انتاجية مشاجر القوغ الاسود الاروائية في نينوى

مزاحم سعيد يونس محمد يونس العلاف محمد عاصم سعيد
قسم الغابات/كلية الزراعة والغابات/جامعة الموصل

الخلاصة

تعد الدول غير الخطية في هذه الدراسة ممثلة لإنتاج مشاجر القوغ وذلك لتوافقها مع خصائص المشجر. ولذلك اختيرت ١٢ شجرة تمثل مواقع مختلفة ينتشر عليها اشجار القوغ الاسود واجريت لها تحليل البيانات التي استخدمت في اعداد ثلاث معادلات رياضية لربط الإنتاج لوحدة المساحة كمتغير معتمد مع كل من متوسط القطر التريبيعي، متوسط ارتفاع المشجر والعمر كمتغيرات مستقلة، لإعداد جداول إنتاج متغيرة الكثافة. ولاختيار أفضل علاقة رياضية بين المتغيرات المستقلة والمتغير المعتمد تم الاعتماد على بعض المقاييس الاحصائية المستخدم مع الدراسات المختلفة وهي معامل التحديد (R^2) والخطأ القياسي (S.E) وتحليل البواقي وعليها اختيرت المعادلات التالية :

$$Y = 4.1356 G^{1.12355}$$

$$R^2 = 0.9796 \quad S.E = 1.8$$

$$Y = 0.12788 H^{2.27}$$

$$R^2 = 0.913 \quad S.E = 3.54$$

$$Y = -0.64168 + 0.34744 A^2 + 0.063183 D_q^{2.4}$$

$$R^2 = 0.9674 \quad S.E = 2.29$$

ولما كانت هذه المقاييس تشير إلى صلاحية استخدام هذه المعادلات في إعداد جداول الإنتاج. استخدمت لهذا الغرض وتم إعداد جداول إنتاج لمشاجر القوغ الأسود بالاعتماد على متوسط الارتفاع أو المساحة القاعدية لوحدة المساحة أو لكل من العمر ومتوسط القطر التريبيعي.

المقدمة

الإنتاج هو الحاصل النهائي للغابة ويمثل النمو التراكمي للأشجار خلال فترة زمنية محددة ، ومن خلاله يتم تحديد مختلف الفعاليات التي تجري في الغابة لما له من فوائد كثيرة سواء في تقديرات النمو السنوي المستمر أو متوسطة ودورات القطع، لذا يعد من أهم المتطلبات الإدارية في الغابات فالخطط الإدارية ومدى نجاحها في تحديد مختلف الأعمال التربوية ، تعتمد إلى حد ما على بيانات الإنتاج لذلك النوع من الأشجار ، فجداول الإنتاج تعطي تصور للإداري عن مختلف مراحل النمو والإنتاج للأشجار ، وعليه فقد جرت محاولات كثيرة لإعداد جداول إنتاج متباينة في أساليبها وكفاءتها ، منها ما يعتمد على متغيرات هي العمر ودرجة الموقع في حين يكون الكثافة تامة للغابة وتطبق على مشاجر أو غابات تامة الخزين النامي (full stock)، وهناك جداول أخرى تعتمد على نفس المتغيرين سابقين الذكر ولكل عينات الدراسة الموجودة هي عينات تمثل كثافة المشجر نفسه ، أي دون تحيز إلى الكثافة المثلى، لذا تسمى جداول الإنتاج الواقعية (Empirical yield)، في حين جداول أخرى تعتمد على ثلاثة متغيرات هي العمر، ودرجة الموقع والكثافة، وفي كل منها تستخدم الدوال الرياضية لتمثيل العلاقة بين الإنتاج ومتغيرات المشجر المختلفة المأخوذة من مختلف العينات الحقلية، سواء كان هذه الدوال خطية أو غير خطية وبما أن للعلاقة بين الإنتاج ومتغيراته علاقة غير خطية ، لهذا فان الدوال غير الخطية هي التي تمثل هذه العلاقة بصورة صحيحة حيث تظهر على شكل (σ) ممثله بحرف S كما أشار له كل من (Wheatley و Gerald ، ١٩٨٤) ، لذا استخدمت الدوال غير الخطية في كثير من الدراسات المماثلة ، فقد استخدم كل من Schumacher و Coile (١٩٦٢) و Rose و Ek (١٩٧٢) الدوال غير الخطية في تقدير حجوم المشاجر بالاعتماد على مساحة القاعدية لوحدة المساحة ومتوسط ارتفاع المشجر، في حين قام Noke (١٩٨٠) بتقدير إنتاجية مشاجر Douglas fir في كولومبيا البريطانية مستخدماً الدوال غير الخطية وذلك في ربط الإنتاج لوحدة المساحة وكل من المساحة القاعدية لوحدة المساحة ومتوسط الارتفاع وعمر المشجر

كمتغيرات مستقلة، اذ قام كل من Leech و Ferguson (١٩٨١) بتقدير إنتاجية مشاجر الصنوبر *P. radiata* في جنوب شرق استراليا مستخدمين نموذج Weibull معتمدا على العمر فقط وفق المعادلة التالية:

$$Y = b_0 + b_1 (e^{-b_2 a})$$

في حين استخدم Murph (١٩٨٢) الدوال غير الخطية في تقدير الانتاج لمشاجر الصنوبر نوع short leaf في غرب ولاية تكساس الامريكية ، لمعرفة النمو والانتاج في مثل هذه المشاجر ، اما Lynch وآخرون (١٩٩١) فقاموا باعداد جداول انتاج لمشاجر الصنوبر short leaf في غرب ولاية اوكلانهاوا الامريكية.

لذا هدفت هذه الدراسة إعداد جداول إنتاج لمشاجر القوغ الأسود النامية في المشاجر الاروائية في نينوى لتقدير الانتاج وحدة المساحة لهذه المشاجر والذي يكون الأساس العلمي والفني للكثير من القرارات الإدارية التي تجري داخل هذه المشاجر.

مواد البحث وطرقه

تم اختيار عينة مكونة من ١٢ قطعة من مشاجر القوغ الاسود الاروائية في نينوى بمساحة (٠.٠١) هكتار ، لتمثيل واقع هذه المشاجر وكانت موزعة بشكل عشوائي على ذلك الموقع والبالغة مساحتها ثمانية دوانم ، حددت مساحة الخاصة بكل قطعة بإبعاد ١٠×١٠م ومن كل منها أخذت القياسات التالية :

١- **تحديد حجم الشجرة واحدة:** تم انتخاب شجرة واحدة تمثل بما لا يقل على ثلثي الأشجار الموجودة بالقطعة من ناحية الصفات المظهرية للشجرة إضافة إلى أن تكون خالية من الإصابات الحشرية، والمريضية، والحرائق أو القطع، ومنها أخذت قياسات القطر عند مستوى الصدر والارتفاع الكلي لها ، تم إسقاط الشجرة وجزئت إلى أجزاء لإجراء عملية تحليل الساق عليها، وقراءة مختلف التغيرات التي حدثت في الشجرة خلال فترة نموها، ولهذا الغرض أجري تقطيع الساق الرئيسي إلى أجزاء ومن كل جزء اخذ مقاطع عرضية بسمك ٥سم ابتداء من ١م عند مستوى سطح الأرض، ثم بعد ذلك القطر عند مستوى الصدر وعند ٢م من مستوى سطح الارض وتم تجزأة المتبقي إلى أجزاء متساوية بطول واحد متر ولغاية الوصول إلى قطر ٤سم . درجت الأقراص بأرقام تحمل رقم الشجرة والمقطع من الجهة السفلى للقرص وأخذت إلى المختبر لأخذ البيانات منها . أخذت مقاطع الشجرة الواحدة وصقلت من الجهة العليا وصورت باستخدام آلة تصوير رقمية ، ثم فيما بعد حولت إلى الحاسب الالكتروني لقراءة مختلف القياسات على كل مقطع مستخدمين لهذا الغرض برنامج Auto/CAD ومن كل مقطع اخذ البيانات الآتية :

أ- تحديد النمو القطري للمقاطع من خلال اخذ قياسات القطر الخارجي لمختلف حلقات النمو التي يحتويها المقطع وذلك بقياس المسافة بين مركز القرص وحافته الخارجية ولكثر من اتجاه وإيجاد متوسط نصف القطر وضربة في ٢× لإيجاد القطر للحلقة المقاسة.

ب- تقدير النمو الحجمي عند مختلف الأعمار من قراءة المقاطع المختلفة للشجرة الواحدة ومقدار نموها القطري لكل مقطع من المقاطع فضلا عن معرفة ارتفاع نقطة القياس للمقطع العرضي للشجرة الواحدة ، تمكننا تقدير الحجم عند الأعمار المختلفة لتلك الشجرة (الجدول ١) .

الجدول (١): حجم شجرة القوغ الاسود عند عمر ٧ سنوات للعينة (٢)

رقم المقطع	المساحة القاعدية السفلى Area m ²	المساحة القاعدية العليا Area m ²	طول القطعة m	حجم القطعة m ³
١	٠.٢٣٧٧٩	٠.١٢٨٦٨	٠.٣	٠.٠٠٥٤٩٧
٢	٠.١٢٨٦٨	٠.١٢٠٦	١	٠.١٢٤٦٤
٣	٠.١٢٠٦	٠.٠٩١٦١	٠.٧	٠.٠٠٧٤٢٧
٤	٠.٠٩١٦١	٠.٠٨٤٩٥	١	٠.٠٠٨٢٨
٥	٠.٠٨٤٩٥	٠.٠٦٦٤٨	١	٠.٠٠٧٥٧٢
٦	٠.٠٦٦٤٨	٠.٠٤٠٧٢	١	٠.٠٠٥٣٦
٧	٠.٠٤٠٧٢	٠.٠٢٦٤	١	٠.٠٠٣٣٥٦
٨	٠.٠٢٦٤	٠.٠١٨١	١	٠.٠٠٢٢٢٥
٩	٠.٠١٨١	٠.٠١٣٨	١	٠.٠٠١٥٩٥
١٠	٠.٠١٣٨	٠.٠٠٠٦١	١	٠.٠٠٠٩٩٥
١١	٠.٠٠٠٦١	٠.٠٠٠٣١٤	١	٠.٠٠٠٤٦٢
١٢	٠.٠٠٠٣١٤	-	١.٥	٠.٠٠٢٣٧٨

المجموع	٠.٠٥٨١٥٩
---------	----------

وكذلك اعد جدول (٢) لتقدير الحجم عند عمر ٦ سنوات للعينة (٢) ..

الجدول (٢): حجم شجرة القوغ الاسود عند عمر ٦ سنوات للعينة (٢)

رقم المقطع	المساحة القاعدية السفلى Area m ²	المساحة القاعدية العليا Area m ²	طول القطعة m	حجم القطعة m ³
١	٠.٠١٧٢٠٣	٠.٠٠٩١٦١	٠.٣	٠.٠٠٣٩٥٥
٢	٠.٠٠٩١٦١	٠.٠٠٨٨٢٥	١	٠.٠٠٨٩٩٣
٣	٠.٠٠٨٨٢٥	٠.٠٠٦٣٦٢	٠.٧	٠.٠٠٥٣١٥
٤	٠.٠٠٦٣٦٢	٠.٠٠٥٥٤٢	١	٠.٠٠٥٩٥٢
٥	٠.٠٠٥٥٤٢	٠.٠٠٤٠٧٢	١	٠.٠٠٤٨٠٧
٦	٠.٠٠٤٠٧٢	٠.٠٠٢٢٩	١	٠.٠٠٣١٨١
٧	٠.٠٠٢٢٩	٠.٠٠١٨١	١	٠.٠٠٢٠٥
٨	٠.٠٠١٨١	٠.٠٠١٠١٨	١	٠.٠٠١٤١٤
٩	٠.٠٠١٠١٨	٠.٠٠٠٩٠٨	١	٠.٠٠٠٩٦٣
١٠	٠.٠٠٠٩٠٨	٠.٠٠٠٣١٤	١	٠.٠٠٠٦١١
١١	٠.٠٠٠٣١٤	٠.٠٠٠١١٣	١	٠.٠٠٠٢١٤
١٢	٠.٠٠٠١١٣	-	١.٥	٠.٠٠١٧٢
المجموع				٠.٣٩١٧٥

معتمدين في تقدير القطع sections الخشبية المختلفة للشجرة على معادلة سماليين ، أما الجزء الطرفي النهائي ، فتم تقدير اعتماد على معادلة حجم المخروط ومن خلال جمع القطع الخشبية المختلفة للشجرة الواحدة عند مختلف الفئات العمرية استطعنا تحديد حجوم الشجرة الواحدة عند الأعمار المختلفة لها وكما في الجدول (٣).

الحجوم بطريقة تحليل لأعمار الخاصة	الحجم/م ^٣	العمر / سنة	الحجم/م ^٣	العمر / سنة
	٠.٠٥٨١٥٩	٧	٠.٠٠٧٧٩٦	٣
	٠.٠٣٩١٧٥	٦	٠.٠٠٣٥٠٢	٢
	٠.٠٢٦٧٥٠	٥	٠.٠٠٠٣٢٧	١
	٠.٠١٥٢٢٣	٤		

الجدول (٣):
المستخدمة
الساق
الشجرة
بالعينة (٢)

ومن خلال تطبيق هذه الطريقة على كافة عينات الدراسة والبالغة (١٢) شجرة حصلنا على حجوم وأعمار الأشجار الخاصة بالدراسة للمراحل العمرية التي نمت فيها تلك الأشجار . ولتقدير الانتاج لوحدة المساحة ، استخدم طريقة حجم الشجرة المتوسطة مع عدد الاشجار لكل قطعة من القطع المختاره للدراسة .

٢- **المساحة القاعدية لوحدة المساحة:** مجموع مساحة المقاطع العرضية للأشجار في وحدة المساحة عند مستوى الصدر تمثل المساحة القاعدية لتلك الأشجار ، وتعد احد أهم المتغيرات المؤثرة في حجم الشجرة والمشاجر وحسبت من خلال اخذ بيانات القطر عند مستوى الصدر للقطع الدراسية لمشاجر القوغ في مشاجر نينوى الاروائية وتنسيبها فيما بعد إلى وحدة المساحة مستخدمين العلاقة التالية :

$$G = 0.00007854 \sum_{i=1}^n di^2 fi$$

حيث أن :

G = المساحة القاعدية للعينة / م^٢

di = القطر عند مستوى الصدر لشجرة ما / سم

fi = عدد الأشجار لفئة قطرية ما

٣. متوسط ارتفاع المشجرة : إنتاجية المشاجر من المادة الخشبية ، تحددها كل من أقطار الأشجار في تلك القطعة وارتفاعاتها ، لذا فإن متوسط ارتفاع الأشجار يعد عامل مؤثر في تقدير الإنتاجية للمشاجر ولهذا استخدمت طريقة loreys mean height لتحديد كمياتها :

$$Hi = \frac{\sum_{i=1}^n higifi}{\sum_{i=1}^n gifi}$$

حيث أن :

Hi = متوسط ارتفاع المشجر / م

hi = ارتفاع شجرة ما من أشجار المشجر / م

gi = المساحة القاعدية لشجرة ما / م^٢

fi = عدد الأشجار في فئة قطرية ما .

ومن خلال استخدام البيانات الحقلية لكل من القطر والارتفاع لقطع الدراسة ، يمكننا تقدير متوسط ارتفاع كل مشجر من المشاجر تحت الدراسة .

النتائج والمناقشة

لقد تم استخدام برنامج statgraph الذي يتضمن مختلف طرق الانحدار بهدف تخمين ثوابت المعادلات التي تمثل هذه العلاقة إضافة إلى تقدير المقاييس الإحصائية التي تستخدم مع للمفاضلة بين المعادلات ومعرفة دقتها في التخمين ومن خلال استخدام البيانات المعدة ونظام التحليل توصلنا الى المعادلات التالية :

١. تقدير الإنتاج بدلالة المسافة القاعدية لوحدة المساحة : مساحة المقطع العرضي عند مستوى الصدر المأخوذة عموديا على المحور الطولي للشجرة هي إحدى أهم المتغيرات التي تستخدم في قياس مدى تطور الإنتاج للمشجر عند مراحل نموه المختلفة ، فالحجم لوحده المساحة يتأثر إلى حد كبير بالمساحة القاعدية وهو أحد المتغيرات التي تعبر عن كثافة المشجر ، لذا فإنه يزداد في المشاجر قليلة الكثافة في حين يقل كلما كانت هذه المشاجر كثيفة ولتقدير الإنتاج استخدمت بيانات مشاجر القوغل الأسود وذلك لاشتقاق النموذج الرياضي الآتي :

$$Y = 4.1356 G^{1.1235}$$

$$R^2 = 0.9796 \quad S.E = 1.8$$

نلاحظ أن قيمة معامل التحديد للمعادلة أعلاه عالية جدا قريبة من الواحد الصحيح فضلا عن أن قيمة الخطأ القياسي للمعادلة قليل نوعا ما ، وللتأكد من عدم وجود ارتباط ذاتي بين الخطأ العشوائي اجري للمعادلة تحليل البواقي

الشكل (١): توزيع الخطأ العشوائي بين الانحراف والقيم المقدره بدلالة المساحة القاعدية

يتضح من الشكل اعلاه الذي صلاحية المعادلة للتخمين و عليه استخدمت هذه المعادلة في تقدير الإنتاج لوحدة المساحة بدلالة المساحة القاعدية في الهكتار وكما في الجدول (٤).

الجدول (٤): تقدير إنتاجية مشاجر القوغ الاسود في نينوى بدلالة المساحة القاعدية

الانتاج م ^٣ /هكتار	المساحة القاعدية م ^٣	الانتاج م ^٣ /هكتار	المساحة القاعدية م ^٣
٢٥.٢٢٧٠	٥	١.٨٩٨٠	٠.٥
٣٠.٩٦٢١	٦	٤.١٣٥٦	١
٣٦.٨١٧	٧	٩.٠١٠٧	٢
٤٢.٧٧٦٥	٨	١٤.٢١٠٤	٣
٤٨.٨٢٨٩	٩	١٩.٦٣٢٨	٤

٢. تقدير الإنتاج بدلالة متوسط ارتفاع المشجر : يتباين تأثير متغيرات المشجر على الإنتاج لوحدة المساحة الا ان هناك متغير ما هو الأهم دون الآخر اذ يختلف مدى التأثير لمتغير المشجر على الإنتاج باختلاف الأنواع والمواقع لذا فان تحديد المتغير الأهم والأكثر تأثيراً، يمكن ملاحظته وتحديد من خلال مصفوفة الارتباط بين متغيرات المشجر والإنتاج ، ومن خلال البيانات الأولية لعينات الدراسة لوحدة المساحة وجد إن متوسط الارتفاع له الارتباط الكبير و عليه تم إعداد المعادلة التالية التي تربط بين الإنتاج لوحدة المساحة ومتوسط ارتفاع المشجر وكما يأتي :

$$Y = 0.12788 H^{2.27}$$

$$R^2 = 0.913 \quad S.E = 3.54$$

ومن ملاحظة معامل التحديد ، نجد أنها ذات قيمة عالية قريبة من الواحد وهذا يعني إننا يمكننا أولياً اختيارها بمقاييس أخرى للتأكد من صلاحيتها للتطبيق ، وفي الوقت نفسه نجد أن قيمة الخطأ القياسي كانت متدنية ، وهذا ما يؤكد صلاحيتها . وللتدقيق من عدم وجود ارتباط بين الخطأ العشوائي وقيم الإنتاج المقدر استخدم تحليل البواقي وكما في الشكل (٢).

الشكل (٢): توزيع الخط العشوائي للعلاقة بين الانحراف والقيم المقدره للإنتاج بدلالة الارتفاع

ان توزيع النقاط وانتشارها بشكل متناثر ، تدل على عدم وجود اي ارتباط من الخطا القياسي والإنتاج لمشاجر القوغ والذي يؤكد صلاحية المعادلة للاستخدام واعد الجدول (٥) لقدرة الإنتاج في مشاجر القوغالنامية في نينوى.

الجدول (٥): تقدير إنتاجية مشاجر القوغ الأسود بدلالة الارتفاع

الانتاج م ^٣ /هكتار	الارتفاع م	الانتاج م ^٣ /هكتار	الارتفاع م
١٤.٣٤٨٨	٨	٠.١٢٧٨	١
١٨.٧٤٧١	٩	٠.٦١٦٧	٢
٢٣.٨١٢٣	١٠	١.٥٤٨٣	٣
٢٩.٥٦٤	١١	٢.٩٧٤٩	٤
٣٦.٠٢٠١	١٢	٤.٩٣٧	٥

٦	٧.٤٦٨	١٣	٤٣.١٩٧١
٧	١٠.٥٩٦٨	١٣	٥١.١١٠٨

٣. تقدير الإنتاج بدلالة العمر ومتوسط قطر المشجر : لتحديد متغيرات المشجر المؤثر في الإنتاج، استخدمنا طريقة كافة الاحتمالات الممكنة All possible Regression في إيجاد مجموعة من المعادلات التي تربط بين الإنتاج من جهة وكل من العمر ومتوسط القطر ، ومتوسط الارتفاع من جهة أخرى كمتغيرات مستقلة وتمكننا من الحصول على مجموعة معادلات باحتمالات مختلفة من هذه المتغيرات المستقلة التي يمكننا من خلال تقدير المتغير المعتمد وهو الإنتاج ، ومنها انتخبنا العلاقة الأقوى بين هذه المتغيرات والتي كانت متمثلة بكل من العمر ومتوسط القطر التربيعي للمشجر واللذان أعطتا أفضل ارتباط مع الإنتاج، لذا استخدم هنا المتغيرين في تقدير الإنتاج بالاعتماد على بيانات مشاجر القوغ للعينات الدراسية ومنها توصلنا إلى المعادلة الآتية:

$$Y = -0.64168 + 0.34744 A^2 + 0.063183 (Dq)^{2.4}$$

$$R^2 = 0.9674 \quad S.E = 2.29$$

ولما كان كل من معامل التحديد والخطأ القياسي يشيران إلى تقديرات جيدة للمعادلة وخاصة في الدراسات البايولوجية المماثلة وللتأكد من انه لا يوجد ارتباط بين المتغيرات المتقلة والانحراف قمنا بأجراء تحليل البواقي كما في الشكل (٣).

الشكل (٣): توزيع الخطأ العشوائي للعلاقة بين الانحراف والقيم المقدرة للإنتاج بدلالة العمر ومتوسط القطر التربيعي

انتشار النقاط بشكل مبعثر وعدم وجود ارتباط ذاتي بينها يوضح ان المعادلة جيدة ويمكننا استخدامها لتخمين الانتاج لوحدة المساحة لوحدة المساحة بدلالة كل من العمر ومتوسط قطر المشجر كما في الجدول (٦).

IRRIGATED YIELD ESTIMATION OF *Populus Nigra* STANDS IN NINEVEH PLANTATION

Muzahim .S. younis Mohammed. Y. Al-Allaf Mohammed .A. Saeed
Dept. of Forestry, College of Agric. and Forestry, Mosul Univ./Iraq

ABSTRACT

Consequence of the use of Non-Linear function in this study, which is believed to be in harmonic with the characteristics of tree stand, twelve trees were selected which represents different location over an area planted with

Populus nigra trees ,and after data analysis of variable values , three mathematical equations were obtains which link the yield per area ,a dependent variable and age ,mean height of stand quadratic mean diameter as the independent variable , in order to obtain yield table of revocable densities for *Populus nigra* , selecting the best model , different measures of precision , such as , coefficient of determination, standard error of estimate and residual analysis test, so following regressions selected :

$$Y = 4.1356 G^{1.12355}$$

$$R^2 = 0.9796 \quad S.E = 1.8$$

$$Y = 0.12788 H^{2.27}$$

$$R^2 = 0.913 \quad S.E = 3.54$$

$$Y = -0.64168 + 0.34744 A^2 + 0.063183 D_q^{2.4}$$

$$R^2 = 0.9674 \quad S.E = 2.29$$

Since there are good values of precision measures , so we will be able to use equations to prepare yield table at different densities of *Populus nigra* stands in Nineveh, depending on mean height or basal area per hectare or for age and quadratic mean. Nineveh.

المصادر

- Gerald, C.F. and P. O. Wheatley (1984). Applied numerical analysis 3rd edition, Edison- Wesley publishing company 579p.
- Leech, J .W. and I.S Ferguson(1981). Comparison of yield models for unthinned stands of radiate pine. Aust. For. Res. 11:231-245.
- Lynch, T.B., P.A. Murphy, and E.R. Lawson(1991). Stand volume equation for managed natural even – aged short leaf pine in eastern Oklahoma and western Arkansas .Res. Rep p-921. Still water,: Oklahoma state University Agricultural Experiment station.
- Murph, P.A.(1982). Saw timber growth and yield for natural even-age stands of short leaf pine in west Gulf Res. pap. Neworlean, LA: U.S. department of Agriculture, Forest Service, Southern forest Experiment Station. 13p.
- Noke, S. (1980). Non-Linear models fitted to stand volume –age data compare favorably with British Columbia Forest hard –drawn volume age curves. Can J. For. Res.10:304-307.
- Rose, D.W. and A.R . EK.(1972). Construction of local non-linear growth and yield model for red pine in northern Wisconsin, University of Wisconsin, For. Res. Notes No-164.
- Schumacher, F.X, and T.S. Coile (1960). Growth and yield of natural stand of the southern pines. Durham, NC.T.S. Coile, inc.115p.

الجدول (٦): تقدير إنتاجية لمشاجر القوغ الأسود بدلالة متوسط القطر التربيعة و العمر

		متوسط القطر التربيعة (Dq \m)													
العمر/سنة		١	٢	٣	٤	٥	٦	٧	٨	٩	١٠	١١	١٢	١٣	١٤
	١		٠.٣٣٤٨	٠.٥٨٢٤٥	١.٤٦٠١٣										
	٢	٠.٧٨٨٢٢	١.٠٥٨٥٢	١.٦٠٧٤٩	٢.٤٨٥١٧										
	٣	٢.٤٩٦٦٢	٢.٧٦٦٩٢	٣.٣١٥٨٩	٤.١٩٣٥٧	٥.٤٤٠٤١	٧.٠٩١٠٧								
	٤	٤.٨٨٨٣٨	٥.١٥٨٦٨	٥.٧٠٧٦٥	٦.٥٨٥٣٣	٧.٨٣٢١٧	٩.٤٨٢٨٣	١١.٥٦٧٩٦	١٤.١١٥٢٥	١٧.١٥٠١٣	٢٠.٦٩٦١٣				
	٥					١٠.٩٠٧٣٠	١٢.٥٥٧٩	١٤.٦٤٣٠٨	١٧.١٩٠٣٧	٢٠.٢٢٥٢٥	٢٣.٧٧١٢٥	٢٧.٨٥٠٤٠	٣٢.٤٨٣٤٦		
	٦									٢٣.٩٨٣٧٣	٢٧.٥٢٩٧٣	٣١.٦٠٨٨٨	٣٦.٢٤١٩٤	٤١.٤٤٨٥٢	٤٧.٢٤٧٢٩
	٧										٣١.٩٧١٥٧	٣٦.٠٥٠٧٢	٤٠.٦٨٣٧٨	٤٥.٨٩٠٣٦	٥١.٦٨٩١٣