مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم البيولوجية المجلد (38) العدد (2) 2016
Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Biological Sciences Series Vol. (38) No. (2) 2016

تقدير المخزون الخشبي للصنوبر البروتي *Pinus brutia* Ten. في موقع تحريج كفردبيل (جبلة) باستخدام موديلات التوزع القطرية

الدكتور وائل علي *
سامر الكنج **

(تاريخ الإيداع 12 / 10 / 2015. قبل للنشر في 16 / 3 / 2016)

□ ملخّص □

هدف هذا البحث إلى تقدير المخزون الخشبي للصنوبر البروتي في موقع تحريج كفردبيل (جبلة) باستخدام معادلات توزع صفوف الأقطار لتكون هذه التقديرات في متناول الحراجيين ما يساعدهم في تربية وإدارة هذا الموقع و المواقع المشابهة له.

أجريت القياسات الحقلية خلال العامين 2011، 2014، تم اتباع منهجية موحدة في طرائق العمل في القياسين الأول والثاني مع زيادة عدد العينات في القياس الثاني. تم قياس الأقطار على ارتفاع الصدر لـ 526 شجرة في العام 2011 و لـ 1157 شجرة في العام 2014. تم اختبار عدة موديلات لتوزعات صفوف الأقطار مثل: توزع وايبول Weibull Distribution والتوزع الطبيعي Normal Distribution . أعطى توزع وايبول ثلاثي البارمترات 3p Weibull– Distribution التقدير الأفضل للمخزون الخشبي باستخدام اختبار كاي مربع(x^2) حيث بلغت القيم الفعلية و المقدرة وفق توزع Weibull– 3p للمخزون الخشبي في عام 2011 بحدود 197.50 و 195.41م³/هكتار على التوالي. فيما بلغت القيم الفعلية و المقدرة لقياسات 2014 بحدود 203.50 و 202.18 م³/هكتار على التوالي. بلغ معدل النمو السنوي بحدود 2 م³/هـ/سنة وهذه القيمة تعبر عن إمكانية الاستفادة من الموقع بما يتناسب مع مبدا التنمية المستدامة.

الكلمات المفتاحية: المخزون الخشبي – موديلات التوزع القطرية – الصنوبر البروتي – موقع تحريج كفردبيل .

* مدرس– 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 (38) العدد (2) 2016
Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Biological Sciences Series Vol. (38) No. (2) 2016

The estimation of the wood volume of the *Pinus brutia* Ten in Kafrdabil Stand (Jableh) by using diameter distribution models

Dr.Wael ali*
Samer AL Kinj**

(Received 12 / 10 / 2015. Accepted 16 / 3 /2016)

□ ABSTRACT □

This study aims to estimate the wood volume in Kafrdabil stand (Jableh), using diameter distribution equations, so these estimations will be available for foresters to help them to manage their forests. Field measurements were done in 2011 and 2014 years. The same methodology was used for both measurements with increasing the number of plots in the second measurement. The diameters were measured at the breast height for 526, 1157 trees in 2011 and 2014; respectively. Many diameter distribution models were tested such as: normal distribution and weibull distribution by using Chi square test.

The Weibull- 3p model showed the best estimation of wood volume; where the actual and predicted values were about 197.50 and 195.41 m^3/ha respectively in year 2011 and 203.50, 202.18 m^3/ha respectively in 2014. The mean annual increment reached 2 m^3/ha/a, this means that an amount of 2 m^3/ha/y can be sustainably harvested every year.

Key words: wood volume- models of the diametric distribution- Kafardabil stand

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

مقدمة:

يعد تقدير حجوم الاشجار والمجموعات الحرجية من المواضيع الهامة في إدارة وتنظيم الغابات فقياس نمو الأشجار وحساب حجومها تزود الحراجيين بفهم افضل للإنتاجية الحراجية .(Shater *et al .,* 2011). يعرف النمو Growth على أنه الكتلة الحيوية (أو الحجم) الذي ينتجه نبات ما أومجموعة حرجية معينة خلال فترة زمنية محددة (مثال: يوم واحد، سنة واحدة) (Pretzsch, 2009). و هكذا فإن العلوم التي تعنى بتصميم و تطوير موديلات نمو الغابات و البرمجيات الخاصة بذلك والتي يمكن الاستعانة بها عند وضع خطط الإدارة المستدامة للغابات تجسد علوم نمو الغابات Forest Growth Sciences (Tayeb & Von Gadow, 2006). يعرف الموديل الرياضي على انه نموذج أو خطة أو تمثيل أو وصف محدد تم تصميمه لإظهار تركيبة أو كيفية عمل مشروع ما أو نظام ما وبعبارة اخرى هو تجسيد مختصر أو تمثيل مبسط لجانب محدد من جوانب الواقع أو الحقيقة (Vanclay,1988). بينما يعرف موديل النمو Growth Model على أنه تعبير رياضي مرتبط بعدة متغيرات وثوابت يصف الزيادة الحاصلة في النمو، وهنالك موديلات نمو خاصة بالأشجار المفردة وموديلات خاصة بالمجموعات الحرجية على حد سواء، هنالك الكثير من الموديلات الرياضية التي تصف وتقدر النمو في الغابات ومعظم هذه الموديلات مكون من معادلات تجريبية تقليدية تعتبر الأساس العلمي والعملي لها (Bartelink,1999). تحتوي هذه الموديلات على ثوابت رياضية او بارامترات معظمها يتم الحصول علية بشكل تجريبي. بهدف اعتماد هذه الموديلات وتطبيقها على أرض الواقع يجب قبل ذلك إجراء اختبارات إحصائية عديدة للتأكد من صحتها وجودتها (Sunanda & Jayaraman, 2006). ان القطر على ارتفاع الصدر متغير كثير الاستعمال في مجال الغابات وهو شديد الارتباط بحجوم الأشجار ومن هذا المنطلق فإنه يشكل واحد من أهم الاسس لاتخاذ القرارات الحراجية في الغابات (Gul *et al .,* 2005). لذا فان المعلومات عن توزع الاقطار والتي يمكن تضمينها في حساب التطور المستقبلي للغابة تعتبر قيمة جدّاً يضاف الى ذلك سهولة الحصول عليها. استخدمت التوزعات الإحصائية لوصف تطور المجوعة الحرجية بالاعتماد على تكرار صفوف الاقطار بالإضافة للوصف الاحصائي للتوزيعات القطرية ، فإن التنبؤ بتطور المجموعة الحرجية عن طريق هذه المعادلات من الطرق المفضلة في مجال بحوث الغابات حيث أن لشكل المنحني الناتج عن معادلة التوزيع المعتمدة أهمية كبيرة تعبر عن بنية وخواص المجموعة الحرجية (Merganic & Sterba ,2006).

أهمية البحث وأهدافه:

يهدف البحث إلى تقدير المخزون الخشبي للصنوبر البروتي في موقع تحريج كفردبيل و استثمار علوم الكمبيوتر وتطبيقاته في تطوير موديل رياضي يسمح بالتنبؤ بمقدار معدل النمو السنوي للموقع والذي يمكن استثماره بما ينسجم مع مفهوم التنمية المستدامة للغابات وذلك بالاعتماد على موديلات التوزع القطرية والتي تمتاز عن المعادلات التقليدية في حساب الحجم بأنها توضح كيفية تطور بنية المجموعة من خلال عدد الاشجار المنتقلة من صف قطر إلى الصف الذي يليه خلال فترة الدراسة أي أنها توضح سلوكية المجموعة الحرجية خلال فترة معينة.

إن الأبحاث المتعلقة بعلم نمو الغابات في بلادنا والتي تتطرق للنمو الحجمي الخشبي (باستخدام علوم الكمبيوتر وتطبيقاته) تكاد تكون معدومة بالرغم مما لهذه الابحاث من دور وأهمية كبيرة في مجال العمل الحراجي. إن بقاء مجموعات الصنوبر البروتي ذات الكثافات العالية دون عمليات تدخل مدروس لن يسمح لها بالنمو الجيد والمطلوب، وبالتالي تحقيق الزيادة المثالية بالمخزون الخشبي بل على العكس فإن نموها سيتدهور وسيصاب عدد كبير من أشجارها

مستقبلا بالضعف و التماوت بشكل تدريجي بسبب عملية المنافسة الطبيعية داخل هذه المجموعات كما أن الأشجار التي ستبقى لن تحظى بالفضاء المناسب لنموها وهذا يقود بالضرورة إلى إنقاص نموها. فضلاً عن أن تلك المواقع ذات الكثافات العالية وبالأخص التي تحتوي على نسبة تماوت مرتفعة تعتبر مثالية لانتشار الحرائق في حال حدوثها (عباس وشاطر،2005). لذلك فإنه من الضروري العمل على تقدير معدل النمو السنوي لهذه المجموعات لمعرفة الجزء الذي يمكننا استغلاله بما ينسجم مع مبدأ التنمية المستدامة و تحقيق دخل بسيط يمكن أن يستثمر في إدارة الغابات فضلاً عن تأمين جزء من حاجة السوق المحلية للأخشاب الضرورية.

طرائق البحث ومواده:

1- موقع البحث:

الموقع المدروس هو موقع تحريج كفردبيل الذي يقع على الطريق العام الواصل بين مدينة جبلة وناحية حرف المسيترة، «على مسافة طولها 3.3 كم» يرتفع الموقع عن سطح البحر بين 250 . 260 م، وتبلغ مساحة الموقع حوالي 120 هكتار تقريباً(إحصائيات شعبة حراج جبلة). تقع الاشجار المدروسة على يمين ويسار الطريق العام تم تشجير الموقع بشكل تدريجي خلال الأعوام (1973 . 1974 . 1975) وذلك ضمن خطة الدولة في التشجير الاصطناعي. تعرض الموقع سابقا لحرائق محدودة من حيث المساحة والانتشار. يبين الشكل (1) والشكل(2) المدرجين أدناه، موقع التحريج بالنسبة لمحافظة اللاذقية وصورة جوية شاملة لموقع التحريج.

الشكل (1) صورة تبين موقع تحريج كفردبيل بالنسبة لمحافظة اللاذقية

1-1- تربة الموقع:

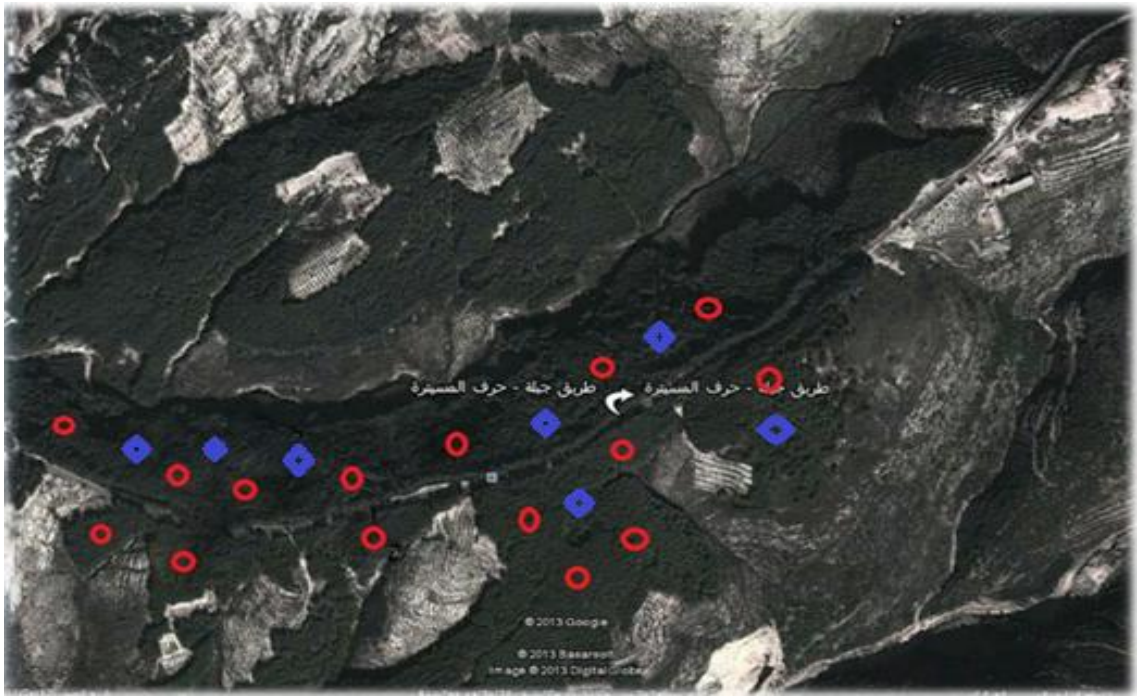
تربة الموقع من نوع رندزنيا ناشئة على المارن والكلس المارني، مقطع التربة من شكل AC (نحال ، 1982). ارتفاع موقع الدراسة بين 250- 260م ينتمي الموقع إلى الطابق البيومناخي شبة الرطب الحار والطابق النبتي المتوسطي الحراري الذي تميزه نباتات أليفة الحرارة كالخرنوب وبطم اللانتيسك والزيتون البري.

2- الأدوات المستخدمة في البحث:

استخدم لإنجاز هذا البحث بعض المعدات والأجهزة، تمثلت باستخدام الشريط المتري لقياس المسافات وتحديد نصف قطر العينة وجهاز GPS لتحديد مواقع العينات، كما تم الاستعانة بجهاز الكاليبر (فرجار الغابة) لقياس جميع أقطار الأشجار في العينات المعتمدة وعلب الطلاء لتعليم الاشجار المقاسة كافة، ولقياس ارتفاع بعض الأشجار الممثلة لصفوف الأقطار تم استخدام جهاز الهاغا.

3- طرائق العمل :

تم انتقاء 7 عينات دائرية من الموقع المدروس بنصف قطر 11.3 م وبمساحة 400م²، وذلك في عام 2011 وهو تاريخ بدء الدراسة. أعيد نفس العمل في عام 2014 مع زيادة في عدد العينات فبلغ عددها 15 عينة.



الشكل (2) توزع عينات الدراسة في موقع تحريج كفردبيل (مصدر الصورة : Google Earth)العينات التي لونت باللون الأزرق أخذت في عام 2011 والتي لونت باللون الأحمر أخذت في عام 2014

تم توزيع العينات بحيث تم تغطية التباين الإحصائي الموجود ضمن المجتمع المدروس(الغابة) من حيث الكثافة الشجرية، المعرض، الانحدار وتباين خصوبة الموقع(يتراوح انحدار الموقع مابين 5% وحتى 20% لبعض العينات) قيست أقطار جميع الأشجار الموجودة في العينات المعتمدة خلال العامين 2011 و 2014 باستخدام الكاليبر. وتم توزيع أقطار الأشجار في صفوف أقطار وصنفت البيانات في جدول توزيع تكراري يوضح عدد الاشجار في كل صف قطر على مستوى الموقع. تم تطبيق عدة معادلات تعبر عن التوزع القطري (اهم هذه المعادلات: معادلة التوزع الطبيعيNormal distribution، وايبول ثلاثي البارامترات Weibull- 3p distribution، وايبول ثنائي البارامترات Weibull- 2p distribution) 2014 وقد تم انتقاء المعادلة او الموديل المناسب باستخدام اختبار كاي مربع (X^2) حيث أن الموديل الأنسب يحصل على قيمة أقل لاختبار كاي مربع. وفيما يلي المعادلات المعتمدة لأهم التوزعات الإحصائية المستخدمة في هذا البحث:

1- معادلة توزع ويبول **Weibull -3p distribution** ثلاثي الثوابت وتعطى بالعلاقة:

$$f(x) = \frac{a}{b}\left(\frac{x-c}{b}\right)^{a-1}\exp\left(-\left(\frac{x-c}{b}\right)^{a}\right)$$

- x قطر يتم اختياره
- $a > 0$ عامل الموقع(موقع منحني معادلة ويبول)
- $b > 0$ عامل المقياس (مقياس منحني معادلة ويبول)
- **c** عامل الشكل (شكل منحني معادلة ويبول) وعندما C=0 ينتج لدينا توزع ويبول ثنائي الثوابت.
- الثوابت الثلاثة ضرورية لرسم معادلة ويبول، ويتم الحصول على هذه الثوابت بشكل تجريبي لايمكن باستخدام معادلة ويبول حساب الاحتمال الذي يعطي متغير معين (القطر مثلا) لكن من الممكن وضع المتغير في مدى محدد لا يتجاوزه وبالتالي يمكن فهم جزيئات المساحة تحت المنحني على انها احتمالات تحدد لأي شجرة بالمشجر وضعها في صف القطر الذي يناسبها في التوزيع القطري .

2- معادلة التوزع الطبيعي **Normal Distribution** الذي تعطى بالعلاقة:

$$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}}\, e^{-\left(\frac{1}{2\sigma^2}\right)(x-\mu)^2}$$

- **μ** المتوسط الحسابي لقيم القطر
- **σ** الانحراف المعياري لقيم القطر
- x قطر يتم اختياره، ولرسم معادلة التوزع الطبيعي نحتاج لثابتين هما:

μ المتوسط الحسابي لقيم القطر و**σ** الإنحراف المعياري لقيم القطر.

(Bullock & Boone, 2007)

وهناك الكثير من التوزعات مثل توزع Gamma ، توزع Log-logestic ، توزع ويبول ثنائي الثوابت،Pearson وتوزع lognormal(3p) . ولكن ما تم تفصيله يعتبر الأكثر استخداما في مجال الغابات من قبل الباحثين كما يعتبر من السهولة النسبية حساب ثوابت معادلات التوزع (Podlaski , 2006). تم تحويل التكرارات المطلقة ضمن التوزع القطري إلى تكرارات نسبية بواسطة برنامج Excel تمت مقارنة نماذج التوزع القطري مع بعضها البعض باستخدام اختبار كاي مربع (X^2)، حيث يستخدم هذا الاختبار لمعرفة مدى التطابق بين التكرارات الفعلية والتكرارات النظرية الناتجة عن معادلة التوزع القطري، فكلما صغرت قيمة هذه الاختبار يعني ذلك أن معادلة التوزع أكثر تمثيلا للبيانات وعلى اساس ذلك سيتم انتقاء معادلة التوزع (Huuskonen & Miina ,2006)..

اختبار كاي مربع يعطى بالعلاقة:

$$X^2 = \sum_{i=1}^{k} \frac{(Oi-Ei)^2}{Ei}$$

حيث : $k = 1 + log_2 N$

O_i : التكرار الفعلي للمجال i (كجزء من 1 لكل صف قطر)

E_i : التكرار المتوقع للمجال i (كجزء من 1 لكل صف قطر)

N : المجال الكلي للبيانات (عدد صفوف الأقطار الكلية)

التكرار المتوقع E_i يتم حسابه من تكامل معادلة التوزع F(x) ويعطى بالعلاقة:

$$E_i = F(x_2) - F(x_1)$$

حيث: F يمثل تكامل معادلة التوزع التكراري التي يتم اختبارها . X_1 , X_2 حدود المجال i

تم حساب المخزون الخشبي في كل صف من صفوف الأقطار في العينات المدروسة مرتين متعاقبتين (في بداية فترة الدراسة 2011 و في نهايتها 2014) كما يلي:

1. نأخذ قطر الشجرة ذات المساحة القاعدية الوسطى في كل صف قطر ونحسب ارتفاع الشجرة المقابل له من معادلة الارتفاع – القطر:

Parabel : $H=a0+a1*dbh+a2*dbh^2$

2- الحصول على حجم المخزون الخشبي بالهكتار وذلك من خلال المعادلة:

$$v = \sum n_i \times (g_i \times h_i \times f_i)$$

حيث:

v: المخزون الخشبي بالهكتار m^3/ha

ni: عدد الأشجار في صف القطر

h_i: ارتفاع الشجرة m الممثلة لمركز صف القطر.

f_i: معامل الشكل للشجرة الممثلة لمركز صف القطر

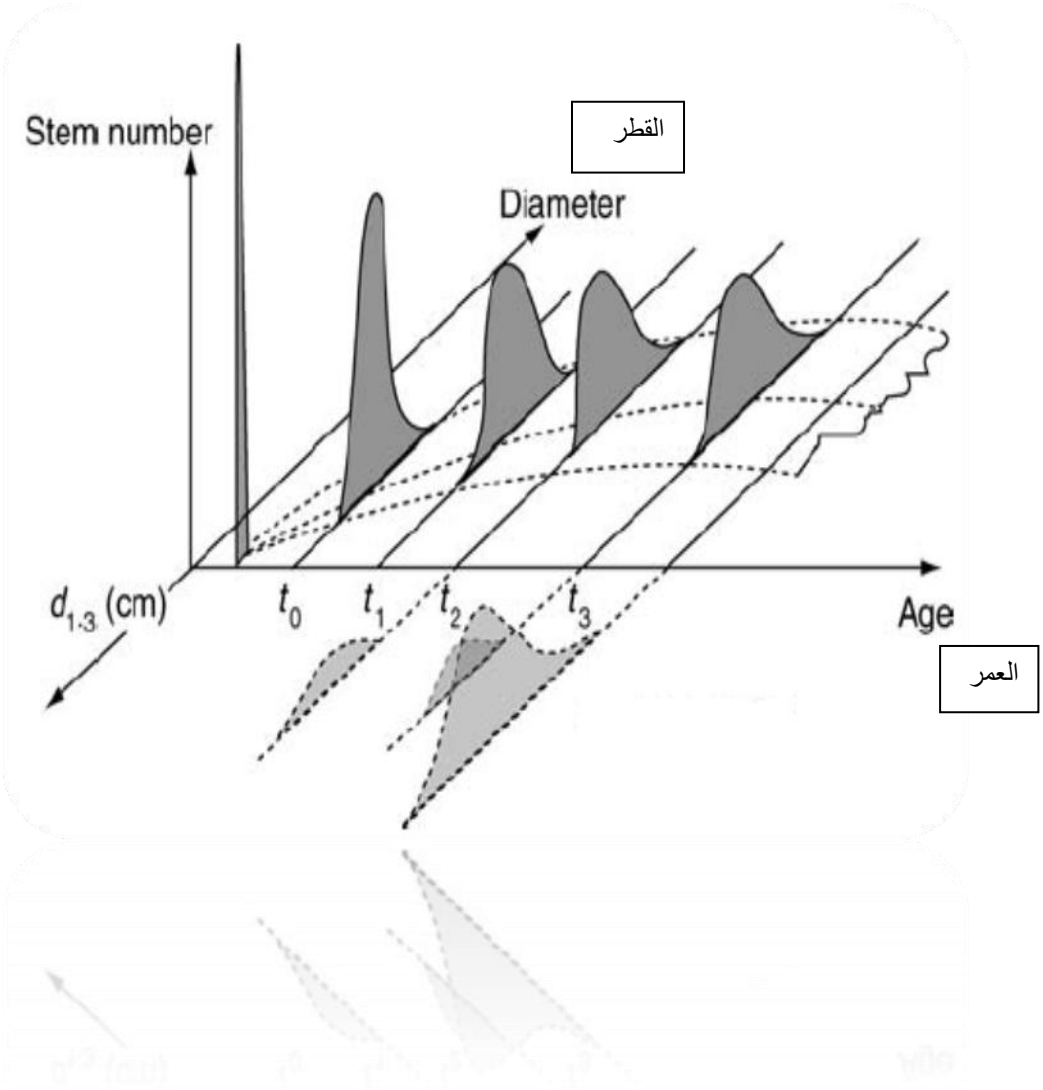
ويعطى معامل الشكل بالعلاقة التالية:

$$f= 0.42+0.12*\exp(-0.39*(dbh-10))*0.1$$

g_i: المساحة القاعدية بـ m^2 للشجرة الممثلة لمركز صف القطر i-th وتعطى بالعلاقة:

$$g_i = \pi \times \frac{{d_i}^2}{4 \times 10000}$$

عند الإنتهاء من تقدير قيم المخزون الخشبي بالطرق التقليدية سنطبق التوزع الإحصائي المقترح لقياسات العامين 2011 و 2014، سنلحظ تغير قيم بارامترات التوزيع بين قياسات العام 2011 ولقياسات 2014 وذلك يعود لانتقال عدد من الأشجار من صف قطر إلى الصف الذي يليه .وسينتج عن ذلك انزياح منحني التوزع نحو اليمين .بمعنى انه باستخدام معادلة التوزع يمكن حساب المخزون الخشبي في كل صف قطر على حده ونتيجة انتقال عدد من الاشجار نحو صفوف الاقطار العليا يمكن تقدير النمو بناء على ذلك. يمكن تلخيص العمل كما يلي :تطبيق معادلة التوزع على مجموعة حرجية في زمن معين t0 وإيجاد قيمة الثوابت ومطابقة النتائج الفعلية والمتوقعة في تلك الفترة بعد مضي فترة من الزمن t1 يكرر نفس العمل السابق من حيث إيجاد قيم الثوابت والنتائج الفعلية والمتوقعة نكون بذلك قد حصلنا على ثوابت المعادلة خلال فترتين زمنيتين متعاقبتين. وبناء على ما سبق يمكن تطبيق الموديل على مواقع اخرى تمتلك خصائص حراجيه مشابهه لموقع الدراسة من حيث متوسط القطر والارتفاع وبمجرد تطبيق معادلة التوزع لمرة واحده نتمكن من توقع النمو بعد فترة زمنية ورسم منحني المعادلة بناء على ذلك وهذا موضح في الشكل (3).



الشكل(3) التغير في توزع صفوف القطر مع الزمن المصدر (Pretzsch,2009).

النتائج والمناقشة:

1- النتائج الحقلية:

تم الحصول على بيانات لأهم المتغيرات المستخدمة في تقدير المخزون الخشبي ومنها متوسط القطر في كل صف قطر والارتفاع المقابل لكل صف قطر والذي تم الحصول علية بتطبيق معادلة Parabel كما تم إيجاد قيم المساحة القاعدية المقابلة لكل صف قطر وقد بوبت البيانات الفعلية في الجدول (1) المدرج أدناه

الجدول (1) يوضح قيم البيانات الفعلية المستخدمة في تقدير المخزون الخشبي لقياسات العامين 2011 و2014

صف القطر	متوسط القطر (cm)		الارتفاع المقابل (m)		معامل الشكل		المساحة القاعدية لكل صف قطر m^2		الحجم بالهكتار فعلي لكل صف قطر m^3/h	
	2011	2014	2011	2014	2011	2014	2011	2014	2011	2014
5	4.43	5	6.4	6.8	0.57	0.57	0.00154	0.00196	0.22	0.43
10	8.28	8.41	9	9.1	0.55	0.55	0.00539	0.00556	9.32	11.05
15	13.14	13.18	11.7	11.8	0.53	0.53	0.1355	0.01344	81.21	67.28
20	17.53	17.63	13.7	13.8	0.51	0.51	0.02415	0.02360	74.86	88.83
25	21.78	22.08	15.3	15.4	0.49	0.50	0.03726	0.03828	30.27	31.06
30	27.00	27.75	16.6	16.7	0.48	0.48	0.05726	0.06048	1.63	4.85

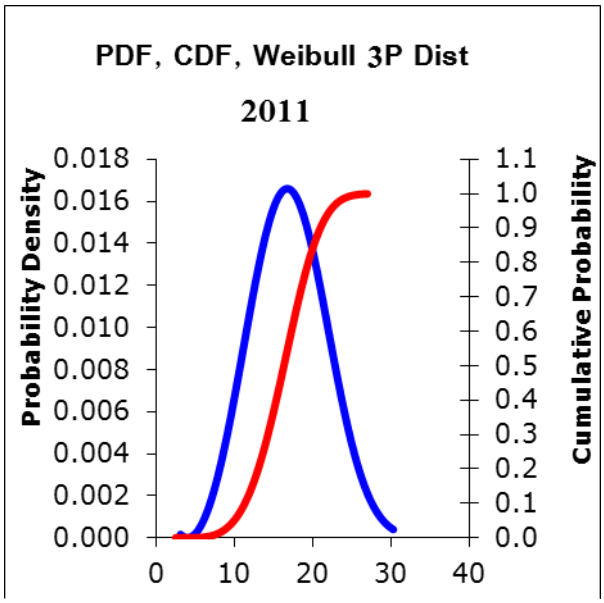
كما أخذت القياسات الحقلية من العينات المعتمدة خلال عام 2011 وعام 2014 وقد بلغ متوسط الحجم بالهكتار لقياسات 2011 بحدود 197.5 م³/هـ فيما بلغت بحدود 203.5 م³/هـ وقد فصلت النتائج الحقلية لقياسات 2011 و2014 على مستوى عينات الدراسة في الجدول(2) المدرج ادناه.

الجدول (2) يوضح القيم الفعلية للقياسات الحقلية المأخوذة في عام 2011 و 2014

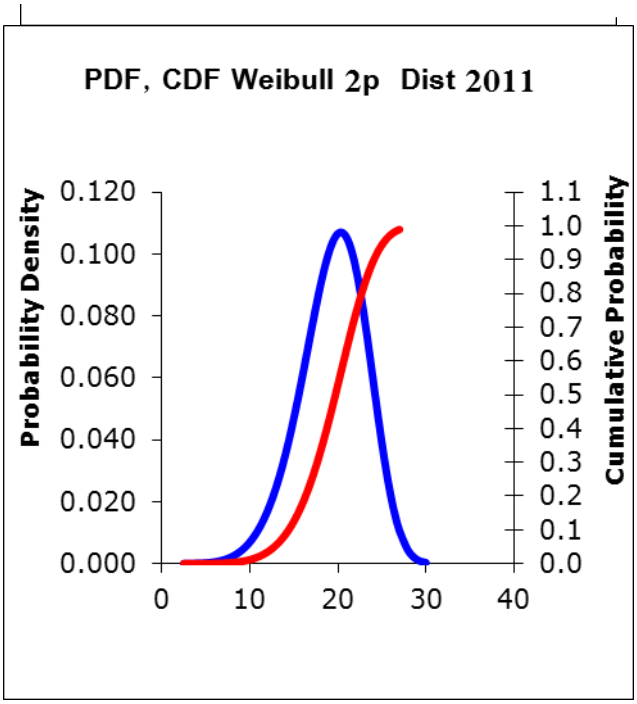
العام	متوسط القطر في العينة (cm)	متوسط الارتفاع (m) في العينة	متوسط المساحة القاعدية (m^2) في العينة	متوسط الحجم (m^3) في العينة
2011	13.6	11.4	1.385	7.90
2014	13.9	11.6	1.403	8.14

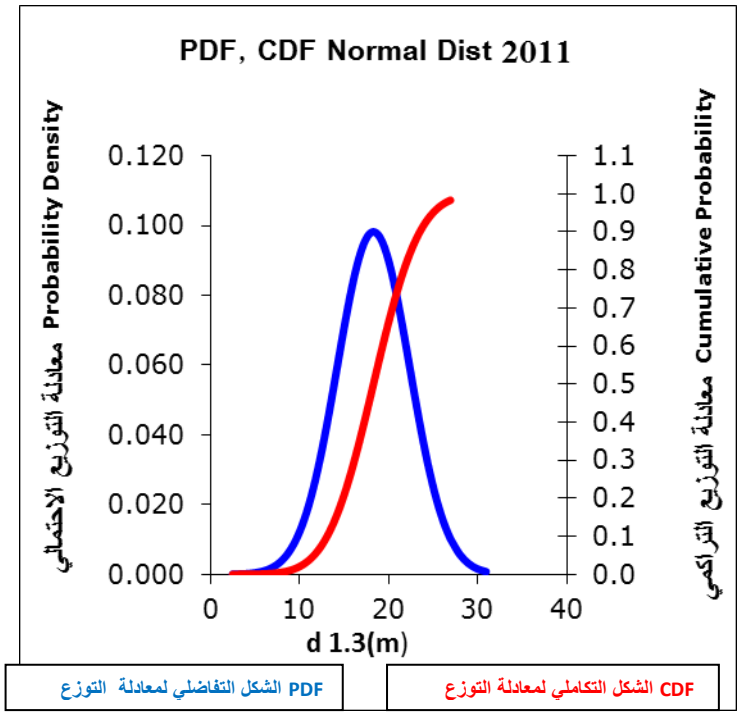
2- تصميم موديلات التوزع القطري:

معظم الموديلات الرياضية المستخدمة لتقدير والتنبؤ بالنمو والمخزون الخشبي مبنية على اساس معادلات تقليدية. تحتوي هذه الموديلات على ثوابت رياضية معظمها يتم الحصول علية بشكل تجريبي. وقد نواجه احيانا تغير في قيم هذه الثوابت من موقع لأخر. (Sunandaand Jayaraman. 2006). لقد تم تطبيق موديلات التوزع القطرية لصفوف الاقطار المقاسة في عامي 2011-2014 ورسم المنحنيات الخاصة بكل توزع على حده وذلك لقياسات 2011 (شكل 4) ولقياسات 2014 (شكل 5). وذلك بعد وضع اقطار الأشجار ضمن صفوف اقطار. ورسمت منحنيات التوزع الخاصة بكل موديل باستخدام برنامج Excel.


PDF, CDF, Weibull 3P Dist
2011
Probability Density
Cumulative Probability
0.018
0.016
0.014
0.012
0.010
0.008
0.006
0.004
0.002
0.000
1.1
1.0
0.9
0.8
0.7
0.6
0.5
0.4
0.3
0.2
0.1
0.0
0
10
20
30
40

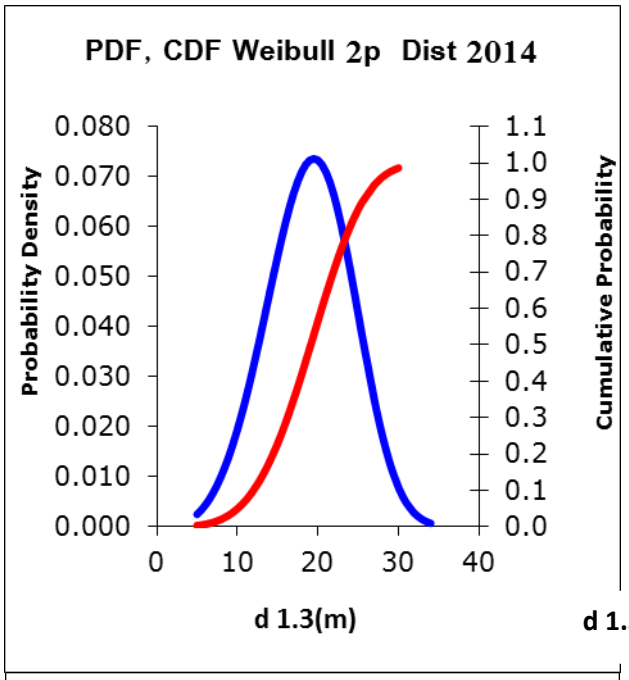
d 1.3(m) **d 1.3(m)**


PDF, CDF Weibull 2p Dist 2011
Probability Density
Cumulative Probability
0.120
0.100
0.080
0.060
0.040
0.020
0.000
1.1
1.0
0.9
0.8
0.7
0.6
0.5
0.4
0.3
0.2
0.1
0.0
0
10
20
30
40

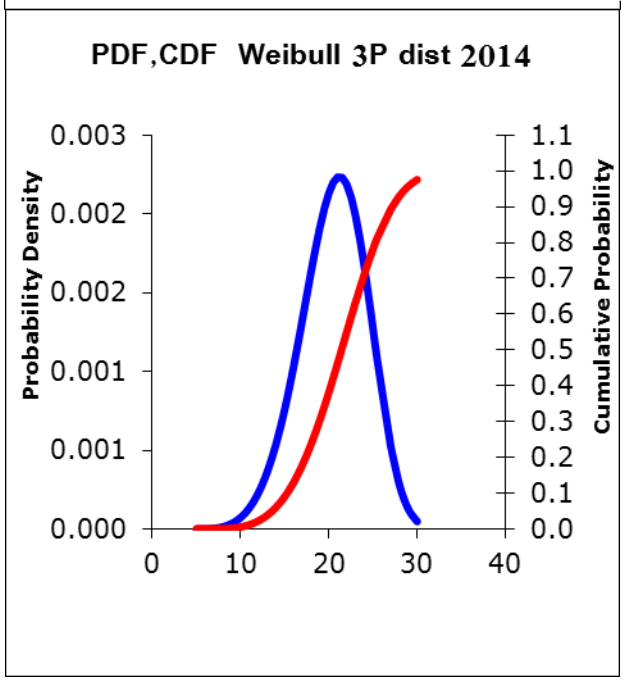


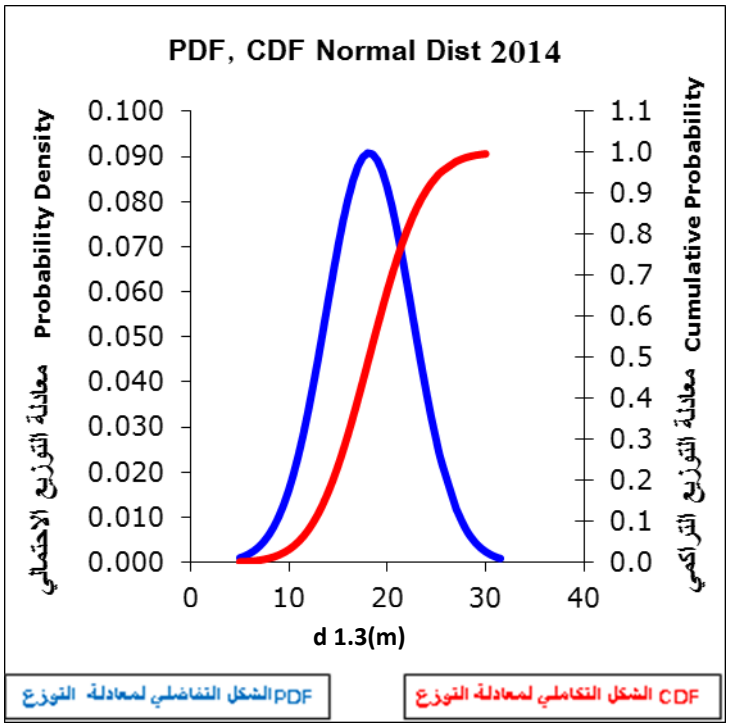
الشكل(4) المنحنيات الخاصة بموديلات التوزع المقترحة لقياسات 2011

يوضح **(الشكل،4)** الشكل التفاضلي والتكاملي لكل موديل من موديلات التوزع القطرية المقترحة لتمثيل صفوف أقطار المجموعة الحرجية لقياسات عام 2011، الخط البياني باللون الأزرق يعبر عن الشكل التفاضلي، والخط باللون الاحمر يعبر عن الشكل التكاملي لمعادلة التوزع المقترحة. (حيث يعبر probability density function عن معادلة التوزيع الاحتمالي او تابع الكثافة فيما يعبر cumulative probability function عن معادلة التوزيع التراكمي) .


PDF, CDF Weibull 2p Dist 2014
Probability Density
Cumulative Probability
0.080
0.070
0.060
0.050
0.040
0.030
0.020
0.010
0.000
1.1
1.0
0.9
0.8
0.7
0.6
0.5
0.4
0.3
0.2
0.1
0.0
0
10
20
30
40
d 1.3(m)

d 1.3(m)


PDF,CDF Weibull 3P dist 2014
Probability Density
Cumulative Probability
0.003
0.002
0.002
0.001
0.001
0.000
1.1
1.0
0.9
0.8
0.7
0.6
0.5
0.4
0.3
0.2
0.1
0.0
0
10
20
30
40



الشكل(5) المنحنيات الخاصة بموديلات التوزع المقترحة لقياسات 2014

يوضح **(الشكل،5)** الشكل التفاضلي والتكاملي لكل موديل من موديلات التوزع القطرية المقترحة لتمثيل صفوف أقطار نفس المجموعة الحرجية لقياسات عام 2014،الخط البياني باللون الأزرق يعبر عن الشكل التفاضلي، والخط باللون الاحمر يعبر عن الشكل التكاملي لمعادلة التوزع المقترحة (حيث يعبر probability density function عن معادلة التوزيع الاحتمالي او تابع الكثافة فيما يعبر cumulative probability function عن معادلة التوزيع التراكمي). يمكن تلخيص وتوضيح التغير في شكل منحنيات التوزيع والاختلاف في القيمة النهائية لصف القطر من خلال الجدول(3) المدرج أدناه ويعود السبب في ذلك إلى اختلاف قيم بارامترات كل توزيع بين قياسات عام 2011 و2014. ويمكن إيضاح نقطة هامة حيث أن ثوابت التوزع الطبيعي Normall distribution المشار إليها بالجدول (3) والتي تأخذ الرموز a و b هي نفسها قيم المتوسط الحسابي والانحراف المعياري لقيم القطر،اذ يمكن القول أن المتوسط الحسابي لقيم القطر=a=μ ، الانحراف المعياري لقيم القطر= **σ** =b.

الجدول(3) يوضح قيم ثوابت التوزيعات المعتمدة خلال العامين 2011 و2014

التوزع الإحصائي	ثوابت التوزيع 2011			ثوابت التوزيع 2014		
	c	b	a	c	b	a
Weibull −3p	4	14	3	4	17	5
Weibull−2p	0	20.92	6	0	20.92	4.05
Normall	—	σ =4.062	μ =18.3	—	σ =4.391	μ =18.15

3- اختبار كفاءة موديلات التوزع المقترحة وإيجاد قيم ثوابت كل توزع:

تم اعتماد إحصائية كاي مربع للمقارنة بين التوزعات الإحصائية المقترحة ،التوزع الذي يحقق أقل قيمة في الاختبار هو التوزع الانسب للدراسة (جدول 4). وقد أجري الاختبار على جميع التوزعات المقترحة وعلى قياسات عامي 2011 و2014 بشكل منفصل.

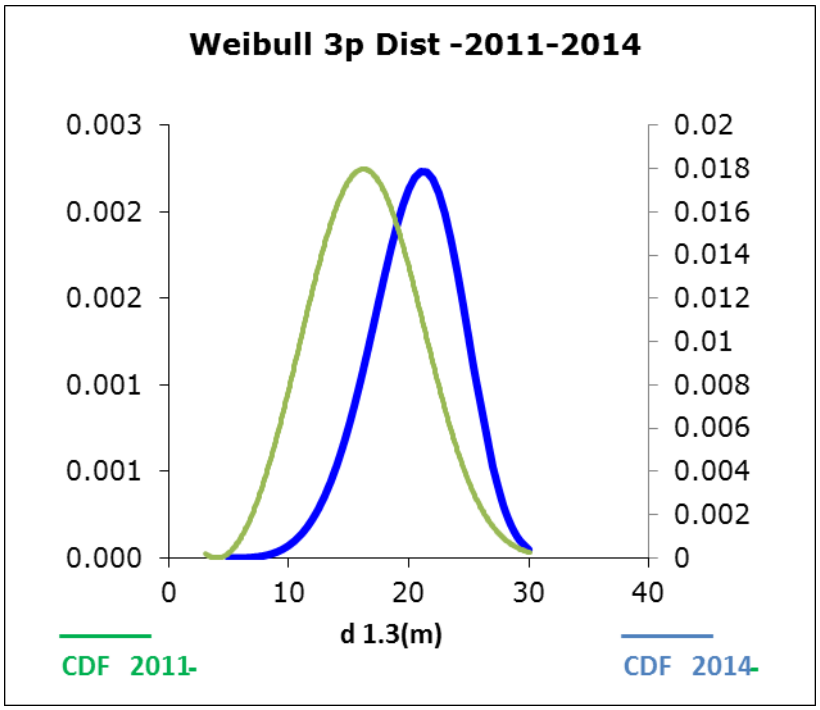
الجدول(4) بوضح نتائج اختبار كاي مربع (x^2) لكل توزيع إحصائي

قيم اختبار كاي مربع(x^2) لقياسات 2011	التوزع الإحصائي	قيم اختبار كاي مربع(x^2) لقياسات 2014
2.44	Weibull-3p	2.24
2.80	Weibull-2p	2.64
3.031	Normall	3.002

تظهر النتائج (جدول 4) أن توزع Weibull- 3p قد أعطى أقل قيمة عند تطبيق اختبار كاي مربع على قياسات عامي 2011 و2014. وقد بلغت لقياسات عام 2011 بحدود 2.44 ولقياسات 2014 بحدود 2.24. وبناء على ذلك تم اختيار توزع Weibull 3p لدراسة التوزعات القطرية وتم استبعاد التوزعات الاخرى.

4- تقدير المخزون الخشبي ومعدل النمو السنوي باستخدام توزع وايبول ثلاثي الثوابت Distribution Weibull 3p :

لوحظ التغير في صفوف أقطار اشجار الموقع المدروس باستخدام توزع وايبول ثلاثي البارامترات Weibull-3p وذلك برسم منحني التوزع التفاضلي لقياس عام 2011 ومنحني التوزع التفاضلي لقياس 2014 ومن ثم دمج التوزعين في اطار واحد لملاحظة الفروق الحاصلة والتغير في قيم بارامترات التوزع خلال فترة الدراسة. التغير في شكل منحني التوزع التفاضلي (شكل 6) يعبر عن انتقال أشجار بعدد معين من كل صف قطر إلى الصف الذي يليه وهذا ما يمثل النمو الحاصل في الموقع .



الشكل(6) الشكل التفاضلي لتوزع ويبول لقياسات العام 2011 و 2014

يوضح (الشكل،6) انزياح منحني التوزع نحو اليمين، يمثل منحني التوزع باللون الاخضر الشكل التفاضلي لتوزع وايبول ثلاثي البارامترات (cdf) لقياسات عام 2011. يمثل منحني التوزع باللون الأزرق الشكل التفاضلي لمعادلة التوزع(cdf) لقياسات عام 2014. يمثل الانزياح الحاصل انتقال عدد من الاشجار من صف قطر الى الصف الذي يليه. تم تقدير المخزون الخشبي اعتمادا على معادلة التوزع لقياسات العامين 2011 و 2014 ووضحت في الجدول(5).

الجدول (5) يوضح قيم المخزون الخشبي الفعلية والمتوقعة حسب الموديل المعتمد لقياسات العامين 2011 و 2014

قياسات العام 2011		قياسات العام 2014	
الحجم بالهكتار فعلي لكل صف قطر m³/h	الحجم بالهكتار متوقع لكل صف قطر m³/h وفق weibull–3p	الحجم بالهكتار فعلي لكل صف قطر m³/h	الحجم بالهكتار متوقع لكل صف قطر m³/h وفق weibull–3p
0.22	0.42	0.43	0.06
9.32	11.8	11.05	6.74
81.21	61.10	67.28	83.81
74.86	81.80	88.83	105.37
30.27	35.22	31.06	6.20
1.63	4.98	4.85	0.001
197.51	195.41	203.50	202.18

يبين الجدول (5) قيم المخزون الخشبي للموقع المدروس مقدرا بـ م³/هكتار وقد بلغت القيم النظرية التي اعطاها الموديل المعتمد بحدود 195.41 م³/هكتار بينما بلغت القيمة الفعلية للمخزون الخشبي بحدود 197.51 م³/هكتار. تم تكرار نفس العمل فيما يخص قياسات العام 2014 وقد بلغت القيم النظرية التي اعطاها الموديل المعتمد بحدود 202.18 م³/هكتار والقيمة الفعلية بحدود 203.50 م³/هكتار. تبين النتائج مقدار التقارب بين القيم الفعلية والقيم النظرية المحسوبة بواسطة الموديل الرياضي المعتمد من الناحية الإجمالية. من خلال إيجاد الفرق بين قيمة المخزون الخشبي لقياسات 2014 وقياسات 2011 نحصل على معدل النمو السنوي الفعلي بالموقع وقد بلغ 2 م³/هكتار/سنة فيما بلغت القيمة المقدرة لة باستخدام الموديل المعتمد بحدود 2.25م³/هكتار/سنة.

الاستنتاجات والتوصيات:

الاستنتاجات:

1- أعطى توزع وايبول ثلاثي البارامترات Weibull- 3p distribution أفضل النتائج لدراسة التوزعات التكرارية لصفوف الأقطار.

2- أعطت الدراسة فكرة واقعية عن المخزون الخشبي إذ بلغ في عام 2011 بحدود 197.5 م³/هكتار وفي عام 2014 بلغ بحدود 203.5 م³/ هكتار، ومعدل النمو السنوي بحدود 2 م³ / هكتار / سنة في الموقع المدروس .

3- أعطى موديل Weibull 3p دقة جيدة جداً عند حساب القيم الإجمالية للمخزون الخشبي.

4- 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.

التوصيات:

ينصح باستخدام موديل وايبول ثلاثي البارمترات لدراسة تغيرات صفوف الاقطار وبالتالي الاستفادة من الموديل في تقدير المخزون الخشبي في الموقع المدروس والمواقع المشابهة .

المراجع:

1- عباس ، حكمت ؛ شاطر ، زهير. 2005: تنظيم وادارة الغابات . كلية الزراعة، منشورات جامعة تشرين. 259ص.

2- نحال ، ابراهيم. 1982: الصنوبر البروتي وغاباته في سوريا. كلية الزراعة، منشورات جامعة حلب. 180ص.

1- Bartelink,H.1999: *A growth model for mixed forest stands* . ELSEVIER SCIENCE , Forest Ecology and Management, PII:S0378-1127(99)00243-1,134 (2000) :29-43.

2- Bullock,B ; Boone,E. 2007: *Deriving tree diameter distributions using Bayesian model averaging*. ELSEVIER SCIENCE, Forest Ecology and Management, doi:10.1016/j.foreco. 2007.01.024, 242 (2007):127-132.

3- Gul,A ; Misir,M ; Misir,N ; Yavuz,H. 2005*: Calculation of uneven-aged stand structures with the negative exponential diameter distribution and Sterba,s modified competition density rule*. ELSEVIER SCIENCE , Forest Ecology and Management, doi: 10.1016/j.foreco.2005.04.012, 214(2005) :212-220.

4- Huuskonen,S ; Miina,J .2006*: Stand-level growth models for young Scots pine stands in Finland*. ELSEVIER SCIENCE ,Forest Ecology and Management, doi:10.1016 /j.foreco. 2006 . 12.024 , 241 (2007):49-61.

5- Merganic,J ; Sterba,H. 2006: *Characterisation of diameter distribution using the Weibull function: method of moments*. Eur J Forest Res,doi:10.1007/s10342-006-0138-2, (2006)125:427-439.

6- Pretzsch,H. 2009 : *Forest Dynamics , Growth and Yield From Measurement to Model*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg Germany. DOI:10.1007/978-3-540-88307-4.

7- Podlaski, R. 2006 : *Suitability of the selected statistical distributions for fitting diameter data in distinguished development stages and phases of near-natural mixed forests in the Swietokrzyski National Park (Poland).* ELSEVIER SCIENCE, Forest Ecology and Management, doi: 10.1016/j.foreco.2006.09.032, 236 (2006):393-402.

8- Shater,Z ; Miguel,S ; Kraid,B ; Pukkala,T ; Palahi,M. 2011: *A growth and yield model for even-aged Pinus brutia Ten. Stands in Syria*. Springer science, Annals of Forest Science, doi:10.1007/s13595-011-0016-z, (2011) 68:149-157.

9- Sunanada,C ; Jayaraman,K. 2006: *Prediction of stand attributes of even-aged teak stands using multilevel models*.ELSEVIER SCIENCE, Forest Ecology and Management, doi:10.1016/j.foreco.2006.05.039, 236(2006):1-9.

10- Tayeb,A.M ; Gadow,K.V.2006*: Forest Growth*. Goettingen University, Germany, ISBN-13:978-3-938616-58-1.

11- Vancly,J.K.1988: *A Stand Growth Model for Cypress Pine*. School of Forestry, Univ.Melbourne, Bulletin No.5,p.310-322.