

**التحليل الاحصائى لمنحنى النمو الجسمانى للانسان  
بالتطبيق على بيانات النمو لمحافظة الدقهلية**

دكتور

مرفت طلعت المحلاوى

دكتور

محمد توفيق البلقينى

البيومى عوض طاقيه

كلية التجارة - جامعة المنصورة

والله اعلم  
بما كنا نعمل

بسم الله

الحمد لله رب العالمين

بسم الله

والصلاة والسلام على من لا نبي بعده

وبعد فقد حضر

الاجتماع المذكور في

## التحليل الاحصائي لمنحنى النمو الجسماني للانسان

### بالطبيق على بيانات النمو محافظة الدقهلية

د . محمد توفيق البلقيني د . مرفت طلعت الخلاوي

اليومي عوض طاقة

كلية التجارة - جامعة المنصورة

### ١- مقدمة :

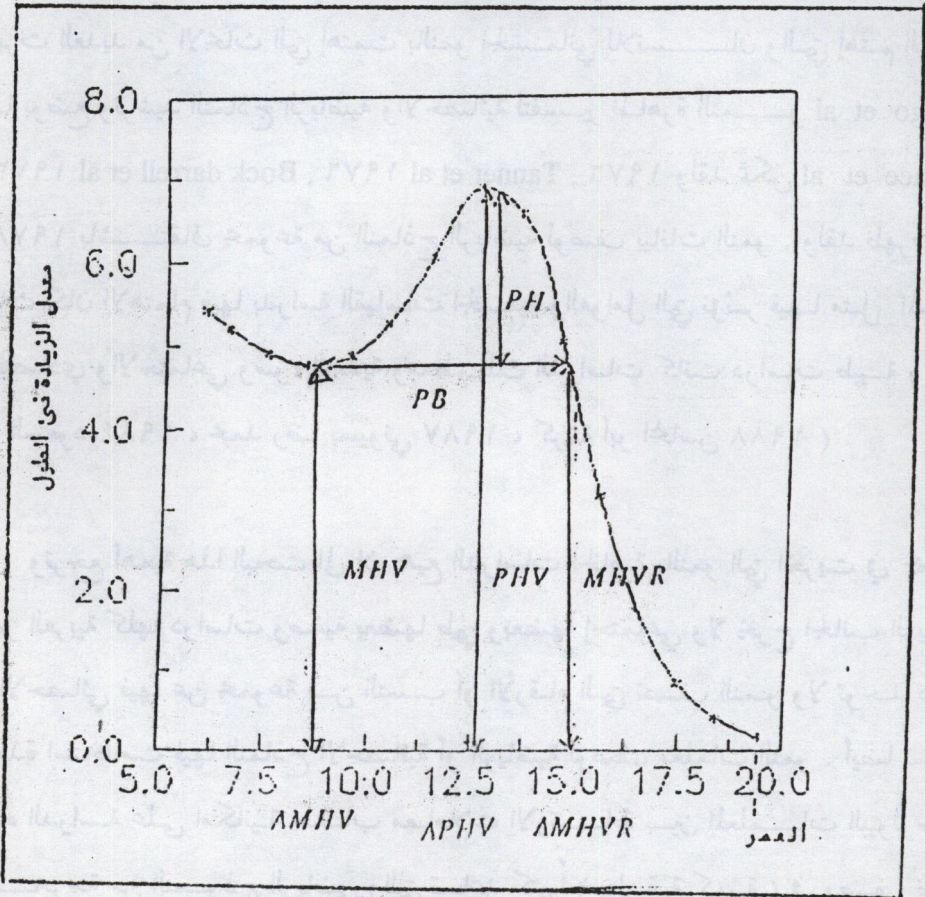
تعتبر دراسة ظاهرة النمو الطبيعي Physical growth للانسان من الدراسات الهامة في العلوم الاجتماعية و النفسية والطبية وتعتبر هذه الظاهرة من المعايير الهامة والتي تعكس المستويات الاقتصادية والاجتماعية والثقافية والوراثية وكذلك مستوى الصحة العامة في المجتمعات . ولقد اجريت العديد من الدراسات والبحوث البيولوجية والاجتماعية والطبيعية على ظاهرة النمو وتم دراسة الكثير من النماذج الرياضية والاحصائية كمحاولات لتوفيق بيانات تلك الظاهرة . ولعل مرحلة المراهقة (Adolescent) هي أهم مراحل النمو الجسماني للإنسان بصفة عامة ، حيث أن النمو الجسماني في تلك الفترة يبلغ أقصى درجة له . وبالتالي فإن هذا البحث سوف يركز على هذه الفترة من حياة الإنسان بإعتبارها أهم مرحلة من مراحل النمو الطبيعي للإنسان .

وحيث أن معلمات النماذج يكون من الصعب وصفها وصفاً بيولوجياً مباشراً فإنه توجد مجموعة من المقاييس التي تُختار لتوصف وتُوضح النمو الجسماني في مرحلة المراهقة ، هذه المقاييس المختارة يجب أن تكون بسيطة وأن توضح وتفسر ظاهرة النمو حسب المفاهيم المعروفة في الدراسات البيولوجية .

وتعريف النمو عملية معقدة فلقد عرف ( Scott ١٩٧٥ ) النمو على أنه لا يشمل فقط الزيادة في الطول والوزن ، ولكن أيضا يشمل النمو في مختلف أعضاء الجسم وكذلك قدره هدة الأعضاء على القيام بوظائفها بطريقة مثلى . كما عرف ( Khalil ١٩٨٨ ) النمو بأنه الزيادة في حجم الانسجة وأعضاء الجسم . ومن هذين التعريفين نجد أن هناك متغيرات كثيرة لعملية النمو منها الطول والوزن وطول الساق والجذع والزيادة في أنسجة الجسم المختلفة وسوف نقتصر في دراستنا على الاهتمام بمتغيرات الطول والعمر فقط وذلك من خلال دراسة النمو في مراحل العمر من ٦ سنوات حتى ١٨ سنة . وتوجد تقسيمات كثيرة لمراحل العمر فيمكن تقسيمها الى مرحلتين مرحلة ما قبل النضوج ومرحلة النضوج وهذه المراحل تختلف من شخص لآخر باختلاف العوامل الاجتماعية والبيئية المحيطة . وبصفة خاصة تبدأ مرحلة النضوج في مصر بين ( ٩ - ١١ ) سنة في البنات ، ( ١٢ - ١٤ ) سنة في الأولاد . وسوف يركز هذا البحث على فترة المراهقة لما لها من خصائص معينة حيث تتميز هذه الفترة بتغيرات فسيولوجية يكون من شأنها ملاحظة النمو الجسماني خلالها بوضوح وسوف نستخدم منحنى سرعة النمو Velocity للطول خلال فترة المراهقة ونعني بسرعة النمو للطول " V " بأنها عبارة عن التغير في الطول بالنسبة للتغير في العمر  $\frac{dh_t}{dt}$  حيث أن h يمثل الطول ، t يمثل العمر . وفي هذه المرحلة تصل سرعة الطول الى نهايتها العظمى . ويمكن تقسيم النمو الطبيعي في فترة المراهقة الى أربعة مراحل وهي : (١) النمو من طفل الى مراهق وعندها تصل السرعة الى نهايتها العظمى . (٢) بداية النمو في سن المراهقة وعندها تحدث نقطة الانقلاب لمنحنى سرعة النمو . (٣) وصول النمو الى نهايته العظمى . (٤) نهاية النمو السريع عندما تصل سرعة النمو للطول الى نهايتها الصغرى مرة ثانية .

وسوف نقتصر هنا على متغير العمر والطول فقط وكذلك سرعة النمو عند الاعمار المختلفة كمعلومات لظاهرة نمو الفرد . وسوف نستبعد متغير الوزن من الدراسة حيث أنه يمكن إعتباره متغير عشوائي يمكن التحكم فيه بنظام غذائي معين ولكن الطول يصعب التحكم فيه حيث يخضع لعوامل وراثية وبيئية معينة ( Bock darrell ١٩٧٣ ) . ويوضح شكل (١)

التعريفات المختلفة للمعالم البيولوجية ، حيث يوضح الشكل أن منحنى سرعة النمو للطول يختلف في ارتفاعه وهبوطه على حسب مراحل العمر المختلفة . فنجد أن المنحنى في بدايته تكون الزيادة فيه قليلة الى أن يصل الى نقطة الصفر عند ( MHV ) والتي تمثل نقطة بداية فترة النضوج للفرد عند بداية النمو الفجائي Growth spurt ، حيث أن النمو الفجائي هو عبارة عن الزيادة الفجائية في الطول ويظهر في بداية سن البلوغ نتيجة زيادة مفاجئة في هرمونات النمو ويكون العمر عند هذه النقطة ( AMHV ) .



شكل (١)

التعريفات المختلفة للمعالم البيولوجية

ثم يأخذ منحنى النمو في الارتفاع السريع الى أن يصل الى نقطة النهاية العظمى له عند النقطة ( PHV ) وتعرف على أنها الحد الاقصى لمنحنى سرعة النمو للطول خلال النمو الفجائي وعندها يكون العمر ( APHV ) . ثم يأخذ المنحنى بعد ذلك في الهبوط مرة أخرى بطريقة سريعة الى أن يصل لنقطة النهاية الصغرى عند النقطة ( MHVR ) والتي تمثل نهاية النمو الفجائي لنمو منحنى سرعة النمو وعندها يكون العمر ( AMHVR ) . ويوضح شكل ( ١ ) أيضاً الرمز ( PH ) والذي يمثل الزيادة في سرعة الطول خلال فترة النمو الفجائي اى أنها الفرق بين ( PHV , MHV ) . أيضاً يتضح من الرسم مقياس الفترة الزمنية التي يحدث فيها النمو الفجائي اى الفرق بين AMHV , AMHVR والتي يرمز لها بالرمز ( PB ) . ولقد ظهرت العديد من الابحاث التي إهتمت بالنمو الجسماني للاتسنان والتي إهتم الباحثين فيها بوضع وترشيد النماذج الرياضية والاحصائية لتفسير ظاهرة النمو ( Largo et al ١٩٧٣ , Bock darrell et al ١٩٧٦ , Tanner et al ١٩٧٦ , ولقد تمكن (Preace et al ١٩٧٨ ) باشتقاق مجموعة من النماذج الرياضية لوصف بيانات النمو . ولقد ظهرت عدة أبحاث كان الاهتمام فيها بدراسة القياسات الجسمية والعوامل التي تؤثر فيها مثل المستوي الاقتصادي والاجتماعي وسوء التغذية ومعظم تلك الدراسات كانت دراسات طبية ( اماني أبو السعود ١٩٨٤ ، محمد رضا بسيوني ١٩٨٧ ، كريمة أبو المحاسن ١٩٨٨ ) .

وترجع أهمية هذا البحث الى ان جميع الدراسات الخاصة بالنمو التي اجريت في جمهورية مصر العربية كلها دراسات وصفية بعضها طبي وبعضها إجتماعي ولا يخرج الجانب الرياضي أو الاحصائي فيها عن مجموعة من النسب أو الأرقام التي تصف النمو ولا توجد دراسة واحدة استخدمت فيها النماذج الاحصائية أو الرياضية لوصف معالم النمو . أيضاً تساعد هذه الدراسة على امكانية حساب معاملات الارتباط بين المعلمات البيولوجية المستخرجة من النموذج الرياضي والتي تساعد كثيراً ( بطريقة كمية ) في وصف ظاهرة النمو و مدى إرتباط تلك المعلمات بعضها البعض ، كما تساعدنا على إختبار العلاقات بين تلك المعلمات أو الظواهر الطبيعية للنمو مثل دراسة العلاقة بين علامات البلوغ Maturity indices والتراكيزات الكيماوية الحيوية في الجسم .

ويهدف هذا البحث الى تقدير معلمات النمو باستخدام بيانات النمو الحقيقية لوضع خطوط عريضة ومرشدة للباحثين المهتمين بدراسة النمو الجسماني الانساني لتكوين نماذج احصائية تعتمد عليها الدراسات البيولوجية وحتى يمكن تصميم تجارب يمكن الاعتماد عليها في تلك الدراسات . أيضاً إختبار الاسلوب المناسب لتقدير معلمات النموذج المستخدم ثم وضع تفسيرات بيولوجية للنموذج الاحصائي أو الرياضي المقترح .

## ٢- وصف بيانات النمو المستخدمة :

وحيث أن الهدف من هذا البحث هو دراسة إسلوب من أساليب التقدير وليس الهدف منه وصف البيانات . فإنه يجب أن نقوم بعمل دراسة طولية لبيانات النمو أى دراسة بيانات النمو لفرد معين خلال فترة من الزمن قد تكون ٥ سنوات أو عشرة سنوات ومن هنا كان لا بد من إيجاد مجموعة من الأفراد وتتبع بيانات نموهم الطولى لفترة طويلة قد تكون عشر سنوات أو ١٥ سنة أو عشرين سنة ويتم إختيار هؤلاء الأفراد بطريقة عشوائية - ولكن وجد أن هذه الدراسة قد تستغرق وقتاً طويلاً - ولا توجد سجلات منظمة في الوحدات الصحية المدرسية لأخذ تلك البيانات لذلك كان الحل لهذه المشكلة أن يتم تجميع بيانات عرضية عن النمو أى نأخذ عينة من الأفراد تتضمن جميع الأعمار المختلفة التي تهمننا في الدراسة ونأخذ المتوسط لكل عمر من الأعمار وكذلك حساب متوسط الطول لكل عمر من الأعمار التي يهمننا دراستها .

ولقد تم تطبيق هذه الدراسة على محافظة الدقهلية بمصر العربية وعلى ذلك تم جمع البيانات من المحافظة المذكورة على أساس عينات عشوائية من المدارس المختلفة والتي تضمنت مدارس من المراحل الابتدائية والاعدادية والثانوية سواء ثانوي عام أو ثانوي فني . بحيث أنه تم إختيار ٥٢٠٠ طالب وتلميذ وذلك بعد حذف البيانات المتطرفة والشاذة بحيث كان هذا العدد منقسم كالاتي ٢٦٠٠ من الذكور ، ٢٦٠٠ من الأنثى .

ولقد تم تسجيل العمر والطول لكل من الذكور والإناث بحيث كانت الأعمار ما بين ٦ سنوات و ١٨ سنة وتم أخذ عشرين قراءة بطريقة عشوائية لكل عمر ٢٠ من الأولاد و ٢٠ من البنات وتم إستبعاد البيانات الشاذة والمتطرفة من تلك البيانات . ثم تم أخذ متوسط الطول لكل عمر معين للبنين وللبنات ، أى أن كل ٢٠ تلميذ أخذ متوسط الطول لهم وتم إعتبارهم تلميذ واحد عند كل عمر من ٦ إلى ١٨ وكذلك الحال بالنسبة للبنات تم أخذ المتوسط لكل عشرين تلميذة بإعتباره يمثل الطول عند عمر معين ثم كرر هذا العمر عشرة مرات للبنين وكذلك عشرة مرات بالنسبة للبنات وبالتالي أصبح لدينا عينة مكونة من عشرين فرد ( عشرة تمثل البنين وعشرة تمثل البنات ) .

ولقد تم أخذ العينة من مدارس محافظة الدقهلية بطريقة عشوائية ، فلقد جُمعت بيانات هذه العينة من عشرة مناطق وهى ( المنصورة - طلخا - شربين - بلقاس - أجا - ميت غمر - السنبلأوين - دكرنس - المنزلة - المطرية ) ، و تضمنت مدارس إبتدائية واعدادية وثانوية . وكان العامل في تحديد الفصول التي تم إختيارها من المدارس هو الحصص الاحتياطي للفصول ، ولقد تم جمع بيانات الطول بإستخدام المتر أما حساب السن فقد تم حسابه من سجلات المدرسة . ولقد تم ذلك بالنسبة لبعض مدراس التعليم الفني أيضا وكذلك مثلت المدارس الحكومية والخاصة والنموزجية حتى نضمن تمثيل عينة الدراسة تمثيل جيد لبيانات مجتمع الدقهلية الفعلي .

### ٣- النموذج المقترح :

الدراسات السابقة إفتترضت عدة نماذج لتوفيق بيانات النمو ، ولكن يمكن بصفة عامة وصف النموذج الجيد بأنه ذلك النموذج الذي يقدم (١) توفيق أفضل لمنحنى النمو المعقد . (٢) يكون تمييز هذا النموذج قليل أى أن كمية التمييز لمعلمات ذلك النموذج تكون صغيرة . (٣) وأهم ما يميز النموذج الجيد أيضاً هو قلة المعلمات التي تصفه وتوضحه . ولعل نموذج اللوجستك والمقترح بواسطة بيرس وبانيز ( Pearce and Banies ) يقابل الشروط التي تتوافر في النموذج الجيد . والنموذج المقترح يأخذ الشكل

$$f(t, \theta_n) = \theta_1 - \theta_2 / \{ \exp[\theta_3(t - \theta_4)] + \exp[\theta_0(t - \theta_4)] \}$$



وقد توصل بيرس وبانيز ( Pearce and Banies ) في دراستهما المشار إليها إلى أن هذا النموذج يعتبر من أفضل النماذج التي أعطت توفيق جيد للبيانات . وتم استخدام كل المعلومات المتاحة في العينة للوصول إلى تقديرات دقيقة للمعاملات ونلاحظ أن النموذج المقترح يحتوي على خمسة معاملات وهي (  $\theta_1$  ،  $\theta_2$  ،  $\theta_3$  ،  $\theta_4$  ،  $\theta_5$  ) ، حيث أن  $\theta_1$  عبارة عن الطول عند سن النضوج ،  $\theta_2$  عبارة عن ضعف الفرق بين الطول عند سن النضوج  $\theta$  ، والطول المبدئي  $\theta_1$  الذي يتم استخدامه كقيمة أولية لتقدير تلك المعلمات ، { أي أن (  $\theta_2 = 2(\theta_1 - \theta_0)$  ) . أما  $\theta_3$  ،  $\theta_5$  فهي عبارة عن معدلات نسبية ،  $\theta_4$  عبارة عن مقدار ثابت بالسنوات لكل بيانات نمو ،  $t$  تمثل العمر أو السن . ويمكن قياس مقدار التحيز لمعاملات النموذج عن طريق إيجاد قيمة  $E(\hat{\theta})$  ونجد أن التحيز يساوي

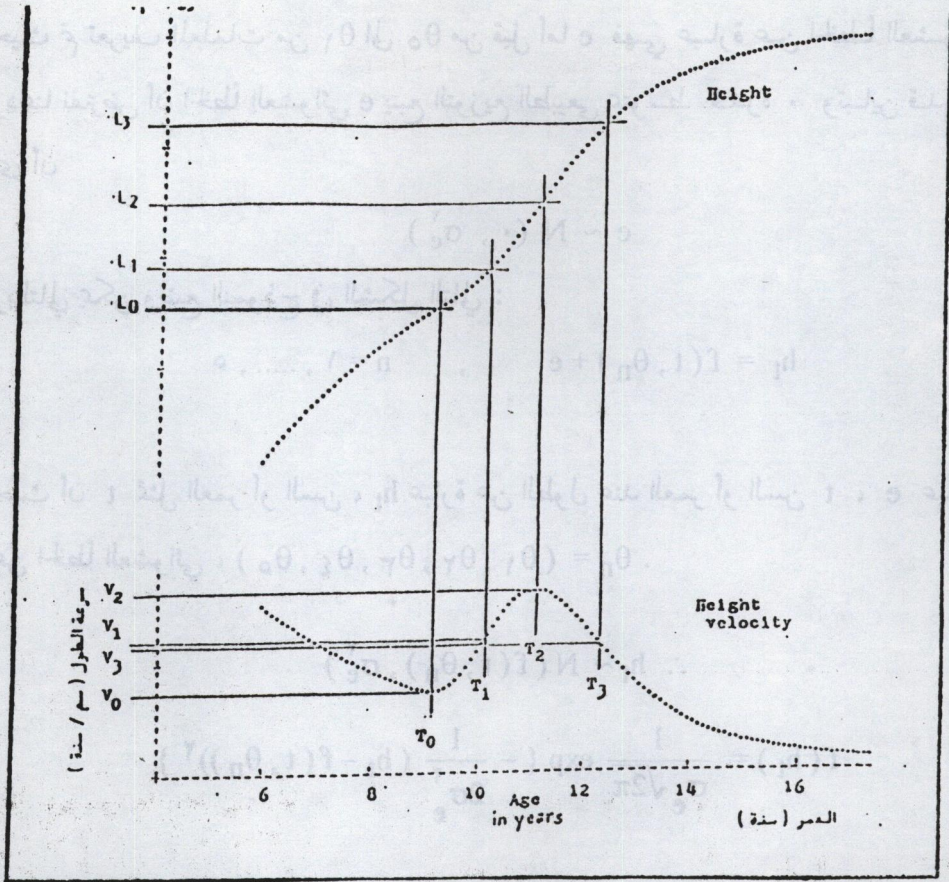
$$\text{Bias}(\hat{\theta}) = E(\hat{\theta}) - \theta$$

كذلك يمكن حساب مقدار الخطأ أو البواقي للنموذج عن طريق إيجاد الفرق بين القيم المتوقعة والقيم الفعلية للملاحظات ويمكن أيضاً حساب متوسط مربعات البواقي ( RMS ) Residual mean square لكل فرد من الأفراد في العينة عن طريق استخدام النموذج المقترح ويستخدم ( RMS ) كمقياس للتحيز فإذا زادت قيمة ( RMS ) كبرت قيمة التحيز والعكس صحيح وسوف نستخدم طريقة دالة الامكان الاعظم Maximum likelihood function لتقدير معاملات النموذج ويمكن الوصول إلى تفسيرات بيولوجية للنموذج المقترح من خلال شكل (٢) . حيث نستطيع توضيح فترة المراهقة بيانياً وهي الفترة المحصورة بين العمر  $T_1$  ،  $T_2$  ،  $T_3$  ، حيث يتضح في بداية فترة المراهقة أن منحنى سرعة النمو يكون نهاية صغرى ويأخذ في الارتفاع السريع بعد ذلك إلى أن يصل إلى القمة عند نقطة النهاية العظمى للدالة ثم يأخذ في الزيادة بمعدل متناقص مرة ثانية إلى أن يصل إلى نهاية صغرى مرة أخرى . ويفيد شكل (٢) في تحديد الأطوال والاعمار وكذلك السرعات المختلفة في فترة المراهقة بيانياً ويمكن عرض المعلمات البيولوجية كما يلي :

$T_1$  تمثل العمر عندما تكون الزيادة في سرعة النمو نهاية صغرى ( النهاية الصغرى الأولى

( أى بداية فترة المراهقة .

- T<sub>1</sub> تمثل العمر عندما تكون الزيادة في سرعة النمو في حالة انقلاب من حالة النهاية الصغرى الى حالة النهاية العظمى وهي تمثل بداية سرعة الانطلاق Take - off .
- T<sub>2</sub> تمثل العمر عند الحد الأقصى لسرعة الطول خلال فترة المراهقة أو خلال النمو الفجائي أو عندما يكون منحنى سرعة النمو نهاية عظمى Maximum .
- T<sub>3</sub> تمثل العمر عندما تكون الزيادة في سرعة النمو في حالة انقلاب ما بين نقطة النهاية العظمى الى نقطة النهاية الصغرى . وهي تمثل نهاية سرعة الانطلاق أو نهاية فترة المراهقة .
- V . تعرف بأنها مقدار السرعة عند بداية فترة المراهقة ، اى مقدار السرعة عندما تكون سرعة النمو عبارة عن نهاية صغرى .
- V<sub>1</sub> تعرف بأنها مقدار السرعة عندما تكون الزيادة في سرعة منحنى النمو تتغير من نقطة النهاية الصغرى الى نقطة النهاية العظمى أو بداية الانطلاق .
- V<sub>2</sub> تعرف بأنها مقدار السرعة عند الحد الاقصى لسرعة منحنى الطول خلال فترة المراهقة أو خلال فترة النمو الطبيعي .
- V<sub>3</sub> تعرف بأنها مقدار السرعة عند نهاية النمو الفجائي أو نهاية فترة المراهقة .
- L . تعبر عن الطول عند بداية النمو الفجائي أى في بداية فترة المراهقة عندما يكون منحنى النمو عبارة عن النهاية الصغرى الأولى له .
- L<sub>1</sub> تعبر عن الطول عندما تكون الزيادة في منحنى سرعة النمو تتغير من نقطة النهاية الصغرى الى نقطة النهاية العظمى أو بداية الانطلاق .
- L<sub>2</sub> عبارة عن الطول عند الحد الاقصى لسرعة النمو خلال فترة المراهقة خلال النمو الفجائي .
- L<sub>3</sub> تعبر عن الطول عند نهاية النمو الفجائي لسرعة النمو للطول أو عند نهاية فترة المراهقة



شكل (٢)

التفسيرات البيولوجية للنموذج المقترح

ومن الشكل نستطيع تحديد العلامات السابقة والتي تفيد في معرفة بداية فترة المراهقة في المجتمع ونهايتها وكذلك يمكن مقارنة هذه العلامات لمجتمع ما بمجتمع آخر من خلال تلك العلامات والخروج باستنتاجات عن التركيبات الفسيولوجية لذلك المجتمع محل المقارنة . ويمكن تحويل النموذج الرياضي المقترح الى نموذج إحصائي عن طريق اضافة المتغير العشوائي للخطأ (عنصر الخطأ العشوائي " e ") وذلك للدلالة عن التغيرات غير المعلومة والتي لا يمكن قياسها أو يمكن القول بأنها مقابل اخطاء القياس والتجميع وأي أخطاء أخرى وبالتالي يكون شكل النموذج الاحصائي المقترح :

$$h_t = \theta_1 - \theta_2 / \{ \exp[\theta_3(t - \theta_4)] + \exp[\theta_5(t - \theta_4)] \} + e$$

حيث تم تعريف المعلمات من  $\theta_1$  الى  $\theta_5$  من قبل أما  $e$  فهي عبارة عن الخطأ العشوائي ،  
 ودعنا نفترض أن الخطأ العشوائي  $e$  يتبع التوزيع الطبيعي بمتوسط قدره ٠ وتباين قدره  $\sigma_e^2$   
 أى أن

$$e \sim N(0, \sigma_e^2)$$

وبالتالي يمكن وضع النموذج في الشكل التالي :

$$h_t = f(t, \theta_n) + e, \quad n = 1, \dots, 5$$

حيث أن  $t$  تمثل العمر أو السن ،  $h_t$  عبارة عن الطول عند العمر أو السن  $t$  ،  $e$  عبارة  
 عن الخطأ العشوائي ،  $\theta_n = (\theta_1, \theta_2, \theta_3, \theta_4, \theta_5)$

$$\therefore h_t \sim N(f(t, \theta_n), \sigma_e^2)$$

$$f(h_t) = \frac{1}{\sigma_e \sqrt{2\pi}} \exp \left\{ -\frac{1}{2\sigma_e^2} (h_t - f(t, \theta_n))^2 \right\}$$

٤- طريقة تقدير معلمات النموذج : وسوف نتبع اسلوب دالة الامكان الاعظم وكذلك  
 طريقة المربعات الصغرى في تقدير معلمات النموذج كما يلي :

٤-١- طريقة دالة الامكان الاعظم : ويمكن التوصل الى أن دالة الامكان الاعظم والتي تكون  
 في الشكل التالي :

$$L(t, \theta) = \prod_{i=1}^n f(h_t) \\ = (\sqrt{\pi} \sigma_e^2)^{-n/2} \exp \left\{ -\frac{1}{2\sigma_e^2} \Sigma (h_t - f(t, \theta_n))^2 \right\}$$

$$\therefore L(\theta_n) = (\sqrt{\pi} \sigma_e^2)^{-n/2} \exp \left\{ -\frac{1}{2\sigma_e^2} S(\theta) \right\}$$

حيث أن

$$S(\theta) = \Sigma (h_t - f(t, \theta_n))^2$$

ولتعظيم دالة الامكان فانه يمكن تعظيم لوغاريتم الدالة ويكون لوغاريتم الدالة كما يلي

$$\ln L(\theta_n) = -\frac{n}{\nu} \ln(\nu \pi \sigma_e^2) - (1/\nu \sigma_e^2) S(\theta)$$

وعند أخذ التفاضل الجزئي لهذه الدالة بالنسبة للمعلمت الخمسة فانه يتم إهمال الجزء الأول من المعادلة حيث يساوي صفر عند أخذ التفاضلات الجزئية

$$\therefore \frac{\partial \ln \{L(\theta_n)\}}{\partial \theta_n} = \frac{\partial S(\theta)}{\partial \theta_n} = .$$

وبالتالي يمكن حل المعادلات الخمس التي نحصل عليها رقمياً وذلك باستخدام طريقة نيوتن-رافسن (Newton-Raphson method) حيث أنه يستحيل حل المعادلات الخمسة رياضياً وبالتالي نلجأ الى الطرق الرقمية أو التحليل العددي .

٤-٢- طريقة المربعات الصغرى : في هذه الطريقة فإننا نريد تقدير قيمة المعلمت  $\theta_n$  والتي تجعل مجموع المربعات للخطأ أصغر ما يمكن

$$S(\theta) = \sum_{t=1}^n \{h_t - f(t, \theta_n)\}^2$$

وبأخذ التفاضلات الجزئية بالنسبة للمعلمت  $\theta_n$  نحصل على أقل مجموع مربعات للخطأ أى أن

$$\frac{\partial S(\theta)}{\partial \theta_n} = .$$

وحيث أن القيم التقديرية

$$\hat{h}_t = f(t, \hat{\theta}_n)$$

ويمكن أن نلاحظ أنه سواء تم استخدام طريقة المربعات الصغرى أو طريقة دالة الإمكان الأعظم فإننا سوف نحصل على نفس المعلمت ، لأننا بالفعل نحصل على أقل مجموع مربعات للخطأ في الطريقتين وعلى ذلك فليس هناك اختلاف في الطريقتين على النموذج المقترح .

٥- نتائج الدراسة :

سوف نستعرض النتائج الخاصة بهذا البحث في ثلاثة اجزاء ، حيث سوف نوضح في الجزء الاول المشاكل الخاصة بتوفيق نموذج بيانات النمو الفعلية وكيفية تقدير معلمات النموذج باستخدام البيانات الفعلية للنمو وفي الجزء الثاني سوف نركز على إثبات مدى فاعلية النموذج المستخدم في شرح وتفسير ظاهرة النمو الجسماني في محافظة الدقهلية . وأخيراً سوف نقوم بدراسة المعلمات المقدرة من حيث خواصها الإحصائية وتفسير هذه المعلمات بيولوجياً في الجزء الثالث .

### الجزء الأول : مشاكل تطبيق النموذج .

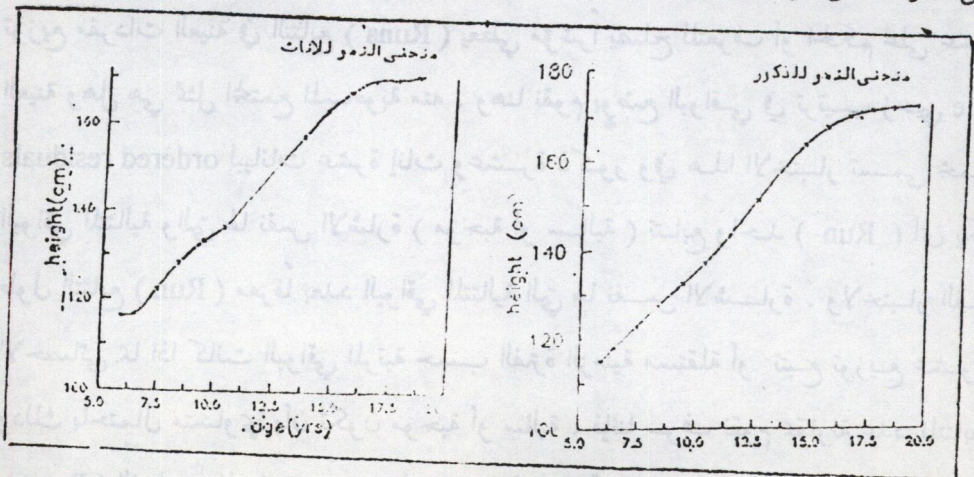
تم توفيق النموذج المقترح ببيانات النمو الجسماني خلال فترة المراهقة لعدد من الذكور وعدد من الإناث وفي كل مرة كانت قيم النموذج تتقارب Converges بكل سهولة في خطوات قليلة، حيث أننا كما سبق الذكر نستخدم احدى طرق التحليل العددي ( Newton - Raphoson method ) لإستحالة الحصول على حل نهائي رياضي لمعادلات التقدير . ولم يوجد دليل واحد على أن هناك نهاية صغري للمنحنى . ولقد تم توفيق النموذج ببيانات كل فرد على حدة وتم توفيق النموذج مرتين لكل فرد بحيث استخدمت قيم مختلفة تماماً كقيم مبدئية وفي كل مرة كنا نحصل على نفس النتائج ( قيم المعلمات المقدرة ) وتم استخدام القيم المقدرة لكل فرد من التعويض في النموذج للحصول على الأطوال التقديرية لكل فرد ( $\hat{h}_t$ ) والتي عن طريقها أمكن حساب البواقي Residual بطرحها من القيم الفعلية ( $h_t$ ) وبدلاً من تسجيل جميع النتائج من هذا البحث فإنه تم إختيار بيانات أحد الذكور والتي تقترب من المتوسط للذكور ونفس الشيء بالنسبة للإناث وسوف نطلق على بيانات هذا الذكر وهذه الانثى بيانات النمو للذكور والإناث على التوالي . أيضاً تم مقارنة ( RMS ) لكل فرد من الذكور بقيمة ( RMS ) المجموع للذكور وكذلك الحال بالنسبة للإناث . حيث يمكن إيجاد قيمة ( RMS ) المجموع للذكور أو الإناث عن طريق استخدام تحليل التباين المجموع للذكور وللإناث ويتم بعد ذلك إختيار الذكر والانثى الذي له أقرب قيمة الى تلك القيمة المجمعة وهي ١,٤٣٥ ، ١,١٥١ ، ٥ للذكور وللإناث على التوالي .

جدول (١)

المعلمات المقدرة للنموذج المقترح

الاناث	الذكور	المعلمت المقدرة
١٥١,٩٩٥٥	١٦١,٨٠٠٢	$\theta_0$
١٦٣,٠٣١٨	١٧٢,٨٦٢٤	$\theta_1$
.١١٥٥٠٣	.١١٠٧١٢٣	$\theta_3$
١٢,٨٧٦٥	١٤,٥٠٠٦	$\theta_4$
.٧١١٣٠٠٦	١,١٣٢٠٩٧	$\theta_5$

أيضاً لقد تم حساب قيمة  $(\hat{h}_t)$  لكل فرد ورسم المنحنى الخاص بالنمو لكل فرد واختيار النموذج الأقرب الى شكل منحنى الدالة وفي جميع الحالات نجد فعلاً أن ذلك الذكر المختار أو الانثى المختارة لهم أقرب (RMS) وكذلك أقرب منحنى ومن هنا سوف نطلق على بيانات هذا الذكر ببيانات الذكور وبيانات هذه الانثى ببيانات الاناث ونفس الشيء بالنسبة للرسم البياني ويوضح جدول (١) قيمة المعلمت المقدرة للنموذج المقترح باستخدام الطرق الرقمية . ويوضح شكل (٣) منحنى النمو باستخدام النموذج المقترح والمعلمت المقدرة ، ويمثل الجزء الأيمن من الشكل منحنى نمو الذكور بينما يمثل الجزء الأيسر منحنى نمو الاناث .



شكل (٣)

منحنيات النمو الخاصة بالذكور والاناث

## الجزء الثاني : اختبار مدى فعالية النموذج المستخدم ودقة المعلمات المقدرة .

الآن وبعد تقدير معلمات النموذج لا بد من اختبار مدى دقة المعلمات وسبب ذلك ان القياسات مسجلة لمفردات عينة عشوائية . ويكون المتطلب الأول هنا لعمل الاستدلال الاحصائي عن طريق دالة الامكان الاعظم أو طريقة المربعات الصغرى هو إفتراض أن الخطأ العشوائى (e) مستقل ويتبع التوزيع الطبيعي بمتوسط قدره صفر وتباين ثابت قدره  $\sigma_e^2$  . ويمكن بسهولة إثبات أنه يتبع التوزيع الطبيعي عن طريق دراسة أشكال الانتشار للبواقي وبالتالي دراسة الترتيب الطبيعي لتوفيق البيانات ، ونجد أن شكل الانتشار للبواقي في مقابل الأطوال  $\hat{h}_i$  المقدرة والمستخرجة بإستخدام النموذج المقترح يوحي بعدم الاستقلال بين البواقي ولكن لا يوجد أى دليل على عدم ثبات التباين بين البواقي Heteroscedastisty . وفي هذا البحث تم استخدام اسلوبين احصائيين للحكم على التقديرات التي حصلنا عليها وكذلك للحكم على صلاحية النموذج المقترح من عدمه وهذه الاختبارات هي إختبار التابع (Runs test) وكذلك تحليل درجة الإعتماذية Reliability analysis .

إختبار التابع (Runs test) : عند اجراء أى إختبار إحصائي نفترض دائما أن القياسات مسجلة من مفردات عينة عشوائية وإن كنا لا نتحقق من عشوائية العينة وبالتالي فإنه ما لم تكن العينة عشوائية فإن المقاييس الاحصائية تكون مقاييس متحيزة Biased كما أن القرارات التي تتخذ في شأن الاختبارات الاحصائية قد تكون غير صحيحة . وعلى ذلك فان توزيع مفردات العينة في التابع (Runs) يعطي مؤشراً يصلح للتعرف أو الحكم على عشوائية العينة وهل هي تمثل المجتمع المسحوبة منه . وهنا نقوم بوضع البواقي في ترتيب زمني Time-ordered residuals لبيانات عشرة إناث وعشرة ذكور وفي هذا الاختبار تسمى مجموعة البواقي المتتالية والتي لها نفس الاشارة ( موجبة أو سالبة ) بتابع واحد (Run) أى يكون طول التابع (Run) معرفاً بعدد البواقي المتتالية التي لها نفس الاشارة . ولاختبار الفرض الاحصائي بما اذا كانت البواقي المرتبة حسب الفترة الزمنية مستقلة أو تتبع توزيع عشوائى، وذلك باحتمال متساوي بأن تكون موجبة أو سالبة ، فإننا سوف نقوم بمقارنة عدد المتتابعات (Runs) الفعلي (المشاهد) بعدد المتتابعات المتوقعة تحت إفتراضنا الاحصائي فإذا إفتراضنا أن n عبارة عن مجموع البواقي Runs ،  $n_1$  تمثل مجموع البواقي ذات الاشارة الموجبة ،  $n_2$



تمثل مجموع البواقي ذات الإشارة السالبة ،  $u$  تمثل عدد المتابعات ، أما قيمة  $P$  فهي عبارة عن دالة كثافة الإحتمال لحدوث  $u$  من المتابعات ولقد قام بإعداد هذا الجدول (Frieda S. Swed ١٩٤٣) لعينة من حجم  $n_1$  ،  $n_2$  ويمكن الحصول على قيمة  $P$  من جدول التوزيع الإحتمالي لعدد المتابعات ويمكن مقارنة القيمة  $P$  بمستوى معنوية معين وليكن  $(\alpha = .٠٥)$  ونقوم برفض الفرض العدمي بان إشارات المتابعات تتبع توزيع عشوائي إذا كانت قيمة  $P < ٠.٠٥$  ويكون الاختبار الاحصائي عند مستوى المعنوية المشار إليه كمايلي :

الفرض العدمي ( $H_0$ ) : أن إشارات المتابعات تتبع في متابعتها توزيع عشوائي .  
الفرض البديل ( $H_A$ ) : أن إشارات المتابعات لا تتبع في متابعتها توزيع عشوائي

وجداول (٢) يلخص النتائج الخاصة بعشرين فرد ( ذكور وإناث ) ويتضح أن النموذج يمكن تطبيقه بكفاءة عالية وهذا دليل على أن العينة عشوائية وتمثل المجتمع المسحوبة منه أفضل تمثيل ولقد وجد أن ثمانية عشرة من العشرين فرد نتائجهم إيجابية أي يصلح تطبيق النموذج على بياناتهم بينما ظهر أن التطبيق على إثنين منهم غير معنوي وبالتالي فإن ٩٠٪ من عينة الدراسة صالحة لتطبيق النموذج وهي عبارة عن عينة عشوائية وتمثل المجتمع المسحوبة منه .

### جدول (٢)

يوضح نتائج المتابع لكل فرد من الذكور والإناث

i	n	$n_1$	$n_2$	U	P	القرار
m	١٣	٦	٧	٩	.١٤٦	معنوي
(f)	(١٣)	(٨)	(٥)	(٩)	(.١٣٦ )	(معنوي)
m	١٣	٧	٦	٨	.٢٣٣	معنوي
(f)	(١٣)	(٥)	(٨)	(١٠)	(.٠٥٥ )	(معنوي)

m	١٣	٧	٧	٩	١٤٦	معنوي
(f)	(١٣)	(٦)	(٧)	(٧)	(.٢٠٤ )	(معنوي)
m	١٣	٧	٦	٨	.٢٣٣	معنوي
(f)	(١٣)	(٧)	(٦)	(٨)	(.٢٣٣ )	(معنوي)
m	١٣	٥	٨	٩	.١٣٦	معنوي
(f)	(١٣)	(٦)	(٧)	(١٠)	(.٠٨٧ )	(معنوي)
m	١٣	٧	٦	٧	.٢٠٤	معنوي
(f)	(١٣)	(٦)	(٧)	(٩)	(.١٤٦ )	(معنوي)
m	١٣	٦	٧	٩	.١٤٦	غير معنوي
(f)	(١٣)	(٨)	(٥)	(١١)	(.٠١٦ )	(معنوي)
m	١٣	٨	٥	٩	.١٣٦	معنوي
(f)	(١٣)	(٧)	(٦)	(٨)	(.٢٣٣ )	(معنوي)
m	١٣	٤	٩	٩	.١٥٧	غير معنوي
(f)	(١٣)	(٧)	(٦)	(١١)	(.٠٢٦ )	(معنوي)
m	١٣	٨	٥	٩	.١٣٦	معنوي
(f)	(١٣)	(٦)	(٧)	(٦)	(.١٧٥ )	(معنوي)

كما يمكن تطبيق الاختبار على البيانات المختارة لكل من الذكور والاناث وذلك يتضح من البيانات الموجودة في جدول (٣) والذي ويوضح أن النتائج ايجابية عند التطبيق على البيانات المختارة ويمكن الاعتماد عليها .

جدول (٣)

اختبار التابع لمتوسط الذكور والاناث

القرار	P	U	n <sub>٢</sub>	n <sub>١</sub>	n
معنوي	.٠٨٧	١٠	٦	٧	١٣
معنوي	.٢٠٤	٧	٦	٧	١٣

تحليل درجة الاعتماد Reliability analysis : يمكن استخدام تحليل درجة الاعتماد للحكم على مدى دقة تقديرات المعلمات الخاصة بالنماذج المستخرجة بإستخدام البيانات الفعلية للنمو الجسماني . والغرض هنا يقتصر على المقارنة بين مصفوفة التباين والتغاير للمعلمات والتي سوف نرمز لها بالرمز  $\Sigma b$  ومصفوفة التباين والتغاير لمقياس الخطأ العشوائي وسوف نرمز لها بالرمز  $\Sigma e$  ، وذلك للحكم على مدى صلاحية التقديرات التي حصلنا عليها ودرجة الاعتماد عليها . و جدول (٤) يبين مصفوفة التباين والتغاير للمعلمات وكذلك مصفوفة الارتباط حيث يقع التباين على القطر الرئيسي وتقع التغيرات المختلفة أسفل القطر الرئيسي وتقع الارتباطات المختلفة بين المعلمات فوق القطر الرئيسي وذلك لكل من الذكور والاناث ، أيضا يوضح الجزء الذي يقع أسفل الجدول معالم أخرى مثل المتوسط Mean والانحراف المعياري SD للمعلمات لكل من الذكور والاناث وكذلك الفرق بينهم ( الذكور - الاناث ) لتوضيح أن هناك معلمات تكون أكبر في حالة الذكور عنها في حالة الاناث ونلاحظ أن البيانات الخاصة بتقديرات الإناث دائما توجد داخل اقواس بالجدول . ومن جدول (٤) نلاحظ أيضاً أن  $\theta_١$  ،  $\theta_٢$  ،  $\theta_٣$  تكون أكبر بشكل واضح في الذكور عنها في حالة الإناث بينما  $\theta_٣$  تكون أكبر في حالة الاناث عنها في الذكور وهذا واضح من الجدول عند أخذ الفرق بين متوسطات الذكور والاناث وإذا تم أخذ الفرق لجميع الحالات نجد أن  $\theta_٥$  لا

تأثر بنوع الجنس على الرغم من أنها أكبر في الجدول في حالة الذكور ، ونلاحظ من الجدول أن العلاقة بين  $\theta_0$  ،  $\theta_4$  علاقة قوية تساوي ٩٦٩. للاناث ، ٧٨. للذكور وتعتبر أعلى علاقة ارتباط بين المعلمات  $\theta_0$  ،  $\theta_4$  علاقة قوية تساوي ٩٦٩. للاناث ، ٧٨. للذكور وتعتبر أعلى علاقة ارتباط بين المعلمات المختلفة ونلاحظ أيضا أن هناك علاقة عكسية سالبة بين  $\theta_1$  ،  $\theta_3$  فهي تصل في الذكور الى ٨٦- أما بالنسبة للاناث فتصل الى ٥٣- أما التباينات المختلفة فان أعلى تباين يكون خاص بالمعلمة  $\theta_1$  ويصل الى ٤،١٧٥٩ في الذكور ، ويكون أعلى ما يمكن بالنسبة للاناث للمعلمة  $\theta_0$  ويقدر بحوالي ٢٣،٠٩ .

## جدول (٤)

Parometes المعلمة المقدره	$\theta_0$	$\theta_1$	$\theta_3$	$\theta_4$	$\theta_5$
$\theta_0$	١,٧٥٨٧ (٢٣,٠٩٤)	-٠٠٦٠٤٦ (٣٠٣٥٨)	٤٥٤٧٣ (٩٥٣٩٧)	٧٨٠١ (٩٦٨٧٨)	-٠٠١١٨٦ (٦٨٧٤١)
$\theta_1$	-٠١٦٣٨ (١,٧٦١٧)	٤,١٧٥٩ (١١,٤٥٨١)	-٠٨٦٢٧ (-٠٥٣١٨)	١٠٨٣٤ (٣٢٤١٤)	-٠٥٤١٤٣ (-٠٠٥٩٣٧)
$\theta_3$	٠٠١٠٦٧ (٢٠١٢٢)	-٠٠٣١٤ (٠٠٢٨٢)	٠٠٠٠٣١ (٠٠٠١٩٣)	٠٠٧١٥٨ (٩١٦١٩)	٠,٤٨٧٤٤ (٨٠٥٩١)
$\theta_4$	٠٥٦٥٣٩ (٤,٨٤٧٨)	٠١٢١٠٢ (٤٠٧٥٤)	٠٠٠٠٦٩ (٠٠٤١٨٧)	٢٩٨٨ (١,٠٨٤٢)	-٠٠٨٥٠٣ (٢٣٢٩٠)
$\theta_5$	٠١٥٢٤ (١,١٢٤٨)	-١,٠٧٢٥ (-٠٢٤٤١)	٠٠٠٨٣٦ (٠٠١٢٠٤)	-٠١٦٠٤٧ (٦٥٦٩٩)	٠٩٣٩٧٢ (١١٥٩٤)
Mean	١٦١,٤٨٦ (١٥١,٥٢٨ ١)	١٧٣,٠٦٦ (١٦٢,٨٦٦ )	١٠٨٥٧ (١١٦٢١)	١٤,٤٤٦ (١٢,٨٣١ ٨)	١,٥٣٥٠ (٨٩٤٦٨)

SD	١,٣٢٥٩ (٤,٨٠٥٧)	٢,٠٤٣٥ (٣,٣٨٤٩٨ )	٠,١٧٧ (٠,٤٣٨٩)	٠,٥٤٦٦٣ (١,٠٤١٢ ٦)	٠,٩٦٩٣٩ (٠,٣٤٠٤٩)
M - F	٩,٩٥٧٩	١٠,٢	-٠,٠٠٧٦٤	١,٦١٤٢	٠,٦٤٠٣٢

وسوف نستخدم دالة الامكان الاعظم لحساب مصفوفة التباين والتغاير الخاصة

بالخطأ العشوائي ( $\hat{\Sigma}e$ ) المقدرة حيث أن

$$\hat{\Sigma}e = \hat{\sigma}_e^2 H^{-1}$$

حيث أن

$$H = \frac{\partial^2 \Phi}{\partial \theta_i \partial \theta_k} = \frac{\partial^2 \ln L}{\partial \theta_i \partial \theta_k}$$

حيث أن مصفوفة H هي عبارة عن مصفوفة مكونة من المشتقة الثانية لدالة الامكان الاعظم وتسمى مصفوفة هيشيان (Hessian) - ويمكننا الآن الحصول على تباين الخطأ المتوسط للأفراد سواء للذكور أو الإناث  $\hat{\sigma}_e^2$  ولقد سبق الحصول عليه باستخدام تحليل التباين وهو عبارة عن (RMS) حيث وجد أن قيمته تساوي ١,٤٣٥ ، ١٥١ ، ٥ للذكور وللإناث على التوالي . ويوضح جدول (٥) مصفوفة التباين والتغاير للخطأ والتي رمزنا لها بالرمز  $\hat{\Sigma}e$  والتي هي عبارة عن حاصل ضرب  $\hat{\sigma}_e^2$  في مصفوفة التباين والتغاير للمعلمات . ونلاحظ أن القيم الموضحة داخل الأقواس هي الخاصة بالإناث ويمثل الصف الأخير في الجدول الخطأ المعياري للبواقي .

جدول (٥)

متوسط التباين والتغاير للخطأ العشوائي والخطأ المعياري

للذكور وللإناث

Parometes المعلمة المقدرة	$\theta_0$	$\theta_1$	$\theta_2$	$\theta_3$	$\theta_4$
$\theta_0$	.٦٧١ (٣,٧١٣٠)	٣٤٣٢ (٢,٠٨٠٨)	..٠٤١٩٩ (.٠١٨٥)	١٢٩٤٥ (.٩١٩٩)	-..٠٠٤١ (-٠.٦٣٤)
$\theta_1$		.٥٥٢٨ (١,٨٣٧٨)	-..٠٠١٩٨ (.٠٠١٣٣)	.٥٤٧٦ (.٤٩٩٩)	-..٠١٠٣ (-٠.٥١٤)
$\theta_2$			.....٨ (.٠٠٠٢٧)	...٧١٦ (.٠٠٣٦٣)	.....٤ (-٠.٠٠٢٦)
$\theta_3$				.٠٣٠٢٤ (.٢٧٤٩٩)	-..٠٠١٦ (-٠.١٨٦٥)
$\theta_4$					...٠٤٩ (.٠١١٠٤)
SE	.٨٧٨٥ (١,٩٢٦٩)	.٧٤٣٥ (١,٣٥٥٧)	...٠٨٩٤ (.٠١٦٤)	.١٧٣٨٩ (.٥٢٤٤)	.٠٧ (.١٠٥٧)

ويمثل القطر الرئيسي التباينات أما التغيرات بين المعلمات فتقع أعلى وأسفل القطر الرئيسي بينما يمثل الصف الأخير من الجدول الخطأ المعياري للمعلمات . ولحساب معاملات درجة الاعتماد وذلك للحكم على دقة المعلمات المختلفة للنموذج والتي تم تقديرها نستخدم المعادلة الآتية

$$\tau = \frac{\sigma_b^2 - \sigma_e^2}{\sigma_b^2}$$

حيث أن  $\sigma_e^2$  تمثل تباين الخطأ ،  $\sigma_b^2$  تمثل تباين المعلمة . حيث يمكن إيجاد  $\sigma_b^2$  من جدول (٤) ،  $\sigma_e^2$  من جدول (٥) ويمكن تلخيص النتائج في جدول (٦) .

## معاملات درجة الاعتماد

	$\theta$	$\theta_1$	$\theta_2$	$\theta_3$	$\theta_0$
Males	...	...	...	...	.٩٩٥
Females	...	...	...	...	.٩٦٤

ومقارنة هذه المعاملات التي حصلنا عليها في الجدول السابق بمعامل الارتباط المستخرج من الجداول الإحصائية وذلك عند مستوى معنوية ( $\alpha = 5\%$ ) ودرجات حرية ١٠ درجات نجد أن  $\tau = 0,576$  ، وعلى ذلك نجد أن المعاملات للمعاملات المختلفة معنوية لأنها أكبر من القيمة الجدولية . وهذا يوضح أن الاختلافات في التقديرات للمعاملات الخاصة بالافراد لا ترجع الى مقياس الخطأ وكلها ترجع الى الاختلافات الفردية بين الأفراد . وبالتالي نجد أن  $H_0$  الخاصة بالذكور قليلة نسبية وذلك يرجع الى أن التباين للخطأ يعتبر كبير مما يؤدي الى تقليل قيمة المعامل وذلك بالنسبة للذكور وكذلك بالنسبة للمعملة  $\theta_3$  . وتكون الخلاصة أن كل المعاملات معنوية بدرجة ثقة ٩٥% وعلى ذلك نستنتج أن هذه التقديرات يمكن الاعتماد عليها وبالتالي يمكن الاعتماد على النموذج المقترح لتفسير ظاهرة النمو .

الجزء الثالث : دراسة المعاملات الاحصائية وتفسيرها بيولوجيا : وحيث أننا نهدف الى وضع تفسيرات بيولوجية لمعاملات النموذج الاحصائي المقترح فإننا سوف نقوم بشرح المعاملات الرياضية وتحويلها الى معلمات بيولوجية تعبر عن الاحداث البيولوجية الهامة في النمو . ولتقدير هذه المعاملات فإننا نحتاج الى تحديد وقياس سرعة النمو Velocity والتي سوف نرمز لها بالرمز  $V$  ويمكن الحصول عليها عن طريق أخذ المشتقة الأولى للدالة  $f(t, \theta_n)$  وذلك بالنسبة للعمر  $t$  كما يلي

$$V = \frac{dh_t}{dt}$$

ثم التعويض بين الملمات الاحصائية المقدرة في معادلة سرعة النمو (V) لنحصل على سرعة النمو عن كل قيمة t وبتمثيل بيانات سرعة النمو (V) بيانياً يمكننا تقسيم فترة المراهقة الى أربعة مراحل والتي سبق ذكرها وتوضيحها في شكل (١) وشكل (٢) وبرسم منحنى النمو لكل طفل على حدة نلاحظ أنه في كل الأشكال يتفق منحنى النمو مع سلوك دالة اللوجستك وهي تشبة ذلك الجزء الخاص بمنحنى النمو في شكل (١) وبالتالي لن نتعرض لتلك الاشكال هنا .

أيضاً يمكن تحديد الاعمار لكل فترة من تلك الفترات الأربع فيمكن تحديد نقاط النهاية العظمى والصغرى لسرعة النمو بأخذ المشتقة الأولى للدالة (V) ومساواتها بالصفر لتحديد T. والتي تمثل العمر عند النهاية الصغرى ،  $T_2$  والتي تمثل العمر عند نقطة النهاية العظمى . ولإيجاد  $T_1$  ،  $T_3$  فإننا نقوم بأخذ المشتقة الثانية لسرعة النمو (V) وذلك لتحديد العمر عند نقطة الانقلاب من النهاية الصغرى الى النهاية العظمى وهي  $T_1$  ، او العمر عند نقطة الانقلاب من النهاية العظمى الى النهاية الصغرى وهي  $T_3$  . وجدول (٧) يوضح تلك الملمات البيولوجية الاثنى عشر والتي سبق توضيحها في بداية هذا البحث وذلك باستخدام بيانات النمو لمحافظة الدقهلية . ونلاحظ أيضاً من جدول (٧) مجموعة من التفسيرات البيولوجية حيث أن فترة البلوغ تبدأ في البنات في وقت مبكر عنها في الأولاد حيث تبدأ في الأولاد في سن ١٠,٤٤ سنة بينما تبدأ في سن ٨,٨٩ سنة عند الاناث أى أن فترة المراهقة تمثل بالفترة (١٠,٤٤ - ١٥,٤٧) سنة لدى الذكور والفترة (٨,٨٩ - ١٤,٠٨) سنة عند الإناث . أيضاً نجد أن أقصى سرعة للطول عند الأولاد تكون ٧,٢٢ (سم/سنة) أما البنات فتكون ٥,٤٢ (سم/سنة) . أيضاً يتضح أن الطول عند الأولاد في بداية فترة المراهقة مساوي ١٢٩,٤٣ سم . وكذلك يكون الطول عند نهاية فترة المراهقة ١٦٧,٤٧ سم ، ١٥٧,٠٨ سم للذكور والاناث على التوالي ومن ذلك نلاحظ أن زيادة الطول في الاولاد في فترة المراهقة يكون بمقدار ٢٨,٧٣ سم وفي البنات يكون ٢٧,٦٥ سم .



## جدول (٧)

العمر وسرعة النمو وكذلك الطول في الاحداث الأربعة  
في فترة المراهقة للذكور والاناث

PARAMETER	MALES	FEMALES
T.	١٠,٤٤٤٢	٨,٨٨٧٢
T <sub>١</sub>	١٢,٩٠٩٨	٩,٩٢٢٧
T <sub>٢</sub>	١٤,٠٠٤٥	١٠,٧٦٣٦
T <sub>٣</sub>	١٥,٤٦٨٦	١٤,٠٧٧٥
V.	٤,٣٢٢٦	٥,٣١٨٩
V <sub>١</sub>	٦,١٤٥٢	٥,٣٧٦٥
V <sub>٢</sub>	٧,٢١٥٩	٥,٤٢٥٨
V <sub>٣</sub>	٤,٦٠٩٠	٣,٢٥٣٣
L.	١٣٨,٧٣٧٥	١٢٩,٤٣٤١
L <sub>١</sub>	١٥٠,٨١٨٨	١٣٥,٣٨٠٠
L <sub>٢</sub>	١٥٨,٢٧٧٠	١٤٠,٢٦٨٩
L <sub>٣</sub>	١٦٧,٤٧٢٧	١٥٧,٠٧٨٦

وأخيرا فإن العلاقة بين معلمات النموذج والمعلمات البيولوجية تم فحصها وتحليلها  
ولعل أبسط الوسائل لذلك هو دراسة علاقة الارتباط بين النوعين من المعلمات ( المعلمات  
الاحصائية المقدره والمعلمات البيولوجية ) ويجب توخي الحذر عند عمل ذلك التحليل لأن

المعلمت البيولوجية عادة تكون فيما بينها علاقات خطية ، فاذا تم إعتبار عدد كبير من هذه المعلمت البيولوجية فإن مصفوفة الارتباط سوف تكون فيما بينها علاقات إعتمادية خطية Linear dependence وهذا في الحقيقة يؤدي الى ظهور أخطاء في تفسير الظاهرة ولهذا السبب تم إعتبار عدد محدود من المعلمت البيولوجية في هذه الدراسة .

### جدول (٨)

معاملات الإرتباط بين معلمت النموذج المقترح  
ومجموعة مختارة من المعلمت البيولوجية

Parameter	Age at T.	Higit at T.	Velocity at T.	Age at PHV	Higit at PHV	Velocity at PHV
$\theta_0$	.٢٢ (.١٠)	.٩٠ (.٩٣)	.١٣ (.٣٢)	.٢٣ (.٠٥)	.٩٧ (.٩٨)	-.٠٩ (-.١٣)
$\theta_1$	.٠٢ (.٠٩)	.٧٥ (.٨١)	.٢٦ (.٢٧)	.٠٨ (.٠٣)	.٩٢ (.٩٢)	-.١١ (-.٠٣)
$\theta_2$	.٠٦ (.٢٧)	.١٥ (.٥٨)	.٤٦ (.٥٨)	-.٣٢ (-.٣٦)	-.٠٦ (.٣٣)	-٣٠ (-.١٥)
$\theta_3$	.٠٩٣ (.٠٧٩)	.٠٦٢ (.٠٠٩)	-.٧٩ (-.٦٢)	.٠٩٩ (.٠٩٦)	.٣٤ (.١٠)	-.٨٢ (-.٣٦)
$\theta_4$	.١١ (.٢٣)	.٠٦ (.٣٢)	.١٢ (-.٠٥)	-.٢٠ (-.١٥)	-.٠١٥ (-.٠١٩)	.٦٣ (.٥٢)

و جدول (٨) يوضح هذا الارتباط للنموذج ويمكن ملاحظة أن  $\theta_1$  ،  $\theta_2$  تصاحب الطول PHV بصورة أساسية ولكن تكون أقل مع الطول T. بينما نجد أن  $\theta_3$  تصاحب بصفة أساسية عجلة النمو عند T. بينما المعدل الآخر الثابت  $\theta_4$  يكون راجع الى سرعة

النمو (العجلة) عند PHV . أما  $\theta_4$  فعلى الرغم من إرتفاع معامل الارتباط بينها وبين  
المعلومات الأخرى فإنها تصاحب بصفة أساسية العمر PHV .

### المناقشة :

لاحظنا أنه من الممكن إقتراح وترشيد نموذج إحصائي لوصف منحني النمو الجسماني  
للإنسان ولقد كانت طرق إشتقاق النموذج تطبيقية بحتة . ولاحظنا أيضاً أن منحني النموذج  
يماثل منحني النمو لكل فرد تقريباً . ولقد وجدنا أن النموذج المقترح حقق توفيقاً أفضل  
لليانات عن النماذج الأخرى المستخدمة في أبحاث بريس وبانيز وكذلك بوك وآخرون  
Bock et al ١٩٧٣ . ولم نجد أى صعوبة عملية عند استخدام الطرق الرقمية ( نيوتن-  
رافسن ) في إيجاد المعلومات . أيضاً لاحظنا أن هناك نوع قليل من الارتباط الذاتي للبواقي .  
وتم إجراء اختبار التتابع Runs Test بغض النظر عن حجم البواقي ولقد تم أحيانا استخدام  
اختبار دربن-واتسن (Durbin-Watsan Test) ولقد وجد بصفة عامة أن الارتباط بين  
البواقي كان أقل تكرارا باستخدام الاختبار الأخير عن النتائج التي ظهرت من اختبار التتابع .  
وبصفة عامة يعطينا النموذج المقترح تمثيل مقبول جداً لمنحني النمو . أما عن المشكلة  
الاساسية وهي تأثير الارتباط الذاتي على تقديرات التباين للمعلومات وعلى الاختبارات  
الاحصائية فإن واتسن (Watson ١٩٥٥) أشار بأن إهمال الارتباطات سوف تؤدي الى  
تقديرات صغيرة مضللة للتباين Deceptively small variance ولهذا السبب فإن جميع  
المستويات المختلفة هنا سوف تعتبر كتقريب وينظر على أنها مختلفة إختلافاً أكثر من اللازم )  
( Over - Significant ) .

وكما سبق أن ذكرنا فإنه يكون من الصعب وضع تفسيرات بيولوجية بسيطة للمعلومات  
المقدرة ولكن نجد أنه من الممكن أن نذكر بعض الملاحظات القليلة فنجد أن  $\theta_5$  ،  $\theta_6$  تعود  
أساساً الى سرعة النمو بمعنى أن تلك المعلومات تؤثر في درجة سرعة النمو (V) في فترة ما قبل  
البلوغ وكذلك ( العمر PHV ) على التوالي وذلك يمكن توقعه من البناء الهيكلي الأولى  
للمنموذج وهذه المعلومات تكون عبارة عن الفرص الدنيا والعليا وكذلك فإنها تتحكم في  
معدل التغير عندما تصل h الى  $h_1$  وبالتالي فإن معلمة الطول  $\theta_1$  ،  $\theta_2$  يكون معناها

البيولوجي واضح وتكون  $\theta$  قريبة الى العمر PHV والتي يكون إرتباطاتها قوية وكتنتيجة نهائية لهذه المناقشة فإن النموذج المقترح يعتبر نموذج عام ومرن لتوفيق بيانات النمو ويمكن الاعتماد عليه في هذا التوفيق ويحتوي على خمسة معلمات فقط وله شكل رياضي بسيط ومفهوم ، وبالإضافة الى ذلك فإن بيرس وبانيز ( Pearce and Banies ١٩٧٨ ) عبر عن هذا النموذج خلال سنتين من سن النضوج في شكل المعادلات التفاضلية التالية:

$$\frac{dh}{dt} = S(t).(h_1 - h)$$

$$\frac{dS}{dt} = (S_1 - S)(S - S_0)$$

حيث إفترض أن  $S$  عبارة عن دالة في الوقت بدلا من الطول أى يمكن التعبير عنها فى الشكل  $S(t)$ ، وبالتالي يمكن تخفيض المعلمات إلى ثلاثة معلمات فقط وهي  $S_0$  ،  $S_1$  ،  $S_2$  ، والتي يقابلها فى هذا البحث  $\theta_1$  ،  $\theta_2$  ،  $\theta_3$  ،  $\theta_4$  على التوالى . ونلاحظ أن التوقعات بالنسبة للعمر الأقل لا يمكن تقديره بالبيانات التي استخدمت في هذه الدراسة ولكن يمكن عمل أبحاث إضافية في ذلك المجال. أيضاً عملية فحص ودراسة مدى فعالية ( Rubstness ) النموذج المقترح أيضاً ما زالت نقطة بحث مفتوحة تستحق الدراسة والتحليل حتى تزداد الثقة في فعالية النموذج المقترح وإستخداماته فى تفسير ظاهرة النمو الجسماني للإنسان في فترات العمر المختلفة ومن الممكن أيضاً استخدام توصيف الانحدار أو الانحدار التشخيصي Regression diagnostics وكذلك تصميم التجارب Experemntal design في اثبات مدى فعالية النموذج وفي وصف الظاهرة بيولوجياً لفترات العمر المختلفة .

### Referances

Brownlee,K.A.,١٩٦٠, Statistical Theory and Mathodology in Science and Engineering, John - Wiley : New York .

Curtis,F. Gerald.,١٩٧٨, Applied Numerical Analysis , Addison-Wesley Publishing Company Inc .

Draper,R.,N.,and Smith,H.,١٩٦٦,Applied Regession Analysis , New York :

John- Wiley and Sons,Inc,PP.٢٦٣-٢٩٩

- El-hussiny, F., ١٩٨٧, Theory of Estimation, Zagajig University ( Banha), PP. ٦٩-٧١
- Hogg,R.,V.,and Craig,A.T., ١٩٧٨, Introduction To Mathematical Statistics, Mac Publishing Co,Inc , New York :
- Khalil , I., F., ١٩٨٨ , Community Medicing For Medical Student , Cairo University , PP . ٨٥-١٠٥ .
- Johnson , R.H., and Wichern,D.w., ١٩٨٢, Applied Multivariate Statistical Analysis , Hall Englewood Cliffs .
- Kleinbaum , G.,D.,and Kupper , L.X., ١٩٧٨, Applied Regression Analysis and Other Multivariable Methods , Hall Englewood Cliffs : Prentic-Hall.Inc .
- Koutseyiannis,A., ١٩٧٣, Theory of Econometrics , Mac-Milan : New York .
- Mood , A.,M., and Graybill , F.A.,١٩٧٤ , Introduction To The Theory of Statistics , ٣rd Ed, Mc.Graw - Hill . Inc , PP . ٢٧١-٣٣١ .
- Barlow, R., E., ١٩٦٥, and Proschan, F., Mathematical Theory of Reliability , New York : John Wiley .
- Scott, R., B., ١٩٧٥ , Price & Textbook of Practice of Medicine , Press : Oxford University , PP . ٣٧٩-٣٨٤ .
- Dixon, W., J., and Massey, F., J., ١٩٨٣, Introduction To Statistical Analysis , Mc. Graw-Hill.Inc , ١٩٨٣ .
- Bock, D., R., Petersen, W., H.,A., and Roche, A., ١٩٧٣ , "A parameterization For Individual Human Growth Curves", Humam Biology, Vol. ٤٥, No. ١, University Press, PP . ٦٣-٨٠ .
- Cornell , R.G., and Spekman, J. , a. , "Estimation For a One - Parameter Exponential Model", J.A. S. A. , Vol ٦٠, PP ٥٦٠-٥٧٢

Sweed, F., S., ١٩٤٣, and C.Eisehart., "Tables For Thesting Randomness of Groupping in a Sequence of Alternatives", Annals Of Mathematical Statistics, Vol. ١٤, PP. ٦٦-٨٧.

Hartley, H.O., ١٩٦٦, and A.Booker., "Non - Linear Least Squares Estimation". Annals Of Mathematical Statistics, Vol. ٣٦, PP. ٦٣٨-٦٥٠.

Largo, R.H., and Gasser, ١٩٧٦, T.H.Prader., "Analysis of The Adolescent Growth Spurt Using Smoothing Spline Functions", Annals Of Human Biology, Vol. ٥, PP. ٤٢١-٤٣٤.

Preace, M.A., and Baines, M.J., ١٩٧٨, "A new Family of Mathematical Models Describing The Human Growth Curve" Annals Of Human Biology, Vol. ٥, No. ١, PP. ١- ٢٤.

Row, C., R., ١٩٦٥, "The Theory of Least Squares When The Parameters are Stochastic and Its Application To The Analysis of Growth Curves" Biometrika, Vol. ٥٢, PP. ١٠٩-١٢٦

Tanner, J.M., and Whitehouse.R.H., ١٩٧٦, "The Adolescent Growth Spurt of Boys and Girls of Har pendden Growth Study", Annals Of Human Biology, Vol. ٣, No. ٢, PP. ١٠٩-١٢٦.

Watson , G., S., ١٩٥٥, "Serial Correlation in Regression Analysis", Biometrika, Vol. ٤٢, PP. ٣٢٧-٣٤١.

### رسائل جامعية باللغة العربية :

- ١ - امانى رشاد أبو السعود ، ١٩٨٤ ، دراسة بعض القياسات الجسمية للذكور والاناث المصرير في سن البلوغ ، رسالة دكتوراه ، كلية الطب ، جامعة الزقازيق .
- ٢ محمد رضا السعيد البسيوني ، ١٩٨٧ ، تقييم نمو وتطور الاطفال في الخمس سنوات الاوى من العمر . رسالة دكتوراه ، كلية الطب ، جامعة المنصورة

٣ - كريمة أبو المحاسن بدوي ، ١٩٨٨ ، تقييم الحالة الصحية لتلاميذ المدارس الابتدائية  
بالمناطق الريفية والحضرية بمحافظة الدقهلية ، رسالة دكتوراه ، كلية الطب ، جامعة المنصورة