مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم البيولوجية المجلد (35) العدد (8) 2013
Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Biological Sciences Series Vol. (35) No. (8) 2013

تقدير المخزون الخشبي والكتلة الحيوية لبعض مواقع التحريج الاصطناعي في منطقة الغاب- سوريا.

الدكتور أسامة رضوان*
الدكتور وائل علي**
أنس برهوم***

(تاريخ الإيداع 16 / 7 / 2013. قبل للنشر في 21 / 11 / 2013)

□ ملخّص □

يأتي هذا البحث كخطوة أولى في تقويم نجاح التحريج في منطقة الغاب، إذ تمَّ تقدير المخزون الخشبي لثلاثة مواقع تحريج اصطناعي في منطقة الغاب وهي المروج وحنجور والكركات، والمحرجة بثلاثة أنواع حراجية هي: الصنوبر الثمري *Pinus penia* والصنوبر البروتي *Pinus brutia* والأوكاليبتوس المنقاري *Eucalyptus camaldulensis* .كما تم اختبار سبعة موديلات رياضية لتقدير ارتفاع أشجار الأنواع المدروسة وهي:
(Korsun, Michailoff, Prodan, Petterson, Parabel, Logarithmic, Freese)، وتم اختبار جودة النماذج المجربة باستخدام اختبارات احصائية (Model bias, precision & accuracy) أيضاً تم حساب البارامترات (المتحولات) الحراجية الأساسية لكل موقع حراجي وفقاً لكل نوع من الأنواع المدروسة.

توضح النتائج أن موقع المروج يملك أعلى قيمة للمخزون الخشبي (الأوكاليبتوس: 232 م^3/ هـ ،صنوبر ثمري :39 م^3/ هـ ،صنوبر بروتي:59.5 م^3/ هـ)، كما أن موديل Prodan كان الأنسب لتقدير ارتفاع أشجار الصنوبر الثمري، وموديل Freese كان مناسباً لأشجار الصنوبر البروتي في حين كان موديل Parabel هو الأنسب لتقدير ارتفاع أشجار الأوكاليبتوس المنقاري.

كذلك تم تصميم معادلات الكتلة الحيوية لكل نوع من الأنواع المدروسة وبلغت أعلى قيمة للكتلة الحيوية في موقع المروج إذ وصلت إلى 242.2 طن / هـ لأشجار الأوكاليبتوس.

الكلمات المفتاحية: المخزون الخشبي- منحنيات الارتفاع – معادلات الكتلة الحيوية – التحريج في منطقة الغاب.

*مدرّس – قسم الحراج والبيئة-كلية الزراعة- جامعة تشرين-اللاذقية-سورية.
**مدرّس – قسم الحراج والبيئة-كلية الزراعة- جامعة تشرين-اللاذقية-سورية.
*** طالب دراسات عليا(ماجستير) -قسم الحراج والبيئة-كلية الزراعة- جامعة تشرين-اللاذقية سورية.

مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم البيولوجية المجلد (35) العدد (8) 2013
Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Biological Sciences Series Vol. (35) No. (8) 2013

An Estimation of Wood Volume & Biomass in Some Afforested Sites in Al Ghab Region-Syria

Dr. Osama Radwan*
Dr. Wael Ali**
Anass Barhoum***

(Received 16 / 7 / 2013. Accepted 21 / 11 /2013)

□ ABSTRACT □

This study is considered a first step in evaluating the success of afforestation applied to some sites in Al Ghab Region. Standing wood volume was estimated for three sites: Almorouj, Hangour and karkat planted with *Pinus penia*, *Pinus brutia* and *Eucalyptus camaldulensis*. Seven different height curves were tested (Korsun, Michailoff, Prodan, Petterson, Parabel, Logarithmic and Freese models) to estimate the height of the planted tree species. Many statistical methods were applied (model bias, precision and accuracy) to test model Validity. The main stand dendrometric parameters of the studied sites were calculated for each tree species. The biomass function of all the tree species investigated was constructed, Almorouj site had the largest amount of biomass (242 ton /ha for eucalyptus trees). Results revealed that Almorouj site had the highest value of wood volume (232 m^3/ha for *Eucalyptus camaldulensis*, 39 m^3/ha for *pinus pinea*, and 59.5 m^3/ha for *Pinus brutia*). Also the most suitable models for the estimation of tree height were Prodan for *Pinus penia*, freese for *Pinus brutia*, and parabel for *Eucalyptus camaldulensis*.

Keywords: wood volume, height curve, biomass function, afforestation in Al Ghab Region, Syria

*Assistant Professor, Department of Ecology and Forestry, Faculty of Agriculture, Tishreen University, Lattakia, Syria.
**Assistant Professor, Department of Ecology and Forestry, Faculty of Agriculture, Tishreen University, Lattakia, Syria.
***Postgraduate student, Department of Ecology and Forestry, Faculty of Agriculture, Tishreen University, Lattakia, Syria.

مقدمة:

تشير المعلومات التاريخية إلى أن سوريا كانت مغطاة بالغابات إذ وصلت نسبتها إلى 10 % من المساحة الإجمالية لسوريا لكن الاستغلال والرعي الجائر أزالا قسماً كبيراً منها وتناقصت المساحة إلى حوالي 2.5 % في الوقت الحالي(نحال وآخرون ، 1992).

وبلغت مساحة الغابات الطبيعية بالإضافة إلى التحريج الاصطناعي حوالي 501590 هكتار حسب احصائيات وزارة الزراعة (2007).

تعد عمليات التحريج الاصطناعي رديفاً أساسياً للغابات الطبيعية من إذ المساحة ونسبة التغطية وتعمل وزارة الزراعة من خلال مديرية الحراج على زيادة رقعة التحريج الاصطناعي منذ سنوات عديدة، إذ بلغت مساحة التحريج الاصطناعي في سوريا حوالي 268750 هكتار حسب احصائيات وزارة الزراعة (2007) .

لا بد عند تقويم النمو على مستوى المجموعة الحراجية من تحليل المخزون الخشبي (Burley *et al*., 2004)، وبدءاً من تقدير المخزون الخشبي على مستوى الشجرة المفردة نستطيع حساب المخزون الخشبي لكامل الموقع من خلال استخدام معادلات رياضية خاصة. ونظراً لصعوبة قياس الارتفاع لجميع أشجار العينات في كامل المواقع فإنه يمكن قياس الأقطار وبعض الارتفاعات لعينة من الأشجار ومن ثم تقدير الارتفاع لبقية الأشجار بالاعتماد على عدة موديلات رياضية ألومترية تربط بين الارتفاع والقطر، إذ إن هذه المعادلات توضح إحصائياً العلاقة بين الارتفاع والقطر H = f(dbh) من خلال تحليل الانحدار.

تعرف الكتلة الحيوية للشجرة بأنها وزن جميع أجزاء الشجرة الموجودة فوق سطح التربة وهي نوعان جاف ورطب وتعرف الكتلة الحيوية الرطبة بأنها الوزن بعد القطع مباشرة وتحسب غالباً من خلال علاقات تجريبية تعتمد على الأقطار المقاسة أو الأقطار والارتفاعات أحياناً (Ali, 2005).

إن العلاقة التي تربط القطر بالكتلة الحيوية للشجرة هي علاقة ألومترية أسية وهذه العلاقة تمكننا من حساب الكتلة الحيوية اعتماداً على متحول واحد سهل القياس وهو القطر (Baldwin,1986; Dudley *et al*., 1992; Ali,2005)

لقد تم استخدام المعادلات الألومترية في تقدير الكتلة الحيوية (Loevenstein *et al*., 1993; Ali, 2005) لأنواع متعددة من المجموعات الحراجية، ولهذه المعادلة الألومترية أشكال متعددة لكن أكثرها شيوعاً هي المعادلة الآتية:

$$Biomass = a\ dbh^b$$

إذ dbh قطر الشجرة على ارتفاع الصدر ، a,b : ثوابت (Ali ,2005) ، تمكننا هذه المعادلة من التنبؤ بالكتلة الحيوية الموجودة فوق سطح التربة بالاعتماد على معرفتنا بالأنواع وأقطار الأشجار، وثوابت هذه المعادلة (a) ، (b) تختلف بتغير الأنواع المدروسة (Fresco and Richardson,1998)

تتأثر العلاقة الألوميترية بين القطر والكتلة الحيوية بالنوع الشجري والعمر والموقع وشدة المنافسة (Telenius and Verwijst,1995 in Ali,2005) ، ووجد Telenius و Verwijst عام 1995 من خلال استخدام قاعدة بيانات كبيرة جداً أن هذه العلاقة الألوميترية أكثر ارتباطاً بالعمر والنوع.

ويمكن تعميم هذه المعادلات الألوميترية على المستوى المكاني لأن تقديرات الكتلة الحيوية وفق (Telenius and Verwijst,1995 in Ali,2005) لم تنحرف أكثر من 10% عن تلك المستخدمة على مستوى المجموعة الحراجية وبالتالي هذا التعميم يمكن أن يُنتج تقديرات منطقية (Ali, 2005).

أهمية البحث وأهدافه:

تعد هذه الدراسة خطوة هامة تمهد لدراسات لاحقة يمكن من خلالها تقويم نجاح مواقع التحريج الاصطناعي في منطقة الغاب وفي مواقع أخرى من سورية ، وذلك نظراً لأهمية التحريج في خطط الدولة وعدم وجود أية دراسة تسلط الضوء على واقع هذه المواقع.

كما وتنبع أهمية البحث من أنه يقدم تقويماً حقيقياً للواقع الراهن للأنواع الحراجية المشجرة في مواقع الدراسة، ومن أنه يستخدم علوم الكمبيوتر والنمذجة في تقدير المخزون الخشبي لهذه الأنواع في مواقع الدراسة وذلك من خلال تجريب بعض الموديلات الرياضية المستخدمة عالمياً لتقدير ارتفاع الأشجار وانتخاب الموديل الرياضي الأنسب لكل نوع من الأنواع المدروسة ما يمكن أن يوفر كثير من الوقت والجهد في حساب المخزون الخشبي والنمو. كما أن البحث يستخدم علوم النمذجة أيضاً لتصميم معادلات الكتلة الحيوية للأنواع المدروسة والتي يتم تطويرها للمرة الأولى لهذه الأنواع في القطر العربي السوري.

يهدف هذا البحث إلى مايلي:

1. تصميم منحنيات ارتفاع الأشجار للأنواع الحراجية المدروسة.
2. تقدير المخزون الخشبي لهذه الأنواع .
3. تقدير الكتلة الحيوية وتصميم المعادلة الألومترية الأسية لكل نوع من الأنواع المدروسة (الصنوبر الثمري ، الصنوبر البروتي، الأوكاليبتوس).

والهدف الحقيقي من كل ذلك وضع الأسس الأولى لتقويم نجاح تجربة التحريج في مواقع الدراسة.

طرائق البحث ومواده :

1- منطقة الدراسة ومواقعها:

يشمل مجال الدراسة بعض المواقع الحراجية في منطقة الغاب التي تشغلُ الجزء الشمالي الغربي من محافظة حماه.

نشأ حوض الغاب على مسار الانهدام العربي الإفريقي الكبير، الذي شكّل البحر الأحمر والبحر الميّت وغور الأردن، ثم سهل البقاع في لبنان وسهل الغاب وسهل الرّوج في سوريا. وهذه جميعُها أغوارٌ انهدامية متطاولة باتجاه الشمال والجنوب، وتحدّها السلاسل الجبلية والمرتفعات الهضابية من جهتي الشَّرق والغرب.

تنتشر الغابات الطبيعية على الحدود الغربية لمنطقة الغاب ،إذ تنهض سلسلة الجبال الساحلية بتدرّج حادّ من 250م إلى 1200م لتبلغ أعلى ارتفاع لها (1562م) في قمّة قاموع الخيّالة عند محطة بث صلنفة، وترتفع في الشرق سلسلة جبال الزاوية إلى 700م فوق سطح البحر.

المناخ العام المسيطر على الحوض متوسطيّ، ويميلُ صيفاً إلى مناخ الأحواض شبه الجافّة والتي يُستدل عليها بظهور الزوابع الترابية، ويقع حوض الغاب تحت معدّل هطول سنوي ينخفض من 1400ملم على رصيفه الغربي في شطحة، حتى 350ملم على رصيفه الشرقي في محردة ومرتفعات شرق مصياف، خلال مسير هطول يقارب 40كم (الهيئة العامة لإدارة وتطوير الغاب ، 2007)

ويبلغ عدد أيام الهطول وسطياً 65 يوماً في العام، وعدد أيام الثلج /1/ يوماً واحداً. وعواصفه الرَّعدية ربيعيّة وخريفية ضعيفة الشدّة، والعواصف الترابية نادرة الحدوث ومرتبطة بشدة رياح الخماسين. ورياحه موسمية ربيعية وخريفية

خاصةً على رصيفه الغربي إذ أعلى سرعة مسجلة كانت 80كم/ ساعة. وأما درجات الحرارة فهي 20 درجة مئوية دنيا،42 درجة مئوية عظمى صيفاً، و18 درجة مئوية عظمى،- 2 درجة مئوية دنيا شتاءً. (الهيئة العامة لإدارة وتطوير الغاب، 2007). وتبلغ المساحة الإجمالية لحوض الغاب 140799 هكتاراً منها 37284 هكتار غابات طبيعية وأحراش.

شملت الدراسة ثلاثة مواقع تحريج اصطناعي في منطقة الغاب تم اختيارها بناءاً على الكتل الأساسة لمشاريع التحريج وهي متوزعة في جنوب شرق الغاب (مشروع تحريج حنجور، الهزانة ومعرين وعقيربية وعقب جرادة) وعلى السفوح الشرقية للجبال الساحلية المطلة على سهل الغاب (عدة مواقع على امتداد السلسلة منها موقع المروج) وفي جبل الزاوية على السفوح الغربية المطلة على سهل الغاب (أهمها مساحة هي الكركات والحويجة). يصف الجدول (1) مواقع الدراسة المختارة .

جدول رقم (1) توصيف مواقع الدراسة [1]

اسم الموقع	البعد عن حماه(كم)	التربة	المساحة (هكتار)	معدل الهطول(مم)	الارتفاع عن سطح البحر(م)	الأنواع المحرجة	سنوات التحريج
المروج	75 شمال غرب	تيراروسا	40	1000-1400	340-300	صنوبر بروتي، صنوبر ثمري، أوكاليبتوس	1992- 1995
حنجور	35 جنوباً	تيراروسا	30	400-325	340-330	صنوبر بروتي، صنوبر ثمري، أوكاليبتوس	1994- 1997
الكركات	35 شمالاً	تيراروسا	30	600-350	368-360	صنوبر بروتي، صنوبر ثمري ، أوكاليبتوس	1993-1995

2 - القياسات الحقلية:

- تم اقتطاع عينات الدراسة لكل نوع وفي كل موقع على شكل عينات دائرية نصف قطرها 11.3 م وبالتالي تكون مساحة العيِّنة حوالي 400 م^2 وتم توزيعها بإذ يتم تغطية التباين الإحصائي الموجود ضمن المجتمع المدروس (موقع التحريج) من إذ الكثافة الشجرية، المعرض، الانحدار وتباين خصوبة الموقع.

ويوضح الجدول رقم(2) عدد العينات المقتطعة وعدد الأشجار في كل عينة .

جدول رقم (2) عدد العينات المقتطعة في كل موقع وعدد الأشجار

اسم الموقع	المروج		حنجور		الكركات	
	عدد العينات	عدد الاشجار	عدد العينات	عدد الاشجار	عدد العينات	عدد الاشجار
صنوبر بروتي	5	159	5	128	4	238
صنوبر ثمري	5	159	5	55	1	16
الأوكاليبتوس	5	61	3	45	2	17
المجموع	15	379	13	228	7	271

[1] **تم تحريج المواقع المدروسة على مراحل تمتد على عدة سنوات و لكن تم اختيار مواقع البحث بشكل يراعي الفترات المتقاربة في عمليات التحريج ولمختلف المواقع .**

أُجرِيت القياسات الحراجية الآتية ضمن العينات المقتطعة :

1. قياس الأقطار على ارتفاع الصدر لجميع أشجار العينة (Sample Plot).

2. ارتفاع الأشجار لـ (20) شجرة لكل نوع على الأقل وفي كل موقع من أجل إنشاء منحنيات الارتفاع إذ تم قياس ارتفاعات الأشجار التي تمثل جميع صفوف الأقطار للنوع المدروس وهذا يعني 20 شجرة على الأقل لكل نوع حراجي على حدى .

3. قياس الكتلة الحيوية وذلك من خلال قطع (7–10) أشجار لكل نوع حراجي بإذ تغطي الأشجار المقطوعة جميع صفوف الأقطار، وتم وزن الكتلة الحيوية للشجرة فوق سطح التربة باستخدام ميزان أرضي، وتم القطع في موقع المروج لأنه يمثل أفضل المواقع نمواً من ثمّ تطوير معادلات الكتلة الحيوية لكل نوع ليتم استخدامها في حساب الكتلة الحيوية للأنواع المدروسة في بقية المواقع.

تمت هذه الجرود خلال الفترة 2009 – 2010 (من شهر تشرين أول حتى نيسان) .

3– إدخال البيانات ومعالجتها:

بعد الإنتهاء من العمل الحقلي تم إدخال البيانات إلى الكمبيوتر باستخدام برنامج الإكسل

تم اختبار عدة معادلات رياضية لتقدير ارتفاع الأشجار لكل نوع من الأنواع المدروسة وهذه الموديلات هي عبارة عن علاقة انحدار غير خطي .وأهم هذه المعادلات (Pretzsch,2009) موضحة وفق الآتي:

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

(**Michailoff**) $H=1.3+a_0 \times e^{(a1/dbh)}$

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

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

(**korsun**) $H=e^{(a0+a1 \times \ln(dbh)+a2 \times (\ln(dbh))^2)}$

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

(**Freese**) $H=e^{(a0+a1 \times \ln(dbh)+a2 \times dbh)}$

dbh (cm) : قطر الشجرة على ارتفاع الصدر – **H** (م): ارتفاع الشجرة – $\mathbf{a_0,a_1,a_2}$: ثوابت

تم تقدير الثوابت(البارامترات) للموديلات غير الخطية المعتمدة عالمياً والمذكورة أعلاه وذلك في برنامج الإكسل باستخدام الحالل Solver كما تم حساب معامل التحديد R^2 لجميع المعادلات المذكورة أعلاه .

وبما أن شكل المنحني تحدده علاقة الانحدار المختارة (النموذج الرياضي) والقيم المقاسة لكل من الارتفاع والقطر لعدد محدد من أشجار الموقع فإن معامل التحديد غير كافٍ لتحديد النموذج الأكثر كفاءة لتقدير الارتفاع (Pretzsch,2009) لذلك قمنا باستخدام اختبارات جودة الموديل (Model validation) باستخدام بيانات (قطر – ارتفاع) مستقلة أي بيانات غير مستخدمة سابقاً في تقدير ثوابت الموديلات السابقة .

ولنتمكن من ذلك قمنا باعتماد مجموعة من الاختبارات وهي مأخوذة عن بريتش (Pretzsch, 2001) كالآتي:

$\bar{e}$ (**Model Bias**) = المتوسط المطلق لخطأ النموذج الذي يعطى وفق العلاقة الآتية:

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

$\hat{y}_i$: 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)

$\bar{e}$ % (**%Model Bias**) = المتوسط النسبي لخطأ النموذج الذي يعطى وفق العلاقة الآتية:

$$\bar{e}\,\% = \frac{\bar{e} * 100}{\bar{y}}$$

S_e (**Model Precision**) = الانحراف المعياري المطلق لخطأ النموذج (e) الذي يحسب كمايلي:

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

S_e % (**% Model Precision**) = الانحراف المعياري النسبي لخطأ النموذج والذي يحسب كمايلي:

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

m_x (**Model Accuracy**) = دقة النموذج والتي تحسب كمايلي :

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

m_x% (**% Model Accuracy**) = النسبة المئوية لدقة النموذج والتي تحسب وفق العلاقة الآتية:

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

بعد معرفة الموديل الرياضي المنتخب لتقدير الارتفاع لكل نوع حراجي قمنا بحساب المخزون الخشبي لكل نوع في كل موقع من مواقع الدراسة بدءاً من حساب الحجم الخشبي لكل شجرة إذ V= f*g*H

إذ أن :

V = المخزون الخشبي للشجرة المفردة بـ $م^3$.

f : معامل الشكل المورفولوجي لكل نوع (صنوبر ثمري ، صنوبر بروتي، أوكاليبتوس)

إذ تم استخدام المعادلات الآتية (Pretzsch,2009):

$f=0.42+0.12 \times e^{(-0.39 \times (dbh-10) \times 0.1)}$ (لحساب معامل الشكل لكل من الصنوبر الثمري والبروتي)

$f=0.98 \times (750/(1500+dbh))+(2.3/dbh^2)$ (لحساب معامل الشكل لأشجار الأوكاليبتوس)

إذ أن dbh : قطر الشجرة عند مستوى الصدر (cm).

$g= \pi \times (dbh/2)^2$: المساحة القاعدية للأشجار المفردة (m^2)

H(m) :الارتفاع المقدر للشجرة بحسب الموديل الرياضي الذي تم اختياره

كما تم حساب البارامترات أو المتحولات الحراجية الآتية (Pretzsch,2009):

- المساحة القاعدية بالهكتار: (m^2/ha) $G= \sum g_i/A$

إذ إنَّ: A هي مساحة العينة مقدرة بالهكتار

g_i (m^2) : المساحة القاعدية للشجرة (i)

i : 1، 2، ..... n ، n: عدد أفراد العينة

- المخزون الخشبي بالهكتار : (m^3/ha) $V= \sum v_i/A$

إذ أنَّ: v_i : الحجم الخشبي للشجرة المفردة (m^3).

- كثافة الأشجار بالهكتار: (tree/ha) $N = \sum n/A$

إذ إنَّ: n عدد أفراد العينة.

- المتوسط الحسابي للقطر عند ارتفاع مستوى الصدر: $\bar{d}$

- المساحة القاعدية المتوسطة : gm = G /N (m^2)

- قطر الشجرة ذات المساحة القاعدية المتوسطة dg (cm): $d_g = \sqrt[2]{(\frac{4}{\pi} * g_m)} * 100$

- الارتفاع المتوسط **Hg (m)**: باستخدام النموذج الرياضي الذي تم اختياره لتقدير ارتفاع الأشجار لكل نوع من الأنواع المدروسة وذلك بدلالة القطر d_g

- متوسط القطر لأكبر 100 شجرة بالهكتار d100 (cm):

$$d100 = \sqrt{\frac{4}{\pi} * g_{100}} * 100$$

إذ g_{100} هي المساحة القاعدية المحسوبة لأكبر 100 شجرة / هكتار.

$$g_{100} = \frac{\pi}{4 * 10000 * n_{100}} * \sum_{i=1}^{i=n\ 100} dbh_i^2$$

n100:عدد الأشجار ذات القطر الأعظمي (n100= A*N*20%)

إذ إنَّ: A هي مساحة العينة مقدرة بالهكتار، و N :عدد أفراد العينة .

تم حسابه على أساس نسبة الـ 20% من الأشجار ذات القطر الأعظمي (Pretzsch, 2009)

- متوسط الارتفاع لأكبر 100 شجرة بالهكتار H100: باستخدام النموذج الرياضي الذي تم اختياره لتقدير ارتفاع الأشجار لكل نوع من الأنواع المدروسة كما هو مبين أعلاه وذلك بدلالة القطر d_{100}

أما بالنسبة إلى تقدير الكتلة الحيوية فقد تم قطع و وزن 7 أشجار للصنوبر البروتي و8 أشجار للصنوبر الثمري و10 أشجار للأوكاليبتوس، وذلك في أفضل المواقع نمواً وهو موقع المروج (إذ إن صفوف أقطار الأشجار في موقع المروج تغطي التباينات الإحصائية الموجودة في أقطار أشجار المواقع المدروسة)، ثم استخدمنا برنامج إكسل في تطوير المعادلات الألوميترية لتقدير الكتلة الحيوية لكل نوع بدلالة القطر كعامل مستقل ووحيد.

إذ بيَّن (Telenius and Verwijst,1995, in Ali,2005) أن تعميم المعادلات الألوميترية المستخدمة لتقدير الكتلة الحيوية على المستوى المكاني أعطى تقديرات لم تنحرف أكثر من 10% عن تقديرات الكتلة الحيوية على مستوى المجموعة الحراجية وهذا التعميم يمكن أن ينتج تقديرات منطقية (Ali, 2005).

في هذا البحث استخدمنا المعادلة الأسية الألوميترية : $Biomass = a\ dbh^b$، (تم حساب قيمة معامل التحديد لهذه المعادلة باستخدام برنامج Excel) وهي معادلة بمتحول واحد فقط هو القطر على ارتفاع الصدر، ومن وجهة نظر اقتصادية فإنَّ إضافة الارتفاع كمتحول ثانٍ لمعادلات الانحدار تزيد فقط من كلفة جمع البيانات الحقلية دون أن تحسِّن إحصائياً وبشكل معنوي من جودة التقدير الناتج عن استخدام هذه المعادلات(Telenius and Verwijst,1995, in Ali,2005) .

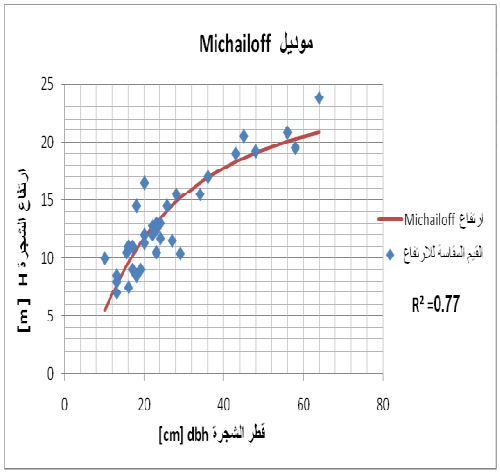
النتائج والمناقشة :

أولاً: تصميم منحنيات الارتفاع للأنواع المدروسة:

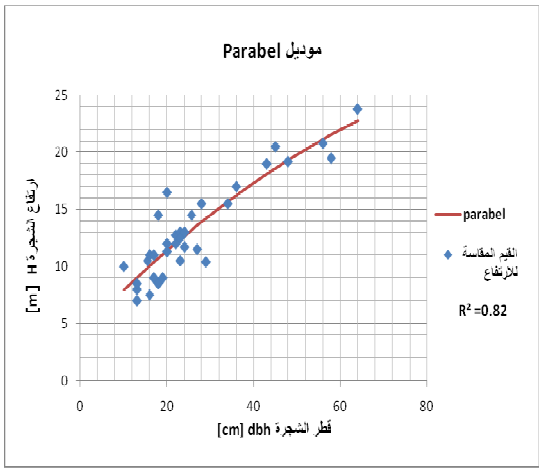
تبين لنا منحنيات الارتفاع العلاقة بين الارتفاع (H) والقطر(dbh) على ارتفاع الصدر وهي علاقة انحدار غير خطية تمكننا من حساب الارتفاع للأشجار التي لم يتم قياس ارتفاعها أي القيمة المقدرة للارتفاع بواسطة النموذج الرياضي المنتخب بالاعتماد على قيمة القطر المسجلة في أثناء الجرود. وبغرض التوضيح والإيجاز سيتم عرض أزواج من المقارنات لكل نوع من الأنواع المدروسة تبيِّن الفروق في قيم معامل التحديد R^2 لأفضل وأسوء نموذج رياضي.

1- تصميم منحني الارتفاع لأشجار الأوكاليبتوس:

يمثل الشكلان(1،2) منحنيا الارتفاع لأشجار الأوكاليبتوس بدلالة القطر لكل من الموديلين Michailoff وParabel على التوالي نلاحظ أن توزع النقط في الشكل رقم (2) أفضل من الشكل رقم (1) أي إن القيم المقدرة لمنحني Parabel أقرب إلى القيم الحقيقية مقارنة مع منحني Michailoff ، والموديل Parabel يملك قيمة أعلى لمعامل التحديد(R^2= 0.82) مقارنة مع موديل Michailoff (R^2= 0.77).



الشكل رقم(1): منحنى الارتفاع لأشجار الأوكاليبتوس وفق موديل Michailoff[2]



الشكل رقم (2) : منحنى الارتفاع لأشجار الأوكاليبتوس وفق موديل Parabel

إن الموديل الرياضي المختار لتقدير ارتفاع أشجار الأوكاليبتوس في مواقع التحريج المدروسة (المروج، الكركات، حنجور) هو موديل Parabel، إذ نلاحظ من الجدول رقم (3) أن الموديلات (Prodan , Parabel , Korsun ,Freese) تملك نفس القيمة لمعامل التحديدR^2= 0.82 وفي الوقت نفسه كان لابد من اجراء اختبارات الجودة (Model validation) لهذه الموديلات لأن معامل التحديد وحده غير كافٍ في

[2] : النقط في الأشكال (1 ، 2 ، 3 ، 4 ،5 ، 6) تمثل القيم المقاسة و خط المعادلة يمثل القيم المقدرة بواسطة الموديل الرياضي

تحديد الموديل المناسب وبناءاً على هذه الاختبارات تم اختيار موديل Parabel إذ نجد أن كل من الانحراف المعياري المطلق لخطأ النموذج (S_e)=2.98 والانحراف المعياري النسبي لخطأ النموذج ($Se\%$)=24.64 ودقة النموذج (m_x)=3.09 والنسبة المئوية لدقة النموذج($m_x\%$) =25.59 حصلت على قيم هي الأقل بين النماذج الأربعة المذكورة آنفاً .

جدول رقم (3) يبين قيمة معامل التحديد و قيم بارامترات الجودة لكل موديل من الموديلات المستخدمة لتقدير ارتفاع أشجار الأوكاليبتوس.

المعادلة أو الموديل	Model bias $\bar{e}$	Model Bias% $\bar{e}$ %	Model Precision S_e	Model Precision% $S_e\%$	Model Accuracy m_x	Model Accuracy% $m_x\%$	R^2 =
Prodan	0.87	7.19	3.01	24.91	3.13	25.93	0.82
Parabel	0.83	6.91	2.98	24.64	3.09	25.59	0.82
Michailoff	0.49	4.06	2.61	21.62	2.66	22	0.77
Petterson	0.59	4.93	2.71	22.44	2.77	22.97	0.80
Korsun	0.83	6.87	3	24.85	3.11	25.78	0.82
Logarithmic	0.63	5.21	2.68	22.19	2.75	22.80	0.79
Freese	0.84	6.95	3.01	24.96	3.13	25.91	0.82

نلاحظ من الجدول رقم (3) أنّ هذه الموديلات تفسّر مابين 77% و82% من القيم الحقيقية للعينات الحراجية المدروسة، كما أنّ دقّة النموذج (**m_x %**) تراوحت بين 22 و25.93% وهذا يعني أنّه على فرض أنّ توزع خطأ النموذج كان توزّعا طبيعيا فانّ 95 % من القيم المقدرّة لن تنحرف أكثر من 22 إلى 25.93 % عن القيم الحقيقية، وبالنسبة إلى المتوسط النسبي لخطأ الموديل (**$\bar{e}$ %**) تتراوح بين 4.06 و7.19 لمعادلات تقدير ارتفاع الأشجار لنوع الأوكاليبتوس في مواقع الدراسة.

وبالمقارنة بين قيم معامل التحديد ونتائج اختبارات جودة الموديل جدول (3) تبيَّن أن موديل Parabel هو الأنسب من أجل نمذجة الارتفاع في عينات المواقع المشجرة بالأوكاليبتوس، إذ إنّ موديل Parabel قد أعطى أعلى قيمة لمعامل التحديد وهي 0.82 أي إنّ الموديل يفسّر 82% من النقاط (القيم الحقيقية) للعينات المدروسة وهو يملك أقل قيمة للنسبة المئوية لدقة النموذج m_x **%** =25.59 أي إن انحراف القيم المقدرة عن القيم الحقيقية هو الأقل لهذا الموديل مقارنة مع الموديلات التي تملك نفس القيمة لمعامل التحديد كما هو مبين أعلاه.

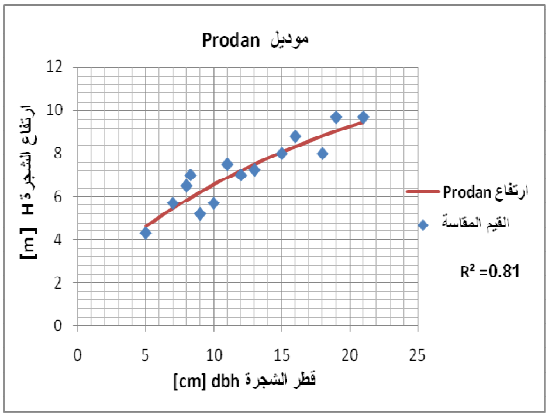
وتم تقدير قيم ثوابت هذه الموديلات باستخدام برنامج Excel بواسطة الحالل (Solver) كما ذكرنا سابقاً، فيما يلي الجدول رقم (4) يبين قيم الثوابت لكل موديل رياضي.

جدول رقم (4) يوضح قيم ثوابت الموديلات الرياضية المستخدمة لتقدير ارتفاع أشجار الأوكاليبتوس

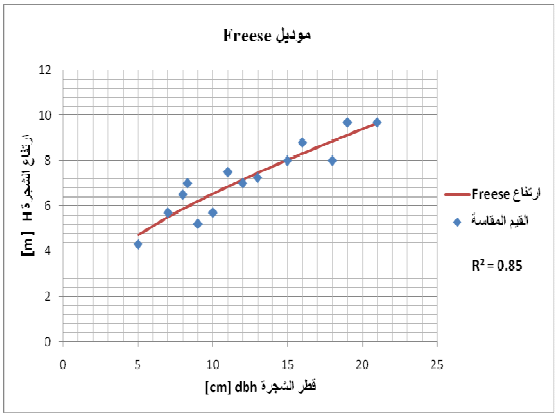
a2	a1	a0	المعادلة
0.02	2.03	7.6-	*Prodan*
0.002-	0.39	4.2	*Parabel*
-	18.1-	25.89	*Michailoff*
-	0.18	2.6	*Petterson*
0.01	0.51	0.80	*Korsun*
-	8.2	12.8-	*Logarithm*
0.001	0.6	0.76	*Freese*

2- تصميم منحني الارتفاع لأشجار الصنوبر البروتي:

يمثل الشكلان رقم (3) و(4) منحنيا الارتفاع لأشجار الصنوبر البروتي إذ تم حساب القيم التقديرية لارتفاع أشجار الصنوبر البروتي باستخدام موديل Prodan شكل (3)، وموديل Freese شكل (4).نلاحظ أن الموديل Freese يملك قيمة أكبر لمعامل التحديد (R^2 = 0.85) مقارنة مع موديل Prodan (R^2 = 0.81) ، نلاحظ تشابه كبير في شكل المنحنيين ولكن النقاط (التي تمثل القيم المقاسة) في الشكل رقم (4) أكثر قرباً من المنحني من الشكل رقم (3) أي إن القيم التقديرية للارتفاع لنموذج Freese قريبة من القيم الحقيقية أكثر من نموذج Prodan .



شكل رقم(3): منحني ارتفاع أشجار الصنوبر البروتي وفق موديل Prodan



شكل رقم(4):منحنى ارتفاع أشجار الصنوبر البروتي وفق موديل Freese

إن الموديل الرياضي المختار لتقدير ارتفاع أشجار الصنوبر البروتي في مواقع التحريج المدروسة (المروج، الكركات، حنجور) هو موديل Freese، إذ نلاحظ من الجدول رقم (5) أن الموديلان (Korsun ,Freese) يملكان نفس القيمة لمعامل التحديد (R^2= 0.85) لكن موديل Freese يملك قيمة أقل للنسبة المئوية لدقة النموذج =10.97 % m_x

إن الموديل (Freese) يفسر 85% من القيم الحقيقية للعينات المدروسة أما النسبة المئوية لدقة النموذج فتعني إذا كان توزع خطأ النموذج توزعاً طبيعياً فإن 95 % من القيم التقديرية لن تنحرف أكثر من 10.97 عن القيم الحقيقية.

جدول رقم (5) : قيم معامل التحديد وقيم بارامترات الجودة لكل موديل من الموديلات المستخدمة لتقدير ارتفاع أشجار الصنوبر البروتي.

المعادلة أو الموديل	Model bias $\bar{e}$	Model Bias% $\bar{e}$ %	Model Precision S_e	Model Precision% S_e%	Model Accuracy m_x	Model Accuracy% m_x%	R^2 =
Prodan	0.25	3.28	0.81	10.52	0.85	11.02	0.81
Parabel	0.32	3.14	0.78	10.06	0.84	10.88	0.84
Michailoff	0.09	1.19	1.05	13.62	1.05	13.67	0.82
Petterson	0.19	2.43	0.96	12.41	0.097	12.64	0.83
Korsun	0.284	3.69	0.80	10.44	0.85	11.07	0.85
Logarithmic	0.14	1.80	0.97	12.65	0.98	12.77	0.84
Freese	0.285	3.70	0.80	10.33	0.85	10.97	0.85

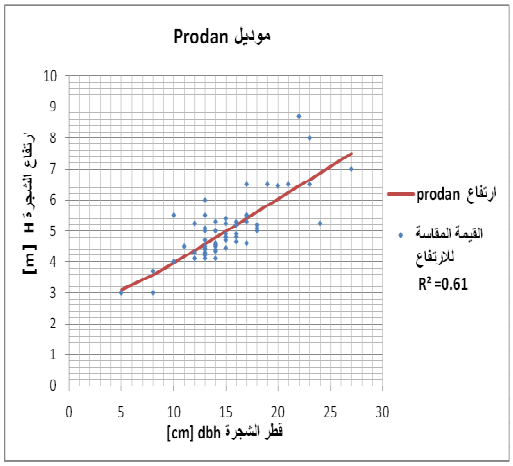
يوضح الجدول (6) قيم الثوابت لكل موديل رياضي من الموديلات المستخدمة لتقدير ارتفاع أشجار الصنوبر البروتي .

جدول رقم (6) يوضح قيم ثوابت الموديلات الرياضية المستخدمة لتقدير ارتفاع أشجار الصنوبر البروتي

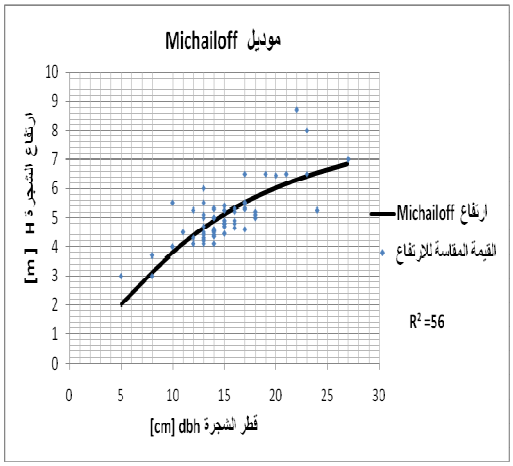
a2	a1	a0	المعادلة
0.05	1.49	-1.3	*Prodan*
-0.004	0.41	2.83	*parabel*
-	-6.9	10.94	*michailoff*
-	0.28	1.5	*petterson*
0.03	0.38	0.87	*Korsun*
-	3.5	-1.4	*Logarithm*
0.007	0.4	0.83	*Freese*

3- تصميم منحني الارتفاع لأشجار الصنوبر الثمري:

نلاحظ أن موديل Prodan (الشكل:5) يملك قيمة أعلى لمعامل التحديد (R^2 = 0.62) مقارنة مع موديل Michailoff (الشكل:6) إذ (R^2 = 0.56) لذلك فإن نموذج Prodan هو الأكثر كفاءة في تقدير ارتفاعات أشجار الصنوبر الثمري مقارنة مع Michailoff .



شكل (5) منحني ارتفاع أشجار الصنوبر الثمري وفق موديل Prodan



شكل(6) منحني ارتفاع أشجار الصنوبر الثمري وفق موديل Michailoff

إن حساب البارامترات الإحصائية لتقويم جودة الموديل الرياضي الموضحة في الجدول (7) تبيِّن أن النموذج الأنسب لتقدير ارتفاع أشجار الصنوبر الثمري هو Prodan لأنه يملك أعلى قيمة لمعامل التحديد وقيمة منخفضة نسبياً لـ m_x دقة النموذج (18.76%).

جدول رقم (7) : يبين قيمة معامل التحديد وقيم بارامترات الجودة لكل موديل من الموديلات المستخدمة لتقدير ارتفاع أشجار الصنوبر الثمري.

المعادلة أو الموديل	Model bias $\bar{e}$	Model Bias% $\bar{e}$ %	Model Precision S_e	Model Precision% S_e%	Model Accuracy m_x	Model Accuracy % m_x%	R^2 =
Prodan	0.38	7.93	0.81	17	0.89	18.76	0.62
Parabel	0.21	4.42	0.82	17.29	0.85	17.85	0.61
Michailoff	0.09	1.84	0.92	19.21	0.92	19.29	0.56
Petterson	0.13	2.75	0.90	18.77	0.90	18.97	0.59
Korsun	0.21	4.44	0.83	17.31	0.85	17.87	0.61
Logarithmic	0.11	2.25	0.85	17.82	0.86	17.96	0.56
Freese	0.21	4.37	0.85	17.78	0.87	18.31	0.61

يبين الجدول رقم(8) قيم الثوابت للموديلات الرياضية التي قمنا باختبارها لتقدير ارتفاع أشجار الصنوبر الثمري والمحسوبة باستخدام الحالل Solver.

جدول رقم (8) يوضح قيمة ثوابت الموديلات الرياضية المستخدمة لتقدير ارتفاع أشجار الصنوبر الثمري

a2	a1	a0	المعادلة
0.001	4.68	9.5-	*Prodan*
0.001	0.17	2.2	*parabel*
-	12.7-	8.87	*michailoff*
-	0.29	3.4	*Petterson*
0.16	0.24-	1.11	*Korsun*
-	2.8	2.5-	*Logarithm*
0.022	0.3	0.56	*Freese*

ثانياً:المخزون الخشبي:

تبيِّن الجّداول (9)، (10)،(11) قيم المخزون الخشبي والعديد من البارامترات الحراجية الأخرى (المبينة في مواد البحث و طرائقه للأنواع المدروسة) وفق كل موقع من مواقع الدراسة.

يمكن ترتيب مواقع الدراسة الثلاثة وفقاً للمخزون الخشبي للصنوبر البروتي من الأعلى قيمة إلى الأقل بدءاً من موقع المروج V= 59.5 (m^3/ha) ثم موقع حنجور 25 (m^3/ha) وأخيرا موقع الكركات 8.9 (m^3/ha) كما هو موضح في الجدول رقم (9) ، ونلاحظ أن المخزون الخشبي في موقع الكركات كان منخفضاً جداً وذلك نتيجة للكثافة الشجرية العالية (1983) شجرة /هـ في حين كانت الكثافة 795 ، 520 شجرة /هـ لكل من المروج و حنجور على التوالي.

جدول رقم (9) يبين البارامترات المحسوبة للصنوبر البروتي *Pinus brutia* [3، 4]

الموقع	المساحة القاعديةG m²/ha	المخزون الخشبي V m³/ha	الكثافة الشجريةN/ha	المساحة القاعدية للشجرة g_m m²	d_g قطر الشجرة ذات المساحة القاعديةالمتوسطة cm	الارتفاع المتوسط بدلالة d_g (Hg m)	متوسط القطر لأكبر 100 شجرة بالهكتار d_{100} cm	متوسط الارتفاع لأكبر 100 شجرة بالهكتار h_{100} m	العمر(سنة)	معدل النمو السنوي m^3/ha/year
حنجور	6.27	25	520	0.01	12.48	7.31	35	13.35	16	1.6
الكركات	5.53	8.90	1983	0.003	6	5.11	26.5	11.1	17	0.5
المروج	13.99	59.55	795	0.02	15	8.04	48.04	16.69	18	3.3

تقل قيم المخزون الخشبي ومعدل النمو السنوي للصنوبر البروتي في مواقع الدراسة الثلاثة على المخزون الخشبي 120.54 (m^3/ha) ومعدل النمو السنوي 4.72 (m^3/ha/year) لأشجار الصنوبر البروتي المحرجة في موقع ضهر الصوراني– طرطوس عند عمر 25 سنة وكثافة 975 شجرة /هـ (فرحا،2013) وأيضاً عمَّا حققه الصنوبر البروتي في المنطقة الوسطى (محافظة حمص) عند عمر 23 سنة، وكثافة 2600 شجرة / هـ من مخزون خشبي 192(m^3/ha) ومعدل نمو سنوي 7.6 (m^3/ha/year) (أحمد،2009).

كذلك بالنسبة إلى الصنوبر الثمري يبيِّن موقع المروج تفوُّقاً في قيمة البارامترات المحسوبة والموضَّحة في الجدول رقم (10) فالمروج يملك أكبر مخزون خشبي : 39 m^3/ ha ، يليه حنجور: 19 m^3/ ha ، الكركات: 18 m^3/ ha

جدول رقم (10) يبين البارامترات المحسوبة للصنوبر الثمري *Pinus penia* في مواقع الدراسة[5]

الموقع	المساحة القاعديةG m²/ha	المخزون الخشبي V m³/ha	الكثافة الشجريةN/ha	المساحة القاعدية للشجرة g_m m²	d_g cm قطر الشجرة ذات المساحة القاعديةالمتوسطة	الارتفاع المتوسط بدلالة d_g (Hg m)	d_{100} cmمتوسط القطر لأكبر 100 شجرة بالهكتار	h_{100}متوسط الارتفاع لأكبر 100 شجرة بالهكتار m	العمر(سنة)	معدل النمو السنوي m^3/ha/yr
حنجور	6.1	19	230	0.03	19.3	6	31	6.1	16	1.2
الكركات	6.3	18	400	0.02	14.2	5.1	36	8.5	17	1.1
المروج	14.2	39	815	0.02	14.9	5.2	48.1	9.9	18	2.2

[3]: تم حساب قيمة الارتفاع المتوسط (Hg m) بدلالة القطر d_g باستخدام الموديل الرياضي المختار لتقدير ارتفاع أشجار الصنوبر البروتي (Freese) .

[4]: تم حساب قيمة الارتفاع لأكبر 100 شجرة بالهكتار h100 باستخدام موديل Freese المختار لتقدير ارتفاع اشجار الصنوبر البروتي وبدلالة d100 (متوسط القطر لأكبر 100 شجرة بالهكتار).

[5]: تم حساب قيم H_g و h100 باستخدام موديل Prodan المختار لتقدير ارتفاع الصنوبر الثمري .

تقل قيم المخزون الخشبي للصنوبر الثمري في كلٍّ من موقع المروج 39 m^3/ ha عند عمر 18 سنة وكثافة شجرية 815 شجرة/هـ، وموقع حنجور 19 m^3/ ha عند عمر 16 سنة وكثافة 230 شجرة/هـ، وموقع الكركات 18 m^3/ ha عند عمر 17 سنة وكثافة 400 شجرة/هـ عن أشجار الصنوبر الثمري في موقع تحريج الصوراني– طرطوس إذ بلغ المخزون الخشبي ومعدل النمو السنوي 116.34 m^3/ ha وَ 4.45 m^3/ ha/yr على التوالي عند عمر 27 سنة وكثافة متوسطة 851.14 شجرة/هـ (فرحا،2013).

إنَّ موقع المروج يبدي أيضاً تفوُّقاً على موقع حنجور و الكركات في قيمة المخزون الخشبي لأشجار الأوكاليبتوس كما هو مبيَّن في الجدول رقم (11) بمخزون خشبي 252 m^3/ ha مقابل 35 و33 m^3/ ha لكل من موقع حنجور والكركات.

جدول رقم (11) يبين البارامترات الأساسة المحسوبة للأوكاليبتوس (*Eucalyptus camaldulensis*) في مواقع الدراسة[6]

الموقع	المساحة القاعديةG m^2/ha	المخزون الخشبي V m^3/ha	الكثافة الشجريةN/ha	المساحة القاعدية للشجرة g_m m^2	d_g قطر الشجرة ذات المساحة القاعديةالمتوسطة cm	الارتفاع المتوسط بدلالة d_g (Hg m)	d_{100}متوسط القطر لأكبر 100 شجرة بالهكتار cm	متوسط الارتفاع لأكبر 100 شجرة بالهكتار h_{100} m	العمر(سنة)	معدل النمو السنوي m^3/ha/y
حنجور	6.5	35	344	0.02	15	9.7	35	15.95	16	2.2
الكركات	5.9	33	213	0.03	18.9	11	36	16.2	17	1.9
المروج	28.5	252	188	0.15	43	18.1	70.1	23.1	18	14

وفقاً لما سبق نجد أن موقع المروج هو أفضل المواقع في قيمة المخزون الخشبي لجميع الأنواع المدروسة لأنه يملك أعلى معدل سنوي للهطول المطري إذ يتراوح بين 1000– 1400 مم، مقارنة مع موقع حنجور 325–400 مم، و 350–600 مم لموقع الكركات. وأيضاً إلى خصوبة الموقع العالية التي نستدل عليها من القيمة العالية لـ H_{100} في موقع المروج مقارنة مع بقية مواقع الدراسة، إذ بلغت قيمة متوسط الارتفاع لأكبر 100 شجرة بالهكتار (H_{100}) لأشجار الصنوبر البروتي 16.69م في موقع المروج يليها حنجور 13.35م، ثم الكركات11.1م ،وكذلك كانت قيمة H_{100} هي الأعلى في موقع المروج لكل من الصنوبر الثمري والأوكاليبتوس إذ بلغت 9.9 م، 23.1 م على التوالي مقارنة مع الكركات وحنجور، كما هو موضح في الجدولين(10)، (11).

ثالثاً :الكتلة الحيوية الرطبة Wet Biomass:

تمكننا المعادلات الألوميترية للكتلة الحيوية والتي تعتمد على القطر فقط كمتحول مستقل وحيد من تقويم وحساب الكتلة الحيوية للمجموعة الحراجية بشكل فعال .

[6] تم حساب قيم H_g و h100 باستخدام موديل Parabel المختار لتقدير ارتفاع أشجار الكينا .

إن معادلات الارتباط غير الخطية من النوع الأسي هي الأكثر شيوعاً في تحديد العلاقة بين الكتلة الحيوية والقطر (Ali,2009) وهي من الشكل :

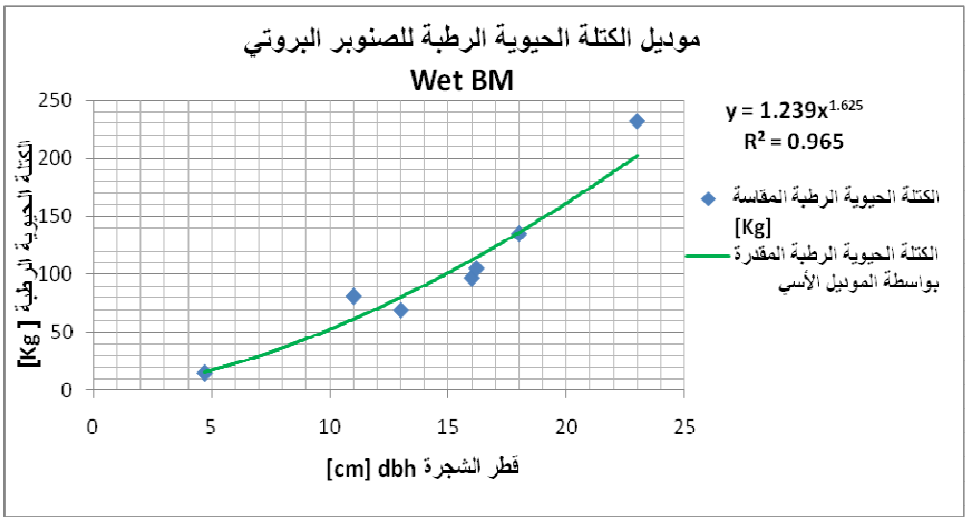
$$BM = a_0\ dbh^{\ a1}$$

dbh (cm): قطر الشجرة عند مستوى الصدر.

a0 ,a1 : ثوابت .

BM : الكتلة الحيوية بـ Kg

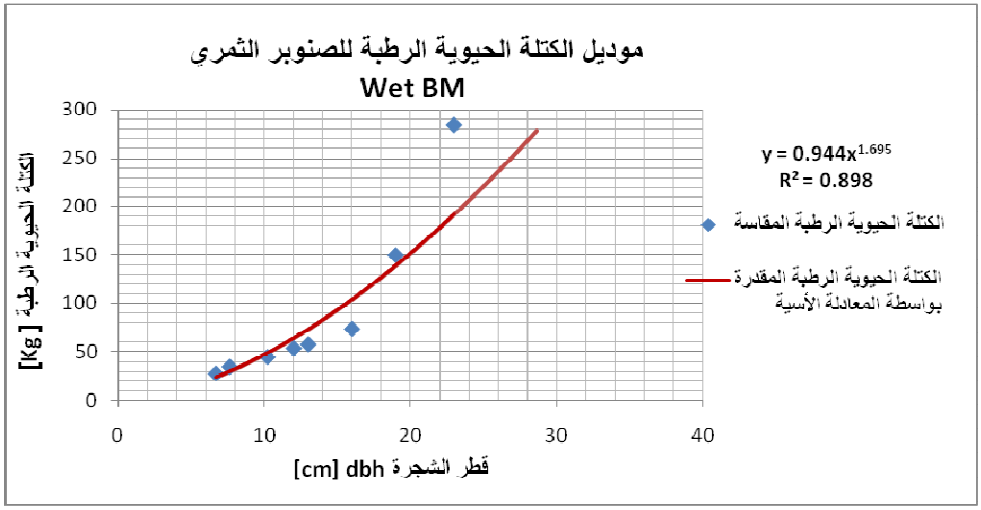
تم تصميم معادلات الكتلة الحيوية اعتماداً على أوزان الأشجار المقطوعة في موقع المروج (أفضل المواقع نمواً)، وهذه المعادلات توضح العلاقة بين الكتلة الحيوية الرطبة للأشجار وأقطار هذه الأشجار عند ارتفاع الصدر كما هو موضح في الأشكال (7، 8 ، 9) لكل من الصنوبر البروتي والصنوبر الثمري والأوكاليبتوس على الترتيب .



الشكل رقم (7) يبين منحني الكتلة الحيوية للصنوبر البروتي

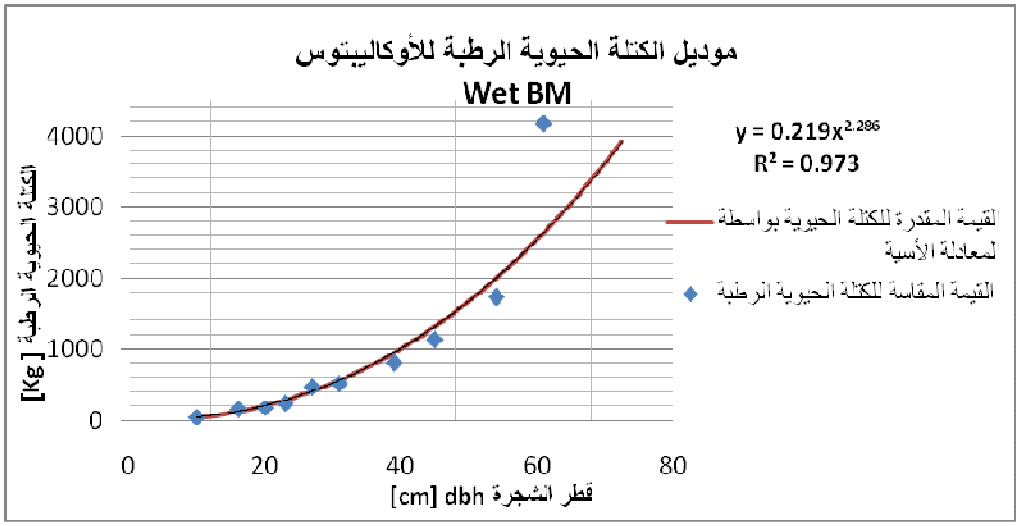
إن المعادلة الأسية التي تم تصميمها لتقدير الكتلة الحيوية الرطبة للصنوبر البروتي $WBM= 1.239\ Dbh^{1.625}$ إذ تم الاعتماد على تحليل الانحدار في برنامج Excel لتقدير ثوابت هذه المعادلة،وهي تبين العلاقة بين الكتلة الحيوية لأشجار الصنوبر البروتي والقطر عند ارتفاع الصدر ، وبلغت قيمة معامل التحديد للمنحني 0.965 وهي تشير إلى كفاءة ممتازة للموديل في تقدير الكتلة الحيوية لأشجار الصنوبر البروتي .

نلاحظ من الشكل (8) توزع النقاط بشكل قريب للمنحني ما عدا النقطة الأعلى تبتعد عن المنحني بشكل كبير، تمثل هذه النقطة الشجرة ذات القطر 23 سم وزنها المقاس 284 كغ أي إنَّ هناك فروق صغيرة نسبياً بين القيم الحقيقية والقيم المقاسة ،ويمثل هذا المنحني المعادلة الأسية : $WBM = 0.944\ Dbh^{1.695}$ التي تُمكِّننا من تقدير الكتلة الحيوية الرطبة للصنوبر الثمري في مواقع الدراسة. ونلاحظ من الشكل (8) أن هذا المنحني يملك قيمة جيدة لمعامل التحديد $R^2=0.898$ مما يعني امكانية استخدام هذه المعادلة في تقدير الكتلة الحيوية للصنوبر الثمري في مواقع الدراسة.



الشكل رقم (8) منحني الكتلة الحيوية للصنوبر الثمري

يمثل الشكل(9) خط المعادلة الأسية $WBM = 0.219\ Dbh^{2.286}$ المستخدمة لتقدير الكتلة الحيوية للأوكاليبتوس نلاحظ وجود فروق صغيرة جداً بين القيم المقاسة والقيم التي تمثلها العلاقة الأسية، وأن قيمة معامل التحديد للمنحني $R^2 = 0.973$ وهي تمثل قيمة ممتازة وتشير إلى كفاءة الموديل العالية في تقدير الكتلة الحيوية الرطبة للأوكاليبتوس .



الشكل رقم (9) منحني الكتلة الحيوية للأوكاليبتوس (*E.Camldulensis*)

وبعد تصميم معادلات الكتلة الحيوية لكل نوع من الأنواع المدروسة تم حساب الكتلة الحيوية لهذه الأنواع، إذ نلاحظ من الجدول رقم (12) تفوق موقع المروج على بقية مواقع الدراسة في قيمة الكتلة الحيوية على مستوى جميع الأنواع المدروسة وخاصة بالنسبة إلى أشجار الأوكاليبتوس إذ بلغت 240.4 في المروج مقارنة بـ 38.8 في موقع الكركات و41.3 في موقع حنجور.

جدول رقم(12) يبين الكتلة الحيوية الرطبة مقدرة بـ طن / هكتار في مواقع الدراسة بحسب كل نوع

	p.pinea	*p.brutia*	*Eu .camaldulensis*
موقع حنجور	26.9	37.3	41.3
الكركات	29.4	44.64	38.8
المروج	67.1	78.98	240.4

الاستنتاجات والتوصيات :

1- يمكن تقدير ارتفاع أشجار الأوكاليبتوس والصنوبر البروتي والصنوبر الثمري (H) بدلالة القطر على ارتفاع الصدر (dbh) في مواقع التحريج الاصطناعي في منطقة الغاب بالاعتماد على الموديلات الرياضية التي تم اختبارها في دراستنا ،وهي موديل Parable لتقدير ارتفاع أشجار الأوكاليبتوس وموديل Prodan لتقدير ارتفاع أشجار الصنوبر الثمري وموديل Freese لتقدير ارتفاع أشجار الصنوبر البروتي.

2-يبين المخزون الخشبي للأنواع الثلاثة تفوقاً واضحاً في موقع المروج وخاصة لأشجار الأوكاليبتوس إذ بلغ الحجم الخشبي 252 $م^3$ / هكتار بكثافة شجرية 188 شجرة /هـ مقابل حجم خشبي 33 و35 $م^3$ / هكتار لكل من موقع الكركات وحنجور على التوالي وكثافة شجرية 344 ، 213 شجرة / هكتار على التوالي، مما يجعل للمخزون الخشبي لأشجار الأوكاليبتوس في موقع المروج أهمية اقتصادية يمكن الاستفادة منها،في حين أتى الصنوبر البروتي ثانياً و الثمري أخيراً.

3-يجب التدخل بقطوع تفريدية تطبَّق على أشجار الصنوبر البروتي في موقع الكركات وذلك لتقليل الكثافة العالية جداً 1983 شجرة /هـ والتي أدت إلى انخفاض كبير في قطر الشجرة ذات المساحة القاعدية المتوسطة (6 cm) وهذا بدوره أدى إلى انخفاض واضح في المخزون الخشبي (8.9 m^3/ ha).

4-يمكن استخدام معادلات الكتلة الحيوية الرطبة التي تم تطويرها في هذه الدراسة لتقدير الكتلة الحيوية في مواقع التحريج الاصطناعي في منطقة الغاب وفي مواقع أخرى في سوريا تتشابه أشجارها مع الأشجار في مواقع الدراسة من إذ الأنواع والأقطار.

المراجع:

1. أحمد هيثم، 2009. *دراسة نمو وانتاجية بعض مشاجر الصنوبر البروتي Pinus brutia Ten. ضمن ظروف المنطقة الوسطى*. ندوة إدارة الموارد الطبيعية وتنميتها- جامعة البعث، كلية الهندسة الزراعية، الصفحات 103-107.
2. فرحا إيفلين، 2013. *دراسة نمو وانتاجية الصنوبر الثمري و الصنوبر البروتي في موقع تحريج ضهر الصوراني – الشيخ بدر- طرطوس*. رسالة ماجستير في الهندسة الزراعية، جامعة تشرين، ص 90.
3. نحال ابراهيم، رحمة أديب، شلبي محمد نبيل . *الحراج والمشائل الحراجية* ، منشورات جامعة حلب كلية الزراعة، 1992 ،ص 600 .
4. وزارة الزراعة والاصلاح الزراعي .المجموعة الاحصائية ، سورية ، 2007 .
http://www.syrian-agriculture.com/ < > 25 أيار 2013

3 . الهيئة العامة لإدارة وتطوير الغاب ،عناوين دراسة مشروع التنمية الشاملة في الغاب، سورية، 2007 ، ص 49 .

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.2005,49.

6- ALI,W., *Modelling of Biomass Production Potential of Poplar in Short Rotation Plantations on Agricultural Lands of Saxony, Germany*, Doctoral thesis, TU Dresden, Tharandt, Institute of Forest Growth and Forest Computer Sciences.2009,130 P.

7- BALDWIN, VC JR. *A summary of equations for predicting biomass of planted southern pines*. *In: Estimating tree biomass regressions and their error*.proceeding of the workshop on tree biomass function and their estimates,USDA.may:26-30, 1986

8- BURLEY, J.; EVAN, J.; YOUNGQUIST, J. *Encyclopedia Of Forest Science*,first edition, Elsevier Ltd,SPAIN,2004. 2093 Pp.

9- DUDLEY, N.; FOWNES, J. *Preliminary biomass equations for eight species of fast growing tropical trees*. Journal of tropical forest science. N°:5,1992 (68-73)

10- FRESCO, N; RICHARDSON, A. *Aboveground Biomass and Nutrient Estimates* , 1998

In< http://www.yale.edu/fes519b/totoket/biomass.html > Accessed 11.10.2010.

11- LOEVENSTEIN, H. ; BERLINER, PR. *Bio-metric relationships for non-Destructive aboveground biomass estimations in young plantations of Acacia salicina and Eucalyptus occidentalis*.Journal:New Forests.Vol:7,N°:3,1993,*p:*255-273.

12- PRETZSCH , H. *forest dynamics,Growth and yield* . Springer ,Verlag Berlin Heidelberg. 2009, 664 Pp.

13- PRETZSCH, H. *Modellierung des Waldwachstums*. Parey Buchverlag Berlin, 2001, 341 pp.

14- TELENIUS, B. F. AND VERWIJST, T. *The influence of allometric variation, vertical biomass distribution and sampling procedure on biomass estimates in commercial short-rotation forests*. Biores. Techn. 51,1995, P: 24 – 53.