"برنامج مقترح لتحديد بعض البارامترات البيوميكانيكية لتحليل الأداء الحركي باستخدام نظام النوافذ بالحاسب الآلي "

د٠ كارم متولي

المقدمة ومشكلة البحث :

لقد أصبح البحث في المحددات الفنية للاداء البشري بشكل عام ، أحد الاهتمامات التي تشغل الكثير من العلماء والباحثين في شتى المجالات حيث أثبتت الكثير من البحوث والدراسات العلمية التي تجرى على حركة الجسم البشري وجود قيم جوهرية تقوم على مبادئ وقوانين الحركة تحكم ميكانيكية الاداء ، فتلك المحاولات التي تجرى بالمعاهد والمراكز العلمية المتخصصة لدراسة الاداء ومكنوناته – في ضوء هذا الكم الموضوعي من المخرجات التي تساعد على تحديد الاجراءات المطلوبة لإنجاز الواجب الحركي بأعلى كفاءة وأقل جهد– ما هي إلا مساهمات لتوفير المعارف والمعلومات للارتقاء بمستوي الاداء وتطويره .

ومما لا شك فيه أن تلك الوثبات الهائلة في تطور الاداء الحركي والمهاري ، وهذه الانجازات التي تدعو إلي الدهشة من مستويات الاداء والاتقان - التي يراها البعض قد تخطت حدود القدرة البشرية المتعارف عليها في الكثير من الانشطة الرياضية (العاب القوى – السباحة – الغطس – الجمباز ... وغيرها) – ماهي إلا نتائج طبيعية لما تم التوصل اليه من طرق وأساليب موضوعية دقيقة ساهمت في الدخول إلى عمق الاداء البشري والتعرف على دقائقة(أسبابه – ونتائجه) .

إلا أن التطور التقني لأجهزة وأدوات القياس – وإستخدام الحواسب الالكترونية فائقة السرعة وتطبيقاتها المختلفة ومساهماتها في تقدم البحث في مجال علوم الحركة الرياضية ، وظهور أنواع وأجيال من تلك الاجهزة ، وماتم التوصل إليه من أساليب وإجراءات ، منذ البدايات حتى إستخدام وسائل التصوير المختلفة (الفوتوغرافي – السينمائي – الفيديوي) -- لم يستثمر بالقدر المناسب الذي يضمن إستمرار التقدم في هذا المجال على المستوى المحلي ، كما أن تلك المحاولات داخل جمهورية مصر العربية تعتبر محدودة إذا ما قورنت بكم ونوع المخرجات التي لها دلالتها وأهميتها بالنسبة للمهتمين من باحثين ومدربين ومعلمين . وإذا ماأضفنا غياب هذه الاجهزة وعدم توافرها بالشكل المناسب نظراً لإرتفاع أثمانها كتكنولوجيا مستوردة – فقد يكون ذلك أحد الاسباب في تخلف مستويات أداء الفرق المصرية عن تبوء مكانتها على المستوى الدولي والعالمي والاولمبي .

من هذا المنطلق كان إهتمام الباحث متجها نحو محاولة المساهمة في إيجاد بعض الوسائل الموضوعية لقياس وتسجيل الاداء الحركي بغرض الارتقاء به وتطويره ، ومن ثم إفادة العاملين في مجال البحث العلمي والتدريب الرياضي عن طريق إستخدام بدائل لا تقل موضوعيتها ودقتها عن غيرها من الوسائل والطرق الاخرى ، فلقد ساهم الباحث ١٩٨٤ في توفير إحدى الوسائل البديلة لتسجيل القوة بيانياً

بالنسبة الزمن ، عن طريق تصنيع جهاز ديناموجراف Dinamograph كمقياس للقوة الدافعة لدي السباحين أثناء السباحة المقيدة (١٨ :١٠٢-١٢٧) .

وفي هذه الدراسة يحاول الباحث طرح برنامجاً من الاجراءات لتحديد بعض البارمترات البيوميكانيكية اللازمة لدراسة الاداء الحركي ،باستخدام نظام النوافذ (بالحاسب الآلي الشخصي PC) ، حيث أصبح ذلك في متناول الكثير من الباحثيين على المستوى الشخصي ، مستعيناً ببعض البرامج الملحقة التي قد تسهم فيما يلي:

١- توفير كم موضوعي من البارمترات البيوميكانيكية (الكينماتيكية - الكيناتيكية) اللازمة لدراسة الاداء الحركي (كمسار مركز ثقل الجسم والاجزاء - عزم القصور للجسم والاجزاء - السرعة الزاوية للجسم والاجزاء - كمية الحركة الزاوية "دفع الدوران" للجسم والاجزاء - التغير في كمية الحركة الزاوية للجسم والاجزاء - " طاقة الوضع - طاقة الحركة" للجسم والاجزاء) .

٢- إختصار الكثير من وقت وجهد الباحثين والمهتمين بتحليل الاداء الحركي والمهاري في حالة إستخدام الاجراءات المقترحة عما لوأستخدمت تلك الوسائل اليدوية الاخرى لحساب مثل هذه البارمترات ، أو اللجوء إلى المعامل المتخصصة، وهى غير شائعة وغير متوفرة بالشكل الكافي .

٣- توفير مبالغ طائلة من المال قد تصل أحياناً إلى مايقرب من ٢٠٠ - ٢٥٠ الف دولار كتكلفة لإنشاء نظام كامل لتحديد مثل هذه البارمترات .

أهداف البحث :

يهدف هذا البحث إلى تقنين مجموعة من الإجراءات المقترحة لإستخدام بعض البرامج النوافذية الجاهزة لتحليل الأداء الحركي بالحاسب الآلي الشخصي عن طريق مايلي :

أولاً : التحقق من صدق الإجراءات المقترحة باستخدام الحاسب الآلي لتحديد أبعاد النقاط التشريحية وتطابق النتائج مع القياس باستخدام الطريقة اليدوية.

ثانياً : التحقق من صدق الإجراءات المقترحة باستخدام الحاسب الآلي لتحديد أبعاد مراكز ثقل الجسم وتطابق النتائج مع القياس باستخدام الطريقة اليدوية .

ثالثاً : تصميم نماذج رياضية (حساب إليكترونية) لتحديد بعض البارمترات البيوميكانيكية (كينماتيكية- كيناتيكية) التالية :

١- نموذج حساب وتعين إحداثيات مراكز ثقل الجسم والاجزاء .

٢- نموذج حساب عزم القصور الذاتي للجسم والاجزاء .

٣- نموذج حساب (الازاحة الزاوية ، السرعة الزاوية للجسم والاجزاء ، كمية الحركة الزاوية(دفع الدوران) للجسم والاجزاء ، التغير في كمية الحركة الزاوية للجسم والاجزاء).

٤- نموذج حساب (طاقة الوضع - طاقة الحركة) .

الفروض :

يفترض الباحث مايلي :

أولاً : تتميز الإجراءات المقترحة لتحديد أبعاد النقاط التشريحية بإستخدام الحاسب الآلي ، بقدر عال من الصدق ، كما تتطابق النتائج مع القياس بإستخدام الطريقة اليدوية.

ثانياً : تتميز الإجراءات المقترحة لتحديد أبعاد مراكز ثقل الجسم باستخدام الحاسب الآلي ، بقدر عال من الصدق ، كما تتطابق النتائج مع القياس باستخدام الطريقة اليدوية .

ثالثاً : توجود علاقات إرتباط منطقية بين قيم البارمترات البيوميكانيكية موضوع الدراسة المحددة باستخدام النماذج الرياضية المقترحة :

١- إحداثيات مراكز ثقل الجسم والاجزاء .

٢- عزم القصور الذاتي للجسم والاجزاء .

٣- الازاحة الزاوية ،السرعة الزاوية للجسم والاجزاء ، كمية الحركة الزاوية(دفع الدوران) للجسم والاجزاء ، التغير في كمية الحركة الزاوية للجسم والاجزاء .

٤- طاقة الوضع – طاقة الحركة .

الدراسات المرتبطة :

١- أجري جمال محمد علاء الدين ١٩٧٩(٥: ٩٥- ١١٢) دراسة بعنوان " حول تطوير طرق التسجيل الضوء كميائي للمؤشرات الكميائية للحركة" (طريقة معدلة لتكنيك التصوير الدائري القياسي المتزامن للمسارات الضوئية المتقطعة) إستهدفت إدخال بعض التطويرات والتحسينات من حيث الاداء والتطبيق على تصميم الوحدات المكونة لتكنيك التصوير الدائري المتزامن للمسارات الضوئية المتقطعة . ولقد تمكن جمال علاء الدين من تلافي بعض الاخطاء في التكنيكات المشابهة واستبدال بعض الحلول التكنولوجية المعقدة المستخدمة بأخرى أكثر بساطة دون الهبوط بفعالية الاسلوب ودقته.

٢- وفي دراسة لسوسن محمد عبد المنعم ١٩٧٩ (٧ : ١١٣-١٢٨) بعنوان " الصدق التجريبي للحساب الرياضي للدفع في الانشطة الرياضية " استهدفت التأكد من صدق المعادلات الرياضية في حساب الدفع باستخدام قياسات جهاز قياس القوى كدالة في الزمن كمحك خارجي . ولقد توصلت سوسن الى عدم وجود فرق معنوي بين حساب المركبة العمودية لدفع العجلة باستخدام معادلة سوسن راغب وحسابها باستخدام جهاز قياس القوى كدالة في الزمن . كما أكدت أن تحديد الدفع باستخدام المعادلة يعتبر صادقاً لحساب المركبة العمودية للدفع في النشاط الرياضي . وأوصت بالاتجاه إلى إيجاد حلول رياضية صادقة لحساب البارمترات البيوميكانيكية حيث يسهل ذلك دراسة الكثير من الحركات الرياضية.

٣- في دراسة لعدلي حسين بيومي ١٩٨١ (١٤ :١٥٣ -١٦٧) بعنوان " تقسيم بيوديناميكي لمهارة الطلوع بالكب الطويل long up start على جهاز المتوازيين " استهدفت دراسة المنحنى الخصائصي لطاقات الحركة الدورانية لكل من مركز ثقل الجسم والقدمين والعضدين ، والبحث في أهمية حركات أجزاء الجسم المختلفة وتأثيرها على المسار الحركي لمركزثقل الجسم من أجل أفضل اداء مهاري ، إقتراح طريقة لتقييم مستوى الاداء الحركي باستخدام بعض المتغيرات الكينماتيكية والكيناتيكية المؤثرة على مستوى الاداء ومقارنتها بطريقة المحلفين في تقييم الاداء المهاري في الجمباز .

٤- في دراسة لمحمود فتحي محمود ١٩٩٢ (٢٠ :١٢٣- ١٢٨) بعنوان "إستخدام التصوير بالفيديو والتصوير الفوتوغرافي في التحليل البيوميكانيكي للأداء في العاب القوى" بهدف التعرف على وسيلة أفضل للاقلال من حجم وتكلفة الاجراءات التقليدية ومشاكل وأخطاء التحليل والقياس في الابحاث البيوميكانيكية، باستخدام التصوير بالفيديو والعرض على جهاز التليفزيون و التصوير الفوتوغرافي لتحديد أزمنة الأداء لمراحل الحركة للحصول على البيانات الأولية عن هذا الأداء بطريقة سهلة فورية . حيث استخدم مجموعة

من الصور الفوتوغرافية المتسلسلة مدونا عليها زمن الأداء تم تصويرها من خلال العرض التليفزيوني باستخدام إشتراطات ضبط ومواصفات فنية محددة . ولقد إستنتج محمود فتحي أنسب وسائل الضبط من حيث السرعات وفتحات العدسة للحصول على صور فوتوغرافية واضحة يمكن تحليلها . ولقد أوصى باستخدام هذا الاسلوب بالاستعانة بأجهزة الكمبيوتر.

٥- وفي دراسة لصلاح محمد مالك ١٩٩٩ (٨) بعنوان التحليل البيوميكانيكي للثلاثة دورات والنصف دورة المنحنية الأمامية من السلم المتحرك ٣متر، بهدف تحديد العوامل البيوميكانيكية لانجاح أداء الدفع بالقدمين وتحكم الجسم في أداء الثلاثة دورات ونصف الامامية المنحنية من السلم المتحرك ٣ م . ولقد إستخدم الباحث المنهج الوصفي علي عينة من لاعب واحد ، ولقد إستنتج تفوق السرعة الافقية على السرعة الرأسية خلال مرحلة الاقتراب ثم تحول جزء من السرعة الافقية الى السرعة الرأسية .

٦- وفي دراسة لمحمد جابر بريقع ١٩٩٩ (١٩ : ١-٢٣) بعنوان " تصميم جهاز لقياس الازاحة الزاوية باظهار النتائج الفورية خلال مراحل اداء الحركة الرياضية" وتهدف هذه الدراسة الى تصميم جهاز – فوري النتائج – يمكن عن طريقة قياس الازاحة الزاوية بشكل مباشر ومستمر خلال مراحل الاداء في مجال التحليل الكينماتيكي للحركة الرياضية . ولقد تأكد بريقع من صلاحية الجهاز للقياس بعد مطابقة قيم الزوايا المقاسة من خلال التصوير والتحليل بالكمبيوتر بنظيرتها المقاسة باستخدام الجهاز .

٧- وفي دراسة أجرتها كل من عزة عبد الغني عبد العزيز ، أميمة ابراهيم العجمي ١٩٩٩ (١٦ : ٢١٥ – ٢٥٨) بعنوان " دراسة تحليلية لبعض البارمترات الكينماتيكية للغطسة الامامية المكورة وعلاقتها بالتوازن الديناميكي للاعبي الغطس " واستهدفت الدراسة التعرف على العلاقة بين كل من البارمترات .الكينماتيكية للغطسة الامامية المكورة وبعض القدرات البدنية ودرجة التوازن الديناميكي للاعبي الغطس، ولقد أستخدمت كل من عزة عبد الغني عبد العزيز ، أميمة ابراهيم العجمي المنهج الوصفي عن طريق التحليل السينمائي للتصوير التلفزيوني والحاسب الآلي .أجريت الدراسة على عينة من لاعب واحد تحت ١١سنة ، لاعب واحد تحت ١٣سنة ،لاعب واحد من مستوى العمومي.كما استخدمت كل من عزة عبد الغني عبد العزيز ، أميمة ابراهيم العجمي أسلوب تقطيع الفيلم الى صور باستخدام جهاز الحاسب الآلي وجهاز طابعة وبرنامج التحليل الحركي ذو الخصائص الديناميكية ، كانت أهم نتائج الدراسة التأكيد على أهمية التوازن الديناميكي للاعبي الغطس .

٨- كماأجرى عمرو محمد ابراهيم ١٩٩٩ (١١ : ٢٤) دراسة بعنوان " مساهمة بعض المتغيرات الديناميكية في مستوى أداء غطسة الدورتين ونصف الامامية المنحنية من السلم المتحرك ارتفاع متر واحد" استهدفت التعرف على أهم المتغيرات الديناميكية المؤثرة ومساهمتها في مستوى أداء الغطسة مجال البحث ، ولقد اتبع عمرو محمد ابراهيم المنهج الوصفي مستخدما التحليل السينمائي ، وكانت أهم نتائج هذه الدراسة ، وجود تناسب عكسي بين زمن الارتقاء الاول والثاني ، ودرجات تقدير الحكام لمستوى أداء الدورتين ونصف الامامية المنحنية من السلم المتحرك ارتفاع متر واحد .

٩- وأجرت حنان محمد مالك يوسف ٢٠٠٠ (٦ : ٤٩ – ٧٨) دراسة بعنوان " نموذج رياضي لحساب كمية الحركة الدورانية للجسم خلال مرحلة الطيران للمهارات الرياضية " إستهدفت وضع نموذج رياضي لحساب كمية الحركة الدورانية للجسم خلال مرحلة الطيران في الانشطة الرياضية، ولقد أجريت الدراسة على لاعب واحد باستخدام المنهج الوصفي . ولقد أستنتجت حنان مالك ، امكانية حساب كمية الحركة

الدورانية خلال مرحلة الطيران باستخدام النموذج الرياضي الذي قامت بتصميمة لهذا الغرض . وأكدت النتائج قابليتة للتطبيق و صدق النموذج الرياضي لحساب كمية الحركة الدورانية للجسم خلال مرحلة الطيران. و أوصت بضرورة توفير أجهزة التحليل الحركي داخل كليات التربية الرياضية ، تطبيق النموذج الرياضي المقترح لدقتة وسهولته وتوفيره للوقت .

١٠- في دراسة مصطفى مصطفى علي محمد عطوة ٢٠٠١م (٢١ : ٤٧) بعنوان " بيوميكانيكية موضع الارتقاء في الوثب العالي بطريقة فلوب" بهدف التعرف على: موضع الارتقاء بالنسبة لمستوى العارضة وأفضل الطرق المستخدمة في تحقيق أنسب قمة طيران للاعب بالنسبة لمستوى العارضة . أجريت الدراسة على (٣) لاعبين تم اختيارهم بطريقة عمدية من أفضل لاعبي مصر في الوثب العالي بطريقة فلوب ، حيث استخدم مصطفى عطوة المنهج الوصفي عن طريق التصوير بالفيديو والتحليل الحركي باستخدام الحاسب الآلي ، و برنامج للتحليل أشار الى قيامه بتصميمه بأسم " 3D. M @ P .

تعليق على الدراسات السابقة والاستفادة منها :

من العرض السابق للدراسات والبحوث المرتبطة بالمجال الفني للبحث الحالي يمكن ملاحظة مايلي :

١- استخدام المنهج الوصفي كمنهج مناسب للتحليل الحركي عن طريق التصوير السينمائي اوباستخدام كاميرات الفيديو على الرغم من تعدد واختلاف الاهداف.

٢- صغر حجم عينات بعض هذه الدراسات حيث يمكن أن تكون لاعباً واحداً أحياناً حسب هدف الدراسة (٦ : ٤٩ – ٧٨) .

٣- ظهور عدد قليل من المحاولات في حدود علم الباحث على المستوى المحلي- لإيجاد بعض البدائل التي يمكن استخدامها ضمن اجراءات التحليل الحركي للمهارات الرياضية لتوفير الوقت والجهد أو لزيادة دقة وموضوعية الاجراءات المستخدمة .

٤- إستخدام قيم عزم القصور الذاتي لاجزاء الجسم حول المحور العرضي المار بمركز ثقلها عن وتست (Whitsett) ، ونظرية المحاور المتوازية لهيوجنس (Huygens) . في حساب عزم القصور الذاتي للجسم . كذلك الابعاد النسبية لمراكز ثقل الاجزاء ، الأوزان النسبية للأجزاء من خلال جداول أى من كلاوزر Clauser ، أو فيشر وبراون Braune & Fischer (٢٥ – ٣٠٣ ، ٣٠٦)(٦ : ٤٩ – ٧٨) (١٧ :٢٥٥، ٢٥٣) (٤ : ٤٤٩ – ٤٥٤).

٥- أستخدام أسلوب تقطيع الفيلم الى صور باستخدام جهاز الحاسب الآلي (١٦ : ٢١٥ – ٢٥٨) .

ولقد استفاد الباحث من مجمل ماتقدم في دراسته الحالية من حيث المنهج وإختيار العينة والاجراءات المتبعة ، كذلك تلك المعادلات الرياضية وقوانين حساب المثلثات بالرجوع إلى مصادرها المتخصصة والتي أمكن للباحث توظيفها وصياغتها على شكل نماذج رياضية حسابية تلقائية ، مستخدماً إمكانياته الخاصة في التعامل مع وظائف بعض البرامج النوافذية الشائعة الملحقة بالحاسب الآلي الشخصي.

المصطلحات المستخدمة :

- البارمترات البيوميكانيكية ويعرفها الباحث إجرائيا بأنها "مقادير كمية لبعض متغيرات الاداء الحركي الكينماتيكية والكيناتيكية".

- الكينماتيكا Kinematics : فرع الميكانيكا الذي يبحث في الخواص الهندسية لحركة الاجسام دون اعتبار قصورها الذاتي (كتلتها) أو القوى المؤثرة عليها (٤ : ١٨٧) . كما يعني شكل ونوع الحركة بالنسبة للزمن (٢٤ : ٤٩١) .

- الكيناتيكا Kinetics : وهي فرع الميكانيكا الذي يهتم بدراسة القوي المسببة او الناتجة من الحركة (٢٤ : ٤٩١) .

- مركز ثقل الجسم والاجزاء Center of gravity : " هو تلك النقطة التي يمر بها خط عمل محصلة قوى الجاذبية الارضية لنقط الجسم عند أى وضع في الفراغ " (٤ : ١٧٤) . كما يعنى نقطة توازن كتل أجزاء الجسم في جميع الاتجاهات وتعمل عليها الجاذبية الارضية (٩ : ٤٤٦). كما يعرف بأنه" النقطة التي يمر بها خط عمل وزن جسم أومجموعة متماسكة من الاجسام مهما تغير وضع هذا الجسم أو هذه المجموعة بالنسبة للارض (٢ : ٢١٨).

- عزم القصور الذاتي للجسم والاجزاء حول محور معطي Moment of Inertia : " هو المقدار القياسي المساوى لمجموع حاصل ضرب كتلة كل نقطة في الجسم (المجموعة) بمربع بعدها عن هذا المحور" وتميز بـــ Kgm^2 (٤: ٤٤٥).

- الزاوية النصف قطرية Radians : هي الزاوية المركزية في الدائرة التي تحصر قوساً طوله يساوي طول نصف قطر هذه الدائرة "وتساوي" مقدار الزاوية بالتقدير الستيني ÷ (١٨٠÷٣,١٤) = مقدار الزاوية بالتقدير الستيني÷ ٥٧,٣ وتميز بـــ " Radians " (٢٥ : ١٥٥ ، ١٥٦).

- السرعة الزاوية للجسم والاجزاء OMEGA " معدل تغير مقدار الازاحة الزاوية بالتقدير الدائري بالنسبة للزمن تميز بـــ Rad./ sec (٢٥ : ١٥٥ ، ١٥٦).

- كمية الحركة الزاوية أو" دفع الدوران" للجسم والاجزاء Angular Momentum " عزم القصور الذاتي للجسم × السرعة الزاوية" وتميز بـــ $kg(m^2/s)$ (٢٢ : ١٤٣ – ١٤٥)(٢٤ :٣٩٤، ٣٩٥).

- التغير في كمية الحركة الزاوية للجسم والاجزاء " القياس الفارق بين كمية الحركةالزاوية النهائية وكمية الحركة الزاوية الابتدائية وتميز بـــ ($kg(m^2/s$ (٢٤ :٤٠٤).

- طاقة الوضع potential energy : وتعرف بأنها " الطاقة التي يكتسبها الجسم بفضل وضعه أوحالته. وتقاس بمقدار الشغل الذي يستطيع أن يبذله الجسم أثناء انتقالة من وضعه أو حالته الى وضع آخر يسمى وضع الصفر، أو حالة أخرى تسمى الحالة الطبيعية (٢: ٩٣) .

أو هى الطاقة المختزنة المحسوبة بضرب وزن الجسم × ارتفاع مركز الثقل (٢٤ :٤٩٢) .

- طاقة الحركة kinetic energy : ويمكن تعريفها بأنها " الشغل المبذول الذي يمكن للجسم بذلة بفضل حركته ضد أى مقاومة حتى يسكن " وهى الكمية القياسية المساوية لنصف حاصل ضرب كتلة الجسم في مربع سرعته (٤: ٣٥٦) (٢: ٩٢) .

إجراءات البحث :

منهج البحث : إستخدم الباحث المنهج الوصفي .

عينة البحث : شملت عينة البحث لاعب غطس واحد أختير (بطريقة عمدية) من لاعبي الفريق القومي المصري من مرحلة العمومي رجال . حيث قام بأداء عدد (٧) محاولات – لغطسة (دورتين ونصف أمامية منحنية (١٠٥ ب) من السلم المتحرك (ارتفاع واحد متر) – أختير من بينها عدد (٣) ثلاثة

محاولات ناجحة صالحة لغرض التحليل إختار من بينها المحاولة الاولى لارتفاع مستوى الاداء . ويوضح الجدول (١) بيانات فرد العينة ودرجات القضاة لتقدير مستوى أداء المحاولات الثلاثة.

جدول (١) بيانات فرد العينة

رقم المحاولة	العمر بالسنة	الوزن كجم	الطول سم	مستوى الاداء
١	٢٠	٧٢	١٦٨	٢١
٢	–	–	–	١٩
٣	–	–	–	١٥

وسائل جمع البيانات :

أولا : فيلم سابق التصوير بغرض الدراسة .

ثانيا : جهاز حاسب آلي - كمبيوتر شخصي Computer ماركة باكرد بيل Packard Bell طراز Clup ٥٠٠ مزود بمعالج بيانات Processor سرعة ٥٠٠ ميجا هيرتز Pentium III ٥٠٠ M h s ، ٥١٢ K b ، ذاكرة مؤقتة RAM ٦٤ ، شاشة عرض ١٥ بوصة - ملحق به عدد من البرامج النوافذية المتوافقة مع نظام النوافذ ٩٨ و نوافذ ٢٠٠٠ وهي : البرامج الملحقة :

١- معالج الجداول Excel معالج الكلمات Word من مجموعة برامج المعالج المكتبي Office .
٢- برنامج عرض الافلام MediaPlayer ٧.
٣- برنامج تقطيع الصور Vedcut .
٤- برنامج مشاهدة الصور Acd viewer ٣٢.
٥- برنامج معالجة الصور والاشكال والرسومات Adop photo shop ٥,٥ .
٦- برنامج المعالج الاحصائي للعلوم الاجتماعية SPSS .

ثالثا: جهاز طباعة Printer ألوان طراز (HP ٦٤٠ C) وأستخدم في الحصول على صور لمختلف الأوضاع المختارة للدراسة وبنفس مقياس الرسم ، حيث أمكن التعامل مع صور الاوضاع باستخدام الطريقة اليدوية لتحديد النقاط والابعاد والزوايا ، وتعيين مراكز ثقل الجسم والاجزاء بالطريقة التحليلية .

رابعا: إستمارات ، ورق طباعة ، ورق مليمترات شفاف ، أدوات مكتبية (أقلام - مسطرة - منقلة - مثلثات - ممحاة).

خامساً : برنامج تحليل الاداء الحركي المقترح للباحث.

وصف البرنامج:

البرنامج عبارة عن مجموعة من الاجراءات و النماذج الرياضية المقترحة لتحليل الاداء الحركي للمهارات الرياضية المصورة باستخدام كاميرات الفيديو . قام الباحث بتصميمها للتعامل مع صور الأوضاع المتتابعة لأى مهارة حركية لإجراء المعالجات والعمليات الرياضية (الحسابية) الكترونياً لمجموعة من البيانات المدخلة لصور الأوضاع المتتابعة، بإستخدام نظام النوافذ windows بواسطة مجموعة من البرامج النوافذية الملحقة بالحاسب الآلي الشخصي ، بغرض الحصول على كم موضوعي لبعض البارمترات البيوميكانيكية (كينماتيكية - كيناتيكية) .

مكونات البرنامج :

يتكون البرنامج من (١٢) إثني عشر صفحة ، هي على الترتيب :

صفحة (١) الغلاف .

صفحة (٢) تعليمات المساعدة والاستخدام .

صفحة (٣) مجموعة المدخلات أساسية.

صفحة (٤) مجموعة مدخلات الاوضاع .

صفحة (٥) مخرجات مسار مراكز ثقل الجسم والاجزاء .

صفحة (٦) مخرجات عزم القصور الذاتي للجسم والاجزاء حول محور الحركة (نقطة ١) .

صفحة (٧) مخرجات عزم القصور الذاتي للجسم والاجزاء حول نقطة مختارة (نقطة ٢).

صفحة (٨) مخرجات بارامترات كينماتيكية ١.

صفحة (٩) مخرجات بارامترات كينماتيكية ٢.

صفحة (١٠) مخرجات بارامترات كيناتيكية ١.

صفحة (١١) مخرجات بارامترات كيناتيكية ٢.

صفحة (١٢) ملخص مخرجات .

محتوى البرنامج :

يحتوي البرنامج على عدد من العمليات تبدء بإدخال مجموعة من البيانات ، يتم معالجتها بواسطة مجموعة من النماذج الحسابية الالكترونية ، ثم عرضها على شكل مجموعة من المخرجات باستخدام معالج الجداول Excel على النحو التالي:

أولاً – المدخلات : وهي مجموعتين:

المجموعة الأولى : المدخلات الأساسية وتدخل لمرة واحدة، صفحة (٣) من البرنامج.

المجموعة الثانية : مدخلات الوضع (متغيرة حسب الوضع) صفحة (٤) من البرنامج .

ثانياً– المعالجة :

اعتمد الباحث على استخدام عدد من المعادلات الرياضية وبعض القوانين المستخدمة في حساب المثلثات - لتعيين مراكز ثقل الجسم والاجزاء حسابياً في كل وضع وحساب البارمترات البيوميكانيكية الأخرى مجال البحث – باستخدام عدد من النماذج الرياضية الحسابية الموضحة فيما يلي :

١– نموذج حساب و تعيين إحداثيات مراكز ثقل الجسم والاجزاء .

٢– نموذج حساب عزم القصور الذاتي للجسم والاجزاء .

٣– نموذج حساب(الازاحة الزاوية ، السرعة الزاوية للجسم والاجزاء ، دفع الدوران للجسم والاجزاء ، التغير في كمية الحركة الزاوية للجسم والاجزاء) .

٢– نموذج حساب طاقة الوضع – طاقة الحركة .

ثالثاً– المخرجات :

وتتضمن عرض المعلومات المخرجة ومعالجات التعامل مع الارقام المجدولة المدخلة على شكل بيانات في الصفحات من ٥–١٢ من البرنامج .

خطوات وإجراءات إستخدام البرنامج وطريقة الأداء:

يستخدم البرنامج باتباع مجموعة إجراءات مقترحة تعتمد على تطبيقات وظائف بعض البرامج النوافذية الملحقة بالحاسب الآلي . وفقاً للخطوات التالية :

الخطوةالاولي أعداد المادة الفيلمية المصورة:

١- تبدأ أولى خطوات إستخدم البرنامج بالحصول على المادة الفيلمية سابقة التصوير المتضمنة المهارة الحركية المراد دراستها على أن تكون صالحة وتم مراعاة شروط وإجراءات التصوير باستخدام كاميرات الفيديو بغرض الدراسة (١٣ : ١٥٩- ١٦١) (١٧: ٢٠٨-٢١٣).

٢- يمكن القيام بتجهيز الفيلم للتشغيل والمشاهدة باستخدام الحاسب الآلي الشخصي المنزلي باستخدام بطاقة خاصة (كالكابشر فيديو كارد Capture Vedio Card) لحفظ المادة المصورة على القرص الصلب Hard disk .

الخطوةالثانية مشاهدة المادة الفيلمية المصورة:

إستخدم الباحث برنامج عرض الافلام MediaPlayer ٧ ، في مشاهدة الافلام المصورة بكاميرا الفيديو ، وكان الهدف من ذلك التأكد من صلاحية الفيلم وإختيار أفضل المحاولات لغرض الدراسة من حيث:

١- وضوح الصورة والالوان .

٢- وضوح العلامات المرجعية المحددة للنقاط التشريحية.

٣- إكتمال الواجب الحركي.

ولقد أسفرت نتائج هذه الخطوة عن إختيار عدد من المحاولات الناجحة لإداء غطسة (دورتين ونصف أمامية منحنية ١٠٥ب من السلم المتحرك أرتفاع واحد متر) لأحد اللاعبين المتميزين من لاعبي الفريق القومي المصري للغطس .

الخطوةالثالثة تقطيع المادة الفيلمية المصورة:

إستخدم الباحث برنامج تقطيع الصور Vedcut وهو برنامج صغير(٤٧٠ كيلو بايت) في إعداد المحاولات المختارة من الفيلم بالتقطيع إلى عدد من الصور وفق مسلسل الاداء وتتابعة ومنه أمكن التحقق من تردد الكاميرا المستخدمة في التصويربمعدل ٢٥ صورة/ ث ، كما أمكن إختيار الاوضاع (الصور) اللازمة للدراسة بشكل منتظم بمعدل ٢:١ صورة ، حيث أختيرت الصور ٢ ،٤ ،٦ ،٨ ،١٠ ، وهكذا ، ويوضح الشكل (١) نموذج الاداء المختار للدراسة وهي الأوضاع التي تمثل المراحل من أقصى إرتفاع وصل اليه اللاعب أثناء مرحلة الطيران الاول حتى لحظة دخول الماء .

(شكل١) نموذج الاداء المختار

الخطوة الرابعة مشاهدة الصور وإنشاء مجلد لحفظ الصور:

إستخدم الباحث برنامج مشاهدة الصور Acd viewer ٣٢ في متابعة الاوضاع وترتيب الصور بعد التقطيع ، تم حفظ الصور المعدة باستخدام برنامج التقطيع بإنشاء مجلد جديد(New Folder) باسم الحركة موضوع الدراسة ورقم المحاولة باسم (١٠٥ب المحاولة الاولي) b ١٠٥ t1

الخطوةالخامسةإعدادوتجهيزالاوضاع للدراسة :

إستخدم الباحث برنامج معالجة الصور والاشكال والرسومات Adop photo shop ٥,٥ ، في تحديد العلامات المرجعية والنقاط التشريحية .

الخطوة السادسة ربط البرنامج الحسابي (النماذج الرياضية المقترحة) والبرامج الاخرى بصور الأوضاع المتتابعة للمهارة مجال التحليل والبحث :

يتم الربط بين البرنامج الحسابي (النماذج الرياضية المقترحة) والأوضاع المتتابعة للمهارة.

الخطوة السابعة : إدخال البيانات الأساسية و بيانات الاوضاع :

أولا : مجموعة المدخلات الأساسية جدول (٢) ، صفحة (٣) من البرنامج وتتضمن البيانات التالية :

١- الوزن .
٢- مقياس الرسم .
٣- تردد الكاميرا المستخدمة .
٤- معدل قطع الصور .
٥- البعد النسبي لمراكز ثقل الاجزاء عن المفصل القريب من محور الجسم .
٦- البعد النسبي لمراكز ثقل الاجزاء عن المفصل البعيد من محور الجسم .
٧- الأوزان النسبية للأجزاء .
٨- عزم القصور الذاتي للأجزاء .

ويتيح نموذج المدخلات الاساسية إمكانية إستخدام قيم عزم القصور الذاتي للأجزاء عن وتست (Whitsett)، كذلك إختيار الابعاد النسبية لمراكز ثقل الاجزاء ، الأوزان النسبية للأجزاء من خلال جداول أى من كلاوزر Clauser ، أو فيشر وبراون Braune & Fischer (٢٥ : ٣٠٣-٣٠٦) (١٧ :٢٥٥،٢٥٣) (٤ : ٤٤٩ – ٤٥٤).

٩-نقطة نسبية مختارة كمحور دوران عند إتصال الجسم بنقطة تعلق أو مسطح إرتكاز (العقلة – أونقطة اتصال اخرى المتوازيين – أو طرف لوحة القفز) .

١٠- مفتاح المعالج الاحصائي SPSS وينشأ في الخلية المخصصة لذلك .

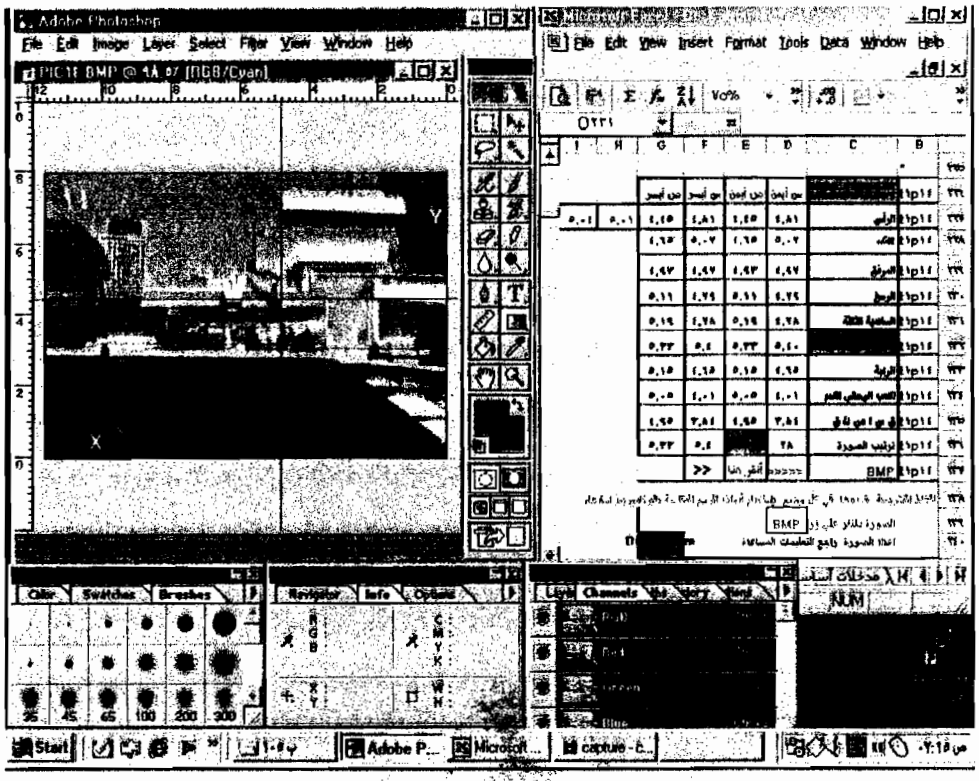
جدول (٢) المدخلات الأساسية

مدخلات		الوزن	72		مفتاح المعالج الاحصائي SPSS
أساسية	T1	مقياس الرسم	1.81	معدل قطع الصور	2
		تردد الكميرا صورة / ث	25	عزم القصور الذاتي	
	العضو	البعد النسبي	ف للبعد النسبي	لأجزاء الجسم	الوزن النسبي
	الرأس	0.466	0.534	0.0241	0.073
	العضد	0.513	0.487	0.0206	0.052
	الساعد	0.39	0.61	0.0074	0.032
	اليد	0.48	0.52	0.0005	0.014
	الجذع	0.38	0.62	0.2227	0.507
	الفخذ	0.372	0.628	0.102	0.206
	الساق	0.371	0.629	0.0489	0.086
	القدم	0.466	0.534	0.0037	0.03
					١
نقطة مختارة	طرف اللوحة	4.38	2.22	عن واتست	عن كلاوزر
					العضو × ٢

ثانياً – مجموعة مدخلات الوضع (متغيرة حسب الوضع) جدول (٣) ، صفحة (٤) من البرنامج:

- أنقر علي المفتاحBMP السابق إنشاؤه كي تفتح الصورة –حسب ترتيب الوضع– بواسطة برنامج معالجة الصور والاشكال والرسومات ٥.٥ Adop photo shop .
- باستخدام بعض الاعدادات يتم تركيب صورة الوضع حسب الترتيب مع نموذج مدخلات الوضع كي يبدو البرنامج كما في (الشكل ٢).

(شكل ٢) برنامج التحليل كما يبدو الوضع (١٤) وجدول مدخلات الاوضاع



- ومن الوظائف المتاحة يتم تعديل وضع المحورين الاصليين ،وتعيين الاحداثي الأفقي (السيني) والرأسي (الصادي) لأي نقطة على الصورة (الوضع) والتي يمكن قراءتها فورياً من صندوق المعلومات المخصص لذلك و الذي يظهر على سطح اللوحة بالبرنامج.

- إستخدم وظائف البرنامج ، في تحديد البعدين الأفقي (س) والرأسي (ص) لعلامات النقاط التشريحية : ويتبع التالي :

١) إدخل إحداثيات النقاط التشريحية المحددة للمفاصل - عدد (٩) تسع نقاط للجانب الايمن من الجسم ومثلها للجانب الايسر وهي على الترتيب: الرأس ، الكتف ، المرفق ، الرسغ ، السلامية الثالثة (من اليد) ، المدور الكبير لعظم الفخذ ، الركبة ، الكعب الوحشي للقدم ،قمة السلامية الاولى للأصبع الكبيرللقدم (ق س ا ص ك ق) - واحدة تلو الأخرى ، للأجزاء الظاهرة جهة التصوير ولتكن للجانب الايسر من الجسم، ويكرر إدخالها للجانب الايمن إذ لم تكن نقاط هذا الجانب ظاهرة (مختفية) .

- ويوضح (شكل ٣) النموذج الاكثر شيوعاً لتحديد النقاط التشريحية و مواقع مراكز ثقل أجزاء (وصلات) الجسم البشري عن هاى ، ج . ج . Hay , j . g . ١٩٧٨(٢٢ : ١٢٦).

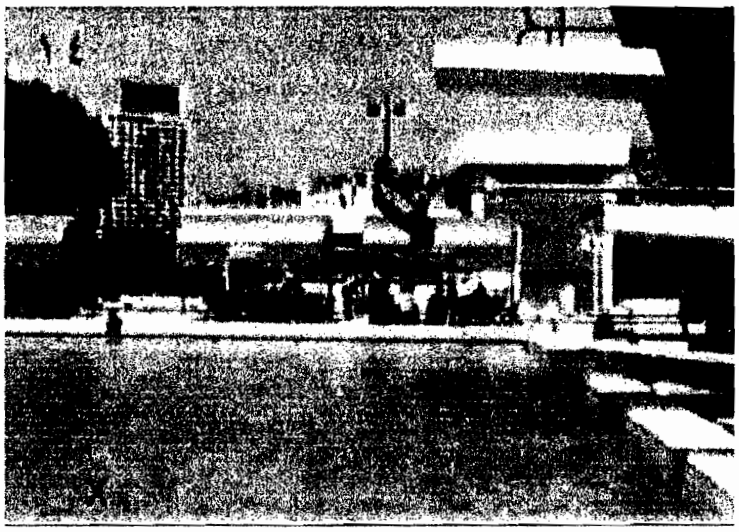
- كما يوضح (شكل٤) وجدول (٣) نموذج حقيقي للوضع رقم (١٤)المحاولةرقم(١) من الدراسة الحالية.

٢) إدخل ترتيب الصورة (الوضع) من صفر (وضع البدء) إلى ن من الصور .

٣) إدخل إحداثي محور الدوران ، وهي نقطة مختارة حسب غرض الدراسة ، قد تكون مركز ثقل الجسم أو أي نقطة أخري كالنقطة التشريحية لرأس عظم الفخذ في حالة حركة الجسم حر (في الهواء) ، أو نقطة أخرى تتم حولها الحركة عند إتصال الجسم بنقطة تعلق أو مسطح إرتكاز (العقلة ، طرف لوحة الغطس) .

(شكل ٣) النموذج الأكثر شيوعاً لتحديد النقاط التشريحية عن هاى Hay ١٩٧٨

شكل (٤) نموذج حقيقي للوضع رقم (١٤) المحاولة رقم (١) من الدراسة الحالية.



جدول (٣) مدخلات الوضع

مدخلات	T1p14	T1 / P14	س أيمن	ص أيمن	س أيسر	ص أيسر
الوضع	T1p14	الرأس	4.81	4.45	4.81	4.45
المحاولة	T1p14	الكتف	5.07	4.65	5.07	4.65
الاولى	T1p14	المرفق	4.97	4.93	4.97	4.93
الوضع	T1p14	الرسغ	4.79	5.11	4.79	5.11
١٤	T1p14	السلامية الثالثة	4.78	5.19	4.78	5.19
	T1p14	المدور الكبير لعظم الفخذ	5.4	5.33	5.4	5.33
	T1p14	الركبة	4.65	5.15	4.65	5.15
	T1p14	الكعب الوحشي للقدم	4.01	5.05	4.01	5.05
	T1p14	ق س ا ص ك ق	3.84	4.95	3.84	4.95
	T1p14	ترتيب الصورة	26	محور الحركة	5.4	5.33
	T1p14	BMP	<<<<<<<	أنقر هنا	<<	

إدخل إحداثيات

النقاط التشريحية بتحديدها في كل وضع باستخدام أدوات الرسم المتا حة ببرنامج الرسم بعد استدعاء الصورة بالنقر علي زر

BMP

إعداد الصورة راجع التعليمات المساعدة

الخطوة الثامنة : تحديد المخرجات :

يتم تحديد المخرجات المطلوبة حسب أهداف كل دراسة من خلال صفحات البرنامج من(٥-١٢) والموضحة على النحو التالي :

صفحة ٥ – مخرجات مراكز ثقل الجسم والاجزاء في جميع الاوضاع من صفر الى ن من الصور .

صفحة ٦ – مخرجات عزم القصور الذاتي١ لمراكز ثقل الجسم والاجزاء في جميع الاوضاع من صفر الى ن من الصور ... حول النقطة١ المحددة كمحور دوران متغير من وضع لآخر حسب الاداء .. كأن تكون نقطة تشريحية كرأس عظم الفخذ والتي ستنتقل خلال مراحل الاداء من وضع لآخر .

صفحة ٧ – مخرجات عزم القصور الذاتي٢ لمراكز ثقل الجسم والاجزاء في جميع الاوضاع من صفر الى ن من الصور ... حول النقطة٢ المحددة كمحور دوران ثابت خلال مراحل الاداء .. كأن تكون محور العقلة أو طرف اللوحة .

صفحة ٨ – مخرجات بارامترات كينماتيكية١ .. وهي المتغيرات الزاوية لحركة الجسم حول النقطة١ وتتضمن :

أ) الازاحة الزاوية الكلية والمتغيرات المرتبطة بها(كالسرعة الزاوية وكمية الحركة الزاوية "دفع الدوران"وتغيركمية الحركة الزاوية) لمراكز ثقل الجسم والاجزاء في جميع الاوضاع من صفر الى ن من الصور.

ب) الازاحة الزاوية الاخيرة فقط (اللحظية)والمتغيرات المرتبطة بها(كالسرعة الزاوية وكمية الحركة الزاوية "دفع الدوران" وتغيركمية الحركة الزاوية) لمراكز ثقل الجسم والاجزاء في جميع الاوضاع من صفر الى ن من الصور.

صفحة ٩ – مخرجات بارامترات كينماتيكية٢ .. وهي المتغيرات الزاوية لحركة الجسم حول النقطة٢ وتتضمن :

أ) الازاحة الزاوية الكلية والمتغيرات المرتبطة بها(كالسرعة الزاوية وكمية الحركة الزاوية "دفع الدوران"وتغيركمية الحركة الزاوية) لمراكز ثقل الجسم والاجزاء في جميع الاوضاع من صفر الى ن من الصور.

ب) الازاحة الزاوية الاخيرة فقط(اللحظية) والمتغيرات المرتبطة بها(كالسرعة الزاوية وكمية الحركة الزاوية "دفع الدوران"وتغيركمية الحركة الزاوية) لمراكز ثقل الجسم والاجزاء في جميع الاوضاع من صفر الى ن من الصور.

صفحة ١٠ – مخرجات بارامترات كيناتيكية١ لحركة الجسم حول النقطة١ وتتضمن (طاقات الوضع – طاقات الحركة) لمراكز ثقل الجسم والاجزاء في جميع الاوضاع من صفر الى ن من الصور.

صفحة ١١ – مخرجات بارامترات كيناتيكية٢ لحركة الجسم حول النقطة٢ وتتضمن (طاقات الوضع – طاقات الحركة)لمراكز ثقل الجسم والاجزاء في جميع الاوضاع من صفر الى ن من الصور.

صفحة ١٢– ملخص مخرجات البارامترات البيوميكانيكية(كينماتيكية – كيناتيكية) لحركة مراكز ثقل الجسم الكلية من صفر الى ن من الصور.

الخطوة التاسعة التمثيل البياني للبارامترات البيوميكانيكية المخرجة :

لاجراء التمثيل البياني للبارامترات البيوميكانيكية المخرجة يتبع مايلي :

١- يتم فتح برنامج المعالج الاحصائي SPSS بالنقر على الخلية التي تم إعدادها كمفتاح للتعامل مع البرنامج (خطوة ٦ ،٧) .

٢- يتم فتح صفحة ١٢- ملخص مخرجات البارامترات البيوميكانيكية(كينماتيكية - كيناتيكية) لحركة مراكز ثقل الجسم الكلية من صفر الى ن من الصور.

٣- باستخدام بعض مهارات التعامل مع وظائف البرامج النوافذية خاصة (معالج الجداول Excel) يتم إجراء عمليات الفرز والتصفية للمعلومات المطلوبة التي يمكن نسخها وإحالتها ليتم لصقها كمدخلات ببرنامج المعالج الاحصائي SPSS .

٤- تستخدم الوظائف المتعددة التي يتيحها برنامج المعالج الاحصائي SPSS في إستخراج المنحنيات والاشكال البيانية بالاضافة لاجراء العمليات الاحصائية المطلوبة التي تحددها أهداف الدراسات المختلفة .

٥- تتبع نفس الخطوات لإجراء التمثيل البياني للبارامترات البيوميكانيكية للأجزاء .

المعادلات المستخدمة والمعالجات الحسابية والنماذج الرياضية المقترحة :

لتحديد البارامترات البيوميكانيكية مجال البحث وتصميم النماذج الرياضية لتعيين مراكز ثقل الجسم والاجزاء حسابياً في كل وضع و حساب البارامترات الأخرى- اعتمد الباحث على استخدام عدد من المعادلات الرياضية وبعض القوانين المستخدمة في حساب المثلثات الموضحة فيما يلي :

النموذج الاول - نموذج تحديد مراكز ثقل الجسم والاجزاء:

١- تعتمد هذه المرحلة على تحديد البعد بين كل نقطتين لكل جزء من أجزاء الجسم بإستخدام : نظرية فيثاغورث وفق :

المعادلة : ل = الجذر التربيعي [(س ١ - س٢)^{2} + (ص ١- ص ٢)^{2}]

حيث ل = البعد بين نقطتي طرفي العضو

٢- تعتمد هذه الخطوة على تحديد إحداثيي مركز ثقل العضو بإستخدام المعادلة :

س = (س١ل٢ + س٢ل١) ÷ (ل٢ + ل١)

ص = (ص١ل٢ + ص٢ل١) ÷ (ل٢ + ل١)

٣- تعتمد هذه الخطوة علي تحديد إحداثي مركز ثقل الجسم بإستخدام المعادلتين :

س لمركز ثقل الجسم = و ١س١ + و ٢ س٢ + و ٣ س٣ <<<< و ن س ن

ص لمركز ثقل الجسم = و ١ص١ + و ٢ ص٢ + و ٣ ص٣ <<<< و ن ص ن

(٢٥ :١٥٢، ٢٤٩ ،٢٥٠)(٢ : ٢٣١، ٢٣٢).

النموذج الثاني - نموذج تحديد عزم القصور الذاتي للجسم والأجزاء:

١- عزم القصور الذاتي للجسم والاجزاءحول أى نقطة بإستخدام المعادلة :

$$\text{Moment of Inertia} = \text{Mass} \times (\text{Radius})^2$$

(٢٣: ١٤٠) .

٢- تعتمد هذه المرحلة على تحديد البعد بين مركز ثقل الجسم و الأجزاء عن محور الدوران بإستخدام نظرية فيثاغورث:

٣- تحديد كتلة كل عضو بإستخدام المعادلة :

الكتلة = الوزن ÷ (٩.٨) الجاذبية الارضية (٢٤ :٤٣) .

٤- تحديد البعد الحقيقي بين مراكز ثقل الجسم والاجزاء عن محور الدوران حيث أن البعد الحقيقي = البعد في الرسم × مقياس الرسم .

٥- تحديد عزم القصور الذاتي لاجزاء الجسم باستخدام قيم عزم القصور الذاتي لاجزاء الجسم حول المحور العرضي المار بمركز ثقلها عن وتست (Whitsett) وإستخدام نظرية (كريستيان هيوجنس Christian Huygens ١٦٢٩ – ١٦٩٥). والمعادلة :

$$IA = I.C.G + md^2$$

حيث (I) هو عزم القصور الذاتي للجسم حول محور ما يمر بالنقطة (A).

و حيث I. C.G هو عزم القصور الذاتي للجزء حول مركز ثقله ..

و m هى كتلة الجزء .

d^2 هى مربع البعد بين مركز ثقل الجزء ومحور الدوران (المحورين المتوازيين).

وقيمة عزم القصور الذاتي لأى جسم يدور حول محور تكون دائماً موجبة ولا تساوي صفراً في أي حالة . (٢٥ : ٣٠٣-٣٠٦)(٦ : ٤٩ – ٧٨)(١٧ :٢٥٣-٢٥٥) (٤ : ٤٤٩ – ٤٥٤).

<u>النموذج الثالث – نموذج تحديد بارامترات الازاحة الزاوية والسرعة الزاوية و كمية الحركة الزاوية "دفع الدوران" وتغيركمية الحركة الزاوية:</u>

١ – تعتمد هذه المرحلة علىناتج : تحديد عزم القصور الذاتي للجسم و الأجزاء حول محورالحركة (I) .

٢ – تحديد الازاحة الزاوية لمراكز ثقل الجسم والاجزاء : بين النقطة المتحركة الحالية (الموضع الحالي) ، والنقطة المتحركة السابقة(الموضع السابق) ،ورأسهمامحورالدوران بمعلومية جتا الزاوية بإستخدام المعادلة:

$$\text{جتا ج} = (\text{ب})^2 + (\text{أ})^2 - (\text{ج})^2 \div 2 \times (\text{ب}) \times (\text{أ})$$

(٢٤ :٤٧٢، ٤٨٣) .

قيمة الزاوية المطلوبة (ج) = ACOS (جتا الزاوية) × ٣,١٤ ÷ ١٨٠

قيمة الإزاحة الزاوية الكلية = مجموع قيم الإزاحات الزاوية السابقة والحالية.

٣- تحويل قيمة الزاوية (ج) إلى زاوية نصف قطرية (الزاوية بالتقدير الدائري)

الزاوية النصف قطرية = < (ج) ÷(١٨٠ ÷ ٣,١٤)أو <(ج) ÷ ٥٧,٣ (٢٥ :١٥٦) .

٤- تحديد السرعة الزاوية (ω) المتوسطة عند الوضع= مجموع قيم الإزاحات الزاوية السابقة والحالية للزاوية < (ج) بالتقدير الدائري ÷ الزمن الكلي عند الوضع.

٥- تحديد السرعة الزاوية (ω) عند الوضع الاخير(اللحظية) = الزاوية < (ج) بالتقدير الدائري عند الوضع الاخير ÷ الزمن الوضع الاخير فقط (٢٥ : ١٥٦) (٢٤ :٣٠٠) .

٦- تحديد كمية الحركة الزاوية (دفع الدوران) (ω I) = I × ω (٢٤ :٣٩٤، ٣٩٧).

٧- تحديد التغير في كمية الحركة الزاوية =(I × ω)٢- (I × ω)١ (٢٤ :٤٠٤).

النموذج الرابع – نموذج تحديد بارامترات طاقة الوضع وطاقة الحركة:

١-تعتمد هذه المرحلة على: تحديد عزم القصور الذاتي للجسم و الأجزاء حول محور الحركة (I) .

٢- كتلة الجسم والاجزاء (ma).

٣- إرتفاعات الجسم والاجزاء (h) .

٤- السرعة الزاوية للجسم والاجزاء (ω).

٥- الجاذبية الارضية (g) ٩.٨ M/S^2 .

٦- حيث تحدد طاقة الوضع (pe) بإستخدام المعادلة :

$Pe = (ma)\,g\,h$ (٢٥: ٢٠١-٢٠٧) (١٤: ١٥٣ -١٦٧) .

٧- كما تحدد طاقة الحركة الدورانية (Ke) بإستخدام المعادلة :

$Ke = I\,(\omega)^2 / 2$ (٤: ٤٩٤) (١٤: ١٥٣ -١٦٧) .

الإجراءات التنفيذية :

- أجريت التجارب الاساسية لتصميم البرنامج خلال الفترة من ١٩٩٨/١/١ حتى ١/ ٢٠٠٢/٢ ، باستخدام الحاسب الآلي الشخصي ، حيث كانت هذه التجارب امتداد للعديد من المحاولات السابقة التي شغلت الباحث لزمن بعيد .
- إستخدم الباحث فيلم سابق التصوير بغرض الدراسة عن عمرو إبراهيم(١١ : ٨) بكاميرا فيديو ماركة بناسونيك Panasonic ذات تردد معدلة ٢٥ صورة / ثانية .حيث تم مراعاة شروط وإجراءات التصوير بالفيديو عن عادل عبد البصير(١٢ : ١٥٩- ١٦١).
- اتبع الباحث برنامج وإجراءات التحليل المقترحة قيد البحث مستخدماً الخطوات من (١- ٩) من خطوات وإجراءات إستخدام البرنامج وطريقة الأداء.
- إستخدم الباحث الاعدادات التالية في طباعة صور الاوضاع المختارة للدراسة:

الوضوح: ٢٨,٧٨٩ PIXELS / CM

أبعاد الصورة النقطية K ٢٢٤ كيلو

العرض : ٣٣٥ PIXELS

الارتفاع : ٢٢٨ PIXELS

أبعاد طباعة الصورة:

العرض ١١,٦٤ سم

الارتفاع ٧,٩٢ سم

مقياس الرسم ١ : ١.٨١ (معايرة لصورة علامة مرجعية لمتر واحد ١٠٠ سنتيمتر)، ويعني هذا (مقياس الرسم) ، أن كل ١ متر (١٠٠سم) في الحقيقة تظهر ١.٨١ سم في الرسم (الصورة المطبوعة) .

مقياس الرسم في (الصورة المطبوعة) نفس مقياس الرسم على الحاسب الآلي .

- للتحقق من صلاحية البرنامج والإجراءات المقترحة قام الباحث بإجراء التجربتن التاليتين :

التجربة الاولى :

الهدف: التأكد من صدق الاجراءات المقترحة باستخدام الحاسب الآلي والطريقة اليدوية لتحديد أبعاد النقاط التشريحية وتطابق القياسين باستخدام كلا الاجرائين.

العينة : لاعب يؤدي(غطسة دورتين ونصف أمامية منحنية (١٠٥ ب) من السلم المتحرك إرتفاع واحد متر).

الأدوات المستخدمة : البرنامج والإجراءات المقترحة .

إستخدم الباحث الطريقة اليدوية (القياس اليدوي) - لتحديد أبعاد النقاط التشريحية على المحورين الأفقي والرأسي من خلال الصور المطبوعة باستخدام الطابعة . وذلك لعدد (١٠)عشرة أوضاع هى الاوضاع العشرة الاولى من (١-١٠) لثلاثة نقاط تشريحية تمثلت في (الرأس - الكتف - المرفق) لتصبح عدد القيم ٣٠ علي المحور الافقي (س) ، ٣٠ علي المحور الرأسي (ص) - وذلك كمحك لتحديد معامل صدق الاجراءات المقترحة لتحديد قيم أبعاد النقاط التشريحية على المحورين الأفقي والرأسي المحددة للمهارة قيد البحث باستخدام الحاسب الآلي . ويوضح جدول (٤) إحداثيات النقاط التشريحية بإستخدام(الحاسب الآلي١ - الطريقة اليدوية٢) ن= ٣٠ ، توضح الاشكال من (٥ - ٨) التمثيل البياني لها باستخدام الطريقتين . كما توضح فيما بعد نتائج المعالجة الإحصائية جدول (٩-١٠) صدق الاجراءات المقترحة وتطابق النتائج بين القياسين باستخدام كل من الاجرائين (الحاسب الآلي - الطريقة اليدوية).

التجربة الثانية :

الهدف:

التأكد من صدق الاجراءات المقترحة باستخدام الحاسب الالي والطريقة اليدوية لتحديد أبعاد مراكز ثقل الجسم . وتطابق القياسين باستخدام كلا الاجرائين.

العينة : لاعب يؤدي(غطسة دورتين ونصف أمامية منحنية (١٠٥ ب) من السلم المتحرك إرتفاع واحد متر).

الأدوات المستخدمة : البرنامج والإجراءات المقترحة .

إستخدم الباحث الطريقة اليدوية (القياس اليدوي) لتحديد أبعاد مراكز ثقل الجسم على المحورين الأفقي والرأسي من خلال الصور المطبوعة باستخدام الطابعة وعددها ٢٤ وضعاً ، وذلك كمحك لتحديد معامل صدق الاجراءات المقترحة لتحديد قيم أبعاد مراكز ثقل الجسم- على المحورين الأفقي والرأسي المحددة للمهارة قيد البحث باستخدام النموذج الرياضي المنشأ بالحاسب الآلي ، ويوضح جدول (٥) إحداثيات مسار مركز الثقل بإستخدام (الحاسب الآلي١ - الطريقة اليدوية ٢) ن= ٢٤ وتوضح الاشكال من (٩ - ١٤) التمثيل البياني لها باستخدام الطريقتين .وتوضح فيما بعد نتائج المعالجة الإحصائية جداول (١١ -١٢) صدق الاجراءات المقترحة وتطابق النتائج بين القياسين باستخدام كل من الاجرائين (الحاسب الآلي - الطريقة اليدوية).

جدول (٤) إحداثيات النقاط التشريحية باستخدام (الحاسب الآلي – الطريقة اليدوية)ن= ٣٠

البيان			الحاسب الآلي		الطريقة اليدوية	
			X ANPO1	Y ANPO1	X ANPO2	Y ANPO2
العدد	م الوضع	العضو	س	ص	س	ص
1	١	الرأس	3.59	5.97	3.60	6.00
2		الكتف	3.25	5.89	3.30	5.90
3		المرفق	3.59	6.34	3.60	6.30
4	٢	الرأس	3.58	6.06	3.60	6.10
5		الكتف	3.28	5.92	3.30	5.90
6		المرفق	3.59	6.36	3.60	6.40
7	٣	الرأس	3.73	5.96	3.70	6.00
8		الكتف	3.54	6.11	3.50	6.10
9		المرفق	3.87	6.37	3.90	6.40
10	٤	الرأس	3.92	5.66	3.90	5.70
11		الكتف	3.53	5.63	3.50	5.60
12		المرفق	3.54	5.82	3.50	5.80
13	٥	الرأس	4.08	5.31	4.10	5.30
14		الكتف	3.77	5.24	3.80	5.20
15		المرفق	3.68	5.07	3.70	5.10
16	٦	الرأس	4.22	4.83	4.20	4.80
17		الكتف	3.91	4.62	3.90	4.60
18		المرفق	3.06	4.57	3.10	4.60
19	٧	الرأس	4.34	4.25	4.30	4.30
20		الكتف	4.10	4.01	4.10	4.00
21		المرفق	3.87	3.70	3.90	3.70
22	٨	الرأس	4.36	3.80	4.40	3.80
23		الكتف	4.16	3.58	4.20	3.60
24		المرفق	4.46	3.20	4.50	3.20
25	٩	الرأس	4.58	3.44	4.60	3.40
26		الكتف	4.24	3.40	4.20	3.40
27		المرفق	4.72	3.47	4.70	3.50
28	١٠	الرأس	4.69	3.65	4.70	3.70
29		الكتف	4.46	3.42	4.60	3.40
30		المرفق	4.76	3.66	4.80	3.70
Total			30	30	30	30

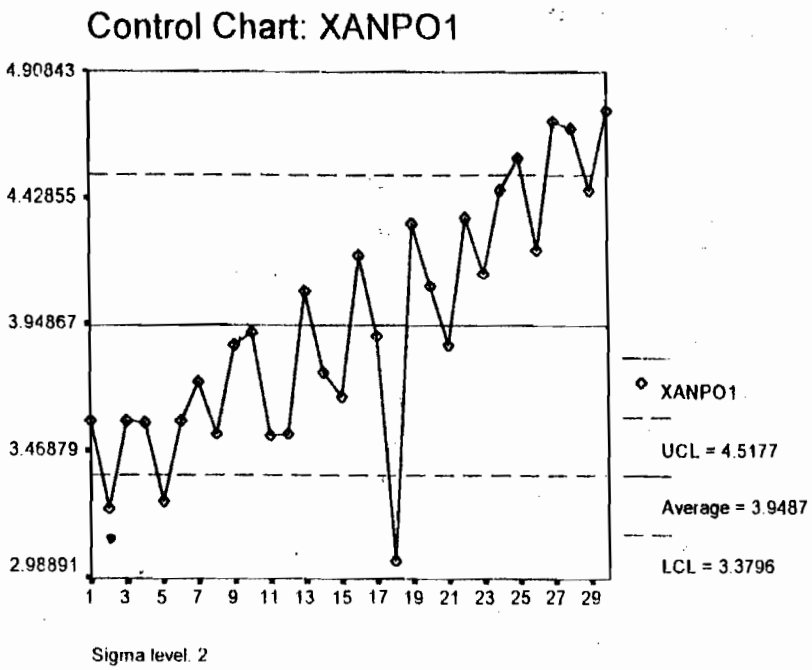
١- باستخدام الحاسب الآلي :

الإحداثي الأفقي للنقاط التشريحية (س١) X ANPO١ الإحداثي الرأسي للنقاط التشريحية (ص١) Y ANPO١

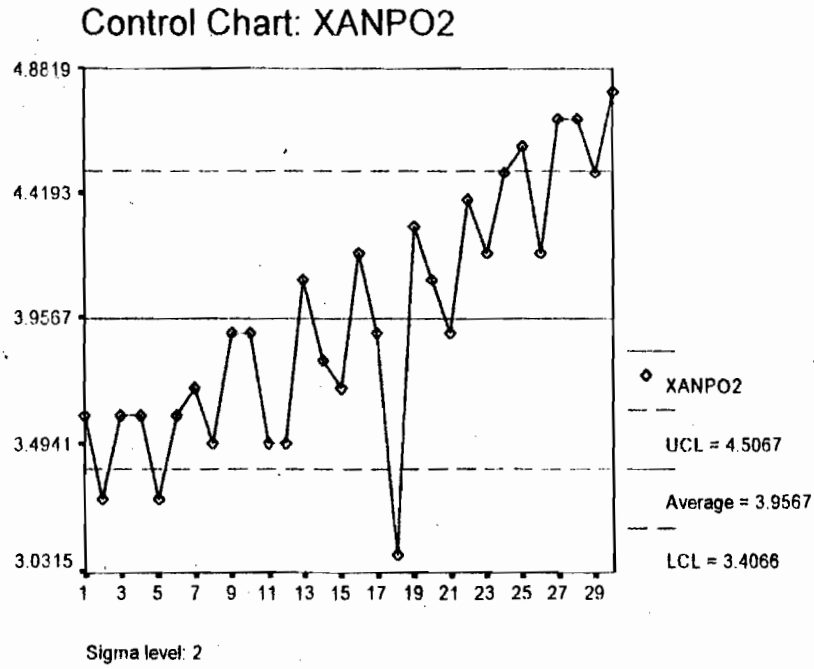
٢- باستخدام الطريقة اليدوية :

الإحداثي الأفقي للنقاط التشريحية (س٢) X ANPO٢ الإحداثي الرأسي للنقاط التشريحية (ص٢) Y ANPO٢

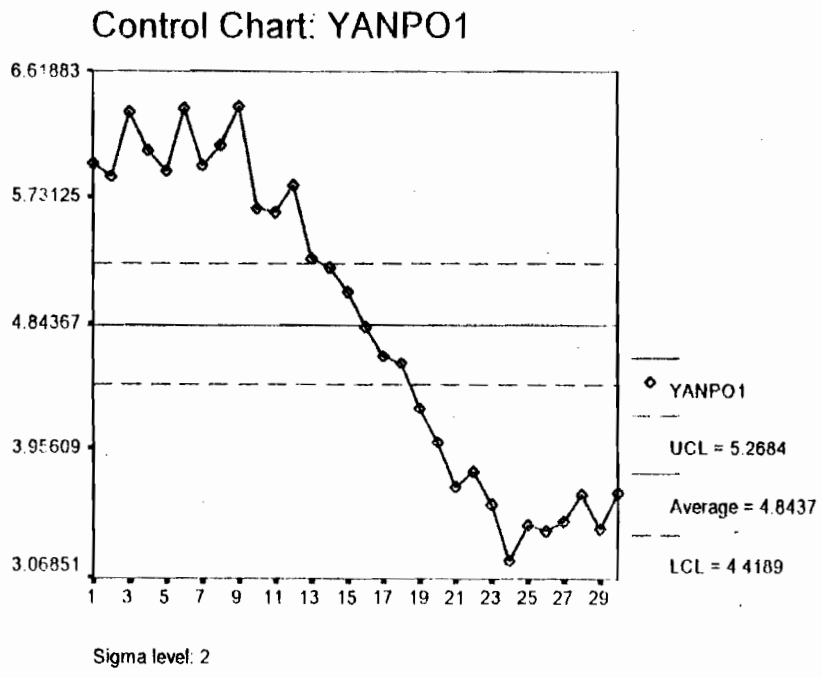
(شكل ٥)التمثيل البياني للاحداثيات الافقية للنقاط التشريحية باستخدام الحاسب الآلي



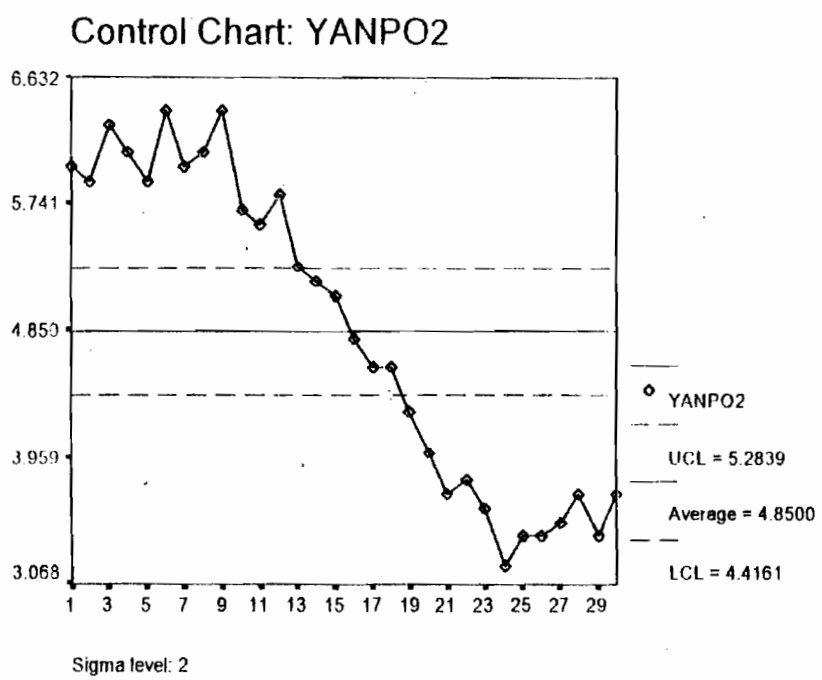
(شكل ٦) التمثيل البياني للاحداثيات الافقية للنقاط التشريحية باستخدام الطريقة اليدوية



(شكل ٧) التمثيل البياني للاحداثيات الرأسية للنقاط التشريحية باستخدام الحاسب الآلي



(شكل ٨) التمثيل البياني للاحداثيات الرأسية للنقاط التشريحية باستخدام الطريقة اليدوية



جدول (٥)إحداثيات مسار مركز الثقل باستخدام(الحاسب الآلي– الطريقة اليدوية ٢)ن= ٢٤

البيان	الحاسب الآلي		الطريقة اليدوية		مراحل الأداء الحركي	
	X CG1	Y CG1	X CG2	Y CG2		
م الوضع	س	ص	س	ص		
1	3.37	5.08	3.40	5.10	أقصى إرتفاع	الطيران الاول
2	3.42	5.14	3.40	5.10	هبوط	
3	3.56	5.08	3.60	5.10	هبوط	
4	3.58	4.75	3.60	4.70	هبوط	
5	3.69	4.36	3.70	4.30	الارتقاء	بدء إتصال
6	3.79	3.72	3.80	3.70	الارتقاء	
7	3.89	3.37	3.90	3.40	الارتقاء	
8	4.01	2.82	4.00	2.80	الارتقاء	
9	4.07	2.57	4.10	2.50	الارتقاء	
10	4.21	2.68	4.20	2.70	الارتقاء	آخر إتصال
11	4.47	3.26	4.50	3.30	فقد	لحظة فقد إتصال
12	4.65	3.87	4.70	3.90	دورة ١	
13	4.80	4.48	4.80	4.50	دورة ١	
14	5.01	5.04	5.00	5.00	دورة ١	
15	5.37	5.59	5.40	5.60	دورة ١	أقصى إرتفاع
16	5.72	5.65	5.70	5.70	دورة ١	
17	5.92	5.55	5.90	5.60	دورة ١	
18	6.04	5.51	6.00	5.50	دورة ٢	
19	6.17	5.43	6.20	5.40	دورة ٢	
20	6.38	5.22	6.40	5.20	دورة ٢	
21	6.68	4.86	6.70	4.90	دورة ٢	
22	7.03	4.28	7.00	4.30	دورة ٢	
23	7.20	3.47	7.20	3.50	دورة ٢	
24	7.29	2.77	7.30	2.80	دخول	دخول الماء
Total	24	24	24	24		

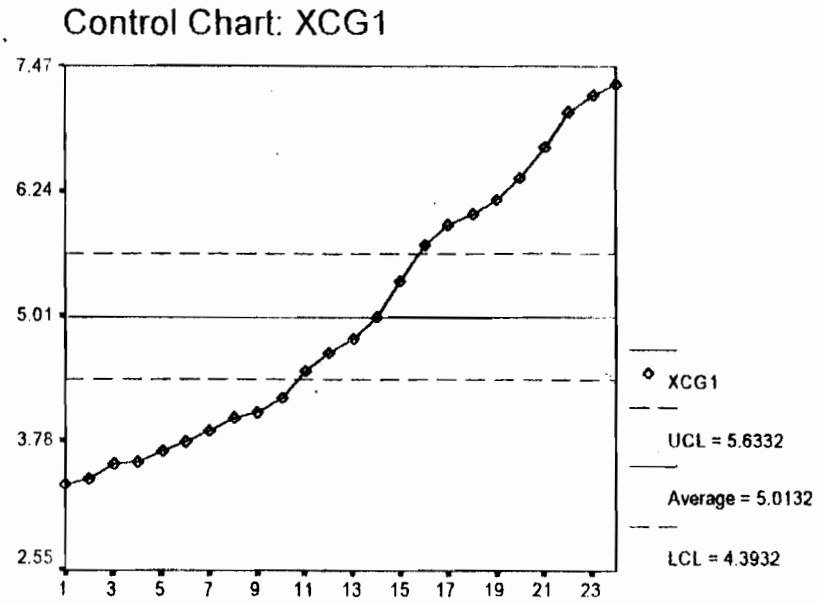
١ – باستخدام الحاسب الآلي :

الإحداثي الأفقي لمراكز الثقل (س١) X CG١ الإحداثي الرأسي لمراكز الثقل (ص١) Y CG١

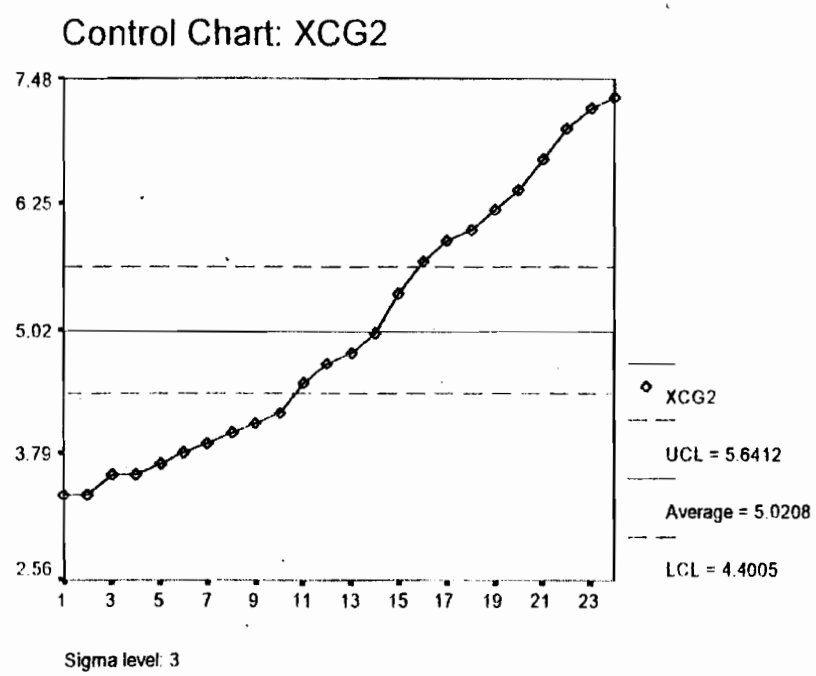
٢ – باستخدام الطريقة اليدوية :

الإحداثي الأفقي لمراكز الثقل (س٢) X CG٢ الإحداثي الرأسي لمراكز الثقل (ص٢) Y CG٢

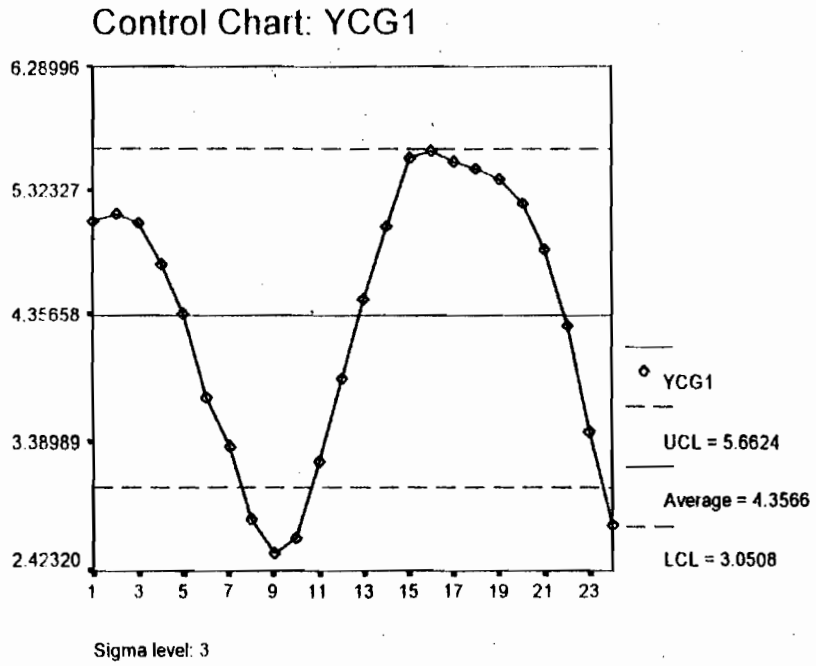
(شكل ٩) التمثيل البياني للاحداثيات الافقية لمراكز الثقل باستخدام الحاسب الآلي



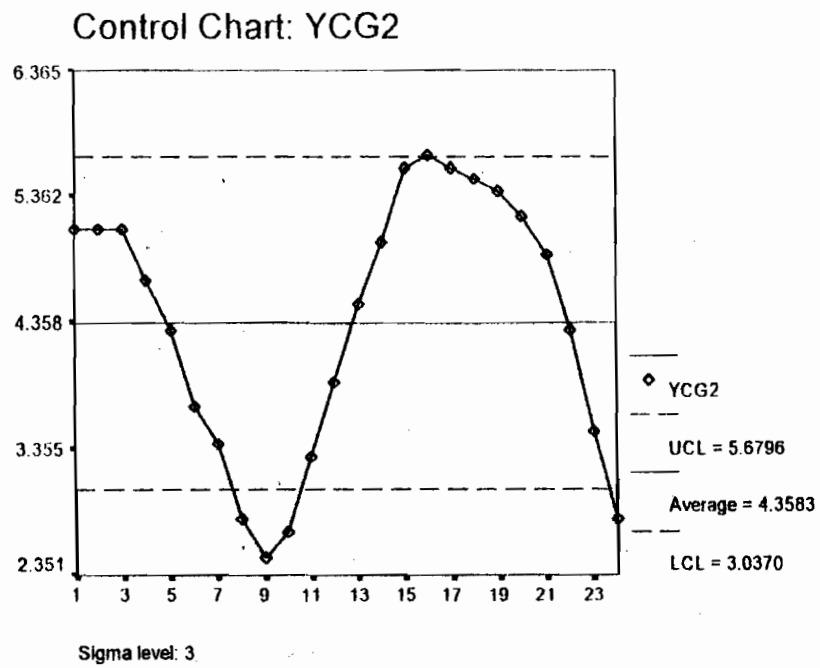
(شكل ١٠) التمثيل البياني للاحداثيات الافقية لمراكز الثقل باستخدام الطريقة اليدوية



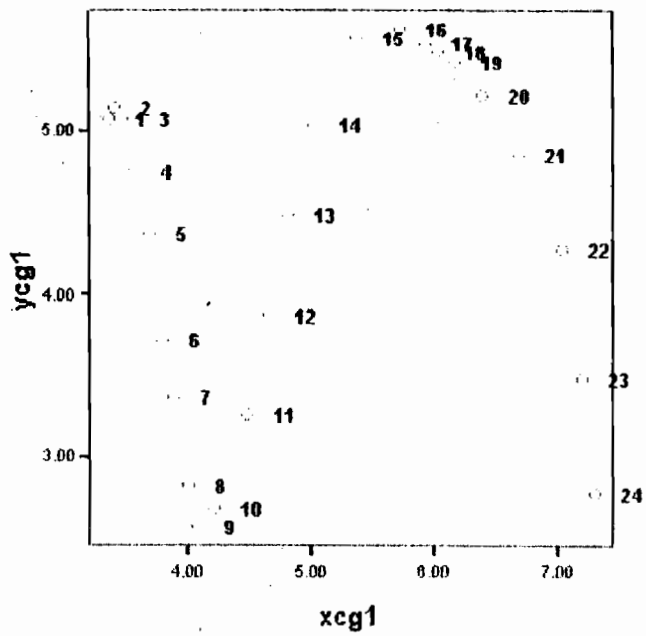
(شكل ١١) التمثيل البياني للاحداثيات الرأسية لمراكز الثقل باستخدام الحاسب الآلي



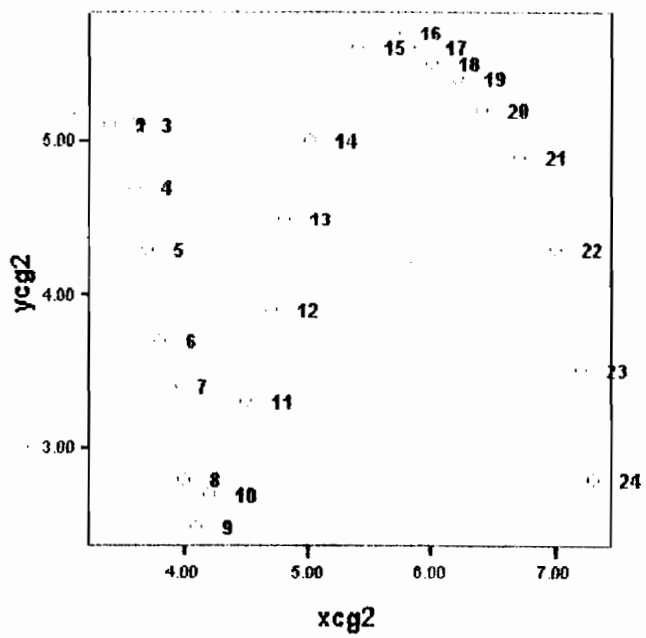
(شكل١٢) التمثيل البياني للاحداثيات الرأسية لمراكز الثقل باستخدام الطريقة اليدوية



(شكل ١٣) مسار مركز الثقل باستخدام الحاسب الآلي



(شكل ١٤) مسار مركز الثقل باستخدام الطريقة اليدوية



- تمت معالجة البيانات ومناقشتها و أعداد التقرير .

المعالجة الأحصائية :

أجريت المعالجات الإحصائية باستخدام مجموعة برامج SPSS في ما يلي :

- إيجاد المتوسط الحسابي و الإنحراف المعياري ومعامل الالتواء .
- إيجاد دلالة الفروق بين المتوسطات الحسابية بإيجاد قيمة " ت " T TEST
- إيجاد معامل الارتباط (بيرسون) بين البارامترات البيوميكانيكية مجال الدراسة .
- قبل الباحث مستوى الدلالة الإحصائية عند ٠,٠٥ على الاقل .
- التمثيل البياني لمختلف العلاقات والبارامترات البيوميكانيكية مجال الدراسة .

خطة عرض البيانات و الجداول الإحصائية :

المتوسط الحسابي والانحراف المعياري ومعامل الالتواء لمتغيرات البحث وتوضحهاالجداول من (٦-٨) .

- جدول (٦) المتوسط الحسابي والانحراف المعياري ومعامل الالتواء لاحداثيات النقاط التشريحية المحددة باستخدام (الحاسب الآلي – الطريقة اليدوية) ن= ٣٠ .
- جدول (٧)المتوسط الحسابي والانحراف المعياري ومعامل الالتواء لاحداثيات مراكز الثقل المحددة باستخدام (الحاسب الآلي – الطريقة اليدوية) ن= ٢٤.
- جدول (٨) المتوسط الحسابي والانحراف المعياري ومعامل الالتواء للبارامترات البيوميكانيكية مخرجات البرنامج المقترح ن = ٢٤.

التحقق من (صحة الفرض الاول) التجربة الاولى – صدق الاجراءات المقترحة لتحديد احداثيات النقاط التشريحية باستخدام الحاسب الآلي وتطابق النتائج مقارنة باستخدام الطريقة اليدويةكمحك. وتوضحها الجداول (٩ ، ١٠) والاشكال من (٥-٨):

- جدول(٩)معامل إرتباط إحداثيات النقاط التشريحية باستخدام (الحاسب الآلي– الطريقة اليدوية) ن= ٣٠ .
- جدول(١٠) قيمة"ت" ودلالتها الإحصائية لفروق متوسطات إحداثيات النقاط التشريحية باستخدام (الحاسب الآلي – الطريقة اليدوية) ن= ٣٠ .

التحقق من (صحة الفرض الثاني) التجربة الثانية – صدق الاجراءات المقترحة لتحديد احداثيات مراكز الثقل باستخدام الحاسب الآلي وتطابق النتائج مقارنة باستخدام الطريقة اليدويةكمحك . وتوضحها الجداول (١١ ، ١٢) والاشكال من (٩-١٤):

- جدول(١١) معامل إرتباط إحداثيات مراكز الثقل باستخدام (الحاسب الآلي – الطريقة اليدوية) ن= ٢٤ .
- جدول (١٢) قيمة"ت" ودلالتها الإحصائية لفروق متوسطات إحداثيات مراكز الثقل باستخدام (الحاسب الآلي – الطريقة اليدوية ٢) ن= ٢٤ .

التحقق من (صحة الفرض الثالث) وجودعلاقات منطقية بين مخرجات النماذج الرياضية المقترحة الممثلة للبارامترات البيوميكانيكية (الكينماتيكية – الكيناتيكية) يوضحها الجدول (١٣) والاشكال من (١٥-٣٢):

- جدول (١٣) مصفوفة الارتباط البسيط بين مخرجات النماذج الرياضية المقترحة الممثلة للبارامترات البيوميكانيكية (الكينماتيكية – الكيناتيكية).

عرض النتائج ومناقشتها :

أولاً- عرض النتائج:

- المتوسط الحسابي والانحراف المعياري ومعامل الالتواء لمتغيرات البحث جداول من (٦- ٨).

جدول (٦) المتوسط الحسابي والانحراف المعياري ومعامل الالتواء لاحداثيات النقاط التشريحية المحددة باستخدام (الحاسب الآلي – الطريقة اليدوية) ن= ٣٠

الاجراءات المستخدمة	الحاسب الآلي		الطريقة اليدوية	
البيان	البعد الافقي (س١)	البعد الرأسي(ص١)	البعد الافقي (س٢)	البعد الرأسي(ص٢)
المتوسط الحسابي	٣,٩٤٨٧	٤,٨٤٣٧	٣,٩٥٦٧	٤,٨٥٠٠
الانحراف المعياري	٠,٤٦٢٧	١,١١٤٩	٠,٤٦٤٤	١,١١٥٦
معامل الالتواء	٠,١٢٣	-٠,٠٧٩	٠,١٧٩	-٠,٠٧٤

يوضح جدول (٦) المتوسط الحسابي والانحراف المعياري لاحداثيات النقاط التشريحية كمايلي:

١- باستخدام (الحاسب الآلي):

بلغ المتوسط الحسابي والانحراف المعياري للأبعاد الافقية (س١) للنقاط التشريحية ٣,٩٥ ± ٠,٤٦ ، كمابلغ المتوسط الحسابي والانحراف المعياري للأبعاد الرأسية(ص١) للنقاط التشريحية ٤,٨٤ ± ١,١٢ .

٢- باستخدام (الطريقة اليدوية):

بلغ المتوسط الحسابي والانحراف المعياري للأبعاد الافقية (س٢) للنقاط التشريحية ٣,٩٦ ± ٠,٤٦ كمابلغ المتوسط الحسابي والانحراف المعياري للأبعاد الرأسية(ص٢) للنقاط التشريحية ٤,٨٥ ± ١,١٢ .

تتوزع القيم إعتدالياً حيث تنحصر معاملات الالتواء بين (± ٣) .

جدول (٧)المتوسط الحسابي والانحراف المعياري ومعامل الالتواء لاحداثيات مراكز الثقل المحددة باستخدام (الحاسب الآلي – الطريقة اليدوية) ن= ٢٤

الاجراءات المستخدمة	الحاسب الآلي		الطريقة اليدوية	
البيان	البعد الافقي (س١)	البعد الرأسي(ص١)	البعد الافقي (س٢)	البعد الرأسي(ص٢)
المتوسط الحسابي	٥,٠١٣٢	٤,٣٥٦٦	٥,٠٢٠٨	٤,٣٥٨٣
الانحراف المعياري	١,٣٠٨٩	١,٠٤١١	١,٣٠٣٥	١,٠٤١٧
معامل الالتواء	.٣٩٥	-٠,٤٤٢	.٣٩٧	-٠,٤٤٠

يوضح جدول (٧) المتوسط الحسابي والانحراف المعياري ومعامل الالتواء لاحداثيات مراكز الثقل كمايلي :

١- باستخدام (الحاسب الآلي):

بلغ المتوسط الحسابي والانحراف المعياري للأبعاد الافقية (س١) لمراكز الثقل ٥,٠١ ± ١,٣١ ،كمابلغ المتوسط الحسابي والانحراف المعياري للأبعاد الرأسية(ص١) لمراكز الثقل ٤,٣٦ ± ١,٠٤ .

٢- باستخدام (الطريقة اليدوية):

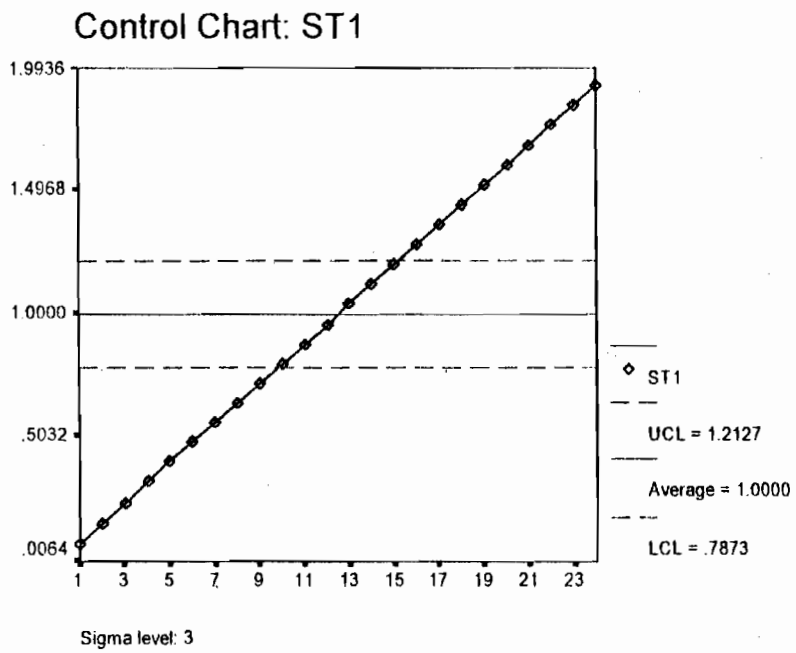
بلغ المتوسط الحسابي والانحراف المعياري للأبعاد الافقية (س٢) لمراكز الثقل ٥,٠٢ ± ١,٣٠ ،كمابلغ المتوسط الحسابي والانحراف المعياري للأبعاد الرأسية(ص٢) لمراكز الثقل ٤,٣٦ ± ١,٠٤ . كما تتوزع القيم إعتدالياً حيث تنحصر معاملات الالتواء بين (± ٣) .

جدول (٨) المتوسط الحسابي والانحراف المعياري ومعامل الالتواء للبارامترات البيوميكانيكية مخرجات البرنامج المقترح ن = ٢٤

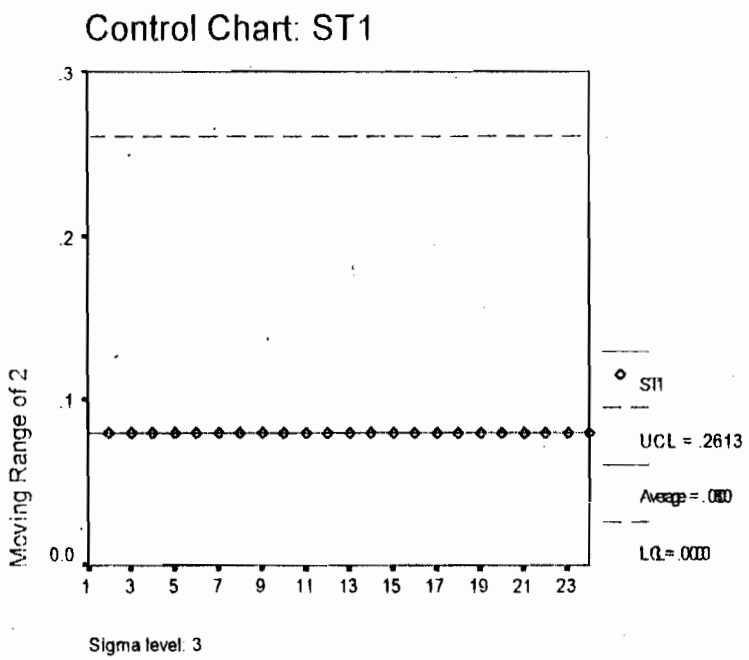
م	البارامترات البيوميكانيكية مخرجات البرنامج المقترح		س̄	±ع	الالتواء
١	زمن الوضع	ST١	١,٠٠	٠,٥٦٦	٠,٠٠
٢	الإحداثي الأفقي لمركز الثقل	X CG	٥,٠١	١,٣٠٩	٠,٣٩٥
٣	الإحداثي الرأسي لمركز الثقل	Y CG	٤,٣٦	١,٠٤١	-٠,٤٤٢
٤	الإحداثي الأفقي لمحور الحركة الدورانية	X MOAX	٤,٩١	١,٣٣٤	٠,٣٥٤
٥	الإحداثي الرأسي لمحور الحركة الدورانية	Y MOAX	٣,٩٧	١,٥٧٤	-٠,٧٨٠
٦	البعد الحقيقي بين مركز الثقل ومحور الحركة الدوراني	Rr	٠,٣٩	٠,٢٧٦	١,١٨٠
٧	البعد الأفقي بين مركز الثقل ومحور الحركة الدورانية	X Rr	٠,٠٥	٠,١٦١	-٠,٤٦٧
٨	البعد الرأسي بين مركز الثقل ومحور الحركة الدورانية	Y Rr	٠,٢١	٠,٣٩٦	٠,٧٠٨
٩	الازاحة الزاوية بالتقدير الدائري	Rad	٠,٤٥	٠,٥٤٩	١,٧٧٧
١٠	عزم القصور الذاتي	I (KG/M²)	٢,٧٥	٢,٣٥٩	١,٤٤٨
١١	السرعةالزاوية	Rad/s	٥,٦١	٦,٨٦٣	١,٧٧٧
١٢	كمية الحركة الزاوية (دفع الدوران)	L (KG/M²/S)	٨,٧٣	٩,١٩١	٢,١١٦
١٣	التغير في كمية الحركة الزاوية	L٢-L١ (KG/M²/S)	١,٦٩	٧,٨١٩	-٠,٠١٢
١٤	طاقة الوضع	PE (kg)(m²/s²)	١٥,٠٨	٢٨,٤٨٦	٠,٧٠٨
١٥	طاقة الحركة	KE (kg)(m²/s²)	٥٥,٠٧	٧٧,٥٣١	٢,٣٩٥

يوضح جدول (٨) المتوسط الحسابي والانحراف المعياري للبارامترات البيوميكانيكية مخرجات البرنامج المقترح ، كما يوضح تجانس القيم وأنها تتوزع إعتدالياً حيث تنحصر معاملات الالتواء بين (± ٣) ، وتوضح الاشكال من (١٥-٣٢) التمثيل البياني لهذه البارامترات .

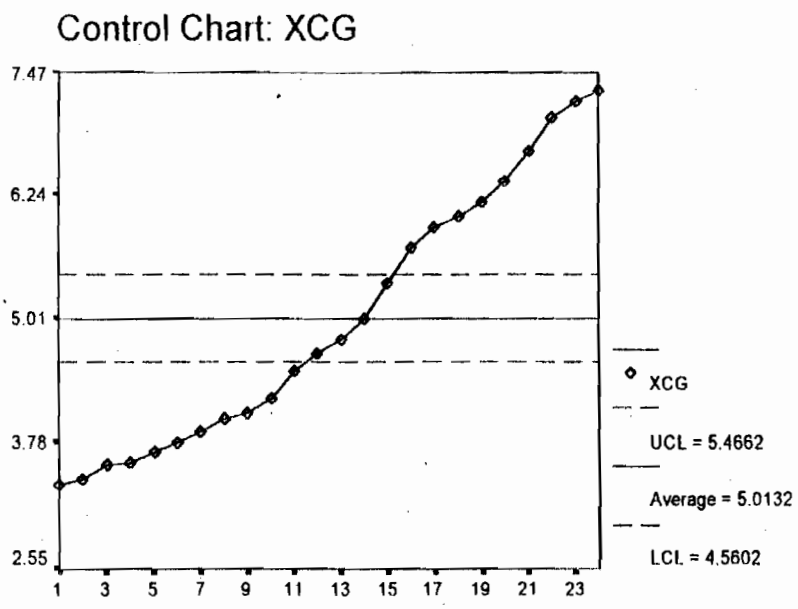
(شكل ١٥) منحنى زمن الوضع ST١



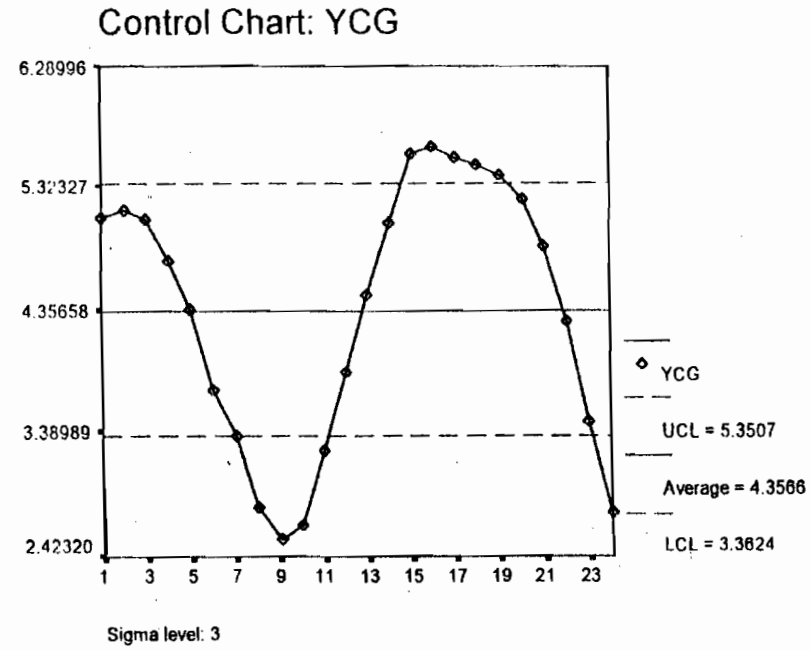
(شكل ١٦) منحنى وحدة زمن الوضع



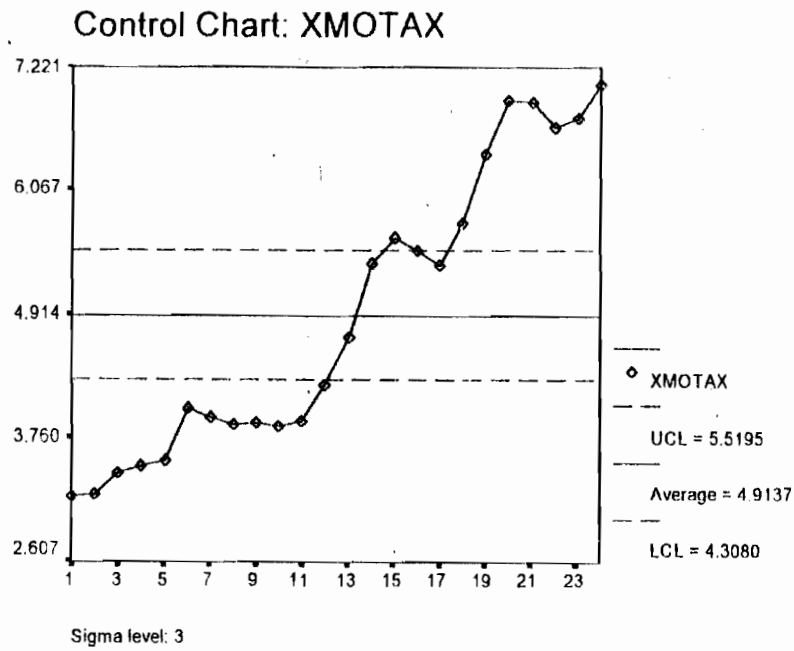
(شكل ١٧) منحنى الإحداثي الأفقي لمركز الثقل X CG



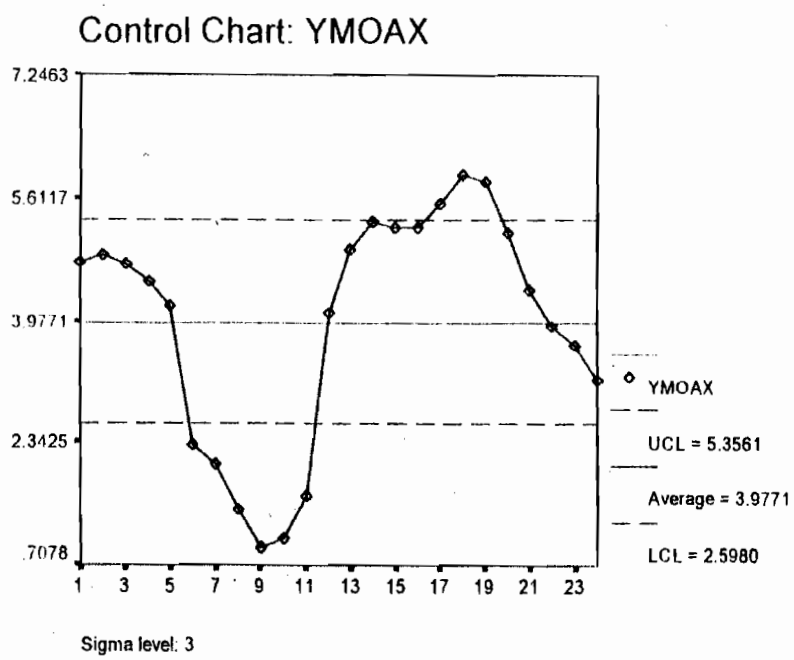
(شكل ١٨) منحنى الإحداثي الرأسي لمركز الثقل Y CG



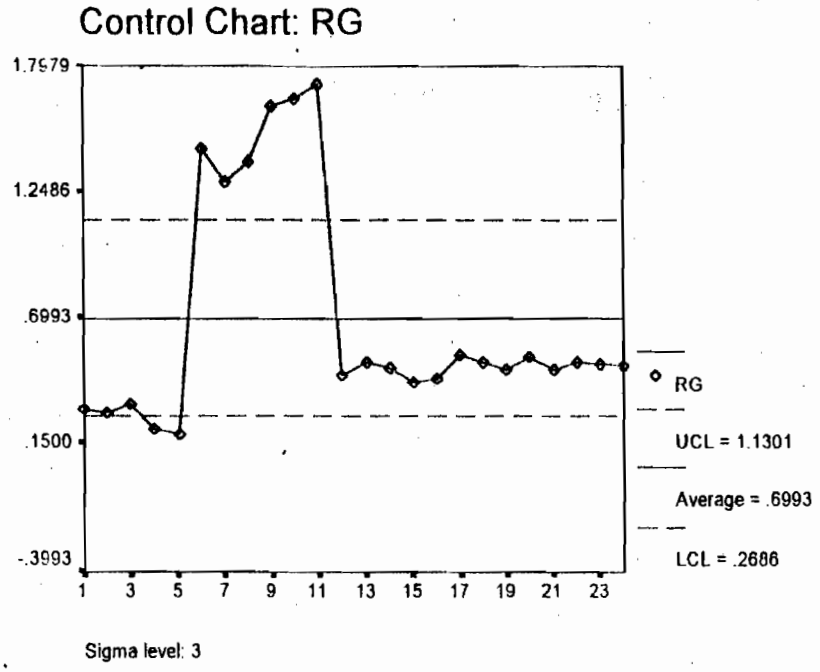
(شكل ١٩) منحنى الإحداثي الأفقي لمحور الحركة الدورانية X MOAX



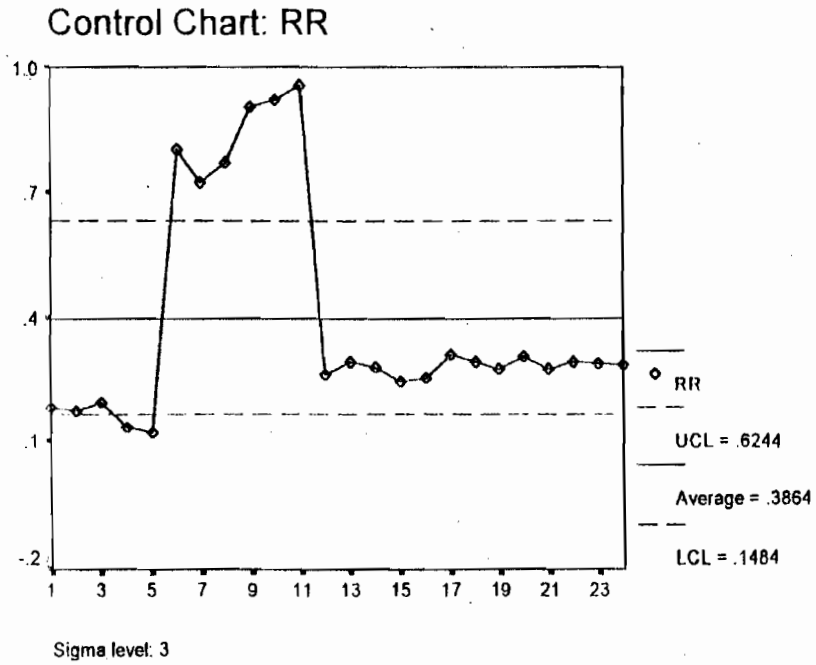
(شكل ٢٠) منحنى الإحداثي الرأسي لمحور الحركة الدورانية Y MOAX



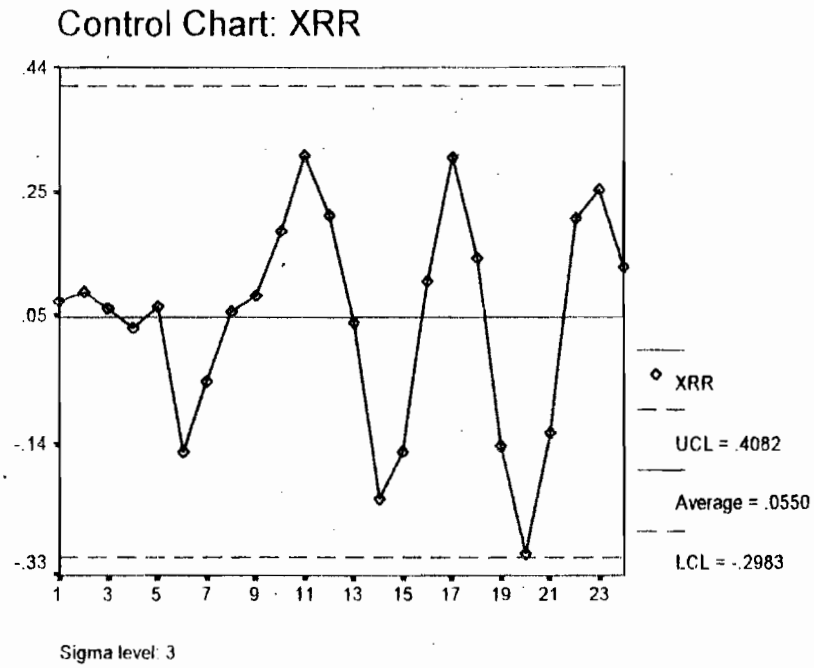
(شكل ٢١) منحنى البعد في الرسم بين مركز الثقل ومحور الحركة الدوراني RG



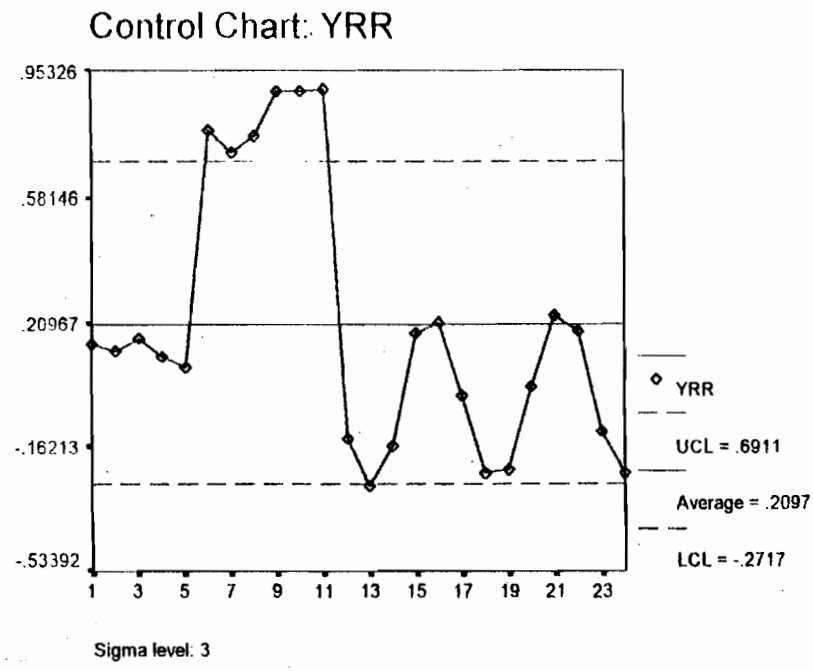
(شكل ٢٢) منحنى البعد الحقيقي بين مركز الثقل ومحور الحركة الدوراني Rr



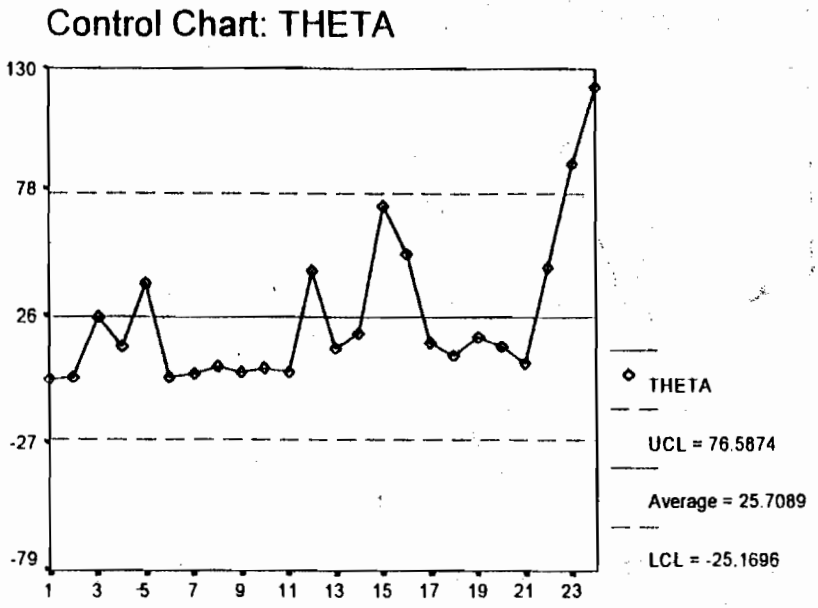
(شكل ٢٣) منحنى البعد الأفقي بين مركز الثقل ومحور الحركة الدورانية X Rr



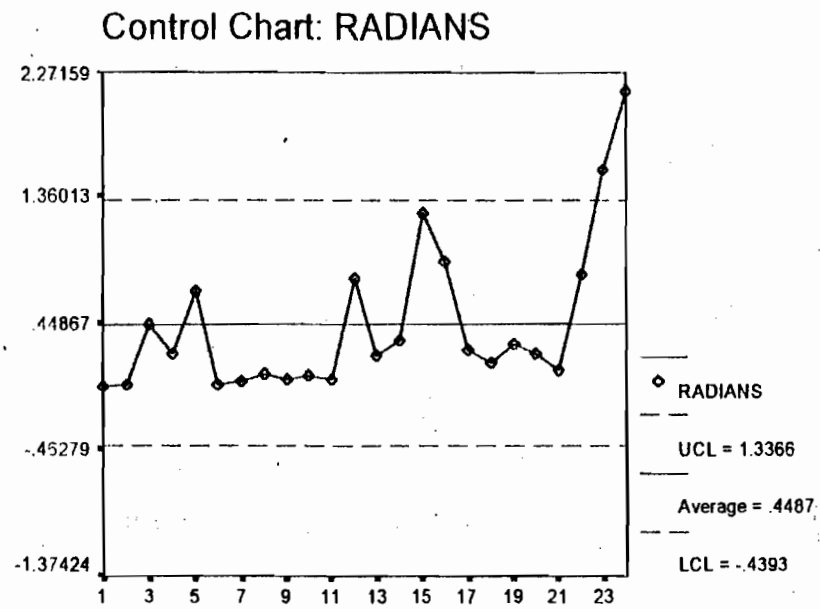
(شكل ٢٤) منحنى البعد الرأسي بين مركز الثقل ومحور الحركة الدورانية Y Rr



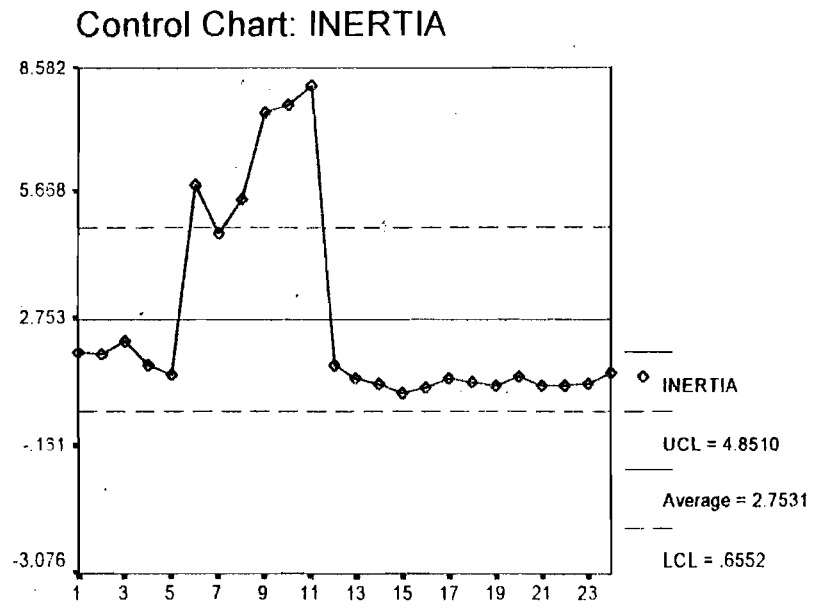
(شكل ٢٥) منحنى الازاحة الزاوية بالدرجة الستينية THETA



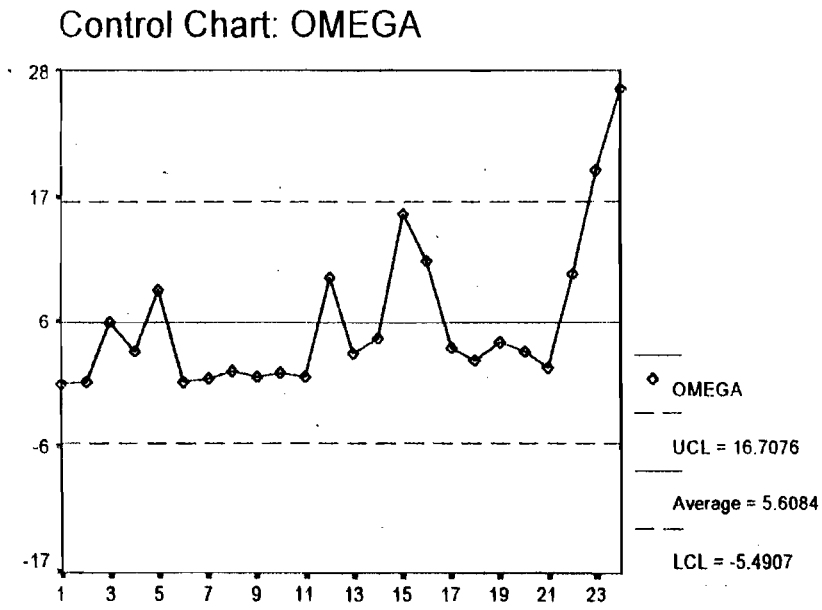
(شكل ٢٦) منحنى الازاحة الزاوية بالتقدير الدائري Rad



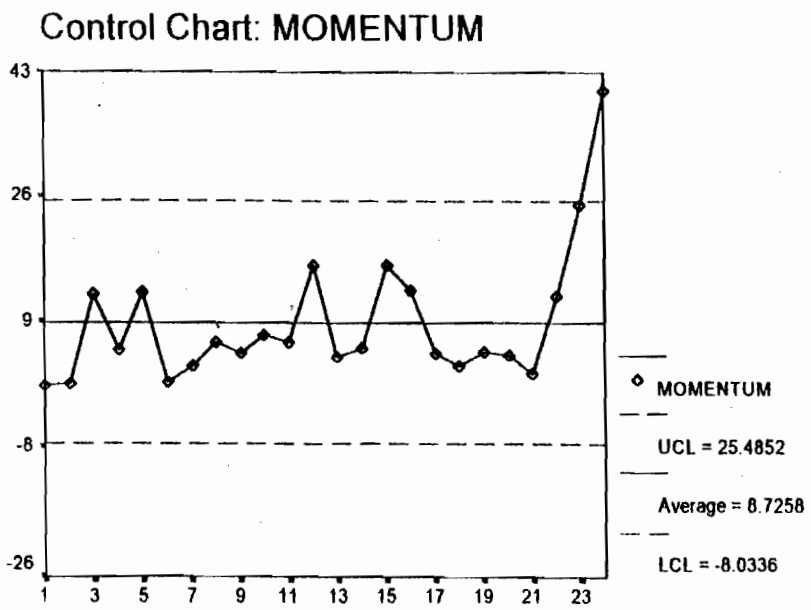
(شكل ٢٧) منحنى عزم القصور الذاتي I (KG/M²)



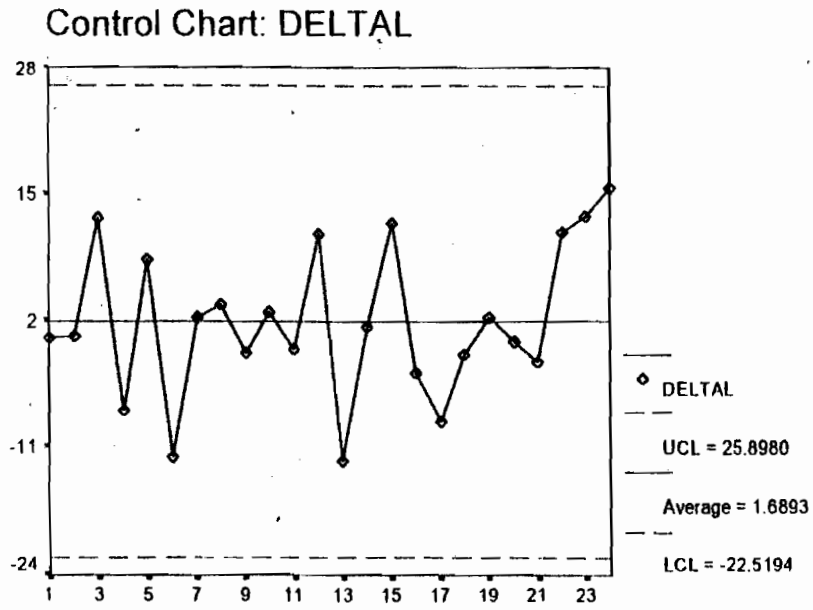
(شكل ٢٨) منحنى السرعةالزاوية Rad/s



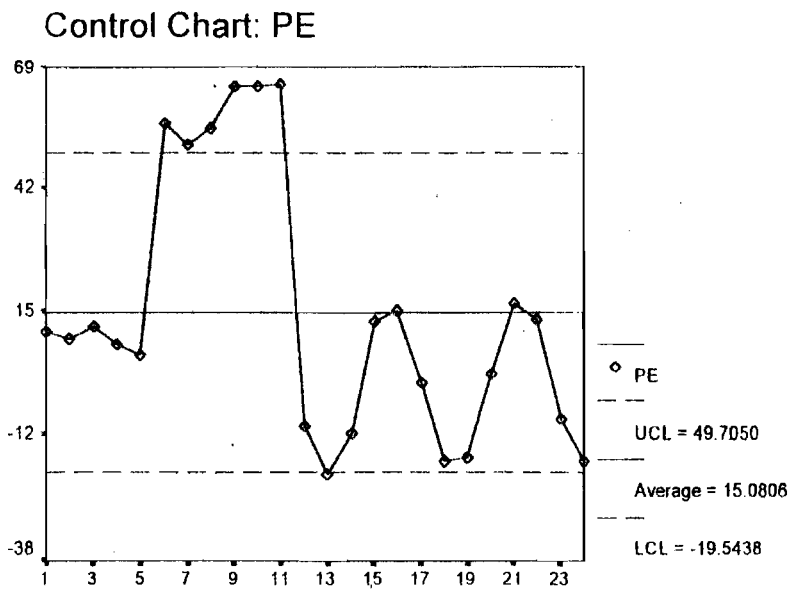
(شكل ٢٩) منحنى كمية الحركة الزاوية (دفع الدوران) L (KG/M²/S)



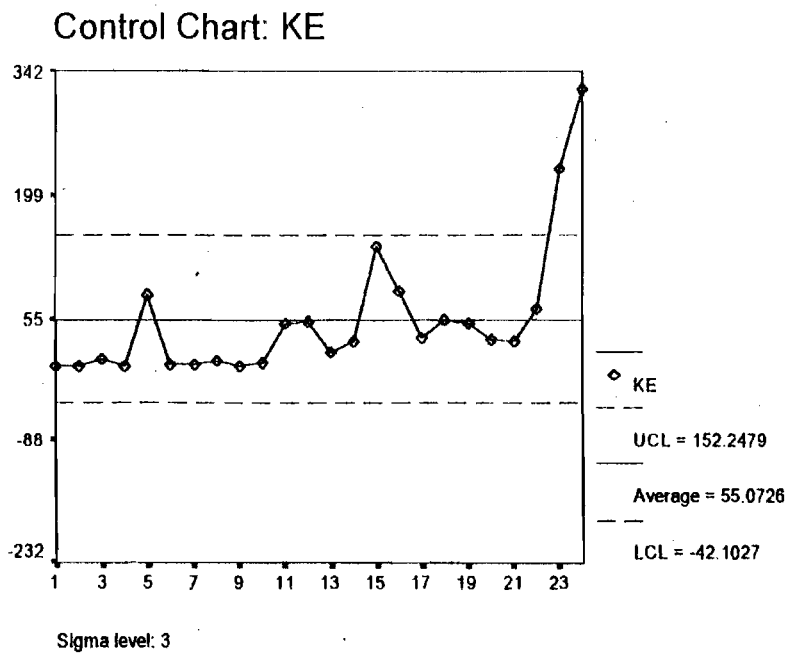
(شكل ٣٠) منحنى التغير في كمية الحركة الزاوية L٢-L١ (KG/M²/S)



(شكل ٣١) منحنى طاقة الوضع $PE\ (kg)(m^2/s^2)$



(شكل ٣٢) منحنى طاقة الحركة $KE\ (kg)(m^2/s^2)$



- صدق الاجراءات المقترحة لتحديد احداثيات النقاط التشريحية باستخدام الحاسب الآلي وتطابق النتائج مقارنة باستخدام الطريقة اليدويةكمحك جداول (٩ ، ١٠).

جدول (٩)معامل ارتباط احداثيات النقاط التشريحية(الحاسب الآلي-الطريقة اليدوية) ن= ٣٠

الاجراءات / البيان	الحاسب الآلي		الطريقة اليدوية		معامل الارتباط
	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	
الافقية (س)	٣,٩٤٨٧	٠,٤٦٢٧	٣,٩٥٦٧	٠,٤٦٤٤	**٠,٩٩٨
الرأسية(ص)	٤,٨٤٣٧	١,١١٤٩	٤,٨٥٠٠	١,١١٥٦	**١,٠٠

** دال إحصائياً عند ٠,٠١

يوضح جدول (٩) أن معامل الارتباط بين الابعاد الافقية (س) للنقاط التشريحية المحددة باستخدام إجراءات (الحاسب الآلي ــ والطريقة اليدوية) بلغ ٠,٩٩٨ وهو دال إحصائياً عند مستوى (٠,٠١) . كما أن معامل الارتباط بين الابعاد االرأسية (ص) للنقاط التشريحية المحددة باستخدام إجراءات (الحاسب الآلي ــ والطريقة اليدوية) بلغ ١,٠٠ وهو دال إ حصائياً عند مستوى (٠,٠١) . وهذا يعني وجود علاقة ارتباط موجب تام بين احداثيات النقاط التشريحية باستخدام إجراءات (الحاسب الآلي – الطريقة اليدوية) كما يعني صدق اجراءات تحديد احداثيات النقاط التشريحية باستخدام الحاسب الآلي .

جدول (١٠) قيمة"ت" ودلالتها الإحصائية لفروق متوسطات إحداثيات النقاط التشريحية باستخدام (الحاسب الآلي – الطريقة اليدوية) ن= ٣٠

الاجراءات / البيان	الحاسب الآلي		الطريقة اليدوية		الدلالة الاحصائية	
	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	" ت "	الدلالة
الافقية (س)	٣,٩٤٨٧	٠,٤٦٢٧	٣,٩٥٦٧	٠,٤٦٤٤	-١,٤٧٢	غيردال
الرأسية(ص)	٤,٨٤٣٧	١,١١٤٩	٤,٨٥٠٠	١,١١٥٦	-١,١٧٥	غيردال

ت الجدولية = ٢,٠٤٥ عند مستوى ٠,٠٥

يوضح جدول (١٠) عدم وجود فروق معنوية بين الابعاد الافقية(س) للنقاط التشريحية المحددة باستخدام (الحاسب الآلي – الطريقة اليدوية) حيث كانت قيمة "ت" المحسوبة - ١,٤٧٢ غير دالة أحصائياً ، كما يوضح عدم وجود فروق معنوية بين الابعاد الرأسية(ص) للنقاط التشريحية المحددة باستخدام (الحاسب الآلي – الطريقة اليدوية) حيث كانت قيمة "ت" المحسوبة - ١,١٧٥ غير دالة أحصائياً . وهذا يعني تطابق احداثيات النقاط التشريحية المحددة باستخدام كلا الاجراءين (الحاسب الآلي – الطريقة اليدوية) .

- صدق الاجراءات المقترحة لتحديد احداثيات مراكز الثقل باستخدام الحاسب الآلي وتطابق النتائج مقارنة باستخدام الطريقة اليدوية كمحك جداول (١١ ، ١٢).

جدول(١١) معامل ارتباط احداثيات مراكز الثقل (الحاسب الآلي – الطريقة اليدوية) ن= ٢٤

الاجراءات	الحاسب الآلي		الطريقة اليدوية		معامل الارتباط
البيان	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	
الافقية (س)	٥,٠١٣٢	١,٣٠٨٩	٥,٠٢٠٨	١,٣٠٣٥	**١,٠٠
الرأسية(ص)	٤,٣٥٦٦	١,٠٤١١	٤,٣٥٨٣	١,٠٤١٧	**٠,٩٩٩

** دال إحصائياً عند ٠,٠١

يوضح جدول (١١) أن معامل الارتباط بين الابعاد الافقية (س) لمراكز الثقل المحددة باستخدام إجراءات (الحاسب الآلي ــ والطريقة اليدوية) بلغ ١,٠٠ وهو دال إحصائياً عند مستوى (٠,٠١) . كما أن معامل الارتباط بين الابعاد االرأسية (ص) لمراكز الثقل المحددة باستخدام إجراءات (الحاسب الآلي ــ والطريقة اليدوية) بلغ ١,٠٠ وهو دال إحصائياً عند مستوى (٠,٠١) . وهذا يعني وجود علاقة ارتباط موجب تام بين احداثيات مراكز الثقل باستخدام إجراءات (الحاسب الآلي – الطريقة اليدوية) . كما يعني صدق اجراءات تحديد احداثيات مراكزالثقل باستخدام الحاسب الآلي .

جدول (١٢) قيمة"ت" ودلالتها الإحصائية لفروق متوسطات إحداثيات مراكز الثقل باستخدام (الحاسب الآلي – الطريقة اليدوية ٢) ن= ٢٤

الاجراءات	الحاسب الآلي		الطريقة اليدوية		الدلالة الاحصائية	
البيان	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	" ت "	الدلالة
الافقية (س)	٥,٠١٣٢	١,٣٠٨٩	٥,٠٢٠٨	١,٣٠٣٥	-١,٦٤٠	غيردال
الرأسية(ص)	٤,٣٥٦٦	١,٠٤١١	٤,٣٥٨٣	١,٠٤١٧	-٠,٢٣٢	غيردال

ت الجدولية = ٢,٠٦٤ عند مستوى ٠,٠٥

يوضح جدول (١٢) عدم وجود فروق معنوية بين الابعاد الافقية(س) لمراكز الثقل المحددة باستخدام (الحاسب الآلي – الطريقة اليدوية) حيث كانت قيمة "ت" المحسوبة - ١,٦٤٠ غير دالة أحصائياً ، كما يوضح عدم وجود فروق معنوية بين الابعاد الرأسية (ص) لمراكز الثقل المحددة باستخدام (الحاسب الآلي – الطريقة اليدوية) حيث كانت قيمة "ت" المحسوبة -٠,٢٣٢ غير دالة أحصائياً . وهذا يعني تطابق احداثيات مراكز الثقل المحددة باستخدام كلا الاجراءين (الحاسب الآلي – الطريقة اليدوية).

جدول (١٣) مصفوفة الإرتباط البسيط بين البارمترات البيوميكانيكية مخرجات البرنامج المقترح.

ن= ٢٤

مسلسل	البـــارامتـــــرات البيوميكانيكية مخرجات البرنامج المقتـــــرح	١	٢	٣	٤	٥	٦	٧	٨	٩	١٠	١١	١٢	١٣	١٤	١٥
١	زمن الوضع ST١	١	٠,٩٨٥**	٠,٠٧	٠,٩٦٥**	٠,٢٣٩	-٠,١٥٤	٠,٠٠٤	-٠,٤٢٩*	٠,٥٥١**	-٠,٣٧١	٠,٥٥١**	٠,٤٧١*	٠,٢٣٤	-٠,٤٢٣*	٠,٦٦٩**
٢	الإحداثي الأفقي لمركز الثقل X CG		١	٠,٢٩	٠,٩٧٦**	٠,٣١	٠,٢٥٨	٠,٠٢٤	-٠,٤٧٤*	٠,٥٨٨**	-٠,٤٥٨*	٠,٥٨٨**	٠,٤٩٣*	٠,٢٧١	-٠,٤٧٤*	٠,٦٥٢**
٣	الإحداثي الراسي لمركز الثقل Y CG			١	٠,٢٠٦	٠,٩٣٠**	-٠,٧٢٦**	-٠,٣٢١	-٠,٥٨٩**	٠,٠٨٩	-٠,٧٢٧**	٠,٠٨٩	-٠,٢٨٣	-٠,٢٠٤	-٠,٥٨٩**	-٠,١٦٤
٤	الإحداثي الأفقي لمحور الحركة الدورانية X MOAX				١	٠,٣٥٩	-٠,٢٨٢	-٠,١٩٥	-٠,٤٨٨*	٠,٥٣٩**	-٠,٤٩٣*	٠,٥٣٩**	-٠,٤٢١*	٠,٢٢٤	-٠,٤٨٨*	٠,٥٩٥**
٥	الإحداثي الراسي لمحور الحركة الدورانية Y MOAX					١	-٠,٨٧٥**	-٠,٠٢٥	-٠,٨٤٥**	٠,١٤٥	-٠,٨٩٤**	٠,١٤٥	-٠,١٣٩	-٠,١٥٤	-٠,٨٤٥**	٠,٠٧٦
٦	البعد الحقيقي بين مركز الثقل ومحور الحركة الدورانية Rr						١	٠,١٢	٠,٨٦٧**	-٠,٣٧٦	٠,٩٥٥**	-٠,٣٧٦	-٠,٢٢٧	-٠,٢١٦	٠,٨٦٧**	-٠,٢٥٨
٧	البعد الأفقي بين مركز الثقل ومحور الحركة الدورانية X Rr							١	٠,٠٨٤	٠,١٨٩	٠,١٩٨	٠,١٨٩	٠,٢٨٨	٠,١٦٩	٠,٠٨١	٠,٠٢٠
٨	البعد الراسي بين مركز الثقل ومحور الحركة الدورانية Y Rr								١	-٠,٤٤٩*	٠,٩٠٧**	-٠,٤٤٩*	-٠,٣٢٥	-٠,١٧٩	١,٠٠**	-٠,٤٠٣*
٩	الازاحة الزاوية بالتقدير الدائري Rad									١	-٠,٤٣٣*	١	-٠,٩١٦**	-٠,١٨٢**	-٠,٤٤٩*	٠,٩٤٧**
١٠	عزم القصور الذاتي I (KG/M²)										١	-٠,٤٣٣*	-٠,٢٥٥	-٠,١٩٢	٠,٤٠٧**	-٠,٣٣٢
١١	السرعة الزاوية Rad/s											١	٠,٩١٦**	٠,١٨٢**	-٠,٤٤٩*	٠,٩٤٧**
١٢	كمية الحركة الزاوية (دفع الدوران) L (KG/M²/S)												١	٠,٧٢٩**	-٠,٣٢٥	٠,٩٢٠**
١٣	التغير في كمية الحركة الزاوية L (KG/M²/S)													١	-٠,١٧٩	٠,٥٩٩**
١٤	طاقة الوضع PE (kg)(m²/s²)														١	-٠,٤٠٣*
١٥	طاقة الحركة KE (kg)(m²/s²)															١

** دال إحصائياً عند مستوى ٠,٠١

* دال إحصائياً عند مستوى ٠,٠٥

- علاقات منطقية بين مخرجات النماذج الرياضية المقترحة الممثلة للبارمترات البيوميكانيكية (الكينماتيكية – الكيناتيكية) .

يوضح جدول (١٣) مصفوفة الارتباط البسيط بين مخرجات النماذج الرياضية المقترحة الممثلة للبارمترات البيوميكانيكية (الكينماتيكية – الكيناتيكية) ، وجود عدد ٥٦ علاقة إرتباط مختلفة دالة إحصائياً ، منها ٣٢ معامل إرتباط طردي موجب ، ٢٤ معامل إرتباط عكسي سالب يمكن تلخيصها فيما يلي :

١- مع زمن الوضع ST١

أ) معاملات الإرتباط الطردية:

٢- الإحداثي الأفقي لمركز الثقل X CG ٠,٩٨٥ عند مستوى ٠,٠١

٤- الإحداثي الأفقي لمحور الحركة الدورانية X MOAX ٠,٩٦٥ عند مستوى ٠,٠١

٩- الازاحة الزاوية بالتقدير الدائري Rad ٠,٥٥١ عند مستوى ٠,٠١

١١- السرعة الزاوية Rad/s ٠,٥٥١ عند مستوى ٠,٠١

١٢- كمية الحركة الزاوية (دفع الدوران) L (KG/M²/S) ٠,٤٧١ عند مستوى ٠,٠٥

١٥- طاقة الحركة KE (kg)(m²/s²) ٠,٦١٩ عند مستوى ٠,٠١

وهذا يعني زيادة قيم هذه المتغيرات بزيادة الزمن ومن وضع لآخر .

ب) معاملات الإرتباط العكسية:

٨-البعد الرأسي بين مركز الثقل ومحور الدوران Y Rr -٠,٤٢٤ عند مستوى ٠,٠٥

١٤- طاقة الوضع PE (kg)(m²/s²) -٠,٤٢٣ عند مستوى ٠,٠٥

وهذا يعني تناقص قيم هذه المتغيرات بزيادة الزمن ومن وضع لآخر .

٢- مع الإحداثي الأفقي لمركز الثقل X CG

أ) معاملات الإرتباط الطردية:

٤- الإحداثي الأفقي لمحور الحركة الدورانية X MOAX ٠,٩٧٦ عند مستوى ٠,٠١

٩- الازاحة الزاوية بالتقدير الدائري Rad ٠,٥٨٨ عند مستوى ٠,٠١

١١-السرعة الزاوية Rad/s ٠,٥٨٨ عند مستوى ٠,٠١

١٢-كمية الحركة الزاوية (دفع الدوران) L (KG/M²/S) ٠,٤٩٣ عند مستوى ٠,٠٥

١٥- طاقة الحركة KE (kg)(m²/s²) ٠,٦٥٢ عند مستوى ٠,٠١

وهذا يعني زيادة قيم هذه المتغيرات بزيادة الإحداثي الأفقي لمركز الثقل X CG.

ب) معاملات الإرتباط العكسية:

٨- البعد الرأسي بين مركز الثقل ومحور الدوران Y Rr -٠,٤٧٩ عند مستوى ٠,٠٥

١٠- عزم القصور الذاتي I (KG/M²) -٠,٤٥٨ عند مستوى ٠,٠٥

١٤- طاقة الوضع PE (kg)(m²/s²) ٠,٤٧٩- عند مستوى ٠,٠٥

وهذا يعني تناقص قيم هذه المتغيرات بزيادة الإحداثي الأفقي لمركز الثقل X CG.

٣- الإحداثي الرأسي لمركز الثقل Y CG

أ) معاملات الإرتباط الطردية:

٤ -الإحداثي الرأسي لمحور الدوران Y MOAX ٠,٩٣ عند مستوى ٠,٠١

وهذا يعني زيادة قيم هذه المتغيرات بزيادة الإحداثي الرأسي لمركز الثقل Y CG.

ب) معاملات الإرتباط العكسية:

٦- البعد الحقيقي بين مركز الثقل ومحور الدوران Rr -٠,٧٢٦عند مستوى ٠,٠١

٨-البعد الرأسي بين مركز الثقل ومحور الدوران Y Rr -٠,٥٨٩ عند مستوى ٠,٠١

١٠- عزم القصور الذاتي I (KG/M²) ٠,٧٢٧- عند مستوى ٠,٠١

١٤- طاقة الوضع PE (kg)(m²/s²) ٠,٥٨٩- عند مستوى ٠,٠١

وهذا يعني تناقص قيم هذه المتغيرات بزيادة الإحداثي الرأسي لمركز الثقل Y CG.

٤- الإحداثي الأفقي لمحور الحركة الدورانية X MOAX

أ) معاملات الإرتباط الطردية:

٩- لازاحة الزاوية بالتقدير الدائري Rad ٠,٥٣٦ عند مستوى ٠,٠١

١١- السرعة الزاوية Rad/s ٠,٥٣٦ عند مستوى ٠,٠١

١٢-كمية الحركة الزاوية (دفع الدوران) L (KG/M²/S) ٠,٤٢١ عند مستوى ٠,٠٥

١٥- طاقة الحركة KE (kg)(m²/s²) ٠,٥٩٥ عند مستوى ٠,٠١

وهذا يعني زيادة قيم هذه المتغيرات بزيادة الإحداثي الأفقي لمحور الحركة الدورانية X MOAX

معاملات الإرتباط العكسية:

٨- البعد الرأسي بين مركز الثقل ومحور الدوران Y Rr -٠,٤٨٨ عند مستوى ٠,٠٥

١٠- عزم القصور الذاتي I (KG/M²) ٠,٤٩٣- عند مستوى ٠,٠٥

١٤- طاقة الوضع PE (kg)(m²/s²) ٠,٤٨٨- عند مستوى ٠,٠٥

وهذا يعني تناقص قيم هذه المتغيرات بزيادة الإحداثي الأفقي لمحور الحركة الدوزانية X MOAX

٥- الإحداثي الرأسي لمحور الحركة الدورانية Y MOAX

أ) معاملات الإرتباط الطردية:

-

ب) معاملات الإرتباط العكسية:

٦- البعد الحقيقي بين مركز الثقل ومحور الدوران Rr -٠,٨٧٥عند مستوى ٠,٠١

٨- البعد الرأسي بين مركز الثقل ومحور الدوران Y Rr -٠,٨٤٥ عند مستوى ٠,٠١

١٠- عزم القصور الذاتي I (KG/M²) -٠,٨٩٤ عند مستوى ٠,٠١

١٤- طاقة الوضع PE (kg)(m²/s²) -٠,٨٤٥ عند مستوى ٠,٠١

وهذا يعني تناقص قيم هذه المتغيرات بزيادة الإحداثي الرأسي لمحور الحركة الدورانية Y MOAX

٦- البعد الحقيقي بين مركز الثقل ومحور الحركة الدورانية Rr

أ) معاملات الإرتباط الطردية:

٨-البعد الرأسي بين مركز الثقل ومحور الدوران Y Rr ٠,٨٦٧ عند مستوى ٠,٠١

١٠- عزم القصور الذاتي I (KG/M²) ٠,٩٥٥ عند مستوى ٠,٠١

١٤- طاقة الوضع PE (kg)(m²/s²) ٠,٨٦٧ عند مستوى ٠,٠١

وهذا يعني زيادة قيم هذه المتغيرات بزيادة البعد الحقيقي بين مركز الثقل ومحور الحركة الدورانية Rr

ب) معاملات الإرتباط العكسية:

-

٧- البعد الأفقي بين مركز الثقل ومحور الحركة الدورانية X Rr

أ) معاملات الإرتباط الطردية:

-

ب) معاملات الإرتباط العكسية:

-

٨-البعد الرأسي بين مركز الثقل ومحور الحركة الدورانية Y Rr

أ) معاملات الإرتباط الطردية:

١٠- عزم القصور الذاتي I (KG/M²) ٠,٩٠٧ عند مستوى ٠,٠١

١٤- طاقة الوضع PE (kg)(m²/s²) ١,٠٠ عند مستوى ٠,٠١

وهذا يعني زيادة قيم هذه المتغيرات بزيادة البعد الرأسي بين مركز الثقل ومحور الحركة الدورانية Y Rr

ب) معاملات الإرتباط العكسية:

٩- لازاحة الزاوية بالتقدير الدائري Rad -٠,٤٤٩ عند مستوى ٠,٠٥

١١- السرعة الزاوية Rad/s -٠,٤٤٩ عند ٠,٠٥

١٥- طاقة الحركة KE (kg)(m²/s²) -٠,٤٠٣ عند مستوى ٠,٠٥

وهذا يعني تناقص قيم هذه المتغيرات بزيادة البعد الرأسي بين مركز الثقل ومحور الحركة الدورانية Y Rr

٩- الازاحة الزاوية بالتقدير الدائري Rad

أ) معاملات الإرتباط الطردية:

١١- السرعة الزاوية Rad/s ١,٠٠ عند مستوى ٠,٠١

١٢-كمية الحركة الزاوية (دفع الدوران) L (KG/M²/S) ٠,٠٩٦٢ عند مستوى ٠,٠١

١٣- التغير في كمية الحركة الزاوية Δ (KG/M²/S) ٠,٦٨٢ عند مستوى ٠,٠١

١٥- طاقة الحركة KE (kg)(m²/s²) ٠,٩٤٧ عند مستوى ٠,٠١

وهذا يعني زيادة قيم هذه المتغيرات بزيادة الازاحة الزاوية بالتقدير الدائري Rad .

ب) معاملات الإرتباط العكسية:

١٠- عزم القصور الذاتي I (KG/M²) -٠,٤٣٣ عند مستوى ٠,٠٥

١٤- طاقة الوضع PE (kg)(m²/s²) -٠,٤٤٩ عند مستوى ٠,٠٥

وهذا يعني تناقص قيم هذه المتغيرات بزيادة الازاحة الزاوية بالتقدير الدائري Rad .

١٠- عزم القصور الذاتي I (KG/M²)

أ) معاملات الإرتباط الطردية:

١٤- طاقة الوضع PE (kg)(m²/s²) ٠,٩٠٧ عند مستوى ٠,٠١

وهذا يعني زيادة قيم هذه المتغيرات بزيادة عزم القصور الذاتي I (KG/M²) .

ب) معاملات الإرتباط العكسية:

١١- السرعة الزاوية Rad/s -٠,٤٣٣ عند مستوى ٠,٠٥

وهذا يعني تناقص قيم هذه المتغيرات بزيادة عزم القصور الذاتي I (KG/M²) .

١١- السرعة الزاوية Rad/s

أ) معاملات الإرتباط الطردية:

١٢-كمية الحركة الزاوية (دفع الدوران) L (KG/M²/S) ٠,٩٦٢ عند مستوى ٠,٠١

١٣- التغير في كمية الحركة الزاوية ΔL (KG/M²/S) ٠,٦٨٢ عند مستوى ٠,٠١

١٥- طاقة الحركة KE (kg)(m²/s²) ٠,٩٤٧ عند مستوى ٠,٠١

وهذا يعني زيادة قيم هذه المتغيرات بزيادة السرعة الزاوية Rad/s .

ب) معاملات الإرتباط العكسية:

١٤- طاقة الوضع PE (kg)(m²/s²) -٠,٤٤٩ عند مستوى ٠,٠٥

وهذا يعني تناقص قيم هذه المتغيرات بزيادة السرعة الزاوية Rad/s.

١٢- كمية الحركة الزاوية (دفع الدوران) L (KG/M²/S)

أ) معاملات الإرتباط الطردية:

١٣- التغير في كمية الحركة الزاوية(KG/M²/S) ΔI ٠,٧٢٩ عند مستوى ٠,٠١

١٥- طاقة الحركة KE (kg)(m²/s²) ٠,٩٢٠ عند مستوى ٠,٠١

وهذا يعني زيادة قيم هذه المتغيرات بزيادة كمية الحركة الزاوية L (KG/M²/S).

ت) معاملات الإرتباط العكسية:

-

١٣- التغير في كمية الحركة الزاوية ΔL (KG/M²/S)

أ) معاملات الإرتباط الطردية:

١٥- طاقة الحركة KE (kg)(m²/s²) ٠,٥٩٩ عند مستوى ٠,٠٥

وهذا يعني زيادة قيم هذه المتغيرات بزيادة التغير في كمية الحركة الزاوية L (KG/M²/S) .

ب) معاملات الإرتباط العكسية:

-

١٤- طاقة الوضع PE (kg)(m²/s²)

أ) معاملات الإرتباط الطردية:

-

ب) معاملات الإرتباط العكسية:

١٥- طاقة الحركة KE (kg)(m²/s²) -٠,٤٠٣ عند مستوى ٠,٠٥

وهذا يعني تناقص قيم هذه المتغيرات بزيادة طاقة الوضع PE (kg)(m²/s²).

ثانياً – مناقشة النتائج:

١- بدراسة الجداول من(٦-٨) التي توضح المتوسط الحسابي والانحراف المعياري ومعامل الالتواء للبارامترات البيوميكانيكية مخرجات البرنامج المقترح مجال البحث ، يمكن ملاحظة أن قيم معاملات الالتواء تنحصر بين (± ٣) وهذا يعني تجانس الدرجات وأنها تتوزع إعتدالياً كما تمثلها منحنيات طبيعية .

٢- بدراسة الجداول (٩ ، ١٠) والمنحنيات من (٥- ٨) والخاصة بصدق الاجراءات المقترحة لتحديد احداثيات النقاط التشريحية باستخدام الحاسب الآلي وتطابق النتائج مقارنة باستخدام الطريقة اليدوية.

- يوضح (جدول ٩) وجود علاقة طردية موجبة بين احداثيات النقاط التشريحية باستخدام إجراءات (الحاسب الآلي – الطريقة اليدوية)حيث كان معامل الارتباط بين الابعاد الافقية (س) للنقاط التشريحية

المحددة ٠,٩٩٨ دال إحصائياً عند مستوى (٠,٠١) . كما كان معامل الارتباط بين الابعاد الرأسية (ص) للنقاط التشريحية المحددة ١,٠٠ دال إحصائياً عند مستوى (٠,٠١) . وهذا يعني ان الارتباط طردي موجب تام بين احداثيات النقاط التشريحية باستخدام إجراءات (الحاسب الآلي – الطريقة اليدوية) كما يعني صدق اجراءات تحديد احداثيات النقاط التشريحية باستخدام الحاسب الآلي .

– كما يوضح (جدول ١٠) عدم وجود فروق معنوية بين الابعاد الأفقية (س) للنقاط التشريحية المحددة باستخدام (الحاسب الآلي – الطريقة اليدوية) حيث كانت قيمة "ت" المحسوبة – ١,٤٧٢ غير دالة أحصائياً ، كما يوضح عدم وجود فروق معنوية بين الابعاد الرأسية (ص) للنقاط التشريحية المحددة باستخدام (الحاسب الآلي – الطريقة اليدوية) حيث كانت قيمة "ت" المحسوبة – ١,١٧٥ غير دالة أحصائياً. وهذا يعني تطابق احداثيات النقاط التشريحية المحددة باستخدام كلا الاجراءين (الحاسب الآلي – الطريقة اليدوية) .

وبهذا يتحقق صحة الفرض الاول من البحث الذي ينص على " تتميز الإجراءات المقترحة لتحديد أبعاد النقاط التشريحية بإستخدام الحاسب الآلي ، بقدر عال من الصدق ، كما تتطابق النتائج مع القياس بإستخدام الطريقة اليدوية.

٣– بدراسة الجداول (١١ ، ١٢) والمنحنيات من (٩– ١٤) والخاصة بصدق الاجراءات المقترحة لتحديد احداثيات مراكزالثقل باستخدام الحاسب الآلي وتطابق النتائج مقارنة باستخدام الطريقة اليدوية.

– يوضح (جدول ١١) وجود علاقة طردية موجبة بين احداثيات مراكزالثقل باستخدام إجراءات (الحاسب الآلي – الطريقة اليدوية) حيث كان معامل الارتباط بين الابعاد الافقية (س) لمراكزالثقل المحددة ٠,٩٩٨ دال إحصائياً عند مستوى (٠,٠١). كما كان معامل الارتباط بين الابعاد الرأسية (ص) لمراكزالثقل المحددة ١,٠٠ دال إحصائياً عند مستوى (٠,٠١) . وهذا يعني ان الارتباط طردي موجب تام بين احداثيات مراكزالثقل باستخدام إجراءات (الحاسب الآلي – الطريقة اليدوية) كما يعني صدق اجراءات تحديد احداثيات مراكزالثقل باستخدام الحاسب الآلي .

– كما يوضح (جدول ١٢) عدم وجود فروق معنوية بين الابعاد الافقية(س) لمراكز الثقل المحددة باستخدام (الحاسب الآلي – الطريقة اليدوية) حيث كانت قيمة "ت" المحسوبة – ١,٦٤٠ غير دالة إحصائياً ، كما توضح عدم وجود فروق معنوية بين الابعاد الرأسية (ص) لمراكز الثقل المحددة باستخدام (الحاسب الآلي – الطريقة اليدوية) حيث كانت قيمة "ت" المحسوبة –٠,٢٣٢ غير دالة أحصائيا . وهذا يعني تطابق احداثيات مراكز الثقل المحددة باستخدام كلا الاجراءين (الحاسب الآلي – الطريقة اليدوية) .

وبهذا يتحقق صحة الفرض الثاني من البحث الذي ينص على " تتميز الإجراءات المقترحة لتحديد أبعاد مراكز ثقل الجسم بإستخدام الحاسب الآلي ، بقدر عال من الصدق ، كما تتطابق النتائج مع القياس باستخدام الطريقة اليدوية .

٤- بدراسة جدول (١٣) الذي يوضح مصفوفة الارتباط البسيط بين مخرجات النماذج الرياضية المقترحة الممثلة للبارمترات البيوميكانيكية (الكينماتيكية - الكيناتيكية) . يمكن ملاحظة وجود عدد ٥٦ علاقة إرتباط مختلفة دالة إحصائياً ، منها ٣٢ معامل إرتباط طردي موجب ، ٢٤ معامل إرتباط عكسي سالب وهي علاقات منطقية تفسرها مبادئ وقوانين الحركة المستخدمة يوضحها الجدول والمنحنيات من (١٣-٣٢) الممثلة لهذه البارامترات والتي يمكن أن يلخصها الباحث فيما يلي :

بالرجوع الى نموذج الاداء الحركى للمهارة المختارة مجال البحث (١٠٥ ب) دورتين ونصف أمامية منحنية من السلم المتحرك ١م ، والتى تعتبر إحدى غطسات مجموعة الدورات الأمامية ، يلاحظ انه يمكن تصنيف الاداء الحركى لهذه المهارة ميكانيكيا كحركة لجسم مقذوف فى الهواء . وعلى هذا تخضع حركه الجسم منذ إنطلاقه فى الهواء حتى الهبوط ولحظة دخول الماء الى المبادئ التالية :

١- أن الجسم يبقى دائما متزنا حول مركز ثقله حتى و إن إفتقد أحيانا لانسجام بعض الأجزاء كأن تكون أحد الذراعين عاليا بينما الأخرى ممتدة جانباً . لكن مهما كانت ثابتة أو متحركة فسيبقى الجسم دائما في حالة إتزان مستقر، وسوف لا يتعرض لعدم الأتزان.

٢- ليصبح الجسم في حاله حركة (أو عدم إستقرار) يجب أن تكون هناك قوتين متضادتين ، لكن بالنسبه لحركة الجسم في الهواء ، فانه يقع تحت تاثير قوة وحيدة هى الجاذبية الارضية التى تؤثر على جميع أجزاء الجسم بشكل متساوى .

٣- تخضع الحركة الكلية للجذع والأطراف بالنسبة لمركز ثقل الجسم أثناء الحركة فى الهواء الى (القانون الثالث) قانون رد الفعل من قوانين الحركة لنيوتن ، فإذا إمتدت ذراع جانبا فسوف يكون رد فعل بعض الأجزاء الأخرى من الجسم التحرك في الأتجاه العكسى للمحافظة على توازن الجسم حول مركز الثقل .

٤- تتبع حركة مركز ثقل الجسم مساراً ثابتاً لا يمكن تغيره بأى حركة يقوم بها اللاعب (٢٣ : ١٤٠ - ١٤١) .

تأسيساً على ذلك فان الجسم منذ إنطلاقه من اللوحه وتحرره في الهواء يكتسب كمية حركة دورانية وتصبح الجاذبية الأرضية هي القوة الفاعلة الوحيدة المؤثرة على مركز ثقل الجسم ، لذا سوف تبقي كمية الحركة الدورانية ثابتة إلى مالا نهاية حول محور الدوران بصرف النظر عن أى تغير في شكل الجسم يصنعه اللاعب مالم يأتي عزم آخر يؤثر على ذلك الجسم (القانون الاول) قانون القصور الذاتي من قوانين الحركة لنيوتن ، والذي يشتق منه مبدأ بقاء كمية الحركة الدورانية (كمية الحركة الزاوية) المختزنة ، التي تأتي بتأثير عزم القصور الذاتي حول محور الدوران وسرعته الزاوية حول هذا المحور ، فإذا زاد عزم القصور الذاتي (مقاومة الدوران) على أى حال تقل السرعة الزاوية ، وفي حالة نقصان عزم القصور الذاتي عند ذلك تزيد السرعة الزاوية ذاتياً ، هذا لكي تبقى كمية الحركة الزاوية ثابتة (٢٣ : ١٤٠ -١٤١) .

من جهة أخرى إذا ماتعرضنا لمتغيري طاقة الوضع والحركة ، فالطاقة لاتفنى ولاتنشأ من العدم ، وإذا ما تغاضينا عن الحرارة الناتجة ، فإنه يمكن أن تتحول من شكل إلى آخر ، والطاقة الكلية تعني المجموع الكمي لطاقتي الوضع والحركة ، حيث يمكن صياغة ذلك على شكل المعادلة التالية :

$$PE + KE = E \text{ (a constant)}.$$
$$Mgh + \tfrac{1}{2}mv^2 = E .$$

ويعني هذا إن طاقة الوضع + طاقة الحركة = الطاقة الكلية = (مقدار ثابت) ، وهذا يفسر تناقص طاقة الوضع بزيادة طاقة الحركة ، وتعرف هذه العلاقة بمبدأ بقاء الطاقة ، ويمكن أن يستدل على ذلك بالتالي :

إن أمسكت بثقل معين فوق سطح الأرض فإن هذا الثقل يكون له طاقة وضع وليست له طاقة حركة ، فإذا ترك الثقل ليسقط فإنه سيفقد طاقة الوضع وفي نفس الوقت يكتسب كمية مماثلة من طاقة الحركة (٢٥ : ٢٠٧) .

وإذا ماتناولنا علاقة كمية الحركة بالطاقة فإنه بالرجوع إلى معادلتيها نجد أن : كمية الحركة الزاوية = السرعة الزاوية × عزم القصور الذاتي ١

أما طاقة الحركة = ½(السرعة الزاوية)^2 × عزم القصور الذاتي ٢

وهذا قد يشير إلى تشابه المتغيران وشكل واتجاه العلاقة بينهما مما يعنى أن كلاهما قد يفيد في التعرف على كم واتجاه الآخر ، حيث يعتمدان على السرعة الزاوية و عزم القصور الذاتي ، كما قد يفسر هذا، العلاقة العكسية لكلاهما بطاقة الوضع . والتي تعني تناقص طاقة الوضع بزيادة طاقة الحركة كذلك كمية الحركةالزاوية (دفع الدوران) . وتتفق هذه النتائج مع ما أشار إليه الباحث عن معنى ومفهوم لتلك البارمترات في التعريف بالمصطلحات متفقاً مع ماأشار اليه وليامز عن فرانكل Frankel وبورستين Burstein ١٩٧٠ بخصوص علاقة طاقة الوضع و طاقة الحركة (٢٥ : ٢٠٧) ، كما قد تؤكد صدق النماذج المقترحة لتحديد البارمترات البيوميكانيكية مخرجات البرنامج مما يجعلهاقابلة للتطبيق .

وبهذا يتحقق صحة الفرض الثالث من البحث الذي ينص على " توجود علاقات إرتباط منطقية بين قيم البارمترات البيوميكانيكية موضوع الدراسة المحددة بإستخدام النماذج الرياضية المقترحة" التالية :

(أ) إحداثيات مراكز ثقل الجسم والاجزاء .

(ب) عزم القصور الذاتي للجسم والاجزاء .

(ج) الإزاحة الزاوية ،السرعة الزاوية للجسم والاجزاء ، كمية الحركة الزاوية(دفع الدوران) للجسم والاجزاء ، التغير في كمية الحركة الزاوية للجسم والاجزاء .

(د) طاقة الوضع – طاقة الحركة .

الاستنتاجات :

في حدود الاجراءات المستخدمة ومن خلال ما أمكن التوصل اليه من مخرجات المعالجة الاحصائية للبيانات ومناقشتها ، يمكن استنتاج مايلي :

١- وجود علاقة يوضحها معامل ارتباط موجب تام بين إحداثيات النقاط التشريحية باستخدام إجراءات (الحاسب الآلي – الطريقة اليدوية) . و يعني هذا صدق اجراءات تحديد احداثيات النقاط التشريحية باستخدام الحاسب الآلي .

٢- عدم وجود فروق معنوية بين احداثيات النقاط التشريحية المحددة باستخدام (الحاسب الآلي – الطريقة اليدوية) ، و يعني هذا تطابق احداثيات النقاط التشريحية المحددة باستخدام كلا الاجراءين (الحاسب الآلي – الطريقة اليدوية) .

٣- وجود علاقة يوضحها معامل ارتباط موجب تام بين احداثيات مراكز الثقل باستخدام إجراءات (الحاسب الآلي – الطريقة اليدوية) . و يعني هذا صدق اجراءات تحديد احداثيات مراكزالثقل باستخدام الحاسب الآلي .

٤- عدم وجود فروق معنوية بين احداثيات مراكز الثقل المحددة باستخدام (الحاسب الآلي – الطريقة اليدوية) ويعني هذا تطابق احداثيات مراكز الثقل المحددة باستخدام كلا الاجراءين (الحاسب الآلي – الطريقة اليدوية) .

٥- وجود عدد ٥٦ علاقة إرتباط مختلفة بين مخرجات النماذج الرياضية المقترحة الممثلة للبارمترات البيوميكانيكية (الكينماتيكية – الكيناتيكية) ، منها ٣٢ معامل إرتباط طردي موجب ، ٢٤ معامل إرتباط عكسي سالب وهي علاقات منطقية تفسرها مبادئ وقوانين الحركة المستخدمة .

٦- يمكن إستخدام النماذج الرياضية المقترحة للباحث لتحديد البارامترات التالية:

(أ) حساب و تعيين إحداثيات مراكز ثقل الجسم والاجزاء .

(ب) حساب عزم القصور الذاتي للجسم والاجزاء .

(ج) حساب (السرعة الزاوية للجسم والاجزاء ، كمية الحركة الزاوية(دفع الدوران) للجسم والاجزاء ، التغير في كمية الحركة الزاوية للجسم والاجزاء) .

(د)نموذج حساب طاقة الوضع – طاقة الحركة .

٣- يمكن إعتبار الاجراءات المقترحة المتضمنة النماذج الرياضية للباحث برنامجاً صالحاً لتحليل الاداء الحركي للمهارات الرياضية باستخدام نظام النوافذ بالحاسب الآلي الشخصي . .

التوصيات :

في ضوء ماأمكن التوصل اليه من إستنتاجات يوصي الباحث بما يلي :

١- تعميم إستخدام برنامج الاجراءات المقترح المتضمن النماذج الرياضية للباحث لتحليل الاداء الحركي للمهارات الرياضية باستخدام نظام النوافذ بالحاسب الآلي الشخصي .

٢- توجيه الباحثيين والمهتميين بعلوم الحركة الى مثل هذه المحاولات لإنشاء تطبيقات مماثلة لاستخدام الحاسب الآلي الشخصي .

٣- الأهتمام بإنشاء معامل التحليل الحركي بكليات التربية الرياضية وتزويدها ببرامج الحاسب الالي المناسبة لدراسة وتحليل الاداء الحركي للمهارات الرياضية .

٤- تدريس الحاسب الآلي وإستخداماته في التحليل الحركي كمقرر من مقررات علوم الحركة بكليات التربية الرياضية.

المراجع العربية :

١-أحمد إبراهيم شحاتة : تحليل كينماتيكي للحركة الخطية لمركز ثقل الجسم في أداء الشقلبة الأمامية على اليدين ودورة ونصف دورة على حصان القفز ، بحث منشور، مجلة دراسات وبحوث ، جامعة حلوان ، المجلد العاشر ، العدد السادس ، ديسمبر ١٩٨٧م .

٢- أحمد حماد وآخرون : الميكانيكا ، الجهاز المركزي للكتب الجامعية والمدرسية والوسائل التعليمية ، وزارة التربية والتعليم ، جمهورية مصر العربية ، ١٩٧٨ م.

٣- تهاني حسني أحمد شحاتة: تحليل كينماتيكي للحركة الزاوية للاطراف في أداء الدحرجة الخلفية للوقوف على اليدين ، بحث منشور، مجلة دراسات وبحوث ، جامعة حلوان ، المجلد الرابع ، العدد الأول ، مارس ١٩٨١م.

٤ - تارج . س ، ترجمة أحمد صادق القرماني : الميكانيكا ، الطبعة الرابعة ، دار مير للطباعة والنشر ، موسكو ، ١٩٨٣ م.

٥ - جمال محمد علاء الدين : حول تطوير طرق التسجيل الضوء كميائي للمؤثرات الكينماتيكية للحركة ، بحث منشور، مجلة دراسات وبحوث ، جامعة حلوان ، المجلد الثاني ، العددالثاني ، ديسمبر ١٩٧٩ م.

٦- حنان محمد مالك يوسف : نموذج رياضي لحساب كمية الحركة الدورانية للجسم خلال مرحلة الطيران للمهارات الرياضية ، بحث منشور،المجلد الاول لبحوث المؤتمرالعلمي الثالث "الاستثمار والتنمية البشرية في الوطن العربي من منظور رياضي " كلية التربية الرياضية للبنات الجزيرة – القاهرة ،أكتوبر ٢٠٠٠ م.

٧ - سوسن محمد عبدالمنعم : الصدق التجريبي للحساب الرياضي للدفع في الأنشطة الرياضية ، بحث منشور، مجلة دراسات وبحوث ، جامعة حلوان ، المجلد الثاني ، العدد الثاني ، ديسمبر ١٩٧٩ م.

٨- صلاح محمد مالك : التحليل البيوميكانيكي للثلاثة دورات والنصف دورة المنحنية الامامية من السلم المتحرك ٣متر ، بحث منشور، مجلد بحوث المؤتمر العلمي الثاني والاربعين لتطوير استراتيجيات التعاون الدولي للإرتقاء بمهنة التربية البدنية والرياضة والترويح، كلية التربية الرياضية جامعة المنيا، ١٩٩٩ م.

٩- طلحة حسين حسام الدين : مبادئ التشخيص العلمي للحركة دار الفكر العربي ، القاهرة ١٩٩٤ م .

١٠- ــــــــــــــ : الميكانيكا الحيوية – الاسس النظرية والتطبيقية ، الطبعة الأولى ، دار الفكر العربي ، القاهرة ، ١٩٩٣ م.

١١- عمرو محمد إبراهيم : مساهمة بعض المتغيرات الديناميكية في مستوى أداء غطسة الدورتين ونصف الامامية المنحنية من السلم المتحرك ارتفاع متر واحد" ، بحث منشور ،مجلة كلية التربية الرياضية جامعة السويس ، العدد الاول ، ٢٠٠٠ م.

١٢- عادل عبدالبصير علي : تحليل بيوكينماتيكية الصعود بالكب الطويل من الوقوف على اليدين للارتكاز على المتوازيين ، بحث منشور، مجلة دراسات وبحوث ، جامعة حلوان ، المجلد التاسع ، العدد الرابع ، يونيو ١٩٨٦ م.

١٣ – عادل عبدالبصير علي : الميكانيكا الحيوية والتكامل بين النظرية والتطبيق في المجال الرياضي ،ط ٢ مركز الكتاب للنشر القاهرة ١٩٩٢ م.

١٤ – عدلي حسين بيومي : تقسيم بيوديناميكي لمهارة الطلوع بالكب الطويل على جهاز المتوازيين ، بحث منشور، مجلة دراسات وبحوث ، جامعة حلوان ، المجلد الرابع ، العدد الرابع ، ١٩٨١ م .

١٥– ــــــــــــــ :تحليل فنيات اللف المستخدمة في النهايات . بحث منشور، مجلة دراسات وبحوث ، جامعة حلوان ، المجلد الرابع ، العدد الرابع ، ١٩٨١ م .

١٦– عزة عبد الغني عبد العزيز ، أميمة إبراهيم العجمي : دراسة تحليلية لبعض البارامترات الكينماتيكية للغطسة الأمامية المكورة وعلاقتها بالتوازن الديناميكي للاعبي الغطس ، بحث منشور، مجلة نظريات وتطبيقات ، كلية التربية الرياضية للبنين بأبي قير ، جامعة الاسكندرية ، العدد ٣٢ ، ١٩٩٩م .

١٧ – علي محمد عبد الرحمن ، طلحة حسين حسام الدين : كينسيولوجيا الرياضة وأسس التحليل الحركي ، دار الفكر العربي ، القاهرة (بدون تاريخ) .

١٨– كارم متولي مصطفى : علاقة بعض القياسات الانثروبومترية بالقوة الدافعة في بعض طرق السباحة ، رسالة دكتوراه غير منشورة ، كلية التربية الرياضية ، جامعة حلوان ، ١٩٨٤ م.

١٩– محمد جابر بريقع: تصميم جهاز لقياس الازاحة الزاوية باظهار النتائج الفورية خلال مراحل أداء الحركة الرياضية ، بحث منشور، مجلة نظريات وتطبيقات ، كلية التربية الرياضية للبنين بأبي قير ،جامعة الاسكندرية ، العدد ٣٦ ، ١٩٩٩م .

٢٠– محمود فتحي محمود : استخدام التصوير بالفيديو و التصوير الفوتوغرافي في التحليل البيوميكانيكي للأداء في العاب القوى، بحث منشور مؤتمر" رؤية مستقبلية للتربية الرياضية المدرسية " ، المجلة العلمية للتربية البدنية والرياضة المدرسية ، كلية التربية الرياضية للبنين بالهرم ، جامعة حلوان ، ١٩٩٢ م.

٢١– مصطفى مصطفى على محمد عطوه : بيوميكانيكية موضع الارتقاء في الوثب العالي بطريقة فلوب ، رسالة دكتوراه ، كلية التربية الرياضية ، جامعة حلوان ، ٢٠٠١م .

المراجع الاجنبية :

22- Bruce, A. & Others: **The Biophysical Foundations Of Human Movement** , Human Kinetics Publishers, Inc . U . S. A. 1997.

23 - George R.,: **Diving Complete**, Faber & Faber LTD, Landon, 1973.

24 - Susan J. Hall,: **Basic Biomechanics,** Mosby - Year Book, Inc. U. S. A. 1991.

25- Williams & Lissner s,.: **Biomechanics Of Human Motion,** Third **Ed., W. B. S. Company H. B. J., Inc. U.S.A. 1991.**