

تقدير المخزون الخشبي والكتلة الحيوية الكلية فوق الأرضية للصنوبر البروتي *Pinus brutia* على السفح الشرقي لسلسلة الجبال الساحلية في سورية

علي ثابت* (1)

(1). قسم الموارد الطبيعية المتجددة والبيئة، كلية الزراعة، جامعة حلب، حلب، سورية.
*للمراسلة: د. علي ثابت. البريد الإلكتروني: alithabt@yahoo.fr.

تاريخ القبول: 2019/08/20

تاريخ الاستلام: 2019/07/28

الملخص

هدف هذا البحث إلى تقدير المخزون الخشبي والكتلة الحيوية الكلية فوق الأرضية لأشجار الصنوبر البروتي، في موقع الكنائس على السفح الشرقي لسلسلة الجبال الساحلية في سورية. أُخذت 5 عينات دائرية بمساحة 400 م²، وأجريت القياسات الحقلية في صيف عام 2018، وذلك ضمن كل عينة: عدد الأشجار في العينة، والقطر على ارتفاع الصدر لأشجار العينة، والارتفاع الكلي لأشجار العينة. أُختيرت 15 شجرة تمثل صفوف الأقطار الموجودة في الموقع لتقدير معامل الشكل والكتلة الحيوية فوق الأرضية الكلية، كما تم تقدير المخزون الخشبي ومعدل النمو السنوي لأشجار الصنوبر البروتي في الموقع المدروس، بالإضافة إلى تقدير الكتلة الحيوية فوق الأرضية الكلية لأشجار العينة الخمسة المدروسة باستخدام معادلة القوة بدلالة القطر على ارتفاع الصدر، حيث بلغت قيمة معادل التحديد لهذه المعادلة ($R^2 = 0.91$). أظهرت النتائج أن قيمة متوسط معامل الشكل لأشجار الصنوبر البروتي كانت 0.39، كما سجل متوسط المخزون الخشبي بالهكتار قيمة مقدارها 232.84 م³/هكتار، بمتوسط عمر 73 سنة وكثافة شجرية 775 بالهكتار. بلغت قيمة معدل النمو السنوي 3.18 م³/هكتار/سنة. بينت نتائج هذا البحث أن الكتلة الحيوية فوق الأرضية الكلية للصنوبر البروتي في الموقع المدروس كانت جيدة، إذ بلغت قيمتها حوالي 430.43 طن/هكتار. يمكن أن تُشكل هذه الدراسة قاعدة أساسية لدراسات قادمة في المستقبل، مما يتيح ويساعد في تحسين أساليب إدارة مواقع الصنوبر البروتي على السفح الشرقي لسلسلة الجبال الساحلية في سورية.

الكلمات المفتاحية: الصنوبر البروتي، المخزون الخشبي، الكتلة الحيوية الكلية فوق الأرضية، سورية.

المقدمة:

تلعب الغابات دوراً كبيراً في المحافظة على التوازن البيئي وحفظ التنوع الحيوي من التدهور والانقراض، كما تُسهم في تطور التربة وحمايتها من الانجراف وفي تغذية المياه الجوفية وتقليل تلوث الهواء، بالإضافة إلى كونها عاملاً هاماً في تنمية المجتمعات الريفية القريبة منها، فهي تُساهم بشكل فعال في تنمية الإنتاج الزراعي واستقراره (FAO, 2009). فالغابات من الأنظمة البيئية المتطورة

والمرتبطة ارتباطاً وثيقاً في حياة الإنسان ونشاطاته المتعددة. وقد ازداد استخدام الموارد الطبيعية، وخاصة الغابات، بشكل كبير مع الزيادة الهائلة في عدد السكان مما أثر بشكل كبير وواضح في مساحة هذه الغابات وإنتاجيتها، ورغم المساحة الصغيرة التي تُشغلها الغابات المتوسطة مقارنة مع مساحة الغابات على سطح الأرض، فإن الخصائص الحيوية والفيزيائية والتاريخية لهذه الغابات تجعل منها إراثاً طبيعياً فريداً، فهي تتميز بتنوع استثنائي في الظروف البيئية مما يجعلها ملجأً لعدد ضخم من الأنواع النباتية والحيوانية، والذي ينعكس على نوعية وكمية الخدمات التي تقدمها هذه الغابات (Palahi, 2004).

تقلصت مساحة الغابات السورية بشكل كبير جداً نظراً لما تعرضت له خلال الأزمة الحالية من تعديات خطيرة تمثلت بالحرث الضخم والمتكررة والقطع الجائر، بغية الحصول على أخشابها وأحطابها كمصدر رئيس للطاقة في ظل النقص الحاد بالمشتقات النفطية سيما فيما يخص التدفئة المنزلية. كما أن قلة فرص العمل وزيادة الطلب على منتجات الغابة وخاصة أحطاب الوقود، دفع كثير من الناس للعمل بمجال الاحتطاب والقطع الجائر للغابات والاتجار بمنتجاتها لما تشكله من مصدر دخل هام إضافي لهم.

تشكل غابات الصنوبر البروتي 25% من مساحات الغابات في منطقة المتوسط والتي تقدر مساحتها الإجمالية بـ 25.5 مليون هكتاراً، حيث يغطي الصنوبر البروتي أكثر من 6 مليون هكتاراً موزعة كما يلي: حوالي 5.4 مليون هكتاراً في تركيا، 175 ألف هكتاراً في قبرص 196 ألف هكتاراً في اليونان، حوالي 50 ألف هكتاراً في سورية حوالي 17 هكتاراً في لبنان بالإضافة للمساحات المنتشرة في إيطاليا وفرنسا والمغرب (FAO, 2013).

تُعد غابات الصنوبر البروتي العنصر الرئيسي في غابات بلدان شرق المتوسط وتلعب دوراً هاماً اقتصادياً وبيئياً، وهي أنظمة بيئية متعددة الأهداف، تُزودنا بالأخشاب (كالجذوع المنشورة، وخشب النشر، وخشب الوقود)، والمنتجات الغير الخشبية (الفطور، والراتنج والنباتات الطبية والعطرية)، وخدمات بيئية هامة جداً مثل: حماية التربة ومصادر المياه، المحافظة على التنوع الحيوي، وحماية الحياة البرية، ودعم الإنتاجية الزراعية، وتخفيف تغيرات المناخ، وامتصاص وحجز الكربون من الجو، والحد من التصحر (Boydak, 2004).

يمكن أن يُعمر الصنوبر البروتي حتى 120-150 سنة، كما يتراوح ارتفاعه من 20 - 35 م، جذعه مستقيم أغلب الأحيان ويمكن أن يصل قطره أكثر من 1 م. ينمو بشكل سريع في الإعمار المبكرة، ويبلغ متوسط نموه السنوي في المشاجر فوق 10 م³/هكتار بين عمر 25-35 سنة (Boydak, 2004). ينمو الصنوبر البروتي بشكل مثالي في مناطق توزعه الطبيعي وذلك عندما يكون متوسط الهطول السنوي بين 900-1000 مم، أما متوسط درجات الحرارة السنوية بين 12-20 م° ومتوسط درجات الحرارة الدنيا المطلقة بين (5-) - (10) ومتوسط درجات الحرارة العظمى المطلقة بين 27-36 م° (نحال، 2003). يتواجد الصنوبر البروتي بشكل طبيعي في مواقع مختلفة ومتنوعة من مستوى سطح البحر وحتى 1500 م ويزدهر في المناخ المتوسطي الذي يتميز بالصيف الحار والجاف والشتاء المعتدل والماطر. تُعد تركيا من أغنى بلدان العالم بهذا النوع حيث يغطي مساحة واسعة (Ozkaya, 2013)، ويتواجد في فرنسا وبريطانيا وهولندا وبلجيكا بشكل مشاجر (Bernicchia et al., 2007).

تُصادف الغابات الطبيعية للصنوبر البروتي في سورية في الطوابق الرطبة وشبه الرطبة ونصف الجافة (نحال، 2012)، اعتباراً من مستوى سطح البحر في البسيط وحتى 1100 م في المنحدرات الغربية في الجبال الساحلية (Hawija et al., 2014). وتتواجد

مجموعاته على شكل غابة عالية نقية منتظمة أو انتقائية، وقد تكون على شكل مجموعات مختلطة (نحال، 1982). تتراوح إنتاجيته في الغابات الطبيعية بين 2.7-2.9 م³/هكتار/سنة ويمكن أن تصل إلى 16.9 م³/هكتار/سنة في بعض المشاجر (عبيدو، 2006). ينمو الصنوبر البروتي على أنماط عديدة من الترب، لكن في الأصل ينمو على ترب رندزينا حمراء ناشئة فوق صخور كلسية ورواسب مارلية طينية (Boydak, 2004). يتكاثر بسهولة بالبذور ويبدأ إنتاج المخاريط البذرية بعمر مبكر من 8 - 6 سنوات تقريباً وتتضح المخاريط الثمرية في خريف السنة الثانية من تشكلها، وتتمتع بذوره بقدرة إنتاجية عالية تصل حتى 90%. يحدث الإنبات للبذور خلال الفصل الماطر إذا كانت الحرارة مناسبة مع تواتر ذروتين العظمى في الربيع والصغرى في الخريف، وهو نوع متطلب للضوء وسريع النمو، يتجدد مع الحرائق بشكل عام ولكن يمكن أن يتجدد في الظروف الطبيعية بدون حرائق في الغابات (Boydak, 2000). ساهمت هذه الغابات بشكل دائم في توفير احتياجات السكان المحليين من الأخشاب، غير أن اختيار الأشجار الجيدة والقطع العشوائي لها ألحق الضرر الجسيم بهذه الغابات وأدى إلى فقدان مساحات كبيرة منها وبالتالي غياب الدور الذي كانت تقوم به. لذلك فإنه دور المهندس الحراجي هام جداً في هذه المرحلة من خلال تدخله الفني المدروس في كافة مراحل نمو الغابة لتوجيهها في الاتجاه الصحيح بوضع خطط الإدارة المناسبة من أجل مساعدتها في استعادة دورها البيئي بالإضافة إلى الفوائد المتعددة ذات الطابع الاقتصادي، بما يلبي حاجة السكان المجاورين ومتطلباتهم. فغاباتها ثروة وطنية يجب حمايتها وصونها وزيادة رقعتها واستثمارها بشكل مستدام يضمن الاستفادة من مقدراتها مع ضمان استمراريتها للقيام بأدوارها البيئية والاقتصادية والاجتماعية.

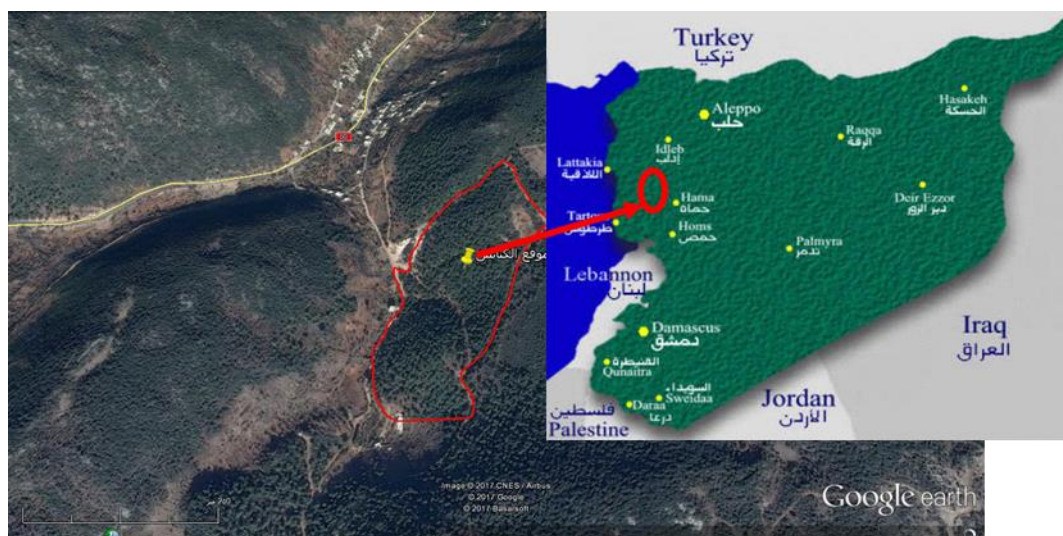
ينتشر الصنوبر البروتي على السفح الشرقي لسلسلة الجبال الساحلية بدرجات متباينة من التدهور وذلك في الطابق المتوسطي الحقيقي بشكل أساسي، يُحيط بمناطق انتشاره عديد من القرى والتجمعات السكانية مما يجعل من غاباته مصدراً أساسياً للكثير من المتطلبات الضرورية لسكان هذه القرى والذي أدى لزيادة الضغط على هذه الغابات وتعرضها للتدهور. وبالتالي ونتيجة لهذا التراجع في مساحة هذه الغابات فإنه من الضروري دراستها لمعرفة خصائصها وقدراتها الحراجية بهدف حمايتها من التدهور والمحافظة عليها وضمان استمرارية دورها البيئي والإنتاجي. كما تُتيح مثل هذه الدراسات للحرايين المشرفين على إدارة المواقع الحراجية بالتنبؤ بالمخزون الخشبي والكتلة الحيوية لهذا المصدر الهام للطاقة المتجددة.

تهدف هذه الدراسة إلى تقدير المخزون الخشبي ومعدل النمو السنوي والكتلة الحيوية فوق الأرضية الكلية لأشجار الصنوبر البروتي على السفح الشرقي للجبال الساحلية.

مواد البحث وطرائقه:

1- موقع الدراسة:

نُفذت الدراسة في مواقع الصنوبر البروتي المتواجدة في منطقة الكنائس على السفح الشرقي لسلسلة الجبال الساحلية المطلّة على سهل الغاب. تقع هذه المنطقة على مسافة 45 كم شمال غرب محافظة حماه. شملت الدراسة جميع التباينات الموجودة في المواقع من حيث الارتفاع عن سطح البحر والميل والمعرض والانحدار وخصائص التربة والعمر وطبيعة نمو الأشجار بالمواقع المدروسة. يتراوح الارتفاع عن سطح البحر بين (500-700) م. نسب الانحدار في المواقع المدروسة تراوحت بين 18-27 درجة. تتميز التربة في معظم مواقع الدراسة بأنها تربة من نوع المارن. تخضع منطقة الدراسة للمناخ المتوسطي الذي يتميز بأماطه الشتوية ويكون الصيف فيه جافاً (الشكل 1).



الشكل 1. موقع الكناس للصنوبر البروتي

2-أخذ العينات واختيار الأشجار:

أُخذت خمس عينات دائرية بنصف قطر قدره 11.3 م فتكون مساحة العينة حوالي 400 م²، أُخذت هذه العينات بالطريقة النظامية بمسافة 100 متر بين العينة والأخرى. بلغ متوسط عدد الأشجار في العينات الخمسة 31 شجرة بأعمار تراوحت بين 71 وحتى 75 سنة على ارتفاع الصدر، تم قياس أقطار جميع الأشجار الموجودة في العينة على ارتفاع الصدر (1.30 م) (dbh)، بلغ القطر المتوسط للأشجار في العينات الخمسة 27.87 سم. كما تم قياس ارتفاع جميع الأشجار في العينات المدروسة (h)، وبلغ متوسط الارتفاع للأشجار في هذه العينات 7.72 م (الجدول 1). أستخدم جهاز Blume-Leiss لقياس الارتفاع والميل، كما أستخدم الشريط المتر القماشي لقياس القطر. تُعد هذه المتغيرات الحراجية سهلة القياس، المذكورة سابقاً، أداة مفيدة في التنبؤ بنمو وديناميكية الأنواع الحراجية (Russo et al., 2019).

الجدول 1. خصائص عينات الصنوبر البروتي المدروسة

رقم العينة	عدد الأشجار	الارتفاع عن سطح البحر (م)	الانحدار (°)	القطر المتوسط (سم)	الارتفاع المتوسط (م)	العمر المتوسط
العينة 1	32	500	18	30.5	8.6	75
العينة 2	29	550	18	30.96	8.21	75
العينة 3	32	650	27	26.59	7.21	71
العينة 4	31	600	23	25.76	7.35	71
العينة 5	31	700	27	25.54	7.22	73
المتوسط	31	600	22.6	27.87	7.72	73

3-تقدير معامل الشكل لأشجار الصنوبر البروتي:

أُختيرت 15 شجرة من أشجار الصنوبر البروتي من العينات المدروسة والممثلة لصفوف الأقطار من 27 وحتى 57 سم. قُطعت هذه الأشجار بعد قياس أقطارها على ارتفاع الصدر وقُسم الجذع إلى أجزاء متساوية الطول 1 متر لكل جزء، تم قياس قطر كل جزء من هذه الأجزاء في المنتصف. بعد ذلك أستخدمت طريقة التكعيب الجزئي لحساب الحجم الحقيقي لكل شجرة من خلال علاقة Huber (Pardé and Bouchon, 1988) التالية:

$$V = L * Y$$

حيث V : تمثل حجم القطعة الخشبية (m^3)، و L : تمثل طول القطعة الخشبية (m)، Y : تمثل مساحة مقطع القطعة الخشبية في المنتصف (m^2).

حصلنا على الحجم الحقيقي لكل شجرة مقطوعة من خلال جمع حجوم القطع الخشبية المكونة لها. حُسب حجم الاسطوانة المكافئة (V) لكل شجرة مقطوعة والتي قطرها يعادل القطر على ارتفاع الصدر وارتفاعها يعادل ارتفاع الشجرة المقطوعة وهو ما يسمى أيضا الحجم الوهمي. في النهاية أُستخدمت العلاقة التالية لحساب معامل الشكل لكل شجرة من الأشجار الـ 15 المقطوعة:

$$f = V/V'$$

حيث أن f يمثل معامل الشكل، و V الحجم الحقيقي (m^3)، و V' حجم الاسطوانة المكافئة أو الحجم الوهمي (m^3). أُستخدم لاحقاً متوسط معامل الشكل للأشجار الـ 15، في تقدير الحجم الخشبي للأشجار في كل العينات، فُدر الحجم الخشبي (V) لأشجار الصنوبر البروتي في العينات المدروسة باستخدام المعادلة التالية:

$$V = g * h * f$$

حيث تمثل g : المساحة القاعدية للشجرة (m^2) ويمكن حسابها من خلال العلاقة:

$$g = \pi * d^2 / 4$$

يمثل h : الارتفاع الكلي للشجرة

حُسب معدل النمو السنوي (m^3 /هكتار/سنة) للصنوبر البروتي في العينات المدروسة من خلال العلاقة التالية:

$$\text{معدل النمو السنوي} = \frac{\text{الحجم الخشبي الكلي}}{\text{العمر}}$$

4-تقدير الكتلة الحيوية:

أُستخدمت الـ 15 شجرة المقطوعة والمستخدمة سابقاً لتقدير معامل الشكل، في تقدير الكتلة الحيوية فوق الأرضية الكلية. تم اسقاط هذه الأشجار وتقسيمها إلى قطع بطول 1 م ليسهل وزنها باستخدام ميزان عادي، حيث وُزنت جميع أجزاء الشجرة (الجذع والأفرع والأوراق)، كما تم قياس أقطار الأشجار المقطوعة على ارتفاع الصدر (dbh).

اختيرت المعادلة من الشكل قوة لتقدير الكتلة الحيوية:

$$Biomass = a * dbh^b$$

كما تم حساب معامل التحديد (R^2) المرافق باستخدام العلاقة التالية:

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

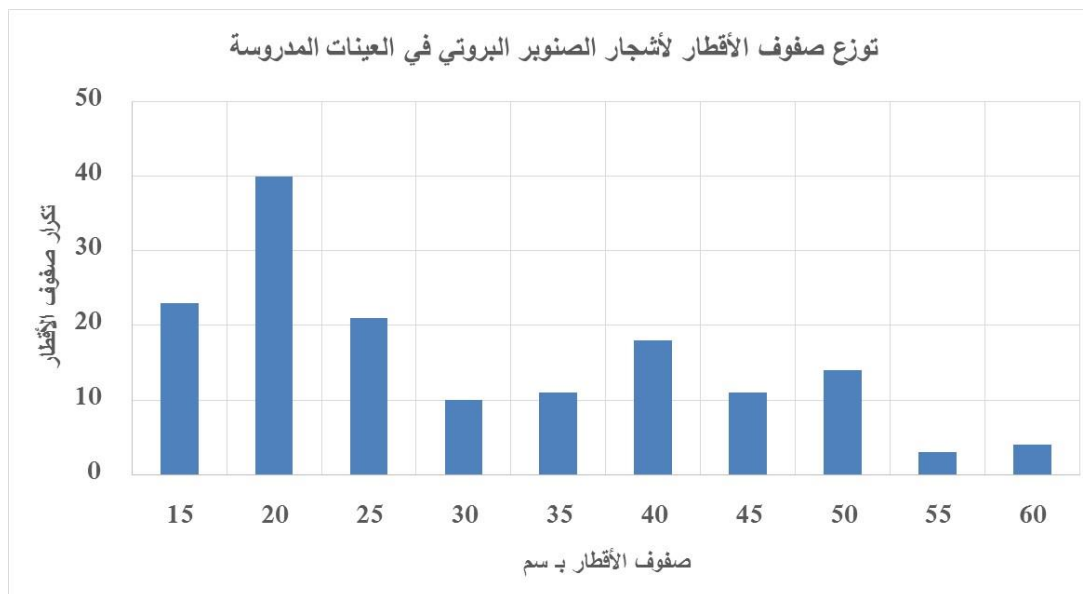
حيث أن: \hat{Y}_i تمثل القيمة المقدرة من خلال النموذج للكتلة الحيوية للشجرة i ، Y_i هي القيمة المقاسة للكتلة الحيوية للشجرة i ، \bar{Y}_i هي المتوسط الحسابي للقيم الحقيقية المقاسة ($i = 1, \dots, n$).

فُدرت ثوابت هذه المعادلة المعتمدة عالمياً (الأكثر استخداماً: المذكور أعلاه) باستخدام برنامج SPSS.V25.

النتائج والمناقشة:

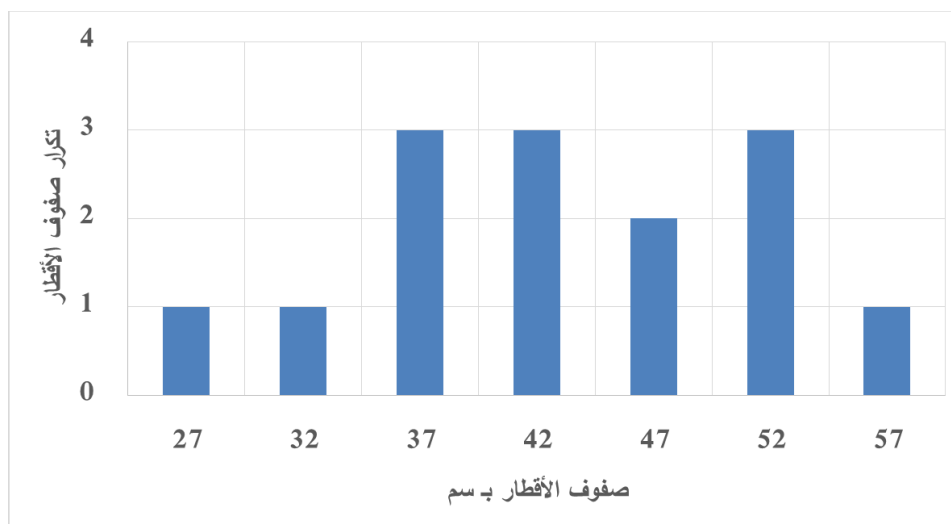
1- توزيع صفوف الأقطار لأشجار الصنوبر البروتي في العينات المدروسة:

بلغ العدد الكلي للأشجار في العينات الخمسة المدروسة 155 شجرة، توزعت هذه الأشجار في 10 صفوف أقطار، حيث احتل صف القطر 20 سم العدد الأكبر من الأشجار (40 شجرة)، بينما احتل صف القطر 55 سم العدد الأقل من الأشجار (3 أشجار) (الشكل 2).



الشكل 2. توزيع أقطار أشجار الصنوبر البروتي في العينات المدروسة.

كما توزعت أشجار الصنوبر البروتي المستخدمة في تقدير معامل الشكل وفي معايرة المعادلة من الشكل قوة والمستخدم في تقدير الكتلة الحيوية فوق الأرضية الكلية، في 7 صفوف أقطار، حيث احتلت صفوف الأقطار 37، 42، 52 سم العدد الأكبر من الأشجار (3 أشجار لكل صف قطر)، بينما احتلت صفوف الأقطار 27، 32، 57 سم العدد الأقل من الأشجار (شجرة واحدة لكل صف قطر) (الشكل 3).



الشكل 3. توزيع أقطار أشجار الصنوبر البروتي المستخدمة في تقدير معامل الشكل والكتلة الحيوية الكلية في العينات المدروسة.

2- المخزون الخشبي للصنوبر البروتي في العينات المدروسة:

تراوحت قيمة معامل الشكل بين 0.28 للشجرة ذات القطر على ارتفاع الصدر 50.61 سم وحتى 0.52 للشجر ذات القطر على ارتفاع الصدر 27 سم. كما بلغ متوسط قيمة معامل الشكل للأشجار الـ 15 المقاسة قيمة مقدارها 0.39، سيتم استخدام هذه القيمة (0.39) في معادلة تقدير الحجم الخشبي (الجدول 2).

الجدول 2. قيم معامل الشكل لأشجار الصنوبر البروتي مع قطرها على ارتفاع الصدر القطر

معامل الشكل	على ارتفاع الصدر (سم)
0.52	27
0.30	28.65
0.41	32.50
0.28	33.74
0.48	36.00
0.42	37.50
0.34	38.50
0.48	42.00
0.36	46.00
0.33	46.15
0.34	47.75
0.39	48.50
0.28	50.61
0.49	55.50
0.37	57.50

تراوحت قيمة المساحة القاعدية بين 1.92 م² للعينه الرابعة وحتى 2.79 م² للعينه الأولى، كما بلغت قيمة متوسط المساحة القاعدية بالهكتار 56.45 م²/هكتار. بلغت أعلى قيمة للمخزون الخشبي 12.34 م³ في العينه الأولى، بينما كانت أدنى قيمة للمخزون لخشبي للعينه الثالثه بقيمه مقدارها 7.26 م³. كما سجل متوسط المخزون الخشبي للصنوبر البروتي بالهكتار قيمة مقدارها 232.84 م³/هكتار بكثافة قدرها 775 شجرة بالهكتار. تُعد قيمة المخزون الخشبي في دراستنا هذه منخفضة مقارنة مع دراسات لنفس النوع في المنطقة الساحلية، فقد بلغت قيم المخزون الخشبي للصنوبر البروتي في منطقة ربيعه شمال اللاذقيه مقدارها 610.99 م³/هكتار وكثافة قدرها 1503 شجرة بالهكتار (سليمان، 2014). بينما كانت قيمة المخزون الخشبي في دراستنا قريه لما توصل إليه عبيدو وقبيلي (2001) في موقع بيت زنتوت في منطقة القرداحة، حيث بلغت قيمة المخزون الخشبي للصنوبر البروتي في هذا الموقع قيمة مقدارها 200.8 م³/هكتار وكثافة قدرها 877 شجرة بالهكتار. إن العلاقة بين الكثافة الشجرية للمجموعه الحرجية والمخزون الخشبي ضعيفة وغير معنوية وخاصة بالنسبة للأشجار التي تتميز بإنتاج أخشاب خاصة للنشر (Pretzsch et al., 2018).

أما بالنسبة لمعدل النمو السنوي فقد كانت أعلى قيمة في العينه الأولى بقيمه 4.11 م³/هكتار/سنة، وأدنى قيمة لمعدل النمو السنوي في العينه الثالثه بقيمه مقدارها 2.56 م³/هكتار/سنة. بلغت قيمة متوسط النمو السنوي قيمة مقدارها 3.18 م³/هكتار/سنة (الجدول 3). جاءت هذه القيم لمعدل النمو السنوي في دراستنا قريه لما ورد في دراسة عباس (2002) في منطقة قسطل معاف، حيث بلغت قيمة معدل النمو السنوي للصنوبر البروتي في هذا الموقع قيمة مقدارها 2.5 م³/هكتار/سنة عند كثافة شجرية 610 شجرة/هكتار وعند عمر 45 سنة.

الجدول 3. الخصائص الحراجية لعينات الصنوبر البروتي المدروسة

رقم العينه	المساحة القاعدية بالعينه	المساحة القاعدية	عدد الأشجار بالهكتار	المخزون الخشبي بالعينه	المخزون الخشبي بالهكتار	معدل النمو السنوي (م ³ /هكتار/سنة)
------------	--------------------------	------------------	----------------------	------------------------	-------------------------	---

	(م ³ /هكتار)	(م ³)		(م ² /هكتار)	(م ²)	
4.11	308.54	12.34	800	69.75	2.79	1
3.80	284.96	11.40	725	65.25	2.61	2
2.56	181.49	7.26	800	50.25	2.01	3
2.67	189.46	7.58	775	48	1.92	4
2.74	199.77	7.99	775	49	1.96	5
3.18	232.84	9.31	775	56.45	2.26	المتوسط

3- الكتلة الحيوية فوق الأرضية الكلية لأشجار الصنوبر البروتي:

أُستخدمت المعادلة من الشكل قوة لتقدير الكتلة الحيوية فوق الأرضية الكلية المنتجة من الأشجار المفردة، فُدرت بعد ذلك الكتلة الحيوية الكلية فوق الأرضية لأشجار كل عينة على حدى ومن ثم على مستوى واحدة المساحة (الهكتار). تمثل النقاط القيم المقاسة للكتلة الحيوية فوق الأرضية الكلية، بينما يمثل الخط المنحني قيم الكتلة الحيوية فوق الأرضية الكلية المقدر باستخدام المعادلة من شكل قوة وذلك بدلالة القطر على ارتفاع الصدر (الشكل 4). تُعد المعادلات التي تعبر عن مكونات الكتلة الحيوية بواسطة متغيرات سهلة القياس مثل القطر على ارتفاع الصدر، من الأدوات الأكثر استخداماً لتقدير الكتلة الحيوية الشجرية ويمكن لهذه المعادلات أن تُستخدم بشكل مباشر على مستوى الشجرة أو كمكونات لعوامل الكتلة الحيوية والمصممة لتُطبق على مستوى المجموعة الحرجية (Vashum and Jayakumar, 2012).

بلغت ثوابت هذه المعادلة القيم التالية: $a = 0.964$, $b = 1.867$ وبالتالي أخذت المعادلة الشكل التالي:

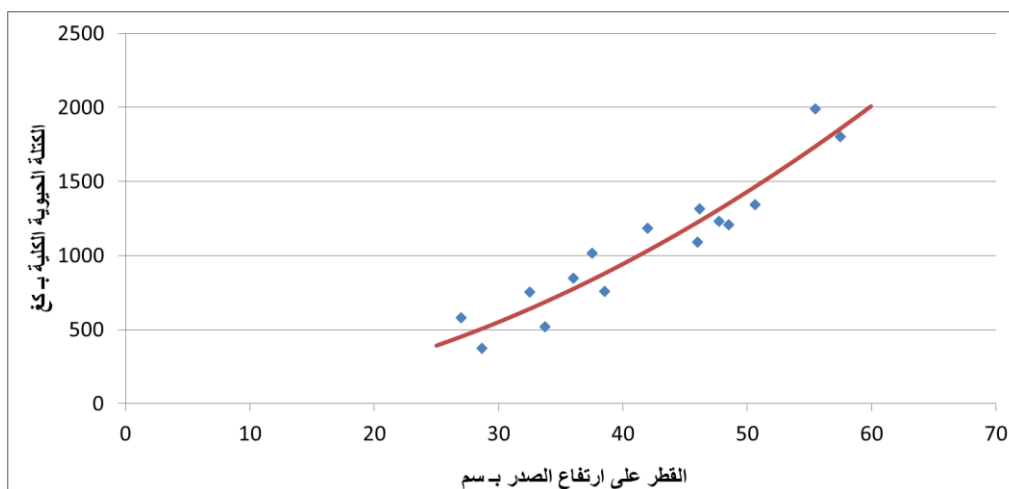
$$\text{الكتلة الحيوية الكلية} = 0.964 * \text{القطر على ارتفاع الصدر}^{1.867}$$

$$\text{Biomass} = 0.964 * \text{dbh}^{1.867}$$

حيث Biomass: تمثل الكتلة الحيوية الكلية بـ كغ

dbh: تمثل القطر على ارتفاع الصدر بـ سم

بلغت قيمة معامل التحديد لهذه المعادلة ($R^2 = 90.1\%$)، وبالتالي فإن هذه المعادلة تستطيع تفسير حوالي 90% من التباينات الموجودة في القيم الحقيقية للكتلة الحيوية الكلية للصنوبر البروتي في الموقع المدروس، تُعد هذه القيمة ممتازة حيث نلاحظ التقارب الموجود بين النقاط التي تمثل قيم الكتلة الحيوية فوق الأرضية الكلية المقاسة وبين المنحني البياني الذي يمثل معادلة القوة المستخدمة لتقدير الكتلة الحيوية فوق الأرضية الكلية.



الشكل 4. الكتلة الحيوية فوق الأرضية الكلية للسنوبر البروتي في الموقع المدروس.

الجدول 5. الكتلة الحيوية فوق الأرضية الكلية للعينات المدروسة وبالهكتار.

رقم العينة	الكتلة الحيوية الكلية (طن/400 م ²)	الكتلة الحيوية الكلية (طن/هكتار)
1	21.05	526.21
2	19.61	490.24
3	15.54	388.58
4	14.83	370.65
5	15.06	376.45
المتوسط	17.22	430.43

تراوحت قيم الكتلة الحيوية فوق الأرضية الكلية للسنوبر البروتي بين 14.83 طن/ 400 م² في العينة الرابعة، حتى 21.05 طن/400 م² في العينة الأولى. كما بلغ متوسط الكتلة الحيوية فوق الأرضية الكلية للسنوبر البروتي بالهكتار قيمة مقدارها 430.43 طن / هكتار (الجدول 5). تفوقت الكتلة الحيوية الكلية للسنوبر البروتي في دراستنا على الكتلة الحيوية الكلية للسنوبر البروتي في مركز الأبحاث الحراجية في بوقا والتي بلغت قيمة مقدارها 319.3 طن/هكتار (نحال، 1982) وبالتالي هي أقل بشكل كبير مقارنة مع دراستنا. قام سليمان (2013) باختيار النموذج الأنسب لتصميم معادلة الكتلة الحية للسنوبر البروتي في منطقة ربيعة باللاذقية. وجد أن المعادلة من الشكل قوة هي الأفضل، بلغت الكتلة الحيوية للنوع المدروس في منطقة الدراسة 579.6 طن/الهكتار. توصل برهوم (2014) أيضاً إلى أن المعادلة من الشكل قوة هي الأفضل لتقدير الكتلة الحيوية لثلاث أنواع حراجية هي السنوبر البروتي والشمري والأوكالبتوس في ثلاث مواقع مختلفة من الغاب. وقد بلغت قيمة الكتلة الحيوية للسنوبر البروتي في موقع المروج 78.98 طن/الهكتار. وجد Durkaya *et al.*, (2009) عند دراستهم للكتلة الحيوية لغابات السنوبر البروتي في تركيا أن المعادلة الأسية أيضاً هي الأنسب لدراسة وتقدير الكتلة الحيوية والتي قُدرت بـ 500 طن/الهكتار. تكمن أهمية هذه المعادلات والنماذج الرياضية في كونها أصبحت ضرورية ومطلوبة بشدة في الوقت الحالي لإداري الغابة، فهي تسمح بالتنبؤ بالكتلة الحية ومخزون الكربون لكل الأنواع الحراجية المعروفة (De Miguel *et al.*, 2014).

الاستنتاجات:

تبرز أهمية تقدير المخزون الخشبي ومعدل النمو السنوي والكتلة الحيوية فوق الأرضية الكلية للسنوبر البروتي، من كون هذه

المعلومات تُشكل القاعدة الأساسية التي من خلالها ينطلق إداري الغابة في وضع خططهم المستقبلية ودراسة خياراتهم العملية الخاصة بهذا النوع. فقد سمحت نتائج هذه الدراسة بتقييم المخزون الخشبي لأشجار الصنوبر البروتي في الموقع المدروس والذي بلغ قيمة 232.84 م³/هكتار بمتوسط عمر 73 سنة وكثافة شجرية 775 بالهكتار. يُعد هذا الإنتاج الخشبي إنتاجاً منخفضاً مقارنة مع نتائج دراسات أخرى خاصة بنفس النوع، بينما أعطت هذه الأشجار نمواً سنوياً جيداً بالنسبة لأعمارها. بالمقابل فقد أعطت المعادلة من الشكل قوة، نتائج جيدة لتقدير الكتلة الحيوية فوق الأرضية الكلية للصنوبر البروتي في الموقع المدروس. كما أعطت هذه الدراسة فكرة أولية عن الكتلة الحيوية فوق الأرضية الكلية للصنوبر البروتي في الموقع المدروس، حيث بلغت 430 طن/هكتار.

التوصيات:

يوصى بتوسيع نطاق الدراسة لتشمل مواقع وعينات أكبر تُغطي أماكن تواجد الصنوبر البروتي على السفح الشرقي لسلسلة الجبال الساحلية، مع الأخذ بعين الاعتبار توسيع مجال صفوف الأقطار للأشجار الداخلة في معادلة تقدير الكتلة الحيوية لكي تشمل جميع صفوف الأقطار الممكن تواجدها في منطقة الدراسة. كما يوصى بتجريب معادلات أخرى من أشكال مختلفة وبدلالة أكثر من متغير، ومقارنتها مع المعادلة من الشكل قوة والمستخدم في هذه الدراسة لتقدير الكتلة الحيوية الكلية للصنوبر البروتي.

المراجع:

- برهوم، أنس (2014). تقييم نجاح بعض مواقع التحريج الاصطناعي في سهل الغاب في سورية. رسالة ماجستير في الهندسة الزراعية، اختصاص علوم الغابات، كلية الزراعة، جامعة تشرين، 80 صفحة.
- سليمان، تام (2013). نمذجة مؤشر جودة الموقع وتقدير الكتلة الحيوية لغابات الصنوبر البروتي *Pinus brutia* Ten. في منطقة ربيعة - اللاذقية. رسالة ماجستير، كلية الزراعة، جامعة تشرين، 76 صفحة.
- عباس، حكمت (2002). دراسة تطبيقية نموذجية متكاملة للمعطيات البيئية الحراجية الاجتماعية والاقتصادية بهدف تنظيم وإدارة غابة الصنوبر البروتي *Pinus brutia* Ten. في غابة المحمودية كتلة (البتراء - الزيتون - النملة) -منطقة قسطل معاف - محافظة اللاذقية. مجلة الخليج العربي للبحوث العلمية. 20 (3): 179-189.
- عبيدو، محمد سليمان، قبيلي، عماد. (2000). نمو الصنوبر البحري والصنوبر البروتي وإنتاجيتهما في الطابق البيومناخي الرطب متوسط البرودة في الجبال الساحلية متوسط الارتفاع. مجلة جامعة دمشق للعلوم الزراعية. 16 (2): 52-63.
- عبيدو، محمد (2000). علم البيئة الحراجية، منشورات جامعة دمشق، كلية الزراعة. 364 صفحة.
- نحال، ابراهيم (2012). موسوعة الثروة الحراجية في سورية (ماضيها - حاضرها - آفاق مستقبلها) FAO، دمشق، 480 صفحة.
- نحال، ابراهيم (2003). علم الشجر، منشورات جامعة حلب. كلية الزراعة، 630 صفحة.
- نحال، ابراهيم (1982). الصنوبر البروتي *Pinus brutia* وغاباته في سورية وبلاد شرق المتوسط. منشورات جامعة حلب. كلية الزراعة، 228 صفحة.

Bernicchia, A.; E. Savio; and S.P. Gorjon (2007). Aphyllophoraceous wood inhabiting fungi on *Pinus* spp. In Italy. 101: 5-8.

Boydak, M. (2000). Plant diversity, *Phoenix theophrasti* and *Pinus brutia* in Turkey. Biodiversity and Natural Heritage in the Aegean Proceedings of the Conference Theophrastus 2000 (A. J.

- Karamanos and C. A. Thanos, Eds.) (July 6-8, 2000, Eressos, Sigri, Lesbos-Greece), p. 251-259, Athens (call paper).
- Boydak, M. (2004). Silvicultural characteristic aturalregeneration of *Pinus brutia* Ten in Turkey - a review. *Plant Ecology*. 171: 153-163.
- De Miguel, S.; T. Pukkala; N. Assaf; and and Z. Shater (2014). Intra-Specific Differences in Allometric Equations for Aboveground Biomass of Eastern Mediterranean *Pinus Brutia*, *Annals of Forest Science*. (71)1: 101-112.
- Durkaya, A.; B. Durkaya; and A. Ünsal (2009). Predicting the above – ground biomass of Calabrine Pine (*Pinus brutia* Ten.) Stands in Turkey. *African Journal of Biotechnology*. 8(11): 2438-2488.
- FAO (2009). *Global Review of Forest Pests and Diseases*. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome. 222pp.
- FAO (2013). *State of Mediterranean Forests*. Rome.1-177.
- Hawija, B.N.; V. Wagner; and I. Hensen (2014). Genetic comparison between natural and planted populations of *Pinus brutia* and *Cupressus sempervirens* in Syria. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*. 38: 267-280.
- Ozkaya, K. (2013). Determination of some physical and mechanical properties of Calabrian pine (*Pinus brutia* Ten.) trees grown in the Denizli area of Turkey. *International Journal of Physical Sciences*. 8(16): 2063- 2068.
- Palahi, M. (2004). *New tools and methods for Mediterranean forest management and planning*. Centre Tecnològic Forestal de Catalunya. Tempus IMG. 13p.
- Pardé J., and J. Bouchon (1988). *Dendrométrie*, ENGREF, Nancy, 328p.
- Pretzsch, H.; P. Biber; G. Schütze; J. Kemmerer; and E. Uhl (2018). Wood density reduced while wood volume growth accelerated in Central European forests since 1870. *Forest Ecology and Management*. 429: 589–616.
- Russo, D.; P.A. Marziliano; G. Macri; A. Proto; R. Zimbalatti; and F. Lombardi (2019). Does thinning intensity affect wood quality? An analysis of Calabrian Pine in Southern Italy using a non-destructive acoustic method. *Forests*.10:303.
- Vashum, K.T.; and S. Jayakumar (2012). Methods to estimate above-ground biomass and carbon stock in natural forests-A review. *J. Ecosyst. Ecogr.*, 2(4): 7p.

Estimation of wooden Stock and Total Above-Ground Biomass of Calabrian Pine (*Pinus brutia*) at the Eastern Foothill of the Coastal Mountains in Syria

Ali Thabeet^{*(1)}

⁽¹⁾. Department of Renewable Natural Resources and Ecology, Faculty of Agriculture, University of Aleppo, Aleppo, Syria.

(*Corresponding author: Dr. Ali Thabeet. E. Mail: alithabt@yahoo.fr).

Received: 28/07/2019

Accepted: 20/08/2019

Abstract

The aim of this research was to estimate the total wooden stock and above-ground biomass of Calabrian pine at Al-Kanaais site in the eastern foothill of the coastal mountains in Syria. Field measurements were done in summer 2018. Five circular samples were taken, the area of each plot was 400 m². The following parameters were taken for each plot: trees number, diameter at breast height and total trees height. Fifteen trees were chosen covering diameter classes of the studied site, to estimate form factor and tree biomass. Total wooden stock, above-ground biomass and mean annual increment of Calabrian pine trees were calculated. A power equation with diameter at breast height was used to estimate total above-ground biomass of all trees, this equation had a high R-squared ($R^2 = 0.91$). The results showed that the mean value of the form factor of Calabrian pine was 0.39, and the wooden stock value reached to 232.84 m³/ha with average age of 73 years and tree density of 775 trees/ha. The average annual increment was 3.18 m³/ha/year. The results of this study revealed that study area had good total above-ground biomass value about 430.43 ton/ha. The results of this research could be an important basis for future studies, which will help in the development and management of the Calabrian pine sites at the eastern foothill of the coastal mountains in Syria.

Key words: *Pinus brutia*, Wooden stock, Total above-ground biomass, Syria.