مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم البيولوجية المجلد (34) العدد (6) 2012
Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Biological Sciences Series Vol. (34) No. (6) 2012

تصميم واختبار منحنيات ارتفاع الأشجار وتقدير المخزون الخشبي للصنوبر البروتي *Pinus brutia* في منطقة ربيعة في محافظة اللاذقية – سورية

الدكتور وائل علي*
الدكتور أسامة رضوان**
تمّام سليمان***

(تاريخ الإيداع 11 / 6 / 2012. قبل للنشر في 8 / 11 / 2012)

□ ملخّص □

تم في هذا البحث تصميم واختبار منحنيات الارتفاع وإجراء العديد من الاختبارات الإحصائية لانتقاء الموديل الأفضل والأنسب لتقدير ارتفاع أشجار الصنوبر البروتي وتقدير المخزون الخشبي لهذا النّوع في منطقة ربيعة الواقعة على بعد 40 كم تقريبا شمال مدينة اللاذقية وبالتالي الوصول لنمذجة النمو الخشبي والحصول على بيانات تفيد في إدارة هذا الموقع بشكل جيد. قد أُخذَت القياسات الحراجية في شهري أيلول وتشرين أول عام 2011 ، جُرِّبت عدّة موديلات رياضيّة (Korsun, Michailoff, Prodan, Petterson, Parabel, Logarithmic, Freese) لتصميم منحنيات الارتفاع لغابات الصنوبر البروتي في موقع الدراسة ، كما أُختبرَت كفاءة بعض الموديلات الرياضية (المتوسط المطلق لخطأ النموذج ،المتوسط النسبي لخطأ النموذج ، الانحراف المعياري المطلق لمتوسط خطأ النموذج، الانحراف المعياري النسبي لمتوسط خطأ النموذج، دقة النموذج والنسبة المئوية لدقة النموذج) في تقدير المخزون الخشبي وانتقاء الأنسب منها للتطبيق في الغابة.

بنتيجة اختبار كفاءة الموديلات تمّ اعتماد موديل Prodan من أجل نمذجة الارتفاع في عينات الموقع المشجرة بالصنوبر البروتي، ومن ناحية أخرى بيّنت الدراسة أنّ المخزون الخشبي للصنوبر البروتي في تلك المنطقة جيد جداً وقد تمّ حساب عدد من المؤشرات الخاصّة (البارامترات) بالمخزون الخشبي و النمو في الموقع .

بالنظر للنتائج المستخلصة يمكن أن تشكّل هذه الدراسة نقطة ارتكاز لدراسات قادمة في هذا المجال تسمح بتطوير وإدارة مواقع شبيهة بموقع الدراسة .

الكلمات المفتاحية: المخزون الخشبي – منحنيات الارتفاع –الصنوبر البروتي–جودة الموديل– المساحة القاعدية– منطقة ربيعة.

* **مدرّس – قسم حراج وبيئة– كلية الزراعة– جامعة تشرين– اللاذقية– سورية.**
** **مدرّس – قسم حراج وبيئة– كلية الزراعة– جامعة تشرين– اللاذقية– سورية.**
*** **طالب دراسات عليا (ماجستير) – قسم حراج وبيئة– كلية الزراعة– جامعة تشرين– اللاذقية– سورية.**

مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم البيولوجية المجلد (34) العدد (6) 2012
Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Biological Sciences Series Vol. (34) No. (6) 2012

Construction and Validation of Height Curves and Estimation of Standing Wood Volume of *Pinus brutia* in Rabiaa region (Latakia –Syria)

Dr. Wael Ali[*]
Dr. Usama Radwan[**]
Tammam Suliman[***]

(Received 11 / 6 / 2012. Accepted 8 / 11 /2012)

□ ABSTRACT □

In this study, constructing and testing the Height Curves were achieved , some statistical methods were done to select the best model to estimate the height *of pinus brutia*, and the standing wood volume was estimated for *pinus brutia* in Rabiaa, 40 kilometers north of the city of Latakia .

The objective of this study is to achieve a modeling of standing wood volume as well as to obtain data to help in the efficient management of this site. The data have been taken in September and October 2011.

Several height curve models worldwide used (e.g. Michailoff, Prodan, Petterson, Parabel, Logarithmic, Freese, Korsun) have been tested.

In order to assess goodness of height curve model, some tests were implemented. The Model was examined quantitatively using statistical tests of average model bias ($\bar{e}$), average model bias % or relative bias ($\bar{e}$ %), model precision (*Se* and *Se%*), model accuracy (*mx* and *mx* %) and coefficient of determination (R^2) .

The results of Models Efficiency Tests have adopted the Prodan Model for modeling in site plots. Moreover, the study has shown that the standing wood volume in this region is very good. The study calculated a number of standing wood volume as well as growth parameters in this site.

This study can be an important basis for future studies in the field, which will help in the development and management of sites of the same type.

Keywords: Wood volume, Height curves, *Pinus brutia*, Model goodness, basal area , Rabiaa region.

[*]**Professor, Department of Ecology and Foresty, Faculty of Agriculture, Tishreen University, Lattakia, Syria .**
[**]**Professor, Department of Ecology and Foresty, Faculty of Agriculture, Tishreen University, Lattakia, Syria .**
[***]**Postgraduate student, Department of Ecology and Foresty, Faculty of Agriculture Tishreen University, Lattakia, Syria .**

مقدمة:

ينتشرُ الصنوبر البروتي *pinus brutia* في سورية مشكلاً غابات طبيعيّة في الجبال الساحليّة السوريّة و جبال الباير والبسيط وجبل الأكراد بمساحة تقدّر ب 50 ألف إلى 55 ألف هكتار تقريبا (نحّال ،2003) .

شجرة الصنوبر البروتي شجرة معمّرة يمكن أن يصل عمرها بين 120 و 150 سنة ويمكن أن يصل ارتفاعها إلى 30 مترا في المواقع العالية الخصوبة (نحّال، 2003) .

تخضع غابات الصنوبر البروتي في منطقة انتشارها الطبيعي في شرقي حوض المتوسط للمناخ المتوسط الشرقيّ المتميّز بفصل شديد الجفاف و الحرارة هو فصل الصيف و بتغيّرات في الأمطار الشهرية خلال العام ومن سنة لأخرى إضافة لتباين كبير في درجات الحرارة ، وتتميز منطقة الانتشار الطبيعي بأمطار سنوية تتراوح بين 400 مم و 1300 مم، وتتراوح قيمة درجات الحرارة العظمى المطلقة في مناطق التوزيع الطبيعي والاصطناعي للصنوبر البروتي بين 35 درجة مئوية في المناطق الساحليّة وبين 48 درجة مئويّة في المناطق الداخليّة البعيدة عن البحار.

تتراوح قيمة متوسط درجات الحرارة العظمى للشهر الأكثر حرارة بين 27 درجة مئوية في المناطق الجبلية و 36 درجة مئوية في المناطق الداخليّة البعيدة عن البحار كما تتراوح قيمة القاريّة بين +20 في الناطق الساحليّة و 34 في المناطق الداخليّة (نحّال، 2003) .

وبالنسبة إلى المجال البيومناخي فانّ الغابات الطبيعيّة للصنوبر البروتي تصادف ضمن فصيلة المناخ المتوسطي الذي يسود المنطقة في الطوابق الرطبة و شبه الرطبة و شبه الجافّة.

يعدّ الصنوبر البروتي من الأشجار أليفة الضوء أي أن بادراته لا يمكنها أن تنمو إلا في الضّوء، ويصادف في الحالة الطبيعيّة على أنواع مختلفة من الصخور الأم (المارن والكلس المارني – الصخور الخضراء) و pH لهذه الترب غالبا ما تتراوح بين 7و8 إلا أنّها يمكن أن تنخفض إلى 5.5 في بعض الظروف البيئيّة الخاصّة (نحّال، 2003).

تعد غابات الصنوبر البروتي من الأنظمة البيئيّة الأساسية في سورية خاصة فهي تساهم في المحافظة على التوازن البيئيّ وتعدّ مصفاة طبيعية تنقّي الجوّ من الغبار وتقاوم الظروف البيئيّة القاسية مما شجّع على استعمالها في التشجير الوقائي (حماية التربة من الانجراف) بالإضافة إلى أهميتها الاقتصادية حيث تعطي أشجار الصنوبر البروتي وسطياً كميّة من الصمغ تتراوح ما بين 1.5 – 9 كغ للشجرة الواحدة (الزغت، 1963)عدا أنّها تشكّل ثروة خشبيّة كبيرة من النواحي الكمية والنوعية ويمكنها أن تلبّي حاجة الصناعة الحديثة من مادة السيللوز، ويعطي الصنوبر البروتي أخشاباً عالية المتانة كون الخواص الفيزيائية والميكانيكية الناتجة عنه ممتازة فيستخدم كأعمدة لتمديد الهواتف والكهرباء وفي صناعة الصناديق وفي التجارة والإنشاءات كالأبنية والدعامات(Shafiq, 1978) ،

هذه الاهمية تجعل التفكير بتقدير المخزون الخشبي أمراً حيوياً ومهماً وللقيام بذلك هناك حاجة ماسّة لتقدير ارتفاع الأشجار الذي يتم عبر اختبار كفاءة بعض الموديلات الرياضية المعتمدة عالمياً لتقدير ارتفاع أشجار العينات والتي تسمى منحنيات ارتفاع الأشجار ومن ثمّ استخدام الارتفاع المحسوب وفق النموذج الأفضل ليدخل في حساب المخزون الخشبي و منحنيات الارتفاع هذه نحصل عليها من العلاقة بين ارتفاعات الأشجار ومقابلاتها من الأقطار وهذه العلاقة يمكن التعبير عنها بعلاقات رياضية مختلفة كعلاقات الانحدار مثلاً التي يمكن حلها باستخدام برامج إحصائية متخصصة مثل برنامج الـ SPSS أو برنامج الـ SAS أو الإكسل أو غيرها . والعلاقة بين الأقطار والارتفاعات تتغيّر من غابة لأخرى حتى ضمن الغابة الواحدة فالعلاقة ليست ثابتة كلّ الوقت لذا فإننا نقوم بتحسين هذه العلاقة وتطويرها عن طريق حساب المتغيّرات حيث توجد معادلات كثيرة طوّرت لهذا الغرض(Palahi, 2007).

ويمكن لموديلات الارتفاع أن تكون خطيّة أو لاخطيّة، الموديلات الخطيّة أقلّ مرونة وتتطلّب بيانات كثيرة في حين تكون الموديلات اللاخطيّة أكثر مرونة ولها أساس بيولوجي عميق يسمح بالوصول إلى تقديرات معقولة(Rivas et al, 2004).

أهمية البحث وأهدافه:

تنبع أهميّة البحث من كونه يسمح بإعطاء فكرة وافية عن المخزون الخشبي وتصميم منحنيات الارتفاع واختبار كفاءة بعض الموديلات الرياضية المستخدمة في تقدير المخزون الخشبي وانتقاء الأفضل للتطبيق في غابات الصنوبر البروتي وبالتالي تسهيل اتخاذ القرار الذي تضمن إدارة مستدامة للغابات عن طريق استخدام تقنيات الحاسوب في العمل الحراجي الذي مازال بشكل عام في بداياته في سورية لذا نجد أنه من الأهمية بمكان العمل على تعزيز وتشجيع استخدام هذه التقنيات في الحسابات الرياضية ضمن الغابة والاستفادة من تطور علوم النمذجة الرياضية وتوظيفها لحل مشاكلنا وتوفير الوقت والجهد في أبحاثنا ودراساتنا وعلى الصعيد العملي والتطبيقي، وتجدر الإشارة هنا إلى أنه لا وجود لدراسات سابقة كثيرة تتناول استخدام الموديلات الرياضية في حساب المخزون الخشبي في سوريا لذا لا بد من الانطلاق في هذا المجال لمجاراة دول العالم الأخرى في تطوير العلوم الحراجية والنهوض بواقعنا الحالي نحو مستقبل يقارب الواقع العملي و يحاول الدخول في مشاكل هذا الواقع و طرح حلول عملية له .

يهدف البحث إلى ما يلي:

1- تصميم منحنيات الارتفاع لغابات الصنوبر البروتي في موقع الدراسة .

2-اختبار كفاءة بعض الموديلات الرياضية المستخدمة في تقدير المخزون الخشبي وانتقاء الأنسب منها للتطبيق في الغابة.

3-تقدير المخزون الخشبي لغابات الصنوبر البروتي في منطقة ربيعة وحساب البارامترات التالية:

حجم الأشجار المفردة،متوسط القطر (dm)،عدد الأشجار في الهكتار (N/ha) ،الارتفاع المتوسط (hm)، المساحة القاعدية (G/ha) ،متوسط المساحة القاعدية لأكبر 100 شجرة في الهكتار (100 g) (أو ما يسمى متوسط المساحة القاعدية للأشجار الميسطرة)، متوسط القطر لأكبر 100 شجرة في الهكتار (d100)، متوسط الارتفاع لأكبر 100 شجرة في الهكتار (h100).

هذا كلّه يصب في الهدف النهائي المتمثّل في تطوير إدارة هذا الموقع والاستفادة كذلك في تطوير إدارة مواقع شبيهة .

طرائق البحث ومواده:

1- موقع البحث

يقع موقع الدراسة شمال غرب سوريا حيث يبعد حوالي 40 كم عن مدينة اللاذقية .

تبلغ مساحة الموقع حوالي 20 هكتار (شكل ،1) ،(شكل ،2) وتقع منطقة الدراسة بين خطي الطول 35.44 و35.46 درجة وخطي العرض 36.03 و 36.05 ، يرتفع الموقع عن سطح البحر حوالي 143 مترا .

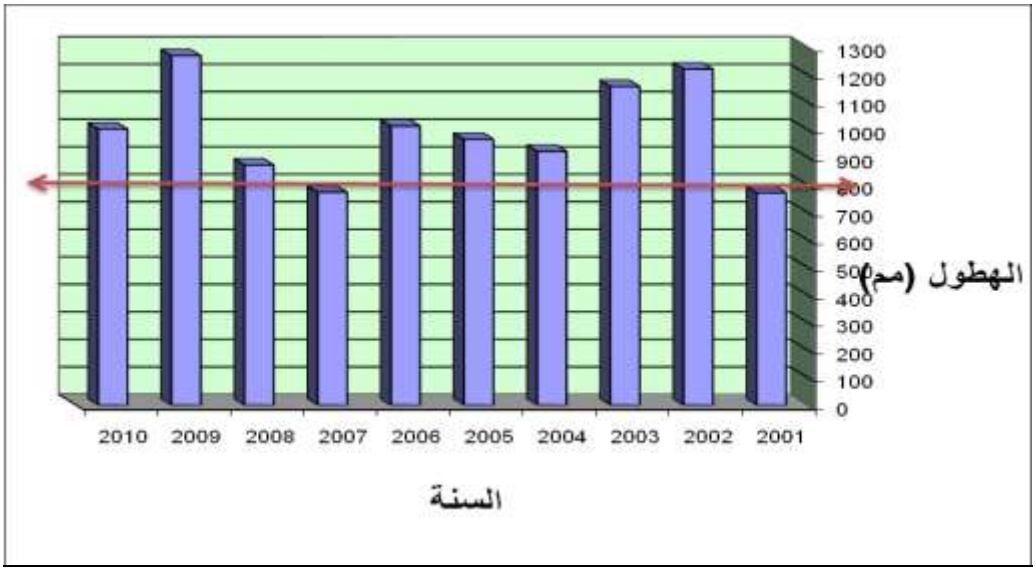
يحد منطقة الدراسة: من الشمال لواء اسكندرون وناحية كسب ، ومن الغرب ناحيتا قسطل معاف وعين البيضا، ومن الجنوب ناحية البهلولية ومنطقة الحفّة، ومن الشرق محافظتا حماة و إدلب.

النّوع الحراجي السائد هو الصنوبر البروتي حيث تتوزع الأعمار بين 10 إلى 90 سنة .

شكل(1) يوضّح منظرا عاما لموقع الدراسة

شكل (2) هو صورة فضائية لجزء كبير من موقع الدراسة من برنامج Google Earth

يخضع الموقع لمناخ البحر المتوسط وتوزع الأمطار يبدأ من شهر أيلول ليصل إلى أشده في شهري كانون الأول والثاني إذ يصل المعدل السنوي للأمطار إلى 1057 مم ثم يعود لينخفض تدريجيا وينعدم في حزيران وتموز حيث تمتد الفترة الجافة 3 أشهر، ومتوسط درجة الحرارة السنوية 17 درجة مئوية (شكل ، 3)



شكل (3) يوضّح كميّة الهطولات المطرية خلال السنوات العشر الماضية (يشير السهم إلى متوسّط الهطولات المطرية خلال السنوات العشرة الأخيرة).

2- الأدوات المستخدمة في البحث:

تم أثناء إجراء هذه الدراسة استخدام مجموعة من المعدات وهي:

1 . الشريط المتري لقياس المسافات واستخدم مرات قليلة لقياس المحيط قبل إجراء عملية حسابية تمكننا من الحصول على القطر.

2 . الكاليبر (فرجار الغابة) لقياس أقطار الأشجار.

3 . جهاز الهاغا (لقياس ارتفاع الأشجار).

4 . جهاز GPS (لتحديد مواقع العينات)

5 . عبوات طلاء لتعليم الأشجار المقاسة.

3- طرائق العمل:

لتسهيل الدراسة تم تحديد 12 عينة انتقائية ، تم اعتماد القيمة 11.3 م نصف قطر للعينة الدائرية المدروسة وبالتالي تكون مساحة كل عينة مدروسة حوالي 400 $م^2$.

تم توزيع العينات بحيث يتم تغطية التباين الإحصائي الموجود ضمن المجتمع المدروس (الغابة) من حيث الكثافة الشجرية، المعرض، الانحدار و تباين خصوبة الموقع.

تم قياس أقطار كل الأشجار الموجودة في العينة وتم تكرار العمل بالنسبة للعينات الأخرى المتبقيّة كما تم قياس ارتفاع عدد محدد من الأشجار في كل عينة بما يغطي جميع صفوف الأقطار من أجل نمذجة الارتفاع لاحقا.

يبين الجدول رقم 1 الأشجار ضمن العينات التي تبلغ مساحة كل عينة 400 م2

جدول(1): كثافة أشجار الصنوبر البروتي ضمن العينات المدروسة

رقم العينة	الكثافة (شجرة/ العينة)
1	73
2	35
3	62
4	66
5	64
6	71
7	69
8	66
9	61
10	58
11	68
12	66

من أجل تقدير المخزون الخشبي لغابة الصنوبر البروتي في الموقع المدروس تم في البداية اختبار كفاءة بعض الموديلات الرياضية المعتمدة عالمياً لتقدير ارتفاع أشجار العينات التي تسمى منحنيات ارتفاع الأشجار حيث سيتم لاحقاً استخدام الارتفاع المحسوب وفق النموذج الأفضل ليدخل في حساب المخزون الخشبي.

من خلال تجريب الموديلات التالية حصلنا على منحنيات الارتفاع بدلالة القطر لكل موديل (Ali , 2009) :

(**Parabel**) $H=a0+a1\times dbh+a2\times dbh^2$

(**Michailoff**) $H=1.3+a1\times EXP(a2/dbh)$

(**Prodan**) $H=1.3+dbh^2/(a0+a1\times dbh+a2\times dbh$

(**Petterson**) $H=1.3+(dbh/(a0+a1\times dbh))^2$

(**korsun**) $H=Exp(a0+a1\times ln(dbh)+a2\times(ln(dbh))$

(**Logarithmic**) $H=a0+a1\times ln(dbh)$

(**Freese**) $H=EXP(a0+a1\times ln(dbh)$

حيث:

Dbh = القطر على ارتفاع الصدر

H = ارتفاع الشجر

a0 = a1= a2 = ثوابت

تم تقدير الثوابت أو البارامترات للموديلات غير الخطية المعتمدة عالمياً و المذكورة أعلاه وذلك في برنامج **Solver**. باستخدام الحالل أوExcel

لجميع المعادلات المذكورة أعلاه كما يلي: *R^2 كما تم حساب معامل التحديد*

$$R^2 = 1 - \frac{\sum_{i=1}^{n}(Y_i - \hat{Y}_i)^2}{\sum_{i=1}^{n}(Y_i - \overline{Y}_i)^2}$$

الانحدار الذي يملك أعلى قيمة لمعامل التحديد R^2 هو الموديل المرشح اختياره حيث إن:

$\hat{Y}_i$: القيمة المحسوبة أو المقدرة من خلال النموذج لارتفاع الأشجار في المجموعة الحرجية التي ترتيبها (i)

Y_i : هي القيمة المقاسة أو الفعلية لارتفاع الأشجار في المجموعة الحرجية التي ترتيبها(i)

$\overline{Y}_i$: هي المتوسط الحسابي للقيم الحقيقية ($i = 1 \dots n$)

قمنا أيضا بإجراء مجموعة من الاختبارات للنماذج المجربة أعلاه كما يلي:

Model Bias = $\bar{e}$: المتوسط المطلق لخطأ النموذج:

$$\bar{e} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}(\hat{Y}_i - Y_i)$$

$\hat{Y}_i$: القيمة المحسوبة أو المقدرة من خلال النموذج لارتفاع الأشجار في المجموعة الحرجية التي ترتيبها (i)

Y_i : هي القيمة المقاسة أو الفعلية لارتفاع الأشجار في المجموعة الحرجية التي ترتيبها(i)

n:عدد القيم المقاسة (أو الفعلية أو الحقيقية)

Model Bias % = $\bar{e}$ % : المتوسط النسبي لخطأ النموذج:

$$\bar{e}\% = \frac{\bar{e} * 100}{\overline{Y}}$$

Model Precision = S_e : الانحراف المعياري المطلق لمتوسط خطأ النموذج:

$$S_e = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}(e_i - \bar{e})^2}{n-1}}$$

Model Precision % = S_e % : الانحراف المعياري النسبي لمتوسط خطأ النموذج:

$$S_e\% = \frac{S_e * 100}{\overline{Y}}$$

Model Accuracy = m_x : دقة النموذج:

$$m_x = \sqrt{S_e^2 + \bar{e}^2}$$

Model Accuracy % = m_x % : النسبة المئوية لدقة النموذج:

$$m_x\% = \frac{m_x * 100}{\overline{Y}}$$

الاختبارات مأخوذة عن بريتش (Pretzsch ,2009) و عن (Ali , 2009)

بعد تحديد الموديل الأفضل لكل نوع تم تقدير الارتفاع في العينات اعتمادا على هذه الموديل، وبعد تقدير الارتفاع تمت الحسابات التالية:

- حساب المساحة القاعدية: **g** للأشجار المفردة = $\pi \times (dbh/2)^2$
- حساب معامل الشكل F باستخدام المعادلة:

$$F = 0.42 + 0.12 \times \exp(-0.39 \times (dbh-10) \times 0.1)$$

Dbh = القطر على ارتفاع الصدر

- حساب حجم الأشجار الواقفة : $V = F * G * H$

حيث:

V =حجم المخزون الخشبي

F = معامل الشكل

G = المساحة القاعدية

H = ارتفاع الشجرة

كما تم حساب المتحولات الهامة التالية وفق المعادلات التالية:

*عدد الأشجار في الهكتار $N = \sum n/A$ (tree/ha)

*المساحة القاعدية $G = \sum g/A$ (m^2/ha)

* المساحة القاعدية في الهكتار

*الحجم الخشبي في الهكتار $V = \sum v/A$ (m^3/ha)

*متوسط المساحة القاعدية $gm = G/N$ (m^2)

*مساحة العينة المأخوذة **A**

* الارتفاع المتوسط في العينة $hm = \sum h/\sum n$

* متوسط القطر لأكبر 100 شجرة في الهكتار **d100** .

* متوسط الارتفاع لأكبر 100 شجرة في الهكتار h_{100} .

* متوسط المساحة القاعدية لأكبر 100 شجرة في الهكتار **g100** .

للتوضيح أكثر حول تقدير المخزون الخشبي في العينة **نقول:**

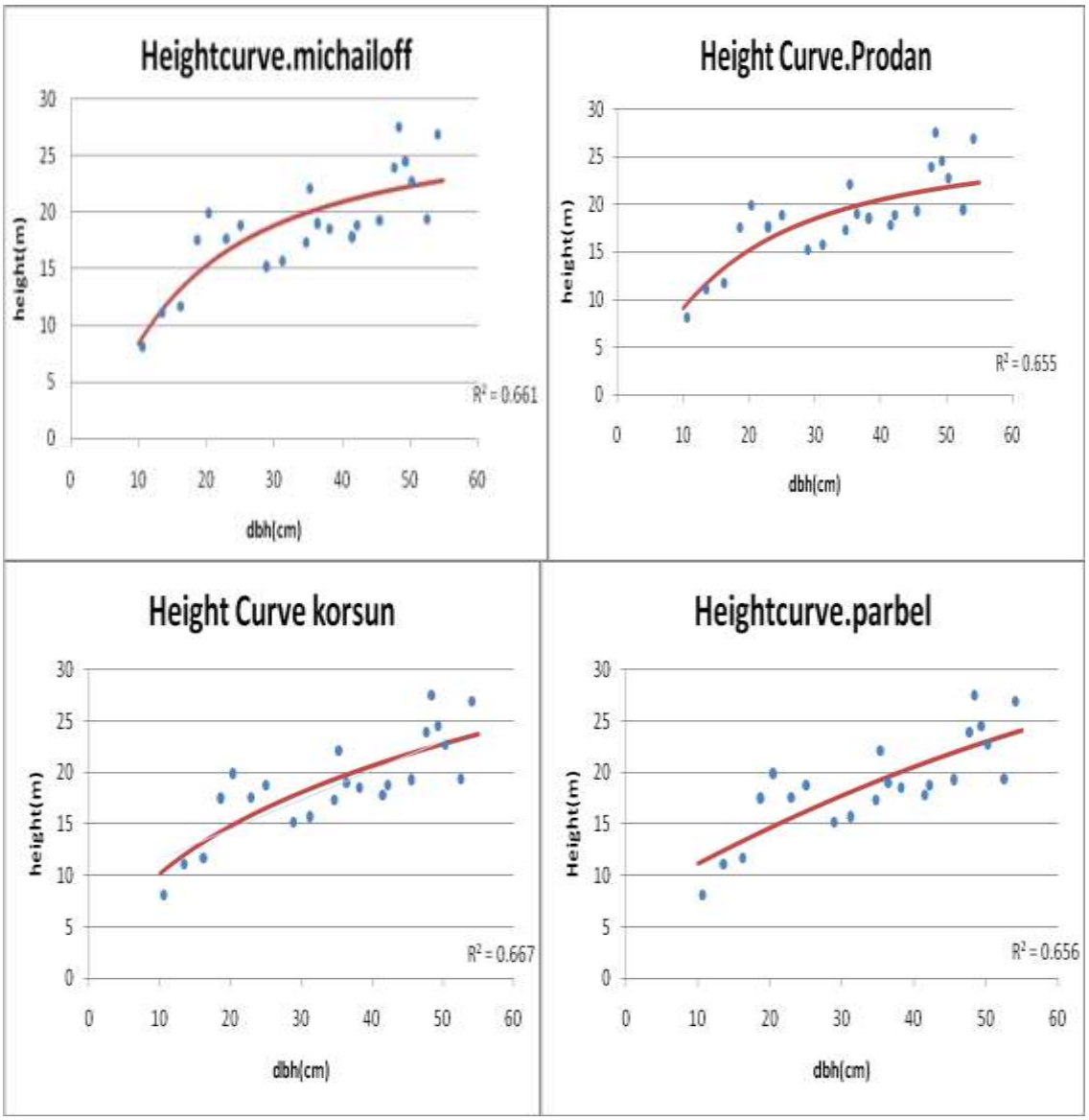
تم تقدير المخزون الخشبي لكل شجرة من أشجار العينة وذلك وفق المعادلة أعلاه: المخزون الخشبي لكل شجرة = المساحة القاعدية X معامل الشكل الخاص X الارتفاع المقدر لكل شجرة، وبعد ذلك تم جمع المخزون الخشبي لأشجار العينة كافة للحصول على المخزون الخشبي في العينة .

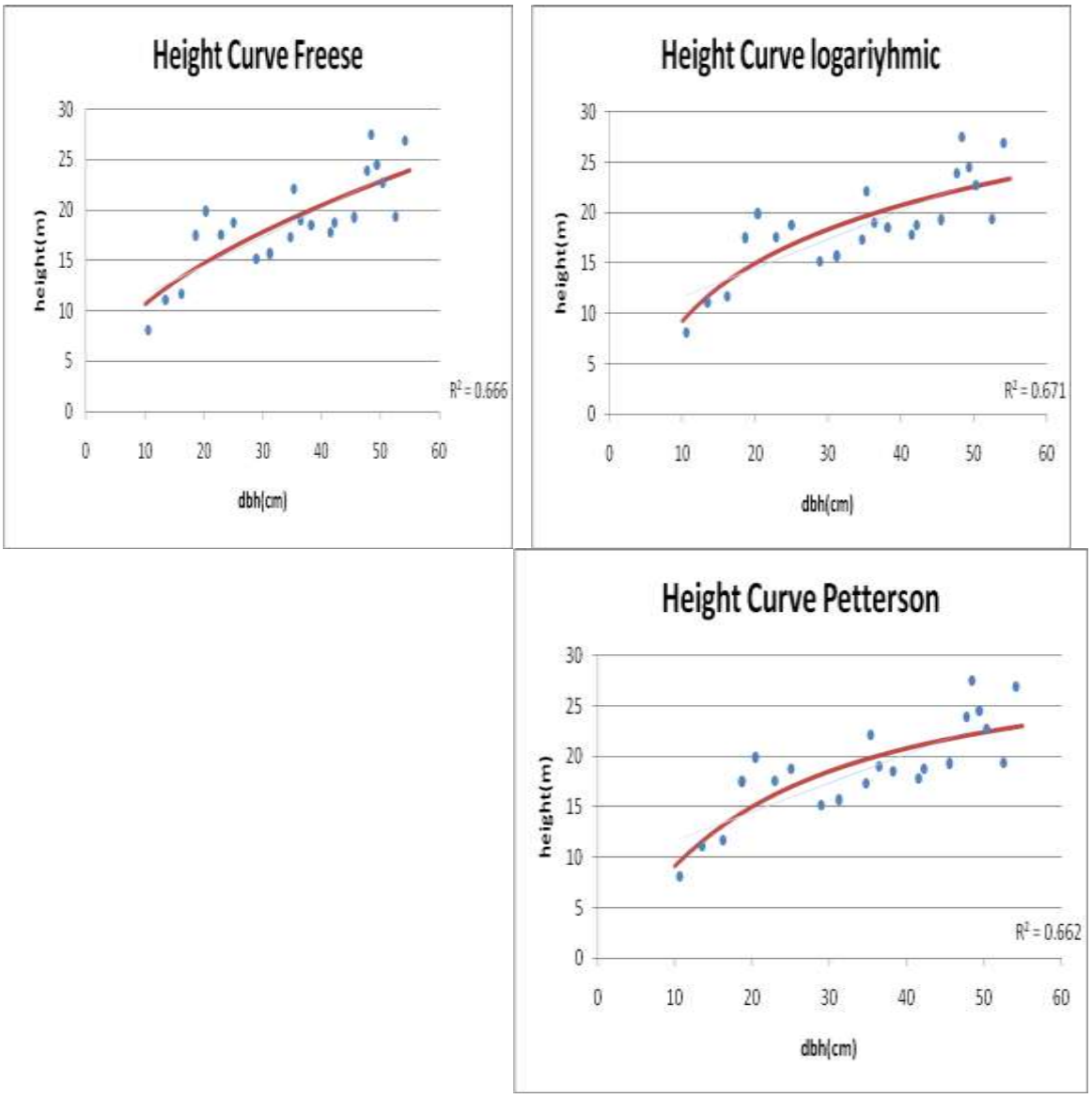
النتائج والمناقشة:

1-تصميم منحنيات الارتفاع التي تم تجريبها على أشجار الصنوبر البروتي:

يوضح (الشكل ،4) منحنيات الارتفاع بدلالة القطر لكل موديل وهناك فروق قليلة جدا بين المنحنيات في تمثيل البيانات حيث نلاحظ التشابه الواضح في شكلها، قيم معامل التحديد متقاربة جدا لكل الموديلات كما هو واضح.

كما يبيّن (الشكل ،4) أنّ قيمة معامل التحديد لموديل Prodan هي الأقل و أعطى منحني الارتفاع للموديل اللوغاريتمي أعلى قيمة لمعامل التحديد من بقيّة الموديلات الأخرى حيث نلاحظ أن المنحني اللوغاريتمي يمثل البيانات بشكل أفضل ، كما تقترب القيم المحسوبة باستخدام الموديل اللوغاريتمي من القيم الحقيقية أكثر مما هي عليه في بقية الموديلات.

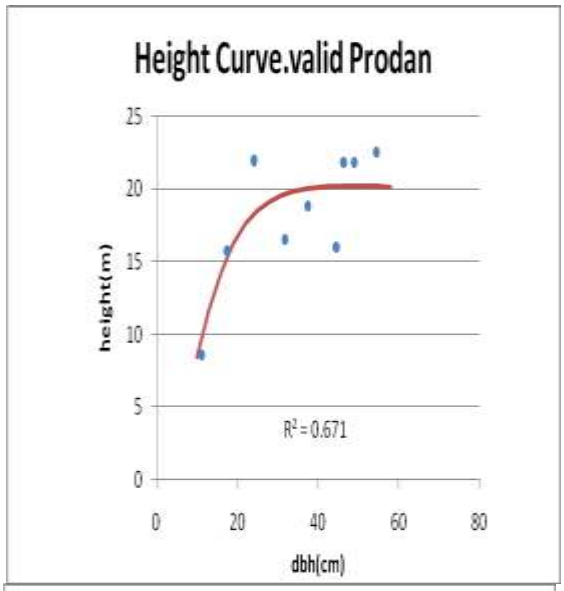


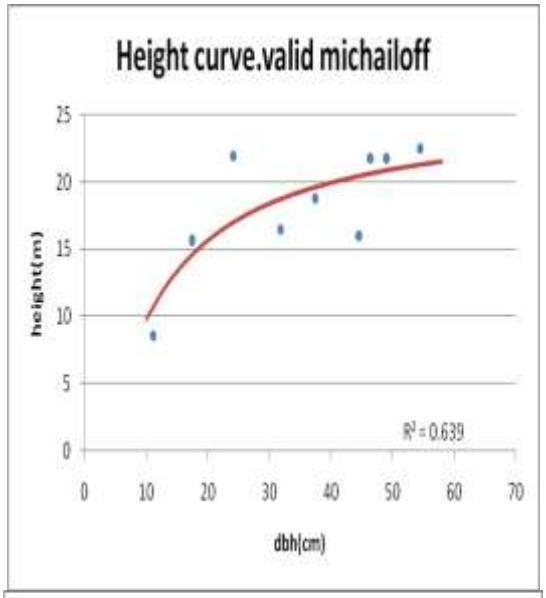


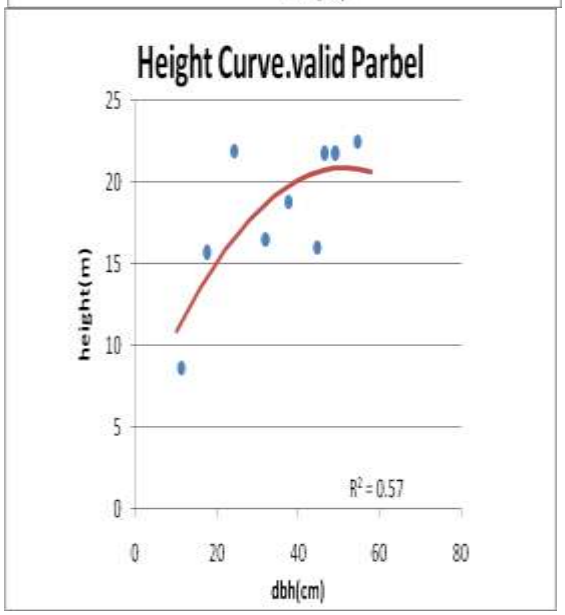
شكل (4): منحنيات الارتفاع المجرّبة للصنوبر البروتي

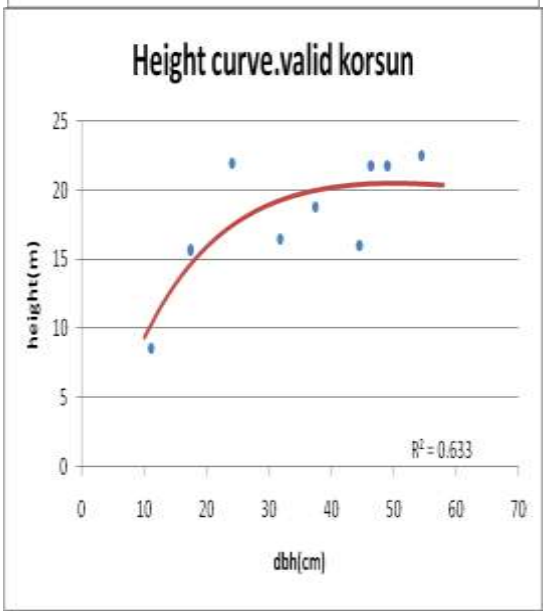
2-اختبار كفاءة بعض الموديلات الرياضية المستخدمة في تقدير المخزون الخشبي وانتقاء الأنسب منها للتطبيق في الغابة

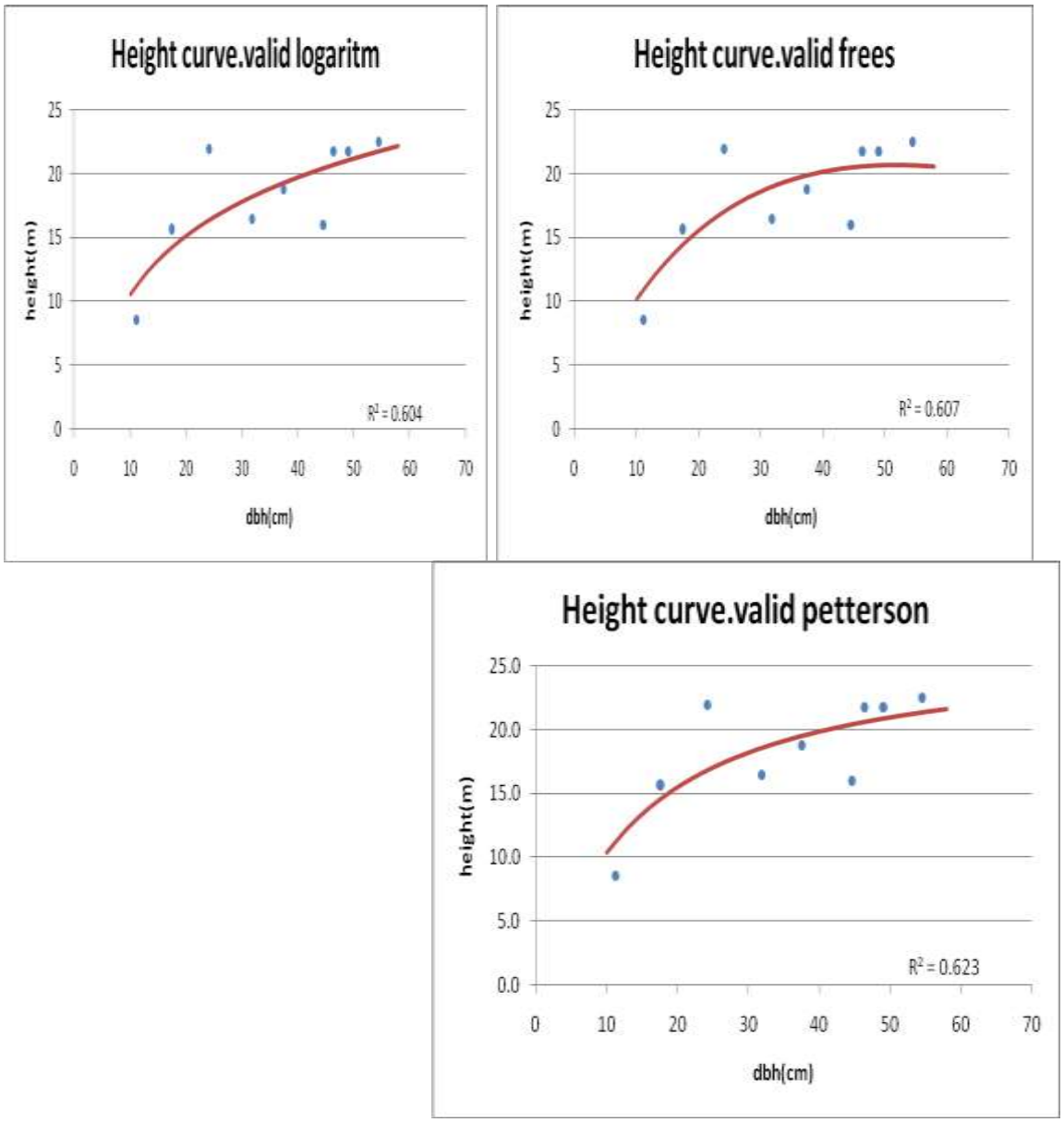
أظهرت النتائج أنّه تم الحصول على منحنيات ارتفاع من خلال تجريب الموديلات السابقة على 9 من الأشجار الماخوذة عشوائيا للتأكد من جودة الموديل المقاس قطرها على ارتفاع الصدر والارتفاع(شكل 5، حيث نلاحظ بوضوح الاختلاف في أشكال المنحنيات السبعة مع انخفاض واضح في تمثيل البيانات لموديل Parbel والتمثيل الأفضل للبيانات نراه في موديل Prodan ، قيمة معامل التحديد لموديل Parbel الذي بلغ 0,57 الأقل في حين قيمة معامل التحديد لموديل Prodan الذي بلغ 0,67 الأعلى، فيما تتقارب الموديلات الأخرى من حيث شكل المنحنيات وتمثيل البيانات و قيم معامل التحديد .


Height Curve.valid Prodan
height(m)
dbh(cm)
R² = 0.671


Height curve.valid michailoff
height(m)
dbh(cm)
R² = 0.639


Height Curve.valid Parbel
height(m)
dbh(cm)
R² = 0.57


Height curve.valid korsun
height(m)
dbh(cm)
R² = 0.633



الشكل (5) منحنيات الاتفاع المستخدمة للتاكد من جودة الموديل

أظهر تقدير البارامترات للموديلات وحساب معامل التحديد لك موديل النتائج التالية (جدول ،2) أنّ موديل Parabel هو الموديل الذي أعطى أدنى قيمة لمعامل التحديد(R^2) في حين سيتم استبعاده، نلاحظ أن الموديلات المتبقية أعطت قيم متقاربة لـR^2 وبالتالي كان لا بد من إجراء اختبارات أخرى للمفاضلة بين الموديلات المتبقية و يبين الجدول (3) نتائج هذه الاختبارات على الموديلات.

الجدول (2) : الثوابت للموديلات المستخدمة و معامل التحديد لكل موديل

R²	a2	a1	a0	المعادلة
0.570	-0.0058	0.6030	5.4060	*Parabel*
0.639	-10.450	24.1800	-	*micha*
0.671	0.0589	-0.5798	13.8920	*prodan*
0.623	-	1.3195	0.1991	*petterson*
0.633	-0.3012	2.3570	-1.5893	*korsun*
0.604	-	6.6079	-4.6333	*logarith*
0.607	-0.0163	0.8439	0.5430	*freese*

جدول(3): الاختبارات التي تمّت للمفاضلة بين الموديلات

Accuracy (m_x %)	*Accuracy* (m_x)	*Precision* (S_e %)	*Precision* (S_e)	*Bias* ($\bar{e}$ %)	*Bias* ($\bar{e}$) [m]	R^2	*الموديل*
16.38	2.98	16.38	2.98	-0.00070	-0.00010	0.570	Parabel
15.00	2.73	15.00	2.73	0.13000	0.02000	0.639	micha
14.32	2.60	14.33	2.60	0.37000	0.07000	0.671	prodan
15.34	2.79	15.34	2.79	0.18000	0.03000	0.623	petterson
15.13	2.75	15.13	2.75	0.13000	0.02000	0.633	korsun
15.71	2.86	15.71	2.86	0.00004	0.00001	0.604	logarith
15.66	2.85	15.66	2.85	0.12000	0.02000	0.607	freese

نلاحظ من خلال الجدول أدناه أنّ هذه الموديلات تفسّر مابين 57% و 67% من القيم الحقيقية للعينات الحراجية المدروسة ، كما نلاحظ أنّ دقّة النموذج(m_x %) تراوحت بين 14.32 و 16.38 % وهذا يعني أنّه على فرض أنّ توزع خطأ النموذج كان توزّعا طبيعيا فإنّ 95 % من القيم المقدرّة لن تنحرف أكثر من 14.32 إلى 16.38 % عن القيم الحقيقية ، وبالنسبة للمتوسط النسبي لخطأ النموذج ($\bar{e}$ %) كان صغير جدا حيث يتراوح بين -0.0007 و 0.37 لمعادلات تقدير ارتفاع الأشجار السائدة لنوع الصنوبر البروتي وكمحصلة لقيم معامل التحديد و نتائج اختبارات جودة الموديل تبيّن أن موديل Prodan هو الأنسب من أجل نمذجة الارتفاع في عينات الموقع المشجرة بالصنوبر البروتي ومنه لتقدير المخزون الخشبي في العينات المدروسة حيث إنّ موديل Prodan قد أعطى أعلى قيمة لمعامل التحديد وهي 0.671 وهذا يعني أنّ الموديل يفسّر 67% من النقاط (القيم الحقيقية) للعينات المدروسة.

3-تقدير المخزون الخشبي

بعد تقدير الارتفاع في العينات المدروسة اعتمادا على موديل Prodan و بعد الحصول على القياسات الحراجية المطلوبة من العينات المدروسة، ثمّ تقدير المخزون الخشي في تلك العينات ويبين الجدول رقم (4) القيم التي تمّ الحصول عليها

الجدول (4) يوضّح القياسات الحراجية و المخزون الخشبي في العينات المدروسة

رقم العينة	عدد الأشجار في العينة	متوسط القطر [cm]	المساحة القاعدية [m²]	المساحة القاعدية المتوسطة[m²]	المساحة القاعدية في الهكتار[m²]	متوسط الارتفاع [m]	حجم الخشب [m³]	عدد الأشجار في الهكتار
1	73	12.83	0.967	0.0132	24.17	11.36	6.061	1825
2	35	49.51	6.786	0.193	169.65	20.19	61	875
3	66	20.89	2.354	0.035	58.85	16.7	20.235	1650
4	64	27.45	3.847	0.0601	96.175	18.91	35.166	1600
5	71	23.92	3.28	0.046	82	17.97	29.233	1775
6	69	32.71	6.328	0.091	158.2	18.96	57.522	1725
7	66	31.06	5.216	0.079	130.4	19.25	47.813	1650
8	61	33.4	5.624	0.092	140.6	19.43	51.479	1525
9	58	29.19	4.058	0.07	101.45	18.99	37.077	1450
10	68	15.6	1.381	0.02	34.525	13.4	10.409	1700
11	66	17.46	1.648	0.025	41.2	14.88	13.099	1650
المتوسطات	63	19	3.772	0.066	94.29	17.28	33.55	1584

ونلاحظ من خلال الجدول تفاوت قيم المساحة القاعدية بين العينات حيث نشاهد أعلاها في العينة رقم 2 وكذلك قيم المخزون الخشبي حيث نلاحظ أعلاها في العينة رقم 3 ومتوسط المخزون الخشبي هو 33.55، وهذا يعود إلى أن العينة 2 كانت مميزة من حيث ضخامة القطر و خصوبة الموقع .

كما يتبيّن من الجدول رقم 4 أن أعلى متوسط ارتفاع بين العينات هو في العينة رقم 2 و يبلغ 20.19 بينما متوسط الارتفاع في كل العينات المدروسة 17.28م في حين نجد أن اقل متوسط للأقطار هو في العينة الأولى حيث يصل إلى 12.83 في حين يبلغ متوسط الأقطار في كل العينات 19 سم.

ويبلغ متوسط المساحة القاعدية المتوسطة 0.066 م2 في حين يصل متوسط المساحة القاعدية في الهكتار إلى 94.29 م2،ونلاحظ في هذا الجدول اختلاف عدد الأشجار في الهكتار بين 875 شجرة في الهكتار في العينة رقم 2 و 1825 شجرة في الهكتار في العينة رقم 1 ومتوسط عدد الأشجار في الهكتار في كل العينات يبلغ 1584.

كما حصلنا نتيجة القياسات و الحسابات على قيم مجموعة البارامترات الأخرى في الجدول رقم 5.

الجدول رقم(5) : نتيجة القياسات و الحسابات على قيم مجموعة من البارامترات الأخرى

رقم العينة	متوسط المساحة القاعدية لأكبر 100 شجرة في الهكتار	متوسط القطر لأكبر 100 شجرة في الهكتار	متوسط الارتفاع لأكبر 100 شجرة في الهكتار
1	0.023	17.04	15.04
2	0.258	57.35	20.15
3	0.067	29.18	19.35
4	0.093	34.44	19.88
5	0.087	33.37	19.8
6	0.216	52.4	20.19
7	0.162	45.4	20.2
8	0.184	48.37	20.2
9	0.157	44.71	20.19
10	0.043	23.52	18.13
11	0.051	25.44	18.65
المتوسطات	0.122	37	19

يبلغ متوسط القطر لأكبر 100 شجرة في الهكتار بين العينات 37 سم و أدنى متوسط قطر لأكبر 100 شجرة في الهكتار في العينة رقم 1 أمّا بالنسبة لمتوسط ارتفاع أكبر 100 شجرة في الهكتار في كل العينات فقد بلغ 19 م في حين نشاهد أكبر متوسط ارتفاع أكبر 100 شجرة في الهكتار في العينتين السابعة والثامنة حيث يصل إلى 20.2 م كما تجدر الإشارة إلى أنّ متوسط المساحة القاعدية لأكبر 100 شجرة في الهكتار في العينات المدروسة 0.122 م2، حصلنا على قيمة المخزون الخشبي في الهكتار لكل عينة انطلاقاً من عملية حسابية جرى فيها تقسيم المخزون الخشبي في كل عينة على مساحة العينة 0,4 هكتار بعدها أُخِذَ متوسط المخزون الخشبي في الهكتار لكل العينات هو 838.75 متر مكعب وهذا ما يعد مؤشرا جيد جدا يحتاج لإدارة سليمة لاستثماره بالشكل الأمثل.

الاستنتاجات والتوصيات :

– أعطى موديل Prodan أفضل النتائج لتقدير ارتفاع أشجار الصنوبر البروتي فقيمة معامل التحديد بلغت 0.671 وهذا يعني أنّ الموديل يفسّر 67% من النقاط (القيم الحقيقية) للعينات المدروسة، لذا ينصح باستخدامه لتقدير ارتفاع الأشجار لهذا النوع في المواقع المشابهة .

– أعطت الدراسة فكرة وافية عن المخزون الخشبي في موقع الدراسة حيث بلغ 838 متر مكعب في الهكتار وهذا يعد مؤشراً جيداً جداً يمكّن المشرفين على الموقع الاستفادة منه اقتصاديا .

–يمكن أن تشكل هذه الدراسة نقطة ارتكاز لدراسات قادمة تتناول استخدام الموديلات الرياضية في حساب المخزون الخشبي وهذا يتطلب تعزيز وتشجيع استخدام تقنيات الحاسوب في العمل الحراجي مما يتيح للدارسين والحراجيين سهولة اتخاذ القرارات في إدارتهم لمواقع شبيهة بموقع الدراسة .

المراجع:

1- الزغت، معين، استخراج المادة الراتنجية في سورية من أشجار الصنوبر البروتي. اسبوع العلم الثالث، الكتاب الخامس، المجلس الأعلى للعلوم ، دمشق، 1963، 87-97 .

2- نحّال ،ابراهيم. علم الشجر . منشورات جامعة حلب ، 2003 ، 630 .

3- نحّال ، ابراهيم. علم البيئة الحراجية . منشورات جامعة حلب ،2002 ، 370.

4- المديرية العامة للأرصاد الجوية 1955-2002، المرجع المناخي للجمهورية العربية السورية.

5- ALI, W. *Assessment of Growth and Biomass Production in Short Rotation Stands of Poplar in Saxony*. M.Sc. thesis, TU Dresden, Tharandt, Institute of Forest Growth and Forest Computer Sciences(2005). .

6- ALI ,W.*Modelling of Biomass production Potentional of Poplar in short Rotation Plantions on Agriculture Lands of Saxony,Germany*:19. (2009).

7- PALAHI, M, GRAU, J.M. *Preliminary site index model and individual-tree growth and mortality models for black pine (Pinus nigra Arn.) in Catalonia (Spain). Invest. Agrar,Sist. Recur*. Forest 12 (1), 137–148 (2003).

8- PRETZSCH, H. *Forest Dynamics, Growth and Yield* (12):508-512 (2009).

9- RIVAS J.J , JUAN, G. A, ANA DARI´, R. G´, KLAUS ,V. G. *Compatible height and site index models for five pine species in El Salto, Durango (Mexico)* . (2004).

10- SHAFIQ, Y. *The cones and seeds of Pinus brutia Ten.-Studies Mesopotamia Journ.Agaric,.Mosul University*,vol.13.1, 79-84 . (1978).