

دراسة النمو والكتلة الحيوية لأشجار الأوكالبتوس المنقاري *Eucalyptus**camaldulensis* Dehn. في موقع مرداش، منطقة الغاببشار طوبو*⁽¹⁾ وحكمت عباس⁽¹⁾ وأسامة رضوان⁽¹⁾

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

*للمراسلة: م. بشار طوبو. البريد الإلكتروني: bashar.tobo33@gmail.com.

تاريخ القبول: 2018/12/07

تاريخ الاستلام: 2018/10/22

الملخص

هدف البحث إلى دراسة النمو والكتلة الحيوية لأشجار الأوكالبتوس المنقاري *Eucalyptus camaldulensis* Dehn. في منطقة الغاب، حيث أخذت 21 عينة دائرية بمساحة 400 م² لكل منها. أخذت القياسات التالية ضمن كل عينة وهي: عدد الأشجار في كل عينة (N)، والقطر على ارتفاع الصدر (dbh) لجميع أشجار العينة، والارتفاع الكلي لكل شجرة في العينة (H). أختيرت 10 أشجار تمثل جميع صفوف الأقطار الموجودة في الموقع لتقدير معامل الشكل، وتصميم نموذج لتقدير الكتلة الحيوية. كما تم حساب المخزون الخشبي، ومعدل النمو السنوي لأشجار النوع المدروس في الموقع المذكور. بالإضافة إلى حساب الكتلة الحيوية الكلية لأشجار العينات باستخدام المعادلة الأسية. أظهرت النتائج أن متوسط معامل الشكل لأشجار الأوكالبتوس المنقاري في الموقع المدروس كان حوالي 0.41، وبلغت كمية المخزون الخشبي قيمة مقدارها 249.25 م³/هكتار بعمر 64 سنة، بكثافة شجرية 208 شجرة/هكتار. بينما كانت قيمة معدل النمو السنوي حوالي 3.89 م³/هكتار/سنة. وبينت نتائج هذه الدراسة أن الكتلة الحيوية الكلية للأوكالبتوس المنقاري في الموقع المدروس كانت مرتفعة، إذ بلغت قيمتها حوالي 318.71 طن/هكتار.

الكلمات المفتاحية: الأوكالبتوس المنقاري، المخزون الخشبي، الكتلة الحيوية، معامل الشكل.

المقدمة:

تعد الغابات نظاماً بيئياً متوازناً معقداً لما تحتويه من كائنات حية متنوعة ومتفاعلة فيما بينها من جهة، وبينها وبين العوامل البيئية من جهة أخرى، كما تمثل ثروة وطنية مهمة، لما تحتويه من مدخرات وراثية، ولما تتمتع به من خصائص تجعلها أكثر النظم البيئية تطوراً وارتباطاً بحياة الإنسان (عباس وشاطر، 2005)، وينمط الحياة الأرضية عامة. كانت الغابات وما تزال أكثر النظم البيئية عرضةً لضغط ونشاط الإنسان، كونها تشكل مصدراً أساسياً للكثير من حاجاته الضرورية (Palt et al., 2003)، وخاصة الغابة المتوسطة (عباس وشاطر، 2005؛ نحال، 2006). يتميز الغطاء النباتي الطبيعي ضمن مناطق البحر المتوسط بشكل عام بتنوعه واختلاف مجتمعاته، كما يتميز بحساسيته الشديدة وقلة ثباته وعدم استقراره (Castro, 2008). يندرج الغطاء النباتي الطبيعي في سورية ضمن الصفات العامة للغطاء النباتي المتوسطي (عبيدو، 2000)، وقد تعرضت الغابات عبر مر الزمن وتعاقب الحضارات، للاستثمار الجائر والتعديلات المختلفة من قبل الإنسان مما أدى إلى تدهورها وزوال مساحات كبيرة منها (نحال وآخرون، 1996). حيث ترافق تدهور الغابات الطبيعية في العالم وتقلص مساحتها خلال 10000 سنة الأخيرة من تاريخ الحياة البشرية، مع زيادة في عدد سكان العالم. أدت هذه الزيادة في

عدد السكان على الأرض إلى ازدياد الطلب على الغابة ومنتجاتها المتنوعة (أخشاب صناعية، وأخشاب وقيد، وألياف،... إلخ)، ولاسيما الخشب كمادة للصناعة أو كمصدر للطاقة، إذ بلغ الاستهلاك السنوي للعالم (2.4 مليار طن/سنة) من الأخشاب (Castro-Arellano, 2007) ولقد تطلب ذلك إدارة مكثفة للكثير من غابات العالم وزراعة مشاجر حراجية اصطناعية، ليصبح بذلك التشجير الحراجي ضرورة ملحة بالنسبة للعديد من دول العالم، لحد من إزالة وتدهور الغابات الطبيعية من جهة ولسد النقص الحاصل في مادة الخشب ولو جزئياً من جهة أخرى (Sarlo, 2006; Davidar et al., 2007; De Clercq et al., 2007). وقد أكد عباس (2006) أن البيئة تتعرض لتحولات خطيرة من الناحية الجيولوجية والمناخية، وكل هذا ينتج عن تصرفات الإنسان السلبية، وعدم مراعاته للتوازن الحيوي، وتلويثه للبيئة من خلال أنشطته المختلفة، حيث أدى هذا النشاط إلى تخریب وتدهور مساحات شاسعة من الغابات.

عرّف Heil et al., (2007) تشجير الأراضي الزراعية التي خرجت من الإنتاجية (البور) في أوروبا، بأنه نشاط محدد يقوم به الإنسان، يتم من خلاله تحويل استخدام الأراضي من الزراعة مثلاً (الأرض التي لا تمتلك غطاء طبيعياً) إلى غابة أي أرض ذات غطاء شجري. اهتمت الجمهورية العربية السورية بالتحريج الاصطناعي حيث بدأ ذلك منذ عام 1953 (نحال، 2012)، فعلى سبيل المثال تم إدخال الأوكالبتوس *Eucalyptus spp.* بنوعيه المنقاري والعمودي (*Eucalyptus camaldulensis*, *E. gomphocephala*)، ذلك لما له من أهمية في تجفيف المستنقعات (تجفيف سهل الغاب)، وتثبيت الرمال، والأهمية الاقتصادية للأخشاب الناتجة عنه (فحم وقيد، وخشب صناعي) (نحال، 2003)، وكذلك نظراً لتكيف الأوكالبتوس *Eucalyptus spp.* بنوعيه مع ظروف بيئية مختلفة، وأنواع ترب مختلفة، بالإضافة لسرعة نموه.

تعبر إنتاجية موقع ما، والتي تعرف بأنها "حجم الخشب الناتج عن مجموعة حراجية معينة عند عمر معين أخذ كمرجع، أو متوسط النمو السنوي لهذه المجموعة عند هذا العمر (نحال، 1982)، عن خصوبة هذا الموقع، وتتعلق بالفعل المشترك لعدة عوامل تتفاعل مع بعضها البعض، والتي يمكن جمعها في مجموعتين رئيسيتين: تتعلق المجموعة الأولى بالموقع الحراجي نفسه ودرجة خصوبته، في حين ترتبط المجموعة الثانية بتركيب وبنية المجموعة الحراجية وعمليات التربية المطبقة فيها، بالإضافة للنشاط الإنساني الذي قد يؤثر في الإنتاجية الحراجية سلباً أو إيجاباً. وعليه، فإن إنتاجية موقع ما تنتج عن تفاعل هذه العوامل مجتمعة، إذ لا يمكن لعامل واحد فقط أن يعطي فكرة دقيقة عن هذه الإنتاجية.

إن صفة الديناميكية التي تتمتع بها الإنتاجية الحراجية، والتي تجعلها متغيرة بحسب عوامل عديدة، تتطلب من الحراجي اعتبار ذلك في خطط التنظيم والإدارة، وخلال المراجعة الشاملة لهذه الخطط وتقييمها، مع محاولة الحفاظ على هذه الإنتاجية وزيادتها مع الزمن (عباس وشاطر، 2005).

على الرغم من الأهمية الكبيرة لدراسة النمو والإنتاجية في تنظيم وإدارة الغابات، فهي تساعد الحراجي على تربية المجموعات الحراجية في المواقع الحراجية المختلفة، واستثمارها بالطريقة التي تسمح بالحصول على أكبر كمية ممكنة من الإنتاج، مع المحافظة على استمرار إمكانية الحصول على هذا الإنتاج عبر الزمن. ومع ذلك، فإن الدراسات المتعلقة بإنتاجية ونمو الغابات، والمجموعات الحراجية في سورية، لا تزال محدودة ومقتصرة على بعض المواقع، نذكر على سبيل المثال دراسة أجراها برهوم، (2014) حول الإنتاجية الخشبية لأشجار الأوكالبتوس المنقاري في منطقة الغاب، والتي أظهرت أن كمية المخزون الخشبي لهذه الأشجار بلغت قيمة مقدارها 209.9 م³/هكتار، كما بلغت قيمة معدل النمو السنوي حوالي 3.89 م³/هكتار/سنة.

أشار Fenger (1996) إلى أن الإدارة الحديثة للغابات، هي ليست قيوداً مفروضة على الإنتاج الخشبي، بل هي إدارة تضمن استمرارية إنتاجية هذه النظم البيئية وثباتها، وبالتالي الحصول على منتجاتها المتنوعة بشكل مستدام. تعرف الكتلة الحيوية بأنها كمية المادة الحية من الغذاء المدخر في لحظة معينة، وتقدر بالوزن الطازج أو الحي في وحدة المساحة (كغ/هكتار) أو (طن/هكتار) (عباس وشاطر، 2005). عادةً ما يتم حساب الكتلة الحيوية على مستوى المجموعة الحراجية باستخدام معادلات الانحدار الخطية وغير الخطية، بتطبيقها على القياسات الحراجية على مستوى المجموعة الحراجية. يتم تقييم أو تقدير الكتلة الحيوية عادة من خلال قياس قطر الشجرة أو قطر الشجرة وارتفاعها معاً وذلك باستخدام علاقة تجريبية (Empirical Equation) لحساب الكتلة الحيوية (Ali, 2005; Pretzsch, 2009).

يوجد أشكال مختلفة للمعادلة الألويمترية (Allometric Equation) (وهي علاقة تُعنى بمعرفة الصلة بين القياسات للكائن الحي المفرد أو بين الأحياء) (Pretzsch, 2006)، مثلاً: تمكننا العلاقة الألويمترية من معرفة الكتلة الحيوية، أو المسقط التاجي للشجرة من خلال معرفة قياس متحول واحد كارتفاع الشجرة أو قطرها)، لكن أكثرها استخداماً هي المعادلة اللوغاريتمية الطبيعية $y = a + b \times \ln(dbh)$ أو $y = a \times dbh^b$

حيث: (y) الكتلة الحيوية، (b, a): ثوابت، (dbh): قطر الشجرة على ارتفاع الصدر (Dudley and Fownes, 1992; Ali, 2005). تختلف قيمة الثوابت (b, a) وفقاً لكل نوع شجري (Fresco and Richardson, 1998; Ali, 2005). نظراً لقلّة الدراسات الخاصة بدراسة النمو والكتلة الحيوية لأشجار الأوكالبتوس المنقاري في سورية عامة، وفي منطقة الغاب خاصة، يهدف هذا البحث ليكون لبنة أولية لتقييم مدى نجاح عملية التحريج بهذا النوع، وذلك بشكل علمي من خلال دراسة النمو والكتلة الحيوية لأشجار الأوكالبتوس المنقاري المستخدمة في تشجير الموقع المدروس.

مواد البحث وطرائقه:

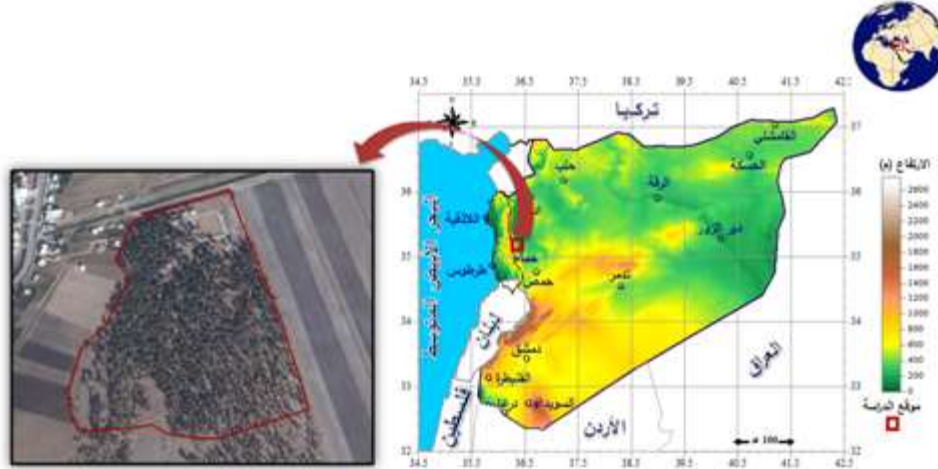
موقع الدراسة:

يتبع موقع الدراسة لمنطقة الغاب الذي يشغل الجزء الشمالي الغربي من محافظة حماه، إذ يمتد محاذياً لسلسلة الجبال الساحلية من الشرق لمسافة 65 كم باتجاه شمال-جنوب، شاغلاً مساحة قدرها 140799 هكتاراً. تخضع منطقة الدراسة للمناخ المتوسطي الذي يتميز بأمطاره الشتوية ويكون الصيف فيه جافاً، حيث يبلغ معدل الهطل السنوي (675 مم)، أما متوسط درجة الحرارة العظمى (M) فهي 34.9 درجة مئوية، ومتوسط درجة الحرارة الصغرى (m) تصل إلى 4.5 درجة مئوية، وذلك بحسب المعطيات المناخية الواردة من محطة بحوث الغاب (الهيئة العامة لإدارة وتطوير الغاب، 2007).

تم إدخال الأوكالبتوس المنقاري إلى الموقع المدروس في منطقة الغاب في عام 1953 (بمساحة قدرها 21 هكتاراً) وذلك بمشروع خاص يمتد إلى جانب الطريق العام من الجهة الشرقية لقرية (عنا) و(مرداش)، وقد كانت عمليات التحريج تتم على سنوات متتالية، وحسب عمليات الزراعة ومواعيدها، فقد تم تقسيم المشروع إلى ثلاثة محاضر (الهيئة العامة لإدارة وتطوير الغاب، 2007) كما هو موضح في الشكل (1).

- موقع المحضر رقم /50/ في قرية (مرداش) التابعة لمنطقة الغاب من أعمال مخفر حراج (عين الكروم)، وهو الموقع الذي تم اختياره لإجراء هذه الدراسة، إذ تبلغ مساحة هذا المحضر حوالي 21 هكتاراً ويتميز بميوله البسيطة.

- موقع المحضر رقم /49/ في قرية (عناب) التابعة لمنطقة الغاب من أعمال مخفر حراج (عين الكروم).
- موقع المحضر رقم /51/ في قرية (شطحة) التابعة لمنطقة الغاب من أعمال مخفر حراج (عين الكروم).



الشكل 1. موقع الدراسة (مرداش) في منطقة الغاب، محافظة حماه.

اقتطاع العينات وأخذ القياسات:

تم اقتطاع 21 عينة دائرية (في العام 2017)، بنصف قطر قدره 11.3 م لكل عينة، فتكون مساحة العينة حوالي 400 م². بلغ متوسط عدد الأشجار في العينات (8) أشجار بعمر 64 سنة بحسب تاريخ تشجير الموقع. تم قياس أقطار جميع الأشجار الموجودة في العينة على ارتفاع الصدر (1.30 م) باستخدام الشريط المتري القماشي، وأستخدم جهاز قياس ارتفاع الأشجار Blume-Leiss (دندرومتر بلوم-ليس) لقياس الارتفاع والميل.

تقدير معامل الشكل والمخزون الخشبي ومعدل النمو السنوي:

1-تقدير معامل الشكل: من أجل حساب معامل الشكل لأشجار الأوكاليببتوس المنقاري في الموقع المدروس، قمنا باختيار 10 أشجار ممثلة للموقع كأشجار وسطية وتمثل جميع التباينات الموجودة في الأقطار. تم حساب القطر على ارتفاع الصدر لكل منها. قُطعت 10 أشجار مختارة، وبعد ذلك تم تقطيع الجذع لكل شجرة إلى أجزاء متساوية الطول (بطول 1 م لكل جزء)، ومن ثم تم قياس قطر كل جزء من هذه الأجزاء في المنتصف. تم حساب معامل الشكل لكل شجرة مقطوعة بطريقة التكعيب الجزئي حسب (Parade and Bouchon, 1988) وفق معادلة Huber:

$$V = L.Y$$

حيث V: يمثل حجم القطعة الخشبية (م³).

Y: تمثل مساحة مقطع القطعة الخشبية في المنتصف (م²).

L: طول القطعة الخشبية (م).

نحصل على الحجم الحقيقي للشجرة المقطوعة من خلال جمع حجوم القطع الخشبية المكونة لها. تم حساب حجم الاسطوانة المكافئة V' والتي قطرها يعادل القطر على ارتفاع الصدر، وارتفاعها يعادل ارتفاع الشجرة المقطوعة. ثم تم حساب معامل الشكل من العلاقة التالية: معامل الشكل = الحجم الحقيقي/حجم الاسطوانة المكافئة.

تم حساب متوسط معامل الشكل للأشجار 10 من أجل اعتماده كمعامل شكل لأشجار الأوكاليبتوس المنقاري في الموقع المدروس وبهدف إدخاله في معادلة حساب الحجم لهذه الأشجار.

2-تقدير المخزون الخشبي:

تم حساب الحجم الخشبي لجميع الأشجار في العينة من خلال المعادلة التالية:

$$V_i = g_i * h_i * f_i$$

V_i : الحجم الخشبي للشجرة i / m^3 .

g_i : المساحة القاعدية للشجرة i / m^2 ($g = \pi * dbh^2 / 4$).

f_i : معامل الشكل (وهو المحسوب بطريقة التكعيب الجزئي).

h_i : ارتفاع الشجرة / m .

يتم حساب المخزون الخشبي على مستوى العينة من خلال جمع حجوم جميع أشجار العينة، كما تم حساب المخزون الخشبي بالهكتار من العلاقة التالية: $V = \sum V_i / A$ ، حيث A تمثل مساحة العينة مقدرة بالهكتار.

3-تقدير معدل النمو السنوي:

تم تطبيق المعادلة التالية لحساب معدل النمو السنوي ($m^3/هكتار/سنة$) لأشجار الأوكاليبتوس المنقاري في الموقع المدروس:

$$\text{معدل النمو السنوي} = \frac{\text{المخزون الخشبي بالهكتار}}{\text{العمر}}$$

تقدير الكتلة الحيوية:

أستخدمت الأشجار العشر المقطوعة لتقدير الكتلة الحيوية الرطبة لأشجار الأوكاليبتوس في الموقع المدروس، يتراوح أقطار هذه الأشجار بين 20 وحتى 55 سم، وبالتالي فهي تمثل جميع صفوف الأقطار في الموقع. أسقطت هذه الأشجار على الأرض وقُسمت إلى أجزاء صغيرة ليسهل وزنها باستخدام ميزان، حيث تم وزن جميع أجزاء الشجرة (الجذع، والأفرع، والأغصان، والأوراق) وقياس الأقطار على ارتفاع الصدر للأشجار المقطوعة. تم تجريب نموذج رياضي لتقدير الكتلة الحية بالاعتماد على العلاقة الأسية التي تربط قطر الشجرة على ارتفاع الصدر مع الكتلة الحيوية الرطبة فوق سطح التربة (Pretsch, 2009):

$$\text{الكتلة الحيوية} = a e^{b * dbh}$$

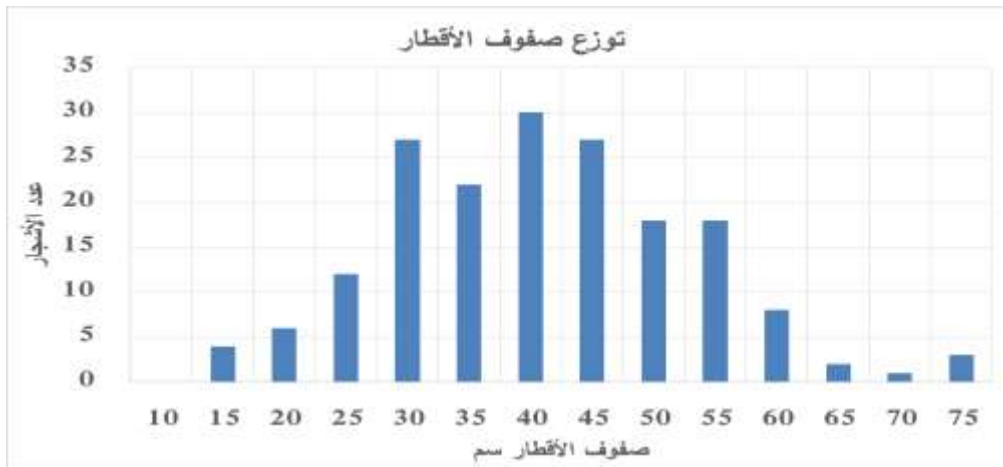
حيث يمثل (dbh) القطر على ارتفاع الصدر، (a, b) ثوابت، أستخدمت المعادلة الأسية الموجودة ضمن برنامج الأكل (Excel) لتمثيل بيانات الكتلة الحيوية الرطبة والقطر على ارتفاع الصدر وإيجاد العلاقة بينهما. قُدرت ثوابت هذه المعادلة ومعامل التحديد لها (R^2) من خلال برنامج الأكل أيضاً.

النتائج والمناقشة:

أولاً: الخصائص الحراجية للعينات المدروسة:

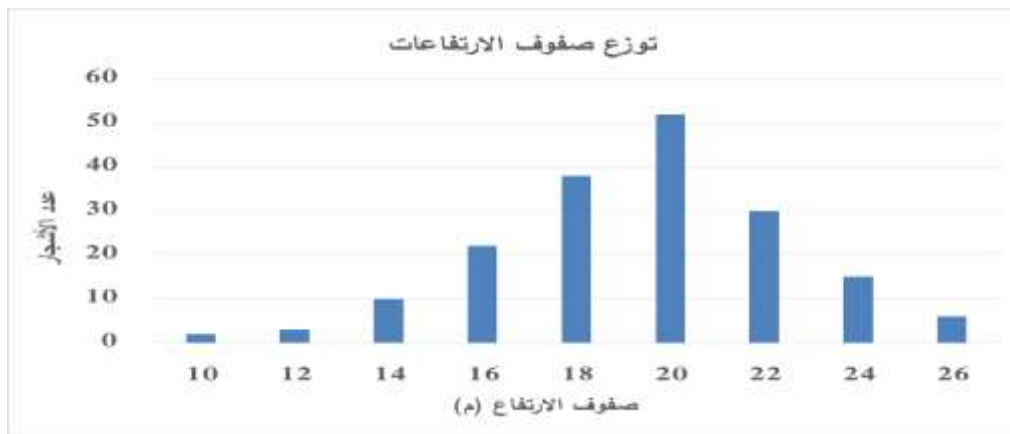
1-توزيع صفوف الأقطار والارتفاعات في العينات المدروسة:

بلغ القطر المتوسط للأشجار في جميع العينات 11.6 ± 38.61 سم، كما بلغ الارتفاع المتوسط للأشجار في جميع العينات 3.11 ± 18.88 م. يلاحظ من الشكل (2) أن الأشجار المقاسة توزعت حسب أقطارها ضمن 13 صف بمدى (5 سم) بين الصفوف. كما يوضح الشكل (2) أن العدد الأكبر من الأشجار في الموقع المدروس، ينتمي لصفوف القطر (40 ، 45 و 30) سم على التوالي، بينما احتل صف القطر 70 العدد الأقل من الأشجار.



الشكل 2. التوزيع القطري لأشجار الأوكاليبتوس المنقاري *Eucalyptus camaldulensis* في موقع مرداش.

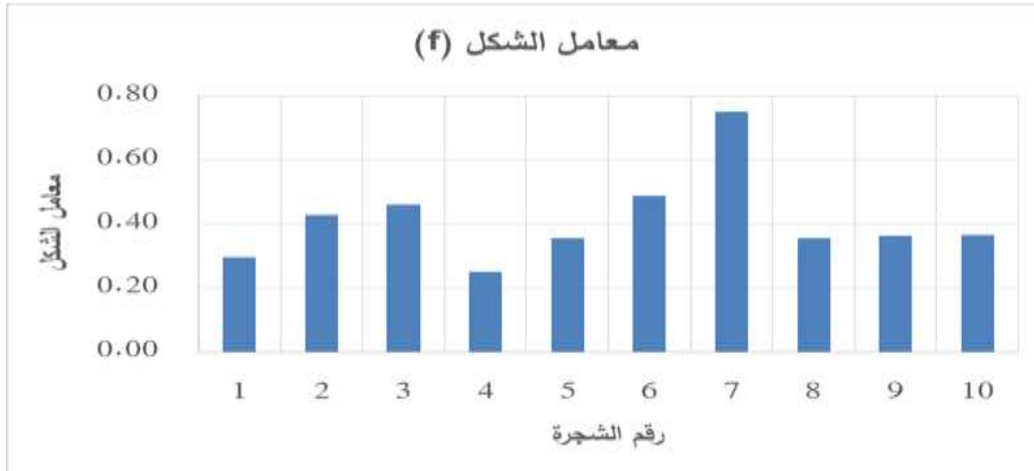
يلاحظ من الشكل (3) أن الأشجار المقاسة توزعت إلى 9 صفوف من حيث الارتفاع بمدى (2 م) بين الصف والأخر، تنتمي أغلب الأشجار إلى صف الارتفاع (20-18-22) على التوالي. بينما استحوذ صف الارتفاع 10 م على العدد الأقل من الأشجار.



الشكل 3. توزيع صفوف الارتفاعات لأشجار الأوكاليبتوس المنقاري *Eucalyptus camaldulensis* في موقع مرداش.

2-معامل الشكل:

بلغت أعلى قيمة لمعامل الشكل للأشجار العشر المقطوعة 0.75 للشجرة رقم 7 ذات القطر 20 سم وارتفاع 15.03 م، وأقل قيمة له 0.25 للشجرة رقم 4 ذات القطر 55 سم وارتفاع 26.5 م (الشكل 4). بينما كان متوسط معامل الشكل 0.41 وانحراف معياري 0.14، سُيستخدم متوسط معامل الشكل في معادلة حساب حجم أشجار الأوكاليبتوس المنقاري في موقع مرداش.



الشكل 4. معامل الشكل لأشجار الأوكاليبتوس المنقاري *Eucalyptus camaldulensis* في موقع مرداش.

3-المخزون الخشبي والبارامترات الحراجية الأساسية:

تبين لنا البارامترات (المتغيرات) الحراجية Parameters (متغيرات يمكن قياسها وتتغير مع الزمن مثل: القطر على ارتفاع الصدر، والارتفاع الكلي للأشجار) المحسوبة للأوكاليبتوس المنقاري في العينات المدروسة، أن أعلى قيمة للمساحة القاعدية وللمخزون الخشبي كانت في العينة رقم 6 بقيمة مقدارها 1.8 م² للمساحة القاعدية و 19.49 م³ للمخزون الخشبي، بينما سُجلت أقل قيمة للمساحة القاعدية (0.43 م²)، والمخزون الخشبي (3.42 م³)، في العينة 21 (الجدول 1). بلغ المخزون الخشبي بالهكتار للنوع المدروس في الموقع المدروس 249.25 م³/هكتار بكثافة شجرية حوالي 208 شجرة بالهكتار.

الجدول 1. يبين البارامترات الحراجية (Parameters) للأوكاليبتوس المنقاري *Eucalyptus camaldulensis* في العينات المدروسة.

رقم العينة	عدد الأشجار للعينة	المساحة القاعدية للعينة (م ²)	المساحة القاعدية للعينة (هكتار)	المخزون الخشبي للعينة (م ³)	المخزون الخشبي للعينة (هكتار)
1	9	1.16	29	9.23	230.75
2	9	1.58	39.5	13.78	344.5
3	9	1.14	28.5	10.18	254.5
4	9	0.45	11.25	3.77	94.25
5	9	1.25	31.25	13.19	329.75
6	8	1.80	45	19.49	487.25
7	8	0.95	23.75	8.63	215.75
8	8	1.08	27	10.47	261.75
9	8	0.51	12.75	4.73	118.25
10	9	0.60	15	5.68	142
11	8	0.70	17.5	7.43	185.75
12	8	1.38	34.5	14.51	362.75
13	9	0.99	24.75	9.03	225.75
14	8	1.57	39.25	16.67	416.75
15	8	1.44	36	14.54	363.5
16	8	1.43	35.75	14.69	367.25
17	8	0.97	24.25	9.09	227.25
18	8	0.79	19.75	7.17	179.25
19	8	1.05	26.25	4.38	109.5
20	8	0.97	24.25	9.22	230.5
21	8	0.43	10.75	3.42	85.5
المتوسط	8	1.06	26.5	9.97	249.25

تفوقت قيم المخزون الخشبي في موقع دراستنا (مرداش) على القيم التي حصل عليها برهوم (2014) والتي كانت 209.9 م³/هكتار في دراسته عن الإنتاجية الخشبية لأشجار الأوكاليبتوس المنقاري موقع المروج في منطقة الغاب، كما بلغ معدل النمو السنوي حوالي 3.89 م³/هكتار/سنة.

تفوقت نتائج دراسة برهوم (2014) المتعلقة بمعدل النمو السنوي لأشجار الأوكاليبتوس المنقاري في موقع المروج (11.7 م³/هكتار/سنة) على نتائج دراستنا هذه، يعود هذا التفوق إلى اختلاف أعمار الأشجار والتي كانت في دراستنا 64 سنة، بينما بلغت 18 سنة فقط في دراسة برهوم (2014). بلغ معدل النمو السنوي لأشجار الأوكاليبتوس المنقاري بأعمار 10 سنوات في تركيا حوالي 20 م³/هكتار/سنة، بينما تراوح معدل النمو السنوي لنفس النوع في المغرب بين 9 وحتى 18 م³/هكتار/سنة وذلك حسب درجة خصوبة الموقع (FAO, 2013). وفي سورية بلغ معدل النمو السنوي 12.7 م³/هكتار/سنة بعمر 25 سنة وذلك لنوع *Eucalyptus gomphocephala* (نحال، 2012).

ثانياً: الكتلة الحيوية:

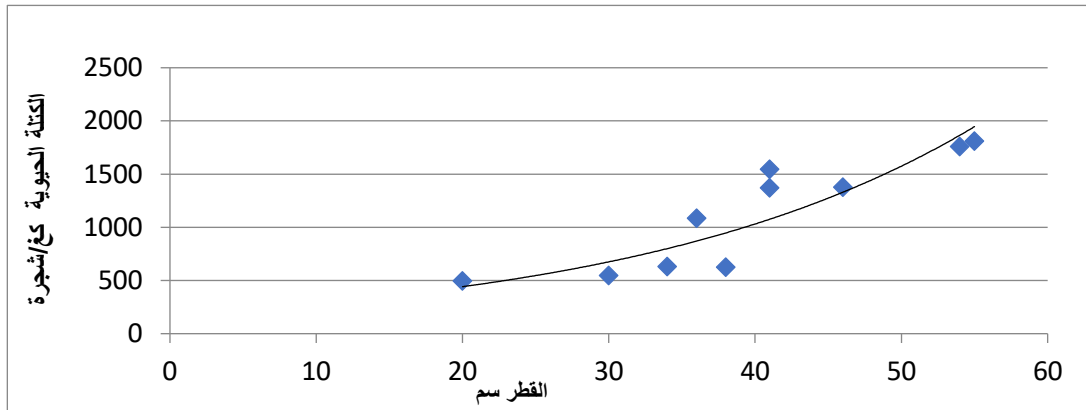
تم تقدير الكتلة الحيوية لأشجار الأوكاليبتوس المنقاري (الجدع، الأغصان والأفرع والأوراق، الكلية) باستخدام المعادلة الأسية حيث أن المعادلة الألوميترية لحساب الكتلة الحيوية للشجرة بدلالة قطرها غالباً ما تكون من الشكل الأسّي (Ali, 2005)، وهي الأفضل لتقدير

الكتلة الحيوية، حيث أن استخدام هذه المعادلة ذات المتحول الوحيد هو قطر الشجرة على ارتفاع الصدر أكثر كفاءة في تقليل نفقات ووقت قياس الكتلة الحيوية للمجموعة الحراجية، في حين أن المعادلة التي تستخدم ارتفاع الشجرة كمتحول إضافي للقطر، تزيد من كلفة ووقت جمع البيانات، دون أن تؤثر بشكل ملحوظ في تحسين كفاءة معادلات الانحدار المستخدمة في تقدير الكتلة الحيوية (Ballard et al., 1999; Ali, 2005).

أخذت المعادلة الأسية لتقدير الكتلة الحيوية للجذع الشكل التالي:

$$\text{الكتلة الحيوية} \quad Biomass = 189.38 e^{0.0424 * dbh}$$

تمثل النقاط في الشكل (5) القيم المقاسة، في حين يمثل الخط المنحني النموذج الرياضي، أو القيم المقدرة للكتلة الحيوية للجذع بدلالة القطر على ارتفاع الصدر. بلغ معامل التحديد لهذا النموذج حوالي 0.77 وهي تُعد قيمة مرتفعة وهذا يعني أن النموذج المستخدم (المعادلة الأسية) يستطيع تفسير حوالي 77% من التباين الموجود في القيم الحقيقية للعينات المدروسة عند مستوى معنوية 5%، حيث يلاحظ التقارب الموجود بين النقاط الحقيقية والمنحني البياني.

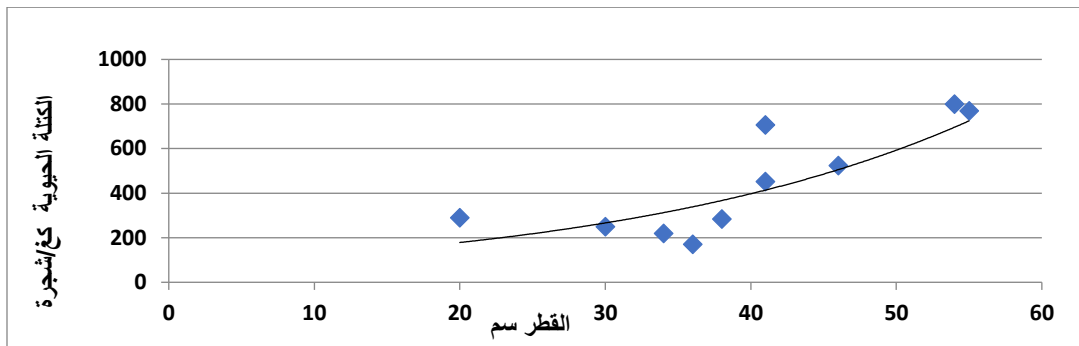


الشكل 5. منحني الكتلة الحيوية للجذع للأوكاليبتوس المنقاري *Eucalyptus camaldulensis* في موقع مرداش.

أخذت المعادلة الأسية لتقدير الكتلة الحيوية للأوراق والأفرع والأغصان الشكل التالي:

$$\text{الكتلة الحيوية} \quad Biomass = 80.18 e^{0.04 * dbh}$$

تمثل النقاط في الشكل (6)، القيم المقاسة في حين يمثل الخط المنحني النموذج الرياضي، أو القيم المقدرة للكتلة الحيوية للأوراق والأفرع بدلالة القطر على ارتفاع الصدر. بلغ معامل التحديد لهذا النموذج حوالي 0.57 وهي تُعد قيمة مقبولة وهذا يعني أن النموذج المستخدم (المعادلة الأسية) يستطيع تفسير حوالي 57% من التباين الموجود في القيم الحقيقية للعينات المدروسة عند مستوى معنوية 5%، حيث نلاحظ التقارب الموجود بين النقاط الحقيقية والمنحني البياني.



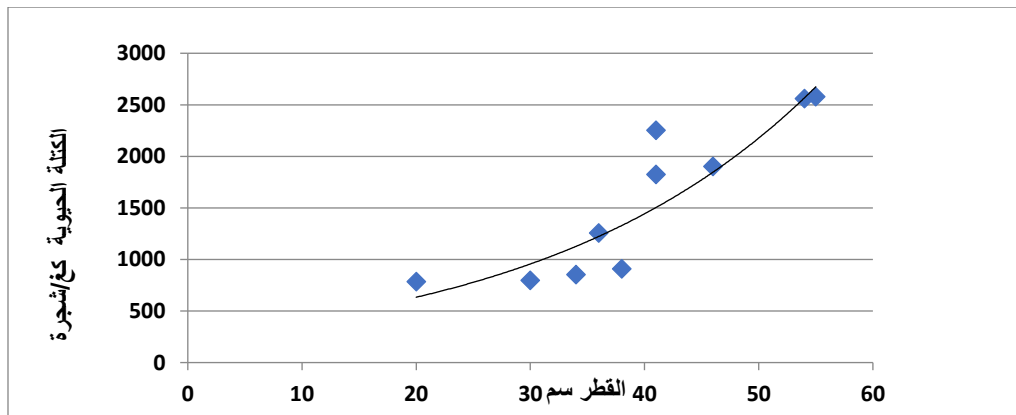
الشكل 6. منحنى الكتلة الحيوية للأوراق والأغصان والأوكاليببتوس المنقاري *Eucalyptus camaldulensis* في موقع مرداش.

أخذت المعادلة الأسية لتقدير الكتلة الحيوية الكلية لأشجار الأوكاليببتوس المنقاري في الموقع المدروس الشكل التالي:

$$Biomass = 278.28 e^{0.0411 * dbh}$$

الكتلة الحيوية

تمثل النقاط في الشكل (7)، القيم المقاسة في حين يمثل الخط المنحني النموذج الرياضي، أو القيم المقدرة للكتلة الحيوية للجذع بدلالة القطر على ارتفاع الصدر. بلغ معامل التحديد لهذا النموذج حوالي 0.77 وهي تُعد قيمة مرتفعة وهذا يعني أن النموذج المستخدم (المعادلة الأسية) يستطيع تفسير حوالي 77% من التباين الموجود في القيم الحقيقية للعينات المدروسة عند مستوى معنوية 5%، حيث نلاحظ التقارب الموجود بين النقاط الحقيقية والمنحني البياني.



الشكل 7. منحنى الكتلة الحيوية الكلية للأوكاليببتوس المنقاري *Eucalyptus camaldulensis* في موقع مرداش.

أُستخدمت ثوابت المعادلات الثلاثة السابقة، والتي تم معايرتها باستخدام الحلال (solver) ضمن برنامج الأكسل، لحساب الكتلة الحيوية الكلية للأشجار المفردة في جميع العينات المدروسة ومن ثم تم حسابها على مستوى المساحة (الهكتار). سُجلت أعلى قيمة للكتلة الحيوية الكلية في العينة رقم 6 بمقدار 21.15 طناً، بينما كانت أقل قيمة للكتلة الحيوية الكلية حوالي 6.57 طن في العينة رقم 21 (الجدول 2). أما على مستوى الموقع ككل فإن قيمة الكتلة الحيوية الكلية للأوكاليببتوس المنقاري بالهكتار في موقع مرداش سجلت قيمة مقدارها 318.71 طن/هكتار. شكلت الكتلة الحيوية للجذع ما يعادل 71.87% من الكتلة الحيوية الكلية لأشجار الأوكاليببتوس المنقاري، بينما بلغت النسبة المئوية للأغصان والأوراق 27.52% من الكتلة الحيوية الكلية لأشجار النوع في موقع الدراسة.

الجدول 2. يبين قيم الكتلة الحيوية الكلية لأشجار الأوكالبتوس المنقاري *Eucalyptus camaldulensis* في موقع مرداش.

رقم العينة	الكتلة الحيوية الكلية (طن/العينة)	الكتلة الحيوية الكلية (طن/هكتار)	النسبة المئوية للكتلة الحيوية للأوراق والأغصان %	النسبة المئوية للكتلة الحيوية للجذع %
1	13.53	338.25	27.50	71.90
2	18.4	460	27.24	72.75
3	13.85	346.25	27.42	72.19
4	7.22	180.5	27.91	70.67
5	14.85	371.25	27.39	72.27
6	21.15	528.75	27.06	73.31
7	11.25	281.25	27.55	71.75
8	12.64	316	27.45	72.08
9	7.23	180.75	27.88	70.75
10	8.36	209	27.88	70.75
11	9.65	241.25	27.65	71.47
12	15.57	389.25	27.33	72.46
13	11.91	297.75	27.59	71.63
14	18.53	463.25	27.13	73.08
15	16.45	411.25	27.26	72.66
16	16.13	403.25	27.30	72.55
17	11.36	284	27.55	71.75
18	9.64	241	27.69	71.33
19	12.11	302.75	27.52	71.87
20	11.31	282.75	27.57	71.69
21	6.57	164.25	27.98	70.47
المتوسط	12.75	318.71	27.52	71.87

تفوقت الكتلة الحيوية الكلية للأوكالبتوس المنقاري في دراستنا على قيمة الكتلة الحيوية التي حصل عليها برهوم خلال (2014) لنفس النوع في موقع المروج في منطقة الغاب والتي بلغت قيمة مقدارها 240.4 طن/هكتار. يعود هذا الفرق الكبير في قيم الكتلة الحيوية الكلية في الدراستين، إلى فرق العمر بين الأشجار الداخلة في تقدير وحساب الكتلة الحيوية الكلية للأوكالبتوس المنقاري، حيث كان عمر الأشجار في دراسة برهوم خلال (2014) في موقع تحريج عناب 18 سنة، بينما كان عمر الأشجار 64 سنة في موقع دراستنا (مرداش). وقد استخدم Werner and Murphy (2001) القطر على ارتفاع الصدر (dbh بـ cm) كمتحول مستقل في تقدير الكتلة الحيوية الكلية فوق سطح التربة (y بـ kg) لنوعين من الأوكالبتوس كالتالي:

$$Eucalyptus tetrodonta \quad Y = 0.2068 \times dbh^{2.3191}$$

$$E. miniata \quad Y = 0.1527 \times dbh^{2.390}$$

الإنتاجات:

- أعطت طريقة التكعيب الجزئي لحساب معامل الشكل (f) لأشجار الأوكالبتوس المنقاري *Eucalyptus camaldulensis* في الموقع المدروس، قيمة منخفضة نسبياً لمعامل الشكل، مما يعني أن أشجار الموقع المدروس بعيدة عن الشكل الأسطواني.

- أعطت أشجار الأوكالبتوس المنقاري *Eucalyptus camaldulensis* في الموقع المدروس مخزوناً خشبياً جيداً بالهكتار، وكانت قيمة معدل النمو السنوي مقبولة مقارنة بأعمار الأشجار المدروسة.
- بلغ متوسط النسبة المئوية للجدع أكثر من ثلثي الكتلة الحيوية الكلية للكتلة للشجرة، بينما شكل متوسط النسبة المئوية للأفرع والأغصان والأوراق أقل من ثلث الكتلة الحيوية الكلية للشجرة.
- أعطت المعادلة الأسية التقدير الأفضل للكتلة الحيوية الكلية (الجدع، والأفرع، والأغصان، والأوراق الكلية) لأشجار النوع المدروس بدلالة القطر على ارتفاع الصدر.

التوصيات:

- العمل على تصميم نموذج رياضي لتقدير معامل الشكل للأوكالبتوس المنقاري، وذلك من خلال زيادة عدد الأشجار الداخلة في النموذج.
- يوصى بتجريب معادلات أخرى من أشكال مختلفة (لوغاريتمية، ومتعددة الحدود) وبدلالة أكثر من متغير (القطر على ارتفاع الصدر، والارتفاع الكلي) ومقارنتها مع المعادلة الأسية لتقدير الكتلة الحيوية للأوكالبتوس المنقاري في مواقع التشجير الاصطناعي بهذا النوع.
- زيادة عدد الأشجار الداخلة في النموذج المستخدم لتقدير الكتلة الحيوية لتشمل جميع صفوف الأقطار الممكن مصادفتها في مواقع التحريج الاصطناعي بهذا النوع.

المراجع:

- الهيئة العامة لإدارة وتطوير الغاب (2007). عناوين دراسة مشروع التنمية الشاملة في الغاب. سورية، ص 49.
- برهوم، أنس (2014). تقييم نجاح بعض مواقع التحريج الاصناعي في سهل الغاب في سورية. رسالة ماجستير، جامعة تشرين، كلية الزراعة. 80 صفحة.
- عباس، حكمت (2006). حماية البيئة والتحديات المعاصرة. مطبعة دار العلم، 240 صفحة.
- عباس، حكمت وزهير شاطر (2005). تنظيم وإدارة الغابات. السنة الخامسة، قسم الحراج والبيئة، جامعة تشرين، كلية الزراعة، مديرية الكتب والمطبوعات. 323 صفحة.
- عبيدو، محمد (2000). علم البيئة الحراجية. منشورات جامعة دمشق، كلية الزراعة. 364 صفحة.
- نحال، ابراهيم (2006). دليل السيطرة على حرائق الغابات للمتدربين، برنامج التدريب الحراجي. النشرة رقم 20، الهيئة الوطنية للتربية للحكومة الفنلندية، تمت ترجمة الكتاب وطباعته ضمن نشاطات مشروع الإدارة المتكاملة لحرائق الغابات بالنهج التشاركي، دمشق.
- نحال، ابراهيم (2003). علم الشجر (الندروولوجيا). مديرية الكتب والمطبوعات الجامعية ومنشورات جامعة حلب، كلية الزراعة لطلاب السنة الثالثة. 630 صفحة.
- نحال، ابراهيم (2012). موسوعة الثروة الحراجية في سورية (ماضيها - حاضرها - آفاق مستقبلها) FAO. دمشق. 480 صفحة.
- نحال، ابراهيم وأديب رحمة ونبيل شلبي (1996). الحراج والمشاتل الحراجية. منشورات جامعة حلب، كلية الزراعة. 600 صفحة.

- نحال، إبراهيم (1982). الصنوبر البروتي *Pinus brutia* Ten. وغاباته في سورية وبلاد شرقي المتوسط. مديرية الكتب والمطبوعات الجامعية بدمشق. 228 صفحة.
- Ali, W. (2005). Assessment of growth and biomass production in short rotation stands of poplar in Saxony. M.Sc. thesis, TU Dresden, Tharandt, Institute of Forest Growth and Forest Computer Sciences. 49.
- Ballard, B.D.; Stehma, S.V.; Briggs, R.D.; Volk, T.A.; Abrahamson, L.P. and E.H. White (1999). (Aboveground biomass Equation Development for Five Salix Clones and one populus clone. Misc. Report New York Center for Forestry Research and Development (NYCFRD – 99- 01), Syracuse, NY: SUNY-ESF.
- Castro, M. (2008). Silvopastoral systems in Portugal: Current status and future prospects. Agroforestry in Europe Advances in Agroforestry. 6: 111-126.
- Castro-Arellano, I.; J.S. Presley; N.L. Saldanha; R.M. Willig; and M.J. Wunderlerle (2007). Effects of reduced impact logging on bat biodiversity firm forest of Lowland Amazonia. Biological Conservation. 38: 269-285.
- Davidar, P.; M. Arjunan; C.P. Mammen; P.J. Garrigues; P.J. Puyravaud; and K. Roessingh (2007). Forest degradation in the Western Ghats biodiversity hotspot: Resource collection livelihood concerns and sustainability. Current Science. 93(11): 1573-1578.
- DE clerq, M.E.; R.D.E. Wulf; and A. Van herzele (2007). Relating spatial pattern of forest cover to accessibility. Landscape and Urban Planning. 80. 14- 42.
- Dudley, N.; and J. Fownes (1992). Preliminary biomass equations for eight species of fast growing tropical trees. Journal of tropical forest science. 5: 68-73.
- Fenger, M. (1996). Implementing biodiversity conservation through the British Columbia forest practices code. Forest Ecology and Management. 85: 67-77.
- Food and Agriculture Organization (FAO) (2001). Forestry country profiles navigation. Available on: <<http://www.fao.org/>> Accessed 25 may 2013.
- Fresco, N.; and A. Richardson (1998). Aboveground Biomass and Nutrient Estimates. Available on: <<http://www.yale.edu/fes519b/totoket/biomass.htm>>Accessed 11.10.2010.
- Heil, G.; K. Hansen; B. Muys; and J. Orshoven (2007). Environmental effects of afforestation in north-western Europe from field observation to decision support, Springer, Netherland. 323-327.
- Palta, M.M.; A.E. Richardson; and R.R. Sharitz (2003). Effects of altered flow regimes on floodplain forest processes in the Savannah River Basin. Institute of Ecology. The University of Georgia. Athens. 5-112.
- Parde, J.; and J. Bouchon (1988). Dendrometrie. ENGREF, Nancy. 328.
- Pretzsch, H. (2009). Forest dynamics, growth and yield. Springer, Verlag Berlin Heidelberg. 664-671.
- Pretzsch, H. (2006). Species-specific allometric scaling under self-thinning. Evidence from long-term plots in forest stands. Oecologia. (146): 572–583.
- Sarlo, M. (2006). Individual tree species effects on earthworm biomass in a tropical plantation in Panam. Biological Science. 42 (3): 419- 427.
- Werner, P.A.; P.J. Murphy (2001). Size-specific biomass allocation and water content of above- and below-ground components of three Eucalyptus Species in a northern Australian savanna. Aust. J. Bot., 49: 155-167.

Growth and Biomass Study of *Eucalyptus camaldulensis* Dehn. in Merdash Location, Al-Ghab Province

Bashar Tobo^{*(1)} Hikmat Abbas⁽¹⁾ and Osama Radwan⁽¹⁾

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

(*Corresponding author: Eng. Bashar Tobo. E-Mail: bashar.tobo33@gmail.com).

Received: 22/10/2018

Accepted: 07/12/2018

Abstract

This research aimed to study the growth and biomass of *Eucalyptus camaldulensis* Dehn. in Al-Ghab region. Twenty-one circular samples were taken, the area of each sample was 400 m². The following measurements were taken for each sample: trees number (N), diameter at breast height (dbh) and total trees height (H). Ten (10) trees were chosen covering all diameter classes, to estimate the form factor and to construct the biomass. Wood volume and mean annual increment of *Eucalyptus* trees were calculated. In addition to the above, total biomass was calculated using an exponential function. The results showed that mean of the form factor of *Eucalyptus* trees in the study area was about 0.41, while the wood volume value reached to 249.25 m³/ha with tree density of 208 trees/ha. The mean of annual increment was 3.89 m³/ha/year. The results of this study demonstrated that the study area had high total biomass value with about 318.71 ton/ha.

Key words: *Eucalyptus camaldulensis* Dehn., Wood productivity, Biomass, Form factor.