقابل فرکانس، مدت زمان و شدت فعالیتی است که انجام میشود (لامونته<sup>1</sup>، 2001). این تقابل از نظر کیفی باعث صرف هزینه انرژی میشود. این نکته باید بیان شود که هزینه انرژی روزانه حاصل جمع 1) تقاضای انرژی در حالت استراحت<sup>2</sup> (REE) (که در برگیرنده 50-70% از کل هزینه انرژی روزانه میباشد)، 2) انرژی حاصل از صرف وعدهی غذایی (گرمای ناشی از تغذیه<sup>3</sup>)، 3) انرژی لازم برای ورزش (رقابت) و انرژی لازم برای تجدید ذخایر انرژی و دفع مواد زاید حاصل از متابولیسم ناشی از ورزش میباشد. اگر چه مقدار انرژی متابولیکی حالت استراحت درصد بیشتری از هزینه انرژی روزانه را به خود اختصاص میدهد، ولی تفاوت در هزینه انرژیهای جسمانی نشانگر یک عامل بزرگ در تغییر هزینه انرژی مورد نیاز در بین افراد مختلف میباشد (هاسکل<sup>4</sup>، 1994).

برای بررسی تناسب بین کسب انرژی توسط ورزشکاران و مصرف انرژی، یک اندازهگیری دقیق و معتبر نیاز است تا کیفیت اجرا و الگوی ورزشی و هزینه انرژی مرتبط با آن به دست آید. اندازهگیری فعالیتهای جسمانی به دلیل تفاوت در میزان و شدت متابولیسم، دارای پیچیدگی زیادی است و این موضوع، باعث به وجود آمدن یک چالش بزرگ در بین مربیان و محققان ورزشی شده است (آینث ورث<sup>5</sup>، 1994 و لامونته، 2001).

فعالیت جسمانی یک فرآیند ویژهی رفتاری است که ویژگی آن حرکات بدنی در نتیجهی انقباض عضلات اسکلتی میباشد که منجر به صرف هزینه انرژی میشود (لامونته، 2001). به خاطر این که زیر مجموعههای فعالیتهای جسمانی با هم تداخل دارند، اندازهگیری مستقل آنها کار بسیار دشواری میباشد. تفاوتهای درون فردی در طول فصل و یا روز به روز در الگوهای فعالیتهای جسمانی و عدم هماهنگی بین ماهیت حرکت و شدت واقعی فعالیت، نشان دهنده تأثیر دقت اندازهگیری

1. Lamonte 2. Rest Energy Expenditure 3. Thermic Effect of Food 4. Haskell 5. Ainsworth 6. Stolarczyk 7. Henderson



فعالیت و هزینه انرژی می‌باشد (استولارزیک<sup>6</sup>، 1998). علاوه بر این، به دلیل این‌که زیر مجموعه‌ای از فعالیت‌های جسمانی دارای معانی مختلفی مطابق با جنس، تفاوت‌های قومی و شاخص‌های فرهنگی می‌باشد، گزارشات شخصی از فعالیت باید به طور دقیق انعکاسی از آمار خاص و روش زندگی در جمعیت هدف باشد. اندازه‌گیری فعالیت جسمانی نوعاً کمیت‌سنجی اصطلاحاتی از قبیل فرکانس (تعداد رقابت) و مدت زمان (دقایق رقابت) می‌باشد، در نتیجه هزینه انرژی به طور مستقیم، بیانگر عملکرد هم‌ه‌ی فرآیندهای متابولیکی، شامل، تغییر در احتیاجات انرژی برای حمایت از انقباض عضلات اسکلتی مرتبط با فعالیت جسمانی می‌باشد. (هندرسون<sup>7</sup>، 2000).

برای مثال، اگر یک دوندگی زن با وزن 55 کیلوگرم به مدت 45 دقیقه با تواتر گام 266 متر در دقیقه بدود، هزینه انرژی مصرفی او در حدود 660 کیلوکالری مطابق با معادله‌ی زیر خواهد بود:

$$\sim 0/267 \text{ kcal.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$$
 انرژی مصرفی دویدن با سرعت 266 متر در

دقیقه  $\times$  زمان (45 دقیقه)  $\times$  (1) فرکانس

این روش یک روش کلی در برآورد هزینه انرژی مثلاً برای 45 دقیقه

دویدن با سرعت 266 متر در دقیقه می‌باشد (هولی<sup>1</sup>، 1999).

هرچند این داده‌ها، انعکاسی از هزینه انرژی فعالیت و استراحت به ما ارائه می‌دهند، ولی برای برآورد هزینه انرژی در طول یک دوره دویدن، یک محاسبه خالص از هزینه انرژی لازم می‌باشد. برای انجام این کار، مقدار انرژی برآورد شده باید به دو قسمت؛ انرژی متابولیکی مورد نیاز استراحت و انرژی مورد نیاز برای انجام یک فعالیت خاص تفکیک شود و از انرژی تام کسر گردد. مثلاً یک فرد 55 کیلوگرمی هزینه انرژی در حدود 55 کیلوکالری در ساعت و یا 0/92 کیلوکالری در دقیقه دارد، بنابراین مقدار انرژی متابولیسم استراحتی متداخل در طول یک مسابقه دوی 45 دقیقه‌ای، در حدود 41/2 کیلوکالری (0/92  $\times$  45) می‌باشد. بعد از تفکیک این مقدار از هزینه انرژی محاسبه شده‌ی ناخالص، که در حدود 660 کیلوکالری می‌باشد، هزینه انرژی خالص برای فعالیت در حدود 619 کیلوکالری در طول یک دوره‌ی فعالیت دویدن 45 دقیقه‌ای با تواتر گام 266 متر در دقیقه خواهد بود (هولی، 1999).

اهمیت دیگر در ارزیابی مرتبط با کیفیت هزینه انرژی، استفاده‌ی مطلق در برابر مقیاس نسبی به عنوان شاخصی از هزینه انرژی یک فعالیت خاص می‌باشد (اسپارو<sup>2</sup>، 2001). چندین فاکتور ممکن است در هزینه انرژی نسبی مؤثر باشند (همانند سن، اندازه‌ی بدنی و سطح آمادگی).

عواملی همانند سن، جنس و سطح آمادگی افراد بدون شک بر روی دقت برآورد هزینه انرژی فعالیت‌هایی که نسبتی از کل هزینه را نشان می‌دهد، تأثیر خواهد گذاشت (اسپارو، 2001) که براساس تأثیر-گذاری عوامل متغیر بیان می‌شود (مثلاً درصدی از حداکثر ظرفیت واقعی). برای مثال، یک پیاده‌روی با سرعت 3/5 مایل در ساعت (5/6 کیلومتر در ساعت)، هزینه انرژی کاملی برابر 3/8 کیلوکالری در هر کیلوگرم در ساعت لازم دارد. برای یک فرد سالم با حداکثر ظرفیتی در حدود  $12 \text{ kcal.kg}^{-1}.\text{h}^{-1}$ ، شدت نسبی در حدود 32% از حداکثر ظرفیت است، در حالی‌که برای یک فرد بزرگسال با حداکثر ظرفیت  $7 \text{ kcal.kg}^{-1}.\text{h}^{-1}$ ، شدت نسبی در حدود 55% می‌باشد. بیان شدت مطلق در برابر شدت نسبی زمانی که یک برنامه‌ی ورزشی ارائه می‌شود و یا هنگامی که سطوح شدت یک فعالیت خاص در بین افراد مختلف طبقه‌بندی می‌شود (مثلاً فعالیت متوسط در برابر فعالیت شدید)، دارای اهمیت بالایی است. به دلیل این‌که هزینه انرژی ارتباط نزدیکی با اندازه‌ی بدن دارد، پس اعمال این فاکتور در برآورد هزینه انرژی یک عامل ضروری می‌باشد. بنابراین، استفاده از مقیاس نسبی هزینه انرژی به صورت کیلوکالری‌های مصرفی در هر واحد از جرم بدن (به عنوان کیلوکالری در هر کیلوگرم از جرم بدن در دقیقه)، یک مزیت محسوب می‌شود. یادآوری می‌شود که برای یک زن دوندگی 55 کیلوگرمی که به طور کامل 45 دقیقه با سرعت 266 متر در دقیقه می‌دود، هزینه انرژی خالص کامل، 619 کیلوکالری می‌باشد در حالی‌که هزینه انرژی خالص نسبی، نسبت به جرم بدن آزمودنی در حدود  $11/25 \text{ kcal.kg}^{-1}$  در مدت 45 دقیقه فعالیت دویدن می‌باشد. یک دوندگی 75 کیلوگرمی که یک فعالیت دویدن یکسان را انجام می‌دهد، هزینه انرژی خالصی برابر 844/75 کیلوکالری دارد، در حالی‌که اگر این مقدار به ازای هر کیلوگرم

وزن بدن بیان بشود، هزینه انرژی یکسانی در طول یک دوره مسابقه با دهنده‌ی سبک وزن مصرف خواهد کرد (آرول<sup>1</sup>، 1991).

مقیاس دیگر برای بیان هزینه انرژی، معادله‌ی متابولیکی یا مت (MET) می‌باشد (فاکس و ماتیوس به نقل از خالدان، 1381). یک مت شاخصی از نسبت مقدار متابولیکی کار به استراحت است (مونتوی<sup>2</sup>، 1996). این موضوع مورد توافق واقع شده است که هزینه انرژی استراحتی در حدود یک مت می‌باشد که این مقدار برابر 3/5 میلی‌لیتر اکسیژن مصرفی در هر کیلو گرم از وزن بدن در دقیقه و یا در حدود  $1 \text{ kcal} \cdot \text{Kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$  می‌باشد (فاکس و ماتیوس به نقل از خالدان، 1381). برای محاسبه‌ی میزان مت در طول یک فعالیت جسمانی، افزایش در مت فعالیت به وسیله‌ی مدت زمان فعالیت (دقیقه)، برای یک فعالیت بدست می‌آید که نتیجه‌ی این فرآیند مت در دقیقه است. مت در دقیقه نشان دهنده‌ی شاخص کیفی از مقدار اکسیژن مصرفی لازم برای انجام یک فعالیت خاص در یک زمان تعریف شده می‌باشد، در حالی‌که این مقدار همزمان اندازه‌ی بدن و هزینه متابولیکی زمان استراحت را نیز در بر می‌گیرد (ژاکوب<sup>3</sup>، 1993).

برای استاندارد کردن کیفیت هزینه انرژی و کاهش تفاوت‌های فاحش در اندازه‌گیری هزینه انرژی در تحقیقات ورزشی، یک روش سیستماتیک برای برآورد سطوح مت در هزینه انرژی فعالیت‌های جسمانی ویژه ابداع شده است که از آن به عنوان خلاصه‌ی ثبت فعالیت‌های جسمانی<sup>4</sup> نام برده می‌شود (آینث ورت، 2000). خلاصه‌ی ثبت فعالیت‌های جسمانی، روشی است که توسط محققان و افراد مرتبط در حوزه‌ی علوم ورزشی برای تخمین هزینه انرژی بر پایه‌ی مت ابداع شده است (آینث ورت، 2000). یک مثال ساده از خلاصه‌ی یک فعالیت در پایین ذکر شده است:

مثال

مت

فعالیت

کد

دویدن

دویدن با سرعت 10 مایل در ساعت

12120

16

ردیف یک نشان دهنده‌ی یک کد پنج رقمی است که یک شاخصی از کلاس عمومی یا هدف فعالیت می‌باشد. در این مثال 12 مربوط به دویدن و

120 نشان دهنده‌ی یک دوی ویژه با سرعت 10 مایل در ساعت می‌باشد. ردیف دوم نشان دهنده‌ی هزینه انرژی فعالیت به مت است. ردیف سوم و چهارم نشان دهنده‌ی نوع فعالیت (دویدن) و یک مثال ویژه‌ی مرتبط با کد فعالیت می‌باشد. اکثر تحقیقات در مورد استاندارد کردن هزینه انرژی فعالیت جسمانی برای یک فرد 60 کیلو گرمی کالیبره شده است (آینت ورت، 2000). بنابراین برای تبدیل مت دقیقه و کیلوکالری‌های مصرفی از طریق موازنه‌ی بین وزن شخص از تقسیم بر 60 انجام می‌شود. برای یک فرد 60 کیلو گرمی موازنه‌ی کالریکی اندکی بالاتر و برای فردی با وزن کمتر از 60 کیلو گرم، موازنه‌ی کالریکی معادل، اندکی پایین‌تر نسبت به ارزش‌های ذکر شده به صورت مت دقیقه‌ی موجود در جدول، خواهد بود. کالری معادل 150 مت در دقیقه برای پیاده‌روی در یک فرد 70 کیلو گرمی در حدود 175 کیلوکالری، برای یک فرد 60 کیلو گرمی در حدود 150 و برای یک فرد 50 کیلو گرمی در حدود 125 کیلوکالری خواهد بود. با توجه به مثال قبل در مورد دهنده زن 55 کیلو گرمی و انجام یک دوی 45 دقیقه‌ای با سرعت 266 متر در دقیقه باعث مصرف 720 مت اکسیژن در دقیقه (45 × مت 16) و یا 668 کیلوکالری (720 مت. دقیقه × [55/60]) خواهد شد (آینت ورت، 2000). کیلوکالری‌های مصرفی همچنین می‌تواند با استفاده از مت‌های مصرفی مطابق فرمول زیر تخمین زده شود:

$$\text{MET} \times \text{hrs} \times \text{kg}$$

هرچند خلاصه‌ی ثبت فعالیت‌های جسمانی نمی‌تواند مسائل مرتبط با هزینه انرژی فعالیت در یک فرد را، در مقایسه با انبوه گسترده‌ای از انسان‌ها حل کند. ولی این روش می‌تواند یک روش اندازه‌گیری استاندارد، برای استفاده در تحقیقات و جلسات تمرینی فراهم کند، اما باید ثبات در برآورد هزینه انرژی را نشان داده و یا به عبارتی از دقت و قابلیت تکرار پذیری برخوردار باشد.

### اصول کلی در مورد انرژی زیستی

انرژی زیستی دارای ارتباط نزدیکی با کاربرد قوانین ترمودینامیک می‌کند. در مورد سیستم‌های بیولوژیکی است (ولنسکی، 2008). در اواسط قرن 18 میلادی لاوازیه<sup>1</sup> بیان کرد که اولین قانون ترمودینامیک این است که انرژی نه تولید می‌شود و نه از بین می‌رود، بلکه از شکلی

1. Lavoisier 2. Mayer 3. Helmholtz 4. Laplace 5. Chapman & Mitchl 6. Maughan 7. Basal Metabolic Rate



به شکل دیگر تغییر می‌کند. این قانون کلی در مورد انرژی باعث شد مایر<sup>2</sup> در سال 1842 و هلموتز<sup>3</sup> در سال 1847 فرمولی برای آن ابداع کنند. هنگامی که لاوازیه و لاپلاس<sup>4</sup> بیان کردند که حرکاتی که عضلات انجام می‌دهند، باعث مصرف اکسیژن و تولید دی‌اکسیدکربن می‌شود، چاپمن و میشل<sup>5</sup> در سال 1965 با الهام از این موضوع، روشی ابداع کردند که از طریق آن هزینه انرژی را برآورد بکنند. این واضح است که انرژی موجود در غذای مصرف شده باید برابر با انرژی تولیدی باشد (موگان<sup>6</sup>، 2000). این امر نشان دهنده آن است که انرژی که به صورت غذا به داخل بدن وارد بدن می‌شود باید با انرژی که از بدن خارج می‌شود، برابر باشد. به طور ساده جریان انرژی که به داخل بدن وارد می‌شود از طریق تغذیه و انرژی که از بدن خارج می‌شود به وسیله انرژی متابولیکی پایه<sup>7</sup> (BMR) مورد نیاز در حالت استراحت و فعالیت جسمانی تعیین می‌شود. انرژی به سه صورت از بدن انسان و سایر حیوانات خون گرم آزاد می‌شود. مقدار معینی از انرژی برای حفظ دمای بدن و انقباض عضلات غیرارادی برای عملکرد آنها همانند عملکرد سیستم گردش خون عروقی و تنفس در هنگام استراحت لازم است. این مقدار از سطح انرژی نشان دهنده مقدار انرژی متابولیکی مورد نیاز در شرایط استراحت می‌باشد (RMR). دوم این‌که، مقداری از انرژی برای گوارش و هضم غذای مصرفی لازم است که این مقدار انرژی، به انرژی لازم برای فعالیت دینامیکی ویژه<sup>1</sup> یا SDA معروف است که امروزه از آن به عنوان گرمای ویژه ناشی از تغذیه یاد می‌شود که شامل 10% از کل انرژی متابولیکی استراحتی می‌باشد. این دو مفهوم، یعنی انرژی متابولیکی پایه و انرژی متابولیکی استراحت نشان دهنده یک قسمت کوچکی از کل هزینه انرژی است و تا حدودی در بین افراد متغیر می‌باشد. در سیستم متریک بین المللی<sup>2</sup> (SI)، واحد سنجش برای گرمای تولیدی ژول است (به خاطر جیمز پیر اسکات<sup>3</sup> که اولین بار بر روی متابولیسم کارکرد نامگذاری شده است) (موگان، 2000).

مصرف انرژی و یا هزینه انرژی مصرفی در بین افراد متناسب با اندازه‌ی بدنی فرد می‌باشد. یک فرد با جثه‌ی کوچک که بسیار فعال است مقادیر کمتری از کیلوژول‌ها (کیلوکالری‌ها) را در عرض یک شبانه‌روز، در مقایسه با فردی با جثه‌ی بزرگ که در حالت بی‌تحرک

1. Specific Dynamic Activity 2. Le Système International d'Unités 3. James Prescott 4. Atherosclerotic Vascular Diseases 5. Non-Insulin- Dependent Diabetes 6. Bouchard

می‌باشد، مصرف می‌کند. بنابراین اگر انرژی به عنوان هزینه انرژی مصرفی به صورت ژول یا کالری بیان بشود، باید اندازه‌ی بدنی در برآورد آن لحاظ شود (موگان، 2000).

هزینه انرژی به میزان زیادی در طول ورزش‌هایی که حجم زیادی از ماهیچه‌ها را درگیر می‌کند افزایش می‌یابد و افرادی که به طور منظم و دایمی در حال تمرین هستند، احتیاج به انرژی بالایی دارند. این امر از طریق افزایش مصرف غذا به ویژه کربوهیدرات‌ها محقق می‌شود، این عامل باعث ایجاد یک برنامه‌ی غذایی سالم از طریق اصلاح نسبت چربی مصرفی به کربوهیدرات‌ها می‌شود، که این تغییر می‌تواند منجر به کاهش عوامل خطرزا، که باعث بروز چندین نوع از بیماری‌ها، به ویژه آترواسکلروز عروق<sup>4</sup>، دیابت غیر وابسته به انسولین<sup>5</sup> یا (NIDDM) که معروف به دیابت نوع دوم و یا دیابت بزرگسالی است، بشود و همچنین امکان ابتلا به بعضی از سرطان‌ها را نیز کاهش بدهد (بوچارد<sup>6</sup> و همکاران، 1994).

### هزینه انرژی استراحت

دانستن مقدار هزینه انرژی استراحت (REE) دارای فواید زیادی برای ورزشکارانی است که تلاش می‌کنند تا وزن خود را کاهش دهند. هزینه انرژی استراحتی برابر با مقدار انرژی متابولیکی پایه (BMR) نیست. بلکه BMR کمترین مقدار انرژی ضروری برای حفظ حالت هوشیاری، حفظ ضربان قلب، حفظ تنفس، متابولیسم سلولی، انتقال‌های عصبی، دمای بدنی و غیره می‌باشد. اندازه‌گیری BMR نیاز به این دارد که شخص فعالیت بدنی اضافی و یا تحت تحریکات روانی اضافی نباشد (شوتز<sup>1</sup>، 1998). هزینه انرژی استراحت، هزینه انرژی است که نیاز به حفظ عملکرد نرمال بدنی در حالت استراحت دارد (ولنسکی، 2008). هزینه انرژی استراحت به طور عادی در هنگام صبح، بعد از یک خواب شبانه نرمال وقتی که شخص به حالات دارازکش یا نشسته، در یک محیط با دمای طبیعی و حداقل بعد از 3 ساعت از صرف آخرین وعده‌ی غذایی با در نظر گرفتن اینکه 12 ساعت قبل از اندازه‌گیری شخص هیچ فعالیتی نداشته باشد (ماتیوس، 1995)، انجام می‌گیرد. اگرچه این دو عبارت دارای معنی نزدیک به هم هستند ولی تفاوت بین این دو در حدود 10% است که با در نظر گرفتن این موضوع این دو



<b>Surname:</b> Ibrahimnezhad	<b>Name:</b> Reza
<b>Title of thesis:</b> Estimation of Energy Expenditure of Active Boys by Instrumental Methods on the Field Walking Tests	
<b>Supervisor:</b> Dr. Abbas Meamarbashi . <b>Advisors:</b> Dr. Marefat Siahkohian .	
<b>Graduate Degree:</b> Master of science	<b>Major:</b> Physical Education and Sport Science
<b>Specialty:</b> Exercise Physiology	<b>University of:</b> Mohaghegh Ardabili
<b>Faculty:</b> Literature and Humanism	
<b>Graduation date:</b> 2010/08/15	<b>Number of pages:</b> 139
<b>Keywords:</b> Accelerometer, Polar, Pedometer, Energy Expenditure	
<b>Abstract</b>	
<p><b>Aim:</b>The purpose of this study was to estimate the energy expenditures in active students with instrumental methods in walking/running field tests. <b>METHODS:</b> Randomly recruited ten students (age: 23± 3/47 yrs; weight: 69 ± 11/79 kg; height: 178± 4/24 cm) in this study. Subjects performed 2,3,4,5,6,7,8 and 9 km/h running tests in the field for 2 minutes with five minutes rest. Physical activity during the tests was measured by a accelerometr, Polar and Pedometer. accelerometr measures body acceleration, Polar measures heart beats and Pedometer records number of paces. Energy expenditure was also estimated by Kawahara equation. Statistical analysis was done with MANOVA, Pearson correlation and Tukey test with level of significance at <math>P \leq 0.05</math>. <b>RESULTS:</b> Significant differences were seen between mean values of energy expenditure among four methods but WSX had higher difference compare with others. Very high correlation found between four methods with Kawahara equation. <b>CONCLUSION:</b> Tukey test revealed no significant differences between Kawahara equation with PAMS and SUNNTO except in 7km/h whereas WSX had significant difference with other methods.</p>	



**Faculty of literature and Humanities**  
**Department of physical Education**

**Estimation of energy expenditure of active boys by instrumental methods  
on the field walking tests**

**Supervisor:**

Ph.D., Abbas Meamarbashi

**Advisor:**

Ph.D., Marefat Siahkohian

**By:**

Reza Ibrahimnezhad

**University of Mohaghegh Ardabili**

**Aug- 2010**