جامعة الزاوية

إدارة الدراسات العليا والتدريب والمعيدين

كلية التربية البدنية وعلوم الرياضة

مكتب الدراسات العليا والتدريب

قسم التدريب الرياضي

تأثير تدريبات الهيبوكسيك على تطوير بعض المتغيرات البدنية والمهارية والوظيفة والمستوى الرقمي للسباحين الأشبال لنادي المختار للسباحة والألعاب الرياضية طرابلس

مقدمة من الباحث

خالد علي عبدالله التومي

تحت إشراف

أ. د.إبراهيم محمد أبوعجيلة البليعزي

كلية التربية البدنية وعلوم الرياضة

جامعة الزاوية

أ.د.زينب سالم جمعة أبوعجيلة

كلية التربية البدنية وعلوم الرياضة

جامعة الزاوية

قدمت الأطروحة استكمالا لمتطلبات الإجازة الدقيقة (الدكتوراه) في العلوم التربية البدنية وعلوم الرياضة بتاريخ 07/ شعبان/1447هـ الموافق 2026/01/26م

إهداء

إلى روح والديّ رحمهما الله برحمة الأبرار اللذين علماني معنى التربية ،
إلى زوجتي
إلى أبنائي الأعزاء ،
إلى إخواني وأخواتي الأعزاء ،
إليهم جميعاً أهدي ثمرة هذا الجهد المتواضع داعياً المولى أن ينفعنا بما علمنا ويعلمنا ما ينفعنا ويزيدنا علماً .

الباحث

شكر وثناء

بعد حمد الله الذي بنعمته تتمّ الصالحات، أتقدّم بخالص الشكر وعظيم الامتنان إلى أستاذي الفاضل أ.د. إبراهيم محمد أبوعجيلة البليعزي، وإلى الأستاذة الفاضلة أ.د. زينب سالم جمعة أبوعجيلة، تقديرًا لتوجيهاتهما العلمية القيمة، ومتابعتهما المستمرة لمسار رسالتي، وتصويبهما لعثراتي بكل صبر وسعة صدر رغم ما يتحملانه من مسؤوليا

ت علمية وأكاديمية جسيمة. فلقد كان لجهودهما الأثر الأكبر في إتمام هذا العمل وإخراجه في صورته الحالية.

كما أتقدم بجزيل الشكر إلى الأساتذة الافاضل، أعضاء لجنة المناقشة الموقرة على قبولهم مناقشة رسالتي هذه، وتحملهم عناء القراءة والتقييم وهما:

1/ أ. د عبدالله صبري الاحرش

2/ أ. د فدوى كامل الصيد

3/ أ. د أسامة سالم الشريف

وختاماً أتوجه بالشكر والتقدير إلى كل من شجعني ودعمني ولو بكلمة طيبة في سبيل مواصلة العمل وإتمام الرسالة، وإلى الأستاذ الدكتور / د أحمد سالم جمعة ، الذي قام بمراجعة هذه الدراسة من الناحية اللغوية.

كما أتقدم بجزل الشكر والتقدير الى عينة البحث من مدربين وسباحين لوافقتهم على اجراء التجربة ولهم مني اسماء آيات الشكر والتقدير

جزاكم الله عني جميعاً خير الجزاء

المستخلص

تأثير تدريبات الهيبوكسيك على بعض المتغيرات البدنية والمهاريه والوظيفة والمستوى الرقمي للسباحين الاشبال لنادى المختار لسباحة والألعاب الرياضية (طرابلس)

وقد هدف البحث للتعرف على تأثير تدريبات الهيبوكسيك على بعض المتغيرات البدنية لدى افراد عينة البحث وكذلك تأثير تدريبات الهيبوكسيك على بعض المتغيرات المهارية لدى افراد عينة البحث ، تأثير تدريبات الهيبوكسيك على بعض المتغيرات الوظيفية لدى افراد عينة البحث

وقد استخدم الباحث المنهج التدريبي ذا القياس القبلي والقياس البعدي للمجموعة الواحدة تم اختيار العينة بالطريقة العمدية من سباحي السباحة الحرة المسافات قصيرة من نادي المختار للسباحة والالعاب الرياضية والبالغ عددهم (7) سباحين لأجراء هذه الدراسة.

توصل الباحث إلى مجموعة الاستنتاجات التي كانت على النحو التالي:-

أ. إن البرنامج التدريبي له تأثير على المتغيرات البدنية المستخدمة في البحث.

ب. إن تدريبات الهيبوكسيك ساعد في تحسين المتغيرات الفسيولوجية لدى أفراد العينة.

ج. تدريبات الهيبوكسيك أدت إلى تحسين الوظائف الرئوية لدى أفراد العين.

Abstract

Title: The Effect of Hypoxic Training on Selected Physical, Skill, and Physiological Variables, and Performance Times of Junior Swimmers at Al-Mukhtar Club for Swimming and Sports (Tripoli)

Objectives: This study aimed to investigate the impact of hypoxic training on selected physical, skill, and physiological variables among the research sample.

Methodology: The researcher employed an experimental approach using a one-group pretest-posttest design. A purposive sample consisting of seven (7) short-distance freestyle swimmers from Al-Mukhtar Club for Swimming and Sports was selected to conduct this study.

Conclusions: The researcher reached the following conclusions: a. The training program has a noticeable impact on the physical variables investigated in this research. b. Hypoxic training contributed to the improvement of physiological variables among the sample members. c. Hypoxic training led to the enhancement of pulmonary functions among the sample members.

قائمة المحتويات

إهداء ..... ب

شكر وثناء ..... ج

قائمة المحتويات ..... و

قائمة الجداول ..... ط

قائمة الأشكال ..... ي

قائمة الملاحق ..... ك

الفصل الأول 1

1-1 المقدمة :- 2

1-2- المشكلة :- 4

1-3- الأهمية:- 6

1-4- الأهداف :. 7

1-5- الفروض :- 7

1-6 المصطلحات :- 7

الفصل الثاني: 2- الإطار النظري 9

مقدمة 10

2-1- الأسس والمفاهيم النظرية المرتبطة بتدريبات الهيبوكسيك. 11

2-1-1- التدريب الرياضي – المفهوم، المبادئ، وأهدافه الحديثة. 11

2-1-2- تدريبات الهيبوكسيك (التعريف، الأنواع،) 14

2-1-3- الأسس العلمية لتدريبات الهيبوكسيك. 16

2-1-4- الفرق بين التدريب في الظروف الهوائية واللاهوائية ونقص الأكسجين 18

2-1-5- الخصائص الفسيولوجية والنفسية للسباحين الأشبال. 20

2-1-6- المتغيرات البدنية، المهارية، والوظيفية. 22

2-2- الأسس الفسيولوجية لتدريبات الهيبوكسيك. 24

2-2-1- تأثير نقص الأكسجين على أجهزة الجسم الحيوية (القلب، الرئتين، العضلات) 25

2-2-2- التكيفات الفسيولوجية الناتجة عن التعرض المنتظم للتدريب في بيئات منخفضة الأكسجين 27

2-2-3- آليات تحسين الأداء البدني والوظيفي من خلال التدريبات الهيبوكسيك. 30

2-2-4- الاعتبارات الصحية والمخاطر المحتملة لاستخدام التدريب في ظروف هيبوكسيك. 33

2-3- الأسس النظرية لتأثير تدريبات الهيبوكسيك على السباحين الناشئين. 36
2-3-1- الخلفية العلمية للعلاقة بين التدريب في بيئة ناقصة الأكسجين ومتطلبات السباحة. 37
2-3-2- الأطر النظرية لتأثير تدريبات الهيبوكسيك على القدرات البدنية الأساسية. 40
2-3-3- المداخل العلمية لفهم العلاقة بين التدريب في نقص الأكسجين وتطوير الأداء المهاري الحركي. .. 43
2-3-4- المحددات النظرية لفعالية تدريبات الهيبوكسيك لدى الناشئين. 45
2-4- الدراسات السابقة. 49
2-4-1- الدراسات العربية. 49
2-4-2- الدراسات الاجنبية. 53
2-4-3- التعليق على الدراسات السابقة 58

3- الإجراءات..... 59

3- إجراءات البحث..... 60
3-1 المنهج المستخدم..... 60
3-2- مجتمع البحث..... 60
3-3 عينة البحث. 60
3-4- المجال المكاني: 70
3-5- الأدوات المستخدمة. 70
3-6- الاختبارات المستخدمة في البحث. 71
3-6-1 الاختبارات البدنية..... 71
3-6-2 الاختبارات الوظيفية. 71
3-6-3 الاختبارات المهاريه. 71
3-7- الدراسة الاستطلاعية. 72
3-8- القياسات القبلية. 72
3-9- البرنامج التدريبي. 72
3-10-التجربة الأساسية. 72
3-11- القياسات البعدية. 73
3-12-المعالجات الإحصائية. 73

الفصل الرابع: عرض ومناقشة النتائج..... 74

4- عرض ومناقشة النتائج..... 75
4-1 عرض النتائج. 75
4-2 مناقشة النتائج:- 80

5- الاستنتاجات والتوصيات 83

5-1- الاستنتاجات. 84

5-2- التوصيات..... 84

قائمة المراجع 85

المرفقات 91

قائمة الجداول

جدول (1) يوضح نتائج التجربة الاستطلاعية 5

جدول (2) يوضح تجانس العينة في متغير العمروالطول 60

جدول (3) يوضح تجانس العينة في المتغيرات البدنية.....61

جدل(4) يوضح التجانس في المتغيرات المهارية.....63

جدول (5) يوضح التجانس في المتغيرات الوظيفية 65

جدول رقم (6) يوضح تجانس العينة في متغيرات الوظائف الرئوية.....67

الجدول رقم (7) يوضح المتوسط الحسابي والانحراف المعيار وقيمة ت ونسبة التحسن لدى أفراد العينة في المتغيرات البدنية N=7 75

الجدول رقم (8) يوضح المتوسط الحسابي، والانحراف المعياري، وقيمة ت ونسبة التحسن لدى أفراد العينة في المتغيرات المهارية N=7 76

الجدول رقم (9) يوضح المتوسط الحسابي والانحراف المعياري وقيمة ت ونسبة التحسن لدى أفراد العينة في المتغيرات الوظيفية N=7 77

الجدول رقم (10) يوضح المتوسط الحسابي والانحراف المعياري وقيمة ت ونسبة التحسن لدى أفراد العينة في الوظائف الرئوية N=7 78

قائمة الأشكال

الشكل (1) يوضح المتوسط الحسابي للمتغيرات البدنية 62

الشكل (2) يوضح الانحراف المعياري للمتغيرات البدنية 62

الشكل (3) يوضح الالتوى للمتغيرات البدنية 62

الشكل (4) يوضح المدى للمتغيرات البدنية.....63

الشكل (4) يوضح المتوسط الحسابي للمتغيرات المهارية 64

الشكل (5) يوضح الانحراف المعياري للمتغيرات المهارية 64

الشكل (7) يوضح الالتوى للمتغيرات المهارية.....65

الشكل (8) يوضح المدى للمتغيرات المهارية.....65

الشكل (9) يوضح المتوسط الحسابي للمتغيرات الوظيفية.....66

الشكل (10) يوضح الانحراف المعياري للمتغيرات الوظيفية 67

الشكل (11) يوضح المدى للمتغيرات الوظيفية 67

الشكل (12) يوضح المتوسط الحسابي لمتغيرات الوظائف الرئوية.....68

الشكل (13) يوضح الانحراف المعياري لمتغيرات الوظائف الرئوية.....69

الشكل (14) يوضح الالتوى لمتغيرات الوضائف الرئوية.....69

الشكل (15) يوضح التفلطح لمتغيرات الوظائف الرئوية 70

الشكل (16) يوضح المدى لمتغيرات الوظائف الرئوية.....70

الشكل رقم (17) يوضح المتوسط الحسابي لدى أفراد العينة في المتغيرات البدنية 76

الشكل رقم (18) يوضح المتوسط الحسابي لدى أفراد العينة في المتغيرات المهارية 77

الشكل رقم (19) يوضح المتوسط الحسابي لدى أفراد العينة في المتغيرات الوظيفية.....78

الشكل رقم (20) يوضح المتوسط الحسابي لدى أفراد العينة في متغيرات الوظائف الرئوية.....79

قائمة الملاحق

المرفق رقم (1) البرنامج التدريبي 92

مرفق (2) أسماء الخبراء.....1

الفصل الأول

1-1- المقدمة

1-2- المشكلة

1-3- الأهمية

1-4- الأهداف

1-5- الفروض

1-6- المصطلحات

1-1 المقدمة :-

إن التطور الكبير الحاصل في مختلف المجالات، ومنها المجال الرياضي، قد أحدث قفزة نوعية في شتى الفعاليات الرياضية، بفضل دخول كل تطورات التكنولوجيا الحديثة، واستخدام الأجهزة الخاصة بالأنشطة الرياضية ، إذ حققت الدراسات والبحوث في مجال التدريب الرياضي والفسلجة الرياضية في رفع المستوى البدني والوظيفي للرياضيين؛ وذلك من خلال إعطائنا وصفًا وتحليلا دقيقًا للاستجابات والتكيفات التي تحدث لخلايا الجسم المختلفة جراء تنفيذ الأحمال البدنية.

ولهذا فأن الجهد البدني يؤدى إلى حدوث تغيرات بدنية ووظيفة وبايوكيميائة التي تحصل في مواجهة تأثير التمرينات الرياضية ذات الجرعات التدريبية المختلفة، ولقلة التركيز على الوظائف البدنية والوظيفية التي هي الهدف الرئيسي لمناهج اللياقة البدنية ولما لها دور فاعل ومهم في تحقيق الإنجاز المطلوب.

ويشير مفتى إبراهيم (2001م) الى أن التدريب الرياضي هو عملية بدنية تربوية تهدف إلى تحقيق النتائج العالية فمن الضروري الاهتمام بعملية اختيار الأحمال التدريبية حتى عملية التكيف المطلوب، سواء من الناحية البدنية او الفسيولوجية لكى يتجنب الوصول إلى مرحلة الاجهاد أو التعب، ولما كان من أهم أهداف التدريب هو الارتقاء بقدرات اللاعبين بدنيا إلى أقصى ما يمكن، لذا يحتاج العاملون في المجال الرياضي عند محاولة تطوير اللاعبين ضرورة الإلمام بالمعلومات المرتبطة بطرق ووسائل التدريب، لما لها من تأثير على تنمية الصفات البدنية بصفة عامة، والمتطلبات البدنية والفسيولوجية الخاصة بأي مسابقة بالإضافة الى تأثيره الإيجابي على مستوى اللاعب مهارياً (حماد، 2001، صفحة 31)

ومن الأساليب العلمية المبتكرة في التدريب التي تعمل على تحسين الكفاءة الفسيولوجية والارتقاء بالمستوى الرقمي للعدائين، هو استخدام أسلوب من أساليب التدريب يعرف بالتدريبات الهيبوكسيك أو (تدريبات التحكم في التنفس) التي ظهر تأثيرها في تحقيق التحسن الوظيفي والرقمي في

بعض الرياضات، مثل: العاب القوى والسباحة، وتتلخص فكرتها في الاعتماد على تقليل نسبة الأكسجين داخل الجسم حيث تبين أن لهذا الأسلوب تأثيرات فسيولوجية إيجابية (احمد ا.، 1995، صفحة 5)

يعد التدريب بنقص الأكسجين 0hypoxic training (التحكم في التنفس) أحد طرق التدريب الحديث، ذلك لرفع مستوى الأداء الرياضي باعتبار أن التدريب بنقص الأكسجين يؤدى إلى زيادة الدين الأكسجيني، وذلك وبتقليل عدد مرات التنفس أثناء الأداء، مما يؤدى إلى زيادة قدرة الجسم على التكيف للدين الأكسجيني (علاوي وعبدالفتاح، ، 2000، صفحة 31)

كما أن التعرض المنتظم والقصير الى نقص الأكسجين يؤدى إلى استجابات فسيولوجية تحسن من قدرة الأداء البدني، كما أنها تؤدى إلى زيادة كرات الدم الحمراء والى زيادة الهيموجلوبين في الدم، كما أن تدريبات نقص الأكسجين تؤدى الى تحسن التحمل الهوائي والتحمل اللاهوائي للاعبين (علاوي وعبدالفتاح، 2000، صفحة 26)

ويشير على البيك (1997) الى أن تدريبات التحكم في الأكسجين تعنى التدريب في نقص الأكسجين، وذلك عن طريق تدريبات بدنية (جهد بدني) يتم خلالها التحكم المقصود في عملية التنفس، حيث يقل عدد مرات التنفس خلال الأداء بشكل محسوب بما يستدعى ردود أفعال حيوية مثل: (ارتفاع معدلات النبض – ارتفاع مستوى اللاكتيك في الدم وزيادة الدين الأكسجيني)، وما الى ذلك من ردود الأفعال الحيوية التي تعمل على تعويض النقص في كمية الأكسجين، حيث تؤدى هذه التدريبات بعد التكيف عليها الى إمكانية مقابلة ظروف في نقص الأكسجين بكفاءة أفضل (البيك، 1997، صفحة 301)

ويعرف كل من محمد علاوي، أبو العلا عبد الفتاح (2000 م) تدريب الهيبوكسيك بأنه التدريب يتعهد التقليل في توصيل الأكسجين للخلايا عن طريق تقليل عدد مرات التنفس أثناء الأداء، بحيث يقل المجموع الكلى لعدد مرات التنفس خلال الأداء (علاوي ورضوان، 2001، صفحة 312)

ويضيف محمد إبراهيم الدسوقي، بأنه يمكن التدريب بتقليل عدد مرات التنفس عند التدريب بمستوى سطح البحر لتحقيق تقليل الأكسجين باستخدام (التحكم بالتنفس) وهو التدريب الذى يتدرب به السباح ولاعبي القوى، مع عدم حصوله على كميات كافية من الأكسجين. (الدسوقي، 1999، صفحة 9)

1-2- المشكلة :-

تؤثر السباحة تأثيرًا خاصًا على الجهاز التنفسي؛ وذلك عن طريق ارتفاع كفاءة التبادل الغازي للحويصلات الرئوية التي ترفع قدرتها على التبادل، لسد النقص في كمية الأكسجين المطلوب، وتزيد السعة الرئوية عن طريق زيادة عدد مرات التنفس في الدقيقة الواحدة، وزيادة حجم الشهيق في الدقيقة الواحدة، ترتفع قابلية الحويصلات كرد فعل للتكيف الحاصل مع هذه التغيرات الفسيولوجية (سعيد، 2006، صفحة 3)

تتحدد اغلب جوانب السباحة بإمكانية التنفس لدى السباح. والسؤال هنا هل السباحة الجيدة الماهرة تتيح للسباح الكفاية المطلوبة لعملية التنفس، أم كفاية الجهاز التنفسي الوظيفية هي التي تساعد السباح على السباحة بمهارة؟

تستخدم عملية التنفس (12) مجموعة عضلية، جميعها من أجل عمل لا غنى لنا عنه في البقاء على قيد الحياة (romer، 2002، صفحة 62)

يتشكل تكنيك السباحين أحيانًا على أساس كفاية تنفسهم. عندما تكون هناك صعوبة في التنفس، فإن السباحين يمكن أن يحوروا أداءهم الحركي للسباحة بما يتيح لهم التنفس بيسر. (السامراني و الشوك، 2013، صفحة 244)

يتطلب تدريب السباحة قدرة هوائية عالية لتوفير كميات من الأكسجين المنقول عن طريق كريات الدم الحمراء التي تتضاعف نتيجة لزيادة الطلب من قبل العضلات وبقية أجزاء الجسم على الطاقة. هذه الزيادة في حجم الدم تؤدي الى زيادة في حجم القلب، وكذلك زيادة في حجم الدفع القلبي أي

حجم الدم المدفوع في الضربة الواحدة بالمواظبة على التدريب، هذا كله يتطلب زيادة في قطر وكثافة الأوعية الدموية في العضلات لتتناسب والجهد المبذول والحاجة الى التزود بالوقود. ومن خلال اهتمام الباحث برياضة السباحة وعمله كمساعد مدرب في السباحة لاحظ أن هنالك قصور في عملية التنفس وهذا أثّر سلبًا على الجوانب المهارية والبدنية والوظيفية مما ينعكس على زمن السباق، حيث لاحظ أن معظم السباحين يقومون بأخذ هواء الشهيق بطريقة غير منتظمة من حيث جهة أخذ الشهيق، وكذلك من حيث عدد مرات التنفس خلال مسافة السباحة، ففي بعض الأحيان مرة مع كل 3 ضربات وأحيانًا بعد كل ضربتين وأحيانًا خروج الرأس المبالغ فيه خارج الماء مما يؤثر في الجوانب المهارية، وحركة الجسم داخل الماء ويبطئ من سرعة السباح هذا ما دفع الباحث للبحث في هذا الجانب، وقام الباحث بدراسة استطلاعية بزيارة ميدانية للبطولة الودية التي أقيمت يوم الجمعة الموافق 23–أغسطس 2024 ولاحظ أن السباحين أثناء السباحة وقد اسفرت النتائج على النحو التالي

جدول (1) يوضح نتائج التجربة الاستطلاعية

ت	البيانات	عدد السباحين	منتظم في التدريب	النسبة	غير منتظم في التدريب	النسبة %
1	أخذ الشهيق من جانب واحد	16	7	%43,75	9	%56,25
2	تنظيم مرات التنفس مع ضربات الذراعين	16	5	%31,25	11	%68,75
3	خروج الرأس خارج الماء	16	8	%50	8	%50
4	التنفس من الجانبين	16	7	%43,75	9	%56,25

يتضح من الجدول السابق أن النسبة المئوية لكل من اخذ الشهيق من جانب واحد وكذلك تنظيم مرات التنفس مع ضربات الذراعين وخروج الرأس خارج الماء أثناء التنفس، والتنفس من كلت الجانبين، وكانت النسبة المئوية لصالح الغير منتظم، حيث بلغت في المتغير الأول 56,25 وفي تنظيم التنفس كانت 68,75 وفي خروج الرأس كانت 50% بينما كانت في التنفس من الجانبين 56,25%

ومما سبق يتضح أن مشكلة البحث تدور حول كيفية تنمية وتطوير القدرة الهوائية للجهاز التنفسي للسباحين، الذي بدورة يعمل على تحسين الجوانب البدنية والمهارية ورفع الكفاءة الوظيفية، وإذا كان من الأفضل استخدام تدريبات الهيبوكسيك التي تعمل على تقليل الأكسجين أثناء السباحة. كما أن الأبحاث في أهمية تدريب عضلات التنفس جاءت متباينة. فقد أفادت بعض الدراسات الى حدوث تغييرات في لاكتات الدم، معدل النبض، والتهوية بعد تدريب عضلات التنفس. في حين نفت دراسات أخرى حدوث تلك التغييرات مما يجعله مسارًا بحاجة الى المزيد من البحث والتقصي للوصول الى أفضل النتائج.

1-3- الأهمية:-

إن أغلب الدراسات الخاصة بتدريب عضلات التنفس أجريت على اليابسة. الا أنه قد تعطي دراسة تدريب عضلات التنفس نتائج مغايرة إذا ما طبقت في الماء لأن التمارين المائية تتطلب نشاط تنفسي أكبر، والتعب الناجم عنه مقارنة بالتمارين في اليابسة. كما يرى الباحث، أنه ما دامت العضلات العاملة في التنفس هي عضلات هيكلية أي مخططة الشكل فأنها لابد أن تستجيب الى تدريبات القوة والتحمل. حيث إن النقص في تجهيزها بالدم أثناء التدريب بالشدة القصوى وتحت القصوى قد يؤدي الى تراجع نسبة الأكسجين في خلاياها، وبالتالي تزداد الحاجة الى إنتاج الطاقة التي تتجلى من خلال زيادة في تركيز حامض اللاكتيك في الدم. ونتيجة لذلك، تضعف قدرة عضلات الجهاز التنفسي على إنتاج ما يكفي من القوة للتنفس السريع والعميق، ورياضة السباحة تتطلب تنظيم التنفس من حيث أخذ هواء الشهيق وكذلك الزفير وبقاء السباح محافظ على الوضع الأفقي التام كي يقلل من مقاومة الماء وكذلك على إنسيابه داخل الماء.

ومما سبق يرى الباحث أن أهمية هذا البحث تكمن في تطوير الجوانب الفسيولوجية ورفع كفاءة الجهاز التنفسي، من خلال تدريبات الهيبوكسيك والتدريب في نقص الأكسجين .

1-4- الأهداف :.

يهدف البحث للتعرف على.

1 – تأثير تدريبات الهيبوكسيك على بعض المتغيرات البدنية لدى أفراد عينة البحث

2 – تأثير تدريبات الهيبوكسيك على بعض المتغيرات المهارية لدى أفراد عينة البحث

3 – تأثير تدريبات الهيبوكسيك على بعض المتغيرات الوظيفية لدى أفراد عينة البحث:

1-5- الفروض :-

يفترض الباحث

1- ان هناك فروق ذات دلالة معنوية بين القياس القبلي والبعدي في المتغيرات البدنية لدى أفراد عينة البحث ولصالح القياس البعدي.

2- ان هناك فروق ذات دلالة معنوية بين القياس القبلي والبعدي في المتغيرات المهارية لدى أفراد عينة البحث ولصالح القياس البعدي.

3- ان هناك فروق ذات دلالة معنوية بين القياس القبلي والبعدي في المتغيرات الوظيفية لدى أفراد عينة البحث ولصالح القياس البعدي.

1-6 المصطلحات :-

1-6-1- **تدريبات الهيبوكسيك** هو نقص الأكسجين عند قيام اللاعب بأداء مجهود بدنى متواصل حيث يؤدى الى زيادة الدين الأكسجينى (احمد ب.، 1997، صفحة 312)

1-6-2- السعة التنفسية القسرية(دفع أقصى حجم من الهواء بعد أخذ أقصى شهيق) FORCED VITAL CAPACITY (FVC)

1-6-3- أقصى حجم من هواء الزفير في الثانية الأولى (لتر) (حجم الهواء المنتج في الثانية الأولى خلال أقصى زفير) (FEV1.0) FORCED EXPIRATORY VOTORY .

1-6-4- نسبة أقصى حجم من الهواء في الثانية الأولى إلى أقصى سعة تنفسية (النسبة المئوية لمعدل أقصى تنفس قسري) وتساوي ER (%)= FEV1 100 FORCED EXPIRATORY RATIO F FVC

1-6-5- أعلى مستوى لتدفق هواء التنفس (PEF) هو أقصى سرعة لطرد الهواء من الرئتين أثناء عملية الزفير القسري بعد أخذ أقصى شهيق ممكن، ويُقاس عادةً باللتر/الثانية. ويُعد مؤشرًا مهمًا لتقييم كفاءة الشعب الهوائية والقدرة على دفع الهواء خارج الرئتين، كما يستخدم للكشف عن اضطرابات التنفس مثل تضيق الممرات الهوائية أو انخفاض القدرة الوظيفية للجهاز التنفسي. (مجيد، 2024، صفحة 75)

الفصل الثاني:

2- الإطار النظري

2-1- الأسس والمفاهيم النظرية المرتبطة بتدريبات الهيبوكسيك

2-1-1 التدريب الرياضي – المفهوم، المبادئ، وأهدافه الحديثة.

2-1-2- تدريبات الهيبوكسيك التعريف، الأنواع، والأسس العلمية.

2-1-3- الفرق بين التدريب في الظروف الهوائية واللاهوائية ونقص الأكسجين.

2-1-4- الخصائص الفسيولوجية والنفسية للسباحين الأشبال.

2-1-5- المتغيرات البدنية، المهارية، والوظيفية – التعريفات والدلالات العلمية.

2-2- الأسس الفسيولوجية لتدريبات الهيبوكسيك

2-2-1 تأثير نقص الأكسجين على أجهزة الجسم الحيوية (القلب، الرئتين، العضلات).

2-2-2- التكيفات الفسيولوجية الناتجة عن التعرض المنتظم للتدريب في بيئات منخفضة الأكسجين.

2-2-3- آليات تحسين الأداء البدني والوظيفي من خلال التدريبات الهيبوكسيك.

2-2-4- الاعتبارات الصحية والمخاطر المحتملة لاستخدام التدريب في ظروف هيبوكسيك.

2-3- التأثيرات المتوقعة لتدريبات الهيبوكسيك على السباحين الناشئين

2-3-1- تأثير تدريبات الهيبوكسيك على القدرات البدنية الأساسية (القوة، السرعة، التحمل).

2-3-2- العلاقة بين تدريبات الهيبوكسيك وتطوير المهارات الحركية الخاصة بالسباحة.

2-3-3- أثر التدريبات على الوظائف الفسيولوجية

2-3-4- العوامل المؤثرة في فعالية تدريبات الهيبوكسيك

2-4- الدراسات السابقة

2-4-1- الدراسات العربية

2-4-2- الدراسات الأجنبية

2-4-3-التعليق على الدراسات السابقة

مقدمة

تُعد الرياضات المائية، وعلى رأسها السباحة، من أكثر الأنشطة البدنية تعقيدًا وتكاملًا، لما تتطلبه من كفاءة بدنية عالية، ومهارات تقنية دقيقة، وقدرات وظيفية متقدمة. ويبرز في السنوات الأخيرة توجه متنامٍ نحو إدماج استراتيجيات تدريبية متطورة تستند إلى مفاهيم علم الفسيولوجيا والتكيفات الحيوية، بهدف رفع كفاءة الأداء وتحقيق أفضل النتائج التنافسية، لا سيما في الفئات العمرية الناشئة. وفي هذا السياق، تزايد الاهتمام بتطبيق تدريبات الهيبوكسيك كأحد الأساليب التدريبية الحديثة التي تستهدف تعريض الرياضيين إلى بيئات منخفضة الأكسجين، لمحاكاة الظروف الفسيولوجية المشابهة للتدريب على الارتفاعات العالية، والتي أثبتت العديد من الدراسات فعاليتها في تحسين الأداء البدني والوظيفي (الأعرجي وآخرون، 2018).

وتزداد أهمية دراسة تأثير تدريبات الهيبوكسيك عند التعامل مع فئة السباحين الأشبال، نظرًا لخصوصية مرحلة النمو التي يمرون بها، والحساسية العالية لأجسامهم تجاه التغيرات البيئية والوظيفية. حيث يتطلب تطوير أدائهم اعتمادًا على مناهج تدريبية توازن بين التحفيز الفسيولوجي وتعزيز المهارات الحركية الدقيقة، دون الإخلال بسلامة النمو أو الصحة العامة. وانطلاقًا من هذه الاعتبارات، تسعى الدراسة الحالية إلى استكشاف تأثير هذا النوع من التدريبات على عدد من المتغيرات البدنية مثل: القوة والتحمل، والمهارية، مثل: الكفاءة في تنفيذ تقنيات السباحة، والوظيفية المتعلقة بأداء أجهزة الجسم الحيوية، لدى فئة السباحين الأشبال المنتمين إلى نادي المختار للسباحة والألعاب الرياضية بمدينة طرابلس.

إن فهم الجوانب النظرية والفسيولوجية التي تستند إليها تدريبات الهيبوكسيك، وتحليل مدى تأثيرها على مؤشرات الأداء الرياضي في السباحة، يفتح المجال أمام تحسين البرامج التدريبية المعتمدة محليًا، بما يتوافق مع المعايير الدولية الحديثة، ويخدم بناء أجيال رياضية قادرة على المنافسة بكفاءة. كما تُعزز هذه الدراسة من معارف المدربين والمختصين في علوم التدريب الرياضي، لا سيما فيما يتعلق

بدمج التدريب في بيئات منخفضة الأكسجين ضمن برامج تطوير الأداء للفئات الناشئة، بالاعتماد على أسس علمية دقيقة تراعي الخصائص الفسيولوجية والنفسية للرياضيين صغار السن (الأعرجي وآخرون، 2018).

2-1- الأسس والمفاهيم النظرية المرتبطة بتدريبات الهيبوكسيك.

يشكّل الإلمام بالمفاهيم الأساسية ذات الصلة بموضوع الدراسة الخطوة الأولى لفهم الجوانب النظرية التي تقوم عليها التدريبات الرياضية الحديثة، وعلى وجه الخصوص تلك التي تعتمد على تحفيز الأجهزة الحيوية من خلال بيئات تدريبية خاصة، كما هو الحال في تدريبات الهيبوكسيك. وتتطلب دراسة تأثير هذه التدريبات على السباحين الأشبال تحليلًا دقيقًا لمكونات العملية التدريبية من حيث مفهوم التدريب الرياضي ومبادئه وتطوره، فضلًا عن التعرف العلمي على طبيعة تدريبات الهيبوكسيك من حيث أنواعها وأسُسها وآثارها المتوقعة.

كما يقتضي الأمر التمييز بين خصائص التدريب في الظروف الهوائية واللاهوائية، وربطها بالاستجابات الفسيولوجية الناجمة عن نقص الأكسجين، إضافة إلى استعراض الخصائص الجسمية والنفسية لفئة السباحين الناشئين الذين يتسمون بمرحلة نمائية دقيقة تؤثر بشكل مباشر على فاعلية الأساليب التدريبية. ويُضاف إلى ذلك ضرورة تحديد المتغيرات المدروسة – البدنية، المهارية، والوظيفية – وفق مفاهيم علمية دقيقة، لتحديد أبعاد التأثير الذي قد تُحدثه هذه النوعية من التدريبات المتقدمة على الأداء الرياضي للفئة المستهدفة.

2-1-1- التدريب الرياضي – المفهوم، المبادئ، وأهدافه الحديثة.

يُعد التدريب الرياضي أحد الركائز الأساسية في إعداد الرياضيين بمختلف مستوياتهم، ويُعرف بأنه عملية تربوية مخططة تهدف إلى تطوير القدرات البدنية والفنية والنفسية والعقلية للرياضي، للوصول به إلى أعلى مستوى ممكن من الأداء، وفق أسس علمية متدرجة ومتكاملة (عمر، 2025). ويجمع التدريب بين المكونات النظرية والتطبيقية التي تشمل تنمية الصفات البدنية كالتحمل والقوة والسرعة،

بجانب المهارات الحركية والتكتيكية، في إطار زمني يراعي مراحل النمو والتطور البيولوجي والنفسي للرياضي.

إن مفهوم التدريب الرياضي لم يعد يُختزل في التمارين البدنية فقط، بل تطور ليشمل الأبعاد الفسيولوجية والوظيفية والتكنولوجية، مستفيدًا من التقدم في علوم الحركة، والطب الرياضي، وفسيولوجيا الجهد البدني. فالتدريب الحديث يسعى إلى تحقيق التكيف الأمثل لأجهزة الجسم المختلفة من خلال الجرعات التدريبية المناسبة، ما يفرض على المدربين فهمًا دقيقًا للمتغيرات الداخلية والخارجية المؤثرة في الأداء (عمر، 2025).

يقوم التدريب الرياضي على مجموعة من المبادئ الأساسية التي تضمن فاعلية العملية التدريبية وتحقيق الأهداف المرجوة منها، من أبرزها:

- مبدأ الحمل التدريبي:

يعني تقديم جهود بدنية أو نفسية متزايدة بشكل متدرج لتحفيز أجهزة الجسم على التكيف. يجب أن يكون الحمل كافيًا لإحداث التغيير دون أن يتجاوز قدرة الرياضي على التحمل، مما يستدعي ضبط عناصر الشدة والحجم والتكرار والزمن (خالد، 2024).

- مبدأ التدرج:

يشير إلى ضرورة تصاعد الحمل التدريبي بشكل منظم من السهل إلى الصعب، ومن البسيط إلى المعقد، لضمان التكيف الفسيولوجي وتجنب الإصابات أو الإجهاد الزائد (يزيد & بشير، 2011).

-مبدأ التخصص:

ويُقصد به توافق مكونات التدريب مع متطلبات النشاط الرياضي المعني، حيث تُصمم البرامج التدريبية وفقًا لطبيعة الأداء المطلوب، وهذا ينطبق بشكل خاص على السباحة، التي تتطلب تنمية قدرات وظيفية ومهارية دقيقة (يزيد & بشير، 2011).

- مبدأ التكرار والاستمرارية:

التكيفات البيولوجية والوظيفية لا تتحقق من خلال التدريب العشوائي، بل من خلال الاستمرارية والتكرار المنظم، ما يعني أهمية انتظام الوحدات التدريبية على مدى زمني كافٍ (يزيد & بشير، 2011).

- مبدأ الفروق الفردية:

تراعي البرامج التدريبية خصائص كل فرد، من حيث العمر، والجنس، والحالة الصحية، ومستوى اللياقة، ما يجعل من الضروري تعديل الحمل والتقنيات التدريبية لتتناسب مع خصائص الرياضي الفردية (يزيد & بشير، 2011).

تطورت أهداف التدريب الرياضي في العقود الأخيرة، فلم تعد تقتصر على تحسين اللياقة البدنية أو رفع المستوى المهاري فقط، بل أصبحت تشمل نطاقًا أوسع يرتبط بالتنمية المتكاملة للرياضي من الجوانب الفسيولوجية، والنفسية، والاجتماعية، والعقلية، بما يخدم الأداء التنافسي ويعزز الصحة العامة، والاستدامة في الأداء الرياضي.

في مقدمة هذه الأهداف، يأتي رفع الكفاءة الوظيفية لأجهزة الجسم الحيوية كهدف رئيس، وذلك يتحقق من خلال التأثير التدريجي للتدريب على أجهزة القلب، (الرئتين، العضلات، والجهاز العصبي)، مما يعزز قدرة الجسم على إنتاج الطاقة وتحمل الإجهاد. وتُعد هذه الكفاءة حجر الأساس في تطوير التحمل العضلي والهوائي، وهي من المتغيرات الجوهرية للسباحين، خصوصًا في المسافات المتوسطة والطويلة.

ومن الأهداف الحديثة أيضًا، تنمية القدرات الحركية والمهارية الدقيقة، حيث يركّز التدريب على تحسين التناسق العضلي العصبي، ودقة الأداء، والتوقيت الحركي، مما يُسهم في تعزيز فعالية الحركات الفنية المرتبطة بالسباحة كالاندفاع، والدوران، وتقنيات التنفس تحت الماء. ويرتبط ذلك بتوجيه التدريب نحو تطوير المهارات التخصصية الدقيقة التي تميز الرياضي المحترف عن الرياضي الهاوي.

كما يسعى التدريب إلى تحقيق التكيفات النفسية والمعرفية، مثل: تقوية الإرادة، وضبط الانفعالات، والقدرة على التركيز والتحكم في التوتر أثناء المنافسة. وتشير الدراسات الحديثة إلى أن البرامج التدريبية المتكاملة تدمج بين الجوانب النفسية والبدنية لتحسين الأداء تحت الضغط (الزبيدي وآخرون، 2021).

ولا يقل أهمية عن ذلك، إعداد الرياضيين وفق الأسس العلمية؛ لاكتشاف ورعاية المواهب، خصوصًا في الفئات العمرية الناشئة، عبر توفير بيئات تدريبية محفزة تراعي خصائص النمو وتوجيهها بأساليب مدروسة، بهدف بناء قاعدة قوية للإنجاز الرياضي المستقبلي. وهذا ما يجعل من السباحين الأشبال محورًا مهمًا في خطط التدريب الوطنية للأندية والاتحادات.

أخيرًا، يؤكد الاتجاه الحديث في علوم التدريب على ضرورة تكامل الجوانب الصحية والوقائية، إذ لا يمكن الفصل بين الأداء الرياضي والصحة، مما يدفع نحو تطبيق نظم تغذية مناسبة، وتدريبات وقائية، وبرامج تعافٍ تهدف إلى تقليل احتمالية الإصابات وتعزيز استمرارية الرياضي في المنافسات بأعلى جاهزية ممكنة.

2-1-2- تدريبات الهيبوكسيك (التعريف، الأنواع،)

- التعريف العلمي لتدريبات الهيبوكسيك.

تُعد تدريبات الهيبوكسيك من الاتجاهات الحديثة في مجال التدريب الرياضي، وتعتمد على مبدأ تعريض الرياضي لظروف بيئية منخفضة الأكسجين، إما فعليًا من خلال التدريب في المرتفعات أو الغرف منخفضة الأكسجين، أو بشكل اصطناعي من خلال تقنيات محاكاة. ويهدف هذا النوع من التدريب إلى تحفيز التكيفات الفسيولوجية التي تؤدي إلى تحسين الكفاءة الهوائية والقدرات البدنية والوظيفية المرتبطة بالأداء الرياضي.

ويُعرّف التدريب الهيبوكسيك بأنه: نظام تدريبي يتم فيه تقليل نسبة الأكسجين المستنشق عمدًا، من أجل محاكاة تأثير التدريب في بيئات مرتفعة عن سطح البحر، وذلك لتحفيز الجسم على إنتاج

استجابات فسيولوجية تؤدي إلى زيادة كفاءة استخدام الأكسجين، وتحسين الأداء (علي، 2023). وقد طُبِّق هذا النوع من التدريب على نطاق واسع في ألعاب القوى ورياضات التحمل، وانتقل لاحقًا إلى رياضات السباحة، حيث أثبتت الدراسات أن تعريض الجسم لنقص جزئي في الأكسجين يُسهم في رفع قدرة العضلات على العمل لفترات أطول، وتحسين قدرة القلب والرئتين على التكيّف مع متطلبات الجهد البدني المكثف.

يُبنى هذا النوع من التدريب على الفرضية التي تنص على أن نقص الأكسجين يحفّز سلسلة من التغيرات البيوكيميائية والخلويّة، مثل: زيادة إنتاج الهيموغلوبين وعدد كريات الدم الحمراء، وتحسين قدرة الجسم على استخلاص الأكسجين من الدم، مما ينعكس إيجابًا على الأداء الهوائي، واللاهوائي للرياضي (علي، 2023).

- أنواع تدريبات الهيبوكسيك.

تتعدد أنواع تدريبات الهيبوكسيك تبعًا للأسلوب المستخدم ودرجة نقص الأكسجين وطبيعة النشاط البدني، ومن بين الأنواع المعتمدة علميًا:

-التدريب في المرتفعات الطبيعية.

يعتمد على إقامة الرياضي وتدريبه معًا في بيئة مرتفعة (أكثر من 2000 متر فوق سطح البحر)، مما يعرض الجسم لنقص مزمن في الأكسجين. لكن هذا النوع قد يصاحبه انخفاض في شدة التدريب، بسبب صعوبة التكيف مع بيئة الأكسجين المنخفض، خصوصًا في بدايات البرنامج.(Wilber, 2004)

1. التدريب بنمط الإقامة في المرتفعات والتدريب في السهول:(Live High – Train Low)

وهو النوع الأكثر شيوعًا في التطبيقات الحديثة، حيث يُقيم الرياضي في بيئة مرتفعة لتعزيز التكيف الفسيولوجي، بينما يؤدي تدريبه الأساسي في بيئة منخفضة لضمان الحفاظ على شدة الأداء.

وقد أظهرت الأبحاث أن هذا النوع يحقق أفضل توازن بين الفوائد الفسيولوجية والأداء التدريبي. (Wilber, 2004)

2. التدريب في غرف هيبوكسيك اصطناعية:

تستخدم فيه غرف خاصة يتم التحكم بمستوى الأكسجين داخلها، وتُستخدم بكثرة في المختبرات أو مراكز النخبة، وتتميز بمرونة عالية في التحكم بدرجة نقص الأكسجين.

3. التدريب بالتنفس المحدود:(Restricted Breathing)

هو أسلوب شائع في رياضة السباحة، حيث يتم تقليل عدد الأنفاس المسموح بها خلال التمرين مثل: أخذ نفس كل (5 أو 7 ضربات)، بهدف تعويد الرياضي على العمل في ظل نقص نسبي في الأكسجين، وتحفيز الجسم على رفع كفاءته الهوائية.

4. التدريب المتناوب في بيئة هيبوكسيك:

يتم فيه التناوب بين وحدات تدريبية في ظروف عادية، وأخرى في ظروف منخفضة الأكسجين، لتحقيق تكيف مزدوج على المستويين الهوائي واللاهوائي.

2-1-3- الأسس العلمية لتدريبات الهيبوكسيك.

تقوم تدريبات الهيبوكسيك على جملة من الأسس الفسيولوجية والعلمية التي تجعلها أداة فعالة لتحفيز التكيفات الحيوية التي تعزز الأداء الرياضي، خصوصًا في رياضات التحمل كالسِّباحة. هذه الأسس ترتبط بالاستجابات البيولوجية الطبيعية للجسم عند التعرّض لنقص الأكسجين، وما يتبعه من تغيّرات في الجهاز الدوري، والجهاز التنفسي، وفي العمليات الأيضية والخلويّة.

من أبرز هذه الأسس، زيادة إنتاج كريات الدم الحمراء والهيموغلوبين، وهي إحدى أبرز الاستجابات الفسيولوجية لنقص الأكسجين. حيث تؤدي البيئة الهيبوكسيك إلى تحفيز إفراز هرمون الإريثروبويتين (EPO) من الكليتين، مما يُسهم في زيادة إنتاج الكريات الحمراء، وبالتالي تحسين قدرة

الدم على نقل الأكسجين إلى العضلات العاملة(Wilber, 2004). يُعد هذا العامل جوهريًا في رياضة السباحة، لما تتطلبه من قدرة هوائية عالية خلال الأداء المستمر.

تعتمد تدريبات الهيبوكسيك على تحسين كفاءة الاستخلاص الطرفي للأكسجين حيث يتكيف النسيج العضلي على المستوى الخلوي من خلال زيادة كثافة الميتوكوندريا، وزيادة نشاط الإنزيمات الهوائية المسؤولة عن إنتاج الطاقة، مما يرفع من كفاءة استهلاك الأكسجين على مستوى الألياف العضلية، ويُحسِّن القدرة على العمل لفترات أطول دون الشعور المبكر بالإجهاد (الويس & المياحي، 2019).

كما تعتمد هذه التدريبات على تحفيز التكيف العصبي العضلي، إذ إن التعرّض للظروف الصعبة المتمثلة في نقص الأكسجين يجبر الجسم على تنسيق أكبر بين مراكز التحكم الحركي والعضلات الفاعلة، مما يُعزز من الكفاءة الحركية والاقتصاد في الطاقة أثناء السباحة، خاصة في حركات الدوران، والانزلاق، والانطلاق.

إضافة إلى ذلك أثبتت الدراسات أن هذه التدريبات تؤثر على تنظيم التنفس وتحسين كفاءته، حيث يُظهر الرياضيون الذين يخضعون لتدريب هيبوكسيك قدرة أكبر على التحكم في تواتر التنفس وعمقه، فضلًا عن زيادة سعة الرئة واستيعابها، وهو ما يعد ميزة تنافسية في رياضة تتطلب مهارات تنفس دقيقة كتلك الموجودة في السباحة (الويس & المياحي، 2019).

تُبنى أيضًا تدريبات الهيبوكسيك على أسس فيزيولوجية تتعلق بالضبط الأيضي، حيث يؤدي نقص الأكسجين إلى تعزيز قدرة الجسم على الاستفادة من المسارات اللاهوائية في إنتاج الطاقة، من دون التأثير سلبًا على النظام الهوائي، مما يُساعد الرياضي في المنافسات التي تجمع بين الجهد الهوائي واللاهوائي مثل: سباقات السباحة القصيرة والمتوسطة.

تُظهر هذه الأسس أن التدريب الهيبوكسيك ليس فقط وسيلة لتحفيز التكيفات الهوائية، بل هو أيضًا استراتيجية متعددة الأبعاد تُسهم في تطوير كفاءة القلب، الرئتين، العضلات، والجهاز العصبي في وقت واحد، إذا ما تم تطبيقه ضمن برنامج تدريبي دقيق يراعي الخصائص الفردية للفئة المستهدفة.

2-1-4- الفرق بين التدريب في الظروف الهوائية واللاهوائية ونقص الأكسجين

يُعد الفهم العميق للفروق بين التدريب في الظروف الهوائية(Aerobic) ، واللاهوائية (Anaerobic)، وتدريبات نقص الأكسجين(Hypoxic) ، أمرًا جوهريًا في تصميم برامج تدريبية فعّالة، خصوصًا في الرياضات المعقدة كالسِّباحة، التي تتطلب أداءً وظيفيًا متوازنًا بين نظم الطاقة المختلفة. ويُسهم هذا الفهم في توجيه الحمل التدريبي وفق أهداف محددة سواء لتحسين القدرة الهوائية أو تنمية القوة والانفجار العضلي أو تعزيز التكيفات الفسيولوجية المرتبطة بنقص الأكسجين.

- التدريب في الظروف الهوائية(Aerobic Training)

التدريب الهوائي يعتمد على إمداد العضلات بالأكسجين بصورة كافية خلال الأداء البدني، ويُستخدم فيه النظام الهوائي لإنتاج الطاقة، عبر أكسدة الكربوهيدرات والدهون. ويُطبّق هذا النمط من التدريب في الأنشطة التي تستمر لفترة طويلة وبشدة معتدلة مثل: السباحة المتواصلة لمسافات طويلة أو الجري.

يهدف التدريب الهوائي إلى زيادة قدرة القلب والرئتين على توصيل الأكسجين إلى العضلات، وتحسين كفاءة الألياف العضلية من النوع الأول، وتعزيز التمثيل الغذائي الهوائي. كما يُسهم في زيادة السعة الهوائية القصوى(VO2max) ، وتقوية التحمل العام، وخفض معدل النبض في وضع الراحة وأثناء الجهد (الويس & المياحي، 2019).

تُعد الهوائية النظام الأساسي في بناء القاعدة الفسيولوجية للرياضيين الناشئين، وهي من أهم المكونات التدريبية للسباحين في مراحل الإعداد العام، نظرًا لما توفره من أساس صحي ووظيفي قوي.

- **التدريب في الظروف اللاهوائية(Anaerobic Training)**

يُستخدم النظام اللاهوائي لإنتاج الطاقة في غياب الأكسجين، ويُفعّل عند أداء تمرينات عالية الشدة وقصيرة الزمن، كما في سباقات السرعة في السباحة أو تدريبات القوة القصوى والانطلاقات. وتنقسم العملية إلى نظامين، الأول: اللاهوائي اللاكتيكي الذي يعتمد على الجلايكوجين وينتج حمض اللاكتيك، والثاني: اللاهوائي الألاكتيكي الذي يعتمد على ATP وCP دون إنتاج حمض اللاكتيك.

يركز التدريب اللاهوائي على زيادة قدرة العضلات على العمل في ظل تراكم حمض اللاكتيك، وزيادة القدرة على تحمّل الشدة العالية، وتحسين السرعة والقوة الانفجارية. كما يُحسّن من التوصيل العصبي العضلي وتجنيد الألياف السريعة، وهو ما يُعتبر أساسيًا في بعض مراحل أداء السباحة مثل الانطلاقة والانعطافة (الأعرجي وآخرون، 2018).

غير أن الإفراط في الاعتماد على هذا النمط دون توازن قد يؤدي إلى الإجهاد العضلي السريع وتراكم نواتج التعب، مما يؤكد ضرورة الدمج المدروس بين الأنظمة المختلفة في البرنامج التدريبي.

- **التدريب في ظروف نقص الأكسجين(Hypoxic Training)**

رغم أن تدريبات الهيبوكسيك تتقاطع وظيفيًا مع بعض أهداف التدريب الهوائي واللاهوائي، إلا أنها تختلف في الجوهر من حيث البيئة التدريبية والأهداف الفسيولوجية المستهدفة. في حين أن التدريب الهوائي واللاهوائي يتم في بيئة طبيعية عادية، فإن الهيبوكسيك يُجرى في بيئة منخفضة الأكسجين، سواء بشكل طبيعي (مرتفعات)، أو صناعي (غرف هيبوكسيك).

الميزة الأهم لهذا النوع من التدريب تكمن في تحفيز الجسم للتكيف مع نقص الأكسجين، مما يؤدي إلى نتائج مزدوجة تشمل تحسين نقل الأكسجين (من خلال زيادة الهيموغلوبين وكريات الدم الحمراء)، وتحسين استخلاصه على مستوى الأنسجة. ومن جهة أخرى، فإنه يعزز القدرة اللاهوائية عبر تقليل الاعتماد على الأكسجين وزيادة فعالية المسارات الأيضية اللاهوائية، دون الحاجة لرفع شدة الجهد إلى الحد الأقصى.

وهذا يجعل من تدريبات الهيبوكسيك أسلوبًا تكميليًا يُدمج بذكاء مع التدريبات الهوائية واللاهوائية لتوفير بيئة تدريبية مثالية تُطوّر الجوانب الوظيفية والطاقية في وقت واحد، خصوصًا للفئات الناشئة التي تحتاج إلى تحفيز تدريجي ومأمون.

2-1-5- الخصائص الفسيولوجية والنفسية للسباحين الأشبال.

يُمثل الأشبال في السباحة – وهم الفئة العمرية التي تقع تقريبًا بين 10 إلى 14 سنة – قاعدة البناء الأساسية لأي مشروع رياضي تنافسي، حيث تتشكّل في هذه المرحلة السمات البدنية، والمهارية، والنفسية الأولى التي تؤسس لمستقبل الرياضي. وتعدّ معرفة الخصائص الفسيولوجية والنفسية لهذه الفئة أمرًا بالغ الأهمية في توجيه البرامج التدريبية بما يتلاءم مع حاجاتهم وقدراتهم، وتفادي أي تأثير سلبي محتمل ناتج عن عدم التكيّف أو الإجهاد البدني والعقلي (وهدان، 2019).

- الخصائص الفسيولوجية للسباحين الأشبال

تتسم مرحلة الأشبال بجملة من الخصائص الفسيولوجية التي تميزهم عن الفئات الأكبر سنًا أو البالغين، ومن أبرزها:

- النمو غير المتجانس: حيث تحدث تغيّرات جسمانية ملحوظة خلال فترة قصيرة، تشمل زيادة في الطول والوزن، لكن غالبًا ما تكون غير متوازنة بين الأجهزة العضلية والعصبية والعظمية، ما يفرض الحذر عند اختيار الأحمال التدريبية.
- قلة الكتلة العضلية وقوة التحمل: لا تزال الكتلة العضلية في طور التكوّن، ولا يمكن مقارنتها بما يمتلكه الرياضي البالغ، ما يُفسّر انخفاض القوة القصوى والقدرة على التحمل الطويل، خاصة في السباحات الطويلة أو الفواصل التدريبية المرتفعة الشدة.
- كفاءة محدودة للجهاز الهوائي: بالرغم من قابلية التطوير العالية، إلا أن الجهاز التنفسي والقلب في هذه المرحلة لا يزالان في طور النضج، مما يجعل التدريب الهوائي ضروريًا ولكن ضمن حدود، ويزيد من أهمية تدريبات التحمل التدريجي والتهيئة الفسيولوجية.

- سرعة الاستشفاء: تتميز هذه الفئة بسرعة نسبية في التعافي بعد التمارين، بسبب النشاط العالي للعمليات الأيضية، ومرونة الجهاز العصبي العضلي، وهو ما يُمكن استثماره في برمجة وحدات تدريبية متنوعة ولكن قصيرة الزمن.
- قابلية عالية للتعلم الحركي: يُظهر الأطفال في هذه المرحلة قدرة كبيرة على اكتساب المهارات الحركية الأساسية والمعقدة، بفضل مرونة الجهاز العصبي المركزي، مما يُعزز من فاعلية تعليم تقنيات السباحة المختلفة في سن مبكر.

- الخصائص النفسية للسباحين الأشبال.

تتوازى الأبعاد النفسية مع الفسيولوجية في الأهمية عند التعامل مع السباحين الأشبال، نظرًا لحساسية هذه المرحلة العمرية التي تتسم بعدة خصائص:

- الحاجة إلى التشجيع والاعتراف بالنجاح: يظهر الطفل في هذه المرحلة ميلًا قويًا نحو الشعور بالإنجاز وتلقي التقدير، مما يجعل من التعزيز الإيجابي أداة أساسية في بناء الثقة وتحفيز الاستمرارية (وهدان، 2019).
- قابلية التأثر السريعة: يتأثر الأشبال بالبيئة التدريبية، سواء من المدرب، أو الأقران، أو الجو العام، إيجابًا أو سلبًا، لذلك فإن المناخ التدريبي يجب أن يُبنى على الثقة والدعم النفسي والتفاعل الإيجابي (وهدان، 2019).
- تقلّب المزاج وتذبذب الدافعية: قد يواجه الأشبال حالات من التشتت أو الملل أو التردد، نتيجة محدودية القدرة على التركيز لفترات طويلة أو الضغوط النفسية، لذلك يتطلب التدريب استخدام أساليب متنوعة، محفّزة، وتتناسب مع خصائصهم المعرفية والانفعالية.
- الاهتمام باللعب والتحدي: تشير الأبحاث إلى أن دمج اللعب كوسيلة تعليمية في التدريب يُحسّن من الاستجابة الحركية والانخراط النفسي، خاصة عند تعليم المهارات الجديدة أو تعديل سلوكيات الأداء.

- الاعتمادية وضعف الانضباط الذاتي: في هذه المرحلة، يعتمد السباح بشكل كبير على التوجيه والمتابعة من الكبار، ما يستوجب وضوح التعليمات، والصرامة التربوية الإيجابية، والمتابعة الفردية لتحفيز الالتزام الذاتي تدريجيًا.

تُظهر هذه السمات أن تدريب السباحين الأشبال ليس مجرد تطبيق ميكانيكي لتمارين بدنية، بل هو عملية تربوية ونفسية حساسة تتطلب معرفة دقيقة بالتطور الفسيولوجي والانفعالي للطفل الرياضي، بهدف تحقيق أفضل النتائج بأقل المخاطر الممكنة، وبما يضمن استدامة التطور الرياضي في المراحل العمرية التالية.

2-1-6- المتغيرات البدنية، المهارية، والوظيفية.

تُعد المتغيرات البدنية والمهارية والوظيفية من الركائز الأساسية التي تعتمد عليها العملية التدريبية في تقويم مستوى الرياضي وتوجيه مراحل تطوره، لا سيما في الرياضات الفردية كالسِّباحة، حيث تتداخل هذه المتغيرات لتحديد جودة الأداء والتكيف مع الأحمال التدريبية. وتعكس هذه المتغيرات مجموعة من الخصائص القابلة للقياس والتحليل، والتي تُستخدم كمؤشرات علمية في تقييم نتائج البرامج التدريبية ومدى فاعليتها.

- المتغيرات البدنية(Physical Variables)

تشير المتغيرات البدنية إلى مجموعة القدرات الجسمية التي تُحدد كفاءة الرياضي من الناحية الحركية والفسيولوجية، وتُعد الأساس في بناء اللياقة العامة والمتخصصة. ومن أبرز هذه المتغيرات في رياضة السباحة:

- القوة العضلية: تُعد عنصرًا حاسمًا في دفع الجسم داخل الماء، خاصة في الأطراف العلوية والسفلية، وترتبط بالقوة الانفجارية المطلوبة عند الانطلاق والدوران.
- التحمل: يُمثل القدرة على أداء الجهد البدني لفترات ممتدة دون انهيار في الأداء، ويشمل التحمل الهوائي (مثل المسافات الطويلة) واللاهوائي (مثل الفواصل التدريبية المرتفعة الشدة).

- السرعة: تتعلق بالزمن المستغرق لأداء المهارة أو قطع المسافة، وتُعد مؤشرًا رئيسًا في سباقات السرعة.
- المرونة: تُمكّن الرياضي من أداء الحركات بانسيابية، وهي ضرورية لتحقيق الانزلاق الأمثل وتقليل مقاومة الماء.
- الرشاقة والتوازن: تُسهم في تحسين القدرة على تغيير الاتجاهات وتحقيق التناسق الحركي أثناء الأداء.

وتُستخدم هذه المتغيرات في تصميم الاختبارات البدنية لتقييم مستوى الأداء ووضع خطط التطوير (نظمي، 2016).

- المتغيرات المهارية(Skill-related Variables)

تُشير إلى مستوى إتقان الرياضي للمهارات الفنية المرتبطة بالنشاط الرياضي، وهي في السباحة تشمل سلسلة من الحركات الدقيقة التي تؤدى بانسيابية وفعالية. من بين هذه المتغيرات:

- تقنية الذراعين والرجلين: وتعكس الكفاءة في تنفيذ ضربات السباحة المختلفة (مثل الفراشة، الحرة، الصدر، الظهر)، بما يحقق الدفع الأمثل وتوفير الطاقة.
- الانزلاق تحت الماء: وهو جزء حاسم في تقنيات الانطلاق والانعطاف، ويتطلب تحكمًا عاليًا في التوازن والتنفس.
- التنفس الإيقاعي: مهارة معقدة تتطلب توافقًا دقيقًا بين الحركة والتنفس، لضمان استمرار الأداء دون إجهاد مبكر.
- الدقة الحركية: خاصة في التوقيت بين أجزاء الحركة، وهو ما يميز السباح المحترف عن المبتدئ.

تعكس هذه المتغيرات مستوى تطور الرياضي في الجانب الفني، وتُعد مؤشرًا على نجاعة التدريب المهاري (سالم & عبدالعزيز، 2024).

- المتغيرات الوظيفية.

تتعلق المتغيرات الوظيفية بالأداء الفسيولوجي لأجهزة الجسم، خاصة الجهاز الدوري، التنفسي، والعضلي، تحت تأثير الجهد البدني. وتشمل ما يلي:

- معدل النبض القلبي: يُعد مؤشرًا مباشرًا على شدة الجهد ودرجة التكيف القلبي.
- سعة الرئة ومعدلات التنفس: تُعبر عن قدرة الجهاز التنفسي على تزويد الجسم بالأكسجين.
- VO2maxالسعة الهوائية القصوى: تُعد من أدق المؤشرات على الكفاءة الهوائية.
- التحمل اللاكتيكي: ويُقاس من خلال قدرة الجسم على العمل في ظل تراكم حمض اللاكتيك.

تُستخدم هذه المؤشرات لتقويم التغيرات التي تحدث نتيجة التدريب، وتحديد ما إذا كان البرنامج يُحقق التأثير الفسيولوجي المستهدف (حميد، 2024).

الترابط بين المتغيرات البدنية، المهارية، والوظيفية هو علاقة تكاملية، إذ إن تحسّن أحدها يُؤثر إيجابيًا في البقية، كما أن الإخلال بأي منها قد يؤدي إلى ضعف في الأداء الكلي. فالسباح الذي يمتلك قوة عضلية جيدة ولكن دون تقنية مناسبة، لن يحقق النتائج المرجوة، كما أن من يمتلك مهارات متقدمة ولكن بوظائف تنفسية ضعيفة لن يتمكن من الحفاظ على أدائه لفترات طويلة. ومن هنا تأتي أهمية قياس هذه المتغيرات ومراعاتها عند بناء وتصميم البرامج التدريبية، خاصة عند تطبيق تدريبات غير تقليدية كالتدريب في بيئة هيبوكسيك، التي تستهدف بالأساس تحفيز هذه المتغيرات على المستوى الفسيولوجي والبدني والمهاري.

2-2- الأسس الفسيولوجية لتدريبات الهيبوكسيك.

يمثل الفهم العميق للأسس الفسيولوجية لتدريبات الهيبوكسيك ضرورة علمية أساسية لفهم تأثير هذا النوع من التدريب على أجهزة الجسم الحيوية، وتفسير النتائج البدنية والوظيفية الناتجة عنه. إذ إن نقص الأكسجين يُعد عاملًا محفزًا لتغييرات داخلية على مستوى الخلايا والأنسجة والأعضاء، وهو ما تستند إليه فعالية هذا الأسلوب التدريبي. وتكتسب هذه المسألة أهمية خاصة عند تطبيقها على الفئات

الناشئة مثل السباحين الأشبال، الذين يتميزون بحساسية أكبر تجاه التغيرات البيئية والفسيولوجية بسبب مراحل النمو النشطة التي يمرون بها.

يهدف هذا المبحث إلى تحليل التفاعلات الفسيولوجية التي يُحدثها التعرض المنتظم لنقص الأكسجين، من خلال دراسة تأثيره على الأجهزة الحيوية الأساسية، كالقلب، والجهاز التنفسي، والعضلات، مع التركيز على التكيفات التي تطرأ نتيجة التدريب الهيبوكسيك، وآليات تحسين الأداء المرتبطة بهذه التغيرات. كما يتناول المبحث المخاطر المحتملة والاعتبارات الصحية التي يجب مراعاتها عند استخدام هذا الأسلوب التدريبي مع الناشئين، من منظور علمي صارم ومتخصص لا يخرج عن حدود الفسيولوجيا الرياضية.

2-2-1- تأثير نقص الأكسجين على أجهزة الجسم الحيوية (القلب، الرئتين، العضلات)

يُعد الأكسجين عنصرًا حاسمًا في العمليات الحيوية والتمثيل الغذائي الخلوي، ويؤثر بشكل مباشر على كفاءة الأداء البدني والوظيفي للرياضي. وعندما يتعرّض الجسم لنقص الأكسجين – كما هو الحال في تدريبات الهيبوكسيك – تبدأ سلسلة من التفاعلات الفسيولوجية الهادفة إلى التكيف مع الوضع الجديد، لضمان الاستمرار في إنتاج الطاقة بالحد الكافي، وتحقيق الاستقرار الوظيفي خلال الجهد البدني. وتؤثر هذه التغيرات بشكل خاص على ثلاثة من أهم أجهزة الجسم الحيوية: الجهاز الدوري (القلب)، الجهاز التنفسي (الرئتين)، والجهاز العضلي، لما لها من دور مباشر في دعم الأداء الرياضي (الزكي & الجبري، 2025).

- تأثير نقص الأكسجين على القلب.

عند التعرض لبيئة منخفضة الأكسجين، يستجيب القلب بشكل فوري من خلال زيادة معدل النبض القلبي في محاولة لتعويض الانخفاض في كمية الأكسجين المحمول عبر الدم. ويؤدي ذلك إلى زيادة النتاج القلبي خلال الجهد البدني، مما يُسهّل توصيل الدم إلى العضلات العاملة، رغم النقص النسبي في محتوى الأكسجين في كل وحدة دموية (Wilber, 2004).

كما يحفّز نقص الأكسجين إفراز هرمونات معينة مثل الإريثروبويتين(EPO) ، ما يؤدي على المدى الطويل إلى زيادة حجم الدم الكلي وعدد كريات الدم الحمراء، وبالتالي تحسن قدرة القلب على نقل الأكسجين بفعالية أكبر. ويُعد هذا التكيف من التغيرات المستهدفة في برامج التدريب الهيبوكسيك، خصوصًا للسباحين، حيث يرتبط التحمل القلبي بقدرتهم على الأداء المستمر في ظل ضغط ديناميكي عالٍ. ومع التدريب المنتظم، تظهر أيضًا مؤشرات إيجابية على زيادة حجم الضربة (Stroke Volume)، وتحسن كفاءة القلب في الراحة وأثناء الجهد، وهو ما يُترجم إلى تحسّن عام في الاقتصاد القلبي واللياقة الوظيفية (الأعرجي وآخرون، 2018).

- تأثير نقص الأكسجين على الجهاز التنفسي

يُعد الجهاز التنفسي أول من يستجيب للتغيرات في محتوى الأكسجين في البيئة، حيث يؤدي التعرض لنقص الأكسجين إلى زيادة معدل التنفس وعمقه، وذلك في محاولة لرفع كمية الأكسجين الداخل إلى الرئتين. ومع استمرار التعرض، يتكيف الجسم من خلال تحسين التهوية الرئوية وزيادة كفاءة التبادل الغازي داخل الحويصلات الهوائية.

وتُظهر الدراسات أن التدريب في ظروف منخفضة الأكسجين يُسهم في زيادة السعة الحيوية للرئتين وتحسين معامل الانتشار للأكسجين من الرئتين إلى الدم، مما يزيد من قدرة الرياضي على تحمل العمل في ظروف نقص نسبي في الأكسجين، وهو أمر حيوي في رياضة السباحة، حيث يُعد التحكم في التنفس من المهارات الأساسية (حميد، 2024).

ومن أبرز التغيرات كذلك تحسّن حساسية المستقبلات الكيميائية الطرفية الموجودة في الشريان السباتي، مما يجعل الجسم أكثر كفاءة في رصد التغيرات في الأكسجين والاستجابة لها بسرعة، من خلال تعديل نمط التنفس تلقائيًا.

- تأثير نقص الأكسجين على الجهاز العضلي.

العضلات الهيكلية هي المحرك الرئيسي للأداء الرياضي، وتُعد أكثر الأنسجة تأثرًا بتغيرات الأكسجين. عندما يتعرّض الجسم لنقص الأكسجين، تنخفض قدرة العضلة على استخدام النظام الهوائي لإنتاج الطاقة، ما يُحفّزها على زيادة اعتمادها على النظام اللاهوائي مؤقتًا .ومع التكرار المنتظم لهذا النوع من التدريب، تظهر تكيفات ملحوظة تشمل:

- زيادة كثافة الميتوكوندريا داخل الخلية العضلية، مما يُحسّن كفاءة إنتاج الطاقة في الظروف المحدودة بالأكسجين.
- ارتفاع نشاط الإنزيمات الهوائية مثل: سيتوكروم أوكسيداز ومالات ديهيدروجيناز، مما يدعم العمليات الأيضية ويُسهم في تحسين التحمل العضلي.
- زيادة التوعية الدموية داخل العضلات، مما يُعزز من عملية توصيل الأكسجين إلى الألياف العضلية (خليل وآخرون، 2023).

كما يُظهر التدريب الهيبوكسيك قدرة على تحفيز الألياف العضلية البطيئة(Type I fibers) ، المسؤولة عن التحمل الطويل، وتُعد حيوية في أداء السباحة، خاصة في المسافات المتوسطة والطويلة. وبذلك تُصبح العضلات أكثر كفاءة في العمل في ظروف مرهقة فسيولوجيًا، دون فقد كبير في الأداء (نظمي، 2016).

2-2-2- التكيفات الفسيولوجية الناتجة عن التعرض المنتظم للتدريب في بيئات منخفضة الأكسجين

يمثّل التعرض المنتظم لنقص الأكسجين من خلال تدريبات الهيبوكسيك محفزًا قويًا لإحداث تغيّرات تكيفية عميقة على المستوى الفسيولوجي، تهدف في مجموعها إلى تعزيز كفاءة الجسم في مواجهة الضغوط البيئية والبدنية المرتبطة بالتدريب والمنافسة. ويُعد فهم هذه التكيفات أمرًا بالغ الأهمية

عند تصميم برامج تدريبية للفئات الناشئة، خاصة في رياضة السباحة، حيث تُشكّل القدرات الهوائية واللاهوائية، إلى جانب كفاءة القلب والرئتين والعضلات، عناصر محورية في الأداء التنافسي.

تتوزع التكيفات الفسيولوجية الناتجة عن التدريب في بيئة منخفضة الأكسجين على عدة مستويات تشمل الدم، الجهاز التنفسي، الجهاز الدوري، والعضلات الهيكلية، كما تتأثر أيضًا بالتغيرات في التمثيل الغذائي والهرموني.

- التكيفات الدموية

يُعد النظام الدوري أول المتأثرين بالتعرض لنقص الأكسجين، حيث يستجيب الجسم من خلال آليات متعددة تهدف إلى تحسين قدرة الدم على نقل الأكسجين:

- زيادة تركيز الإريثروبويتين(EPO) ، وهو هرمون يُفرز من الكلى ويُحفّز نخاع العظم لإنتاج المزيد من كريات الدم الحمراء، مما يزيد من القدرة الحاملة للأكسجين في الدم (خليل وآخرون، 2023).
- ارتفاع تركيز الهيموغلوبين والبروتينات الناقلة للأكسجين، ما يُسهم في تحسين التروية العضلية.
- زيادة لزوجة الدم نسبيًا، وهو أمر يجب مراقبته في الفئات الناشئة لضمان عدم التأثير السلبي على الأداء القلبي.

تُشير الدراسات إلى أن هذه التكيفات تبدأ في الظهور بعد أسبوعين إلى أربعة أسابيع من التعرض المنتظم للبيئة الهيبوكسيك، وتُعد من التغيرات المحورية في برامج تدريب التحمل العالي (علي، 2023).

-التكيفات التنفسية.

تشمل التكيفات التنفسية الناتجة عن التدريب في بيئة منخفضة الأكسجين:

- زيادة سعة الرئة وسرعة التنفس القصوى نتيجة التكرار المستمر لمحفز نقص الأكسجين، وهو ما ينعكس على تحسن تبادل الغازات أثناء الجهد.

- تحسن استجابة المستقبلات الكيميائية الطرفية التي تتحكم في تنظيم التنفس، مما يجعل الجسم أكثر حساسية لأي انخفاض في ضغط الأكسجين، ويؤدي إلى تحسين الاستجابة الفسيولوجية.
- توسّع الشعب الهوائية الدقيقة وتحسّن التهوية السنخية (Alveolar Ventilation)، ما يُعزز من القدرة على استخراج الأكسجين من الهواء المستنشق، حتى في ظل نسب منخفضة منه.

وهذه التغيرات تكتسب أهمية خاصة في رياضة السباحة، حيث يُعد التحكم التنفسي تحت الماء عاملًا فارقًا في الأداء التقني (حميد، 2024).

– التكيفات القلبية والوعائية.

من بين أبرز التغيرات في هذا المستوى:

- تحسّن في حجم الضربة القلبية نتيجة تقوية عضلة القلب، وانخفاض معدل النبض القلبي أثناء الراحة وبعد التمرين، ما يدل على كفاءة القلب في ضخ الدم بجهد أقل.
- زيادة التوعية الدموية في الأنسجة الطرفية، خاصة العضلات، مما يُعزز من عملية توصيل الأكسجين والغذاء إلى الخلايا.
- انخفاض معدل استهلاك الطاقة القلبية خلال الجهد، وهو مؤشر اقتصادي حيوي في رياضات التحمل.

– التكيفات العضلية والتمثيل الغذائي.

تُعد التغيرات على المستوى العضلي من العوامل الحاسمة في تفسير فوائد التدريب الهيبوكسيك، ومن أبرزها:

- زيادة تركيز الميتوكوندريا في ألياف العضلات، مما يُحسن من إنتاج الطاقة باستخدام الأكسجين المحدود.
- ارتفاع نشاط الإنزيمات الهوائية واللاهوائية، وهو ما يرفع من قدرة العضلة على أداء العمل لفترات أطول.

- تعزيز التمثيل الغذائي للدهون كمصدر للطاقة نتيجة تحسين الكفاءة الأيضية، وهو ما يُساعد الحفاظ على الجليكوجين العضلي وتأخير الشعور بالتعب.
- انخفاض إنتاج حمض اللاكتيك عند نفس شدة الجهد، مما ينعكس على تحسن القدرة على العمل اللاهوائي لفترات أطول دون تراكم التعب (الزكي & الجبري، 2025).

-الاعتبارات المرتبطة بالفئات الناشئة.

رغم أن هذه التغيرات تُعد إيجابية في مجملها، إلا أن تطبيق تدريبات هيبوكسيك على الناشئين يتطلب مراقبة دقيقة وتحكمًا في شدة وتكرار الجرعات التدريبية، نظرًا لأن أجهزة أجسامهم لا تزال في طور النمو. فزيادة لزوجة الدم أو فرط التحميل على القلب أو الرئتين دون رقابة قد يؤدي إلى نتائج عكسية (الويس & المياحي، 2019). لذا، فإن التكامل بين التقييم الفسيولوجي والمتابعة المستمرة يعدّ شرطًا أساسيًا في هذه الفئة.

2-2-3- آليات تحسين الأداء البدني والوظيفي من خلال التدريبات الهيبوكسيك.

تقوم تدريبات الهيبوكسيك على مجموعة من الآليات الفسيولوجية المعقدة، التي تُسهم في تحسين الأداء الرياضي عبر استهداف عناصر محددة في الجهازين الهوائي واللاهوائي، وكذلك الجهازين العصبي والعضلي. هذه الآليات لا تعمل بصورة منفصلة، بل تتفاعل بشكل ديناميكي لتُحدث تكيفات ترفع من كفاءة الجسم في إنتاج الطاقة، تحمل الجهد، وتحسين نوعية الأداء الحركي. ويزداد الاهتمام بهذه التدريبات عندما تُطبق على رياضات تتطلب كفاءة هوائية والاهوائية متوازنة، كما في السباحة، خصوصًا لدى الفئات الناشئة التي تمثّل مرحلة بنائية حرجة في التكوين البدني والوظيفي.

- آلية تحسين اقتصاد الأكسجين(Oxygen Economy)

أحد أبرز آليات التدريب الهيبوكسيك، هو رفع كفاءة الجسم في استخدام كمية أقل من الأكسجين لتحقيق نفس الجهد البدني، أو ما يُعرف باقتصاد الأكسجين. إذ تؤدي البيئة منخفضة الأكسجين إلى إجبار الجسم على التكيف من خلال تقليل الاعتماد المطلق على الأكسجين الخارجي،

وتحسين عملية استخلاصه من الدم على مستوى الأنسجة العضلية. يُظهر الرياضي المتدرب في بيئة هيبوكسيك قدرة محسّنة على إنتاج الطاقة الهوائية بكفاءة أعلى، نتيجة زيادة نشاط الإنزيمات المؤكسدة وزيادة كثافة الميتوكوندريا، مما يسمح له بالحفاظ على مستوى الأداء المطلوب لفترة أطول دون إجهاد مبكر. هذه الخاصية بالغة الأهمية في سباقات السباحة المتوسطة والطويلة، حيث يكون الحفاظ على الأداء مع أقل تكلفة طاقوية هدفًا محوريًا (خليل وآخرون، 2023).

- آلية تحفيز إنتاج كريات الدم الحمراء والهيموغلوبين.

يُعد تحفيز الإريثروبويتين (EPO) استجابة فسيولوجية رئيسية للتعرض لنقص الأكسجين، وهو ما يؤدي إلى زيادة عدد كريات الدم الحمراء والهيموغلوبين، وبالتالي تعزيز قدرة الدم على نقل الأكسجين إلى العضلات. هذه الزيادة تُمكن الرياضي من العمل بكفاءة أكبر في بيئة طبيعية بعد التكيّف، لأن الجهاز الدوري يكون في حالة تأهّب عالية ومزود بإمكانات نقل أكسجين مُعززة.تُترجم هذه الزيادة إلى تحسن في الأداء الهوائي والوظيفي للقلب والرئتين، ما ينعكس على انخفاض معدل النبض أثناء الجهد وتحسّن القدرة على التحمل. ويُعد هذا التكيف من أكثر التغيرات المرتبطة بتحسين الأداء في الأنشطة التي تستلزم استمرارية عالية كالسِّباحة (الأعرجي وآخرون، 2018).

- آلية تحسين التحمل اللاهوائي والقدرة على مقاومة التعب.

في بيئة منخفضة الأكسجين، يُجبر الجسم الاعتماد على النظام اللاهوائي في إنتاج الطاقة بنسبة أكبر، مما يؤدي إلى تنشيط المسارات اللاهوائية وتعزيز القدرة على تحمّل التراكم التدريجي لحمض اللاكتيك. التدريب المنتظم تحت هذه الظروف يؤدي إلى:

- زيادة قدرة العضلات على تخزين الفوسفات عالي الطاقة ATP وCP.
- تحسين فعالية نظام الجلايكوليز اللاهوائي، مما يسمح بإنتاج طاقة سريعة خلال فترات الجهد القصير والعالي.

- رفع العتبة اللاكتيكية، وهو ما يعني القدرة على أداء جهد أعلى دون تراكم مبكر لحمض اللاكتيك.

هذا النوع من التحمل اللاهوائي يُعد جوهريًا في سباقات السباحة القصيرة، وكذلك في أجزاء الانطلاق والدوران التي تتطلب انفجارًا عضليًا في زمن قصير (الزكي & الجبري، 2025).

من بين الآليات المهمة التي تعتمد عليها تدريبات الهيبوكسيك في تحسين الأداء البدني والوظيفي، تبرز آلية تعزيز التنسيق العصبي العضلي .إذ يؤدي نقص الأكسجين إلى تحفيز الجهاز العصبي المركزي لتجنيد أكبر عدد ممكن من الوحدات الحركية، من أجل الحفاظ على جودة الأداء الحركي في ظروف غير مثالية. هذا التحدي البيئي يجبر الجهاز العصبي على تحسين فعاليته في إرسال الإشارات العصبية وتنظيم الأوامر الحركية، وهو ما يُترجم إلى تطور ملحوظ في التناسق الحركي والدقة والانسيابية، خصوصًا في الحركات التكرارية الدقيقة كالتي تُستخدم في السباحة. وقد بينت دراسات عدة أن التمرن تحت ظروف ناقصة الأكسجين يساعد الرياضي على تطوير اقتصاد الحركة، أي أداء العمل ذاته بمجهود عصبي أقل، وهو ما يؤدي إلى تحسين الأداء الفني وتوفير الجهد العضلي.

كذلك فإن تدريبات الهيبوكسيك تُفعل آليات الاستجابة الأيضية على مستوى الخلية العضلية، إذ يؤدي التعرض المنتظم لنقص الأكسجين إلى تعديل في نمط استخدام مصادر الطاقة، حيث يُظهر الجسم ميلًا أكبر نحو استهلاك الدهون كمصدر بديل للطاقة، بدلاً من الاعتماد المفرط على الكربوهيدرات. هذا التحول يُعد مفيدًا في النشاطات طويلة المدة كالمسافات المتوسطة والطويلة في السباحة؛ لأنه يؤخر من استنزاف مخازن الجلايكوجين العضلي، ويُطيل الزمن قبل ظهور التعب العضلي. من ناحية أخرى، يؤدي هذا التدريب إلى تحفيز النظام الهرموني، خاصة في ما يتعلق بإفراز الأدرينالين والكورتيزول بجرعات محسوبة، وهو ما يُساعد على التكيّف مع الضغط البيئي وتحسين الاستجابة المناعية والتعافي العضلي. أما على مستوى الأداء الكلي، فإن الآليات السابقة تتكامل لتنتج ما يُعرف بالتكيف الوظيفي متعدد المستويات، وهو حالة من التوازن الجديد داخل الجسم تجعل الرياضي

أكثر قدرة على الأداء في ظروف منافسة تتطلب تحمّلًا عاليًا، وتحكمًا تنفسيًا دقيقًا، وكفاءة في إنتاج الطاقة. وتشير نتائج الأبحاث إلى أن الدمج بين هذه الآليات يُسهم بشكل فعال في تحسين السرعة، والتحمل، والاستشفاء، إلى جانب تحسين التحكم الانفعالي تحت الضغط، مما يعزز من الأداء التنافسي بشكل عام (خليل وآخرون، 2023).

ولا بد من الإشارة إلى أن هذه الآليات لا تُحدث نتائجها بصورة فورية، بل تحتاج إلى برامج تدريبية مخططة بدقة، تأخذ بعين الاعتبار الخصائص العمرية والفسيولوجية للرياضيين، خصوصًا عند التعامل مع الفئات الناشئة مثل: السباحين الأشبال. حيث أن التدرج في الجرعات، والمراقبة المستمرة للمتغيرات الحيوية، وتوظيف نتائج القياسات، تُعد شروطًا أساسية للاستفادة المثلى من هذه الآليات دون تعريض الرياضي لمخاطر صحية أو وظيفية.

2-2-4- الاعتبارات الصحية والمخاطر المحتملة لاستخدام التدريب في ظروف هيبوكسيك.

رغم ما تقدمه تدريبات الهيبوكسيك من فوائد فسيولوجية معززة للأداء الرياضي، فإن تطبيق هذا النوع من التدريب، خاصة على الفئات العمرية الناشئة، لا يخلو من تحديات صحية ومخاطر محتملة إذا لم يُراعَ التدرج والمراقبة العلمية الدقيقة. ويتطلب الأمر فهمًا علميًا عميقًا لحدود الأمان الفسيولوجي التي لا ينبغي تجاوزها، إذ إن التحفيز المفرط للأجهزة الحيوية في ظروف نقص الأكسجين قد يؤدي إلى نتائج عكسية تمس بوظائف القلب، والرئتين، والجهاز العصبي، أو حتى بسلامة النمو البيولوجي لدى السباحين الأشبال. تتمثل أولى الاعتبارات الصحية في درجة تحمل الأجهزة الحيوية لنقص الأكسجين، حيث إن الاستجابة الفسيولوجية تختلف من فرد لآخر بحسب العمر، والكتلة العضلية، ومستوى اللياقة العامة، وسعة الجهاز التنفسي. فعند تعريض الجسم لبيئة منخفضة الأكسجين دون تأهيل كافٍ أو دون مراعاة مستوى الاستعداد، يمكن أن تظهر علامات اضطراب في انتظام التنفس، أو تسارع مفرط في النبض، أو شعور بالدوار، وهي إشارات تحذيرية على نقص التأقلم في الفئات الناشئة، قد تزداد هذه

الآثار نظرًا لأن الأجهزة الحيوية لا تزال في طور التكوّن، مما يجعل احتمالية الإجهاد الوظيفي أعلى مقارنة بالكبار (الويس & المياحي، 2019).

ومن بين المخاطر المحتملة أيضًا، التأثير السلبي على الجهاز العصبي المركزي، لا سيما في حال تجاوز فترة التعرض الآمن لنقص الأكسجين. تشير دراسات فسيولوجية إلى أن التعرّض لفترات طويلة نسبيًا لبيئة ناقصة الأكسجين، وخصوصًا في غياب فترات كافية للاستشفاء، قد يؤدي إلى انخفاض في التركيز، أو ضعف في الاستجابة الحركية الدقيقة، أو حتى اضطراب مؤقت في التوازن العصبي العضلي. وهذه الأعراض تُعد مقلقة بشكل خاص في رياضة تتطلب دقة عالية في التنسيق الحركي مثل السباحة.(Wilber, 2004)

أما على مستوى الجهاز الدوري، وتحديدًا القلب والأوعية الدموية، فقد يؤدي الضغط المفاجئ الناتج عن التدريب في ظروف هيبوكسيك إلى ارتفاع في ضغط الدم أو زيادة العبء على عضلة القلب، خاصة إذا كانت هناك استعدادات وراثية أو تاريخ مرضي سابق. وبالرغم من أن أغلب الأبحاث تُظهر تحسنًا في الكفاءة القلبية مع التدريب المتدرج، فإن بعض الحالات قد تُظهر ردود فعل حادة في حال تجاوز جرعة التدريب الحد الآمن، مما يستدعي المراقبة المستمرة عبر الفحوصات الدورية لقياس الضغط، والنبض، وتخطيط القلب (علي، 2023).

وتُعد الاستجابات النفسية من الجوانب التي يجب عدم إغفالها، حيث إن بعض الرياضيين الناشئين قد يُظهرون ردود فعل سلبية تجاه الشعور بالاختناق أو صعوبة التنفس أثناء التدريب الهيبوكسيك، خاصة إذا لم يتم توعيتهم وتدريبهم تدريجيًا على التأقلم. هذا قد يخلق حالة من القلق أو فقدان الدافعية تجاه التدريب، مما يتطلب دمج الدعم النفسي مع الإعداد البدني، لضمان قبول الطفل الرياضي لهذا النمط من التمرين (الزبيدي وآخرون، 2021).

في ضوء المخاطر والاعتبارات السابقة، يصبح من الضروري الالتزام بمجموعة من شروط الأمان والضوابط العلمية عند تطبيق تدريبات الهيبوكسيك، خاصة على السباحين من الفئات الناشئة، لضمان تحقيق الفوائد الفسيولوجية المرجوة دون تعريض الرياضيين لمضاعفات محتملة.

أول ما يجب التأكيد عليه هو ضرورة التقييم الفسيولوجي القبلي للرياضي، وذلك باستخدام اختبارات معملية وميدانية تقيس القدرة الهوائية والوظيفية، مثل: قياس السعة الهوائية القصوى (VO_2max)، ومعدل النبض في الراحة وبعد الجهد، ومؤشرات التنفس والكفاءة القلبية. فهذه المعطيات تُستخدم كأساس لتحديد مدى أهلية الرياضي للتعرض لهذا النوع من التدريب، وضبط شدة الحمل وفقًا لقدراته.ويُوصى أيضًا باتباع مبدأ التدرج في التعرض لنقص الأكسجين، سواء من حيث مدة الجلسة، أو شدتها، أو عدد الأنفاس المحكومة في السباحة. إذ إن البدء بحصص قصيرة المدة، منخفضة الشدة، ثم التقدم التدريجي وفق استجابة الرياضي، يُعد من المبادئ الأساسية التي تضمن تكيفًا فسيولوجيًا صحيًا وآمنًا. وقد أكّد من الزكي والجبري أن تجاوز هذه الخطوة قد يؤدي إلى استجابات فسيولوجية غير مستقرة، لا سيما في المرحلة الأولى من تطبيق برامج الهيبوكسيك (الزكي & الجبري، 2025).

ومن بين الضوابط المهمة أيضًا، الدمج الذكي بين التدريب في الظروف العادية والتدريب في البيئة منخفضة الأكسجين .حيث أثبتت الدراسات أن الدمج بين التدريب في ظروف طبيعية (Train Low)والتعرض الجزئي للهيبوكسيك (Live High أو (Hypoxic intervals يُنتج تأثيرات فسيولوجية متقدمة دون أن يفرض عبئًا مفرطًا على أجهزة الجسم، كما يسمح بالحفاظ على جودة الأداء أثناء الوحدات التدريبية الأساسية.(Wilber, 2004)

ولا يمكن إغفال أهمية التغذية السليمة والترطيب الكافي في دعم التكيف مع تدريبات الهيبوكسيك، حيث تُعد العناصر الغذائية الغنية بالحديد وفيتامين B12 ضرورية لدعم إنتاج الهيموغلوبين، كما يُسهم الترطيب الجيد في تقليل لزوجة الدم الناتجة عن زيادة كريات الدم الحمراء، وهي نقطة جوهرية لحماية القلب والأوعية لدى الرياضيين الصغار.

كما ينبغي أن يخضع الرياضي لمراقبة مستمرة أثناء التدريب من قبل مختصين مؤهلين، مع توفير فترات استشفاء مناسبة بين الجلسات، خاصة إذا أظهرت المؤشرات الحيوية علامات إرهاق أو انخفاض في الكفاءة الوظيفية. وتشير الأبحاث إلى أن تجاهل هذه الفترات قد يؤدي إلى حالة من الإجهاد المزمن، وانخفاض المناعة، واضطراب في النمو لدى الأطفال واليافعين.

أخيرًا، فإن الجوانب النفسية لا تقل أهمية عن الفسيولوجية، ويجب على المدربين العمل على تهيئة الرياضي نفسيًا ومعرفيًا لتقبّل التدريب في بيئة غير معتادة .من خلال الشرح المبسط لأهمية التدريب، وخلق مناخ آمن وداعم، وتشجيع الرياضي على التعبير عن شعوره أثناء التمارين، يمكن تخفيف التوتر أو القلق المحتمل المرتبط بهذا النوع من التدريب (الزبيدي وآخرون، 2021).

إن التزام المدربين والإداريين بهذه المعايير والضوابط لا يُسهم فقط في تقليل المخاطر، بل يعزّز من فعالية التدريب على المدى الطويل، ويساعد في تحقيق أقصى استفادة ممكنة من تدريبات الهيبوكسيك دون التأثير سلبًا على صحة وسلامة الرياضي، خاصة في مراحل النمو الحرجة.

2-3- الأسس النظرية لتأثير تدريبات الهيبوكسيك على السباحين الناشئين.

تُعد عملية الربط بين طبيعة التدريب الرياضي ومكوناته من جهة، وبين خصائص المتدرب ومتطلبات النشاط من جهة أخرى، من أبرز الركائز التي يقوم عليها البناء النظري لأي دراسة علمية في مجال علوم الرياضة. وفي هذا الإطار، يبرز مفهوم التدريب في بيئات ناقصة الأكسجين كتوجه معاصر يستدعي تفسيرًا نظريًا دقيقًا لطبيعة تأثيره على الأداء الرياضي، خاصة لدى الفئات العمرية الناشئة في رياضة تتسم بخصوصية حركية ووظيفية مثل السباحة.

وبالرغم من أن التدريب الهيبوكسيك يُصنّف كأداة تطبيقية تستهدف تحفيز التكيفات الفسيولوجية، إلا أن فعاليته لا تنفصل عن مجموعة من الأسس النظرية التي تُفسّر كيف يمكن لهذا النمط من التدريب أن يُسهم في تطوير المتغيرات البدنية والمهارية والوظيفية ذات الصلة. إذ تتداخل في

تفسير هذه العلاقة مفاهيم من فسيولوجيا الجهد البدني، ونظريات التكيف الخلوي، ونماذج التنظيم العصبي العضلي، إلى جانب اعتبارات النمو البيولوجي والانفعالي لدى الناشئين.

يسعى هذا المبحث إلى تقديم معالجة علمية تكاملية تُبرز الخلفية النظرية التي تقوم عليها العلاقة بين تدريبات الهيبوكسيك ومتطلبات رياضة السباحة، مع التركيز على المتغيرات التي تستهدفها الدراسة. كما يُسلط الضوء على المحددات التي قد تؤثر في استجابة السباحين الناشئين لهذا النوع من التدريب، ذلك بهدف بناء فهم شامل يُمهد لتفسير النتائج المتوقعة، دون الوقوع في التكرار أو الاستباق لمضمون الفصول التطبيقية التالية.

2-3-1- الخلفية العلمية للعلاقة بين التدريب في بيئة ناقصة الأكسجين ومتطلبات السباحة.

تُعد السباحة من أكثر الرياضات تعقيدًا من حيث متطلبات الأداء البدني والفسيولوجي والتقني، حيث تتطلب تناغمًا دقيقًا بين مختلف الأجهزة الحيوية، وقدرات الحركة، والتحكم في التنفس، والكفاءة في استخدام الطاقة. وتتمثل خصوصية هذه الرياضة في أنها تُمارَس في بيئة مائية، ما يفرض على الرياضي تحديات إضافية تتعلق بمقاومة الماء، وتنظيم التنفس، والحفاظ على الوضع الديناميكي للجسم أثناء الحركة. ومن هنا تظهر الحاجة إلى نماذج تدريبية قادرة على إعداد الجسم لتحمل هذه الخصوصيات، وهو ما يُفسر تزايد الاهتمام بتوظيف تدريبات الهيبوكسيك ضمن برامج السباحة، خاصة مع الناشئين.

إن الخلفية العلمية لهذا التوجه ترتكز على فرضية مركزية مفادها أن التدريب في بيئة ناقصة الأكسجين يُمثّل حافزًا تكيفيًا غير تقليدي، يهدف إلى رفع كفاءة استخدام الأكسجين، وتحسين قدرة الرياضي على الأداء في ظروف تنفسية صعبة، وهو ما يتقاطع بشكل مباشر مع متطلبات السباحة. فالسباح، خاصة في المراحل التنافسية، يُواجه حالات متكررة من نقص الأكسجين أثناء السباق، نتيجة التحكم الإيقاعي في التنفس، والانزلاق تحت الماء، والاحتباس المؤقت للنَفَس، ما يُشبه إلى حد كبير الظروف الهيبوكسيك المصطنعة في التدريب (سالم & عبدالعزيز، 2024).

وتشير الأدبيات العلمية إلى أن البيئة الهيبوكسيك تفرض على الجسم إعادة تنظيم أولوياته الوظيفية بطريقة تخدم الأداء في السباحة. إذ يؤدي النقص النسبي في الأكسجين إلى تعزيز قدرة العضلات على التحمّل، وزيادة كفاءة الجهاز التنفسي في تنظيم عملية التهوية، وتحفيز آليات دقيقة في الجهاز العصبي لضمان استمرار الأداء في ظل ظروف فسيولوجية غير معتادة على هذا النوع من التكيّف يُعد مطلوبًا للسباح، ليس فقط من الناحية الهوائية، بل أيضًا من حيث تعزيز القدرة للحفاظ على التقنية الحركية الدقيقة تحت ضغط تعب تنفسي متزايد (محسب، 2020).

ويُظهر الربط بين خصائص السباحة والتدريب في بيئة ناقصة الأكسجين تكاملاً واضحًا في بعض المحاور، منها مثلًا: أن الأداء الحركي في السباحة لا يعتمد فقط على القدرات البدنية العامة، بل يحتاج إلى قدرة خاصة على الاقتصاد في استهلاك الأكسجين، هذا مما تُعد البيئة الهيبوكسيك محفزًا مباشرًا له. كذلك، فإن التحكم في التنفس أثناء السباحة – وهو سلوك حركي ونفسي في آنٍ واحدٍ معًا – يجد في تدريبات الهيبوكسيك سياقًا مثاليًا لتطويره بشكل تدريجي وآمن، وذلك من خلال فرض قيود تنفسية مدروسة تعوّد السباح على الاحتفاظ بالهدوء العضلي والعصبي رغم نقص الأكسجين.

ومن زاوية فسيولوجية نظرية، يمكن القول إن البيئة الهيبوكسيك تُفعّل بعض النظم الحيوية التي تُعد ذات صلة مباشرة بأداء السباحة، ومنها نظام HIF-1 (Hypoxia-Inducible Factor 1) الذي يُعد مسؤولًا عن تحفيز سلسلة من الجينات المسؤولة عن تحسين استخلاص الأكسجين، وزيادة التوعية الدموية، وتعزيز قدرة الخلية العضلية على العمل بكفاءة في بيئة محدودة الأكسجين. هذا النظام نفسه يُفعَّل أثناء الأداء الفعلي في السباحة، خاصة في المسافات المتوسطة والطويلة، ما يُضفي على التدريبات الهيبوكسيك طابعًا وظيفيًا متوافقًا مع طبيعة هذه الرياضة (محسب، 2020).

في الإطار النظري المتقدم لفهم العلاقة بين التدريب في بيئة ناقصة الأكسجين ومتطلبات السباحة، لا تقتصر التحليلات على ما هو فسيولوجي ظاهري فقط، بل تمتد إلى مستويات أعمق ترتبط بالبنية البيوكيميائية والعصبية لوظائف الجسم أثناء الأداء الرياضي. حيث تشير الأبحاث الحديثة في

علوم الأداء الحركي إلى أن بيئة التدريب منخفضة الأكسجين تُحدث تغيرات على مستوى الضبط البيوكيميائي الداخلي للعضلة، وذلك عبر تحفيز مسارات إنتاج الطاقة التي تتلاءم مع ظروف النقص النسبي للأكسجين، دون إخلال بتوازن الأيض العام.

تُظهر الأدلة أن أحد المكونات النظرية التي تُفسّر فعالية تدريبات الهيبوكسيك في السياق الرياضي هو تحفيز المسارات التعويضية الخلوية، التي تعمل على رفع حساسية الألياف العضلية للمتغيرات الطاقوية، مما يسمح لها بتعديل استجابتها للجهد وفقًا للظروف البيئية في السباحة، حيث يُطلب من العضلات أن تؤدي في ظل محدودية التنفس ووجود مقاومة مائية مستمرة، تصبح هذه القدرة التكيفية ذات أهمية كبيرة، لا سيما في الحفاظ على الكفاءة الحركية تحت ضغط تعب متراكم (الزكي & الجبري، 2025).

ومن ناحية أخرى، فإن العلاقة بين تدريبات الهيبوكسيك ومتطلبات السباحة تتقاطع على مستوى التنظيم العصبي الحركي إذ إن نقص الأكسجين يُمثل محفزًا ضاغطًا للجهاز العصبي المركزي، مما يُسرّع من تكيفه مع الظروف المعقدة، ويُحسّن فعالية الإشارات العصبية الموجهة نحو العضلات العاملة. هذا التكيف العصبي لا يُعزز فقط دقة الحركة، بل يُساعد على تقليل ما يُعرف بالتكلفة العصبية للأداء، أي كمية الجهد العصبي المبذول لإنتاج حركة فعّالة، وهي خاصية يُقدّرها المدربون في رياضة السباحة لما لها من دور في الاقتصاد في الطاقة وتعزيز الانسيابية الحركية. ولعل ما يميز هذا التداخل النظري هو أن تدريبات الهيبوكسيك تُنتج ضغطًا داخليًا مُسيطرًا ومحسوبًا، لا يعتمد على رفع الشدة الميكانيكية للحمل البدني، وإنما يُفعّل أنظمة التنظيم الحيوي للجسم من خلال تغيير أحد المحددات الأساسية للبيئة الداخلية، وهو الأكسجين. ومن هنا، فإن القيمة النظرية لهذا التدريب في رياضة السباحة لا تكمن فقط في كونه نمطًا جديدًا من الأحمال، بل في كونه يُعيد تشكيل علاقة الرياضي بجهازه التنفسي والعضلي والعصبي ضمن سياق بيئة متغيرة تشبه الواقع التنافسي في الماء (الأعرجي وآخرون، 2018).

إن فهم هذه الخلفية العلمية يُشكّل أساسًا نظريًا ضروريًا لتفسير إمكانية إدماج تدريبات الهيبوكسيك ضمن البرامج التدريبية الموجهة للسباحين، خاصة في المراحل السنية الناشئة، حيث تكون النظم الوظيفية أكثر استجابة للمؤثرات البيئية، وتكون المرونة العصبية والعضلية في أعلى درجاتها. وهذا ما يمنح التدريب في بيئة ناقصة الأكسجين بُعدًا وظيفيًا يتجاوز حدود التكيّف البدني المباشر، ليُصبح وسيلة لصقل الجهاز العصبي وتحفيز المهارات التكيفية المعقدة التي يتطلبها الأداء المتقدم في السباحة.

2-3-2- الأطر النظرية لتأثير تدريبات الهيبوكسيك على القدرات البدنية الأساسية.

تُعد القدرات البدنية الأساسية – وبخاصة القوة، السرعة، والتحمل – من العناصر الجوهرية في الأداء الرياضي، وتحديدًا في رياضة السباحة التي تتطلب تكاملًا دقيقًا بين هذه القدرات من أجل بلوغ مستويات عالية من الإنجاز. ولأن تدريبات الهيبوكسيك ترتكز على مبدأ تعريض الجسم لظروف بيئية منخفضة الأكسجين، فإن فهم أثرها على هذه القدرات يتطلب الرجوع إلى الأطر النظرية التي تفسّر كيف يمكن للبيئة الفسيولوجية المتغيرة أن تُعيد تشكيل الخصائص البدنية للرياضي، سواء من خلال الاستجابة العضلية، أو التنظيم العصبي، أو الكفاءة الطاقوية.

إن الانطلاق في هذا التحليل لا يكون من زاوية الرصد التجريبي لنتائج الأداء، بل من خلال تأطير العلاقة نظرًا لنماذج علمية سابقة، يُمكن من خلالها تفسير التغيّرات المحتملة التي تطرأ على القدرات البدنية الأساسية عند تطبيق تدريبات الهيبوكسيك، خاصة لدى الرياضيين الناشئين.

-التأطير النظري لتأثير الهيبوكسيك على التحمل.

يستند تطوير التحمل من خلال تدريبات الهيبوكسيك إلى ما يُعرف بنظرية التحفيز الفسيولوجي الداخلي، التي تفترض أن أي تغيير بيئي يؤدي إلى خلل نسبي في التوازن الداخلي للجسم يُمكن أن يُشكّل حافزًا تكيفيًا عند تكراره تحت شروط آمنة. في حالة نقص الأكسجين يظهر هذا التحفيز في شكل ضغط على آلية إمداد الطاقة الهوائية، مما يُرغم الجسم على تحسين الكفاءة الهوائية، سواء على مستوى

الجهاز التنفسي أو الدموي أو العضلي. ويُعتبر هذا النوع من التحفيز أكثر عمقًا من التحفيز التقليدي الناتج عن زيادة شدة الجهد، إذ إنه لا يعتمد على رفع الحمل البدني مباشرة، بل على تعديل البيئة الفسيولوجية الداخلية التي يعمل فيها الجسم .ويُفسّر ذلك سبب فعالية تدريبات الهيبوكسيك في تعزيز التحمل العضلي، دون الحاجة إلى الرفع المفرط في الحجم أو الشدة، وهي نقطة أساسية عند تدريب الناشئين الذين تكون قدرتهم على تحمل الأحمال العالية محدودة.(Terrados et al., 1990)

كما يُشار في الأدبيات إلى أن بيئة التدريب منخفضة الأكسجين تؤدي إلى تحفيز إنتاج الميتوكوندريا وزيادة كثافتها داخل الألياف العضلية، إضافة إلى تحسين التوعية الشعرية الدموية، ما يُعزز من استخلاص الأكسجين ويؤخّر زمن ظهور التعب. وتندرج هذه الظواهر تحت ما يُعرف بنموذج الاقتصاد الفسيولوجي، والذي يُعد من النماذج النظرية الداعمة لفهم كيف يُمكن للرياضي أن يُحسّن تحمّله من خلال رفع كفاءة استخدام الموارد الطاقوية المحدودة، وهي حالة مثالية يُسعى لتحقيقها في السباحة (Hoppeler & Vogt, 2001).

- الأطر المفسرة لتأثير تدريبات الهيبوكسيك على السرعة.

أما فيما يتعلق بالسرعة، فيبدو للوهلة الأولى أن البيئة منخفضة الأكسجين غير مناسبة لتطوير هذا النوع من القدرات الذي يعتمد على الانفجار العضلي والطاقة الفوسفاجينية. غير أن التحليل النظري يُظهر أن التدريب الهيبوكسيك يُمكن أن يُستخدم بشكل غير مباشر لدعم تطوير السرعة من خلال تحسين كفاءة استعادة الطاقة. بحسب نموذج التداخل التكيفي، فإن تحفيز المسارات الهوائية في التدريب يُمكن أن يُعزز من قدرة الجسم على التخلص من نواتج التعب، وبالتالي يُحسّن من القدرة على الأداء المتكرر عالي الشدة، وهو ما يُعرف بالسرعة المتكررة، وتُعد هذه القدرة ذات أهمية خاصة في السباحة، حيث إنَّ السباح يحتاج إلى أداء انطلاقات وتغييرات سريعة الاتجاه خلال السباق، كما أن نقص الأكسجين خلال التدريب يُحفّز الجسم على زيادة الاعتماد المؤقت على النظام اللاهوائي، هذا مما يُؤدي – وفقًا لنظرية الضغط الأيضي المحكوم – Controlled Metabolic Stress إلى تطوير قدرة

العضلة على توليد طاقة سريعة في غياب الأكسجين، وهو ما يتقاطع وظيفيًا مع متطلبات السرعة العضلية.(Brocherie et al., 2015)

- الأسس النظرية لتأثير تدريبات الهيبوكسيك على القوة العضلية.

بالرغم من أن تدريبات الهيبوكسيك لا تُصنف تقليديًا ضمن برامج تطوير القوة القصوى، إلا أن بعض النماذج النظرية في فسيولوجيا التدريب تُظهر إمكانية توظيف البيئة ناقصة الأكسجين لتحفيز عمليات فسيولوجية تُسهم في تحسين القوة العضلية، سواء بطريقة مباشرة أو غير مباشرة، خصوصًا عندما تُدمج تدريبات القوة في بيئة مُتحكم فيها من حيث نسبة الأكسجين. وفقًا لنموذج التحفيز الفسيولوجي المعزز Enhanced Stimulus Hypothesis ، فإن تقليل الإمداد بالأكسجين خلال أداء تمرينات المقاومة أو القوة يؤدي إلى زيادة التوتر العضلي نتيجة زيادة تجنيد الألياف السريعة، إذ يُجبر الجسم على تعبئة أكبر عدد ممكن من الوحدات الحركية للتغلب على الحمل، بما في ذلك الألياف العضلية من النوع الثاني(Type II fibers) ، المسؤولة عن إنتاج القوة والانفجار العضلي (Nishimura et al., 2010). هذا الأمر يعزز من فاعلية الوحدة التدريبية حتى دون اللجوء إلى الأوزان الثقيلة، وهي نقطة مهمة في تدريب الفئات الناشئة، إذ يُقلل من المخاطر المرتبطة باستخدام الأحمال المرتفعة.

كما أظهرت دراسات تطبيقية أن التدريب في بيئة منخفضة الأكسجين يُحفّز زيادة في إفراز هرمونات البناء العضلي مثل هرمون النمو (GH) والتستوستيرون، نتيجة الضغط الاستقلابي العالي، وهو ما يدعمه نموذج الاستجابة الهرمونية البيئية (عمر، 2013). وتُعد هذه الاستجابة الهرمونية عاملاً مساعدًا في تعزيز التكيفات العضلية، حتى في حال غياب الأوزان القصوى.

إضافة إلى ذلك، فإن البيئة الهيبوكسيك تُمثل سياقًا مثاليًا لتحفيز التنسيق بين الجهاز العصبي والعضلي في ظروف غير مستقرة نسبيًا، وهو ما يدعمه نموذج الضغط التنظيمي العصبي إذ تؤدي التحديات التنفسية إلى رفع فاعلية الإشارات العصبية وتطوير القدرة على التحكم الإرادي الدقيق، مما

يُسهم في تحسين نوعية الانقباض العضلي والاستجابة للقوة المطلوبة في اللحظة المناسبة، وهي مهارة بالغة الأهمية في مراحل الانطلاق، والدفع، وتغييرات الاتجاه داخل الماء (محسب، 2020).

من منظور رياضي تطبيقي، فإن تحسين القوة العضلية من خلال التدريبات الهيبوكسيك لا يكون بالاعتماد عليها منفردة، بل عبر دمجها الذكي داخل البرنامج التدريبي، واستخدامها كأداة مكملة لتعزيز استجابات معينة، مثل التوتر العضلي طويل الأمد، أو تحمّل القوة، أو تسريع التعافي العصبي بعد مجهود عضلي مكثف.

يتضح من خلال تحليل الأطر النظرية المتعددة أن تدريبات الهيبوكسيك لا تُمثل مجرد نمط بديل للتدريب، بل تؤسس لتحفيزات نوعية تُعيد تشكيل العلاقة بين الحمل البدني والبيئة الفسيولوجية الداخلية. وتُمكن هذه النماذج النظرية من تفسير كيف يمكن لهذا النوع من التدريب أن يُسهم – سواء بشكل مباشر أو غير مباشر – في تطوير القدرات البدنية الأساسية، مع ضرورة مراعاة خصائص الفئة المستهدفة ودمج الأساليب التقليدية معها بطريقة تكاملية.

2-3-3- المداخل العلمية لفهم العلاقة بين التدريب في نقص الأكسجين وتطوير الأداء المهاري الحركي.

يُعد الأداء المهاري في السباحة أكثر من مجرد تنفيذ حركي ميكانيكي؛ فهو نتاج تفاعل دقيق بين الأجهزة العصبية والعضلية والحسية، ويعتمد بدرجة كبيرة على جودة التنظيم العصبي الحركي والتكامل بين التنفس والإيقاع الحركي، خاصة في بيئة مائية تفرض تحديات حسية وحركية مختلفة عن الرياضات الأرضية. ولذلك، فإن دراسة العلاقة بين تدريبات الهيبوكسيك والأداء المهاري في السباحة تقتضي معالجة نظرية تأخذ بعين الاعتبار خصوصية المهارات الحركية المائية، وآليات تطورها، وتأثير البيئة ناقصة الأكسجين على دقتها وكفاءتها.

ترتكز الخلفية النظرية لفهم هذه العلاقة على ما يُعرف في علوم الحركة بنموذج التحكم الحركي القائم على الضغط البيئي، والذي يُشير إلى أن التحديات البيئية، مثل: نقص الأكسجين، تُحدث نوعًا

من إعادة التنظيم داخل الجهاز العصبي المركزي، مما يُعزز من كفاءة استجابة الفرد للمثيرات الحركية في بيئة غير مستقرة.(Terrados et al., 1990) في سياق السباحة، هذا يعني أن التمرين في بيئة منخفضة الأكسجين قد يُطوّر قدرة السباح على ضبط إيقاع الحركة والتنفس في آن واحد، خاصة في الأنماط التي تتطلب تنسيقًا دقيقًا مثل: الفراشة والسباحة الحرة.

ومن أحد المحاور التي تُفسر هذه العلاقة هو مفهوم اقتصاد الحركة تحت الضغط، الذي يفترض أن تعرض الرياضيين لقيود تنفسية أو أكسجينية – كما هو الحال في تدريبات الهيبوكسيك – يدفعهم لاستخدام تقنيات حركية أكثر كفاءة من حيث استهلاك الطاقة، وتقليل الحركات غير الضرورية، وتحسين التوقيت الحركي. وهذا يُفسر ما لاحظته بعض الدراسات من تحسن في جودة الانزلاق، وعدد الضربات لكل طول مسبح، وتحسن توقيت التنفس بعد برامج هيبوكسيك منتظمة. ويُدعم هذا الاتجاه بما يُعرف بنموذج اللدونة العصبية التكيفية، الذي يُشير إلى أن الجهاز العصبي يُظهر قدرة عالية على إعادة تشكيل أنماط التجاوب الحركي نتيجة التعرض لمؤثرات بيئية متكررة، ومنها نقص الأكسجين. حيث تؤدي بيئة التدريب الهيبوكسيك إلى تعزيز التواصل العصبي بين المراكز الدماغية المسؤولة عن التنسيق الحركي والعضلات المنفذة، مما يُسرّع من تعلم المهارات الحركية الدقيقة، خاصة لدى الناشئين الذين يتميزون بدرجة أعلى من مرونة التكوين العصبي.(Brocherie et al., 2015)

إلى جانب ذلك فإن تدريبات الهيبوكسيك تؤثر في آليات التوقع الحسي والانتباه الحركي، وهما عنصران أساسيان في الأداء المهاري. حيث أن التقليل المتعمد من التنفس أثناء الأداء يُرغم السباح على الاعتماد بشكل أكبر على التغذية الراجعة الحسية الداخلية لتنظيم حركة الذراعين والرجلين، وهو ما يُعزز الشعور بالماء ويفتح المجال أمام تطوير الحس الحركي المائي، وهو عنصر جوهري في تقنيات السباحة المتقدمة. وبالتالي فإن العلاقة بين التدريب الهيبوكسيك والتطور المهاري لا تقوم فقط على التحسين الفسيولوجي، بل تمتد إلى إعادة برمجة الجهاز العصبي الحركي للعمل بكفاءة في ظروف تشبه

تحديات السباق، مما يُعزز من قابلية الأداء للاستقرار تحت الضغط، ويُحسن نوعية الإيقاع الحركي العام، ويزيد من قدرة الرياضي على الاحتفاظ بتقنيته رغم التعب.

2-3-4- المحددات النظرية لفعالية تدريبات الهيبوكسيك لدى الناشئين.

يُعدّ فهم المحددات النظرية التي تحكم فعالية تدريبات الهيبوكسيك لدى الفئات الناشئة، من المتطلبات العلمية الأساسية التي تسبق أي تطبيق عملي لهذا النمط من التدريب. فنجاح البرنامج التدريبي لا يرتبط فقط بطبيعة الأحمال أو نوعية التمارين، وإنما يتأثر بمجموعة من العوامل المعقدة المرتبطة بالبنية الفسيولوجية والنفسية والبيئية للرياضي الناشئ، إلى جانب الخصائص المعرفية والانفعالية التي تميز مراحل النمو المختلفة.

وتُجمع الأدبيات العلمية على أن تعميم نتائج دراسات الهيبوكسيك التي أُجريت على الرياضيين البالغين أو المحترفين لا يمكن إسقاطها مباشرة على الناشئين، بسبب وجود فروق جوهرية في مدى قابلية الاستجابة والتكيف مع البيئات التدريبية المرتفعة الضغط، مثل: بيئة نقص الأكسجين. ومن هنا تنشأ الحاجة إلى بناء إطار نظري مستقل يُراعي هذه الخصوصيات ويضع محددات واضحة لضبط فعالية هذا النوع من التدريب في الفئات السنية الصغيرة.

- النضج البيولوجي والتطور الفسيولوجي.

يُعد مستوى النضج البيولوجي من المحددات المحورية التي تؤثر على استجابة الناشئ للتدريب في ظروف نقص الأكسجين. فخلال مرحلة الطفولة المتأخرة واليفاعة، تكون الأجهزة الحيوية – كالقلب، والرئتين، والجهاز العصبي – في طور النمو والتكيّف الطبيعي، مما يجعل تعرضها لظروف تدريبية ضاغطة أكثر حساسية مقارنة بالرياضي البالغ. ويُشير نموذج النافذة الحيوية للتكيف إلى أن كل نظام فسيولوجي يمتلك توقيتًا مثاليًا للتطور، وأن تجاوز هذا الإطار أو تحميله بأحمال مفرطة قد يؤدي إلى تعطيل مسارات النمو بدلاً من تحفيزها. ففي بيئة هيبوكسيك، يُلاحظ أن استجابة الجهاز التنفسي لدى الناشئين تكون أكثر تقلبًا، حيث يُظهر البعض زيادة في معدل التنفس المصاحب بالإجهاد، دون أن

يقابلها تحسن وظيفي مباشر في نقل الأكسجين. كما أن استجابة القلب قد تكون محدودة نظرًا لانخفاض حجم الضربة القلبية مقارنة بالبالغين، ما يتطلب تدرجًا أكبر في حجم التعرض لنقص الأكسجين لتجنب الإنهاك أو اضطراب الانتظام القلبي (الويس & المياحي، 2019).

ويُضاف إلى ذلك أن كفاءة الأنظمة الأنزيمية الهوائية واللاهوائية لدى الناشئين لا تكون مكتملة بعد، مما يجعل الاعتماد على التدريب في بيئة محدودة الأكسجين أكثر فاعلية عندما يُدمج ضمن برنامج تدريبي متوازن، ليس كحمل مستقل قائم بذاته.

- الفروق الفردية والاستعداد الوراثي.

يُعدّ مبدأ الفروق الفردية أحد المبادئ الأساسية في علم التدريب الرياضي، وتتضاعف أهميته في تدريبات الهيبوكسيك، حيث إن استجابة الرياضي لنقص الأكسجين تختلف بشكل كبير من شخص لآخر، بناءً على عوامل وراثية، وسعة الجهاز التنفسي، ونوعية الألياف العضلية، حتى الكفاءة القلبية. وتشير الدراسات إلى أن بعض الأفراد يُظهرون ما يُعرف بالاستجابة غير الكافية للهيبوكسيك، وهي حالة يكون فيها التحفيز الناتج عن نقص الأكسجين غير كافٍ لإحداث تكيف فسيولوجي ملحوظ. وهذا ما يُحتّم، نظريًا، أن لا يتم تطبيق هذا النوع من التدريب على جميع الناشئين بنفس الشكل أو الدرجة، بل يجب أن يُسبقه تقييم فردي دقيق يشمل اختبارات لوظائف الرئة، ومؤشرات الدم، ومعدل استجابة القلب تحت الجهد. فالتجاهل لهذه الفروق قد يؤدي إلى نتائج عكسية، سواء على مستوى الأداء أو الصحة العامة.(Brocherie et al., 2015)

- المحددات النفسية والمعرفية في استجابة الناشئين لتدريبات الهيبوكسيك.

إلى جانب المحددات الفسيولوجية، تمثل العوامل النفسية والمعرفية مكونًا بالغ التأثير في تحديد فعالية تدريبات الهيبوكسيك لدى الرياضيين الناشئين. فبيئة التدريب منخفضة الأكسجين، بطبيعتها، تفرض تحديًا إدراكيًا وانفعاليًا خاصًا، بسبب ما تُسببه من شعور بالاختناق أو الضيق التنفسي، حتى في ظل غياب إجهاد عضلي مرتفع. وقد تُفسَّر هذه الاستجابة من خلال نموذج الإجهاد المدرك

Perceived Stress Modelالذي يُشير إلى أن تصوّر الفرد لطبيعة العبء التدريبي يلعب دورًا كبيرًا في تحديد استجابته النفسية والفسيولوجية، بصرف النظر عن طبيعة الحمل الموضوعي. عند الناشئين، تكون هذه الاستجابات أكثر حدة نظرًا لعدم نضجهم الانفعالي الكامل، وعدم اكتمال القدرة على التنظيم الذاتي في مواجهة بيئة ضاغطة. وقد أشارت دراسات في علم النفس الرياضي إلى أن التدريب في ظروف ناقصة الأكسجين قد يُثير استجابات مثل: القلق، أو الانسحاب، أو انخفاض الدافعية، خاصة إذا لم يُصاحبه إعداد نفسي مسبق أو دعم تربوي متكامل (الزبيدي وآخرون، 2021). ومن هنا، يصبح التأطير النفسي للتجربة التدريبية ضرورة، لا مجرد خيار، عند تطبيق هذه البرامج مع فئة الأشبال.

كما أن النضج المعرفي يلعب دورًا غير مباشر في فعالية التدريب الهيبوكسيك؛ إذ إن استيعاب الناشئ لطبيعة التمرين وهدفه، واستعداده للانخراط فيه، وفهمه لآلية التنفس والاحتفاظ بالأداء تحت الضغط، قد تؤثر بشكل مباشر على جودة استجابته. ولهذا السبب، يُفضل أن تتضمن برامج تدريب الهيبوكسيك وحدات تعليمية مبسطة أو شروحات بصرية، تساعد الناشئ على تكوين تصور إيجابي عن التدريب، وتعزز من ثقته في قدرته على التأقلم، وهو ما يتوافق مع مبادئ النموذج البنائي في التعلم الحركي.

- **المحددات البيئية والتربوية.**

إن نجاح تطبيق التدريب في بيئة ناقصة الأكسجين لا يعتمد فقط على الفرد، بل يتأثر كذلك بالسياق البيئي والتربوي المحيط به. وتُعد البنية التحتية للنادي، وإمكانيات تطبيق التدريب تحت إشراف متخصص، ومدى توفر الوسائل التكنولوجية (كأجهزة محاكاة الارتفاع أو غرف الهيبوكسيك)، من العناصر الأساسية التي تضمن التطبيق الآمن والفعّال لهذا النمط التدريبي.

كما أن الخلفية التربوية للمدرب، ومدى إلمامه بالاعتبارات العمرية والنفسية للناشئين، تُعد من أبرز المحددات التي تؤثر في نجاح التدريب. فمن دون التقدير الدقيق للفروق العمرية والنمو الذهني والبدني للرياضي، قد تتحول تدريبات الهيبوكسيك من وسيلة تطوير إلى مصدر ضغط أو نفور. ويؤكد

نموذج القيادة التربوية في التدريب الرياضي Developmentally Appropriate Coaching على أن المدرب في الفئات العمرية الصغيرة يجب أن يجمع بين الحس التربوي والدقة العلمية، ليضمن أن كل أسلوب تدريبي يُطبق بما يتناسب مع مرحلة النضج. كذلك فإن ثقافة النادي والأسرة حيال الأساليب التدريبية الحديثة تلعب دورًا غير مباشر في تقبل الناشئ لهذا النوع من التدريب، وبالتالي، فإن إدماج أولياء الأمور، وتثقيفهم بمردود هذه الأساليب، يُعد خطوة تربوية ضرورية تضمن استقرار الاستجابة التدريبية وتعزز من تقبل الطفل للمواقف غير التقليدية (يزيد & بشير، 2011).

يتضح من العرض السابق أن فعالية تدريبات الهيبوكسيك لدى السباحين الناشئين لا يمكن تفسيرها أو ضمانها بمعزل عن مجموعة من المحددات النظرية التي تشمل: النضج البيولوجي، الفروق الفردية، الخصائص النفسية والمعرفية، والمحيط البيئي والتربوي. وتشير هذه المحددات إلى ضرورة تبنّي رؤية تكاملية عند تصميم برامج التدريب الهيبوكسيك، بحيث تُراعى الطبيعة الخاصة للنمو لدى الناشئين، وتُدمج الجوانب النفسية والبيئية إلى جانب البعد الفسيولوجي، لتحقيق التوازن بين التكيف الآمن والتطوير الفعّال للأداء.

2-4- الدراسات السابقة.

2-4-1- الدراسات العربية.

1 - **دراسة (أحمد عبد السلام عطيتو، محمد كمال أحمد البري، 2022)** بعنوان "فاعلية استخدام تدريبات الهيبوكسيك على بعض المتغيرات الفسيولوجية والبدنية لدى المنقذين بحمامات السباحة"

هدفت هذه الدراسة إلى تصميم برنامج تدريبي باستخدام تدريبات الهيبوكسيك، وقياس أثره على بعض المتغيرات الفسيولوجية (تركيز حمض اللاكتيك في الدم، والحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين) وبعض المتغيرات البدنية الخاصة (السرعة، التحمل) لدى المنقذين. اعتمد الباحثان على المنهج التجريبي بتصميم القياس القبلي والبعدي لمجموعة واحدة، وذلك لملاءمته لطبيعة البحث.

عينة البحث تكونت من 10 منقذين مسجلين بالاتحاد المصري للغوص والإنقاذ، تتراوح أعمارهم بين 28–30 سنة، وتم اختيارهم عمديًا مع مراعاة انتظامهم في التدريب، والجدية، والتدريب خارج أوقات العمل.

تم تنفيذ البرنامج التدريبي على مدى 8 أسابيع بواقع 4 وحدات تدريبية أسبوعيًا، واشتمل على تدريبات هيبوكسيك باستخدام وسائل كأقنعة خاصة لتقليل الأكسجين، مع التحكم في التنفس (الشهيق والزفير) بغرض إحداث نقص محسوب في كمية الأكسجين، ما يؤدي إلى تحفيز التكيفات الفسيولوجية وتحسين كفاءة الجهاز التنفسي والعضلي.

النتائج أظهرت فروقًا ذات دلالة إحصائية بين القياس القبلي والبعدي لصالح القياس البعدي في جميع المتغيرات المدروسة. فقد انخفض تركيز حمض اللاكتيك بنسبة (14.80% بعد 5 دقائق، و45.88% بعد 10 دقائق من التمرين)، وارتفع الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين بنسبة (10%). أما المتغيرات البدنية، فقد تحسنت السرعة بنسبة (28.02%) والتحمل بنسبة.(14.01%)

2- **دراسة (إبراهيم عبد القادر أشرف، هشام مصطفى نصر الدين، 2022)** بعنوان: "تأثير تدريبات الهيبوكسيك على تطوير القدرات البدنية والفسيولوجية والمستوى الرقمي لسباحي 50م نوم."

أجرى إبراهيم عبد القادر أشرف وزملاؤه (2022) دراسة هدفت إلى التعرف على تأثير تدريبات الهيبوكسيك على تطوير القدرات البدنية والفسيولوجية والمستوى الرقمي لسباحي 50 متر نوم، لما لهذا النوع من التدريب من دور بارز في تحفيز التكيفات العضلية والتنفسية وزيادة الكفاءة في الأداء التنافسي. استخدم الباحثون المنهج التجريبي بتصميم المجموعة الواحدة مع القياسات القبلية والبعدية، لما يوفره من قدرة على تحديد الفروق الناتجة عن البرنامج التدريبي المقترح بدقة.

تكوّنت عينة البحث من خمسة عشر سباحًا مسجلين في الاتحاد المصري للغوص والإنقاذ، تراوحت أعمارهم بين 19 و21 سنة، ويمارسون التدريب بانتظام في أندية رياضية بمحافظة القليوبية. تم اختيار المشاركين عمديًا مع ضمان تجانسهم في الخبرة والمستوى الفني.

امتد البرنامج التدريبي ثمانية أسابيع، بمعدل أربع وحدات تدريبية أسبوعيًا، وارتكز على تطبيق تدريبات هيبوكسيك مائية تتضمن تقليل الأكسجين المستنشق أثناء الأداء، سواء من خلال التحكم في عدد الأنفاس أو استخدام وسائل مساعدة تقلل من تركيز الأكسجين. شمل البرنامج تدريبات بدنية في الماء وعلى اليابسة، ركزت على عناصر القوة القصوى، القوة المميزة بالسرعة، السرعة القصوى، التحمل الخاص، المرونة، والقدرات الفسيولوجية مثل: الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين (VO_2max) والسعة الحيوية.

أظهرت النتائج وجود فروق ذات دلالة إحصائية بين القياسات القبلية والبعدية لصالح القياس البعدي في جميع المتغيرات. فقد تحسنت القوة القصوى بنسبة 29.29%، والقوة المميزة بالسرعة بنسبة 15.911%، والسرعة القصوى بنسبة 15.905%، والتحمل الخاص بنسبة 29.19%، والمرونة بنسبة 15.902%. أما المؤشرات الفسيولوجية، فقد زاد الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين بنسبة 12.912%،

وتحسنت السعة الحيوية بنسبة 15.925%، وارتفع زمن كتم النفس تحت الماء بنسبة 12.910%، بينما انخفض معدل النبض أثناء الأداء بنسبة 19.11%، وبعد المجهود مباشرة بنسبة 19.51.%

خلصت الدراسة إلى أن دمج تدريبات الهيبوكسيك ضمن البرنامج التدريبي يسهم بفاعلية في تطوير القدرات البدنية والفسيولوجية وتحسين المستوى الرقمي لسباحي 50 متر نوم

3- دراسة أحمد خالد عبدالوهاب (2020)

دراسة بعنوان "تأثير تدريبات الهيبوكسيك بأسلوب التحكم في التنفس على تطوير بعض المتغيرات الفسيولوجية والمستوى الرقمي لفئة الشباب في سباحة 50 متر فراشة"، هدفت إلى التعرف على أثر التدريب في بيئة ناقصة الأكسجين على الأداء البدني والوظيفي لدى سبَّاحي المسافات القصيرة. اعتمد الباحث المنهج التجريبي بتصميم المجموعتين المتكافئتين (تجريبية وضابطة) مع القياسين القبلي والبعدي، نظرًا لما يوفره هذا التصميم من دقة في تحديد أثر المتغير المستقل. وتكوّنت عينة الدراسة من سباحين ناشئين متخصصين في سباحة الفراشة لمسافة 50 متر من فئة الشباب، تم اختيارهم وفق معايير محددة تضمن التجانس في العمر الزمني، والخبرة التدريبية، والمستوى الفني. وقد خضعت المجموعة التجريبية لبرنامج تدريبات هيبوكسيك يعتمد على التحكم في عدد الأنفاس أثناء الأداء، بينما تدربت المجموعة الضابطة بالأسلوب التقليدي دون تطبيق ظروف نقص الأكسجين.

شمل البرنامج التدريبي للمجموعة التجريبية تمارين مائية مصممة لتقليل عدد الأنفاس في كل طول مسبح، وتدريبات حبس النفس الجزئي، مع التحكم في متغيرات الحمل التدريبي من حيث الشدة والحجم والكثافة ومدة الراحة، وبما يتناسب مع الخصائص الفسيولوجية للناشئين. وتم قياس مؤشرات فسيولوجية مثل معدل النبض، واستهلاك الأكسجين، والكفاءة القلبية التنفسية، إلى جانب تسجيل الزمن المحقق في سباق 50 متر فراشة.

أظهرت النتائج وجود فروق ذات دلالة إحصائية لصالح المجموعة التجريبية في كل من المؤشرات الفسيولوجية والزمن الرقمي للسباق، حيث برز تحسن ملحوظ في الكفاءة القلبية التنفسية، وارتبط تطوير التحكم في التنفس بتحسين القدرة للحفاظ على السرعة القصوى طوال المسافة.

4- دراسة (الخليشلي، م. ش. ل.، والكنانة، س. إ. ل.، 2012)

أجرى الخليشلي والكنانة (2012) دراسة بعنوان "تأثير تدريبات الهيبوكسيك بكتم النفس في إنجاز 200 متر حرة للشباب"، استهدفت الكشف عن أثر التدريب في ظروف نقص الأكسجين من خلال كتم النفس على الأداء الرقمي للسباحين الشباب في سباحة 200 متر حرة. انطلقت أهمية هذه الدراسة من أن التحكم في التنفس وتقييد عدد مرات الشهيق والزفير أثناء الأداء يُعد من المكونات الجوهرية في تطوير القدرات الفسيولوجية وتحسين المستوى التنافسي، خصوصًا في المسافات المتوسطة التي تتطلب مزيجًا من التحمل الهوائي واللاهوائي.

اعتمد الباحثان على المنهج التجريبي بأسلوب المجموعة الواحدة، نظرًا لملاءمته لقياس أثر البرنامج التدريبي المقترح على نفس المجموعة قبل وبعد التطبيق. وقد تكونت عينة الدراسة مجموعة من السباحين الشباب الذين يشاركون في المنافسات المحلية لمسافة 200 متر حرة، وتم اختيارهم عمديًا مع مراعاة تجانس العمر الزمني، ومستوى الأداء، والخبرة التدريبية. نفذ البرنامج التدريبي على مدى فترة زمنية محددة، تضمن تدريبات مائية متدرجة الشدة تعتمد على كتم النفس لمسافات متفاوتة، وباستخدام أسلوب الهيبوكسيك في بيئة مائية طبيعية، حيث تم تقليل عدد الأنفاس المسموح بها في كل طول مسبح بما يفرض على السباحين العمل تحت ضغط فسيولوجي محسوب.

تضمن البرنامج تدريبات متباينة من حيث الحجم والشدة، شملت سباحات متواصلة وأخرى متقطعة، مع التحكم في فترات الراحة بما يسمح بتحفيز كل من الجهازين الهوائي واللاهوائي، وتحسين قدرة العضلات على الاستفادة من الأكسجين بكفاءة أكبر. تم قياس الأداء الرقمي لسباحة 200 متر حرة

كمؤشر أساسي، إلى جانب بعض المؤشرات الفسيولوجية الداعمة مثل ملاحظة التعب العضلي ومعدل التنفس أثناء الأداء وبعده.

أظهرت النتائج وجود تحسن ملحوظ في الزمن الكلي لإنجاز سباق 200 متر حرة بعد تطبيق البرنامج، بما يشير إلى فاعلية تدريبات الهيبوكسيك بكتم النفس في تعزيز قدرة السباحين للحفاظ على سرعة الأداء خلال مراحل السباق المختلفة. وأكدت النتائج أيضًا أن التحكم في التنفس والتعرض المنتظم لفترات نقص الأكسجين يُسهم في تحسين التحمل الخاص بالمسافات المتوسطة.

2-4-2- الدراسات الاجنبية.

5- دراسة (Goliniewskiوآخرون، 2024)

العنوان: "The Impact of Normobaric Hypoxia and Intermittent Hypoxic Training on Cardiac Biomarkers in Endurance Athletes: A Pilot Study"

في هذه الدراسة، تناول Goliniewski وفريقه (2024) مدى تأثير تداريب الهيبوكسيك المتقطعة ضمن بيئة نمطية انخفاض ضغط على وظائف عضلة القلب لدى السباحين التنافسيين. عمد الباحثون إلى تصميم تجريبي ضمّ 16 سبّاحًا شابًا، مقسمين بالتساوي إلى مجموعتين؛ واحدة خضعت لتدريب عالي الكثافة في بيئة نقص الأكسجين، والأخرى واصلت التدريب تحت ظروف طبيعية.

تناولت الدراسة الاستجابات القلبية العضلية عبر قياس عدة مؤشرات بيولوجية حساسة مثل التروبونين I و(cTnI, cTnT) T، بروتين نقل الأحماض الدهنية القلبي(H-FABP) ، CK-MB، والميوبيلوجين .(Mb) أظهرت النتائج بأن تمرينًا مكثفًا واحدًا، سواء في ظروف نقص الأكسجين أو العادية، أدى إلى ارتفاع حاد، لكن مؤقت، في مستويات هذه المؤشرات، دون أن يُظهر التدريب المرحلي لمدة أربعة أسابيع في فترة الإيقاع (mesocycle) أي اختلاف ملحوظ بين المجموعتين، بل لوحظ انخفاض في CK-MB فقط في المجموعة التي خضعت لتداريب الهيبوكسيك، ما قد يشير إلى تكيف

قلبي إيجابي. هذا يدعم أن IHT (Intermittent Hypoxic Training)في وسط سار ليس ضاراً للعضلة القلبية في المدى القصير، بل قد يسهم في تعزيز تأقلمها

من زاوية تطبيقية، توصي الدراسة بأنه يتعين على المختصين في إعداد الرياضيين مراعاة السلامة القلبية عند تطبيق تدريبات الهيبوكسيك، خاصة للفئات العمرية أو الصغيرة، وأن هذه التدريبات يمكن استخدامها بطريقة آمنة ومحدودة ضمن الأنظمة التدريبية طالما كانت مراقبة الطبيب أو فسيولوجي الرياضة متاحة وضبط شدة الجهد والأنسجة. وأن التكيّف القلبي ممكّن دون ظهور تأثيرات سلبية، مما يُعزز من كفاءة التحمل القلبي وطول الأمد (Goliniewski وآخرون، 2024).

6- **دراسة (Kim, S.-W., Jung, W.-S., Kim, J.-W., Nam, S.-S., & Park, H.-Y., 2021)**

أجرى Kim وزملاؤه (2021) دراسة بعنوان "Aerobic Continuous and Interval Training under Hypoxia Enhances Endurance Exercise Performance with Hemodynamic and Autonomic Nervous System Function in Amateur Male Swimmers"، هدفت إلى تقييم تأثير التدريب الهوائي المستمر والمتقطع في ظروف نقص الأكسجين (Hypoxia)على الأداء البدني والتحمل، وكذلك على وظائف الجهاز القلبي الوعائي والجهاز العصبي الذاتي لدى سباحين هواة من الذكور.

اعتمد الباحثون على **تصميم تجريبي عشوائي**، حيث قُسم المشاركون إلى مجموعتين؛ الأولى تلقت برنامج تدريب هوائي (مستمر + متقطع) في بيئة هيبوكسيك تحاكي ارتفاع 3,000 متر، بينما تلقت الثانية البرنامج نفسه في ظروف طبيعية تكونت العينة من 20 سباحًا هاويًا تراوحت أعمارهم بين 18 و22 عامًا، حيث تم اختيارهم بناءً على معايير تشمل الصحة الجيدة وعدم وجود أمراض مزمنة أو إصابات رياضية.

امتد البرنامج التدريبي ثمانية أسابيع بواقع ثلاث وحدات أسبوعيًا، وتضمن وحدات تدريب مستمرة عند شدة 70% من الحد الأقصى لمعدل ضربات القلب، وأخرى متقطعة بشدة بلغت 90%، مع

التحكم الدقيق في حجم التدريب وفترات الراحة. تم تقييم الأداء من خلال اختبار السباحة لمسافة 400 متر، إضافة إلى قياس مؤشرات فسيولوجية مثل: الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين(VO_2max) ، وضغط الدم أثناء الراحة وبعد التمرين، وتغير معدل ضربات القلب (HRV) كمؤشر على نشاط الجهاز العصبي الذاتي.

أظهرت النتائج أن التدريب في بيئة هيبوكسيك أدى إلى تحسينات أكبر في زمن السباحة لمسافة 400 متر مقارنة بالتدريب في ظروف طبيعية، كما زاد VO_2max بشكل ملحوظ، وتحسنت ديناميكية الدورة الدموية عبر انخفاض ضغط الدم الانقباضي والانبساطي، وارتفاع مؤشرات النشاط نظير الودي بما يعكس كفاءة أعلى في التحكم القلبي الوعائي.

خلصت الدراسة إلى أن الدمج بين التدريب الهوائي المستمر والمتقطع في بيئة منخفضة الأكسجين يعد وسيلة فعالة لتحسين أداء التحمل والقدرات الفسيولوجية لدى السباحين الهواة، مع تعزيز التكيفات القلبية والعصبية التي قد تُسهم في رفع مستوى الأداء التنافسي.

7- **دراسة (Camacho-Cardenosa, M., Camacho-Cardenosa, A., González-Custodio, A., Zapata, V., & Olcina, G., 2020)**

أجرى Camacho-Cardenosa وزملاؤه (2020) دراسة بعنوان "Effects of Swimming-Specific Repeated-Sprint Training in Hypoxia in Swimmers"، هدفت إلى فحص تأثير أربعة أسابيع من التدريب المائي المتكرر لسباقات السرعة القصيرة في بيئة هيبوكسيك (RSH)مقارنة بالتدريب المماثل في ظروف طبيعية(RSN) ، على الأداء البدني للسباحين.

استخدم الباحثون **تصميمًا تجريبيًا تباديليًا (Cross-over) ذو قياسات مكررة**، حيث خضع 10 سباحين متمرسين لمرحلتين تدريبيتين، مدة كل منهما أربعة أسابيع، الأولى تضمنت تدريبات هيبوكسيك بمحاكاة ارتفاع 4,040 م(FiO_2 = 13.7%) ، والثانية في بيئة نورموكسية طبيعية= (FiO_2 20.9%)على ارتفاع 459 م، مع تبادل المجموعتين بعد فترة استراحة مناسبة.

شمل البرنامج في كلا الحالتين وحدات إضافية إلى جانب التدريب الاعتيادي، تضمنت ثلاث مجموعات من 5 × 15 م سباحة قصوى السرعة("all-out") ، بإجمالي مسافة 625 م لكل وحدة، مع فترات راحة سلبية 20 ثانية بين التكرارات، و200 م سباحة خفيفة بين المجموعات. تم التحكم بدقة في شدة التدريب وحجم الحمل لضمان التوازن بين البيئتين.

تم تقييم الأداء من خلال قياس زمن الإنجاز في سباقات السرعة، وتحليل المؤشرات الفسيولوجية مثل: معدل ضربات القلب، ومستويات اللاكتات في الدم، والاستجابات الحسية للجهد .(RPE)أظهرت النتائج أن التدريب في بيئة هيبوكسيك أدى إلى تحسن أكبر في زمن سباقات السرعة القصيرة مقارنة بالتدريب في الظروف الطبيعية، مع زيادة في القدرة اللاهوائية وتحسين مؤشرات التحمل قصير المدى، بينما لم تختلف التحسينات في المؤشرات الهوائية بشكل ملحوظ بين البيئتين.

استنتج الباحثون أن إدماج تدريبات السرعة القصيرة المتكررة في بيئة منخفضة الأكسجين يمكن أن يكون أداة فعالة لتعزيز الأداء التنافسي في السباحة، خاصة في السباقات التي تعتمد على القوة الانفجارية والقدرة اللاهوائية. وأوصوا باستخدام هذا النوع من التدريب بشكل دوري ضمن الخطة التدريبية للسباحين، مع مراعاة تدرج الحمل ومراقبة الاستجابات الفسيولوجية لتجنب الإرهاق المفرط.

8- دراسة (Czuba، Wilk، Karpiński، Chalimoniuk، Zajac، 2017 Langfort &)

أجريت هذه الدراسة بعنوان: " Intermittent hypoxic training improves anaerobic performance in competitive swimmers when implemented into a direct competition mesocycle"، بهدف فحص تأثير دمج تدريبات الهيبوكسيك المتقطع (Intermittent Hypoxic Training – IHT) داخل ميزوسايكل مباشر للتحضير للمنافسة على الأداء اللاهوائي في السباحين التنافسيين. اعتمد الباحثون تصميمًا تجريبيًا تضمن مجموعتين متكافئتين من السباحين المحترفين، إحداهما خضعت لبرنامج تدريبي قياسي يتضمن تدريبات هيبوكسيكية متقطعة، والأخرى استمرت في برنامج التدريب التقليدي دون تعرض هيبوكسيكي.

حيث امتد البرنامج لثلاثة أسابيع داخل ميزوسايكل المنافسة المباشر، حيث أُدرجت وحدات الهيبوكسيك بمعدل ثلاث مرات أسبوعيًا. تم تنفيذ الجلسات على أجهزة تحاكي بيئة منخفضة الأكسجين (FiO_2 = 15%)، ما يعادل الارتفاعات المعتدلة (حوالي 2500 متر فوق مستوى سطح البحر)، ودمجت تدريبات متنوعة تشمل الجري على المشاية، وركوب الدراجة الثابتة، وأحيانًا سباحة منخفضة الأكسجين داخل حوض التدريب. ركزت الحملات التدريبية على جهود عالية الشدة (80–100% من القدرة القصوى) مع فترات راحة محسوبة لضمان تراكم التحفيز الفسيولوجي دون الإفراط في الإرهاق.

اعتمدت القياسات الأساسية للأداء على اختبار سباحة 100 متر بأقصى سرعة، واختبارات اللاكتات في الدم، ومؤشرات القدرة اللاهوائية القصوى، بالإضافة إلى قياس القدرة للحفاظ على السرعة عبر تكرارات متعددة. أظهرت النتائج تحسنًا ذا دلالة إحصائية في زمن سباحة 100 متر لدى مجموعة IHT، مصحوبًا بانخفاض تركيز حمض اللاكتيك بعد الجهد، وارتفاع القدرة اللاهوائية القصوى، وتحسن قدرة الحفاظ على السرعة عبر التكرارات، مقارنة بالمجموعة الضابطة التي لم تسجل تحسنًا يُذكر.

أرجع الباحثون هذه التحسينات إلى مجموعة من التكيفات الفسيولوجية الناتجة عن التعرض المنتظم لنقص الأكسجين، شملت زيادة كفاءة استخدام الأكسجين على مستوى العضلات، وتحسين إنتاج الطاقة عبر المسارات اللاهوائية، وتعزيز الاقتصاد الحركي أثناء الأداء عالي الشدة. وأكدت الدراسة على أن دمج تدريبات IHT في ميزوسايكل المنافسة قد يشكل أداة فعالة لزيادة الأداء اللاهوائي والقدرة التنافسية للسباحين، شريطة ضبط شدة التدريب وفترات التعرض للهيبوكسيك لتجنب الآثار السلبية.

توصي الدراسة بضرورة أن يطبق هذا النمط التدريبي تحت إشراف مختصين في فسيولوجيا الرياضة، مع متابعة دقيقة للاستجابات الفردية للرياضيين، واستخدامه في فترات محددة من الموسم الرياضي حيث تكون الحاجة إلى تحسين الأداء اللاهوائي في ذروتها.

2-4-3- التعليق على الدراسات السابقة

تشير الدراسات السابقة العربية والأجنبية التي تناولت موضوع تدريبات الهيبوكسيك في السباحة إلى اتفاق عام على أن العمل في بيئات منخفضة الأكسجين يمثل أداة فعالة لتحفيز التكيفات البدنية والفسيولوجية التي تنعكس إيجابًا على الأداء التنافسي. فقد أظهرت معظم الأبحاث، سواء التي استخدمت تدريبات بكتم النفس في المسافات المتوسطة كما في دراسة الخليشلي والكنانة (2012)، أو تلك التي اعتمدت برامج هيبوكسيك متكاملة كما في دراسة إبراهيم ونصر الدين (2022)، تحسنًا ملحوظًا في القدرات البدنية الأساسية مثل: القوة المميزة بالسرعة والتحمل الخاص، إلى جانب مؤشرات فسيولوجية مثل: VO_2max والسعة الحيوية. أما الدراسات الأجنبية، فقد قدمت أدلة داعمة على أن التدريب في بيئة هيبوكسيك، سواء من خلال الأسلوب الهوائي المستمر والمتقطع (Kim وآخرون، 2021) (أو عبر سباقات السرعة المتكررة (Camacho-Cardenosa وآخرون، 2020(، يؤدي إلى تحسينات أكبر في الأداء اللاهوائي والتحمل القصير والمتوسط المدى مقارنة بالظروف النورموكسية.

وبالرغم من هذا التوافق العام، برزت بعض الاختلافات في حجم التحسن ونوعية المتغيرات المتأثرة، ويرتبط ذلك بتباين التصميمات التجريبية وفترات التدريب وشدة الحمل، إضافة إلى الفروق بين الفئات المستهدفة من حيث العمر والخبرة التنافسية. فبينما ركزت بعض الدراسات على السباحين الناشئين أو الهواة، تناولت أخرى فئات النخبة أو المسافات المحددة، وهو ما يفسر تفاوت الاستجابات التدريبية. كما أن الدراسات العربية اهتمت أكثر بالقياسات البدنية والفسيولوجية الأساسية، في حين توسعت الدراسات الأجنبية في تحليل مؤشرات ديناميكية الدورة الدموية ونشاط الجهاز العصبي الذاتي، مما يفتح المجال أمام دراسات عربية مستقبلية لتضمين هذه الجوانب.

ومن خلال مراجعة هذه الدراسات، يتضح وجود فجوة بحثية تتمثل في قلة الأبحاث التي تجمع بين دراسة التأثيرات البدنية والمهارية والفسيولوجية لتدريبات الهيبوكسيك على فئة السباحين الأشبال تحديدًا في البيئة العربية، مع التركيز على أبعاد الأداء المهاري المرتبط بالسباحة التنافسية. وهذه الفجوة تمثل الأساس الذي تستند إليه الدراسة الحالية لتقديم نموذج تطبيقي متكامل في هذا المجال.

3- الإجراءات

3-1 المنهج المستخدم

3-2 عينة البحث .

3-3 المجال المكاني:

3- إجراءات البحث

3-1 المنهج المستخدم

استخدم الباحث المنهج التجريبي ذا القياس القبلي والبعدي للمجموعة الواحدة لملائمته لطبيعة الدراسة.

3-2- مجتمع البحث

اشتمل مجتمع البحث على عدد (23) سباح من نادي المختار للسباحة والالعاب الرياضية وهو أحد الاندية المسجلين لدى الاتحاد العام الليبي للسباحة والالعاب المائية للموسم الرياضي للموسم الرياضي 2024-2025

3-3 عينة البحث.

تم اختيار العينة بالطريقة العمدية من سباحي السباحة الحرة المسافات قصيرة من نادي المختار للسباحة والالعاب الرياضية والبالغ عددهم (7) سباحين لأجراء هذه الدراسة.

جدول (2) يوضح تجانس العينة في متغير العمروالطول

المتغير	المتوسط	الانحراف المعياري	المنوال	الوسيط	المدى
الوزن	67.20	5.672	60.00	70.00	13.00
الطول	1.679	0.024	1.65	1.680	0.07
العمر	16.47	0.251	16	16.50	1.20

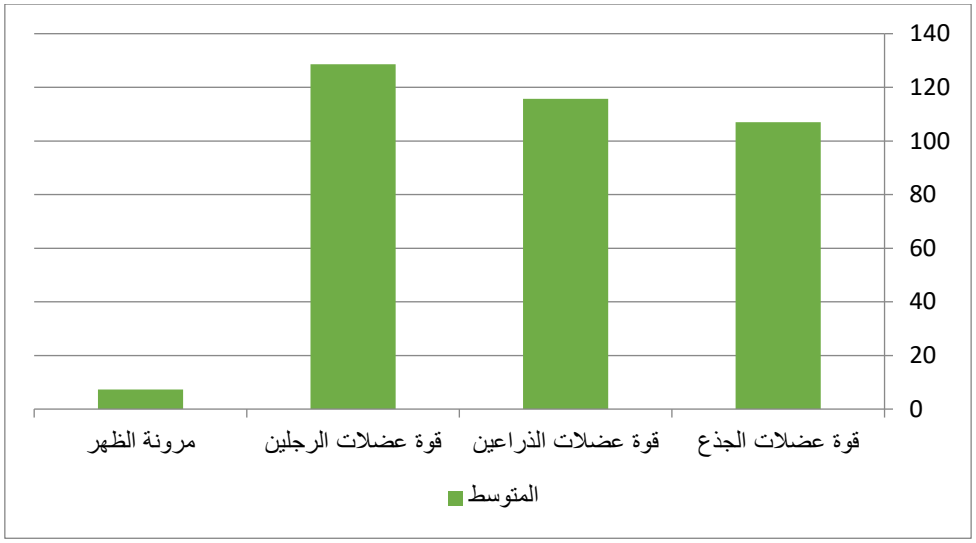
يتضح من الجدول السابق والخاص بتجانس العينة أن العينة متجانسة في متغير الوزن والطول، حيث كانت قيمة المدى المتغير للوزن 13.00 والتباين يساوي 32.178 وبانحراف معياري

يساوي 5.672 أما بنسبة لمتغير الطول فكانت قيمة المدى تساوي 0.07 وبتباين 0.001 وبانحراف معياري يساوي 0.024 وهذا يدل على تجانس العينة بالنسبة لمتغير الوزن والطول

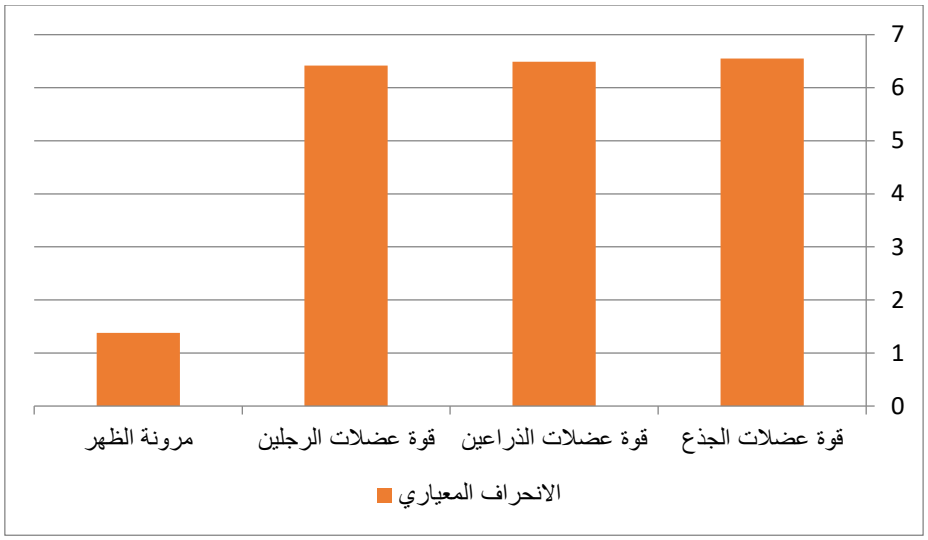
جدول (3) يوضح تجانس العينة في المتغيرات البدنية

المتغير	المتوسط	الانحراف المعياري	الالتوى	التفلطح	المدى
قوة عضلات الجذع	107	6.55	0.149	1.664	16.00
قوة عضلات الذراعين	115.71	6.49	0.484	1.206	17.00
قوة عضلات الرجلين	128.57	6.42	0.508	1.141	16.00
مرونة الظهر	7.28	1.38	0.706	0.326	4.00

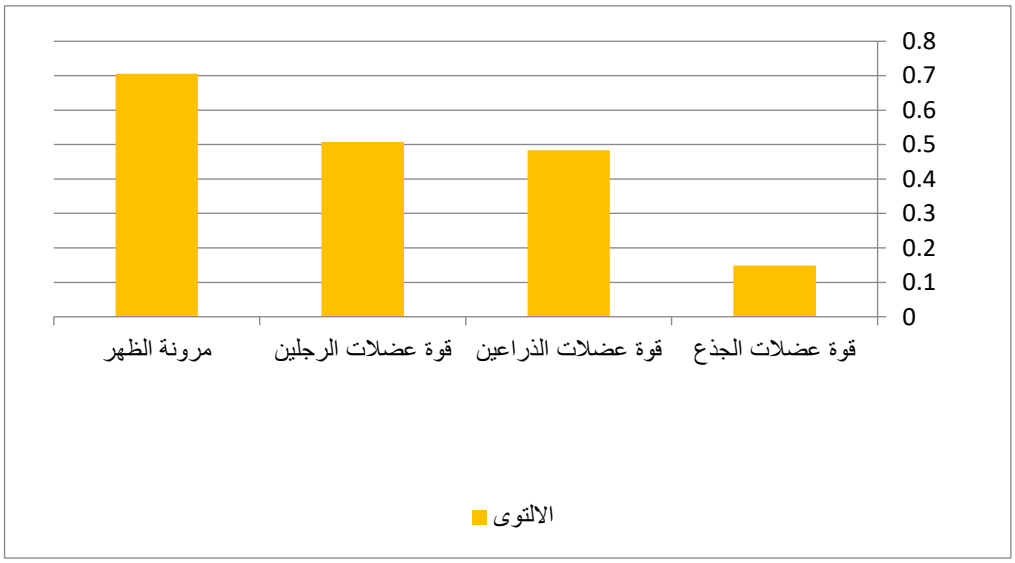
يتضح من الجدول السابق – الخاص بتجانس العينة– أن العينة متجانسة في المتغيرات البدنية، حيث كانت قيمة الإلتوى لمتغير قوة عضلات الجذع 0.149 والتفلطح يساوي 1.664وبانحراف معياري يساوي 6.55 أما بالنسبة لمتغير قوة عضلات الذراعين فكانت قيمة الالتوى تساوي 0.484 والتفلطح 1.206وبانحراف معياري يساوي أما بالنسبة لمتغير قوة عضلات الرجلين فكانت قيمة الالتوى تساوي 0.508 والتفلطح 1.206وبانحراف معياري يساوي 6.42 أما بالنسبة لمتغير مرونة الظهر فكانت قيمة الالتوى تساوي 0.706 والتفلطح 0.326 وبانحراف معياري يساوي هذا يدل على تجانس العينة بالنسبة لمتغير الوزن والطول



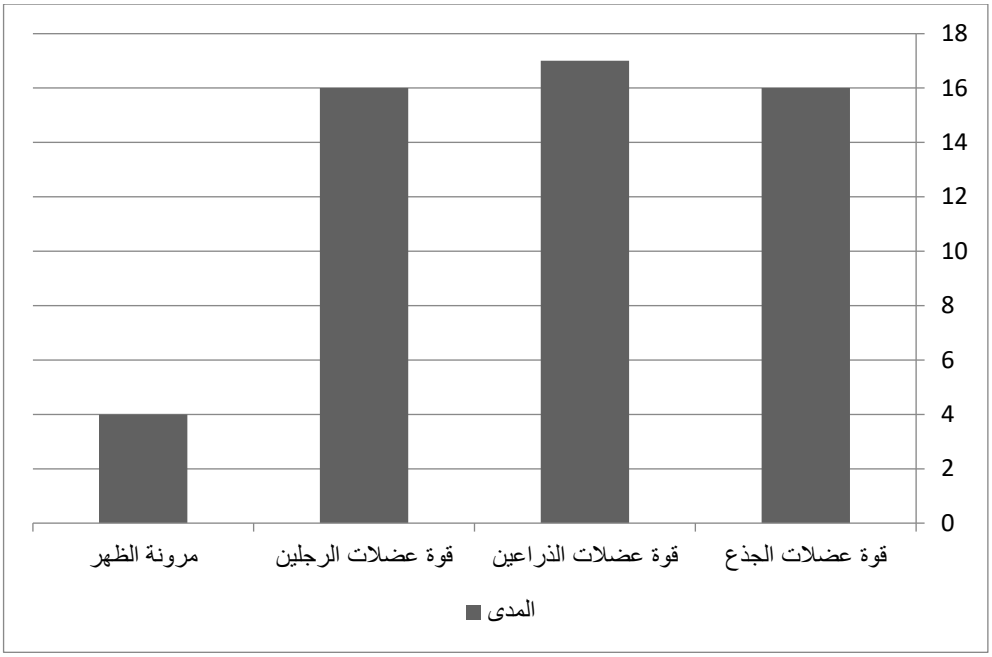
الشكل (1) يوضح المتوسط الحسابي للمتغيرات البدنية



الشكل (2) يوضح الانحراف المعياري للمتغيرات البدنية



الشكل (3) يوضح الالتوى للمتغيرات البدنية



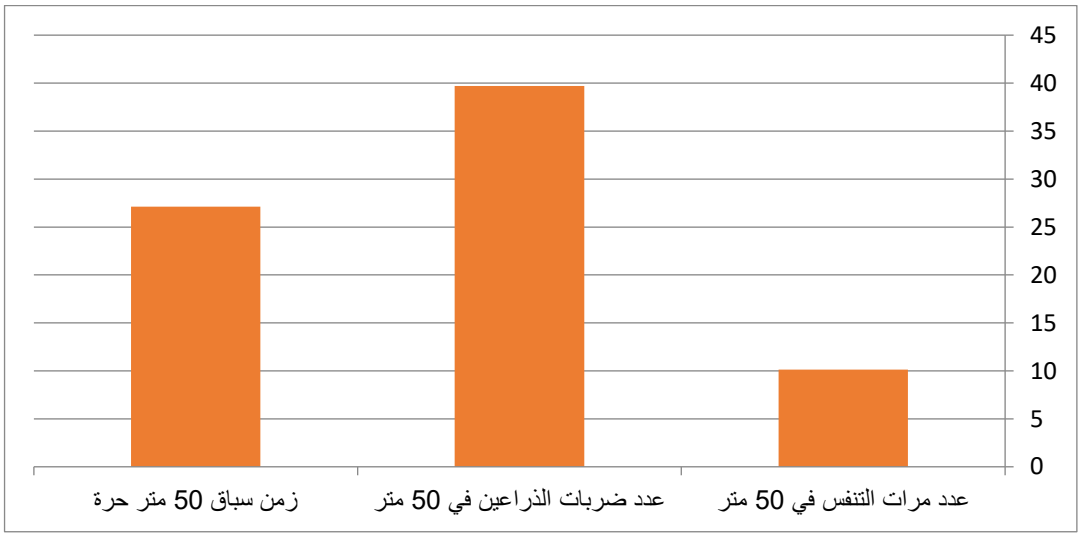
الشكل (4) يوضح المدى للمتغيرات البدنية

جدل(4) يوضح التجانس في المتغيرات المهارية

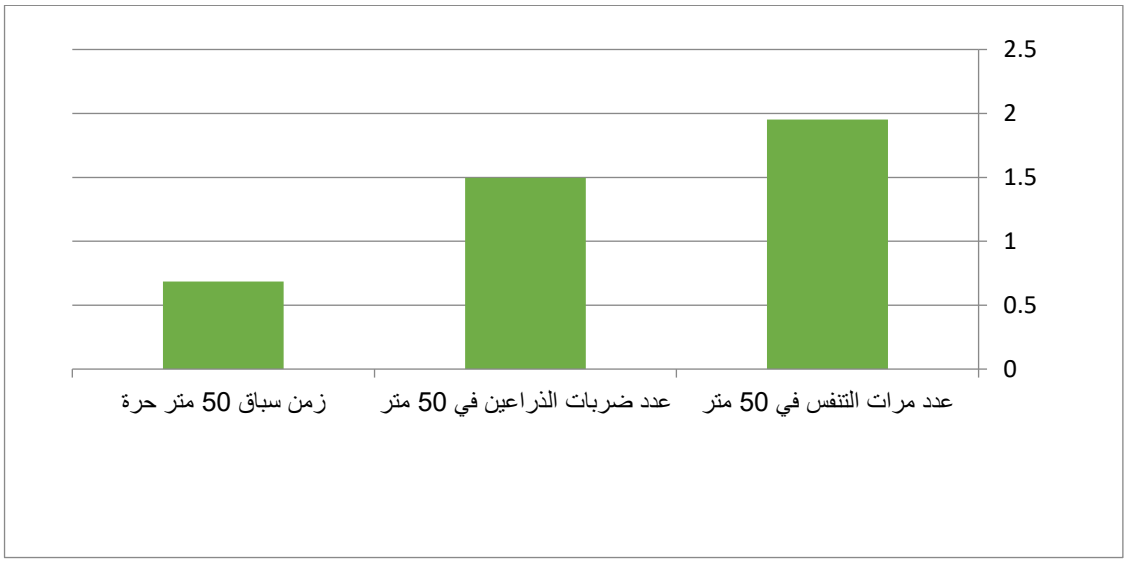
المتغير	المتوسط	الانحراف المعياري	الالتوى	التفلطح	المدى
عدد مرات التنفس في 50 متر	10.142	1.951	0.288	1.446	5.00
عدد ضربات الذراعين في 50 متر	39.714	1.496	0.256	0.968	4.00
زمن سباق 50 متر حرة	27.113	0.685	1.108	2.319	2.20

يتضح من الجدول السابق – الخاص بتجانس العينة– أن العينة متجانسة في المتغيرات المهارية، حيث كانت قيمة الإلتوى لمتغير عدد مرات التنفس في 50 متر0.288 و التفلطح يساوي 1.446وبانحراف معياري يساوي 1.951 أما بالنسبة لمتغير عدد ضربات الذراعين في 50 متر فكانت قيمة الالتوى تساوي 0.256 وبتفلطح 0.968 وبانحراف معياري يساوي 1.496 هذا يدل على تجانس العينة بالنسبة لمتغيرات المهارية و بالنسبة لمتغير زمن سباق 50 متر حرة فكانت قيمة الالتوى تساوي

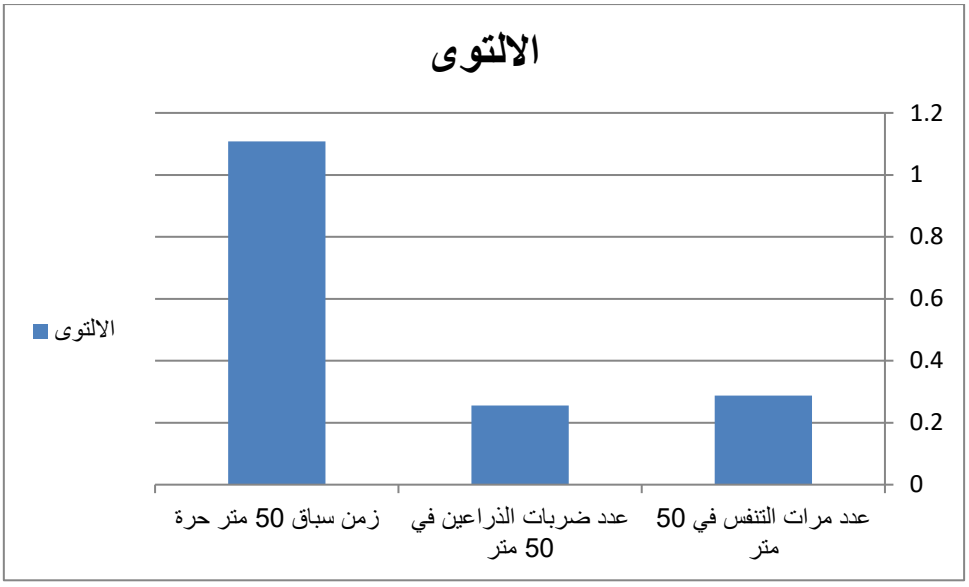
1.108 وبتفلطح 2.319وبانحراف معياري يساوي 0.685 هذا يدل على تجانس العينة بالنسبة لمتغيرات المهارية



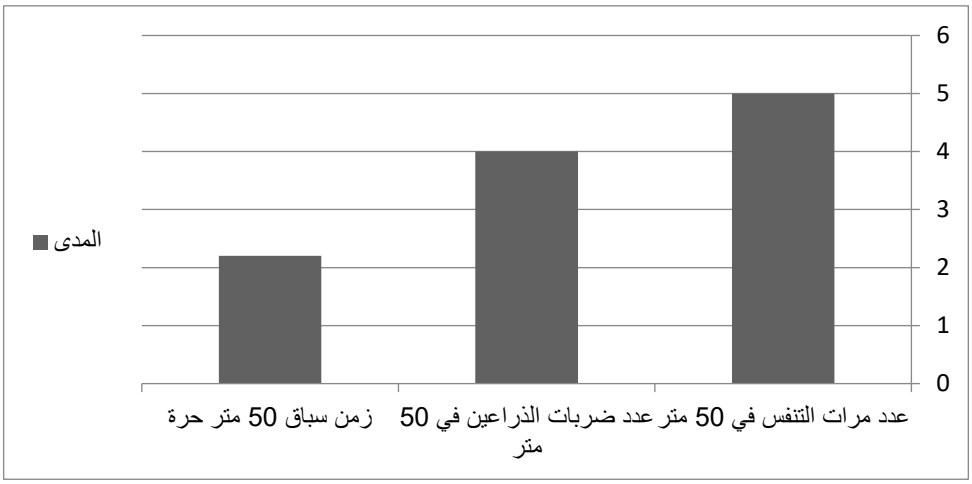
الشكل (4) يوضح المتوسط الحسابي للمتغيرات المهارية



الشكل (5) يوضح الانحراف المعياري للمتغيرات المهارية



الشكل (7) يوضح الالتوى للمتغيرات المهارية

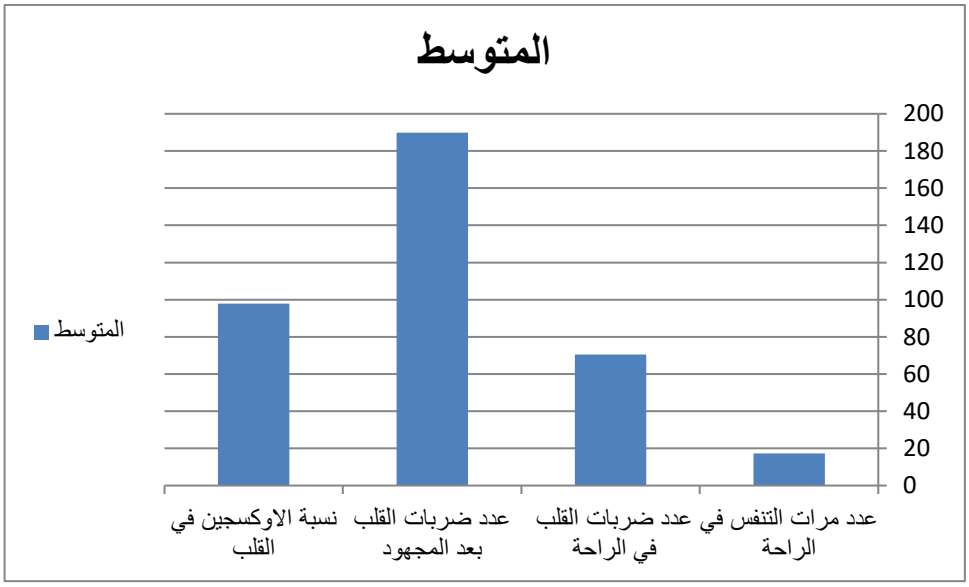


الشكل (8) يوضح المدى للمتغيرات المهارية

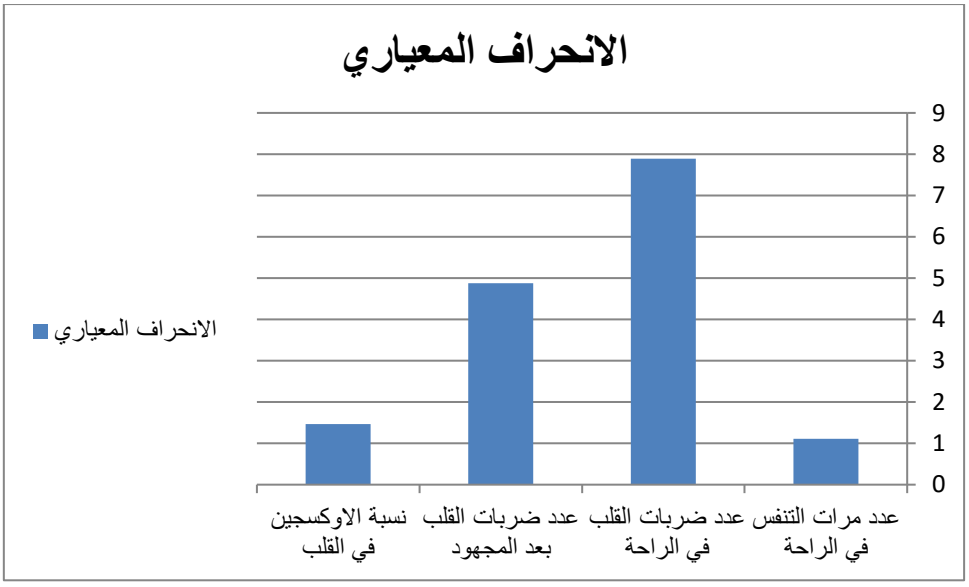
جدول (5) يوضح التجانس في المتغيرات الوظيفية

المتغير	المتوسط	الانحراف المعياري	الالتوى	التفلطح	المدى
عدد مرات التنفس في الراحة	17.2857	1.11270	0.249	0.944	3.00
عدد ضربات القلب في الراحة	70.428	7.89213	-0.310	2.035	20.00
عدد ضربات القلب بعد المجهود	189.857	4.87950	0.085	1.431	16.00
الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين	97.857	1.463	-1.448	1.948	4.00

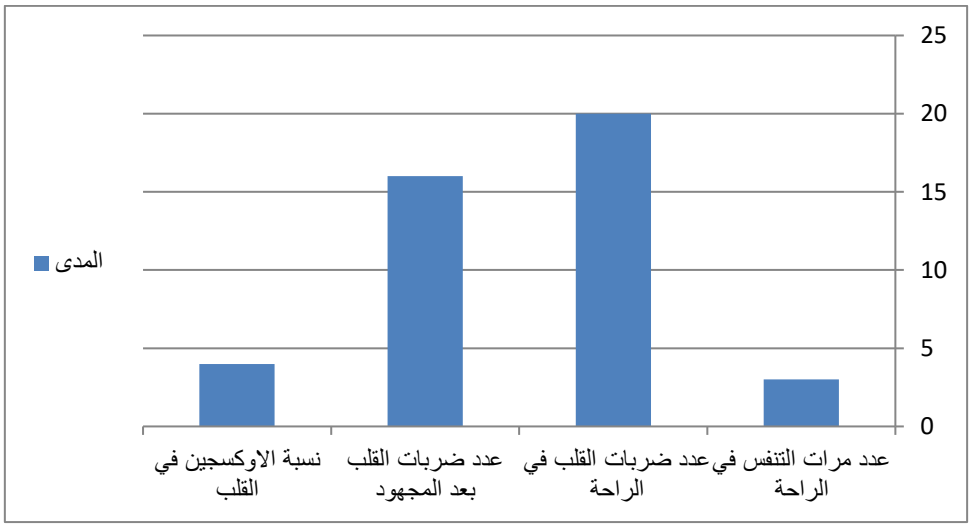
يتضح من الجدول السابق – الخاص بتجانس العينة– أن العينة متجانسة في المتغيرات الوظيفية ، حيث كانت قيمة الإلتوى لمتغير عدد مرات التنفس في الراحة 0.249 و التفلطح يساوي 0.944وبانحراف معياري يساوي 1.113أما بالنسبة لمتغير عدد ضربات القلب في الراحة فكانت قيمة الالتوى تساوي -0.310 وبتفلطح 2.035 وبانحراف معياري يساوي 70.428 هذا يدل على تجانس العينة بالنسبة لمتغيرات المهارية و بالنسبة لمتغير عدد ضربات القلب بعد المجهود فكانت قيمة الالتوى تساوي 0.085 وبتفلطح 1.431 وبانحراف معياري يساوي 189.857 بالنسبة لمتغير نسبة الأكسجين في القلب فكانت قيمة الالتوى تساوي1.448 وبتفلطح 1.948 وبانحراف معياري يساوي 1.463 هذا يدل على تجانس العينة بالنسبة لمتغيرات المهارية



الشكل (9) يوضح المتوسط الحسابي للمتغيرات الوظيفية



الشكل (10) يوضح الانحراف المعياري للمتغيرات الوظيفية

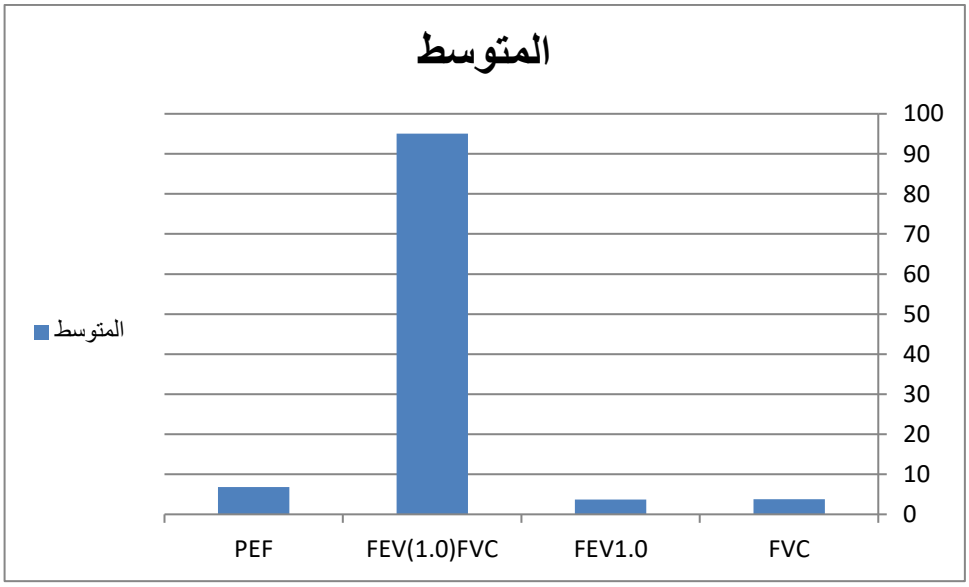


الشكل (11) يوضح المدى للمتغيرات الوظيفية

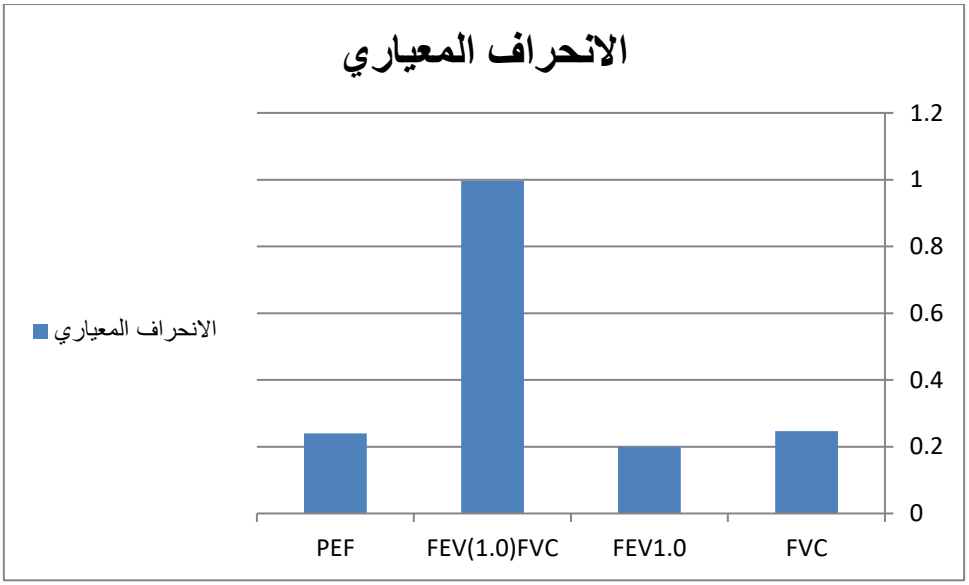
جدول رقم (6) يوضح تجانس العينة في متغيرات الوظائف الرئوية

المتغير	المتوسط	الانحراف المعياري	الالتوى	التفلطح	المدى
FVC	3.775	0.247	0.532	1.891	0.57
FEV1.0	3.705	0.200	0.236	1.043	0.53
FEV(1.0)FVC	95.062	0.997	0.478	0.761	2.68
PEF	6.785	1.240	0.100	1.234	0.67

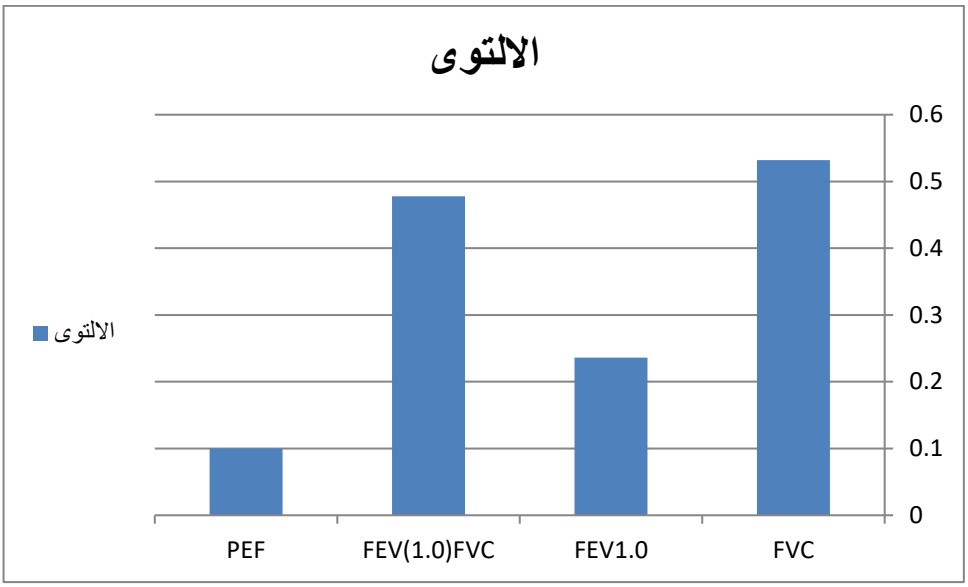
يتضح من الجدول السابق – الخاص بتجانس العينة– أن العينة متجانسة في متغيرات الوظائف الرئوية ، حيث كانت قيمة الإلتوى لمتغير FVC يساوي 0.532 و التفلطح يساوي 1.891 وبانحراف معياري يساوي 0.247 أما بالنسبة لمتغير FEV1.0 فكانت قيمة الالتوى تساوي 0.236 وبتفلطح 1.043 وبانحراف معياري يساوي 0.200 هذا يدل على تجانس العينة بالنسبة لمتغيرات المهارية و بالنسبة لمتغير FEV(1.0)FVC فكانت قيمة الالتوى تساوي 0.478 وبتفلطح 0.761وبانحراف معياري يساوي 0.997 بالنسبة لمتغير PEF فكانت قيمة الالتوى تساوي0.100 وبتفلطح 1.234 وبانحراف معياري يساوي 1.240 هذا يدل على تجانس العينة بالنسبة لمتغيرات المهارية



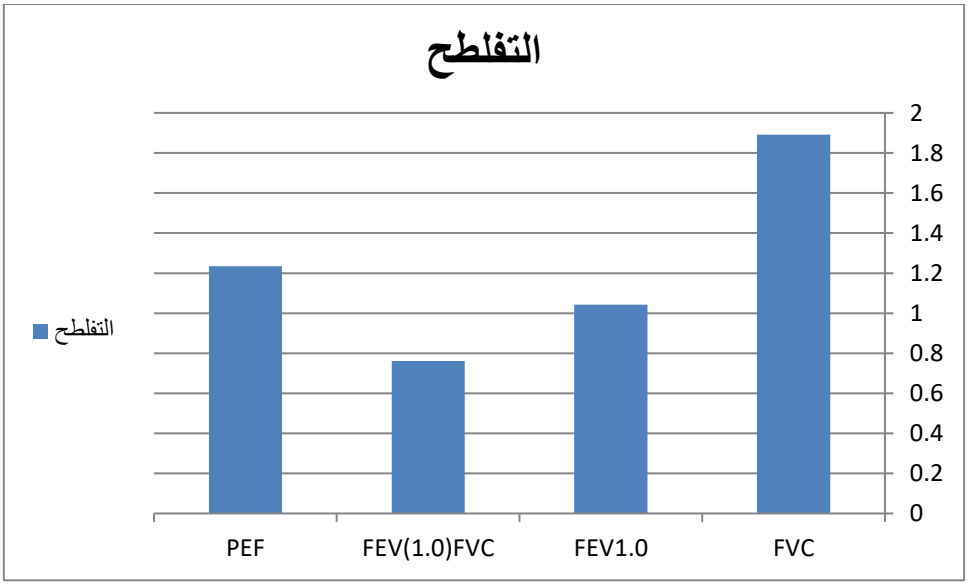
الشكل (12) يوضح المتوسط الحسابي لمتغيرات الوظائف الرئوية



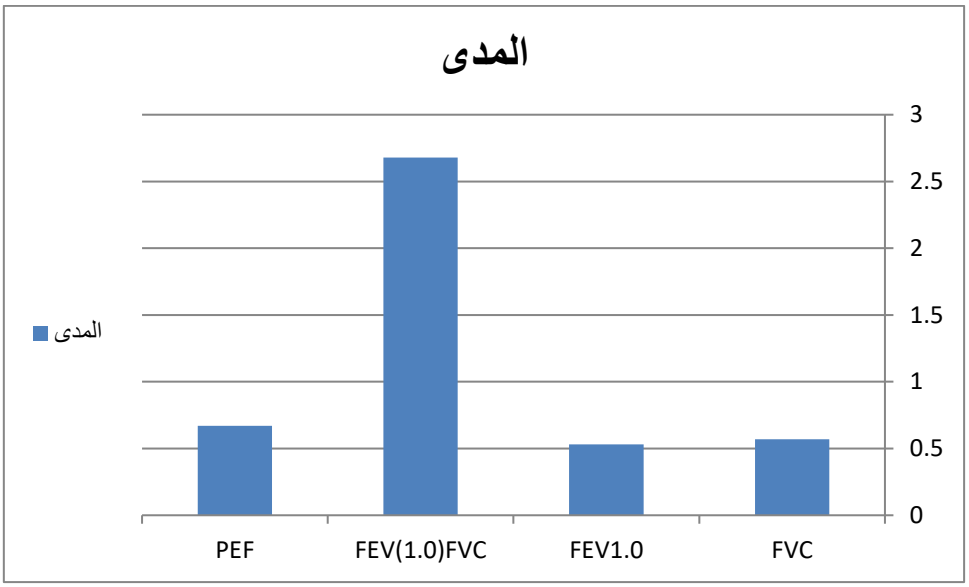
الشكل (13) يوضح الانحراف المعياري لمتغيرات الوظائف الرئوية



الشكل (14) يوضح الالتوى لمتغيرات الوضائف الرئوية



الشكل (15) يوضح التفلطح لمتغيرات الوظائف الرئوية



الشكل (16) يوضح المدى لمتغيرات الوظائف الرئوية

3-4- المجال المكاني:

نادي المختار للسباحة والألعاب الرياضية (طرابلس).

3-5- الأدوات المستخدمة.

- ميزان طبي لقياس الطول
- دينمومتر لقياس القوة العضلية .- ذراعين .- رجلين والظهر

- مِسْطَرة لقياس مرونة الظهر.
- جهاز قياس نسبة الأكسجين في الدم بالص اوكسيميتر
- جهاز قياس كفاءة الرئتين . فيتوجراف

3-6- الاختبارات المستخدمة في البحث.

3-6-1 الاختبارات البدنية

- القوة العضلية للرجلين .
- القوة العضلية للذراعين .
- القوة العضلية للجذع.
- المرونة الظهر

3-6-2 الاختبارات الوظيفية.

- كفاءة الجهاز التنفسي.
- نسبة الاوكسجين في الدم.
- عدد ضربات القلب في قبل وبعد المجهود.
- الحد الاقصى لاستهلاك الاوكسجين

3-6-3 الاختبارات المهاريه.

- عدد مرات التنفس خلال 50 متر سباحة.
- جهة أخذ الشهيق أثناء السباحة.
- عدد ضربات الذراعين خلال 50 متر سباحة.

3-7- الدراسة الاستطلاعية.

قام الباحث بزيارة ميدانية للبطولة الودية التي أقيمت يوم الجمعة الموافق 23-أغسطس 2024 للوقوف على:

- عدد السباحين المشاركين في البطولة الودية.
- صلاحية الحوض لإقامة البطولة.
- التعرف على أهم نقاط القوة والضعف لدى السباحين المشاركين في البطولة.

من خلال الملاحظة الميدانية أثناء البطولة، لاحظ الباحث ما يأتي:

- إن معظم السباحين المشاركين لديهم قصور في عملية التنفس أثناء أخذ الشهيق، وكذلك في عدد مرات التنفس وتنظيمها.

3-8- القياسات القبلية.

قام الباحث بإجراء القياسات القبلية على عينة البحث يوم السبت الموافق 19 / 4 / 2025 في حوض نادي المختار، وبحضور كل من المشرف على النادي والمدرب.

3-9- البرنامج التدريبي.

بعد الاطلاع على الدراسات السابقة والبحوث العلمية، تم إعداد البرنامج وتصميم التدريبي وعرضة على الخبراء حيث تم من خلال راي الخبراء تحديد مدة البرنامج التدريبي حيث كانت مدة البرنامج التدريبي 48 وحدة تدريبية بمعدل 4 وحدة تدريبية في الأسبوع وزمن كل وحدة تتراوح من 30 – 45 دقيقة مرفق رقم (1) و (2)

3-10-التجربة الأساسية.

قام الباحث بإجراء التجربة الأساسية عن طريق تطبيق تدريبات الهيبوكسيك المستخدمة في البرنامج التدريبى على أفراد عينة البحث في الفترة من يوم الثلاثاء الموافق 22 / 4 / 2025 حتى يوم

الاثنين الموافق 4 / 8 / 2025 بواقع (4 وحدات تدريبية) في الأسبوع، إجمالًا 48 وحدة تدريبية لتدريبات الهيبوكسيك للبرنامج ككل.

3-11- القياسات البعدية.

بعد تطبيق البرنامج قام الباحث بإجراء القياسات البعدية على عينة البحث بنفس الظروف والأدوات والطريقة التي تمت في القياسات القبلية، وذلك يوم الاربعاء الموافق 6 / 8 / 2025.

3-12-المعالجات الإحصائية.

استخدم الباحث المعالجات الإحصائية المناسبة لطبيعة البحث، وهي:

- المتوسط الحسابي. – المدى
- الانحراف المعياري. – التفلطح
- نسبة التحسن. – الالتوى
- تحليل التباين. – نسبة التحسن
- اختبار test t.

الفصل الرابع:
عرض ومناقشة النتائج

4- عرض ومناقشة النتائج.

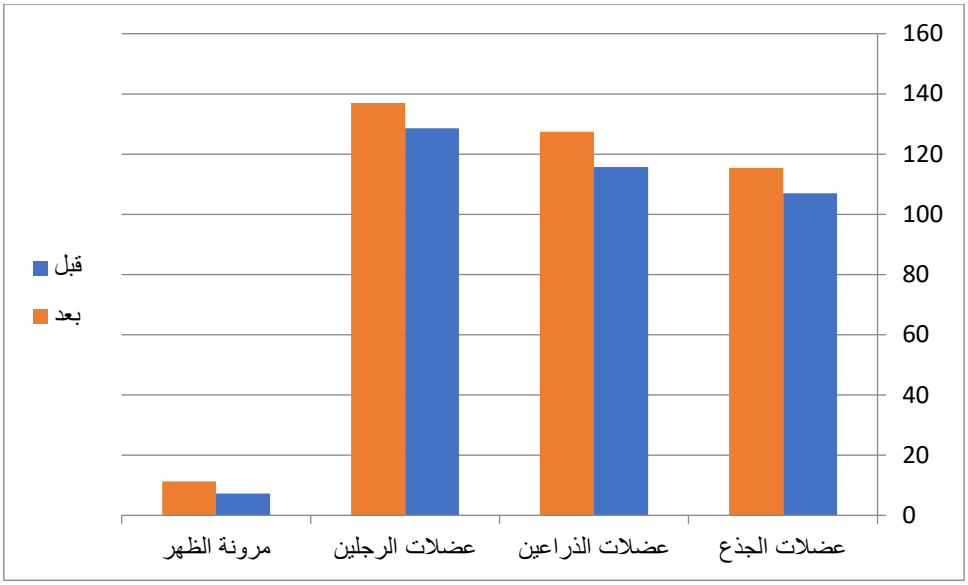
4-1 عرض النتائج.

بعد جمع البيانات.

الجدول رقم (7) يوضح المتوسط الحسابي والانحراف المعيار وقيمة ت ونسبة التحسن لدى أفراد العينة في المتغيرات البدنية N=7

ت	المتغيرات	القياس القبلي		القياس البعدي		قيمة ت	مستوى الدلالة	نسبة التحسن
		المتوسط	الانحراف	المتوسط	الانحراف			
1	قوة عضلات الجذع	107	6.557	115.428	8.541	3.338	0.016	%7.876
2	قوة عضلات الذراعين	115.714	6.499	127.428	5.826	4.608	0.004	%10.123
3	قوة عضلات الرجلين	128.571	6.425	137	6.429	3.636	0.011	%6.555
4	مرونة الظهر	7.285	1.381	11.285	1.604	4.205	0.006	%54.907

يتضح من خلال الجدول السابق الخاص بالمتوسط الحسابي، والانحراف المعيار، وقيمة ت ونسبة التحسن لدى أفراد العينة في المتغيرات البدنية. حيث كان هنالك فروق معنوية في متغير قوة عضلات الذراعين، التي بلغت قيمة (ت) 4.608 وبنسبة تحسن 10.123%، كذلك في متغير مرونة الظهر، التي بلغت قيمة (ت) 4.205 وبنسبة تحسن بلغت 54.907% أما باقي المتغيرات فلم تتضح لها فروق معنوية، وكانت نسبة التحسن ضعيفة



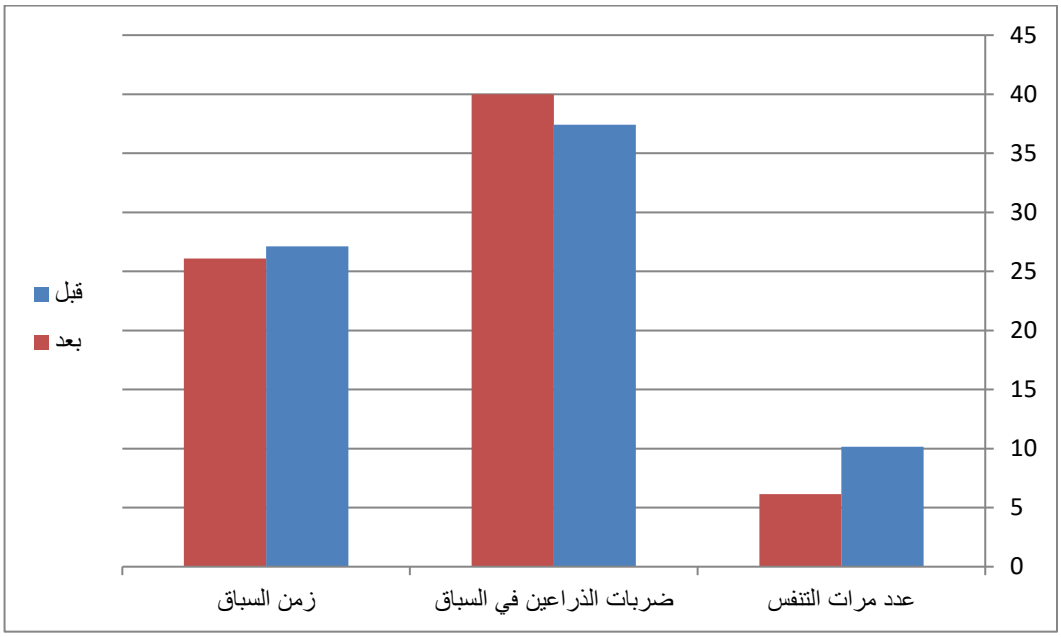
الشكل رقم (17) يوضح المتوسط الحسابي لدى أفراد العينة في المتغيرات البدنية

الجدول رقم (8) يوضح المتوسط الحسابي، والانحراف المعياري، وقيمة ت ونسبة التحسن لدى أفراد العينة في المتغيرات المهارية N=7

ت	المتغيرات	القياس القبلي		القياس البعدي		قيمة ت	مستوى الدلالة	نسبة التحسن
		المتوسط	الانحراف	المتوسط	الانحراف			
1	عدد مرات التنفس في 50 متر	10.142	1.951	6.142	1.069	5.797	0.001	%39.439
2	عدد ضربات الذراعين في 50 متر	37.428	0.786	40.00	0.816	6	0.001	%6.871
3	المستوى الرقمي	27.112	0.685	26.082	0.430	2.608	0.040	%3.799

يتضح من الجدول السابق، والخاص بالمتوسط الحسابي والانحراف المعياري وقيمة ت ونسبة التحسن لدى أفراد العينة في المتغيرات المهارية، حيث كان هنالك فروق معنوية في متغير عدد مرات

التنفس ف50 متر التي بلغت قيمة (ت) 5.797 وبنسبة تحسن 39.439%، وكذلك في متغير عدد ضربات الذراعين في 50متر التي بلغت قيمة (ت) 6 وبنسبة تحسن بلغت 6.871%

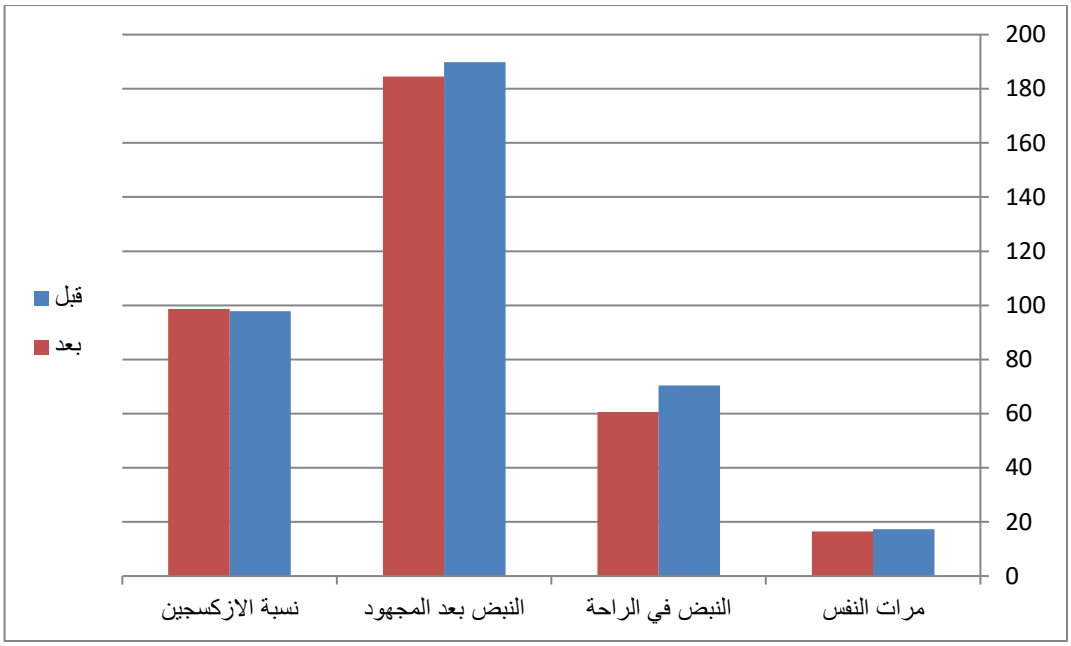


الشكل رقم (18) يوضح المتوسط الحسابي لدى أفراد العينة في المتغيرات المهارية

الجدول رقم (9) يوضح المتوسط الحسابي والانحراف المعياري وقيمة ت ونسبة التحسن لدى أفراد العينة في المتغيرات الوظيفية N=7

ت	المتغيرات	القياس القبلي		القياس البعدي		قيمة ت	مستوى الدلالة	نسبة التحسن
		المتوسط	الانحراف	المتوسط	الانحراف			
1	عدد مرات التنفس في الراحة	17.285	1.112	16.428	0.786	2.521	0.045	%4.958
2	عدد ضربات القلب في الراحة	70.428	7.892	60.571	1.988	3.647	0.011	%13.995
3	عدد ضربات القلب بعد المجهود	189.857	4.879	184.571	3.101	2.543	0.044	%2.784
4	نسبة الاوكسجين في الدم	97.857	1.463	98.714	0.487	1.867	0.111	%0.866

يتضح من الجدول السابق، والخاص بالمتوسط الحسابي والانحراف المعياري وقيمة ت ونسبة التحسن لدى أفراد العينة في المتغيرات الوظيفية، حيث لم يتضح أي فروق معنوية في جميع المتغيرات، وقد تراوحت قيمة (ت) بين 1.867 – 3.647 وبنسبة تحسن 0.866% – 13.995% وهي تُعد ضعيفة.

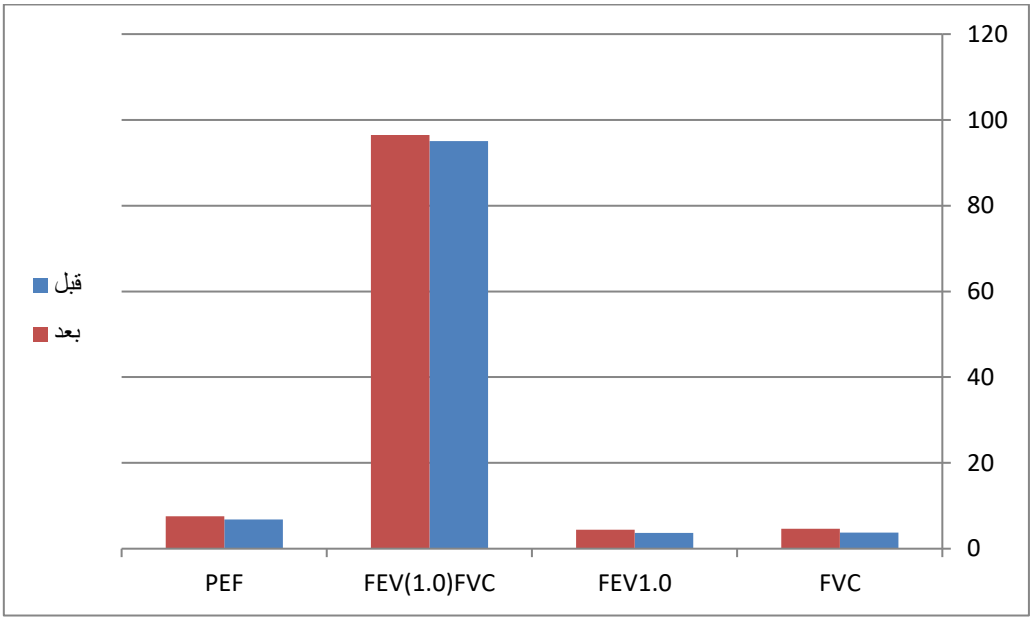


الشكل رقم (19) يوضح المتوسط الحسابي لدى أفراد العينة في المتغيرات الوظيفية

الجدول رقم (10) يوضح المتوسط الحسابي والانحراف المعياري وقيمة ت ونسبة التحسن لدى أفراد العينة في الوظائف الرئوية N=7

ت	المتغيرات	القياس القبلي		القياس البعدي		قيمة ت	مستوى الدلالة	نسبة التحسن
		المتوسط	الانحراف	المتوسط	الانحراف			
.1	FVC	3.775	0.247	4.655	0.210	5.862	0.001	%23.311
.2	FEV1.0	3.705	0.201	4.408	0.173	7.463	0.000	%18.974
.3	FEV(1.0)FVC	95.062	0.997	96.474	4.703	0.701	0.510	%1.485
.4	PEF	6.785	0.240	7.562	0.348	6.224	0.001	%11.451

يتضح من الجدول السابق، والخاص بالمتوسط الحسابي والانحراف المعيار, وقيمة ت ونسبة التحسن لدى أفراد العينة في متغيرات الوظائف الرئوية, حيث كان هنالك فروق معنوية في متغير **FVC** التي بلغت قيمة (ت) 5.862 وبنسبة تحسن 23.311%, وكذلك في متغير **FEV1.0**, التي بلغت قيمة (ت) 7.463 وبنسبة تحسن بلغت 18.974% أما بالنسبة لمتغير **PEF**فكانت قيمة (ت) 6.224 وبنسبة تحسن 11.451% ولم يتضح أي فروق معنوية في**FEV(1.0)FVC** حيث بلغت قيمة (ت) 0.701 وبنسبة تحسن 1.485%



الشكل رقم (20) يوضح المتوسط الحسابي لدى أفراد العينة في متغيرات الوظائف الرئوية

4-2 مناقشة النتائج:-

بعد عرض النتائج وتحليلها, سنقوم بتفسيرها ومناقشتها.

يتضح من الجدول رقم (7) والخاص بالمتوسط الحسابي والانحراف المعياري وقيمة ت ونسبة التحسن لدى أفراد العينة في المتغيرات البدنية، حيث كان هنالك فروق معنوية في متغير قوة عضلات الذراعين، التي بلغت قيمة (ت) 4.608 وبنسبة تحسن 10.123% وكذلك في متغير مرونة الظهر، التي بلغت قيمة (ت) 4.205 وبنسبة تحسن بلغت 54.907% أما باقي المتغيرات لم تتضح أي فروق معنوية وبنسبة تحسن ضعيفة، وتتفق هذه النتائج مع ما توصلت إليه دراسة (المروعي، 2018) إن تدريبات الهيبوكسيك المقترحة تؤثر إيجابيًا على المتغيرات البدنية، وكذلك مع دراسة إبراهيم عبد القادر أشرف، وهشام مصطفى نصر الدين، 2022 حيث خلصت الدراسة إلى أن دمج تدريبات الهيبوكسيك ضمن البرنامج التدريبي يُسهم بفاعلية في تطوير القدرات البدنية والفسيولوجية وتحسين المستوى الرقمي لسباحي 50 متر. ويعزو الباحث هذه النتائج الى تأثير التدريبات الهيبوكسيك التي من شأنها زيادة المقاومة عند استخدامها تحت الماء, وعلى أعماق مختلفة. حيث إن السباح عند السبحة تحت الماء تتزيد المقاومة، وبالتالي يحتاج إلى زيادة القوة المؤثرة للدفع.

يتضح من الجدول رقم (8) والخاص بالمتوسط الحسابي والانحراف المعيار وقيمة ت ونسبة التحسن لدى أفراد العينة في المتغيرات المهارية، حيث كان هنالك فروق معنوية في متغير عدد مرات التنفس ف50 متر، التي بلغت قيمة (ت) 5.797 وبنسبة تحسن 39.439% وكذلك في متغير عدد ضربات الذراعين في 50متر والتي بلغت قيمة (ت) 6 وبنسبة تحسن بلغت 6.871% ولم يتضح أي فروق معنوية في زمن سباق 50 متر حرة، حيث بلغت قيمة (ت) 2.608 وبنسبة تحسن 3.799% وأن هذه النتائج تتفق مع دراسة (الاعرجي، الشركجي، و حسن، 2018), وكذلك دراسة (قحطان، 2010) حيث كانت من أهم النتائج: أن تدريبات الهيبوكسيك باستخدام وسيلة مساعدة لها دور فعال في تطوير بعض المؤشرات الوظيفية. وكذلك مع دراسة (الخليشلي، م. ش. ل.، والكنانة، س. إ. ل.، 2012)

أظهرت النتائج وجود تحسن ملحوظ في الزمن الكلي لإنجاز سباق 200 متر حرة بعد تطبيق البرنامج، بما يشير إلى فاعلية تدريبات الهيبوكسيك بكتم النفس في تعزيز قدرة السباحين للحفاظ على سرعة الأداء خلال مراحل السباق المختلفة. وأكدت النتائج أيضًا أن التحكم في التنفس والتعرض المنتظم لفترات نقص الأكسجين يُسهم في تحسين التحمل الخاص بالمسافات المتوسطة. ويعزو الباحث هذه النتائج إلى أن البرنامج المستخدم أسهم في تحسين المتغيرات الوظيفة قيد البحث, كما يعزوها إلى تأثير تدريبات الهيبوكسيك, والتي من شأنها زيادة المقاومة عند استخدامها تحت الماء وعلى أعماق مختلفة, حيث إن السباح عندما يسبح تحت الماء تزداد القوى المبذولة، وبالتالي تعمل على تطوير وتحسين القدرات البدنية مما يعمل على تحسين الجانب البدني والمهاري للسباح

من خلال الجدول رقم (9) السابق، والخاص بالمتوسط الحسابي والانحراف المعياري وقيمة ت ونسبة التحسن لدى أفراد العينة في المتغيرات الوظيفية، حيث لم يتضح أي فروق معنوية في جميع المتغيرات، وقد تراوحت قيمة (ت) بين 1.867 – 3.647 وبنسبة تحسن 0.866% – 13.995% وهي تُعد نسبة ضعيفة وأن هذه النتائج تتفق مع دراسة (الاعرجي، الشركجي، و حسن، 2018)، وكذلك دراسة (قحطان، 2010) حيث كانت من أهم النتائج، أن تدريبات الهيبوكسيك باستخدام وسيلة مساعدة لها دور فعال في تطوير بعض المؤشرات الوظيفية. وكذلك مع دراسة (Czuba، Wilk، Karpiński، Chalimoniuk، Zajac، Langfort & 2017) حيث تلخص هذه التحسينات إلى مجموعة من التكيفات الفسيولوجية الناتجة عن التعرض المنتظم لنقص الأكسجين، شملت زيادة كفاءة استخدام الأكسجين على مستوى العضلات، وتحسين إنتاج الطاقة عبر المسارات اللاهوائية، وتعزيز الاقتصاد الحركي أثناء الأداء عالي الشدة. وأكدت الدراسة على أن دمج تدريبات IHT في ميزوسايكل المنافسة، قد يشكل أداة فعالة لزيادة الأداء اللاهوائي والقدرة التنافسية للسباحين، شريطة ضبط شدة التدريب وفترات التعرض للهيبوكسيك؛ لتجنب الآثار السلبي, ويعزو الباحث هذه النتائج إلى أن البرنامج المستخدم أدى الى تحسين المتغيرات الوظيفة قيد البحث، وأن تدريبات الهيبوكسيك التي من شأنها أن

تعمل على زيادة المقاومة عند استخدامها تحت الماء وعلى أعماق مختلفة، وهذا النوع من التدريب يحسن عملية تبادل الغازات داخل الجسم من خلال زيادة قدرة الجهاز العضلي على تخزين الأكسجين داخل العضلات، وكذلك زيادة نسبة الهيموجلوبين في الدم

يتضح من الجدول (10) السابق, والخاص بالمتوسط الحسابي والانحراف المعياري وقيمة ت ونسبة التحسن لدى أفراد العينة في متغيرات الوظائف الرئوية، حيث كان هنالك فروق معنوية في متغير **FVC** التي بلغت قيمة (ت) 5.862 وبنسبة تحسن 23.311%, وكذلك في متغير **FEV1.0** التي بلغت قيمة (ت) 7.463 وبنسبة تحسن بلغت 18.974% أما بالنسبة لمتغير **PEF** فكانت قيمة (ت) 6.224 وبنسبة تحسن 11.451% ولم يتضح أي فروق معنوية في**FEV(1.0)FVC** حيث بلغت قيمة (ت) 0.701 وبنسبة تحسن 1.485% وأن هذه النتائج تتفق مع دراسة (Kim, S.-W., Jung, W.-S., Kim, J.-W., Nam, S.-S., & Park, H.-Y., 2021) حيث أظهرت النتائج أن التدريب في بيئة هيبوكسيك أدى إلى تحسينات أكبر في زمن السباحة لمسافة 400 متر مقارنة بالتدريب في ظروف طبيعية، كما زاد VO_2max بشكل ملحوظ، وتحسنت ديناميكية الدورة الدموية عبر انخفاض ضغط الدم الانقباضي والانبساطي، وارتفاع مؤشرات النشاط نظير الودي بما يعكس كفاءة أعلى في التحكم القلبي الوعائي.وكذلك مع دراسة (Camacho-Cardenosa, M., Camacho-Cardenosa, A., González-Custodio, A., Zapata, V., & Olcina, G., 2020) أن إدماج تدريبات السرعة القصيرة المتكررة في بيئة منخفضة الأكسجين قد يكون أداة فعالة لتعزيز الأداء التنافسي في السباحة، خاصة في السباقات التي تعتمد على القوة الانفجارية والقدرة اللاهوائية. وأوصوا باستخدام هذا النوع من التدريب بشكل دوري ضمن الخطة التدريبية للسباحين، مع مراعاة تدرج الحمل ومراقبة الاستجابات الفسيولوجية؛ لتجنب الإرهاق المفرط. ويعزو الباحث هذه النتائج إلى تأثير التدريبات الهيبوكسيك، حيث إن السباح عند السباحة تحت الماء، وهو كاتم للنفس ومحتفظ بالهواء داخل الرئة، يزداد ضغط الهواء، مما يساعد على زيادة السعة الرئوية وتحسين وظيفة الرئة .

5- الاستنتاجات والتوصيات

5-1- الاستنتاجات.

5-2- التوصيات.

5-1- الاستنتاجات.

في ضوء المعاملات الإحصائية لمجموعة القياسات والاختبارات قيد الدراسة, وكذلك عرض ومناقشة النتائج، توصل الباحث إلى مجموعة الاستنتاجات التي كانت على النحو التالي:-

د. إن البرنامج التدريبي له تأثير على المتغيرات البدنية المستخدمة في البحث.

هـ. إن تدريبات الهيبوكسيك في الماء ساعد في تحسين المتغيرات البدنية قيد الدراسة.

و. إن تدريبات الهيبوكسيك ساعد في تحسين المتغيرات الفسيولوجية لدى أفراد العينة.

ز. تدريبات الهيبوكسيك أدت إلى تحسين الوظائف الرئوية لدى أفراد العين.

ح. تدريبات الهيبوكسيك أدت إلى تحسين التنفس لدى السباحين، وتنظيم عملية أخذ الشهيق والزفير.

ط. إن البرنامج التدريبي المستخدم أدى إلى تحسين المستوى الرقمي لدى أفراد العينة.

5-2- التوصيات.

في حدود ما اشتملت عليه الدراسة من إجراءات، وما أسفرت عنه من نتائج وانطلاقًا مما توصل إليه الباحث من استنتاجات يوصى الباحث بما يلى:-

أ. استخدام تدريبات الهيبوكسيك من ضمن البرامج التدريبية للسباحين مما لها فوائد في تحسين أداء السباح.

ب. استخدام تدريبات الهيبوكسيك تعمل على تنظيم عملية التنفس من حيث أخذ الشهيق والزفير.

ج. استخدام تدريبات الهيبوكسيك مع سباحي المسافات الطويلة, ذلك من أجل تحسين وتطوير القدرة الهوائية للسباح.

د. استخدام تدريبات الهيبوكسيك مع رياضات أخرى, مثل: ألعاب القوة وغيرها من الألعاب.

هـ. عند استخدام تدريبات الهيبوكسيك يجب مراعاة الشدة وفترة استخدام التدريبات.

قائمة المراجع

المراجع العربية:

- إبراهيم عبد القادر، أ.، &نصر الدين، هـ. م. (2022). تأثير تدريبات الهيبوكسيك على تطوير القدرات البدنية والفسيولوجية والمستوى الرقمي لسباحي 50م نوم .مجلة التربية البدنية وعلوم الرياضة للبنين، جامعة بنها، 62(14)، ديسمبر 2022.
- أحمد، خلود. (2020). تأثير تمرينات خاصة بأسلوب الهيبوكسيك في تطوير بعض المتغيرات الفسيولوجية والمستوى الرقمي لسباحة 50 متر فراشة فئة الشباب .مجلة علوم الرياضة الدولية، (1). https://doi.org/10.71377/99nqxj892
- أشرف السيد أحمد. (1995). تأثير تدريبات التحكم في التنفس على بعض المتغيرات الفسيولوجية وزمن عدو المسافات القصيرة، . جامعة طنطا: رسالة ماجستير غير منشورة كلية التربية للرياضية.
- الأعرجي، عقيل يحيى، والشكرجي، محمد شاكر محمود، وحسن، سعد عزيز. (2018). تأثير التدريب الهيبوكسيك على تطوير بعض القدرات الفسيولوجية والمستوى الرقمي بفعالية 50 متر سباحة فراشة. مجلة التنمية والبحث في نشاطات علوم الرياضة، 4(1)، 57–73 . https://doi.org/10.31377/jdrssa.v4i1.551
- بسطويسي .أحمد. (1997). مسابقات المضمار ومسابقات الميدان، تعليم تكنيك تدريب. القاهرة: دار الفكر العربي.
- بن تومية .رضوان ، بن قوة .علي ، ميم . مختار. (2020). تأثير برنامج تدريبي باستعمال قناع الهيبوكسيك على بعض القدرات الهوائية واللاهوائية لدى لاعبي كرة القدم تحت 19 سنة، . الجزائر: مجلة الابداع الرياضي، المجلد رقم "(11) العدد رقم (02 مكرر).
- البيك .علي فهمي. (1997). اسس وبرامج التدريب الرياضي للحكام. السكندرية: منشاة المعارف.
- الحسن علي خالد. (2024، 16 يونيو). الحمل التدريبي: مفهوم أساسي في علم التدريب الرياضي. كلية التربية الرياضية.

- حماد .مفتي ابراهيم. (2001). التدريب الرياضي الحديث، تخطيط وتطبيق وقيادة (المجلد 1). القاهرة: دار الكتاب العربي.
- حميد، حيدر مجيد. (2024). قياس بعض المتغيرات الوظيفية لدى لاعبي السباحة الحرة والقفز على الماء: دراسة مقارنة على لاعبي المتقدمين من السباحة والقفز على الماء. مجلة المستنصرية لعلوم الرياضة، 6(3)، 215–231.
- الخليشلي، م. ش. ل.، &الكنانة، س. إ. ل. (2012). تأثير تدريبات الهيبوكسيك بكتم النفس في إنجاز 200 متر حرة للشباب .كلية التربية الرياضية، جامعة بغداد.
- خليل، محمد عبد الرازق طه، سلطان، إيمان أحمد سلطان محمد، وصقر، هند أحمد عزازي. (2023). تأثير تناول الـ–كارنتين وتمرينات التايبو على مؤشر كتلة الجسم ودهون الدم للسيدات من 30 إلى 35 سنة. مجلة بحوث التربية البدنية وعلوم الرياضة، 3(4)، 334–350.
- الدسوقي .محمد ابراهيم. (1999). تقنين حمل التدريب لسباحة الناشئين بدلالة معدل النبض ونسبة تركيز حامض اللاكتك. جامعة حلوان: اطروحة دكتوراه كلية التربية الرياضية.
- الزبيدي، عبد الودود أحمد، وآخرون. (2021). المتغيرات النفسية في المجال الرياضي. عمان: دار الأكاديميون للنشر والتوزيع.
- الزكي، حازم رضا عبده، والجبري، محمد عبد العليم عبد الغفار. (2025). تأثير التدريب المتقطع عالي الكثافة (HIIT) وتناول الكرياتين مونوهيدرات على القدرات البدنية الخاصة وبعض المتغيرات الفسيولوجية والبيوكيميائية والمستوى الرقمي لمتسابقي 800 متر جري. مجلة نظريات وتطبيقات التربية البدنية وعلوم الرياضة، 46(1)، 392–440. https://doi.org/10.21608/mnase.2025.368229.1677
- سالم، محمد، ومحمد عبد العزيز عرفه. (2024). تأثير التدريبات المتقطعة عالية الشدة على بعض المتغيرات المهارية والفسيولوجية لمنقذي أحواض السباحة. مجلة تطبيقات علوم الرياضة، 10(121)، 247–270.

- السامراني .افتخار احمد ، الشوك. وعلي مالك. (2013). أثر استخدام وسائل تدريب الكفاية التنفسية في بعض المتغيرات الوظيفية ومؤشرات قابلية الباحة للسباحين الناشئين (المجلد المجلد الثاني). جامعة الانبار: مجلة جامعة الانبارللعلوم البدنية والرياضة.
- سعيد .دينا علي. (2006). فاعلية التوافق البدني وادراك الزمن على تحسين مستوى الأداء والمستوى الرقمي لسباحة الصدر. رسالة دكتوراه غير منشورة: كلية التربية الرياضية للبنات القاهرة.
- علاوي .حمد حسن ، عبدالفتاح .ابوالعلاء احمد. (2000). فسيولوجيا التدريب الرياضي. القاهرة: دار الفكر العربي.
- علاوي .محمد حسن ، رضوان .محمد نصر الدين. (2001). اختبارات الأداء الحركي. القاهرة: دار الفكر العربي.
- علي، لقاء عبد الله. (2023). أسلوب تدريب الهيبوكسيك [رسالة ماجستير، جامعة بغداد، كلية التربية البدنية وعلوم الرياضة للبنات]. وزارة التعليم العالي والبحث العلمي.
- عمر، (2025). تعريف التدريب الرياضي وخصائصه وأهدافه وعملياته. موقع ستار شمس، أكبر موقع للأبحاث العلمية، مسترجَع في 2 مارس 2025، من https://www.starshams.com/2024/01/sports-training.html#google_vignette
- عمر، ياسر. (2013). تأثير برنامج تدريبي مقترح باستخدام التدريب المتقاطع لتنمية القدرات البدنية الخاصة على بعض المتغيرات البيوكيميائية لدى لاعبي كرة اليد.
- قحطان. زينب (2010). تاثير تدريبات الهيبوكسيك باستخدام وسيلة مساعدة على تطوير بعض المؤشرات الوظيفية للاعبات المبارزة. بغداد: كلية التربية والعلوم.
- كمال أحمد البري، عبدالسلام عطيتو، &أحمد. (2022). أثر استخدام تدريبات الهيبوكسيك على بعض المتغيرات الفسيولوجية والبدنية لدى المنقذين بحمامات السباحة .مجلة علوم الرياضة وتطبيقات التربية البدنية، 25(1)، 84.97–

- محسب، محمد حمدي خفاجي. (2020). تأثير تدريبات الهيبوكسيك في تطوير القدرات البدنية والفسيولوجية الخاصة وأثرها على المستوي الرقمي لسباحي المسافات القصيرة 50م. المجلة العلمية للتربية البدنية وعلوم الرياضة، (89)، 1–20. مسترجع من http://search.mandumah.com/Record/1089942
- المروعي .عصام احمد. (2018). تأثير تدريبات الهيبوكسيك على بعض المتغيرات الفسيولوجية والبدنية ومستوى الأنجاز الرقمي لسباق 400 م حرة. مجلة جامعة الملكة أروى العلمية المحكمة.
- نظمي، أحمد حسن. (2016). تأثير تدريبات القوة الوظيفية على بعض المتغيرات البدنية ومستوى الأداء المهاري لدى سباحي 50 متر حرة. المجلة العلمية للتربية البدنية وعلوم الرياضة، (77)، 58–78. مسترجع من http://search.mandumah.com/Record/760278
- وهدان، عمرو محمود حنفي. (2019). السمات النفسية المميزة لدى سباحي المسافات القصيرة والمتوسطة والطويلة: دراسة مقارنة. مجلة أسيوط لعلوم وفنون التربية الرياضية، 49(3)، 294–315.
- الويس، إسراء فؤاد صالح، ورومي المياحي، رانيا عبدالرضا. (2019). تأثير تدريبات الهيبوكسيك الخاصة في بعض مؤشرات الأداء الوظيفي وتحمل السرعة وإنجاز ركض 400 متر حواجز للناشئين. مجلة المستنصرية لعلوم الرياضة، 1(3)، 10–26. https://www.iasj.net/iasj/article/166896
- يزيد، قلاتي، بشير، حسام. (2011). تأثير أسس ومبادئ منهجية التدريب الرياضي العلمي الحديث في نجاح العملية التدريبية. مجلة التحدي، 3(1)، 114–124.

المراجع الإنجليزية:

- Brocherie, F., Girard, O., Faiss, R., & Millet, G. (2015). High-intensity intermittent training in hypoxia.
- Camacho-Cardenosa, M., Camacho-Cardenosa, A., González-Custodio, A., Zapata, V., & Olcina, G. (2020). Effects of swimming-specific repeated-sprint training in hypoxia in swimmers. Frontiers in Sports and Active Living, 2, 100. https://doi.org/10.3389/fspor.2020.00100

- Czuba, M., Wilk, R., Karpiński, J., Chalimoniuk, M., Zajac, A., & Langfort, J. (2017). Intermittent hypoxic training improves anaerobic performance in competitive swimmers when implemented into a direct competition mesocycle. PLOS ONE, 12(8), e0180380. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0180380
- Goliniewski, J., Czuba, M., Płoszczyca, K., Chalimoniuk, M., Gajda, R., Niemaszyk, A., Kaczmarczyk, K., & Langfort, J. (2024). The impact of normobaric hypoxia and intermittent hypoxic training on cardiac biomarkers in endurance athletes: A pilot study. International Journal of Molecular Sciences, 25(9), 4584. https://doi.org/10.3390/ijms25094584
- Hoppeler, H., & Vogt, M. (2001). Muscle tissue adaptations to hypoxia. Journal of Experimental Biology, 204(18), 3133–3139. https://doi.org/10.1242/jeb.204.18.3133
- Kim, S.-W., Jung, W.-S., Kim, J.-W., Nam, S.-S., & Park, H.-Y. (2021). Aerobic continuous and interval training under hypoxia enhances endurance exercise performance with hemodynamic and autonomic nervous system function in amateur male swimmers. International Journal of Environmental Research and Public Health, 18(8), 3944. https://doi.org/10.3390/ijerph18083944
- Nishimura, A., Sugita, M., Kato, K., Fukuda, A., Sudo, A., & Uchida, A. (2010). Hypoxia increases muscle hypertrophy induced by resistance training. International Journal of Sports Physiology and Performance, 5(4), 497–508. https://doi.org/10.1123/ijspp.5.4.497
- Romer, LM, 2002, Effects of inspiratory muscle training on time-trial performance in trained cyclists, Journal of Sports Sciences, 20(7):547, p 62.
- Terrados, N., Jansson, E., Sylvén, C., & Kaijser, L. (1990). Is hypoxia a stimulus for synthesis of oxidative enzymes and myoglobin? Journal of Applied Physiology, 68(6), 2369–2372. https://doi.org/10.1152/jappl.1990.68.6.2369
- Wilber, R. L. (2004). Altitude training and athletic performance. Human Kinetics.

المرفقات

المرفق رمرفق قم (1) البرنامج التدريبي

بعض تمرينات الهيبوكسيك

تدريبات الهيبوكسيك داخل البرنامج التدريبي المستخدم من قبل المدرب، حيث يشتمل البرنامج على بعض من التدريبات التالية:

الأسبوع الأول

الأيام	ت	التمرين	الشدة	التكرار	البينية	المجموعة	الراحة
السبت	1	الجري حول المسبح مع ارتداء الكمامة	%65	2	-	2	**عودة النبض إلى 120**
الاثنين	2	السباحة بعرض المسبح من دون تنفس	%75	2	45ث	2	**عودة النبض إلى 120**
الاربعاء	3	السباحة بعرض المسبح مع أخذ شهيق واحد	%85	2	45ث	2	**عودة النبض إلى 120**
الخميس	4	السباحة بطول الحوض مع أخذ الشهيق 5 مرات	%75	3	45ث	3	**عودة النبض إلى 120**

الأسبوع الثاني:

الأيام	ت	التمرين	الشدة	التكرار	البينية	المجموعة	الراحة
السبت	1	الجري حول المسبح مع ارتداء الكمامة	%75	4	-	3	**عودة النبض إلى 120**
الاثنين	2	السباحة بطول المسبح من دون تنفس	%65	4	45ث	3	**عودة النبض إلى 120**
الاربعاء	3	السباحة بطول المسبح مع أخذ شهيق واحد	%85	2	45ث	4	**عودة النبض إلى 120**
الخميس	4	السباحة بطول الحوض مع أخذ الشهيق 5 مرات	%75	3	45ث	4	**عودة النبض إلى 120**

الأسبوع الثالث:

الأيام	ت	التمرين	الشدة	التكرار	البينية	المجموعة	الراحة
السبت	1	الجري حول المسبح مع ارتداء الكمامة	%75	–	–	–	–
الاثنين	2	السباحة بطول المسبح من دون تنفس	%80	2	45 ث	3	**عودة النبض إلى 120**
الاربعاء	3	السباحة بطول المسبح مع أخذ شهيق واحد	%85	3	45 ث	2	**عودة النبض إلى 120**
الخميس	6	السباحة بطول المسبح مع تقليل مرات التنفس	%85	2	45 ث	2	**عودة النبض إلى 120**

الأسبوع الرابع:

الأيام	ت	التمرين	الشدة	التكرار	البينية	المجموعة	الراحة
السبت	1	السباحة بطول المسبح من دون تنفس	%80	2	45-ث	2	**عودة النبض إلى 120**
الاثنين	2	السباحة بطول المسبح مع أخذ شهيق واحد	%80	2	45ث	2	**عودة النبض إلى 120**
الاربعاء	3	السباحة بطول الحوض مع أخذ الشهيق 5 مرات	%75	3	45ث	3	**عودة النبض إلى 120**
الخميس	5	السباحة بطول المسبح مع تقليل مرات التنفس	%75	2	45ث	4	**عودة النبض إلى 120**

الأسبوع الخامس:

الأيام	ت	التمرين	الشدة	التكرار	البينية	المجموعة	الراحة
السبت	1	الجري حول المسبح مع ارتداء الكمامة	%65	2	-	2	**عودة النبض إلى 120**
الاثنين	2	السباحة بعرض المسبح من دون تنفس	%75	2	45ث	2	**عودة النبض إلى 120**
الاربعاء	3	السباحة بعرض المسبح مع أخذ شهيق واحد	%85	2	45ث	2	**عودة النبض إلى 120**
الخميس	4	السباحة بطول الحوض مع أخذ الشهيق 5 مرات	%75	3	45ث	3	**عودة النبض إلى 120**

الأسبوع السادس:

الأيام	ت	التمرين	الشدة	التكرار	البينية	المجموعة	الراحة
السبت	1	الجري حول المسبح مع ارتداء الكمامة	%65	4	-	3	**عودة النبض إلى 120**
الاثنين	2	السباحة بطول المسبح من دون تنفس	%75	4	45ث	3	**عودة النبض إلى 120**
الاربعاء	3	السباحة بطول المسبح مع أخذ شهيق واحد	%85	2	45ث	4	**عودة النبض إلى 120**
الخميس	4	السباحة بطول الحوض مع أخذ الشهيق 5 مرات	%75	3	45ث	4	**عودة النبض إلى 120**

الأسبوع السابع:

الأيام	ت	التمرين	الشدة	التكرار	البينية	المجموعة	الراحة
السبت	1	الجري حول المسبح مع ارتداء الكمامة	%75	–	–	–	–
الاثنين	2	السباحة بطول المسبح من دون تنفس	%80	2	45 ث	3	**عودة النبض إلى 120**
الاربعاء	3	السباحة بطول المسبح مع أخذ شهيق واحد	%85	3	45 ث	2	**عودة النبض إلى 120**
الخميس	6	السباحة بطول المسبح مع تقليل مرات التنفس	%85	2	45 ث	2	**عودة النبض إلى 120**

الأسبوع الثامن:

الأيام	ت	التمرين	الشدة	التكرار	البينية	المجموعة	الراحة
السبت	1	السباحة بطول المسبح من دون تنفس	%80	2	45-ث	2	**عودة النبض إلى 120**
الاثنين	2	السباحة بطول المسبح مع أخذ شهيق واحد	%80	2	45ث	2	**عودة النبض إلى 120**
الاربعاء	3	السباحة بطول الحوض مع أخذ الشهيق 5 مرات	%75	3	45ث	3	**عودة النبض إلى 120**
الخميس	5	السباحة بطول المسبح مع تقليل مرات التنفس	%75	2	45ث	4	**عودة النبض إلى 120**

الأسبوع التاسع:

الأيام	ت	التمرين	الشدة	التكرار	البينية	المجموعة	الراحة
السبت	1	الجري حول المسبح مع ارتداء الكمامة	%65	2	-	2	**عودة النبض إلى 120**
الاثنين	2	السباحة بعرض المسبح من دون تنفس	%75	2	45ث	2	**عودة النبض إلى 120**
الاربعاء	3	السباحة بعرض المسبح مع أخذ شهيق واحد	%85	2	45ث	2	**عودة النبض إلى 120**
الخميس	4	السباحة بطول الحوض مع أخذ الشهيق 5 مرات	%75	3	45ث	3	**عودة النبض إلى 120**

الأسبوع العاشر:

الأيام	ت	التمرين	الشدة	التكرار	البينية	المجموعة	الراحة
السبت	1	الجري حول المسبح مع ارتداء الكمامة	%65	4	-	3	**عودة النبض إلى 120**
الاثنين	2	السباحة بطول المسبح من دون تنفس	%75	4	45ث	3	**عودة النبض إلى 120**
الاربعاء	3	السباحة بطول المسبح مع أخذ شهيق واحد	%85	2	45ث	4	**عودة النبض إلى 120**
الخميس	4	السباحة بطول الحوض مع أخذ الشهيق 5 مرات	%75	3	45ث	4	**عودة النبض إلى 120**

الأسبوع الحادي عشر:

الأيام	ت	التمرين	الشدة	التكرار	البينية	المجموعة	الراحة
السبت	1	الجري حول المسبح مع ارتداء الكمامة	%75	–	–	–	–
الاثنين	2	السباحة بطول المسبح من دون تنفس	%80	2	45 ث	3	**عودة النبض إلى 120**
الاربعاء	3	السباحة بطول المسبح مع أخذ شهيق واحد	%85	3	45 ث	2	**عودة النبض الى 120**
الخميس	6	السباحة بطول المسبح مع تقليل مرات التنفس	%85	2	45 ث	2	**عودة النبض إلى 120**

الأسبوع الثاني عشر:

الأيام	ت	التمرين	الشدة	التكرار	البينية	المجموعة	الراحة
السبت	1	السباحة بطول المسبح من دون تنفس	%80	2	45-ث	2	**عودة النبض إلى 120**
الاثنين	2	السباحة بطول المسبح مع أخذ شهيق واحد	%80	2	45ث	2	**عودة النبض إلى 120**
الاربعاء	3	السباحة بطول الحوض مع أخذ الشهيق 5 مرات	%75	3	45ث	3	**عودة النبض إلى 120**
الخميس	5	السباحة بطول المسبح مع تقليل مرات التنفس	%75	2	45ث	4	**عودة النبض إلى 120**

مرفق (2) أسماء الخبراء

م	الاسم	الدرجة العلمية	الكلية والجامعة التابع لها
1	**د. محمد علي عامر**	أستاذ	كلية التربية البدنية وعلوم الرياضة /جامعة الزاوية
2	**د. عبد الوهاب الصادق راشد**	أستاذ	كلية التربية البدنية وعلوم الرياضة /جامعة الزاوية
3	**د. سالم الكوني علي**	أستاذ	كلية التربية البدنية وعلوم الرياضة /جامعة الزاوية
4	**د. الصديق سال السائح**	أستاذ	كلية التربية البدنية وعلوم الرياضة /جامعة الزاوية
5	**د. نوري المبروك عطية**	أستاذ مشارك	كلية التربية البدنية وعلوم الرياضة /جامعة الزاوية

دولة ليبيا

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

جامعة الزاوية

إدارة الدراسات العليا والتدريب والمعيدين

كلية التربية البدنية وعلوم الرياضة

مكتب الدراسات العليا والتدريب

قسم التدريب الرياضي

تأثير تدريبات الهيبوكسيك على بعض المتغيرات البدنية والمهارية والوظيفة للسباحين الأشبال لنادى المختار للسباحة والألعاب الرياضية طرابلس

دراسة مقدمة ضمن متطلبات الحصول على الإجازة العالية (الدكتوراه) في التربية البدنية وعلوم الرياضة

مقدمة من الباحث

خالد علي عبدالله التومي

تحت إشراف

أ. د.إبراهيم محمد أبوعجيلة البليعزي

كلية التربية البدنية وعلوم الرياضة

جامعة الزاوية

أ.د.زينب سالم جمعة أبوعجيلة

كلية التربية البدنية وعلوم الرياضة

جامعة الزاوية

للعام الجامعي : 2025-2026

المقدمة

إن التطور الكبير الحاصل في كافة المجالات، ومنها مجال الرياضة, أحدث قفزةً نوعيةً في مختلف الفعاليات الرياضة بفضل دخول كل التطورات التكنولوجية الحديثة واستخدام الأجهزة الخاصة بالأنشطة الرياضية ، إذ حققت الدراسات والبحوث في مجال التدريب الرياضي والفسلجة الرياضية رفع المستوى البدني والوظيفي للرياضيين؛ ذلك من خلال إعطائنا وصفًا وتحليلًا دقيقًا للاستجابات والتكيفات التي تحدث لخلايا الجسم المختلفة جراء تنفيذ الأحمال البدنية.

ويشير مفتى إبراهيم (2001م) إلى أن التدريب الرياضي هو عملية بدنية تربوية تهدف إلى تحقيق النتائج العالية، فمن الضروري الاهتمام بعملية اختيار الأحمال التدريبية حتى عملية التكيف المطلوب سواء من الناحية البدنية أو الفسيولوجية؛ لكي يتجنب الوصول إلى مرحلة الإجهاد أو التعب، ولما كان من أهم أهداف التدريب هو الارتقاء بقدرات اللاعبين بدنيًا إلى أقصى ما يمكن، لذا يحتاج العاملون في المجال الرياضي عند محاولة تطوير اللاعبين ضرورة الإلمام بالمعلومات المرتبطة بطرق ووسائل التدريب، لما لها من تأثيرٍ على تنمية الصفات البدنية بصفة عامة، والمتطلبات البدنية والفسيولوجية الخاصة بأي مسابقة بالإضافة إلى تأثيره الإيجابي على مستوى اللاعب مهارياً (حماد، 2001، صفحة 31)

ويشير علي البيك (1997) إلى أن تدريبات التحكم في الأكسجين تعنب التدريب في نقص الأكسجين، وذلك عن طريق تدريبات بدنية (جهد بدنى) يتم من خلالها التحكم المقصود في عملية التنفس، حيث يقل عدد مرات التنفس خلال الأداء بشكل محسوب بما يستدعى ردود أفعال حيوية مثل: (ارتفاع معدلات النبض – ارتفاع مستوى اللاكتيك في الدم وزيادة الدين الأكسجيني) وما إلى ذلك من ردود الأفعال الحيوية التي تعمل على تعويض النقص في كمية الأكسجين وتؤدى هذه التدريبات بعد التكيف عليها إلى إمكانية مقابلة الظروف في نقص الأكسجين بكفاءة أفضل (البيك، 1997، صفحة 301)

المشكلة :-

تؤثر السباحة تأثيرًا خاصًا على الجهاز التنفسي، وذلك عن طريق ارتفاع كفاءة التبادل الغازي للحويصلات الرئوية التي ترفع قدرتها على التبادل لسد النقص في كمية الأكسجين المطلوب، وتزيد السعة الرئوية عن طريق زيادة عدد مرات التنفس في الدقيقة الواحدة، وزيادة حجم الشهيق

في الدقيقة الواحدة، حيث ترتفع قابلية الحويصلات كرد فعل للتكيف الحاصل مع هذه التغيرات الفسيولوجية (سعيد، 2006، صفحة 3)

تتحدد أغلب جوانب السباحة بإمكانية التنفس لدى السباح. والسؤال هنا هل السباحة الجيدة الماهرة تتيح للسباح الكفاية المطلوبة لعملية التنفس أم كفاية الجهاز التنفسي الوظيفية هي التي تساعد السباح على السباحة بمهارة؟

يتطلب تدريب السباحة قدرة هوائية عالية لتوفير كميات من الأكسجين المنقول عن طريق كريات الدم الحمراء التي تتضاعف نتيجة لزيادة الطلب من قبل العضلات وبقية أجزاء الجسم على الطاقة. هذه الزيادة في حجم الدم تؤدي الى زيادة في حجم القلب، وكذلك زيادة في حجم الدفع القلبي أي حجم الدم المدفوع في الضربة الواحدة بالمواظبة على التدريب، هذا كله يتطلب زيادة في قطر وكثافة الأوعية الدموية في العضلات لتتناسب والجهد المبذول والحاجة الى التزود بالوقود. ومن خلال اهتمام الباحث برياضة السباحة وعمله كمساعد مدرب في السباحة لاحظ أن هناك قصورًا في عملية التنفس، وذلك أثر سلبًا على الجوانب المهارية، والبدنية مما ينعكس على زمن السباق حيث لاحظ أن معظم السباحين يقومون بأخذ هواء الشهيق بطريقة غير منتظمة من حيث جهة أخذ الشهيق، وكذلك من حيث عدد مرات التنفس خلال مسافة السباحة، ففي بعض الأحيان مرة مع كل 3 ضربات وأحيانًا بعد كل 2 ضربات وأحيانًا خروج الرأس المبالغ فيه خارج الماء مما يؤثر في الجوانب المهارية، وحركة الجسم داخل الماء ويبطئ من سرعة السباح، هذا ما دفع الباحث للبحث في هذا الجانب

ومما سبق فإن مشكلة البحث تدور حول كيفية تنمية وتطوير القدرة الهوائية للجهاز التنفسي للسباحين، الذي بدورة يعمل على تحسين الجوانب البدنية والمهارية ورفع الكفاءة الوظيفية وإذا كان من الأفضل استخدام تدريبات الهيبوكسيك التي تعمل على تقليل الأكسجين أثناء السباحة. كما أن الأبحاث في أهمية تدريب عضلات التنفس جاءت متباينة. فقد أفادت بعض الدراسات إلى حدوث تغييرات في لاكتات الدم، معدل النبض، والتهوية بعد تدريب عضلات التنفس. في حين نفت دراسات أخرى حدوث تلك التغييرات مما يجعله مسارًا بحاجة إلى المزيد من البحث والتقصي.

الأهداف :.

يهدف البحث للتعرف على.

1 – تأثير تدريبات الهيبوكسيك على بعض المتغيرات البدنية لدى أفراد عينة البحث

2 – تأثير تدريبات الهيبوكسيك على بعض المتغيرات المهارية لدى أفراد عينة البحث.

3 – تأثير تدريبات الهيبوكسيك على بعض المتغيرات الوظيفية لدى أفراد عينة البحث.

الفروض :-

1 – إن هناك فروق ذات دلالة معنوية بين القياس القبلي والبعدى في المتغيرات البدنية لدى أفراد عينة البحث.

2 – هناك فروق ذات دلالة معنوية بين القياس القبلي والبعدى في المتغيرات المهارية لدى أفراد عينة البحث.

3 – يوجد فروق ذات دلالة معنوية بين القياس القبلي والبعدى في المتغيرات الوظيفية لدى أفراد عينة البحث.

- إجراءات الدراسة:

المنهج المستخدم :

استخـدم الباحث المنهج (التجريبي) ذا القياس القبلي، والبعدي لملائمته لطبيعة الدراسـة.

عينة الدراســـة.

تمّ اختيار العينة من متدربي نـادي المختار للسباحة والألعاب الرياضية، والبالغ عددهم من (7) متدربين, لإجراء هذه الدراسة.

المجال المكاني:

نادي المختار للسباحة والألعاب الرياضية (طرابلس)

الأدوات المستخدمة.

- ميزان طبي
- دينمومتر لقياس القوة العضلية .– ذراعين .– رجلين والظهر
- مسطرة لقياس مرونة الظهر.
- جهاز قياس نسبة الأكسجين بالدم بالص اوكسيميتر
- جهاز قياس كفاءة الرئتين . فيتوجراف

الاختبارات المستخدمة في البحث.

الاختبارات البدنية

- القوة العضلية للرجلين، والذراعين, والجذع
- المرونة
- الرشاقة
- القوة المميزة بالسرعة

الاختبارات الوظيفية

- كفاءة الجهاز التنفسي
- نسبة الهيموجلوبين في الدم
- الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين

الاختبارات المهاريه

- عدد مرات التنفس خلال 50 متر
- جهة أخذ الشهيق أثناء السباحة
- عدد ضربات الذراعين خلال 50 متر

التجـربة الاستطـلاعية.

قام الباحث بزيارة ميدانية للبطولة الودية التي أقيمت يوم الجمعة الموافق 23–أغسطس 2024م، ولاحظ السباحين أثناء السباحة، حيث إن معظم السباحين لديهم قصور في عملية التنفس، سواء أثناء اخذ الشهيق أو في عدد مرات التنفس وتنظيمها

القياسات القبلية:

قام الباحث بإجراء القياسات القبلية على عينة البحث يوم السبت الموافق 19 / 4 / 2025، وبحضور كل من المشرف على النادي والمدرب

البرنامج التدريبي:

بعد الاطلاع على الدراسات السابقة والبحوث العلمية، وبعد إعداد البرنامج التدريبي وعرضه على الخبراء، توصل الباحث إلى تصميم البرنامج التدريبي حيث كانت مدة البرنامج التدريبي 48 وحدة تدريبية بمعدل 4 وحدة تدريبية في الأسبوع وزمن كل وحدة تتراوح من 30 – 45 دقيقة مرفق رقم ()

التجربة الأساسية.

قام الباحث بإجراء التجربة الأساسية عن طريق تطبيق تدريبات الهيبوكسيك المستخدمة في البرنامج التدريبى على أفراد عينة البحث في الفترة من 22 / 4 / 2025 حتى 4 / 8 / 2025 بواقع (2 وحدات تدريبية) في الأسبوع، المجموع 24 وحدة تدريبية لتدريبات الهيبوكسيك للبرنامج ككل.

القياسات البعدية:

بعد تطبيق البرنامج قام الباحث بإجراء القياسات البعدية على عينة البحث بنفس الظروف والأدوات والطريقة التي تمت في القياسات القبلية، وذلك يوم الاربعاء الموافق 6 / 8 / 2025م.

1- الاستنتاجات:

في ضوء المعاملات الإحصائية لمجموعة القياسات والاختبارات قيد الدراسة، وكذلك عرض ومناقشة النتائج، توصل الباحث إلى مجموعة من الاستنتاجات، والتي كانت على النحو التالي:-

أ- إن البرنامج التدريبي له تأثير على المتغيرات البدنية المستخدمة في البحث.

ب- إن تدريبات الهيبوكسيك في الماء ساعدة في تحسين المتغيرات البدنية قيد الدراسة.

ج – إن تدريبات الهيبوكسيك ساعدة في تحسين المتغيرات الفسيولوجية لدى أفراد العينة.

د- تدريبات الهيبوكسيك أدت إلى تحسين الوظائف الرئوية لدى أفراد العينة.

هـ – تدريبات الهيبوكسيك أدت إلى تحسين التنفس لدى السباحين، وتنظيم عملية أخذ الشهيق والزفير.

و- إن البرنامج التدريبي المستخدم أدى إلى تحسين المستوى الرقمي لدى أفراد العينة.

التوصيات.

في حدود ما اشتملت عليه الدراسة من إجراءات، وما أسفرت عنه من نتائج، وانطلاقًا مما توصل إليه الباحث من استنتاجات يوصى الباحث بما يلى:-

أ. استخدام تدريبات الهيبوكسيك من ضمن البرامج التدريبية للسباحين، مما لها من فوائد في تحسين أداء السباح.

ب. استخدام تدريبات الهيبوكسيك تعمل على تنظيم عملية التنفس، من حيث أخذ الشهيق والزفير.

ج. استخدام تدريبات الهيبوكسيك مع سباحي المسافات الطويلة، وذلك من أجل تحسين وتطوير القدرة الهوائية للسباح.

د. استخدام تدريبات الهيبوكسيك مع رياضات أخرى، مثل: ألعاب القوة وغيرها من الألعاب.

هـ. عند استخدام تدريبات الهيبوكسيك، يجب مراعاة الشدة المناسبة وفترة استخدام التدريبات بما يتوافق مع مستوى المتدربين.

((The effect of hypoxic training on some physical, skill and functional variables of junior swimmers of Al-Mukhtar Swimming and Sports Club (Tripoli))

Introduction

The significant developments in all fields, including sports, have brought about a qualitative leap in various sporting activities, thanks to the introduction of all modern technological developments and the use of equipment for sports activities Studies and research in the field of sports training and sports physiology have raised the physical and functional level of athletes by providing us with an accurate description and analysis of the responses and adaptations that occur in the body's various cells as a result of executing physical loads.

Mufti Ibrahim (2001 AD) indicates that sports training is a physical educational process that aims to achieve high results. It is necessary to pay attention to the process of selecting training loads until the required adaptation process, whether from the physical aspect. Or physiological in order to avoid reaching the stage of stress or fatigue, and since one of the most important goals of training is to raise the players' physical abilities to the maximum possible, therefore those working in the sports field, when trying to develop players, need to be familiar with the information related to training methods and means because of their Impact on the development of physical qualities in general and the physical and physiological requirements of any competition, in addition to its positive impact on the player's skill level (Hamad, 2001, p. 31)

Ali Al-Baik (1997) points out that oxygen control training means training in a lack of oxygen through physical training (physical effort) during which the breathing process is intentionally controlled, as the number of times of breathing during performance is reduced in a calculated manner, which calls for vital reactions such as (increased pulse rate - increased lactate level in the blood and increased oxygen debt).

And so on, from the vital reactions that work to compensate for the lack of oxygen, and these exercises, after adapting to them, lead to the possibility of meeting conditions of oxygen deficiency with better efficiency (Al-Baik, 1997, page 301)

The problem:

Swimming has a special effect on the respiratory system by increasing the efficiency of gas exchange in the alveoli, which increases their ability to

exchange oxygen to meet the required oxygen requirements and increases lung capacity

By increasing the number of breaths per minute, and increasing the volume of inhalation per minute, the alveolar capacity increases as a response to the adaptation that occurs with these physiological changes (Saeed, 2006, p. 3)

Most aspects of swimming are determined by a swimmer's breathing capacity. The question here is: does good, skilled swimming enable a swimmer to breathe efficiently, or is it the functional adequacy of the respiratory system that enables a swimmer to swim skillfully?

Swimming training requires high aerobic capacity to provide the oxygen transported by red blood cells, which doubles as a result of the increased energy demand from the muscles and other body parts. This increase in blood volume leads to an increase in the size of the heart.

As well as increasing the cardiac output, that is, the volume of blood pumped out in one stroke, by continuing to train, all of this requires an increase in the diameter and density of the blood vessels in the muscles to match the effort exerted and the need for fuel. Through the researcher's interest in swimming and his work as an assistant swimming coach, he noticed that there was a deficiency in the breathing process, and this had a negative impact on the skill and physical aspects, which was reflected in the race time, as he noticed that most swimmers inhaled air in an irregular manner in terms of the direction of inhalation. Also in terms of the number of times breathing during the swimming distance, sometimes once with every 3 strokes and sometimes after every 2 strokes and sometimes the head is exaggeratedly out of the water, which affects the skill aspects and the movement of the body inside the water and slows down the swimmer's speed. This is what prompted the researcher to research this aspect

From the above, the research problem revolves around how to develop and enhance the aerobic capacity of the swimmers' respiratory system, which in turn improves the physical and skill aspects and raises functional efficiency, and whether it is better to use hypoxic training that reduces oxygen during swimming. Research on the importance of respiratory muscle training has been mixed. Some studies have reported changes in blood lactate, heart rate, and ventilation after respiratory

muscle training. Other studies have denied these changes, making it a path that requires further research and investigation.

Objectives:

The research aims to identify:

1. The effect of hypoxic training on some physical variables among the research sample.
2. The effect of hypoxic training on some skill variables among the research sample.
3. The effect of hypoxic training on some functional variables among the research sample.

Hypotheses:

The researcher hypothesizes:

1. There are significant differences between the pre- and post-test scores in the physical variables of the research sample.
2. There are significant differences between the pre- and post-test scores in the skill variables of the research sample.
3. There are significant differences between the pre- and post-test scores in the functional variables of the research sample

- Study Procedures

Methodology Used

The researcher used the experimental method with pre- and post-test measurements to suit the nature of the study.

Study Sample

The sample was selected from (7) trainees at Al-Mukhtar Swimming and Sports Club to conduct this study.

Spatial Scope

Al-Mukhtar Swimming and Sports Club (Tripoli)

Tools Used

- Medical Scale
- Dynamometer to measure muscle strength (arms, legs, and back)
- Tape to measure back flexibility
- Blood oxygen saturation meter (sphygmomanometer)
- Pulmonary function test (PFT)

Tests Used in the Research

Physical Tests

- Muscle strength of the legs, arms, and core

- Flexibility
- Agility
- Power characterized by speed

Functional tests

- Respiratory efficiency
- Hemoglobin level
- Maximum oxygen consumption

Skill Tests

- Number of breaths per 50 meters
- Direction of inhalation while swimming
- Number of arm strokes per 50 meters

Exploratory experiment.

The researcher conducted a field visit to the friendly tournament held on Friday, August 23, 2024. While swimming, he observed that most of the swimmers had breathing difficulties, either during inhalation or in the number and regulation of breaths

Pre-measurements

The researcher conducted pre-measurements on the research sample on Saturday, April 19, 2025, in the presence of both the club supervisor and the coach

Training Program

After reviewing previous studies and scientific research, and after preparing the training program and presenting it to experts, the researcher arrived at the design of the training program. The duration of the training program was 48 training units, at a rate of 4 training units per week, with each unit lasting between 30 and 45 minutes. Attachment No. ()

Main experiment.

The researcher conducted the main experiment by applying the hypoxic training exercises used in the training program to the research sample members during the period from April 22, 2025 to August 4, 2025, at a rate of (two training units) per week, totaling 24 training units of hypoxic training for the program as a whole

Post-measurements

After implementing the program, the researcher conducted post-measurements on the research sample using the same conditions, tools,

and methods used in the pre-measurements on Wednesday, August 6, 2025.

Conclusions

In light of the statistical coefficients for the set of measurements and tests under study, as well as the presentation and discussion of the results, the researcher reached the following set of conclusions:

A. The training program had an impact on the physical variables used in the study.

B. Hypoxic training in water helped improve the physical variables under study.

Hypoxic training helped improve physiological variables in the sample individuals.

D. Hypoxic training led to improved pulmonary function in the eye individuals.

E. Hypoxic training led to improved breathing in the swimmers and regulation of the inhalation and exhalation process.

F. The training program used led to an improvement in the numerical level of the sample individuals

Recommendations.

Within the scope of the study's procedures, its findings, and the conclusions reached by the researcher, the researcher recommends the following:

A. Use hypoxic training as part of swimmers' training programs, as it has benefits in improving swimmer performance.

B. Use of hypoxic training regulates the breathing process, including inhalation and exhalation.

C. Using hypoxic training with long-distance swimmers to improve and develop the swimmer's aerobic capacity.

D. Using hypoxic training with other sports, such as strength and conditioning.

E. When using hypoxic training, the intensity and duration of the training must be taken into account.