استجابة التهوية الرئوية ومتغيريها عند اداء جهد بدني متدرج الشدة في ظرفي حرارة مختلفين لدى الاطفال بعمر (12-10) سنة[1]

أ.د. احمد عبد الغني الدباغ م. عمر علاء الدين احمد النقيب
جامعة الموصل/ كلية التربية الاساسية/قسم التربية البدنية وعلوم الرياضة

تاريخ تسليم البحث: ٢٠٢٠/١٠/٨ ؛ تاريخ قبول النشر: ٢٠٢٠/١١/١٥

الملخص:

هدف البحث الى التعرف على دلالة الفروق في متغيرات التهوية الرئوية عند الانتقال من الراحة الى جهد متدرج الشدة لدى عينة من الاطفال بعمر (10–12) سنة بين البيئة المعتدلة والبيئة الحارة. وافترض الباحثان عدم وجود فروق ذات دلالة احصائية في متغيرات التهوية الرئوية عند الانتقال من الراحة الى جهد متدرج الشدة لدى عينة من الاطفال بعمر (10–12) سنة بين البيئة المعتدلة والبيئة الحارة.

استخدم الباحثان المنهج الوصفي بالأسلوب المقارن لملائمته وطبيعة الدراسة، اما عينة البحث فقد تكونت من (١٠) اطفال بأعمار(١٠–١٢) سنة من تلاميذ المرحلة الابتدائية في مدرسة (الجوادين) الابتدائية للعام الدراسي (٢٠١٩–٢٠٢٠) من محافظة الديوانية، اجريت التجربة النهائية في ظرفي حرارة محيطة معتدلة (22°C ± 1) وحارة (30°C ± 1) ورطوبة تتراوح (20– 30%) على عينة البحث في الراحة التامة واثناء الجهد البدني المتدرج للوصول الى الاستهلاك الاقصى للأوكسجين في مختبر الفسلجة في كلية التربية البدنية وعلوم الرياضة/ جامعة القادسية، ولمعالجة البيانات استخدم الباحثان الوسائل الاحصائية الاتية للوصول الى النتائج (الوسط الحسابي، الانحراف المعياري، معامل الاختلاف، مؤشر كتلة الجسم، المساحة السطحية للجسم، تحليل التباين بطريقة القياسات المتكررة).

وتوصل الباحثان الى الاستنتاجات التالية:

- ان الجهد البدني الهوائي المتدرج الشدة في ظل ظروف البيئة المعتدلة والحارة من شأنه أن يحدث زيادة ملحوظة عند الانتقال من مرحلة الراحة الى مرحلة الجهد الهوائي، ومن مرحلة الجهد الهوائي الى مرحلة العتبة اللاهوائية، ومن مرحلة العتبة اللاهوائية الى مرحلة الاستهلاك الاقصى للأوكسجين في متغيرات التهوية الرئوية (معدل التنفس، حجم التنفس، التهوية الرئوية).
- ان ممارسة التمرين في البيئة الحارة من شأنه ان يؤثر ويحدث زيادة ملحوظة في التهوية الرئوية عند الانتقال من مرحلة الراحة الى مرحلة الجهد الهوائي، مقارنة مع ظرف البيئة الحرارية المعتدلة.
- ان ممارسة التمرين في البيئة الحارة لم يؤثر ويحدث زيادة ملحوظة في معدل التنفس وحجم النفس في مراحل الجهد كافة، وفي متغير التهوية الرئوية عند الانتقال من مرحلة الجهد الهوائي الى مرحلة العتبة اللاهوائية ومن مرحلة العتبة اللاهوائية الى مرحلة الاستهلاك الاقصى للأوكسجين، مقارنة مع ظرف البيئة المعتدلة.

الكلمات المفتاحية:(البيئة الحارة، البيئة المعتدلة، الجهد البدني المتدرج، التهوية الرئوية، الاطفال).

[1] بحث مستل من اطروحة دكتوراه بتخصص فسلجة التدريب الرياضي بعنوان " استجابة عددل من متغيرات تبادل الغازات والتهوية الرئوية لجهد بدني متدرج في ظرفي حرارة مختلفين لدى الاطفال بعمر (١٠–١٢) سنة "

Response to the variables of pulmonary ventilation after performing physical exertion of graded intensity in different temperature conditions in children aged (10-12) years

Prof. Dr. Ahmed. A. Taha Al-Dabaa Lect. Omer A. Ahmed Al Naqeeb
University of Mosul / College of Basic Education / Department of Physical Education and Sports Sciences

Abstract:

The aim of the research is to identify the significance of the differences in the variables of pulmonary ventilation when moving from rest to physical exertion of graded intensity in children aged (10-12 years) between the temperate environment and the hot environment.The researchers assumed that there were no statistically significant differences in the variables of pulmonary ventilation when moving from rest to effort with gradient intensity in children aged (10-12) years between the temperate environment and the hot environment.

The two researchers used the descriptive approach in a comparative style for its suitability and the nature of the study, as for the research sample, it consisted of (10) children of (10-12) years of age from primary school students in the (Al-Jawadin) primary school for the academic year (2019-2020) from Diwaniyah governorate, The final experiment was conducted under a condition of moderate ambient temperature (22°C ± 1) and humidity ranging (20-30%) on the research sample in complete rest and during physical exertion gradient using the Bruce protocol to reach the maximum oxygen consumption (air voltage with gradient intensity) in Physiology Lab at the College of Physical Education and Sports Sciences / University of Al-Qadisiyah, and to process the data, the researcher used the following statistical methods to arrive at the results (arithmetic mean, standard deviation, coefficient of variation, body mass index, body surface area, and variance analysis using repeated measurements).

The researchers reached the following conclusions:

- The physical exertion of gradual intensity Under moderate and hot environment conditionsIt would cause a noticeable increase in the transition from the resting phase to the aerobic voltage phase, and from the aerobic voltage stage to the anaerobic threshold stage, and from the anaerobic threshold stage to the maximum oxygen consumption stage In the pulmonary ventilation variables (respiratory rate, respiratory volume, pulmonary ventilation).Exercising in an elevated thermal environment would affect and cause a noticeable increase in pulmonary ventilation when moving from the resting phase to the aerobic phase, compared to the moderate thermal environment.
- Exercising in a hot environment would affect and cause a noticeable increase in pulmonary ventilation when moving from the resting phase to the aerobic voltage phase, compared to the moderate thermal environment conditions.
- Exercising in a hot environment did not affect the respiratory rate and the size of the breath in all stages of effort, and In pulmonary ventilation variable when the transition from the aerobic voltage stage to the anaerobic threshold stage, and from the anaerobic threshold stage to the stage of maximum oxygen consumption, compared with the temperate environment condition.

key words:(Hot environment, moderate environment, graded physical exertion, pulmonary ventilation, children).

١- التعريف بالبحث

١-١ المقدمة واهمية البحث

يتعرض جسم الانسان خلال حياته الى مجموعة تأثيرات مورفولوجية, وبايولوجية وتغيرات وظيفية شتى, وتقاس القابلية البدنية والوظيفية للفرد من خلال نمو الجسم نتيجة هذه التأثيرات, والتي عادة ما تكون غير متساوية، اذ يمر الانسان بمرحلة النمو العام وتسارع النمو الطولي الذي يتراوح بين البطء النسبي تارة وثبات الأحجام احيانا, وكذلك بعض وظائف الجسم تبدأ في تكامل عملها مبكرا وتتأخر أخرى, وبشكل عام فأن القابلية الوظيفية عند الاطفال تكون منخفضة مقارنة بالبالغين، فمن خلال الاختبارات والتمارين البدنية والتي تعد احد عوامل الضغط الخارجي التي تؤثر في جسم الفرد لإحداث تغيرات في الاجهزة الوظيفية الداخلية والتي لا يمكن احداثها في الراحة، فإنها تساعد المتخصصين وعلماء وظائف اجهزة الجسم في تكوين فكرة واضحة عن مدى كفاءة وظائف وعمل هذه الاجهزة.

كما وتعد البيئة المحيطة احدى اهم العوامل التي تؤثر على الفرد وخاصة اثناء الجهد البدني، اذ يشكل الجهد البدني في البيئة الحارة عباً على الجسم اكثر من ممارسة الجهد البدني في البيئة الباردة او المعتدلة لأنه يضيف زيادة في درجة حرارة الجسم الاساسية بالإضافة الى الحرارة الناتجة عن عمليات الايض اثناء الجهد البدني، بالمقابل يتمتع جسم الانسان بسعة عالية لتحمل ظروف بيئة حرارية مختلفة بسبب وجود الية التوازن الحراري للحفاظ على بيئة داخلية ثابتة نسبيا من خلال تنظيم درجة حرارة الجسم ولذا فمن الممكن ان يكون هناك اختلافا بين البالغين والاطفال في طريقة عمل هذه الالية عند التعرض للأجواء الباردة كانت ام حارة.

وكما هو معروف بان متغيرات التهوية الرئوية تزداد اثناء الجهد البدني وتكون هذه الزيادة متوافقة مع زيادة الحاجة الى استهلاك الاوكسجين وان هذه الزيادة تكون من خلال الزيادة في كل من (معدل التنفس وحجم النفس) ولكن من غير المعروف اين يكمن الاختلاف والتغير في متغيرات التهوية الرئوية عند التعرض لظروف بيئية مختلفة؟

فمن خلال ما سبق ذكره وجد الباحثان بان هناك ندرة في الدراسات التي تختص بالتعرف على قيم متغيرات التهوية الرئوية في الراحة واثناء الجهد البدني على الاطفال في ظروف بيئية مختلفة، وان معرفة نتائج البحث الحالي من شانه ان يقدم المعلومات التي تتميز بأهميتها توضح للمجتمع والباحثين والمهتمين في مجال علم وظائف الجهد البدني وعلم التدريب الرياضي نتائج علمية رصينة والتي يمكن الاعتماد عليها والاستفادة منها في وضع وبناء البرامج التدريبية الخاصة للأطفال عند التدريب بالأجواء المعتدلة والاجواء الحارة باعتبارهم الركيزة الاساسية في المستقبل، والاخذ بنظر الاعتبار حالة الاطفال الوظيفية اثناء التدريب في الظروف البيئية المختلفة وهنا تكمن اهمية البحث.

١-٢ مشكلة البحث

تتحدد مشكلة البحث في السؤال التالي:

- ما هو تأثير التباين بدرجات حرارة البيئة المحيطة عند الانتقال من الراحة الى جهد بدني متدرج الشدة في قيم متغيرات التهوية الرئوية للأطفال بعمر (١٠-١٢) سنة.

١-٣ اهداف البحث

١-٣-١ التعرف على دلالة الفروق في متغيرات التهوية الرئوية[1] عند الانتقال من الراحة الى جهد بدني هوائي متدرج الشدة لدى عينة من الاطفال بعمر (10-12) سنة في ظروف البيئة المعتدلة (22°C ± 1).

١-٣-٢ التعرف على دلالة الفروق في متغيرات التهوية الرئوية عند الانتقال من الراحة الى جهد بدني هوائي متدرج الشدة لدى عينة من الاطفال بعمر (10-12) سنة في ظروف البيئة الحارة (30°C ± 1).

١-٣-٣ التعرف على دلالة الفروق في متغيرات التهوية الرئوية عند الانتقال من الراحة الى جهد متدرج الشدة لدى عينة من الاطفال بعمر (10-12) سنة بين البيئة المعتدلة والبيئة الحارة.

١-٤ فروض البحث

١-٤-١ وجود فروق ذات دلالة احصائية في متغيرات التهوية الرئوية عند الانتقال من الراحة الى جهد بدني هوائي متدرج الشدة لدى عينة من الاطفال بعمر (10-12) سنة في ظروف البيئة المعتدلة (22°C ± 1).

١-٤-٢ وجود فروق ذات دلالة احصائية في متغيرات التهوية الرئوية عند الانتقال من الراحة الى جهد بدني هوائي متدرج الشدة لدى عينة من الاطفال بعمر (10-12) سنة في ظروف البيئة الحارة (30°C ± 1).

١-٤-٣ عدم وجود فروق ذات دلالة احصائية في متغيرات تبادل الغازات والتهوية الرئوية عند الانتقال من الراحة الى جهد متدرج الشدة لدى عينة من الاطفال بعمر (10-12) سنة بين البيئة المعتدلة والبيئة الحارة.

---

[1] متغيرات التهوية الرئوية:

١. معدل التنفس (RR)

٢. حجم النفس (TV).

٣. التهوية الرئوية (VE).

١-٥ مجالات البحث

١-٥-١ المجال البشري: عينة من الأطفال والبالغ عددهم (١٠) من ذوي الصحة الجيدة بعمر (12-10) سنة.

١-٥-٢ المجال المكاني: مختبر الفسلجة في كلية التربية البدنية وعلوم الرياضة/ جامعة القادسية.

١-٥-٣ المجال الزماني: للفترة من ٢٠١٩/١١/١٧ ولغاية ٢٠١٩/١٢/٩.

٢- الدراسات ذات العلاقة

٢-١ دراسة Do Prado واخرون (2010) بعنوان:

"استجابات الجهازين الدوري والتنفسي اثناء اختبار التمرين البدني الاقصى المتدرج لدى الاطفال الاصحاء"

هدفت الدراسة في التعرف على استجابات جهازي الدوري والتنفسي اثناء اختبار الجهد البدني المتدرج الاقصى لدى الاطفال ومقارنتها مع البالغين باستخدام جهاز (Sensor Medics-modelo $\dot{V}O_{2max}$) لتحليل الغازات، خضع (٢٥) من الأطفال الأصحاء بعمر (0.2 ± 10.2) و (٢٠) من البالغين الأصحاء بعمر (0.4 ± 27.5) إلى اختبار تدريجي على جهاز السير المتحرك حتى التعب لتحديد السعة الهوائية القصوى والعتبة الفارقة اللاهوائية (AT)، ومن النتائج التي توصل اليها الباحثون بان زمن التمرين كان (0.4±9.8) للأطفال مقابل (0.4 ± 10.2) دقيقة للبالغين، وكان اقصى استهلاك للأوكسجين ($\dot{V}O_{2max}$) ($ml.kg^{-1}.min^{-1}$) (2.1 ± 39.4) للأطفال مقابل ($ml.kg^{-1}.min^{-1}$) (2.0 ± 39.1) للبالغين، اذ كانت هذه القيمة متشابهة في الأطفال والبالغين، اما في (RR, $\dot{V}O_2$, HR , AT)، كانت قيم هذه المتغيرات أعلى عند الأطفال، بينما كان حجم النفس أقل في قمة التمرين، أظهر الأطفال ارتفاع في قيم (RR) ومع ذلك كانت قيم (TV, $\dot{V}O_2$,RER ,$\dot{V}E$) أقل عند الأطفال مقارنة بالبالغين، واستنتج الباحثون بان الاستجابات القلبية التنفسية وعملية الايض أثناء اختبار التمرين المتدرج مختلفة عند الأطفال مقارنة مع البالغين، كما تشير هذه الاختلافات إلى أن الأطفال لديهم كفاءة الجهازين القلبي والتنفسي أقل بالمقارنة مع البالغين ومع ذلك أظهر الأطفال كفاءة في معدل الايض أعلى أثناء تنفيذ التمرين، وعلى الرغم من الاختلافات التي لوحظت أظهر الأطفال مستويات مماثلة من القدرة على اداء الاختبار بالمقارنة مع البالغين (do Prado et al, 2010, pp. 477-483).

٢-٢ دراسة No & Kwak (2016) بعنوان:

"تاثير درجة الحرارة المختلفة على الاستجابات الفسيولوجية خلال التمارين دون القصوى والقصوى لدى لاعبي كرة القدم الشباب"

هدفت الدراسة الى التعرف على مدى تاثير درجة الحرارة البيئية المختلفة على الاستجابات الفسيولوجية خلال التمارين دون القصوى والتمارين القصوى في الشباب الأصحاء وتكونت عينة

الدراسة من تسعة لاعبين لكرة القدم من الذكور باعمار تراوحت (١٨) سنة كمتوسط حسابي في هذه الدراسة. تم تحديد ثلاث ظروف بيئية بدرجات حرارة محيطية تتراوح (1 ± 10°C) (1 ± 22°C) (1 ± 35°C) مع نفس درجة الرطوبة (10 ± 60%)، قام اللاعبون بأداء التمرين على دراجة الجهد الثابتة لمدة ٢٠ دقيقة بشدة (60%) من ($\dot{V}O_{2max}$)، ثم تم زيادة شدة التمرين بمعدل (٠.٥ kp/ 2min) حتى التعب في ثلاثة ظروف بيئية مختلفة، ومن النتائج المستحصلة كان($\dot{V}O_2$)،(HR) أقل في بيئة معتدلة (1 ± 22°C) مما كان عليه في بيئة باردة (1 ± 10°C) أو الحارة (1 ± 35°C) في الراحة وأثناء التمرين دون الاقصى، وكانت أعلى خلال التمرين الأقصى كما كانت ($\dot{V}_E$) أقل عند (1 ± 22°C) من (1 ± 10°C) أو (1 ± 35°C) في الراحة وأثناء التمرين دون الاقصى، ولم يلاحظ وجود فروق ذات دلالة إحصائية في ($\dot{V}_E$) خلال التمرين الأقصى، كما كانت تركيزات اللاكتات في الدم أقل عند (1 ± 22°C) مقارنة (1 ± 10°C) أو (1 ± 35°C) في الراحة وأثناء التمرين دون الأقصى وكانت أعلى أثناء التمرينات القصوى، وكان وقت استنفاذ الجهد أثناء التمرين أطول عند (1 ± 22°C) مقارنة بـ (1 ± 10°C) (1 ±35°C) (No & Kwak, 2016, 216-222).

٣- اجراءات البحث

٣-١ منهج البحث

استخدم الباحثان المنهج الوصفي بالاسلوب المقارن لملاءمته وطبيعة البحث.

٣-٢ عينة البحث

تكونت عينة البحث من (١٠) اطفال بأعمار(١٠-١٢) سنة من تلاميذ المرحلة الابتدائية في مدرسة (الجوادين) الابتدائية للعام الدراسي (٢٠١٩-٢٠٢٠) من محافظة الديوانية، والذين يمثلون صفوف الرابع والخامس والسادس الابتدائي، تم اختيارهم بصورة عمدية من الممارسين للنشاط الرياضي وممن يمتازون بصحة جيدة وغير زائدي الوزن (اعتمادا على مؤشر كتلة الجسم) (rowland, 2018, PP.197-198)، وتم اخذ موافقة أولياء أمور التلاميذ للمشاركة في (التجربة الرئيسية)، والجدول (١) يبين مواصفات عينة البحث.

الجدول (١) يبين المتوسط الحسابي والانحراف المعياري لمتغيرات العمر، الطول، الكتلة، والمساحة السطحية للجسم ومؤشر كتلة الجسم لعينة البحث

المتغيرات / المعالم الإحصائية		العمر (سنة)	الطول (سم)	الكتلة (كغم)	المساحة السطحية للجسم(م٢)	مؤشر كتلة الجسم
عينة البحث	(سَ)	١١.٢٠٠	١٤٠.٥٥٠	٣٤.٥٦٠	١.١٦٦	١٧.٤١٣
	(+ع)	٠.٧٨٩	٦.٦٢٧	٥.٥٥١	٠.١١٤	٠.٧٨٩
	(خ)	٧.٠٤٣	٤.٧١٥	١٦.٠٦١	٩.٨٠٦	7.043

يتبين من الجدول (1) تجانس العينة في المتغيرات (الطول, العمر, الوزن، المساحة السطحية للجسم، مؤشر كتلة الجسم), إذ كانت قيم معامل الاختلاف بين أفراد العينة أقل من (30%) مما يدل على تجانس العينة (التكريتي والعبيدي, ١٩٩٩، ص ١٦١).

٣-٣ وسائل جمع البيانات

استخدم الباحثان الاختبارات والقياسات التقنية، الملاحظة، المقابلة الميدانية[١]، وسائل لجمع البيانات.

٣-٤ الأجهزة والأدوات المستخدمة

- جهاز قياس الوزن الكتروني نوع (Arzum) تركي المنشأ يقيس لأقرب (0.1 Kg.).
- شريط لقياس طول الجسم يقيس لأقرب (cm).
- جهاز السير المتحرك Treadmill كهربائي نوع Turbofit Exercise (X17028-1). امريكي المنشأ.
- جهاز وحدة قياس الأيض (Wearable metabolic system) والمصنع من قبل شركة (COSMED) لقياس متغيرات التهوية الرئوية والتبادل التنفسي نوع (K5)، مع ملحقاته كافة، ايطالي المنشأ ٢٠١٦.
- محرار رقمي (Thermo – Hygrometer) لقياس درجة الحرارة والرطوبة النسبية للمحيط نوع (Delta trak) صيني المنشأ.
- لابتوب عدد (١).
- ساعة توقيت.
- معقمات خاصة للماسك.

٣-٥ وصف القياسات والاختبارات

٣-٥-١ القياسات الجسمية وتشمل قياس الطول والكتلة:

٣-٥-١-١ قياس الطول

٣-٥-١-٢ قياس كتلة الجسم

٣-٥-٢ قياس متغيرات الجهاز التنفسي

---

[١] تم اجراء المقابلة الميدانية لكل من السادة:

- أ.د ريان عبد الرزاق الحسو
- أ.د محمد توفيق عثمان محمد توفيق
- أ.د فلاح حسن عبد الله
- أ.م.د نشوان ابراهيم النعيمي

تم الحصول على بيانات متغيرات التبادل التنفسي في الراحة وأثناء الجهد عن طريق منظومة قياس وحدة الأيض المحمول (Wearable metabolic system) نوع (K5) الجيل الرابع والمعد من شركة (COSMED) الايطالية، المنظومة تعمل على قياس تبادل الغازات عن طريق التنفس بطريقة (Breath by Breath) باستخدام محللات (O_2) و(CO_2)، تتم عملية الاختبار في البداية بتسخين جهاز (K5) ومعايرته وفق التعليمات التي توفرها الشركة المصنعة وتنفذ هذه المعايرة من قبل المشرف على الجهاز.

بعد الانتهاء من معايرة الجهاز يتم أولا إدخال البيانات الخاصة بكل مختبر وهي الطول والوزن وتاريخ الميلاد والجنس على البرنامج في الحاسوب، حيث يقوم الجهاز بحساب مؤشر كتلة الجسم والمساحة السطحية للجسم بعد إدخال متغيرات الطول والكتلة والعمر، أما بالنسبة للحرارة والرطوبة فيتم قياسها بشكل الي من قبل الجهاز بواسطة حساسات موجودة في الجهاز، تم بعدها معايرة الجهاز على اخذ معدل قراءات كل (١٠ ثا)، ففي فترة الراحة يكون الطفل جالس على كرسي وفي وضع راحة تامة ونقوم بوضع القناع الخاص بجهاز تحليل الغازات على وجه الطفل ونقوم بتثبيته بشبكة خاصة على الرأس, بعدها نقوم بقياس متغيرات الجهاز التنفسي في وضع الراحة وذلك بالضغط على زر (rest) ثم (start) في البرنامج، أما في الجهد البدني يبدأ الاختبار بالنقر على زر (exercise) ثم (Start) وعندها يبدأ الجهاز بأخذ القراءات آليا التي تظهر على شاشة الحاسوب، وفي نهاية الاختبار ننقر على (Stop Test)، وتم تنفيذ هذه التجربة على مرحلتين مرة في البيئة المعتدلة ($22°C \pm 1$)، ومرة في البيئة الحارة ($30°C \pm 1$)، وقد شملت متغيرات البحث على:

- معدل التنفس (RR) (نفس/دقيقة).
- حجم النفس (TV) (لتر).
- التهوية الرئوية (VE)(لتر/دقيقة). (https://fccid.io/SN7-COSMED-K5)

٣-٥-٣ اختبار الجهد الهوائي (اختبار بروس)

هو اختبار يبدأ بمستوى حمل بسيط ثم يتدرج الحمل بالازدياد خلال وحدات زمنية معينة حتى ينتهي الاختبار عند استنفاذ الجهد للمختبر وهي المرحلة التي لا يستطيع معها المختبر بالاستمرار نتيجة التعب, ويتم تحليل البيانات أو المتغيرات الخاصة في المرحلة الهوائية من الجهد والعتبة الفارقة اللاهوائية وما يليها وذلك من خلال استخدام معادلة أو مؤشر العتبة الفارقة اللاهوائية.

- الهدف من الاختبار: يقيس الاختبار القيمة القصوى لاستهلاك الأوكسجين ($\dot{V}O_{2max}$) (بالطريقة المباشرة).
- الأدوات: جهاز سير المتحرك Treadmill، جهاز تحليل الغازات، قناع ، انبوب مطاطي.
- مواصفات الاختبار:

١. يقوم المختبر بإجراء عملية الإحماء لمدة (٥) دقائق، وذلك بالهرولة الخفيفة على الشريط الدوار بسرعة وانحدار معينيين. (كم السرعة)
٢. اعطاء فترة راحة لا تزيد عن (٥) دقائق.

٣. يبدأ الاختبار بعد إعطاء الأمر لمشغل جهاز الركض على سرعة وانحدار وكما موضح في الجدول رقم (٢).
٤. عند بدء المختبر بالجري يبدأ المؤقت بتشغيل ساعة التوقيت.
٥. بعد كل ثلاث دقائق نقوم برفع درجة الانحدار والسرعة وحسب البرتوكول المثبت.
٦. يستمر الاختبار بزيادة السرعة أو الانحدار إلى ان يصل المختبر الى مرحلة استنفاذ الجهد والتعب.
٧. يتوقف الاختبار بعد وصول المختبر الى الإجهاد الإرادي من خلال زر توقيف على الحاسوب الجهاز سير المتحرك.
٨. مواصفات الاختبار: يتكون الاختبار من سبعة مراحل، لكل مرحلة سرعة وانحدار، ويستغرق أداء كل مرحلة ثلاث دقائق. والجدول (٢) يبين مراحل اختبار بروس.

الجدول (٢) يبين مراحل اختبار بروس (Bruce Test)

مراحل الاختبار / المواصفات		الوقت الكلي(د)	الانحدار(%)	السرعة (كم/ ساعة)
١	المرحلة الأولى	١ – ٣	١٠	٢,٧
٢	المرحلة الثانية	٣ – ٦	١٢	٤,٧
٣	المرحلة الثالثة	٦ – ٩	١٤	٥,٥
٤	المرحلة الرابعة	٩ – ١٢	١٦	٦,٨
٥	المرحلة الخامسة	١٢ – ١٥	١٨	٨,٠
٦	المرحلة السادسة	١٥ – ١٨	٢٠	٨,٨
٧	المرحلة السابعة	١٨ – ٢١	٢٢	٩,٦٥

(الهزاع، ٢٠٠٩، ص ٤٨٤)

٣-٦ التجارب الاستطلاعية

اجريت جميع التجارب الاستطلاعية في يومي الاحد والاثنين الموافق (17-18/11/2019).

٣-٦-١ التجربة الاستطلاعية الاولى

اجريت تجربة استطلاعية على عينة البحث، لغرض شرح الاختبار للعينة من خلال توضيح الطريقة التي سيقومون فيها بالاختبار اضافة الى اجراء تمرين مبسط على جهاز السير المتحرك من اجل التكيف والتالف على الجهاز.

٣-٦-٢ التجربة الاستطلاعية الثانية

تختص هذه التجربة للتأكد من صلاحية الاجهزة والادوات المستخدمة في التجربة اضافة الى شرح مبسط لفريق العمل المساعد([1]) بالمراحل التي ستنفذ فيها التجربة وتدريبهم على الاجهزة والادوات وكيفية استخدامها وطريقة القياس وتوزيع المهام الخاصة بإجراءات التجربة عليهم.

٣-٦-٣ التجربة الاستطلاعية الثالثة

تم في هذه التجربة تطبيق جميع القياسات والاختبارات والإجراءات بشكل كامل على اثنين فقط من افراد العينة فضلاً عن التعرف على المعوقات التي قد تظهر عند تنفيذ اجراءات تطبيق التجربة، والتعرف على الوقت التقريبي المستغرق للاختبار.

٣-٧ التجربة النهائية

اجريت التجربة النهائية في يوم الثلاثاء المصادف (19/11/2019) في مختبر فسلجة التربية الرياضية في محافظة الديوانية، تضمنت قياس متغيرات الدراسة في وضع الراحة التامة واثناء الجهد البدني وبمساعدة فريق العمل المساعد وكما يلي:

اتبع الباحثان التسلسل الاجرائي التالي لتنفيذ تجربته في الظرف الحراري المعتدل:

- ضبط درجة حرارة المختبر الى (22°C ± 1).
- ضبط درجة الرطوبة تتراوح ما بين (20-30%)
- التأكد من تأقلم عينة البحث للظرف الحراري من خلال وضعهم في غرفة الاختبار فترة لا تقل عن نصف ساعة (Ferguson et al, 2002, p.982).
- تم قياس متغيرات التهوية الرئوية في وضع الراحة قبل إجراء الاختبار من وضع الجلوس واستغرقت هذه التجربة عشرة دقائق لكل طفل، تؤخذ قراءات اخر (٥) دقائق لتقليل نسبة الخطأ (Winter, 2007, P. 57).

[1] **يتكون فريق العمل المساعد من السادة:**

ت	الاسم	الكلية والجامعة	التخصص
١.	أ.د. فلاح حسن عبد الله	كلية التربية البدنية وعلوم الرياضة/ جامعة القادسية	فسلجة التدريب الرياضي
٢.	أ.د. قيس سعيد دايم	كلية التربية البدنية وعلوم الرياضة/ جامعة القادسية	فسلجة التدريب الرياضي
٣.	م.د. حسن عبد الهادي	كلية التربية البدنية وعلوم الرياضة/ جامعة القادسية	فسلجة التدريب الرياضي
٤.	السيد حيدر خالد	كلية التربية البدنية وعلوم الرياضة/ جامعة القادسية	طالب ماجستير/ تربية بدنية
٥.	السيد قاسم بشير	كلية التربية البدنية وعلوم الرياضة/ جامعة القادسية	معلم تربية رياضية

- اعطاء احماء لمدة (٥) دقائق وبسرعة (٤) كم / ساعة وانحدار (٠) درجة على جهاز السير المتحرك.
- اعطاء راحة لمدة لا تقل عن (٥) دقائق.
- إعطاء جهد متدرج الشدة (اختبار بروس).
- قياس المتغيرات في أثناء مراحل الجهد البدني المتدرج[١] وحتى التعب.

اما بالنسبة للتجربة الثانية فقد اتبع الباحثان نفس التسلسل الاجرائي للتجربة الاولى ولكن باختلاف الظرف الحراري الذي نفذت به التجربة، حيث تم تطبيق التجربة في البيئة الحارة والتي تبلغ ($30°C \pm 1$).

٣-٨ الوسائل الإحصائية

تم استخدم الوسائل الإحصائية التالية:

- الوسط الحسابي (Arithmetic mean).
- الانحراف المعياري (Standard deviation).
- معامل الاختلاف (Coefficient of Variance).
- تحليل التباين بطريقة القياسات المتكررة (Measurements Repeated). وتمت معالجة البيانات باستخدام الحزمة الإحصائية SPSS الإصدار (25).

[١] تم تقسيم الجهد البدني الى ثلاثة مراحل عند قياس متغيرات البحث وهي كالاتي:

١. مرحلة الجهد الهوائي: تم قياس جميع متغيرات الدراسة في هذه المرحلة في الدقيقة الرابعة من الجهد البدني لجميع افراد عينة البحث، ان سبب اطلاق هذه التسمية الى ان انظمة انتاج الطاقة الهوائية هي التي تكون مسيطرة في هذا التوقيت وهذا يعتمد على شدة الجهد البدني، اي ان كمية الاوكسجين التي تصل العضلات كافية لانتاج الطاقة اللازمة للجهد البدني.
٢. مرحلة العتبة اللاهوائية: تم الاستدلال والوصول الى قياسات جميع المتغيرات في هذه المرحلة عن طريق نسبة التبادل التنفسي عند قيمة تساوي او اكبر من (١).
٣. مرحلة الاستهلاك الاقصى للأوكسجين: تم القياس في هذه المرحلة اعتمادا على متوسط اعلى قيم الاستهلاك الاوكسجيني قبل استنفاذ الجهد البدني او حدوث انخفاض في هذا المتغير.

٤- عرض النتائج وتحليلها ومناقشتها

٤-١ عرض نتائج الفروق في متغيرات التهوية الرئوية عند الانتقال من الراحة الى جهد متدرج الشدة في البيئة المعتدلة (22°C ±1)

٤-١-١ عرض نتائج الفروق في متغير معدل التنفس (RR) عند الانتقال من الراحة الى جهد متدرج الشدة في البيئة المعتدلة

جدول (٣) يبين الاوساط الحسابية والانحرافات المعيارية ونسب التغير في متغير معدل التنفس (RR) عند الانتقال من الراحة الى مراحل الجهد كافة في البيئة المعتدلة (22°C ±1)، ن = ١٠

المتغير	مرحلة الاختبار	الوسط الحسابي	الانحراف المعياري	مراحل انتقال الجهد البدني	نسبة التغير بين المراحل (%)
RR (نفس/ دقيقة)	الراحة	17.880	1.463	الراحة – الجهد الهوائي	88.18 ↑
	الجهد الهوائي	33.470	2.457	الجهد الهوائي – العتبة اللاهوائية	34.45 ↑
	العتبة اللاهوائية	44.850	3.133		
	الاستهلاك الاقصى للأوكسجين	62.700	2.261	العتبة اللاهوائية – الاستهلاك الاقصى للأوكسجين	29.46 ↑

جدول (٤) يبين تحليل التباين لأثر التمرين المتدرج الشدة في متغير معدل التنفس (RR) بين مراحل الجهد كافة في البيئة المعتدلة (22°C ±1)

الظرف	مراحل الجهد البدني	مجموع المربعات	درجات الحرية	متوسط المربعات	قيمة F	درجة المعنوية
مرحلة الانتقال	الراحة – الجهد الهوائي	2430.481	1	2430.481	343.995	0.001*
	الجهد الهوائي – العتبة اللاهوائية	1295.044	1	1295.044	119.892	0.001*
	العتبة اللاهوائية – الاستهلاك الاقصى للأوكسجين	3186.225	1	3186.225	356.556	0.001*
نسبة خطأ مرحلة الانتقال	الراحة – الجهد الهوائي	63.589	9	7.065		
	الجهد الهوائي – العتبة اللاهوائية	97.216	9	10.802		
	العتبة اللاهوائية – الاستهلاك الاقصى للأوكسجين	80.425	9	8.936		

*** معنوي عند نسبة خطأ ≤ (٠.٠١)**

يتبين من الجدول (٤) ما يأتي:

- وجود فروق ذات دلالة معنوية عند الانتقال من مرحلة الراحة الى مرحلة الجهد الهوائي، ومن مرحلة الجهد الهوائي الى مرحلة العتبة اللاهوائية، ومن مرحلة العتبة اللاهوائية الى الاستهلاك الاقصى للأوكسجين في متغير معدل التنفس (RR)، إذ بلغت قيمة المعنوية لـ (F) لجميع المراحل (٠.٠٠١) وهي أقل من مستوى معنوية (٠.٠١).

٤-١-٢ عرض نتائج الفروق في متغير حجم التنفس (TV) عند الانتقال من الراحة الى جهد متدرج الشدة في البيئة المعتدلة

جدول (٥) يبين الاوساط الحسابية والانحرافات المعيارية ونسب التغير في متغير حجم النفس (TV) عند الانتقال من الراحة الى مراحل الجهد كافة في البيئة المعتدلة (22°C ±1)، ن = ١٠

المتغير	مرحلة الاختبار	الوسط الحسابي	الانحراف المعياري	مراحل انتقال الجهد البدني	نسبة التغير بين المراحل (%)
TV (لتر)	الراحة	0.412	0.045	الراحة – الجهد الهوائي	67.47 ↑
	الجهد الهوائي	0.688	0.092	الجهد الهوائي – العتبة اللاهوائية	44.15 ↑
	العتبة اللاهوائية	0.987	0.122	العتبة اللاهوائية – الاستهلاك الاقصى للأوكسجين	13.26 ↑
	الاستهلاك الاقصى للأوكسجين	1.116	0.121		

جدول (٦) يبين تحليل التباين لأثر التمرين المتدرج الشدة في متغير حجم التنفس (TV) بين مراحل الجهد كافة في البيئة المعتدلة (22°C ±1)

الظرف	مراحل الجهد البدني	مجموع المربعات	درجات الحرية	متوسط المربعات	قيمة F	درجة المعنوية
مرحلة الانتقال	الراحة – الجهد الهوائي	0.764	1	0.764	139.812	0.001*
	الجهد الهوائي – العتبة اللاهوائية	0.894	1	0.894	142.243	0.001*
	العتبة اللاهوائية – الاستهلاك الاقصى للأوكسجين	0.165	1	0.165	102.218	0.001*
نسبة خطأ مرحلة الانتقال	الراحة – الجهد الهوائي	0.049	9	0.005		
	الجهد الهوائي – العتبة اللاهوائية	0.057	9	0.006		
	العتبة اللاهوائية – الاستهلاك الاقصى للأوكسجين	0.015	9	0.002		

* معنوي عند نسبة خطأ ≤ (٠.٠١)

يتبين من الجدول (٦) ما يأتي:

- وجود فروق ذات دلالة معنوية عند الانتقال من مرحلة الراحة الى مرحلة الجهد الهوائي، ومن مرحلة الجهد الهوائي الى مرحلة العتبة اللاهوائية، ومن مرحلة العتبة اللاهوائية الى الاستهلاك الاقصى للأوكسجين في متغير حجم التنفس (TV)، إذ بلغت قيمة المعنوية لـ (F) لجميع المراحل (٠.٠٠١) وهي أقل من مستوى معنوية (٠.٠١).

٤-١-٣ عرض نتائج الفروق في متغير التهوية الرئوية ($\dot{V}_E$) عند الانتقال من الراحة الى جهد متدرج الشدة في البيئة المعتدلة

جدول (٧) يبين الاوساط الحسابية والانحرافات المعيارية ونسب التغير في متغير التهوية الرئوية الدقيقة ($\dot{V}_E$) عند الانتقال من الراحة الى مراحل الجهد كافة في البيئة المعتدلة (22°C ±1)، ن = ١٠

المتغير	مرحلة الاختبار	الوسط الحسابي	الانحراف المعياري	مراحل انتقال الجهد البدني	نسبة التغير بين المراحل (%)
$\dot{V}_E$ (لتر/ دقيقة)	الراحة	7.3244	0.47547	الراحة – الجهد الهوائي	213.22 ↑
	الجهد الهوائي	22.9452	2.66988	الجهد الهوائي – العتبة اللاهوائية	92.94 ↑
	العتبة اللاهوائية	44.0591	3.97390		
	الاستهلاك الاقصى للأوكسجين	69.8675	6.78165	العتبة اللاهوائية – الاستهلاك الاقصى للاوكسجين	58.65 ↑

جدول (٨) يبين تحليل التباين لأثر التمرين المتدرج الشدة في متغير التهوية الرئوية ($\dot{V}_E$) بين مراحل الجهد كافة في البيئة المعتدلة (22°C ±1)

الظرف	مراحل الجهد البدني	مجموع المربعات	درجات الحرية	متوسط المربعات	قيمة F	درجة المعنوية
مرحلة الانتقال	الراحة – الجهد الهوائي	2440.094	1	2440.094	415.588	0.001*
	الجهد الهوائي – العتبة اللاهوائية	4457.968	1	4457.968	695.967	0.001*
	العتبة اللاهوائية – الاستهلاك الاقصى للأوكسجين	6660.735	1	6660.735	448.403	0.001*
نسبة خطأ مرحلة الانتقال	الراحة – الجهد الهوائي	52.843	9	5.871		
	الجهد الهوائي – العتبة اللاهوائية	57.649	9	6.405		

	العتبة اللاهوائية – الاستهلاك الاقصى للأوكسجين	**133.689**	**9**	**14.854**		

*** معنوي عند نسبة خطأ ≤ (٠.٠١)**

يتبين من الجدول (٨) ما يأتي:

- وجود فروق ذات دلالة معنوية عند الانتقال من مرحلة الراحة الى مرحلة الجهد الهوائي، ومن مرحلة الجهد الهوائي الى مرحلة العتبة اللاهوائية، ومن مرحلة العتبة اللاهوائية الى الاستهلاك الاقصى للأوكسجين في متغير التهوية الرئوية ($\dot{V}_E$)، إذ بلغت قيمة المعنوية لـ (F) لجميع المراحل (٠.٠٠١) وهي أقل من مستوى معنوية (٠.٠١).

٤-٢ عرض نتائج الفروق في متغيرات التهوية الرئوية عند الانتقال من الراحة الى جهد متدرج الشدة في البيئة الحارة (30°C ±1)

٤-٢-١ عرض نتائج الفروق في متغير معدل التنفس (RR) والمقاس عند الانتقال من الراحة الى جهد متدرج الشدة في البيئة الحارة

جدول (٩) يبين الاوساط الحسابية والانحرافات المعيارية ونسب التغير في متغير معدل التنفس (RR) عند الانتقال من الراحة الى مراحل الجهد كافة في البيئة الحارة (30°C ±1)، ن = ١٠

المتغير	مرحلة الاختبار	الوسط الحسابي	الانحراف المعياري	مراحل انتقال الجهد البدني	نسبة التغير بين المراحل (%)
RR (نفس/دقيقة)	الراحة	19.400	1.784	الراحة – الجهد الهوائي	86.24 ↑
	الجهد الهوائي	35.870	1.730	الجهد الهوائي – العتبة اللاهوائية	35.14 ↑
	العتبة اللاهوائية	48.420	2.246		
	الاستهلاك الاقصى للأوكسجين	66.380	1.849	العتبة اللاهوائية – الاستهلاك الاقصى للأوكسجين	37.35 ↑

جدول (١٠) يبين تحليل التباين لأثر التمرين المتدرج الشدة في متغير معدل التنفس (RR) بين مراحل الجهد كافة في البيئة الحارة (30°C ±1)

الظرف	مراحل الجهد البدني	مجموع المربعات	درجات الحرية	متوسط المربعات	قيمة F	درجة المعنوية
مرحلة الانتقال	الراحة – الجهد الهوائي	2712.609	1	2712.609	485.155	0.001*
	الجهد الهوائي – العتبة اللاهوائية	1575.025	1	1575.025	344.519	0.001*

	العتبة اللاهوائية – الاستهلاك الاقصى للأوكسجين	3225.616	1	3225.616	389.860	0.001*
نسبة خطأ مرحلة الانتقال	الراحة – الجهد الهوائي	50.321	9	5.591		
	الجهد الهوائي – العتبة اللاهوائية	41.145	9	4.572		
	العتبة اللاهوائية – الاستهلاك الاقصى للأوكسجين	74.464	9	8.274		

*** معنوي عند نسبة خطأ ≤ (٠.٠١)**

يتبين من الجدول (١٠) ما يأتي:

- وجود فروق ذات دلالة معنوية عند الانتقال من مرحلة الراحة الى مرحلة الجهد الهوائي، ومن مرحلة الجهد الهوائي الى مرحلة العتبة اللاهوائية، ومن مرحلة العتبة اللاهوائية الى الاستهلاك الاقصى للأوكسجين في متغير معدل التنفس (RR)، إذ بلغت قيمة المعنوية لـ (F) لجميع المراحل (٠.٠٠١) وهي أقل من مستوى معنوية (٠.٠١).

٤-٢-٢ عرض نتائج الفروق في متغير حجم التنفس (TV) عند الانتقال من الراحة الى جهد متدرج الشدة في البيئة الحارة

جدول (١١) يبين الاوساط الحسابية والانحرافات المعيارية ونسب التغير في متغير حجم النفس (TV) عند الانتقال من الراحة الى مراحل الجهد كافة في البيئة الحارة (30°C ±1)، ن = ١٠

المتغير	مرحلة الاختبار	الوسط الحسابي	الانحراف المعياري	مراحل انتقال الجهد البدني	نسبة التغير بين المراحل (%)
TV (لتر)	الراحة	0.402	0.037	الراحة – الجهد الهوائي	↑ 77.48
	الجهد الهوائي	0.716	0.064	الجهد الهوائي – العتبة اللاهوائية	↑ 36.27
	العتبة اللاهوائية	0.975	0.113		
	الاستهلاك الاقصى للأوكسجين	1.102	0.105	العتبة اللاهوائية – الاستهلاك الاقصى للأوكسجين	↑ 13.42

جدول (١٢) يبين تحليل التباين لأثر التمرين المتدرج الشدة في متغير حجم التنفس (TV) بين مراحل الجهد كافة في البيئة الحارة (30°C ±1)

الظرف	مراحل الجهد البدني	مجموع المربعات	درجات الحرية	متوسط المربعات	قيمة F	درجة المعنوية
مرحلة	الراحة – الجهد الهوائي	0.980	1	0.980	407.392	0.001*

الانتقال	الجهد الهوائي – العتبة اللاهوائية	0.674	1	0.674	116.788	0.001*
	العتبة اللاهوائية – الاستهلاك الاقصى للأوكسجين	0.161	1	0.161	40.805	0.001*
نسبة خطأ مرحلة الانتقال	الراحة – الجهد الهوائي	0.022	9	0.002		
	الجهد الهوائي – العتبة اللاهوائية	0.052	9	0.006		
	العتبة اللاهوائية – الاستهلاك الاقصى للأوكسجين	0.036	9	0.004		

*** معنوي عند نسبة خطأ ≤ (٠.٠١)**

يتبين من الجدول (١٢) ما يأتي:

- وجود فروق ذات دلالة معنوية عند الانتقال من مرحلة الراحة الى مرحلة الجهد الهوائي، ومن مرحلة الجهد الهوائي الى مرحلة العتبة اللاهوائية، ومن مرحلة العتبة اللاهوائية الى الاستهلاك الاقصى للأوكسجين في متغير حجم التنفس (TV)، إذ بلغت قيمة المعنوية لـ (F) لجميع المراحل (٠.٠٠١) وهي أقل من مستوى معنوية (٠.٠١).

٤-٢-٣ عرض نتائج الفروق في متغير التهوية الرئوية ($\dot{V}_E$) عند الانتقال من الراحة الى جهد متدرج الشدة في البيئة الحارة

جدول (13) يبين الاوساط الحسابية والانحرافات المعيارية ونسب التغير في متغير التهوية الرئوية ($\dot{V}_E$) عند الانتقال من الراحة الى مراحل الجهد كافة في البيئة الحارة (30°C ±1)، ن = ١٠

المتغير	مرحلة الاختبار	الوسط الحسابي	الانحراف المعياري	مراحل انتقال الجهد البدني	نسبة التغير بين المراحل (%)
$\dot{V}_E$ (لتر/دقيقة)	الراحة	7.763	0.343	الراحة – الجهد الهوائي	230.64 ↑
	الجهد الهوائي	25.644	2.175	الجهد الهوائي – العتبة اللاهوائية	83.70 ↑
	العتبة اللاهوائية	47.082	4.219		
	الاستهلاك الاقصى للأوكسجين	73.090	6.120	العتبة اللاهوائية – الاستهلاك الاقصى للأوكسجين	55.44 ↑

جدول (١٤) يبين تحليل التباين لأثر التمرين المتدرج الشدة في متغير التهوية الرئوية ($\dot{V}_E$) بين مراحل الجهد كافة في البيئة الحارة (30°C ±1)

الظرف	مراحل الجهد البدني	مجموع المربعات	درجات الحرية	متوسط المربعات	قيمة F	درجة المعنوية
مرحلة الانتقال	الراحة – الجهد الهوائي	3197.302	1	3197.302	706.387	0.001*
	الجهد الهوائي – العتبة اللاهوائية	4595.878	1	4595.878	685.848	0.001*
	العتبة اللاهوائية – الاستهلاك الاقصى للأوكسجين	6764.005	1	6764.005	679.523	0.001*
نسبة خطأ مرحلة الانتقال	الراحة – الجهد الهوائي	40.736	9	4.526		
	الجهد الهوائي – العتبة اللاهوائية	60.309	9	6.701		
	العتبة اللاهوائية – الاستهلاك الاقصى للأوكسجين	89.586	9	9.954		

*** معنوي عند نسبة خطأ ≤ (٠.٠١)**

يتبين من الجدول (١٤) ما يأتي:

- وجود فروق ذات دلالة معنوية عند الانتقال من مرحلة الراحة الى مرحلة الجهد الهوائي، ومن مرحلة الجهد الهوائي الى مرحلة العتبة اللاهوائية، ومن مرحلة العتبة اللاهوائية الى الاستهلاك الاقصى للأوكسجين في متغير التهوية الرئوية ($\dot{V}_E$)، إذ بلغت قيمة المعنوية لـ (F) لجميع المراحل (٠.٠٠١) وهي أقل من مستوى معنوية (٠.٠١).

٤-٣ مناقشة نتائج تأثير الجهد البدني على متغيرات التهوية الرئوية عند الانتقال من الراحة الى الجهد الهوائي، ومن مرحلة الجهد الهوائي الى العتبة اللاهوائية، ومن مرحلة العتبة اللاهوائية الى الاستهلاك الاقصى للأوكسجين في ظرفي الحرارة المعتدل والحار

يتضح من الجداول الخاصة بتلك المتغيرات والتي تشمل على (معدل التنفس (RR)، حجم التنفس (TV)، التهوية الرئوية ($\dot{V}_E$)) للظرفين الحراريين المعتدل (22°C ±1) والحار (30°C ±1)، ان هناك ارتفاعا في قيمة هذه المتغيرات عند الانتقال من مرحلة الى اخرى وصولا لمرحلة الاستهلاك الاقصى للأوكسجين في كلا الظرفين، تتفق هذه النتائج مع العديد من الدراسات منها (الربيعي، ٢٠١٧) ودراسة (Dilber et al, 2015, pp. 195-202).

يعزو الباحثان هذه الزيادة الى تأثير الجهد البدني الذي يتميز بشدته المتزايدة في كل مرحلة وهذا ما ادى الى زيادة الحاجة الى الاوكسجين لحاجة العضلات الى الطاقة والتخلص من ثاني اوكسيد الكاربون الناتج من مخلفات عمليات الايض كـ (CO_2, H^+) وهذا ما يؤدي الى تغيرات على

مستوى الجهاز التنفسي، فأثناء التمرين المتدرج الشدة تزداد ($\dot{V}_E$) عن طريق زيادة كل من (RR) و (TV) هذه الزيادة تكون ناتجة عن الاليات الخاصة بعملية التنفس، اذ يشير النعيمي (٢٠١٧) بان هناك اليتين تتحكمان في عملية التنفس اثناء التمرين او اي جهد لزيادة التهوية وهي (السيطرة العصبية على التنفس) وتتمثل بالجهاز الارادي الذي يقع في قشرة المخ هذا الجهاز يعمل على ارسال نبضات عصبية عن طريق الخلايا العصبية الحركية التنفسية بواسطة الحزم القشرية الشوكية، والجهاز الذاتي (المركز التنفسي) الذي يقع في منطقتين في الدماغ (الجسر والنخاع المستطيل) حيث يتألف هذا الجهاز من اربعة مراكز عصبية مسؤولة عن عمليتي الشهيق والزفير، اما الالية الثانية هي (السيطرة الكيميائية على التنفس)، وهناك ثلاث عوامل كيميائية تعمل على تنظيم التهوية الرئوية وهي (PO_2, PCO_2, H^+) والتي تحدث نتيجة ارتفاع معدل الايض، ان تأثير هذه العوامل تتم من خلال نوعين من المستقبلات وهي (المستقبلات الكيميائية المركزية، المستقبلات الكيميائية المحيطية) اذ تتأثر المراكز التنفسية العصبية المركزية فور تعرض الدم لأي تغير كيميائي، وتتأثر بذلك عملية التنفس ويحدث ذلك بطريقتين اما بشكل مباشر وتكون عبر المراكز العصبية التنفسية، او غير مباشر، وتتمثل بالتأثير الذي عكسته المستقبلات المركزية والمحيطية حيث تتأثر هذه المستقبلات بالتغيرات الحاصلة لـ (الضغط الجزيئي لغاز ثاني اوكسيد الكاربون وتركيز ايونات الهيدروجين (النعيمي، ٢٠١٧).

ويشير Powers & Howley (2009) في هذا الصدد بان المستقبلات الكيميائية المركزية التي تقع في منطقة السطح البطيني للنخاع المستطيل تتأثر بالتغيرات الحاصلة (PCO_2, H^+) في السائل النخاعي Cerebrospinal fluid (CSF)، لذا فان اي زيادة في (PCO_2) أو (H^+) تحفز المستقبلات الكيميائية المركزية بإرسال ايعازات واردة الى مراكز التنفس لزيادة التهوية، اما المستقبلات الكيماوية المحيطية والتي تقع في القوس الأبهر وعند تشعب الشرايين السباتية العامة، المستقبلات الموجودة في الشريان الابهري تسمى الاجسام (الابهرية)، وتلك الموجودة في الشريان السباتي هي الأجسام السباتية. تستجيب هذه المستقبلات الكيميائية الطرفية للزيادات في تركيزات (H^+) و (PCO_2) وانخفاض (PO_2) الشرياني، بالإضافة إلى ذلك، فإن الأجسام السباتية حساسة للزيادات في مستويات البوتاسيوم في الدم، لذا فان زيادة التهوية الرئوية التي تنتج عن ارتفاع في (PCO_2) الشرياني ترجع إلى تحفيز (CO_2) من كل من الاجسام السباتية والمستقبلات الكيميائية المركزية، كما أن الزيادات في مستويات الدم من البوتاسيوم تحفز الاجسام السباتية وتعمل على زيادة في التهوية لأن مستويات البوتاسيوم في الدم ترتفع أثناء التمرين بسبب صافي تدفق البوتاسيوم من العضلات المتقلصة، ففي اثناء التمرين المتدرج تزداد تركيزات الدم من ايون (H^+) فان هذا النوع من التمارين يوفر الحافز الرئيسي لزيادة التهوية عن طريق التحفيز من الأجسام السباتية، كما تشير الدلائل إلى أن البطين الأيمن للقلب يحتوي على مستقبلات ميكانيكية ترسل معلومات حسية واردة إلى مركز السيطرة على الجهاز التنفسي نسبة للزيادات في النتاج القلبي (على سبيل المثال، التمرين). قد تلعب هذه المستقبلات الميكانيكية دورا هاما في توفير مدخلات حسية وارد إلى مراكز السيطرة على الجهاز التنفسي في بداية التمرين (Powers & Howley , 2009, P.220).

هناك أدلة متزايدة على أن الحركة "الأولية" لزيادة التهوية خلال الثواني الاولى من التمرين والمتمثلة بزيادة مفاجئة وسريعة في التهوية عن طريق زيادة (RR) و (TV) ترجع إلى المدخلات العصبية الى مراكز الدماغ العليا (القيادة المركزية) لمراكز السيطرة على الجهاز التنفسي وتتمثل هذه المدخلات بالمستقبلات الموجودة في العضلات والمفاصل وتتمثل بعضو كولجي الوتري والمغازل العضلية وغيرها من هذه المستقبلات، اي ان العوامل العصبية هي المتحكم في عملية زيادة التهوية، اما عند زيادة شدة الجهد البدني بمرحلة تتميز بشدتها المتوسطة (مرحلة الجهد الهوائي) قبل الوصول لمرحلة العتبة اللاهوائية هنا الزيادة المفاجئة في التهوية التي حدثت في المرحلة الاولى تتوقف وتحل محلها زيادة (خطية افقية) تقريبا وفي هذه المرحلة يكون هناك تناسبا طرديا في التهوية الرئوية مع الاحتياجات الايضية وحاجة العضلات من الاوكسجين مما يسبب هذه الزيادة المتدرجة في التهوية ((Serna et al., 2018, pp.12-13 (Powers & Howley , 2009, P.222) وهذا ما اكده Phillips واخرون (٢٠١٨) بانه يتم تحقيق الارتفاع التدريجي في ($\dot{V}_E$) اثناء اداء التمرين المتدرج عن طريق زيادة (RR) و (TV)، أثناء التمرينات الرياضية الخفيفة الى المعتدلة التي تتراوح (<50%) من ($\dot{V}O_{2max}$) يكون الاعتماد في زيادة ($\dot{V}_E$) على (TV)، اما عند زيادة شدة التمرين يصل حجم التنفس الى هضبة وبالتالي يكون الاعتماد في زيادة التهوية على (RR) (Phillips et al, 2018, p.442). اما عند الاستمرار في التمرين وعند زيادة شدته ولفترة زمنية تحدث عدة تغيرات كيميائية في العضلات والدم كزيادة (PCO_2, H^+) وانخفاض (PO_2) عندها لا يستطيع النظام الهوائي تجهيز الطاقة وتحوله الى النظام اللاهوائي وخصوصا في مرحلة العتبة الفارقة اللاهوائية ووصولا الى مرحلة الاستهلاك الاقصى للأوكسجين، فان حدوث هذا التغيرات تؤدي الى زيادة كبيرة في التهوية (انكسار التهوية) والتي تحدث من خلال ارسال ايعازات من المستقبلات الكيميائية المركزية والمستقبلات المحيطية المتمثلة بالاجسام السباتية والابهرية والتي تتاثر بتغير حالة الدم الشرياني والذي بدورها تقوم بإرسال اشارات عصبية الى مراكز التنفس الموجودة في النخاع المستطيل ومنطقة الجسر لزيادة التهوية، كل هذه التغيرات تعتمد على شدة التمرين وفترة دوامه والتي تنظم العلاقة بين (RR) و (TV)، كل ذلك يرجع إلى تفاعل كل من المدخلات العصبية والكيميائية لمراكز التحكم في الجهاز التنفسي اذ يبدو من المحتمل أن الآليات العصبية الصادرة من مراكز الدماغ العليا (القيادة المركزية) توفر الدافع الأساسي لزيادة التهوية أثناء التمرين، مع المستقبلات الكيميائية المركزية والمحيطية والتغذية المرتدة العصبية من العضلات العاملة التي توفر وسيلة لمطابقة التهوية بدقة مع كمية ثاني أكسيد الكربون الناتجة عن عملية التمثيل الغذائي (Howley , 2009, p.222 & Powers) (النعيمي، ٢٠١٧) (Boron, & Boulpaep, 2012, p. 1380)، وهذا ما يؤكده Dilber واخرون (2015) بان اثناء التمرين المتدرج ترتفع التهوية الرئوية بصورة خطية بما يتناسب مع الزيادات في ($\dot{V}CO_2$)، مع ارتفاع شدة العمل وعند تراكم حامض اللاكتيك وعند هذه النقطة تزداد التهوية بشكل غير متناسب مع الزيادة في ($\dot{V}CO_2$) وتكون الزيادة الخطية ناتجة عن زيادة (RR) و (TV) (Dibler et al, 2015, p. 200).

٤-٤ عرض نتائج الفروق بين البيئتين المعتدلة (1± 22°C) والحارة (1± 30°C) في متغيرات التهوية الرئوية عند الانتقال من الراحة الى جهد متدرج الشدة

٤-٤-١ عرض نتائج الفروق بين ظرفي الحرارة المعتدل (1± 22°C) والحار (1± 30°C) في متغير معدل التنفس (RR) عند الانتقال من الراحة الى جهد متدرج الشدة

جدول (١٥) يبين تحليل التباين لتأثير الظرف الحراري في متغير معدل التنفس (RR) بين مراحل الجهد كافة

المصدر		فترة الانتقال بين مراحل الجهد	مجموع المربعات	درجات الحرية	متوسط المربعات	قيمة F	درجة المعنوية
الظرف الحراري	(1± 22°C) مقابل (1± 30°C)		77.981	1	77.981	226.940	0.001*
نسبة الخطأ للظرف الحراري	(1± 22°C) مقابل (1± 30°C)		3.093	9	0.344		
تأثير الحرارة على مراحل الجهد	(1± 22°C) مقابل (1± 30°C)	الراحة – الجهد الهوائي	7.744	1	7.744	2.650	0.138
		الجهد الهوائي – العتبة اللاهوائية	13.689	1	13.689	2.953	0.120
		العتبة اللاهوائية – الاستهلاك الاقصى للأوكسجين	0.121	1	0.121	0.047	0.834
نسبة الخطأ لتأثير الحرارة على مراحل الجهد	(1± 22°C) مقابل (1± 30°C)	الراحة – الجهد الهوائي	26.296	9	2.922		
		الجهد الهوائي – العتبة اللاهوائية	41.721	9	4.636		
		العتبة اللاهوائية – الاستهلاك الاقصى للأوكسجين	23.289	9	2.588		

*** معنوي عند نسبة خطأ ≤ (٠.٠١)**

يتبين من الجدول (١٥) ما يأتي:

- وجود فروق ذات دلالة معنوية لتأثير الظرف الحراري على مراحل الجهد في متغير معدل التنفس (RR)، إذ بلغت قيمة المعنوية لـ (F) (٠.٠٠١) وهي أقل من مستوى معنوية (٠.٠١).
- عدم وجود فروق ذات دلالة معنوية لتأثير الظرف الحراري على مراحل الجهد عند الانتقال من مرحلة الراحة الى مرحلة الجهد الهوائي، ومن مرحلة الجهد الهوائي الى مرحلة العتبة اللاهوائية، ومن مرحلة العتبة اللاهوائية الى الاستهلاك الاقصى للأوكسجين في متغير معدل

التنفس (RR)، إذ بلغت قيمة المعنوية لـ (F) للمراحل الثلاث (0.138, 0.120, 0.834) على التوالي وهي اكبر من مستوى معنوية (٠.٠١).

٤-٤-٢ عرض نتائج الفروق بين ظرفي الحرارة المعتدل (22°C ±1) والحار (30°C ±1) في متغير حجم التنفس (TV) عند الانتقال من الراحة الى جهد متدرج الشدة

جدول (١٦) يبين تحليل التباين لتأثير الظرف الحراري في متغير حجم النفس (TV) بين مراحل الجهد كافة

المصدر		فترة الانتقال بين مراحل الجهد	مجموع المربعات	درجات الحرية	متوسط المربعات	قيمة F	درجة المعنوية
الظرف الحراري	(22°C ±1) مقابل (30°C ±1)		4.202E-5	1	4.202E-5	0.061	0.811
نسبة الخطأ للظرف الحراري	(22°C ±1) مقابل (30°C ±1)		0.006	9	0.001		
تأثير الحرارة على مراحل الجهد	(22°C ±1) مقابل (30°C ±1)	الراحة – الجهد الهوائي	0.013	1	0.013	2.634	0.139
		الجهد الهوائي – العتبة اللاهوائية	0.016	1	0.016	3.733	0.085
		العتبة اللاهوائية – الاستهلاك الاقصى للأوكسجين	2.250E-5	1	2.250E-5	0.010	0.924
نسبة الخطأ لتأثير الحرارة على مراحل الجهد	(22°C ±1) مقابل (30°C ±1)	الراحة – الجهد الهوائي	0.046	9	0.005		
		الجهد الهوائي – العتبة اللاهوائية	0.037	9	0.004		
		العتبة اللاهوائية – الاستهلاك الاقصى للأوكسجين	0.021	9	0.002		

يتبين من الجدول (١٦) ما يأتي:

- عدم وجود فروق ذات دلالة معنوية لتأثير الظرف الحراري على مراحل الجهد في متغير حجم التنفس (TV)، إذ بلغت قيمة المعنوية لـ (F) (٠.٨١١) وهي اكبر من مستوى معنوية (٠.٠١).
- عدم وجود فروق ذات دلالة معنوية لتأثير الظرف الحراري على مراحل الجهد عند الانتقال من مرحلة الراحة الى مرحلة الجهد الهوائي، ومن مرحلة الجهد الهوائي الى مرحلة العتبة اللاهوائية، ومن مرحلة العتبة اللاهوائية الى الاستهلاك الاقصى للأوكسجين في متغير حجم التنفس (TV)، إذ بلغت قيمة المعنوية لـ (F) للمراحل الثلاث (0.139, 0.085, 0.924)

على التوالي وهي اكبر من مستوى معنوية (٠.٠١).

٤-٤-٣ عرض نتائج الفروق بين ظرفي الحرارة المعتدل (22°C ±1) والحار (30°C ±1) في متغير التهوية الرئوية ($\dot{V}_E$) عند الانتقال من الراحة الى جهد متدرج الشدة

جدول (١٧) يبين تحليل التباين لتأثير الظرف الحراري في متغير التهوية الدقيقة ($\dot{V}_E$) بين مراحل الجهد كافة

المصدر		فترة الانتقال بين مراحل الجهد	مجموع المربعات	درجات الحرية	متوسط المربعات	قيمة F	درجة المعنوية
الظرف الحراري	(22°C ±1) مقابل (30°C ±1)		55.062	1	55.062	91.166	0.001*
نسبة الخطأ للظرف الحراري	(22°C ±1) مقابل (30°C ±1)		5.436	9	0.604		
تأثير الحرارة على مراحل الجهد	(22°C ±1) مقابل (30°C ±1)	الراحة – الجهد الهوائي	51.085	1	51.085	11.464	0.008*
		الجهد الهوائي – العتبة اللاهوائية	1.050	1	1.050	0.134	0.723
		العتبة اللاهوائية – الاستهلاك الاقصى للأوكسجين	0.397	1	0.397	0.085	0.777
نسبة الخطأ لتأثير الحرارة على مراحل الجهد	(22°C ±1) مقابل (30°C ±1)	الراحة – الجهد الهوائي	40.106	9	4.456		
		الجهد الهوائي – العتبة اللاهوائية	70.452	9	7.828		
		العتبة اللاهوائية – الاستهلاك الاقصى للأوكسجين	41.922	9	4.658		

*** معنوي عند نسبة خطأ ≤ (٠.٠١)**

يتبين من الجدول (١٧) ما يأتي:

- وجود فروق ذات دلالة معنوية لتأثير الظرف الحراري على مراحل الجهد في متغير التهوية الرئوية ($\dot{V}_E$)، إذ بلغت قيمة المعنوية لـ (F) (٠.٠٠١) وهي أقل من مستوى معنوية (٠.٠١) ولصالح الظرف الحراري (30°C ±1).
- وجود فروق ذات دلالة معنوية لتأثير الظرف الحراري على مراحل الجهد عند الانتقال من مرحلة الراحة الى مرحلة الجهد الهوائي في متغير التهوية الرئوية ($\dot{V}_E$)، إذ بلغت قيمة

المعنوية لـ (F) لهذه المرحلة (٠.٠٠٨) وهي أقل من مستوى معنوية (٠.٠١) ولصالح الظرف الحراري (30°C ±1).

- عدم وجود فروق ذات دلالة معنوية لتأثير الظرف الحراري على مراحل الجهد عند الانتقال من مرحلة الجهد الهوائي الى مرحلة العتبة اللاهوائية، ومن مرحلة العتبة اللاهوائية الى الاستهلاك الاقصى للأوكسجين في متغير التهوية الرئوية ($\dot{V}_E$)، إذ بلغت قيمة المعنوية لـ (F) لهذه المرحلتين (0.723, 0.777) على التوالي وهي اكبر من مستوى معنوية (٠.٠١).

٤-٥ مناقشة نتائج تأثير اختلاف الظرف الحراري على متغيرات التهوية الرئوية عند الانتقال من الراحة الى الجهد الهوائي، ومن مرحلة الجهد الهوائي الى العتبة اللاهوائية، ومن مرحلة العتبة اللاهوائية الى الاستهلاك الاقصى للأوكسجين.

بالرغم من عدم ظهور فروق معنوية لمتغيري معدل التنفس (RR) ومعدل التنفس (TV) الا ان تأثير البيئة الحارة واضحا في هذين المتغيرين من خلال ملاحظة الاوساط الحسابية في الجدولين (3, 5)، وهذا التأثير انعكس الى مستوى المعنوية في متغير التهوية الرئوية ($\dot{V}_E$) وذلك عند الانتقال من مرحلة الراحة الى مرحلة الجهد الهوائي لاحظ جدول (17) من خلال مستوى المعنوية والذي بلغ (0.008)، وهناك تأثير لظرف البيئة الحارة على باقي المراحل ولكن لم يرتق لمستوى المعنوية، اذ تتفق هذه النتائج مع النتائج التي توصل اليها No & Kwak (2016) اذ كانت ($\dot{V}_E$) عند (±1 22°C) أثناء الراحة أقل بشكل ملحوظ مقارنة بكل من (±1 10°C) و (±1 35°C)، أيضًا كانت التهوية الرئوية أقل بكثير عند (±1 22°C) مقارنة بكل من (±1 10°C) و (±1 35°C) في (5, 10) دقائق أثناء التمرين دون الحد الأقصى، بينما لم تكن هناك اختلافات كبيرة في التهوية الدقيقة القصوى بين (±1 10°C) و (±1 22°C) و (±1 35°C) (No & Kwak, 2016, 219). كما تتفق نتائج البحث الحالية مع دراسة Horiuchi (٢٠١٨) فقد توصل من خلال دراسته لتأثير التمرين البدني باستخدام (٧) سرعات مختلفة للركض ولكل مرحلة (٤) دقائق تحت ثلاث ظروف بيئية مختلفة على عدد من متغيرات التبادل التنفسي ونفقات الطاقة على الشباب، بان الظرف الحراري المرتفع (30°C) والبارد (13°C) قد اثر على ($\dot{V}_E$) بالزيادة مقارنة مع الظرف الحراري المعتدل (23°C) في ظرف الراحة، اما اثناء الجهد فكان للظرف الحراري المرتفع تأثيرا بالزيادة على ($\dot{V}_E$) مقارنة مع الظرفين البارد والمعتدل (Horiuchi et al, 2018, pp.2-3).

يعزو الباحثان هذه الفروق الى ان متغير التهوية الرئوية ($\dot{V}_E$) يعتمد على متغيرين اساسيين ويمكن تمثيل ذلك في الصيغة التالية: ($\dot{V}_E = RR \times TV$) وعند تأثير اي من هذين المتغيرين يتأثر ($\dot{V}_E$) بالارتفاع او الانخفاض، فإضافة للجهد البدني الذي كان تأثيره جليا على ($\dot{V}_E$) كان للظرف الحراري المرتفع تأثير اضافي زاد من عمليات اثارة الجهاز التنفسي لزيادة التهوية ($\dot{V}_E$) وذلك لان ($\dot{V}_E$) تعد احدى اليات التنظيم الحراري، اضافة الى ذلك فان اداء التمرين في الظرف الحراري المرتفع يزيد من عمليات الاكسدة مما يزيد من انتاج (CO_2)، كما ان زيادة الاعتماد على الكاربوهيدرات كركيزة بالمقارنة مع الظرف الحراري المعتدل رفع من تركيز اللاكتات في الدم، جميع هذه العوامل

اثارت مراكز السيطرة للجهاز التنفسي لزيادة التهوية وذلك للحفاظ على توازن البيئة الداخلية للأطفال اثناء التمرين.

وهذا ما يؤكده Hodgson (2014) ان من آليات تنظيم الحرارة الفسيولوجية الرئيسية التي تستخدم لتنظيم فقدان الحرارة هي زيادة ($\dot{V}_E$) وعملية التبخير والتعرق ومع ذلك، توجد معوقات في الية ($\dot{V}_E$) خاصة أثناء التمرين عندما تكون هناك منافسة بين الحاجة إلى التبادل الغازي المناسب وفقدان الحرارة التبخيري الأمثل (Hodgson,, 2014, P. 110).

يمثل تبخر الماء من الجهاز التنفسي مسارًا مهمًا لفقدان الحرارة، الهواء الداخل يسخن ويشبع في مروره عبر الرئتين، حتى عند زيادة (RR) المرتبطة بالتمارين عالية الشدة يتم تسخين هواء الزفير مثلا في ظروف حرارة معتدلة إلى حوالي (1± 28°C) وهو مشبع بنسبة ٨٥٪ على الأقل بالماء، يساهم فقدان الحرارة المرتبط بتسخين الهواء المأخوذ من درجة حرارة الجسم القريبة من (16°C) الى (30°C) بنسبة (5%) تقريبًا من إجمالي فقدان الحرارة أثناء الراحة، فأثناء التمرين يزداد فقدان الحرارة على شكل بخار والمرتبط بعملية التبادل التنفسي حتى خمسة أضعاف لإزالة (15%–10) من إجمالي فقدان الحرارة، اذ تتراوح عملية فقدان الحرارة على شكل مساهمة مشتركة ما بين عملية التعرق والتبادل التنفسي، اذ تشير التقديرات العلمية لهذه العمليتين ما بين (75%) للتعرق و (20%) عن طريق هواء الزفير وتختلف هذه العملية باختلاف درجات الحرارة المحيطة (Hodgson,, 2014, P.114).

يفسر Horiuchi (2018) الزيادة في ($\dot{V}_E$) في البيئة الحارة بالمقارنة مع الظرفين البارد والمعتدل، بانه قد يكون أحد التفسيرات متعلقًا بزيادة إشارات القيادة المركزية المسيطرة على الجهاز التنفسي الى مراكز التنفس (Horiuchi et al, 2018, p. 3)، وهذا التفسير يؤكده ايضا Powers & Howley (2009) بان الزيادة في ($\dot{V}_E$) أثناء التمرين البدني في الحرارة هي ناتجة عن ارتفاع في درجة حرارة الدم مما يؤثر بشكل مباشر مركز التحكم في الجهاز التنفسي والتي بدورها ترسل اشارات الى مراكز التنفس لزيادة التهوية، تشير هذه النتيجة إلى أن الزيادة في ($\dot{V}_E$) التي لوحظت أثناء التمرين في الحرارة ترجع إلى زيادة معدل التنفس (RR) وتهوية الحيز الميت (Powers & Howley, 2009, P 217).

٥- الاستنتاجات والتوصيات

٥-١ الاستنتاجات:

- ان الجهد الهوائي المتدرج الشدة في ظل ظروف البيئة المعتدلة من شأنه أن يحدث زيادة ملحوظة عند الانتقال من مرحلة الراحة الى مرحلة الجهد الهوائي، ومن مرحلة الجهد الهوائي الى مرحلة العتبة اللاهوائية، ومن مرحلة العتبة اللاهوائية الى مرحلة الاستهلاك الاقصى للأوكسجين في متغيرات (معدل التنفس، حجم التنفس، التهوية الرئوية).
- ان الجهد الهوائي المتدرج الشدة في ظل ظروف البيئة الحارة من شأنه أن يحدث زيادة ملحوظة عند الانتقال من مرحلة الراحة الى مرحلة الجهد الهوائي، ومن مرحلة الجهد الهوائي

الى مرحلة العتبة اللاهوائية، ومن مرحلة العتبة اللاهوائية الى مرحلة الاستهلاك الاقصى للأوكسجين في متغيرات (معدل التنفس، حجم التنفس، التهوية الرئوية).

- ان الظرف في البيئة الحارة من شأنه ان يؤثر ويحدث زيادة ملحوظة في التهوية عند الانتقال من مرحلة الراحة الى مرحلة الجهد الهوائي مقارنة مع ظرف البيئة المعتدلة.
- ان الظرف في البيئة الحارة لم يؤثر ويحدث زيادة ملحوظة في معدل التنفس وحجم النفس في مراحل الجهد كافة، وفي التهوية الرئوية عند الانتقال من مرحلة الجهد الهوائي الى مرحلة العتبة اللاهوائية ومن مرحلة العتبة اللاهوائية الى مرحلة الاستهلاك الاقصى للأوكسجين، مقارنة مع ظروف البيئة المعتدلة.

٥-٢ التوصيات

- اجراء دراسات مشابهة للدراسة الحالية من حيث اجراءاتها بين الاطفال والبالغين.
- استخدام بروتوكولات جهد مختلفة بزيادة زمن الجهد البدني او تقصيره لمعرفة تأثير هذه البرتوكولات على متغيرات البحث.
- اجراء دراسات مقارنة بين الاطفال الذكور والاناث بنفس الاعمار لمعرفة الفروق بين الجنسين في متغيرات التهوية الرئوية.
- توعية المدربين بأهمية قياس متغيرات الجهاز التنفسي للفئات العمرية الصغيرة فمن خلالها يمكن التعرف على قدرة الاطفال الهوائية والقابلية البدنية.

المصادر العربية والاجنبية

١. التكريتي، وديع ياسين والعبيدي، حسن محمد عبد (١٩٩٩): التطبيقات الاحصائية واستخدامات الحاسوب في بحوث التربية الرياضية، دار الكتب للطباعة والنشر، الموصل، العراق.

٢. الربيعي، حسام حازم (٢٠١٧): *دراسة مقارنة بين الاطفال البدناء وزائدي الوزن والاسوياء بعمر(١٠-١٢سنة) في العتبة الفارقة اللاهوائية والحد الاقصى لاستهلاك الاوكسجين لعدد من المتغيرات الوظيفية*، رسالة ماجستير غير منشورة، جامعة الموصل، العراق.

٣. النعيمي، نشوان ابراهيم (٢٠١٨)، *محاضرات في فسلجة التدريب*، كلية التربية البدنية وعلوم الرياضة، جامعة الموصل، العراق.

٤. الهزاع، هزاع بن محمد (٢٠٠٩): *فسيولوجيا الجهد البدني، الأسس النظرية والإجراءات المعملية للقياسات الفسيولوجية*، ج٢، جامعة الملك سعود، الرياض.

5. Boron, W.F., & Boulpaep, E.L., (2012). *Medical physiologya cellular and molecular approach*, Second ed.,USA, Elsevier Inc.

6. Dilber, D., Malčić, L., Ćaleta, T. and Zovko, *A.*, (2015). Reference values for cardiopulmonary exercise testing in children and adolescents in northwest Croatia, *Journal of Paediatr Croat*; 59:195-202. Retrieved from doi: http://dx.doi.org/10.13112/PC.2015.29.

7. do Prado, D., Braga, A., Rondon, M., Azevedo, L., Matos, L., Negrão, C.,..., Trombetta, I., (2010). Comportamiento Cardiorrespiratorio en Niños Saludables durante el Ejercicio Progresivo Máximo, *Arq Bras Cardiol*; 94(4): 477-483. Retrieved from https://doi.org/10.1590/S0066-782X2010005000007.

8. Ferguson, R.A. Ball, D., Sargeant, A.J., (2002). Effect of muscle temperature on rate of oxygen uptake during exercise in humans at different contraction frequencies, *Journal of Experimental Biology* : 205: 981-987.

9. Hodgson, D., McKeever, K., McGowan, C., (2014). *The Athletic Horse: Principles and Practice of Equine Sports Medicine*, 2nd Edition, China, Elsevier Inc., USA.

10. Horiuchi, M., Handa, Y., Fukuoka, Y., (2018). Impact of ambient temperature on energy cost and economical speed during level walking in healthy young males, *Biology Open*: 7, bio035121. doi:10.1242/bio.035121.

11. Serna, L. Y., Mañanas, M. A., Hernández, A. M., & Rabinovich, R. A. (2018). An Improved Dynamic Model for the Respiratory Response to Exercise. *Frontiers in physiology*: 9, 69., Retrieved from https://doi.org/10.3389/fphys.2018.00069.

12. No, M., Kwak, HB., (2016). Effects of environmental temperature on physiological responses during submaximal and maximal exercises in soccer players, *Journal of Integr Med Res*, 5(3): 216-222. doi: 10.1016/j.imr.2016.06.002.

13. Powers, S.K., & Howley, E.T., (2009). *Exercise Physiology*, Theory and Application to Fitness and Performance, The McGraw- Hill Companies, 7ed, USA.

١٤. Phillips, D.B., Ehnes, C.M., Stickland, M.K. et al. (2019). Ventilatory responses in males and females during graded exercise with and without thoracic load carriage, *Eur J Appl Physiol:* 119, 441–453 https://doi.org/10.1007/s00421-018-4042-5.

١٥. Rowland, Thomas W., (٢٠١٨). *Cardiopulmonary exercise testing in children and adolescents*, Human Kinetics Publishers; 1st ed, U.S.A.

١٦. Winter, E.M., Jones, A.M., Davison, R., Bromley, P.D., Mercer, T.H., (2007). *Sport and Exercise Physiology Testing Guidelines*,The British Association of Sport and Exercise Sciences Guide, Vol.2, 1st ed,USA and Canada, Taylor & Francis e-Library.

١٧. https://fccid.io/SN7-COSMED-K5/User-Manual/User-Manual-2701156.pdf.