تقنين حمل التدريب وفقا للسرعة الحرجة وتأثيرها علي بعض المتغيرات البدنية والمستوى الرقمي لناشئ سباحة ٤٠٠ متر حرة

ا.د.عزمي فيصل السيد بكري
أستاذ بكلية التربية الرياضية للبنين – بجامعة الاسكندرية

د.محمد فكري عطاالله المغني
مدرس بقسم التدريب الرياضي بكلية التربية الرياضية – جامعة كفرالشيخ

المقدمة ومشكلة البحث:

حمل التدريب يعتبر وسيلة أساسية تستخدم للتأثير على المستوى الوظيفى لأجهزة وأعضاء الجسم حيث تقنينه بالصورة السليمة يحدث تقدماً في مستوى أجهزة وأعضاء الجسم مما يترتب عليه تطوير الصفات البدنية والمهارات الحركية، وكل ذلك سوف يؤدى إلى تحقيق مستوى رقمى او رياضى أفضل، وشدة التدريب هي احد مكونات حمل التدريب ذو التأثير الكبير علي مستوى الرياضي، فالتدريب بشدة مناسبة يمكن أن يعزز قدرة الرياضي على الاستمرار في التدريب بمستويات عالية. (٣٨: ١٦٩٣). كما ان التدريب الفترى هو أحد اشكال التدريب الشائعة لتحسين السعة الهوائية واللاهوائية وأقصى استهلاك للأكسجين (VO_2 max) (٤: ١٣)

وفي السنوات الأخيرة، سعت العديد من الدراسات إلى التجارب التي يمكن أن تحدد وتصل الي احداث التكيف نتيجة التدريب ، ومحاولة الوصول الي وصف وتقنين شدة التمرين(٣٢: ٢٩٩) ، (٤٠: ٢٦). فغالباً ما يتم وصف التدريب خاصة التدريب الفتري كنسبة مئوية من القوة أو السرعة التي تثير أقصى استهلاك للأكسجين (VO_2 max) أو نسبة من أقصى معدل لضربات القلب (٤: ١٣). وغالبا يتم استخدام الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين (VO_2 max) والعتبة اللاهوائية (AT) إلى حد كبير في هذا السياق (٣: ٧٠). ومع ذلك ، فإن التكلفة الكبيرة للمعدات والوقت الذي يقضيه المدرب او الباحث في التقييم يمنع استخدام تلك الاساليب على نطاق واسع.

كما يجب الإشارة الي ان مفهوم السرعة الحرجة Critical Speed (CS) يمكن استخدامه لتقديم ووصف وتقنين وقت محدد بالبرامج التدريبية لسرعة جري او سباحة.(٢١: ٣٠٣)، ويوفر مفهوم السرعة الحرجة إطارًا رياضيًا وفسيولوجيًا لدراسة أداء التمرين وتطور التعب أثناء التمرين عالي الشدة، فالسرعة الحرجة هي اعلي مستوي للشدة التي يمكن للرياضى الاعتماد عليها للاستمرار في أداء مجهود لفترات زمنية طويلة نوعا ما دون الوصول الي مرحلة التعب ، ويتم تحديدها من خلال دراسة معدل انخفاض مستوي السرعة مع تزايد مسافة السباق او الاختبار،

فخلال التدريب او الاختبار ومع زيادة المسافة سيصل معدل السرعة الي مرحلة لن يقل عنها علي الرغم من زيادة المسافات التدريبية او مسافات السباق او الاختبار. وبمجرد تحديد السرعة الحرجة للرياضيين، يمكن اشتقاق وتقنين احمال جزئية من هذه السرعة الحرجة وذلك لتطوير ووصف التدريبات الفترية وحدودها المرتبطة بإنتاج القوة او السرعة التي تثير او تتجاوز هذه السرعة الحرجة (٢٣: ١)

فالتدريب بناءا علي السرعة الحرجة او بشدات تقل او تزيد عن مستوي السرعة الحرجة يستهدف اتجاهات تدريبية وفسيولوجية مختلفة، فالتمرين بشدات اقل من السرعة الحرجة هو تدريب في اتجاه التحمل الهوائي اما التمرين اعتمادا علي السرعة الحرجة نفسها هو تدريب يعادل العتبة الفارقة اللاهوائية، واذا ذادت شدة التدريب عن ذلك واصبحت شدة التمرين فوق السرعة الحرجة (CS) فإن ذلك يعتبر ضمن مجال التمرين المكثف او ذو الشدة العالية حيث يثير للرياضيين استجابات غير ثابتة وهي تدريبات في اتجاه تحمل اللاكتيك (٦: ٦٣). علي وجه التحديد، يرتفع الحد الأقصى لاستهلاك الاكسجين (VO_2 max) في الوقت الذي يتم فيه الاعتماد علي تدريب بشدة قريبة من الشدة التي تثير هذا الحد الأقصى، ويتم ذلك بسرعة أكبر كلما زادت شدة التدريب وفقا للسرعة الحرجة. (١٣: ٧٠٩) ، حيث تم التوصل الي ان السباحة المتقطعة او الفترية بشدة من ٢-٤ ٪ أقل من السرعة الحرجة يتم المحافظة من خلالها على تركيز ثابت من اللاكتات بجسم السباح، اما السباحة المتقطعة بشدة السرعة الحرجة من المحتمل ان تؤدي إلى زيادة تركيز اللاكتات تدريجياً، والسباحة بشدة أعلى بنسبة ٢٪ من السرعة الحرجة ستزيد من تركيز اللاكتات وتعب السباحين الناشئين والبالغين اذا استمر التدريب بها فترة طويلة (٣٣: ١٧٣١)

وبالتالي، يري الباحثان انه بالمقارنة مع اشكال التدريب الفتري الشاملة، فان مفهوم السرعة الحرجة CS يقدم وصفة وتقنين يأخذ في الاعتبار القدرات الهوائية واللاهوائية للسباحين. كما ان الاعتماد علي السرعة الحرجة يُمكن المدرب من تحديد الأوقات المستهدفة لمسافات معينة (في السباحة او الجرى) أو الأوقات التي يتم التدريب بها بسرعات معينة بصالات اللياقة عند استخدام الأجهزة الرياضية مثل المشاية. (١١: ٨٥٣)

هذا ويشار الي ان الاعتماد علي السرعة الحرجة لوصف التدريب بشكل عام والتدريبات الفترية عالية الشدة بشكل خاص (HIIT) يقدم ميزة لتقنين احمال كل رياضي بناءا علي سرعته الحرجة (١٥ : ١٨٧٦.) (٢١: ٣٠٣). كما ان التدريب لفترات طويلة في الجري او السباحة بشدة اقل من اسرع خطوة جري او سباحة ستعمل افتراضيًا على تعزيز تدريب السرعة الحرجة.(٣١: ٢)

كما تعد السرعة الحرجة أسلوب هام كأداة لتصميم مجموعات التدريب ووصف النمط الفسيولوجي للرياضيين، نظرًا لصلاحيتها القوية. (١٤: ١) كما انه في الرياضات الخطية مثل الجري تم استخدام السرعة الحرجة لنمزجه التعب(٣١: ٢)

هذا ويجب الإشارة الي ان البحوث التي اعتمدت على استخدام مفهوم السرعة الحرجة CS في وصف التدريبات الفترية هي أبحاث قليلة ونادرة (٢٣: ١) وقد يُعزى تفسير الاستخدام القليل لمفهوم السرعة الحرجة CS لتقنين احمال التدريب إلى كيفية تحديد الباحث او المدرب لهذه السرعة.

بالإضافة الي ان التدريب او التقنين لأحمال التدريب بنسبة مئوية من القوة أو السرعة التي تثير أقصى استهلاك للأكسجين (VO_2 max) أو نسبة من أقصى معدل لضربات القلب لا يأخذ في الاعتبار الاختلافات بين الرياضيين في القدرة الهوائية او اللاهوائية، لذا فنموذج السرعة الحرجة يقدم حلاً فريدًا لهذه المشكلة.(١١: ٨٥٣) حيث ان السرعة الحرجة لكل رياضى تمثل الحد الأدنى من التمارين الضرورية التي تثير الحد الأقصى لاستهلاك الاكسجين. (VO_2 max) (٢٥: ١٢٦٥) على وجه التحديد ، عندما يجري او يسبح رياضي بسرعة ثابتة تتجاوز السرعة الحرجة ، فإن الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين (VO_2 max) سيستمر في الارتفاع نحو تحقيق الحد الأقصى إذا مُنح الرياضي وقتًا كاف لذلك (١٣: ٧٠٩)

وهذا يفسر سبب زيادة الاهتمام بالسرعة الحرجة، ويرجع ذلك أساسًا إلى أنها طريقة سهلة للتطبيق ولا تتطلب جمع عينات دم أو معدات متطورة للحصول على النتائج، كما يوفر نموذج السرعة الحرجة (CS) فرصة لوصف واختبار التكوينات المختلفة للتدريب، كما يشار ان السرعة الحرجة يمكن الاعتماد عليها في وصف وتقنين وتقييم تدريب السباحة. ومع ذلك ، فإن مثل هذه التجارب غير متوفرة. (١٨: ٢٠٩)

كما ان العديد من الدراسات التي أجريت على السباحين البالغين وأظهرت أن السرعة الحرجة هي طريقة حساسة للتدريب، ولإحداث تكيف مع المحفزات المختلفة (١٨: ٢٠٩) مع ذلك لا يزال التدريب بناءاً علي السرعة الحرجة لدى السباحين الناشئين موضع جدل. (٣٥: ١١٧) ، (١٠: ٧٧٩)، (٢٩: ٣٨٥)

لذا ومما سبق وعلى الرغم من أن تطبيق السرعة الحرجة في السباحة يعتبر أسلوب حديث وغير مكلف، يبدو أنه من المهم استخدامه في تدريب السباحين الناشئين، الا أن عدد الأدلة العلمية على السرعة الحرجة وتقنين التدريب اعتمادا عليها لا يزال نادرًا بسبب حداثته. بالإضافة الي انه في حدود علم الباحثان لا توجد دراسة عربية اعتمدت علي تقنين احمال التدريب وفقا للسرعة

الحرجة ومن ثم كان الغرض من البحث الحالي هو تحديد السرعة الحرجة للسباحين الناشئين ١٦ عام والاعتماد عليها لتقنين الحمل التدريبي لبرنامج التدريب لدى هؤلاء السباحين ثم تقييم آثار التدريب علي بعض المتغيرات البدنية ومستوي الإنجاز الرقمى ٤٠٠م الحرة.

اهداف البحث :

تحديد السرعة الحرجة للسباحين الناشئين اعتمادا علي اربع سباقات مختلفة في السباحة الحرة وتقنين حمل تدريب التحمل وفقا لهذه السرعة الحرجة.

التعرف علي تأثير تقنين حمل التدريب وفقا للسرعة الحرجة علي بعض المتغيرات البدنية (السرعة وتحمل السرعة والتحمل) ومستوي الانجاز الرقمي لناشئين سباحة ٤٠٠ م حرة

التعرف علي الفروق بين القياسات البعدية لمجموعتي البحث في بعض المتغيرات البدنية (السرعة وتحمل السرعة والتحمل) ومستوي الانجاز الرقمي لناشئين سباحة ٤٠٠ م حرة

فروض البحث:

توجد فروق دالة احصائيا بين القياس القبلي والبعدي لكلا من المجموعة التجريبية والمجموعة الضابطة في بعض المتغيرات البدنية ومستوي الانجاز الرقمي للسباحين الناشئين في سباحة ٤٠٠ م حرة.

توجد فروق دالة احصائيا بين القياسين البعديين للمجموعة الضابطة والمجموعة التجريبية في بعض المتغيرات البدنية ومستوي الانجاز الرقمي للسباحين الناشئين في سباحة ٤٠٠ م حرة.

مصطلحات البحث:

السرعة الحرجة (CS) : يتم تعريفها رياضيًا على أنها شدة يمكن الحفاظ عليها والتدريب بها لفترة طويلة نوعا ما (٣١: ٢) ومن الناحية الفسيولوجية ، تمثل السرعة الحرجة الحد الأعلى لمجال شدة التمرين المكثف، حيث تفصل بين شدة التمرين التي يمكن فيها الحفاظ على التوازن الفسيولوجي و شدة التمرين التي لا يمكن القيام فيها الرياضي بالحفاظ علي ذلك التوازن (١٤: ١)

إجراءات البحث:

منهج البحث:

استخدم الباحثان المنهج التجريبي لمجموعتين احداهما ضابطة والأخرى تجريبية بتطبيق القياس القبلي البعدي نظراً لمناسبته لطبيعة البحث.

عينة البحث:

تمثلت عينة البحث في ناشئين السباحة بنادي كفر الشيخ الرياضي مواليد ٢٠٠٦، والمسجلين بالاتحاد المصري للسباحة، حيث بلغ عددهم (١٦) لاعب، قام الباحثان بتقسيمهم بشكل عشوائي الي مجموعتين احداهما تجريبية وأخري ضابطه، وبلغ قوام كل مجموعة (٨) لاعبين.

معايير اختيار عينة البحث:

تم اختيار عينة البحث وفقاً للمعايير الاتية:

السلامة الصحية، وعدم وجود إصابات او امراض قد تؤثر علي اللاعبين اثناء تعرضهم للبرنامج التدريبي .

الاستمرارية والالتزام في تنفيذ البرنامج التدريبي علي مدار الموسم.

موافقة جميع افراد العينة علي الاشتراك في البحث.

موافقة إدارة النادي والمدير الفني علي تطبيق البرنامج المقترح.

مجالات البحث:

- المجال الزماني: الموسم الرياضي ٢٠٢١ / ٢٠٢٢م.
- المجال المكاني: استاد كفر الشيخ الرياضي.

توصيف عينة البحث (اعتدالية توزيع العينة):

استخدم الباحثان معامل الالتواء للتعرف علي اعتدالية توزيع عينة البحث في القياسات والاختبارات في جميع متغيرات البحث. ويوضح ذلك جدول (١)

جدول رقم (١)

التوصيف الإحصائي لعينة البحث في المتغيرات الأساسية والبدنية والإنجاز الرقمى قيد البحث قبل التجربة

ن = ١٦

الدلالات الإحصائية / المتغيرات	وحدة القياس	أقل قيمة	أكبر قيمة	المتوسط الحسابى	الإنحراف المعيارى	معامل الإلتواء	معامل التفلطح
السن	(سنة)	15.60	16.10	15.91	0.15	-0.50	-0.55
الطول	(سم)	177.50	188.00	181.70	3.06	0.41	-0.49
الوزن	(كجم)	66.90	76.70	71.90	3.06	-0.06	-0.96
اختبار السرعة(٢٥x٢م)	(ث)	13.46	15.90	14.58	0.78	0.38	-1.03
اختبار تحمل السرعة (٤٠x٥م)	(ث)	32.09	38.54	34.62	2.37	0.41	-1.48

اختبار التحمل (٨٠٠م)	(ث)	697.74	742.08	713.87	15.18	0.79	-0.66
الإنجاز الرقمي (٤٠٠م)	(ث)	298.18	348.80	324.03	14.98	-0.23	-0.63

يتضح من الجدول رقم (١) الخاص بالتوصيف الإحصائي لعينة البحث في المتغيرات الأساسية والبدنية والإنجاز الرقمى قيد البحث قبل التجربة أن قيم معامل الالتواء لجميع المتغيرات جاءت قريبة من الصفر حيث انحصرت قيم معامل الالتواء ما بين (– ٠.٥٠ إلى ٠.٧٩) وبهذا يتبين وقوع تلك القيم ما بين (± 3)، وهذا يؤكد على خلو العينة من عيوب التوزيعات غير الاعتدالية.

- **تكافؤ مجموعات البحث :**

قام الباحثان بحساب دلالة الفروق بين القياس القبلي للمجموعة الضابطة والقياس القبلي للمجموعة التجريبية **في المتغيرات الأساسية والبدنية والإنجاز الرقمي** للتأكد من تكافؤ السباحين الناشئين بمجموعتي البحث ويوضح ذلك جدول (٢).

جدول رقم (٢)

الدلالات الإحصائية في المتغيرات الأساسية والبدنية والإنجاز الرقمي قيد البحث بين مجموعتي البحث قبل التجربة

ن١=ن٢ = ٨

الدلالات الإحصائية / المتغيرات	وحدة القياس	المجموعة التجريبية ن=٨		المجموعة الضابطة ن=٨		الفرق بين المتوسطين	قيمة (ت)
		سَ	±ع	سَ	±ع	ن	
السن	(سنة)	15.94	0.14	15.88	0.17	0.06	0.81
الطول	(سم)	181.43	3.30	181.98	3.00	0.55	0.35
الوزن	(كجم)	71.63	2.90	72.17	3.39	0.55	0.35
اختبار السرعة(٢٥x٢م)	(ث)	14.61	0.79	14.54	0.82	0.07	0.16
اختبار تحمل السرعة (٥٠x٤م)	(ث)	34.61	2.57	34.63	2.34	0.02	0.02
اختبار التحمل (٨٠٠م)	(ث)	713.64	15.95	714.10	15.47	0.46	0.06
الإنجاز الرقمي (٤٠٠م)	(ث)	323.60	15.10	324.45	15.88	0.85	0.11

***معنوى عند مستوى(٠.٠٥)(2.14)**

يتضح من الجدول رقم (٢) الخاص بمعنوية الفروق بين المجموعة التجريبية والضابطة فى المتغيرات الأساسية والبدنية والإنجاز الرقمى قيد البحث قبل تطبيق البرنامج ، عدم وجود فروق ذات

دلالة إحصائية عند مستوى (٠.٠٥) بين المجموعتين فى جميع المتغيرات، حيث تراوحت قيمة (ت) المحسوبة ما بين (٠.٠٢، ٠.٨١) وهذه القيمة أقل من قيمة (ت) الجدولية عند مستوى (٠.٠٥) (2.14) مما يؤكد على تكافؤ المجموعتين وأن كلتا المجموعتين بدأت من مستوى متقارب جدا وأن أى تأثير بعد تطبيق التجربة يرجع إلى فاعلية البرنامج المطبق.

وسائل وأدوات جمع البيانات:

أولاً / الاستمارات:

استمارة جمع البيانات الشخصية والاساسية للسباحين الناشئين عينة البحث. (مرفق ١)

استمارات تسجيل نتائج القياسات للمجموعة التجريبية والضابطة في متغيرات اللياقة البدنية ومستوي الإنجاز الرقمي.(مرفق ١)

ثانياً/ الأجهزة والأدوات:

جهاز الرستاميتر لقياس الطول (سم).

ميزان طبى معاير لقياس الوزن (كجم).

ساعات إيقاف (Stopwatch) لقياس الزمن لأقرب ١/١٠٠ من الثانية.

ثالثاً/ القياسات والاختبارات البدنية.

اختبارات قياس مسافة ٥٠م، ١٠٠م، ٢٠٠م، ٤٠٠م سباحة حرة لحساب السرعة الحرجة.

(١٩: ١٦٥)، (٣٦: ٣٦٣)

اختبار السرعة (٢× ٢٥م) سباحة حرة براحة ٣ دقائق بين المرة والأخري، وحساب افضل محاولة منهم. (١٦: ٣)

اختبار تحمل السرعة (٤× ٥٠م) سباحة حرة. (٣٤: ١٤٩٧)

وذلك بتكرار السباحة (٥٠ م) متر سباحة حرة بأقصى سرعة (٤ مرات) وبراحة بينية (١٥ ث) بين كل مرة، حيث يتم حساب متوسط زمن الأربع محاولات.

اختبار التحمل الدوري التنفسي (٨٠٠م) سباحة حرة (١٧: ٤٥٣)

رابعاً /قياس مستوي الإنجاز الرقمي ٤٠٠م سباحة حرة.

لقياس مستوي الانجاز الرقمي تم الاعتماد علي نتيجة سباق ٤٠٠ متر التي تم قياسها سابقا كاحد االقياسات لتحديد السرعة الحرجة، وتم الاعتماد علي مسافة ٤٠٠ م حرة لأنه تم الإشارة إليه على أنه سباق يتيح الوصول إلى الحد الأقصى لاستهلاك الاكسجين VO_2 max ، كما انه يتم استخدامه غالبا كأطول مسافة لحساب السرعة الحرجة CSS .(٢٨: ٨٧) ، كما تم الاشارة انه اختبار ميداني

موثوق لتحديد السرعة الهوائية القصوى حتى بالنسبة للسباحين الأقل تدريبًا (٢٧: ٦) .او السباحين التي تسبح بشكل سريع وارقامهم قريبة من الرقم القياسي العالمي لهذا الاختبار. (٣٠: ١٦٤)

هذا وقد تم اجراء المعاملات العلمية كالصدق والثبات لاختبارات البحث الحالي في العديد من الدراسات السابقة مثل دراسة (Scott, Benjamin E., Richard Burden, and Jeanne Dekerle. 2020) (٣١) ودراسة (Marinho, Daniel A., et al.2012) (٢٠: ٣٣) وكانت ذو معاملات صدق وثبات مرتفعة.

تجربة البحث:

القياس القبلي: قام الباحثان بإجراء القياسات القبلية للمتغيرات البدنية ومستوي الإنجاز الرقمي علي مدار ثلاث أيام في الفترة من ٢٠٢٢/٣/١٣ حتي ٢٠٢٢ /٣/١٥، حيث تم قياس كلا من السرعة وتحمل السرعة في اليوم الأول ، ثم قياس اختبار التحمل في اليوم الثاني، وتم قياس مستوي الإنجاز الرقمي في اليوم الثالث.

تطبيق برنامج التدريب المقنن وفقا للسرعة الحرجة: قام الباحثان بتطبيق البرنامج التدريبي في المرحلة الثانية من الاعداد العام والمرحلة الاولي من الاعداد الخاص لناشئين السباحة بنادي كفر الشيخ الرياضي في الموسم الرياضي٢٠٢١/٢٠٢٢م وذلك في الفترة من ٢٠٢٢/٣/١٩ حتي ٢٠٢٢/٥/١٤م

القياس البعدي : قام الباحثان بإجراء القياسات البعدية للمتغيرات البدنية ومستوي الإنجاز الرقمي في الفترة من ٢٠٢٢/٥/١٧ حتي ٢٠٢٢/٥/١٩م وبنفس الخطوات المتبعة في إجراءات القياس القبلي.

إجراءات خاصة بالقياسات:

تم تعريف المشاركين على إجراءات البحث وكافة الاختبارات.

طُلب من ناشئين السباحة المشاركين في البحث الامتناع عن الأنشطة الشاقة وكذلك الامتناع عن تناول اطعمة او مشروبات تحتوي علي الكافيين قبل (٢٤) ساعة من اجراء القياسات والاختبارات، وطُلب من المشاركين الحفاظ على اتباع نظام غذائي مماثل قبل كل وحدة قياس.

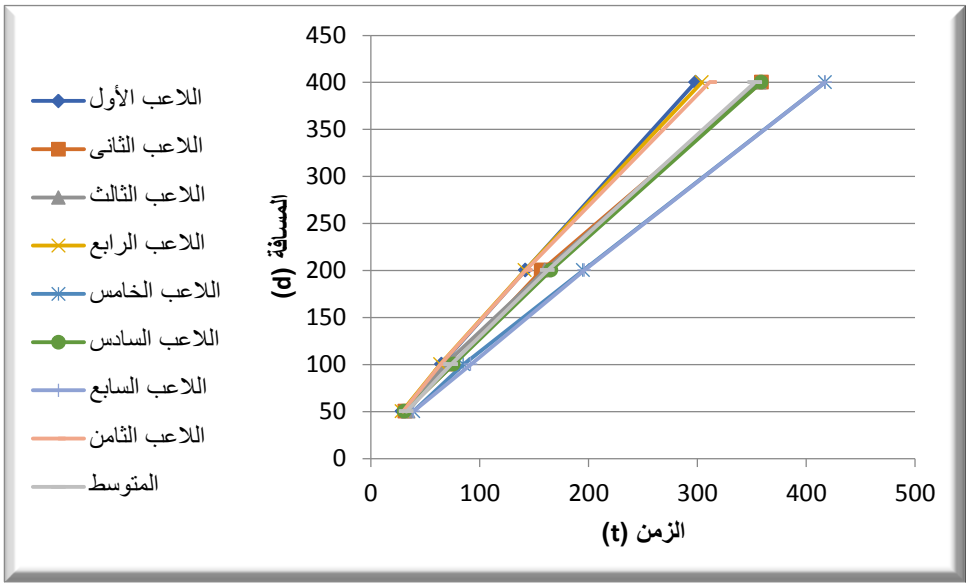
تم تصميم وحدات الاختبارات لتكون جزءًا من برنامج التدريب التقليدي للرياضيين، و تم إجراء جميع الوحدات الخاصة بالاختبارات والقياسات في نفس الوقت من اليوم.

تم تطبيق الاختبارات بشكل جماعي لزيادة التنافس بين السباحين الناشئين (عينة البحث) وتم السماح بالتشجيع اللفظي لتحقيق أقصى قدر من الأداء خلال وحدات القياس والاختبار.

حساب السرعة الحرجة :

يتطلب القياس الكمي للسرعة الحرجة تحديد الوقت الذي يقطعة السباح في كل مسافة والذي يتم تسجيله علي (المحور السيني x–axis) لمجموعة من مسافات السباحة المختلفة التي يتم تسجيلها علي (المحور الصادي y–axis) (١١: ٨٥٣) ومن خلال الانحدار الخطي يتم تحديد السرعة الحرجة (٢٢: ١٧٢)، وفيما يلي توضيح لذلك:

اولا / تم التأكد من ان العلاقة بين المسافة والزمن علاقة خطية وهي شرط أساسي لإستخدام الانحدار الخطي البسيط ومن ثم تحديد السرعة الحرجة ، ويتضح ذلك من الشكل التالي:



الشكل البياني رقم (١) الخاص بالعلاقة بين الزمن والمسافة لعينة البحث

ثانيا/ بعد التأكد من ان العلاقة خطية يتم تحديد السرعة الحرجة من خلال معلمة الميل (معامل الانحدار الخطي البسيط) (b) slope بين ازمنة ومسافات القياسات الخاصة بحساب السرعة الحرجة لسباق ٥٠م، ١٠٠م، ٢٠٠م ، ٤٠٠م سباحة حرة. (٣١: ٢)، (١٩: ١٦٥) وتم حساب المعادلات التنبؤية لكل لاعب علي حدة (مرفق ٢)

جدول (٣)

تحليل الانحدار الخطى البسيط (Simple Linear– Regression)

اللاعبين		معلمة الميل (ب)	الخطأ المعيارى لمعلمة الميل	معلمة الميل للنموذج المقدر باستعمال القيم المعيارية	المعنوية الجزئية لمعاملات الانحدار(ت)	مستوى الدلالة	معامل الارتباط	نسبة المساهمة
اللاعب الأول	ثابت المعادلة (أ)	14.90	1.82		*8.18	0.01	0.9999	%99.98

	الزمن (ث)	"1.29	0.01	1.00	*119.99	0.00		
اللاعب الثانى	ثابت المعادلة (أ)	21.98	7.36		2.99	0.10	0.9988	%99.64
	الزمن (ث)	"1.06	0.04	1.00	*28.92	0.00		
اللاعب الثالث	ثابت المعادلة (أ)	22.42	7.18		3.12	0.09	0.9989	%99.65
	الزمن (ث)	"1.07	0.04	1.00	*29.62	0.00		
اللاعب الرابع	ثابت المعادلة (أ)	17.89	3.31		*5.41	0.03	0.9998	%99.93
	الزمن (ث)	"1.26	0.02	1.00	*65.40	0.00		
اللاعب الخامس	ثابت المعادلة (أ)	18.77	3.54		*5.31	0.03	0.9997	%99.92
	الزمن (ث)	"0.92	0.02	1.00	*60.90	0.00		
اللاعب السادس	ثابت المعادلة (أ)	19.55	2.94		*6.65	0.02	0.9998	%99.94
	الزمن (ث)	"1.07	0.01	1.00	*73.10	0.00		
اللاعب السابع	ثابت المعادلة (أ)	15.68	2.29		*6.85	0.02	0.9999	%99.97
	الزمن (ث)	"0.92	0.01	1.00	*95.22	0.00		
اللاعب الثامن	ثابت المعادلة (أ)	19.13	4.94		3.87	0.06	0.9995	%99.84
	الزمن (ث)	"1.23	0.03	1.00	*43.57	0.00		
متوسط العينة	ثابت المعادلة (أ)	18.78	3.94		*4.76	0.04	0.9997	%99.90
	الزمن (ث)	"1.09	0.02	1.00	*54.66	0.00		

***القيمة معنوية ودالة**

" السرعة الحرجة

يتضح من جدول رقم (٣) الخاص بتحليل الانحدار الخطى البسيط (Simple Linear-Regression) أن نسبة مساهمة الزمن للاعبين ومتوسط العينة تراوح ما بين (٩٩.٦٤% : ٩٩.٩٨%) في المسافة ،كما يتضح وجود معنوية لمعاملات الانحدار حيث بلغت المعنوية الجزئية لمعاملات الانحدار(ت) ما بين (٢٨.٩٢ : ١١٩.٩٩) بمستوى دلالة (احتمالية خطأ) أقل من ٠.٠٥ .

البرنامج التدريبي وفقا للسرعة الحرجة. (مرفق ٤)

الهدف من البرنامج:

تحسين المتغيرات البدنية ومستوي الإنجاز الرقمي اعتمادا علي تقنين احمال التدريب وفقا للسرعة الحرجة.

تقنين احمال البرنامج التدريبي:

١- تم تقسيم فترات الاعداد بالموسم التدريبي لعينة البحث الي مرحلة اولي ومرحلة ثانية لفترة الاعداد العام ومرحلة اولي ومرحلة ثانية لفترة الاعداد الخاص، كما هو موضح بجدول (٤) ، وتم التوزيع النسبي لمكونات التدريب المختلفة من احماء وتحمل وتحمل سرعة وسرعة خلال كل مرحلة تدريبية، كما هو موضح بنفس الجدول، وتم توزيع الاحجام التدريبية لكل يوم تدريبي داخل كل أسبوع علي حدة (مرفق ٣)

٢- قام الباحثان بتقنين احمال التدريب وفقا للسرعة الحرجة لمدة ٨ أسابيع تدريبية وذلك بعد الاطلاع علي العديد من الدراسات السابقة التي قامت بالتدريب وفقا للسرعة الحرجة ومنها دراسة Dalamitros, Athanasios A., et al.٢٠١٥ (٨: ١٨٣٠) ، وتم تقسيم الثماني أسابيع الي خمسة أسابيع بالمرحلة الثانية بفترة الاعداد العام وثلاث أسابيع بالمرحلة الاولي بفترة الاعداد الخاص كما هو موضح بجدول (٥)

٣- النسبة المئوية لحجم تدريبات الاحماء والتهدئة بالأسابيع التدريبية تتمثل في ٢٠٪ من اجمالي حجم تدريب الأسبوع علي مدار الموسم لكن اختلف حجم الاحماء بكل وحدة تدريبية بداخل الأسبوع وفقا لأهداف الوحدة التدريبية نفسها.

٤- بالنسبة لأحجام التدريب، بعد الاطلاع علي بعض الدراسات والمراجع العلمية لتحديد الاحجام التدريبية المناسبة للمرحلة العمرية وطبيعة السباق سواء كان تحمل او سرعة (١: ٥٨٢) قام الباحثان بالاعتماد علي الاحجام التدريبية التي تناسب المرحلة العمرية للسباحين الناشئين حيث تم تقنين حمل التدريب من خلال الحجم التدريبي وذلك بالبدء بحجم تدريبي يعادل ٢٤ كم في الأسبوع الأول من البرنامج التدريبي علما بان هذا الأسبوع هو الأسبوع الخامس بالموسم الرياضي، ثم تم التدرج بزيادة حجم التدريب أسبوعيا بطريقة ١ : ٣ ليزداد الحجم بالأسبوع الثاني ويصل الي ٢٦كم وبالأسبوع الثالث ليصل الي ٢٨ كم ثم خفض حمل التدريب من خلال الحجم بالأسبوع الرابع والتدريب بحجم يصل الي ٢٦ كم، ثم زيادة الاحجام مرة ثانية لتصل الي ٢٨ كم بالأسبوع الخامس و٣٠ كم بالأسبوع

السادس و٣٢كم بالأسبوع السابع ثم خفض حمل التدريب بالأسبوع الثامن ليصل حجم التدريب الي ٣٠ كم بهذا الأسبوع. كما هو موضح بجدول (٥) وشكل (٢)

٥- تم تطبيق التدريب المقنن وفقا للسرعة الحرجة علي المجموعة التجريبية في الجزء الرئيسي من الوحدة التدريبية خلال المرحلة الثانية من الاعداد العام والمرحلة الاولي من الاعداد الخاص من الموسم التدريبي علما بأن المجموعة التجريبية قامت بالتدريب علي التحمل وفقا لقياسات السرعة الحرجة (مرفق ٤) بينما تعرضت المجموعة الضابطة لتدريبات تحمل لم يتم الاعتماد فيها علي السرعة الحرجة بينما تم الاعتماد فيها علي شدة تمثل نسبة مئوية من اقصي سرعة للسباح (مرفق ٥)، فالأحجام التدريبية التي تم الاعتماد عليها بالمجموعة الضابطة لتحسين التحمل الأساسي (العتبة الفارقة الهوائية) تم تدريبها بشدات تعادل (٧٠-٨٠٪) من اقصي سرعة للسباح وبنبض يتراوح من (١٣٠- ١٥٠ ن/ق)، والأحجام التدريبية التي تم الاعتماد عليها لتحسين العتبة الفارقة اللاهوائية EN2 تم تدريبها بشدات تعادل (٨٠- ٨٥٪) من اقصي سرعة للسباح وبنبض يتراوح من (١٥٠- ١٨٠ ن/ق)، والأحجام التدريبية التي تم الاعتماد عليها لتحسين الحد الأقصى لاستهلاك الاكسجين En3 تم تدريبها بشدات تعادل (٩٠٪) من اقصي سرعة للسباح وبنبض يتراوح من (١٨٠ - ٢٠٠ ن/ق). (١: ٢٣٣، ٢٣٤) مع الاشارة ان الحجم العام لتدريبات التحمل لكلتا المجموعتين كان متساوي (جدول ٥)، وذلك لمحاولة الضبط التجريبي للبحث من قبل الباحثان.

٦- اجمالي عدد الوحدات التدريبية للتدريبات التي تم الاعتماد فيها علي تقنين الحمل التدريبي اعتمادا علي السرعة الحرجة للمجموعة التجريبية هو (٣١ وحدة تدريبية)

٧- تم تقنين وضبط الحمل التدريبي بشكل مقنن للمجموعة التجريبية علي مدار ثماني أسابيع من خلال التحكم في شدة التدريب بنسب مئوية من السرعة الحرجة وبشكل تدريجي علي مدار أسابيع البرنامج، حيث تراوحت الشدة من (٩٦: ١٠٢٪) من السرعة الحرجة، فتم الاعتماد في تدريب التحمل علي التدريب بشدة تعادل ٩٦ ٪ من السرعة الحرجة لمدة أسبوعين وهما الأسبوع الأول والثاني، ثم تم التدريب علي التحمل لمدة أسبوعين وهم الأسبوع الثالث والرابع بشدة تعادل ٩٨ ٪ من السرعة الحرجة، ثم تم التدرج بزيادة شدة تدريبات التحمل في الأسبوع الخامس والسادس بشدة تعادل السرعة الحرجة والتدرج بزيادة شدة التحمل في الأسبوع السابع والثامن بشدة تعادل ١٠٢ ٪ من السرعة الحرجة، حيث اشارت دراسة Wakayoshi, Kohji, et al.(1993) ان لإحداث تكيف نتيجة للتدريب

يفضل ان يتم التدريب اعتمادا علي سرعات وشدات لا تتعدي ١٠٢ ٪ من السرعة الحرجة نظرا لزيادة تركيز اللاكتات بالدم في حالة التدريب بشدات اعلي من ١٠٢ ٪ . (٣٩: ٩٠) كما اشارت دراسة Toubekis, A. G., & Tokmakidis, S. P. (2013). أن السباحة المتقطعة او الفترية بشدة من ٢-٤ ٪ أقل من السرعة الحرجة تحافظ على تركيز ثابت من اللاكتات، وأن السباحة المتقطعة بشدة السرعة الحرجة من المحتمل ان تؤدي إلى زيادة تركيز اللاكتات تدريجياً، اما السباحة بشدة أعلى بنسبة ٢٪ من السرعة الحرجة ستزيد من تركيز اللاكتات وتعب السباحين الناشئين والبالغين اذا استمر التدريب بها فترة طويلة. كما ان هناك أدلة قوية تشير إلى أن السباحة بشكل فتري بشدات تتراوح من ٩٤-١٠٠٪ من السرعة الحرجة ستظهر تركيزًا ثابتًا للاكتات يبلغ حوالي ٣-٦ ملي مول. (٣٣: ١٧٣١)

جدول رقم (٤)

يوضح المرحلة الاولي والمرحلة الثانية من فترة الاعداد العام والمرحلة الاولي من فترة الاعداد الخاص والتوزيع النسبي لمكونات التدريب خلال كل مرحلة تدريبية للمجموعة الضابطة والتجريبية

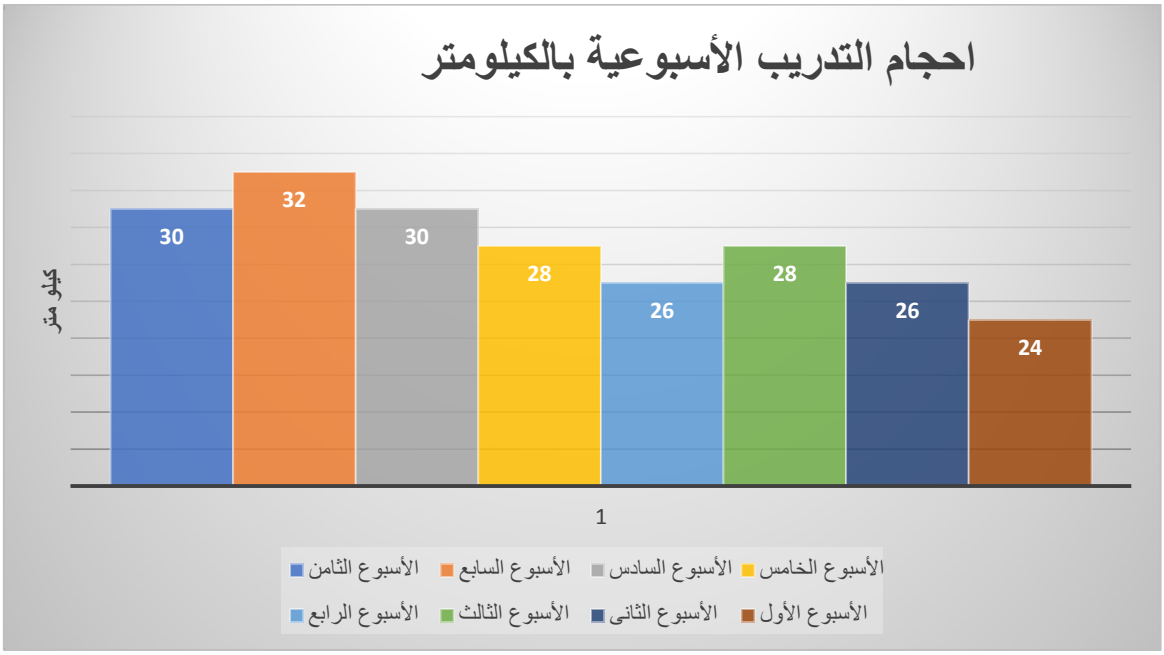
حجم التدريب العام بالمرحلة الاولي للإعداد العام	حجم التدريب العام بالمرحلة الثانية للإعداد العام	حجم التدريب العام بالمرحلة الاولي الاعداد الخاص
احماء وتهدئة بنسبة 20%	احماء وتهدئة بنسبة 20%	احماء وتهدئة بنسبة 20%
التحمل الأساسي EN١ (العتبة الفارقة الهوائية) بنسبة ٥٠%	التحمل الأساسي EN١ (العتبة الفارقة الهوائية) بنسبة ٤٠%	التحمل الأساسي EN١ (العتبة الفارقة الهوائية) بنسبة ١٥%
العتبة الفارقة اللاهوائية EN2 بنسبة ٢٠٪	العتبة الفارقة اللاهوائية EN2 بنسبة ١٠٪	العتبة الفارقة اللاهوائية EN2 بنسبة ٢٠٪
التدريب بحمل الحد الأقصى لاستهلاك الاكسجين En3 بنسبة ٥ ٪	التدريب بحمل الحد الأقصى لاستهلاك الاكسجين En3 بنسبة ٢٠ ٪	التدريب بحمل الحد الأقصى لاستهلاك الاكسجين En3 بنسبة ٢٥ ٪
تحمل اللاكتيك Sp1 بنسبة ٠٪	تحمل اللاكتيك Sp1 بنسبة ٥٪	تحمل اللاكتيك Sp1 بنسبة ١٠ ٪
انتاج اللاكتيك Sp2 بنسبة ٠ ٪	انتاج اللاكتيك Sp2 بنسبة ٠ ٪	انتاج اللاكتيك Sp2 بنسبة ٠ ٪
سرعة قصوي او قدرة Sp3 بنسبة ٥٪	سرعة قصوي او قدرة Sp3 بنسبة ٥٪	سرعة قصوي او قدرة Sp3 بنسبة ١٠٪

جدول رقم (٥)

يوضح النسبة المئوية لمكونات التدريب خلال كل مرحلة تدريبية

وما يعادلها من احجام تدريبية لكل أسبوع علي حدة

فترات الموسم التدريبي		المرحلة الثانية من فترة الاعداد العام					فترة الموسم	فترة الاعداد الخاص		
الأسبوع		١	٢	٣	٤	٥	الأسبوع	٦	٧	٨
حجم التدريب		٢٤كم	٢٦كم	٢٨ كم	٢٦كم	٢٨ كم	حجم التدريب العام	٣٠كم	٣٢كم	٣٠كم
20% احماء وتهدئة		٤٨٠٠ م	٥٢٠٠م	٥٦٠٠م	٥٢٠٠م	٥٦٠٠م	20%احماء وتهدئة	٦٠٠٠م	٦٤٠٠م	٦٠٠٠م
حجم تدريبات التحمل بالأسبوع	التحمل الأساسي (العتبة الفارقة الهوائية) EN1 بنسبة ٤٠%	٩٦٠٠ م	١٠٤٠٠ م	١١٢٠٠م	١٠٤٠٠م	١١٢٠٠م	التحمل الأساسي (العتبة الفارقة الهوائية) EN1 بنسبة ١٥%	٤٥٠٠م	٤٨٠٠م	٤٥٠٠م
	العتبة الفارقة اللاهوائية EN2 بنسبة ١٠٪	٢٤٠٠م	٢٦٠٠م	٢٨٠٠م	٢٦٠٠م	٢٨٠٠م	العتبة الفارقة اللاهوائية EN2 بنسبة ٢٠٪	٦٠٠٠م	٦٤٠٠م	٦٠٠٠م
	التدريب بحمل الحد الأقصى لاستهلاك الاكسجين En3 بنسبة ٢٠ ٪	٤٨٠٠م	٥٢٠٠م	٥٦٠٠م	٥٢٠٠م	٥٦٠٠م	التدريب بحمل الحد الأقصى لاستهلاك الاكسجين En3 بنسبة ٢٥ ٪	٧٥٠٠م	٨٠٠٠م	٧٥٠٠م
تحمل اللاكتيك Sp1 بنسبة ٥٪		١٢٠٠م	١٣٠٠م	١٤٠٠م	١٣٠٠م	١٤٠٠م	تحمل اللاكتيك Sp1 بنسبة ١٠ ٪	٣٠٠٠م	٣٢٠٠م	٣٠٠٠م
انتاج اللاكتيك Sp2 بنسبة ٠ ٪		–	–	–	–	–	انتاج اللاكتيك Sp2 بنسبة ٠ ٪	–	–	–
سرعة قصوي او قدرة Sp3 بنسبة ٥٪		١٢٠٠م	١٣٠٠م	١٤٠٠م	١٣٠٠م	١٤٠٠م	سرعة قصوي او قدرة Sp3 بنسبة ١٠٪	٣٠٠٠م	٣٢٠٠م	٣٠٠٠م



شكل (٢)

تخطيط الاحجام التدريبية علي مدار البرنامج التدريبي

المعالجات الإحصائية :

تم اجراء المعالجات الاحصائية باستخدام برنامج SPSS Version 25 وذلك عند مستوى ثقة (٠.٩٥) يقابلها مستوى دلالة (احتمالية خطأ) ٠.٠٥ وهى كالتالى :

- **أقل قيمة.**
- **أكبر قيمة.**
- **المتوسط الحسابى .**
- **الانحراف المعيارى .**
- **معامل الالتواء .**
- **معامل التفلطح.**
- **اختبار(ت) للمشاهدات المزدوجة .**
- **اختبار (ت) بين مجموعتين مختلفتين.**
- **نسبة التحسن.**
- **نسبة الفروق.**
- **مربع إيتا.**

عرض ومناقشة النتائج:

من خلال المعالجات الإحصائية للبيانات التي تم الحصول عليها وذلك فيما يتفق مع طبيعة واهداف البحث وفروضة والمنهج المستخدم توصل الباحثان الي النتائج التالية:

أولا/ عرض النتائج الخاصة بالمجموعة التجريبية

جدول رقم (٦)

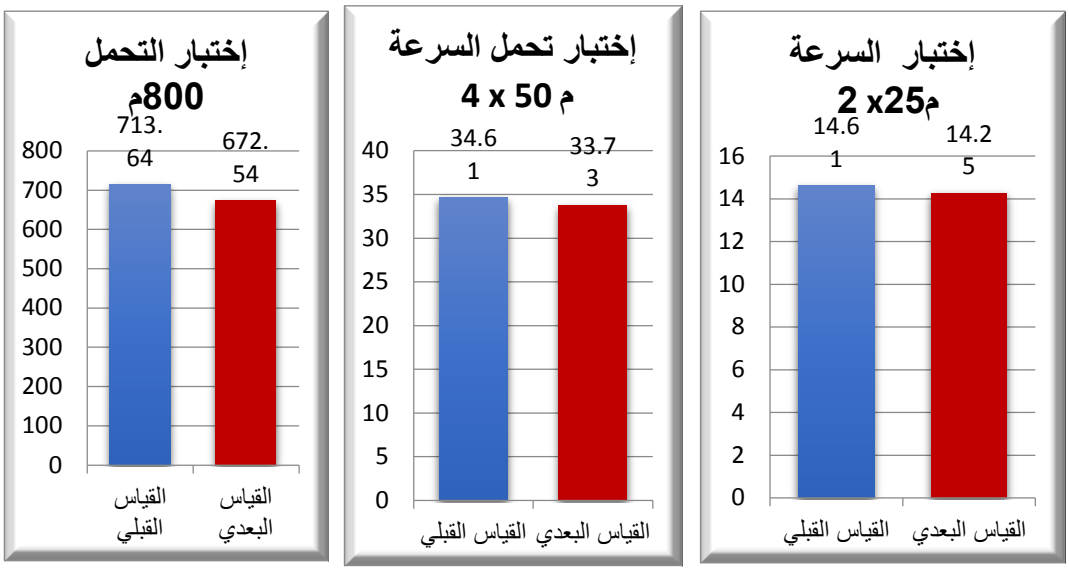
الدلالات الإحصائية الخاصة بالمتغيرات البدنية قيد البحث للمجموعة التجريبية قبل وبعد التجربة ن = ٨

الدلالات الإحصائية / المتغيرات	وحدة القياس	القياس القبلي		القياس البعدي		الفرق بين المتوسطين		قيمة "ت"	مستوى الدلالة	نسبة التحسن %	مربع إيتا
		سَ	±ع	سَ	±ع	سَ	±ع				
اختبار السرعة (٢٥x٢م)	(ث)	14.61	0.79	14.25	0.79	0.36	0.04	*24.59	0.00	%2.46	0.99
اختبار تحمل السرعة (٥٠x٤م)	(ث)	34.61	2.57	33.73	2.55	0.88	0.13	*18.74	0.00	%2.55	0.98
اختبار التحمل (٨٠٠م)	(ث)	713.64	15.95	672.54	13.32	41.10	3.39	*34.29	0.00	%5.76	0.99

***معنوى عند مستوى(٠.٠٥) (٢.٣٦)**

***دلالة حجم التأثير وفقا لمربع إيتا * (التأثير منخفض) أقل من ٠.٣٠ * (التأثير متوسط) من ٠.٣٠ إلى أقل من ٠.٥٠ * (التأثير مرتفع) من ٠.٥٠ إلى ١**

يتضح من الجدول رقم (٦) والشكل البيانى رقم (٣) الخاص بالدلالات الإحصائية الخاصة بالمتغيرات البدنية للمجموعة التجريبية قبل وبعد التجربة وجود فروق دالة إحصائيا عند مستوي (0.05) بين القياسين القبلي والبعدي لصالح القياس البعدي فى جميع المتغيرات للمجموعة التجريبية ، حيث تراوحت قيمة (ت) ما بين (١٨.٧٤، ٣٤.٢٩) وهى أكبر من قيمة (ت) الجدولية عند مستوى (0.05)(٢.٣٦)، كما تراوحت نسب التحسن ما بين (٢.٤٦%،٥.٧٦%) ، وقد تراوحت قيمة مربع إيتا ما بين (٠.٩٨ ، ٠.٩٩) وهى أكبر من ٠.٥٠ مما يدل على التأثير المرتفع للتدريبات المقننة وفقا للسرعة الحرجة والمطبقة على المجموعة التجريبية.



الشكل البياني رقم (٣)

الخاص بالمتوسطات الحسابية للمتغيرات البدنية قيد البحث للمجموعة التجريبية قبل وبعد التجربة

جدول رقم (٧)

الدلالات الإحصائية الخاصة بمتغير الإنجاز الرقمى قيد البحث للمجموعة التجريبية قبل وبعد التجربة ن = ٨

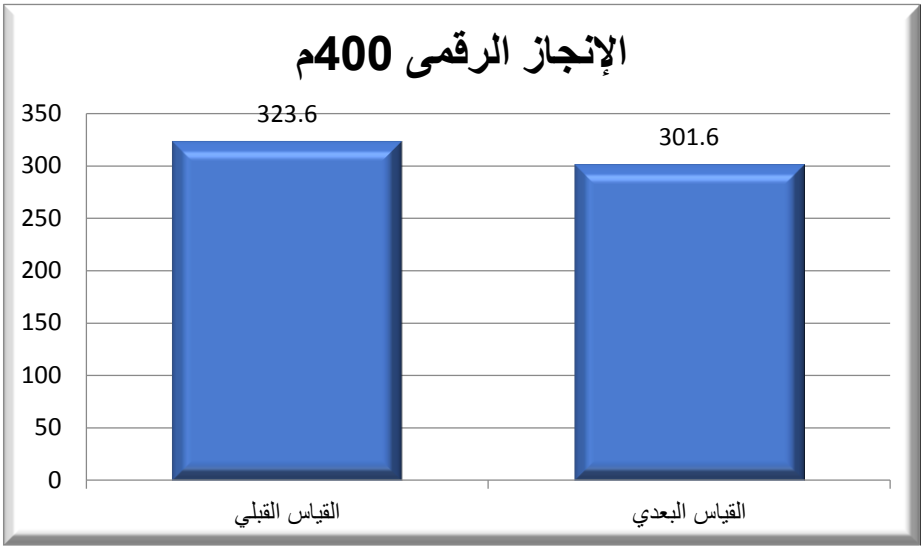
الدلالات الإحصائية / المتغيرات	وحدة القياس	القياس القبلي		القياس البعدي		الفرق بين المتوسطين		قيمة "ت"	مستوى الدلالة	نسبة التحسن %	مربع إيتا
		سَ	±ع	سَ	±ع	سَ	±ع				
الإنجاز الرقمى (٤٠٠م)	(ث)	323.60	15.10	301.60	13.02	22.00	2.23	*27.90	0.00	%6.80	0.99

*معنوى عند مستوى(٠.٠٥) (٢.٣٦)

*دلالة حجم التأثير وفقا لمربع إيتا * (التأثير منخفض) أقل من ٠.٣٠ * (التأثير متوسط) من ٠.٣٠ إلى أقل من ٠.٥٠ *(التأثير مرتفع) من ٠.٥٠ إلى١

يتضح من الجدول رقم (٧) والشكل البيانى رقم (٤) الخاص بالدلالات الإحصائية الخاصة بمتغير الإنجاز الرقمى للمجموعة التجريبية قبل وبعد التجربة وجود فروق دالة إحصائيا عند مستوي (0.05) بين القياسين القبلي والبعدي لصالح القياس البعدي فى جميع المتغيرات للمجموعة التجريبية ، حيث بلغت قيمة (ت) المحسوبة (٢٧.٩٠) وهى أكبر من قيمة (ت) الجدولية عند مستوى (0.05)(٢.٣٦)، كما بلغت نسب التحسن(٦.٨٠%) ، وقد بلغت قيمة مربع إيتا (٠.٩٩)

وهى أكبر من ٠.٥٠ مما يدل على التأثير المرتفع للتدريبات المقننة وفقا للسرعة الحرجة والمطبقة على المجموعة التجريبية.



الشكل البيانى رقم (٤)

الخاص بالمتوسطات الحسابية لمتغير الإنجاز الرقمى قيد البحث للمجموعة التجريبية قبل وبعد التجربة

ثانيا/ عرض النتائج الخاصة بالمجموعة الضابطة

جدول رقم (٨)

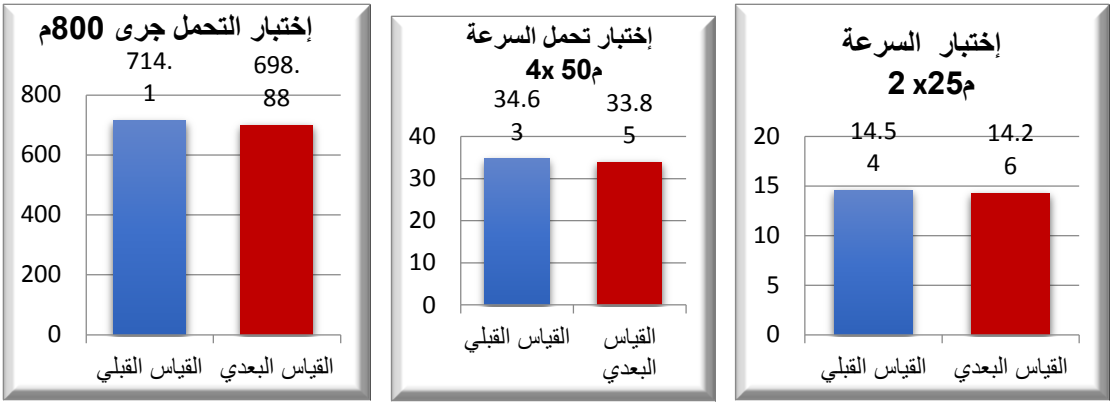
الدلالات الإحصائية الخاصة بالمتغيرات البدنية قيد البحث للمجموعة الضابطة قبل وبعد التجربة ن = ٨

الدلالات الإحصائية / المتغيرات	وحدة القياس	القياس القبلي		القياس البعدي		الفرق بين المتوسطين		قيمة "ت"	مستوى الدلالة	نسبة التحسن %	مربع إيتا
		سَ	±ع	سَ	±ع	سَ	±ع				
اختبار السرعة (٢٥x٢م)	(ث)	14.54	0.82	14.26	0.76	0.29	0.13	*6.44	0.00	%1.97	0.86
اختبار تحمل السرعة (٥٠x٤م)	(ث)	34.63	2.34	33.85	2.19	0.79	0.15	*14.63	0.00	%2.27	0.97
اختبار التحمل (٨٠٠م)	(ث)	714.10	15.47	698.88	12.74	15.23	3.41	*12.62	0.00	%2.13	0.96

*معنوى عند مستوى(٠.٠٥) (٢.٣٦)

***دلالة حجم التأثير وفقا لمربع إيتا * (التأثير منخفض) أقل من ٠.٣٠ * (التأثير متوسط) من ٠.٣٠ إلى أقل من ٠.٥٠ * (التأثير مرتفع) من ٠.٥٠ إلى ١**

يتضح من الجدول رقم (٨) والشكل البيانى رقم (٥) الخاص بالدلالات الإحصائية الخاصة بالمتغيرات البدنية للمجموعة الضابطة قبل وبعد التجربة وجود فروق دالة إحصائيا عند مستوي (0.05) بين القياسين القبلي والبعدي لصالح القياس البعدي فى جميع المتغيرات للمجموعة الضابطة ، حيث تراوحت قيمة (ت) ما بين (٦.٤٤، ١٤.٦٣) وهى أكبر من قيمة (ت) الجدولية عند مستوى (0.05)(٢.٣٦)، كما تراوحت نسب التحسن ما بين (١.٩٧%،٢.٢٧%) ، وقد تراوحت قيمة مربع إيتا ما بين (٠.٨٦ ، ٠.٩٧) وهى أكبر من ٠.٥٠ .



الشكل البيانى رقم (٥)

الخاص بالمتوسطات الحسابية للمتغيرات البدنية قيد البحث للمجموعة الضابطة قبل وبعد التجربة

جدول رقم (٩)

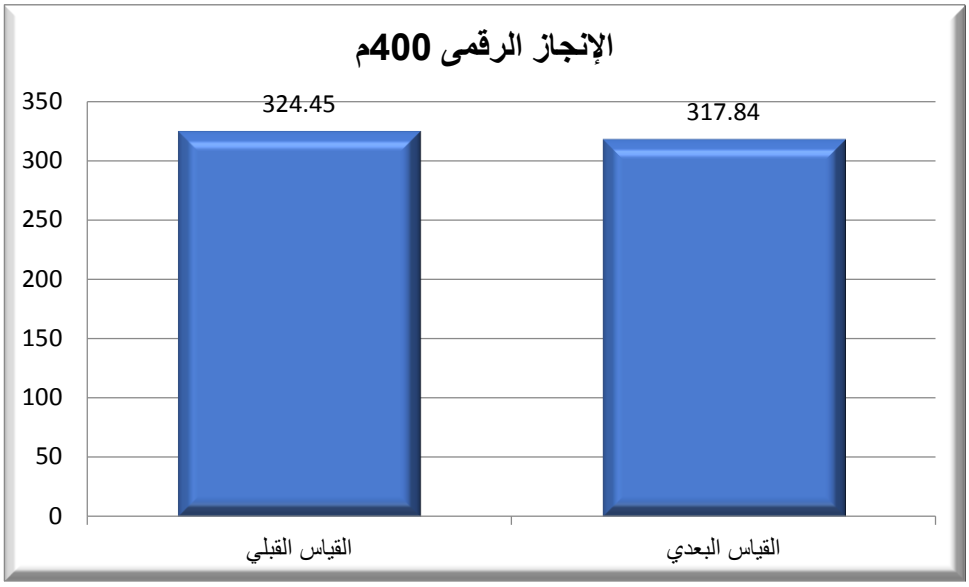
الدلالات الإحصائية الخاصة بمتغير الإنجاز الرقمى قيد البحث للمجموعة الضابطة قبل وبعد التجربة **ن = ٨**

الدلالات الإحصائية / المتغيرات	وحدة القياس	القياس القبلي		القياس البعدي		الفرق بين المتوسطين		قيمة "ت"	مستوى الدلالة	نسبة التحسن %	مربع إيتا
		سَ	±ع	سَ	±ع	سَ	±ع				
الإنجاز الرقمى (٤٠٠م)	(ث)	324.45	15.88	317.84	15.18	6.61	1.08	*17.30	0.00	%2.04	0.98

***معنوى عند مستوى(٠.٠٥) (٢.٣٦)**

***دلالة حجم التأثير وفقا لمربع إيتا * (التأثير منخفض) أقل من ٠.٣٠ * (التأثير متوسط) من ٠.٣٠ إلى أقل من ٠.٥٠ *(التأثير مرتفع) من ٠.٥٠ إلى١**

يتضح من الجدول رقم (٩) والشكل البيانى رقم (٦) الخاص بالدلالات الإحصائية الخاصة بمتغير الإنجاز الرقمى للمجموعة الضابطة قبل وبعد التجربة وجود فروق دالة إحصائيا عند مستوي (0.05) بين القياسين القبلي والبعدي لصالح القياس البعدي، حيث بلغت قيمة (ت) المحسوبة (١٧.٣٠) وهى أكبر من قيمة (ت) الجدولية عند مستوى (0.05)(٢.٣٦)، كما بلغت نسب التحسن (٢.٠٤%) ، وقد بلغت قيمة مربع إيتا (٠.٩٨) وهى أكبر من ٠.٥٠ .



الشكل البيانى رقم (٦)

الخاص بالمتوسطات الحسابية لمتغير الإنجاز الرقمى قيد البحث للمجموعة الضابطة قبل وبعد التجربة

عرض النتائج الخاصة بمجموعتى البحث بعد التجربة

جدول رقم (١٠)

الدلالات الإحصائية الخاصة بالمتغيرات البدنية لمجموعتى البحث بعد التجربة ن = ١٦

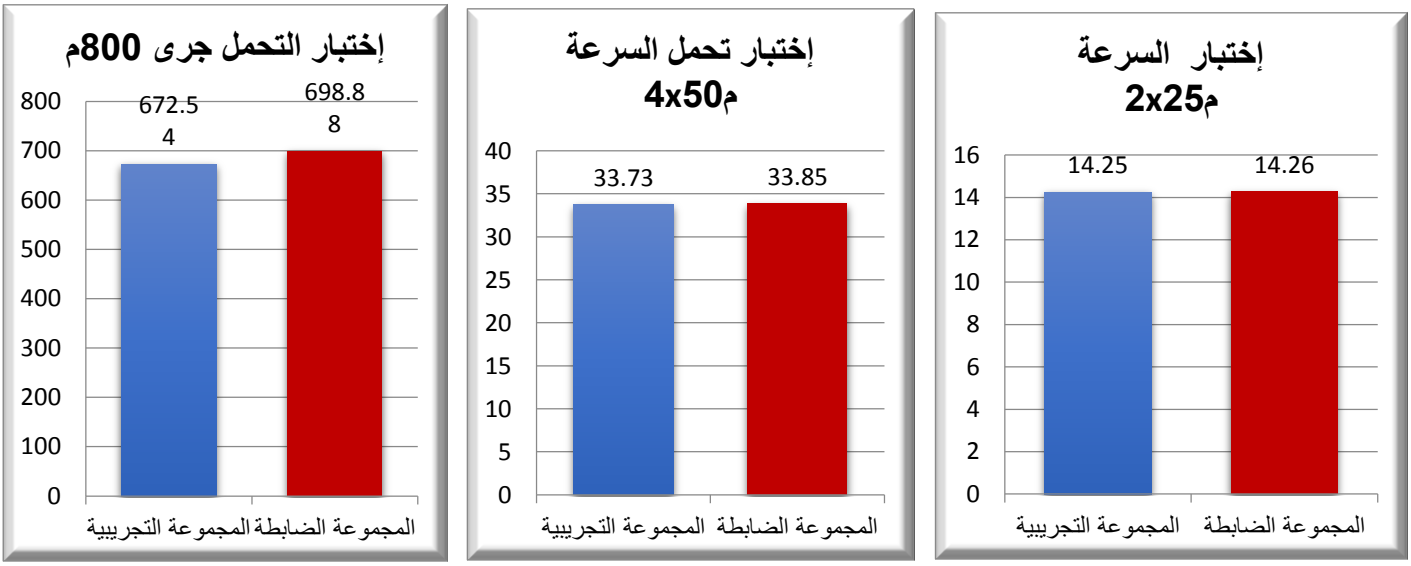
الدلالات الإحصائية / المتغيرات	وحدة القياس	المجموعة التجريبية ن=٨		المجموعة الضابطة ن=٨		الفرق بين المتوسطين	قيمة "ت"	نسبة الفروق	مربع إيتا
		سَ	±ع	سَ	±ع				
اختبار السرعة (٢٥x٢م)	(ث)	14.25	0.79	14.26	0.76	0.01	0.02	0.05	0.00
اختبار تحمل السرعة (٥٠x٤م)	(ث)	33.73	2.55	33.85	2.19	0.12	0.10	0.35	0.00

اختبار التحمل (٨٠٠م)	(ث)	672.54	13.32	698.88	12.74	26.34	*4.04	3.77	0.54

***معنوى عند مستوى(٠.٠٥) (٢.١٤)**

***دلالة حجم التأثير وفقا لمربع إيتا * (التأثير منخفض) أقل من ٠.٣٠ * (التأثير متوسط) من ٠.٣٠ إلى أقل من ٠.٥٠ *(التأثير مرتفع) من ٠.٥٠ إلى١**

يتضح من الجدول رقم (١٠) والشكل البيانى رقم (٧) الخاص بالدلالات الإحصائية الخاصة بالمتغيرات البدنية لمجموعتى البحث بعد التجربة وجود فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى (٠.٠٥) فى بعض المتغيرات حيث بلغت قيمة (ت) المحسوبة (٤.٠٤) لمتغير التحمل فقط، وهى أكبر من قيمة (ت) الجدولية عند مستوى (٠.٠٥) (٢.١٤) ، وبنسبة فروق تراوحت ما بين (٠.٠٥ ، ٣.٧٧) لكل المتغيرات لصالح المجموعة التجريبية وقد بلغت قيمة مربع إيتا (٠.٥٤) لمتغير التحمل فقط مما يدل على تفوق التدريبات المقننة وفقا للسرعة الحرجة والمطبقة على المجموعة التجريبية في متغير التحمل عن البرنامج المطبق على المجموعة الضابطة مما يشير الى تأثير المتغير التجريبي قيد البحث.



الشكل البيانى رقم (٧)

الخاص بالمتوسطات الحسابية

للمتغيرات البدنية قيد البحث لمجموعتى البحث بعد التجربة

جدول رقم (١١)

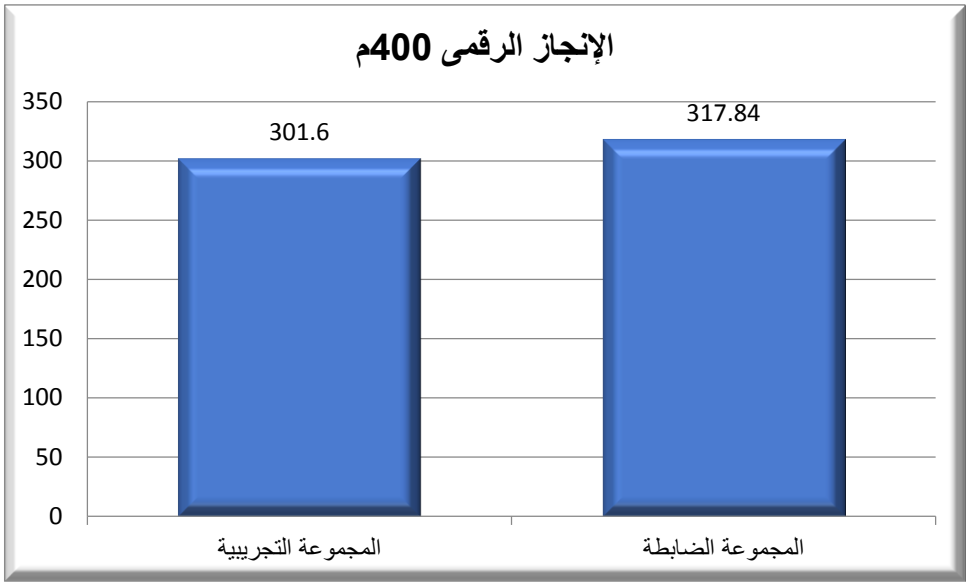
الدلالات الإحصائية الخاصة بمتغير الإنجاز الرقمى لمجموعتى البحث بعد التجربة ن = ١٦

الدلالات الإحصائية / المتغيرات	وحدة القياس	المجموعة التجريبية ن=٨		المجموعة الضابطة ن=٨		الفرق بين المتوسطين	قيمة "ت"	نسبة الفروق	مربع إيتا
		سَ	±ع	سَ	±ع				
الإنجاز الرقمى (٤٠٠م)	(ث)	301.60	13.02	317.84	15.18	16.23	*2.30	5.11	0.27

*معنوى عند مستوى(٠.٠٥) (٢.١٤)

*دلالة حجم التأثير وفقا لمربع إيتا * (التأثير منخفض) أقل من ٠.٣٠ * (التأثير متوسط) من ٠.٣٠ إلى أقل من ٠.٥٠ *(التأثير مرتفع) من ٠.٥٠ إلى١

يتضح من الجدول رقم (١١) والشكل البيانى رقم (٨) الخاص بالدلالات الإحصائية الخاصة بمتغير الإنجاز الرقمى لمجموعتي البحث بعد التجربة وجود فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى (٠.٠٥) فى المتغيرات قيد البحث حيث بلغت قيمة (ت) المحسوبة (٢.٣٠) وهى أكبر من قيمة (ت) الجدولية عند مستوى (٠.٠٥) (٢.١٤) وبنسبة فروق بلغت (٥.١١) لصالح المجموعة التجريبية.



الشكل البيانى رقم (٨)

الخاص بالمتوسطات الحسابية لمتغير الإنجاز الرقمى قيد البحث لمجموعتى البحث بعد التجربة

مناقشة النتائج:

مناقشة نتائج الفرض الأول والذي ينص علي :

توجد فروق دالة احصائيا بين القياس القبلي والبعدي لكلا من المجموعة التجريبية والمجموعة الضابطة في بعض المتغيرات البدنية ومستوي الانجاز الرقمي للسباحين الناشئين في سباحة ٤٠٠ م حرة.

تظهر نتائج هذا البحث أن السرعة الحرجة هي مؤشر حساس للتدريب ولإحداث تكيف لأحمال التدريب التي تم تقنينها أثناء البرنامج التدريبي.

باستعراض نتائج جدول (٦) والخاص بالدلالات الاحصائية للمتغيرات البدنية للمجموعة التجريبية قبل وبعد التجربة والشكل البياني رقم (٣) والخاص بالمتوسطات الحسابية للمتغيرات البدنية للمجموعة التجريبية قبل وبعد التجربة ، ونتائج جدول (٧) والخاص بمستوي الإنجاز الرقمي للمجموعة التجريبية قبل وبعد التجربة والشكل البياني رقم (٤) والخاص بالمتوسطات الحسابية لمستوي الإنجاز الرقمي للمجموعة التجريبية ونتائج جدول (٨) والخاص بالدلالات الاحصائية للمتغيرات البدنية للمجموعة الضابطة قبل وبعد التجربة والشكل البياني رقم (٥) والخاص بالمتوسطات الحسابية للمتغيرات البدنية للمجموعة الضابطة قبل وبعد التجربة، ونتائج جدول (٩) والخاص بمستوي الإنجاز الرقمي للمجموعة الضابطة قبل وبعد التجربة والشكل البياني رقم (٦) والخاص بالمتوسطات الحسابية لمستوي الإنجاز الرقمي للمجموعة الضابطة، يتضح التالي:

بالنسبة للسرعة : يتضح وجود فروق دالة إحصائيا عند مستوي (0.05) بين القياسين القبلي والبعدي لصالح القياس البعدي في متغير السرعة لصالح القياس البعدي، وبلغت نسبة التحسن بعد التجربة للمجموعة التجريبية (٢.٤٦٪) وللمجموعة الضابطة بنسبة (١.٩٧٪) مما يشير الي تحسن مجموعتي البحث في هذا المتغير، و يتفق نتائج البحث الحالي والخاصة بتحسن السرعة لعينة البحث مع ما أكدته نتائج دراسة Peyrebrune, M. C., et al.(2014) على أهمية مساهمة الطاقة الهوائية أثناء السباحة بشكل سريع لمرة واحدة للمسافات القصيرة ذو الشدة العالية، والتي يجب أخذها في الاعتبار عند وصف مجموعات حمل التدريب بالبرامج التدريبية للسباحين. (٢٤: ٣٦٩)

كما اتفقت نتائج اختبار السرعة بالبحث الحالي مع نتائج دراسة Junior, Edvander Bertoleti, et al.(2016) حيث كان التحسن الحادث في نتائج اختبارات السرعة تحسن دال احصائيا بعد التعرض الي ٨ أسابيع تدريبية وتم تطبيقه علي ٧ لاعبين وكانت نتائج القياسات

القبلية هي 0.64 ± 13.12 ث بينما كان التحسن واضح في القياسات البعدية حيث تمثلت النتائج في 0.38 ± 12.85 ث (١٦: ٥)

واتفقت نتائج البحث الحالي مع نتائج دراسة Garrido, Nuno, et al. (2010) والذي استمر التدريب بها لمدة ٨ أسابيع و كان التحسن الحادث في نتائج اختبارات السرعة تحسن دال احصائيا وصل الي 4.45%+ في اختبار ٢٥ م ، وتحسن دال احصائيا وصل الي1.94%+ في اختبار ٥٠م. (١٢: ٣٠٠)

بالنسبة لتحمل السرعة : يتضح وجود فروق دالة إحصائيا عند مستوي (0.05) بين القياسين القبلي والبعدي لصالح القياس البعدي في متغير تحمل السرعة لصالح القياس البعدي، وبلغت نسبة التحسن بعد التجربة للمجموعة التجريبية (٢.٥٥٪) وللمجموعة الضابطة بنسبة (٢.٢٧٪) مما يشير الي تحسن مجموعتي البحث في هذا المتغير، و يتفق نتائج البحث الحالي والخاصة بتحسن تحمل السرعة لعينة البحث مع ما أكدته نتائج دراسة Botonis, Petros G., et al (2019). في اختبار القدرة علي تكرار السباحة بشكل سريع خلال فترات الاعداد وفترة المنافسات وتمثلت نسبة التحسن في ٣.٢٪ ، حيث اعتمد هؤلاء الباحثين علي التدريب لمدة ٨ أسابيع لعينة تتكون من ٨ سباحين مثل البحث الحالي، واعتمدت بشكل أساسي علي تدريبات تحمل ذو شدة عالية استمرت لمدة ٤ دقائق وتم تكرارها ٤ مرات بسرعة تحافظ علي عدم زيادة اللاكتات عن ٤ ملي مول بالدم وكذلك علي اداءات سريعة براحات قصيرة تمثلت في ٢٠x٨ م براحة ١٠ث وتكرار ذلك من ٤-٥ مجموعات بالوحدة الواحدة. (٥: ١٧٥)

واتفقت أيضا نتائج البحث الحالي مع نتائج دراسة Machado, Marcus V., et al (2011). والتي توصلت الي الزيادة في السرعة الحرجة بعد التدريب بناءا علي متغير السرعة الحرجة لمدة ١٢ أسبوع، حيث شهدت النتائج تحسن وانخفاضًا كبيرًا في سباق السرعة ٢٠٠ متر بنسبة (٢.٧٨٪) (١٩: ١٦٥)

وبالتالي يري الباحثان ان ذلك يتفق مع ما أكدته نتائج دراسة Peyrebrune, M. C., et al.(2014) على أهمية مساهمة الطاقة الهوائية أثناء السباحة الخاصة بتحمل السرعة والتي يتم قياسها بآداءات متكررة وبشدة عالية، والتي يجب أخذها في الاعتبار عند وصف مجموعات حمل التدريب بالبرامج التدريبية للسباحين.(٢٤: ٣٦٩)

بالنسبة للتحمل ومستوي الإنجاز الرقمي ٤٠٠م: يتضح وجود فروق دالة إحصائيا عند مستوي (0.05) بين القياسين القبلي والبعدي لصالح القياس البعدي في متغير التحمل لصالح القياس البعدي، وبلغت نسبة التحسن بعد التجربة للمجموعة التجريبية (٥.٧٦٪) وللمجموعة

الضابطة بنسبة (٢.١٣٪) مما يشير الي تحسن مجموعتي البحث في هذا المتغير. كما يتضح وجود فروق دالة إحصائيا عند مستوي (0.05) بين القياسين القبلي والبعدي لصالح القياس البعدي في متغير مستوي الانجاز الرقمي لصالح القياس البعدي، وبلغت نسبة التحسن بعد التجربة للمجموعة التجريبية (٦.٨٪) وللمجموعة الضابطة بنسبة (٢.٠٤٪) مما يشير الي تحسن مجموعتي البحث في هذا المتغير.

ويتفق نتائج مستوي الإنجاز الرقمي لمسافة ٤٠٠ م بالبحث الحالي مع نتائج دراسة Dalamitros, Athanasios A., et al.(2015) والتي تم تطبيق التدريب فيها اعتمادا علي قياسات السرعة الحرجة لمسافات تتراوح من ٥٠م الي ٤٠٠م، وتم التدريب لمدة ٨ اسابيع اعتمادا علي السرعة الحرجة علي ١٥ سباح اكبر من ٢٠ عام وتم زيادة حجم مسافات السباحة بنسبة ١٤٪ من الاسبوع الثالث الي السادس وبنسبة زيادة ١٢ ٪ من الاسبوع السابع الي الثامن، حيث كان مقدار التحسن في قياس ٤٠٠ م هوما يقرب من ٦ ٪ (٥.٦ +- ٢.٩%) (٨: ١٨٣٠)

كما يتفق ايضا مع دراسة Clark, Ida E., et al. (2013) والتي توصلت الي تحسن السرعة الحرجة وتحسن الحد الأقصى لاستهلاك الاكسجين يدعم فكرة استخدام التدريب الفتري HIIT بناءا علي السرعة الحرجة لتحسين القدرة الهوائية للاعبات كرة قدم (٧: ٣٣٣٥)

وكذلك اتفقت نتائج البحث الحالي مع نتائج دراسة Machado, Marcus V., et al .(2011) والتي توصلت الي الزيادة في السرعة الحرجة بعد التدريب بناءا علي السرعة الحرجة لمدة ١٢ أسبوع، والتي شهدت انخفاضًا كبيرًا في سباق ٤٠٠ متر بنسبة ٣.١٢٪ . (١٩: ١٦٥) ومن خلال مناقشة وتفسير نتائج الفرض الأول يتضح انه قد تحقق اجرائيا من خلال النتائج المطروحة.

مناقشة نتائج الفرض الثاني والذي ينص علي:

توجد فروق دالة احصائيا بين القياسين البعدين للمجموعة الضابطة والمجموعة التجريبية في بعض المتغيرات البدنية ومستوي الانجاز الرقمي للسباحين الناشئين في سباحة ٤٠٠ م حرة.

وباستعراض نتائج جدول (١٠) والخاص بالدلالات الاحصائية للمتغيرات البدنية لمجموعتي البحث بعد التجربة والشكل البياني رقم (٧) والخاص بالمتوسطات الحسابية للمتغيرات البدنية لمجموعتي البحث بعد التجربة، ونتائج جدول (١١) والخاص بالدلالات الاحصائية لمستوي الإنجاز الرقمي لمجموعتي البحث بعد التجربة والشكل البياني رقم (٨) والخاص بالمتوسطات الحسابية لمستوي الإنجاز الرقمي لمجموعتي البحث بعد التجربة يتضح الاتي:

فيما يتعلق بمتغير السرعة ومتغير تحمل السرعة، يتضح وجود فروق بين القياسين البعديين للمجموعة التجريبية والمجموعة الضابطة لصالح القياس البعدي للمجموعة التجريبية لكن هذه الفروق غير دالة إحصائيا ، حيث بلغت قيمة ت في متغير السرعة (٠.٠٢) وهي اقل من قيمة ت الجدولية (٢.١٤). وبلغت قيمة ت في متغير تحمل السرعة (٠.١٠) وهي اقل من قيمة ت الجدولية (٢.١٤). ويرجع الباحثان هذه الفروق غير الدالة احصائيا الي تركيز التدريب وفقا للسرعة الحرجة علي تدريبات التحمل بشكل أساسي وعدم التركيز علي تدريبات السرعة وتدريبات تحمل السرعة بالإضافة الي تعرض كلتا المجموعتين الي نفس البرنامج التدريبي الخاص ونفس الاحجام والشدات التدريبية الخاصة بالسرعة وتحمل السرعة.

اما بالنسبة لمتغير التحمل ومتغير مستوي الإنجاز الرقمي٤٠٠م : يتضح وجود فروق ذات دلالة إحصائية بين القياسين البعديين للمجموعة التجريبية والمجموعة الضابطة لصالح القياس البعدي للمجموعة التجريبية، حيث بلغت قيمة ت في متغير التحمل (٤.٠٤) وهي اكبر من قيمة ت الجدولية (٢.١٤). وبلغت قيمة ت في متغير مستوي الإنجاز الرقمي (٢.٣٠) وهي اكبر من قيمة ت الجدولية (٢.١٤). وتتفق تلك النتائج الخاصة بتحسن نتائج التحمل بالبحث الحالي مع ما توصلت الية دراسة Tsalis, Georgios, et al.(2012) وهو ان اعتماد المدربون علي شدات تتراوح من ٩٨-١٠٠٪ من شدة السرعة الحرجة أثناء التدريب المتقطع او الفتري مع فترات راحة قصيرة (تتراوح من ٣٠-٤٠ ثانية) كان له دورا هام في تحسين التحمل الهوائي. (٣٧: ٣٣١٢)

وتتفق تلك النتائج الخاصة بمستوي الإنجاز الرقمي لمسافة ٤٠٠م بالبحث الحالي مع نتائج دراسة Ribeiro, L. F. P., Lima, M. C. S., & Gobatto, C. A. (2010). والذين اعتمدوا الباحثين فيها علي التدريب وفقا لمنحدر العلاقة بين المسافة والوقت لاختبارات ٢٠٠ و

٤٠٠ متر سباحة وتوصلوا الي ان التدريب وفقا لهذه العلاقة يمثل محفزًا فسيولوجيًا وميكانيكيًا وإدراكيًا مكثفًا يمكن أن يستمر لفترة طويلة من قبل معظم الرياضيين. (٢٦: ١٤١)

ويتفق ذلك أيضا مع دراسة Aspenes, Stian, et al (2009) والتي اعتمدت علي ١١ سباح تعرضوا لتدريبات فتريه ذو شدة عالية نوعا ما عبارة ٤ * ٤ دقائق وراحة ٣ ق بين المجموعات وذلك لمدة ١٢ أسبوع وكان مقدار التحسن دال احصائيا ما يعادل ٤ ٪ حيث كانت نتائج القياسات القبلية 16.26 ± 290.43 ث بينما تحسنت نتائج القياسات البعدية ووصلت الي 16.64 ± 286.43 ث (٢: ٣٥٧)

ويري الباحثان انه كمؤشر للياقة الهوائية، تتأثر السرعة الحرجة بالمسافات الطويلة ووحدات التدريب التي تعتمد بشكل أساسي علي المكونات الهوائية كالتحمل وربما تكون هذه الحقيقة مسؤولة عن الزيادة في السرعة الحرجة بعد التدريب ، والتي شهدت انخفاضًا كبيرًا في سباقات السرعة المتوسطة والطويلة للسباحين نتيجة لتعرض المجموعة التجريبية الي التدريب وفقا للسرعة الحرجة وتعرض المجموعة الضابطة الي البرامج التقليدية. كما تتماشى نتائج بالبحث الحالي مع التوصيات المتعلقة بالسرعة الحرجة وتقترح استخدامها كمؤشر للقدرة الهوائية لدى السباحين Dekerle, Jeanne, et al., (2005) (9); Toubekis, A. G., Tsami, A. P., & Tokmakidis, S. P. (2006) (35) ; Wakayoshi, Kohji, et al, (1993)(39) ، مع حساسية كافية لاكتشاف التغييرات التي يسببها التدريب. Dalamitros, Athanasios A., et al.(2015) (8)

ويمكن اعتبار السرعة الحرجة انها اقصي سرعة هوائية يمكن التدريب بها لفترة طويلة نوعا ما وبالتالي احداث تأثير ايجابي للتكيف الهوائي للسباحين والرياضيين. ومن خلال مناقشة وتفسير نتائج الفرض الثاني يتضح انه قد تحقق اجرائيا من خلال النتائج المطروحة.

الاستنتاجات:

استناداً إلى ما تشير إليه نتائج التحليل الإحصائي للبيانات أمكن التوصل إلى الاستنتاجات التالية:

١- تقنين احمال التدريب وفقا للسرعة الحرجة للمجموعة التجريبية أدي الي تحسن في جميع المتغيرات البدنية والمتمثلة في (السرعة، تحمل السرعة، التحمل)، كما أدي الي تحسن في مستوي الإنجاز الرقمي ٤٠٠م، كما ساهم البرنامج التقليدي للفريق الي تحسن في جميع المتغيرات البدنية والمتمثلة في (السرعة، تحمل السرعة، التحمل)، وساهم أيضا في تحسن مستوي الإنجاز الرقمي ٤٠٠م،

٢- تقنين احمال التدريب وفقا للسرعة الحرجة للمجموعة التجريبية مقارنة بالأحمال التدريبية للمجموعة الضابطة ادي الي تحسن واضح في متغير التحمل ومتغير مستوي الإنجاز الرقمي للمجموعة التجريبية الا انه لم يؤثر علي بعض المتغيرات البدنية (السرعة، تحمل السرعة)، ومستوي الإنجاز الرقمي عند مقارنة المجموعة التجريبية بالمجموعة الضابطة.

التوصيات:

في ضوء الاستنتاجات يوصى الباحثان بما يلى:

١- تطبيق تقنين احمال التدريب وفقا للسرعة الحرجة لكونه طريقة تدريبية فعالة لإحداث تكيف وتحسن واضح في المتغيرات البدنية ومستوي الإنجاز الرقمي لسباق ٤٠٠ م سباحة حرة للسباحين الناشئين.

٢- اجراء المزيد من البحوث اعتماداً علي السرعة الحرجة لأنواع اخري من السباحة ولمسافات اخري، ولأنشطة رياضية اخري فردية وجماعية ومراحل تدريبية وعمرية مختلفة.

٣- اجراء المزيد من البحوث اعتماداً علي السرعة الحرجة اللاهوائية لأنواع اخري من السباحة ولمسافات قصيرة، ولأنشطة رياضية اخري فردية وجماعية ومراحل تدريبية وعمرية مختلفة.

٤- اجراء المزيد من البحوث اعتماداً علي السرعة الحرجة باستخدام قياسات فسيولوجية مختلفة.

المراجع:

١. **ريسان خريبط، أبو العلا احمد عبد الفتاح(٢٠١٦م):** التدريب الرياضي، مركز الكتاب للنشر، الطبعة الاولي، القاهرة.

2. Aspenes, S., Kjendlie, P. L., Hoff, J., & Helgerud, J. (2009). Combined strength and endurance training in competitive swimmers. *Journal of sports science & medicine*, *8*(3), 357.
3. Bassett, D. R., & Howley, E. T. (2000). Limiting factors for maximum oxygen uptake and determinants of endurance performance. *Medicine and science in sports and exercise*, *32*(1), 70-84.
4. Billat, L. V. (2001). Interval training for performance: a scientific and empirical practice. *Sports medicine*, *31*(1), 13-31.
5. Botonis, P. G., Toubekis, A. G., Terzis, G. D., Geladas, N. D., & Platanou, T. I. (2019). Effects of Concurrent Strength and High-Intensity Interval Training on Fitness and Match Performance in Water-Polo Players. *Journal of Human Kinetics*, *67*(1), 175-184.
6. Burnley, M., & Jones, A. M. (2007). Oxygen uptake kinetics as a determinant of sports performance. *European Journal of Sport Science*, *7*(2), 63-79.
7. Clark, I. E., West, B. M., Reynolds, S. K., Murray, S. R., & Pettitt, R. W. (2013). Applying the critical velocity model for an off-season interval training program. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, *27*(12), 3335-3341.
8. Dalamitros, A. A., Fernandes, R. J., Toubekis, A. G., Manou, V., Loupos, D., & Kellis, S. (2015). Is speed reserve related to critical speed and anaerobic distance capacity in swimming?. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, *29*(7), 1830-1836.

9. Dekerle, J., Pelayo, P., Clipet, B., Depretz, S., Lefevre, T., & Sidney, M. (2005). Critical swimming speed does not represent the speed at maximal lactate steady state. *International journal of sports medicine*, *26*(07), 524-530.
10. Denadai, B. S., Greco, C. C., & Teixeira, M. (2000). Blood lactate response and critical speed in swimmers aged 10–12 years of different standards. *Journal of sports Sciences*, *18*(10), 779-784.
11. Fukuba, Y., & Whipp, B. J. (1999). A metabolic limit on the ability to make up for lost time in endurance events. *Journal of Applied Physiology*, *87*(2), 853-861.
12. Garrido, N., Marinho, D. A., Reis, V. M., van den Tillaar, R., Costa, A. M., Silva, A. J., & Marques, M. C. (2010). Does combined dry land strength and aerobic training inhibit performance of young competitive swimmers?. *Journal of sports science & medicine*, *9*(2), 300.
13. Hill, D. W., Poole, D. C., & Smith, J. C. (2002). The relationship between power and the time to achieve VO~ 2~ m~ a~ x. *Medicine and science in sports and exercise*, *34*(4), 709-714.
14. Jones, A. M., Burnley, M., Black, M. I., Poole, D. C., & Vanhatalo, A. (2019). The maximal metabolic steady state: redefining the 'gold standard'. *Physiological reports*, *7*(10), e14098.
15. Jones, A. M., Vanhatalo, A., Burnley, M., Morton, R. H., & Poole, D. C. (2010). Critical power: implications for determination of VO2max and exercise tolerance. *Med Sci Sports Exerc*, *42*(10), 1876-90.
16. Junior, E. B., Aidar, F. J., de Souza, R. F., de Matos, D. G., Camara, M. B., Gomes, A. A. B., ... & Garrido, N. D. (2016). Swimming

performance evaluation in athletes submitted to different types of strength training. *Journal of Exercise Physiologyonline*, *19*(6).

17. Liao, T. (2008, January). Tactics analysis on women swimming athletes in the 800m freestyle swimming race using speed coefficient theory. In *First International Workshop on Knowledge Discovery and Data Mining (WKDD 2008)* (pp. 453-456). IEEE.
18. Machado, M. V., Borges, J. P., Galdino, I. S., Cunha, L., Sá Filho, A. S., Soares, D. C., & Junior, O. A. (2019). Does critical velocity represent the maximal lactate steady state in youth swimmers?. *Science & Sports*, *34*(3), e209-e215.
19. Machado, M. V., Junior, O. A., Marques, A. C., Colantonio, E., Cyrino, E. S., & De Mello, M. T. (2011). Effect of 12 weeks of training on critical velocity and maximal lactate steady state in swimmers. *European Journal of Sport Science*, *11*(3), 165-170.
20. Marinho, D. A., Barbosa, T. M., Silva, A. J., & Neiva, H. P. (2012). Applying anaerobic critical velocity in non-elite swimmers. *International Journal of Swimming Kinetics*, *1*(1), 33-50.
21. Morton, R. H., & Billat, L. V. (2004). The critical power model for intermittent exercise. *European journal of applied physiology*, *91*(2), 303-307.
22. Pettitt, R. W. (2012). Using scatterplots to teach the critical power concept. *Advances in Physiology Education*, *36*(2), 172-175.
23. Pettitt, R. W., Placek, A. M., Clark, I. E., Jamnick, N. A., & Murray, S. R. (2015). Sensitivity of prescribing high-intensity, interval training using the critical power concept. *International Journal of Exercise Science*, *8*(3), 1.
24. Peyrebrune, M. C., Toubekis, A. G., Lakomy, H. K. A., & Nevill, M. E. (2014). Estimating the energy contribution during single and

repeated sprint swimming. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, *24*(2), 369-376.

25. POOLE, D. C., WARD, S. A., GARDNER, G. W., & WHIPP, B. J. (1988). Metabolic and respiratory profile of the upper limit for prolonged exercise in man. *Ergonomics*, *31*(9), 1265-1279.
26. Ribeiro, L. F. P., Lima, M. C. S., & Gobatto, C. A. (2010). Changes in physiological and stroking parameters during interval swims at the slope of the d–t relationship. *Journal of Science and Medicine in Sport*, *13*(1), 141-145.
27. Rinehardt, K. F., Kraemer, R. R., Gormely, S., & Colan, S. (1991). Comparison of maximal oxygen uptakes from the tethered, the 183- and 457-meter unimpeded supramaximal freestyle swims. *International journal of sports medicine*, *12*(01), 6-9.
28. Rodriguez, E. (2000). Maximal oxygen uptake and cardiorespiratory response to maximal 400-m free swimming. *J Sports Med Phys Fitness*, *40*, 87-95.
29. Rodriguez, F. A., Moreno, D., & Keskinen, K. L. (2003). Validity of a two-distance simplified testing method for determining critical swimming velocity. *Biomechanics and medicine in swimming IX. Saint-Etienne: University of Saint Etienne*, 385-90.
30. Schnitzler, C., Ernwein, V., & Chollet, D. (2007). Comparison of spatio-temporal, metabolic, and psychometric responses in recreational and highly trained swimmers during and after a 400-m freestyle swim. *International journal of sports medicine*, *28*(02), 164-171.
31. Scott, B. E., Burden, R., & Dekerle, J. (2020). Critical speed, D'and pacing in swimming: Reliability of a popular critical speed protocol applied to all four strokes.

32. Svedahl, K., & MacIntosh, B. R. (2003). Anaerobic threshold: the concept and methods of measurement. *Canadian journal of applied physiology*, *28*(2), 299-323.

33. Toubekis, A. G., & Tokmakidis, S. P. (2013). Metabolic responses at various intensities relative to critical swimming velocity. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, *27*(6), 1731-1741.

34. Toubekis, A. G., Peyrebrune, M. C., Lakomy, H. K., & Nevill, M. E. (2008). Effects of active and passive recovery on performance during repeated-sprint swimming. *Journal of sports sciences*, *26*(14), 1497-1505.

35. Toubekis, A. G., Tsami, A. P., & Tokmakidis, S. P. (2006). Critical velocity and lactate threshold in young swimmers. *International Journal of Sports Medicine*, *27*(02), 117-123.

36. Toubekis, A. G., Vasilaki, A., Douda, H., Gourgoulis, V., & Tokmakidis, S. (2011). Physiological responses during interval training at relative to critical velocity intensity in young swimmers. *Journal of Science and Medicine in Sport*, *14*(4), 363-368.

37. Tsalis, G., Toubekis, A. G., Michailidou, D., Gourgoulis, V., Douda, H., & Tokmakidis, S. P. (2012). Physiological responses and stroke-parameter changes during interval swimming in different age-group female swimmers. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, *26*(12), 3312-3319.

38. Vanhatalo, A., Doust, J. H., & Burnley, M. (2008). A 3-min all-out cycling test is sensitive to a change in critical power. *Medicine and science in sports and exercise*, *40*(9), 1693-1699.

39. Wakayoshi, K., Yoshida, T., Udo, M., Harada, T., Moritani, T., Mutoh, Y., & Miyashita, M. (1993). Does critical swimming velocity

represent exercise intensity at maximal lactate steady state?. *European journal of applied physiology and occupational physiology*, *66*(1), 90-95.

40. Weltman, A., Snead, D., Stein, P., Seip, R., Schurrer, R., Rutt, R., & Weltman, J. (1990). Reliability and validity of a continuous incremental treadmill protocol for the determination of lactate threshold, fixed blood lactate concentrations, and VO2max. *International journal of sports medicine*, *11*(01), 26-32.