تقييم نمو وإنتاجية غابة مختلطة من السرو الدائم الاخضرار (*Cupressus sempervirens* L.) والصنوبر الثمري *Pinus* (*pinea* L.) في موقع تحريج وطى الرستين – اللاذقية.

*م .نغم علان، **أ.د.عماد قبيلي،***د.وائل علي.

الملخص:

أجري هذا البحث في موقع تحريج وطى الرستين– اللاذقية خلال العام (2020–2021) وهو عبارة غابة مختلطة من السرو(*Cupressus sempervirens* L.) والصنوبر الثمري(*Pinus pinea* L.) بعمر30 سنة بهدف تقييم نمو وإنتاجية النوعين المزروعين. أخذت 12 عينة دائرية منتظمة بمساحة 400 م^2 للعينة وأجريت القياسات التالية ضمن كل عينة: عدد الأشجار(الكثافة)، الأقطار على ارتفاع الصدر(dbh)، و ارتفاع 30 شجرة. تم اختيار وقطع 8 أشجار من السرو و7 أشجار من الصنوبر الثمري تمثل صفوف الأقطار في العينات لتقدير معامل الشكل وتم التوصل لمعادلة مطورة من الشكل الأسي لتقدير المخزون الخشبي والكتلة الحيوية لكل نوع. أظهرت النتائج أن قيمة متوسط معامل الشكل بلغت 0.39 للسرو، 0.40 للصنوبر، كما سجل المخزون الخشبي للسرو والصنوبر قيمة (254.99، 251.59) م^3/هكتار عند كثافة (208 ، 144) شجرة/هـ وحقق معدل النمو السنوي قيمة (8.49) م^3/هـ/سنة للسرو،(8.39) م^3/هـ/سنة للصنوبر. بالنسبة للكتلة الحيوية الكلية فبلغ مقدارها (560.82) طن/هـ للسرو،(455.82) طن/هـ للصنوبر. بلغت المساحة القاعدية الكلية (6.08) م^2/هـ للسرو،(4.39) م^2/هـ للصنوبر. أما متوسط الأقطار بلغ (18.28 ، 19.30) سم للسرو والصنوبر بالترتيب. تمكن نتائج هذه الدراسة القائمين على إدارة الغابات من تقييم نمو وإنتاجية غابات مختلطة مشابهه لمنطقة الدراسة.

الكلمات المفتاحية: غابة مختلطة، كتلة حيوية، مخزون خشبي ، سرو دائم الاخضرار ، صنوبر ثمري.

*طالبة دكتوراه في قسم الحراج والبيئة– الزراعة– جامعة تشرين –اللّاذقية –سورية .

**أستاذ في قسم الحراج والبيئة– كلية الزراعة– جامعة تشرين –اللّاذقية –سورية .

***أستاذ في قسم الحراج والبيئة– كلية الزراعة –جامعة تشرين –اللّاذقية –سورية .

Evaluating growth and prouductivity Of a mixed forest of (*Cupressus sempervirens* L.) & (*Pinus pinea* L.) In Wata Al Rastin site-Lattakia.

Allan.Nagham* , Kbeily.Emad Ali.Wael***.**

Abstract:

This research was carried out in Wata Al Rastin - site - Lattakia for during the year (2020-2021) in mixed forest of (*Cupressus sempervirens* L.) & (*Pinus pinea* L.) to evaluate growth and prouductivity of this two cultivated species at age 30 years .12 circular plots were taken, the area of each plot was 400 m^2. The following parameters were taken for each plot: trees number, diameter at breast height, trees and 30 trees height. 8 trees of cupressus and 7 trees of pinus were chosen covering diameter classes of the studied site, to estimate form factor. A power equation developed to to estimate wood stock and wood biomass of this two species. The results showed that the mean of form factor was 0.39 for cupressus and 0.40 for pinus, The wood stock value reached to (254.99, 251.59) m^3/ha for cupressus and pinus respectively with tree density (208 , 144) trees/ha. The mean annual increment was 8.49 m^3/ha/yr for cupressus and 8.39 m^3/ha/yr for pinus. The wood biomass reached to (560.82) ton/ha for cupressus, (455.53)for pinus**.** The basal area was (6.08) m^2/ha and 4.39 m^2/ha for pius. The mean diameter was (18.28, 19.30) cm for cupressus and pinus respectively. The results of this study can help foresters to evaluate growth and prouductivity of mixed forests similar to the study area.

Key words: mixed forest, biomass, wood stock, *Cupressus sempervirens*, *Pinus pinea*.

* Phd student, Department of Forestry and Ecology, Faculty of Agriculture , Tishreen University , Lattakia , Syria.

** Prof, Department of Forestry and Ecology, Faculty of Agriculture , Tishreen University , Lattakia , Syria.

*** Associated Prof, Department of Forestry and Ecology, Faculty of Agriculture , Tishreen University , Lattakia , Syria.

مقدمة:

تعدّ الغابات من أهم النظم البيئية المتطورة وأعقدها وأكثرها ارتباطاً بحياة الإنسان لما تمتلكه من مدّخرات وراثية هائلة [19]، وما تقدمه من منتجات متنوعة كالخشب، والمواد الطبية و العطرية والعلفية والمواد الغذائية إلى جانب فوائدها في السياحة والاستجمام،... ونظراً لما تملكه من فوائد بيئية وقدرة على تثبيت ثاني أكسيد الكربون و إطلاق الأوكسجين، بالإضافة إلى أن الغابات تعد موائلاً بيئية للعديد من الكائنات الحية من نباتات، وحيوانات، وكائنات دقيقة وصولاً إلى الإنسان [10]، ولكن مع زيادة عدد السكان زاد الضغط على الغابات ومنتجاتها المتنوعة وخاصة الخشب مما أدى إلى تقلص مساحتها وإنتاجيتها، لذلك ازدادت عمليات التحريج وإقامة المشاجر في جميع أنحاء العالم لتلبية متطلبات الإنسان المختلفة ولاسيما أن الخسائر الحراجية كانت أغلبها في الغابات الطبيعية وخاصة بين عامي 2010– 2015 [13]، ولاتزال الغالبية العظمى من المشاجر في الوقت الحاضر نقية مقارنة بالمختلطة، وذلك نظراً لسهولة عمليات الخدمة والمردود الاقتصادي الأعلى، وقد أثبتت المشاجر المختلطة أنها الخيار الأفضل لتحقيق هذه الأهداف لأنها أكثر مرونة بيئية ويمكن التعامل معها بطريقة أفضل بالمقارنة مع المشاجر النقية، كما أنها أكثر استقراراً في الإنتاج [18]. بالنسبة لسورية كان ولايزال الغطاء الحراجي يتعرض لعدد كبير من عمليات التخريب والتدمير واختفاء المساحات الخضراء نتيجة التوسع الزراعي على حساب الحراج والقطع العشوائي والرعي الجائر والتفحيم غير القانوني والحرائق المتكررة وخاصة غابات الصنوبر البروتي، وقد بلغت المساحات المشجرة اصطناعياً منذ عام 1953 ولغاية عام 2007 حوالي 268.753 هكتار أي ما تعادل نسبته 1.45% من مساحة سوريا [6]، وفي عام 2014 وصلت المساحات المحرجة إلى 294395 هكتار[7]، إلا أنّ أغلب هذه المشاريع لاتزال غير ناجحة لعدة أسباب منها أن معظم مشاريع التّحريج كانت ولاتزال تتمّ بصورة عشوائيّة

وبدون دراسة مسبقة بالإضافة لغياب خطط الإدارة والتنظيم المناسبة في مواقع التشجير وغياب الدّراسات البيئيّة المناسبة لهذه المواقع وعدم التوفيق في اختيار الأنواع الملائمة لمواقع التّشجير ولاتزال المخروطيات وبالأخص الصنوبر البروتي هو النوع المسيطر حالياً في عمليات التحريج يليه الصنوبر الثمري ويتركز بشكل كبير في إسبانيا والبرتغال وتركيا والمغرب وبشكل أقل في فرنسا وتونس والجزائر ولبنان ويعتبر الصنوبر الثمري نوع دائم الخضرة يصل ارتفاعه حتى 25 م، محب للضوء يقاوم درجات الحرارة المرتفعة والمنخفضة، يفضل الطوابق البيومناخية الرطبة وشبه الرطبة وهو غير مبال بدرجة حموضة التربة، وقد بدأ التحريج بالصنوبر الثمري في سورية في النصف الأول من القرن الماضي بشكل أشجار متفرقة في مناطق عديدة من القطر لأجل ثماره أما التوسع بزراعته في المواقع الغابوية فقد بدأ بعد ثمانينات القرن الماضي كونه نوع ثنائي الغرض (أخشاب وثمار) [6]، والأبحاث المتعلقة بإنتاجيته في سورية قليلة ومن الأمثلة دراسة [1] لإنتاجية ونمو الصنوبر الثمري قي موقع تحريج الخريبات –جبلة– اللاذقية حيث بلغ معدل النمو السنوي 2.64 م^3/هـ/سنة ومتوسط المساحة القاعدية 21.9 م^2/ هـ بعمر 52 سنة وكثافة 237 شجرة/هـ. بينما بلغ المخزون الخشبي للصنوبر الثمري في موقع صنوبر جبلة– اللاذقية في دراسة [3] حوالي 231.51 م^3/هـ ومعدل نمو سنوي 5.38 م^3/هـ/سنة عند كثافة 352 شجرة/هـ وعمر 43 سنة أما في موقع الشقيفات– اللاذقية فقد سجل معامل الشكل قيمة 0.64 والمخزون الخشبي قيمة 156.15 م^3/هـ عند كثافة 380 شجرة/هـ. وصل متوسط ارتفاع أشجار الصنوبر الثمري 3.5 م ومتوسط ارتفاع السرو الدائم الخضرة م ومتوسط ارتفاع السرو الدائم الخضرة 3.6 م في موقع تحريج المروج–حماة [6] .

أما بالنسبة للسرو فينتشر طبيعياً في جنوب غرب البحر المتوسط في عدة مناطق تصل إلى شرق القوقاز وجنوب غرب إيران [12]، والبعض ينسب موطنه الأصلي إلى جزر

بحر إيجه وقبرص وجبال طوروس في تركيا وبلدان شرق المتوسط (سوريا، الأردن ولبنان وإيران) وفي شمال شرق إفريقيا(ليبيا وتونس) [16]. يعتبر السرو شجرة متوسطة الحجم دائمة الخضرة، يصل ارتفاعها حتى 35–40 م [14]، تنمو في مناخ متوسطي حار جاف صيفاً و ماطر شتاءً تتطلب إضاءة وبعض أنواعه تتحمل الحرارة ، تعيش على معظم أنواع الترب بما في ذلك الصخرية والجافة ماعدا الطينية أو الغدقة [11,23] يعد السرو مرن جداً من ناحية الاحتياجات المطرية، فهو يحتل في سورية مواقع عالية الأمطار تصل إلى1300 مم كما في القدموس بينما لايحصل على أكثر من 300 مم في موعع ضانا– الأردن ويعتبر من الأشجار العالية التحمل للرياح كما يمتاز خشبه بجودة خصائصه مثل سهولة الصقل والتقلص الخفيف وجمال الشكل ومقاومة الفطور والحشرات بسبب رائحته الذكيه الناتجة عن الزيوت الراتنجية فيه [6] . إن زراعة السرو في المواقع الغابوية في سورية محدودة واقتصرت على إنشاء مصدات وكاسرات رياح وبالأخص في المنطقة الساحلية لحماية بساتين الحمضيات والدراسات المحلية ذات الصلة بنموه وإنتاجيته لاتزال محدودة وشبه معدومة. هناك دراسات تتعلق بإنتاجيته في دول أخرى فمثلاً بلغت الإنتاجية للسرو الدائم الاخضرار في شمال إيران حوالي 405.83 طن/هـ عند عمر 18 سنة [15]، في حين بلغت إنتاجيته في مصر16 طن/هـ عند عمر7 سنوات [17].

أهمية البحث:

بالرغم من القيام ببعض الدراسات الخاصة بتقييم النمو والإنتاجية للمساحات المحرجة في سورية، إلا أنها لاتزال قليلة وتتركز على تقييم نوع حراجي واحد معين و لاتزال هناك مساحات حراجية مختلطة تضم أكثر من نوع حراجي بنفس الموقع لم يتم تسليط الضوء عليها(ومنها اختلاط السرو مع أنواع أخرى) كونه نوع قليل ومعرض للاندثار، لذلك من الضروري التوسع بإجراء دراسات عنها لإعطاء فكرة عن نموها وإنتاجها الخشبي الذي يمكن أن يحقق دخل بسيط يمكن استثماره مستقبلاً، فضلاً عن تأمين جزء من حاجة السوق المحلية من الأخشاب، كما تمكن هذه الدراسة القائمين على إدارة الغابات من تقييم النمو والإنتاجية لمواقع حراجية مختلطة مشابهه لمنطقة الدراسة.

أهداف البحث:

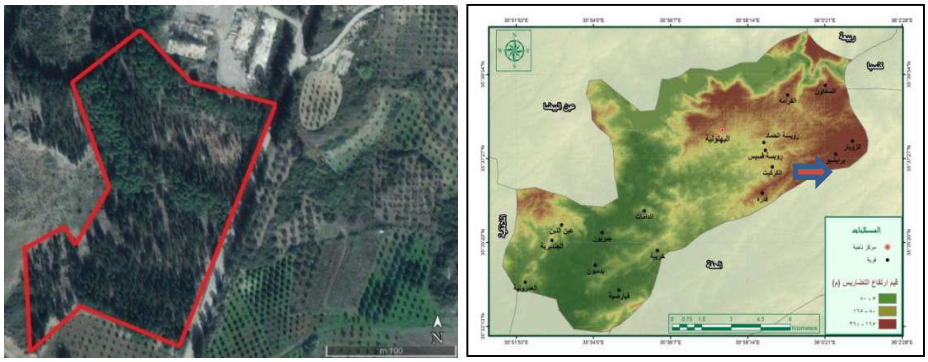
- تصميم معادلات مطورة لحساب الكتلة الحيوية والمخزون الخشبي للسرو الدائم الاخضرار في موقع تحريج وطى الرستين– اللاذقية.
- تصميم معادلات مطورة لحساب الكتلة الحيوية والمخزون الخشبي للصنوبر الثمري في موقع الدراسة.
- تقدير معامل الشكل للسرو الدائم الاخضرار والصنوبر الثمري في موقع الدراسة.
- تقدير الكتلة الحيوية والمخزون الخشبي للسرو والصنوبر الثمري في موقع الدراسة.

مواد وطرائق البحث:

1. موقع الدراسة:

نفذت الدراسة في قرية الرستين التابعة لناحية البهلولية، التي تتبع إدارياً لمحافظة اللاذقية وتبعد عنها حوالي 22 كم على طريق عام اللّاذقية–حلب وتطل على سد 16 تشرين، وترتفع حوالي 100–200 م عن سطح البحر، وموقع الدراسة عبارة عن غابة

اصطناعية مختلطة (بشكل أشرطة) من السرو الدائم الخضرة والصنوبر الثمري بعمر 30 سنة وتبلغ مساحتها 5 هكتار.



الشكل (1). موقع تحريج وطى الرستين – البهلولية – اللاذقية.

2. المعطيات المناخية:

يخضع موقع الدراسة لمناخ متوسطي ضمن طابق بيومناخي حار رطب شتاء إلى حار وشبه رطب صيفاً وطابق نبتي متوسطي حراري، الهطولات غزيرة حيث تتراوح كميات الهطل السنوي مابين (800– 1000) مم وتتوزع من شهر تشرين الأول إلى أيار ويتركز معظمها مابين كانون الأول والقليل منها خلال شهري تشرين الأول والثاني، وشهري آذار ونيسان، ومن النادر أن تحصل هطولات في أشهر الصيف. تتراوح درجات الحرارة بين (° 10 –29°) ومن النادر أن تنخفض إلى ما دون الصفر شتاءً، كما أنها لا تتجاوز (35°) صيفاً، وتلاحظ المعدلات الأعظمية الشهرية لدرجات الحرارة خلال شهري تموز وآب، أما الدنيا في شهر كانون الثاني وشباط [5].

3. الوضع الجغرافي والطبوغرافي:

تقع منطقة الدراسة على السفح الغربي لسلسلة الجبال الساحلية وتعتبر منطقة هضبية ذات ميول طبوغرافية متوسطة وتقع بين خطي الطول (`1, " 92 ° 36) و " 91 ° 35) (`15, وبين دائرتي العرض (`23, " 92 ° 35) و (`04 " 73 ° 35) شمال خط

الاستواء، يحدها من الشمال والشمال الشرقي ناحية كنسبا وربيعة ومن الجنوب والجنوب الشرقي ناحية الحفة ومن الغرب محافظة اللاذقية.

4. التربة والغطاء النباتي:

تم اعتماد لون التربة كمعيار لمواصفاتها الفيزيائية والكيميائية حيث كان لون التربة رمادي إلى بني داكن تحوي الكلس وهي من نوع رندزينا ويسيطر على أرض الموقع صخور كلسية ورملية ومارلية وكونغلوميرا [2]. يسود الموقع غطاء حراجي من السرو والصنوبر الثمري بالإضافة إلى شجيرات من السنديان العادي (*Querqus calliprinous*) والبلوطي (*Querqus infectoria*) وأنواع أخرى أليفة للحرارة قليلة مبعثرة ضمن الغابة مثل الزرود (*Phillyrea media*) والآس (*Myrtus communis*) وبطم اللانتسك (*Pistacia lentiscus*) وأنواع دالة على التدهور متل الجربان (*Calycotome villosa*).

طرائق البحث:

1. اقتطاع العينات:

أخذت 12 عينة دائرية منتظمة بمساحة 400 م^2(4800 م^{2}مساحة كلية) ونصف قطرها 11.3 م وبنسبة اعتيان 9.6% من مساحة الموقع وتم تحديد مراكز وحدود العينات الـ12 بواسطة ديكامتر وبلغ عدد الأشجار الكلي بالهكتار في العينات 208 شجرة/هـ من السرو و 144 شجرة/هـ من الصنوبر الثمري وحددت النسبة المئوية للاختلاط عن طريق عدد الأشجار في العينات لكل نوع وبلغت (59% للسرو و41% للصنوبر) ثم جرى في كل عينة حساب مايلي:

2. تقدير المخزون الخشبي (م^3/هـ):

تم اختيار 8 أشجار من السرو و7 أشجار من الصنوبر الثمري بحيث غطت جميع صفوف الأقطار في العينات المدروسة و قطعت هذه الأشجار بعد قياس أقطارها على ارتفاع الصدر و قسم الجذع إلى أجزاء متساوية الطول1 متر لكل جزء، ومن ثم قياس قطر كل جزء في طرفي كل جزء واعتمدت معادلة Smalian حسب [22] لحساب حجوم هذه الأجزاء بطريقة التكعيب الجزئي :

$$v = \frac{g_b + g_t}{2} * l$$

حيث:

g_b : المساحة القاعدية عند قاعدة الجزء.

g_t : مساحة القاعدية عند قمة الجزء.

l : طول الجزء ويعادل 1 م.

وبعد ذلك حسب حجم كامل الشجرة من خلال أخذ مجموع حجوم كل أجزائها، وصممت معادلة حجمية مطورة لكلا النوعين المدروسين بالاعتماد على حجوم الأشجار المقاسة، وذلك عبر تمثيل البيانات بوساطة برنامج Excel ورسم خط الانحدار باستخدام المعادلة الأسية التي تربط بين حجوم الأشجار وأقطارها والشكل العام له [8]:

$$v = f(d)$$

ثم قُدِّرت ثوابت هذه المعادلة ومعامل التحديد لها (R^2) أيضاً باستخدام الحالل Solver ضمن برنامج Excel وتم تطبيق هذه المعادلة على جميع العينات المدروسة.

3. حساب معامل الشكل (f):

بعد أن قمنا بحساب الحجم الحقيقي لكل شجرة مقطوعة من خلال جمع حجوم القطع الخشبية المكونة لها حُسِب حجم الأسطوانة المكافئة 'V لكل شجرة مقطوعة والتي قطرها يعادل قطر الشجرة على ارتفاع الصدر وارتفاعها يعادل ارتفاع الشجرة المقطوعة. وفي النهاية استُخدمَت المعادلة التالية لحساب قيمة معامل الشكل [20]:

$$f = \frac{V}{V'}$$

حيث أن:

f: معامل الشكل.

v: الحجم الحقيقي (م^3).

'V: حجم الأسطوانة المكافئة (م^3).

وحُسبَت قيمة متوسط معامل الشكل للأشجار المقطوعة لكلا النوعين.

4. تقدير الكتلة الحيوية:

استخدمت أشجار السرو الدائم الاخضرار و الصنوبر الثمري المقطوعة والتي استخدمت سابقاً لتقدير معامل الشكل والمخزون الخشبي، في تقدير الكتلة الحيوية الكلية للنوعين المدروسين تم قطع هذه الأشجار وقياس القطر الارتفاع لكل شجرة بعد إسقاطها، ثم تجزئة الساق لقطع بطول 1 م والأوراق والأغصان ونقلها ووزن كل جزء على حدى شكل باستخدام ميزان عادي يستطيع وزن 300 كغ وتم بناء موديل رياضي لتقدير الكتلة الحيوية الرطبة يربط بين الوزن الكلي الرطب لمختلف أجزاء الشجرة والقطر على ارتفاع الصدر باستخدام علاقة الانحدار من النوع الأسي [8]:

$$\mathrm{B}io\mathrm{mass} = \mathrm{a} \times \mathrm{dbh}^{\mathrm{b}}$$

حيث (Biomass: الكتلة الحيوية (كغ) ، a,b : ثوابت الانحدار ، dbh: القطر على ارتفاع الصدر(م) ثم قُدِّرت ثوابت هذه المعادلة ومعامل التحديد لها (R^2) باستخدام الحالل Solver في برنامج Excel وحسبت الكتلة الحيوية الكلية في جميع العينات المدروسة.

5. المساحة القاعدية ومعدل النمو السنوي:

حُسبَت المساحة القاعدية وفق المعادلة [20]:

$$g_i = \frac{\pi\ (dbh)^2}{40000}$$

حيث إن: g_i: المساحة القاعدية للشجرة (سم^2).

dbh: قطر الشجرة على ارتفاع الصدر (سم).

i: رقم الشجرة (1-2-3-4-5-.....).

وبالتالي فإنّ المساحة القاعدية في الهكتار تساوي:

$$G = \frac{\sum g_i}{A}$$

حيث إن: $\sum gi$: مجموع المساحات القاعدية للأشجار ضمن العيّنات بـ م^2.

A: مساحة العيّنة بالهكتار.

أما معدل النمو السنوي في كل عينة (م^3/هكتار/سنة)، فتم حسابه من المعادلة [20]:

$$I = \frac{V}{t}$$

حيث: I: معدّل النّمو السنوي للعيّنة مقدراً ب (م^3/هـ/سنة).

V: المخزون الخشبي للعيّنة (م^3/هـ).

t: عمر المشجر (سنة).

6. قياس ارتفاع الأشجار وتصميم منحنيات الارتفاع:

أجري قياس ارتفاع 30 شجرة (15 سرو+ 15 صنوبر) مختلفة الأقطار ومن العينات المدروسة في الموقع باستخدام جهاز Blume liess بالإضافة إلى ارتفاع الـ 15 شجرة التي تم إسقاطها سابقاً لتصميم منحنيات الارتفاع وأدخلت البيانات إلى برنامج Excel واختبرت عدة معادلات رياضية لتقدير ارتفاع الأشجار بدلالة القطر dbh وهذه النماذج هي عبارة عن علاقة انحدار غير خطي وأهم هذه المعادلات حسب[21,20] موضحة في (الجدول1) :

الجدول(1).أهم المعادلات الرياضية المستخدمة في تقدير ارتفاع الأشجار

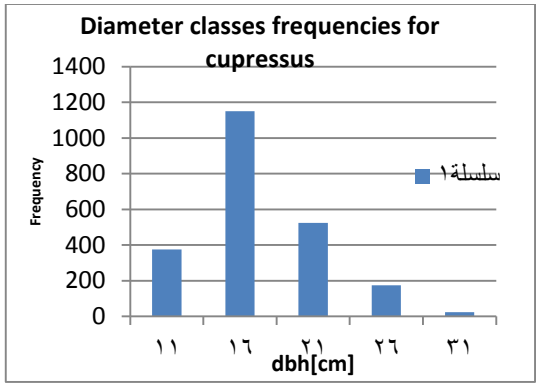
Parabel	$H = a_0 + a_1 \times dbh + a_2 \times dbh^2$
Michailoff	$H = 1.3 + a_0 \times e^{(a1/dbh)}$
Prodan	$H = 1.3 + dbh^2/(a_0 + a_1 \times dbh + a_2 \times dbh^2)$
Petterson	$H = 1.3 + (dbh/a_1 + a_2 \times dbh))^2$
Korsun	$H = e^{(a0 + a1 \times \ln(dbh) + a2 \times (\ln(dbh))\text{^}2)}$
Logarithmic	$H = a_0 + a_1 \times \ln(dbh)$
Freese	$H = e^{(a0 + a1 \times \ln(dbh) + a2 \times dbh)}$

حيث: dbh (cm): القطر على ارتفاع الصدر، H (m) : ارتفاع الشجرة، a_0, a_1, a_2: ثوابت.

النتائج والمناقشة:

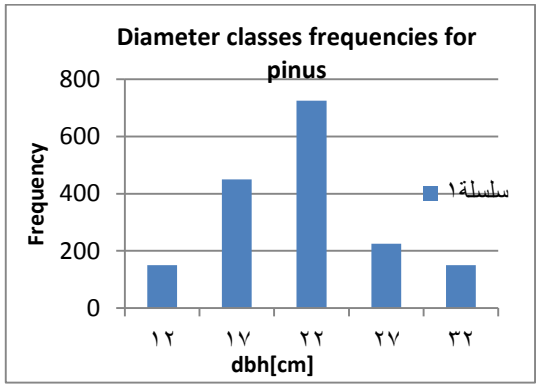
1. متوسطات وتوزعات صفوف الأقطار:

بلغ القطر المتوسط للأشجار المقاسة في جميع العينات 18.28 سم للسرو و 19.30 سم للصنوبر وتوزعت حسب أقطارها ضمن خمسة صفوف أقطار بمدى (5 سم) بين الصفوف و نلاحظ أن العدد الأكبر من أشجار السرو في الموقع ينتمي لصفوف الأقطار (11، 16 ، 21) سم على التوالي، بينما احتل صف القطر 26 سم و 31 سم العدد الأقل من الأشجار الشكل(2)، ويمكن اعتبار أشجار صف القطر 16 سم من الأشجار الأكثر تواجداً وصف القطر 31 سم من الأشجار الأقل تواجداً في الموقع.



الشكل(2). توزعات الأقطار لأشجار السرو الدائم الاخضرار في موقع تحريج وطى الرستين.

أما بالنسبة لأشجار الصنوبر الثمري فنلاحظ أن معظمها ينتمي لصفوف الأقطار(17 ، 22 ، 27) سم على التوالي، بينما احتل صف القطر 12 سم و 32 سم العدد الأقل من الأشجار كما هو موضح في الشكل(3)، ويمكن اعتبار أشجار صف القطر22 سم من الأشجار الأكثر تواجداً وصف القطر 32 سم من الأشجار الأقل تواجداً في الموقع.



الشكل(3). توزعات الأقطار لأشجار الصنوبر الثمري في موقع تحريج وطى الرستين.

2. تقدير المخزون الخشبي (م^3/هـ) ومعدل النمو السنوي (م^3/هـ/سنة):

تم حساب حجم الجذع الكلي للأشجار المقطوعة للسرو والصنوبر بطريقة التكعيب الجزئي التي ذكرناها سابقاً بعد إدخال البيانات إلى برنامج Excel كما هو موضح في (الجدول2).

الجدول(2). المخزون الخشبي الكلي لأشجار السرو والصنوبر المقطوعة في موقع الدراسة.

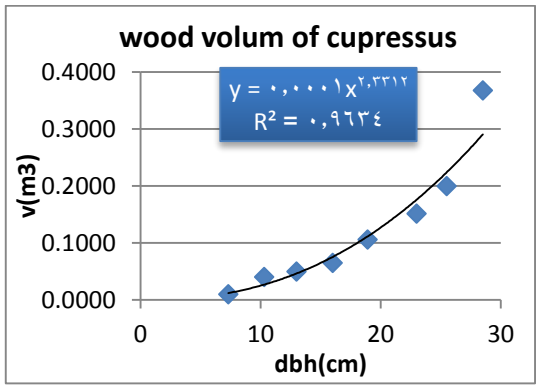
رقم الشجرة	قطر الشجرة (سم)	المخزون الخشبي للسرو (م^3)	رقم الشجرة	قطر الشجرة (سم)	المخزون الخشبي للصنوبر (م^3)
1	7.3	0.0098	1	9.5	0.0168
2	10.3	0.0401	2	13.5	0.0572
3	13	0.0494	3	17	0.0863
4	16	0.0647	4	20	0.1606
5	18.9	0.1059	5	24	0.2113
6	23	0.1512	6	28	0.3282
7	25.5	0.1994	7	31	0.4207
8	28.5	0.3674			

وتم معايرة ثوابت المعادلة الحجمية للجذوع بدلالة القطر على ارتفاع الصدر والحصول على المعادلة الحجمية النهائية المطورة للسرو وهي:

$$V= 0.0001 * dbh^{2.3312} \quad (R^2=0.96934)$$

بلغ معامل التحديد لهذا النموذج 0.96 وهي تُعد قيمة مرتفعة ، وهذا يعني أن النموذج المستخدم (المعادلة الأسية) يستطيع تفسير حوالي 96% من التباين الموجود في القيم

الحقيقية لحجوم الأشجار المقاسة عند مستوى معنوية 5%، حيث نلاحظ التقارب الموجود بين النقاط الحقيقية والمنحني البياني الشكل(4).

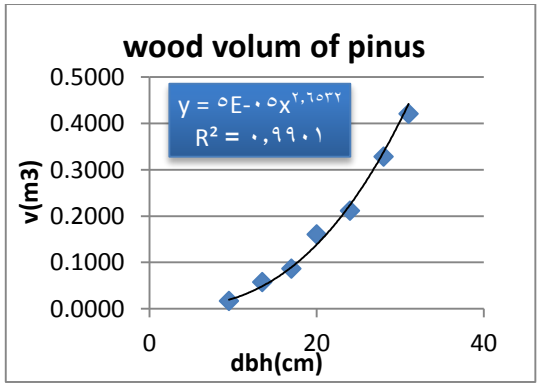


الشكل (4). المعادلة الحجمية للسرو الدائم الاخضرار في موقع تحريج وطى الرستين.

وبنفس الطريقة تم التوصل للمعادلة الحجمية النهائية المطورة للصنوبر الثمري وهي:

$$V= 0.00005 * dbh^{2.6532} \quad (R^2=0.9901)$$

بلغ معامل التحديد لهذا النموذج 0.99 وهي تُعد قيمة مرتفعة ، وهذا يعني أن النموذج المستخدم يستطيع تفسير حوالي 99% من التباين الموجود في القيم الحقيقية لحجوم الأشجار المقاسة عند مستوى معنوية 5%، حيث نلاحظ التقارب الموجود بين النقاط الحقيقية والمنحني البياني الشكل(5).



الشكل (5).المعادلة الحجمية للصنوبر الثمري في موقع تحريج وطى الرستين.

تم تطبيق المعادلتين الحجميتين على جميع العينات وحساب المجموع النهائي للمخزون الخشبي لكل نوع في كل عينة وبلغ المخزون الخشبي الكلي في جميع العينات 254.99 م^3/هـ للسرو و 251.59 م^3/هـ للصنوبر بالنسبة لمعدل النمو السنوي فقد بلغ 8.49 م^3/هـ/سنة للسرو و 8.39 م^3/هـ/سنة للصنوبر وقد يعود سبب تقارب قيم المخزون الخشبي ومعدل النمو السنوي للنوعين إلى أن النوعين مشجرين في الموقع بنفس العام (1992 م) وخاضعين لنفس الظروف البيئية (مناخ– تربة) وقد زادت قيم السرو بشكل بسيط عن الصنوبر كون السرو نموه أسرع قليلاً من الصنوبر، كما هو موضح في (الجدول3).

الجدول(3). قيم المخزون الخشبي للسرو الدائم الاخضرار والصنوبر الثمري في موقع تحريج وطى الرستين.

رقم العينة	النوع الموجود ضمن العينة	المخزون الخشبي للسرو (م^3/هـ)	المخزون الخشبي للصنوبر الثمري (م^3/هـ)
1	سرو و صنوبر	36.21	22.75
2	سرو و صنوبر	15.75	17.97
3	صنوبر فقط	–	59.70
4	سرو و صنوبر	18.23	28.04
5	سرو فقط	26.65	–
6	سرو فقط	22.18	–
7	سرو و صنوبر	45.22	51.84
8	سرو و صنوبر	10.72	47.95
9	صنوبر فقط	–	23.34
10	سرو فقط	27.78	–
11	سرو فقط	25.14	–
12	سرو فقط	27.11	–

المجموع	254.99	251.59
معدل النمو السنوي	8.49 م^3/هـ/سنة	8.38 م^3/هـ/سنة

وقد تفوقت نتائج هذه الدراسة بالنسبة للصنوبر الثمري في على نتائج دراسة [4] التي أجريت على الصنوبر الثمري في موقع تحريج ضهر الصوراني– محافظة طرطوس حيث بلغ المخزون الخشبي 116.337 م^3/هـ و معدل النمو السنوي 4.4 م^3/هـ/سنة عند كثافة 851 شجرة/هـ وعمر 27 سنة.

3. معامل الشكل (f):

بلغت قيمة متوسط معامل الشكل للسرو 0.39 وللصنوبر 0.40 كما هو موضح في (الجدول4) وهذا يعني أن شكل الجذع لأشجار السرو والصنوبر أقرب لشكل المكافئ الدوراني.

الجدول(4). قيم معامل الشكل لأشجار السرو الدائم الاخضرار والصنوبر الثمري في موقع تحريج وطى الرستين.

رقم الشجرة للسرو	قطر أشجار السرو (سم)	قيمة معامل الشكل للسرو (f)	قطر أشجار الصنوبر (سم)	قيمة معامل الشكل للصنوبر (f)
1	7.3	0.35	9.5	0.39
2	10.3	0.43	13.5	0.41
3	13	0.46	17	0.39
4	16	0.39	20	0.38
5	18.9	0.34	24	0.38
6	23	0.37	28	0.43
7	25.5	0.36	31	0.45
8	28.5	0.46	-	-
المتوسط		**0.39**	**المتوسط**	**0.40**

4. تقدير الكتلة الحيوية:

تمّ وزن كل من الجذع والأوراق والأفرع للأشجار الـ15 المقطوعة ثم حصلنا على الوزن الكلي لها كما هو موضح في (الجدول**5**).

الجدول(5).الوزن الكلي لأشجار السرو والصنوبر المقطوعة في موقع الدراسة.

رقم الشجرة	قطر أشجار السرو(سم)	الوزن الكلي للسرو (كغ)	قطر أشجار الصنوبر (سم)	الوزن الكلي للصنوبر (كغ)
1	7.3	29.3	9.5	35.6
2	10.3	64.3	13.5	84.9
3	13	92.7	17	175.9
4	16	162.6	20	312.3
5	18.9	232.1	24	398.6
6	23	294.2	28	710.8
7	25.5	337.9	31	762.7
8	28.5	578.3		

وبعد إدخال هذه القيم إلى برنامج Excel تم حساب الكتلة الحيوية للجذع والأوراق والأفرع ثم الكتلة الحيوية الكلية للأشجار المقطوعة باستخدام المعادلة الأسية المذكورة سابقاً:

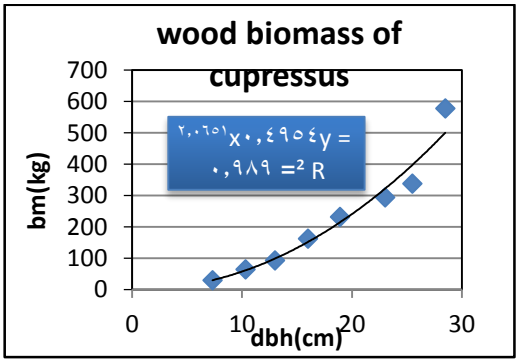
$$Biomass = a \times dbh^{b}$$

بعد معايرة الثوابت تم الحصول على معادلة الكتلة الحيوية لأشجار السرو بدلالة القطر وهي:

$$BM = 0.4954 * dbh^{2.0651} \quad (R^2=0.98)$$

تمثل النقاط في الشكل(6) القيم المقاسة في حين يمثل الخط المنحني النموذج الرياضي أو القيم المقدرة للكتلة الحيوية الكلية للسرو بدلالة القطر على ارتفاع الصدر، وبلغ

معامل التحديد لهذا النموذج 0.98 وهي تُعد قيمة مرتفعة، وهذا يعني أن النموذج المستخدم (المعادلة الأسية) يستطيع تفسير حوالي 98% من التباين الموجود في القيم الحقيقية للأوزان المقاسة عند مستوى معنوية 5% ، حيث نلاحظ التقارب الموجود بين النقاط الحقيقية والمنحني البياني.

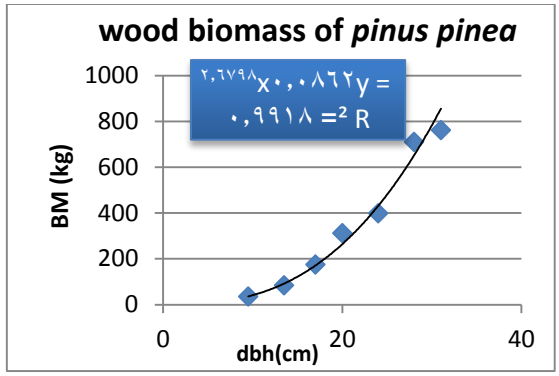


الشكل (6). معادلة الكتلة الحيوية الكلية لأشجار السرو الدائم الاخضرار في موقع تحريج وطى الرستين.

وبنفس الطريقة تم التوصل لمعادلة مطورة لحساب الكتلة الحيوية للصنوبر الثمري وهي:

$$BM = 0.0862 * dbh^{2.6798} \quad (R^2=0.99)$$

تمثل النقاط في الشكل(7) القيم المقاسة في حين يمثل الخط المنحني النموذج الرياضي أو القيم المقدرة للكتلة الحيوية الكلية للصنوبر الثمري بدلالة القطر على ارتفاع الصدر، وبلغ معامل التحديد لهذا النموذج 0.99 وهي تُعد قيمة مرتفعة، وهذا يعني أن النموذج المستخدم (المعادلة الأسية) يستطيع تفسير حوالي 99% من التباين الموجود في القيم الحقيقية للأوزان المقاسة عند مستوى معنوية 5% ، حيث نلاحظ التقارب الموجود بين النقاط الحقيقية والمنحني البياني.



الشكل (7). معادلة الكتلة الحيوية الكلية لأشجار الصنوبر الثمري في موقع تحريج وطى الرستين.

ثم طبقت هاتين المعادلتين على جميع العينات المدروسة لحساب الكتلة الحيوية الكلية وبلغت 560.82 طن/هـ للسرو و455.53 طن/هـ للصنوبر كما هو مذكور في (الجدول6)

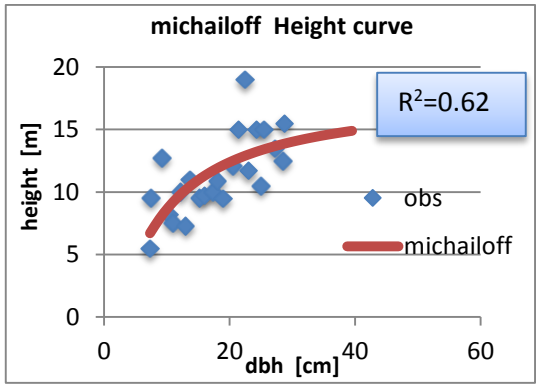
الجدول(6). الكتلة الحيوية للسرو الدائم الاخضرار والصنوبر الثمري في موقع تحريج وطى الرستين.

رقم العينة	النوع الموجود ضمن العينة	الكتلة الحيوية للسرو (طن/هـ)	الكتلة الحيوية للصنوبر الثمري (طن/هـ)
1	سرو و صنوبر	79.40	42.39
2	سرو و صنوبر	35.72	112.06
3	صنوبر فقط	-	52.35
4	سرو و صنوبر	59.09	96.82
5	سرو فقط	49.25	-
6	سرو فقط	99.42	-
7	سرو و صنوبر	61.35	90.19
8	سرو و صنوبر	22.70	43.86
9	صنوبر فقط	-	17.86
10	سرو فقط	54.81	-
11	سرو فقط	67.11	-
12	سرو فقط	31.97	-
المجموع		**560.82**	**455.53**

بالنسبة للمساحة القاعدية الكلية فقد بلغت 6.08 م^2/هـ للسرو و 4.39 م^2/هـ للصنوبر الثمري وتفوقت نتائج هذه الدراسة على دراسة [9] أجريت لتقدير الكتلة الحية للسرو المختلط مع الصنوبر الثمري في شمال إيران حيث بلغت الكتلة الحية للسرو 270.8 طن/هـ و 209.1 طن/هـ للصنوبر عند عمر 25 سنة (بنسبة اختلاط 56% للسرو و44% للصنوبر).

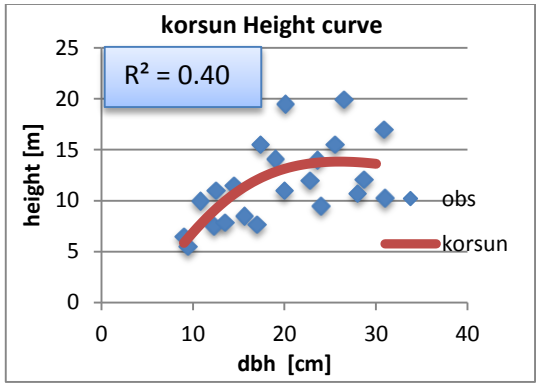
5. تصميم معادلات الارتفاع:

بعد تطبيق عدة معادلات رياضية لحساب الارتفاع والمذكورة في (الجدول1) تم حساب الثوابت للنماذج غير الخطية المجربة وذلك في برنامج Excel باستخدام الحالل Solver كما تم حساب معامل التحديد لجميع معادلات الارتفاع وحققت معادلة michailoff أفضل قيمة مقارنة ببقية المعادلات وكانت قيمة R^2=0.62 أي أن الموديل يفسر فقط 62% من التباين الموجود في القيم الحقيقية للعينات المدروسة الشكل (8).



الشكل(8). معادلة michailoff لأشجار السرو الدائم الاخضرار في موقع تحريج وطى الرستين.

أما بالنسبة للصنوبر الثمري فحققت معادلة korsun أفضل قيمة مقارنة ببقية المعادلات وكانت قيمة R^2=0.40 أي أن الموديل يفسر فقط 40% من التباين الموجود في القيم الحقيقية للعينات المدروسة الشكل (9).



الشكل(9). معادلة korsun لأشجار الصنوبر الثمري في موقع تحريج وطى الرستين.

تم تطبيق المعادلتين السابقتين على النوعين وتم حساب متوسط الارتفاع في جميع العينات ليبلغ 11.61 م للسرو و 11.99 م للصنوبر الثمري.

الاستنتاجات والتوصيات:

الاستنتاجات:

- بلغت قيمة متوسط معامل الشكل للسرو (0.39) و (0.40) للصنوبر وهذا يعني أن شكل الجذع لأشجار النوعين المدروسين أقرب لشكل المكافئ الدوراني (التاج لا يشكل أكثر من ثلث ارتفاع الشجرة) وهذه الجذوع مرغوبة في الصناعات الخشبية.
- سجل المخزون الخشبي للسرو و للصنوبر قيمة (254.99 ، 251.59) م^3/هـ عند كثافة شجرية (208، 144) شجرة/هـ على التوالي أما بالنسبة للكتلة الحيوية للسرو والصنوبر فبلغت قيمتها (560.82، 455.53) طن/هـ على التوالي وهي قيم جيدة بالنسبة لدراسات مشابهه، بالتالي يمكن استثمار خشب هذين النوعين في التصنيع.
- تقارب معدل النمو السنوي للسرو الذي بلغ (8.49) م^3/هـ/سنة مع معدل النمو السنوي للصنوبر (8.38) م^3/هـ/سنة.
- تفوقت أشجار الصنوبر بمتوسط قطر (19.30) سم على متوسط القطر لأشجار السرو والتي بلغت (18.28) سم وقد يعود السبب إلى الكثافة العالية لأشجار السرو

في الموقع أما بالنسبة لمتوسط الارتفاعات فقد بلغت للسرو والصنوبر قيمة (11.61 ، 11.99) م على التوالي.

التوصيات:

- إجراء عمليات تفريد في موقع الدراسة من أجل زيادة قطر الأشجار وخاصة بالنسبة للسرو للحصول على مردود اقتصادي أفضل.
- من المهم قبل البدء بالتشجير المختلط أن نقوم بدراسة نسب الاختلاط للأنواع المراد زراعتها من أجل الحصول على إنتاج أفضل وأكثر استقراراً، كما يجب اختيار الأنواع المراد تشجيرها بشكل جيد لتقليل المنافسة.
- التشجيع مستقبلاً على التشجير المختلط كونه يعطي إنتاجية أكبر من حيث الكم ولأكثر من نوع، كما أن المشاجر المختلطة أقل تأثراً بتغير الأسعار ومتطلبات الأسواق من المشاجر النقية كونها تحوي عدة أنواع من الأخشاب فلابد من أن تجد لها أسواقاً بعكس النقية، كما أن التشجير المختلط أقل حساسية للحرائق من الغابات النقية.
- يمكن تطبيق المعادلات المطورة الناتجة في هذه الدراسة على مواقع أخرى مشابهه لموقع الدراسة من حيث الأنواع المزروعة ومن حيث الظروف البيئية وأن تكون صفوف أقطار الأشجار المراد تطبيق هذه المعادلات عليها تقع ضمن مجال صفوف الأقطار الناتجة في هذه الدراسة.

المراجع العربية:

1. زينة، ربيعة و عباس، حكمت. 2015. نمو وإنتاجية الصنوبر الثمري *Pinus pinea* L. في موقع تحريج – ضهر الخريبات –صنوبر جبلة –محافظة اللاذقية. مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية، سلسلة العلوم البيولوجية، المجلد(37)، العدد (4)، ص: 463–477.

2. عجميان، جاك. 1997. المذكرة الإيضاحية لرقعة اللاذقية مقياس1/50000، – N – b – 4 – X – 36 – I . المؤسسة العامة للجيولوجيا والثروة المعدنية، دمشق، سورية.

3. علي، محمود. 2019. تقييم مشجرين للصنوبر الثمري *Pinus pinea* L. في الطابق النبتي المتوسطي الحراري في محافظة اللاذقية (سورية). مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية، سلسلة العلوم البيولوجية، المجلد(26)، العدد (2)، ص: 137–157.

4. فرحا، ايفيلين و علاء الدين ، حسن. 2013. دراسة نمو وإنتاجية الصنوبر الثمري *Pinus pinea* L. المزروع في موقع تحريج ضهر الصوراني في محافظة طرطوس (سورية). مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية، سلسلة العلوم البيولوجية، المجلد(35)، العدد (4) ص: 145–166.

5. مديرية الموارد المائية. 2018. حوض الساحل، معطيات مناخية لمحطة سد 16 تشرين،اللاذقية.

6. نحال، ابراهيم. 2012– موسوعة الثروة الحراجية في سورية (ماضيها– حاضرها– آفاق مستقبلها) FAO، دمشق، 480 ص.

7. وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي. 2014. المجموعة الإحصائية لعام 2014، ص 134.

المراجع الأجنبية:

8. 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.
9. ALI, H., & MOHAMMADI, J. 2021. Determination of allometric equations for estimating stem biomass of three species of *Pinus brutia* Ten., *Pinus pinea* L. and *Cupressus sempervirens* L. in the Arabdagh reforests, Golestan province. Iranian Journal of Forest, vol. 13, 251-270.
10. BERA, K.S., BASUMATARY, K.S., AGARWAL, A., AHMED, M. 2006. Conversion of Forest Land in Garo Hills, Meghalaya for Construction of Road: A threat to the Environment and Biodiversity. Current Science. Vol. 91 , 281-284.
11. DEL FAVERO, R. 2010.I boschi delle regioni dell'Italia centrale (Cleup, Padova).
12. ECKENWALDER, J.2009. Conifers of the World:The Complete Reference (Timber Press).
13. FAO, 2015. Global forest resources assessment– desk Reference.
14. Farjon, A. 2010. A handbook of the world's conifers (Brill, Leiden).
15. HAGHDOOST, N., AKBARINIA, M., & HOSSEINI, S. M. 2012 Growth and biomass production of lowland forest plantations in north of Iran. Arch. Appl. Sci. Res. Vol.4 , 595-604.
16. INTINI, G. DELLA ROCCA, 2004. Il cipresso comune (Cupressus sempervirens L.): caratteristiche botaniche, distribuzione, ecologia (Centro Promozione Pubblicita, Firenze), pp 13–22.
17. ISMAIL, M. F., GHORAB, S. A., & ABBAS, M. M. 2018. Biomass and some Mechanical Properties for Cupressus sempervirens and Corymbia citriodora Planted in Serabium Sewage Station. Journal of Plant Production, Vol. 8, 637-640.

18. OTAZUA, J.; U. AND PAQUETTE. A. 2018 Mixed forest plantations, In Dynamics, Silviculture and Management of Mixed Forests, Cham, Vol. 31, 319-341. Springer.
19. PALTA, M.M., RICHARDSON, A.E., SHARITZ, R.R. , 2003. Effects of Altere Flow Regimes on Floodplain Forest Processes in the Savannah River Basin. Institute of Ecology, The University of Georgia, Athens.
20. PRETZSCH, H. 2009_ Forest Dynamics, Growth and Yield. Verlag Berlin Heidelberg: Springer, 664p.
21. SCHMIDT, A. 1969 Der Verlauf des H¨ohenwachstums von Kiefern auf einigen Standorten der Oberpfalz. Forstw, Cbl, Vol. 88 , 33–40.
22. SOPP, L. 1974_ Fatomegsza mitasi tablazatok .Mezo-gazdasagi kiado. Budapest.Hungary,413 p.
23. VERMIGLI,C. 2005. Genetic variability in italian populations of *Cupressus sempervirens* L.assessed by SSR and RAPD markers, Ph.D.thesis.