

تحليل بيوميكانيكي مدعوم بالطريقة الحديثة لتحليل البيانات للتمييز

بين مستويات أداء المرحلة الرئيسية للذراع الضاربة في الضربة الساحقة

بوجه المضرب الأمامي في تنس الطاولة

* أ.م.د/ سمر محمد جابر بريقع
 ** أ.م.د/ ميادة حمدي إبراهيم يحيي
 *** أ.م.د/ منال السيد علي

المقدمة ومشكلة البحث:

إن التطور المستمر لمحاولة الوصول إلى الإنجازات الرياضية العالية يوضح تلك المتطلبات التي يجب أن تتوافر في الرياضة ، وعلى ذلك فإنه لا يمكن إغفال المتغيرات البيوميكانيكية كمتطلب أساسي للأداء ونتائج الإنجاز الرياضي .

تعتبر المتغيرات البيوميكانيكية أحد الركائز الأساسية لتحليل ، توضيح ، تعليل ، وتحسين طرق الأداء الفنية . حيث لا يمكن تنفيذ الأداء بدرجة من المثالية إلا اذا اخضع للبحث في جوانبه البيوميكانيكية . إذ تركز علي فهم العلاقة بين الحركات الجسدية والمتغيرات البيوميكانيكية المؤثرة عليها . ومن خلال دراسة هذه المتغيرات البيوميكانيكية المرتبطة بالأداء الحركي يمكن أن تساعد علي تجنب العديد من الأخطاء والمرتبطة بالأداء ، كما يمكن تحسين كفاءة الأداء ومنع وتقليل مخاطر الإصابة ، مع رفع مستوي الإنجاز الرياضي للوصول بالحركة إلي أقصى كفاءة ممكنه ، مما يتيح قدرة اللاعب علي الأداء . (٥ : ١٤) ، (١٢ : ٢٢) .

ومن خلال نتائج وتوصيات البحث الذي قامت به سمر محمد بريقع وميادة حمدي يحيي (٢٠٢٥) . والذي أسفر عن تعيين بعض المتغيرات البيوميكانيكية في أداء المرحلة التمهيديّة للذراع الضاربة للضربة الساحقة بوجه المضرب الأمامي والمميزة بين لاعبي المستويات المختلفة ، والتوصية بضرورة استكمال للبحث يجب القاء الضوء علي المتغيرات البيوميكانيكية المميزة بين لاعبي المستويات المختلفة خلال أداء المرحلة الرئيسية للذراع الضاربة للضربة الساحقة بوجه المضرب الأمامي (٤) .

* أستاذ مساعد بقسم التدريب الرياضي وعلوم الحركة (تنس طاولة) بكلية علوم الرياضة بنات ، جامعة الإسكندرية.

** أستاذ مساعد بقسم التدريب وعلوم الحركة الرياضية (علم حركة) بكلية علوم الرياضة ، جامعة طنطا.

*** أستاذ مساعد بقسم الفيزياء والرياضات الهندسية بكلية الهندسة ، جامعة كفر الشيخ.

تعتبر الضربة الساحقة بوجه المضرب الأمامي في تنس الطاولة واحدة من أهم الضربات الهجومية التي يمكن للاعب استخدامها لتحقيق النقاط المباشرة وإرباك المنافس. وتعد المرحلة الرئيسية في أداء أي مهارة رياضية - بما في ذلك الضربة الساحقة بوجه المضرب الأمامي - المرحلة الأكثر أهمية ، لأنها تتضمن تنفيذ هدف الحركة (٢٧ : ٢٢٢) . فهذه المرحلة هي جوهر المهارة ، والتي ينجز فيها الواجب الحركي (تحقيق هدف الحركة) المراد تأديته ، حيث يتم في هذه المرحلة استغلال القوي المحصلة والطاقة المختزنة من المرحلة التمهيديّة وتحويلها إلى حركة فعلية تحدد فعاليتها ، حيث تعتبر امتداد للمرحلة التمهيديّة . (٥ : ٩٧) ، (١٢ : ١٠١) ، (١٠ : ٦٣ : ٧٦-٧٠) .

وعليه تعتبر المرحلة الرئيسية الأهم في أي مهارة ، لأنها تمثل لحظة التنفيذ الفعلي والتي تحقق الهدف الرئيسي للمهارة ، فهي تعتبر قلب الحركة ومحورها الأساسي . حيث يتم خلالها تطبيق القوة والسرعة والدقة لتحقيق الهدف المطلوب بأقصى أداء وأقل مجهود . الأمر الذي دفع الباحثات للإجراء هذا البحث "تحليل بيوميكانيكي مدعوم بالطريقة الحديثة لتحليل البيانات للتمييز بين مستويات أداء المرحلة الرئيسية للذراع الضاربة في الضربة الساحقة بوجه المضرب الأمامي في تنس الطاولة " .

هدف البحث :

يهدف هذا البحث إلى محاولة تعيين بعض المتغيرات البيوميكانيكية المؤدية للتمييز بين لاعبي المستويات المختلفة خلال أداء المرحلة الرئيسية للذراع الضاربة للضربة الساحقة بوجه المضرب الأمامي في تنس الطاولة .

تساؤلات البحث :

- ١- ما المتغيرات البيوميكانيكية - لإنشاء دالة تمييزية - التي تؤدي إلى تميز لاعبي تنس الطاولة خلال أداء المرحلة الرئيسية للذراع الضاربة للضربة الساحقة بوجه المضرب الأمامي ؟
- ٢- هل يمكن التنبؤ بمستوي - عضوية الفرد للمجموعة المميزة - أداء المرحلة الرئيسية للذراع الضاربة للضربة الساحقة بوجه المضرب الأمامي بناء علي بعض المتغيرات البيوميكانيكية ؟

إجراءات البحث :

منهج البحث : استخدام المنهج الوصفي لمناسبته لإجراءات البحث .

عينة البحث : تم إختيار عينة البحث من لاعبي تنس الطاولة بنادي سموحة الرياضي الاجتماعي بطريقة عمدية وعددهم ٥ لاعبين وفقا لمستوي أداء الضربة الساحقة بوجه المضرب الأمامي كالتالي : ٢ لاعب مستوي عال ، لاعب مستوي متوسط ، ٢ لاعب مستوي منخفض في أداء الضربة . وقد تم الاستعانة ببعض المدربين الممتازين لتحديد مستوي اللاعبين خلال أداء الضربة.

جدول (١) توصيف عينة البحث N=٥

المتغير	المتوسط	الانحراف المعياري
السن (سنة)	٢٣	٣,٦٧
الطول (سم)	١٧٣	٣,٥٨
الوزن (كجم)	٧٥,٤	٣,٢١

طرق جمع البيانات :

قامت الباحثات بتحديد اهم المتغيرات البيوميكانيكية الخاصة بأداء المرحلة الرئيسية للذراع الضاربة في الضربة الساحقة بوجه المضرب الأمامي في تنس الطاولة تبعا لما اوضحته المراجع والدراسات (٥ : ١٧٥-١٨٩) ، (٦ : ٤٨-٦٠) (٨ : ٩٨،١٠٤،١٥٩) ، (٧ : ٦٧،٨٠) ، وهي الزمن ، الإزاحة الأفقية ، الإزاحة الرأسية ، محصلة الإزاحة ، السرعة الأفقية ، السرعة الرأسية ، محصلة السرعة ، العجلة الأفقية ، العجلة الرأسية ، محصلة العجلة ، كمية الحركة الأفقية ، كمية الحركة الرأسية ، محصلة كمية الحركة ، القوة الأفقية ، القوة الرأسية ، محصلة القوة.

الإجراءات التنفيذية للبحث :

تم إجراء الإحماء لمدة ١٥ دقيقة لتهيئة الجسم والحصول علي الإطالة اللازمة . كما تم تبادل الضربات علي الطاولة قبل تصوير الأداء . تم استخدام كاميرا تردد ١٢٥ كادر / ثانية ماركة Inline fastec cam لتصوير المهارة وتقسيم مراحل الأداء . كما تم استخدام جهاز قياس التسارع ثلاثي الأبعاد اللاسلكي تردد ١٠٠٠ هيرتز ، ثم وضع الجهاز علي اليد الضاربة لتسجيل التسارع ومن ثم تم استخراج قيم العجلات والتي يتم ضربها في كتلة الذراع وفقا للمعادلة $F = ma$ حتي يتم استخراج المتغيرات قيد البحث .

المعالجات الإحصائية :

- المتوسط والانحراف المعياري

- تحليل البيانات بنظرية المجموعة الخشنة Rough Set

معالجه البيانات

نظرية المجموعات الخشنة (١) هي اسلوب حديث لتحليل البيانات يعتمد علي تقسيم البيانات الي مجموعات تضم كل مجموعه العناصر المتقاربه في الصفات وتستخدم المجموعات في حساب معايير كميهِ للصفات غير المحدده ، التي تتغير عند قياسها باختلاف من يقوم بالقياس . فمثلا قياس اطوال عشرة لاعبين لا يختلف باختلاف من يقوم بالقياس والقياسات في هذه الحاله تسمي بيانات محدده . بينما الحكم علي مهاراتهم في تنس الطاولة ، تختلف باختلاف من يقوم بالقياس ، وتسمي البيانات في هذه الحاله بيانات غير محدده . ومعظم بيانات المهارات الرياضيه غير محدده . وطريقة المجموعات الخشنة اسلوب حديث ظهر في ثمانينات القرن العشرين . ونستخدم هنا برنامج حاسوبي (٢) يعتمد علي هذه النظرية. (١٦ : ٤٠٠ - ٤٠٣) ، (٣٠ : -) ، (٣١ :-) .

عرض النتائج

جدول (١)

بيانات ٥ لاعبين مع ١٦ متغير بيوميكانيكي واسفل كل متغير المتوسط الحسابي باللون الاصفر والانحراف المعياري باللون الأحمر

م	محصلة القوة	القوة الراسية	القوة الأفقية	محصلة كمية الحركة	كمية الحركة الراسية	كمية الحركة الأفقية	محصلة العجلة	العجلة الراسية	العجلة الأفقية	محصلة السرعة	السرعة الراسية	السرعة الأفقية	محصلة الازاحة	الازاحة الراسية	الازاحة الأفقية	الزمن
١	٥٥,١	-١٤,٥٩	٥٣,١٤	٧,٥٨٧	-٠,٨٤٨	٧,٥٤	١٥,٤	-٤,٠٨	١٤,٨٥	٢,١٢١	-٠,٢٣٧	٢,١٠٨	١,٣٧٥	١,٠٠١	٠,٩٤٣	٠,٦٣٣٣
١	٥٥,١٦	٥٥,٠٧	-٣,١٩٧	٧,٩٠٦	-٢,٥٨٩	٧,٤٧	١٥,٤٢	١٥,٣٩	-٠,٨٩٤	٢,٢١	-٠,٧٢٤	٢,٠٨٨	١,٣٩١	٠,٩٩٨٤	٠,٩٦٩	٠,٦٥
١	٨٦,١١	٦٤,٢٦	٥٧,٣٢	٧,٢١	١,٥٩٣	٧,٠٣٢	٢٤,٠٧	١٧,٩٦	١٦,٠٢	٢,٠١٦	٠,٤٤٥	١,٩٦٦	١,٤٠٧	٠,٩٧٧	١,٠١٣	٠,٦٦٦
١	٢١١,٦	١٣٠,١	١٦٦,٩	٧,٥١٩	٣,٦٠٦	٦,٥٩٨	٥٩,١٧	٣٦,٣٧	٤٦,٦٧	٢,١٠٢	١,٠٠٨	١,٨٤٥	١,٤٤٨	١,٠١٣	١,٠٣٥	٠,٦٨٣
١	٢١٧,٥	٦١,٩٨	٢٠٨,٤	١٢,٣٩	٢,٢٢٥	١٢,١٩	٦٠,٧٩	١٧,٣٣	٥٨,٢٧	٣,٤٦٥	٠,٦٢٢	٣,٤٠٩	١,٤٧٥	١,٠١	١,٠٧٥	٠,٧
١	١٧٩,٣	-١٢,٥٩	١٧٨,٩	٢٠,٠٥	٧,١٩١	١٨,٧٢	٥٠,١٤	-٣,٥٢	٥٠,٠١	٥,٦٠٦	٢,٠١	٥,٢٣٣	١,٥٤٥	١,٠٣٤	١,١٤٨	٠,٧١٦
١	٩٥,٣٧	-٣٤,١٨	٨٩,٠٤	٢٠,٠٩	٥,٢٧١	١٩,٣٨	٢٦,٦٦	-٩,٥٥٥	٢٤,٨٩	٥,٦١٥	١,٤٧٣	٥,٤١٨	١,٦٤٩	١,٠٧٧	١,٢٤٩	٠,٧٣٣٣
١	١٢٨,٥٩١٤	٣٥,٧٢١٤٣	١٠٧,٢١٤٧	١١,٨٢١٧١	٢,٣٤٩٨٥٧	١١,٢٧٥٧١	٣٥,٩٥	٩,٩٨٥	٢٩,٩٧٣٧١	٣,٣٠٥	٠,٦٥٦٧١٤	٣,١٥٢٤٢٩	١,٤٧	١,٠١٥٧٧١	١,٠٦١٧١٤	٠,٦٨٣٠٨٦
١	٧١,٩٥٨٣٤	٥٨,٥٠٥١١	٧٨,٣٩٤٥١	٥,٩٠٨١٧٣	٣,٣٨٥١٣١	٥,٦٣١١٩١	٢٠,١١٩٥٣	١٦,٣٥٥١٩	٢١,٩٢٠٢٨	١,٦٥١٥٦	٠,٩٤٦٢٤١	١,٥٧٤١٧٩	٠,٩٧٨١٨	٠,٣٢٠٠٤	٠,١٠٦٨٢٨	٠,٣٥٩٥٤
٢	١٨,٤٦	٤,٣٣	-١٧,٩٤	٠,٤٧٢	-٠,٣١	٠,٣٥٦	٥,١٦	١,٢١	-٥,٠٢	٠,١٣٢	-٠,٠٨٦	٠,٠٩٩	١,١١	٠,٧٦١	٠,٨٠٦	٠,٧٨٣
٢	٨,٥٨٨	-٥,٤٨	-٦,٦١١	٢,٢١١	٢,٢٠٤	-٠,١٨	٢,٤	-١,٥٣٣	-١,٨٤٨	٠,٦١٨	٠,٦١٦	٠,٢٨٥	١,١١	٠,٨٦٢	٠,٨٠٦	٠,٨
٢	٨,٧٧	-٨,٦	-١,٧٤	١,٤٧	١,٤٤٦	-٠,٢٨	٢,٤٥	-٢,٤	-٠,٤٨٧	٠,٤١٢	٠,٤٠٤	٠,٠٧٨	١,١٢٢	٠,٧٨٢	٠,٨٠٤	٠,٨١٧
٢	٢٠,٦٣	-١١,٥٤	١٧,١	٠,٤٠٦	-٠,٣٢	٠,٢٥٣	٥,٧٧	-٣,٢٣	٤,٧٧٩	٠,١١٤	٠,٠٨٨	٠,٠٧١	١,١٢٢	٠,٧٧٥	٠,٨٠٦	٠,٨٣٣
٢	٤١,٩	٢٤,١	٣٤,٢٨	٠,٢٣٤	-٠,٢١	٠,٠٩٤	١١,٧١	٦,٧٤	٩,٥٨	٠,٠٦٥	-٠,٠٥٩	٠,٠٢٦	١,١١٨	٠,٧٧٩	٠,٨٠٦	٠,٨٥
٢	٣٨,٣٩	١٨,٦١	٣٣,٥٨	٢,٠٨	١,٨٢	١,٠٢	١٠,٧٣	٥,٢٠٢	٩,٣٩	٠,٥٨	٠,٥٠٨	٠,٢٨٥	١,١٢١	٠,٧٧٣	٠,٨٠٦٦	٠,٨٦٦
٢	٢٧,٤٨	٢١,٧٦	١٦,٧٩	٣,٣٩	٢,٦٥٥	٢,١٢	٧,٦٨	٦,٠٨	٤,٦٩	٠,٩٤٩	٠,٧٤٢	٠,٥٩٢	١,١٤	٠,٧٩٦	٠,٨١٦	٠,٨٨٣
٢	٢٠,٩٦	٢,٣٨	٢٠,٨٣	٢,٢٤	٠,٢٥١	٢,٢٢	٥,٨٦	٠,٦٦٦	٥,٨٢٢	٠,٦٢٥	٠,٠٧	٠,٦٢١	١,١٤٩	٠,٧٩٨	٠,٨٢٦٦	٠,٩
٢	٤٣,٨٤	٢,٥٢	٤٣,٧٧	٢,١٨	١,٩٢	١,٠٢	١٢,٢٦	٠,٧٠٥	١٢,٢٤	٠,٦٠٨	٠,٥٣٧	٠,٢٨٥	١,١٥٦	٠,٧٩٨	٠,٨٣٦٨	٠,٩١٧
٢	٨٥,٩٨	٤٨,٩٢	٧٠,٧١	٣,٦٨	٢,٢٢	٢,٩٤	٢٤,٠٤	١٣,٦٨	١٩,٧٧	١,٠٣	٠,٦٢	٠,٨٢٣	١,١٦٨	٠,٨١٦	٠,٨٣٦	٠,٩٣٣٣
٢	١١٠,٢	٣١,٤٤	١٠٥,٦	٥,٧٢٢	٢,٢٦	٥,٢٦	٣٠,٨١	٨,٧٩	٢٩,٥٣	١,٦	٠,٦٣٢	١,٤٧	١,١٩	٠,٨١٩	٠,٨٦٤	٠,٩٥
٢	٨٢,٤١	٢٨,٣٥	٧٧,٣٨	٧,٤٧	٣,٨٩	٦,٣٧	٢٣,٠٤	٧,٩٣	٢١,٦٣	٢,٠٩	١,٠٩	١,٧٨	١,٢١٨	٠,٨٣٧	٠,٨٨٥	٠,٩٦٦
٢	٦٢,٣٦	-٦,٩٢	٦١,٩٨	٨,٩٥	٣,٨٣	٨,٠٩	١٧,٤٣	-١,٩٣٤	١٧,٣٣	٢,٥	١,٠٧	٢,٢٦	١,٢٥٩	٠,٨٥٥	٠,٩٢٤	٠,٩٨٣٣
٢	٦١,٦٥	١,٤٥	٦١,٦٣	٨,٩٣	٣,٩٢	٨,٠٣	١٧,٢٣	٠,٤٠٥	١٧,٢٣	٢,٤٩	١,٠٩	٢,٢٤	١,٢٩٨	٠,٨٧٣	٠,٩٦١	١,٠٠٠٠٠١
٢	٦٦,٦٤	٤٢,٠١	٥١,٧٤	٩,٦٧	١,٧٢	٩,٥١	١٨,٦٣	١١,٧٤	١٤,٤٦	٢,٧	٠,٤٨٢	٢,٦٦	١,٣٣٩	٠,٨٩٢	٠,٩٩٨	١,٠١٧
٢	١٠٠,٤	٤١,٠٥	٩١,٥٧	١١,٦٤	٤,٦٤	١٠,٦٧	٢٨,٠٥	١١,٤٧	٢٥,٦	٣,٢٥	١,٢٩٧	٢,٩٨	١,٣٧٥	٠,٨٨٨	١,٠٤٩	١,٠٣٣
٢	١٢٧,٦	٧٥,٦٦	١٠٢,٧	١٣,١٧	٦,٨٣٣	١١,٢٦	٣٥,٦٧	٢١,١٥	٢٨,٧٢	٣,٦٨	١,٩١	٣,١٥	١,٤٤	٠,٩٣٥	١,٠٩٨	١,٠٥

	١,١٥٤	٠,٩٥٢	١,٤٩٦	٤,٠٦	١,٥٥	٤,٣٤٤	١٢,٢٩	٩,٦٤	١٥,٦١	١٤,٥٢	٥,٥٤	١٥,٥٤	٤٣,٩٥	٣٤,٤٧	٥٥,٨٥	٢
١,٠٨	١,٢٣٣	٠,٩٨٦	١,٥٧٨	٤,٥٤	٢,٠٣	٤,٩٧	-١٣,٢٤	٢,٤٦	١٣,٤٧	١٦,٢٤	٧,٢٥	١٧,٧٨	-٤٧,٣٧	٨,٧٩	٤٨,١٨	٢
١,١	١,٣٠٥	١,٠٢	١,٦٥٧	٣,٥١	٢	٤,٠٤	-٣٢,٥٧	١,٩٦	٣٢,٦٣	١٢,٥٥	٧,١٥	١٤,٤٥	-١١٦,٥	٧,٠١	١١٦,٧	٢
١,١٢	١,٣٥	١,٠٥	١,٧١٢	٢,٢٩٨	١,٩٦	٣,٠٢	-٣٣,١٥	-٨,٧٥	٣٤,٢٨	٨,٢٢	٧,٠٣	١٠,٨١	-١١٨,٦	-٣١,٢٨	١٢٢,٦	٢
٠,٩٤٩٩٣٣	٠,٩٥١	٠,٨٥٩٣٨١	١,٢٧٩٩٠٥	١,٦٠١٠٤٨	٠,٨٨٣٣٨١	١,٨٩٦٠٤٨	٦,٩٨٧٩٠٥	٤,٣٨٠٠٤٨	١٦,٩٠٠٤٨	٥,٧٢٧٧٦٢	٣,١٣٠٤٢٩	٦,٧٨٥٤٧٦	٢٤,٩٩٢٨١	١٥,٦٦٨١	٦٠,٤٥٦٥٧	
٠,١٠٣٥٤	٠,١٧٨٥٩٩	٠,٠٨٥٦٨٣	٠,١٩٢٢١٩	١,٤٧٩٨٤٢	٠,٦٨٩٤٩٨	١,٥٤٨١٥٩	١٧,١٩٧٦٧	٦,٩٠٩٤٦٢	١٠,٧٢٢١٦	٥,٢٩٣٣٦٥	٢,٥٠٦٨٨٦	٥,٥٤٠٠٤٤	٦١,٥١٤١	٢٤,٧١٤٤١	٣٨,٣٥٢٥٨	
٠,٨	٠,٩٢٧	٠,٩٦٦	١,٣٤	٠,٩٣٤	٠,٩١١	١,٣١	٣٢,٣٥	١١,٤٨	٣٤,٣٢	٣,٣٤	٣,٢٦	٤,٦٦٩	١١٥,٧	٤١,٠٥	١٢٢	٣
٠,٨١٧	٠,٩٤٧	٠,٩٦٥	١,٣٥	٢,١٥	٠,٦٤	٢,٢٥	٢١,٧٥	٥,٢٤	٢٢,٣٧	٧,٧	٢,٢٧٧	٨,٠٣	٧٧,٨١	١٨,٧٤	٨٠	٣
٠,٨٣٣	٠,٩٩٨	٠,٩٧	١,٤١	٢,٧٦	٢,١٥	٣,٤٩	٢٧,٤٧	٣,٦٢	٢٧,٧١	٩,٨٨	٧,٦٧	١٢,٥١	٩٨,٢٦	١٢,٩٤	٩٩,١١	٣
٠,٨٥	١,٠٤	٠,٩٩	١,٤٧	٢,١٩	١,٤٧	٢,٦٤	٣٤,٣١	١٢,٢٢	٣٦,٤٢	٧,٨٥	٥,٢٤	٩,٤٤	١٢٢,٧	٤٣,٧	١٣٠,٣	٣
٠,٨٦٧	١,٠٧	١,٠٤	١,٤٩	٣,٠٣	٠,٩٤	٣,١٧	٣١,٧	-١٩,٥٨	٣٧,٢٦	١٠,٨٣	٣,٣٧	١١,٣٤	١١٣,٤	-٧٠,٠٢	١٣٣,٣	٣
٠,٨٨	١,١٤	١,٠٤	١,٥٦	٤,٧	١,٩٣٣	٥,٠٩	١٨,٥٦	-٢٠,٩	٢٧,٩٥	١٦,٨٢	٦,٩١	١٨,١٩	٦٦,٣٨	-٧٤,٧٤	٩٩,٩٦	٣
٠,٩	١,٢٢٩	١,٠٧	١,٦٥	٤,٤٤	٠,٥١	٤,٤٧	-٧,٨٢	-١٦,٥١	١٨,٢٧	١٥,٨٩	١,٨١	١٦	-٢٧,٩٨	-٥٩,٠٧	٦٥,٣٦	٣
٠,٩١٧	١,٢٨٩	١,٠٩	١,٦٨	٣,١٩	-٠,٠٠٥	٣,١٩	-٣٠,٣٥	-٣٠,٧٩	٤٣,٢٣	١١,٤٢	-٠,٠١٩	١١,٤٢	-١٠٨,٦	-١١٠,١	١٥٤,٦	٣
٠,٩٣٤	١,٣٣٥	١,١	١,٧٣	٢,٨٨	٠,٢٥	٢,٨٩	-٣٠,٧٣	-١٦,٦٤	٣٤,٩٤	١٠,٣	٠,٩١	١٠,٣٤	-١٠٩,٩	-٥٩,٥٢	١٢٥	٣
٠,٩٥	١,٣٨٥	١,٠٩	١,٧٦	٢,٨٥	-٠,٣٥٢	٢,٨٧	-١٧,٩٨	-١٣,٠٧	٢٢,٢٣	١٠,١٨	-١,٢٦	١٠,٢٥	-٦٤,٣٣	-٤٦,٧٥	٧٩,٥٢	٣
٠,٨٧٤٨	١,١٣٦	١,٠٣٢١	١,٥٤٤	٢,٩١٢٤	٠,٨٤٤٧	٣,١٣٧	٧,٩٢٦	-٨,٤٩٣	٣٠,٤٧	١٠,٤٢١	٣,٠١٦٨	١١,٢١٨٩	٢٨,٣٤٤	-٣٠,٣٧٧	١٠٨,٩١٥	
٠,٠٥٠٥١	٠,١٦٥٢٢٥	٠,٠٥٥١٥٣	٠,١٥٥٢٢	١,٠٨٨٥٩٣	٠,٨١٣٣٨٥	١,٠٦٥٨١٣	٢٦,٧١٣٢٩	١٥,٢٣٤٧٤	٧,٩٩٦١٣٢	٣,٨٩٥٠٤٤	٢,٩٠٣٧٣٦	٣,٨١٦٩٦٨	٩٥,٥٥٤٧٨	٥٤,٤٨١٥٣	٢٨,٥٦٢٨٤	
٠,٧٧	١	٠,٩٤	١,٣٧	٠,٨٨	٠,٩٩	١,٣٣	١٥,٥	٠,٤٨٩	١٥,٥١	٣,١٥	٣,٥٧	٤,٧٦	٥٥,٤٤	١,٤٦	٥٥,٤٦	٤
٠,٧٨	١,٠٢	٠,٩٦	١,٤	١,١٢٢	١,٤١	١,٨	١٣,٧٥	٢,٧٦	١٤,٠٢	٤,٠١	٥,٠٥	٦,٤٤	٤٩,١٨	٩,٨٦	٥٠,١٦	٤
٠,٨	١,٠٤	٠,٩٨	١,٤٣٣	١,٦٤	١,٣١	٢,٠٩	١١,٢٦	١,٣٦	١١,٣٤	٥,٨٧	٤,٦٧	٧,٤٩٩	٤٠,٢٨	٤,٨٥	٤٠,٥٧	٤
٠,٨١٦	١,٠٨	١	١,٤٧	١,٥٩	١,١٣٣	١,٩٦	١٣,٠٤	-١١,٨٨	١٧,٦٤	٥,٧١	٤,٠٥	٦,٩٩	٤٦,٦٤	-٤٢,٥١	٦٣,١١	٤
٠,٨٣	١,٠٩	١,٠٢	١,٤٩	١,٦	١,١٩	١,٩٩	١٦,٣٨	-٩,٩٢	١٩,١٥	٥,٧٣	٤,٢٤	٧,١٢	٥٨,٥٩	-٣٥,٤٧	٦٨,٤٩	٤
٠,٨٥	١,١٣	١,٠٤	١,٥٤	٢,١٣	٠,٥٣٥	٢,١٩٩	٢٤	٩,٩٢	٢٥,٩٦	٧,٦٣	١,٩٢	٧,٨٦	٨٥,٨٣	٣٥,٤٧	٩٢,٨٧	٤
٠,٨٧	١,١٧	١,٠٤	١,٥٦	٢,٧٤	٠,٧٢٤	٢,٨٣	١,٥٥	-١٤,٦٣	١٤,٧١	٩,٧٨	٢,٥٩	١٠,١٢	٥,٥٣	-٥٢,٣٣	٥٢,٦٢	٤
٠,٨٨	١,٢٢	١,٠٧	١,٦٢٢	٣,٠٩	٢,٠٣	٣,٧	-٤,٥٢	-٢٢,٠٥	٢٢,٥١	١١,٠٧	٧,٢٦	١٣,٢٤	-١٦,١٦	-٧٨,٨٨	٨٠,٥٢	٤
٠,٩	١,٢٧	١,١١	١,٦٨	١,٤٣	-٠,٣٨٣	١,٤٨	١٩,٣٨	-٠,٣١٣	١٩,٣٨	٥,١٢	-١,٣٧	٥,٣	٦٩,٣٣	-١,١٢	٦٩,٣٤	٤
٠,٩٢	١,٢٧	١,٠٥	١,٦٥	٢,١٨	-٠,٨٢٢	٢,٣٣	٢٧,٩٧	-٩,٩٦	٢٩,٧	٧,٧٨	-٢,٩٤٤	٨,٣٢	١٠٠,١	-٣٥,٦٤	١٠٦,٢	٤
٠,٩٣	١,٣٤	١,٠٨	١,٧٢٢	٤,٤٩	١,٥٥	٤,٧٦	٢١,٠٩	١٤,٤٧	٢٥,٥٨	١٦,٠٨	٥,٥٥٥	١٧,٠١	٧٥,٤٤	٥١,٧٧	٩١,٥	٤
٠,٩٥	١,٤٢	١,١١	١,٧٩٩	٤,٣٢	٠,٦٨٨	٤,٣٨	-١١,٩	١٢,٨١	١٧,٤٩	١٥,٤٦	٢,٤٦	١٥,٦٦	-٤٢,٥٦	٤٥,٨٣	٦٢,٥٥	٤
٠,٩٧	١,٤٩	١,١	١,٨٥	٢,٤١	٠,٢٧	٢,٤٢	-٣٠,٧٨	-٢١,٣٢	٣٧,٤٤	٨,٦١	٠,٩٨	٨,٦٦	-١١٠,١	-٧٦,٢٦	١٣٣,٩	٤
٠,٩٨	١,٥	١,١١	١,٨٧	١,٨٨٨	٠,٥٤١	١,٩٦	-٢٢,٣٢	-١٧,٦٣	٢٨,٤٤	٦,٧٥٥	١,٩٤	٧,٠٣	-٧٩,٨٣	-٦٣,٠٦	١٠١,٧	٤
١,٠٠٠٠٠١	١,٥٥	١,١٢	١,٩١	٢,٨٦	-٠,٠٣٧	٢,٨٦	-١,٠١	-٢١,٩	٢١,٩٢	١٠,٢٤	-٠,١٣١	١٠,٢٤	-٣,٦١١	-٧٨,٣٤	٧٨,٤٢	٤
٠,٨٨٣٠٦٧	١,٢٣٩٣٣٣	١,٠٤٨٦٦٧	١,٦٢٤٤	٢,٢٩١٣٣٣	٠,٧٤١٩٣٣	٢,٥٣٩٢٦٧	٦,٢٢٦	-٥,٨٥٢٩٣	٢١,٣٨٦	٨,١٩٩٦٦٧	٢,٦٥٦	٩,٠٨٣٢٦٧	٢٢,٢٧٣٢٧	-٢٠,٩٥٨	٧٦,٤٩٤	
٠,٠٧٤٥٧٣	٠,١٨٥٥٢٩	٠,٠٥٨٦٦	٠,١٧٧٥٦٨	١,٠٦٣٠٩٩	٠,٧٦١٧٤٥	١,٠١١٨٥٧	١٧,٣٢٦١٧	١٢,٦٨٢٣٥	٧,٠١٦٢٢٤	٣,٨٠٥٣٤٦	٢,٧٢٤٤٧	٣,٦١٥٣٢٩	٦١,٩٧٧٥	٤٥,٣٥٥٢٨	٢٥,٠٨٨٠٣	
٠,٥٨٣	٠,٩٦٨	٠,٩	١,٣٢	١,٢٨	٠,٧٣	١,٤٧	٢٠,٥١	١,٦٦	٢٠,٥٨	٤,٥٦٧	٢,٦١	٥,٢٥٩	٧٣,٣٦	٥,٩٤	٧٣,٦	٥
٠,٦	٠,٩٩٤	٠,٩١٦٦	١,٣٥	١,٦٤	٠,٨٢	١,٨٤	٢٢,٤١	-٦,٤٧	٢٣,٣٣	٥,٨٧٥	٢,٩٣	٦,٥٦٦	٨٠,١٧	-٢٣,١٤	٨٣,٤٥	٥
٠,٦١٦	١,٠٢	٠,٩٢٧	١,٣٨	١,٨٦	٠,٨٦	٢,٠٥	٦,٥	-١٢,٨٩	١٤,٤٣	٦,٦٤٧	٣,٠٧	٧,٣٢٢	٢٣,٢٥	-٤٦,١	٥١,٦٣	٥
٠,٦٣٣	١,٠٦	٠,٩٤٥	١,٤٢	٢,١٧	٠,٢١٨	٢,١٨	-٩,٠٣	-٣,٦٩	٩,٧٥	٧,٧٥	٠,٧٧٩	٧,٧٩٢	-٣٢,٢٨	-١٣,١٨	٣٤,٨٧	٥
٠,٦٥	١,٠٩	٠,٩٣	١,٤٤	١,٦٢	-٠,٠٧٩	١,٦٢	١٣,١٣	٩,١٧	١٦,٠٢	٥,٧٨٧	-٠,٢٨١	٥,٧٩٤	٤٦,٩٧	٣٢,٨١	٥٧,٣	٥
٠,٦٦٦	١,١١	٠,٩٤	١,٤٦	١,٠٢	٠,٨٢	١,٣١	٣٢,٧١	٢٤,٢٨	٤٠,٧٣	٣,٦٥٨	٢,٩٢٣	٤,٦٨٣	١١٧	٨٦,٨٥	١٤٥,٧	٥
٠,٦٨٣	١,١٣	٠,٩٦٢	١,٤٨	٣,٢١	١,٣٨	٣,٤٩	٣٢,٠٧	١٥,٥٢	٣٥,٦٣	١١,٤٧	٤,٩٤٤	١٢,٤٩	١١٤,٧	٥٥,٥	١٢٧,٥	٥
٠,٧	١,٢٢	٠,٩٨٨	١,٥٧	٤,١٩٩	١,٦٤	٤,٥١	٤٤,١٧	١٢,٧٤	٤٥,٩٧	١٥,٠٢	٥,٨٧	١٦,١٣	١٥٨	٤٥,٥٨	١٦٤,٥	٥
٠,٧١٧	١,٢٧	١,٠٢	١,٦٣	٣,١٢٧	٠,٨٦	٣,٢٤	١٩,٢٢	١١,٩١	٢٢,٦١	١١,١٨	٣,٠٩	١١,٦	٦٨,٧٥	٤٢,٦	٨٠,٨٨	٥
٠,٧٣٣	١,٣٢	١,٠٢	١,٦٧	٤,٤٣	١,٩٥	٤,٨٤	-٩,٧٣	-٦,٧٥	١١,٨٤	١٥,٨٥	٦,٩٦٩	١٧,٣٢	-٣٤,٨٢	-٢٤,١٣	٤٢,٣٦	٥
٠,٧٥	١,٤٢	١,٠٨	١,٧٨	٤,٦١	٢,٢	٥,١١	-١٥,٢٤	-٩,٢٤	١٧,٨٢	١٦,٤٩	٧,٨٨	١٨,٢٨	-٥٤,٥١	-٣٣,٠٧	٦٣,٧٥	٥

٠,٦٦٦٤٥٥	١,١٤٥٦٣٦	٠,٩٦٦٢٣٦	١,٥	٢,٦٥١٤٥٥	١,٠٣٦٢٧٣	٢,٨٧٨١٨٢	١٤,٢٤٧٢٧	٣,٢٩٤٥٤٥	٢٣,٥١٩٠٩	٩,٤٨١٢٧٣	٣,٧٠٧٦٣٦	١٠,٢٩٤١٨	٥٠,٩٦٢٧٣	١١,٧٨٧٢٧	٨٤,١٤	
٠,٠٥٣٨٨	٠,١٤٤٥٥١	٠,٠٥٤٨٢٥	٠,١٤٥٠٥٢	١,٣١٩٨٤١	٠,٦٩٥٣٢	١,٤٢٣٨٧٤	١٩,٣١٨٣٣	١٢,٠٦٠٥٣	١٢,٠٥٧١٦	٤,٧٢١٧٠٥	٢,٤٨٨٩٥٣	٥,٠٩٧٠٨٩	٦٩,٠٩٩٨٥	٤٣,١٣٨٣٥	٤٣,١٤٦٠٢	

جدول (٢)

المتوسط الحسابي والانحراف المعياري للاعبين عينة البحث

U/A	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p
a ^١	٠,٦٨٣٠٨٦	١,٠٦١٧١٤	١,٠١٥٧٧١	١,٤٧	٣,١٥٢٤٢٩	٠,٦٥٦٧١٤	٣,٣٠٥	٢٩,٩٧٣٧١	٩,٩٨٥	٣٥,٩٥	١١,٢٧٥٧١	٢,٣٤٩٨٥٧	١١,٨٢١٧١	١٠٧,٢١٤٧	٣٥,٧٢١٤٣	١٢٨,٥٩١٤
s ^١	٠,٠٣٥٩٥٤	٠,١٠٦٨٢٨	٠,٠٣٢٠٠٤	٠,٠٩٧٨١٨	١,٥٧٤١٧٩	٠,٩٤٦٢٤١	١,٦٥١٥٦	٢١,٩٢٠٢٨	١٦,٣٥٥١٩	٢٠,١١٩٥٣	٥,٦٣١١٩١	٣,٣٨٥١٣١	٥,٩٠٨١٧٣	٧٨,٣٩٤٥١	٥٨,٥٠٥١١	٧١,٩٥٨٣٤
a ^٢	٠,٩٤٩٩٣٣	٠,٩٥١	٠,٨٥٩٣٨١	١,٢٧٩٩٠٥	١,٦٠١٠٤٨	٠,٨٨٣٣٨١	١,٨٩٦٠٤٨	٦,٩٨٧٩٠٥	٤,٣٨٠٠٤٨	١٦,٩٠٠٤٨	٥,٧٢٧٧٦٢	٣,١٣٠٤٢٩	٦,٧٨٥٤٧٦	٢٤,٩٩٢٨١	١٥,٦٦٨١	٦٠,٤٥٦٥٧
s ^٢	٠,١٠٣٥٤	٠,١٧٨٥٩٩	٠,٠٨٥٦٨٣	٠,١٩٢٢١٩	١,٤٧٩٨٤٢	٠,٦٨٩٤٩٨	١,٥٤٨١٥٩	١٧,١٩٧٦٧	٦,٩٠٩٤٦٢	١٠,٧٢٢١٦	٥,٢٩٣٣٦٥	٢,٥٠٦٨٨٦	٥,٥٤٠٠٤٤	٦١,٥١٤١	٢٤,٧١٤٤١	٣٨,٣٥٢٥٨
a ^٣	٠,٨٧٤٨	١,١٣٦	١,٠٣٢١	١,٥٤٤	٢,٩١٢٤	٠,٨٤٤٧	٣,١٣٧	٧,٩٢٦	-٨,٤٩٣	٣٠,٤٧	١٠,٤٢١	٣,٠١٦٨	١١,٢١٨٩	٢٨,٣٤٤	-٣٠,٣٧٧	١٠٨,٩١٥
s ^٣	٠,٠٥٠٥١	٠,١٦٥٢٢٥	٠,٠٥٥١٥٣	٠,١٥٥٢٢	١,٠٨٨٥٩٣	٠,٨١٣٣٨٥	١,٠٦٥٨١٣	٢٦,٧١٣٢٩	١٥,٢٣٤٧٤	٧,٩٩٦١٣٢	٣,٨٩٥٠٤٤	٢,٩٠٣٧٣٦	٣,٨١٦٩٦٨	٩٥,٥٥٤٧٨	٥٤,٤٨١٥٣	٢٨,٥٦٢٨٤
a ^٤	٠,٨٨٣٠٦٧	١,٢٣٩٣٣٣	١,٠٤٨٦٦٧	١,٦٢٤٤	٢,٢٩١٣٣٣	٠,٧٤١٩٣٣	٢,٥٣٩٢٦٧	٦,٢٢٦	-٥,٨٥٢٩٣	٢١,٣٨٦	٨,١٩٩٦٦٧	٢,٦٥٦	٩,٠٨٣٢٦٧	٢٢,٢٧٣٢٧	-٢٠,٩٥٨	٧٦,٤٩٤
s ^٤	٠,٠٧٤٥٧٣	٠,١٨٥٥٢٩	٠,٠٥٨٦٦	٠,١٧٧٥٦٨	١,٠٦٣٠٩٩	٠,٧٦١٧٤٥	١,٠١١٨٥٧	١٧,٣٢٦١٧	١٢,٦٨٢٣٥	٧,٠١٦٢٢٤	٣,٨٠٥٣٤٦	٢,٧٢٤٤٧	٣,٦١٥٣٢٩	٦١,٩٧٧٥	٤٥,٣٥٥٢٨	٢٥,٠٨٨٠٣
a ^٥	٠,٦٦٦٤٥٥	١,١٤٥٦٣٦	٠,٩٦٦٢٣٦	١,٥	٢,٦٥١٤٥٥	١,٠٣٦٢٧٣	٢,٨٧٨١٨٢	١٤,٢٤٧٢٧	٣,٢٩٤٥٤٥	٢٣,٥١٩٠٩	٩,٤٨١٢٧٣	٣,٧٠٧٦٣٦	١٠,٢٩٤١٨	٥٠,٩٦٢٧٣	١١,٧٨٧٢٧	٨٤,١٤
s ^٥	٠,٠٥٣٨٨	٠,١٤٤٥٥١	٠,٠٥٤٨٢٥	٠,١٤٥٠٥٢	١,٣١٩٨٤١	٠,٦٩٥٣٢	١,٤٢٣٨٧٤	١٩,٣١٨٣٣	١٢,٠٦٠٥٣	١٢,٠٥٧١٦	٤,٧٢١٧٠٥	٢,٤٨٨٩٥٣	٥,٠٩٧٠٨٩	٦٩,٠٩٩٨٥	٤٣,١٣٨٣٥	٤٣,١٤٦٠٢
max	٠,٩٤٩٩٣٣	١,٢٣٩٣٣٣	١,٠٤٨٦٦٧	١,٦٢٤٤	٣,١٥٢٤٢٩	١,٠٣٦٢٧٣	٣,٣٠٥	٢٩,٩٧٣٧١	١٦,٣٥٥١٩	٣٥,٩٥	١١,٢٧٥٧١	٣,٧٠٧٦٣٦	١١,٨٢١٧١	١٠٧,٢١٤٧	٥٨,٥٠٥١١	١٢٨,٥٩١٤
min	٠,٠٣٥٩٥٤	٠,١٠٦٨٢٨	٠,٠٣٢٠٠٤	٠,٠٩٧٨١٨	١,٠٦٣٠٩٩	٠,٦٥٦٧١٤	١,٠١١٨٥٧	٦,٢٢٦	-٨,٤٩٣	٧,٠١٦٢٢٤	٣,٨٠٥٣٤٦	٢,٣٤٩٨٥٧	٣,٦١٥٣٢٩	٢٢,٢٧٣٢٧	-٣٠,٣٧٧	٢٥,٠٨٨٠٣

جدول (٣)

تحويل البيانات بقيم تتحصر بين صفر وواحد صحيح

p	o	n	m	l	k	j	i	h	g	f	e	d	c	b	a	U/A
١	٠,٧٤٣٦٦٤	١	١	٠	١	١	٠,٧٤٣٦٣٦	١	١	٠	١	٠,٨٩٨٨٥٩	٠,٩٦٧٦٤٤	٠,٨٤٣١٦٣	٠,٧٠٨٠٣٨	a ^١
٠,٤٥٢٨٣٨	١	٠,٦٦٠٧٠٥	٠,٢٧٩٣٩٨	٠,٧٦٢٤٧٦	٠,٢٤٤٤١٢	٠,٤٥٢٨٧٢	١	٠,٦٦٠٨٧٥	٠,٢٧٨٩٦٤	٠,٧٦٢٧٩٩	٠,٢٤٤٦١٥	٠	٠	٠	٠	s ^١
٠,٣٤١٧١٤	٠,٥١٨٠٤٧	٠,٠٣٢٠١٧	٠,٣٨٦٣٠٢	٠,٥٧٤٨٨٨	٠,٢٥٧٣٣٩	٠,٣٤١٦١٦	٠,٥١٨٠٦٨	٠,٠٣٢٠٨٣	٠,٣٨٥٥٨	٠,٥٩٧١٨٥	٠,٢٥٧٤٧٤	٠,٧٧٤٣٣٦	٠,٨١٣٨١٧	٠,٧٤٥٤٠٢	١	a ^٢
٠,١٢٨١٥٦	٠,٦١٩٨٢٦	٠,٤٦١٩٧٥	٠,٢٣٤٥٣٩	٠,١١٥٦٥١	٠,١٩٩١٨٩	٠,١٢٨٠٨٣	٠,٦١٩٨٦٣	٠,٤٦٢٠٠٩	٠,٢٣٣٨٧٢	٠,٠٨٦٣٧٣	٠,١٩٩٤٦٣	٠,٠٦١٨٣٨	٠,٠٥٢٨	٠,٠٦٣٣٧٤	٠,٠٧٣٩٤٧	s ^٢
٠,٨٠٩٨٩٦	٠	٠,٠٧١٤٧	٠,٩٢٦٥٤٣	٠,٤٩١٢٠١	٠,٨٨٥٥٨٦	٠,٨١٠٦٠٢	٠	٠,٠٧١٥٨٦	٠,٩٢٦٧٣٨	٠,٤٩٥٢٧٥	٠,٨٨٥١١٧	٠,٩٤٧٣٣٣	٠,٩٨٣٧٠٥	٠,٩٠٨٧٥٧	٠,٩١٧٧٩٥	a ^٣
٠,٠٣٣٥٧٢	٠,٩٥٤٧٣١	٠,٨٦٢٧٣	٠,٠٢٤٥٧١	٠,٤٠٧٩٣	٠,٠١٢٠٠٧	٠,٠٣٣٨٦٧	٠,٩٥٤٩٠٨	٠,٨٦٢٧٠٦	٠,٠٢٣٥٢٩	٠,٤١٢٧٧١	٠,٠١٢٢٠٢	٠,٠٣٧٦٠٢	٠,٠٢٢٧٧	٠,٠٥١٥٦٤	٠,٠١٥٩٢٦	s ^٣
٠,٤٩٦٦٦	٠,١٠٥٩٧٢	٠	٠,٦٦٦٣٠٣	٠,٢٢٥٤٧٣	٠,٥٨٨٢٣٣	٠,٤٩٦٦٤٤	٠,١٠٦٢٤٨	٠	٠,٦٦٦٠٧٧	٠,٢٢٤٥٢٢	٠,٥٨٧٨٦١	١	١	١	٠,٩٢٦٨٤	a ^٤
٠	٠,٨٥٢٠٥٣	٠,٤٦٧٤٣١	٠	٠,٢٧٥٩٠١	٠	٠	٠,٨٥٢١٨٩	٠,٤٦٧٤٢١	٠	٠,٢٧٦٧١٩	٠	٠,٠٥٢٢٤١	٠,٠٢٦٢١٩	٠,٠٦٩٤٩٣	٠,٠٤٢٢٥٣	s ^٤
٠,٥٧٠٥٣٢	٠,٤٧٤٣٨٤	٠,٣٣٧٧٥٦	٠,٨١٣٨٦	١	٠,٧٥٩٧٩٢	٠,٥٧٠٣٦٧	٠,٤٧٤٣٨٣	٠,٣٣٧٧٧	٠,٨١٣٨٧٢	١	٠,٧٦٠٢٢٣	٠,٩١٨٥١١	٠,٩١٨٩٢١	٠,٩١٧٢٦٦	٠,٦٨٩٨٤١	a ^٥
٠,١٧٤٤٦٨	٠,٨٢٧١١١	٠,٥٥١٢٨١	٠,١٨٠٥٦٢	٠,١٠٢٤٤٤	٠,١٢٢٦٦٦	٠,١٧٤٢٢٣	٠,٨٢٧١٦٤	٠,٥٥١٣٠٩	٠,١٧٩٦٧٣	٠,١٠١٧١١	٠,١٢٢٨٨٣	٠,٠٣٠٩٤١	٠,٠٢٢٤٤٧	٠,٠٣٣٣٠٩	٠,٠٢١٢٦٤	s ^٥

جدول (٤)

استبدال الكسور

U/A	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p
a ^١	٤	٥	٥	٥	٥	١	٥	٥	٤	٥	٥	١	٥	٥	٤	٥
s ^١	١	١	١	١	٢	٤	٢	٤	٥	٣	٢	٤	٢	٤	٥	٣
a ^٢	٥	٤	٥	٤	٢	٣	٢	١	٣	٢	٢	٣	٢	١	٣	٢
s ^٢	١	١	١	١	١	١	٢	٣	٤	١	١	١	٢	٣	٤	١
a ^٣	٥	٥	٥	٥	٥	٣	٥	١	١	٥	٥	٣	٥	١	١	٥
s ^٣	١	١	١	١	١	٣	١	٥	٥	١	١	٣	١	٥	٥	١
a ^٤	٥	٥	٥	٥	٣	٢	٤	١	١	٣	٣	٢	٤	١	١	٣
s ^٤	١	١	١	١	١	٢	١	٣	٥	١	١	٢	١	٣	٥	١
a ^٥	٤	٥	٥	٥	٤	٥	٥	٢	٣	٣	٤	٥	٥	٢	٣	٣
s ^٥	١	١	١	١	١	١	١	٣	٥	١	١	١	١	٣	٥	١

جدول (٥)

المتوسطات بعد تبديلها بالقيم من ١ الي ٥

U/A	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p
a ^١	٤	٥	٥	٥	٥	١	٥	٥	٤	٥	٥	١	٥	٥	٤	٥
a ^٢	٥	٤	٥	٤	٢	٣	٢	١	٣	٢	٢	٣	٢	١	٣	٢
a ^٣	٥	٥	٥	٥	٥	٣	٥	١	١	٥	٥	٣	٥	١	١	٥
a ^٤	٥	٥	٥	٥	٣	٢	٤	١	١	٣	٣	٢	٤	١	١	٣
a ^٥	٤	٥	٥	٥	٤	٥	٥	٢	٣	٣	٤	٥	٥	٢	٣	٣

جدول (٦)

درجة تاثير المتغيرات باستخدام المتوسطات

المتغير	الرمز	درجة تاثير المتغيرات
الزمن	A	٠,٤
الإزاحة الأفقية	B	٠,٢
الإزاحة الرأسية	C	٠,٠
محصلة الإزاحة	D	٠,٢
السرعة الأفقية	E	١
السرعة الرأسية	F	١
محصلة السرعة	G	٠,٤
العجلة الأفقية	H	٠,٦
العجلة الرأسية	I	٠,٦
محصلة العجلة	J	٠,٦
كمية الحركة الأفقية	K	٠,٤
كمية الحركة الرأسية	L	١
محصلة كمية الحركة	M	٠,٤
القوة الأفقية	N	٠,٦
القوة الرأسية	O	٠,٦
محصلة القوة	P	٠,٦

التحليل الكيفي للنتائج

درجة تاثير المتغيرات

السرعة الأفقية ١٠٠% ، السرعة الرأسية ١٠٠% ، كمية الحركة الرأسية ١٠٠% .
 العجلة الأفقية ٦٠% ، العجلة الرأسية ٦٠% ، محصلة العجلة ٦٠% ، القوة الأفقية ٦٠% ، القوة الرأسية ٦٠%

مناقشة النتائج

تعتبر المرحلة الرئيسية من الضربة الساحقة في تنس الطاولة من أهم مراحل الأداء الحركي ، حيث تعتمد علي تكامل وتزامن مجموعة من المتغيرات البيوميكانيكية (التي تم استنتاجها) والمرتبطة بالذراع الضاربة ، حيث تلعب دورا مترابطا ودقيقا في تحديد كفاءة وفعالية هذه المرحلة ، وهي :

تعد السرعتان الأفقية (Horizontal Velocity) والرأسية (Vertical Velocity) للذراع الضاربة من المؤشرات الحركية الجوهرية التي تُحدد جودة وكفاءة الضربة الساحقة خلال

المرحلة الرئيسية (Main Phase) في تنس الطاولة بدرجة تأثير ١٠٠%، إذ يُمثل التوازن الديناميكي بين هاتين سرعتين عنصراً رئيسياً في التحكم باتجاه ومسار الكرة، وكذلك في توليد أقصى قوة تصادمية عند لحظة التلامس. ويذكر Lino, Kojima (٢٠٠٩)، أن اللاعبين ذوي الأداء العالي، يحققون سرعات أفقية أكبر في الكتف والمرفق، مما يساعد في دفع الذراع للأمام بسرعة، بينما تساهم السرعة الرأسية بشكل حاسم في توجيه الضربة الي الأسفل بقوة، مما يزيد من احتمالية كسب النقطة. ويؤكد علي أن السرعة الأفقية تعزز من المدي الزمني للتسارع، في حين أن السرعة الرأسية تنتج الزاوية المثلى لسقوط الكرة خلف الشبكة بسرعة مفاجئة (٢٥ : ٧٦٥). كما أوضح Qian et al (٢٠١٦) أن الضربات الساحقة الفعالة تتطلب تكاملاً بين سرعتين، حيث تؤدي السرعة الأفقية العالية إلى إنتاج طاقة خطية، بينما تعزز السرعة الرأسية من طابع الضربة النازلة والتي تترك المنافس (٢٨ : ٧٩). ووفقاً لما ذكره Sakurai, Ohtsuki (٢٠٠٠)، أن الفروقات بين اللاعبين المحترفين والمبتدئين تظهر بوضوح في قدرة المحترفين علي دمج سرعتين في اللحظة المناسبة ضمن نطاق الحركة الكلي، مما يسمح بتحقيق أعلى سرعة للمضرب عند الاصطدام بالكرة (٢٩ : ١٣٩).

أما عن كمية الحركة الرأسية للذراع الضاربة فهي أحد العوامل الديناميكية المهمة التي تؤثر في جودة الضربة الساحقة في تنس الطاولة، خاصة في المرحلة الرئيسية للحركة (Main Phase)، بدرجة تأثير ١٠٠%، وتعكس هذه الكمية قدرة الذراع علي توليد قوة عمودية فعالة تساهم في تسريع حركة الذراع نحو الكرة من الأعلى الي الأسفل، مما يكسب الكرة سرعة وانخفاضا مفاجئاً يصعب من صدها. وقد أوضح Qian et al (٢٠١٦) أن كمية الحركة الرأسية للذراع الضاربة ترتبط بمدى تسارع الذراع في الاتجاه العمودي، وأن اللاعبين ذوي المستوى العالي يظهرون قيماً أعلى من هذه الكمية أثناء تنفيذ الضربات الساحقة، مما يعزز من فعالية الأداء الهجومي (٢٨ : ٧٩). كما يشير Lino, Kojima (٢٠٠٩) الي أن الانتقال السريع للذراع الضاربة نحو الأسفل قبل لحظة التلامس يمثل عنصراً أساسياً في تحويل الطاقة العمودية الي الكرة. وهو ما يتطلب توافقاً عالياً في التوقيت بين حركة الكتف والمرفق والرسغ لزيادة كمية الحركة دون فقدان التوازن أو الدقة (٢٥ : ٧٦٨). ويؤكد Sakurai, Ohtsuki (٢٠٠٠) علي أن اللاعبين الناجحين يستخدمون حركة سريعة موجهة رأسياً لأسفل في نهاية المرحلة الرئيسية، بهدف

اختراق دفاع المنافس واجبار الكرة علي الارتداد بقوة وبزاوية منخفضة ، مشيرين الي ان كمية الحركة الرأسية هي عنصر خفي ولكنه فعال في الضربات الهجومية (٢٩ : ١٣٩) .

بينما تكمن أهمية العجلة الأفقية والرأسية ومحصلتهما للذراع الضاربة خلال أداء الضربة الساحقة في تنس الطاولة والذين سجلوا ٦٠% من درجة تأثير المتغيرات في تأثيرهم المباشر علي سرعة الكرة ، ودقة التوجيه ، وزاوية الانطلاق ، مما يؤثر في نهاية المطاف علي فعالية الضربة . ويشير Chow , J,W,et al (١٩٩٩) الي أن العجلة الأفقية للذراع الضاربة تعني معدل التغير في السرعة الأفقية للذراع (من الكتف حتي الرسغ) في اتجاه الطاولة ، فتساهم في توليد سرعة خطية للكرة باتجاه المنافس تؤثر علي المسافة الأفقية التي تقطعها الكرة . وقد اكدوا علي أن زيادة العجلة الأفقية ، تساعد في جعل الكرة اكثر انبساطا وسرعة وهو ما يصعب علي المنافس الرد (١٧ : ٨١٢) . بينما يوضح Elliot , B (١٩٨١) أن العجلة الرأسية للذراع تشير الي معدل التغير في السرعة الرأسية للذراع (إلي الأعلى أو لأسفل) ، فتتحكم في زاوية الانطلاق والانحدار القوسي لمسار الكرة ، وتساهم في انتاج الدوران العلوي Top Spin , خاصة عندما يتحرك الذراع الي الأعلى بسرعة ، وذات أهمية في تخطي الكرة الشبكة مع الحفاظ علي السرعة والدقة (٢١ : ٣٣) . ويشير Lees ,A. (٢٠٠٣) الي أن العجلة المحصلة (الكلية) تعني العجلة الناتجة عن جمع المتجهات الرأسية والأفقية للعجلة ، وتمثل القوة الحركية الكلية المبذولة من الذراع ، وهي الأهم من حيث تأثيرها علي خصائص الكرة النهائية (السرعة ، الزاوية ، الدوران) وترتبط ارتباطا مباشرا بكمية الحركة Momentum للذراع وبالتالي كمية الحركة المنقولة للكرة . فكلما زادت العجلة المحصلة ، زادت قدرة اللاعب علي أداء الضربة الساحقة سريعة وعالية الدوران (٢٤ : ٧١٧) .

وأخيرا ، تلعب القوة الأفقية والرأسية والمحصلة الصادرة عن الذراع الضاربة دورا حيويا في انتاج ضربة قوية سريعة ودقيقة يمثل كل منهما ٦٠% من درجة تأثير المتغيرات البيوميكانيكية . حيث يشير Chow ,J,W et al (١٩٩٩) الي أن القوة الافقية Horizontal Force تستخدم لتوليد السرعة الخطية للمضرب باتجاه الكرة ، وتعد ضرورية لدفع الكرة الي الأمام بسرعة عالية مما يصعب علي المنافس ردها . وكلما زادت هذه القوة ، زادت سرعة الكرة الأفقية وقلت فرصة المنافس في التعامل معها (١٧ : ٨٦٧) . بينما يؤكد Ellio ,B. (٢٠٠٦)

علي أن القوة الرأسية Vertical Force للذراع الضاربة تساهم في التحكم في زاوية الطيران ومسار الكرة Trajectory وخاصة إذا أراد اللاعب إرسال الكرة بزاوية هجومية حادة أو مع دوران سفلي أو علوي . وهو عامل جوهري في جعل الضربة الساحقة أكثر خداعا وصعوبة في الرد (٢٢ : ٥٠) . ويؤكد Lees,A.(٢٠٠٣) علي أن القوة المحصلة هي نتاج مركب للقوتين الأفقية والرأسية ، وتحدد الزاوية النهائية للضربة وسرعة الكرة في الاتجاه الثلاثي الابعاد . وتعكس جودة التنسيق الحركي للذراع الضاربة ، وكلما كانت المحصلة أكبر ومحسوبة الزاوية بشكل مثالي ، زادت فعالية الضربة الساحقة من حيث السرعة ، الزاوية ، الدقة (٢٤ : ٧٠٩) .

الاستنتاجات

في ضوء عينة البحث وخصائصها ، وفي حدود دقة الأدوات المستخدمة والمراجع المتوفرة والمعالجات الإحصائية الحديثة ، وتحقيقا لهدف البحث والاجابة علي تساؤلاته ، أمكن الخروج بالاستنتاجات التالية :

- ١- يعتمد الأداء الفعال للضربة الساحقة في تنس الطاولة علي تكامل وتزامن مجموعة من المتغيرات البيوميكانيكية المرتبطة بالذراع الضاربة خلال أداء المرحلة الرئيسية من أداء الضربة .
- ٢- تعد السرعتان الأفقية والرأسية للذراع الضاربة من المؤشرات البيوميكانيكية المهمة التي تحدد كفاءة الضربة الساحقة بدرجة تأثير ١٠٠% ، إذ أن تكامل السرعة الأفقية (المرتبطة بدفع الذراع للأمام) والسرعة الرأسية (المرتبطة بالحركة النزولية نحو الكرة) يخلق تسارعا مزدوجا يحقق الضربات القوية والدقيقة .
- ٣- تعد كمية الحركة الرأسية أحد العوامل الديناميكية المهمة التي تؤثر في جودة الضربة الساحقة وخاصة في المرحلة الرئيسية بدرجة تأثير ١٠٠% .
- ٤- تعد العجلة الأفقية والرأسية وكذلك العجلة المحصلة للذراع الضاربة عناصر أساسية في الأداء الفعال للضربة الساحقة بدرجة تأثير ٦٠% ، فكلما زادت هذه العجلات بشكل متناسق ، زادت معها سرعة الكرة ، وصعوبة ردها من قبل المنافس .
- ٥- تلعب القوة الأفقية والرأسية والقوة المحصلة الصادرة عن الذراع الضاربة دورا حيويا في انتاج ضربة قوية سريعة بدرجة تأثير ٦٠% .

٦- لا تعمل أي من هذه المتغيرات البيوميكانيكية بشكل مستقل ، بل يشكلون نظاما مترابطا ومتكاملا ، حيث تؤدي القوة المناسبة في الاتجاه الصحيح الي عجلة فعالة تنتج سرعة وكمية حركة عالية للذراع الضاربة ، كل ذلك يترجم في النهاية الي ضربة ساحقة يصعب ردها .

التوصيات :

- في حدود ما أمكن التوصل اليه من استنتاجات يوصي بما يلي :
- ١- مراعاة المتغيرات البيوميكانيكية المستنتجة والمميزة بين لاعبي المستويات المختلفة في أداء المرحلة الرئيسية للذراع الضاربة خلال أداء الضربة الساحقة في تنس الطاولة عن اختيار وتدريب اللاعبين .
 - ٢- وضع برامج تدريبية ومهارية لتحسين وتطوير المتغيرات البيوميكانيكية المستنتجة .
 - ٣- تفهم العلاقة بين هذه المتغيرات عند وضع البرامج التدريبية لتدريب اللاعبين علي تحسينها وتطويرها تعتبر من الركائز الأساسية في تطوير أداء الضربة الساحقة
 - ٤- اجراء المزيد من نوعية هذه البحوث في غيرها من المهارات او الأنشطة .

المراجع :

١. ألين وديع فرج ، سلوي عز الدين فكري(٢٠٠٢م) :المرجع في تنس الطاولة (تعليم- تدريب) ، منشأة المعارف ، الإسكندرية .
٢. أمال أحمد الحلبي ، السيد السيد سعد(١٩٩٦م) : تحليل التمايز بين السباحين والسباحات في القياسات البدنية ، مجلة نظريات وتطبيقات ، كلية التربية البدنية والرياضة ،العدد السابع والعشرون .
٣. سمر محمد بريقع (٢٠١٥م) : توجيه التمرينات النوعية وفقا لبعض المؤشرات البيوميكانيكية والعضلية لتحسين مستوى أداء الضربة الساحقة في تنس الطاولة ، رسالة دكتوراه ،غير منشورة ، كلية التربية الرياضية للبنات ،جامعة الإسكندرية.
٤. سمر محمد بريقع ، ميادة حمدي ابراهيم (٢٠٢٥) : بعض المتغيرات البيوميكانيكية كدالة مميزة لاعبي المستويات المختلفة في أداء المرحلة التمهيدي للذراع الضاربة في الضربة الساحقة بوجه المضرب الأمامي في تنس الطاولة ، المجلة العلمية لعلوم الرياضة ، كلية التربية الرياضية ، جامعة كفر الشيخ .

٥. سوسن عبد المنعم ، عصام محمد حلمي، محمد صبري عمر ، محمد عبد السلام راغب (١٩٧٧م) :البيوميكانيك في المجال الرياضي ، الجزء الأول ،البيوديناميك ،دار المعارف بمصر .
٦. سوسن عبد المنعم ، محمد جابر بريقع (٢٠١٦م) : الكتاب المبرمج في الميكانيكا الحيوية ،الجزء الأول ،البيوكينماتيكا ، منشأة المعارف ، الإسكندرية .
٧. سوسن عبد المنعم ، محمد جابر بريقع (٢٠١٩م) :الكتاب المبرمج في الميكانيكا الحيوية ،الجزء الثاني ، البيوكينماتيكا ، منشأة المعارف ، الإسكندرية .
٨. طلحة حسام الدين (١٩٩٣م) : الميكانيكا الحيوية ، الأسس النظرية والتطبيقية ،دار الفكر العربي ، القاهرة.
٩. طلحة حسام الدين (١٩٩٤م) : مبادئ التشخيص العلمي للحركة ، دار الفكر العربي ، القاهرة .
١٠. عصام الدين متولي (٢٠١١م) : علم الحركة والميكانيكا الحيوية بين النظرية والتطبيق ، الطبعة الأولى ، دار الوفاء لدنيا الطباعة والنشر ، الإسكندرية .
١١. محمد أحمد عبد الله (٢٠٠٧م) : الأسس العلمية في تنس الطاولة وطرق القياس ،مركز آيات للطباعة والكمبيوتر ، الزقازيق .
١٢. محمد جابر بريقع (٢٠٢٢م) :علم الحركة ،نظري- تطبيقي ، منشأة المعارف ،الإسكندرية.
١٣. منصور عبد الحميد عطا الله ، سمر محمد جابر بريقع (٢٠١٧م) : التوزيع النسبي لمعدل تنامي القوة في الزمن لبعض التمرينات النوعية لأداء الضربة الساحقة بوجه المضرب في تنس الطاولة ، مجلة تطبيقات علوم الرياضة ، كلية التربية الرياضية بنين ، جامعة الإسكندرية .
١٤. منصور عبد الحميد عطا الله ، ايثار صبحي فتحي ، سمر محمد جابر بريقع (٢٠١٩م) : الطاقة الحركية كمؤشر بيوميكانيكي لثبات الأداء الحركي للضربة اللولبية بوجه المضرب الأمامي في تنس الطاولة ، المجلة العلمية تطبيقات علوم الرياضة ، كلية التربية الرياضية بنين ، الإسكندرية .
١٥. ناهد أنور الصباغ ، جمال علاء الدين (١٩٩٩م) : علم الحركة ، الطبعة السابعة ،دار الكتاب .

١٦. Alexander Horn (٢٠٠٨): Integrating rough set theory and medical applications , Applied mathematics letters ٧٢١,issus ٢ , April ٢٠٠٨ .
١٧. Chow, J. W., et al. (١٩٩٩). Biomechanics of the upper limb in table tennis forehand and backhand strokes. Journal of Sports Sciences, ١٧(١١), p. ٨٦٧.
١٨. Chow, J. W., et al. (١٩٩٩). *Kinematic and electromyographic analysis of upper limb movements during the table tennis topspin forehand and backhand strokes. Journal of Sports Sciences*, ١٧(١٠), p. ٨١٢.
١٩. David Hewitt(١٩٩٠) : How to coach table tennis ,willow books , wiliam col and coitd , china .
٢٠. Deepak Jain (٢٠٠١) : Table tennis teaching and coaching ,Khel sahitya kendi.
٢١. Elliott, B. (١٩٨١): *Table tennis: Biomechanical analysis of top-spin forehand loop. Australian Journal of Science and Medicine in Sport*, ١٣(٤), p. ٣٣.
٢٢. Elliott, B. (٢٠٠٦): Vertical force vectors assist in lifting the ball and adjusting the spin rate, making smashes more deceptive. *Biomechanics and tennis. In: The Handbook of Sports Medicine and Science: Table Tennis*, Blackwell Publishing, p. ٥٠ .
٢٣. Larry Hodges ,(٢٠١٣) :Table tennis steps to success, published by Human kinetics . Y publication data,Human Kinetics.
٢٤. Lees, A. (٢٠٠٣). *Science and the major racket sports, The resultant force vector during racket acceleration determines the final ball speed and angle, influencing the effectiveness of the smash, Journal of Sports Sciences*, ٢١(٩), p. ٧٠٩ – p. ٧١٧

٢٥. Iino, Y., & Kojima, T. (٢٠٠٩). *Kinetics of upper limb segments in table tennis forehand*. Journal of Sports Sciences, ٢٧(٧), p. ٧٦٥- p.٧٦٨.
٢٦. Penny Frankis (٢٠١٧) : spin and skills mastering table tennis
٢٧. Peter Mc Ginna (٢٠١٣) : Biomechanics of sport and exercise .
٢٨. Qian, J., Zhang, Y., Baker, J. S., & Gu, Y. (٢٠١٦). *Effect of Upper Limb Segmental Contribution on Ball Speed in Table Tennis Forehand Loop*. International Journal of Sports Science & Coaching, ١١(١)
٢٩. Sakurai, S., & Ohtsuki, T. (٢٠٠٠). *The role of segmental velocities in offensive strokes in table tennis*. Japanese Journal of Physical Education, ٤٥(٢),.
٣٠. Z. Pawlak (١٩٨٢) : Rough sets , international Journal of computer and information sciences ,vol. ١١.
٣١. Z. Pawlak (١٩٩١) : Rough sets , Theoretical aspect of reasoning about Data, Kluwer academic publishers.

الملخص

"تحليل بيوميكانيكي مدعوم بالطريقة الحديثة لتحليل البيانات للتمييز بين مستويات أداء المرحلة الرئيسية للذراع الضاربة في الضربة الساحقة بوجه المضرب الأمامي في تنس الطاولة"

يهدف هذا البحث الى محاولة تعيين بعض المتغيرات البيوميكانيكية المؤدية للتمييز بين لاعبي المستويات المختلفة في أداء المرحلة الرئيسية للذراع الضاربة للضربة الساحقة بوجه المضرب الأمامي في تنس الطاولة. اجري البحث علي عينة من لاعبي تنس الطاولة بنادي سموحة الرياضي الاجتماعي بطريقة عمدية وعددهم خمس لاعبين وفقا لمستوي أداء الضربة الساحقة بوجه المضرب الأمامي كالتالي : ٢ لاعب مستوي عال ، لاعب مستوي متوسط ، ٢ لاعب مستوي منخفض في أداء الضربة ، وقد تم الاستعانة ببعض المدربين الممتازين لتحديد مستوي

اللاعبين في أداء الضربة . وقد تم استخدام المنهج الوصفي لمناسبته لإجراء البحث. وقد تم تصوير أداء اللاعبين لاستخراج المتغيرات البيوميكانيكية للبحث. وقد تم استخدام نظرية المجموعة الخشنة لتحليل البيانات وأسفرت نتائجه عن استخلاص تسع متغيرات بيوميكانيكية مسببة للتمايز بين لاعبي المستويات المختلفة قيد البحث، وهم: السرعة الأفقية ، السرعة الرأسية ، كمية الحركة الرأسية ، بدرجة تأثير ١٠٠% ، العجلة الأفقية ، العجلة الرأسية ، محصلة العجلة ، القوة الأفقية ، القوة الرأسية ، محصلة القوة ، بدرجة تأثير ٦٠% . وقد تمت التوصية بمراعاة هذه المتغيرات في البرامج التدريبية لتحسينها وتطورها .

الكلمات المفتاحية للبحث : تنس الطاولة (المرحلة الرئيسية للذراع الضاربة في الضربة الساحقة بوجه المضرب الأمامي) . الميكانيكا الحيوية (التحليل الكمي البيوميكانيكي لمتغيرات الأداء قيد البحث) .

*أستاذ مساعد بقسم التدريب الرياضي وعلوم الحركة ، كلية علوم الرياضة بنات ، جامعة الإسكندرية.

**أستاذ مساعد بقسم التدريب وعلوم الحركة الرياضية ، كلية علوم الرياضة ، جامعة طنطا.

***أستاذ مساعد بقسم الفيزياء والرياضات الهندسية ، كلية الهندسة ، جامعة كفر الشيخ .

Abstract

A biomechanical analysis supported by a modern data analysis method to distinguish between the performance levels of the main phase of the striking arm in the forehand smash in table tennis

***Assistant Professor /Samar Mohamed Gaber Brekaa**

****Assistant Professor/ Mayada Hamdy Ibrahim Yahya**

*****Assistant Professor /Manal El-Sayed Ali**

This research aims to attempt to identify some biomechanical variables that lead to the discrimination between players of different levels in the performance of the main phase of the striking arm in the forehand smash in table tennis. The research was conducted intentionally on a sample of five table tennis players at the Smouha Sports and Social Club, according to their level of forehand smash performance as follows: ٢ high-level players, ١ intermediate player, and ٢ low-level players in the performance of the smash. Several excellent coaches were consulted to determine the players' level of strike performance. A descriptive approach was used due to its suitability for the research. The players' performance was photographed to extract the biomechanical variables for the research. Rough set theory was used to analyze the data, and its results resulted in the extraction of nine biomechanical variables that cause differentiation among players at the different levels under investigation. These variables are: horizontal velocity, vertical velocity, vertical momentum, with an impact degree of ١٠٠%, horizontal acceleration, vertical acceleration, horizontal force,

vertical force, and net force , with an impact degree of ٦٠٪. It was recommended that these variables be considered in training programs to improve and develop them.

Keywords: Table tennis (main phase of the hitting arm in the forehand smash). Biomechanics (quantitative biomechanical analysis of the performance variables under investigation).

***Assistant Professor, Department of Sports training and movement sciences, Faculty of sports sciences for Girls, Alexandria University.**

****Assistant Professor, Department of Training and sports movement sciences, Faculty of sports sciences, Tanta University.**

*****Assistant Professor, Department of Physics and Engineering Mathematics, Faculty of Engineering, Kafrelsheikh University.**