دوال النمو في الارتفاع لمشاجر الحور الأسود *Populus nigra* النامية في منطقة زاخو

محمد عاصم سعيد العلي

مزاحم سعيد يونس البك

قسم الغابات/كلية الزراعة والغابات/جامعة الموصل

الخلاصة

يحدد الإنتاج في أي مشجر من المشاجر بصفات عديدة للشجرة والمشجر ، ويعد الارتفاع احد العوامل المؤثر على نوعية الإنتاج وكميته ، لذا أجريت هذه الدراسة لغرض تقدير النمو في الارتفاع لمشاجر الحور الأسود في منطقة زاخو، اعتماداً على العمر، القطر عند مستوى الصدر والكثافة لهذه المشاجر. جمعت بيانات ٤٥ عينة اختيرت عشوائياً لمشاجر مختلفة الكثافات والأعمار. وباستخدام نظام الانحدار تم تحليل البيانات واشتقاق النماذج الرياضية، لعدة معادلات تربط مابين المتغيرات المدروسة للمشجر والارتفاع ، وبعد إجراء الاختبارات الإحصائية اعتماد على مقاييس الدقة ، وقع الاختيار على المعادلات الآتية :

$$H = -12.12 + 8.50(A)^{0.5}$$

$$H = -2.08 + 1.74(A) + 0.14(SP)^2$$

$$H = 1.27 + 2.132(D) - 0.75 \text{ EXP}(SP)$$

التي كانت قيمة معاملات التحديد لها ٩٠.٣ و ٩١.٠٢ و ٩١.٣٣ والخطأ القياسي ٠.٨٨ و ٠.٨٦ و ٠.٦٣ . فمن خلال المعادلات نستطيع تقدر متوسط ارتفاع المشجر عند أي عمر من الأعمار أو الكثافات. ومن خلال استخدام هذه المعادلات أعدت جداول و أشكال بيانية مثلت تطور النمو في الارتفاع لهذه المشاجر ، والذي يستخدم على نطاق واسع من قبل الإداريين لمعرفة متوسط ارتفاع المشجر وكذلك تقدير معدل النمو السنوي في الارتفاع للمشاجر من خلال أخذ المشتقة الأولى للمعادلة التي تربط بين الارتفاع والعمر.

المقدمة

يتبع أَلحور العائلة الصفصافية (Salicaceae) ويشمل الحور ٥٠ نوعاً تقريباً وهي منتشرة بصورة طبيعية في النصف الشمالي من الكرة الأرضية وتعطي أصنافاً هجينة (داود ١٩٧٩) الحور الأسود *Populus nigra* من الأنواع سريعة النمو وهي شجرة كبيرة من الممكن أن يصل ارتفاعها إلى ٣٠ م وهي ذات أغصان قائمة، القلف في الأشجار الفتية بيضاء اللون أو رمادية وتنشق القشرة بصورة غير منتظمة، وهذا النوع ممثل في العراق بضرابين هما الخاتوني ويمتاز بصغر حجمه وصغر حجم الأغصان التي تكون في معظم الحالات عمودية، أما الصنف الآخر فيسمى شيطان ويمتاز بكثرة التفرعات (Reader ١٩٦٨). تقع منطقة الدراسة على خط عرض ٣٤° - ٤٣° وخط طول ٣٧.٨° ، والتي ترتفع عن مستوى سطح البحر بمعدل ٤٣٣.٨ متر. هنالك الكثير من الباحثين ممن اهتموا بدراسة الارتفاع، فقد قام كل من صالح و يونس (١٩٨٦) بربط الارتفاع الكلي بصيغته الأصلية أو المحورة كمتغيرات معتمدة، مع القطر عند مستوى الصدر بصيغته المختلفة كمتغيرات مستقلة، واستخدمت لذلك عينة من أشجار الصنوبر البروتي، إذ تم التوصل إلى المعادلة الآتية:

$$H = 173.5261 - 194.5689D^{-0.078783}$$

والتي كان معامل الارتباط فيها (٠.٨٦). كما قام Zeide و Schaaf (٢٠٠٢) بدراسة معدل الزيادة في الارتفاع، باستخدام كثافة المشجر مع متوسط القطر. وأجريت الدراسة هذه على أشجار Loblolly pine في جنو شرق أركانسس، وتوصلا إلى أن النمو في الارتفاع يزداد تدريجياً مع زيادة الكثافة. فيما توصل كل من Kumar و Tewari (٢٠٠٢) إلى نموذج لحسا الارتفاع، لمشاجر *Azadirachta indica*، إذ تم جمع البيانات اعتماداً على البقع الدائمة، وكانت المعادلة:

مستل من رسالة الماجستير للباحث الثاني

تاريخ تسلم البحث ٢٠٠٧/٩/٣٠ وقبوله ٢٠٠٨/١/٣١

$$H_2 = H_1 [(1-e^{-bA^2}) / (1-e^{-bA^1})]^c$$

أما الباحث Erikanen (٢٠٠٢) فقد أجرى دراسة في زامبيا و زمبابوي، وتمكن من الحصول على معادلة لحساب الارتفاع السائد والتي كانت:

$$H_{dom} = b1 / (1+b2 \text{ EXP } (-b3/T+b4))$$

وعلى تهداف هذه الدراسة الحصول على دوال النمو في الارتفاع لمشاجر الحور الأسود في منطقة زاخو اعتماداً على العمر والقطر والكثافة كمتغيرات مستقلة مستخدمين عدد من الصيغ الرياضية التي تتلاءم مع طبيعة النمو البيولوجي لأشجار الحور الأسود.

مواد البحث وطرائقه

أجريت هذه الدراسة في مشاجر الحور الأسود *Populus nigra* الواقع على ضفاف نهر فيشخابور، في منطقة زاخو في شمال العراق. فقد تم اجراء عملية مسح شامل للمنطقة، والتي أتضح من خلالها بأن هذه المشاجر مكونة من قطع منفصلة عن بعضها البعض، وبمساحات وأعمار وكثافات مختلفة، فالمشاجر التي تم إجراء الدراسة عليها هي مشاجر خاصة ومزروعة من قبل أئفلاحين، لذلك فإن العينات هي عبارة عن بقع معاينة مؤقتة (Temporary Sample Plots)، اذ تستخدم هذه البقع لأغراض تقدير النمو لمرة واحدة فقط (Schrader و آخرون، ٢٠٠٢). ولأخذ البيانات، تم اختيار الجرد الجزئي (Husch و آخرون، ١٩٧٢). لتحديد العينات وذلك من خلال تقسيم المجتمع إلى وحدات متساوية واختيار (٤٥) عينة عشوائية لتمثيل المجتمع، ومن كل عينة من العينات أخذت البيانات التالية:

١. العمر وذلك من خلال قطع شجرة نموذجية تمثل الموقع مستخدمين طريقة تحليل الساق.
٢. تقدير كثافة العينة من قياس المسافات بين الأشجار.
٣. تقدير المساحة القاعدية لوحدة المساحة باستخدام جهاز prism.
٤. قياس ارتفاعات الأشجار اعتباراً من مستوى سطح الأرض وقمة الشجرة باستخدام جهاز الهاكا (Erickson ، ١٩٩٦) وذلك لتقدير ارتفاعات الأشجار في العينة الواحدة، ولما كان من الضروري استعمال قيمة منفردة لوصف ارتفاع المشجر، فقد تم الاستفادة من طريقة لوري (Lorey's mean height) لإيجاد متوسط الارتفاع للمشجر، وهذه الطريقة تقوم بتقدير متوسط ارتفاع اعتماداً على المساحة القاعدية ، وكما هو مبين في العلاقة الآتية:

حيث ان:

n_i = عدد أشجار فئة القطر.

g_i = معدل المساحة القاعدية لفئة القطر (م^٢).

h_i = معدل ارتفاع أشجار فئة القطر (م).

بعد الحصول على البيانات لكافة عينات الدراسة تم تضييمها في جدول لتوضيح حدود البيانات كما في الجدول (١).

الجدول (١): بعض المتغيرات المدروسة لمشاجر الحور الأسود

المتغيرات	أدنى قيمة	أعلى قيمة	المتغيرات	أدنى قيمة	أعلى قيمة
العمر / سنة	٣.٠	٨.٠	القطر / سم	٠.٤	١١.٥
المسافات / م ^٢	٠.٢٤	٢.٠	معدل الارتفاع / متر	٣.٥	١٢.٢
العدد / شجرة/هكتار	٣٢٠٠	٢٣١٠٠	المساحة القاعدية / م ^٢ /هكتار	٤.٣١	٣٠.٠٧

خضعت البيانات الأساسية إلى العديد من التحويلات لأجل الحصول على صيغ مختلفة لقيم المتغيرات المستقلة ليتسنى لنا تحليلها باستخدام طرق الانحدار المختلفة المتاحة في نظام Statgraf لتقدير قيم الثوابت بطريقة المربعات الصغرى ، إما مقاييس الدقة للمفاضلة بينها هي :

١. معامل التحديد R^2
٢. الخطأ القياسي Standard error
٣. الاختبار غير المتحيز Ohtomo 1956
٤. الاختبار البياني للانحرافات بين القيم المقدرة والأصلية للمتغير المعتمد
٥. في حالة عدم الارجحية لأية معادلة من حيث الدقة بالاعتماد على الأساس المذكور أعلاه تعطى الأولوية للمعادلة التي تحتوي على أقل عدد من المتغيرات والتي هي سهلة التطبيق

النتائج و المناقشة

تمتاز المشاجر المتساوية العمر بتجانسها في الارتفاع وسرعته مقارنة مع دوال النمو الأخرى. فالشكل العام لهذه الدالة يماثل الدوال الأخرى من حيث المنحنى الذي تمثله (Tang و آخرون ، ٢٠٠١) ولكنه على الرغم من التأثير الكبير للعمر ، إلا أنه ليس العامل المؤثر الوحيد، إذ تؤدي كل من درجة الموقع والعوامل البيئية والمناخية هي الأخرى دوراً كبيراً على النمو الطولي للأشجار. إن وجود مسافات كبيرة بين الأشجار لا يؤدي إلى تحفيز نمو الأغصان الجانبية فقط، بل يؤدي توسيع الزوايا المحصورة بين الأغصان و الساق الرئيس، أي انه يحصل توسع جانبي لتاج الشجرة، وفي الوقت نفسه يحصل تقليل للنمو الطولي، أي أن الأشجار ذات التيجان العريضة تكون أقل ارتفاعاً من الأشجار الصغيرة التيجان، حتى في حالة تساوي القطر عند ارتفاع الصدر (Schexanyder وآخرون، ٢٠٠٢). ولتقدير النمو الطولي للمشاجر تم اعتماداً العمر وحده كمتغير مستقل تارة، و دونه تارة أخرى، وكما يأتي:

١- معادلات النمو في الارتفاع بدلالة العمر: تم استخدام الارتفاع كمتغير معتمد مع العمر بأشكاله المختلفة، ($\log A$, A^n , $1/A$, A) كمتغير مستقل، في برنامج الانحدار المتعدد، للحصول على معادلات رياضية تربط بينهما، مع بعض مقاييس الدقة، كما في الجدول (٢).

الجدول (٢): يبين النماذج التي تربط بين الارتفاع والعمر لمشاجر الحور الأسود

N0.	المعادلات	b_0	b_1	b_2	R^2	S.E.
١	$H = -b_0 + b_1(A)^{0.5}$	١٢.١٢	٨.٥٠	-	٩٠.٣	٠.٨٠
٢	$H = b_0 - b_1(A)^3 + b_2 \log(A)^5$	٣.٢٦	٠.٠٥	٠.٩٥	٩٢.١	٠.٨٠
٣	$H = b_0 + b_1(A)^2$	٢.٧٠	٠.١٥	-	٨٨.٣	٠.٩٦
٤	$H = -b_0 + b_1 \log(A)^2$	٠.٨٣	٢.٩٦	-	٩٠.٤	٠.٨٦
٥	$H = -b_0 + b_1 \exp(A)^{0.01}$	١٧٢.٨	١٧٠.٨	-	٩٠.٦	٠.٨٧
٦	$H = b_0 - b_1(1/A)^{0.1}$	١٠٤.٤	١١٤.٣	-	٨٨.٣	٠.٩٦

نلاحظ من الجدول (٢)، بأن قيم معامل التحديد تراوحت ما بين ٨٨.٣ – ٩٢.١ ما يدل على أنها متقاربة الدقة استناداً إلى هذا المقياس، وعلى أية حال فإن المعادلتين ٣ و ٦ أقل دقة من المعادلات الباقية، وذلك لأعطائهما قيم أقل نسبياً لمعامل التحديد ، لذا تم استبعادهما من قائمة المنافسة ، بعد ذلك تم تقييم المعادلات الباقية ١ و ٢ و ٤ و ٥ على أساس الخطأ القياسي والذي بناءً عليه تم استبعاد المعادلتين ٤ و ٥ لأعطائهما قيمة أعلى من بقية المعادلات المتنافسة ، في حين تم إخضاع المعادلتين المتبقيتين إلى

اختبارات أخرى منها ، الاختبار غير المتحيز (Ohtomo ، ١٩٥٦) ، وذلك بربط القيم المقدرة من المعادلة مع القيم الحقيقية بمعادلة خط مستقيم ، اذ تم الحصول على النتائج كما في الجدول (٣) .

الجدول (٣): قيم ثوابت معادلة الخط المستقيم الذي يربط بين القيم الحقيقية والمقدرة للارتفاع من المعادلتين (١،٢)

العدد	المعادلات	n	m
١	$H = b_0 + b_1 H^{\wedge}$	٠.٥٠٠	١.٩٠٠٠
٢	$H = b_0 + b_1 H^{\wedge}$	١.٠١٧	٠.٧٥٧١

يتضح من الجدول (٣) بأن قيم ثوابت المعادلة ١ أدق من المعادلة ٢ في تحقيق قيم m, n قريبتين من الصفر و الواحد وبناء على هذه الاختبارات يمكننا اعتماد المعادلة $H = -12.12 + 8.50(A)^{0.5}$ في تقدير متوسط ارتفاع المشجر عند أي عمر يرغبه الإداري ، والذي يحقق الغرض من عملية الإنتاج لهذه المشاجر كما في الجدول (٤)

الجدول (٤): الارتفاعات للأعمار لمشاجر الحور الأسود في زاخو حسد المعادلة (١)

العمر: سنة	٣	٤	٥	٦	٧	٨	٩
الارتفاع : متر	٢.٦٠	٤.٨٨	٦.٨٨	٨.٧٠	١٠.٣٦	١١.٩٢	١٣.٣٨

وعادة تستخدم هذه المعادلة في إعداد شكل بياني يمثل تطور النمو في الارتفاع لهذا المشجر ، والذي يستخدم على نطاق واسع في عمليات تقدير الارتفاع السائد من قبل الإداريين، ويوضح هذا المنحنى تطور النمو في الارتفاع عند مختلف الأعمار ، وكما في الشكل (١).

الشكل (١): العلاقة بين العمر والارتفاع لمشاجر الحور الأسود

من الشكل نلاحظ أن النمو في الارتفاع في المرحلة الأولى من عمر المشجر، يكون سريعاً، وكلما اقترب المشجر من مرحلة النضج يبدأ النمو بالانخفاض التدريجي. اذ يكون معدل النمو السنوي في الارتفاع عند الأعمار (٣ و ٤ و ٥ و ٦ و ٧ و ٨) سنة ، هو ٢.٢٨ و ٢ و ١.٨٢ و ١.٦٦ و ١.٥٦ و ١.٤٦ متر على التوالي، وهذا ما يتفق مع ما حصل عليه (Tewari ٢٠٠٣). كذلك يمكننا تقدير معدل النمو السنوي في

الارتفاع لمشاجر الحور الأسود في زاخو من خلال أخذ المشتقة الأولى للمعادلة التي تربط بين الارتفاع والعمر، وكما يأتي:

$$\begin{aligned} H &= b_0 + b_1 A^{0.5} \\ d_H/d_A &= 0 + b_1 A^{-0.5} \cdot 0.5 \\ d_H/d_A &= 0.5 b_1 / A^{0.5} \\ \sqrt{A} d_H/d_A &= 0.5 b_1 / \\ \sqrt{A} \Delta H &= 0.5 b_1 / \end{aligned}$$

$$b_1 = 8.5 \quad \text{وبما أن}$$

$$\sqrt{A} = 4.25 / \sqrt{A} \Delta H = (0.5 * 8.5) /$$

فمن خلال المعادلة أعلاه يمكننا تقدير النمو السنوي في ارتفاع الأشجار الحور الأسود من تحديد العمر الذي يرغب الإداري تقديره، وفي حالة وجود مشجر ما من مشاجر الحور الأسود بعمر سبع سنوات، فمن خلال أخذ المشتقة الأولى لهذا العمر نستطيع تقدير النمو السنوي عند عمر سبعة، وكما يأتي:

$$\Delta H = 4.25 / \sqrt{7} = 1.60 \text{ m}$$

وهذا يعني أن معدل النمو السنوي في الارتفاع لهذه الأشجار هو (١.٦٠) سم، وهو يماثل ما تم تقديره من الفرق في العمر ما بين (٦-٧) سنة، والذي قمنا بتوضيحه في الجدول (٤).

٢- معادلات النمو في الارتفاع بدلالة العمر والكثافة: تم استخدام الدوال الخطية البسيطة والمتعددة في إعداد المعادلات الرياضية التي تربط بين الارتفاع من جهة، والعمر والكثافة بأشكالها المختلفة (عدد الأشجار لوحدة المساحة، مسافات الزراعة)، و القطر من جهة أخرى، وذلك بالاستعانة بالبرامج الإحصائية، وكما في الجدول (٥)، والذي من خلاله نلاحظ أن المتغير المعتمد في كافة المعادلات قد ظهر بصيغة واحدة، لذلك يمكننا المفاضلة بينها بصورة مباشرة. وعند الرجوع إلى الجدول (٥)، نجد أن قيم معامل التحديد للمعادلات كانت ٩٠.٩ و ٩١.٠ و ٨٩.٩٣ و ٩١.٠٢ و ٩٥.٣ على التوالي، أي أن التباين غير المفسر للمعادلات هو ٩.١ و ٩.٠ و ١٠.٠٧ و ٨.٩٨ و ٤.٧ على التوالي. وعليه فإن المعادلات ٢، ٤، ٥ حققت الأفضلية، لذا استبعدت المعادلات الأقل دقة وهما ١، ٣ من قائمة المنافسة، في حين تم إخضاع المعادلات الباقية إلى اختبار (Ohtomo، ١٩٥٦)، وذلك بربط القيم المقدرة مع القيم الحقيقية بمعادلة خط مستقيم، وقد كانت قيم الثوابت التي تم الحصول عليها كما هو موضح في الجدول (٦).

الجدول (٥): المعادلات الرياضية التي تربط بين الارتفاع والعمر والكثافة مع بعض مقاييس الدقة

العدد	المعادلات	b0	b1	b2	b3	R2	S.E.
١	$H = -b_0 + b_1(SP)^2 + b_2(A)^{0.5}$	١١.٤١	٠.١٧٦	٨.١٣	-	٩٠.٩	٠.٨٠
٢	$H = -b_0 + b_1(100/N) + b_2(A)$	٢.١٦	٢٦.٢	١.٧٣	-	٩١.٠	٠.٨٦
٣	$H = b_0 + b_1(A)^{1.36} / (Sp)^{0.021}$	٠.١٥٣	٠.٧٢١	-	-	٨٩.٩٣	٠.٩٠
٤	$H = -b_0 + b_1(A) + b_2(SP)^2$	٢.٠٨	١.٧٤	٠.١٤	-	٩١.٠٢	٠.٨٦
٥	$H = -b_0 + b_1(A) + b_2(D) - b_3EXP(Sp)$	٠.٨٨	٠.٩١٢	١.١٥٨	٠.٤١٢	٩٥.٣	٠.٦٣

وحيث أن الأفضلية تعطى للمعادلة التي تكون فيها قيم n و m قريبة من الصفر والواحد على التوالي، لذا تم استبعاد المعادلة ٢ من قائمة المنافسة، فيما أجري على المعادلتين ٤ و ٥ ولما كانت ٥ مكونة من ثلاثة

متغيرات والثانية من حدين، لذا وقع الاختيار على المعادلة ٤ لكي تربط بين الارتفاع كمتغير معتمد،

الجدول (٦): يبين ثوابت معادلة الخط المستقيم الذي يربط بين القيم الحقيقية والمقدرة للارتفاع للمعادلات ٢ و ٤ و ٥

العدد	المعادلات	n	m
٢	$H = b_0 + b_1 H^{\wedge}$	٠.٥٩١	١.٢٥٢
٤	$H = b_0 + b_1 H^{\wedge}$	-٠.٠١٠٣	١.٠٠٣
٥	$H = b_0 + b_1 H^{\wedge}$	-٠.٠٠٠٩	١.٠٠٠

والعمر والكثافة كمتغيرات مستقلة، حيث تم إجراء اختبار توزيع الخطأ على القيم المقدرة للارتفاع، وظهر التوزيع عشوائياً كما في الشكل (٣).

الشكل (٣): توزيع الخطأ العشوائي على القيم المقدرة للارتفاع من المعادلة (٤)

واعتماداً على المعادلة (٤) تم إعداد الجدول (٧) الذي يمكن من خلاله إيجاد الارتفاع من معرفة العمر والمسافات بين الأشجار.

الجدول (٧): تقدير الارتفاع اعتماداً على العمر ومسافات الزراعة لمشاجر الحور في زاخو

العمر/بالسنوات								المسافات
٩	٨	٧	٦	٥	٤	٣	٢	
١٣.٥٨	١١.٨٤	١٠.١٠	٨.٣٦	٦.٦٢	٤.٨٨	٣.١٤	١.٤٠	٠.٢٥
١٣.٦١	١١.٨٧	١٠.١٣	٨.٣٩	٦.٦٥	٤.٩١	٣.١٧	١.٤٣	٠.٥٠
١٣.٦٥	١١.٩١	١٠.١٧	٨.٤٣	٦.٦٩	٤.٩٥	٣.٢١	١.٤٧	٠.٧٥
١٣.٧٢	١١.٩٨	١٠.٢٤	٨.٥٠	٦.٧٦	٥.٠٢	٣.٢٨	١.٥٤	١.٠٠
١٣.٧٩	١٢.٠٥	١٠.٣١	٨.٥٧	٦.٨٣	٥.٠٩	٣.٣٥	١.٦١	١.٢٥

١٣.٨٩	١٢.١٥	١٠.٤١	٨.٦٧	٦.٩٣	٥.١٩	٣.٤٥	١.٧١	١.٥٠
١٤.٠٠	١٢.٢٦	١٠.٥٢	٨.٧٨	٧.٠٤	٥.٣٠	٣.٥٦	١.٨٢	١.٧٥
١٤.١٤	١٢.٤	١٠.٦٠	٨.٩٢	٧.١٨	٥.٤٤	٣.٧	١.٩٦	٢.٠٠

يمكن الاستفادة من الجدول (٧) كدليل يحدد على أساسه متوسط ارتفاع المشجر، عندما نرغ بأجراء تخفيف في المشجر إلى مستوى معين من المسافات بين الأشجار عند مختلف الفئات العمرية. كذلك يمكننا تقدير المسافات بين الأشجار، وذلك بإعادة ترتيب الرموز المستخدمة في المعادلة، وكما يأتي

$$SP^2 = \{H - 1.74(A) + 2.08\} / (0.14)$$

$$\sqrt{\{H - 1.74(A) + 2.08\} / (0.14)} \quad SP =$$

وعندما نرغ الوصول إلى ارتفاع وعمر معينين، فيمكننا الرجوع إلى المعادلة المعاد ترتيبها، والتي من خلالها يمكننا تقدير المسافات الموجودة بين الأشجار بغية الوصول إلى المواصفات المطلوبة (Harms وآخرون، ٢٠٠٠).

٣- معادلات النمو في الارتفاع بدلالة القطر والكثافة: يعد متوسط ارتفاع المشجر من أحد المقاييس المهمة في تقييم درجة الموقع. إذ إن عمر المشجر ليس العامل الوحيد المؤثر في الارتفاع حيث أنه قد يكون هنالك عامل في المشجر ذو تأثير أكبر من العمر، إذ أن كثافة المشجر تعطي دلالة واضحة على متوسط الارتفاع (Huang و Titus، ١٩٩٤)، وعليه فقد استخدمت البيانات التي تم جمعها من مشاجر الحور الأسود في منطقة زاخو، لدراسة مثل هذه الحالة. وقد تم استخدام الانحدار الخطي البسيط والمتعدد في إعداد المعادلة الرياضية وقيم الثوابت الخاصة به، وكذلك بعض مقاييس الدقة، حيث تم الحصول على معادلتين، وكما في الجدول (٨).

الجدول (٨): المعادلات الرياضية التي تربط بين الارتفاع والكثافة لمشاجر الحور الأسود.

العدد	المعادلات	b_0	b_1	b_2	R^2	S.E.
١	$H = b_0 + b_1(D) - b_2(SP)$	١.٤٣	٢.١٠٦	٢.٥٢٨	٩٠.٥	٠.٨٨
٢	$H = b_0 + b_1(D) - b_2 \text{ EXP}(SP)$	١.٢٧	٢.١٣٢	٠.٧٥	٩١.٣٣	٠.٨٤

وحيث كانت المعادلة (٢) والتي تربط بين متوسط الارتفاع السائد والكثافة من جهة، ومتوسط القطر للمشجر من جهة أخرى، ذات معامل تحديد عال ٩١ و ٣٣ وذات خطأ قياسي منخفض ٠.٨٤، فإن هذا يدل على أن هذه المعادلة ذات دقة عالية في التقدير، ومع ذلك فقد تم إجراء تحليل البواقي، والذي تبين من خلاله توزيع الانحرافات بصورة عشوائية حول القيم الحقيقية للارتفاع، وكما في الشكل (٤) وعليه فقد تم استخدامها في إعداد الجدول (٨). ومن ثم تحويل الجدول إلى رسم بياني، وكما في الشكل (٥).

الشكل (٤): توزيع الانحرافات بصورة عشوائية حول القيم الحقيقية للارتفاع

الجدول (٨): القيم المقدرة لمتوسط ارتفاع المشجر بدلالة متوسط القطر ومسافات الزراعة

المسافات (م) ^٢	متوسط القطر/سم								
	١	٢	٣	٤	٥	٦	٧	٨	٩
٠.٢٥	٢.٤٣	٤.٥٧	٦.٧٠	٨.٨٣	١٠.٩٦	١٣.٠٩	١٥.٢٣	١٧.٣٦	١٩.٩٤
٠.٥٠	٢.١٦	٤.٢٩	٦.٤٢	٨.٥٦	١٠.٦٩	١٢.٨٢	١٤.٩٥	١٧.٠٨	١٩.٢٢
٠.٧٥	١.٨١	٣.٩٤	٦.٠٧	٨.٢١	١٠.٣٤	١٢.٤٧	١٤.٦٠	١٦.٧٣	١٨.٨٧
١.٠٠	١.٣٦	٣.٤٩	٥.٦٢	٧.٧٥	٩.٨٩	١٢.٠٢	١٤.١٥	١٦.٢٨	١٨.٤١
١.٢٥	٠.٧٨	٢.٩١	٥.٠٤	٧.١٨	٩.٣١	١١.٤٤	١٣.٥٧	١٥.٧٠	١٧.٨٤
١.٥٠	٠.٠٠٤	٢.١٧	٤.٣٠	٦.٤٣	٨.٥٦	١٠.٧٠	١٢.٨٣	١٤.٩٦	١٧.٠٩
١.٧٥	-	١.٢١	٤.٣٥	٥.٤٨	٧.٦١	٩.٧٤	١١.٨٧	١٤.٠١	١٦.١٤
٢.٠٠	-	-	٢.١٢	٤.٢٥	٦.٣٨	٨.٥٢	١٠.٦٥	١٢.٧٨	١٤.١٩

الشكل (٥): العلاقة بين متوسط القطر ومتوسط الارتفاع بدلالة المسافة بين الاشجار في مشاجر الحور الاسود النامية في منطقة زاخو

HEIGHT GROWTH MODELS FOR *Populus nigra* STANDS GROWN AT ZAKHO REGION

Muzaham Saeed

Mohammed Asim

Forest Dept. College of Agri. and Univ. of Mosul-Iraq

ABSTRACT

Yield of stand affected by different characteristics of a tree or the stand, correspondingly, the height is one of the important factor effects the quality and quantity of the yield, for that this investigation was conducted in order to estimate growth of height for *Populus nigra* stands grown at Zakho Region depending on age (A), diameter at breast height (dbh) and density of stand. Forty five samples will be selected randomly from stands with different densities and ages. Data analyzed and mathematical models driven for many equations connect the studied variable of stands with the height by using regression system then

constructing on the resulted precision measurements of the equation , the followings were selected:

$$H = -12.12 + 8.50(A)^{0.5}$$

$$H = -2.08 + 1.74(A) + 0.14(SP)^2$$

$$H = 1.27 + 2.132(D) - 0.75EXP(SP)$$

The coefficient determination coefficient (R²) of above equations were (90.3, 91.02 ,91.33) with standard error (0.88,0.86,0.84) respectively. Resulted equations enable us to estimate average stand height at any age or density then different tables and graphics prepared to illustrate the development of stand height growth which is widely used by forest managers in order to predict the mean stand height also to estimate average growth annual growth in the height of stand through first driven of equations links the height with the age .

المصادر

داؤد، داؤد محمود. (١٩٧٩). تصنيف أشجار الغابات دار الكتب للطباعة والنشر . جامعة الموصل.
صالح، طارق كركو، مزاحم سعيد يونس (١٩٨٦). تقدير الارتفاع الكلي لأشجار الصنوبر النامي في المشاجر الأروائية، في الحويجة من معرفة القطر على ارتفاع الصدر من جدول معد رياضيا للعلاقة بينهما. المجلة العراقية للعلوم الزراعية(زانكو) المجلد ٤(٢): ٨٧-٩٢.

- Erickson, G.W. (1996). Growth and yield of a 59-year old red pine Plantation (plot 99) in northern Minnesota. North central forest Experiment station research Not NC -369.
- Erikanen, K. (2002). A Site dependent simultaneous growth Projection model for *Pinus kesiya* plantation in Zambia and Zimbabwe. For. Sci. 48 (3):518-523.
- Harms, W.R., C. D. Whitesell and D. S. Debell (2000). Growth and Development of loblolly pine in a spacing trail planted in Hawaii. For. Eco. and Mang. 126 : 13-24.
- Huang, S. and S. J. Titus (1994). An age independent individual tree Height prediction model for boreal spruce-aspen stands in Albert. Ca.J.For. Res. 24:1259-1301.
- Husch, B., C.I. Miller and T.W. Beers (1972). Forest Mensuration. The Ronald press company. New York.
- Ohtomo, E. (1956). A study on preparation of volume table. Jour. Jap. For. Sci. 38(5).
- Reader, J.E. (1968). Forest trees of Iraq. Rev. and Ed.Olaf Anders and S. A. ettanah. pub. Fac. Agric.Unive. Mosul Mimeographed. Ray, J. (1686-1688).
- Schrader, J. R., S. Rodrigues and G. Alonso (2002). An Age independent basal area increment model for maritime pine trees in orthwestern Spain. For. Eco. and Mang. 157: 55-64.
- Schexnayder, J.C., T. J. Dean and V. C. Baldwin (2002). Diameter growth of slash pine spacing study five years after being thinned to a constant stand density index. Asheville, NC:U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Research Station. 622p.
- Tang, S., F. R. Meng and CH. P.A. Bourque (2001). Analyzing parameters of growth and yield models for Chines fir provenance's with a linear mixed model pproach. Silvae Genetica 50:3-4 .
- Tewari, V.P. (2003). Individual tree growth models for Ailanthus excels Roxb. plantation in the hot arid region of India.
- Tewari, V.P. and V. K. Kumar (2002). Development of top height Model and site index curves for Azadirachta indica A. juss. For. Eco. and Mang. 165: 67-73.

Zeide, B. and V. C. Schaaf (2002). The effect of density on the height– Diameter relationship. Rep.SRS-48. Asheville, NC: U.S. Department of agriculture, Forest service, southern research station 622 P.