مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم البيولوجية المجلد (35) العدد (9) 2013
Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Biological Sciences Series Vol. (35) No. (9) 2013

إمكانية التدخل والاستفادة من المخزون الخشبي في المجموعات الحرجية الطبيعية الكثيفة والنقية للصنوبر البروتي.Ten *Pinusbrutia* لموقع برادون بمحافظة اللاذقية

الدكتور حسن علاء الدين*
الدكتور وائل علي**
رامي ديوب***

(تاريخ الإيداع 8 / 10 / 2013. قبل للنشر في 11 / 12 / 2013)

□ ملخّص □

هدف البحث إلى دراسة إمكانية التدخل في المجموعات الحرجية الطبيعية الكثيفة والنقية للصنوبر البروتي .*Pinu sbrutia* Ten في موقع غابة برادون الطبيعية (ربيعة – اللاذقية) واستغلال قسم من المخزون الخشبي بما يمنع وصول الأشجار لمرحلة التفريد الذاتي نتيجة الكثافة الشجرية العالية, وذلك بالاستعانة بمنحنى الكثافة العظمى, وموديل النمو القطري الخاص بالصنوبر البروتي.

بلغت المساحة المدروسة 90 هكتار وتألفت من مجموعتين حرجيتين:

– مجموعة معمرة (45–55) سنة ومساحتها 70 هكتاراً وأُخِذ منها 10 عينات دائرية مساحة كل عينة 400 م^2

– مجموعة فتية (20–24) سنة ومساحتها 20 هكتاراً, تشكلت نتيجة التجدد الطبيعي بعد حريق 1988 وأُخِذ منها 4 عينات دائرية مساحة كل عينة 400 م^2

توزعت العينات بحيث تشمل التباين الموجود في المنطقة المدروسة من حيث العمر والكثافة ضمن كل مجموعة.

أظهرت النتائج أن الكثافة الحالية تشكل 97.24 % من الكثافة العظمى في المجموعة الحرجية المعمرة, والمخزون الخشبي 393 م^3/هـ , ويمكننا حالياً استغلال 26 م^3/هـ منه؛ أما في المجموعة الحرجية الفتية فقد بلغت الكثافة الحالية 101 % من الكثافة العظمى, والمخزون الخشبي 325,25 م^3/هـ, ويمكننا حالياً استغلال 56,4 م^3/هـ منه.

الكلمات المفتاحية: الصنوبر البروتي.*Pinus brutia* Ten, المخزون الخشبي, منحنى الكثافة العظمى, موديل النمو القطري.

* أستاذ – قسم الحراج والبيئة – كلية الهندسة الزراعية – جامعة تشرين – اللاذقية – سورية.
** مدرس– قسم الحراج والبيئة – كلية الهندسة الزراعية – جامعة تشرين – اللاذقية – سورية.
*** طالب دراسات عليا (ماجستير) – قسم الحراج والبيئة – كلية الهندسة الزراعية – جامعة تشرين – اللاذقية – سورية.

مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم البيولوجية المجلد (35) العدد (9) 2013
Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Biological Sciences Series Vol. (35) No. (9) 2013

The Possibility of Intervention and Exploitation of Wood Stock of Natural Pure Dense Stand of Brutia Pine (*Pinus brutia* Ten.) at Braddon Site -Lattakia

Dr. Hassan AlaAldin*
Dr. Wael Ali**
Rami Dayoub***

(Received 8 / 10 / 2013. Accepted 11 / 12 /2013)

□ ABSTRACT □

The objective of the research is to study the possibility of intervention in natural dense pure stand of brutia pine (*Pinus brutia* Ten.)located in Rabiya/Lattakia/Syria; and the possibility of exploiting part of wood stock to prevent trees from arriving to a self-thiningphaseresulting from high tree density. A self- thining model and a diameter increment model were used to achieve that.

The area under study is about90 hectares. Two different stands can be distinguished:

An old stand(45-55 years old) with an area of70hectares

A youngstand (20-24 years old) with an area of 20hectares

The young plot resulted from the natural regeneration following the 1988 fire.14 circular sample plots were established with an area of 400 m^2 each. The plots were established so that they cover the variation in age and stocking density per unit area.

Results showed thatthecurrent density is about97.24% and 101% of max density in old and young stands, respectively, whereas thewood stock volume is 393and325.25m^3/ha for old and young stands. Results also indicated that it is possible now toexploit26 and56.4m^3/ha of old and young stands, respectively.

Keywords: Brutia pine (*Pinus brutia* Ten.), wood stock, self-thinning model, diameter increment model

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

مقدمة :

تبلغ مساحة الغابات في سوريا 491 ألف هكتار أي ما يقابل 3% فقط من مساحة القطر وتبلغ مساحة الغابات الطبيعية منها 198 ألف هكتار (FAO, 2010), وتعد غابات الصنوبر البروتي.Ten *Pinus brutia* من الأنظمة البيئية الأساسية في هذه المنطقة وتؤمن مورداً هاماً من الأخشاب التي تلاقي استعمالات عدة في الصناعات التقليدية والحديثة, إضافة إلى فوائدها البيئية والسياحية (نحال, 1982).

ينتمي الصنوبر البروتي إلى الجنس *Pinus* من الفصيلة الصنوبرية *Pinaceae* ويعتبر نوعا معقدا مؤلفا من عدة تحت أنواع, ويكوّن تحت النوع *P.brutia subsp. Brutia* الغابات الطبيعية في سوريا ولبنان وقبرص والعراق واليونان (نحال, 1982), وتم استخدامه في إعادة التحريج في العديد من دول حوض المتوسط (Fischer *et al*, 2008), ويتواجد ضمن مناخ البحر المتوسط ذو الصيف الحار والجاف والشتاء المعتدل والماطر ويغيب في الطابق البيوميناخي الجاف ويكون نادرا في الطابق شبة الجاف وينتشر بكثرة في الطابق الرطب (Boydak, 2004), ويعيش طبيعيا على أتربة ناشئة على صخور أم متنوعة ولاسيما صخور المارن والكلس المارني والصخور الخضراء (نحال, 1982), وبالتالي يتواجد في ترب متباينة الخصوبة والنوعية.

إن الحصول على إنتاج ثابت ومستمر من غابة معينة يتطلب الوصول بهذه الغابة إلى حالة تسمح بالاستفادة من إمكانياتها بأعلى كفاءة ممكنة بحيث تستطيع إعطاء عائد أعظمي سنوي يتناسب مع الطبيعة الوراثية للأنواع الحراجية المكونة لها ومع خصوبة الموقع و مع المعاملات التربوية المطبقة في هذه الغابة وهذه الحالة تدعى بالحالة القياسية للغابة (عباس وشاطر, 2005).

اعتبر نحال وزهوة (1994) أن مفهوم الإنتاج المستديم من خلال الحالة القياسية للغابة صعب التطبيق في الغابات المتوسطية بشكل عام (ومنها غابات الصنوبر البروتي في سوريا) لعدم وجود هذه الغابات بالحالة القياسية أساساً ولاختلاط الأعمار فيها بشكل عشوائي, لكنهما بينا إمكانية إدارة هذه الغابات بشكل يسمح بالحصول على المردود الممكن تبعا للحالة العامة للغابة وتوجيهها مع الزمن نحو حالة قريبة من الحالة القياسية.

2- المخزون الخشبي وعناصره

في سوريا يمكن القول بأن السياسة الحراجية خلال العقود السابقة تركزت على المحافظة على الغابات الموجودة والتوسع بعمليات التحريج (Shater *et al*., 2011), وبالتالي يمكن اعتبار معظم الغابات في سوريا غابات وقائية ولا يتم استغلال المخزون الخشبي فيها إلا نادراً ويكون بشكل أساسي بعد الحرائق عن طريق قطع المواقع المحروقة أو بإجراء بعض عمليات التفريد فيها. ويذكر أن هذه الإجراءات تعتمد على الخبرة وعلى عمليات حسابية بسيطة إلا أنها لا تتسم بالدقة اللازمة لتجنب ارتكاب أخطاء قد تسبب تدهور الغابة على المدى الطويل.

يسمى المخزون الخشبي عند وصول المجموعة الحرجية إلى الحالة القياسية **بالأساس المنتِج**, ويجب المحافظة عليه عن طريق استغلال ما يعادل النمو السنوي لهذه الأساس, وإن ترك الغابة على حالتها دون عمليات استغلال يزيد من كمية الأساس المنتج لكن يضعف بالمقابل نمو الأشجار في الغابة نتيجة للتنافس الكبير على الضوء والماء والعناصر الغذائية (عباس و شاطر, 2005).

نتيجة غياب عمليات التدخل تزداد الأشجار بالعمر وتزداد المساحة التي تحتاجها كل شجرة للنمو والاستمرار بالبقاء مما يسبب تراجع الأشجار الأقل قدرة على المنافسة التي تؤدي في النهاية إلى الموت الطبيعي وإلى خسارة بالمخزون الخشبي وهذا ما يسمى بالتفريد الذاتي (self-thining), و يمكن التعبير عن هذه الحالة من خلال

منحني الكثافة العظمى الذي يأخذ شكل أسي متناقص مع بيان العدد الأعظمي الممكن من الأشجار في الهكتار تبعا للقطر المتوسط وتبعا لخصوبة الموقع وبالتالي تكون الكثافة على هذا المنحني تمثل100% أما الكثافة الحقيقية فتكون كجزء من المئة (Al tayeb and Von cadow, 2006).

إن التطبيق الأبرز لمنحنى الكثافة العظمى هو استخدامه في عملية التفريد من خلال اعتبار أن هذا المنحنى يمثل 100% من الكثافة وبالتالي هو المرجع للكثافة المطلوبة بعد التفريد (Oliver and Larson, 1990).

يتطلب التدخل المدروس بغابة معينة الاستعانة بموديلات رياضية لتوصيف نمو الأشجار على مستوى الشجرة المفردة ومستوى المجموعة الحرجية يتم وضعها لتساعد القائمين على إدارة الغابة في وضع تصورات مختلفة لعمليات التدخل وإدارة الغابة, ومن أهم موديلات النمو للأشجار هو الموديل المتعلق بالنمو القطري والذي يُمكِّننا من تصور النمو بالقطر بعد عدد معين من السنوات (10 سنوات أو 20 سنة) وذلك بناء على نمذجة النمو بالسنوات السابقة, ويتم تضمين الموديل كل المتغيرات الأساسية التي تؤثر على النمو القطري (خصوبة الموقع, التنافس الناتج عن الكثافة الحالية, أبعاد الأشجار الحالية), ومن خلال إدخال المتغيرات الأساسية في المعادلة يمكننا توقع الزيادة بالقطر خلال عدد محدد من السنوات ويمكن حسابه على مستوى الشجرة الواحدة أو على مستوى صف القطر (Shater *et al.,* 2011).

تتنوع جودة الأخشاب الناتجة عن الغابة تبعا لأقطار الأشجار, لذلك يفضل في مجال تقدير المخزون الخشبي أن يتم توزيع الأشجار ضمن صفوف للقطر, حيث يساعد ذلك في التنبؤ بجودة المنتجات الخشبية التي يمكن أن نتوقعها من المجموعة الحرجية (Wang and Rennolls, 2005).

يعرف المخزون الخشبي بأنه مجموع حجم الخشب المتراكم في المجموعة الحرجية انطلاقاً من المخزون الخشبي لكل شجرة, ويتطلب حسابه معرفة ثلاثة متغيرات أساسية للشجرة هي القطر على ارتفاع الصدر, وارتفاع الشجرة الكلي, ومعامل الشكل (Pretzsch, 2009).

قياس القطر على ارتفاع الصدر يتم بدقة وسهولة ولكن قياس الارتفاع الكلي للأشجار يكون معقداً نسبياً ومستهلكاً للوقت ومكلفاً نسبياً, بالإضافة إلى أن ظروف الموقع قد تمنع القيام بقياس كل الأشجار, لذلك في العديد من الدراسات يتم قياس القطر على ارتفاع الصدر لجميع الأشجار في العينة بينما يتم قياس الارتفاع لعدد من الأشجار بحيث تشمل كل صفوف القطر لتشكيل منحنيات القطر– الارتفاع (Huang *et al.*, 1994).

تتشكل منحنيات القطر – الارتفاع من خلال العلاقة بين الارتفاعات المقاسة وبين الأقطار المقابلة لها حيث يمكن إظهار هذه العلاقة بمعادلات رياضية وذلك باستخدام برامج كمبيوتر مثل برنامج Excel من أجل تحليل الانحدار(Ali, 2005), وأهم النماذج المستخدمة في مجال الغابات بحسب (Pretzsch, 2009) هي: (Michailoff) و(Prodan) و(Petterson), وبحسب (Sharma and Parton, 2007) تعتبر معادلة (Chapman– Richards) من أهم النماذج التي يمكن استخدامها أيضا.

إن العلاقة بين قطر الشجرة وارتفاعها ليس ثابتا بين المجموعات الحرجية المختلفة ولكنها تختلف من مجموعة حرجية لأخرى (Calama and Montero, 2004), وتعتمد على ظروف النمو وخصائص المجموعة الحرجية كالكثافة والعمر (Sharma and Zhang, 2004), لذلك يجب تحديد منحنى ارتفاع – قطر لكل مجموعة حرجية.

معامل الشكل هو انحراف الجذع عن الشكل الاسطواني المنتظم, وهو النسبة بين حجم الجذع وحجم الاسطوانة المكافئة له وقيمته دائما أصغر من واحد, أما الاسطوانة المكافئة هي اسطوانة ارتفاعها ارتفاع الجذع وقطرها هو قطر الجذع على ارتفاع الصدر(Pretzsch, 2009).

أهمية البحث ومواده:

تستند أهمية البحث على تنظيم التدخل وجعله أقل عشوائية, وعلى الاستغلال المنظم لقسم من المخزون الخشبي في المواقع الكثيفة وأخيراً على تزويد السوق المحلية بجزء من حاجتها للأخشاب الصناعية وخشب الوقيد وبالتالي تأمين عائد اقتصادي مهم لتمويل عمليات الإدارة اللاحقة التي تسهل عمليات التجدد الطبيعي.

وتكمن أهداف هذا البحث في محاولة تطبيق منحنى الكثافة العظمى لأول مرة, وفي استخدام الموديل الرياضي للنمو القطري الخاص بالصنوبر البروتي لإجراء عمليات تدخل مدروسة لتخفيف الكثافة في المجموعات الحرجية الكثيفة والنقية للصنوبر البروتي, بالإضافة لاستنباط منحنى قطر – ارتفاع مناسب لمنطقة الدراسة وتوظيفه في حساب وتقدير المخزون الخشبي.

طرائق البحث ومواده:

1- موقع الدراسة

أجريت الدراسة في الربع الأخير من عام 2011 ضمن غابة طبيعية للصنوبر البروتي مساحتها 90 هكتار في موقع برادون – منطقة ربيعة الذي يقع في شمال شرق محافظة اللاذقية الشكل (1)، ويبعد عنها حوالي 40 كم, ويقع على ارتفاع 143- 270 م عن سطح البحر, ومتوسط الهطول السنوي 1057 ملم/سنة.

تقع هذه الغابة ضمن شعبة حراج ربيعة وفي مقسم الريحانة, وقد تعرض قسم من الموقع لحريق عام 1988 ولم يتم ترميمه وترك للتجدد الطبيعي, مما جعل الغابة الحالية تتألف بشكل أساسي من مجموعتين حرجيتين:

آ – المجموعة المعمرة وهي الجزء الأساسي الذي لم يتعرض للحريق ومساحتها حوالي 70 هكتار, وتتراوح أعمار أشجارها بشكل أساسي بين 45–55 سنة والتجدد الطبيعي فيها ضعيف جدا نتيجة الكثافة العالية.

ب- المجموعة الفتية ومساحتها حوالي 20 هكتار, تشكلت نتيجة التجدد الطبيعي بعد حريق 1988 وتتراوح أعمار أشجارها بين 20–24 سنة.

شكل (1) موقع الدراسة بالنسبة لمدينة اللاذقية (على اليسار) وحدود منطقة الدراسة (على اليمين) (Google Earth)

يبلغ متوسط قيمة مؤشر الموقع Site Index في منطقة الدراسة 19 م (سليمان, 2013), وهو بالتعريف: ارتفاع الأشجار السائدة (م) عند عمر مرجعي, والعمر المرجعي بالنسبة للصنوبر البروتي في سورية 50 سنة (Shater *et al.*, 2011), وبالتالي يُعتبر الموقع المدروس ضمن صف المواقع المتوسطة من حيث جودة الموقع وذلك حسب التقسيمات التي اعتمدها (Shater *et al.*, 2011) حيث قسموا المواقع إلى ثلاثة صفوف أساسية لجودة الموقع تبعا لقيمة مؤشر جودة الموقع (جيدة:SI > 20 م, متوسطة:SI (15– 20) م, فقيرة: SI < 15 م)

4–2– مواد العمل

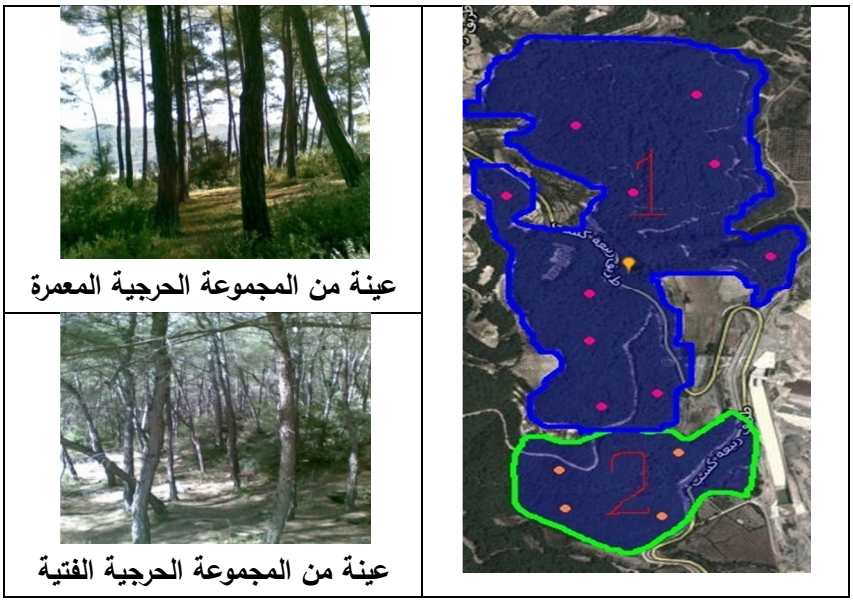
تم استخدام مجموعة من الأدوات والأجهزة وهي: (بخاخ لتعليم الأشجار المقاسة ومراكز العينات, الشريط القطري لقياس القطر على ارتفاع الصدر, جهاز الهاجا لقياس الارتفاع).

4–3– طرائق العمل

4–3–1– اختيار العينات وجمع البيانات

تم التعرف على الخصائص التضاريسية للغابة والتباينات المختلفة ضمنها من خلال عدة زيارات ميدانية للموقع, وفي الربع الأخير من عام 2011 تم تحديد 14 عينة دائرية على مستوى الغابة توزعت على المجموعة المعمرة (10 عينات) وعلى المجموعة الفتية (4 عينات) ومساحة العينة الواحدة 400 م^2.

– توزعت العينات على كامل المساحة المستهدفة بشكل متجانس آخذة بذلك التباينات في الكثافة ضمن المجموعة الواحدة, وتم تحديد مركز كل عينة ورسم الشكل الدائري بحيث تمثل العينة دائرة نصف قطرها 11.3م شكل(2)



شكل (2) مواقع أخذ العينات ضمن المجموعة الحرجية المعمرة (أعلى) والفتية (أسفل)

– في كل عينة تم تحديد عدد الأشجار القائمة من أجل معرفة الكثافة بالهكتار, و تم قياس أقطار جميع الأشجار على ارتفاع الصدر dbh باستخدام الشريط القطري بدقة حتى 0.1 سم, ثم توزيعها على صفوف للقطر (بمدى 5سم) بدءاً من القطر (15 سم) للمجموعة الحرجية المعمرة ومن القطر (10 سم) للمجموعة الحرجية الفتية.

– في كل مجموعة حرجية تم قياس ارتفاع 25 شجرة بحيث تشمل كل صفوف القطر ضمن المجموعة لاستخدامها في اختيار نموذج منحنى القطر – الارتفاع.

– من أجل تحديد معامل الشكل تم الاعتماد على البيانات التي نظمها نحال (1982) في جداول تربط بين صفوف القطر ومعامل الشكل, والتي استخدمها في منطقة الباير والبسيط, وذلك بسبب عدم توفر أي دراسات خاصة بنمذجة معامل الشكل في منطقة الدراسة وكون منطقة الدراسة هي امتداد طبيعي لمنطقة الباير والبسيط.

3-2- طرائق معالجة البيانات

بعد جمع البيانات تم معالجتها واستخدامها في حساب متوسط الكثافة, ومتوسط القطر, والكثافة العظمى الممكنة, وتقدير المخزون الخشبي, وتقدير الخسارة في حالة عدم التدخل, مما يمكننا من إعداد تصورات مقترحة للتدخل وانتقاء أفضلها, وبالتالي حساب كمية المخزون الخشبي الممكن الحصول عليها من كل مجموعة حرجية ومن كل صف قطر تبعا للتصور المقترح الأفضل.

3-2-1- متوسط الكثافة

يتم التعبير عن الكثافة بعدد الأشجار في الهكتار وحسابها يمكننا من معرفة فيما إذا كان هناك حاجة للتدخل من خلال مقارنتها مع منحنى الكثافة العظمى, وتم حسابها للعينة كما يلي :

$N_i = \frac{n}{A}$ حيث: N_i: الكثافة بالهكتار للعينة i n: عدد الأشجار بالعينة A: مساحة العينة بالهكتار

ثم تم حساب متوسط الكثافة بالهكتار في كل مجموعة على حدى عن طريق المعادلة التالية:

متوسط الكثافة بالهكتار للمجموعة = مجموع الكثافات بالهكتار للعينات في المجموعة/ عدد العينات بالمجموعة

3-2-2- متوسط القطر

تم حساب متوسط القطر للأشجار في كل مجموعة حرجية وذلك بحساب متوسط القطر على ارتفاع الصدر (dbh) للأشجار في كل عينة وضمن كل مجموعة ثم حساب المتوسط لمتوسطات القطر للعينات في كل مجموعة , ولهذا المؤشر أهمية كبيرة حيث يدخل في المعادلة الخاصة بمنحنى الكثافة العظمى ويُحسب كما يلي:

$$\overline{dbh} = \frac{\sum \mathrm{dbh_i}}{\mathrm{n}}$$

حيث: $\overline{dbh}$: متوسط القطر على ارتفاع الصدر للأشجار بالعينة (cm)

$\sum dbh_i$: مجموع أقطار الأشجار على ارتفاع الصدر (cm)

n: عدد الأشجار بالعينة

متوسط القطر بالمجموعة الحرجية = مجموع متوسطات القطر للعينات في المجموعة / عدد العينات بالمجموعة

3-2-3- الكثافة العظمى الممكنة

تعرف الكثافة العظمى بأنها أعلى عدد من الأشجار يمكن أن تتواجد في وحدة المساحة مع احتفاظ هذه الأشجار بقدرتها على النمو, وتم تحديدها في موقع الدراسة حسب (Shater *et al.,* 2011) بالمعادلة:

$$\ln(\mathrm{N_{max}}) = 10.824 - 1.828\ \mathrm{Ln}(\mathrm{D_{mean}}) + 0.656\ \mathrm{Ln(SI)}$$

حيث: N_{max} : العدد الأعظمي الممكن من الأشجار بالهكتار

D_{maen} : متوسط القطر على ارتفاع الصدر للأشجار (cm)

SI : مؤشر جودة الموقع Site Index (م)

وبعد تحديد منحنى الكثافة العظمى في موقع الدراسة تم مقارنة الكثافة الحالية مع الكثافة العظمى لمعرفة إن كان هناك حاجة للتدخل والتخفيف من الكثافة .

3-2-4- تقدير المخزون الخشبي

تم تقدير المخزون الخشبي بحساب ثلاثة متغيرات أساسية لكل شجرة وهي القطر على ارتفاع الصدر والارتفاع ومعامل الشكل, بالنسبة للقطر تم قياسه لكل الأشجار أما الارتفاع فمن أجل حسابه تم اختبار مجموعة من معادلات القطر-الارتفاع لاختيار أنسبها, أما معامل الشكل فتم الاستناد إلى البيانات التي اعتمدها نحال 1982 بعد معالجتها.

أ- الارتفاع

تم استخدام منحنى القطر-الارتفاع لتقدير ارتفاع الأشجار حيث تم اختيار مجموعة من معادلات القطر-الارتفاع الأكثر استخداما واختبارها لكل مجموعة حرجية لاختيار أنسبها و هي بحسب (Pretzsch, 2009):

معادلة (Michailoff), ومعادلة (Prodan), ومعادلة (Petterson)

وبحسب (Sharma and Parton, 2007) هي: معادلة (Chapman- Richards)

(Michailoff) $$\boldsymbol{H = 1.3 + a_1 \times e^{(\frac{a_2}{dbh})}}$$

(Prodan) $$\mathbf{H = 1.3 + \frac{(dbh)^2}{(a_1 + a_2 \times dbh + a_3 \times (dbh)^2)}}$$

(Petterson) $$\boldsymbol{H = 1.3 + (\frac{dbh}{a_1 + a_2 \times dbh})^3}$$

(Chapman- Richards) $$\boldsymbol{H = 1.3 + a_1(1 - e^{-a_2 \times dbh})^{a_3}}$$

H: ارتفاع الأشجار القائمة (m) dbh: القطر على ارتفاع الصدر(cm) a1,a2,a3: معايير متعلقة بالبيانات

ويتم انتقاء أنسب هذه المعادلات للاستخدام عن طريق إجراء اختبارات رياضية تمكننا من المقارنة فيما بينها وذلك بالاستعانة بالبيانات التي تم جمعها من العينات, والبيانات المطلوبة هي :

- ارتفاع 25 شجرة من مختلف العينات على أن تشمل كل صفوف القطر الموجودة
- القطر على ارتفاع الصدر لهذه الـ 25 شجرة التي تم قياس ارتفاعها
- من خلال برنامج Excel يتم تحديد المعايير لكل معادلة ومن ثم حساب قيمة R^2 (معامل التحديد) للمقارنة بين المعادلات حيث يتم انتقاء المعادلة ذات القيمة الأعلى لـ R^2 والذي يعطى بالعلاقة:

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

y_i: القيمة الحقيقة المقاسة $\hat{Y}_i$: القيمة النظرية من المعادلة $\overline{Y}_i$: المتوسط الحسابي للقيم الفعلية

معامل التحديد يحدد النسبة من التباينات (أي الانحرافات الكلية في قيمة المتغير H) التي يستطيع النموذج الرياضي تفسيرها, فمثلا : عندما تكون قيمة معامل التحديد R^2= 0.76 يعني ذلك أن النموذج الرياضي يستطيع تفسير 76 % من التباينات بينما توجد 24% من التباينات لا يستطيع النموذج الرياضي تفسيرها وترجع لعوامل عشوائية كأن تكون هناك متغيرات هامة لم يتم تضمينها في النموذج الرياضي, وعموما كلما اقتربت R^2 من تفسير جميع التباينات كلما دل ذلك على جودة النموذج.

ب- معامل الشكل

إن معامل الشكل يختلف من شجرة إلى أخرى ومن نوع إلى آخر ويزداد بزيادة الكثافة ويقل بزيادة العمر.

وبسبب عدم تحديده لغابات الصنوبر البروتي في منطقة ربيعة, فقد تم الاعتماد على تغيرات معامل الشكل تبعا لصفوف القطر لأشجار الصنوبر البروتي في الباير والبسيط كونها تعتبر امتداد طبيعي لغابات الصنوبر البروتي في منطقة ربيعة, ولكن القيم الجدولية لمعامل الشكل تبعا لصفوف القطر والتي اعتمدها (نحال, 1982) تعطي قيم معامل الشكل للأقطار المقابلة لحدود صفوف القطر فقط, لذلك تمت معالجة هذه البيانات باستخدام برنامج Excel بحيث يتم تحويل القيم الجدولية إلى معادلة رياضية باستخدام طريقة تحليل الإنحدار.

بعد الحصول على المتغيرات الضرورية لحساب المخزون الخشبي لكل شجرة, تم حسابه لكل شجرة بالمعادلة:

$$V_i = g_i . h_i . f_i$$

حيث: V_i: المخزون الخشبي للشجرة i (m^3)

g_i: المساحة القاعدية للشجرة i (m^2) ويتم حسابها لكل شجرة بالمعادلة:

$$g_i = \frac{\pi \times (dbh_i)^2}{4}$$

حيث: g_i : المساحة القاعدية للشجرة (cm^2) dbh_i: القطر على ارتفاع الصدر (cm) ثم يتم التحويل من cm^2 إلى m^2 عن طريق تقسيم الناتج على10000

h_i: ارتفاع الشجر بـ m ويتم الحصول عليه من منحنى القطر – الارتفاع الذي تم اعتماده

f_i: معامل الشكل للشجرة ويتم الحصول عليه من المعادلة الناتجة عن معالجة القيم الجدولية التي اعتمدها نحال عام *1982*.

ثم تم حساب المخزون الخشبي بالهكتار لكل عينة بالمعادلة :

$$V = \frac{\sum n_i . v_i}{A}$$

حيث: V : المخزون الخشبي بالهكتار للعينة (m^3/ha) n_i : عدد الاشجار بالعينة

v_i : المخزون الخشبي للشجرة i (m^3) A: مساحة العينة بالهكتار

ثم تم حساب متوسط المخزون الخشبي لكل مجموعة حرجية بالمعادلة :

متوسط المخزون الخشبي للمجموعة الحرجية = مجموع المخزون الخشبي للعينات / عدد العينات في المجموعة

3-2-5- تقدير الخسارة في حال عدم التدخل

تم تقدير الخسارة في حالة عدم التدخل من خلال حساب متوسط القطر المتوقع في كل مجموعة حرجية بعد 10 سنوات واستخدامه في معادلة الكثافة العظمى لمعرفة عدد الأشجار التي ستبقى وعدد الأشجار التي ستموت نتيجة التفريد الذاتي.

تم حساب الزيادة بالقطر لمراكز صفوف القطر في كل مجموعة حرجية من خلال المعادلة التالية التي يمكن تطبيقها على مستوى الشجرة ومستوى صف القطر(De-Miguel *et al.*, 2010)

$$i_{d10} = e^{-0.391-0.019BAL+1.05\ln SI-0.125\sqrt{G}-0.083\sqrt{d}}$$

حيث : i_{d10}: الزيادة بالقطر بعد 10 سنوات (cm)

G: المساحة القاعدية للمجموعة الحرجية m^2/ha

BAL: المساحة القاعدية للأشجار الأكبر من الشجرة الهدف (مركز صف القطر) m^2/ha

d: القطر الحالي على ارتفاع الصدر لمركز صف القطر (cm)

بعد حساب الزيادة بالقطر لمراكز صفوف القطر بعد10 سنوات تم حساب متوسط القطر المتوقع بعد10 سنوات في كل مجموعة حرجية كما يلي:

$$\overline{dbh_{10}} = \frac{\sum n_i \times dbh_i}{N}$$

حيث: $\overline{dbh_{10}}$: متوسط القطر بعد 10 سنوات في المجموعة الحرجية (cm)

dbh_i: القطر على ارتفاع الصدر للشجرة الممثلة لمركز صف القطر $i-th$ (cm)

n_i: عدد الأشجار بالهكتار ضمن صف القطر $i-th$

N: عدد الأشجار بالهكتار في المجموعة الحرجية

3-2-6- تحديد تصور التدخل المقترح

تم وضع تصورات مقترحة لعمليات تدخل من خلال اقتراح عمليات تفريد ضمن صفوف القطر لكل مجموعة حرجية, وذلك بدءاً من صف القطر الأصغر (تفريد من الأسفل) باعتبار الأشجار في صفوف القطر الصغرى تكون مكبوتة وأقل قدرة على المنافسة والبقاء, ثم اختيار أفضل تصور من خلال الخطوات التالية:

- إعادة حساب متوسط القطر المتوقع بعد 10 سنوات نتيجة التدخل في كل تصور مقترح.
- حساب الكثافة العظمى المقابلة لمتوسط القطر المتوقع بعد 10 سنوات من التدخل في كل تصور مقترح.
- المقارنة بين الكثافة الناتجة عن التدخل في كل تصور مقترح وبين الكثافة العظمى المقابلة لمتوسط القطر المتوقع بعد 10 سنوات من التدخل في نفس التصور المقترح.

- انتقاء التصور الذي تكون فيه قيمة الكثافة الناتجة عن التدخل المقترح مساوية أو مقاربة للكثافة المحددة بمنحنى الكثافة العظمى بعد عشر سنوات من التدخل المقترح, بحيث لا تحدث خسارة بالمخزون الخشبي بعد 10 سنوات نتيجة التفريد الذاتي ولا يكون التدخل شديداً بحيث تستطيع الأشجار المتبقية استغلال كل إمكانيات الموقع خلال 10 سنوات.

تم إجراء الحسابات باستخدام برنامج Excel وذلك بدءاً بالتصور الذي يتضمن إزالة شجرة واحدة من صف القطر الأصغر في كل مجموعة حرجية, وبعدها الانتقال إلى التصور الثاني الذي يتضمن إزالة شجرتين من صف القطر الأصغر, ثم ثلاثة أشجار وهكذا حتى الانتهاء من أشجار صف القطر الأصغر, وبعدها الانتقال إلى تصور إزالة كل أشجار صف القطر الأصغر مع شجرة من صف القطر الثاني, ثم مع شجرتين, ثم مع ثلاث وهكذا بشكل متتال حتى الوصول إلى التصور الأفضل

3-2-7- المخزون الخشبي الممكن الحصول عليه تبعا للتصور المقترح

تم حساب المخزون الخشبي الممكن الحصول عليه تبعا للتصور الأفضل في كل مجموعة حرجية بالمعادلة:

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

حيث : V: المخزون الخشبي بالهكتار الممكن الحصول عليه من كل مجموعة حرجية m^3/ha

N_i: عدد الأشجار المقترح إزالتها في صف القطر i-th

gi: المساحة القاعدية m^2 للشجرة الممثلة لمركز صف القطر i-th

hi: ارتفاع الشجرة m الممثلة لمركز صف القطر i-th

fi: معامل الشكل للشجرة الممثلة لمركز صف القطر i-th

النتائج والمناقشة:

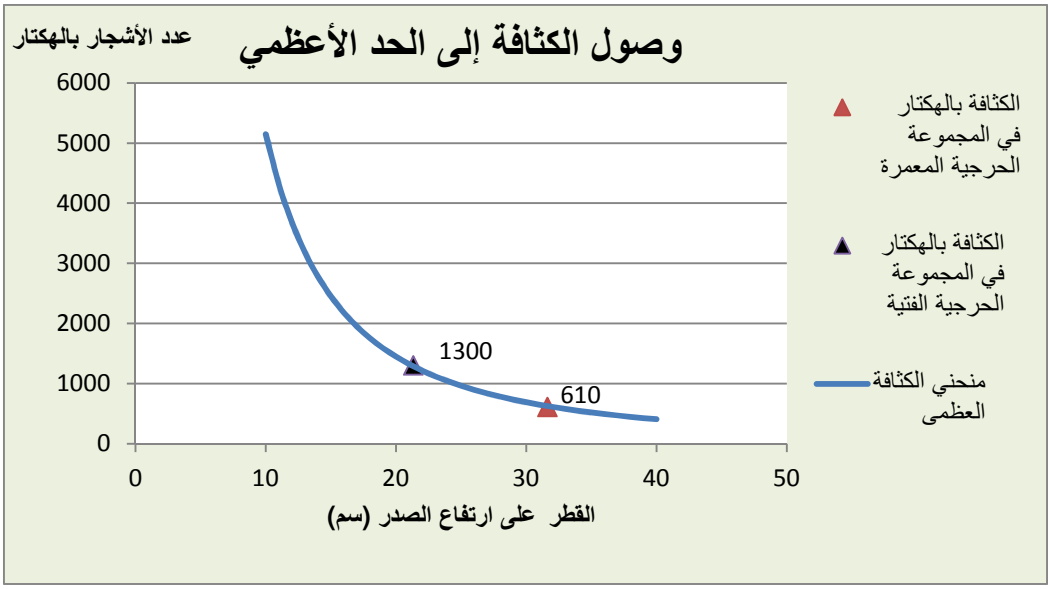
1- متوسط الكثافة ومتوسط القطر والمقارنة مع الكثافة العظمى.

تم وضع النتائج الخاصة بحساب متوسط الكثافة ومتوسط القطر والكثافة العظمى الممكنة في كل مجموعة بالجدول (1):

جدول (1): متوسط القطر على ارتفاع الصدر ومتوسط الكثافة الحالية والكثافة العظمى لكل مجموعة حرجية

المجموعة الحرجية	متوسط القطر cm	الكثافة الحالية N/ha	الكثافة العظمى N_{max}/ha
المعمرة	31.6	610	627
الفتية	21.35	1300	1287

بمقارنة متوسط الكثافة الحالية مع الكثافة العظمى من الجدول(1) وتمثيلها على منحنى الكثافة العظمى شكل (3) تبين لنا أن متوسط الكثافة للمجموعة الحرجية المعمرة وصلت إلى 97.24% من الكثافة العظمى, وبالمجموعة الحرجية الفتية وصلت إلى 101 % من الكثافة العظمى.



شكل (3) وصول الكثافة في كلا المجموعتين الحرجيتين إلى حدود حرجة على منحنى الكثافة العظمى

نلاحظ من الجدول (1) ومن الشكل (3) أن متوسط الكثافة الحالية في المجموعتين الحرجيتين قد بلغ حدود حرجة حتى أنه في المجموعة الفتية قد تجاوز قليلا الحد الأعظمي مما يدل على أن بعض الأشجار قد بدأت فعلا بالموت الطبيعي وهذا ما تؤكده المشاهدات في العينات المدروسة حيث تم ملاحظة وجود بعض الأشجار المتراجعة والتي تعاني الجفاف ومع ذلك تم إدخالها بالحساب, أما في المجموعة الحرجية المعمرة والتي تكاد تصل للحد الأعظمي فإن عدم وصولها للحد الأعظمي لا يعني تركها دون عمليات تدخل وإنما يعني أن التنافس بين الأشجار أصبح كبيراً, ومع الوقت ونمو الأشجار واستمرار التنافس ستتراجع الأشجار الأقل قدرة على المنافسة وصولا للموت الطبيعي.

2- تقدير المخزون الخشبي

تم تقدير المخزون الخشبي من خلال مجموعة من الخطوات:

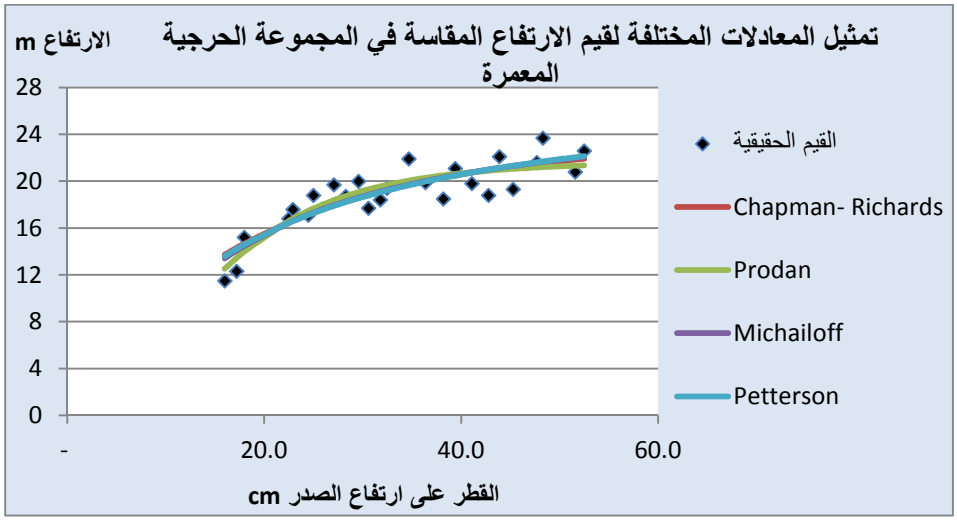
أ- **منحنى القطر – الارتفاع**

يظهر الجدولان (2) و (3) نتائج استخدام برنامج Excel لتحديد قيمة المعايير لمعادلات القطر– الارتفاع الأكثر استخداما تبعا لبيانات القطر والارتفاع التي لدينا في كل مجموعة حرجية, ونتائج تحديد قيمة R^2 لكل منها ومقارنتها فيما بينها لاختيار المعادلة ذات القيمة الأعلى لـ R^2 في المجموعتين الحرجيتين المعمرة والفتية على التوالي, كما يوضح الشكلان (4) و (5) تمثيل البيانات التي حصلنا عليها مع منحنيات القطر– الارتفاع المختبرة بعد تحديد المعايير لهذه المعادلات في المجموعتين المعمرة والفتية على التوالي.

نلاحظ من الجدول (2) أن معادلة Prodan هي الأنسب للاستخدام في المجموعة الحرجية المعمرة لأنها ذات القيمة الأعلى لـR^2 أي أن معادلة Prodan بقيم المعايير المحسوبة من خلال برنامج Excel تستطيع تفسير 81% من التباينات في الارتفاع بينما هناك 19% من التباينات لا تستطيع هذه المعادلة تفسيرها, كما نلاحظ من الشكل (4) أن معادلة Prodan هي الأكثر تمثيلا لقيم الارتفاع المقاسة في المجموعة المعمرة.

جدول(2) قيم المعايير وقيمة R^2 لمعادلات القطر – الارتفاع المختبرة في المجموعة الحرجية المعمرة

المعادلة	المعايير			R^2
	a 1	a2	a3	
(Michailoff) $H = 1.3 + a1 \times exp^{\frac{a2}{dbh}}$	26.3371	-12.4504		0.77
(Prodan) $H = 1.3 + \frac{dbh^2}{a1+a2\times dbh+a3\times dbh^2}$	16.3514	- 0.4313	0.0522	0.81
(Petterson) $H = 1.3 + (\frac{dbh}{a1+a2\times dbh})^3$	1.6066	0.3328		0.78
(Chapman- Richards) $H = 1.3 + a_1(1 - e^{-a_2\times dbh})^{a_3}$	22.0721	0.2275	0.2275	0.78

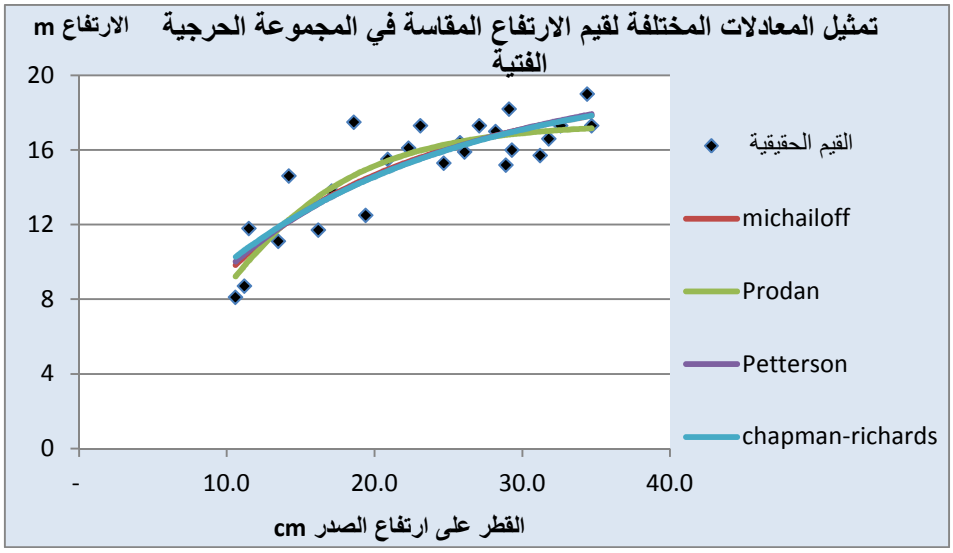


شكل (4) مقارنة بين تمثيل معادلات القطر – الارتفاع المختلفة لقيم الارتفاع المقاسة في المجموعة الحرجية المعمرة

نلاحظ من الجدول (3) أن معادلة Prodan هي الأنسب للاستخدام في المجموعة الحرجية الفتية لأنها ذات القيمة الأعلى لـR^2 أي أن معادلة برودان بقيم المعايير المحسوبة من خلال برنامج Excel تستطيع تفسير 78% من التباينات في الارتفاع بينما هناك 22% من التباينات لا تستطيع هذه المعادلة تفسيرها, كما نلاحظ من الشكل (5) أن معادلة Prodan هي الأكثر تمثيلا لقيم الارتفاع المقاسة في المجموعة الفتية

جدول (3) قيم المعايير وقيمة R^2 لمعادلات القطر – الارتفاع المختبرة في المجموعة الحرجية الفتية

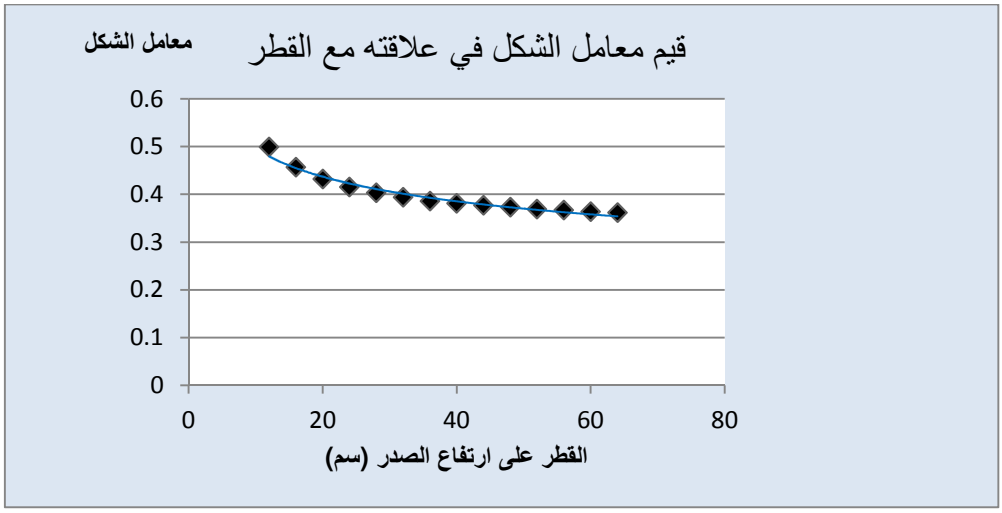
المعادلة	المعايير			R^2
	a 1	a2	a3	
(Michailoff) $H = 1.3 + a1 \times exp^{\frac{a2}{dbh}}$	22.1573	−11.1137		0.76
(Prodan) $H = 1.3 + \frac{dbh^2}{a1+a2\times dbh+a3\times dbh^2}$	11.95	− 0.5079	0.0677	0.78
(Petterson) $H = 1.3 + (\frac{dbh}{a1+a2\times dbh})^3$	1.4354	0.3504		0.75
(Chapman− Richards) $\mathbf{H = 1.3 + a_1(1 - e^{-a_2\times dbh})^{a_3}}$	18.7802	0.2476	0.2476	0.75



شكل (5) مقارنة بين تمثيل معادلات القطر – الارتفاع المختلفة لقيم الارتفاع المقاسة في المجموعة الحرجية الفتية

ب- معامل الشكل

بمعالجة البيانات الخاصة بقيم معامل الشكل المقابلة لحدود صفوف القطر التي اعتمدها (نحال , 1982) ومن خلال تحليل الانحدار باستخدام برنامج Excel تم التوصل للمعادلة التي تربط بين القطر ومعامل الشكل , ويتم توضيحها بالشكل (6):



شكل(6) تحليل الانحدار للعلاقة بين القطر ومعامل الشكل

وبالتالي فإن المعادلة التي تربط بين القطر (dbh) ومعامل الشكل والتي نتجت عن تحليل الانحدار هي:

$$f = 0.752 \times dbh^{-0.18}$$

حيث: f : معامل الشكل المرتبط بالقطر dbh : القطر على ارتفاع الصدر (cm)

بعد اعتماد معادلة القطر– الارتفاع الأنسب تم حساب ارتفاع جميع الأشجار وحساب مخزونها الخشبي من خلال حساب المساحة القاعدية للأشجار و الارتفاع المحسوب من معادلة القطر– الارتفاع المعتمدة لكل مجموعة

حرجية ومعامل الشكل المحسوب من المعادلة الخاصة به, وأخيرا تم حساب المخزون الخشبي ضمن كل عينة, ثم متوسط المخزون الخشبي لعينات المجموعة المعمرة و الفتية جدول (4).

جدول (4) متوسط المخزون الخشبي بالهكتار بكل مجموعة حرجية

المجموعة الحرجية	متوسط المخزون الخشبي (m^3/ha)
المجموعة المعمرة	393
المجموعة الفتية	325.25

نلاحظ من الجدول (4) أن المخزون الخشبي بالهكتار في كلا المجموعتين كبير نسبياً ويعود ذلك بشكل أساسي للكثافة العالية بالموقع, حيث بلغ متوسط المساحة القاعدية بالهكتار 50,29 م^2/هـ بالمجموعة الحرجية المعمرة, و 48,59 م^3/هـ بالمجموعة الحرجية الفتية, في حين أن تفوق المجموعة الحرجية المعمرة بالمخزون الخشبي على المجموعة الحرجية الفتية يعود إلى تفوقها في متوسط الارتفاع الذي بلغ 19,6 م في المجموعة الحرجية المعمرة بينما بلغ 15,6 م بالمجموعة الحرجية الفتية.

5-3- تقدير الخسارة في حال عدم التدخل

يوضح الجدول (5) نتائج حساب متوسط القطر المتوقع بعد 10 سنوات لكل مجموعة حرجية واستخدامه في معادلة منحنى الكثافة العظمى لتحديد الكثافة العظمى الممكنة بعد 10 سنوات لكل مجموعة حرجية وتحديد عدد الأشجار التي ستموت في حالة عدم التدخل.

جدول (5) متوسط القطر المتوقع ومدى الخسارة بعدد الأشجار خلال 10 سنوات في حال عدم التدخل في كل مجموعة.

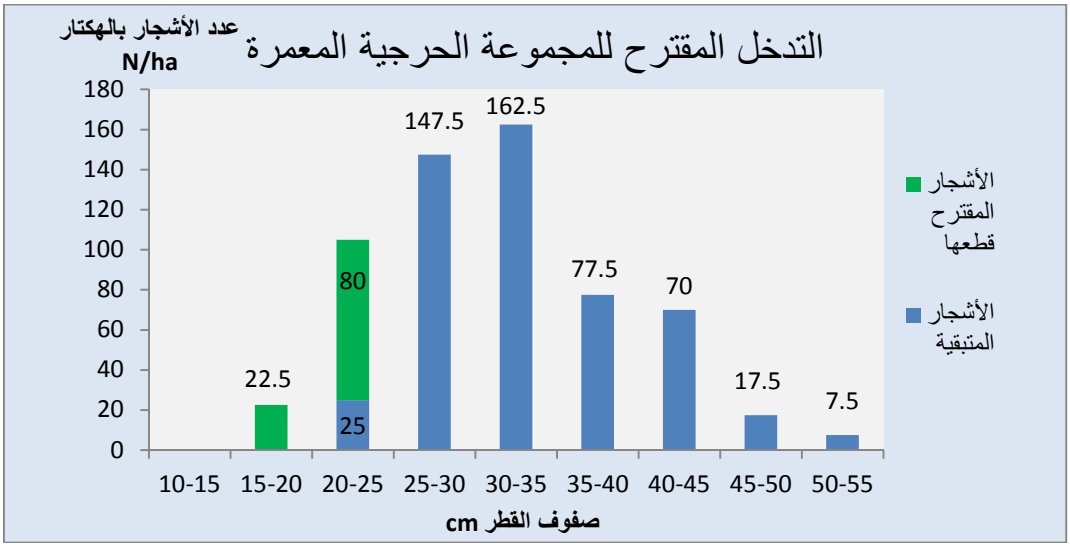
المجموعة الحرجية	متوسط القطر الحاليcm	متوسط القطر بعد عشر سنوات cm	متوسط الكثافة الحالية بالهكتار N/ha	الكثافة العظمى الممكنة بعد 10 سنوات N_{max}/ha	عدد الأشجار التي ستموت خلال 10 سنوات بالهكتار
المعمرة	31.6	33.84	610	554.5	56
الفتية	21.35	23.91	1300	1046	254

نلاحظ من الجدول(5) مدى الخسارة بالأشجار في حال عدم التدخل وخاصة في المجموعة الحرجية الفتية.

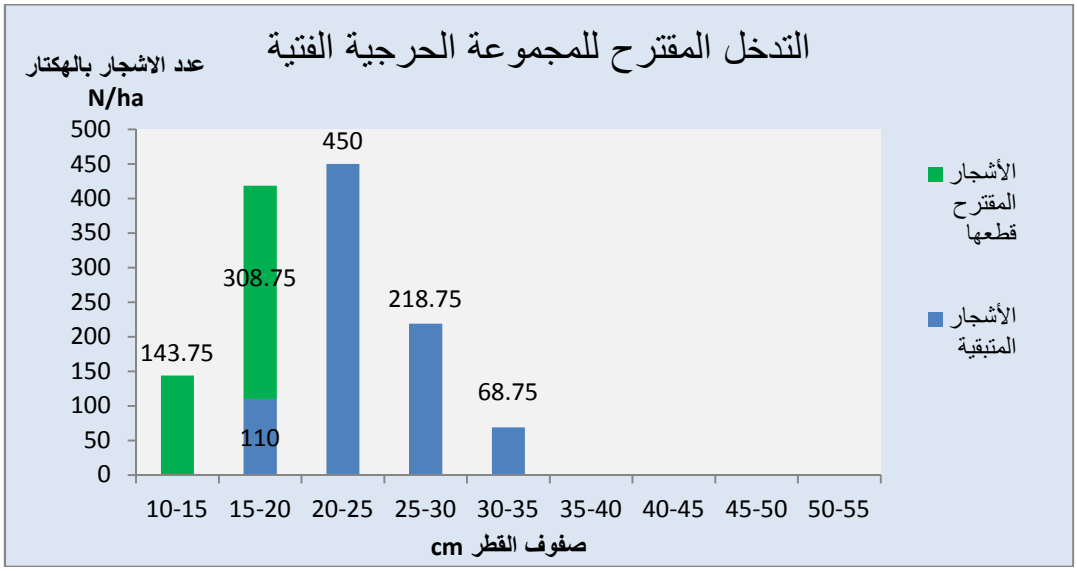
4- التصور المقترح للتدخل

تم اختبار مجموعة من التصورات المقترحة تبعا للخطوات المذكورة سابقا, وأظهرت النتائج أن أفضل تصور يكون بقطع أشجار صفي القطر الأول والثاني وجزء من أشجار الصف الثالث في المجموعة الحرجية المعمرة بحيث يتم تخفيض مستويات التخزين الحالية فيها إلى 75.76% من الكثافة العظمى, و قطع أشجار صف القطر الأول ومعظم صف القطر الثاني في المجموعة الحرجية الفتية بحيث يتم تخفيض مستويات التخزين الحالية فيها إلى 61.15% من الكثافة العظمى.

ولكن على أرض الواقع وخلال مدة 10 سنوات قد تتعرض بعض الأشجار للموت لأسباب أخرى غير التنافس كالأمراض أو التعديات أو العوامل الجوية أو لأي سبب آخر, لذلك تم اقتراح ترك هامش معين لهذه الأسباب والتي لا يمكن توقع حدوثها من عدمه, حيث تم اقتراح جعل مستوى التخزين 80% من الكثافة العظمى للمجموعة الحرجية المعمرة و 65% من الكثافة العظمى للمجموعة الحرجية الفتية, وبحيث لا يتأثر كثيراً الهدف الأساسي وهو الحصول على **أكبر** كمية ممكنة من المخزون الخشبي وبأهمية اقتصادية دون الإخلال باستدامة الغابة ومع الحفاظ على قدرة الأشجار الباقية لاستغلال كامل امكانيات الموقع خلال 10 سنوات, ولذلك تم تعديل تصور التدخل المقترح بما يناسب نسب التدخل المقترحة الجديدة, وعدد الأشجار المقترح قطعها من كل صف قطر تم توضيحها بالشكل (7) للمجموعة الحرجية المعمرة, وبالشكل (8) للمجموعة الحرجية الفتية.



شكل (7) الأشجار المقترح قطعها (باللون الأخضر) من المجموعة الحرجية المعمرة تبعا للتصور المعدل المقترح



شكل (8) الأشجار المقترح قطعها (باللون الأخضر) من المجموعة الحرجية الفتية تبعا للتصور المعدل المقترح

نلاحظ من الشكلين (7) و(8) أن التخفيف المقترح في المجموعتين الحرجيتين يكون ضمن صفوف القطر الصغيرة مما يسمح بالحصول على منتجات خشبية متجانسة ويسمح بالمحافظة على غطاء الظلة ومنع تعرض التربة للإنجراف ولا يؤثر على استدامة الغابة ووظائفها المختلفة.

5-5- المخزون الخشبي الممكن الحصول عليه تبعا للتصور المقترح

كمية المخزون الخشبي بالهكتار التي يمكن الحصول عليها من خلال التدخل المقترح في كل صف قطر وفي كل مجموعة مبينة بالجدول(6):

جدول(6) كمية المخزون الخشبي بالهكتار التي يمكن الحصول عليها بعملية التدخل المقترح في كل صف قطر وفي كل مجموعة

صفوف القطر	المجموعة الحرجية المعمرة		المجموعة الحرجية الفتية	
	عدد الأشجار بالهكتار المقترح قطعها	المخزون الخشبي بالهكتار الممكن الحصول عليه m^3/ha	عدد الأشجار بالهكتار المقترح قطعها	المخزون الخشبي بالهكتار الممكن الحصول عليه m^3/ha
10-15	0	-	144	9.21
15-20	23	3.32	304	47.18
20-25	80	22.68	-	-
25-30	-	-	-	-
30-35	-	-	-	-
35-40	-	-	-	-
40-45	-	-	-	-
45-50	-	-	-	-
50-55	-	-	-	-
المجموع		26.00		56.39

نلاحظ من الجدول (6) أنه يمكننا حالياً استغلال 26 م3/هـ من المجموعة المعمرة و56,4 م3/هـ من المجموعة الفتية وبالتالي تزويد السوق المحلية بجزء من احتياجاتها الخشبية دون الإخلال باستدامة الغابة.

الاستنتاجات التوصيات:

الاستنتاجات:

a) يسمح التدخل بالمجموعات الحرجية الكثيفة والنقية المدروسة للصنوبر البروتي بالحصول على 26 م^3/هـ من المجموعة المعمرة, و 56,4 م^3/هـ من المجموعة الفتية.

b) عدم التدخل قد يؤدي إلى ضياع قسم من المخزون الخشبي نتيجة التفريد الذاتي الناتج عن الكثافة العالية.

c) استخدام معادلة Prodan يعطي أفضل النتائج لتحديد الارتفاع استنادا على القطر في منطقة الدراسة.

d) إمكانية تخفيف الكثافة حتى 80% من الكثافة العظمى بالمجموعة الحراجية المعمرة وحتى 65% من الكثافة العظمى بالمجموعة الحراجية الفتية في منطقة الدراسة مما يحافظ على استدامتها.

التوصيات

a) ضرورة إدارة المجموعات الحرجية الكثيفة والنقية للصنوبر البروتي قبل وصولها للكثافة الحرجة.

b) الإعتماد على نماذج النمو والإنتاج الخاصة بالصنوبر البروتي في عمليات التدخل قدر الإمكان.

c) إجراء دراسة خاصة لنمذجة معامل الشكل.

المراجع:

1- سليمان, تمام. 2013: *نمذجة مؤشر جودة الموقع وتقدير الكتلة الحيوية لغابات الصنوبر البروتي Pinus brutia Ten. في منطقة ربيعة – اللاذقية*. أطروحة ماجستير، منشورات جامعة تشرين, سورية, 76 .

2- عباس, حكمت؛ شاطر, زهير. 2005: *تنظيم وإدارة الغابات*. منشورات جامعة تشرين, كلية الزراعة, اللاذقية, سورية, 320.

3- نحال, ابراهيم. 1982: *الصنوبر البروتي* Pinus brutia Ten. *وغاباته في سورية وبلاد شرقي المتوسط*. منشورات جامعة حلب, كلية الزراعة, حلب, سوريا, 228.

4- نحال, ابراهيم؛ زهوة, سليم. 1994: *تنظيم وإدارة الغابات*. منشورات جامعة حلب, كلية الزراعة, حلب, سورية, 339 .

1- Ali, W., 2005. *Assessment of Growth and Biomass Production in Short Rotation Stands of Poplar in Saxony*. MSc. Thesis. Faculty of Forest, Geo and Hydro Sciences Dresden University of Technology, Germany, 49pp.

2- Al tayeb, A., Von cadow, K., 2006. *Forest Growth*, Universität Göttingen, Germany, p.163

3- Boydak, M., 2004. *Silvicultural characteristics and natural regeneration of PinusbrutiaTen.– a review.*Plant Ecology, Netherlands,171**:** 153–163

4- Calama, R., Montero, G., 2004. *Interregional nonlinear height–diameter model with random coefficients for stone pine in Spain*. Can. J. For. Res. 34: 150–163.

5- De-Miguel, S., Pukkala, T., Shater, Z., Assaf, N., Kraid, B., Palahí, M., 2010. *Models for simulating the development of even-aged Pinus brutia stands in Middle East*, Forest Systems, 19(3): 449-457

6- FAO, 2010. *Global Forest Resources Assessment 2010 main report.* Food and Agriculture Organization of the united nation, Rome, 340 pp.

7- Fischer, R., Lorenz, M., Kohl, M., Becher, G., Granke, O., Christou, A., 2008. *The condition of forests in Europe: 2008 executive report*. United Nations Economic Commission for Europe, Convention on Long-range Transboundary Air Pollution, International Co-operative Programme on Assessment and Monitoring of Air Pollution Effects on Forests (ICP Forests), Germany, 23 pp.

8- Huang, S., Titus, S.J., Lakusta, T.W., Held, R.J., 1994. *Ecologically based individual tree height–diameter models for major Alberta tree species.* Alberta Environmental Protection, Land and Forest Service, Forest Management Division, Report #2, 27 pp.

9- Oliver CD., Larson B., 1996. *Forest Stand Dynamics*. John Wiley and Sons Inc, New York, 520 pp.

10- Pretzsch , H. 2009. *Forest dynamics , growth and yield, from measurement to model.*Springer, Germany, 971 pp.

11- Sharma, M., Parton, J., 2007. *Height–diameter equations for boreal tree species in Ontario using a mixed-effects modeling approach.* Forest Ecology and Management, 249:187–198

12- Sharma, M., Zhang, S.Y., 2004. *Height–diameter models using stand characteristics for Pinus banksiana and Picea mariana*. Scand. J. For. Res. 19:442–451.

13- Shater, Z., de-Miguel, S., Kraid, B., Pukkala, T., Palahí, M., 2011. *A growth and yield model for even-aged Pinus brutia Ten. stands in Syria*, Annals of Forest Science, 68:149–157

14- Wang, M., Rennolls, K., 2005. *Tree diameter distribution modelling: introducing the logit–logistic distribution* . NRC Research Press, Canada,**35**: 1305–1313