تقييم نمو الصنوبر البروتي *Pinus brutia* Ten. تحت تأثير غبار المقالع
حالة موقع تحريج كفردبيل (جبلة، سورية)

Evaluation Of *Pinus brutia* Ten. Forest Growth Under The Effects of Dust Quarries By Some Indicators, In Site of Kfardabeel Stand- Jableh

م. لانا صالح[1] د. زهير شاطر[1 - 2] د. وائل علي[1] د. إبراهيم نيصافي[1]

Eng. Lana Saleh[1] **Dr. Zuheir Shater**[1 - 2] **Dr. Wael Ali**[1] **Dr. Ibrahem Nesafi**[1]

zuheirshater@yahoo.com or waelali15@hotmail.com

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

(1) PhD student, Department of Forestry and Ecology, Faculty of Agriculture, Tishreen University.

(2) المركز العربي لدراسات المناطق الجافة والأراضي القاحلة/أكساد، دمشق، سورية.

(2) The Arab Center for the Studies of Arid Zones and Dry Lands/ACSAD, Damascus, Syria..

الملخص

نُفّذت الدراسة خلال عامي 2015 و 2016 بهدف تقييم نمو الصنوبر البروتي *Pinus brutia* Ten. في موقع تحريج كفردبيل (منطقة جبلة، سورية) الواقع تحت تأثير غبار المقالع. تم اختيار 15 عينة حراجية بمساحة 200 م² لكل منها موزعة على كامل مساحة الغابة. وأخذت القياسات الحراجية، ثم حُسبت مؤشرات نمو الأشجار الحراجية منها. جُمعت عينات ورقية من الصنوبر لتقدير كمية الغبار المتراكم عليها، كما قُدرت كميات الرصاص والزنك والنيكل المتراكمة في الأوراق وفي الخشب.

بلغ معدل النمو القطري السنوي للعينات (0.45 ± 0.05 سم/سنة)، ومعدل النمو الحجمي السنوي (3.42 ± 0.91 م³/هـ/سنة)، في حين كان معدل زيادة الكتلة الحيوية السنوي (2.803 ± 0.631 طن/هـ/سنة). أظهرت النتائج عدم وجود تأثير معنوي للغبار في نمو الصنوبر بأشكاله، من ناحية أخرى وجدت علاقة ارتباط سلبية واضحة بين كمية النيكل في الأوراق وكل من المساحة القاعدية (r = - 0.67**)، والحجم (r = - 0.61**)، ومعدل النمو الحجمي خلال السنوات العشر والخمس الأخيرة (r = - 0.47*) و(r= - 0.49*) على التوالي، ومعدل النمو الحجمي خلال عمر الغابة (r = - 0.61**)، والكتلة الحيوية ومعدل زيادة الكتلة الحيوية خلال عمر الغابة (r = - 0.60**). في حين راكم الصنوبر عنصر الرصاص في خشبة وأوراقة بقيم أعلى من الحد الطبيعي المسموح به دون تأثير يُذكر في نموه (القطري والحجمي وكتلته الحيوية)، وقد يكون لذلك فوائد بيئية من ناحية فلترة الهواء وتخفيض مستويات ذلك العنصر في التربة.

توضح هذه النتائج بشكل عام قدرة الصنوبر البروتي على مقاومة عوامل التلوث الناتجة عن المقالع المجاورة للغابة.

الكلمات المفتاحيّة: صنوبر بروتي، مؤشرات النمو، غبار، رصاص، زنك، نيكل.

©2021 The Arab Center for the Studies of Arid Zones and Dry Lands, All rights reserved.

ISSN:2305 - 5243 ; AIF-023 (p:8 - 19)

Abstract

This study was carried out in 2015 and 2016, to evaluate the growth of *Pinus brutia* forest in Site Of Kfardabeel Stand (Jableh, Syria) under the effect of dust quarries neighboring the forest, fifteen forestry plots (200 m² to each one) distributed over the entire forest area were chosen, and basic measurements as height and diameter at breast height were taken, leaves samples also were collected to estimate the amount of accumulated dust on their surfaces and to estimate the amounts of Lead, Zinc and Nickle which accumulated in the leaves and wood,.

The mean annual increment of stem diameter, wood volume and tree biomass were (0.45 ± 0.05 cm/year), (3.42 ± 0.91 m³/h/year), (2.803 ± 0.631 ton/h/year) respectively. The results showed that there was zero effect of dust on Pinus growth, while there was a clear negative correlation between nickel amount in leaves and: basal area (r = -0.67**), volume (r = - 0.61**), volume annual growth rate last 10 and 5 years (r = - 0.47*) and (r = - 0.49*) respectively, volume annual growth rate during forest age (r = - 0.61**), biomass and the biomass annual increment rate during forest age (r = - 0.60**). Pinus brutia had accumulated lead in its wood and leaves with zero effect on tree growth that in turn may have an environmental advantages such as air filtration and decreasing element amount in soil. Generally, This results reveals that *pinus brutia* trees are able to resist pollutants released by quarries activities.

Keywords: *pinus brutia*, Growth indicators, Dust, Lead, Zinc, Nickel.

المقدمة

يشغل الصنوبر البروتي *Pinus brutia* Ten. مساحات واسعة في سورية، وتعدُّ غاباته متعددة الأغراض، إذ تؤدي دوراً بيئياً، اقتصادياً واجتماعياً رئيساً بالنسبة للمجتمعات، إلا أنَّ هذه الغابات تتميز بضعفها وهشاشتها أمام المشاكل التي تواجهها كتغيرات المناخ، والحرائق، والاستغلال الجائر، والانجراف، وتغييرات استخدام الأرض، والتلوث (Palahi وزملاؤه، 2008).

يعدُّ نمو وإنتاجية الأشجار الحراجية من أفضل المؤشرات التي تعكس الحالة العامة للغابة وتوازنها البيئي، إذ يسمح التقييم الموضوعي لحالة أشجارها بالحكم على الشروط البيئية السائدة، وبالتالي مدى ملاءمتها لازدهار أشكال أخرى للحياة (Stravinskienė وMarčiukaitienė، 2009).

يُعرف النمو بأنه التطور البيولوجي لخلايا الأشجار وما يرافقه من زيادة في أبعادها (القطر، الارتفاع والحجم)، وتعدُّ قياسات القطر والارتفاع الأكثر شيوعاً، كونها الأقوى ارتباطاً بحجم الخشب والكتلة الحيوية (Bowman وزملاؤه، 2013)، ويُقصد بالنمو القطري للأشجار (Radial growth) النمو العرضي لساق الشجرة، إذ تُستخدم الزيادة في قطر الشجرة بشكل واسع للتعبير عن نمو كامل الشجرة (Prior وزملاؤه، 2004).

يعدُّ حجم الخشب (Wood volume) الموجود في جذع الشجرة من أهم القياسات في علم الحراج، فالخشب هو المُنتج التجاري الرئيس للغابات، كما يحتوي الجذع على النسبة الأكبر من الكتلة الحيوية للشجرة، لذا يتم تقدير حجم الساق والكتلة الحيوية للشجرة من أجل الإدارة المستدامة لمصادر الغابة، ومن أجل دراسة تدفق الطاقة والعناصر الغذائية في الأنظمة البيئية (West وزملاؤه، 2009).

تُعرف الكتلة الحيوية في القطاع الحراجي بأنها الكتلة الكلية للأشجار والشجيرات الموجودة في منطقة حراجية معينة، متضمنةً الكتلة الحيوية الموجودة فوق سطح الأرض وتحت الأرض (Durkaya وزملاؤه، 2009)، إذ تؤدي الغابات أثناء بنائها لكتلتها الحيوية عبر عملية التمثيل الضوئي دوراً مهماً في ميزان الكربون العالمي، لأنها تقوم بدور خزانات لـ CO_2 الجوي، وتُقدر كمية الكربون التي تخزنها الغابات في كتلتها الحيوية بأكثر من 2 بيتا غرام سنوياً (petagrams of carbon per year) (Bowman وزملاؤه، 2013).

لقد أسهمت التحديات التي تعرضت لها غابات الصنوبر البروتي حتى الآن في تقليص مساحاتها وإعاقة نموها بشكل ملحوظ، ولاسيما في حال وجودها قرب مصادر التلوث الناتج عن الأنشطة البشرية، وتعدُّ مقالع الحجارة من أهم مصادر التلوث التي تطلق كميات هائلة من الغبار بما يحمله من ملوثات أخرى، تشكل المعادن الثقيلة أهمها وأخطرها على الإطلاق (Lameed وAyodele، 2010).

يسبب الغبار المترسب على أوراق النباتات ضرراً كبيراً، يتمثل في إغلاق الثغور الذي يسبب نقصاً في كمية الإضاءة اللازمة لعملية التمثيل الضوئي، ويمنع التبادل الغازي بين الورقة والغلاف الجوي، مؤدياً بذلك إلى تخفيض العملية الطبيعية للتمثيل الضوئي، والتي تؤثر بدورها في

كامل السلسلة الغذائية (Etim وAdie، 2012)، كذلك الأمر بالنسبة للمعادن الثقيلة (كالرصاص والنيكل) المُمتصة عبر الثغور والتي تسبب اضطرابات في عملية التمثيل الضوئي بشكل رئيس نظراً لتأثيراتها السلبية المباشرة في إنتاج الكلوروفيل، والتي تؤدي بالنتيجة إلى إضعاف نمو النبات بشكل عام، ولاسيما عند وجودها بكميات تفوق الحدود الطبيعية المسموح بها (Akpor وMuchie، 2010).

وحسب Nayar (1985) تشكل منطقة الأوراق المكون الأساس لغطاء الظلة للشجرة، ويشكل غطاء الظلة للغابة المعمل الرئيس لبناء الكتلة الحية (عبر عملية التمثيل الضوئي) في الأنظمة البيئية للغابات (Lowman وWittman، 1996)، لذلك فإن أي تذبذب في محتوى الكلوروفيل، والبروتين والكربوهيدرات في أنسجة الأوراق للأنواع المسيطرة في الغابة يسبب اضطراباً في نمو الكتلة الحيوية للغابة بشكل عام، وبالتالي يعد تقييم نمو أي غابة ضمن مختلف الظروف المحيطة أمراً حاسماً في تحديد كيفية التدخل بها، وإدارتها بشكل مستدام يحقق المنفعة من منتجاتها الخشبية وغير الخشبية.

أهداف البحث:

تتعرض الأنظمة البيئية في الجبال الساحلية السورية لضغط بشري مفرط ما يجعلها هشةً وعرضةً للتخريب، وتعدُّ مقالع الحجارة والكسارات المرافقة لها من النشاطات البشرية المهمة في تلك المنطقة، والتي لم يُدرس تأثيرها في النبت الطبيعي المجاور بشكل مفصل حتى الآن، بالرغم من إشارة العديد من البحوث العلمية في مناطق مختلفة من العالم إلى وجود تأثيرات سلبية لغبار المقالع وما يحتويه من غبار ومعادن ثقيلة في نمو وحياة الأنواع النباتية المجاورة لها. لذا وانطلاقاً من ضرورة الحفاظ على الغطاء الحراجي الذي يعدُّ ثروةً وطنيةً، تبرز أهمية مراقبة نمو الغابة في المناطق المعرضة لغبار المقالع والكسارات، ومحاولة اعتماد طريقة في التقييم يمكن تطبيقها على مواقع أخرى.

وبناءً على ذلك فقد هدف هذا البحث إلى تقييم نمو غابة الصنوبر البروتي في أحد المواقع (كفردبيل، جبلة، سورية)، ومدى تأثر هذا النمو بأنشطة المقالع والكسارات من خلال مجموعة من المؤشرات.

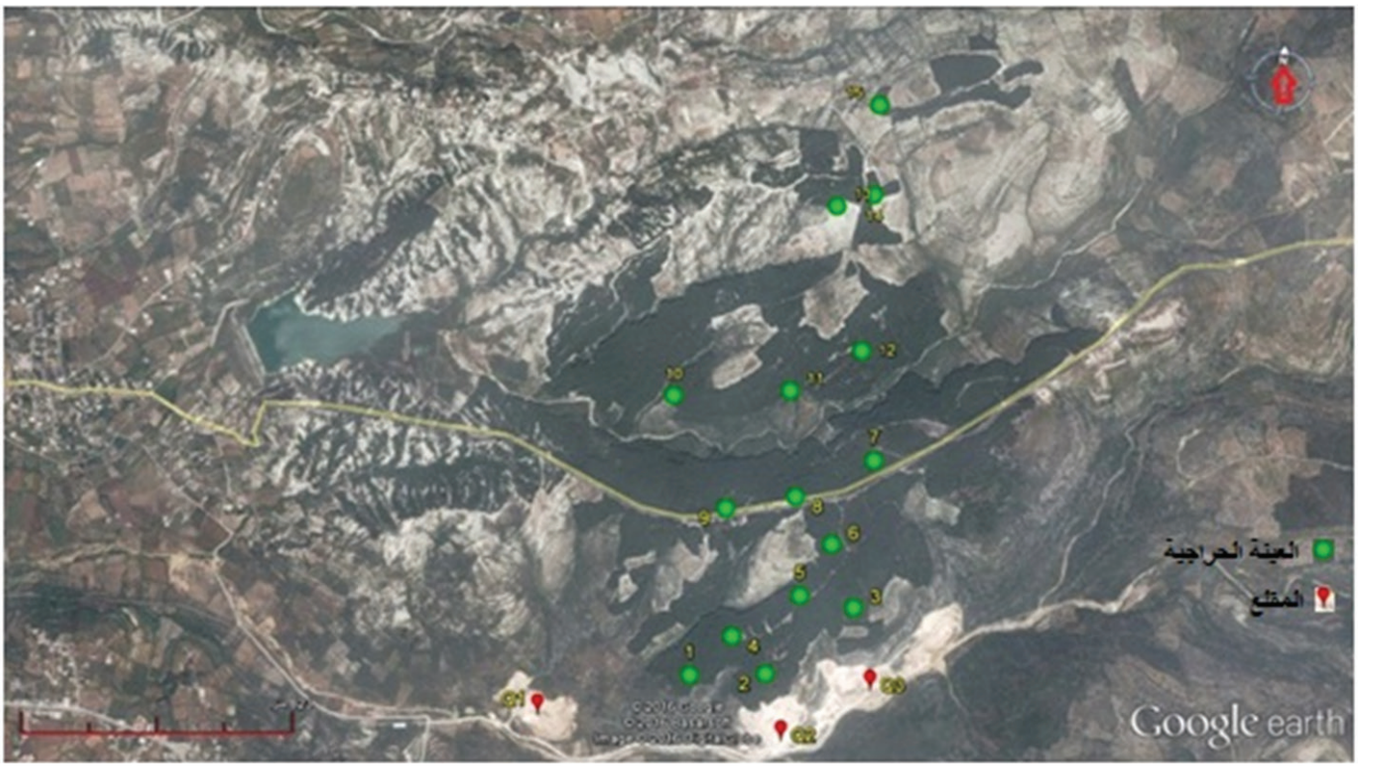
مواد البحث وطرائقه

I. موقع الدراسة والعمل الحقلي:

تقع الغابة المدروسة في موقع تحريج كفردبيل شرقيّ مدينة جبلة (سورية) بنحو 13 كم بالقرب من طريق جبلة - حرف المسيترة، على ارتفاع يتراوح بين 320-204 م عن سطح البحر (الشكل 1)، وقد تم تشجيرها من قبل وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي في سورية بين عامي 1974 و1978، وتقدر مساحتها بـ 119 هكتاراً تقريباً. أظهر تحليل تربة الموقع في مخابر محطة بحوث الهنادي أنها تربة طينية رملية (pH> 7)، تبلغ نسبة المادة العضوية 2 % في معظم العينات، وتخضع الغابة للمناخ المتوسطي، والرياح السائدة غربية إلى جنوبية غربية (محطة الشهيد باسل الأسد في مطار حميميم، 2016)، تتوضع الغابة في الطابق البيومناخي شبه الرطب الحارّ وفي الطابق النبتي المتوسطي الحقيقي. يوجد في المنطقة الجنوبية الشرقية للغابة ثلاثة مقالع حجارة تقع على مسار واحد (الشكل 1)، بدأت تلك المقالع بالعمل في ثمانينات القرن الماضي، وتبلغ ذروة إنتاجها خلال أشهر الصيف تحديداً، إذ تنتج البحص والنحاتة بشكل رئيس، ويتوقف معدل إنتاجها على طلب السوق.

تم اقتطاع 15 عينةً دائريةً بمساحة 200 م² لكل منها، وتم توزيعها بحيث تغطي التباين الاحصائي ضمن الموقع، من حيث الكثافة الشجرية، والارتفاع عن سطح البحر، والمعرض والانحدار، وخصوبة التربة، والبعد عن المقالع (الشكل 1). تم في كل عينة قياس أقطار جميع الأشجار بوساطة شريط متري، كما تم سبر كل أشجار العينة على ارتفاع الصدر وقياس سماكة آخر (5 و10 حلقات نمو)، في حين تم سبر أكبر شجرتين بالقطر على ارتفاع 50 سم عن سطح الأرض بهدف حساب العمر لكل عينة مع إضافة 3 سنوات لكل سبرة. وبشكل عام بلغ العدد الكلي للأشجار مُقاسة القطر على ارتفاع الصدر (dbh= 130 cm) 330 شجرة في موقع الدراسة، في حين بلغ عدد الأشجار التي تم قياس قطرها (dbh) وارتفاعها 165 شجرة، أُخذت العينات خلال شهري تشرين الأول (أكتوبر) وتشرين الثاني (نوفمبر) من العام 2015 (بعد هطولات مطرية لتسهيل عملية السبر).

من أجل حساب وزن الغبار المتراكم على الأوراق تم جمع الأوراق الإبرية من العينات نفسها في نهاية شهر تموز (يوليو) من العام 2016، وذلك بعد شهر من هطول الأمطار التي غسلت الغبار المتراكم سابقاً، إذ تم جمع 200 ورقة إبرية من كامل أشجار العينة ومن الجهات الأربع لكل شجرة، ثمّ قُطعت بهدوء بوساطة سكين ستانلس ستيل على ارتفاع 3 م تقريبا عن سطح الأرض، ووضعت في أكياس بولي إيتيلين موزونة مسبقاً.



الشكل 1. صورة فضائية لموقع الدراسة وأماكن أخذ العينات.

II. حساب مؤشرات النمو:

تم حساب المؤشرات الآتية:

أ- المخزون الخشبي في كل عينة (م³): تم حساب حجم كل شجرة في العينة باستخدام المعادلة المعدَّة لحساب حجم أشجار الصنوبر البروتي (V) في الساحل السوري من قبل Shater وزملائه (2011b):

$$\text{الحجم (V)} = 0.0000304d^{2.852}$$

حيث d: القطر على ارتفاع الصدر.

تم حساب ارتفاع الأشجار (H) باستخدام موديل Parable الذي تمت معايرته في الموقع نفسه من قبل شاطر وزملائه (2016).

$$\text{الارتفاع (H)} = 2.039 + 0.811*dbh - 0.012*dbh^2$$

حيث H: الارتفاع الكلي للشجرة، dbh: القطر على ارتفاع الصدر.

بعد ذلك أخذ مجموع حجوم أشجار العينة ونُسب للهكتار.

ب- الكتلة الحيوية (كغ): تم حساب الكتلة الحيوية فوق الأرضية لأشجار الصنوبر البروتي في منطقة شرقيّ المتوسط باستخدام المعادلة المعدَّة من قبل De-Miguel وزملائه (2014):

$$\text{الكتلة الحيوية} = e^{-2.310+2.389\text{-lnd}}$$

حيث d: القطر على ارتفاع الصدر، و lnd اللوغاريتم الطبيعي للقطر على ارتفاع الصدر.

تم بعد ذلك أُخذ مجموع الكتلة الحيوية لأشجار العينة ونسب للهكتار.

ج- معدل النمو القطري (سم/سنة): تم حساب معدل النمو القطري خلال عمر المجموعة الحرجية وخلال السنوات العشر والخمس الأخيرة لكل عينة بعد حساب سماكة القشرة التي قُدرت بالمعادلة الآتية حسب Shater وزملائه (2011a):

$$\text{سماكة القشرة} = 0.102 + 0.769*d$$

حيث d: القطر على ارتفاع الصدر.

وحيث:

- معدل النمو القطري خلال عمر العينة (سم/سنة) = متوسط قطر الأشجار في كل عينة/عمر العينة.
- معدل النمو القطري الجاري خلال السنوات العشر الأخيرة (سم/سنة) = الزيادة في القطر الكلي خلال السنوات العشر الأخيرة/ 10.
- معدل النمو القطري الجاري خلال السنوات الخمس الأخيرة (سم/سنة) = الزيادة في القطر الكلي خلال السنوات الخمس الأخيرة/ 5.

تم أُخذ النمو القطري كمعدل لكل العينات.

د - معدل النمو الحجمي (م^3/هـ/سنة): وحُسب من المعادلة الآتية:

معدل النمو الحجمي (م^3/هـ/سنة) للعينة = المخزون الخشبي (م^3/هـ) الحالي / عمر العينة.

حيث:

معدل النمو الحجمي خلال السنوات العشرالأخيرة (م^3/هـ/سنة) = المخزون الخشبي الحالي (م^3/هـ) – المخزون الخشبي منذ عشر سنوات/10.
معدل النمو الحجمي خلال السنوات الخمس الأخيرة (م^3/هـ/سنة) = المخزون الخشبي الحالي (م^3/هـ) – المخزون الخشبي منذ خمس سنوات/5.

ثم تم أخذ معدل النمو الحجمي لكل العينات.

هـ - معدل زيادة الكتلة الحيوية السنوي (كغ/هـ/سنة): وحُسب من العلاقة:

معدل زيادة الكتلة الحيوية السنوي خلال عمر العينة (كغ/هـ/سنة) = الكتلة الحيوية الحالية (كغ/هـ) / عمر العينة.

حيث:

معدل زيادة الكتلة الحيوية الجاري خلال السنوات العشر الأخيرة (كغ/هـ/سنة) = الكتلة الحيوية الحالية (كغ/هـ) – الكتلة الحيوية منذ عشر سنوات/10.
معدل زيادة الكتلة الحيوية الجاري خلال السنوات الخمس الأخيرة (كغ/هـ/سنة) = الكتلة الحيوية الحالية (كغ/هـ) – الكتلة الحيوية منذ خمس سنوات/5.

III. العمل المخبري:

1 - حساب وزن الترسبات الغبارية:

تم وزن الأوراق بما عليها من غبار ضمن الأكياس، ثم غُسلت الأوراق جيداً بالماء المقطر، وجُففت فوراً بوساطة مجفف هوائي بدرجة الحرارة العادية لمدة قصيرة (1 - 2 دقيقة) بهدف تجفيف الطبقة السطحية فقط، ثم وُزنت الأوراق دون غبار، وبالتالي يحسب وزن الغبار كالآتي (أسعد وزملاؤه، 2014):

وزن الغبار= وزن (الكيس + الورقة + الغبار) - وزن (الكيس + الورقة بعد غسلها وتجفيفها)

ولحساب وزن الغبار في واحدة المساحة، حُسبت مساحة الأوراق الإبرية باستخدام ورقة ميلليميترية، إذ قُدِّر بـ ملغ/سم^2.

2 - تقدير الكلوروفيل في الأوراق:

تم وزن 1غ من عينات الأوراق الإبرية نفسها، وسُحقت بـ 10مل كحول إيثيلي (96 %)، ورُشح المستخلص في أسطوانة مُدرجة، ثم أُكمل الحجم إلى 100مل بالكحول أيضاً، وقُدر تركيز كل من كلوروفيل a و b بـ ملغ/غ وزناً رطباً في جهاز سبيكتروفوتومتر في مخبر فيزيولوجيا النبات في كلية الزراعة بجامعة تشرين.

3 - تقدير تراكيز العناصر (Pb, Zn, Ni) في الأوراق الإبرية والخشب:

تم تجهيز عينات الأوراق نفسها التي استخدمت في حساب كمية الغبار المتراكم عليها لتقدير كميات المعادن المدروسة فيها وفق طريقة Rowell (1997)، في حين تم تجهيز السبرات المأخوذة لتقدير عمر الأشجار لتقدير كميات المعادن المذكورة في الخشب وفق الطريقة نفسها (Rowell، 1997).

- قُدرت كميات المعادن المدروسة في محاليل الهضم باستخدام جهاز التحليل الطيفي بالامتصاص الذري (Atomic Absorption Spectrophotometer) في مخبر المعهد العالي للبحوث البحرية (جامعة تشرين)، إذ ضُبط الجهاز، وحُددت التراكيز الحدية، ومجال القياس وطول الموجة لكل عنصر قبل إجراء التحاليل، وقُدرت التراكيز بـ ملغ/كغ على أساس الوزن الجاف للعينة (Dry weight).

التحليل الاحصائي: تم استخدام معامل ارتباط سبيرمان (معامل ارتباط الرتب) (One-tailed) لحساب الارتباط بين المتغيرات المختلفة نظراً لعدم توزع المتغيرات بشكل طبيعي كونه ضمن الاحصاءات المعلمية ذات التوزيع الحر. كما استُخدم برنامج SPSS لإنجاز التحاليل الإحصائية المطلوبة.

النتائج والمناقشة

1 - مؤشرات النمو:

تراوحت قيم الأقطار المقاسة كمتوسط لكل عينة بين 13.44 ± 2.97 سم (العينة 6) و 20.51 ± 4.48 سم (العينة 14) بمتوسط قدره 17.29 ± 1.98 سم على مستوى الموقع المدروس (الجدول 1)، وتراوحت قيم الارتفاع بين 10.66 ± 1.5 م (العينة 6) و13.40 ± 1.41 م (العينة 14) بمتوسط بلغ 12.22 ± 0.78 م، كما تراوحت المساحة القاعدية بين 17.1 ± 0.32 م^2/هـ (العينة 6) و35.14 ± 0.78 م^2/هـ (العينة 4) وبمتوسط بلغ 27.1 ± 5.17 م^2/هـ، وتراوحت الكثافة الشجرية بين 850 شجرة/هـ (العينتان 10 و14) و1750 شجرة/هـ (العينة 7) بمتوسط قدره 1100 ± 222 شجرة/هـ (الجدول 1).

الجدول 1. القياسات الحراجية الأساسية في العينات.

رقم العينة	القطر المتوسط (سم)	الارتفاع المتوسط (م)	المساحة القاعدية (م^2/هـ)	عمر العينة (سنة)	الكثافة الشجرية (شجرة/هـ)
1	17.35	12.24	31.69	39	1250
2	18.38	12.49	32.1	38	1100
3	15.79	11.64	24.1	39	1150
4	19.14	12.89	**35.14**	38	1150
5	19.03	12.91	26.85	38	900
6	13.44	10.66	17.1	40	1150
7	13.82	10.71	29.12	39	**1750**
8	16.27	11.90	26.23	37	1200
9	18.56	12.73	28.55	40	1000
10	16.86	12.17	19.71	39	850
11	19.01	12.79	30.54	40	1000
12	17.83	12.54	28.55	38	1100
13	15.92	11.79	18.63	38	900
14	**20.51**	**13.40**	29.34	38	850
15	17.47	12.39	28.73	39	1150
المتوسط ± الانحراف المعياري	1.98 **± 17.29**	0.78 **± 12.22**	5.17 **± 27.1**		222 **± 1100**

أعلى قيمة
أدنى قيمة

من ناحية أخرى تراوح حجم المخزون الخشبي للعينات المدروسة بين 65.16 ± 1.64 م^3/هـ (العينة 6) و185.32 ± 5.84 م^3/هـ (العينة 4) بمتوسط قدره 131.92 م^3/هـ (الجدول 2)، وتراوحت الكتلة الحيوية بين 61.22 ± 1.33 طن/هـ (العينة 6) و145.68 ± 3.86 طن/هـ (العينة 4) بمتوسط بلغ 108.22 ± 23.95 طن/هـ لجميع العينات (الجدول 2)، وهي أقل بكثير مقارنةً بنتائج سليمان (2013) في منطقة ربيعة، إذ بلغت 579.6 طن/هـ. وتراوحت قيمة الكلوروفيل الكلي بين 0.37 ملغ/غ وزن رطب (العينة 14) و1.41 ملغ/غ وزن رطب (العينة 15) بمتوسط قدره 0.74 ± 0.3 ملغ/غ وزن رطب (الجدول 2).

الجدول 2. مؤشرات النمو المحسوبة للعينات المدروسة.

رقم العينة	كمية الكلوروفيل (ملغ/غ وزن رطب)	المخزون الخشبي (م^3/هـ)	الكتلة الحيوية (طن/هـ)
1	0.51	154.95	126.95
2	1.07	172.26	133.84
3	0.43	109.09	93.15
4	0.63	**185.32**	**145.68**
5	0.77	137.87	110.11
6	0.73	65.16	61.22
7	0.42	122.81	108.88
8	0.81	117.69	101.19
9	0.84	145.40	116.51
10	0.96	89.97	76.63
11	0.78	164.32	127.52
12	0.64	136.87	113.50
13	0.74	80.99	70.86
14	0.37	159.73	123.59
15	**1.41**	136.39	113.64
المتوسط ± الانحراف المعياري	0.3 **± 0.74**	34.55 **± 131.92**	23.95 **± 108.22**

أعلى قيمة
أدنى قيمة

2 - مؤشرات النمو كمعدلات سنوية:

تراوح معدل النمو القطري خلال العمر في كل عينة بين 0.34 سم/سنة (العينة 6) و 0.54 سم/سنة (العينة 14) بمتوسط قدره 0.45 ± 0.05 سم/سنة، كما تراوح معدل النمو القطري خلال السنوات العشر الأخيرة بين 0.24 سم/سنة (العينة 4) و0.48 سم/سنة (العينة 9) بمتوسط قدره 0.34 ± 0.08 سم/سنة، ومعدل النمو القطري خلال السنوات الخمس الأخيرة بين 0.23 سم/سنة (العينة 3) و 0.50 سم/سنة (العينة 14) بمتوسط قدره 0.32 ± 0.09 سم/سنة (الجدول 3). من ناحية أخرى، تراوح معدل النمو الحجمي خلال العمر في كل عينة بين 1.63 م^3/هـ/سنة (العينة 6) و 4.88 م^3/هـ/سنة (العينة 4) بمتوسط قدره 3.42 ± 0.91 م^3/هـ/سنة (الجدول 3)، وبمقارنة هذا المعدل بمعدل النمو الحجمي للصنوبر البروتي في الباير والبسيط المصنف من قبل نحال (1982) يمكن تصنيفه ضمن صف الإنتاجية السادس (4 م^3/هـ/سنة) أو السابع (3 م3/هـ/سنة)، إذ تعبر هذه القيم عن متوسط النمو السنوي للصنوبر البروتي في الباير والبسيط خلال السنوات الثلاثين الأولى. وكان أقل من معدل النمو الحجمي السنوي للصنوبر البروتي في موقع تحريج القدموس (11.67 م^3/هـ/سنة) (نعمان، 2010)، وفي موقع تحريج النبي متّى (9.63 م^3/هـ/سنة) (قبيلي وزملاؤه، 2008)، أما معدل النمو الحجمي خلال السنوات العشر الأخيرة فتراوح بين 3.12 م^3/هـ/سنة (العينة 6) و9.11 م^3/هـ/سنة (العينة2) بمتوسط قدره 5.93 ± 1.81 م^3/هـ/سنة، وتراوح معدل النمو الحجمي خلال السنوات الخمس الأخيرة بين 2.88 م^3/هـ/سنة (العينة 6) و9.98 م^3/هـ/سنة (العينة14) بمتوسط قدره 6.45 ± 2.16 م^3/هـ/سنة (الجدول 3).

وتراوح معدل زيادة الكتلة الحيوية السنوي خلال عمر كل عينة بين 1530.40 كغ/هـ/سنة (العينة 6) و3833.67 كغ/هـ/سنة (العينة 4) بمتوسط قدره 2802.50 ± 631.30 كغ/هـ/سنة، وتراوح معدل زيادة الكتلة الحيوية الجاري خلال االسنوات العشر الأخيرة بين 2349.76 كغ/هـ/سنة (العينة 10) و6316.16 (العينة 2) بمتوسط قدره 4277.89 ± 1187.59 كغ/هـ/سنة، ومعدل زيادة الكتلة الحيوية الجاري خلال السنوات الخمس الأخيرة بين 2348.52 كغ/هـ/سنة (العينة 6) و6656.23 (العينة 14) بمتوسط قدره 4515.91 ± 1367.39 كغ/هـ/سنة (الجدول 3). وتوضح هذه النتائج أن العينة السادسة هي الأضعف نمواً، بينما كانت العينة الرابعة عشرة الأفضل نمواً.

الجدول 3. مؤشرات النمو كمعدلات سنوية للعينات المدروسة.

رقم العينة	معدل النمو القطري خلال عمر العينة (سم/سنة)	معدل النمو القطري الجاري خلال السنوات العشر الأخيرة (سم/سنة)	معدل النمو القطري الجاري خلال السنوات الخمس الأخيرة (سم/سنة)	معدل النمو الحجمي خلال عمر العينة (م³/هـ/سنة)	معدل النمو الحجمي خلال السنوات العشر الأخيرة (م³/هـ/سنة)	معدل النمو الحجمي خلال السنوات الخمس الأخيرة (م³/هـ/سنة)	معدل زيادة الكتلة الحيوية السنوي خلال عمر العينة (كغ/هـ/سنة)	معدل زيادة الكتلة الحيوية الجاري خلال العشر سنوات الأخيرة (كغ/هـ/سنة)	معدل زيادة الكتلة الحيوية الجاري خلال الخمس سنوات الأخيرة (كغ/هـ/سنة)
1	0.44	0.37	0.38	3.97	7.42	8.69	3255.02	5377.21	6100.64
2	0.48	0.45	0.38	4.53	**9.11**	9.49	3521.99	**6316.16**	6310.58
3	0.40	0.25	0.23	2.80	4.19	4.43	2388.59	3115.42	3208.17
4	0.50	0.24	0.25	**4.88**	6.05	6.72	**3833.67**	4084.89	4457.33
5	0.50	0.38	0.35	3.63	6.64	6.99	2897.50	4640.47	4740.57
6	0.34	0.30	0.24	1.63	3.12	2.88	1530.40	2611.09	2348.52
7	0.35	0.26	0.25	3.15	5.76	6.05	2791.79	4445.45	4550.23
8	0.44	0.24	0.25	3.18	4.44	4.93	2734.90	3295.80	3582.97
9	0.46	**0.48**	0.47	3.63	7.98	9.05	2912.70	5742.04	6312.16
10	0.43	0.24	0.25	2.31	3.20	3.66	1964.99	2349.76	2622.83
11	0.48	0.28	0.28	4.11	5.82	6.24	3188.03	3956.93	4172.31
12	0.47	0.35	0.32	3.60	6.25	6.27	2986.82	4553.00	4457.93
13	0.42	0.36	0.34	2.13	4.14	4.40	1864.66	3209.86	3313.03
14	**0.54**	0.45	**0.50**	4.20	7.94	**9.98**	3252.46	5432.60	**6656.23**
15	0.45	0.38	0.33	3.50	6.87	6.91	2913.90	5037.62	4905.12
المتوسط ± الانحراف المعياري	**0.45** 0.05 ±	**0.34 ± 0.08**	**0.32 ± 0.09**	**3.42 ± 0.91**	**5.93 ± 1.81**	**6.45 ± 2.16**	**2802.50**±631.30	**4277.89 ± 1187.59**	**4515.91 ± 1367.39**

أعلى قيمة
أدنى قيمة

3 - عوامل التلوث:

- كمية الغبار المتراكم على الأوراق:

تراوحت كميات الغبار المتراكمة على الأوراق خلال شهر تموز (يوليو) بين 170 ملغ/سم²/شهر (0.0006 ملغ/م²/يوم) في العينة الثامنة و1350 ملغ/سم²/شهر (0.0045 ملغ/م²/يوم) في العينة الثانية (الجدول 4)، ووفقاً لكميات الغبار المترسب والمسموح بها عالمياً فإن الموقع المدروس خفيف التلوث بالغبار، لأن كميات الغبار المترسبة يومياً في كل العينات كانت أقل من 025 ملغ/م²/يوم (Jones، 1999).

- كمية المعادن المتراكمة في الأوراق وفي الخشب:

بلغت أعلى قيمة لعنصر الرصاص في الأوراق 93.75 ملغ/كغ (العينة 14)، وأدنى قيمة لها 25.5 ملغ/كغ (العينة 2) ، في حين كانت أعلى قيمة له في الخشب 68.75 ملغ/كغ (العينتان 13 و15)، والأدنى 25.75 ملغ/كغ (العينة 1) (الجدول 4). وتراوحت كميات الزنك بين 3.61 ملغ/كغ (في أوراق العينة 12) و20.76 ملغ/كغ (في أوراق العينة 9)، بينما تراوحت كميات العنصر نفسه بين 0.27 ملغ/كغ (في خشب العينة 10) و17.34 ملغ/كغ (في خشب العينة 13)، أما كمية النيكل في الأوراق فتراوحت بين 4.25 ملغ/كغ (العينة 1) و17.03 ملغ/كغ (العينة 13)، في حين تراوحت كميته بين 0.01 ملغ/كغ (في خشب العينات 2 و4 و5 و6 و8) و1.23 ملغ/كغ (في خشب العينة 3) (الجدول 4).

الجدول 4. كمية الغبار المتراكم على الأوراق، وكمية المعادن الثقيلة المتراكمة في الخشب والأوراق.

رقم العينة	كمية الغبار المتراكم على الأوراق (ملغ/سم^2 /شهر)	كمية المعادن الثقيلة المدروسة المتراكمة في الأوراق (ملغ/كغ)			كمية المعادن الثقيلة المدروسة المتراكمة في الخشب (ملغ/كغ)		
		Pb	Zn	Ni	Pb	Zn	Ni
1	**750**	29	8.01	4.25	25.75	7.65	0.28
2	**1350**	25.5	4.09	4.58	47.75	6.83	0.01
3	490	50.25	10.26	6.48	46.25	14.31	**1.23**
4	330	54.5	18.41	5.75	49.5	11.86	0.01
5	280	38.5	20.21	7.18	35.5	0.79	0.01
6	630	41.25	15.93	8.58	49.5	2.16	0.01
7	560	33.75	18.92	7.25	42	1.47	0.03
8	170	36.75	18.00	7.75	45.75	7.14	0.01
9	400	61.25	**20.78**	8.15	50	3.58	0.10
10	330	48.75	9.45	8.13	48.75	0.27	0.40
11	410	29.5	17.34	7.80	47	2.52	0.50
12	640	37.75	3.61	6.25	39.5	1.59	0.35
13	580	39	18.26	**17.03**	**68.75**	**17.34**	0.50
14	250	**93.75**	12.20	7.48	65.75	3.98	1.03
15	380	64	9.09	7.95	**68.75**	1.67	0.05
المتوسط ± الانحراف المعياري	258.6**±503.3**	17.6**±45.57**	5.9**±13.64**	2.9**±7.64**	11.8**±48.7**	5.3**±5.54**	0.3**±0.4**

أعلى قيمة
أدنى قيمة

بشكل عام تجاوزت كمية الرصاص الحدود الطبيعية لوجوده في النبات، والتي تتراوح من 5 إلى 10 ملغ/كغ، وقد يشكل ذلك دليلاً على تلوث موقع الدراسة بعنصر الرصاص (Kabata-Pendias و Pendias، 2001)، في حين كانت قيم الزنك ضمن الحدود الطبيعية (10 - 100 ملغ/كغ) في كل من الأوراق والخشب، أما عنصر النيكل فقد كانت كميته في الخشب ضمن الحدود الطبيعية (0.1 - 5 ملغ/كغ) بينما تجاوزتها في الأوراق (Kabata-Pendias و Pendias، 2001).

4 - دراسة العلاقة بين العوامل المدروسة:

- العلاقة بين مؤشرات النمو وعوامل التلوث: أظهرت النتائج عدم وجود تأثير معنوي للغبار في مؤشرات نمو الصنوبر المختلفة، وقد يُعزى ضعف تأثير الغبار في المؤشرات المذكورة إلى أن نشاط المقالع يبدأ في الصيف مع نهاية موسم نمو الصنوبر البروتي (Isik وزملاؤه، 2002)، إضافةً إلى أن عمر الغابة صغير نسبياً لتظهر عليها التأثيرات السلبية المحتملة للغبار، هذا عدا عن وزن جزيئات الغبار فالجزيئات كبيرة

الحجم ترتفع لعدة أمتار ثم تسقط تحت تأثير الجاذبية بينما تتمكن جزيئات الغبار صغيرة الحجم ذات القطر 2.5 ميكرون ($PM_{2.5}$) من الإنتقال لمسافات بعيدة جداً (من مئات إلى آلاف الكيلومترات) بسبب حجمها المتناهي في الصغر (Radulescu وزملاؤه، 2015)، فيما أكدت نتائج دراسات سابقة وجود تأثير سلبي للغبار في النمو القطري، فقد أكد كل من Stravinskienė وMarčiukaitienė (2009) تأثير غبار معمل الإسمنت (القاعدي التفاعل) في النمو القطري لأشجار غابة الصنوبر الحرجي *Pinus sylvestris* L. المجاورة (شمال غربيّ ليتوانيا)، إذ وجدت علاقة ارتباط سلبية قوية بين الغبار المنبعث والزيادة في النمو القطري في العينات الأقرب إلى المعمل (r = -63)، بينما ضعفت العلاقة في العينات الواقعة على بعد 5 إلى 10 كم، وفي دراسة مماثلة على النوع نفسه (شمال شرقي استونيا) كان تأثير غبار معمل الإسمنت في المنطقة واضحاً في تخفيض النمو القطري للصنوبر الحرجي خلال الفترة من 1966 إلى 1991 والتي كان انبعاث الغبار فيها أعظمياً، بينما تحسن النمو القطري بعد عام 1992، إذ انخفضت انبعاثات الغبار (Pärn، 2006).

فيما يخص المعادن، فقد وجدت علاقات ارتباط سلبية قوية بين كمية النيكل في الأوراق وكل من: المساحة القاعدية (r = - 0.67**)، وحجم المخزون الخشبي (r = - 0.61**)، ومعدل النمو الحجمي خلال السنوات العشر والخمس الأخيرة (r = - 0.47*) و(r= - 0.49*) على التوالي، ومعدل النمو الحجمي خلال عمر العينة (r = - 0.62**)، والكتلة الحيوية (r = - 0.60**)، ومعدل زيادة الكتلة الحيوية خلال عمر العينة (0r = - 0.7**)، ويُعزى تأثيره السلبي في نمو الصنوبر البروتي إلى قدرته على كبح نشاط الانقسام الخلوي، كما يسبب اضطراباً في عملية التمثيل الضوئي، إذ يخرب جهاز التمثيل الضوئي على كل مستوياته، ويتضمن تحطيم خلايا النسيج المتوسط للورقة وأنسجة البشرة (Bethkey و Drew، 1992)، كما يسبب تناقصاً في محتوى الكلوروفيل (كلوروفيل a وb، والكلوروفيل الكلي، ونسبة a/b) (Gajewska وSklodowska، 2007)، ويخرب تركيب حبيبات اليخضور ويُقلص حجمها، ويكبح امتصاص CO_2، كما يُخفض نمو النبات (وفي حال تعرض النبات للإجهاد الشديد بالنيكل تتناقص كتلته الحيوية الكلية)، ويؤثر كذلك سلباً في الإنتاجية، ويمكن أن يُعزى انخفاضها إلى ضعف نمو النبات وانخفاض كمية المواد الغذائية الواصلة إلى أجزائه التكاثرية (Chen وزملاؤه، 2009)، في حين لم يكن للرصاص والزنك أي تأثير معنوي في نمو الصنوبر.

- **العلاقة بين مؤشرات النمو والعوامل البيئية:** وجدت علاقات ارتباط معنوية بين بعد كل عينة عن المقلع الأول وكل من حجم المخزون الخشبي (r = - *0.49)، ومعدل النمو الحجمي خلال عمر كل عينة (r = - 0.47*)، والكتلة الحيوية (r = - 0.46*)، إذ تأثرت تلك المؤشرات سلباً بالبعد عن المقلع الأول، ولم يكن للارتفاع عن سطح البحر، والمعرض، والانحدار والزاوية التي تشكلها كل عينة مع الشمال الجغرافي بالنسبة للمقالع الثلاثة، وكذلك بعد كل عينة عن المقلعين الثاني والثالث أي تأثير معنوي في نمو الصنوبر البروتي في الموقع المدروس.

- **العلاقة بين عوامل التلوث والعوامل البيئية:** كان لبعد مسافة العينات عن المقالع الثلاثة تأثيرً إيجابي في كمية النيكل المتراكمة في الأوراق الإبرية، إذ وجدت علاقة معنوية قوية بين كمية النيكل في الأوراق و كل من: بعد العينات عن المقلع الأول والثاني والثالث (r** = 0.54)، (r = *0.59)، (0.54 =) على التوالي. كما وجدت علاقة معنوية بين كمية الرصاص المتراكم في الخشب و كل من بعد العينات عن المقلع الثاني (r= *0.49) وبعد العينات عن المقلع الثالث (r = *0.51)، كذلك بين كمية النيكل المتراكم في الخشب وبعد العينات عن المقلع الثاني (r= *0.51). وكان للزاوية التي تشكلها كل عينة مع الشمال الجغرافي بالنسبة للمقلع الأول تأثير سلبي قوي في كمية النيكل المتراكمة في الأوراق (r = - 0.71**) وفي كميته المتراكمة في الخشب (r = - *0.44)، وفي كمية الرصاص المتراكمة في الخشب (r = - *0.53)، بينما كان للزاوية التي تشكلها كل عينة مع الشمال الجغرافي بالنسبة للمقلع الثاني تأثير إيجابي في كمية الزنك المتراكمة في الخشب (r = *0.51)، ووُجدت علاقات ارتباط معنوية بين: الارتفاع عن سطح البحر وكمية الرصاص في الأوراق (r =* 0.53)، وبين المعرض وكمية الزنك في الأوراق (r = *0.48). بينما لوحظ تأثير سلبي للانحدار في كمية الرصاص المتراكمة في الخشب (r = - *0.44)، وكان للمعرض تأثير سلبي قوي في كمية النيكل المتراكمة في الخشب (r = - 0.6**). كما كانت العلاقة معنوية قوية بين كمية الرصاص في الأوراق وكميته في الخشب (r = **0.68)، وبين كمية النيكل في الأوراق وكمية الرصاص في الخشب (r = 0.64**)، وتعدُّ نتيجة طبيعية كون الرصاص Pb^{+2} عنصراً غير منافس لـ Ni^{+2} (McGrath وزملاؤه، 2006) من جهة، ولأن أكثر من 50 % من النيكل الممتص من قبل النبات يبقى في الجذور (Chen وزملاؤه، 2009).

الاستنتاجات والمقترحات

-أظهرت مؤشرات النمو المحسوبة أن غابة الصنوبر البروتي في الموقع المدروس ضعيفة النمو مقارنةً بمواقع أخرى للنوع نفسه.

- كان تأثير غبار المقالع ضعيفاً في نمو غابة الصنوبر البروتي، في حين أثر عنصر النيكل سلباً بشكل واضح في نموها.

- راكم الصنوبر البروتي عنصر الرصاص في خشبه وأوراقه دون أي تأثيرات سلبية واضحة في نموه.

- توصي هذه الدراسة بضرورة دراسة قدرة الصنوبر البروتي في الموقع المدروس على مراكمة معادن ثقيلة أخرى غير التي دُرست وملوثات أخرى، لما لذلك من فوائد بيئية على المستوى المحلي.

المراجع

-أسعد، محمد و عباس، غياث و نيصافي، إبراهيم و رضوان، أسامة. 2014. تحديد نزر بعض العناصر المعدنية الثقيلة في دقائق الغبار المترسبة على أوراق بعض الأشجار على الساحل السوري. منشورات مجلة جامعة تشرين، المجلد (36) العدد (5):26-9.

-سليمان، تمام.2013. نمذجة مؤشر جودة الموقع وتقدير الكتلة الحيوية لغابات الصنوبر البروتي .*Pinus brutia* Ten في منطقة ربيعة - اللاذقية. رسالة ماجستير، جامعة تشرين، 62 ص.

-شاطر، زهير وعلي، وائل ونيصافي، إبراهيم وصالح، لانا. 2016. معايرة بعض الموديلات الرياضية لتقدير ارتفاع أشجار الصنوبر البروتي .*Pinus brutia* Ten في موقع تحريج كفردبيل - جبلة، مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية، 38 (6):15 ص.

-قبيلي، عماد وشاطر، زهير وإبراهيم، عبير. 2008. دراسة نمو وإنتاجية بعض الأنواع الحراجية المزروعة في سلسلة الجبال الساحلية (جبل النبي متى) في محافظة طرطوس (سورية)، مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية، 30 (5): 16 ص.

-محطة الشهيد باسل الأسد، مطار حميميم، 2016.

-نحال، إبراهيم. 1982. الصنوبر البروتي .*Pinus brutia* Ten وغاباته في سورية وبلاد شرق المتوسط، مديرية الكتب والمطبوعات الجامعية، دمشق، 228 صفحة.

-نعمان، أحمد. 2010. دراسة مؤشرات النمو للصنوبر البروتي والأرز اللبناني وتأثير العوامل البيئية فيها- موقع تحريج القدموس. رسالة ماجستير، جامعة تشرين، 140 صفحة.

- Akpor, O. B. and M. Muchie. 2010. Remediation of heavy metals in drinking water and wastewater treatment systems: Processes and applications. *International Journal of the Physical Sciences*, Vol. 5 (12): 1807 - 1817.
- Bethkey, P. C. and M. C. Drew. 1992. Stomatal and non-stomatal components to inhibition of photosynthesis in leaves of Capsium annum during progressive exposure to NaCl salinity, *Plant Physiol*.99: 219 - 226.
- Bowman, D. M. J. S., R. J. W. Brienen, E. Gloor, O. L. Phillips, and L. D. Prior. 2013. Detecting trends in tree growth: not so simple. Trends in *Plant Science January*, Vol. 18, No.1: 11 - 17.
- Chen, C., D. Huang, and J. Liu. 2009. Functions and Toxicity of Nickel in Plants: Recent Advances and Future Prospects. *Clean*, 37(4 - 5): 304 - 313.
- De-miguel, S., T. Pukkala, N. Assaf, and Z. Shater. 2014. Intra-specific differences in allometric equations for aboveground biomass of eastern Mediterranean *Pinus brutia*. *Annals of Forest Science*: 1- 14.
- Durkaya, A., B. Durkaya, and A. Ünsal. 2009. Predicting the above-ground biomass of calabrian pine (*Pinus brutia* Ten.) stands in Turkey. *African Journal of Biotechnology*, Vol. 8 (11): 2483 - 2488.
- Etim, E. U. and G. U. Adie. 2012. Assessment of toxic heavy metal loading in topsoil samples within the vicinity of a limestone quarry in South Western Nigeria. *African Journal of Environmental Science* and Technology, 6(8):322 - 330.
- Gajewska, E and M. Sklodowska. 2007. Effect of nickel on ROS content and antioxidative enzyme activities in wheat leaves, *BioMetals*, 20: 27 - 36.
- Isik, F., K.Isik, T. Yildirim, and B. Li. 2002. Annual shoot growth components related to growth of *Pinus brutia*. *Tree Physiology* 22: 51 - 58.

- Jones, D. 1999. A holistic approach to research into dust and dust control on unsealed roads. Seventh international conference on low-volume roads. Washington, DC Transportation Research Board. (TRR 1652).
- Kabata-Pendias, A. and H. Pendias. 2001. *Trace elements in soils and plants*, 3rd. Ed. Crc Press Inc., Florida. pp. 467.
- Lameed, G. A. and A. E. Ayodele. 2010. Effect of quarrying activity on biodiversity: Case study of Ogbere site, Ogun State Nigeria. *African Journal of Environmental Science and Technology*, Vol. 4(11): 740 - 750.
- Lowman, M. D. and P. K. Wittman. 1996. Forest canopies: methods, hypotheses, and future directions. Annual *Review of Ecology and Systematics*, 27: 55 - 81.
- McGrath, S. P. Lombi, E. Gray, C. W. Caille N. Dunham, S. J. and F. Zhao. 2006. Field evaluation of Cd and Zn phytoextraction potential by the hyperaccumulators *Thlaspi caerulescens* and *Arabidopsis halleri*, *Environ. Pollut*. 141: 115 - 125.
- Nayar, M. P. 1985. Tree Canopies. Air Pollution and Plants: A State of the Art Report. Ministry of Environment and Forests, New Delhi, India.
- Palahi, M., R. Mavsar, C. Gracia, and Y. Birot. 2008. Mediterranean forests under focus. *International Forestry Review.* Vol. 10(4). 13p.
- Pärn, H. 2006. Radial growth of conifers in regions of different cement dust loads. Proc. Estonian Acad. Sci. *Biol. Eco*l, 55 (2): 108 - 122 .
- Prior, L. D., D. Eamus, and D. M. J. S. Bowman. 2004. Tree growth rates in north Australian savanna habitats: seasonal patterns and correlations with leaf attributes. *Australian Journal of Botany,* 52(3): 303 - 314.
- Radulescu, C., S. Iordache, D. Dunea, C. Stihi, and I. D. Dulama. 2015. Risks assessment of heavy metals on public health associated with atmospheric exposure to $pm_{2.5}$ in urban area. Rom. *Journ*. *Phys*., Vol. 60, Nos. (7 - 8): 1171 - 1182.
- Rowell, D. L. 1997. Bodenkunde Untersuchungsmethoden und ihre Anwendungen. Springer-Verlag. ISBN 3-540- 60825- 2 *Springer-Verlag Berlin Heidelberg.Germany*, 607.
- Shater, Z., S. De-Miguel, B. Kraid, T. Pukkala, and M. Palahi. 2011_a. A growth and yield model for even-aged Pinus brutia Ten. stands in Syria. *Annals of Forest Science*, 68: 149 - 157.
- Shater, Z., T. Pukkala, B. Kraid, S. De-Meguil, and M. Palahi. 2011_b. International cooperation for modeling *Pinus brutia* forests in Syria. *Workshop Report*, 33p.
- Stravinskienė, V., and R. E. Marčiukaitienė. 2009. Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) radial growth dynamics in forest stands in the vicinity of "Akmenės Cementas" Plant. *Journal of Environmental Engineering and Landscape Management*, 17 (3): 140 - 147.
- West, P. W. 2009. Tree and Forest Measurement. (2nd edition), Berlin: *Springer-Verlag*. 190p.

N Ref: 826