

معايرة و اختبار منحنيات الارتفاع لأشجار الصنوبر البروتي *pinus brutia Ten.* في منطقة بلوران في محافظة اللاذقية - سورية

ديما شريف*⁽¹⁾ ووائل علي⁽¹⁾ وولاء عدرا⁽¹⁾

(1) قسم الحراج والبيئة، كلية الزراعة، جامعة تشرين، اللاذقية، سورية.

(*للمراسلة: م. ديما شريف، البريد الإلكتروني: dimashareef147@gmail.com)

تاريخ القبول: 2021 / 10 / 14

تاريخ الاستلام: 2021/06/11

الملخص

يهدف هذا البحث إلى معايرة واختبار عدد من الموديلات الرياضية المستخدمة في تقدير الارتفاع الكلي لأشجار الصنوبر البروتي واختيار الأنسب منها لتقدير الارتفاع في منطقة بلوران التي تبعد 32 كم عن مدينة اللاذقية وبالتالي الحصول على بيانات نستفيد منها في تقدير المخزون الخشبي للموقع المدروس وبالتالي المساعدة في إدارته بشكل جيد. تم أخذ 20 عينة دائرية الشكل بقطر 11.3 م تغطي جميع التباينات على مستوى الموقع وتم قياس القطر على ارتفاع الصدر لجميع الأشجار ضمن العينة. تم بعد ذلك اختيار 30 شجرة على مستوى الموقع وقياس ارتفاعها وقطرها حيث تم استخدام 15 شجرة من أجل تصميم موديلات الارتفاع وتحديد الثوابت و15 شجرة أخرى من أجل القيام باختبارات جودة الموديلات. أجريت في هذه الدراسة الموديلات الرياضية: Michailoff, Prodan, Petterson, Parabel, Logarithmic Freese, Korsun لأشجار الصنوبر البروتي في الموقع المدروس كما أُختبِرَت كفاءة هذه الموديلات عن طريق حساب كل من: المتوسط المطلق لخطأ الموديل، المتوسط النسبي لخطأ الموديل، الانحراف المعياري المطلق لمتوسط خطأ الموديل، الانحراف المعياري النسبي لمتوسط خطأ الموديل، دقة الموديل والنسبة المئوية لدقة الموديل وتم اختيار الأنسب منها. تمّ اعتماد موديل Logarithmic من أجل نمذجة الارتفاع في عينات الصنوبر البروتي في موقع بلوران وبالنظر للنتائج المستخلصة يمكن أن تشكّل هذه الدراسة نقطة ارتكاز لدراسات قادمة في هذا المجال تسمح بتطوير وإدارة مواقع شبيهة بموقع الدراسة.

الكلمات المفتاحية: منحنيات الارتفاع ، الصنوبر البروتي، جودة الموديل، المساحة القاعدية، منطقة بلوران.

الصنوبر البروتي *Pinus brutia* Ten هو نوع من الأشجار الصنوبرية التي تسيطر على غابات الساحل الشرقي للبحر الأبيض المتوسط والتي تشكل واحدة من أهم النظم البيئية الصنوبرية في منطقة البحر الأبيض المتوسط. MFWA, (2012)

تقدر مساحة الغابات الصنوبرية في سورية ب 145000 هكتار وتعتبر غابات الصنوبر البروتي أهم الأنواع وأكثرها وفرة (Nahal, 2012) حيث يشكل البروتي غابات طبيعية بمساحة تقدر ب 50 - 55 ألف هكتار (نحال, 2003) وتتركز بشكل خاص في منطقة البايير والبسيط على المنحدرات الغربية وبعض المواقع على المنحدرات الشرقية للمنطقة الساحلية ، في تلال جسر الشغور وفي الجزء الجنوبي من جبل الاكراد (Nahal, 1977).

يعد الصنوبر البروتي نوع من بيئيًا، وهو موزع على نطاق واسع في المناطق المناخية الرطبة وشبه الرطبة وشبه القاحلة (Nahal, 1977) ويتمثل بأشجار يصل ارتفاعها حتى 30 م في المواقع عالية الخصوبة وتعمر ما بين 120 و 150 سنة (نحال 1982)

تعد غابات الصنوبر البروتي من الأنظمة البيئية الأساسية في سورية فهي تساهم في المحافظة على التوازن البيئي بالإضافة لأهميتها الاقتصادية فهي تعد ثروة خشبية كبيرة من حيث النوعية والكمية عدا عن أنها مصدراً مهماً للسيلولوز و للصبغ وغيرها من المنتجات (الزغت, 1963)

لقد كانت هذه الغابات لسنوات عديدة عرضة للإزالة والاستغلال المفرط (Nahal, 1977) حيث تم القيام بعمليات التقريد في عدد قليل من المجموعات بالشكل العلمي الصحيح ، وقد استندت عمليات الإدارة على الخبرات السابقة ومعايير وحسابات خاطئة ، والتي تسببت بأضرار بيئية واقتصادية خطيرة (Nahal et Zahoueh, 2005).

تستخدم عمليات النمذجة بشكل كبير في مجال إدارة الغابات والجرد الحراجية، إذ تُستخدم الموديلات لحساب خصائص الغابة التي لا يمكن حسابها بسهولة كارتفاع الأشجار أو عملية المنافسة ضمن الغابة مثلاً أو يمكن استخدامها لمعرفة ماهية عمل النظم البيئية وكيفية تطور خصائص الغابة وتغيراتها مع الزمن (Burley et al, 2004) وبالتالي يمكن تعريف الموديل على أنه عبارة عن تجسيد أو وصف يتم تصميمه لإظهار بنية عمل و نظام معين أو بعبارة أخرى، هو تلخيص أو تمثيل مبسط لبعض جوانب الواقع (Vanclay, 1994; Husch et al., 2003; Ali, 2009).

إن العوامل الفيزيائية والفيزيولوجية تُنتج علاقة ارتباط غير خطية بين قطر الشجرة وارتفاعها ضمن المجموعة الحرجية (Pretzsch, 2009; Seber and wild, 2003) ويعبر منحنى الارتفاع (Height Curve) عن العلاقة بين هذه الأقطار والارتفاعات في الفترة الزمنية التي تم إجراء الجرد الحراجي فيها، ومن خلال هذه العلاقة يمكن التنبؤ بقيم ارتفاعات الأشجار التي لم يتم قياس ارتفاعاتها اثناء عملية الجرد بالاعتماد على معرفة أقطارها فقط (Pretzsch, 2009)

يعد تطوير موديلات بسيطة ودقيقة للعلاقة (قطر-ارتفاع) من الأمور الملحة في مجال الغابات حيث إن وصف المجموعات الحرجية وتطورها عبر الزمن يستند بقوة على دقة هذه الموديلات (Moore et al, 1996)

لا تزال عملية النمذجة للغابات السورية في بدايتها بالرغم من تطوير بعض النماذج الرياضية الهامة كخطوة أولية على هذا الطريق وتعتبر علاقة قطر - ارتفاع علاقة رياضية مهمة جداً وقاعدة أساسية في اقتراح أي سيناريو إدارة لهذه الغابات . حيث تطرقت بعض الدراسات إلى هذه العلاقة في عدة مواقع للصنوبر البروتي على وجه الخصوص لأهميته الكبيرة

كمكون أساسي للغابات السورية حيث هناك عدة دراسات قامت باختبار بعض الموديلات العالمية لتقدير ارتفاع أشجار الصنوبر البروتي بدلالة القطر في عدة مناطق منها منطقة الربيعة مثلاً (سليمان, 2013).

تعتبر غابة الصنوبر البروتي في موقع بلوران - اللاذقية إحدى المواقع الهامة التي تستحق الدراسة لواقعها الراهن ورسم بعض التصورات المستقبلية لها ومن هنا كانت الأهمية في تصميم واختبار موديل رياضي يستطيع تقدير الارتفاع الخاص بأشجار الموقع.

وبناء على ذلك عملنا في هذا البحث على معايرة واختبار بعض الموديلات الرياضية لتقدير ارتفاع أشجار الصنوبر البروتي *Pinus brutia* في الغابة الطبيعية لموقع بلوران - اللاذقية

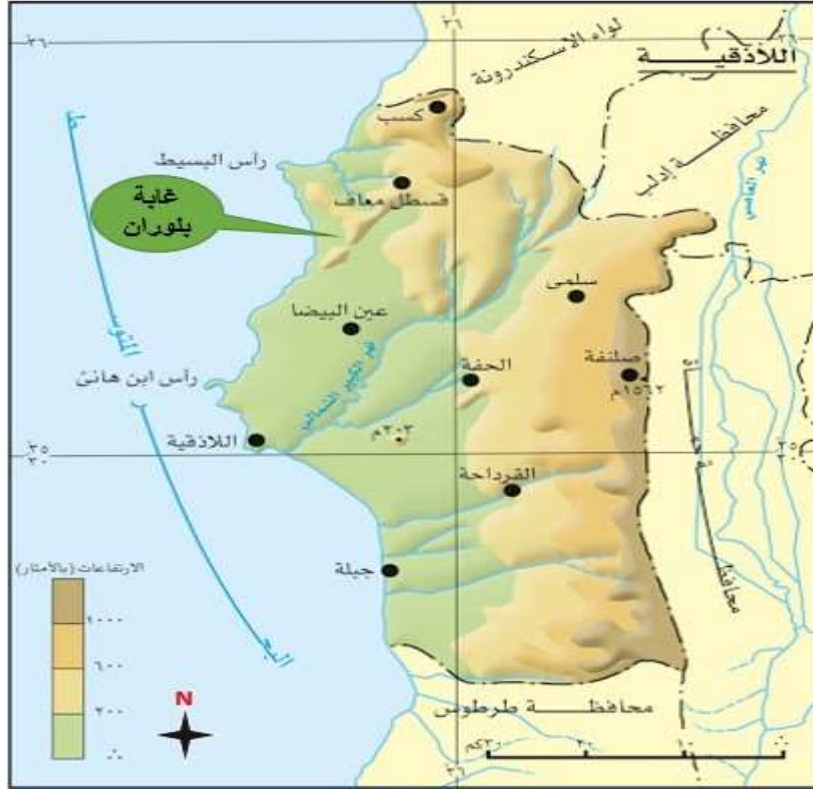
مواد البحث وطرائقه:

أجريت الدراسة في غابة بلوران التي تقع في سلسلة الجبال الساحلية بالقرب من سد بلوران في محافظة اللاذقية شمال غرب سوريا متاخمة لطريق عام اللاذقية-كسب و تبعد عن مدينة اللاذقية 32 كم شمالاً (شكل 1)



الشكل(1). موقع الدراسة على خريطة سورية

تتكون الغابة من عدة كتل جبلية منها كتلة المحمودية وكتلة الزيتون والبتراء وغيرها حدود الموقع: يحد الموقع البحر وقرية العيسوية غرباً، من الشمال ناحية قسطل معاف، من الشرق ناحية ربيعة، ومن الجنوب قرية مشقيتا (شكل 2).



الشكل (2) : موقع الغابة بالنسبة لمحافظة اللاذقية

النوع السائد فيها هو الصنوبر البروتي , تمتد الغابة على ارتفاعات متفاوتة عن سطح البحر تبدأ من 25 م حتى حوالي 500 م.

لا توجد في الغابة محطة مناخية لذلك تم الحصول على المعلومات المناخية من محطة وادي قنديل التي تقع إلى الجنوب الغربي من موقع الدراسة على ارتفاع 100 م من سطح البحر.

يخضع الموقع لمناخ البحر المتوسط إذ يصل المعدل السنوي للأمطار إلى 1057 مم /سنة ، ومتوسط درجة الحرارة السنوية 16.2 درجة مئوية

تم أخذ العينات في الموقع في شهري أيلول وتشرين الأول من عام 2019 بحيث تغطي جميع التباينات الموجودة في الموقع من حيث الكثافة الشجرية، تباين خصوبة الموقع وجميع صفوف الارتفاع والقطر. (شكل 3)



الشكل (3): توزيع العينات في الموقع

الأدوات المستخدمة في البحث:

أثناء إجراء هذه الدراسة تم استخدام مجموعة من المعدات وهي :

- ✓ الشريط المترى: لقياس المسافات بين الأشجار وتحديد أبعاد العينات
- ✓ الكالبيير (فرجار الغابة) لقياس أقطار الأشجار.
- ✓ جهاز الهاغا (لقياس ارتفاع الأشجار).
- ✓ جهاز (GPS لتحديد مواقع العينات)
- ✓ عبوات طلاء لتعليم الأشجار المقاسة.
- ✓ مسبر لتقدير عمر الأشجار

تم تحديد 20 عينة انتقائية مساحة كل منها 400 م² على شكل دائرة نصف قطرها 11.3 م بحيث تغطي جميع

صفوف الكثافة في الموقع (جدول 1)

الجدول (1): الكثافة الشجرية ضمن كل عينة

الكثافة الشجرية شجرة/هكتار	رقم العينة
700	1
900	2
550	3
675	4
850	5
1000	6
1025	7
825	8

1050	9
550	10
875	11
565	12
1220	13
750	14
957	15
1045	16
775	17
855	18
950	19
625	20

تم توزيع هذه العينات بشكل انتقائي بحيث يتم تغطية جميع التباينات الموجودة ضمن الغابة من حيث الكثافة الشجرية، تباين خصوبة الموقع وجميع صفوف الارتفاع والقطر.

تم إجراء مجموعة من القياسات الحراجية في العينات المأخوذة:

- (1) قياس أقطار جميع الأشجار الموجودة في العينات
- (2) قياس الارتفاعات لثلاثين شجرة في الموقع تغطي جميع صفوف الأقطار من أجل تصميم منحنيات الارتفاع لاحقاً.
- (3) قياس أقطار التيجان للأشجار الثلاثين حيث قيس القطر باتجاهين متعامدين أحدهما باتجاه مركز العينة والآخر عمودي عليه

المعادلات المستخدمة في تقدير الارتفاع:

تم اختبار كفاءة بعض الموديلات الرياضية المعتمدة عالمياً لتقدير ارتفاع الأشجار بالاعتماد على القطر على ارتفاع الصدر (dbh) والتي تسمى منحنيات الارتفاع حيث سيتم لاحقاً اعتماد الموديل الأفضل ليدخل في حساب ارتفاع الأشجار في جميع العينات المأخوذة.

تم اختبار النماذج الرياضية التالية باستخدام 15 شجرة أخذ قياس القطر والارتفاع لكل منها من أجل معايرة الثوابت:

$$(Parabel) H=a_0+a_1 \times dbh+a_2 \times dbh^2$$

$$(Michailoff) H=1.3+a_1 \times EXP(a_2/dbh)$$

$$(Prodan) H=1.3+dbh^2/(a_0+a_1 \times dbh+a_2 \times dbh)$$

$$(Petterson) H =1.3+(dbh/(a_0+a_1 \times dbh))^2$$

$$(korsun) H=Exp(a_0+a_1 \times \ln(dbh)+a_2 \times (\ln(dbh)))$$

$$(Logarithmic) H=a_0+a_1 \times \ln(dbh)$$

$$(Freese) H=EXP(a_0+a_1 \times \ln(dbh))$$

حيث: dbh : القطر على ارتفاع الصدر

H : ارتفاع الشجرة

a0 , a1 , a2 : ثوابت

تم تقدير الثوابت للموديلات المذكورة أعلاه وذلك باستخدام الحلال solver في برنامج Excel حيث يمكننا من تحديد

الثوابت بدقة والتي تعبر بالشكل الانسب عن خصائص الموقع

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

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

الموديل الذي يملك أعلى قيمة لمعامل التحديد هو الموديل المرشح لاختباره حيث أن:

Y_i القيمة الحقيقية المقاسة لارتفاع الأشجار في المجموعة الحرجية

\hat{Y}_i القيمة المحسوبة من خلال الموديل لارتفاع الأشجار في المجموعة الحرجية

\bar{Y} المتوسط الحسابي للقيم الحقيقية المقاسة ($i=1, \dots, n$)

اختبار كفاءة الموديلات الرياضية:

من أجل معايرة كفاءة هذه الموديلات ومدى قدرتها على تمثيل النمو بشكل حقيقي يجب تحديد كل من متوسط الخطأ

المطلق للنموذج \bar{e} الانحراف المعياري المطلق لمتوسط خطأ الموديل Precision (Se) ودقة الموديل

(pretzsch,2001) Accuracy (mx)

تم اختبار جودة الموديلات باستخدام العديد من المعايير المأخوذة عن Pretzsch (2001) وهي:

المتوسط المطلق لخطأ الموديل \bar{e} Model Bias =

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

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

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

n عدد القيم المقاسة الحقيقية

المتوسط النسبي لخطأ الموديل \bar{e} % Model Bias = %

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

\bar{Y} : متوسط القيم المقاسة الحقيقية لارتفاع الأشجار في المجموعة الحرجية

الانحراف المعياري المطلق لمتوسط خطأ الموديل S_e Model Precision =

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

e_i : القيمة المقدرة من خلال النموذج لارتفاع الأشجار في المجموعة الحرجية التي ترتيبها i

\bar{e} لمتوسط المطلق لخطأ الموديل

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

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

دقة الموديل m_x = Model Accuracy :

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

النسبة المئوية لدقة الموديل m_x % Model Accuracy = % :

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

بالإضافة إلى هذه المعايير تم تطبيق معيار آخر وهو Akaike (AICc) وهو مقياس لمدى كفاءة الموديل حيث يعتبر طريقة للموازنة بين تعقيد تركيب الموديل من جهة وقدرته على تمثيل البيانات المدروسة من جهة أخرى والموديل الأفضل هو الذي يحتوي على أدنى قيمة AIC . (Anderson,2008)

$$AICc = n \log(\sigma)^2 + 2k \quad \sigma^2 = \sum \epsilon i^2 / n$$

حيث

ϵi^2 مجموع مربعات الانحرافات المقدرة

K عدد المتغيرات الداخلة في تركيب الموديل (هنا عددها واحد وهو القطر فقط).

n: عدد الأشجار المستخدمة في عملية المعايرة

بعد تحديد الموديل الأفضل تم تقدير الارتفاع في العينات اعتماداً على هذا الموديل

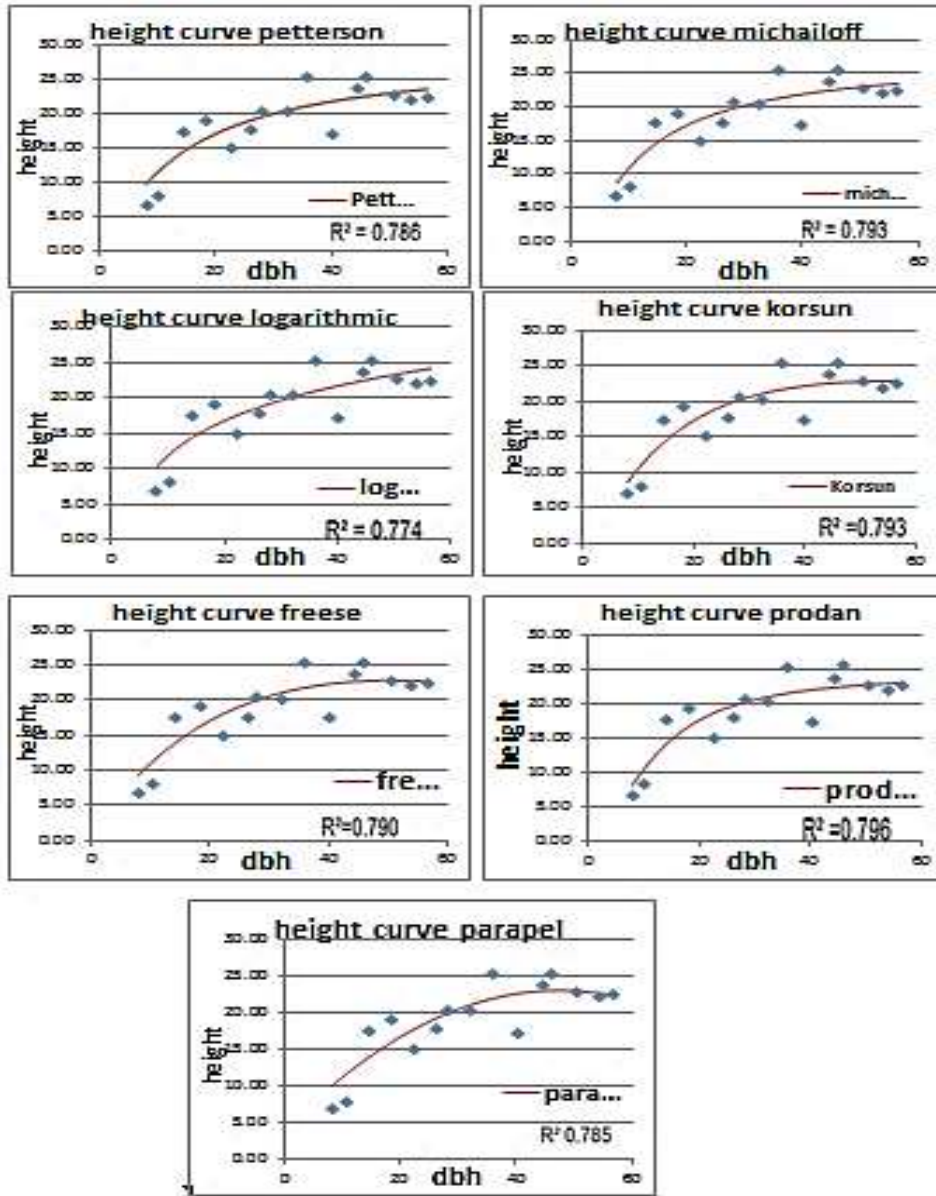
النتائج والمناقشة:

تصميم منحنيات الارتفاع لأشجار الصنوبر البروتي:

تم قياس القطر والارتفاع ل 30 شجرة حيث قمنا باستخدام 15 شجرة من أجل تصميم موديلات الارتفاع وتحديد الثوابت و 15 شجرة أخرى من أجل القيام باختبارات جودة الموديلات.

تمثل النقاط المبعثرة في الأشكال البيانية (شكل 4) القيم المقاسة بينما يمثل الخط البياني المنحني القيم المقدرة بواسطة الموديل الرياضي الخاص بكل منها.

فيما يلي المخططات البيانية للموديلات الرياضية المستخدمة في الدراسة (شكل 4):



الشكل (4): منحنيات الارتفاع بدلالة القطر لكل من الموديلات التي تم تصميمها حيث نلاحظ التشابه الكبير في الشكل بين هذه المنحنيات وبالتالي الفرق القليل بينها من حيث قدرتها على تمثيل البيانات كما نلاحظ التقارب الكبير في قيم معامل التحديد R^2 الذي تتراوح قيمه بين 0.774 (في الموديل اللوغاريتمي جدول 2) و 0.796 لموديل prodan معطياً أعلى قيمة لمعامل التحديد بين الموديلات الأخرى.

الجدول(2): المعادلات المعتمدة وثوابتها

R^2	a 2	a 1	a 0	المعادلة
0.785	-0.008	0.7947	4.1826	Parabel
0.793	-10.2352	26.5791	-	Michailoff
0.796	0.0429	0.0657	6.1220	Prodan
0.786	-	-0.1897	-1.2385	Petterson
0.793	-0.2562	2.070	-1.053	Korsun
0.774	-	7.0929	-4.4625	Logarithm
0.790	-0.017	0.8474	0.5014	Freese

أظهرت النتائج أنّ هذه الموديلات تستطيع تفسير 77-79% من التباين الموجود في القيم الحقيقية للعينات الحراجية المدروسة كما نلاحظ أنّ موديل اللوغاريتم هو الموديل الذي أعطى أدنى قيمة لمعامل التحديد (R^2) بينما الموديلات المتبقية أعطت قيم متقاربة ل R^2 في ظل هذا التقارب الكبير في قيم معامل التحديد كان لا بد من إجراء مجموعة من الاختبارات للمفاضلة بين هذه الموديلات حيث تم اختبار هذه الموديلات على 15 شجرة تم قياس قطرها على ارتفاع الصدر وارتفاعها وذلك للوصول إلى التمثيل الأقرب للواقع لهذه البيانات.

الجدول(3): تقييم جودة الموديلات باستخدام عدد من المعاملات الإحصائية المخصصة لهذا الغرض

AIC	Model Accuracy%	Model Accuracy	Model Precision %	Model Precision	Model Bias%	Model bias	Model
15.42	15.32	2.88	13.91	2.62	6.43	1.21	Prodan
15.99	16.00	3.01	14.55	2.74	6.64	1.25	Parabel
15.10	14.96	2.81	13.80	2.60	5.76	1.08	Michailoff
15.05	14.90	2.80	13.87	2.61	5.47	1.03	Petterson
15.60	15.53	2.92	14.10	2.65	6.51	1.22	Korsun
14.81	14.65	2.76	13.90	2.61	4.64	0.87	Logarithmic
15.74	15.70	2.95	14.28	2.69	6.53	1.23	Frees

نلاحظ من خلال الجدول (2) أنّ دقة الموديل ($\% mx$) تراوحت بين 16% - 14.56 وهذا يعني أنه على فرض أن توزع خطأ الموديل كان توزعاً طبيعياً فإن 95% من القيم المقدرة لن تتحرف أكثر من 16% عن القيم الحقيقية وهو يعدّ انحرافاً مقبولاً وفق معايير (Pretzsch, 2009).

وبالنسبة لمتوسط النسبي لخطأ النموذج ($\% \bar{e}$) كان صغيراً يتراوح بين 4.64 - 6.64 كما نلاحظ أنّ قيمة اختبار أكايكا تتراوح بين 14.81-15.99 وهو اختبار يعمل على المفاضلة بين الموديلات من حيث قدرتها على تحقيق أفضل تمثيل للبيانات مع وجود أقل تعقيد في بنية الموديل وكانت قيمه في هذه الدراسة ضمن الحدود الطبيعية. وكمحصلة لقيم معامل التحديد و نتائج اختبارات جودة الموديلات تبين أن موديل logarithmic هو الموديل الذي حقق أفضل النتائج في قدرته على تمثيل ارتفاع الأشجار بالشكل الأنسب في الموقع المدروس.

بالمقارنة مع عدد من الأبحاث السابقة نجد أن موديل Parabel قد أظهر تفوقاً واضحاً في قدرته على تمثيل ارتفاع أشجار الصنوبر البروتي في عدة مواقع تبعاً للنتائج التي توصل إليها عدد من الباحثين حيث أظهرت نتائج الدراسة التي أجراها كل من الكنج (2017) في موقع كفر ديبيل - جبلة والشاطر وآخرون (2016) في ذات الموقع أن موديل Parabel أيضاً قد أظهر تفوقاً في قدرته على تمثيل ارتفاع أشجار الصنوبر البروتي، أيضاً برهوم (2014) في دراسته تقييم نجاح

بعض مواقع التحريج الاصطناعي للصنوبر البروتي في سهل الغاب حيث اتفقت كل هذا الدراسات على تفوق موديل Parabel عن غيره من الموديلات المختبرة بينما توصل سليمان (2013) لدى دراسته لمجموعات حرجية من الصنوبر البروتي بهدف تقدير الكتلة الحيوية في منطقة ربيعة في محافظة اللاذقية أن موديل *prodan* قد كان الأنسب لتقدير ارتفاعات الأشجار في ذلك الموقع وقد يعود هذا التباين في الموديلات المستخدمة لذات النوع الحرجي في مواقع مختلفة إلى الاختلاف في جودة الموقع والكثافة الشجرية في كل منها .

الاستنتاجات والتوصيات:

- أعطى الموديل اللوغاريتمي *logarithmic* أفضل النتائج لتقدير ارتفاع أشجار الصنوبر البروتي حيث تبين الدراسة أن هذا الموديل يفسر حوالي 79% من القيم الحقيقية في العينات المدروسة لذلك ينصح باستخدامه لتقدير الارتفاع لأشجار البروتي في المواقع المشابهة.
- تقترح الدراسة تطوير معدلات مؤشر جودة الموقع ومن ثم القيام بتطوير معادلات قطر-ارتفاع اعتماداً على تصنيف الأشجار إلى مجموعات متشابهة من حيث جودة الموقع باعتبار هذا العامل مهم ومؤثر إلى حد كبير في النمو القطري والطولي والعلاقة بينهما.
- يمكن أن تشكل هذه الدراسة نقطة بداية لدراسات قادمة تعتمد على استخدام الموديلات الرياضية لعلاقة قطر-ارتفاع كجزء من موديل أشمل يهدف إلى بناء تصور عن خيارات الإدارة الممكنة والنتائج المتوقعة جراء تطبيقها في هذا الموقع ومواقع أخرى مشابهة.

المراجع:

- الزغت, معين(1963). استخراج المادة الراتنجية في سورية من أشجار الصنوبر البروتي .اسبوع العلم الثالث، الكتاب الخامس، المجلس الأعلى للعلوم ، دمشق، سوريا. ص 97 - 87
- الكنج, سامر (2017) . دراسة نمو وإنتاجية الصنوبر البروتي *Pinus brutia Ten* وتأثير بعض العناصر المناخية في النمو لموقع تحريج كفرديبل جبلة. رسالة دكتوراه. كلية الزراعة, جامعة تشرين, سوريا. الصفحة 39
- برهوم, أنس (2014). تقييم نجاح بعض مواقع التحريج الاصطناعي في سهل الغاب في سورية. رسالة ماجستير. كلية الزراعة, جامعة تشرين, سوريا. 45 صفحة
- ديوب, رامي (2013) . دراسة النمو الطولي والقطري وتقدير المخزون الخشبي لغابات الصنوبر البروتي *Pinus brutia Ten*. الطبيعية في برادون لتحديد مدى الاستعادة منه اقتصادياً وبيئياً. رسالة ماجستير. كلية الزراعة, جامعة تشرين, سوريا. 65 صفحة.
- سليمان, تمام (2013). نمذجة مؤشر جودة الموقع و تقدير الكتلة الحيوية لغابات الصنوبر البروتي *Pinus brutia Ten*. في منطقة ربيعة - اللاذقية. رسالة ماجستير . كلية الزراعة, جامعة تشرين, سوريا. 62 صفحة.
- نحال, ابراهيم (1982). الصنوبر البروتي وغاباته في سوريا . منشورات مديرية الكتب والمطبوعات الجامعية، جامعة حلب، حلب، سورية. 180 صفحة

نخال, ابراهيم(2003). علم الشجر. منشورات مديرية الكتب والمطبوعات الجامعية، جامعة حلب، حلب، سورية. 630
صفحة

الشاطر, زهير ووائل علي و ابراهيم نيسافي ولانا صالح (2016). معايرة بعض الموديلات الرياضية لتقدير ارتفاع أشجار
الصنوبر البروتي *Pinus brutia Ten*. في موقع تحريج كفرنديل- جبلة. مجلة جامعة تشرين للبحوث
والدراسات العلمية سلسلة العلوم البيولوجية. 38(6). 153-164

Ali,W.(2009). *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: 49.

Anderson, D. R. (2008). *Model Based Inference in the Life Sciences. A Primer on Evidence*: 203 pp

Burley, J.; Evan, J.; Youngquist, J (2004). *Encyclopedia Of Forest Science*, first edition, Elsevier Ltd, SPAIN, 2004. 2093 Pp.

Husch, B.; T. Beers; J, A. Kershaw(2003). *Forest Mensuration*. Fourth edition. John Wiley and Sons. Inc. Hoboken. New Jersey: 443 pp.

MFWA. (2012). *Forest inventory results - 2012. Forest Management and Planning Department, General Directorate of Forestry, Ministry of Forestry and Water Affairs, Republic of Turkey, Ankara.*

Moore, J.A.; L. Zhang; D. Stuck(1996). *Height-diameter equations for ten tree species in the Inland Northwest*. West. J. Appl. For, 11 :132-137.

Nahal,I (2012). *Encyclopedia of Forest Resources in Syria (past - present - prospects of its future)*. Fao. 478.

Nahal, I (1977). *Pinus brutia Ten*. subsp. *brutia* and the climate factors. Journal of Aleppo University. Agr. Ser. Nr. 2: 47-65

Nahal,I. (2012). *Encyclopedia of Forest Resources in Syria (past - present - prospects of its future)*, Fao, 478.

Nahal, I.; S, Zahoueh (2005). France. Merlo M., Croitoru L. (eds.). *Valuing Mediterranean forests: towards total economic value*. CABI International, Wallingford UK, Cambridge MA:177-194.

Pretzsch, H (2009). *Forest Dynamics, Growth and Yield* (12). Springer. 508-512 .

Pretzsch, H (2001) *Modellierung des Waldwachstums*. Parey Buchverlag Berlin: 341 pp.

Seber, G.; C. Wild(2003). *Nonlinear Regression*, John Willey & sons, Inc. Canada : 775 pp.

Vanclay, JK.(1994). *Modelling forest growth and yield*. Applications to mixed tropical stands. CAB International, Wallingford, UK. 312 pp.

Construction and Validation of Height Curves and Estimation of Standing Wood Volume Of *Pinus Brutia* in Baloran Region (Latakia –Syria)

Dima Shareef ⁽¹⁾, Wael Ali⁽¹⁾ , and Wala'a Adra⁽¹⁾

(1). Forestry and Environment Department, Faculty of Agriculture, Tishreen University, Syria.

(*Corresponding author: Dima SHareef. E-Mail: dimashareef147@gmail.com)

Received: 11/06/2021

Accepted: 14/10/ 2021

Abstract

This research aims to construct some mathematical equations, used for estimating the total height of pinus brutia trees (*pinus brutia*). Some statistical methods were done to assess model goodness then select the best one to estimate the height of brutia pine trees in Balloran, 40 kilometers north of Lattakia . This will enable us to estimate woody stock and in turn helping in forest management of the site. 20 circular plots with a radius of 11.3 meter were sampled. All variations in the study area were taken into account. Diameter on breast height dbh of all trees in plots were measured. In order to construct height curves 30 trees covering diameter range were selected and there diameters and heights were also measured. Where 15 trees were used to construct models of height curves and determine the constants, and another 15 trees were used to test the quality of the models. For tree height modelling several mathematical equations were used: Michailoff, Prodan, Petterson, Parabel, Logarithmic, Freese and Korsun. The models were quantitatively examined by calculating average model bias (\bar{e}) which tests the systematic deviation of the model from the observations, average model bias % or relative bias ($\bar{e} \%$), model precision which is defined as the standard deviation of the bias (Se and $Se\%$), model accuracy which describes the distribution of the total differences between predicted and observed values (mx and $mx \%$). Logarithmic model was selected for tree height modeling of brutia pine in the area of study. The future studies can be based on the current work in order to help in forest management of the site of study and similar areas.

Keywords: Height curves, *pinus brutia*- Model goodness, basal area –baloran region