تَقييم التوازُن والتمَاثُل العَضَلِي للدفع بِالقَدَمَيْن لِبَعضِ أنمَاطِ الوَثبِ كَمَدخَلٍ لِبنَاءِ وتَقنِينِ الاختِبَارَاتِ النَوعِيَّةِ لمُتسَابِقِي الوَثبِ فِي ألعَابِ القُوَى

د/ معتز عبدالفتاح مغازي البياع

الكلمات المفتاحية : التَوازُن العَضَلِي، التَمَاثُل العَضَلِي، الاختِبَارَاتِ النَوعِيَّةِ.

المقدمة ومشكلة البحث :

استِنَادًا للخَاصِيَّةِ التَرَاكُميَّةِ للعِلمِ؛ فَقَدّ شِهِدَ العَصرُ الحَدِيثُ بالتطوُّر العِلمِي فِي شَتَّى المَجَالاتِ وأَصْبَحَ سِمَةً مُمَيزةً لَهُ، تُعَدّ الرياضَةُ فِي مُقَدِمَّةِ وصَدَارَةِ المَجَالاتِ التِي لاقَتْ تَطَوُّرًا مَلحُوظًا وآفَاقًا أوسَع لِتَشمَلَ أغلَبَ الألعَابِ والمُسابَقَاتِ الرياضِيَّة، وذلك بالاستِعَانَةِ بالعلومِ التطبيقيَّةِ الحَدِيثَةِ فِي مَجَالِ التَربِيَّةِ البَدَنِيَّةِ وعُلومِ الرياضَة واستِحدَاث أُسُس ونَظَرِيَّات أكثَرُ عُمقًا وأَدَقُ تَفسيرًا لِتَقوِيمِ الأدَاءَاتِ الرياضِيَّةِ المُختَلِفَةِ للوصُولِ لأفضَلِ تَقيِيم مَوضُوعِيّ هَادِف للحَرَكَة، ومِن ثَمَّ الوقُوفِ عَلى جَودَةِ الأداءَاتِ الرياضِيَّة والواجِبَاتِ الحَركِيَّة المُؤدَاه مِن قِبلِ اللاعِبِيْن أو المُتسَابِقِين.

حَيثُ تُعَدُّ عَمَلِيّاتُ القِياسِ والتَقوِيمِ الحَدِيثَة إحْدَى دَعَائِم ورَكَائِزِ البَحثِ العِلمِيُّ المُتَطَوِّر؛ فَالوقُوفِ عَلى التِقنِيّاتِ الحَدِيثَةِ فِي عَمَلِيّاتِ تَقيِيم الأداءِ الحَرَكِيّ مِنَ المُدخَلاتِ الأسَاسِيَّة لِفَهمِ الحَرَكَاتِ الرِياضِيَّة؛ مِمَّا يُسهِم فِي ظُهورِ مُخرَجَاتِ الأداء بِشَكلٍ أكثَرَ فَاعِلِيَّة وكَفاءَة، وفِي الآوِنةِ الأخِيرَةِ أضحَت عَمَلِيَّاتُ التَقيِيم تَعتَمِد عَلى تَحلِيلِ الأدَاءَاتِ الحَرَكِيَّة، والذِي يَشمَلُ العَدِيدَ مِنَ الأشكَالِ والأسَالِيب مِنهَا البِيُوميكَانِيكِيَّة، وَمِنهَا مَا يُستَخدَم لِفَهمِ آليَّاتِ العَمَلِ العَضَلِيّ باستِخدَامِ أجهِزَة: مِنَصَّة قِياسِ القُوَّة، جِهَازِ الإليكترُومُوجرَاف (EMG)، والذِي يَسمَح بِفَهمِ نَشَاطِ العَضَلات مِن خِلالِ اتِجَاهَاتٍ مُختَلِفَة؛ فَفَهمِ تِلكَ الآلِيَّاتِ هُو المُحَرِك الأسَاسِي لِتَوجِيهِ عَمَلِيَّاتِ تَقوِيمِ، تَدرِيبْ، تَعلِيم، تَصحِيحِ الأدَاءَاتِ الحَرَكِيَّةِ المُختَلِفَةِ مِن خِلالِ طَبِيعَةِ العَمَلِ والنَشَاطِ العَضَلِي.

فَفِي ظِلِ التَقَدُّمِ التِقَنِيّ المُعَاصِرِ وانعِكَاسِهِ عَلَى المَجَالِ الرِياضِي تَطَوَّرَت المَعَرِفَة واستَحدَثَتْ وَسَائِلَ قِيَاسٍ وأَدَوَاتٍ تَقوِيم سَاعَدَت عَلَى تَطوُّرِ أشكَالِ التدريب، ويَظهَرُ ذَلِكَ فِي مُسَابَقَاتِ المَيدَانِ والمِضْمَارِ بِمَا تَتَضَمَنُه مِن مُسَابَقَاتِ (عَدو، جَري، وَثبْ ورَمْي)، حَيثُ تَتَنَوّع فِيهَا أسَالِيبَ وأشكَالِ التَدرِيبِ المُختَلِفَة، ولاسِيَّمَا مُسابَقَاتِ الوَثبِ بِأنوَاعِه والتي يَتِم تَنفيذُ الوَاجِب الحَرَكِي بِهَا عَلى مُستَوِيَات ومَحَاوِرَ حَرَكِيَّة مُتعَدِدَة، فَضَلاً عَنْ قُوَّةِ الانقِبَاضَاتِ العَضَلِيَّة فِي الطَرَفِ السُفلِيّ والتِي مِن خِلالُهَا يَتِمُّ انتَاجِ القُوَّةِ القُصوَى بِأنوَاعِهَا وعَلَيّهَا تَتَوَقَّف دَرَجَةُ الإنجَاز، ويَكشِف التَقيِيمُ البِيومِيكَانِيكِي والنَشَاطُ الكَهرَبِيُّ للعَضَلاتِ عَن مَدَى الجُهُودِ العَصَبِيَّة العَضَلِيَّة المَبذُولَة بِمَقَادِيرِهَا الكَمِيَّة مِن خِلالِ القِياسِ المَوضُوعِيُّ للمُتغَيِّرَاتِ البِيُوميكَانِيكِيَّة وكَذَلِكَ مَدَى مُسَاهَمَة كُلِ عَضَلَةٍ فِي مَراحِلِ الأدَاءِ الفَنِيِّ المُختَلِفَة لِتِلكَ المُسَابَقَات؛ فَهِى تُمُثِّلُ حَلَقَةِ الوَصلِ بَيْنَ المَعمَلِ والمَلعِب، حَيّثُ

يَتِمُّ تَرجَمَةُ مَا يَحدُثُ بالمَعمَلِ مِن تَحليلاتٍ بِيومِيكَانِيكِيّةٍ للأدَاءِ الحَرَكِي إلى تَدرِيبَاتٍ ذَاتِ طَبِيعَةٍ خَاصَّةٍ للجَوانِبِ (البَدَنِيّة ، المَهَارِيّة) عَلَى حَدٍ سَواءْ ومَوضُوعَةٍ وِفقَ أُسُسٍ عِلمِيَّةٍ؛ حَتَّى يُمكِنُنَا الوُصُولَ إلى الأدَاءِ الحَرَكِي المِثَالِي. (١٤ : ٢٦)

ويَستَوجِبُ عِندَ بِنَاءِ وتَقنِينِ الاختِبَارات، التَأكُّدُ مِن أنَّهَا تَقِيسُ بالفِعلِ العَوامِلِ المَطلُوبَةِ للاختِبَارِ (المُعَامَلاتِ العِلمِيَّة للاختِبَارِ الجَيِّد)، كَمَا يَجِبْ أنْ تَكونَ جَميعُ الاختِبَارَاتِ مُحَدَدَة (مُصَمَمَة لِتَقيِيّم مُلائَمَةِ الرِيَاضِي للنَشَاطِ المَعنِي)، بِحَيثُ تَكونُ صَادِقَةً وثَابِتَةً ومَوضُوعِيَّةً؛ لِذَا تُؤَسَس البُحوثُ العِلمِيَّة نَظَرِيًا وعَمَليًا عَلى القِيَاسِ والاختِبَارِ فِي مَجَالِ التَربِيَّةِ البَدَنِيَّةِ والرِيَاضِيَّةِ بِشَكلٍ عَام وعِلمِ التَدرِيبَ بِوَجهٍ خَاصّ، كَمَا أَمكَنَ حَلِ العَدِيدِ مِنَ المُشكِلاتِ الرِيَاضِيَّة باستِخدَامِ القِيَاسَاتِ والاختِبَارَاتِ المُتخَصِصَةِ والمُقَنَنَةِ عِلمِيًا والتِي أصبَحَت مُتوَفِرَة الآن.(١٠)،(٢٠:٥٧)

حَيثُ يَعتَمِد تَقيِيّم صَلاحِيَّة الاختِبَارَاتِ ومَدَى مُناسَبَتِهَا لِمَا وُضِعَتْ مِن أجْلِهِ أَحَدِ أَهَمِّ المَجَالاتِ الأسَاسِيَّةِ فِي تَحدِيدِ صَلاحِيَّتِهَا، وهُو مَا يُعرَف بِصِدقِ الاختِبَار والذِي يُعنِي أنَّ الاختِبَار يَقيسُ مَا وُضِعَ مِن أجلِه، ولقَدَ ظَهَر مُنذُ بِضْعَةِ سَنوَاتٍ مَفهومًا حَدِيثًا للصِدقِ والذَي تَعَرَّضَتْ لَهُ وتَبَنَّتهُ الجَمعِيَّة الأمرِيكِيَّة لِعِلمِ النَفسِ والقِيَاسِ – والمَسئولَةُ عَن بِنَاءِ وتَقنِينِ الاختِبَارِاتِ والطُرُقِ المُستَخدَمَةِ فِيهَا، وأشَارَتْ إلَى أنَّ تَعرِيفَ الصِدقِ يَجِبْ أنْ يَتَغَيَّرَ إلى مَفهُومٍ أكثَرَ اتّسَاعًا مِن مُجَرَدِ تَعرِيفِه بِأنَّ الاختِبَار يَقيسُ الصِفَة أو السِمَّة أو الخَاصِيَّة أو القُدرَة التِي وُضِعَ مِن أجلِهَا الاختِبَار؛ إلى أنَّ الصِدق يُعنِي أنَّ الاختِبَار يَقيسُ الوَظِيفَةَ التِي وضِعَ مِن أجلِهَا ومَدَى تَحقِيقُه لِهَذَا الهَدَف، وهُو يَرتَبِط بِقُدرَةِ مُصَمِم أو مُستَخدِم الاختِبَار عَلى الوصولِ إلى النَتَائِجِ التِي يَهدِفْ لَهَا مِن خِلالِ هَذا الاختِبَار؛ أيْ أنَّ الصِدقَ لَيّسَ للاختِبَارِ نَفسِه ولَكِنّ للنَتَائِجِ وِفقًا لأهَدَافِهَا.

وفِي هَذَا الصَدَد يَذكُر **Sireci** (٢٠٠٧) نَقلاً عَن كُلاً مِن **Messick** (١٩٨٩)، **Kane** (٢٠٠٦) وآخَرِيِّن أَنَّهُ مِنَ المُستَحِيْلِ إثبَاتُ صِدقِ الاختِبَار؛ حَتَّى أنَنَّا نَقيسُ مَا نَعتَقِد أنَنَّا نَقِيسُه، ولِذَلِكَ فَإنَّ مُهِمَتَنَا دَعمِ استِخدَامِ الاختِبَارِ لِغَرَضٍ مُعَيَّن ويَتَضَمَن ذَلِكَ تَقدِيمِ أدِلَّةٍ كَافِيَّةٍ لِلدِفَاعِ عَنْ هَذَا الاستِخدَامْ، فَالصِدقُ الخَاصُ بالاختِبَارِ لَيّسَ تَصَوُّر نَظَرِي يَتِم التَحَقُّقِ مِن صِحَتِه مَنطِقِيًا وإحصَائِيًا؛ بَل يَتعَدَّى ذَلِك بِأهَمِيَّةِ إثبَاتِهِ لِغَرَضٍ مُعَيَّن، ويُشِير أيّضًا إلى استِنْتَاجَاتٍ هَامَّةٍ تَتَعَلَّق بِالجَوانِبِ الأسَاسِيَّة لِلصِدقِ بِنَاءً عَلى دِراسَتِه فِي هَذَا الجَانِب، حَيثُ يُوضِح أنَّ البُحُوثُ السَابِقَةُ عَلى مَرِّ السِنِيّنْ عَنِ الصِدقِ قَادَتنِي إلى الاستِنتَاجَاتِ التَالِيَّة فِيمَا يَتَعَلَق بِالجَوانِبِ الأسَاسِيَّة للصَلاحِيَّة :

١– الصِدقُ لَيّسَ مِنْ خَصَائِصِ الاختبارِ فَقَط – بَدَلاً مِنْ ذَلِكَ، يُشِيرُ إلى استِخدَامِ اختِبَارِ لِغَرَضٍ مُعَيَّن.
٢– لِتَقيِيّمِ فَائِدَةِ ومُلائَمَةِ اختِبَار لِغَرَضٍ مُعَيَّن؛ يَتَطَلَّبْ ذَلِكَ مَصَادِرَ مُتَعَدِدَّةِ الأدِلَّة.

٣– إذَا كَانَ استِخْدَامُ الاختِبَار يُمكِن الدِفَاعُ عَنّهُ لِغَرَضٍ مُعَيَّن؛ فَيَجِبْ تَقدِيمُ أَدِلَّةً كَافِيَّة لِلإثبَاتِ والدِفَاعِ عَن هَذَا الغَرَضْ.

٤– تَقيِيم صَلاحِيَّةُ الاختِبَار لِيّسَ حَدَثًا ثَابِتًا لِمَرَّةٍ واحِدَة؛ إنَمَا عَمَلِيَّة مُستَمِرَة.(24:477–481)

إنطِلاقًا مِمَّا سَبَقَ عَرضُه وذِكرُه تَتَأسَس مُشكِلَةُ البَحثِ عَلى أَنَّ عَمَلِيَّاتِ التَدرِيبِ الرِياضِيُّ عَلَى الأنشِطَةِ والمُسَابَقَاتِ الرِيَاضِيَّةِ المُختَلِفَةِ تَكونُ أكثَرَ فَاعِلِيَّة عِندَمَا تَكونُ فِي نَفسِ ظُرُوفِ المُبَارَاةِ أو المُنَافَسَةِ أو أقرَبَ مِنّهَا، وكَذّا عِندَمَا يَتَشَابُه اتِجَاه المَسَار العَضَلِي الحَرَكِي وِفقًا لِلعَضَلَاتِ المُشَارِكَةِ فِي الأدَاء وبالقُوَّةِ المُستَهدَفَةِ لِجَمِيعِ مَرَاحِلِ الأدَاءِ المَهَارِي، ويُعتَبَر مَبدَأُ التَخصِيص مَبدَأً أَسَاسِيًا مِن مَبَادِئ التَدرِيب، فَالتَمرِينَاتُ والتَدرِيبَاتُ البَدَنِيَّة يَجِب أنْ تَتَنَاسَب مَعَ نَوعِ النَشَاطِ المُعَيَّن، ونَقصُد بالتَنَاسُب هُو التَشَابُه أو الحَرَكَة بِنَفسِ مِقدَارِ (القُوَّة – السُرعَة – التَحَمُّل – وَضعِ الجِسمِ أثنَاءِ الأدَاءِ – المَدَى الحَرَكِي الذِي تُؤدَّى فِيهِ المَهَارَة – المَجمُوعَاتِ العَضَلِيَّةِ العَامِلَةِ عَلى الأدَاءِ، ومَسَارِ القُوَّة مَعَ الزَمَن) وهَذَا مَا يَتِمُ التَدرِيبُ عَلَيّْهِ تَحتَ مُسَمَّى تَدرِيبَاتِ المُنَافَسَة أو التَدرِيبَاتِ النَوعِيَّة التَخَصُصِيَّة؛ فَكُلَمَا كَانَ التَدرِيبُ مِن نَفسِ تَكوِّينِ طَبِيعَةِ الأدَاءِ الحَرَكِي أو المَهَارِي، أصبَحَ أكثَرَ تَأثِيرًا عَلَى قُدُرَاتِ اللاعِب وأكثَرَ انعِكَاسًا عَلَى ارتِفَاعِ مُستَوَى المُنَافَسَةِ أو المُسَابَقَة..... فَمَا بَالُنَا إذَا كَانَتْ عَمَلِيَّاتُ التَقوِيمِ وطُرُقِ وأسَالِيبِ القِيَاسِ والاختِبَارَاتِ تَسيْرُ عَلَى نَفسِ المَبدأِ والنَهج ... !!؟؟ (١٢:٧٩،٧٨)

وَعِندَ تَقيِيمِ مُتطَلّبَاتِ القُدرَةِ البَدَنِيَّةِ التِي تَتَطَلَبُهَا مُسَابَقَاتِ الوَثبِ بِأنوَاعِهَا الثَلاث؛ نِجَدَهَا تَتَرَكَّزُ عَلى القُوَّةِ العَضَلِيَّةِ بِأنوَاعِهَا (تَحَمُّلِ القُوَّةِ بِغَرَضِ التَدرِيبِ وتِكرَارِ مُحَاوَلاتِ الوَثبِ، القُوَّةُ القُصْوَى، القُوَّةُ المُمَيّزَةُ بالسُرعَةِ أو القُدرَةُ العَضَلِيَّةُ وأخِيرًا القُوَّةُ الانفِجَارِيَّةُ – أثنَاءَ مَرَاحِلِ الأدَاءِ المُختَلِفَة)، وعَلَى المُقَابِلِ نَجِدَ أنَّ جَمِيعَ اختِبَارَاتِ تِلكَ القُدُرَاتِ لا تَتَشَابَهُ فِي تَكوِّينِهَا مَعَ طَبِيعَةِ وبِنِيَّةِ الوَثبِ أثنَاءَ المُنَافَسَة فِي ألعَابِ القُوى، وهَذَا لايَنفِي أَهَمِيَّةُ تِلكَ الاختِبَاراتِ لِتَقيِيمِ القُدرَةِ الأسَاسِيَّةِ عَلَى أدَاءِ العَدِيدِ مِن المَهَاراتِ الرِيَاضِيَّة، فَمَثَلاً اختِبَارُ الوَثبُ العَمُودِيُّ لِسَارجِنْتْ لِقِيَاسِ القُدرَةِ العَضَلِيَّة يُعَدُّ بَعِيدًا ولا يَتَوَافَقُ مَعَ طَبِيعَةِ وبِنِيَّةِ مُسَابَقَةِ الوَثبِ العَالِي أو وظِيفَةِ المُسَابَقَةِ نَفسُهَا؛ حَيّثُ يَكونُ الأداءُ مُواجِهٌ الحَائِط أو الجَنبُ مُواجِه الحَائِطِ أي عَلَى مُستَوى وَمِحوَّر حَرَكِي مُختَلِف لِمَا تَتِمُّ عَلَيّهِ المُنَافَسَة، وكَذَا اختِبَارُ الوَثبِ العَرِيضِ واختِلافِ الوَاجِبْ الحَرَكِيّ لَهُ عَن أنوَاعِ الوَثبِ الثَلاثِ وغَيّرُها مِن اختِبَاراتِ القُدرَةِ العَضَلِيَّةِ المَعرُوفَة ذَاتِ الرَصَانَةِ العِلمِيَّةِ لِتَقيِيمِ مُختَلَفِ الرِيَاضِيِّين مِن لاعِبِي الأنشِطَةِ والمُسَابَقَاتِ الرِيَاضِيَّة الجَماعِيَّة أو الفَردِيَّة؛ فَهَل هَذِه الاختِبَاراتُ ومَا شَابَهَهَا وبِطَبِيعَتِهَا الحَالِيَّة تُعطِي دِلالَةً أو انعِكاسًا صَادِقًا ودَقِيقًا لمُستَوَى مُتسابِقُ الوَثب الطَوِيل أو الثُلاثَي أو العَالِي تَحدِيدًا ؟؟!!...

فالوَثبُ يُعتَبَرُ مِن الحَركَاتِ الأسَاسِيَّة وعَامِلٌ مُؤَثِرٌ ومَطلَبٌ مِن المَطَالِبِ الأسَاسِيَّةِ فِي الأدَاءِ الرِيَاضِيّ، ومُهِمَّة حَرَكِيَّة حَاسِمَة لِجَمِيعِ البَشر والرِيَاضِيِيّن، حَيّثُ يُعَدُّ حَرَكَةً ثُلاثِيَّةً وَحِيدَةً طِبقًا لِتَقسِيمِ الحَرَكَاتِ مِن النَاحِيَةِ الشَكلِيَّةِ البِنَائِيَّة، وتَنقَسِمُ إلى ثَلاثِ مَرَاحِلِ هِى عَلَى التَوَالِي المَرحَلَةُ: (التَمهِيدِيَّةُ – الرَئِيسِيَّةُ – الخِتَامِيَّةُ)، وتَحلِيلاً لِهَذَا التَقسِيمُ فَإنَّ الدَفعَ لأعَلى كَمَرحَلَةٍ رَئِيسِيَّةٍ يَسبِقُهُ هُبُوطًا لأسفَل كَمَرحَلَةٍ تَمهِيدِيَّةٍ وتَحضِيرِيَّةٍ والتِي عَادَةً تَتِمُّ فِي عَكسِ اتِجَاه المَرحَلَةِ الرَئِيسِيَّة ويَلِيهَا المَرحَلةُ الرئيسِيَّة التِي تُحَقِق هَدَفَ الحَرَكَةِ مُبَاشَرَةً وهُو الوَثبُ لأعلَى نُقطَةٍ مُمكِنَة والتِي تَتَرَتَّبْ عَليّهَا بَقِيَّةُ المَرَاحِلِ والخُطُواتِ الأُخرَى.

ويَذكُر **جمال علاء الدين، آخرون** (٢٠١٥) أنَّهُ نَظرًا لِكَونِ الجِسم الإنسَانِي يَخضَعُ لِنَفسِ القَوانِينِ الطَبِيعِيَّةِ الفِيزِيَائِيَّةِ مِثلَ سَائِرَ المَخلُوقَاتِ والأشيَاءِ المُتواجِدَةِ عَلَى الأرضِ؛ لِهَذَا فَإنَّ قَوانَينَ الحَرَكَةِ لابُدَ وأنْ تَحكُمُ كُلُّ انجَازَاتِه، ولهَذَا فإنَّ الهَدَفَ الأسَاسِيّ مِنَ الوَثبِ هُو بُلوغِ أقصَى ارتِفاعٍ مُمكِن لأعلَى أو أقصَى مَسَافَةٍ أفقِيَّةٍ للأمَامِ، ومِيكانِيكِيَّة الأدَاءِ هِي المَسئولَةِ عَن كُلاً مِن ارتِفَاعِ أو مَسَافَةِ الوَثبَة وكَذَا عَنِ التَبَعِيَّاتِ التِي تَلِيهَا، حَيّثُ تَتَحَدَدُ مَسَافَةُ الوَثبِ مِن خِلالِ السُرعَةِ الأفُقِيَّةِ المُكتَسَبَةِ خِلالِ مَرحَلَةِ الاقتِرَابِ وقُوَّةِ الدَفعِ النَاتِجَةِ عَن مَرحَلَةِ الارتِقَاءِ، وهُمَا اللذَانِ يُحَدِدَانِ مَركَزُ ثِقَلِ الجِسمِ خَلالِ مَرحَلَةِ الطَيّرَان وحَتَّى الهُبُوط.

(٥: ٣١٢،٣١٣) ، (٦:٢١٨،٢١٩)

مِمَّا لَفَتَ انتِبَاه البَاحِثِ نَحوَ البدءِ فِي دِرَاسِةِ وتَحلِيلِ بَعضُ أنمَاطِ الوَثبِ للوُصُولِ إلَى مُؤَشِرَاتٍ تَطبِيقِيَّةٍ لِبِنَاءِ وتَقنِينِ اختِبَارَاتٍ أكثَرَ تَخَصُصِيَّةٍ لِتَقيِيمِ مُتسَابِقِي الوَثبِ فِي ألعَابِ القُوى، ومُحَاوَلَةِ اقتِرَاحِ إضَافَةِ بُعدٍ جَدِيدٍ عِندَ تَصمِيمِ اختِبَاراتٍ نَوعِيَّةٍ تَتَشَابَهُ مَع طَبِيعَةُ تَركِيبِ الأدَاءِ الحَرَكِيّ والمَهَارِي للمُسَابَقَة؛ مِمَّا يُعطِي صُورَةً حَقِيقِيَّةً وانعِكَاسًا مُبَاشِرًا لمُستَوَى اللاعِبِ بَدَلاً مِن تِكرَارِ جَمِيعَ مَرَاحِلِ الوَثبِ والمُسَابَقَةِ كَكُلٍّ لِلحُكمِ والتَقيِيم؛ وبالتَالِي مُعَالَجَةِ أوجُهِ القُصُورِ التِي تَشُوبُ الحَرَكَةَ أثنَاءَ الأدَاءِ والتَدرِيبِ والوُصُولِ لأعلَى جَودَةٍ وفَاعِلِيَّةٍ فِي إنجَازِ الوَاجِبِ الحَرَكِيّ المَطلُوب، فَضْلاً عَنْ الانتِقَالُ مِن التَقيِيمِ الذَاتِي غَيّرِ المَوضُوعِيّ لِلأدَاءِ المَهَارِي بِالعَيّنِ المُجَرَدَة مِن خِلالِ الحَواسِ الإنسَانِيَّةِ مَحدُودَةِ القُدرَة (الحَرَكَةُ جَمِيلَةٌ أو سَلِسَه أو مَرِنَة) إلى القِياسِ المَوضُوعِيّ بِاستخدَامِ أجهِزَةِ قِيَاسِ وبَحثِ الحَرِكَة، مُعتَمِدًا فِي ذَلِكَ عَلَى تَنَاوُلِ المَرحَلَةِ الفَاعِلَةِ والأسَاسِيَّةِ فِي الأدَاءِ (مَرحَلَةُ الدَفعُ بالقَدَمِيّن)، ولاسِيمَّا مُتابَعةِ قِيَّمِ النَشَاطِ العَضَلِي لِعِضَلاتِ الطَرَفِ السُفلِي لاعتِمَادِ أفضَلَ نَمَطِ وثب لِتَقيِيمِ مُتسَابِقِي الوَثبُ العَالِي فِي ألعَابِ القُوى بِنَاءً عَلَى تَقيِيمِ التَوَازُنِ والتَمَاثُلِ العَضَلِي، مُستَعِينًا بِنُظُمِ التَحلِيلِ البيوميكانيكي، النَشَاطُ الكَهرَبِيُّ للعَضَلاتِ وقِيَّمِ مِنَصَّةُ قِيَاسِ القُوَّةِ عَلَى كُلاً مِن بَطَلَيّ الجُمهُورِيَّة فِي مُسَابَقَةِ الوَثبِ العَالِي ومُسَابَقَةِ العُشَارِي، للوصُولِ لأفضَلِ نَمَطٍ بِنَاءً عَلى مُؤشِرَاتٍ أكثَرَ دِقَةً ومَوضُوعِيَّة.

مصطلحات البحث :

التَوازُنُ العَضَلِيُّ: عن**Wathen, D (١٩٩٣)**، هو قُوّة عَضَلَة واحِدَة أو مَجمُوعَة عَضَلِيَة وعِلاقَتِها النِسبيَّة بِعَضَلَةٍ أو مَجمُوعَة عَضَلات أُخرى، وغَالِبًا ما يُعَبِّر عَن الحُدودِ النِسبِيَّة لِلقُوَّةِ لِلعَضَلاتِ العَامِلَةِ والمُقَابِلَة. **(424:16)**

التَمَاثُلُ العَضَلِيُّ: مِن أهَمِّ المُتَطَلَبَاتِ التَشرِيحِيَّةِ والوَظِيفِيَّةِ لِلرِيَاضِي؛ حَيثُ أنَّهُ يُعَبِّر عَنْ العِلاقَةِ النِسبيَّة بَيّنَ قُوةِ الأدَاءِ العَضَلِي لِكِلا الجَانِبَيّن (الأيمَنِ والأيسَر). (١٣:٢)

الاختِبَارَاتِ النَوعِيَّةِ: هِى اختِبَارَات **تَتَشَابَه جُزئِيًا** فِي تكوِينِهَا مِن حَيّثُ تَركِيبِ وشَكلِ الأدَاءِ الحَرِكِيّ مِن قُوَّة وسُرعَة، المَسَارُ الزَمَنِيُّ للقُوَّةِ وكَذَلِكَ اتِجَاهِ العَمَلِ العَضَلِيّ فِيهَا مَعَ تِلكَ الحَرَكَاتِ التِي تُؤدَّى فِي المُسَابَقَةِ أوالمُبَارَاةِ. **(إجرائي)**

– هدف البحث :

يَهدِفُ هَذَا البَحثُ إلى تَقيِيم التَوازُن والتمَاثُل العَضَلِي للدَفعِ بالقَدَمَيّن لِبَعضِ أنمَاطِ الوَثبِ وذَلِكَ مِن خِلالِ السَعي نَحوَ تَحقيقِ الأهدَافِ الفَرعِيَّة التَالِيَّة:

١- تَحدِيد قِيَّم ونِسَب مُسَاهَمَةِ النَشَاطِ الكَهرَبِيُّ لِبَعضِ العَضَلاتِ العَامِلَةِ والمُقَابِلَةِ كَمُؤشِرٌ للتَوَازُنِ العَضَلِيُّ فِي أنمَاطِ الوَثبِ قَيْدِ البَحث.

٢- التَقّيِيم البِيُومِيكَانِيكِي لِلدَفعِ بالقَدَمَيَّن لِبَعضِ أنمَاطِ الوَثب.

3- اختِيَارِ أفضَلِ نَمَط وَثبْ وتَقنِينُه كاختِبَارٍ نَوعِيٌّ لِمُتَسَابِقِي الوَثبِ.

– تساؤلات البحث :

نَظَرًا لِطَبِيعَةِ هَذَا البَحثُ، ومِن خِلَالِ الإطَارِ النَظَرِيّ والتَحلِيلِ المَرجِعِيّ يَتسَاءَل البَاحِثُ عَنْ :

١- مَا هِى قِيَّم ونِسَب مُسَاهَمَةِ النَشَاطِ الكَهرَبِيُّ لِبَعضِ العَضَلاتِ العَامِلَةِ والمُقَابِلَةِ فِي أنمَاطِ الوَثبِ قَيْدِ البَحث ؟

٢- مَا هِى القِيَّم الكَمِيَّة للمُتَغَيِّرَات البِيُومِيكَانِيكِيَّة لِمَرحَلَة الدَفعِ بالقَدَمَيّن فِي بَعضِ أنمَاطِ الوَثب ؟

3- ما هو أفضل نَمَط وَثب لتَقيِيم مُتسابِقِي الوَثب ؟

إجراءات البَحث :

مَنهَج البَحث :

استَعَانَ البَاحِثُ بالمَنهَجَ الوَصفِي بإستِخدَامِ دِرَاسَةِ الحَالَة؛ وذَلِكَ لِمُلائَمتِهِ لِطَبِيعَةِ وهَدفِ البِحث، عَن طَرِيقِ التَصوِّيرِ الفِيدِيَوِّي والقَائِمِ عَلَى التَحلِيلِ البِيُومِيكَانِيكِى بِالحَاسِبِ الآلِيّ وبَرَامِجِ التَحلِيلِ الحَرَكِيُّ والنَشَاطِ الكَهرَبِي لِلعَضَلاتِ.

مَجَالات البَحث :

– المَجَال البَشري :

يَتَكَوَّن مُجتَمَع البَحثِ مِن مُتسَابِق وَثب عَالِي، مُتسَابِق عُشَارِي (تَتَضَمَّن مُسَابَقَتِهِ فِي اليَومِ الأولِ عَلى فَاعِلِيّتَيِّ الوَثبِ الطَويلِ والوَثبِ العَالِي)، تَمَّ اختِيَّارِ عَيِّنَةِ البَحثِ بالطَرِيقَةِ العَمَدَيَّة لأفضَلِ المُتسابقين المُشَارِكِين بِبُطُولَةِ الجُمهُورِيَّة لِألعَابِ القُوى تِحت ١٨ سَنَه مُوسِم ٢٠٢٢/٢٠٢٣م، والمُقَيّدَانِ بِنَادِي سبورتنج الرِيَاضِي، فَالأول حَاصِل عَلى المَركَزِ الأول فِي مُسَابَقَةِ الوَثبِ العَالِي، والثَانِي حَاصِل عَلى المَركَزِ الثَانِي بِبُطُولَةِ الجمهورية تحت ١٨ سنة.

جَدوَل (١)

البيَانَات الأسَاسَيَّة لِمُتَسَابِق الوثب العَالي

الإسـم	الطـول	الـوزن	السِنّ	العُمر التَدرِيبِي	الرقم	مُستوى المُشارَكَة	طَريقة الوَثب
	سم	كجم	سنه	سنـه	سم		
عُمر إبراهيم كُحيل	١٨٧	٧٥	١٧	٥	١٩٠	دولي	فسبوري فلوب

جَدوَل (٢)

البيَانَات الأسَاسَيَّة لِمُتَسَابِق العُشَارِي

الإسـم	الطـول	الـوزن	السِنّ	العُمر التَدرِيبِي	الرقم	مُستوى المُشارَكَة
	سم	كجم	سنه	سنـه	نقطَـة	
يُوسف محمد عَبدالفتاح	١٧٧	٧٢.٥	١٧	٤	٦١٨٥	مَحَلي

يَتَضِح مِن جَدوَلِ (١)،(٢) تَوصِيفُ مُتَغَيِّرَاتِ الطُول والوَزن والعُمرِ الزَمَنِي والعُمرِ التَدرِيبِي والمُستَوَى الرَقَمِي لِعَيِّنَةِ البَحث.

– المَجَال الزمَاني :

تَمَّ التصوير وإجراء القياسات الأساسية للنشاط الكهربي للعَضلات والتحليل الحَرَكِيّ البيوميكانيكى يَوم الإثنين المُوافِق ٢٠٢٣/٨/٧م، تَمَّ تَحلِيلُ القِيَاسَاتِ واستِخرَاجِ النتائج في الفَترَة مِن ١٥ إلى ٢٥ أغسطس ٢٠٢٣م، خِلالِ المُوسِم الرِيَاضِي ٢٠٢٢–٢٠٢٣م.

– المَجَال المَكاني :

تَمَّ التَصوير، القِيَاس والتحليلُ الحَرَكِي بِمَعمَلِ المِيكانِيكَا الحَيَوِيَّةِ – كلية التربية الرياضية بنين أبوقير – جَامِعَةُ الإسكَندَرِيَّة.

أدَواتُ البَحثِ: –

- **<u>أدَوَاتِ وأجهِزَةِ القِيَاسَاتِ الجِسمِيَّة:</u>**

– مِيزَان طِبِي لِقِيَاسِ الوَزن.

– جِهاز رِستَامِير لِقِيَاسِ الطّول.

- **<u>جِهَاز قُوّة دَفع الأرض لِقَدَم الارتِقَاء:</u>**

– مِنَصَّة قِيَاسِ القُوَّة (Force Plate Forme Bertec 4060–10).

- **<u>الأجهِزَة والأدَواتِ الخَاصَّه بِقِيَاسِ النَشَاطِ الكَهرَبِي لِلعَضَلات:</u>**

– جِهَاز الإلكتروميوجراف (Myon Simply **12** Channels wireless device 2.0) سِوِيسرِي الصُنع.

– الكترودات مِن نَوعِ Skin Tact، مَاكِينَات حِلاقَة، كُحّول، قُطن طِبي، شَرِيط طِبي لاصِق.

- **<u>أدوات التَصوِير والتَحلِيل الحَرَكِي البِيُومِيكَانِكِي:</u>**

– عَدَد (٨) كَامِيرَات رَقَمِيَّة (Gopro8) تَرَدُّد (١٠٠ كَادِر/ الثَانِيَّة).

– عَدَد (٨) حَامِل كَامِيرا.

– مِقيَاس رَسم.

– عَلامَات إرشَادِيَّة لِتَحدِيدِ مَجَالِ الحَرَكَة.

– صُندوق تَزَامُن بَينَ جَمِيعِ الأجهِزَة.

– أسلاك كَهرُبَائِيَّة لِتَوصِيلِ مَصدَرِ التَيَّارِ الكَهرَبِيّ.

– عَدَد (٢٤) مَاركَر ضَوئِي.

– شَرِيط قِيَاس مَرِن (مِتر).

– بَرنَامَج التَحلِيل الحَرِكِيّ 9.02 SIMI 3D Motion Analysis System

<u>الأدَوات الخَاصَّه بقِيَاسِ أدَاءِ أنمَاطِ الوَثب:</u>

– حَاجِز ألعَاب قُوىً قَانُونِي.

– عَدَد (١٤) مِن الصَنَادِيق المُقَسَّمَه، ارتفاع كُلٌ مِنها ١٠ سم.

الدِرَاسَةُ الأسَاسِيَّةُ :

خُطواتُ إجرَاءِ الدِرَاسَة :

أُجرِيَت الدِرَاسَةُ عَلَى ثَلَاثَةِ مَرَاحِلَ رَئِيسِيَّة :

أولاً: مَرحَلَةُ التَجهِيز:

تَمَّ تَحدِيدُ العَضَلاتُ المُرَادُ قِيَاسِهَا وعَدضدُها (١٢ **عَضَلَة**) بِنَاءً عَلَى هَدَفِ البَحثِ مِن خِلالِ دِرَاسَةِ قِيَّم مُؤشِرَاتِ الدَفعِ بالقَدَمين للطَرَفِ السُفلي أثنَاء أدَاءِ بَعضِ اختِبَارَاتِ أنمَاطِ الوَثبِ المُختَلِفَة، لِتَسجِيلِ نَشَاطِ العَضَلاتِ المُشَارِكَةِ والعَامِلَةِ عَلَى مَفَاصِلِ الطَرَفِ السُفلِي.

جَدوَل (٣)

يُوَضِح العَضَلاتَ المُشَارِكَةِ فِي أدَاءِ اختِبَارَاتِ أنمَاطِ الوَثبِ الثَلاثة

م	اسـم العَضَلَـة	أمَـاكِـن وَضـع الإلِكتـرُودَات عَلَـى العَضَـلَات
١	–R & L– Gluteus maximus – الإليوية العُظمَى اليُمنى واليُسرى	
٢	–R & L –Rectus femoris – المُستقِمَة الفَخذِيَّة الأمَامِيَّة اليُمنى واليُسرى	
٣	–R & L – Biceps femoris – الفَخذِيَّة الخَلفِيَّة ذَاتِ الرَأسَيّن اليُمنى واليُسرى	
٤	–R & L – Tibialis anterior – القَصَبِيَّة الأمَامِيَّة اليُمنى واليُسرى	
٥	–R & L – Gastrocnemius lat – التَوأمِيَّة اليُمنى واليُسرى	
٦	–R & L – Soleus – النَعلِيَّة اليُمنى واليُسرى	

- تم تجهيز مِساحَة وحِيِّز الأدَاء بِالمَعمَل بِكَافَّةِ الأدَواتِ التِي يَتِمُّ الوَثب عَليّهَا والتَأكُّدِ مِن صَلاحِيَّتِها.
- تَمَّ تَحدِيدِ المُتَغَيِّرَات التي سَيَستَخرِجُهَا البَاحِث مِن خِلَالِ أجهِزةِ القِيَاس المُستَخدَمَة والتِي تَعمَل فِي تَزَامُنٍ واحِدٍ لِمَرَاحِلِ الأدَاءِ الخَاصَّه بأنمَاطِ الوَثبِ قَيدِ البَحث.
- تَمَّ تَجهِيزُ المُتَسَابِقَيّن والأدوات بِوضعِ الكَامِيرَاتِ الـ (٨) فِي أمَاكِنِهَا وضَبطِهَا، أعقَبهَا تَجهِيزُ المُتَسَابِقَيّن بِوَضعِ الإلِكتَرُودَاتِ فِي أمَاكِنِهَا المُحَدَدَةِ عَلَى العَضَلَاتِ بَعدَ حِلَاقَةِ الشَعر وَمَسحِ

مَواضِعِهَا بالكُحُّولِ قَبلَ تَثبِتِ الإلِكترُودَاتُ عَلَى العَضَلَاتِ المُختَارَةِ، وَذَلِكَ لِضَمَانِ جَودَةِ وَدِقَّةِ الإشَارَةِ.

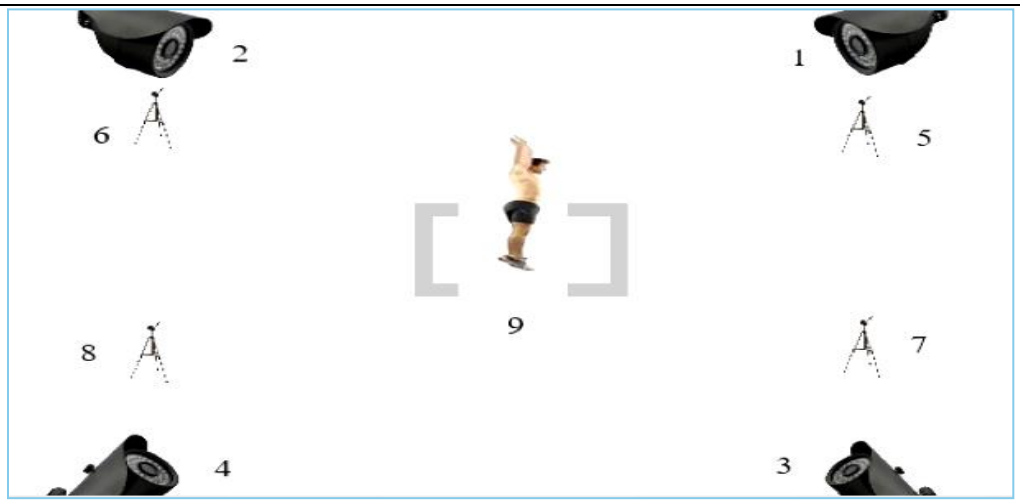
- بَعدَهَا تَمَّ تَحدَيدُ النِقَاطُ التَشرِيحِيَّةُ لِمَفَاصِلِ وَوَصَلَاتِ الجِسمِ بِتَثبِتِ العَلَامَةِ العَاكِسَة، والتأكُّدِ مِن وَضعِ مِقيَاسِ الرَسمِ فِي مَكَانِهِ الصَحِيحِ، وإجراء المُعَايَرة لِكَافَّةِ الأدَواتِ والأجهِزَة، اختِبارِ صَلَاحِيَّةِ التَوصِيلَاتِ والأجهِزَةِ لِلعَمِلِ مِن خِلَالِ ضَبطِ جِهَازِ Electromyography (EMG) واختِبارِ تَزَامُنِهِ مَعَ جِهَازِ Force Platform مَعَ التَأكُّدِ مِن استِقبَالِ الإشَارَةِ مِنَ الجِهَازَيّنِ بِصُورَةٍ جَيِّدَة.

شَكل (١) بَعضُ خُطُوَاتِ تَجهِيزِ أحَدُ المُتسَابِقَين

ثَانِيًا: مَرحَلَةُ القِيَاس :

- قَامَ المُتَسَابِقَيّن بِعَمَلِ إحماء لِمُدَّةِ (١٥) دَقِيقَة قَبلَ إجرَاءِ القِيَاسَاتِ ثُمَّ أدَاء مُحَاوَلَةٍ تَجرِيبِيَّةٍ، بَعدَهَا قَامَ المُتَسَابِقَانِ بِأدَاءِ (٣) مُحَاوَلَاتٍ لِكُلِّ نَمَط وَثب بِإجمَالي مُحَاوَلَاتٍ بَلَغَ (١٨) مُحَاوَلَة تَمَّ تَنفِذَهَا وتَصوِيرِهَا، وَقَعَ الاختِيَّارِ على عَدَدِ (٣) مِنهَا كَأفضَلِ مُحَاوَلَاتٍ فَي قِيَّمِ مُؤشِرَاتِ الأدَاء، قَامَ البَاحِثُ مَعَ فَرِيقِ العَمَل بالمَعملِ بِمُرَاجَعَةٍ لِكُلِ مُحَاوَلَةٍ أثنَاءِ القِيَاسِ وَعِندَ مُلَاحَظَةِ أيِّ خَطَأ أو خَلَلٍ فِي الأداء أو القِيَاسِ؛ تُحذَفُ المُحَاوَلَة ولا يَتِمُّ تَسجِيلُهَا ثُمَ يَقُومُ المُتَسَابِقُ بِإعَادَةِ الأدَاءِ مَرَةً أُخرَى، فِي النِهَايَةِ أُختِيْرَت أفضَلَ مُحَاوَلَة لِكُلِ نَمَط وَثب لِيُصبِحَ العَدَدَ الإجمَالِي والنِهَائِي (٣) مُحَاوَلَاتْ، كَمَا يُوَضِحُها نَموذَجُ الشَكلُ التَالِي.

شكل (٢) أثنَاء أدَاءِ وقِيَاسِ أحَدُ اختِبَارَاتِ أنمَاطِ الوَثب



شَكل (3)

أمَاكِن وَضع وتَثْبِيتِ كَامِيرَاتِ التَصوِّيرِ

تَمَّ وَضعُ الكَامِيرَات بِأمَاكَن ثَابِتَه وأبعَادِهَا كَمَا يَلِي؛ حَيثُ وُضِعَت الكَامِيرَات الأوُلَى والثَانِيَّةُ والثَالَثَةُ والرَبِعَةُ وعَلَى ارتِفَاع (٣) أمتَار وعَلَى بُعدِ (٥) أمتَارٍ مِنَ المُتسَابِق أو مَكان الأدَاء (مِنَصَّة قِيَاسِ القُوَّة) ، والكَامِيرَات الخَامِسَةُ والسَادِسَةُ والسَابِعَةُ والثَامِنَةُ – تَمَّ تَثْبِتَهُم عَلى حَوامِل مِن المَعدَن عَلَى ارتِفَاع (١.٥٠م) وعَلَى بُعدِ (٥) أمتَارٍ مِنَ المُتسَابِق، كَمَا هُو مُوَضَّح بالشكل.

<u>اختِبَارات أنمَاطِ الوَثبِ التِي تَمَّ قِيَاسِهَا وتَحلِيلَهَا :</u>

تَضَمَّن الأدَاءُ والقِيَاسُ لاختبارِ أقصَى جُهدٍ أو قُدرَةٍ عَضَلِيَّةٍ لِعَدَدِ ثَلاثِ أنمَاطِ وَثبٍ تَتَوَافَق جَمِيعُهَا وتَتَشَابَه جُزئِيًا مَعَ مُسَابَقَاتِ الوَثبِ فِي ألعَابِ القُوى كَمَا يَلِي :

- **النَمَطُ الأوَّل (إنتَاجِيَّة أقصَى قُوةٍ بالارتِقَاءِ بِقَدَمٍ واحِدَةٍ ومَرجَحَةُ الأُخرَى عَالِيًا – Hopping)** : وفِيهِ يَتِمُّ وَضعِ القَدَمِ عَلَى الأرضِ فِي مُحَاوَلَةٍ للَّمسِ والتَخمِيدِ والدَفعِ، ويَكونُ الدَفعُ لأعلَى ولأقصَى ارتِفَاع مُمكِن وفِي نَفسِ اللحظَةِ تُمَرجَح القَدَم الأُخرَى إلى أنْ يَصِلَ الفَخذ بِشَكلٍ مُوازِي مَع الأرضِ مِن خِلَالِ ثَنِي مِفصَلِ الرُكبَة، حَيثُ تَكونُ زَاوِيَةُ مِفصَل الرُكبَة ٩٠° ومِشطُ القَدَمِ يَتَجِه لِأعلَى؛ بَينَمَا يَنثَنِي مِفصَلُ المِرفَق لِلذِرَاعِ المُقَابِلَةِ لِلقَدَمِ الحُرَّه ويَقومُ بِرَفعِ الجِسمِ عَالِيًا لِلوُصُولِ لأعلَى نُقطَة مُمكِنَة، كَمَا يَظَلُ الجِذعُ والرَأسُ عَلى كَامِلِ الامتِدَادِ والاستِقَامَة. ويَهدِف هَذَا النَمَطُ إلى الدَفعِ العَمودِيّ بِتكنِيكِ دَفعِ الجِسمِ لأعلَى والارتِقَاءِ بِسُرعَةٍ مِن خِلَالِ قَدَمِ الارتِقَاءِ ومَرجَحَة القَدَم الحُرَّه كَمُحَاكَاةٍ لِمَرَاحِلِ الارتِقَاءِ فِي أنوَاعِ الوَثبِ الطَوِّيل، الثُلاثِي والعَالِي ولخُطوَةِ العَدو فِي المَركَبَةِ العَمُودِيَّة.

- **النَمَطُ الثَانِي (الوَثب مِن فَوق حَاجِز قَانُونِي)** : وفِيهِ يَتِمُ انثِنَاءِ مَفَاصِل الرِجلَيّن بِدَايَةً مِن الكَاحِلِ، الرُكبَةِ والفَخذِ، ويَزدَادُ ثَني المَفاصِل مَعَ مَيّلِ الجِذعِ للأمَامِ قَليلاً، وتكون الرَأسُ عَلى خَطٍ واحِدٍ مَع الجِذعِ؛ بَينَمَا يَتِمّ ثَنْي الذِرَاعَيّن مِن مِفصَلَيّ المِرفَقَيّن للمِرجَحَةِ ولِمُسَاعَدَةِ الجِسمِ فِي الدَفعِ، ثُمَّ يَتِم مَدّ مَفَاصِل الطَرَفُ السُفلِيُّ بالتَزَامُنِ مَعَ مَرجَحَةُ الذِرَاعَيّن، وفِيهِ يَتِمُّ دَفعُ الأرضِ بِمَدِّ مَفَاصِلِ الطَرَفِ السُفلِي للطَيَرَانِ والتَعدِيَّةِ مِن فَوقِ الحَاجِز. ويَتشَابَه هَذَا النَمَطُ مَعَ وَضعِيَّةِ النِصفُ قُرفُصَاءِ، ويُحَدِدُ ارتِفَاعَ الحَاجِز والمَسَافَةِ بَينَ الحَاجِز والمُتسَابِقِ المَركَبَةُ الأفُقِيَّةُ والعَمُودِيَّةُ لِطَيَرانِ المُتسَابِق، وبالتَالِى إنتَاجِ القُوَّةِ وتَوجِيهِهَا إلى نُقطَةِ الارتِقَاعِ المُنَاسِبَةِ لاجتِيَازِ الحَاجِز.
- **النَمَطُ الثَالِث (السُقوطُ مِن عَلَى صُندُوقٍ ثُمَّ الإرتِقَاءِ لِلصُعُودِ عَلَى صُندُوق آخَر)** : وفِيهِ يَتِمُّ الوُقُوفُ فَوقَ صُندُوقٍ (عِدَّة صَنَادِيق خَشَبِيَّة – عَدَدُهَا (٧) ارتِفَاعُ كُلٌ واحِدٍ مِنهَا (١٠سم) وكَذَا عَدَد (٧) صَنَادِيق مَوضُوعَه أمَامَ اللاعِب، المَسافَةُ بَيّنَهُم ١٥٠سم (لِوَضعِ جِهَازِ مِنَصَّةِ قِيَاسِ القُوَّة)، فِي استِقَامَةٍ تامَّةٍ لِكَامِلِ الجِسمِ مَع ثَني مِفصَلَيّ المِرفَقَيّن بزاوية ٩٠°، ثُمَّ دَفعُ الصُندُوقِ لأسفَلِ كَحَرَكَةٍ عَكسِيَّة ويَظَلُ الجِسمُ مُحتَفِظًا بِوَضعِه حَتَّى يَتِمُّ لَمسِ الأرضِ بالهُبُوطِ عَليّهَا، ثُمَّ يَتِمُّ ثَنْي مَفَاصِل الكَاحِلِ، الرُكبَةِ والفَخذِ كَتَخمِيد مَعَ ثَنْي مِفصَلَيّ المِرفَقَيّن ومَيّلِ الجِذع للأمَامِ قَلِيلاً، ثُمَّ دَفعِ الأرضِ أو الإرتِقَاءِ بِمَدِّ مَفَاصِل الطَرَفِ السُفلِيّ مَعَ مَرجَحَةِ الذِرَاعَيّن والطَيَرَانِ أمَامًا عَالِيًا للصُعُودِ فَوقَ الصُندُوقِ الآخَرِ. ويَهدِف هَذَا النَمَطُ إلى مُحَاكَاةِ لأدَاءِ الحَرَكَةِ العَكسِيَّةِ للعَمِلِ العَضَلِي كَمَا يَحدُثُ لِمَركَزِ ثِقَلِ الجِسمِ فِي أنوَاعِ مُسابَقَاتِ الوَثبِ الثَلاثْ، وهِى الهُبُوط مِن فَوقِ صُندُوقٍ ثُمَّ الحَرَكَةِ المُعتَادَةِ وهِى الوَثب بالصُعُودِ فَوقَ صُندُوقٍ، حَيّثُ يَتِمُّ الإبقَاءِ عَلَى نَفسِ طُولِ العَضَلَةِ **Isometric** ثُمَّ تَطوّيِل العَضَلَة **Eccentric** ثُمَّ الانقِبَاضِ بالتَقصّيرِ **Concentric** ويَظهَرُ فِي هَذَا النَمَطُ الصَلابَةُ العَضَلِيَّة؛ أي التَّمَاسُك العَضَلِي والمُتَمَثّلُ فِي مُعَامِل المُقَاوَمَةِ للعَضَلَاتِ مِن خِلَالِ مُقَاوَمَةِ الكُتلَةِ والقُصُورِ الذَاتِي لَحظَةِ الهُبُوطِ ثُمَّ مُقَاوَمَتِهَا لَحظَة الإرتِقَاءِ بالصُعُودِ فَوقَ صُندُوق.

ثَالِثًا: مَرحَلَةُ التَحلِيل :

تَمَّ تَحلِيَلُ القِيَاسَاتُ واستِخرَاجُ بَيَانَاتُ تَسجِيلُ مُسَاهَمَةُ النَشَاطُ الكَهرِبِيُّ لِلعَضَلَاتِ لِمَرحَلَةِ الدَفعِ بالقَدَمَيّن لِأنمَاطِ الوَثبِ الثَلاث وتَسجِيلُ المُتَغَيِرَاتُ الكَينمَاتِيكِيَّة لِزوَايَا الطَرَفِ السُفلِيُّ، بالإضَافَةِ إلى المُتَغَيِرَاتُ الكَينمَاتِيكِيَّة الخَطِيَّة والتَركِيبُ الزَمَنِيُّ لِمَركَزِ الثِقَلِ ومُتَغَيِّرَاتِ دَفعِ الأرضِ أثنَاءَ أدَاءِ مُحاوَلاتِ أنمَاطِ الوَثبِ الثَلاث كَمَا يَلِي:–

أ– تَحلِيلُ النَشَاطُ الكَهرَبِيُّ لِلعَضَلَاتِ :

تَمَّ تَحلِيلُ القِيَاسَاتُ واستِخرَاجُ المُتَغَيِرَاتُ الخَاصَّه بَتَحلِيلِ النَشَاطِ الكَهرِبِي لِلعَضَلَاتِ عَلَى تَرَدُّدِ (١٠٠٠) هِرتِز، ومُعَالَجَةُ القِيَاسَاتُ المُستَخرَجَة باستِخدَامِ بَرنَامَج (EMG Myon Simply Wireless).

– تَمَّ استِخدَامِ المُعَادَلَةِ التَالِيَّة لِحِسَابِ النَشَاطِ الكَهرَبِيّ لِلعَضَلَاتِ :

$$RMSvalue[I] = \sqrt{\frac{\sum_{i=n}^{n+N-1} |Data_{Raw}[i]|^2}{N}}$$

– مُؤشِر جَذرِ مُتَوَسِط مُرَبَّع البَيَانَات :I = index of RMS data حَيثُ●

– مُؤشِر البَيَانَاتِ الخَام ●i = index of raw data

●N = number of data points in RMS calculation n = [1, N+l, 2N+l, …]

– عَدَدُ نِقَاطِ البَيَانَاتِ فِي حِسَابِ مُرَبَّع مُتَوَسِطِ الجَذرِ (٧٩:٢٣)

– ولِحِسَابِ النَشَاطِ العَضَلِي المُشتَرَك والتَمَاثُل العَضَلِي تَمَّ استِخدَامِ المُعَادَلَةِ التَالِيَّة :

Lateral asymmetry was calculated with the following equation

$$\text{Asymmetry (\%)} = ((\max(\text{left or right}) - \min(\text{left or right}))/(\max(\text{left or right})) \times 100$$

Citation: Ujakovi´c, F.; Šarabon, N. Relationship between Asymmetries Measured on Different Levels in Elite Basketball Players. Symmetry **2021**, 13, ١٣٠٨١٤٣٦1436. https://doi.org/10.3390/sym

حَيّثُ:

التَمَاثُل العَضَلِي Asymmetry

أكبَر نَشَاط لِلجَانِبِ الأيّمَن أو الأيّسَر Max (Left or Right)

أقَل نَشَاط لِلجَانِبِ الأيّمَن أو الأيّسَر Min (Left or Right)

وَيَتِمُّ التَعَرُّفُ عَلَى التَوَازُن العَضَلِي بَينَ العَضَلَاتِ بِاستِخدَامِ جِهَازِ الإلِيكتُرُومِيُجرَاف (EMG) لِقِيَاسِ النَشَاطِ الكَهرَبِيّ لِلعَضَلَاتِ العَامِلَة والمُقَابِلَة خِلَالِ الأدَاءِ، وبَعدَ ذَلِكَ يَتِمُّ إجرَاءِ المُعَالَجَاتِ الإحصَائِيَّةِ بِاستِخدَامِ المُعَادَلَةِ التَالِيَّة :

(COI) – (Co–activation index)، والخَاصَّه بِتَحدِيدِ نِسَب النَشَاطِ العَضَلِيّ لِلعَضَلَاتِ المُقَابِلَةِ بِالنِسبَةِ لِنَشَاطِ العَضَلَاتِ العَامِلَة والذِي يُعَدّ أحَدُ المُؤشِرَاتِ الصَادِقَةِ للتَقيِيم والحُكمِ عَلى جَودَةِ الأدَاءِ. (١٩:١٠)

$$CoI = \frac{\int_{t_1}^{t_2} EMG_{ant}(t)\,dt}{\int_{t_1}^{t_2} [EMG_{ago} + EMG_{ant}](t)\,dt} \times 100$$

النَشَاطُ العَضَلِي للعَضَلَة العَامِلَة **EMG Ago**– ، النَشَاطُ العَضَلِي للعَضَلَة المُقَابِلَة **EMG Ant**–

ب–تَحلِيلُ مُتَغَيِّرَاتِ الدَفع :

تَمَّ تَحلِيلُ نَتَائِج مُتَغَيِّرَاتِ مَنَصَّة قِيَاسِ القُوَّة عَن طَرِيقِ حِسَابِ مُتَغَيِّرِ المُؤشِرَاتِ التَكَامُلِيَّة بَينَ الزَمَن وقِيَمِ القُوى خِلالِ الأدَاء (دَفعِ القُوَّةِ) وأقصَى قُوَّةِ دَفع وزَمَنِ الوُصُولِ لأقصَى قُوَّة دَفعِ للأرضِ، تَمَّ حِسَابِهَا مِنْ خِلالِ بَرنَامَج **sigview v3.0**.

- **تَمَّ حِسَاب مُعَامِل رَدِّ الفِعلِ لفيرخاشونساكي كَمُؤَشِر (لجرادينت القُوَّة – مُعَدَّل تَنَامِي القوة لِحَرَكَةِ الدَفعِ بِالقَدَمَيْنِ أو بِقَدَم واحِدَةٍ) مِن خِلالِ المُعَادَلَةِ التَالِيَّة :**

Gradient $= \frac{fmax \times p}{tmax} =$ **N/S**

- **F max** – القوى القصوى للقوة
- **T max** – زمن بلوغ القيمة القصوى للقوة
- **P** – وزن اللاعب
- **N/S** – نيوتن/ الثانية **(261:٥)**

ج–تَحلِيلُ مُتَغَيِّرَاتِ الدَفع :

تَمَّ تَحلِيلُ نَتَائِج التَصوِّير ثُلَاثِي الأبعَادِ مِن خِلَالِ استخدَامِ بَرنَامَجِ التَحلِيلِ **(Simi Motion Analysis)**للمَرَاحِلِ واللحَظَاتِ المُحَدَّدَة، ولا سِيَّمَا مَرحَلَة الدَفع والتِي تُعطِي مُؤشِرًا للتَوَازُنِ وسُرعَةِ وارتِفَاعِ اللاعِب – وهِي مُتَغَيِّرَاتِ أقصَى قُوَّة، زَمَن أقصَى قُوَّة، سُرعَة تَنَامِي القُوَّة، الدَفعِ، التَصَادُمِ، زَمَن الطَيَرَانِ، ارتِفَاعِ الوَثب ومُتَغَيِّرَاتِ مَركَز ثِقَل الجِسم.

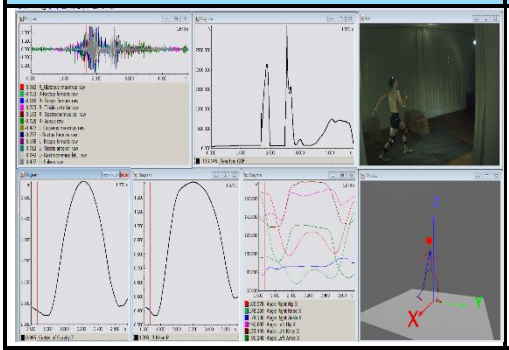
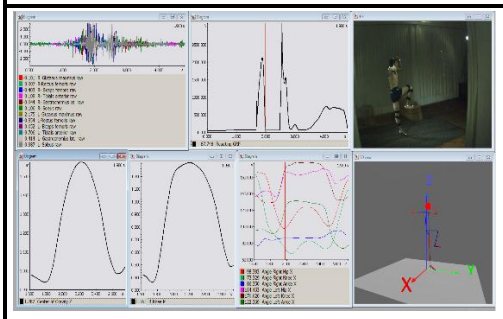
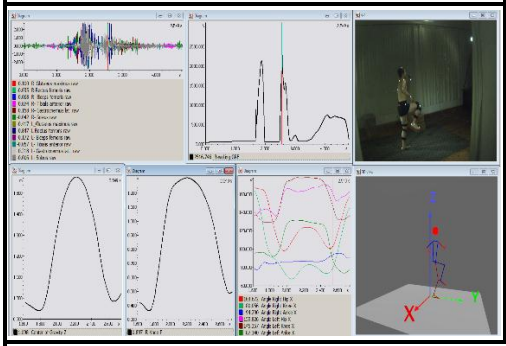
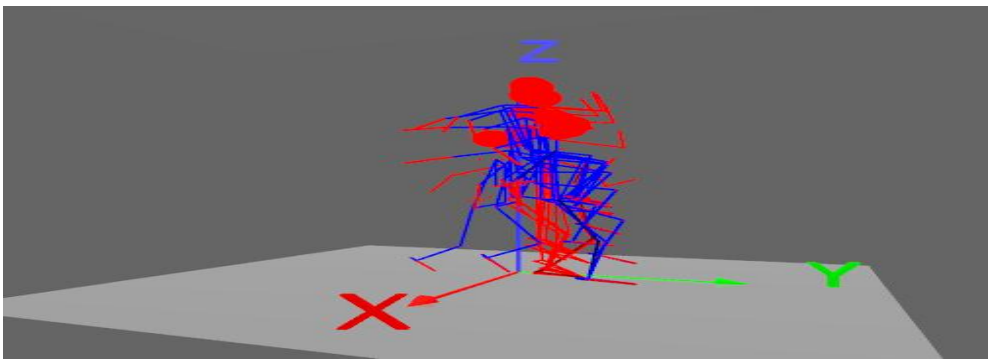
رابِعًا: المُعَالَجَاتِ الإحصَائِيَّة :

أُجرِيَت المُعَالَجَاتُ الإحصَائِيَّة التِي تَتَنَاسَبُ مَعَ طَبِيعَةُ هَذَا البَحثَ بِاستِخْدَامِ بَرنَامَج Excel Microsoft – 365، حَيثُ تَمَّ تَطبِيقُ المُعَالَجَاتِ الإحصَائِيَّة الوَصفِيَّة عَلى نَتَائِجِ التَحلِيلِ والاستِعَانَة بـ :

- المُتَوَسِط الحِسَابِي.
- الانحِرَافُ المِعيَارِي.
- النِسبَة المَئوِيَّة
- مُعَامِل النَشَاطِ العَضَلِي المُشتَرَك.

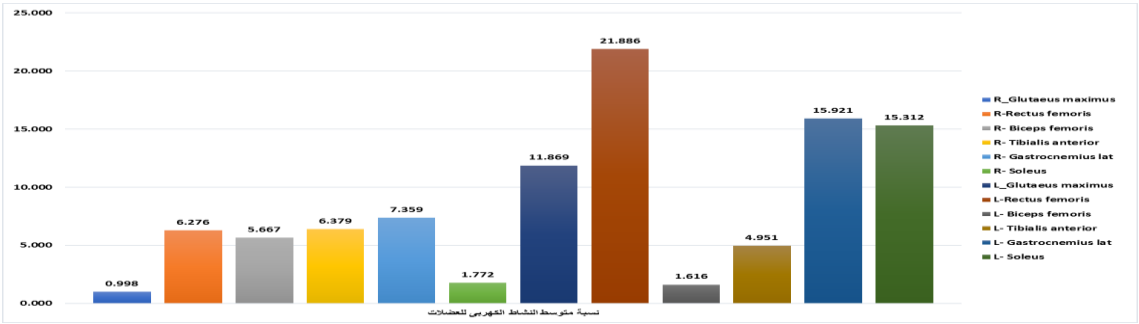
عَرضُ ومُناقَشَةُ النَتَائِج :

جَدوَل (٤)المُتَغَيِّرَاتُ العَضَلِيَّةُ والبِيُومِيكَانِيكِيَّةُ لاختِبَارِ النَمَطِ الأوَل – إنتَاجِيَّة أقصَى قُوةٍ بالإرتِقَاءِ بِقَدَمٍ واحِدَةٍ

المَرحَلَة		اختِبَار النَمَطِ الأوَل - إنتَاجِيَّة أقصَى قوةٍ بالإرتِقَاءِ بِقَدَمٍ واحِدَةٍ ومَرجَحَة الأخرَى عَالِيًا		
التَخمِيد	الدَفع	اللحظة	المُتَغَيِّرَات	الشَكل
➢ زمن التخميد ➢ الإزاحة الزاوية للفخذ ➢ الإزاحة الزاوية للركبة ➢ الإزاحة الزاوية للكاحل ➢ السرعة الزاوية للفخذ ➢ السرعة الزاوية للركبة ➢ السرعة الزاوية للكاحل		لَمس الأرض	➢ زاوية الفخذ اليمنى ➢ زاوية الركبة اليمنى ➢ زاوية الكاحل الأيمن ➢ زاوية الفخذ اليسرى ➢ زاوية الركبة اليسرى ➢ زاوية الكاحل الأيسر ➢ ارتفاع مركز ثقل الجسم ➢ محصلة سرعة مركز ثقل الجسم ➢ محصلة العجلة لمركز ثقل الجسم ➢ قوة التصادم	
	➢ زمن الدفع ➢ الإزاحة الزاوية للفخذ ➢ الإزاحة الزاوية للركبة ➢ الإزاحة الزاوية للكاحل ➢ السرعة الزاوية للفخذ ➢ السرعة الزاوية للركبة	أقصَى تَخمِيد	➢ زاوية الفخذ اليمنى ➢ زاوية الركبة اليمنى ➢ زاوية الكاحل الأيمن ➢ زاوية الفخذ اليسرى ➢ زاوية الركبة اليسرى ➢ زاوية الكاحل الأيسر ➢ ارتفاع مركز ثقل الجسم ➢ محصلة سرعة مركز ثقل الجسم ➢ محصلة العجلة لمركز ثقل الجسم	
	➢ السرعة الزاوية للركبة ➢ زمن الوصول لأقصى قوة دفع ➢ أقصى قوة دفع ➢ سرعة تنامى قوة الدفع ➢ متوسط النشاط الكهربي للعضلات ➢ أقصى نشاط عضلي	تَركُ الأرض	➢ زاوية الفخذ اليمنى ➢ زاوية الركبة اليمنى ➢ زاوية الكاحل الأيمن ➢ زاوية الفخذ اليسرى ➢ زاوية الركبة اليسرى ➢ زاوية الكاحل الأيسر ➢ ارتفاع مركز ثقل الجسم ➢ محصلة سرعة مركز ثقل الجسم ➢ محصلة العجلة لمركز ثقل الجسم	
الشَكل العَصَويّ لِنَمَطِ الوَثب				

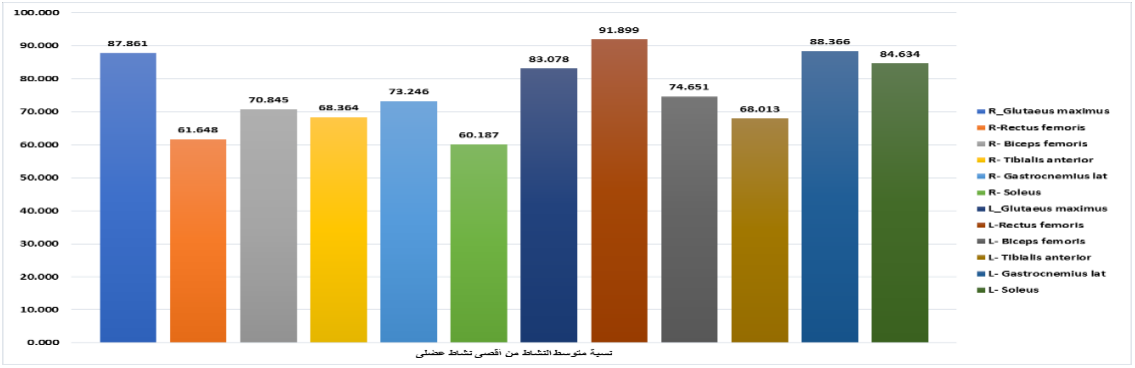
جَـدوَل (٥) المُتَغيِّرَاتُ العَضَلِيَّةُ لِمَرحَلَةِ الدَفعِ لاختِبَارِ النَمَطِ الأوَل – إنتَاجِيَّة أقصَى قُوةٍ بالإرتِقَاءِ بِقَدَمٍ واحِدَةٍ

العَضَلات بالمِللي فولت	مُتوسط النَشَاط الكَهرَبِي للعَضَلاتِ	نِسبة مُسَاهَمَة مُتوسط النَشَاط الكَهرَبِى للعَضَلاتِ	أقصَى نَشَاط عَضَلِي	نِسبة مُسَاهَمَة المُتَوَسط مِنْ أقصَى نَشَاط
R_ Gluteus maximus	0.076	1 %	0.087	٨٧.٨٦%
R–Rectus femoris	0.478	6.28%	0.776	٦١.٦٥%
R– Biceps femoris	0.432	5.67%	0.610	٧٠.٨٥%
R– Tibialis anterior	0.486	6.38%	0.711	٦٨.٣٦%
R– Gastrocnemius lat	0.561	7.36%	0.766	٧٣.٢٥%
R– Soleus	0.135	1.77%	0.224	٦٠.١٩%
L_ Gluteus maximus	0.904	11.87%	1.089	٨٣.٠٨%
L–Rectus femoris	1.668	21.89%	1.815	٩١.٩٠%
L– Biceps femoris	0.123	1.62%	0.165	٧٤.٦٥%
L– Tibialis anterior	0.377	4.95%	0.555	٦٨.٠١%
L– Gastrocnemius lat	1.213	15.92%	1.373	٨٨.٣٧%
L– Soleus	1.167	15.31%	1.378	٨٤.٦٣%



شَكل (٤)

نِسبَة مُسَاهَمَة مُتوَسِط النَشَاط الكَهرَبِيّ لِلعَضَلَاتِ لِمَرحَلَةِ الدَفعِ لاختِبَارِ النَمَطِ الأوَل – إنتَاجِيَّة أقصَى قُوةٍ بالإرتِقَاءِ بِقَدَمٍ واحِدَةٍ



شَكل (٥)

نِسبَة مُسَاهَمَة مُتوَسِط النَشَاط الكَهرَبِيّ لِلعَضَلَاتِ مِن أقصَى نَشَاط عَضَلِي لِمَرحَلَةِ الدَفعِ لاختِبَارِ النَمَطِ الأوَل – إنتَاجِيَّة أقصَى قُوةٍ بالإرتِقَاءِ بِقَدَمٍ واحِدَةٍ ومَرجَحَةُ الأُخرَى عَالِيًا

جَـدوَل (٦)

المُتَغَيِّرَاتُ الكَيَنَمَاتِيكِيَّة لِزَوَايَا الطَرَف السُفلِي أثنَاء أدَاء اختِبَارِ النَمَطِ الأوَل – إنتَاجِيَّة أقصَى قُوةٍ بالإرتِقَاءِ بِقَدَمٍ واحِدَةٍ

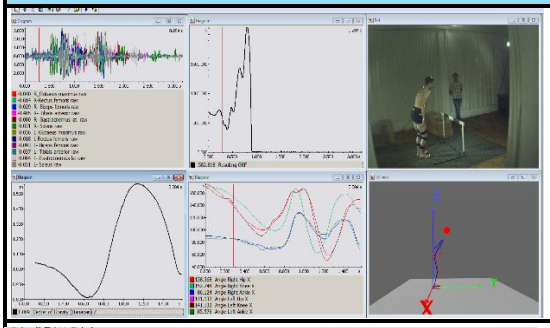
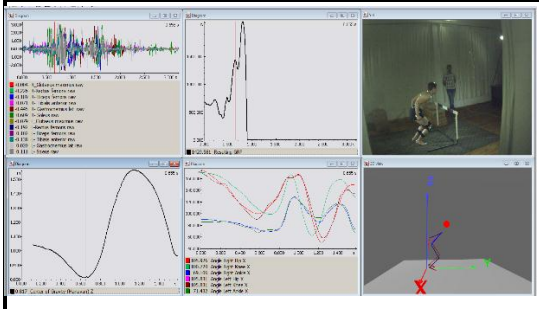
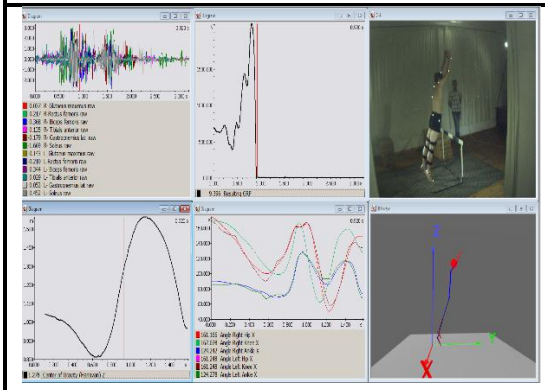
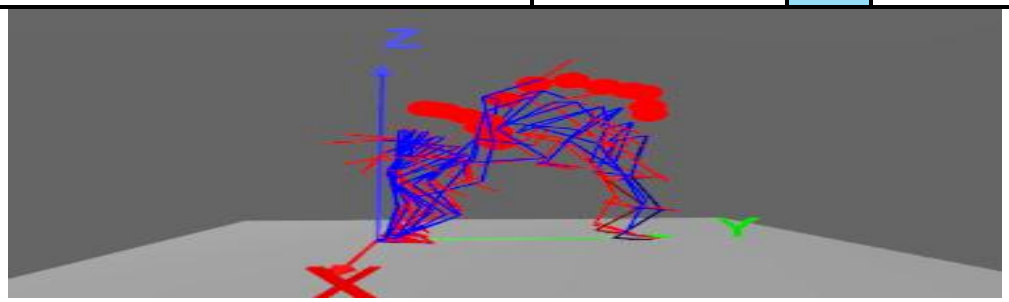
المتغيرات	وحدة القياس	قياسات الجانب الأيمن	قياسات الجانب الأيسر
زاوية الفخذ لحظة لمس الأرض	درجة	165.45	142.53
زاوية الفخذ لحظة أقصى تخميد	درجة	151.37	143.13
زاوية الفخذ لحظة ترك الأرض	درجة	98.95	165.50
الإزاحة الزاوية للفخذ لمرحلة التخميد	درجة	14.08	0.60
السرعة الزاوية للفخذ لمرحلة التخميد	درجة / الثانيه	176.04	7.47
الإزاحة الزاوية للفخذ لمرحلة الدفع	درجة	52.41	22.37
السرعة الزاوية للفخذ لمرحلة الدفع	درجة / الثانيه	249.58	106.55
زاوية الركبة لحظة لمس الأرض	درجة	135.92	131.07
زاوية الركبة لحظة أقصى تخميد	درجة	99.91	129.17
زاوية الركبة لحظة ترك الأرض	درجة	71.99	171.84
الإزاحة الزاوية للركبة لمرحلة التخميد	درجة	36.01	1.90
السرعة الزاوية للركبة لمرحلة التخميد	درجة / الثانيه	450.08	23.72
الإزاحة الزاوية للركبة لمرحلة الدفع	درجة	27.93	42.67
السرعة الزاوية للركبة لمرحلة الدفع	درجة / الثانيه	132.98	203.19
زاوية الكاحل لحظة لمس الأرض	درجة	82.90	96.44
زاوية الكاحل لحظة أقصى تخميد	درجة	84.51	93.42
زاوية الكاحل لحظة ترك الأرض	درجة	86.33	124.95
الإزاحة الزاوية للكاحل لمرحلة التخميد	درجة	1.61	3.02
السرعة الزاوية للكاحل لمرحلة التخميد	درجة / الثانيه	20.16	37.79
الإزاحة الزاوية للكاحل لمرحلة الدفع	درجة	1.82	31.53
السرعة الزاوية للكاحل لمرحلة الدفع	درجة / الثانيه	8.65	150.14

جَدوَل (٧)

المُتَغَيِّرَاتُ الكَيْنَمَاتِيكِيَّةُ الخَطِيَّةُ والتَركِيبُ الزَمَنِيُّ لِمَركَزِ ثِقَلِ الجِسمِ ومُتَغَيِّرَاتُ دَفعِ الأرضِ أثنَاء أدَاءِ اختِبَارِ النَمَطِ الأوَل – إنتَاجِيَّة أقصَى قُوةٍ بالإرتِقَاءِ بِقَدَمٍ واحِدَةٍ ومَرجَحَةُ الأُخرَى عَالِيًا

المتغيرات	وحدة القياس	القياسات	المتغيرات	وحدة القياس	القياسات
زمن التخميد	ثانيه	0.08	محصلة سرعة مركز ثقل الجسم لحظة ترك الأرض	متر / الثانيه	2.32
زمن الدفع	ثانيه	0.21	محصلة عجلة مركز ثقل الجسم لحظة لمس الأرض	متر / الثانيه²	36.78
زمن الأرتقاء	ثانيه	0.29	محصلة عجلة مركز ثقل الجسم لحظة أقصى تخميد	متر / الثانيه²	38.19
زمن الوصول لأقصى قوة دفع	ثانيه	0.20	محصلة عجلة مركز ثقل الجسم لحظة ترك الأرض	متر / الثانيه²	7.77
التصادم	نيوتن	549.91	إزاحة مركز ثقل الجسم الرأسية لمرحلة التخميد	متر	0.02
أقصى قوة دفع للأرض	نيوتن	3113.11	متوسط سرعة مركز ثقل الجسم الرأسية لمرحلة التخميد	متر / الثانيه	0.20
سرعة تنامي القوة	نيوتن / الثانيه	15643.75	إزاحة مركز ثقل الجسم الرأسية لمرحلة الدفع	متر	0.37
ارتفاع مركز ثقل الجسم لحظة مس الأرض	متر	0.96	متوسط سرعة مركز ثقل الجسم الرأسية لمرحلة الدفع	متر / الثانيه	1.76
ارتفاع مركز ثقل الجسم لحظة أقصى تخميد	متر	0.94	أقصى ارتفاع للركبة اليمنى لحظة أقصى ارتفاع	متر	٣١٠
ارتفاع مركز ثقل الجسم لحظة ترك الأرض	متر	1.31	أقصى ارتفاع لمركز ثقل الجسم	متر	1.57
محصلة سرعة مركز ثقل الجسم لحظة لمس الأرض	متر / الثانيه	1.34	متوسط سرعة مركز ثقل الجسم من ترك الأرض إلى أعلى ارتفاع	متر / الثانيه	0.20
محصلة سرعة مركز ثقل الجسم لحظة أقصى تخميد	متر / الثانيه	1.12			

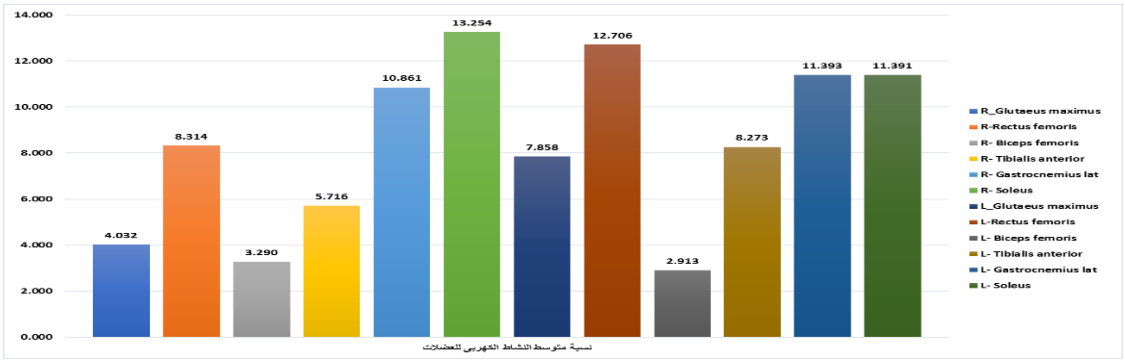
جَـدوَل (٨)
المُتَغَيِّرَاتُ العَضَلِيَّةُ والبِيُومِيكَانِيكِيَّةُ لاختِبَارِ النَمَطِ الثَانِي - الوَثبُ مِن فَوقِ حَاجِز قَانُونِي

المَرحَلَة		اختِبَار النمط الثاني - الوثب مِن فوقِ حاجِز قانوني		
التَخمِيد	الدفع	اللحظة	المتغيرات	الشكل
➢ زمن التخميد ➢ الإزاحة الزاوية للفخذ ➢ الإزاحة الزاوية للركبة ➢ الإزاحة الزاوية للكاحل ➢ السرعة الزاوية للفخذ ➢ السرعة الزاوية للركبة ➢ السرعة الزاوية للكاحل		لَمس الأرض	➢ زاوية الفخذ اليمنى ➢ زاوية الركبة اليمنى ➢ زاوية الكاحل الأيمن ➢ زاوية الفخذ اليسرى ➢ زاوية الركبة اليسرى ➢ زاوية الكاحل الأيسر ➢ ارتفاع مركز ثقل الجسم ➢ محصلة سرعة مركز ثقل الجسم ➢ محصلة العجلة لمركز ثقل الجسم	
	➢ زمن الدفع ➢ الإزاحة الزاوية للفخذ ➢ الإزاحة الزاوية للركبة ➢ الإزاحة الزاوية للكاحل ➢ السرعة الزاوية للفخذ ➢ السرعة الزاوية للركبة ➢ السرعة الزاوية للركبة	أقصَى تَخمِيد	➢ زاوية الفخذ اليمنى ➢ زاوية الركبة اليمنى ➢ زاوية الكاحل الأيمن ➢ زاوية الفخذ اليسرى ➢ زاوية الركبة اليسرى ➢ زاوية الكاحل الأيسر ➢ ارتفاع مركز ثقل الجسم ➢ محصلة سرعة مركز ثقل الجسم ➢ محصلة العجلة لمركز ثقل الجسم	
	➢ زمن الوصول لأقصى قوة دفع ➢ أقصى قوة دفع ➢ سرعة تنامى قوة الدفع ➢ متوسط النشاط الكهربي للعضلات ➢ أقصى نشاط عضلي	تَرك الأرض	➢ زاوية الفخذ اليمنى ➢ زاوية الركبة اليمنى ➢ زاوية الكاحل الأيمن ➢ زاوية الفخذ اليسرى ➢ زاوية الركبة اليسرى ➢ زاوية الكاحل الأيسر ➢ ارتفاع مركز ثقل الجسم ➢ محصلة سرعة مركز ثقل الجسم ➢ محصلة العجلة لمركز ثقل الجسم ➢ أقصى ارتفاع للركبة اليمنى	
الشَكل العَصَوِيّ لِنَمَطِ الوَثب				

جَدوَل (٩)

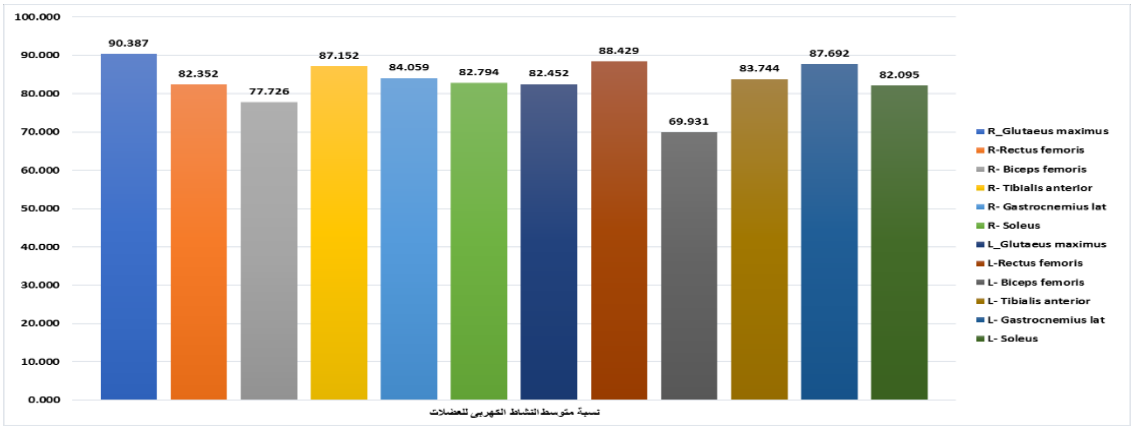
المُتَغَيِّرَاتُ العَضَلِيَّةُ لِمَرحَلَةِ الدَفع لاختِبَارِ النَمَطِ الثَانِي – الوَثبُ مِن فَوقِ حَاجِز قَانُونِي

العضلات بالمللي فولت	مُتوسِط النَشَاط الكَهرَبِي للعَضَلات	نسبة مُسَاهَمَة مُتوسط النَشَاط الكَهرَبِي للعَضَلات	أقصَى نَشَاط عَضَلِي	نسبة مُسَاهَمَة المُتَوسِط مِنْ أقصَى نَشَاط
R_ Gluteus maximus	0.406	4.03%	0.449	٩٠.٣٩%
R–Rectus femoris	0.838	8.31%	1.017	٨٢.٣٥%
R– Biceps femoris	0.332	3.29%	0.427	٧٧.٧٣%
R– Tibialis anterior	0.576	5.72%	0.661	٨٧.١٥%
R– Gastrocnemius lat	1.094	10.86%	1.302	٨٤.٠٦%
R– Soleus	1.335	13.25%	1.613	٨٢.٧٩%
L_ Gluteus maximus	0.792	7.86%	0.960	٨٢.٤٥%
L–Rectus femoris	1.280	12.71%	1.448	٨٨.٤٣%
L– Biceps femoris	0.294	2.91%	0.420	٦٩.٩٣%
L– Tibialis anterior	0.834	8.27%	0.995	٨٣.٧٤%
L– Gastrocnemius lat	1.148	11.39%	1.309	٨٧.٦٩%
L– Soleus	1.148	11.39%	1.398	٨٢.١٠%



شَكل (٦)

نِسبَة مُسَاهَمَة مُتوَسِط النَشَاط الكَهرَبِيّ لِلعَضَلَاتِ لِمَرحَلَةِ الدَفعِ لاختِبَارِ النَمَطِ الثَانِي – الوَثبُ مِن فَوقِ حَاجِز



شَكل (٧)

نِسبَة مُسَاهَمَة مُتوَسِط النَشَاط الكَهرَبِيّ لِلعَضَلَاتِ مِن أقصَى نَشَاط عَضَلِي لِمَرحَلَةِ الدَفعِ لاختِبَارِ النَمَطِ الثَانِي – الوَثبُ مِن فَوقِ حَاجِز

جَدوَل (١٠)

المُتَغَيِّرَاتُ الكَيْنَمَاتِيكِيَّة لِزَوَايَا الطَرَف السُفلِي أثنَاء أدَاء اختِبَارِ النَمَطِ الثَانِي – الوَثبُ مِن فَوقِ حَاجِز قَانُونِي

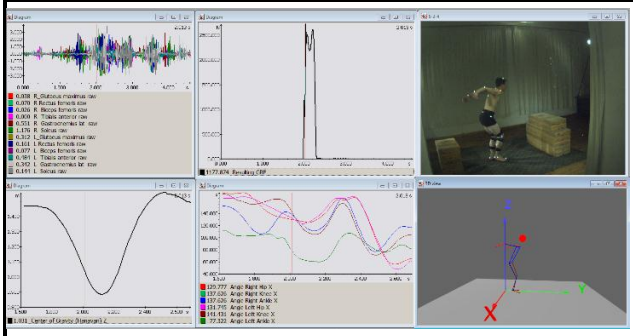
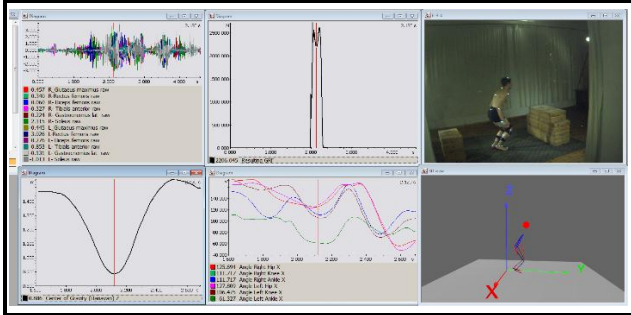
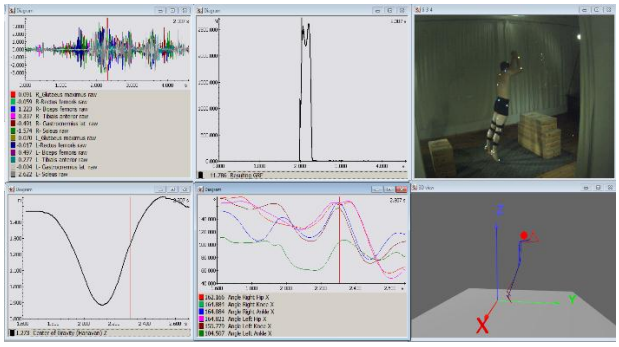
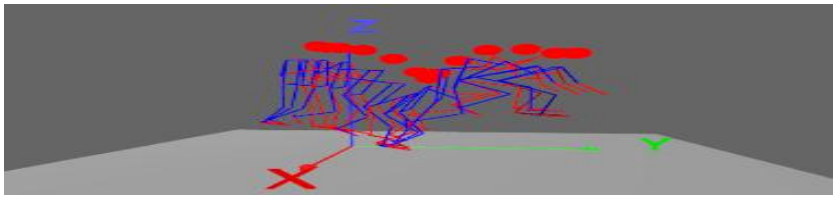
المتغيرات	وحدة القياس	قياسات الجانب الأيمن	قياسات الجانب الأيسر
زاوية الفخذ لحظة لمس الأرض	درجة	146.31	150.75
زاوية الفخذ لحظة أقصى تخميد	درجة	105.26	104.25
زاوية الفخذ لحظة ترك الأرض	درجة	161.14	161.25
الإزاحة الزاوية للفخذ لمرحلة التخميد	درجة	41.06	46.50
السرعة الزاوية للفخذ لمرحلة التخميد	درجة / الثانيه	100.14	113.41
الإزاحة الزاوية للفخذ لمرحلة الدفع	درجة	55.89	57.00
السرعة الزاوية للفخذ لمرحلة الدفع	درجة / الثانيه	206.99	211.10
زاوية الركبة لحظة لمس الأرض	درجة	158.65	150.75
زاوية الركبة لحظة أقصى تخميد	درجة	100.99	104.25
زاوية الركبة لحظة ترك الأرض	درجة	167.05	161.25
الإزاحة الزاوية للركبة لمرحلة التخميد	درجة	57.66	46.50
السرعة الزاوية للركبة لمرحلة التخميد	درجة / الثانيه	140.62	113.41
الإزاحة الزاوية للركبة لمرحلة الدفع	درجة	66.06	57.00
السرعة الزاوية للركبة لمرحلة الدفع	درجة / الثانيه	244.66	211.10
زاوية الكاحل لحظة لمس الأرض	درجة	86.76	86.74
زاوية الكاحل لحظة أقصى تخميد	درجة	69.20	71.31
زاوية الكاحل لحظة ترك الأرض	درجة	124.38	124.38
الإزاحة الزاوية للكاحل لمرحلة التخميد	درجة	17.56	15.43
السرعة الزاوية للكاحل لمرحلة التخميد	درجة / الثانيه	42.84	37.63
الإزاحة الزاوية للكاحل لمرحلة الدفع	درجة	55.19	53.07
السرعة الزاوية للكاحل لمرحلة الدفع	درجة / الثانيه	204.39	196.54

جَدوَل (١١)

المُتَغَيِّرَاتُ الكَيْنَمَاتِيكِيَّةُ الخَطِيَّةُ والتَركِيبُ الزَمَنِيُ لِمَركَزِ ثِقَلِ الجِسمِ ومُتَغَيِّرَاتُ دَفعِ الأرضِ أثنَاء أدَاءِ اختِبَارِ النَمَطِ الثَانِي – الوَثبُ مِن فَوقِ حَاجِز قَانُونِي

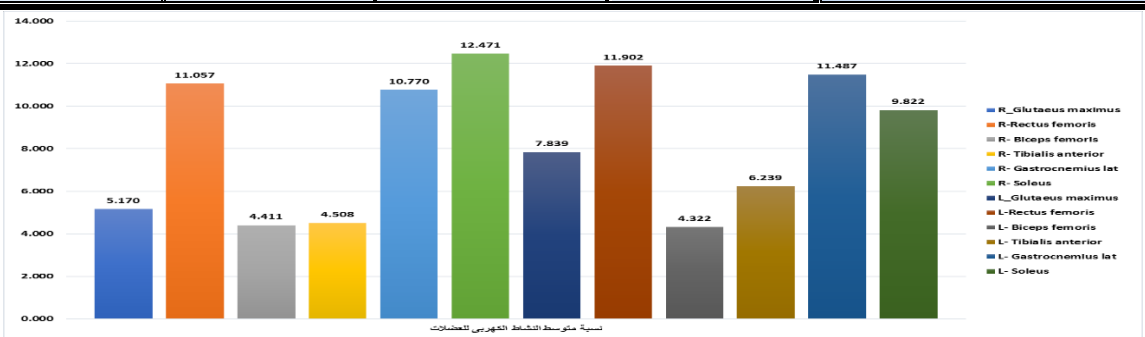
المتغيرات	وحدة القياس	القياسات	المتغيرات	وحدة القياس	القياسات
زمن التخميد	ثانيه	0.41	محصلة سرعة مركز ثقل الجسم لحظة أقصى تخميد	متر / الثانيه	0.84
زمن الدفع	ثانيه	0.27	محصلة سرعة مركز ثقل الجسم لحظة ترك الأرض	متر / الثانيه	2.52
زمن الأرتقاء	ثانيه	0.68	محصلة عجلة مركز ثقل الجسم لحظة لمس الأرض	متر / الثانيه^2	36.78
زمن الوصول لأقصى قوة دفع	ثانيه	0.12	محصلة عجلة مركز ثقل الجسم لحظة أقصى تخميد	متر / الثانيه^2	38.19
أقصى قوة دفع للأرض	نيوتن	2127.61	محصلة عجلة مركز ثقل الجسم لحظة ترك الأرض	متر / الثانيه^2	7.77
سرعة تنامي القوة	نيوتن / الثانيه	18184.71	إزاحة مركز ثقل الجسم الرأسية لمرحلة التخميد	متر	0.20
ارتفاع مركز ثقل الجسم لحظة لمس الأرض	متر	1.02	متوسط سرعة مركز ثقل الجسم الرأسية لمرحلة التخميد	متر / الثانيه	0.49
ارتفاع مركز ثقل الجسم لحظة أقصى تخميد	متر	0.81	إزاحة مركز ثقل الجسم الرأسية لمرحلة الدفع	متر	0.47
ارتفاع مركز ثقل الجسم لحظة ترك الأرض	متر	1.28	متوسط سرعة مركز ثقل الجسم الرأسية لمرحلة الدفع	متر / الثانيه	1.72
محصلة سرعة مركز ثقل الجسم لحظة لمس الأرض	متر / الثانيه	0.59	أقصى ارتفاع لمركز ثقل الجسم	متر	1.57

جَـدوَل (١٢)
المُتَغَيِّرَاتُ العَضَلِيَّةُ والبِيُومِيكَانِيكِيَّةُ لاختِبَارِ النَمَطِ الثَالِثِ - السُقوطُ مِن عَلَى صُنْدُوقٍ ثُمَّ الإرتِقَاءِ لِلصُعُودِ عَلَى صُنْدُوق

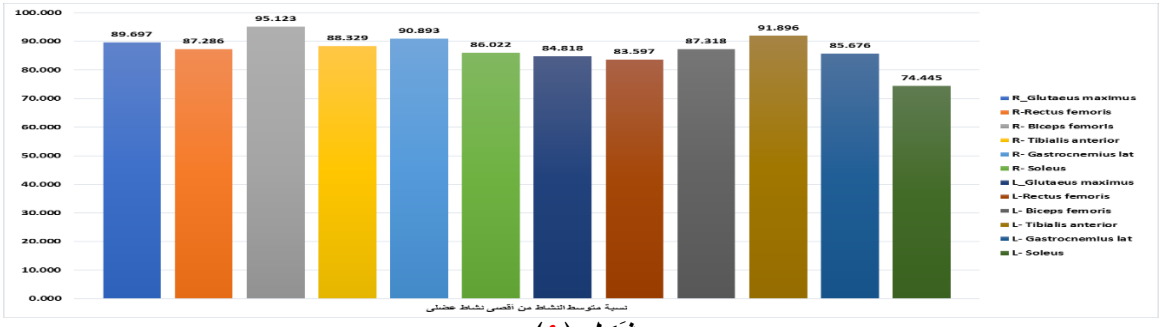
المَرحَلَة		اختِبَار النَمَطِ الثالِثِ - السُقوطُ مِن عَلَى صُنْدُوقٍ ثُمَّ الإرتِقَاءِ لِلصُعُودِ عَلَى صُنْدُوق آخَر		
التَخمِيـد	الـدَفـع	اللحظة	المُتَغَيِّـرَات	الشَكـل
➢ زمن التخميد ➢ الإزاحـة الزاويـة للفخذ ➢ الإزاحـة الزاويـة للركبة ➢ الإزاحـة الزاويـة للكاحل ➢ السـرعة الزاويـة للفخذ ➢ السـرعة الزاويـة للركبة ➢ السـرعة الزاويـة للكاحل		لَمس الأرض	➢ زاوية الفخذ اليمنى ➢ زاوية الركبة اليمنى ➢ زاوية الكاحل الأيمن ➢ زاوية الفخذ اليسرى ➢ زاوية الركبة اليسرى ➢ زاوية الكاحل الأيسر ➢ ارتفاع مركز ثقل الجسم ➢ محصلة سرعة مركز ثقل الجسم ➢ محصلة العجلة لمركز ثقل الجسم ➢ قوة التصادم	
	➢ زمن الدفع ➢ الإزاحة الزاوية للفخذ ➢ الإزاحة الزاوية للركبة ➢ الإزاحة الزاوية للكاحل ➢ السرعة الزاوية للفخذ ➢ السرعة الزاوية للركبة ➢ السرعة الزاوية للركبة ➢ زمـن الوصـول لأقصى قوة دفع ➢ أقصى قوة دفع ➢ سـرعة تنـامى قوة الدفع ➢ متوسط النشاط الكهربـــــي للعضلات ➢ أقصـى نشـاط عضلي	أقصَى تَخمِيد	➢ زاوية الفخذ اليمنى ➢ زاوية الركبة اليمنى ➢ زاوية الكاحل الأيمن ➢ زاوية الفخذ اليسرى ➢ زاوية الركبة اليسرى ➢ زاوية الكاحل الأيسر ➢ ارتفاع مركز ثقل الجسم ➢ محصلة سرعة مركز ثقل الجسم ➢ محصلة العجلة لمركز ثقل الجسم	
		تَركُ الأرض	➢ زاوية الفخذ اليمنى ➢ زاوية الركبة اليمنى ➢ زاوية الكاحل الأيمن ➢ زاوية الفخذ اليسرى ➢ زاوية الركبة اليسرى ➢ زاوية الكاحل الأيسر ➢ ارتفاع مركز ثقل الجسم ➢ محصلة سرعة مركز ثقل الجسم ➢ محصلة العجلة لمركز ثقل الجسم	
الشَكل العَصَويّ لِنَمَطِ الوَثب				

جَدوَل (١٣)
المُتَغَيِّرَاتُ العَضَلِيَّةُ لِمَرحَلَةِ الدَفعِ لاختِبَارِ النَمَطِ الثَالِثِ – السُقوطُ مِن عَلَى صُندُوقٍ ثُمَّ الإرتِقَاءِ لِلصُعُودِ عَلَى صُندُوق

العَضَلات بالمِللي فولت	مُتوسِط النَشَاط الكَهرَبِي للعَضَلات	نسبه مُسَاهمَه مُتوسِط النَشَاط الكَهرَبِي للعَضَلات	أقصَى نَشَاط عَضَلِي	نسبه مُسَاهمَه المُتوسِط من أقصَى نَشَاط
R_ Gluteus maximus	0.581	5.17%	0.647	٨٩.٧٠%
R-Rectus femoris	1.242	11.06%	1.423	٨٧.٢٩%
R- Biceps femoris	0.495	4.41%	0.521	٩٥.١٢%
R- Tibialis anterior	0.506	4.51%	0.573	٨٨.٣٣%
R- Gastrocnemius lat	1.210	10.77%	1.331	٩٠.٨٩%
R- Soleus	1.401	12.47%	1.628	٨٦.٠٢%
L_ Gluteus maximus	0.881	7.84%	1.038	٨٤.٨٢%
L-Rectus femoris	1.337	11.90%	1.599	٨٣.٦٠%
L- Biceps femoris	0.485	4.32%	0.556	٨٧.٣٢%
L- Tibialis anterior	0.701	6.24%	0.763	٩١.٩٠%
L- Gastrocnemius lat	1.290	11.49%	1.506	٨٥.٦٨%
L- Soleus	1.103	9.82%	1.482	٧٤.٤٥%



شَكل (٨)
نِسبَة مُسَاهَمَة مُتوَسِط النَشَاط الكَهرَبِيّ لِلعَضَلَاتِ لِمَرحَلَةِ الدَفعِ لاختِبَارِ النَمَطِ الثَالِثِ – السُقوطُ مِن عَلَى صُندُوقٍ ثُمَّ الإرتِقَاءِ لِلصُعُودِ عَلَى صُندُوق آخَر



شَكل (٩)
نِسبَة مُسَاهَمَة مُتوَسِط النَشَاط الكَهرَبِيّ لِلعَضَلَاتِ مِن أقصَى نَشَاط عَضَلِي لِمَرحَلَةِ الدَفعِ لاختِبَارِ النَمَطِ الثَالِثِ – السُقوطُ مِن عَلَى صُندُوقٍ ثُمَّ الإرتِقَاءِ لِلصُعُودِ عَلَى صُندُوق آخَر

جَدوَل (١٤)

المُتَغَيِّرَاتُ الكَيْنَمَاتِيكِيَّة لِزَوَايَا الطَرَف السُفلِي أثنَاء أدَاء اختبَارِ النَمَطِ الثَالِثِ – السُقوطُ مِن عَلَى صُندُوقٍ ثُمَّ الإرتِقَاءِ لِلصُعُودِ عَلَى صُندُوق آخَر

المتغيرات	وحدة القياس	قياسات الجانب الأيمن	قياسات الجانب الأيسر
زاوية الفخذ لحظة لمس الأرض	درجة	128.73	126.79
زاوية الفخذ لحظة أقصى تخميد	درجة	126.69	129.64
زاوية الفخذ لحظة ترك الأرض	درجة	162.30	164.66
الإزاحة الزاوية للفخذ لمرحلة التخميد	درجة	2.04	2.85
السرعة الزاوية للفخذ لمرحلة التخميد	درجة / الثانيه	22.67	31.66
الإزاحة الزاوية للفخذ لمرحلة الدفع	درجة	35.61	35.01
السرعة الزاوية للفخذ لمرحلة الدفع	درجة / الثانيه	209.49	205.97
زاوية الركبة لحظة لمس الأرض	درجة	130.39	128.27
زاوية الركبة لحظة أقصى تخميد	درجة	111.06	105.81
زاوية الركبة لحظة ترك الأرض	درجة	165.39	156.55
الإزاحة الزاوية للركبة لمرحلة التخميد	درجة	19.33	22.46
السرعة الزاوية للركبة لمرحلة التخميد	درجة / الثانيه	214.78	249.56
الإزاحة الزاوية للركبة لمرحلة الدفع	درجة	54.33	50.74
السرعة الزاوية للركبة لمرحلة الدفع	درجة / الثانيه	319.60	298.47
زاوية الكاحل لحظة لمس الأرض	درجة	130.39	68.71
زاوية الكاحل لحظة أقصى تخميد	درجة	111.06	61.09
زاوية الكاحل لحظة ترك الأرض	درجة	165.39	102.78
الإزاحة الزاوية للكاحل لمرحلة التخميد	درجة	19.33	7.61
السرعة الزاوية للكاحل لمرحلة التخميد	درجة / الثانيه	214.78	84.61
الإزاحة الزاوية للكاحل لمرحلة الدفع	درجة	54.33	41.69
السرعة الزاوية للكاحل لمرحلة الدفع	درجة / الثانيه	319.60	245.23

جَدوَل (١٥)

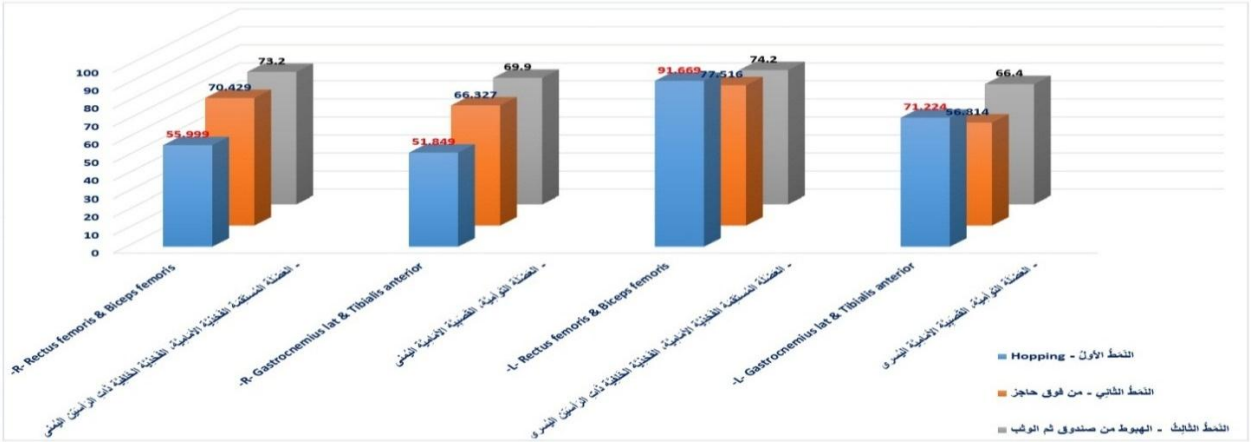
المُتَغَيِّرَاتُ الكَيْنَمَاتِيكِيَّةُ الخَطِيَّةُ والتَركِيبُ الزَمَنِيُّ لِمَركَزِ ثِقَلِ الجِسمِ ومُتَغَيِّرَاتُ دَفعِ الأرضِ أثنَاء أدَاءِ اختِبَارِ النَمَطِ الثَالِثِ – السُقوطُ مِن عَلَى صُندُوقٍ ثُمَّ الإرتِقَاءِ لِلصُعُودِ عَلَى صُندُوق آخَر

المتغيرات	وحدة القياس	القياسات	المتغيرات	وحدة القياس	القياسات
زمن التخميد	ثانيه	0.09	محصلة سرعة مركز ثقل الجسم لحظة لمس الأرض	متر / الثانيه	2.31
زمن الدفع	ثانيه	0.17	محصلة سرعة مركز ثقل الجسم لحظة أقصى تخميد	متر / الثانيه	1.33
زمن الأرتقاء	ثانيه	0.26	محصلة سرعة مركز ثقل الجسم لحظة ترك الأرض	متر / الثانيه	3.00
زمن الوصول لأقصى قوة دفع	ثانيه	0.09	محصلة عجلة مركز ثقل الجسم لحظة لمس الأرض	متر / الثانيه²	36.78
التصادم	نيوتن	2726.30	محصلة عجلة مركز ثقل الجسم لحظة أقصى تخميد	متر / الثانيه²	38.19
أقصى قوة دفع للأرض	نيوتن	2611.63	محصلة عجلة مركز ثقل الجسم لحظة ترك الأرض	متر / الثانيه²	7.77
سرعة تنامي القوة	نيوتن / الثانيه	30018.69	إزاحة مركز ثقل الجسم الرأسية لمرحلة التخميد	متر	0.08
ارتفاع مركز ثقل الجسم لحظة مس الأرض	متر	0.97	متوسط سرعة مركز ثقل الجسم الرأسية لمرحلة التخميد	متر / الثانيه	0.90
ارتفاع مركز ثقل الجسم لحظة أقصى تخميد	متر	0.89	إزاحة مركز ثقل الجسم الرأسية لمرحلة الدفع	متر	0.37
ارتفاع مركز ثقل الجسم لحظة ترك الأرض	متر	1.26	متوسط سرعة مركز ثقل الجسم الرأسية لمرحلة الدفع	متر / الثانيه	2.16

جَدوَل (١٦)

نِسبَة التَوازُن العَضَلِيّ للعَضَلَات (العَامِلَة والمُقَابِلَة) لِاختِبَارَاتِ أنمَاطِ الوَثبِ الثَلاث مِن مُتَوَسِطِ النَشَاطِ الكَهرَبِيّ للعَضَلَاتِ وأقصَى نَشَاط عَضَلِي

نِسبَةُ التَوازُن للعَضَلاتِ لاختِبَارَاتِ	النَمَطُ الأولُ – Hopping		النَمَطُ الثَّانِي – من فوق حاجز		النَمَطُ الثَّالِثُ – السقوط من فوق صندوق ثم الارتقاء للصعود على صندوق آخر	
	مِنْ مُتوسِط النَشَاط الكَهرَبِي للعَضَلاتِ	مِنْ أقصَى نَشَاط عَضَلِي	مِنْ مُتوسِط النَشَاط الكَهرَبِي للعَضَلاتِ	مِنْ أقصَى نَشَاط عَضَلِي	مِنْ مُتوسِط النَشَاط الكَهرَبِي للعَضَلاتِ	مِنْ أقصَى نَشَاط عَضَلِي
–R– Rectus femoris & Biceps femoris – العَضَلَة المُستَقِمَة الفَخذِيَّة الأمَامِيَّة، الفَخذِيَّة الخَلفِيَّة ذَاتِ الرَأسَيّن اليُمنى	52.549	55.999	28.376	70.429	71.503	73.2
–R– Gastrocnemius lat & Tibialis anterior – العَضَلَة التَوأمِيَّة، القَصَبِيَّة الأمَامِيَّة اليُمنى	53.568	51.849	65.509	66.327	70.513	69.9
–L– Rectus femoris & Biceps femoris – العَضَلَة المُستَقِمَة الفَخذِيَّة الأمَامِيَّة، الفَخذِيَّة الخَلفِيَّة ذَاتِ الرَأسَيّن اليُسرى	93.125	91.669	91.669	77.516	73.381	74.2
–L– Gastrocnemius lat & Tibialis anterior – العَضَلَة التَوأمِيَّة، القَصَبِيَّة الأمَامِيَّة اليُسرى	76.280	71.224	57.921	56.814	64.792	66.4



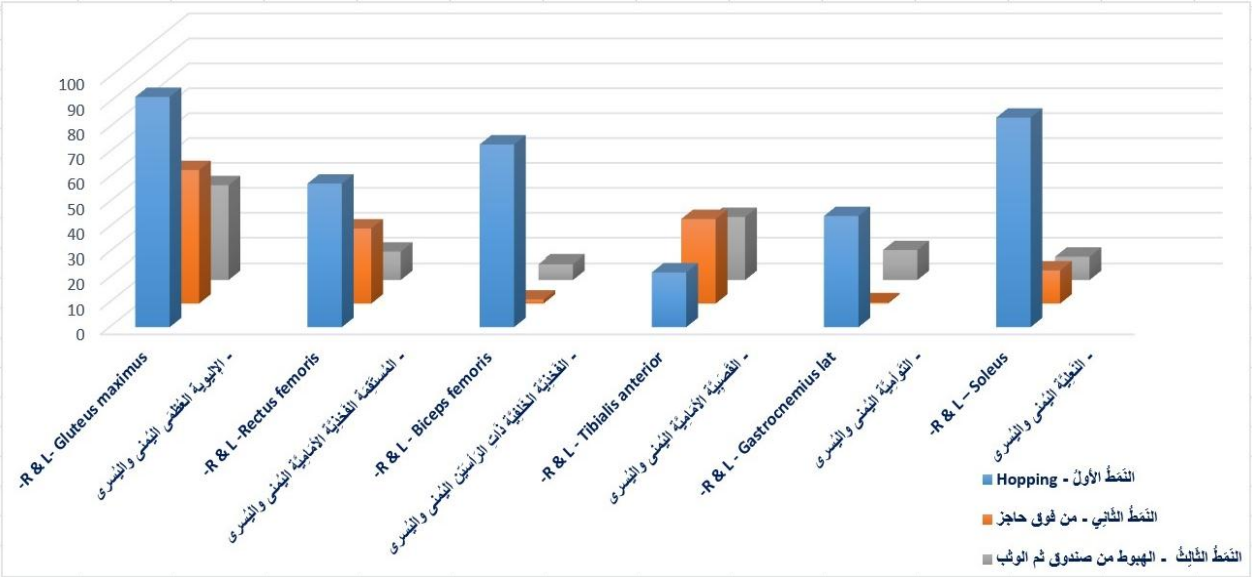
شَكل (١٠)

نِسبَة التَوازُن العَضَلِي للعَضَلَات (العَامِلَة والمُقَابِلَة) مِن أقصَى نَشَاط عَضَلِي لاختِبَارَاتِ أنمَاطِ الوَثبِ الثَلاث

جَدوَل (١٧)

نِسبَة التَمَاثُلِ العَضَلِيّ (يَمين ويَسَار) لِاختِبَارَاتِ أنمَاطِ الوَثبِ الثَلاث مِن مُتَوَسِطِ النَشَاطِ الكَهرَبِيّ للعَضَلَاتِ وأقصَى نَشَاط عَضَلِي

نِسبَةُ التَمَاثُل للعَضَلاتِ لاختِبَارَاتِ	النَمَطُ الأولُ – Hopping		النَمَطُ الثَانِي – من فوق حاجز		النَمَطُ الثَالِثُ – السقوط من فوق صندوق ثم الارتقاء للصعود على صندوق آخر	
	مِنْ مُتوسِط النَشَاط الكَهرَبِي للعَضَلاتِ	مِنْ أقصَى نَشَاط عَضَلِي	مِنْ مُتوسِط النَشَاط الكَهرَبِي للعَضَلاتِ	مِنْ أقصَى نَشَاط عَضَلِي	مِنْ مُتوسِط النَشَاط الكَهرَبِي للعَضَلاتِ	مِنْ أقصَى نَشَاط عَضَلِي
–R & L– Gluteus maximus – الإليوية العُظمَى اليُمنى واليُسرى	91.596	92.053	48.737	53.229	34.052	37.669
–R & L –Rectus femoris – المُستَقِمَة الفَخذِيَّة الأمَامِيَّة اليُمنى واليُسرى	71.322	57.250	34.531	29.765	7.105	11.007
–R & L – Biceps femoris – الفَخذِيَّة الخَلفِيَّة ذَاتِ الرَأسَيّن اليُمنى واليُسرى	71.491	72.945	11.446	1.639	2.020	6.295
–R & L – Tibialis anterior – القَصَبِيَّة الأمَامِيَّة اليُمنى واليُسرى	22.387	21.986	30.935	33.568	27.817	24.902
–R & L – Gastrocnemius lat – التَوأمِيَّة اليُمنى واليُسرى	53.776	44.234	4.704	0.535	6.202	11.620
–R & L – Soleus – النَعلِيَّة اليُمنى واليُسرى	88.428	83.728	14.007	13.329	21.271	8.968



شَكل (١١) نِسبَة التماثل العَضَلِي (يَمين ويَسَار) مِن أقصَى نَشَاط عَضَلِي لاختِبَارَاتِ أنمَاطِ الوَثبِ الثَلاث

مناقشة النتائج:

لَعَلَه يَحسُن بِنا قَبلَ الخَوضِ فِي استِعرَاضِ نَتائِجِ البَحثِ، وتَناولِهَا بالدَرسِ والتَحلِيلِ والمُنَاقَشَةِ والتَفصِيلِ؛ فإنَنَا نَرَى ضَرورَةَ التَقدِيمِ لهَا أولاً بِشَكلٍ عَام، ثُمَّ نَعرِض طُرق تَناولِهَا، حَيثُ قَامَ الباحِثُ بِقِيَاسِ وتَحلِيلِ اختِبَارَاتِ أنمَاطِ الوَثبِ الثَلاث عَضَلِيًا بِتَسجِيل النَشاطِ الكَهرَبِيّ للعَضَلاتِ، بيوميكانيكيًا بإستِخدَامِ مِنصَّةِ قِيَاسِ القُوَّة فَضَلاً عَن التَحليلُ الحَرَكِيّ ثُلَاثِي الأبعَادِ لهَا وأسفَرَت النتَائِجُ عَمَّا يَلِي :-

حَيثُ يَتَضِح مِن جَدَاوِلِ (٤)،(٥)،(٦)،(٧) وكَذَا الأشكَالِ (٤)،(٥) والخَاصَّهِ بِاختِبَارِ نَمَطِ الوَثبِ **الأوَّلُ (إنتَاجِيَّة أقصَى قُوةٍ بالارتِقَاءِ بِقَدَمٍ واحِدَةٍ ومَرجَحَةُ الأُخرَى عَالِيًا – Hopping)** تَرتِيبُ المُتَوَسِط والنِسبَة المَئوِيَّة لمُسَاهَمَةِ مُتوسِطِ النَشَاطِ الكَهرَبِيّ للعَضَلاتِ، جائت كالآتي : **(العَضَلَة) – المُستَقِمَة الفَخذِيَّة الأمَامِيَّة اليُسرَى (L–RF)**، تَلِيهَا **التَوأمِيَّة اليُسرَى (L–GAS)**، تَلِيهَا **النَعلِيَّة اليُسرَى (L–SL)**، تَلِيهَا **الإليَوِيَّة العُظمَى اليُسرَى (L–GLM)**، تَلِيهَا **التَوأمِيَّة اليُمنَى (R–GAS)**، تَلِيهَا **القَصَبِيَّة الأمَامِيَّة اليُمنَى (R–TA)**، تَلِيهَا **المُستَقِمَة الفَخذِيَّة الأمَامِيَّة اليُمنَى (R–RF)**، تَلِيهَا **الفَخذِيَّة الخَلفِيَّة ذَاتِ الرَأسَيّن اليُمنَى (R–BF)**، تَلِيهَا **القَصَبِيَّة الأمَامِيَّة اليُسرَى (L–TA)**، تَلِيهَا **النَعلِيَّة اليُمنَى (R–SL)** ، تَلِيهَا **الفَخذِيَّة الخَلفِيَّة ذَاتِ الرَأسَيّن اليُسرَى (L–BF)**، أخِيرًا **الإليَوِيَّة العُظمَى اليُمنَى (R–GLM)**.

بَيّنَمَا بَلَغَتْ أزمِنَةُ التخميد (٠.٠٨٠ ث)، الدَفعِ (٠.٢١٠ ث)، الارتِقَاءِ (٠.٢٩٠ ث) والوصُولِ إلى أقصَى قُوَّةِ دَفعِ (٠.١٩٩ ث) ثَانِيَّه، وبَلَغَت قُوَّةُ التَّصَادُم (٥٤٩.٩٠٦) نيوتن، بَلَغَت أقصَى قُوَّةٍ لدَفعِ الأرضِ (٣١١٣.١٠٦) نيوتن وبَلَغَت سُرعَةُ تَنَامِي القُوَّة (١٥٦٤٣.٧٥) نيوتن/ث؛ فَفِي هَذَا النَمَطُ يُحَاوِلُ المُتسَابِقُ فَرمَلَةَ الدَفعِ مِن خِلالِ كَبحِ الكُتَلِ المُتَأرجِحَةِ وذَلكَ يُقَلِلُّ مِنَ القُصُورِ الذَاتِي – فَهُو مَيّلِ للجِسمِ للأمَامِ فَمُحَاوَلَةِ السَيّطَرِةِ عَلى الجِسمِ لحَظَةِ الدَفعِ تَتَحَقَقُ مِن خِلالِ قُوَّةِ العَضَلاتِ وخَاصَّةً عَضَلاتُ القَدَمِ يَلِيهَا عَضَلاتُ الجِذعَ ثُمَّ الذِرَاعَيّنِ ويَصِلُ المُتسَابِقُ فِيّهِ إلى ارتِفَاعَاتٍ عَالِيَةٍ فِي مَرحَلَةِ الطَيَرَانِ وهَذَا مَا تُشِيرُ إلِيّهِ النَتَائِجُ فِي جدول (٧)؛ حَيّثُ وَصَلَ أقصَى ارتِفَاع لمَركَزِ ثِقَلِ الجِسمِ (١.٥٧٣) مِتر، بَلَغَت مُحَصِّلَةُ عَجَلَةِ مَركَزِ ثِقَلِ الجِسمِ لَحظَةَ تَركِ الأرضِ (٧.٧٦٩) م/ث.

يَتَضِح مِن جَدَاوِلِ (٨)،(٩)،(١٠)،(١١) وكَذَا الأشكَالِ (٦)،(٧) والخَاصَّهِ بِاختِبَارِ نَمَطِ الوَثبِ **الثَانِي (الوَثب مِن فَوق حَاجِز)** تَرتِيبُ المُتَوَسِط والنِسبَة المَئوِيَّة لمُسَاهَمَةِ مُتوسِطِ النَشَاطِ الكَهرَبِيّ للعَضَلاتِ، جائت كالآتي : **(العَضَلَة) – العَضَلَة النَعلِيَّة اليُمنَى (R–SL)**، تَلِيهَا **المُستَقِمَة الفَخذِيَّة الأمَامِيَّة اليُسرَى (L–RF)**، تَلِيهَا **العَضَلَتَيّن التَوأمِيَّة اليُسرَى (L–GAS) النَعلِيَّة اليُسرَى (L–SL)**، تَلِيهَا **التَوأمِيَّة اليُمنَى (R–GAS)**، تَلِيهَا **المُستَقِمَة الفَخذِيَّة الأمَامِيَّة اليُمنَى (R–RF)**، تَلِيهَا **القَصَبِيَّة الأمَامِيَّة اليُسرَى (L–TA)**،

تَلِيهَا **الإليَوِيَّـة العُظمَـى اليُسـرَى (L-GLM)**، تَلِيهَا **القَصَـبِيَّة الأمَامِيَّـة اليُمنَـى (R-TA)**، تَلِيهَا **الإليَوِيَّـة العُظمَى اليُمنَى (R-GLM)**، تَلِيهَا **الفَخذِيَّة الخَلفِيَّة ذَاتِ الرَأسَيّن اليُمنَى (R-BF)**، أخِيرًا **العَضَلَة الفَخذِيَّة الخَلفِيَّة ذَاتِ الرَأسَيّن اليُسرَى (L-BF)**.

كَمَا تُشِيرُ النَتَائِجُ أيضًا إلى أنَّ ارتِفَاعِ مَركَزِ الثِقَلِ لَحظَةَ لَمسِ الأرضِ ولَحظَةَ تَركِ الأرضِ بَلَغَ عَلَى التَوَالِي: (١.٠١٥) مِترًا، (١.٢٧٩) مِترًا؛ أيّ أنَّ الفَارِق (٢٦ سم) حَيّثُ قَامَ المُتَسَابِقُ بِتَعمِيقُ مَركَزَ الثِقَلِ لأسفَلِ وانعَكَسَ ذَلكَ عَلى زَوَايّا المَفَاصِلِ؛ فَبَلَغَتْ **زَاوِيَةُ الكَاحِلِ الأيمَنِ** لَحظَةَ لِمسِ الأرضِ (٥٨٦.٧٦١) وانخَفَضَت لَحظَةَ التَخمِيدِ إلى (٥٦٩.١٩٧) وارتَفَعَت لَحظَةُ تَركِ الأرضِ إلى (٥١٢٤.٣٨٢)، بَلَغَتْ **زَاوِيَةُ الكَاحِلِ الأيسَرِ** لَحظَةَ لِمسِ الأرضِ (٥٨٦.٧٦١) وانخَفَضَت أيضًا لَحظَةَ التَخمِيدِ إلى (٥٧١.٣١) وارتَفَعَت أيضًا لَحظَةُ تَركِ الأرضِ إلى (٥١٢٤.٣٨٢)؛ بَيّنَمَا بَلَغَت **زَاوِيَةُ الرُكبَةُ اليُمنَى** لَحظَةَ لِمسِ الأرضِ (٥١٥٨.٦٤٦) وانخَفَضَت إلى (٥١٠٠.٩٩١) لحظَةِ أقصَى تَخمِيد وارتَفَعَت لحظَةُ تَركِ الأرضِ (٥١٦٧.٠٥٠)، بَلَغَت زاوية **زَاوِيَةُ الرُكبَةُ اليُسرَى** لَحظَةَ لِمسِ الأرضِ (٥١٥٠.٧٥) وانخَفَضَت أيضًا لَحظَةَ أقصَى تَخمِيد إلى (٥١٠٤.٢٥) وارتَفَعَت أيضًا لَحظَةُ الدَفعِ إلى (٥١٦١.٢٥)؛ بَيّنَمَا بَلَغَت **زَاوِيَةُ الفَخذِ الأيمَنِ** لَحظَةَ لِمسِ الأرضِ (٥١٤٦.٣١٤) وانخَفَضَت لَحظَةَ أقصَى تَخمِيدِ إلى (٥١٠٥.٢٥٧) وارتَفَعَت لَحظَةَ تَركِ الأرضِ إلى (٥١٦١.١٤٤)، بَلَغَت **زَاوِيَةُ الفَخذِ الأيسَرِ** لَحظَةَ لَمسِ الأرضِ (٥١٥٠.٧٥) وبل وانخَفَضَت لَحظَةَ أقصَى تَخمِيدِ إلى (٥١٠٤.٢٥) وارتَفَعَت لَحظَةَ تَركِ الأرضِ إلى (٥١٦١.٢٥).

مِمَّا سَبَق يَستَنتِجُ البَاحِثُ أنَّ خَطَّ عَمِلِ القُوَّةِ يَتَحَدّ مِن خِلالِ وَضعِ الكَتِفَيّنِ بِشَكلٍ مُتعَامِدٍ عَلى مِفصَلَيّ الفَخذَيّن؛ بَيّنَمَا تَصِلُ الزَاوِيّةُ بَيّنَ مِفصَلَيّ الرُكبَتَيّنِ والفَخذَيِيّنِ فِي حُدُودِ (٥٩٠ – ٥٩٨) حَتَّى يَتَمُّ استِقَامَةُ خَطَّ عَمِلِ القُوَّةِ والذِي يَمُرّ مِن نُقطَةِ الكَتِفَيّن والحَوضِ والرُكبَةِ والكَاحِل، ويَنتُجُ عَن ذَلكَ وَضعِ المَفَاصِلِ فِي شَكلٍ مِثَالِيّ لِتَقُومَ العَضَلاتُ بإنتَاجِ القُوَّةِ وإخرَاجِ السُرعَةِ العَالِيَّةِ والاستِفَادَةُ مِن هَذَا الوَضعُ، وتُشِيرُ تِلكَ النَتَائِجُ عَلى تَوَافُقِ العَمَلِ العَضَلِيّ بَيّنَ الطَرَفَيّن الأيّمَنِ والأيّسَرِ بِشَكلٍ عَام، وهَذَا التَوَافُقُ يُقَلّلُ مِن استِهلاكِ الطَاقَةِ ويُحَافِظُ عَلى استِمرَارِ مُستَوَيَاتِ مَقَادِيّرِ القُوَّةِ والسُرعَةِ بِشَكلٍ مِثَالِيّ.

يَتَضِح مِن جَدَاوِلِ (١٢)،(١٣)،(١٤)،(١٥) وكَذَا الأشكَالِ (٨)،(٩) والخَاصَّـةِ بِاختِبَارِ نَمَطِ الوَثبِ **الثَالِث (السُقوطُ مِن عَلَى صُندُوقٍ ثُمَّ الإرتِقَاءِ لِلصُعُودِ عَلَى صُندُوقٍ آخَر)** تَرتِيبُ المُتَوَسِط وقِيَّم النِسبَةِ المَئوِيَّةِ لمُسَاهَمَةِ مُتوسِطِ النَشَاطِ الكَهرَبِيّ للعَضَلاتِ، جائت كالآتي : **(العَضَلَة) – النَعلِيَّة اليُمنَى (R-SL)**، تَلِيهَا **المُستَقِمَة الفَخذِيَّـة الأمَامِيَّـة اليُسرَى (L-RF)**، تَلِيهَا **التَوأمِيَّـة اليُسرَى (L-GAS)**، تَلِيهَا **المُستَقِمَة الفَخذِيَّـة الأمَامِيَّـة اليُمنَـى (R-RF)**، تَلِيهَا **العَضَـلَة التَوأمِيَّـة اليُمنَـى (R-GAS)**، تَلِيهَا **العَضَـلَة النَعلِيَّـة**

اليُسرَى (L–SL)، تَلِيهَا **العَضَلَة الإليَوِيَّة العُظمَى اليُسرَى (L–GLM)**، تَلِيهَا **القَصَبِيَّة الأمَامِيَّة اليُسرَى (L–TA)**، تَلِيهَا **الإليَوِيَّة العُظمَى اليُمنَى (R–GLM)** ، تَلِيهَا **القَصَبِيَّة الأمَامِيَّة اليُمنَى (R–TA)**، تَلِيهَا **الفَخذِيَّة الخَلفِيَّة ذَاتِ الرَأسَيّن اليُمنَى (R–BF)**، أخِيرًا **الفَخذِيَّة الخَلفِيَّة ذَاتِ الرَأسَيّن اليُسرَى (L–BF)**.

كَمَا تُشِيرُ النَتَائِجُ أيضًا إلى أنَّ مُحَصِّلَةِ سُرعَةِ مَركَزِ ثِقَلِ الجِسمِ لَحظَةَ لَمسِ الأرضِ بَلَغَتْ (٢.٣١٤) م/ث وانخَفَضَتْ لَحظَةَ التَخمِيدِ إلى (١.٣٣٣) م/ث ثُمَّ ارتَفَعَت لَحظَةَ تَركِ الأرضِ ووَصَلَت إلى (٢.٩٩٥) م/ث؛ بَيْنَمَا جَائَت المُتَغَيِّرَاتِ البِيوكَيْنَاتِيكِيَّةِ حَيْثُ بَلَغَتْ أزمِنَةُ التَخمِيدِ (٠.٩٠ ث)، الدَفعِ (٠.١٧٠ ث)، الارتِقَاءِ (٠.٢٦٠ ث) والوصُولِ إلى أقصَى قُوَّةِ دَفعِ (٠.٠٨٧ ث)، وبَلَغَتْ قُوَّةُ التَّصَادُمِ (٢٧٢٦.٢٩٥) نيوتن، وبَلَغَتْ أقصَى قُوَّة دَفعِ للأرضِ (٢٦١١.٦٢٦) نيوتن، وبَلَغَت سُرعَةُ تَنَامِي القُوَّة (٣٠٠١٨.٦٩) نيوتن/ث ويُعَدّ الأفضَلَ بَيْنَ اختِبَارَاتِ أنمَاطِ الوَثبِ الثَلاث، وهَذَا مَا يُؤكِدُهُ **جمال علاءالدين وناهد الصباغ (٢٠١٥)** بأنَّهُ مِنَ الضَرُورِي دِرَاسَةُ تَغَيُّرِ القُوَّةِ فِي الزَمَنِ خَاصَّةً فِي الحَرَكَاتِ الانفِجَارِيَّةِ نَظرًا لِزِيَادَةِ أهَمِيّتِهَا؛ فالرِيَاضِي الذِي يَصِلُ إلى القُوَّةِ القُصوَى فِي أقَلِّ زَمَن هُو الذِي لدَيّهِ مُعَدَّل تَنَامِي فِى القُوَّةِ أكبَر.

(٥ : ١٦٠–١٦٣)

ويَرَى البَاحِثُ بالنِسبَة لِهَذَا النَمَطِ مِن الوَثبِ أنَّ إنتَاجِ القُوَّةِ يَختَلِفُ مِن بِدَايَةِ الحَرَكَةِ لِنهَايَتِهَا؛ بَلّ إنَّ استِمرَارِ بَذلِ نَفسُ مِقدَارِ القُوَّةِ خِلالِ الزَمَنِ المُتَاح وعَمَلِيَّةُ تِكرَارِ واستِمرَارِ إنتَاجِ القُوَّةِ بِنَفسِ المَقَادِيرِ عَلى مَدَارِ الزَمَنِ هُو الأمرُ الأهَمُّ للمُتَسَابِقِ، فإنتَاجِ القُوَّةِ يَتَغَيَّرُ مِن لحظَةٍ لأخرَى، ويَتَفِقُ ذَلِكَ مَعَ مَا أشَارَ إليّه **Zatsiorsky VM and Kraemer WJ (٢٠٠٦)** أنَّ تَطوِّيرُ القُوَّةِ القُصوَى للحَرَكَةِ المُحَدَّدَةِ يَستَغرِقُ وَقتًا؛ فَيَختَلِفُ الزَمَنُ المُحَدَدُ لِذُروَةِ (قِمَّةِ) القُوَّة **(Tm)** مِعَ كُلِّ شَخصٍ ومَعَ الحَرَكَاتِ المُختَلِفَة؛ فَفِي المُتَوَسِطِ إذَا تَمَّ قِيَاسُهَا إيزومِتركِيًّا سَتَكُونُ حَوَالِي ٠.٣ إلى ٠.٤ ث، فَعَادَةً مَا يَكُونُ زَمَنُ الوصُولِ لذُروَةِ القُوَّةِ أطوَلَ مِن ٠.٤ ث إلاَّ أنَّ الزِيَادَةُ النِهَائِيَّةُ فِي القُوَّةِ تُصبِحُ صَغِيرَةً جِدًا < ٢ إلى ٣٪ مِن **Fam**، حَيّثُ يَبدَأُ إنتَاجُ القُوَّةِ فِي التَقَلُّبِ (التَغَيُّر) ويَمنَعُ التَحدِيدَ الدَقِيقَ لزَمَنِ ذُروَةِ القُوَّة وفِي المُمَارَسَاتِ العَمَلِيّة يَتَجَاهَلُ الجُزءَ النِهَائِيّ لمُنحَنَى القُوَّة – الوَقت.(٣٦:٢٦)

مِمَّا سَبَق يُؤكِدُ البَاحِثُ عَلى أنَّ هَذَا الاختِبَارِ – النَمَطُ الثَالِثِ مِن الوَثبِ يُعَدُّ أفضَلُهَا ويُحَاكِي طَبِيعَةُ وتَركِيبِ المَرحَلَةُ الأسَاسِيَّةُ فِي مُسَابَقَاتِ الوَثبِ فِي ألعَابِ القُوّى، وفِيهِ تَقُومُ العَضَلاتُ بِعَمَلٍ عَضَلِيّ استِسلامِي نَتِيجَةَ الهُبُوطِ مِن فَوقِ الصُندُوقِ مِمَّا يِضَعُ العَضَلاتَ تحتَ الإطَالَةِ الجَبرِيَّة؛ فَشَكلُ الحَرَكَةِ فِي هَذِهِ الحَالَةُ يَكُونُ عَكس الحَرَكَةِ المُعتَادَةِ والتِي تَتِمُّ مِن أسفَلِ إلى أعلَى، حَيّثُ دَمَجَ هَذَا النَمَطُ بَيّنَ الحَرَكَتَيّنِ مَعًا (الهُبُوطُ مِن أعلَى إلى أسفَلِ ثُمَّ الارتِقَاءِ مِن أسفَلِ إلى أعلَى، وهَذَا مَا يُشِيرُ إليهِ كُلاً مِن **محمد بريقع وخيرية السكري**

(٢٠٠٨)، **طلحة حسام الدين (٢٠١٤)** بأنَّ القُوَّة تَأتِي مِن فِعلٍ يَحدُثُ نَتِيجَةً لرَدِّ فِعلٍ مُسَاوٍ لهُ فِي المِقدَارِ ومُضَادٍ لهُ فِي الاتِجَاه، فَالعَضَلاتُ فِي هَذَا القَانُونِ تَعمَلُ عَلى كَبحِ الحَرَكَةِ بالدَفعِ فِي الاتِجَاهِ المُعَاكِسِ لأيّ قُوَّةٍ خَارِجِيَّة مِمَّا يُوَلِّد قُوَّةً تُؤثِرُ فِي سُرعَةِ الأجسَامِ؛ كَما يُفَسِّر **جمال علاءالدين وآخرون (٢٠١٥)** مِن بَيَانِ العِلاقَةُ بَيْنَ قُوَّةِ الفِعلِ واتِجَاهِ الحَرَكَةِ، حَيْثُ تَجْدُرُ الإشَارَةُ إلى قُوَّةِ الفِعلِ المُنتَجَةِ خِلالَ الحَرَكَاتِ الاستِسلامِيَّة والتِي يُمكِنُ أنْ تَتَخَطَّى كَثِيرًا مِن (٥٠-١٠٠%) مِن حُدُودِ القُوَّةِ القُصوَى الأيزومِتريَّة لدَى الفَردِ، فَعَلَى سَبِيلِ المِثَالِ تَزِيدُ قُوَّة الفِعلِ المُنتَجَة فَورَ الهُبُوطِ مِن ارتِفَاعٍ عَالٍ كَثِيرًا عَنْ تِلكَ التِى يَستَطِيعُ الرِيَاضِي انتَاجِهَا خِلالِ عَمَلِيَّةِ الدَفعِ عِندَ الارتِقَاءِ وفِي أغلَبُ الاحيَانِ يَقتَصِرُ بُلوغُ القِيَمِ القُصوى لقُوَّةِ الفِعلِ عَلى تِلكَ الفَتَرَاتِ بالتَحدِيدِ مِنَ الحَرَكَةِ التِي يَكُونُ الانقِبَاضُ العَضَلِيّ فِيهَا وِفقًا للأسلُوبِ الاستِسلامِي للعَمَلِ العَضَلِي ويَتَعَلّق مِقدَارُ قُوَّةِ الفِعلِ المُنتَجَةِ خِلالِ هَذَا الأسلُوبِ بِسُرعَةِ الحَرَكَةِ؛ فَكُلّمَا زَادَت سُرعَةُ عَمَلِيّةُ المَدّ الجَبرِيّ للعَضَلاتِ العَامِلَةِ كُلّمَا زَادَ مِقدَارُ القُوَّةِ التِى يُمكُن أنْ تُنتِجَهَا. (١٢:١٩٦)،(٧:٩١، ٩٢)،(٥:٢٨١،٢٨٠)

كَمَا يَتَضِحُ مِن جَدوَل (١٦) وشَكلِ (١٠)، أنَّ نِسبَةُ التَوَازُنِ العَضَلِيّ لِعَضَلاتِ **الفَخذِ اليُسرَى** (العَضَلَة العَامِلَة المُستَقِمَة الفَخذِيَّة الأمَامِيَّة **(RF)** – العَضَلَة المُقَابِلَة الفَخذِيَّة الخَلفِيَّة ذَاتِ الرَأسَيّن **(BF)**، بَلَغَتْ لاختِبَارَاتِ أنمَاطِ الوَثبِ الثَلاثِ عَلَى التَوَالِي : (٧٤.٢ %، ٧٧.٥٢ %، ٩١.٦٧ %) مِنْ أقصَى نَشَاط عَضَلِي، حَقَقَ اختِبَارُ النَمَطُ **الثَالِثُ (السُقوطُ مِن عَلَى صُندُوقٍ ثُمَّ الإرتِقَاءِ لِلصُعُودِ عَلَى صُندُوقٍ آخَر)** أفضَلَ نِسبَةِ تَوازُن عَضَلِي، يَلِيهَا فِي التَرتِيبِ عَضَلاتِ **الفَخذِ اليُمنَى** (العَضَلَة العَامِلَة المُستَقِمَة الفَخذِيَّة الأمَامِيَّة **(RF)** – العَضَلَة المُقَابِلَة الفَخذِيَّة الخَلفِيَّة ذَاتِ الرَأسَيّن **(BF)**، بَلَغَتْ لاختِبَارَاتِ أنمَاطِ الوَثبِ الثَلاثِ عَلَى التَوَالِي : (٥٦ %، ٧٠.٤٣ %، ٧٣.٢ %) مِنْ أقصَى نَشَاط عَضَلِي، كَانَت أفضل نسبة توازن عَضَلِي لِصَالِحِ اختِبَارِ النَمَطِ **الأوَّلِ (إنتَاجِيَّة أقصَى قُوةٍ بالارتِقَاءِ بِقَدَمٍ واحِدَةٍ ومَرجَحَةُ الأُخرَى عَالِيًا –Hopping)**.

بَينَمَا بَلَغَتْ نِسبَةُ التَوَازُنِ العَضَلِيّ لِعَضَلاتِ **السَاقِ اليُمنَى** (العَضَلَة العَامِلَة التَوأمِيَّة **(GAS)** – العَضَلَة المُقَابِلَة القَصَبِيَّة الأمَامِيَّة **(TA)**، بَلَغَتْ لاختِبَارَاتِ أنمَاطِ الوَثبِ الثَلاثِ عَلَى التَوَالِي : (٥١.٨٥ %، ٦٦.٣٢ %، ٧٠ %) مِنْ أقصَى نَشَاط عَضَلِي، كَانَت أفضل نسبة توازن عضلي لصالح اختِبَارِ النَمَطُ **الأوَّلِ (إنتَاجِيَّة أقصَى قُوةٍ بالارتِقَاءِ بِقَدَمٍ واحِدَةٍ ومَرجَحَةُ الأُخرَى عَالِيًا – Hopping)** أفضَلَ نِسبَةِ تَوازُن عَضَلِي، يَلِيهَا فِي التَرتِيبِ **السَاقِ اليُسرَى** (العَضَلَة العَامِلَة التَوأمِيَّة **(GAS)** – العَضَلَة المُقَابِلَة القَصَبِيَّة الأمَامِيَّة **(TA)**، بَلَغَتْ لأنمَاطِ الوَثبِ الثَلاثِ عَلَى التَوَالِي : (٥٦.٨١ %، ٦٦.٤ % ، ٧١.٢٢ %) مِنْ أقصَى نَشَاط عَضَلِي، كَانَت أفضل نسبة توازن عضلي لصالح النَمَطُ **الثَانِي (الوَثب مِن فَوق حَاجِز قَانُونِي)**.

مِمَّا سَبَقَ يَتَضِح أيضًا أنَّ نِسبَةُ **التَوَازُن** مِنْ أقصَى نَشَاط عَضَلِي تَتَرَاوَح بَيْنَ (**٥٢% : ٩٢%**)، وهَذِه النِسبَةُ تُحَقِقُ التَوَازُنُ العَضَلِيُّ المَطلُوب، وهو مُؤشِّر جَيِّد لِتَوَافُرِ التَوَازُنِ بَيْنَ المَجمُوعَاتِ العَضَلِيَّةِ المُشتَرَكَةِ أثنَاء أدَاءِ اختِبَارَاتِ أنمَاطِ الوَثبِ الثَلاث، **ويُعزِي** البَاحِثُ ذَلِكَ إلى أهَمِيَّةِ التَوَازُنِ العَضَلِيّ بَيْنَ المَجمُوعَاتِ العَضَلِيَّةِ العَامِلَةِ والمَجمُوعَاتِ العَضَلِيَّةِ المُقَابِلَة؛ فَكُلَمَا زَادَت نِسَبُ التَوَازُنُ العَضَلِيّ بَيْنَهُم كُلَّمَا تَحَسّنَتْ المُتَغَيِّرَاتُ البيوميكَانِيكِيَّة، وَبِشَكلٍ عَامٍ يَتَأكَدُ أفضَلِيَّةَ اختِبَارِ نُمَطُ الوَثبِ **الثَالِثُ (السُقوطُ مِن عَلَى صُندُوقٍ ثُمَّ الإرتِقَاءِ لِلصُعُودِ عَلَى صُندُوقٍ آخَر)** كأفضَلِ نَمَط بَيْنَهُم؛ فَقَدّ حَظِيّ بإختِلافَاتٍ نَحوَ التَفَوُّقِ فِي مُؤشِرَاتِه عَلى نَتَائِجِ اختِبَارَاتِ النَمَطَيْنِ الأولِ والثَانِي، هذا مَا يؤكِدُه أيضًا **Dan Wathen** (١٩٩٣)، حَيّثُ أشَارَت العَدِيدُ مِن البُحوثِ العِلمِيَّة أنَّهُ كَانَ مَفهُومَهَا بالنِسبَةِ لِقُوَّةِ العَضَلاتِ العَامِلَةِ والمُقَابِلَةِ، نِسبَةِ العَضَلاتِ الخَلفِيَّة إلى العَضَلاتِ الأمَامِيَّة للفَخذِ (٤٠% : ٦٠%). (٤٢٤:١٦)

ويَظهَرُ ذَلِكَ جَلِيًا مِن خِلالِ نَتَائِجِ الجَدَاوِلِ (٦)،(٧)،(١٠)،(١١)،(١٤)،(١٥)، حَيّثُ تُوَضِّح الانعِكَاسَ الإيجَابِيّ فِي قِيَّم المُتَغَيِّرَاتُ الكَيْنَمَاتِيكِيَّة لِزَوَايَا الطَرَف السُفلِي وَكَذَا القِيَّم الخَطِيَّةُ والتَركِيبُ الزَمَنِيُّ لِمَركَزِ ثِقَلِ الجِسمِ ومُتَغَيِّرَاتُ دَفعِ الأرضِ أثنَاء أدَاءِ أنمَاطِ الوَثبِ الثَلاث قَيّدِ البَحث، وكَانَت زَوَايَا الطَرفُ السُفليّ ذَاتَ اتِجَاه مُؤثِر عَلَى مَسَافَةِ الوَثبِ؛ فَكُلَمَا كَانِت الزَاوِيَّة أقَلّ أثَّرَ ذَلِكَ فِي قُوَّةِ الدَفعِ وارتِفَاعِ مَركَزِ ثِقَلِ الجِسمِ وبِالتَالِي تَحقِيقُ أقصَى إزَاحَة رَأسِيَّة عَمُودِيَّة مِن خِلالِ قُوَّةِ الانقِبَاضِ العَضَلِيّ، وهَذَا يَتَعَلَّقُ بالمُتَغَيِّرَاتِ الخَطِيَّةُ والتَركِيبُ الزَمَنِيُّ لانتَاجِ القُوَّةِ العَضَلِيَّةِ القُصوَى لـ : (أقصَى قُوَّة دَفع – سُرعَةُ تَنَامِي القُوَّة – الدَفع – زَمَنُ الطَيَرَان – ارتِفَاعِ الوَثبَة) فَجَائَت جَمِيعُهَا إيجَابِيَّة وفِي اتِجَاه طَردِي؛ أيّ هُنَاك علاقة عَكسيَّة وهذا دليل على مَدى تأثير التوازن العضلي إيجابيًا على تلك المتغيرات، وهذا دليل على التَحَسُّن الإيجابي لِتِلكَ المتغيرات نتيجة لتوافر التوازن العضلي؛ فكلما زاد التوازن العضلي كلما قَلَّ زمن أقصى قوة دفع، وقل التصادم، حَيّثُ حَقَقَّ النَمَطُ الثَالِثِ أقَلّ زَمَن للوصُولِ لأقصَى قُوَّةِ دَفعٍ وبَلَغَ ٠.٠٨٧ **ثانية**، وهُو العُنصُر الحَاسِم فِي التَأثِيرِ عَلى سُرعَةِ تَنَامِي القُوَّة؛ فَكُلَّمَا قَلَّ زَمَنُ أدَاءِ الحَرَكَةِ دَلَّ ذَلِكَ عَلى ارتِفَاعِ مُستَوَى أدَاءِ اللاعِب، فَهِي عَمَلِيَّةٌ نِسبِيَّةٌ بَيْنَ الزَمَنِ والقُوَّة، كُلَّمَا زَادَت القُوَّة وقَلَّ الزَمَن كَانَ هَذَا مُؤشِّرٌ أقوَى لِسُرعَةِ تَنَامِي القُوَّة، وهذا يَتَفِق مَع دِرَاسَةِ : **أحمد حسن** (٢٠٢٣)، **عبدالرحمن عقل** (٢٠١٢)، **محمد زايد** (٢٠١٢)، **Zdzis law Kolaczkowsi, Adnan** (٢٠١٤)، فَجَمِعُهُم أكَدُّوا عَلى عِلاقَةِ التَوَازُن العَضَلي بَيْنَه وبَيْنَ المُتَغَيِّرَاتِ البيوميكانيكية أثنَاءَ أدَاءِ الوَثبِ العَمُودِي باختِلافِ أنمَاطِه وطُرُقِ أدَاوِّه. (٢)،(٨)،(١١)،(٢٧)

ويُؤكِد عَلى ذَلكَ **محمد صبحي حسانين** (٢٠٠٤)، عَلى أنَّ التَوافُقُ بين العَضَلاتِ المُحَرِكَةِ والمُثَبِتَّة والمُقَابِلَةِ يَتَوَقَّفُ عَلَيِّه مِقدَارِ القُوَّةِ النَاتِجَة، وذَلكَ لأنَّهُ فِي حَالَةِ عَدَمِ وجُودِ هَذَا التَوافُق سَتَكُونُ النَتِيجَةُ هِي الحَدُّ

مِن القُوَّةِ التِي تُخرِجُهَا العَضَلة، كَمَا أنَّ القُدرَةُ عَلى التَقلِيلِ مِن المُقَاوَمَةِ التِي تُسَبِبُهَا العَضَلاتُ المُقَابِلَةُ تُعطِى إمكَانِيَّة أكبَرَ لإنتَاجِ القُوَّة، لأنَّ عَمَلَ العَضَلاتِ المُقَابِلَةِ فِي نَفسِ وَقتِ عَمَلِ العَضَلاتِ المُحَرِكَة (فِي اتجَاهَيّنِ مُتضَادَّيّنْ) حَتّى لو كَانَت القُوَّةُ المَبذُولَةُ مِن العَضَلاتِ المُحَرِكَة أكبَر؛ فَإنَّ الحَرَكَةُ النَاتِجَةُ يُطلَقُ عَليّهَا حَرَكَة مُقَيَّدَة، أمَّا فِي حَالَةِ ارتِخَاءِ العَضَلاتِ المُقَابِلَةِ فَيَنتُجْ مَا يُعرَف بِالحَرِكَةِ المَقذُوفَة، وبالطَبّعِ تَختَلِف القُوَّةُ النَاتِجَةُ فِي كِلتَا الحَالَتَيّن إذْ تَكُونَ أكبَرُ بِكَثِيرٍ فِي الحَالةِ الثَانِيّة (الحَرِكَةِ المَقذُوفَة)؛ فَكُلَّمَا قَلَّتْ فَترَةُ الانقِبَاضُ العَضِلِيّ زَادَت القُوَّةُ العَضَلِيَّة النَاتِجَة والعَكسُ صَحِيحٌ أيضًا، فَالعَضَلاتُ لا تَستَطّيعُ استِخرَاجُ وإنتَاجِ قُوَّةٍ كَبِيرَةٍ لفَتَرَاتٍ طَوِيلَة، لِذَا فَالتَدرِيبَاتِ التِي تَهدِفُ إلى تَنمِيَّةِ وتَطوِّيرِ القُوَّةِ العَضَلِيَّة الانفِجَارِيَّة تَعتَمِدُ عَلى فَتَرَاتِ دَوَامٍ قَصِيرَة، كَمَا أنَّ العَضَلاتُ تَعمَلُ فِي أوضَاعٍ مُختَلِفَةٍ، ونَتِيجَةً لذَلكَ فَإنَّهَا تَأخُذ اتِجَاهَات مُختَلِفَة مَعَ العِظَام، ويَنشَأ عَنهَا زَوَايَّا تَقَع بَيّنَ خَطِ عَمَلِ العَضَلَةِ والعَظمَةِ التِي تَعمَل عَليّهَا هَذِهِ العَضَلَة، وكُلَّمَا كَانَت العَضَلَةُ أقرَبَ إلى التَوَازِي مَعَ مِحوّرِ العَظمَةِ كَانَ الشَدُّ أقَلّ، فَكُلَّمَا اقتَرَبَتْ الزَاوِيَّةُ بَيّنَ العَظمَةِ والعَضَلَة مِنَ الوَضعِ العَمُودِيّ زَادَ الشَدُّ (العَضَلَةُ تَعمَلُ للشَدِّ ولَيّسَ للدَّفعِ) – لذَلكَ فَلِكَيّ نَرتَقِي بالقُوَّةِ العَضَلِيَّةِ يِجبَ أنْ نَجعَلَ العَضَلَةُ تَعمَل وهِى أقَرَبْ كُلَّمَا أمكَنْ مِنَ الوَضعِ العَمُودِيّ مَعَ العَظمَة التِي تَعمَل عَلَيّهَا. (١٩٥،١٨٨:١٣)

يَتَضِح مِن جَدوَل (١٧) وشَكلِ (١١) أنَّ نِسبَةُ التَمَاثُلُ العَضَلِيّ لعَضَلاتِ **الفَخذِ**، جَائَتْ لِلعَضَلَةِ **الإليوّيَّة العُظمَى (GLM)** بَيّنَ جَانِبَيّ الجِسمِ (**الأيمَنِ – الأيسَرِ**) بَلَغَتْ لأنمَاطِ الوَثبِ الثَلاثِ عَلَى التَوَالِي : (٩٢.١ %، ٥٣.٢ %، ٣٧.٧ %) مِنْ أقصَى نَشَاط عَضَلِي، جَمِيعُهَا تَعَدَّتْ وتَخَطَّتْ النِسبَةُ الطَبِيعِيَّةُ للتَمَاثُلِ العَضِلِيّ بَيّنَ جَانِبَيّ الجِسمِ والتِي ذُكِرَت فِي المَرَاجِعِ العِلمِيَّة وهِيّ (١٠% : ٢٠%)، وهَذَا مُؤشِر سَلبِي يَدُلُ عَلى عَدَمِ التَمَاثُلِ العَضَلِيّ بَيّنَ جَانِبَيّ الجِسمِ فِي العَضَلَةِ **الإليوّيَّة العُظمَى (GLM)** أثنَاءِ أدَاءِ اختِبَارَاتِ أنمَاطِ الوَثبِ الثَلاث؛ بَيّنَمَا بَلَغَتْ نِسبَةُ التَمَاثُلُ العَضَلِيّ لِلعَضَلَةِ **المُستَقِمَةِ الفَخذِيَّةِ (RF)** بَيّنَ جَانِبَيّ الجِسمِ عَلَى التَوَالِي : (٥٧.٣ %، ٢٩.٨ %، ١١ %) مِنْ أقصَى نَشَاط عَضَلِي، كَانَت أفضَلُ نِسبَةُ تَمَاثُلُ عَضَلِي لِصَالِحِ النَمَطِ **الثَالِث (السُقوطُ مِن عَلَى صُندُوقٍ ثُمَّ الإرتِقَاءِ لِلصُعُودِ عَلَى صُندُوقٍ آخَر)**، فِيمَا حَقَقَتْ العَضَلَةُ **الفَخذِيَّةُ الخَلفِيَّةُ ذَاتِ الرَأسَيّن (BF)** نِسبَةُ تَمَاثُلُ عَضَلِيّ بَيّنَ جَانِبَيّ الجِسمِ بَلَغَتْ عَلَى التَوَالِي (٧٢.٩ %، ١.٦ %، ٦.٣ %) مِنْ أقصَى نَشَاط عَضَلِي، كَانَت أفضَلُ نِسبَةُ تَمَاثُلُ عَضَلِي لِصَالِحِ النَمَطِ **الثَالِث (السُقوطُ مِن عَلَى صُندُوقٍ ثُمَّ الإرتِقَاءِ لِلصُعُودِ عَلَى صُندُوقٍ)**.

يَتَضِح مِن نَفسِ الجَدوَلِ والشَكلِ السابِق أنَّ نِسبَةُ التَمَاثُلُ العَضَلِيّ لعَضَلاتِ **السَاقِ**، جَائَتْ لِلعَضَلَةِ **القَصَبِيَّة الأمَامِيَّة (TA)** بَيّنَ جَانِبَيّ الجِسمِ (**الأيمن – الأيسر**) بَلَغَتْ لأنمَاطِ الوَثبِ الثَلاثِ عَلَى التَوَالِي : (22 %، ٣٣.٦ %، ٢٤.٩ %) مِنْ أقصَى نَشَاط عَضَلِي، جَمِيعُهَا تَعَدَّتْ وتَخَطَّتْ النِسبَةُ الطَبِيعِيَّةُ للتَمَاثُلِ

العَضِلِيّ بَيْنَ جَانِبَيّ الجِسمِ؛ بَيْنَمَا بَلَغَتْ نِسبَةُ التَمَاثُلُ العَضَلِيّ لِلعَضَلةِ **التَوأمِيَّة (GAS)** بَيْنَ جَانِبَيّ الجِسمِ عَلَى التَوَالِي : (٤٤.٢ %، ٠.٥ %، ١١.٦ %) مِنْ أقصَى نَشَاط عَضَلِي، كَانَت أفضَلُ نِسبَةُ تَمَاثُلُ عَضَلِي لِصَالِحِ اختِبَارِ النَمَطِ **الثَالِث (السُقوطُ مِن عَلَى صُنْدُوقٍ ثُمَّ الإرتِقَاءِ لِلصُعُودِ عَلَى صُنْدُوقٍ آخَر)**، فِيمَا حَقَّقَتْ العَضَلَةُ **النَعلِيَّة (BF)** نِسبَةُ تَمَاثُلُ عَضَلِيّ بَيْنَ جَانِبَيّ الجِسمِ بَلَغَتْ عَلَى التَوَالِي (٨٣.٧ %، ١٣.٣ %، ٩ %) مِنْ أقصَى نَشَاط عَضَلِي، كَانَت أفضَلُ نِسبَةُ تَمَاثُلُ عَضَلِي لِصَالِحِ اختِبَارِ النَمَطِ **الثَانِي (الوَثبُ مِن فَوقِ حَاجِز قَانُونِي)**.

مِمَّا سَبَقَ يَتَضِح أيضًا أنَّ أفضَلُ نِسبَةٍ **للتَمَاثُلِ** العَضَلِيّ تَحَقَّقَتْ فِي النمَطِ **الثَالِث (السُقوطُ مِن عَلَى صُنْدُوقٍ ثُمَّ الإرتِقَاءِ لِلصُعُودِ عَلَى صُنْدُوقٍ آخَر)**، حَيْثُ تَرَاوَحَتْ بَيْنَ **(٦.٣% : ٣٧.٧%)**، وهَذِه النِسبَةُ تُحَقِقُ التَمَاثُلَ العَضَلِيّ المَطلُوب فِي جَمِيعِ عَضَلاتِ الفَخذِ والسَاق بَيْنَ جَانِبَيّ الجِسمِ (الأيمَنِ – الأيسَرِ) وِفقًا لِمَا ذَكَرَتْهُ المَرَاجِع؛ فِيمَا عَدَا العَضَلَةِ **الإليوّيَّة العُظمَى (GLM)** والتِي بَلَغَت ٣٧.٦% مِنْ أقصَى نَشَاطٍ عَضَلِي، وهَذَا تُؤَكِدُه نَتَائِجُ المُتَغَيِّرَاتُ الخَطِيَّةُ والتَركِيبُ الزَمَنِيُّ لمَركَزِ ثِقَلِ الجِسمِ ومُتَغَيِّرَاتُ دَفعِ الأرضِ كَما فِي جداول (٧)،(١١)،(١٥) لمُؤشِرَاتِ : (أقصَى قُوَّة دَفع – سُرعَةُ تَنَامِي القُوَّة – الدَفع – زَمَنُ الطَيَرَان – ارتِفَاعِ الوَثبَة) فَجَائَت جَمِيعُهَا إيجَابِيَّة وفِي اتِجَاه إيجَابِيّ لِهَذَا النَمَطِ تَحديدًا؛ عَلى العَكسِ فَيَظهَرُ التَأثِير السَلبِيّ عَلى تِلكَ المُتَغَيِّرَاتِ حَيْثُ زِيَادَةُ زَمَنِ أقصَى قُوَّةِ دَفعٍ وزِيَادَةُ نِسبَةُ التَّصَادُمِ كنَتِيجَةٍ لغِيَابِ التَمَاثُلِ العَضَلِيّ بَيْنَ جَانِبَيّ الجِسمِ أثنَاءَ أدَاءِ النَمَطَيْنِ الأوّلِ والثَانِي، ويَتَفِق ذَلكَ مَعَ دِرَاسَةِ كُلاً مِن **Rafael Pereira (2008)** ، **Brain Shkarkey (2011)** ، **Ujakoic, F, Sarabon (2021)** ؛ حَيْثُ أكَدُّوا جَمِيعًا عَلى وجُودِ عِلاقَةٍ طَرِدِيَّةٍ بَيْنَ " التباين" التَمَاثُلِ العَضَلِيّ وبَيْنَ المُتَغَيّرَاتِ البيوميكانيكية أثنَاءِ أدَاءِ الوَثب العَمودِيّ باختِلافِ أنمَاطِه وطَرِيقَةِ أدَاؤه. (٢٢)،(١٥)،(٢٥)

ويَرجِع البَاحِثُ ذَلكَ، بأنَّ اختِبَارُ النَمَطُ **الأوَّلِ (إنتَاجِيَّة أقصَى قُوةٍ بالارتِقَاءِ بِقَدَمٍ واحِدَةٍ ومَرجَحَةُ الأُخرَى عَالِيًا – Hopping)** وعَدَم تَمَاثُلِهِ عَضَلِيًا لأنَّ الأدَاء تَمَّ عَلى نَاحِيّةٍ واحِدَةٍ وقَدَمٍ واحِدَة – وهِى قَدَمُ الارتِقَاء دُونَ اشرَاكِ النَاحِيَةِ المُقَابِلَة؛ فَبِالتَالِي لَم تَظهَر قِيَّمُ القَدَمِ الحُرَّه، وأمَّا عَن اختِبَارِ النَمَطُ **الثَانِي (الوَثبُ مِن فَوقِ حَاجِز قَانُونِي)** فَكَان الهَدَفُ هُو تَعدِيَّةُ الحَاجِزِ مِمَّا أنتَجَ مَعَهُ قُوَّةً عَضَلِيَّةً كَبِيرَةً نَتِيجَةً لثَنِي زَوَايَا مَفَاصِلِ الكَاحِلِ، الرُكبَةِ والفَخذِ لِتَخَطِّي ارتِفَاعِ الحَاجِز ولو زَادَ الارتِفَاعُ سَيَبقَى الهَدَفُ للاعِبِ أو المُتسَابِق هُو التَعدِيَّةُ دونَ النَظَرِ لأيّ مُتَغَيِّرَاتٍ أُخرَى؛ وبالنِسبَةِ للنَمَطِ **الثَالِث (السُقوطُ مِن عَلَى صُنْدُوقٍ ثُمَّ الإرتِقَاءِ لِلصُعُودِ عَلَى صُنْدُوقٍ آخَر)** فَكَانَ الأفضَلُ بَيْنَهُم لأنَّه بَدَأ بالهُبُوطِ ثُمَّ الدَفعُ والارتِقَاء لأعلَى للصُعُودِ، حَيْثُ

تَضَمَّنَ دَمجُ النَمَطَيِّن السَابِقَيَّن، مَعَ مُلاحَظَةِ أنَّ عَمَلِيَّاتِ التَدرِيبِ المُتَكَرِرِ لعَضَلاتِ جَانِبٍ دُونَ أخَر يُؤدِّي إلى حُدُوثِ فَرقٍ فِى القُوى بَيّنَ الجَانِبَيّن.

وفِى هَذَا الصَدَد يَذكُر **Daved Liapman (1998)**، **George Dintiman (2003)**، أنَّ أحَدُ الأسبَابِ الرَئيسِيَّة لحدُوثِ الإصَابَاتِ الرِيَاضِيَّة هُو فَرقُ القُوَّةِ أو عَدَم وجُودِ تَوازُن للقُوَّةِ بَيّنَ (طَرَفَىّ الجِسم العُلوي والسُفلِي) أو جَانِبَىّ الجِسم (الأيمَن والأيسَر)، حَيّثُ يَجِبْ ألا تَزِيد نِسبَةُ الفَرقِ عَنْ (١٠%) بالنِسبَةِ للعَضَلاتِ عَلي جَانِبَى الجِسم، (٢٠%) بالنِسبَةِ للعَضَلاتِ عَلي الطَرَفِ الوَاحِد، إلاَّ أنَّ هُنَاكَ رِيَاضِيِّنْ يَتَخَطُّونَ تِلكَ النِسبَةِ الطَبِيعِيَّةِ للتَمَاثُلِ العَضَلِىّ ويُسَبِبْ ذَلكَ أدَاء مِيكَانِيكِي سَيئ فِي الجِهَازِ الهَيكَلِيّ العَضَلِي (الحَرَكِيّ)؛ مِمَّا يُؤدِّي ذَلكَ إلى قِيَامِ العَضَلاتِ الثَانَوِيَّةِ بِعَمَلٍ تَعوِيضِيّ ومِن ثَمَّ زِيَادَةِ إعَاقَةِ مِيكَانِيكِيَّة حَرَكَةِ الجِسم السَلِيمَة، كَمِا يُؤثِر عَلى عَدَم تَوَازُنِ القُوَّةِ المُمَيَّزَةِ بالسُرعَةِ بَيّنَ مَجمُوعَتَيّنِ مِنَ العَضَلاتِ كَأحَدِ العَوَامِلِ المُحَدِدَةِ والمُقَيِّدَةِ لتَنمِيَّةِ السُرعَة؛ لذَا يَنبَغِي تَدرِيبُ الرِيَاضِيِّنْ عَلى التَوازُن العَضَلِي للمَجمُوعَاتِ العَضَلِيَّةِ المُختَلِفَةِ (القَابِضَةُ والبَاسِطَةُ)، (الطَرَفُ الأيمَنِ والطَرَفُ الأيسَر)؛ حَيّثُ يُسَاعِدهُم ذَلكَ بِشَكلٍ كَبِيرٍ عَلى التَحَكُّمِ العَضَلِي وتَجَنُّبِ الخَلل والإصَابَاتِ والتَنسِيقُ بَيّنَ المَجمُوعَاتِ العَضَلِيَّةِ والوَحَدَاتِ الحَرَكِيَّة العَامِلَة بالعَضَلَةِ دُونَ الاعتِمَادِ عَلى الحَواسِ الأسَاسِيَّةِ للاعِب الرِيَاضِي أو المُتسَابِق.(١)،(١٧٨:١٥)،(١٧)،(١:١٨)،(١٩٢:٢١)

فالعَضَلاتُ عَادَةً مَا تَعمَل فَي أزوَاج، فعِندَمَا تَنقَبِض عَضَلَة أو مَجمُوعَة عَضَلِيَّة Prime Mover Muscles؛ فإنَّ العَضَلَة أو المَجمُوعَة العَضَلِيَّة المُقَابِلَةُ لهَا تَرتَخِي عَلى نَفسِ المِفصَل Antagonistic Muscles بِمَا يَتنَاسَبْ مَعَ مَدَى الانقِبَاضِ وقُوَّتِه وكَذَلكَ سُرعَتِه فِي الجِهَةِ المُقَابِلَة، ثُمَّ لا تَلبَثُ تِلكَ العَضَلاتِ المُرتَخِيَّة حَتَّى تَنقَبِض عِندَ الحَدِّ النِهَائِيّ لحَرَكَةِ المِفصَلِ كَىّ تُحَافِظَ عَلَيّهِ مِن الإصَابَة، فَالرِيَاضِي الذِي يَمتَلِك أكبَرَ قَدرٍ مِن التَوازُنِ العَضِلِيّ بَيّنَ العَضَلاتِ العَامِلَة والمُقَابِلَةِ لهَا وكَذَا الجَانِبَيّن يَكُونُ أقَلَّ عُرضَةِ للإصَابَاتِ والإجهَادِ البَدَنِيّ. (١٧٩:٤)،(٢٣٣:٩)

ويُبُرهِن عَلى ذَلكَ **السيد عبدالمقصود (١٩٩٧)**، **انتا بين (٢٠٠٤)**، بأنَّ أدَاءَ الحَرَكَاتِ الرِيَاضِيَّةِ فِي المُستَوَيَاتِ العُلَيَا لا يَسمَح إلا بِفَترَةٍ زَمَنِيَّةٍ قَصِيرَةٍ جِدًا للتَوَسُّعِ فِي استِخدَامِ القُوَّةِ حَيّثُ يَتِمُّ أدَاء القُوَّةِ الانفِجَارِيَّةِ فِي فَترَةٍ قَصِيرَةٍ يَتَعَيَّن أثنَائِها التَوَصُّلِ إلى استِخدَامِ أقصَى مُستَوى قُوَّةٍ مُمكِنَة؛ لذَلكَ يُؤدِّي التَدرِيبُ السَلِيمُ المُنتَظِمُ إلى الإقلالِ مِن الزَمِن اللازِمِ لانقِبَاضِ الألِيَافِ العَضَلِيَّةِ السرِيعَةِ وكذَلكَ إلى تَحسِينِ التَوَافُقِ بَيّنَ العَضَلاتِ العَامِلَةِ والمُقَابِلَةِ مِمَّا يُؤدِّي إلى انخِفَاضٍ مِن تَأثِيرِ فَرمَلَةِ العَضَلاتِ المُقَابِلَةِ أو التَّخَلُّصِ مِنهَا، ويَتَوَقَّف مُستَوَاهَا أيضًا عَلى سُرعَةِ انقِبَاضِ الألِيَّافِ العَضَلِيَّة. (١٩٦:٣)،(١٨١:٤)

– الإستنتاجات والتوصيات:–

أولاً : – الاستنتـاجـات :

فِي حُدُودِ الهَدفِ مِن الدِرَاسَةِ، خصائص العَيِّنَةِ، الإجراءات المتبعة، ومَا أسفَرَت عَنهُ نَتَائِجُ التَحلِيلُ العَضَلِيُّ والبيوميكانيكي لاختِبَارَاتِ أنمَاطِ الوَثبِ الثَلاثِ؛ تَمَّ التَوَصُّل للإستِنتَاجَاتِ التالية:–

١– تَرَاوَحَتْ قيم نسبة النشاط العضلى الأكثر مساهمة من (١.٦٢% – ٢١.٨٩%) لاختِبَارِ النَمَطِ **الأوَّل (إنتَاجِيَّة أقصَى قُوةٍ بالارتِقَاءِ بِقَدَمٍ واحِدَةٍ ومَرجَحَةُ الأُخرَى عَالِيًا)**، من (٢.٩١% – ١٣.٢٥%) لاختِبَارِ النَمَطِ **الثَانِي (الوَثبُ مِن فَوقِ حَاجِز)**، من (٤.٣٢% – ١٢.٤٧%) للنمط **الثَالِث (السُقوطُ مِن عَلَى صُندُوقٍ ثُمَّ الإرتِقَاءِ لِلصُعُودِ عَلَى صُندُوقٍ آخَر)**.

٢– تَرَاوَحَتْ قيم التوازن العضلي من أقصى نشاط عضلي من (٥١.٨ – ٩١.٧) لاختِبَارِ النَمَطِ **الأوَّل (إنتَاجِيَّة أقصَى قُوةٍ بالارتِقَاءِ بِقَدَمٍ واحِدَةٍ ومَرجَحَةُ الأُخرَى عَالِيًا)**، من (٥٦.٨ – ٧٧.٥) لاختِبَارِ النَمَطِ **الثَانِي (الوَثبُ مِن فَوقِ حَاجِز)**، من (٦٦.٤ – ٧٤.٢) لاختِبَارِ النَمَطِ **الثَالِث (السُقوطُ مِن عَلَى صُندُوقٍ ثُمَّ الإرتِقَاءِ لِلصُعُودِ عَلَى صُندُوقٍ آخَر)**.

٣– تَرَاوَحَتْ قيم التَمَاثُل العضلي من أقصى نشاط عضلي من (٢١.٩٩ – ٩٢.٠٥) لاختِبَارِ النَمَطِ **الأوَّل (إنتَاجِيَّة أقصَى قُوةٍ بالارتِقَاءِ بِقَدَمٍ واحِدَةٍ ومَرجَحَةُ الأُخرَى عَالِيًا** من (٠.٥٤ – ٥٣.٢٣) لاختِبَارِ النَمَطِ **الثَانِي (الوَثبُ مِن فَوقِ حَاجِز)**، من (٦.٣٠% – ٣٧.٦٧%) لاختِبَارِ النَمَطِ **الثَالِث (السُقوطُ مِن عَلَى صُندُوقٍ ثُمَّ الإرتِقَاءِ لِلصُعُودِ عَلَى صُندُوقٍ آخَر)**.

٤– أنَّ اختِبَارُ النَمَطُ **الثَالِث (السُقوطُ مِن عَلَى صُندُوقٍ ثُمَّ الإرتِقَاءِ لِلصُعُودِ عَلَى صُندُوقٍ آخَر)**، يُعَدُّ الأفضل بين اختِبَارَاتِ أنمَاط الوثب الثلاث من جميع النواحي؛ لمُحَاكَاتِه طَبِيعَةُ الوَثبِ كَمَا فِي ألعَابِ القُوى وذَلِكَ بِنَاءً عَلى نَتَائِجِ تَحليلِ النَشَاطِ العَضَلِيُّ والمُؤشِرَاتِ البيوميكانيكية وأهَمُهَا زَمَنُ الوصُولِ لأقصَى قُوَّةِ دَفعٍ وأقصَى سُرعَةُ تَنَامِي للقُوَّة.

ثانياً : – التـوصيـات :

فِي ضُوء النتائج التي تَمَّ التوصُّل إليها فِي البَحث؛ يُوصِي الباحثُ بِمَا يَلي :–

١– اعتماد وتطبيق اختبار **السُقوطُ مِن عَلَى صُندُوقٍ ثُمَّ الإرتِقَاءِ لِلصُعُودِ عَلَى صُندُوقٍ** كاختِبَارٍ نَوّعِيّ لمُتسَابِقِي الوَثبِ فِي ألعَابِ القُوى؛ وذلك لِصِدقِه فِي قِياسِ الوَظِيفَة التِي وضِعَ مِن أجلِهَا.

٢– ضرورة وضع معايير لاختبار **السُقوطُ مِن عَلَى صُندُوقٍ ثُمَّ الإرتِقَاءِ لِلصُعُودِ عَلَى صُندُوقٍ** للمُستويات المُختَلِفَة لمُتسابقي الوثب في ألعاب القوى.

٣– مُراعَاةِ البُعد والمَدخَل البيوميكانيكي، والتحليل العَضَليُّ عِندَ تَصمِيمِ وتَقنِينِ الاختِبَارَاتِ النَوعِيَّةِ لمُتسَابِقِي الألعَابِ والأنشِطَةِ الرِيَاضِيَّة المُختَلِفَة.

٤– إجراء دراسات على باقى مُسابقات ألعاب القوى والأنشطة الرياضِيَّةِ الأخرَى؛ للتَعَرُّفِ عَلى العَضَلاتِ الأكثَرُ ارتِبَاطًا فِي نِسبَةِ مُسَاهَمَةِ النَشَاطِ الكَهرَبِيُّ أثناء المُسابقة لِتَرشِيدِ بِنَاءِ الاختِبَاراتِ النَوعِيَّةِ والتَخَصُصِيَّة.

المـراجـع

أولاً– المراجـع العربيـة :

١. **عبـد الفتـاح، أبـو العـلا أحمـد (٢٠٠١م)** : فسيولوجيا التدريب الرياضي، الجزء الثالث، دار الفكر العربي، القاهرة.

٢. **حسـن، أحمـد محمـد إبـراهيم (٢٠٠٣م)** : "التوازن والتماثل العضلي وعلاقته ببعض المتغيرات البيوميكانيكية لأنماط الوثب العمودي في بعض الأنشطة الرياضية"، رسالة ماجستير، كلية التربية الرياضية للبنين – جامعة الإسكندرية.

٣. **عـامر، السـيد عبدالمقصـود (١٩٩٧م)** : نظريات التدريب الرياضي "تدريب وفسيولوجيا القوة"، مركز الكتاب للنشر، القاهرة.

٤. **بـــــــين، انتـــــــا (٢٠٠٤م)** : تدريبات بناء العضلات وبناء القوة، ترجمة خالد العامرى، دار الفاروق للنشر والتوزيع، القاهرة.

٥. **عـلاء الـدين، جمـال محمـد، والصـــباغ، ناهـــد أنـــور، وعـلاء الـدين، طـارق جمـال (٢٠١٥م)** : الأسس المترولوجية لتقويم مستوى الأداء البدني والمهاري والخططي للرياضيين، الطبعة الأولى، منشأة المعارف، الاسكندرية.

٦. **عـلاء الـدين، جمـال محمـد، والصـــباغ، ناهـــد أنـــور، وعـلاء الـدين، طـارق جمـال (٢٠١٥م)** : علم الحركة، الطبعة السابعة ، كلية التربية الرياضية للبنين، جامعة الإسكندرية.

٧. **حســـام الـــدين، طلحـــة (٢٠١٤م)** : أبجديات علوم الحركة في مجالتها وتطبيقاتها الوظيفية والتشريحية، الطبعة الأولى، مركز الكتاب الحديث، القاهرة.

٨. **عقـل، عبـدالرحمن إبـراهيم (٢٠١٢م)** : "وضع أسس بيوميكانيكية للدفع بالرجلين وفقا لنماذج محددة في الأداء الرياضي"، رسالة دكتوراة غير منشورة، كلية التربية الرياضية بنين، جامعة الإسكندرية.

٩. **النمـــر، عبـــدالعزيز أحمـــد، والخطيـــــب، ناريمـــــان (٢٠٠٠م)** : التدريب الرياضي والإعداد البدني والتدريب بالأثقال للناشئين في مرحلة البلوغ، الطبعة الأولى، الأساتذة للكتاب الرياضي، القاهرة.

١٠. فرحـــات، ليلـــى الســـيد (٢٠٠١م) : القياس والاختبار في التربية الرياضية، الطبعة الأولى، مركز الكتاب للنشر، القاهرة.

١١. زايـد، محمـد أحمـد عبـدالفتاح (٢٠١٢م) : "طبوغرافية وسرعة تنامي القوة في الزمن لأداء حركات انفجارية لبعض الأنشطة الرياضية"، رسالة دكتوراة غير منشورة، كلية التربية الرياضية للبنين، جامعة الإسكندرية.

١٢. بريقع، محمد جابر، والسكري، خيريـــــة إبـــــراهيم (٢٠١٠م) : المبادىء الأساسية للميكانيكا الحيوية في المجال (التحليل الكيفي)، منشأة المعارف، الإسكندرية.

١٣. حســانين، محمــد صــبحي (٢٠٠٤م) : التقويم والقياس في التربية البدنية، الجزء الثاني، الطبعة الخامسة ، دار الفكر العربي، القاهرة.

١٤. لبيـــب، محمـــود محمـــد (٢٠٠٦م) : "الخصائص الديناميكية كأساس لوضع تمرينات نوعية خاصة لمتسابقي الوثب الطويل والعالي"، رسالة دكتوراة، كلية التربية الرياضية، جامعة أسيوط.

ثانيًا- المراجع الأجنبية :

15. **Sharkey, B. J. (2011).** : Fitness Illustrated. Human Kinetics.

16. **Wathen, D. (1993).** : Muscle Balance. In Essentials of Strength Training and Conditioning (p. 424). Champaign, IL: Human Kinetics Publishers Inc.

17. **Lipman, D. (1998).** : Balancing Imbalance. Retrieved from http://www.physicalevidence.com/BalancingImbalance.htm

18. **Dintiman, G. (2003).** : Sports Speed (3rd ed.). Human Kinetics.

19. **Kellis, E., Arabatzi, F., & Papadopoulos, C. (2003).** : Muscle co-activation around the knee in drop jumping using the co-contraction index. J Electromyogr Kinesiol, 13(3), 229-238. doi:10.1016/s1050-6411(03)00020-8.

20. **Mackenzie, B. (2005).** : Performance evaluation tests. London: Electric World plc, 24(25), 57-158.

21. **Mackenzie, B. (2008).** : Muscle Strength and Balance. Retrieved from http://www.brianmac.co.uk/sambc.htm

22. **Pereira, R., Machado, M., dos Santos, M. M., Pereira, L. N., & Sampaio-Jorge, F. (2008).** : Muscle activation sequence compromises vertical jump performance. Serb J Sports Sci, 2(3): 85-90.

23. **Taha, S. A., Akl, A. R. I., & Zayed, M. A. (2015).** : Electromyographic analysis of selected upper extremity muscles during jump throwing in handball. American Journal of Sports Science, 3(4), 79-84.

24. **Sireci, Stephen G. (2007).** : On Validity Theory and Test Validation, Educational Researcher, Vol. 36, No. 8, pp. 477–481.

25. **Ujaković, F., Sarabon, N (2021).** : Relationship between Asymmetries Measured on Different Levels in Elite Basketball Players, Symmetry,13,1436. https://doi.org/10.3390/sym.

26. **Zatsiorsky, V. M., & Kraemer, W. J. (2006).** : Science and Practice of Strength Training. Human Kinetics.

27. **Kolaczkowski, Z., Faraj, A. R., & Salh, M. M. M. (2014).** : Analysis of some EMG variables for measured agonist and antagonist muscles (Rectus femoris, biceps femoris) to identify the relationship between the proportion of antagonist and injury through some muscle strength exercises. Journal of Misan University, Iraq, Volume (Issue), pp. 2-32..

المُلَخَص

تَقييم التَوازُن والتَمَاثُل العَضَلِي للدَفعِ بِالقَدَمَيّن لِبَعضِ أنمَاطِ الوَثبِ كَمَدخَلٍ لِبنَاءِ وتَقنِينِ الاختِبَارَاتِ النَوعِيَّةِ لمُتسَابِقِي الوَثبِ فِي ألعَابِ القُوَى

• م.د/ معتز عبدالفتاح مغازي البياع

هَدَفَ هَذا البَحثُ إلى تَقييِم مُؤشِرَاتِ النَشَاط الكَهرَبِي للعضلات لثلاثة أنماط للوثب (إنتَاجِيَّة أقصَى قُوةٍ بالارتِقَاءِ بِقَدَمٍ واحِدَةٍ ومَرجَحَةُ الأُخرَى عَالِيًا ، الوَثبُ مِن فَوقِ حَاجِز قَانُونِي، السُقوطُ مِن عَلَى صُنذُوقٍ ثُمَّ الإرتِقَاءِ لِلصُعُودِ عَلَى صُنذُوقٍ آخَر)، مِن أجلِ الوصول لأفضل اختبار نوعي يُشَابِه طَبِيعَة وتَركِيبِ الأدَاءِ فِي مُسَابَقَاتِ الوَثبِ والاستعانة بتلك المؤشِرَات لبناء وتقنين الاختبارات المُختلِفة، تم اختيار عينة البحث بالطريقة العمدية لعدد اثنين من المُتسابقين تحت ١٨ سنه في مُسابقات ألعاب القُوى والمُشارِكِين في بطولة الجمهوريَّة تحت ١٨ سنه؛ فالأول حاصل على المركز الأول في مُسابقة الوثب العالي، الثاني حاصل على المركز الثاني في مُسابقة العُشاري، وكلاهما مُقيدان بنادي سبورتنج الرياضي (السن ١٧ سنه، الطول ١٨٢ ± ٧.١، الوزن ٧٣.٧٥ ± ١.٨).

تـم الاستعانة بـأجهزة : منصة قياس القوة من نوع FORCE PLATE FORME Bertec4060-10 لقياس متغيرات قوة دفع الأرض، وتحليل النتائج بإستخدام برنامج sigview v3.0 وقِيَاسِ النَشَاطِ الكَهرَبِيُّ للعَضَلاتِ بإستِخدَامِ جِهَازِ الإلكتروميوجراف Myon Simply Wireless EMG وتَمَّ تَحلِيل النَتَائِجِ بإستِخدَامِ بَرنَامَجِ Simi 3D motion analyses system، وكَانَت أهَمُّ النَتَائِجِ أنَّ اختِبَارُ نَمَطُ الوَثبِ الثَالِث (السُقوطُ مِن عَلَى صُنذُوقٍ ثُمَّ الإرتِقَاءِ لِلصُعُودِ عَلَى صُنذُوقٍ آخَرِ) هو الأفضل فِي قِيَّمِ مُسَاهَمَةِ النَشَاطِ الكَهرَبِيُّ فَضَلاً عَن قِيَّمِ التَوازُنِ والتَمَاثُلِ العَضَلِيُّ مِن أقصَى نَشَاط عَضَلِيُّ وكَذَا قِيَّمُ المُؤشِرَاتِ الكينماتيكية؛ فهَذَا النَمَطُ تَحدِيدًا دَمَجَ بَيّنَ النَمَطَيّنِ الأوَّلِ والثَانِي؛ ومَا يُؤكِدُهُ زَمَنُ الوُصُولِ لأقصَى قُوَّةِ دَفعٍ وأقصَى سُرعَةِ تَنَامِي للقُوَّةِ وكَذَا مُحَاكَاتِهِ لِطَبِيعَةِ مُسَابَقَاتِ الوَثبِ فِي ألعَابِ القُوى.

الكلمات المفتاحية: التَوازُن العَضَلِي، التَمَاثُل العَضَلِي، الاختِبَارَاتِ النَوعِيَّةِ.

• مدرس بقسم أصول التربية الرياضية - كلية التربية الرياضية للبنين - جامعة الإسكندرية.

Abstract

Assessment of muscle balance and symmetry in leg pushing for various jumping patterns as an approach to build and standardize specific tests for jumping Athletes in track and field

The aim of this research is to evaluate the indicators of **EMG** for three types of jumps: (single-leg maximal force production while swinging the other leg upwards, jumping over a hurdle, and Drop jump from a box followed by a jump to ascend onto another box) to select the best specific test that resembles the structure of performance in jumping competitions. These indicators would be used to build and standardize various tests. The research sample was intentionally selected and comprised two athletes under the age of **18** years old participating in track and field competitions at the national championship level. The first athlete secured first place in the high jump competition, and the second athlete secured second place in the decathlon. Both athletes are registered with the Alexandria sporting club (Age 17 years, Height 182 ± 7.1 cm, Weight 73.75 ± 1.8 kg).

The following equipment was utilized: a force plate platform, specifically the Bertec4060-10 model, to measure ground reaction force variables, and results were analyzed using the Sigview v3.0 software. Muscle electrical activity was measured using the Myon Simply Wireless electromyograph device (**EMG**), and results were analyzed with the Simi 3D motion analysis system. The most significant finding was that **the third** jumping pattern test (**Drop jump from a box followed by a jump to ascend onto another one**) was the best in terms of electrical activity contribution, as well as muscular balance and symmetry values at maximum muscle activity, and kinematic indicator values. This pattern combined the previous two patterns and was confirmed by the maximum Ground reaction force time and the rate of force growth development, as well as its simulation of the structure of jumping competitions in track and field.

Keywords: Muscle balance, Symmetry, Specific tests.