حساب معامل الشكل للصنوبر البروتي (*Pinus brutia* Ten.) في غابة حيربرفة في منطقة الدريكيش / محافظة طرطوس باستخدام معادلات مختلفة

حسان علي [*(1)] و ثروات ابراهيم [(2)] و محمود أسمر [(3)]

(1). الهيئة العامة لإدارة وتطوير الغاب، سورية.

(2). قسم الموارد الطبيعية المتجددة والبيئة، كلية الزراعة، جامعة دمشق.

(3). دائرة الحراج في الدريكيش، طرطوس، سورية.

(* للمراسلة: د. حسان علي، البريد الإلكتروني: hso414516@gmail.com)

تاريخ الاستلام:2023/11/9 تاريخ القبول:2023/04/28

الملخص:

يعد تقدير المخزون الخشبي للغابات ضرورياً ومهماً لتطوير خطط الإدارة المستدامة لهذه الغابات، كما يعد معامل الشكل أحد المؤشرات المهمة لتحديد الحجم الدقيق للأشجار. نفذ هذا البحث عام 2023 بهدف حساب معامل الشكل الحقيقي ومعاملي الشكل الطبيعي والصناعي للصنوبر البروتي *Pinus brutia*، ثم المقارنة بينهم احصائياً عند مستوي معنوية 95 % لتحديد البديل المناسب لمعامل الشكل الحقيقي، إذ تم اختيار 10 أشجار من الصنوبر البروتي بشكل عشوائي بحيث تكون ممثلة لجميع صفوف الأقطار الموجودة في منطقة الدراسة. قبل قطع هذه الأشجار، تم قياس القطر على ارتفاع الصدر وارتفاعها لكل شجرة، ثم قطعت هذه الأشجار، وتم قياس قطرها على ارتفاع 0.1 و0.5 من ارتفاعها الكلي. لحساب الحجم الحقيقي، ثم قطعت كل شجرة إلى قطع صغيرة بطول 2 متر، وتم قياس قطر بداية ونهاية كل قطعة. ثم حسب معامل الشكل الحقيقي ومعاملي الشكل غير الطبيعي (الاصطناعي) والطبيعي باستخدام المعادلات المناسبة. أظهرت النتائج أن قيم متوسطات معامل الشكل الحقيقي ومعامل الشكل غير الطبيعي (الاصطناعي) ومعامل الشكل الطبيعي بلغت 0.54 و0.55 و0.52 على التوالي. كما أشارت النتائج إلى عدم وجود فروق معنوية احصائية بين المعاملات المدروسة، وبالتالي يمكن عد معاملين الشكل الطبيعي و غير الطبيعي (الاصطناعي) بديلين واقعيين لمعامل الشكل الحقيقي.

الكلمات المفتاحية: معامل الشكل الحقيقي، معامل الشكل غير الطبيعي (الاصطناعي)، معامل الشكل الطبيعي، الصنوبر البروتي.

المقدمة:

تشكل الغابات نحو ثلث مساحة سطح الأرض، وتؤدي دوراً رئيساً في توفير الخدمات البيئية الأساسية، ومكافحة تلوث الهواء، والحفاظ على التربة من الانجراف، وصيانة التنوع الحيوي النباتي والحيواني، كما تعد مصدراً أساساً للمنتجات الخشبية وغير الخشبية. في هذا الإطار تعد غابات الصنوبر البروتي *Pinus brutia* العنصر الرئيس في غابات بلدان شرقي المتوسط، وتؤدي دوراً مهماً اقتصادياً وبيئياً، إذ تشكل هذه الغابات 25% من مساحات الغابات في منطقة حوض المتوسط، والتي تقدر مساحتها الإجمالية بـ 25.5 مليون هكتار، في حين تبلغ مساحة انتشاره في سورية نحو 50 ألف هكتار (FAO, 2013). تبلغ مساحة الغابات في منطقة

الدريكيش في محافظة طرطوس نحو 1037 هكتاراً، موزعة على ثمانية مواقع رئيسة باتجاهات وانحدارات متنوعة وارتفاعات مختلفة عن سطح البحر، إذ ينتشر فيها بشكل أساس الصنوبر البروتي *Pinus brutia* والصنوبر الثمري *Pinus pinea*، السنديان العادي *Quercus calliprinos*، والكستناء *Castanea sativa* (دائرة الحراج في الدريكيش، 2023). ومع زيادة الطلب العالمي على الأخشاب، أضحى التقدير والتقييم الصحيح والدقيق لمخزون الغابات من الأخشاب عاملاً ضرورياً لضمان استدامة هذه الغابات. إذ يعد المخزون الخشبي (الحجم) أحد المؤشرات الرئيسة في دراسة الموارد الحرجية وفي إدارتها على المستويات المحلية والإقليمية (Bulut *et al*., 2023). وغالباً ما يترافق مع تقدير حجوم الأشجار أخطاء ناتجة عن الاختلافات في شكل جذوع هذه الأشجار، لكون هذه الجذوع غير أسطوانية بشكل كامل، لذلك لتقدير المخزون الخشبي الحقيقي للأشجار، يجب تحديد معامل الشكل الحقيقي (الواقعي) لهذه الأنواع لتصحيح التناقص في الشكل الأسطواني لهذه الجذوع (Zobeiry, 2006). إذ إن نتائج تقدير المخزون الخشبي للأنواع الحراجية دون حساب معامل الشكل الحقيقي قد تكون أعلى أو أقل من القيم الحقيقية (Socha and Kulej, 2007). ويعرف معامل الشكل بأنه النسبة بين الحجم الحقيقي للشجرة والحجم المقدر (حجم الأسطوانة)، ويعد هذا المعامل أحد المكونات الأساسية في حساب الحجوم بالإضافة إلى القطر على ارتفاع الصدر وارتفاع الاشجار (Ali *et al*., 2020) ومن العوامل المؤثرة في تغيير معامل الشكل للأنواع الشجرية هي النمو القطري ونوع الأشجار والخصائص الوراثية والظروف البيئية للموائل والمنافسة والموقع والعمر وخبرة العاملين الذين ينفذون عمليات التربية والتنمية للغابات (Namiranian, 2006). وفي حالة حساب معامل الشكل بشكل دقيق وفعلي فإن مقدار الخطأ في حساب الحجوم يصل إلى 0.2 % مقارنة بالطرائق الأخرى (Eastaugh, 2014) لحساب معامل الشكل الحقيقي يجب قطع الأشجار وتقسيمها إلى قطع صغيرة، وحساب الحجم بشكل دقيق، لكن هذا العمل بحاجة إلى وقت وعمال حراجيين وتكلفة كبيرة، لذلك اقترح الباحثون في مجال القياسات الحراجية في الغابات معامل شكل بديل عن معامل الشكل الحقيقي مثل معامل الشكل الطبيعي ومعامل الشكل غير الطبيعي (الاصطناعي) Artificial (Non-Natural) وغيرهم (Ostakh *et al*., 2017) وهذا موضوع هذا البحث. تم إجراء العديد من الدراسات محلياً وحول العالم لتعيين معامل الشكل لعدد من الأنواع الحراجية، في دراسة علان وآخرون (2022) تم تعيين معامل الشكل للسرو دائم الحضرة الضرب الأفقي (*Cupresus sempervirence* L. var *horizentalis*) والصنوبر الثمري (*Pinus pinea* .L) في موقع تحريج وطى الرستين–اللاذقية. وقد أظهرت النتائج أن معامل الشكل للسرو يساوي 0.39، ومعامل الشكل للصنوبر الثمري يساوي 0.40. وفي دراسة أخرى قام Ali وآخرون (2020) بتعيين معامل الشكل للصنوبر البروتي (*Pinus brutia* Ten.) في شمالي ايران، وقد أظهرت النتائج أن معامل الشكل الحقيقي يساوي 0.49، ومعامل الشكل الطبيعي يساوي 0.49، ومعامل الشكل غير الطبيعي يساوي 0.41. وفي دراسة Mohamed وآخرين (2016) لتعيين معامل الشكل للكازورينا ذنب الخيل (كنباتية الأوراق) (*Casuarina equisetifolia*) في مصر، وقد أظهرت النتائج أن معامل الشكل الحقيقي يساوي 0.47، ومعامل الشكل الطبيعي يساوي 0.41، ومعامل الشكل غير الطبيعي يساوي 0.45. بينما اظهرت نتائج Kalantari وآخرين (2012) أن معامل الشكل الحقيقي للسرو دائم الحضرة الضرب الأفقي (*Cupresus sempervirence* L. var *horizentalis*) يساوي 0.47، ومعامل الشكل الطبيعي يساوي 0.52، ومعامل الشكل غير الطبيعي يساوي 0.47. وأظهرت نتائج Tenzin وآخرين (2017) في الصين أن معامل الشكل لنوع الشوح *Abeis densa* يساوي 0.49، ومعامل الشكل للصنوبر *Pinus roxburghii* يساوي 0.48. تبرز أهمية هذا البحث من أهمية حساب الحجم الدقيق للأشجار، والذي تبرز أهميته في صنع القرار والإدارة المستدامة للموارد الحرجية، نتيجةً للدور الكبير الذي يؤديه معامل الشكل في تصحيح الخطأ في حساب الحجم الدقيق لهذه الأشجار، إضافةً لأهمية المخزون الخشبي من الناحية الاقتصادية، بالإضافة إلى

أنه لم يتم إجراء أي بحث لتعيين معامل الشكل للصنوبر البروتي في منطقة الدريكيش في محافظة طرطوس وبناءً عليه يهدف هذا البحث إلى تعيين وحساب معامل الشكل الحقيقي والطبيعي وغير الطبيعي للصنوبر البروتي (*Pinus brutia* Ten.) في غابة حيربرفة في منطقة الدريكيش في محافظة طرطوس، ومن ثم تحديد أي من المعاملين الطبيعي وغير الطبيعي يمكن أن يكون بديلاً كمعامل شكل عن معامل الشكل الحقيقي.

مواد البحث وطرائقه:

منطقة الدراسة:

تم إجراء هذا البحث في غابة حيربرفة في منطقة الدريكيش في محافظة طرطوس في نطاق ″08 ´08 °36 شرقاً و ″43 ´55 °34 شمالاً. تبلغ مساحة هذه الغابة نحو 20 هكتاراً. تقع هذه المنطقة على ارتفاع تقريباً 600 متر فوق مستوى سطح البحر (الشكل 1). يسود في منطقة الدراسة الصنوبر البروتي (*Pinus brutia* Ten.) بكثافة تبلغ بين 70-80%.

الشكل 1. منطقة الدراسة غابة حيربرفة في منطقة الدريكيش في محافظة طرطوس.

القياسات الحقلية:

تم أخذ العينات بشكل عشوائي وممثلة لجميع صفوف الأقطار الموجودة في منطقة الدراسة. وقبل قطع الأشجار، من كل شجرة مختارة للقطع تم قياس الارتفاع والقطر على ارتفاع الصدر، ثم تم قطع 10 أشجار من الصنوبر البروتي، وقياس قطرها على ارتفاع 0.1 و0.5 من ارتفاعها الكلي (ارتفاع الشجرة مضروب في 0.1 و0.5)، قطعت كل شجرة إلى قطع صغيرة بطول 2 متر، ثم تم قياس قطر بداية ونهاية كل قطعة.

تم حساب الحجم الحقيقي لكل شجرة عن طريق جمع الحجوم لكل قطعة 2 متر باستخدام المعادلة الآتية (1):

$$V = \frac{BA1 + BA2}{2} \times H \qquad 1$$

حيث: BA1 المساحة القاعدية بداية كل قطعة 2 متر (م^2)، BA2 المساحة القاعدية نهاية كل قطعة 2 متر (م^2)، H طول القطعة (2 متر) و V حجم كل قطعة (م^3) (Zobeiry, 2006).

ثم تم حساب معامل الشكل الحقيقي من خلال المعادلة الآتية (2):

$$f_{real} = \frac{v}{BA \times H} \qquad 2$$

حيث: f_{real} معامل الشكل الحقيقي (الواقعي)، BA المساحة القاعدية للشجرة المقطوعة (م^2)، H ارتفاع الشجرة (م) و V الحجم الحقيقي (م^3) (Ali *et al.*, 2020).

وحسب معامل الشكل غير الطبيعي (الاصطناعي) من خلال المعادلة الآتية (3):

$$f_{artificial} = \frac{(d_{0.5})^2}{(d_{1.3})^2} \qquad 3$$

حيث: $f_{artificial}$ معامل الشكل غير الطبيعي (الاصطناعي)، $d_{0.5}$ قطر الشجرة عند منتصف ارتفاعها (سنتيمتر) و $d_{1.3}$ قطر الشجرة على ارتفاع الصدر(سنتيمتر) (Ali *et al.*, 2020).

ثم تم حساب معامل الشكل الطبيعي من خلال المعادلة الآتية (4):

$$f_{0.1} = \frac{v}{BA_{0.1} \times H} \qquad 4$$

حيث: $f_{0.1}$ معامل الشكل الطبيعي، $BA_{0.1}$ المساحة القاعدية (متر مربع) عند ارتفاع 0.1 من ارتفاع الشجرة، H ارتفاع الشجرة (متر) و V الحجم الحقيقي (متر مكعب) (Ali *et al.*, 2020).

التحليل الاحصائي:

تمت المقارنة بين معامل الشكل الحقيقي مع معاملي الشكل غير الطبيعي والطبيعي باستخدام اختبار paired samples t.test عند مستوى معنوية 95 % باستخدام برنامج R- studio، وذلك لتحديد أي من المعاملين ممكن ان يكون معامل شكل بديل لمعامل الشكل الحقيقي.

النتائج والمناقشة:

الاحصائيات الوصفية للبيانات:

أظهرت نتائج الاحصاء الوصفي لأشجار الصنوبر البروتي المدروسة أن متوسط القطر على ارتفاع الصدر والارتفاع بلغ 26.84 سم و14.35 م بالترتيب، وبلغ الانحراف المعياري للمساحة القاعدية في الهكتار 0.041 م^2/هكتار، وتراوح الحد الأدنى والحد الأعلى للمخزون الخشبي في الهكتار بين 0.08 و2.27 م^3/هكتار بالترتيب (الجدول 1).

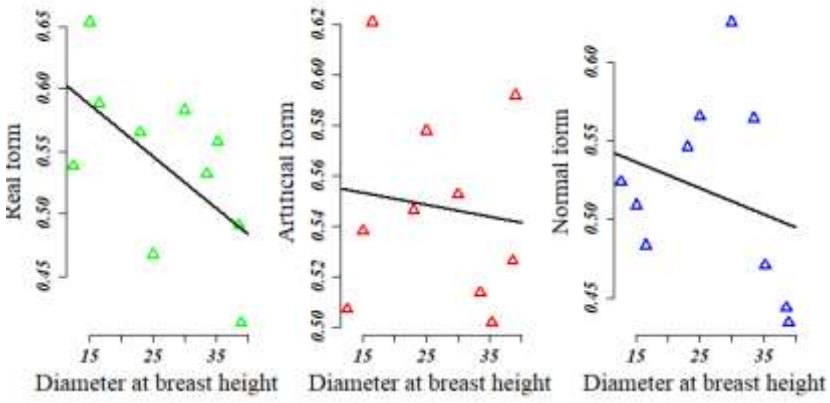
الجدول(1): الإحصائيات الوصفية لأشجار الصنوبر البروتي المدروسة

الاحصاء	القطر (سم)	الارتفاع (م)	المساحة القاعدية (م^2/ه)	المخزون الخشبي (م^3/ه)
المتوسط	26.84	14.35	0.063	1.05
الحد الأعلى	39	19	0.12	2.27
الحد الأدنى	12.5	6.5	0.012	0.08
الانحراف المعياري	9.90	3.77	0.041	0.79

وقد أظهرت نتائج الاحصاء الوصفي لمعامل الشكل الحقيقي ومعامل الشكل غير الطبيعي ومعامل الشكل الطبيعي أن متوسط معامل الشكل الحقيقي بلغ 0.54 والانحراف المعياري لمعامل الشكل غير الطبيعي 0.04، ومعامل الاختلاف لمعامل الشكل الطبيعي 0.12 (الجدول 2 والشكل 2). وأيضاً يظهر الشكل (2) تناقص معامل الشكل مع الزيادة في صفوف الأقطار، ويعزى السبب في ذلك لتغير في شكل جذوع أشجار الصنوبر البروتي من الاسطواني في صفوف الأقطار الصغرى إلى الشكل المخروطي في صفوف الأقطار الأعلى (Eslamdoust *et al.*, 2015).

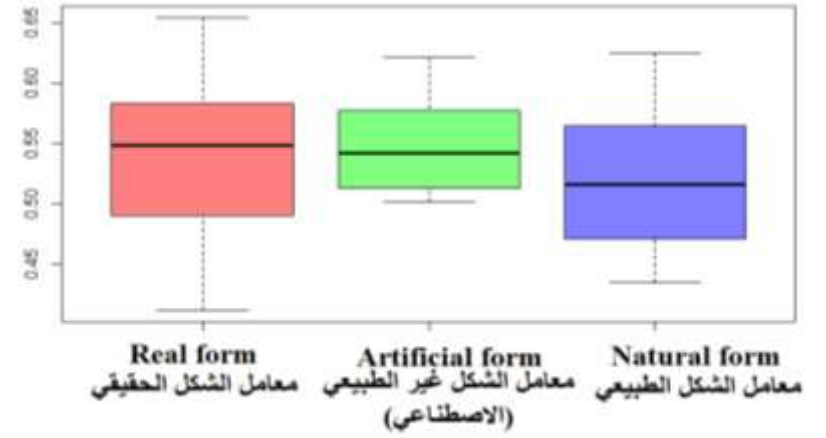
الجدول(2): الإحصائيات الوصفية لمعامل الشكل الحقيقي ومعاملين الشكل غير الطبيعي (الاصطناعي) والشكل الطبيعي

الاحصاء	معامل الشكل الحقيقي	معامل الشكل غير الطبيعي (الاصطناعي)	معامل الشكل الطبيعي
المتوسط	0.54	0.55	0.52
الانحراف المعياري	0.07	0.04	0.06
معامل الاختلاف	0.13	0.07	0.12



الشكل(2): معامل الشكل الحقيقي ومعاملي الشكل غير الطبيعي (الاصطناعي) والطبيعي في صفوف أقطار مختلفة.

ويمثل الشكل 3 مخطط الصندوق (Box plot) لمعامل الشكل الحقيقي ومعاملي الشكل غير الطبيعي والطبيعي للصنوبر البروتي، وذلك لتوضيح التوزيع الاحصائي والتمثيل البياني للبيانات المدروسة، ولتحديد القيم الشاذة إن وجدت، ويعد هذا المخطط مهماً للمقارنة بين مجموعة من البيانات وفي بحثنا هنا للمقارنة بين معامل الشكل الحقيقي ومعاملي الشكل غير الطبيعي والطبيعي.



الشكل(3): مخطط الصندوق لبيانات معامل الشكل الحقيقي ومعاملي الشكل غير الطبيعي (الاصطناعي) والطبيعي.

تشير نتائج مقارنة معامل الشكل الحقيقي للصنوبر البروتي بمعاملي الشكل غير الطبيعي والطبيعي من وجهة نظر احصائية مع استخدام اختبار paired samples t.test عند مستوى معنوية 95 % إلى أنه لا يوجد أي فرق معنوي واحصائي بين معامل الشكل الحقيقي ومعامل الشكل غير الطبيعي (p-value = 0.78). وتتطابق هذه النتائج مع نتائج Mohamed (2016)، إذ وجد عدم وجود فرق معنوي وإحصائي بين معامل الشكل الحقيقي ومعامل الشكل الصناعي للكازورينا *Casuarina equisetifolia* في شمال شرقي مصر، وبالتالي يمكن لمعامل الشكل غير الطبيعي (الاصطناعي) أن يكون بديلاً لمعامل الشكل الحقيقي. وفي المقابل لا تتطابق نتائج دراستنا هذه مع نتائج دراسة Ostakh وآخرين (2017)، إذ استنتجوا وجود فرق معنوي واحصائي بين معامل الشكل الحقيقي للصنوبر البروتي ومعامل الشكل غير الطبيعي في غابة خرم آباد في إيران، وبالتالي لا يمكن لمعامل الشكل غير الطبيعي أن يكون بديلاً لمعامل الشكل الحقيقي. في المقابل أشارت نتائج مقارنة معامل الشكل الحقيقي للصنوبر البروتي بمعامل الشكل

الطبيعي ايضاً إلى عدم وجود فرق معنوي واحصائي (p-value = 0.39) بالتالي يمكن عد معاملي الشكل غير الطبيعي والطبيعي للصنوبر البروتي في المنطقة المدروسة بديلين عن معامل الشكل الحقيقي. وتتفق هذه النتائج مع نتائج Ali وآخرين (2020)، إذ أظهروا عدم وجود فرق معنوي وإحصائي بين معامل الشكل الحقيقي للصنوبر البروتي ومعامل الشكل الطبيعي في غابة كلالة في شمالي إيران، وبالتالي يمكن لمعامل الشكل الطبيعي أن يكون بديلاً لمعامل الشكل الحقيقي.

الاستنتاجات:

1. اظهرت النتائج عدم وجود فروق معنوية وإحصائية بين معامل الشكل الحقيقي للصنوبر البروتي (0.54) ومعاملي الشكل غير الطبيعي (الاصطناعي) (0.55) والطبيعي (0.52)، وبالتالي يمكن لهذين المعاملين أن يكونا بديلين لمعامل الشكل الحقيقي.
2. يعد التقدير الدقيق للمخزون الخشبي لأشجار الصنوبر البروتي مهماً وضرورياً للقائمين على إدارة الغابات، إذ تساعدهم على عملية اتخاذ القرارات الصحيحة في إدارة هذه الغابات وتنميتها.
3. لحساب المخزون الخشبي بشكل دقيق لابد من الاستفادة من معامل الشكل الحقيقي أو بديله المناسب، إذ أن مقدار الخطأ في حساب الحجوم يصل إلى 0.2 %.

التوصيات:

1. ينصح بتقدير وحساب معامل الشكل الحقيقي للأنواع الحراجية الرئيسة في الغابات السورية وكما ينصح بحساب معاملي الشكل غير الطبيعي (الاصطناعي) والطبيعي لهذه الأنواع.
2. زيادة الدقة في حساب معامل الشكل الحقيقي من خلال زيادة عدد الأشجار المقطوعة، وأن تكون ممثلة لجميع صفوف الأقطار الموجودة في منطقة الدراسة.
3. يفضل حساب المخزون الخشبي للأنواع الحراجية الرئيسة بشكل دقيق بالاعتماد على معامل الشكل الحقيقي بدلاً عن معامل الشكل الثابت والمستخدم لجميع الأنواع الحراجية في معادلة حساب الحجوم (F=0.5).

المراجع:

دائرة الحراج في الدريكيش، (2023). مصلحة الزراعة في الدريكيش.

علان، نغم وعماد قبيلي ووائل علي (2022). تقييم نمو وانتاجية غابة مختلطة من السرو دائم الاخضرار (*Cupresus sempervirence* L) و الصنوبر الثمري (*Pinus pinea* .L) في موقع تحريج وطى الرستين–اللاذقية. مجلة جامعة البعث. (44)19: 121-146.

Ali, H.; J. Mohammadi; and S. Jouibary (2020). Determination of form factor for three species (Pinus brutia, Pinus pinea and Cupressus sempervirens) in the Arabdagh reforests, Golestan province. Journal of Wood and Forest Science and Technology. 27(1): 31-44.

Bulut, S.; A. Günlü; and G. Çakır (2023). Modelling some stand parameters using Landsat 8 OLI and Sentinel-2 satellite images by machine learning techniques: a case study in Türkiye. Geocarto International. 38(1): 215-238.

Eastaugh, C.S. (2014). Relationships between the mean trees by basal area and by volume: reconciling form factors in the classic Bavarian yield and volume tables for Norway spruce. European journal of forest research. 133(4): 871-877.

Eslamdoust, J.; H. Sohrabi; M. Hosseini; and Z. Moradi (2015). Assessment of Different Methods of Form Factor Determination for Volume Estimation of Planted Populus deltoides and Taxodium distichum Trees (Klodeh Region–Mazandaran Province). Iranian Journal of

Applied Ecology. 4(12): 67-76.

FAO, (2013). State of Mediterranean Forests. Rome:1-177.

Kalantari, H.; A. Fallah; S. M. Hodjati; and A. Parsakhoo (2012). Determination of the most appropriate form factor equation for Cupresus sempervirence L. var horizentalis in the north of Iran. Adv Appl Sci Res. 3: 644-648.

Mohamed, N.H. (2016). Determining The Best Form Factor Equation for Some Tree Species Commonly Used in Egypt to Fit the Actual Volume. Agricultural Research Center, Horticulture Research Institute. 61(2): 83-91.

Namiranian, M. (2006). Tree Measurement and Forest Biometry. University of Tehran Press. Pp 574.

Ostakh, E.; J. Soosani; B. Pilevar; M. Khosravi; L. Poursartip; and S. Hedayati (2017). The best form factor formula for Pinus brutia Ten. in Khorramabad city. Forest and Wood Products. 70(3): 461-468.

Socha, J.; and M. Kulej (2007). Variation of the tree form factor and taper in European larch of Polish provenances tested under conditions of the Beskid Sadecki mountain range (southern Poland). Journal of Forest Science. 53 (12): 538- 547.

Tenzin, J.; T. Wangchuk; and H. Hasenauer (2017). Form factor functions for nine commercial tree species in Bhutan. Forestry: An International Journal of Forest Research. 90(3): 359-366.

Zobeiry, M. (2006). Forest Inventory. Fifth edition, University of Tehran Press, Tehran. Pp 401.

Calculate the Form Factor for *Pinus brutia* Ten. in the Hayrbarfa Forest in the Dreikish Area - Tartous Governorate Using Different Equations

Hassan Ali*(1) Tharwat Ibrahim (2), and Mahmoud asmar (3)

(1). General commission for the administration and development of Al-Ghab, Al Ghab, Syria.

(2). Department of Renewable Natural Resources and Environment, Faculty of Agriculture, Damascus University.

(3). Forest Department in Dreikish, Tartous, Syria.

(*Corresponding author: Dr.Hassan Ali, E-mail: hso414516@gmail.com)

Received: 9/11/2023 Accepted: 28/04/2023

Abstract

Estimating forest wood stocks is necessary and important for developing sustainable management plans for these forests. Form factor is one of the important factors to determine the exact volume of trees. This research was carried out in 2023 with the aim of calculating the true form factor and the natural and artificial form factors of *Pinus brutia*, then comparing them statistically at the 95% level of significance to determine the appropriate alternative to the true form factor, 10 trees of the *Pinus brutia* were randomly selected so that they were representative of all diameter classes present in the study area. Before cutting these trees, the diameter and height of each tree were measured, then these trees were cut, and the diameter of these trees was measured at a height of 0.1 and 0.5 of their total height. To calculate the actual volume, each tree was cut into small pieces 2-meter and then the diameter of the beginning and end of each piece was measured. Then the real form factor

and the artificial (Non-Natural) and natural form factors were calculated using the appropriate equations. The results showed that the average real form factor, artificial form factor, and natural form factor were 0.54, 0.55, and 0.52, respectively. The results also indicated that there were no significant and statistical differences between the form factors studied, and therefore the natural and artificial form factors can be considered realistic alternatives to the real form factor.

Keywords: Real form factor, Non-Natural (Artificial) form factor, Natural form factor, *Pinus brutia*.