

اثر الاختلاف في درجة حرارة البيئة على الطاقة المصروفة للجهد البدني

Effects of Difference Environment Temperature on Energy Cost of Exercise

محمد الهنداوي

Mohammad Al-hindawi

قسم الصحة، كلية التربية الرياضية، الجامعة الاردنية، الأردن

بريد الكتروني: m.hindawi@uj.edu.jo

تاريخ التسليم: (٢٠١٠/٣/٢٢)، تاريخ القبول: (٢٠١١/٣/٣٠)

ملخص

هدفت هذه الدراسة للتحقق من اثر الاختلاف في درجة حرارة البيئة على الطاقة المصروفة للجهد البدني. حتى يومنا هذا معظم الدراسات استخدمت عينة من جنس واحد ذكور او اناث او اجروا مقارنة للجنسين في نفس البيئة. لذا فان هذه الدراسة سوف تعمل على تحديد الاختلافات الجنسية للطاقة المصروفة لنفس الشدة في بيئتين مختلفتين بيئة حارة واخرى معتدلة. تكونت عينة هذه الدراسة من ٥ طلاب ذكور و ٥ اناث (١٩-٢٣ سنة) متطوعين من مختلف سنوات كلية التربية الرياضية في الجامعة الاردنية حيث تم توزيع عينة البحث بشكل عشوائي الى البيئتين المختلفتين الحارة ٣٠ درجة مئوية خلال شهر الصيف في نهاية شهر (تموز) وبداية شهر (أب) والبيئة المعتدلة في منتصف شهر (أيار) في بيئة ٢٠ درجة مئوية. تم تطبيق اجراءات الدراسة في مختبر كلية الرياضة في الجامعة الأردنية. وتم استخدام الدراجة الثابتة (Ergometer) من اجل تحديد VO2 max والطاقة المصروفة. استهلاك الاكسجين تم قياسه بطريقة غير مباشرة Indirect Calorimetric من خلال جهاز تحليل الغازات. أظهرت نتائج الدراسة ان الطاقة المصروفة للجهد البدني عند الذكور كانت ذات دلالة احصائية اعلى من الاناث. كما دلت النتائج الى وجود فروق ذات دلالة احصائية على متغير الجنس ولصالح الذكور الذين كان عندهم مجموع كلي للطاقة المصروفة اعلى من الاناث مع عدم ملاحظة اي اختلاف بين البيئتين. أيضاً دلت النتائج الى ان معدل ضربات القلب عند عينة الاناث خلال الجهد البدني كان اعلى من الذكور في كل من البيئتين. وبناء على النتائج التي توصلت اليها الدراسة يوصي الباحث بما يلي: (١) اجراء دراسة للطاقة المصروفة للجهد البدني على شدة مختلفة في بيئات مختلفة. (٢) اجراء دراسة تحاول التعرف على استجابات الجهاز الدوري بين الذكور والاناث في الجو الحار والبارد.

Abstract

The purpose of this investigation was to identify the effects of different environment temperatures on the energy cost of exercise between male and female. The study sample consisted of five male and five female subjects' students at the University of Jordan at the physical Education College the study is based on the experimental design due to its suitability to the purpose of the study. Subjects were randomly exercised for 60 minutes in two different environments neutral (20 °C) and hot environment (30 °C). Subjects exercised by cycling on stationary bicycle at exercise intensity 25 W.m body surface areas (BSA). The following physiological measurement were determined, oxygen consumption, heart rate. The results of this investigation revealed that the energy cost of exercise was significantly greater for male than for females in the two environments conditions. The exercise heart rate for the female subjects was greater during exercise than for the male subjects. Based on the results and conclusions of this study the following recommendation for further study are made: studies should be undertaken to determine gender differences in energy cost of exercise and in the cardiovascular adaptation to different intensities of exercise in hot and cold environments.

مقدمة البحث

ان الاهتمام بتحديد مقدار الطاقة المصروفة للجهد البدني كانت وما زالت محط اهتمام الباحثين والعاملين في المجال الرياضي وفي المجتمعات عامة (Astrand & Rodahl, 1977). وفي السنوات الاخيرة زاد الاهتمام بالبحوث المرتبطة في كيفية قياس مستوى النشاط البدني لاهميته في تحديد ووصف البرنامج التدريبي وحجم العمل فيها وحساب الطاقة المصروفة من قبل المدربين والعاملين في العيادات التأهيلية (Hitchcock 2007) إضافة لاهميته في الصحة العامة والطب الوقائي، وفي وقتنا الحاضر لا تقتصر عملية تقدير الطاقة المصروفة على مجالات الطب الرياضي بل تتعداها للعديد من المجالات الاخرى مثل التغذية والتأهيل، ان زيادة الاهتمام ببحوث النشاط البدني وكيفية قياس مستوى النشاط البدني والعوامل المحددة له اصبحت تحتل اولوية ضمن سياسات الصحة العامة واستراتيجيات الطب الوقائي لهذا فان قياس مستوى النشاط البدني لدى الافراد يعني تحديد مقدار الطاقة المصروفة لهذا النشاط، الامر الذي يوفر بيانات حيوية تسهم في تحديد درجة الخمول البدني لدى افراد المجتمعات لعلاقة الخمول بالعديد من امراض نقص الحركة الامر الذي يساعد في البدء بعمليات التدخل السلوكي لتعديل

المستويات المنخفضة من النشاط لدى الافراد عامه والرياضيين خاصة (Pitsiladis, 1999). ولا يقتصر اهمية قياس النشاط البدني على الرياضيين والاصحاء فقط بل يتعداهم الى الافراد الاكثر عرضة للاصابة بالامراض المرتبطة بنقص الحركة، كما ان قياس النشاط البدني يكتسب اهمية قصوى في المراحل العمرية التي ينخفض فيها مستوى النشاط البدني (Thompson, 2003).

وحول طرق قياس النشاط البدني فأنها متعددة ومتنوعة، حيث ان هناك الادوات والوسائل البسيطة وهناك الاكثر تعقيدا وكلفة ويمكن تقسيمها تبعا لدقتها وموضوعيتها في تقدير الطاقة المصروفة مثل قياس استهلاك الاكسجين، قياس الماء غير المشبع، والمراقبة غير مباشرة الى الطرق الثانوية كرصده معدل ضربات القلب وقياس الحركة وهناك الطرق الذاتية مثل الاستبانة والمقابلة وسجل تدوين النشاط البدني ولكل طريقة من الطرق السابقة مميزاتا وعيوبها (Butcher, 1999, Pollock, 1998).

ان فهمنا الدقيق لتاثير النشاط البدني على صحة الانسان وقدرتنا على رصد التغيرات التي تطرا على مستوى النشاط البدني لدى افراد المجتمع يتطلب في الواقع طريقة صادقة وثابته في قياس الطاقة المصروفة.

قياس استهلاك الاكسجين

أن جميع العمليات الحيوية داخل الجسم يتم فيها استخدام الطاقة وينتج عنها حرارة ويقوم الجسم بالتخلص منها للمحيط الخارجي بوسائل متعددة، ويعد معدل انتاج الحرارة في الجسم مؤشر دقيق على معدل العمليات الايضية اي مؤشر لمعدل الطاقة المصروفة من قبل الجسم (Mcardle, 1991, Montoye, 1996).

ويعد قياس الطاقة الحرارية المنبعثة مباشرة من الجسم عملية قياس معقدة وتحتاج الى تجهيزات علمية مخبرية كبيرة ونظرا لصعوبة استخدام الطريقة المباشرة لقياس الحرارة المنبعثة من الجسم يتم اللجوء الى ما يسمى بالطريقة غير المباشرة ومن ذلك قياس استهلاك الاكسجين وانتاج ثاني اكسيد الكربون، ويمكن بدقة ويسر تقدير الطاقة المصروفة اثناء الجهد البدني من خلال معرفة معدل استهلاك الاكسجين.

في الاعوام القليلة الماضية حدث تطور كبير في تقنية اجهزة قياس استهلاك الاكسجين حتى اصبح بالامكان استخدامها ميدانيا. لهذا يعتبر قياس الطاقة المصروفة للجهد البدني من خلال قياس الاكسجين المستهلك من اكثر طرق القياس فعالية وكفاءه وتعتبر محك لبعض طرق القياس الاخرى خاصة الميدانية منها.

لقد وضع العالمين (Strand & Rodahl, 1977) منذ زمن حجر الاساس في تقدير الطاقة المصروفة للجهد البدني من خلال استخدام استهلاك الاكسجين، وتناسب عملية استهلاك

الاكسجين تناسباً طردياً مع الطاقة المنتجة من قبل الجسم كما يلاحظ اثناء الجهد البدني المتدرج وجود علاقة خطية قوية بين استهلاك الاكسجين وشدة الجهد البدني المبذول.

ويتم التعبير عن الطاقة المصروفة بالكيلو جول او بالكيلو سعر حراري (الذي = ٤.١٨ كيلو جول) او بمقدار استهلاك الجسم من الاكسجين في الدقيقة او يعبر عن مقدار الطاقة المصروفة بالمكافئ الايضى والذي يرمز له (MET) وهو يعني مقدار الطاقة المصروفة من قبل الجسم اثناء الراحة الى الطاقة المصروفة اثناء الجهد البدني. ويصل عند الذكور الى (٢٥٠) ميليتراً وعند الأناث (٢٠٠) ميليتراً.

ان استخدام استهلاك الاكسجين لحساب الطاقة المصروفة طبقاً لمساحة مسطح الجسم (BSA) Body Surface area يعطى دقة أكثر لحساب الطاقة المصروفة خاصة عند مقارنة الذكور بالاناث خلال التعرض للبيئة الباردة او الحارة (Fahey & 1996, white). (Epstein, 1998)

مشكلة البحث

يتمتع جسم الانسان بسعة عالية لتحمل ظروف بيئية مختلفة بسبب وجود الية التوازن الداخلي لتنظيم درجة حرارة الجسم ولهذا من الممكن ان يكون هنالك اختلافات بين الجنسين في هذه الالية للتخلص من الحرارة عند التعرض لبيئة حارة خلال الجهد البدني. ان مقدرة الاناث على تحمل الحرارة ضعيفة مقارنة مع الرجال بسبب ضعف قدرتهم لتصرف الحرارة والتخلص منها من خلال التعرق مقارنة بالرجال (Hertig, 1971). كما ان مقدرة الجسم على التخلص من الحرارة اثناء الجهد البدني تعتمد على قدرة الجسم على التخلص من الحرارة والمحافظة على سريان الدم للعضلات العاملة.

تشكل ممارسة النشاط البدني في الجو الحار عبأً على الجسم أكثر من ممارسة الجهد البدني في الجو البارد او المعتدل، حيث ان ممارسة الجهد البدني في الجو الحار تؤدي الى زيادة في درجة حرارة الجسم بالإضافة للحرارة الناتجة من العمليات الايضية خلال الجهد البدني وهنالك الحرارة المكتسبة من البيئة الخارجية ذلك ما يؤدي الى تخزين حرارة اكبر والى زيادة معدل ضربات القلب وارتفاع في درجة حرارة الجسم الداخلية. ان زيادة معدل ضربات القلب تؤدي الى زيادة في الدفع القلبي لتلبية المتطلبات الايضية للعضلات العاملة وللجلد لتخلص من الحرارة.

هناك اختلاف في اراء ونتائج البحوث في مقدرة الاناث على ممارسة الجهد البدني في الجو الحار فقد وجد (Hertig, 1971) بان الاناث لا يستطعن تحمل الحرارة مثل الذكور بسبب انخفاض قدراتهم على التخلص من الحرارة.

كما ويعتقد ان استهلاك الاكسجين يختلف باختلاف البيئة من الباردة الى المعتدلة الى الحارة لنفس شدة الجهد البدني لهذا فان موضوع الطاقة المصروفة في بيئات مختلفة لنفس شدة

الجهد يختلف باختلاف البيئة بالزيادة (Gonzalez, 1993) (Volkov,2003) (Walter,2000) او بالنقصان (Smith & Brouha ١٩٩٩) او البقاء (Ferguson,2002) او حالة (McGreg & Klausen ١٩٩٩) (Tucker, 2006),(Mclellan,2001).

ولهذا جاءت هذه الدراسة للتحقق من اثر التغير في درجة حرارة البيئة على الطاقة المصروفة للجهد البدني. وليومنا هذا فإن معظم الدراسات في هذا المجال كانت محددة لاستجابات الذكور والانات عند التعرض لبيئات مختلفة بدون مقارنة مباشرة بين الجنسين تحت بيئات متشابهة.

اهمية البحث

إن معظم الدراسات المذكورة سابقا استخدمت عينة من جنس واحد ذكور او اناث او تم اجراء مقارنة للجنسين في نفس البيئة، أما هذه الدراسة فسوف تعمل على تحديد الاختلافات بين الذكور والانات في الجو الحار والمعتدل للطاقة المصروفة لنفس الشدة في بيئتين مختلفتين بيئة حارة واخرى معتدلة، وبالتالي ستساهم الدراسة الحالية في أفادة المدربين والباحثين في هذا المجال من أجل الاستفادة من نتائجها عند التدريب في الجو الحار والمعتدل ومراعاة الفروق الفسيولوجية بين الذكور والانات.

اهداف البحث

هدفت هذه الدراسة الى

١. تحديد الفروق في الطاقة المصروفة للجهد البدني في البيئة الحارة والبيئة المعتدلة بين الذكور و الاناث.
٢. تحديد اثر الأختلاف في درجة الحرارة على الطاقة المصروفة للجهد البدني.

فرضيات البحث

سعت الدراسة الى اختبار صحة الفرضيات الآتية

١. توجد فروق ذو دلالة احصائية في الطاقة المصروفة للجهد البدني بين البيئتين المعتدلة والحارة.
٢. توجد فروق ذو دلالة احصائية في الطاقة المصروفة للجهد البدني في البيئة الحارة والمعتدلة بين الذكور والانات.

مجالات البحث

المجال البشري: اقتصرت هذه الدراسة على طلبة كلية التربية الرياضية في الجامعة الأردنية.

المجال المكاني: تم تطبيق اجراءات الدراسة في مختبر كلية الرياضة في الجامعة الأردنية.

المجال الزمني: لقد تم اجراء الدراسة في الفترة الزمنية من نهاية شهر (تموز) وبداية شهر (أب) للبيئة الحارة والبيئة المعتدلة في منتصف شهر (أيار).

مصطلحات البحث

الطاقة المصروفة: Energy expenditure هي عبارة عن كمية السرعات الحرارية التي ينفقها الانسان للأبفاء بأحتياجات الجسم الحيوية وبالمتطلبات الحياتية، وتقاس عادة بالكيلو جول في الدقيقة أو الكيلو سعر حراري أو بمقدار أستهلاك الأوكسجين بالتر في الدقيقة. وتقسم الى ثلاث اقسام الطاقة المصروفة أثناء الراحة، الطاقة المصروفة من جراء أستهلاك الطعام، الطاقة المصروفة من جراء القيام بالناشاط الرياضي (Robergs, 2000).

Vo2 Max: (Maximal Oxygen up Take): وهو أقصى قدرة للجسم على أخذ الأوكسجين ونقله ومن ثم أستهلاكه من قبل الخلايا العضلية العاملة وهو احسن مؤشر فسيولوجي للأمكانية الوظيفية لدى الفرد ويتم تسجيله إما بالتر في الدقيقة (المطلق) أو بلميلتر لكل كيلو جرام من وزن الجسم في الدقيقة (النسبي) (Monotoy, 1996).

الدرجة الثابتة: وهي درجة ثابتة منها ما هو ميكانيكي ومنها ما هو ألكتروني ويتم التحكم بالمقاومة وبالتالي بمقدار الشغل المنجز بصورة دقيقة (Robergs, 2000).

BSA: (Body Surface Area): هي تلك المساحة التي يغطيها الجلد (وتسجل بالمترب) ويتم تحديدها بأستخدام معادلة دوبويس (1٩٩٩) التي تأخذ في الأعتبار متغيري الوزن والطول (Robergs, 2000).

الدراسات السابقة

(Young, 1990, Gonsolozio & Shapiro, 1961) وجدوا ان استهلاك الاكسجين يزيد في البيئة الحارة بزيادة درجة الحرارة عن البيئة المعتدلة وعزوا ذلك الى ان الزيادة في درجة الحرارة تؤدي الى زيادة الطاقة المصروفة بسبب الزيادة في معدل ضربات القلب وزيادة معدل التنفس وزيادة معدل العمليات الايضية في الانسجة مؤديا الى زيادة انتاج الحرارة.

(Smith , Brouha, 1960) وجدوا انخفاض في الطاقة المصروفة مع زيادة الحرارة في البيئة لعينة قوامها ١١ شخص تعرضوا لبيئات معتدلة، بيئة حارة جافة، وبيئة حارة رطبة.

اما (Dill , Phillips, 1962) فقد وجدوا بدراسة على عينة مؤلفة من ٧ اشخاص في بيئة معتدلة وبيئة حاره لجهود بدني دون الاقصى بان الطاقة المصروفة لم تتغير بتغيير البيئة لنفس الجهد البدني ووجدوا ايضا بان الطاقة المصروفة خلال جهد بدني اقصى ممثلة باستهلاك اكسجين اقل في البيئة الحارة مقارنة بالبيئة المعتدلة.

وعزوا هذا الانخفاض في استهلاك الاكسجين الى عدم كفاية الدم الواصل الى العضلات العاملة بسبب اعادة توزيع الدم الى الجلد للتخلص من الحرارة.

أما (Blackmon & Rowell, 1965) فقد وجدوا عدم وجود اية فروق في استهلاك الاكسجين في الجهد البدني ولنفس الشدة في البيئة الحارة والبيئة المعتدلة.

(Gallow & Sturt, 1997) درسوا اثر اختلاف درجة حرارة البيئة على جهد بدني طويل المدة، وكانت عينة الدراسة من الذكور في بيئتين مختلفتين بدرجات حرارة (٢٠) و(٣٠) درجة مئوية وقام الباحثون بقياس معدل ضربات القلب، درجة حرارة الجسم، واستهلاك الأوكسجين. ومن اهم النتائج التي توصل اليها الباحثون بان هناك اثر واضح لدرجة حرارة البيئة على الطاقة المصروفة اذ انها كانت اعلى في البيئة الحارة.

وفي دراسة اخرى قام بها كل من (Nielson & Savard, 1995) حيث دراسوا اثر اختلاف درجة حرارة البيئة على سريان الدم للعضلات والطاقة المصروفة من خلال عينة مكونة من ٧ اشخاص من الذكور يمارسون رياضة المشي على الحزام المتحرك بسرعة (٥) كيلو متر بالساعة لمدة (٩٠) دقيقة في بيئة باردة (٨) درجة مئوية وبيئة حارة (٤٠) درجة مئوية. ومن اهم نتائج التي توصل اليها الباحثون زيادة في حاصل القلب ومعدل ضربات القلب في البيئة حارة لكنهم لم يجدوا هناك اي تغيير في الطاقة المصروفة في الجو البارد مقارنة مع الجو الحار بدلالة عدم تغير استهلاك الأوكسجين في البيئتين.

اما (Lambert & Butcher, 1994) فقد بحثوا في اثر التدريب الرياضي والتكيف عند الذكور في بيئات مختلفة وتكونت عينة الدراسة من (٨) اشخاص أخضعوا لبرنامج تدريبي (مشي) على الحزام المتحرك لمدة (٨) اسابيع بشدة (٦٠-٨٠) % من الاستهلاك الاقصى للاوكسجين لمدة (٣٠-٤٠) دقيقة (٣) مرات في الاسبوع في درجة حرارة (٢٠) و(٣٠) درجة مئوية. دلت نتائج دراستهم عن انخفاض في الطاقة المصروفة في البيئة الحارة (٤٠) درجة مئوية وعزوا هذا الانخفاض في الطاقة المصروفة الى زيادة التعرق الشديد وانخفاض حجم الدم.

وفي دراسة اخرى قام بها كل من (Hayms & McCormik, 1995) على عينة مكونة من (١٢) من الذكور والاناث في ظروف بيئية بدرجات حرارية مختلفة كالآتي (٢١) (٢٦) (٢٩) (٣٢) درجة مئوية. من خلال مشي العينة على الحزام المتحرك بسرعة ٤,٨ ميل /ساعة لمدة ٢٠ دقيقة. اسفرت نتائج دراستهم على ان عينة الذكور والاناث استجابوا بشكل متشابه للجهود البدني في البيئات المختلفة ماعادا في درجة حرارة (٣٢) وايضا وجدوا ان عينة الذكور كان عندهم قدرة افضل على تحمل درجة الحرارة العالية أكثر من عينة الاناث.

عينة البحث

تكونت عينة الدراسة من (٥) طلاب ذكور و(٥) اناث ممن تتراوح أعمارهم (١٩- ٢٣) سنة متطوعين من مختلف سنوات كلية التربية الرياضية في الجامعة الاردنية حيث تم توزيع عينة البحث بشكل عشوائي على البيئتين المختلفتين الحارة (٣٠) درجة مئوية خلال شهر الصيف في نهاية شهر (تموز) وبداية شهر (أب) والبيئة المعتدلة في منتصف شهر (أيار) في بيئة (٢٠) درجة مئوية.

وتم قياس المتغيرات الفسيولوجية التالية خلال التعرض للبيئتين المختلفتين: استهلاك الاوكسجين، معدل ضربات القلب.

جدول (١): يبين المتغيرات الجسمية والفسيولوجية والمتوسطات الحسابية لعينة البحث التالية: العمر، الوزن، الطول، تركيب الجسم، مساحة مقطع الجسم (BSA). وأستهلاك الأوكسجين.

جدول (١): المتغيرات الجسمية والفسيولوجية لأفراد عينة الدراسة.

الجنس	العمر	الوزن كغم	الطول سم	نسبة الدهون %	مساحة سطح الجسم	الأوكسجين المستهلك ل/د	الأوكسجين المستهلك مل.كغ.د
ذكر	٢١	٧٢	١٧٥	١٥.٤	١.٨٤	٢.٥٩	٤٧.٩
ذكر	٢١	٧٣	١٧٦	١٤.٩	١.٨٣	٣.٦٤	٥١.٨
ذكر	٢٢	٦١	١٦٩	١٠.٣	١.٦٧	٤.٢٠	٧٠.٣
ذكر	٢٣	٦٦	١٧٨	١٤.٠	١.٨٢	٣.٤٧	٥١.٧
ذكر	٢٢	٧٢	١٧٥	١٤.٩	١.٩٠	٣.٩٠	٤٨.١
انثى	٢١	٥٢	١٥١	٢٠.٣	١.٤٤	١.٩٥	٣٣.٢
انثى	٢٢	٥٥	١٥٥	٢٢.٠	١.٥٠	٢.٢٠	٣٩.٠
انثى	٢١	٦٠	١٧٥	١٧.٣	١.٧٠	٢.١٩	٣٥.٢
انثى	١٩	٧١	١٧٠	١٥.١	١.٧٩	٢.٤٠	٤١.٠
انثى	٢٠	٦١	١٥٢	٢٤.٠	١.٥٥	٢.١٠	٣٣.١
المتوسط الحسابي	٢١.٢	٦٤.٣	١٦٧.٦	١٦.٨٢	١.٧٠٤	٢.٨٦٤	٤٥.١٣

منهج البحث

استخدم الباحث المنهج التجريبي نظرا لملائمة لاغراض الدراسة

ادوات البحث

من اجل جمع البيانات استخدمت استمارة جمع البيانات والتي اشتملت على المعلومات التالية: الوزن، العمر، الطول الجسم مؤشر كتلة الجسم، نسبة الدهون، استهلاك الاوكسجين لكل فرد من افراد العينة.

— تم استخدام الدراجة الثابتة (Ergometer-yeCate-Eergocise, CE-١٦٠٠) من اجل تحديد VO2 Max والطاقة المصروفة.

— استهلاك الاكسجين تم قياسه بطريقة غير مباشرة indirect calorimetric من خلال جهاز تحليل الغازات (Vista Vo2Lab vacu med-part 17625-1) الموصول بالدراجة الثابتة وبكمبيوتر لتحليل البيانات.

— ميزان الكتروني لقياس الوزن لاقرب نصف كيلو غرام.

— متر لقياس الطول حيث تم قياس الطول بدون حذاء لاقرب (سم).

— مؤشر كتلة الجسم (BMI) كغم/م^٢:

تم قياس ذلك من خلال قسمة وزن الشخص بالكيلو غرام مقسوما على مربع الطول بالمتر وذلك وفقا للمعادلة التالية:

(BMI) كغم/م^٢=وزن الجسم (كغم)/الطول (م) (Ravussin and Swinburne 1992).

* قياس مسطح الجسم (BSA): هو عبارة عن المساحة التي يغطيها الجسم بالمتر المربع وتم قياسه باستخدام معادلة (Dibose & Dibose)

وذلك على النحو التالي: BSA م^٢ = (٠.٠٠٧١٨٤) x الوزن (كغم) * ٠.٤٢٥ x الطول (م) * ٠.٧٢٥ (Delorenzo et al., 1999).

متغيرات البحث

المتغيرات المستقلة

— البيئة (حارة و معتدلة).

— الجنس: ذكر وأنثى.

المتغيرات التابعة

الطاقة المصروفة، معدل ضربات القلب.

المعالجات الاحصائية

من اجل معالجة البيانات استخدم الباحث برنامج الرزم الاحصائية للعلوم الاجتماعية (SPSS) وذلك باستخدام المعالجات الاحصائية التالية:

١. الوسط الحسابي والانحراف المعياري من اجل تحديد مستوى القياسات قيد الدراسة.
٢. 2×2 Anova تحليل التباين الثنائي بأحد صورة العاملية 2×2 واختبار توكي.
٣. Tuckey Post-Hoc للمقارنات البعدية بين المتوسطات الحسابية عند اللزوم.

اجراءات الدراسة

تم حضور عينة الدراسة الى مختبر كلية التربية الرياضية في الجامعة الاردنية مرتدين شورت وتي شيرت وحذاء رياضي، وتم اخذ القياسات التالية (الطول، الوزن، نسبة الدهون، درجة الحرارة الجسم، معدل ضربات القلب في الراحة).

مساحة سطح الجسم، Vo_{2max} لكل العينة قيد الدراسة.

بعد ذلك بدأ كل شخص في اداء الجهد البدني حيث تم استخدام الدراجة الثابتة ولمدة ساعة كاملة في البيئتين المختلفتين وفي يومين مختلفين وخلال ذلك تم قياس استهلاك الأوكسجين من خلال جهاز تحليل الغازات، وتم حساب الأوكسجين المستهلك وغاز ثاني أوكسيد الكربون المنتج حتى تتم حساب الطاقة المصروفة، وبعد الانتهاء من الجهد البدني تم جلوس الشخص على كرسي حتى الانتهاء من فترة الاستشفاء وعودة معدل ضربات القلب واستهلاك الاكسجين ودرجة حرارة الجسم الى الوضع الطبيعي.

أثناء الجهد البدني وفترة الاستشفاء تم اخذ قياسات معدل ضربات القلب واستهلاك الاكسجين كل خمس دقائق.

وكانت شدة الجهد الذي تم ممارسته من كل فرد من افراد العينة $25 W \cdot M \cdot BSA$

لقد تم اجراء الجهد البدني في البيئة الحارة عند درجة حرارة (٣٠) درجة مئوية وفي الجو المعتدل عند درجة حرارة (٢٠) درجة مئوية. وقد تمت ممارسة الجهد البدني في البيئتين بشكل عشوائي وبفترات راحة ثلاث ايام بين كل اختبار.

نتائج الدراسة

جدول رقم (٢) يوضح المتوسط الحسابي والانحراف المعياري للطاقة المصروفة للجهد البدني بشكل فردي وجماعي بالواط بعد ساعة من الجهد البدني.

يتضح من الجدول رقم (٢) ان الطاقة المصروفة للجهد البدني عند الذكور كانت ذات دلالة احصائية اعلى من الاناث يعزى هذا الاختلاف بين الذكور والاناث في الطاقة المصروفة الى ضبط شدة الجهد البدني بناء على مساحة مقطع مسطح الجسم لكل فرد من افراد العينة.

كما ويتضح من جدول رقم (٢) بأنه لم يكن هناك اختلاف ذو دلالة احصائية بين البيئتين سواء للذكور أم للاناث.

وتشير بيانات الجدول رقم (٢) الى ان المتوسط الحسابي للطاقة المصروفة بالواط لمدة ٦٠ دقيقة من الجهد البدني في البيئة المعتدلة والبيئة الحارة كانت للذكور (٣٢.١) و(٣٢.٤) وللاناث كانت (٢٤.٤) (٢٤,٥٦) في البيئة المعتدلة والحارة.

جدول (٢): المتوسط الحسابي للطاقة المصروفة (بالواط) للجهد البدني لمدة ٦٠ د في البيئتين المختلفتين.

	انثى		ذكر		
	البيئة المعتدلة	البيئة الحارة	البيئة المعتدلة	البيئة الحارة	
١	٣٢.٥	٢٩.٢	١٩.٤٠	٢١.٩	
٢	٢٥.٤	٢٦.٠	٢٤.٥	٢٦.٦	
٣	٢٩.٧	٢٦.٤	٢٩.٣	٢٤.٩	
٤	٢٥.٤	٢٦.٧	٢٣.٩	٢١.٦٦	
٥	٣٢.٤١	٣٢.١	٢٣.١	٢٥.٠	
المتوسط الحسابي	٢٩.٠٨	٢٨.٠٨	٢٤.٠٤	٢٤.٥٦	
الأنحراف المعياري	٢.٤٨	٢.٥٠	٢.١١	٢.٥٩	

الطاقة المصروفة اثناء فترة الاستشفاء

لقد تم قياس الطاقة المصروفة في فترة الاستشفاء في كل دقيقة من وضع الجلوس لعينة الدراسة حتى رجوع معدل ضربات القلب، واستهلاك الاكسجين الى وضع الراحة.

تشير بيانات الجدول رقم (٣) الى ان الطاقة المصروفة بالواط في فترة الاستشفاء لكل فرد من افراد العينة بعد الانتهاء من ٦٠د/ من الجهد البدني في كلا من البيئتين المختلفتين كانت على النحو التالي:

الطاقة المصروفة بالواط في فترة الاستشفاء للذكور (٣.٤٨ ± ١.٦٥) و(٤.٩٢ ± ٢.٥) في البيئة المعتدلة والحارة.

وكانت للاناث (٢,٤١) و(٣,٢٩) واط في البيئة المعتدلة والحارة.

جدول (٣): المتوسط الحسابي للطاقة المصروفة لفترة الأستشفاء (با لواط) بعد ٦٠ د في البيئتين المختلفتين.

	انثى		ذكر		
	البيئة المعتدلة	البيئة الحارة	البيئة المعتدلة	البيئة الحارة	
١	٣.١١	٤.٢١	٣.٦٣	٢.٧١	
٢	٢.٧٥	٣.١٣	١.١٩	٣.٨٠	
٣	٦.٤٠	٩.١٤	٣.٩٠	٢.١٢	
٤	٢.٥٨	٤.٤٦	٣.١٣	٠.٦٦	
٥	٢.٦٠	٣.٦٦	٤.٩٠	٢.٧٥	
	٣.٤٨٨	٤.٩٢	٣.٢٩٦	٢.٤١	المتوسط الحسابي
	٢.٤٩	١.٨٥	١.٤٦	١.٤٠	الأنحراف المعياري

المجموع الكلي للطاقة المصروفة للجهد البدني وخلال فترة الاستشفاء

ان المجموع الكلي للطاقة المصروفة اثناء الجهد البدني وخلال فترة الاستشفاء بالواط بعد التعرض للبيئتين المختلفتين في الجدول رقم (٤) وتفيد نتائج هذا الجدول الى ان الطاقة المصروفة الكلية اثناء الجهد البدني وخلال فترة الاستشفاء للذكور كانت (34.63 ± 4.3) وط (32.94 ± 5.5) واط لكلا من البيئة المعتدلة والحارة. وكانت للإناث ($28,96$) ($26,28$) واط في البيئة المعتدلة والحارة.

ويتضح من الجدول رقم (٤) الى وجود فروق ذات دلالة احصائية تبعا الى متغير الجنس ولصالح الذكور الذين كان لديهم مجموع كلي للطاقة المصروفة اعلى من الاناث مع عدم ملاحظة اية اختلاف بين البيئتين.

جدول (٤): المجموع الكلي للطاقة المصروفة للجهد البدني ولفترة الأستشفاء (با لواط) للبيئتين المختلفتين.

	انثى		ذكر		
	البيئة المعتدلة	البيئة الحارة	البيئة المعتدلة	البيئة الحارة	
١	٢١.٧٣	٣٢.٤٥	٣٦.٧١	٢٦.٧١	
٢	٢٧.٦١	٢٨.٩٣	٣٧.٥٥	٢٨.٤٢	
٣	٢٧.٦١	٣٥.٦٥	٣٦.٥٦	٢٩.٠٢	
٤	٢٤.٨٥	٣١.٦٦	٢٧.٥٩	٢٨.٨٣	
٥	٢٤.٠	٣٦.٠١	٣٤.٧٦	٢٧.٨٥	
	٢٦.٢٨	٣٢.٩٤	٣٤.٦٣٤	٢٨.٩٦	المتوسط الحسابي
	٤.٨٩	٢.٥٢	٢.٩	٤.٩٠	الأنحراف المعياري

معدل ضربات القلب

المتوسط الحسابي والانحراف المعياري لمعدل ضربات القلب خلال (٦٠) د من الجهد البدني للذكور والاناث في البيئتين المعتدلة والحارة موجودة بالجدولين رقم (٥) و(٦).

وتشير بيانات الجدول رقم (٥) الى ان معدل ضربات القلب عند عينة الاناث خلال الجهد البدني كان اعلى من الذكور في كل من البيئتين، وكان المتوسط الحسابي لمعدل ضربات القلب في البيئة المعتدلة (١٩٣±١٩) و(١٥٣±٢٥) ضربة بالدقيقة للذكور والاناث على التوالي.

اما في البيئة الحارة فكان معدل ضربات القلب يساوي (١٤٦±٢٥) و(١٧٨±٢٨) ضربة بالدقيقة لكلا من الذكور والاناث.

جدول (٥): معدل ضربات القلب للذكور اثناء الجهد البدني في البيئتين المختلفتين.

البيئة	قراءة أولية	١٥ د	٣٠ د	٥٤ د	٦٠ د	
حارة	٨٩	١٤٢	١٥٥	١٦٥	١٥٥	١
معتدلة	٧٣	١٤٠	١٤٣	١٥٠	١٥٠	
حارة	٦٥	٩٩	١٠٢	١٢٠	١٢٢	٢
معتدلة	٦١	١٠٢	١٠٨	١١٥	١١٥	
حارة	٧٩	١٤٥	١٥٠	١٥٢	١٥٢	٣
معتدلة	٧٥	١٢٩	١٣٨	١٢٨	١٣٠	
حارة	٧٤	١٥٥	١٧٠	١٨٠	١٨٠	٤
معتدلة	٧٢	١٣٥	١٥٠	١٧٥	١٥٥	
حارة	٧٤	١١٥	١٢٣	١٢٩	١٢٠	٥
معتدلة	٧١	١٠٥	١١٣	١٢٥	١١٨	

جدول (٦): معدل ضربات القلب للاناث اثناء الجهد البدني في البيئتين المختلفتين.

البيئة	قراءة أولية	١٥ د	٣٠ د	٥٤ د	٦٠ د	
حارة	٧٣	١٧٠	١٩٠	٢٠٠	١٩٠	١
معتدلة	٧٣	١٦٠	١٦٨	١٧٥	١٨٠	
حارة	٧٨	١٥٠	١٦٠	١٥٥	١٦٠	٢
معتدلة	٧٢	١٣٨	١٣٠	١٣٠	١٢٥	
حارة	٧٣	١٥٢	١٧٠	١٨٠	١٨٠	٣
معتدلة	٧٢	١٥٠	١٦٠	١٧٠	١٧٠	
حارة	٦٢	١٨٤	١٥٢	١٥٠	١٥٠	٤
معتدلة	٦٥	١٣٥	١٣٨	١٤٠	١٤٥	
حارة	٦٨	١٣٥	١٤٢	١٤٢	١٤٥	٥
معتدلة	٦٥	١١٧	١٢٠	١٢٥	١٣٥	

مناقشة النتائج

في ضوء طبيعة الدراسة واهدافها وفرضياتها وبعد المعالجة احصائية فيما يلي مناقشة النتائج

الفرضية الأولى: توجد فروق ذو دلالة احصائية في الطاقة المصروفة للجهد البدني في البيئة المعتدلة والحار.

وللتحقق من صحة الفرضية تم استخدام المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية ونتائج تحليل التباين الثنائي وذلك في الجدول رقم (٤) والملاحق من (٧-١٠) حيث لم تظهر اية فروق دالة احصائية وبناء على ما تقدم فإنة تم رفض الفرضية الأولى بدليل عدم وجود فروق ذات دلالة احصائية في الطاقة المصروفة للجهد البدني بين البيئة الحارة والبيئة المعتدلة. وجاءت هذه النتيجة مطابقة لنتيجة دراسة (Pallone, 1981) على عينة من المتطوعين الرجال لم يجد اية فروق في استهلاك الاكسجين القصوى (VO2) اثناء ممارسة الجهد البدني في بيئة معتدلة وحارة.

ايضا كل من (Kraning 1991, Pirnay 1992) وجدوا نتائج مشابهة لنتائج (Pallone 1981) في بيئة حاره ولكن عينة الرجال استهلكوا اكسجين اكثر من النساء لنفس الشغل في كل من البيئتين المعتدلة والحارة ولكن لم يجدوا اية فروق في البيئة الحاره.

ولم تتفق هذه النتيجة مع كل من (Harrison & Williams, 2000) (Besson, 2001) فقد وجدوا ان استهلاك الاكسجين كان اقل بدلالة احصائية واضحة في الجو الحار الرطب للجهد البدني أقل من أقصى شدة لعينة من الرجال.

الفرضية الثانية: توجد فروق ذو دلالة احصائية في الطاقة المصروفة للجهد البدني في البيئة الحارة والمعتدلة تبعا الى متغير الجنس.

وللتحقق من صحة الفرضية تم استخدام المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية الجدول رقم (٤) ونتائج Anova (الملاحق من ٧-١٠). حيث يبين الجدول رقم (٤) المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية الى وجود فروق دالة احصائية في الطاقة المصروفة للجهد البدني في البيئة الحارة بين الذكور والاناث.

وتختلف هذه النتيجة مع ما توصل اليه كلا من (Amery & Fagard, 1995) الذين لم يجدوا اية فرق في الطاقة المصروفة للجهد البدني بناء على متغير الجنس في بيئات مختلفة.

كذلك وجد كلا من (Teller & Gonzalez, 1999) في دراسة على عينة من النساء الرياضيات اللواتي مارسن جهدا بدنيا بشدة مساوية لشدة جهد عند عينة من الرجال وجدوا ان النساء مارسن الجهد البدني بفعالية مثل عينة الرجال الرياضيين في البيئة الحاره الجافه.

ان الفرق في الطاقة المصروفة للجهد البدني بين عينة الدراسة في البيئة المعتدلة والحارة يعود الى زيادة مساحة مسطح الجسم عند الرجال مقارنة بالنساء والذي يتطلب استهلاك اكسجين اكبر عند اداء الجهد البدني لهذا فقد كان متوقعا ان عينة الدراسة من الذكور سوف يحتاجون الى صرف طاقة اكبر عند التعرض للبيئة الحارة (Inbar & Morris, 2004).

وقد وجد (Paolone, 1998) (Freedson, 2000) أن معدل ضربات القلب عند الاناث اعلى من الرجال، وان الاناث تعتمد على زيادة معدل ضربات القلب اكثر من الرجال للمحافظة على درجة حرارة الجسم.

وهذا ما يتفق مع نتائج هذه الدراسة حيث ان معدل ضربات القلب كان وبشكل متدرج اعلى في البيئة الحارة والمعتدلة عند الاناث من الذكور. إضافة لما سبق فقد دلت نتائج كل من (Fagard, 1995) (Kooga, 1997) دراساتهم انه لافرق في استهلاك الاكسجين وحاصل القلب بين الذكور والاناث ولكن عند أداء جهد بدني بشدة أقل من الاقصى فقد وجدوا ان الاناث يصلوا لنفس حاصل القلب ولكن بمعدل ضربات قلب اكثر وحجم اقل.

وتوصل (Weinman, 1987) الى نتائج تدل ان الاناث قادرات على السير بنفس السرعة على الحزام المتحرك (Tread mill) بمعدل ضربات قلب اقل من الرجال في البيئة الحارة الرطبة وتتفق نتائج هذه الدراسة مع نتائج دراسة (Paolone, 1981) فقد وجد ان معدل ضربات القلب اعلى في الجو الحار عند الاناث مقارنة بالرجال.

ووجد (Haymes, 2000) وجد ان لدى الاناث درجة حرارة ومعدل ضربات القلب اعلى من الذكور عند ممارسة للجهد البدني في البيئة الحارة.

الاستنتاجات

في ضوء نتائج الدراسة ومناقشتها يستنتج الباحث ما يلي

١. ان الطاقة المصروفة للجهد البدني في البيئتين المعتدلة والحارة كانت متساوية عند الذكور.
٢. أن الذكور والاناث يتبعون نمط متشابهة في المتطلبات الايضية في البيئات المختلفة.
٣. هنالك اثر لأختلاف للجنس على الطاقة المصروفة أثناء للجهد البدني في البيئتين الحارة والمعتدلة.
٤. أن الاناث يحافظن على حاصل القلب في البيئة الحارة من خلال رفع معدل ضربات القلب لمعدل اعلى من الرجال.

التوصيات

بناء على نتائج واستنتاجات هذه الدراسة يوصي الباحث بما يلي

١. دراسة الطاقة المصروفة للجهد البدني بأستخدام شدات مختلفة في بيئات مختلفة.
٢. دراسة استجابات الجهاز الدوري بين الذكور والاناث في الجو الحار والبارد.

Reference

- Astrand, P.O. & Rodshl, K. (1977). Textbook of work physiology. New York: McGraw-Hill.
- Besson, H. Brage, S. Jakes, W. Ekelund, U. & Wareham, N. (2010). "Estimating physical activity energy expenditure. sedentary time. and physical activity intensity by self-report in adults". Am. J. Clinical Nutrition. 91(1). 106 – 114
- Brouha, L. Smith, P. Delanne, R. & Maxfield, M. (1960). "Physiological reactions of men and women during muscular activityand recovery in various environments". J. App. Physiol. 16. 133-140.
- DeLany, G.A. Bray, D.W. Harsha, & Volaufova, J. (2006). "Energy expenditure and substrate oxidation predict changes in body fat in children". Am. J. Clinical Nutrition. October 1. 2006; 84(4). 862 – 870.
- Delorenzo, A. Bertini, I. Candeloro, N. Piccinelli, & innocente, R. (1999). "Anew predictive equation to calculate resting metabolic rate in athletes" J. Sports Med & Physica fitness. (25). 233-238.
- Donly, D. Lemon, P. (1999). "Effect of ambient temperature on protein breakdown during prolong exercise". J. Appl. Physiol. 64 (2). 550-555.
- Epstein, j. Rosenblum, & Burstein, R. (1998). "External load can alter the energy cost of prolong exercise". Eur j of appl. Physio. And occup. physio 57(2).
- Eston, R. Rowlands, A. & Ingledew, D. (1998). "Validity of heart rate. pedometry and accelerometry for predicting the energy cost of children's activities". J Appl physiol. 84. 362-371.

- Fagard, R. H. Thijs, L. B. & Amery, A.K. (1995). "The effect of gender on aerobic power and exercise hemodynamics in hypertensive adults". Med and Sci Spor and Exer. 27. 29-34.
- Ferguson, D. Ball. & Sargeant, A. (2002). "Effect of muscle temperature on rate of oxygen uptake during exercise in humans at different contraction frequencies". J. Exp. Biol. 205(7). 981 - 987.
- Freedson, P. & Miller, K. (2000). "Objective monitoring of physical activity using motion sensors and heart rate". Res Qur Exerc Sport. 71 (suppl). 21-29.
- Gallowy Stuart, D. (1997). "Effect of ambient temperature on the capacity to perform prolong cycle exercise in men". J Appl physiol. 29 (2). 1240-1249.
- Gonzalez, J. Alonso, C. Teller, S. L. Andersen, F. B. Jensen, T. Hyldig. & Nielsen, B. (1999). "Influence of body temperature on the development of fatigue during prolonged exercise in the heat". J Appl Physiol. 86(3). 1032 - 1039.
- Gonzalez-Alonso, C. Crandall,G. & Johnson, J. M. (2008). "The cardiovascular challenge of exercising in the heat". J. Physiol. 586(1). 45 - 53.
- Harper, F. & mike, D. R. (2004). "Thermal responses in football and cross-country. Athletes During their respective practice in hot environment". J. Ath. Train. 39 (3). 235-240.
- Hayms, E. & McCormick, R. (2000). "Heat tolerance of exercise lean and obese prepubertal boys". J. App. Physol . 39. 451-461.
- Hertig, B. A. (1971). "Human physiological responses to heat stress: male and females compared". J. Physiol. 63. 270-300.
- Hitchcock, Km. Millard. (2007). "Metabolic and thermoregulatory responses to simulated American football practice in the heat". J. Strength . Cond . Res. 21(3). 710-716.
- Inbar, O. Morris, N. Epstein, Y. & Gass, G. (2004). "Comparison of thermoregulatory responses to exercise in dry heat among prepubertal boys. young adults and older males". Exp Physiol . 89(6). 691 - 700.

- Klausen, K. Dill, D. Phillips, E. & McGregor, D. (1999). "Metabolic reactions to work in the desert". J. Appl. Physio. 22. 292-296.
- Kranning, K. & Gonzalez, R. (1991). "Physiological consequences of intermittent exercise during compensable and uncompensable heat stress". J Appl Physiol. 71(21). 38-2145.
- Lambert, E.V. Butcher, J.D. (1994). "Effects of training and acclimation in exercise men wearing protective cloths". Eurp. J. App. Phy. 68(3). 244-249.
- Luke, A. Maki, Barkey, N. Cooper, R. & McGee, D. (1997). "Simultaneous monitoring of heart rate and motion to assess energy expenditure". Med Sci Sports Exerc. (29). 144-148.
- McLellan, T. M. (2001). "The importance of aerobic fitness in determining tolerance to uncompensable heat stress". Comp Biochem Physiol A Mol Integr Physiol. 2001;128. 691-700
- Monotoye, H. Keemper, H. Saris, W. & Washburn, R. (1996). "Measuring Physical Activity and Energy expenditure". Champaign. IL: Human Kinetics.
- Neilson, H. Robson, P. Friedenreich, C. & Csizmadi. I. (2008). "Estimating activity energy expenditure: how valid are physical activity questionnaires" Am. J. Clinical Nutrition. 87(2). 279 - 291.
- Nielson, B. Savard, G. & Rilch, A. (1990) "Muscle blood flow and muscle metabolism during exercise and heat stress". 1990; J. App. Physo. 69. 1040-1046.
- Paolone, A.M. & Wells, C.L. (1981). "Sexual variation in thermoregulation during heat stress". Aviation Space and environmental Medicine. 49. 715-719.
- Pitsiladis, P. & Maughan, R. (1999). "The effects of exercise and diet manipulation on the capacity to perform prolonged exercise in the heat and in the cold in trained humans". J. Physiol. 517(3). 919 - 930.
- Pollock, M. Gaesser, G. Butcher, J. Despres, ACSM Position Stand. (1988). "The recommended quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory and muscular fitness and flexibility in healthy adults". Med Sci Sports Exerc. (30). 975-991.

- Ravussin, E. & Swinburn, B. (1992). Patho-physiology of obesity. Lancet. 340. p 404.
- Robert, A Robergs. "Exercise Physiology for Fitness. Performance. and health" McGraw-Hill higher Education.
- Robson, C.M. & Frank, M.j. (1990). "Alterations in aerobic-anaerobic proportions of metabolism during work in heat". Euro. J. App. Phy. & Occ. Phy. 45(1). 255-263.
- Koga, S. Shiojiri, T. Kondo, N. & Barstow, T. J. (1997). "Effect of increased muscle temperature on oxygen uptake kinetics during exercise". J Appl Physiol. 83(4). 1333 - 1338.
- Walters, T. J. Ryan, K. L. Tate, L. M. & Mason, P. A. (2000). "Exercise in the heat is limited by a critical internal temperature". J Appl Physiol. 89(2). 799 - 806.
- Thompson, A. Baxter-Jones, A. Mirwald, R. & Baily, d. (2003). "Comparison of physical activity in male and female children: Dose maturation matter". Journal of Applied Physiology. 69(3). 1040-1046.
- Tucker, R. Marle, T. Lambert, E. & Noakes, T. (2006). "The rate of heat storage mediates an anticipatory reduction in exercise intensity during cycling at a fixed rating of perceived exertion". J. Physiol. 574(3). 905 - 915.
- Volkov, N. Popov, o. I. & Sambork, a. G. (2003). "Pulse rate criteria for determining the energy cost of exercise". Hum. Physio. 24(3). 349-353.
- Weinman, K. P. Slabochova, Z. Bernauer, E. M. Morrimoto, (1987). "Reaction of men and women to repeated exposure to humid heat". J. App. Physio. 22. 533-538.
- William, J. Tharion, Harris. & Lieberman, R. (2000). "Energy Requirement of military personal". J. Armeey Research of Environmental Medicine. 25(3). 455-461.
- Young, A. J. (1990). "Energy substrate utilization during exercise in extreme environments". Exercise and Sport Sciences Reviews. 18. 86-99.

ملحق ٧ ANOVA for Metabolic Cost for Exercise

Source	DF	SS	MS	F-Value	P
Gender	1	190.059	190.059	9.33	0.016*
Error	8	163.660	20.355		
Environment					
Repeated Measure	1	12.646	12.646	9.99	0.013*
Interaction	1	54.155	54.155	0.36	0.556
Error	16	150.145	150.145		

* دال احصائيا

ملحق ٨ ANOVA for Metabolic Cost of Recovery

Source	DF	SS	MS	F-Value	P
Gender	1	7.666	7.666	1.23	0.300
Error	8	50.015	6.255		
Environment					
Repeated Measure	1	3.562	3.562	0.12	0.733
Interaction	1	1.64	1.64	0.055	0.819
Error	16	29.455	29.455		

* دال احصائيا

ملحق ٩ ANOVA for Total Metabolic Cost for Exercise

Source	DF	SS	MS	F-Value	P
Gender	1	258.2571	258.2571	12.10	0.003*
Error	8	170.6606	21.3512		
Environment					
Repeated Measure	1	4.3188	4.3188	0.11	0.744
Interaction	1	39.100	39.100	3.23	0.091
Error	16	195.86	12.1		

* دال احصائيا

ملحق ١٠ ANOVA for Heart Rate

Source	DF	SS	MS	F-Value	P
Gender	1	2707.5	2707.5	1.85	0.211
Error	8	11708.5	1463.6		
Environment					
Repeated Measure	1	3238.6	3238.6	19.95	0.000*
Interaction	1	9.5	4.7	0.028	0.869
Error	16	2592.5	162.3		

* دال احصائيا