" علاقة مؤشر كتلة الجسم والحد الأقصى لاستهلاك الأوكسجين بمعدل ضربات القلب لدى طلبة المرحلة الاعدادية "

م. د. أحمد يونس حامد
Dr.Ahmed.Y.Hamid@gmail.com
وزارة التربية / مديرية تربية نينوى

مستخلص البحث باللغة العربية

هدفت الدراسة إلى التعرف على مستوى مؤشر كتلة الجسم (BMI)والحد الأقصى لاستهلاك الأوكسجين (VO_2max) ومعدل ضربات القلب (HR) لدى طلبة المرحلة الإعدادية، والكشف عن طبيعة علاقة الارتباط بينهم ، فضلاً عن التعرف على مستوى كل من الحد الأقصى لاستهلاك الأوكسجين ومعدل ضربات القلب لدى الطلبة المصنفين حسب مؤشر كتلة الجسم، وتم استخدام المنهج الوصفي لملاءمته لطبيعة البحث ، وتألفت العينة من (٣٦) طالبًا من ثانوية المتفوقين للبنين في مدينة أربيل، بأعمار (١٦–١٨) سنة، وتم استخدام قياس الوزن والطول لمعرفة مؤشر كتلة الجسم ، كما تم استُخدم اختبار صندوق الخطوة لكلية الملكة لقياس الحد الأقصى لاستهلاك الأوكسجين، إضافة إلى قياس معدل ضربات القلب أثناء الجهد. أظهرت نتائج الدراسة بان الوسط الحسابي لمؤشر كتلة الجسم بلغ (٢٠,٥٧ كغم/م^2)، وهو ضمن حدود الوزن الطبيعي وفق توصيات منظمة الصحة العالمية، وبلغ الوسط الحسابي للحد الأقصى لاستهلاك الأوكسجين (٣٨,٠٨ مل/كغم$^{-1}$/دقيقة$^{-1}$)، وبلغ الوسط الحسابي لمعدل ضربات القلب (١٧٣,٨٦ ضربة/دقيقة)، واستنتج الباحث بعدم وجود فروق ذات دلالة احصائية بين مؤشر كتلة الجسم كل من والحد الأقصى لاستهلاك الأوكسجين ومعدل ضربات القلب ، وعدم وجود فروق ذات دلالة احصائية في مستوى الحد الأقصى لاستهلاك الأوكسجين للطلبة المصنفين حسب مؤشر كتلة الجسم، وعدم وجود فروق ذات دلالة احصائية في معدل ضربات القلب تبعًا لتصنيف الطلبة وفق مؤشر كتلة الجسم، وأن مؤشر كتلة الجسم لا يُعد مؤشرًا كافيًا بمفرده لتفسير الفروق الوظيفية القلبية التنفسية لدى طلبة المرحلة الإعدادية ضمن حدود الوزن الطبيعي، وأوصت الدراسة بضرورة الاهتمام بحصص التربية الرياضية لما لها من دور صحي في تحسين مستوى الحد الأقصى لاستهلاك الأوكسجين لدى هذه الفئة العمرية، إلى جانب إقامة دورات تأهيلية لخريجي كليات ومعاهد التربية البدنية وعلوم الرياضة لتدريبهم على استخدام مؤشرات القياس البدنية والفسيولوجية، والتعرّف على القيم الطبيعية لها بما يسهم في تعزيز الجانب الصحي للطلبة.

الكلمات المفتاحية: مؤشر كتلة الجسم (BMI)، الحد الاقصى لاستهلاك الاكسجين (VO_2max)، معدل ضربات القلب (HR).

Abstract

The Relationship of Body Mass Index and Maximum Oxygen Consumption with Heart Rate among Senior High School Students

By

Lect .Dr. Ahmed Younis Hamid

Ministry of Education / Nineveh Education Directorate

This study aimed to evaluate the levels of Body Mass Index (BMI), maximal oxygen consumption (VO_2max), and heart rate (HR) among Senior High School students, while exploring the potential correlations between these variables. Furthermore, the study investigated how (VO_2 max), and (HR) profiles differ when students are categorized according to their (BMI). Adopting a descriptive analytical approach, the study was conducted on a sample of (36) male students from the "High Achievers Secondary School" in Erbil, aged (16–18) years. Anthropometric data (height and weight) were collected to determine (BMI), and the Queen's College Step Test was utilized to estimate (VO_2max). Additionally, heart rate was monitored during physical exertion to assess the physiological response. The statistical analysis revealed a mean (BMI) of (20.57 kg/m2), which aligns with the "Normal Weight" classification defined by the World Health Organization (WHO). The mean (VO_2max) was recorded at (38.08 ml.kg-1.min-1), while the mean heart rate reached (173.86 bpm). Findings indicated no statistically significant correlations between (BMI) and either (VO_2max) or (HR). Moreover, no significant differences were observed in the levels of (VO_2max) or (HR) across different (BMI) categories. The study concludes that within the normal weight range, (BMI) is not a definitive predictor of cardiorespiratory functional variations among adolescents. Based on these outcomes, the study underscores the necessity of prioritizing physical education sessions for their vital role in enhancing (VO_2max) levels within this age group. It also advocates for specialized training workshops for physical education and sports science graduates to refine their skills in utilizing physiological indices and understanding their normative values, thereby fostering a more robust health profile for students.

Keywords Body Mass Index (BMI), Maximal Oxygen Consumption (VO_2max) , Heart Rate (HR).

١ – التعريف بالبحث

١ – ١ المقدمة البحث واهميته:

ان الاهتمام بالصحة ومراقبة المؤشرات الفسيولوجية لأجهزة الجسم من الامور التي تؤخذ في الحسبان لدى المجتمعات بصورة عامة وبالتالي تحسين الجانب الصحي وخصوصا للفئات العمرية الصغيرة والشباب، كما اهتمت العديد من المجتمعات بتحسين الجانب الصحي وذلك عن طريق ممارسة التمارين الرياضية، والتي حظيت باهتمام العديد من العلماء والباحثين، إذ تم دراسة تأثير التمارين البدنية في الاستجابات والتكيفيات الوظيفية لأجهزة الجسم المختلفة والتي تتعلق بالصحة، ففي التقرير الصادر عن وزارة الصحة الأمريكية لسنة (٢٠٠٠)، والذي تضمن تحديد الأهداف الصحية المستهدفة لعام (٢٠١٠) تحت عنوان ((أناس أصحاء ٢٠١٠) (Healthy People 2010)، جاء النشاط البدني كأول هدف من بين الأهداف المراد تحقيقها بحلول عام (٢٠١٠) (وزارة الصحة الأمريكية).

وان قياس اقصى استهلاك للأوكسجين [R تم استخدامه في العديد من الدراسات العلمية للإشارة إلى حالة التنبؤ بالتغيرات في صحة القلب والأوعية الدموية والأداء البدني (Voutilainen et.al, 2021,1). ولأهمية هذه الظاهرة فقد توسعت البحوث لتشمل فئات عمرية مختلفة ، فقد قام العديد من الباحثين بقياس مؤشر كتلة الجسم (كرش وايشوع، ٢٠٢٠) (Leyk et.al, 2006) (Corder et.al, 2020) واقصى استهلاك للأوكسجين (Voutilainen et.al, 2021) (Rao et.al, 2014) (Uzunova et.al, 2014) (El Ghina1 et.al 2025). فقد أشار (Aminu & Jibril) بان اقصى استهلاك للأوكسجين يعتبر مؤشر ذهبي لقياس اللياقة القلبية التنفسية (Aminu & Jibril, 2015,42). وان قياس معدل ضربات القلب والذي يعتبر مؤشر مهم سواء في معرفة شدة التمرين او حتى في فترة الاستشفاء، إذ اشار (Yaoyuan Zhang et.al , 2022) الى ان معدل ضربات القلب (HR) (*) يعتبر عامل صحي بالغ الأهمية ، فقد يكون أساسًا لمناقشة تأثير السمنة والنحافة المفرطة على أجسام البشر ، كما يمكن استخدام معدل زيادة معدل ضربات القلب ومعدل استشفائه كمؤشر لتقييم شدة وفعالية تمارين بدنية محددة (Yaoyuan Zhang et.al , 35 , 2022)، وأشارت بعض الدراسات إلى وجود علاقة بين مؤشر كتلة الجسم ومعدل ضربات القلب أثناء الراحة، إذ يُعد مؤشر كتلة الجسم مؤشرًا جيدًا للسمنة (Ninio, 2008)، (Zhang, B., et al ,2018)، وهذا مفيدًا جدًا عند دراسة علاقة مؤشر كتلة الجسم بزيادة معدل ضربات القلب أثناء التمارين البدنية وفترة التعافي بعدها (Yaoyuan Zhang et.al , 2022 , 35).

وتعد دراسة علاقة مؤشر كتلة الجسم (BMI) والحد الأقصى لاستهلاك الأوكسجين (VO_2max) بمعدل ضربات القلب (HR) له أهمية كبيرة في علم فسلجة التدريب الرياضي والصحة العامة، وذلك من أجل تقييم مستويات اللياقة التنفسية القلبية في المراحل المبكرة من العمر، إذ يعد الحد الأقصى لاستهلاك الأوكسجين (VO_2max) من المؤشرات الفسيولوجية المهمة عند قياس مستوى اللياقة التنفسية القلبية، وهو مرتبط بقوة بمستوى الأداء البدني والقدرة على التحمل لدى الاشخاص، وخصوصا في المرحلة العمرية الحرجة كمرحلة الإعدادية، إذ يتم في هذه المرحلة تشكيل مستقبل الانماط الاولية لمستويات النشاط البدني لان انخفاض هذه المستويات بهذه المرحلة يرتبط بخطورة مستقبلية في الصحة بشكل عام (Rodrigues et.al, 2007, 429). كما يستخدم مؤشر كتلة الجسم (BMI) على نحو واسع كمقياس أولي لمعرفة السمنة والوزن الزائد وهي ترتبط بالعديد من المخاطر صحية مثل امراض القلب والايض وان فهم العلاقة بين مؤشر كتلة الجسم ومؤشرات اللياقة البدنية يمكن أن يساعدنا في تصميم البرامج الوقائية بصورة أفضل خصوصا في فترة الطفولة والمراهقة ،كما توجد علاقة ارتباط عكسية بين (BMI) و (VO_2max) وهذا يعكس تأثير وزن الجسم على كفاءة الجهاز القلبي والتنفسي عند الجهد، وبالتالي سيتم الاستفادة من فهم تأثير الوزن الزائد في وظائف القلب والرئتين في المرحلة العمرية التي لا تزال في طور النمو (Araujoa et.al, 2015, 74–76).

ويعد معدل ضربات القلب مؤشر فسيولوجي عملي وسريع يعكس استجابة الجهاز القلبي عند الراحة واثناء النشاط، ويمكن ان يستخدم لتقدير كفاءة جهاز الدوران والتمارين البدنية عند فهم علاقة معدل ضربات القلب بـ(VO_2max) و (BMI) وبالتالي المساهمة في تبسيط تقييم المستوى البدني في البيئة المدرسية أو البيئة المجتمعية (Habibi et.al, 2014, 29). وعلى الرغم من كثرة الدراسات في البالغين، إلا أن الدراسات التي تربط بين متغيرات البحث في مرحلة المراهقة في المدارس الا انه لا يزال انتشارها قليل، مما يجعل نتائج البحث مفيدة لمدرسين التربية الرياضية والاطباء والمربين من اجل تحديد أولويات الصحة العامة واللياقة البدنية .(Pate et.al, 2006, 1217–1220).

* **(HR)** : (Heart rate) وهو مصطلح يعبر عن معدل ضربات القلب خلال دقيقة واحدة.

ومن هذا المنطلق ارتئيت بإجراء بحث لقياس مؤشر كتلة الجسم (BMI)(**) واقصى حجم استهلاك للأوكسجين (VO2max)(*) عن طريق اختبار الخطوة لطلبة المرحلة الاعدادية بأعمار (١٦-١٧) سنة ومقارنة نتائج هذه القياسات مع النسب الطبيعية وبالتالي تقييم الحالة الصحية لهؤلاء الطلاب من اجل الاطلاع على المستوى الصحي والبدني للطلاب في هذه المرحلة.

١-٢ مشكلة البحث

خلال تدريسي لمادة التربية الرياضية لاحظت هناك قصور وضعف بدني ملحوظ لدى طلبة المرحلة الاعدادية بصورة عامة وان درس واحد في الاسبوع لم يكفي لاكتساب الطالب مستوى صحي جيد للياقة البدنية ومن المعلوم ان الوسائل التكنلوجية الحديثة من الاجهزة والادوات والسيارة اثرت على اللياقة البدنية وكما هو معلوم بان ممارسته التمارين البدنية في درس التربية الرياضية اضافة الى حركة الطالب من خروجه من البيت وحتى رجوعه يساعده على حرق كمية من السعرات الحرارية، اضافة الى تحسن في اجهزة الجسم الوظيفية ومنها الجهاز التنفسي وبالتالي منع اصابة الطلبة بمرض السمنة، ولكن بسبب نمط الحياة الحديث والذي اثر على مستوى حركة الافراد، ادى الى انخفاض النشاط اليومي للطلبة والذي له علاقة بازدياد السمنة وانخفاض المؤشرات الوظيفية للجهاز التنفسي وزيادة الاصابة بالأمراض المزمنة مثل (امراض القلب والاوعية الدموية، داء السكري، ارتفاع نسبة الدهون في الدم، السمنة) والتي بدأت بالظهور في اعمار مبكرة ، وكان لابد من قياس نسبة السمنة عن طريق مؤشر كتلة الجسم (BMI)، وقياس اقصى حجم للأوكسجين المستهلك (VO_2max) الذي له علاقة طردية بسلامة الجهاز التنفسي، ومعرفة معدل ضربات القلب (HR) ومدى ارتباطه بمستوى مؤشر كتلة الجسم (BMI).

١-٣ أهداف البحث

- التعرف على مستوى مؤشر كتلة الجسم (BMI) والحد الاقصى استهلاك للأوكسجين (VO_2max) لطلبة المرحلة الاعدادية .
- التعرف على العلاقة بين مستوى مؤشر كتلة الجسم (BMI) والحد الاقصى استهلاك للأوكسجين (VO_2max) لطلبة المرحلة الاعدادية.
- التعرف على العلاقة بين مستوى مؤشر كتلة الجسم (BMI) ومعدل ضربات القلب (HR) بعد انتهاء الاختبار لطلبة المرحلة الاعدادية
- التعرف على العلاقة بين مستوى الحد الاقصى لاستهلاك الأوكسجين (VO_2max) لطلبة المرحلة الاعدادية المصنفين حسب مؤشر كتلة الجسم (BMI).
- التعرف على العلاقة بين معدل ضربات القلب (HR) بعد انتهاء الاختبار لطلبة المرحلة الاعدادية المصنفين حسب مؤشر كتلة الجسم (BMI).

** **(BMI)** : (Body Mass Index) وهو عبارة عن مؤشر قياس كتلة الجسم لمعرفة النسبة الطبيعية لوزن جسم الانسان.

* **(VO_2max)** : (Maximal Oxygen Consumption) وهو مصطلح يعبر عن اقصى استهلاك للأوكسجين في الجسم.

١-٤ فروض البحث

- عدم وجود علاقة ارتباط ذات دلالة احصائية بين مؤشر كتلة الجسم (BMI) والحد الأقصى لاستهلاك الأوكسجين (VO_2max) لطلبة المرحلة الاعدادية .
- عدم وجود علاقة ارتباط ذات دلالة احصائية بين مؤشر كتلة الجسم (BMI) معدل ضربات القلب (HR) بعد انتهاء الاختبار لطلبة المرحلة الاعدادية .
- عدم وجود علاقة ذات دلالة احصائية في مستوى الحد الاقصى لاستهلاك الأوكسجين (VO_2max) لطلبة المرحلة الاعدادية المصنفين حسب مؤشر كتلة الجسم (BMI).
- عدم وجود علاقة ذات دلالة احصائية في معدل ضربات القلب (HR) بعد انتهاء الاختبار لطلبة المرحلة الاعدادية المصنفين حسب مؤشر كتلة الجسم (BMI).

١-٥ مجالات البحث

- المجال البشري: عينة من طلاب ثانوية المتفوقين في اربيل بأعمار (١٦-١٨) سنة.
- المجال الزماني: للفترة من (٢٠٢٤/٣/٢٠) ولغاية (٢٠٢٤/٤/١).
- المجال المكاني: الملعب الخارجي لكرة القدم في ثانوية المتفوقين في اربيل.

١-٦ تحديد المصطلحات

١-٦-١ مؤشر كتلة الجسم (Body Mass Index)

مؤشر كتلة الجسم هو مؤشر يستخدم بشكل واسع لإيجاد العلاقة بين الطول والوزن، ويمكن حسابه من خلال الوزن (كجم)/مربع الطول (متر)(Khongdier,2005, 176). وان وجود معايير تُوضح الحالة الصحية للشخص الممارس للنشاط البدني وخصوصا في بداية البرنامج يُقلل من خطر الحوادث التي قد تؤدي إلى الوفاة، بالإضافة إلى كونها مؤشرات مباشرة على تحسن نتائج التدريب وتساعدنا في معرفة شدد التدريب ومؤشرات الصحة ، ولقد اشارت منظمة الصحة العالمية ان مؤشر كتلة الجسم يعتبر احد المؤشرات الأساسية المستخدمة في بداية خطة اي برنامج تدريبي (World Health Organization).

١-٦-٢ اقصى استهلاك للاوكسجين (VO_2max)

ويعرفه (نايف مفضي وصبحي أحمد) الى انه كمية الاوكسجين بالمليلتر التي تستخدم خلال دقيقة ولكل (١) كيلو من وزن الجسم ،واللاعبين الذين يمتلكون لياقة بدنية عالية فان السعة الهوائية القصوى ستكون بمستوى مرتفع، ويمكنهم التدريب بشدة مرتفعة اعلى من الاشخاص غير المدربين والذين ليس لديهم مستوى لياقة مرتفع، وقد اظهرت العديد من الدراسات بانه يمكن رفع مقدار وقيمة مستوى السعة الهوائية القصوى من خلال العمل بشدة (٦٥ – ٨٥) % من أقصى معدل لنبضات القلب ولمدة (٢٠) دقيقة على الأقل من (٣ – ٥) مرات في الأسبوع، وان المعدل المتوسط للرياضيين الرجال هو (٣,٥) لتر/دقيقة، وللسيدات (٢,٧) لتر/دقيقة (مفضي واحمد، ٢٠١٢، ١٧٧) ،وان اختبار الخطوة يعتبر اختبار صحي من اجل قياس أقصى استهلاك للأوكسجين للأولاد في المرحلة الثانوية (Aminu & Jibril, 2015,49)

٢- اجراءات البحث

٢-١ منهج البحث

تم استخدام المنهج الوصفي لملائمته لطبيعة البحث.

٢-٢ مجتمع البحث وعينته

تألف مجتمع البحث من (١٣٧) طالب في المرحلة الاعدادية بأعمار (١٦-١٨) سنة من ثانوية (المتفوقين للبنين في اربيل)، وتكونت عينة البحث من (٣٩) طالب، تم استبعاد (٣) طلاب لاستخدامهم في التجربة الاستطلاعية ،وكانت العينة النهائية (٣٦) طالب، بنسبة (٢٦ %) من مجتمع البحث .

٢-٣ تجانس مجموعة البحث

تم اجراء التجانس بين افراد مجموعة البحث في متغيرات (الكتلة، الطول) والجدول (١) يبين الاوساط الحسابية والانحرافات المعيارية للمتغيرات المعتمدة في التجانس.

الجدول (٢) بين المعالم الاحصائية لتجانس عينة البحث في (العمر، والطول، والكتلة)

المتغيرات	وحدة القياس	عينة البحث		قيمة معامل الاختلاف
		سَ	±ع	
الكتلة	(كغم)	٦٠,٦١	١٢,٠٥	% ١٩,٨٧
الطول	(سم)	١٧١,٢٨	٥,٦٣	% ٣,٢٩

يتبين من الجدول (٢) تجانس افراد العينة في متغيرات (العمر، والكتلة، والطول) مما يدل على تجانس المجموعة، إذ بلغت قيمة معامل الاختلاف على التوالي لمتغيرات (الكتلة، والطول)، (١٩,٨٧)، (٣,٢٩)، وجميع هذه القيم كانت أقل من (٣٠%) مما يدل على تجانس افراد عينة البحث في هذه المتغيرات.

٢-٤ الاجهزة والأدوات المستخدمة

حزام متحسس لنبضات القلب مع ساعة قراءة النبض – ميزان الكتروني – جهاز موبايل حديث – ساعة نوقيت – صافرة عدد (١) – شريط قياس – مصطبة بارتفاع (٤١,٣ سم) متر.

٢-٥ وسائل جمع البيانات

تألفت وسائل جمع البيانات من:

٢-٥-١_القياسات الجسمية (قياس الطول والوزن)

تم قياس وزن و طول أفراد عينة البحث باستخدام ميزان الكتروني لقياس الوزن وشريط قياس لقياس الطول. يقوم المختبر بالوقوف فوق الميزان الالكتروني حافي القدمين وهو يرتدي السروال الرياضي فقط ، وتتم القراءة بعد أن يثبت

العدد الالكتروني على رقم يمثل وزن المختبر بالكيلوغرام ، وبعدها يقف بجانب حائط لقياس طول المختبر ، إذ يقوم الشخص القائم بعملية القياس بقراءة قياس المختبر عن طريق الارقام المثبتة في الحائط والتي تم تحديدها عن طريق شريط القياس ليقف المختبر بجانب الحائط ونقيس طوله من اعلى نقطة في الراس والرقم الذي يقف عنده المؤشر يمثل طول المختبر بالسنتيمتر.

٢-٥-٢ القياسات الوظيفية

٢-٥-٢-١ قياس معدل سرعة القلب (HR)

تم قياس معدل سرعة ضربات القلب (HR) عن طريق حزام متحسس يربط حول صدر الفرد تحت مستوى حلمتي الثدي ومائلاً قليلاً إلى اليسار، إذ يرسل هذا المتحسس موجات إلى ساعة الكترونية تحتوي على مستقبل يعمل على تحليل الإشارة ويعطي قيمة النبض والذي يظهر على شاشة الساعة بصورة مباشرة .

٢-٥-٣ الاختبار المستخدم لقياس الحد الاقصى لاستهلاك الاوكسجين (VO_2max)

٢-٥-٣-١ اختبار صندوق الخطوة لكلية الملكة (Queen's College step test protocol):

الغرض من التمرين : قياس اقصى استهلاك للأوكسجين (VO2max). الأدوات المستخدمة: مصطبة صغيرة بارتفاع (٤١,٣ سم)، ساعة توقيت، موبايل.

طريقة الأداء: يقف الطالب امام المصطبة ونقوم بتشغيل ساعة التوقيت والميقاتي (Metronome)* معاً عند بداية الاداء، اذ يصعد الطالب المصطبة وينزل بتعاقب الرجلين مع نغمة الميقاتي والذي يؤقت على (٩٦ دقة /دقيقة) بواقع (٢٤) خطوة متعاقبة بالصعود والنزول (٤) مراحل لكل دقيقة ولمدة (٣) دقائق، وعند انتهاء الاختبار نقوم بقياس معدل ضربات القلب لمدة دقيقة، وتعطى محاولة واحدة لكل طالب. ثم نقوم بتطبيق معادلة استخراج اقصى استهلاك للأوكسجين وهي كالتالي:-

$$\text{اقصى استهلاك للأوكسجين } (VO_2max) = ١١١,٣٣ - ٠,٤٢ \times (\text{معدل ضربات القلب بالدقيقة بعد انتهاء الاختبار مباشرة})$$

(Uzunova et.al, 2014, 60)، وقد ذكر (Aminu & Jibril, 2015) ان اختبار الخطوة يعتبر مؤشر صادق وموثوق لقياس اقصى استهلاك للاوكسجين. (Aminu & Jibril, 2015, 42)

٢-٦ خطوات البحث الميدانية:

٢-٦-١ القياسات القبلية:

تم إجراء الفحص الطبي على عينة البحث بتاريخ (٢٠٢٤/٣/٢٥) للتأكد من خلوها وسلامتها من الأمراض ، التي تكون لها تأثيرات في المتغيرات قيد الدراسة .

* تم استخدام الموبايل من اجل تشغيل الميقاتي (Metronome) باستخدام تطبيق Soundcorset

٢-٦-٢ التجربة الاستطلاعية:

تم إجراء التجربة الاستطلاعية وبمساعدة فريق عمل مساعد(**) بتأريخ (٢٠٢٤/٣/٢٦) على عينة تضمنت (٣) طلاب، الذين تم استبعادهما بهدف ضبط العمل ،وان الغرض من هذه التجربة هو التأكد من مقدرة الطلبة على أداء اختبارات اللياقة البدنية المرتبطة بالصحة.

٢-٦-٢ التجربة الرئيسة:

تم اجراء الاختبارات الرئيسية بتاريخ (٢٠٢٤/٣/٢٨) وتضمنت (قياس الطول والوزن- قياس معدل ضربات القلب في الراحة- اختبار صندوق الخطوة لكلية الملكة).

٢-٧ الوسائل الاحصائية

(الوسط الحسابي، الانحراف المعياري، معامل ارتباط بيرسون ، تحليل التباين أحادي الاتجاه(One-Way ANOVA)).

٤-١ مناقشة النتائج

٤-١-١ عرض تحليل ومناقشة نتائج التعرف على مستوى مؤشر كتلة الجسم (BMI) والحد الاقصى استهلاك للأوكسجين (VO_2max) لطلبة المرحلة الاعدادية .

الجدول (٣)

يبين وحدة القياس وعدد افراد العينة والأوساط الحسابية والانحرافات المعيارية لمتغيرات البحث.

المتغير	وحدة القياس	عدد افراد العينة	سَ	±ع
مؤشر كتلة الجسم (BMI)	كغم/م٢	٣٦	٢٠,٥٧	٣,٣٨
الحد الاقصى لاستهلاك الاوكسجين (VO_2max)	مل/كغم$^{-١}$/د$^{-١}$	٣٦	٣٨,٠٨	٤,٤٧

تشير نتائج الجدول (٣) الى ان الوسط الحسابي لمؤشر كتلة الجسم بلغ (٢٠,٥٧)، وبلغ الوسط الحسابي للحد الاقصى لاستهلاك الاكسجين (٣٨,٠٨). وعند مقارنة هذه القيمة بمعايير مؤشر كتلة الجسم التي وضعتها منظمة الصحة العالمية للفئة العمرية (١٦-١٨) سنة فأنها تدل على أنها أقل من قيمة (٢٣,٨- ٢٣,٦) ، وهذا يشير الى انها ضمن حدود الوزن الطبيعي وكما في الملحق (١) و (٢). واتفقت هذه النتيجة مع التقرير الصادر من نظام مراقبة اللياقة البدنية الاوربي والذي استخدم مجموعة من التمارين لقياس اللياقة البدنية للأعمار (٩-١٨) سنة على عينة من (٧) دول اوربية لتحديد منطقة اللياقة البدنية الصحية (HFZ)(*)، إذ اظهرت نتائج مؤشر كتلة الجسم للطلاب بأعمار (١٦-١٨) سنة بلغ بحدود (٢١,٦) وهذا يدل على ان عينة البحث هي ضمن منطقة اللياقة البدنية الصحية (HFZ). (Marques et.al, 2024, 4).

** تالف فريق العمل المساعد من (م.د علاء خلف حسن مدير الثانوية - م.م فارس فاضل مدرس التربية الرياضية)

* (HFZ) (healthy fitness zone) : منطقة اللياقة البدنية الصحية وهو معيار مرجعي صحي يُشير إلى ما إذا كان كل مشارك ضمن منطقة اللياقة البدنية الصحية أم لا

اما فيما يخص اقصى حد لاستهلاك الاوكسجين (VO_2max) فان النتيجة تتعارض مع نتائج دراسة (Pate et.al 2006) اذا كانت قيمة (VO_2max) (٤٦,٩) للأعمار (١٦–١٧) سنة لعينة (٤٨٦) من الذكور، وبلغت (٤٧,٦) للأعمار (١٨–١٩) سنة لعينة (٣٨٣) من الذكور وهي اعلى من مستوى الدراسة الحالية (Pate et.al, 2006, 1008).

بينما كانت معايير معهد كوبر للياقة البدنية بان اقصى حد لاستهلاك الاوكسجين (VO_2max) الموصى بها لأعمار (١٦–١٨) سنة كانت اعلى من (٤٤,١ الى ٤٤,٣) مللتر/كغم$^{-1}$/دقيقة$^{-1}$، وهي اعلى من قيمة عينة البحث والتي بلغت (٣٧,٦)، وان قيمة الحد الاقصى لاستهلاك الاكسجين حسب بيانات معهد كوبر ونظام اللياقة البدنية الاوربي تقع في منطقة الخطورة الصحية ويحتاج الى تحسين في لاستهلاك الاوكسجين (VO_2max) (Meredith & Welk ,2013,46) .

٤–١–٢ عرض تحليل ومناقشة نتائج التعرف على العلاقة بين مستوى مؤشر كتلة الجسم (BMI) والحد الاقصى لاستهلاك الأوكسجين (VO_2max) لطلبة المرحلة الاعدادية.

الجدول (٣)

يبين وحدة القياس وعدد افراد العينة والأوساط الحسابية والانحرافات المعيارية لمتغيرات البحث.

المتغير	سَ	±ع	معامل ارتباط بيرسون	درجة المعنوية
مؤشر كتلة الجسم (BMI)	٢٠,٥٧	٣,٣٨	– ٠،٠٣٩	٠،٨٢٢
الحد الاقصى لاستهلاك الاوكسجين (VO_2max)	٣٨,٠٨	٤,٤٧		

تشير نتائج الجدول (٣) الى عدم وجود ارتباط معنوي بين مؤشر كتلة الجسم (BMI) وأقصى استهلاك للأوكسجين (VO_2max)، اذ كانت قيمة الارتباط (– ٠,٠٣٩)، وكانت درجة المعنوية (٠,٨٢٢) وهي اكبر من (٠,٠٥).

لقد ذكرت العديد من الدراسات العلمية بوجود ارتباط عكسي بين (VO_2max) و (BMI) اذ كلما انخفض (BMI) زادت نسبة (VO_2max). (Aryanto et. al ,2024,271)، (Chatterjee et.al, 2006,231) ، (Chiang et. al ,2022, 8) وذلك لان ارتفاع (BMI) يؤثر سلبًا على وظائف القلب والجهاز التنفسي وامتصاص العضلات للأكسجين (Aryanto et. al ,2024,271). بينما في الدراسة الحالية فاني اعزو عدم وجود العلاقة بين مؤشر كتلة الجسم والحد الاقصى لاستهلاك الاكسجين الى الخمول البدني لأفراد العينة بالرغم من قيمة (BMI) كانت تقع ضمن حدود الوزن الطبيعي، اي ان انخفاض (VO_2max) لعينة البحث كان بسبب انخفاض مستوى اللياقة البدنية لهؤلاء الطلبة .حسب الدراسات العلمية (Meredith & Welk ,2013,46) ، (Pate et.al, 2006, 1008).

٤–١–٢ عرض تحليل ومناقشة نتائج التعرف على العلاقة بين مستوى مؤشر كتلة الجسم (BMI) ومعدل ضربات القلب (Heart Rate) بعد انتهاء الاختبار لطلبة المرحلة الاعدادية.

الجدول (٣)

يبين وحدة القياس وعدد افراد العينة والأوساط الحسابية والانحرافات المعيارية لمتغيرات البحث

المتغير	سَ	±ع	معامل ارتباط بيرسون	درجة المعنوية
مؤشر كتلة الجسم (BMI)	20,57	3.38	0.064	0.711
ومعدل ضربات القلب (HR)	173.86	10.65		

تشير نتائج الجدول (٣) الى عدم وجود ارتباط معنوي بين مؤشر كتلة الجسم (BMI) ومعدل ضربات القلب (HR)، اذ كانت قيمة الارتباط (٠,٠٦٤)، وكانت درجة المعنوية (٠,٧١١) وهي اكبر من (٠,٠٥). وتتوافق هذه النتيجة مع نتائج دراسة (Yaoyuan Zhang et.al , 2022) اذ اشارت إلى عدم وجود ارتباط خطي بين مؤشر كتلة الجسم وزيادة معدل ضربات القلب اثناء الاستشفاء بعد الانتهاء من التمرين. (Yaoyuan Zhang et.al , 2022 ,35).

٤-١-٣ عرض تحليل ومناقشة نتائج التعرف على العلاقة بين مستوى الحد الاقصى لاستهلاك الأوكسجين (VO_2max) لطلبة المرحلة الاعدادية المصنفين حسب مؤشر كتلة الجسم (BMI).

الجدول (٤)

يبين والأوساط الحسابية والانحرافات المعيارية لمستوى الحد الاقصى لاستهلاك الاكسجين (VO_2max) لعينة البحث المصنفين حسب مؤشر كتلة الجسم (BMI)

مستوى تصنيف (BMI)	عدد افراد العينة	سَ	±ع
النحافة	4	38.46	5.49
الوزن الطبيعي	26	38.57	4.35
الوزن الزائد	4	39.41	4.41
السمنة	2	32.65	0.4
العدد الكلي	36	38.08	4.47

تشير نتائج الجدول (٤) الى ان الاوساط الحسابية لمستويات تصنيف (BMI) (النحافة، الوزن الطبيعي، الوزن الزائد، السمنة) بلغت (٣٨,٤٦ ، ٣٨,٥٧ ، ٣٩,٤١ ، ٣٢,٣٧) (مل/كغم-١/د-١) على التوالي .

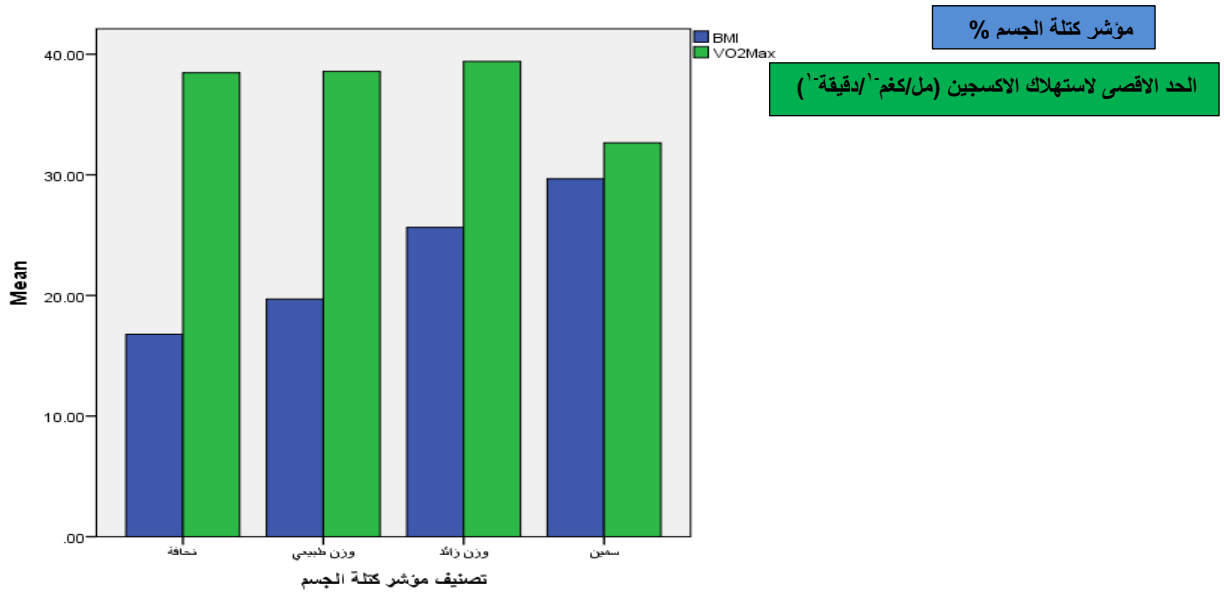
الجدول (٥)

يبين دلالة الفرق في مستوى الحد الاقصى لاستهلاك الاكسجين (VO2max) تبعا لعينة البحث المصنفين حسب مؤشر كتلة الجسم (BMI)

التباين	مجموع المربعات	درجة الحرية	متوسط المربعات	قيمة (ف) المحسوبة	مستوى الدلالة
بين المجموعات	70.750	3	23.583	1.214	0.321
داخل المجموعات	621.855	32	19.433		
الكلي	692.605	35			

يتبين من الجدول (٥) بان مستوى الدلالة كان (٠,٣٢١) وهو اكبر من (٠,٠٥) مما يدل بعدم وجود فروق معنوية بين مستوى الحد الاقصى لاستهلاك الاكسجين (VO_2max) لأفراد العينة المصنفين حسب مؤشر كتلة الجسم (BMI). ان عدم وجود فروق معنوية بين مستوى الحد الاقصى لاستهلاك الاكسجين (VO_2max) لأفراد العينة المصنفين حسب مؤشر كتلة الجسم (BMI) في الملحق (١) و (٢)، يعزى الى الخمول البدني انخفاض مستوى اللياقة البدنية لأفراد العينة، وذلك

بسبب عدم وجود علاقة بين الحد الاقصى لاستهلاك الاوكسجين (VO_2max) وبين جميع مستويات التصنيف الاربعة لمؤشر كتلة الجسم (BMI)، اذ تراوح مستوى الحد الاقصى لاستهلاك الاوكسجين (VO_2max) لجميع افراد عينة البحث بين (٣٢,٦٥ – ٣٩,٤١) (مل/كغم–١/دقيقة–١) وهو اقل بكثير من المستوى الطبيعي حسب الدراسات العلمية (Meredith & Welk ,2013,46)، (Pate et.al, 2006, 1008).



شكل (١) يبين الوسط الحسابي لمستوى مؤشر كتلة الجسم (BMI) والحد الاقصى لاستهلاك الاكسجين (VO_2max) تبعا لعينة البحث المصنفين حسب مؤشر كتلة الجسم (BMI)

نلاحظ من الشكل (١) بان مستوى الحد الاقصى لاستهلاك الاكسجين كان متقارب في الطلبة المصنفين حسب (النحافة /وزن الطبيعي/ وزن الزائد) وهو يتراوح بين (٣٨,٤٦ – ٣٩,٤١ (مل/كغم–١/دقيقة–١))، بينما الطلبة الذين يقعون في صنف السمنة نلاحظ بان مستوى الحد الاقصى لاستهلاك الاكسجين كان منخفض مقارنة بزملائهم (32.65 (مل/كغم–١/دقيقة–١)).

وعلى الرغم بعدم وجود فروق معنوية بينهم الا اننا نلاحظ بوجود انخفاض وهذا يوافق على ما ذكره (Ilyas et.al 2023) بان الوزن الزائد يؤثر بشكل مباشر على انخفاض الحد الاقصى لاستهلاك الاكسجين، ويحدث هذا لدى الرياضيين لأن زيادة وزن الجسم ناتج عن تراكم مخزون الدهون في الخلايا الدهنية، وجليكوجين العضلات، وتقوية العظام وكثافتها، مما يؤدي إلى انخفاض مستوى الحد الاقصى لاستهلاك الاكسجين (VO2max) (Ilyas et.al , 2023 ,31)، بينما كانت عينة البحث من طلبة المرحلة الاعدادية الذين يقعون في مستوى (السمنة) كان سبب انخفاض (VO2max) يعزى الى تراكم مخزون الدهون في الخلايا الدهنية .

٤–١–٤ عرض تحليل ومناقشة نتائج التعرف على العلاقة بين معدل ضربات القلب (Heart Rate) بعد انتهاء الاختبار لطلبة المرحلة الاعدادية المصنفين حسب مؤشر كتلة الجسم (BMI).

الجدول (٤)

يبين والأوساط الحسابية والانحرافات المعيارية معدل ضربات القلب (Heart Rate) بعد انتهاء الاختبار لعينة البحث المصنفين حسب مؤشر كتلة الجسم (BMI).

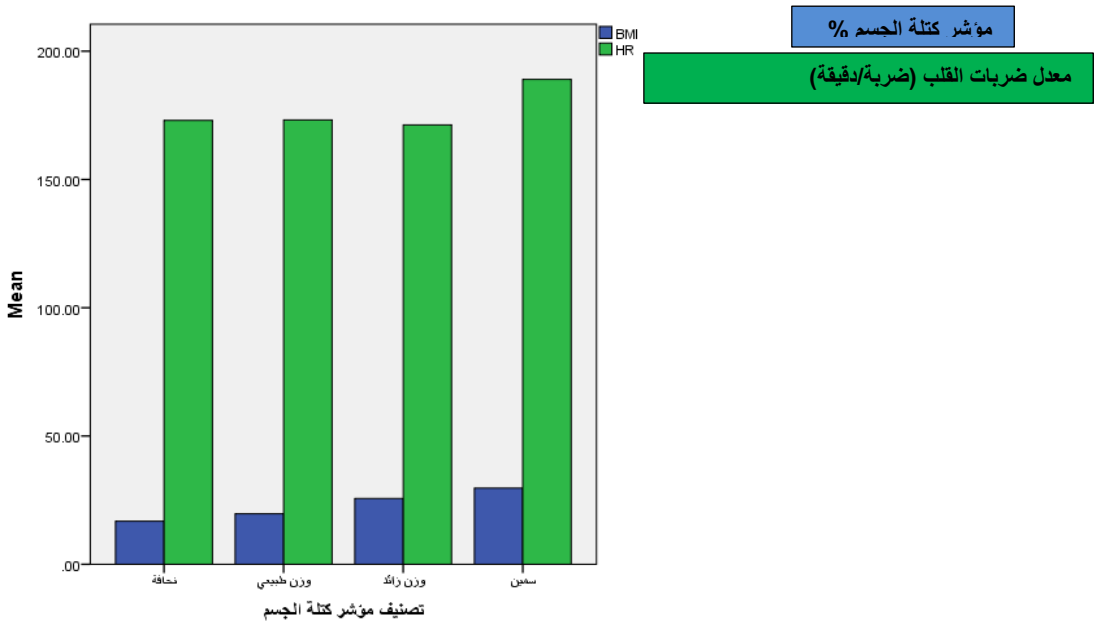
مستوى تصنيف (BMI)	عدد افراد العينة	سَ	±ع
النحافة	4	173	12.36
الوزن الطبيعي	26	173.23	10.35
الوزن الزائد	4	171.25	10.50
السمنة	2	189	1.41
العدد الكلي	36	173.86	10.65

تشير نتائج الجدول (٤) الى ان الاوساط الحسابية لمستويات تصنيف (BMI) (النحافة، الوزن الطبيعي، الوزن الزائد ،السمنة) بلغت (173 ، 173.23، 171.25 ،189) (ضربة / دقيقة) على التوالي .

الجدول (٥) يبين دلالة الفرق في عدد ضربات القلب (Heart Rate) بعد انتهاء الاختبار تبعا لعينة البحث المصنفين حسب مؤشر كتلة الجسم (BMI)

التباين	مجموع المربعات	درجة الحرية	متوسط المربعات	قيمة (ف) المحسوبة	مستوى الدلالة
بين المجموعات	498.940	3	166.313	1.533	0.225
داخل المجموعات	3471.365	32	108.480		
الكلي	3970.306	35			

يتبين من الجدول (٥) بان مستوى الدلالة كان (٠،٢٢٥) وهو اكبر من (٠,٠٥) مما يدل بعدم وجود فروق معنوية بين معدل ضربات القلب (Heart Rate) بعد انتهاء الاختبار لأفراد العينة المصنفين حسب مؤشر كتلة الجسم (BMI).



شكل (٢) يبين الوسط الحسابي لمستوى مؤشر كتلة الجسم (BMI) ومعدل ضربات القلب (Heart Rate) تبعا لعينة البحث المصنفين حسب مؤشر كتلة الجسم (BMI)

نلاحظ من الشكل (٢) بان معدل ضربات القلب (Heart Rate) كان متقارب في الطلبة المصنفين حسب (النحافة /وزن الطبيعي/ وزن الزائد) وهو يتراوح بين (١٧١,٢٥– ١٧٣,٢٣ (ضربة/دقيقة)) ، بينما الطلبة الذين يقعون في صنف السمنة نلاحظ بان معدل ضربات القلب (Heart Rate) كان مرتفعا مقارنة بزملائهم (١٨٩ (ضربة/دقيقة))، وعلى الرغم بعدم وجود فروق معنوية بينهم الا اننا نلاحظ بوجود ارتفاع قليل في معدل ضربات القلب ،وهذا يوافق على ما ذكره (Yaoyuan Zhang et.al, 2022) اذ ذكر بان الدراسات الحديثة (Hurt, R.T., et al, 2010) ، Sikaris, (K.A., 2006) قد اشارت إلى أن الأجسام البدينة (الاشخاص الذين يمتلكون نسبة دهون مرتفعة) تحتاج إلى كميات كبيرة من الدم من أجل تزويدها بالأكسجين والمواد الغذائية، مما يعني زيادة في الناتج القلبي أثناء أي نشاط رياضي، وبالتالي ستكون قراءات معدل ضربات القلب لديهم أعلى ، وكما هو معلوم بان الجهاز العصبي اللاإرادي هو المسؤول الرئيسي عن تنظيم معدل ضربات القلب وعند زيادة شدة التمرين سيؤدي الى تثبيط عمل الجهاز الباراسمبثاوي وتنشيط عمل الجهاز السمبثاوي الذي سيؤدي الى زيادة معدل ضربات القلب حتى يصل إلى أقصى قيمة له.، كما يميل المشاركون في التمارين البدنية والذين يمتلكون مؤشر كتلة الجسم الأكبر (ذكور/إناث) إلى إظهار زيادات طفيفة في معدل ضربات القلب مقارنةً بمن لديهم مؤشر كتلة جسم متوسط إلى مرتفع. ويرجح أن يكون سبب هذا التفاوت مستويات التوتر وأنماط النوم غير المنتظمة التي تزيد من معدل ضربات القلب لدى من لديهم مؤشر كتلة جسم أقل نسبيًا (Yaoyuan Zhang et.al ,2022 ,32)

٥-١ الاستنتاجات:

- لا يوجد ارتباط ذات دلالة احصائية بين مستوى مؤشر كتلة الجسم (BMI) والحد الاقصى لاستهلاك الأوكسجين (VO_2max) لطلبة المرحلة الاعدادية.
- لا يوجد ارتباط ذات دلالة احصائية بين مستوى مؤشر كتلة الجسم (BMI) ومعدل ضربات القلب (Heart Rate) لطلبة المرحلة الاعدادية .
- لا يوجد ارتباط ذات دلالة احصائية بين مستوى الحد الاقصى لاستهلاك الاكسجين (VO_2max) لعينة البحث المصنفين حسب مؤشر كتلة الجسم (BMI).
- لا يوجد ارتباط ذات دلالة احصائية بين معدل ضربات القلب (Heart Rate) لعينة البحث المصنفين حسب مؤشر كتلة الجسم (BMI).

٥-٢ التوصيات:

- التأكيد على الاهتمام بحصة التربية الرياضية لتأثيرها الصحي على مستوى الحد الاقصى لاستهلاك الاكسجين ولكافة الاعمار.
- إقامة دورات تأهيلية لخريجي كليات ومعاهد التربية البدنية وعلوم الرياضة لتدريبهم على حساب مؤشر كتلة الجسم واقصى حد لاستهلاك الاكسجين ومعرفة القيم الطبيعية لهم والتي تعمل على تحسين الجانب الصحي.
- ينبغي على معلم التربية الرياضية استغلال الرياضة الصباحية بالتدريب البدني (شدة متوسطة الى خفيفة) ضمن برنامج شامل لتنمية الصحة و درء المرض.
- إجراء دراسة مشابهة لهذه الفئة العمرية ، تشمل المرضى من الذكور والإناث والمصابين بأمراض مزمنة.

المصادر العربية

١- ذيب، يرفت عاهد (٢٠١٣): اللياقة البدنية المرتبطة بالصحة وعلاقتها بمستوى التحصيل الدراسي الطلاب البدناء وغير البدناء، دراسات العلوم التربوية، المجلد (٤٠)، العدد (١)، كلية الأميرة عالية الجامعية، جامعة البلقاء التطبيقية، الاردن.

٢- كرش، ستيفان ججو مارزينا و إيشوع، ريفان سعيد (٢٠٢٠): مستويات (BMI) لطلاب المدارس الثانوية في مدينة قره قوش للطلاب والطالبات، مجلة علوم التربية الرياضية، المجلد (١٣)، العدد (٤)، جامعة الحمدانية، العراق.

٣- نايف مفضي، صبحي احمد (٢٠١٢): الرياضة صحة ورشاقة ومرونة، ط١، عمان، مكتبة المجتمع العربي.

المصادر الانكليزية

4- Aryanto, A. F., Tinduh, D., Alit Pawana Putra, I. P., Melaniani, S & ،.Handayani, V. W. (2024). Relationship between assesment of physical activity with body mass index and maximum oxygen volume in adult men with overweight and obesity .Romanian Medical Journal , (٣)٧١ .

5- Chatterjee, S., Chatterjee, P & ،.Bandyopadhyay, A. (2006). Skinfold thickness, body fat percentage and body mass index in obese and non-obese Indian boys .Asia Pacific Journal of Clinical Nutrition , (٢)١٥ .

6- Chiang, H. H., Lee, P. F., Chen, Y. T., Lin, C. F., Xu, S., Lin, Y. T & ... ،.Ho, C. C. (2022). Low cardiorespiratory fitness, muscular fitness, and flexibility are associated with body fat distribution and obesity risk using bioelectrical impedance in Taiwanese adults .International Journal of Environmental Research and Public Health , (١٤)١٩ .

7- Corder, K., Winpenny, E. M., Foubister, C., Guagliano, J. M., Hartwig, X. M., Love, R., ... & van Sluijs, E. M. (2020). Becoming a parent: A systematic review and meta-analysis of changes in BMI, diet, and physical activity. Obesity Reviews, 21(4).

8- De Araujo, S. S., Miguel-dos-Santos, R., Silva, R. J. S., & Cabral-de-Oliveira, A. C. (2015). Association between body mass index and cardiorespiratory fitness as predictor of health status in schoolchildren. Revista Andaluza de Medicina del Deporte, 8(2) .

9- El Ghina, M. F., Doewes, M., & Ellyas, I. S. (2025). Body Composition, Physical Activity and VO2max in Untrained Adolescents , Journal of Physical Education, Sport, Health and Recreation, 14(1).

10- Habibi, E., Dehghan, H., Moghiseh, M., & Hasanzadeh, A. (2014). Study of the relationship between the aerobic capacity (VO2 max) and the rating of perceived exertion based on the measurement of heart beat in the metal industries Esfahan. Journal of education and health promotion, 3(1), 55.

11- Hurt, R. T., Kulisek, C., Buchanan, L. A., & McClave, S. A. (2010). The obesity epidemic: challenges, health initiatives, and implications for gastroenterologists. Gastroenterology & hepatology, *6*(12) .

12- Ibrahim Aminu, A., & Nuhu Jibril, M. (2015). A Step Test For Estimating Maximal Oxygen Consumption (Vo_2max) In Male Secondary School Students. International Journal of Sports Sciences & Fitness, 5(1).

13- Ilyas, N. N. L., Hidayatullah, M. F., & Riyadi, S. (2023). Application of exercise methods and body mass index (BMI) has an effect on increasing maximum oxygen consumption. Health Technologies, 1(3) .

14- Khongdier R. (2005): BMI and morbidity in relation to body composition:a cross-sectional study of rural community in north east india. Br. J. Nutr, (93).

15- Leyk, D., Rohde, U., Gorges, W., Ridder, D., Wunderlich, M., Dinklage, C., ... & Essfeld, D. (2006). Physical performance, body weight and BMI of young adults in Germany 2000-2004: results of the physical-fitness-test study. International journal of sports medicine, 27(08).
16- Marques, A., Demetriou, Y., Popovic, S., Gardasevic, J., Masanovic, B., Martins, J., ... & Peralta, M. (2024). Healthy fitness zone prevalence and age-specific fitness profile of young people in seven European countries in 2022: The EUFITMOS project. American Journal of Human Biology, 36(2), e23989.
17- Meredith, Marilu D. & Welk, Gregory J. (2013): *FITNESSGRAM ACTIVITYGRAM* Test Administration Manual, Human Kinetics,4th, USA.
18- Ninio, D. M., Hill, A. M., Howe, P. R., Buckley, J. D., & Saint, D. A. (2008). Docosahexaenoic acid-rich fish oil improves heart rate variability and heart rate responses to exercise in overweight adults. British journal of nutrition, 100(5) .
19- Pate, R. R., Davis, M. G., Robinson, T. N., Stone, E. J., McKenzie, T. L., & Young, J. C. (2006). Promoting physical activity in children and youth: a leadership role for schools: a scientific statement from the American Heart Association Council on Nutrition, Physical Activity, and Metabolism (Physical Activity Committee) in collaboration with the Councils on Cardiovascular Disease in the Young and Cardiovascular Nursing. Circulation, 114(11) .
20- Pate, R. R., Wang, C. Y., Dowda, M., Farrell, S. W., & O'Neill, J. R. (2006). Cardiorespiratory fitness levels among US youth 12 to 19 years of age: findings from the 1999-2002 National Health and Nutrition Examination Survey. Archives of pediatrics & adolescent medicine, 160(10) .
21- Rao, A. V., Phadke, A. V., Patil, P. B., & Joshi, A. R. (2014). Comparison of non-exercise test and step test in estimation of aerobic capacity (VO_2max) in young adults. National Journal of Physiology, Pharmacy and Pharmacology, 4(3).
22- Rodrigues, A. N., Perez, A. J., Carletti, L., Bissoli, N. S., & Abreu, G. R. (2007). The association between cardiorespiratory fitness and cardiovascular risk in adolescents. Jornal de Pediatria, (83).
23- Sikaris, K. A. (2004). The clinical biochemistry of obesity. The Clinical Biochemist Reviews, 25(3) .
24- Uzunova, G., Pavlova, E., Somlev, P., Andreeva, L., & Petrov, L. (2014). Heart Rate and Blood Lactate Recovery after Queen's College Step Test for Predicting VO_2Max. Jurnal Sains Sukan & Pendidikan Jasmani, 3(1).
25- Uzunova, G., Pavlova, E., Somlev, P., Andreeva, L., & Petrov, L. (2014). Heart Rate and Blood Lactate Recovery after Queen's College Step Test for Predicting VO_2Max. Jurnal Sains Sukan & Pendidikan Jasmani, 3(1).
26- Voutilainen, A., Setti, M. O., & Tuomainen, T. P. (2021). Estimating Maximal Oxygen Uptake from the Ratio of Heart Rate at Maximal Exercise to Heart Rate at Rest in Middle-Aged Men. The World Journal of Men's Health, 39(4).
27- Zhang, B., Pei, C., Zhang, Y., Sun, Y., & Meng, S. (2018). High resting heart rate and high BMI predicted severe coronary atherosclerosis burden in patients with stable angina pectoris by SYNTAX Score. Angiology, 69(5) .
28- World Health Organization , https://www.who.int/ar .

الملاحق

ملحق (١)

معايير منظمة الصحة العالمية لمستويات مؤشر كتلة الجسم (BMI)

الفئة / المستوى	12سنة		13سنة		14سنة		15سنة		16سنة		17سنة	
	ذكور	إناث	ذكور	إناث	ذكور	إناث	ذكور	إناث	ذكور	إناث	ذكور	إناث
نحافة مفرطة	13.6<	13.3<	14.0<	13.8<	< 14.5	< 14.2	< 14.9	< 14.5	< 15.3	< 14.6	< 15.6	< 14.7
نحافة	14.6<	14.6<	15.2<	15.2<	< 15.7	< 15.6	< 16.2	< 16.0	< 16.7	< 16.3	< 17.1	< 16.4
وزن طبيعي	20.3<	21.2<	21.2<	22.2<	< 22.2	< 23.1	< 23.0	< 23.8	< 23.8	< 24.3	< 24.5	< 24.6
وزن زائد	24.1<	25.5<	25.2<	26.7<	< 26.4	< 27.7	< 27.4	< 28.5	< 28.2	< 29.1	< 28.9	< 29.4
بدانة	24.1>	25.5>	25.2>	26.7>	> 26.4	> 27.7	> 27.4	> 28.5	> 28.2	> 29.1	> 28.9	> 29.4

- < : أقل من
- > : أكبر من

ملحق (٢)

مخطط بياني يوضح معايير الصحة العالمية لفئة الذكور باعمار (٥–١٩) سنة حسب تصنيف منظمة الصحة العالمية (World Health Organization)