وقائع المؤتمر العلمي السنوي الثالث لكلية التربية الاساسية
في مجال العلوم الصرفة والموسوم:
(مؤتمر كلية التربية الاساسية في مجال العلوم الصرفة)
وتحت شعار
(بالعلوم الصرفة نبني واقعا معرفيا متجددا)
يومي الاحد والاثنين 21-2026/6/22

دراسة مقارنة بين التدريب في الواقع الافتراضي والتدريب الميداني بالاستجابات الفسيولوجية والتوافق العصبي العضلي لدى عدائي المسافات القصيرة

م.م نور موسى ابراهيم [1]
شعبه النشاطات الطلابيه
07713402036

مستخلص البحث:
هدفت هذه الدراسة إلى التعرف على تأثير كل من التدريب في الواقع الافتراضي والتدريب الميداني بالاستجابات الفسيولوجية والتوافق العصبي العضلي لدى عدائي المسافات القصيرة. استخدم الباحث المنهج التجريبي بتصميم المجموعتين المتكافئتين مع القياس القبلي والبعدي. شملت عينة البحث مجموعتين؛ الأولى خضعت لبرنامج تدريب ميداني، والثانية لبرنامج تدريب باستخدام الواقع الافتراضي. تم قياس مجموعة من المتغيرات الفسيولوجية مثل معدل ضربات القلب، والحد الأقصى لاستهلاك الأوكسجين (VO2max)، وتركيز اللاكتات، بالإضافة إلى متغيرات التوافق العصبي العضلي مثل زمن رد الفعل، والسرعة، والقفز العمودي.أظهرت النتائج تفوق التدريب الميداني في تحسين المتغيرات الفسيولوجية نتيجة الحمل البدني المباشر، في حين حقق التدريب في الواقع الافتراضي تحسنًا أكبر في التوافق العصبي العضلي، خاصة في زمن رد الفعل. وتستنتج الدراسة أن الأداء الرياضي الأمثل يتحقق من خلال التكامل بين التكيفات الفسيولوجية والعصبية، مما يستدعي دمج التدريب الميداني والافتراضي في البرامج التدريبية.

الكلمات المفتاحية: الواقع الافتراضي، التدريب الرياضي، الاستجابات الفسيولوجية، التوافق العصبي-العضلي.

1- المقدمة:

شهد مجال التدريب الرياضي خلال العقود الأخيرة تطورًا نوعيًا متسارعًا نتيجة التقدم العلمي في علوم الحركة والتكنولوجيا الحيوية والأنظمة الرقمية، الأمر الذي أدى إلى ظهور أساليب تدريبية حديثة تجاوزت المفهوم التقليدي القائم على الأداء البدني المباشر فقط. ومن أبرز هذه التطورات إدخال تقنيات الواقع الافتراضي (Virtual Reality) في البرامج التدريبية الرياضية، حيث أصبحت هذه التقنية تُستخدم بشكل متزايد في محاكاة البيئات التنافسية وتطوير القدرات الإدراكية والحركية للرياضيين (Slater, 2016).

إن أهمية هذا التطور تكمن في كونه لم يعد يقتصر على الجانب الترفيهي أو التعليمي، بل أصبح يُوظف بشكل علمي داخل وحدات التدريب الرياضي بهدف تحسين الأداء المهاري والوظيفي. إذ تشير الأدبيات الحديثة إلى أن الواقع الافتراضي قادر على تعزيز التفاعل العصبي الحركي من خلال تقديم محفزات بصرية وسمعية عالية الدقة، مما يؤدي إلى تنشيط القشرة الحركية في الدماغ وتحسين سرعة الاستجابة(Faure, 2020) .وفي المقابل، لا يزال التدريب الميداني التقليدي يحتفظ بمكانته الأساسية في تطوير الأداء الرياضي، لكونه يعتمد على الأحمال البدنية الحقيقية التي تُحدث تكيفات فسيولوجية مباشرة في أجهزة الجسم المختلفة، مثل الجهازين الدوري والتنفسي، إضافة إلى تحسين كفاءة الأنظمة الطاقوية، وخاصة النظام اللاهوائي الفوسفاتي المسؤول عن إنتاج الطاقة السريعة في سباقات السرعة (عبدالفتاح، 2012).وتُعد فعاليات العدو القصير من أكثر الأنشطة الرياضية التي تتطلب درجة عالية من التكامل بين القدرات العصبية والعضلية، إذ يعتمد الأداء فيها على سرعة انتقال الإشارات العصبية، ودقة التوافق بين العضلات العاملة والمضادة، بالإضافة إلى كفاءة إنتاج القوة في زمن قصير جدًا. لذلك فإن أي تطور في هذه العناصر ينعكس بشكل مباشر على الإنجاز الرقمي للعداء (Schmidt, 2014).ومن هنا تظهر الإشكالية العلمية المتعلقة بمدى قدرة التدريب في الواقع الافتراضي على إحداث تكيفات وظيفية مشابهة أو مكملة لتلك الناتجة عن التدريب الميداني، خصوصًا في الجوانب الفسيولوجية والعصبية العضلية. فبينما يركز التدريب الميداني على تطوير "القدرة الإنتاجية للطاقة"، يركز التدريب الافتراضي على "سرعة المعالجة العصبية واتخاذ القرار".وبناءً على ذلك، تأتي أهمية هذه الدراسة في محاولة تقديم تحليل علمي مقارن بين هذين النوعين من التدريب، بهدف تحديد مدى تأثير كل منهما بالاستجابات الفسيولوجية والتوافق العصبي العضلي لدى عدائي المسافات القصيرة، بما يسهم في تطوير أساليب تدريب أكثر كفاءة وتكاملًا.وعلى الرغم من التطور الكبير في استخدام التقنيات الحديثة في المجال الرياضي، إلا أن توظيف الواقع الافتراضي في تدريب عدائي المسافات القصيرة لا يزال محدودًا من حيث الدراسات التطبيقية التي تجمع بين التحليل الفسيولوجي والعصبي-العضلي ضمن تصميم تجريبي مقارن. وتكمن خصوصية هذه الدراسة في كونها تسعى إلى الربط المباشر بين استخدام الواقع الافتراضي كأداة تدريبية حديثة، وبين تأثيره المتكامل على الاستجابات الفسيولوجية والتوافقات العصبية-العضلية لدى عدائي المسافات القصيرة، وهي من الفعاليات التي تتطلب دقة عالية في سرعة الاستجابة والتحكم الحركي. كما تتميز هذه الدراسة بتطبيق بيئة واقع افتراضي تفاعلية مقترنة بجهاز جري فعلي، مما يتيح الجمع بين الحمل البدني الحقيقي والتحفيز العصبي الإدراكي، الأمر الذي يعزز من القيمة التطبيقية للبحث في المجال التدريبي الحديث.

2- مشكلة البحث:

لوحظ في السنوات الأخيرة وجود تذبذب واضح في مستويات أداء عدائي المسافات القصيرة، حيث يعاني بعض العدائين من ضعف في تحقيق الاستجابة السريعة عند الانطلاق، إضافة إلى انخفاض الكفاءة البدنية في الحفاظ على السرعة خلال مراحل السباق. ويرتبط هذا التذبذب بوجود قصور في التكامل بين الجانبين الفسيولوجي والعصبي-العضلي، إذ يركز التدريب التقليدي في كثير من الأحيان

على تطوير القدرات البدنية دون إعطاء الاهتمام الكافي للجوانب العصبية المرتبطة بسرعة الاستجابة والتوافق الحركي.

وفي المقابل، ظهرت تقنيات حديثة مثل التدريب في الواقع الافتراضي التي تهدف إلى تحسين الاستجابات العصبية والإدراكية، إلا أن استخدامها في المجال التطبيقي لا يزال محدودًا، كما أن تأثيرها مقارنة بالتدريب الميداني لم يُحسم بشكل واضح، خصوصًا فيما يتعلق بمدى قدرتها على إحداث تكيفات فسيولوجية حقيقية. ومن هنا تبرز مشكلة البحث في وجود تباين في أساليب التدريب المستخدمة، وعدم وضوح أيها أكثر فاعلية في معالجة ضعف الأداء لدى عدائي المسافات القصيرة، سواء من الناحية الفسيولوجية أو العصبية-العضلية (عبدالرحمن، 2016).

لذلك يسعى هذا البحث إلى دراسة تأثير كل من التدريب الميداني والتدريب في الواقع الافتراضي، من أجل تحديد أيهما يسهم بشكل أكبر في تحسين أداء عدائي المسافات القصيرة.

3- أهداف البحث:

يسعى هذا البحث إلى تحقيق مجموعة من الأهداف العلمية الدقيقة، أهمها:

أ. التعرف على الفروق بين التدريب في الواقع الافتراضي والتدريب الميداني في الاستجابات الفسيولوجية لدى عدائي المسافات القصيرة.

ب.التعرف على الفروق بين التدريب في الواقع الافتراضي والتدريب الميداني في التوافق العصبي العضلي لدى عدائي المسافات القصيرة.

4- فرضيات البحث:

أ. توجد فروق ذات دلالة إحصائية بين مجموعة التدريب الميداني ومجموعة التدريب في الواقع الافتراضي في الاستجابات الفسيولوجية لدى عدائي المسافات القصيرة.

ب.توجد فروق ذات دلالة إحصائية بين مجموعة التدريب الميداني ومجموعة التدريب في الواقع الافتراضي في التوافقات العصبية-العضلية لدى عدائي المسافات القصيرة.

5- الإطار النظري والدراسات السابقة

5.1- التدريب الرياضي الحديث(Modern Sports Training)

يُعد التدريب الرياضي الحديث عملية علمية منظمة تهدف إلى تطوير القدرات البدنية والوظيفية والنفسية للرياضيين من خلال استخدام أساليب تعتمد على أسس فسيولوجية وبيوميكانيكية دقيقة. وقد تطور مفهوم التدريب من مجرد تكرار للتمارين إلى منظومة متكاملة تشمل التحليل الحركي، والاستجابة العصبية، والتكيفات الفسيولوجية (عبدالفتاح، 2012).

ويؤكد المختصون أن نجاح العملية التدريبية يعتمد على مدى قدرة البرنامج التدريبي على إحداث توازن بين:

أ. الحمل التدريبي

ب.الاستشفاء

ت.التكيف الوظيفي

5.2- التدريب في الواقع الافتراضي (Virtual Reality Training)

يمثل التدريب في الواقع الافتراضي أحد أحدث التطبيقات التكنولوجية في المجال الرياضي، حيث يعتمد على إنشاء بيئة رقمية تفاعلية تحاكي الواقع بدرجة عالية من الدقة، مما يسمح للرياضي بالتفاعل الحركي دون وجود حمل بدني مباشر كبير (طلحة، 2010).

تشير الدراسات إلى أن هذا النوع من التدريب يؤثر بشكل مباشر على:

أ. القشرة الحركية في الدماغ

ب.سرعة معالجة المعلومات الحسية

ت.دقة اتخاذ القرار الحركي

وقد أوضح (Slater, 2016) أن الواقع الافتراضي يعزز ما يُعرف بـ الاندماج الإدراكي (Immersion)، والذي يؤدي إلى زيادة ارتباط الدماغ بالمثيرات الحركية، وبالتالي تحسين الاستجابة العصبية. كما بينت دراسة (Faure, 2020) أن التدريب الافتراضي يمكن أن يرفع من كفاءة الأداء العصبي الحركي دون الحاجة إلى إجهاد عضلي مرتفع، مما يجعله مناسبًا لتطوير مهارات التوافق ورد الفعل.

5.3- التدريب الميداني (Traditional Training)

يعتمد التدريب الميداني على الأداء البدني المباشر داخل بيئة تدريبية حقيقية، ويُعد الأساس في تطوير الصفات البدنية مثل القوة، السرعة، والتحمل (جابر، 2019)، ويتميز هذا النوع من التدريب بأنه:

أ. يُحدث إجهادًا فسيولوجيًا مباشرًا

ب.يرفع من كفاءة الجهاز القلبي التنفسي

ت.يطور الأنظمة الطاقوية (خصوصًا اللاهوائية)

وقد أكد (Schmidt, 2014) أن التكيفات الفسيولوجية الناتجة عن التدريب الميداني تعتمد على مبدأ الحمل الزائد(Overload Principle) ، والذي يُعد الأساس في تطوير الأداء الرياضي.

5.4- الاستجابات الفسيولوجية في الرياضة

تشمل الاستجابات الفسيولوجية التغيرات التي تحدث داخل الجسم نتيجة الأداء الرياضي، ومن أهمها:

أ. معدل ضربات القلب(Heart Rate)

ب.الحد الأقصى لاستهلاك الأوكسجين(VO2max)

ت.تراكم حمض اللاكتيك(Lactate Accumulation)

وتُعد هذه المؤشرات أدوات رئيسية لتقييم كفاءة التدريب الرياضي، إذ تعكس قدرة الجسم على التكيف مع الجهد البدني (حسانين، 2015). وتُعد العتبة اللاكتاتية (Lactate Threshold) من أهم المؤشرات الفسيولوجية التي تعكس قدرة الرياضي على الأداء عند شدات عالية دون تراكم مفرط لحمض اللاكتيك.

5.5- التوافق العصبي العضلي (Neuromuscular Coordination)

يُعد التوافق العصبي العضلي من أهم العناصر الحاسمة في الأداء الرياضي، خصوصًا في فعاليات السرعة. وهو يمثل العلاقة بين الجهاز العصبي والعضلات العاملة لتنفيذ حركة دقيقة وسريعة (البيك، 2014)، ويتضمن هذا التوافق:

أ. سرعة انتقال الإشارة العصبية

ب. دقة تجنيد الوحدات الحركية

ت. التنسيق بين العضلات المتقابلة

ث. التحكم في زمن الانقباض والانبساط

ويشير (Schmidt, 2014) إلى أن تحسين الأداء الحركي لا يعتمد فقط على القوة العضلية، بل على كفاءة النظام العصبي في التحكم بهذه القوة.

5.6- الدراسات السابقة

أ. دراسات عربية

- أوضح (عبدالفتاح، 2012) أن التدريب الميداني يؤدي إلى تحسين واضح في القدرات الفسيولوجية نتيجة التكيف مع الحمل التدريبي.
- بيّن (حسن، 2018) أن تطوير الأداء الرياضي يرتبط بشكل كبير بكفاءة الأنظمة العصبية والعضلية في التحكم بالحركة.
- أشار (حسانين، 2015) إلى أهمية القياس الفسيولوجي في تقييم فعالية البرامج التدريبية.

ب. دراسات أجنبية

- دراسة (Slater, 2016) أكدت أن الواقع الافتراضي يعزز التفاعل العصبي الحركي ويزيد من سرعة المعالجة الإدراكية.
- دراسة (Faure, 2020) أوضحت أن VR يطور الأداء العصبي العضلي دون الحاجة إلى إجهاد بدني عالي.
- دراسة(Millet, 2011) بينت أن الأداء في السرعة يرتبط ارتباطًا وثيقًا بالتعب العصبي العضلي.
- دراسة (Schmidt, 2014) أكدت أن التعلم الحركي يعتمد على التكامل بين الجهاز العصبي والعضلي وليس القوة فقط.

5.7- تحليل الدراسات السابقة:

من خلال مراجعة الدراسات السابقة، يمكن ملاحظة ما يلي:

أ. وجود تركيز واضح على التدريب الميداني من الناحية الفسيولوجية.

ب. اهتمام متزايد بالتدريب الافتراضي من الناحية العصبية.

ت. نقص في الدراسات التي تجمع بين:

- المتغيرات الفسيولوجية

- والمتغيرات العصبية العضلية
- ضمن مقارنة تجريبية مباشرة

6- منهجية البحث:

6.1- منهج البحث

اعتمد الباحث المنهج التجريبي ذو التصميم ذو المجموعتين المتكافئتين–(Two Groups Pretest Posttest Design)، وذلك لملاءمته طبيعة مشكلة البحث التي تتطلب مقارنة تأثير متغيرين مستقلين (التدريب الميداني والتدريب في الواقع الافتراضي) على متغيرات تابعة متعددة (فسيولوجية وعصبية عضلية).ويُعد هذا المنهج من أكثر المناهج دقة في البحوث الرياضية، لأنه يسمح بعزل تأثير المتغير المستقل والتحكم بالعوامل الدخيلة قدر الإمكان، مما يزيد من قوة الاستنتاج العلمي (Thomas, 2015).

6.2- مجتمع البحث وعينته:

تكوّن مجتمع البحث من عدائي المسافات القصيرة المسجلين في (فريق ألعاب القوى التابع لوزارة الشباب والرياضة)، والذين يخضعون لإشراف الجهاز التدريبي الخاص بالفريق.

أما عينة البحث فقد تم اختيارها بالطريقة العمدية من نفس المجتمع، وبلغ عددها (40) عداءً، تم توزيعهم عشوائيًا إلى مجموعتين متساويتين، بواقع (20) عداءً لكل مجموعة، حيث خضعت المجموعة الأولى لبرنامج التدريب الميداني، في حين خضعت المجموعة الثانية لبرنامج التدريب في الواقع الافتراضي. وقد تم اختيار العينة من نفس الفريق لضمان التجانس في المستوى التدريبي والخبرة، وكذلك لتوحيد ظروف التدريب والإشراف الفني.

6.3- تجانس وتكافؤ العينة

تم التحقق من تجانس أفراد عينة البحث في المتغيرات الأساسية (العمر، الطول، الكتلة، والعمر التدريبي) باستخدام معامل الالتواء(Skewness) ، حيث أظهرت القيم وقوعها ضمن المدى (±1)، مما يدل على أن البيانات تتبع التوزيع الطبيعي. كما تم اختبار تكافؤ المجموعتين في القياسات القبلية للمتغيرات قيد الدراسة باستخدام اختبار (T-test) للعينات المستقلة، حيث لم تظهر فروق ذات دلالة إحصائية بين المجموعتين، مما يشير إلى تكافؤهما قبل تطبيق البرنامج التدريبي.

جدول (1): يبين تجانس عينة البحث في المتغيرات الأساسية

المتغير	الوسط الحسابي	الانحراف المعياري	معامل الالتواء
العمر	20.5	1.2	0.35
الطول	175	5.3	-0.22
الكتلة	68	6.1	0.40
العمر التدريبي	3.5	1.0	-0.15

جدول (2): يبين تكافؤ المجموعتين في القياسات القبلية

المتغير	المجموعة	الوسط	الانحراف	T	الدلالة
VO2max	الميداني	48.5	2.1	0.45	غير دال
VO2max	الافتراضي	48.1	2.0	-	-
رد الفعل	الميداني	0.32	0.03	0.38	غير دال
رد الفعل	الافتراضي	0.33	0.04	-	-

وهذا يدل على أن الفروق التي ظهرت في القياسات البعدية تعود إلى تأثير البرنامج التدريبي وليس لعوامل عشوائية.

6.4- متغيرات البحث

6.4.1- المتغير المستقل

أ. التدريب في الواقع الافتراضي

ب. التدريب الميداني

6.4.2. المتغيرات التابعة

أ. المتغيرات الفسيولوجية:

- معدل ضربات القلب(Heart Rate)
- الحد الأقصى لاستهلاك الأوكسجين(VO2max)
- تركيز حمض اللاكتات(Blood Lactate)

ب.المتغيرات الحركية والعصبية-العضلية:

- زمن رد الفعل (Reaction Time): يمثل سرعة الاستجابة العصبية للمثيرات، ويعد مؤشرًا على كفاءة الجهاز العصبي المركزي.
- اختبار السرعة (30 متر): يقيس القدرة على التسارع والسرعة الانتقالية، ويعكس التكامل بين الجهاز العصبي والعضلي.
- القفز العمودي (CMJ): يقيس القوة الانفجارية للعضلات، والتي ترتبط بكفاءة التنسيق العصبي-العضلي.

6.5- أدوات البحث

تم استخدام مجموعة من الأجهزة والاختبارات العلمية الدقيقة، منها:

أ. جهاز قياس نبض القلب الإلكتروني

ب.جهاز تحليلVO2max

ت.جهاز قياس اللاكتات في الدم

ث.اختبار زمن رد الفعل الحاسوبي

ج. اختبار العدو 30 متر باستخدام بوابات ضوئية

ح. منصة قياس القفز العمودي Force Platform أوVertec

خ. جهاز جري ذكي متصل بنظام واقع افتراضي (VR Treadmill System)

6.6- البرنامج التدريبي

مدة البرنامج: 8 أسابيع تدريبية

عدد الوحدات: 3 وحدات تدريبية أسبوعيًا لكل مجموعة

أ. برنامج التدريب الميداني

يهدف هذا البرنامج إلى تطوير القدرات البدنية والفسيولوجية من خلال أحمال تدريبية مباشرة، ويشمل:

- تدريبات السرعة القصوى
- تدريبات الانطلاق السريع
- تمارين المقاومة العضلية
- تدريبات التحمل اللاهوائي
- فترات راحة منظمة بين التكرارات

ويعتمد هذا البرنامج على مبدأ الحمل الزائد التدريجي لضمان حدوث التكيفات الفسيولوجية المطلوبة (Buzzichelli, 2019).

ب.برنامج التدريب في الواقع الافتراضي

تم تنفيذ برنامج التدريب في الواقع الافتراضي ضمن الوحدة التدريبية باستخدام نظارات واقع افتراضي متصلة بجهاز جري ذكي، حيث أدى العداؤون الجري الفعلي داخل بيئة افتراضية تحاكي مضمار السباق. وتضمن البرنامج مجموعة من التمارين التطبيقية، منها:

- تدريبات الانطلاق السريع استجابةً لإشارات بصرية وسمعية داخل البيئة الافتراضية
- تدريبات الجري بسرعات متغيرة وفق سيناريوهات سباق افتراضية
- تمارين التوافق البصري-الحركي أثناء الجري
- مواقف تنافسية افتراضية تتطلب اتخاذ قرار حركي سريع

تم تنفيذ برنامج التدريب في الواقع الافتراضي باستخدام نظارات واقع افتراضي (VR) متصلة بجهاز جري ذكي (Treadmill) مزود بنظام محاكاة رقمية ثلاثي الأبعاد، حيث يتيح هذا النظام للعدائين أداء الجري الفعلي داخل بيئة افتراضية تحاكي مضمار السباق من حيث المسافة، والسرعة، والتدرج الزمني للحركة. وقد تم ربط سرعة العداء على جهاز الجري بشكل تفاعلي مع البيئة الافتراضية، بحيث تتغير المشاهد البصرية وفقًا لسرعة الأداء، مما يوفر تجربة تدريبية تجمع بين الحمل البدني الحقيقي والتحفيز العصبي الإدراكي. وبذلك فإن التدريب في الواقع الافتراضي في هذه الدراسة لم يقتصر على الحركات الإيمائية أو المحاكاة الذهنية، بل تضمن جهدًا بدنيًا فعليًا، الأمر الذي يسمح بإحداث استجابات فسيولوجية حقيقية، ويجعل المقارنة مع التدريب الميداني أكثر دقة وموضوعية.وتجدر الإشارة إلى أن التدريب في الواقع الافتراضي في هذه الدراسة لم يكن بديلاً كاملاً عن التدريب الميداني، بل تم تطبيقه كجزء من الوحدة التدريبية، حيث استمر العداؤون في أداء

التمارين البدنية الأساسية، في حين تم تخصيص جزء من الوحدة التدريبية لاستخدام بيئة الواقع الافتراضي. وبذلك فإن البرنامج التدريبي حافظ على الطابع الميداني للتدريب، مع إدخال تقنيات الواقع الافتراضي كوسيلة مساعدة لتطوير الجوانب العصبية والإدراكية، وليس كبديل عن التدريب البدني. وقد تم تنظيم زمن الوحدة التدريبية بحيث يجمع بين التدريب الميداني والتدريب الافتراضي وفق نسب مدروسة، لضمان عدم الإخلال بمستوى اللياقة البدنية للعدائين.

6.7- الاختبارات والقياسات

تم استخدام مجموعة من الاختبارات لقياس متغيرات البحث قبل وبعد تنفيذ البرنامج التدريبي، وكما يأتي:

أ. اختبار معدل ضربات القلب: باستخدام جهاز قياس نبض القلب مباشرة بعد الجهد.

ب.اختبارVO2max: باستخدام جهاز تحليل الغازات أثناء الجهد على جهاز الجري.

ت.اختبار تركيز اللاكتات: من خلال عينة دم شعيري بعد الأداء.

ث.اختبار زمن رد الفعل: باستخدام برنامج حاسوبي يقيس زمن الاستجابة للمثيرات البصرية.

ج. اختبار العدو 30 متر: لقياس السرعة باستخدام توقيت إلكتروني.

ح. اختبار القفز العمودي (CMJ): باستخدام منصة قياس القوة.

6.8- إجراءات البحث

تم إجراء الاختبارات القبلية على أفراد العينة قبل بدء البرنامج التدريبي، وذلك لتحديد المستوى الأولي للمتغيرات قيد الدراسة. بعدها تم تطبيق البرنامج التدريبي لمدة (8) أسابيع، بواقع (3) وحدات تدريبية أسبوعيًا لكل مجموعة. وبعد الانتهاء من البرنامج، تم إجراء الاختبارات البعدية باستخدام نفس الأدوات والظروف التي أجريت فيها الاختبارات القبلية، وذلك لضمان دقة المقارنة بين النتائج. وقد تم توحيد ظروف الاختبار من حيث الزمن والمكان والأدوات لجميع أفراد العينة.

6.9- التصميم الإحصائي للبحث

تم استخدام التصميم الإحصائي الآتي:

أ. اختبار T للعينات المرتبطة (Paired Samples T-test) للمقارنة بين القياس القبلي والبعدي داخل كل مجموعة.

ب.اختبار T للعينات المستقلة (Independent Samples T-test) للمقارنة بين المجموعتين في القياس البعدي.

ت.تحليل التباين الأحادي (One Way ANOVA) لتحديد الفروق الكلية بين المتغيرات.

ث.نسبة التحسن المئوية(Percentage of Improvement)

ج. حجم الأثر(Effect Size – Cohen's d)

6.10- مستوى الدلالة الإحصائية

تم اعتماد مستوى دلالة إحصائية ($\alpha \leq 0.05$) للحكم على معنوية الفروق بين النتائج.

وتم تفسير حجم الأثر (Cohen's d) وفقًا للمعايير الآتية:

(0.2 = تأثير صغير، 0.5 = تأثير متوسط، 0.8 فأكثر = تأثير كبير).

7- عرض النتائج وتحليلها

7.1- عرض نتائج المتغيرات الفسيولوجية

أ. معدل ضربات القلب (Heart Rate)

جدول (3): نتائج معدل ضربات القلب (نبضة/دقيقة) المقاسة باستخدام جهاز قياس نبض القلب الإلكتروني

المجموعة	القياس القبلي	القياس البعدي	قيمةT	الدلالة	حجم الأثر(d)
التدريب الميداني	190 ± 5.2	182 ± 4.8	3.91	دال	0.85 (كبير)
الواقع الافتراضي	189 ± 5.0	186 ± 4.9	1.45	غير دال	0.30 (صغير)

تم اعتماد مستوى دلالة ($\alpha \leq 0.05$)، حيث تشير قيمة الدلالة (Sig) الأقل من (0.05) إلى وجود فروق ذات دلالة إحصائية. ويتضح أن التدريب الميداني أدى إلى انخفاض أكبر في معدل ضربات القلب، مما يدل على تحسن الكفاءة القلبية-التنفسية نتيجة التكيف الفسيولوجي الناتج عن الحمل البدني المباشر (Buzzichelli, 2019).

ب. الحد الأقصى لاستهلاك الأوكسجين (VO2max)

جدول (4): نتائج VO2max (مل/كغم/دقيقة) المقاسة باستخدام جهاز تحليل الغازات

المجموعة	قبلي	بعدي	T	الدلالة	حجم الأثر
الميداني	48.5	53.2	4.21	دال	0.90 (كبير)
الافتراضي	48.1	50.3	2.10	دال	0.45 (متوسط)

التدريب الميداني حقق تطورًا أكبر في VO2max بسبب ارتباطه المباشر بنظام الطاقة الهوائي واللاهوائي.

ت. تركيز اللاكتات

جدول (5): نتائج تركيز اللاكتات (mmol/L) المقاسة من الدم الشعيري

المجموعة	قبلي	بعدي	T
الميداني	9.0	7.8	3.66
الافتراضي	8.9	8.4	1.12

يشير انخفاض تركيز اللاكتات لدى المجموعة التي خضعت للتدريب الميداني إلى تحسن في العتبة اللاكتاتية، مما يعكس قدرة أكبر على تأخير تراكم اللاكتات أثناء الجهد البدني، وبالتالي تحسين كفاءة الأداء اللاهوائي.

ث. تحليل التباين الأحادي:

جدول (6): تحليل التباين الأحادي بين المجموعتين

المتغير	F	Sig
VO2max	6.45	0.01
اللاكتات	7.10	0.00
رد الفعل	9.20	0.00

أظهرت نتائج تحليل التباين الأحادي وجود فروق ذات دلالة إحصائية بين المجموعتين في جميع المتغيرات، مما يدل على وجود تأثير عام لنوع التدريب المستخدم.

7.2- نتائج التوافق العصبي العضلي

أ. زمن رد الفعل (Reaction Time)

جدول (7): نتائج زمن رد الفعل.

المجموعة	قبلي	بعدي	T	حجم الاثر
الميداني	0.32ث	0.28ث	2.45	0.50(متوسط)
الافتراضي	0.33ث	0.23ث	5.88	1.20 (كبير جدًا)

الواقع الافتراضي تفوق بشكل واضح في تقليل زمن رد الفعل بسبب التحفيز البصري العصبي السريع (Slater, 2016).

ب.اختبار العدو 30 متر

جدول (8): نتائج اختبار العدو 30 متر

المجموعة	قبلي	بعدي	T
الميداني	4.22	4.05	3.12
الافتراضي	4.21	4.08	1.90

التدريب الميداني كان أكثر تأثيرًا على السرعة الحركية الفعلية بسبب تطوير القوة العضلية.

ت.القفز العمودي(CMJ)

جدول (9): نتائج القفز العمودي.

المجموعة	قبلي	بعدي	T
الميداني	41سم	46سم	4.10
الافتراضي	42سم	44سم	2.00

القوة الانفجارية تطورت بشكل أكبر في التدريب الميداني نتيجة التحميل العضلي المباشر.

7.3- المقارنة بين المجموعتين (Independent T-test)

جدول (10): نتائج المقارنة بين المجموعتين (Independent T-test).

المتغير	الأفضل	T	الدلالة
VO2max	الميداني	2.98	دال
اللاكتات	الميداني	3.11	دال
رد الفعل	الافتراضي	5.42	دال
السرعة	الميداني	2.65	دال
القفز	الميداني	3.80	دال

7.4- نسبة التحسن المئوية

جدول (11): نتائج نسبة التحسن المئوية.

المتغير	الميداني %	الافتراضي%
VO2max	9.7%	4.5%
رد الفعل	12.5%	31.2%
السرعة	4.1%	3.0%
القفز	12.0%	5.0%

7.5- التحليل العام للنتائج:

توضح النتائج أن هناك تباينًا واضحًا بين تأثير التدريب الميداني والتدريب في الواقع الافتراضي، إذ تفوق التدريب الميداني في المتغيرات الفسيولوجية مثل VO2max ومعدل ضربات القلب واللاكتات، ويعود ذلك إلى طبيعة الحمل البدني المباشر الذي يؤدي إلى تكيفات جهازية حقيقية في الجهازين الدوري والتنفسي. في المقابل، أظهر التدريب في الواقع الافتراضي تفوقًا واضحًا في زمن رد الفعل، مما يشير إلى دوره الفاعل في تحسين المعالجة العصبية وسرعة الاستجابة الحركية، وهو ما يتفق مع ما أشار إليه (Faure, 2020) من أن الواقع الافتراضي يعزز التمثيل العصبي للحركة دون إجهاد عضلي.وبالإضافة إلى الدلالة الإحصائية، تم حساب حجم الأثر (Cohen's d) لتحديد القوة العملية للفروق بين القياسات، حيث أظهرت النتائج أن التدريب الميداني حقق أحجام أثر كبيرة في المتغيرات الفسيولوجية، مما يدل على تأثير عملي قوي، في حين أظهر التدريب في الواقع الافتراضي حجم أثر كبير جدًا في متغير زمن رد الفعل، مما يؤكد فعاليته العالية في تطوير التوافق العصبي العضلي.وعلى الرغم من أن اختبار (T) يحدد دلالة الفروق إحصائيًا، إلا أن نسبة التحسن تعطي مؤشرًا عمليًا على مقدار التغير الذي حدث نتيجة البرنامج التدريبي، مما يسهم في تفسير النتائج من الناحية التطبيقية، وليس الإحصائية فقط.

8- المناقشة

8.1- مناقشة نتائج المتغيرات الفسيولوجية

أظهرت نتائج الدراسة تفوقًا معنويًا للمجموعة التي خضعت للتدريب الميداني في متغيرات الحد الأقصى لاستهلاك الأوكسجين(VO2max) وانخفاض تركيز اللاكتات ومعدل ضربات القلب، ويمكن تفسير ذلك بالاعتماد على طبيعة التكيفات الفسيولوجية الناتجة عن التدريب البدني المنتظم .إذ يؤدي التدريب الهوائي واللاهوائي المرتبط بالجري الفعلي إلى حدوث تكيفات مركزية وطرفية، من أبرزها زيادة كفاءة الجهاز الدوري التنفسي، وتحسن قدرة العضلات على استخدام الأوكسجين، نتيجة زيادة كثافة الشعيرات الدموية وعدد الميتوكوندريا داخل الألياف العضلية، وهو ما ينعكس بشكل مباشر على ارتفاع VO2max (McArdle, 2015).

كما أن الانخفاض في تركيز اللاكتات يشير إلى تحسن العتبة اللاكتاتية، والتي تعكس قدرة الجسم على العمل عند شدة أعلى قبل بدء التراكم السريع للاكتات، ويُعزى ذلك إلى تحسن كفاءة الأنظمة الإنزيمية المسؤولة عن إنتاج الطاقة اللاهوائية وإعادة استخدام اللاكتات (Brooks, 2005) أما

انخفاض معدل ضربات القلب فيعكس تحسن الكفاءة القلبية، حيث يصبح القلب قادرًا على ضخ كمية أكبر من الدم في كل ضربة، مما يقلل الحاجة إلى زيادة عدد الضربات أثناء الجهد، وهو من التكيفات المعروفة نتيجة التدريب المنتظم (Powers, 2018). بذلك فإن تفوق التدريب الميداني في هذه المتغيرات يعود إلى كونه يعتمد على حمل بدني حقيقي ومستمر، وهو العامل الأساسي لإحداث التكيفات الفسيولوجية.

8.2- مناقشة نتائج التوافق العصبي العضلي

أظهرت نتائج الدراسة تحسنًا أكبر في زمن رد الفعل لدى مجموعة التدريب في الواقع الافتراضي مقارنة بالتدريب الميداني، ويمكن تفسير ذلك بطبيعة البيئة التدريبية الافتراضية. إذ توفر بيئة الواقع الافتراضي مثيرات حسية منظمة وموجهة، مما يقلل من المشتتات الخارجية ويسمح بتركيز الانتباه على الإشارة الحركية، وهو ما يؤدي إلى تسريع مراحل معالجة المعلومات داخل الجهاز العصبي، والتي تشمل استقبال المثير، وتحليله، واتخاذ القرار، ثم تنفيذ الاستجابة الحركية (Schmidt, 2014).

كما أن التكرار العالي للمواقف الحركية داخل البيئة الافتراضية يسهم في تحسين ما يُعرف ببرمجة الحركة(Motor Programming) ، مما يقلل الزمن اللازم لإصدار الاستجابة، ويزيد من دقة الأداء. في المقابل، لم يظهر التدريب الميداني نفس المستوى من التحسن في زمن رد الفعل، ويرجع ذلك إلى أن التدريب التقليدي يركز بشكل أكبر على تطوير القوة والسرعة، دون عزل أو تركيز كافٍ على المثيرات الإدراكية. أما بالنسبة لاختبار السرعة والقفز العمودي، فقد أظهرت النتائج تفوقًا للتدريب الميداني، ويمكن تفسير ذلك بأن هذه المتغيرات تعتمد بشكل مباشر على القوة العضلية والتجنيد العصبي للألياف العضلية، وهي عناصر تتطور بشكل أفضل تحت تأثير الحمل البدني المباشر (Enoka, 2015).

8.3- تفسير الفروقات بين نوعي التدريب

تُظهر نتائج الدراسة أن نوع التكيف يعتمد على طبيعة الحمل التدريبي المستخدم، حيث إن التدريب الميداني أدى إلى تكيفات فسيولوجية واضحة نتيجة الاعتماد على الجهد البدني، في حين أن التدريب في الواقع الافتراضي كان أكثر تأثيرًا على سرعة المعالجة العصبية والاستجابة الحركية. ولا يمكن تعميم أن أحد النوعين أفضل بشكل مطلق، لأن كل منهما أثر في متغيرات مختلفة وفق طبيعة التمرين المستخدم، وهو ما يتضح من اختلاف نتائج المتغيرات بين المجموعتين.

8.4- التكامل بين التدريب الميداني والافتراضي

تشير النتائج إلى أن تحسين أداء عدائي المسافات القصيرة يتطلب تطوير أكثر من جانب وظيفي، إذ إن بعض عناصر الأداء ترتبط بالكفاءة الفسيولوجية مثل القدرة على تحمل الشدة، في حين ترتبط عناصر أخرى بسرعة الاستجابة واتخاذ القرار الحركي. وبناءً على ذلك، فإن اختلاف نتائج المجموعتين يعكس اختلاف طبيعة التأثير التدريبي، وليس تفوقًا مطلقًا لأحدهما، مما يدعم أهمية اختيار أسلوب التدريب وفق الهدف المراد تطويره.

9- الاستنتاجات

أظهرت نتائج الدراسة وجود فروق بين نوعي التدريب المستخدمين، حيث تفوقت مجموعة التدريب الميداني في المتغيرات الفسيولوجية مثل (VO2max) وانخفاض تركيز اللاكتات، في حين أظهرت مجموعة التدريب في الواقع الافتراضي تفوقًا في متغير زمن رد الفعل.

وتشير هذه النتائج إلى أن نوع التكيف الحاصل يرتبط بطبيعة التدريب المستخدم، إذ يسهم التدريب الميداني في تطوير الجوانب الفسيولوجية نتيجة الحمل البدني المباشر، بينما يسهم التدريب في الواقع الافتراضي في تحسين سرعة الاستجابة العصبية نتيجة طبيعة المثيرات المستخدمة.

وبناءً على ذلك، فإن اختلاف نتائج المتغيرات بين المجموعتين يعكس اختلاف تأثير كل نوع من التدريب، وليس تفوق أحدهما بشكل مطلق. مما يدل على أن تطوير أداء عدائي المسافات القصيرة قد يتأثر بأكثر من جانب وظيفي بحسب نوع التدريب المستخدم.

10- النموذج التدريبي المقترح (Proposed Training Model)

في ضوء النتائج التي توصلت إليها الدراسة، والتي أظهرت تفوق التدريب الميداني في تطوير المتغيرات الفسيولوجية، مقابل تفوق التدريب في الواقع الافتراضي في تطوير التوافق العصبي العضلي، يقترح الباحث نموذجًا تدريبيًا تكامليًا يجمع بين النوعين من التدريب بهدف تحقيق أقصى استفادة ممكنة في تطوير الأداء الرياضي لعدائي المسافات القصيرة.

ويعتمد هذا النموذج على توزيع الحمل التدريبي بنسبة (70%) للتدريب الميداني، و(30%) للتدريب في الواقع الافتراضي، حيث يخصص الجزء الأكبر لتطوير القدرات البدنية والفسيولوجية مثل القوة والسرعة والتحمل اللاهوائي، في حين يركز الجزء الخاص بالواقع الافتراضي على تحسين سرعة الاستجابة والتوافق العصبي العضلي من خلال المحاكاة الحركية والمثيرات الإدراكية.

ويُعد هذا النموذج إطارًا أوليًا يمكن للمدربين تطويره وتعديله وفقًا لمتطلبات كل مرحلة تدريبية، مما يسهم في تحقيق التكامل بين الجانبين الفسيولوجي والعصبي، وبالتالي تحسين الأداء الرياضي بشكل شامل.

جدول (12): النموذج التدريبي المقترح.

نوع التدريب	النسبة	الهدف	أمثلة
التدريب الميداني	70%	تطوير VO2max ، القوة، السرعة	عدو، مقاومة، انطلاق
الواقع الافتراضي	30%	تطوير رد الفعل والتوافق	محاكاة سباق، استجابة بصرية

ويمكن تطبيق هذا النموذج ضمن الوحدة التدريبية الأسبوعية أو الشهرية، بحيث يتم توزيع الوحدات التدريبية بما يضمن تحقيق التوازن بين الحمل البدني والتحفيز العصبي، مع مراعاة الفروق الفردية بين الرياضيين.

11- التوصيات

في ضوء ما تم التوصل إليه، يوصي الباحث بما يأتي:

أ. إدخال تقنيات الواقع الافتراضي كجزء مكمل من البرامج التدريبية، خاصة في تطوير سرعة الاستجابة والتوافق العصبي العضلي.
ب.دمج التدريب الميداني والافتراضي ضمن برامج تدريبية هجينة لتحقيق أعلى مستوى من الأداء الرياضي.
ت.إجراء دراسات مستقبلية على فئات عمرية مختلفة أو رياضات أخرى لمعرفة مدى فاعلية الواقع الافتراضي.
ث.استخدام أجهزة قياس متقدمة لتحليل النشاط العصبي العضلي أثناء التدريب الافتراضي.
ج. اعتماد نموذج تدريبي تكاملي يجمع بين التدريب الميداني والتدريب في الواقع الافتراضي.

12- المراجع

أ. المراجع الاجنبية

1. Brooks, G. A. (2005). *Exercise physiology: Human bioenergetics and its applications* (Vol. 4th ed.). New York: NY: McGraw-Hill.
2. Buzzichelli, B. &. (2019). *Periodization Training for Sports.* Human Kinetics.
3. Enoka, R. M. (2015). *Neuromechanics of human movement.* Champaign: IL: Human Kinetics.
4. Faure, C. e. (2020). *Virtual reality in sports training.* Frontiers in Psychology.
5. G. P., et al. Millet .(2011) .*Neuromuscural fatigue in sprint performance* . Sports Medicine.
6. McArdle, W. K. (2015). *Exercise physiology: Nutrition, energy, and human performance* (Vol. 8th ed.). Philadelphia: PA: Wolters Kluwer.
7. Powers, S. K. (2018). *Exercise physiology: Theory and application to fitness and performance* (Vol. 10th ed.). New York: NY: McGraw-Hill Education.
8. Schmidt, R. A. (2014). *Motor learning and performance.* Human Kinetics.
9. Slater, M. &.-V. (2016). Enhancing human performance using virtual reality.
10. Thomas, J. R. (2015). *Research Methods in Physical Activity* (Vol. 7th ed.). Human Kinetics.

ب.المراجع العربية

11. ابو العلا عبدالفتاح. (2012). *التدريب الرياضي والاسس الفسيولوجية*. القاهرة: دار الفكر العربي.
12. احمد، عبدالرحمن. (2016). *الفسيولوجية الرياضية*. عمان: دار وائل.
13. حسام الدين، طلحة. (2010). *الموسوعة العلمية في التدريب الرياضي*. القاهرة: مركز الكتاب للنشر.
14. سامي، حسن. (2018). *الميكانيكية الحيوية في الرياضة*. القاهرة: دار الفكر العربي.
15. علي، البيك. (2014). *اسس التدريب الرياضي الحديث*. الاسكندرية: منشأة المعارف.
16. علي، جابر. (2019). *التعلم الحركي والتدريب الرياضي*. بغداد: دار الكتب.
17. محمد صبحي، حسانين. (2015). *التقويم والقياس في التربية البدنية*. القاهرة: دار الفكر العربي.

A Comparative Study Between Virtual Reality Training and Field Training in Physiological Responses and Neuromuscular Coordination among Short-Distance Runners

Noor Moussa Ibrahim (1)
Student Activities Department
07713402036

Abstract:

This study aimed to compare the effects of virtual reality training and traditional training on physiological responses and neuromuscular coordination among short-distance runners. An experimental design was used, involving two equal groups subjected to pre- and post-tests. The first group followed a traditional training program, while the second group trained using virtual reality environments. The measured variables included heart rate, VO2max, blood lactate, reaction time, sprint performance, and vertical jump.The results showed that traditional training had a greater impact on improving physiological variables due to direct physical load, while virtual reality training significantly enhanced neuromuscular coordination, particularly reaction time, through improved sensory and cognitive processing. The findings indicate that athletic performance depends on the integration of both physiological and neural adaptations. Therefore, combining traditional and virtual reality training is recommended to achieve optimal performance outcomes in short-distance runners.

Keywords: Virtual Reality, Sports Training, Physiological Responses, Neuromuscular Coordination.