مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم البيولوجية المجلد (36) العدد (1) 2014
Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Biological Sciences Series Vol. (36) No. (1) 2014

دراسة الإنتاجية وتغيّراتها للصنوبر البروتي (*Pinus brutia Ten.*) على السفح الشرقي لسلسلة الجبال الساحلية

الدكتور علي ثابت*

(تاريخ الإيداع 27 / 10 / 2013. قبل للنشر في 12 / 1 / 2014)

□ملخّص □

يمكن دراسة إنتاجية الغابات على المدى المتوسط والطويل (من 20 وحتى 150 سنة) على مستويات زمانية ومكانية مختلفة. وسنحاول في هذه الدراسة، فهم الإنتاجية للصنوبر البروتي (*Pinus brutia*) ودراستها على مستوى المقاسم وعلى مستوى الموقع من خلال المقاسم الموزعة بارتفاعات متدرجة.

من أجل دراسة الإنتاجية وتغيراتها بمرور الزمن، فقد تمّ اختيار ثلاث مقاسم من الصنوبر البروتي على السفح الشرقي من سلسلة الجبال الساحلية المطلة على الغاب، كما تمّ أخذ عيّنات من 15 شجرة من كلّ مقسم. وقمنا بالتعبير عن النمو الشعاعي السنوي لكلّ حلقة نمو سنوية كمساحة سطح لهذه الحلقة.

أظهرت النتائج أن معامل الاختلاف للنمو الشعاعي للصنوبر البروتي في المقاسم المدروسة يتغيّر بالعلاقة مع أعمار الأشجار المكونة لكلّ مقسم. ومن ناحية أخرى، أظهرت النتائج أنه مهما يكن الارتفاع عن سطح البحر، لاحظنا زيادة في إنتاجية الصنوبر البروتي منذ بداية الأربعينيات على مستوى المقاسم وعلى مستوى الموقع.

الكلّمات المفتاحية: الصنوبر البروتي – الإنتاجية – النمو الشعاعي – سورية

*مدرس – قسم الموارد الطبيعية المتجددة والبيئة– كلية الزراعة –جامعة حلب – حلب – سورية.

مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم البيولوجية المجلد (36) العدد (1) 2014
Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Biological Sciences Series Vol. (36) No. (1) 2014

Etude de la productivité et de sa variation de trois placettes de pin Calabrian (*Pinus Brutia* Ten.) sur le versant est de la chaîne montagneuse côtière en Sirye

Dr. Ali Thabeet*

(Déposé le 27 / 10 / 2013 . Accepté 12 / 1 /2014)

□ Résumé □

Les changements de la productivité des forêts à moyen et long terme (20 à 150 ans) peuvent être étudiés à différentes échelles spatiales et temporelles. Dans la présente étude, nous l'appréhendons chez le *Pinus brutia* à l'échelle des placettes et à l'échelle d'un site via l'étude d'échantillons répartis selon un gradient altitudinal.

Pour étudier la productivité et ses éventuelles variations au cours du temps, nous avons sélectionné trois placettes du *P. brutia* sur le versant est de la chaîne montagneuse côtière surplombant la zone Al GHab en Syrie, pour chaque placette 15 arbres ont été échantillonnés. Nous avons montré l'accroissement radial annuel de chaque cerne annuel en surface du cerne.

Les résultats ont montré que le coefficient de variation de la croissance radial du *P. brutia*, a bien changé en fonction de l'âge des arbres de chaque placette.

En outre, les résultats ont montré que quelque soit l'altitude considérée, on observe une augmentation de la productivité du *P. brutia* depuis les années 1942, à l'échelle des placettes et à l'échelle du site.

Mots-Clés: *Pinus brutia* – productivité - croissance radial - Syrie

***Maître de conférences, département des ressources naturelles durables et de l'environnement -Faculté d'agronomie, université d'Alep, Alep, Syrie.**

مقدمة:

تعكس الإنتاجية أهمية بالغة في مجال إدارة الغابات؛ إذ إن معرفتها تسمح بالاختيار الصحيح للأنواع المستخدمة في التشجير، كما أنها تعدّ عنصراً رئيساً في تقدير ديناميكية المجموعات الحراجية وتطورها. يمكن تعريف الإنتاجية بأنها الإنتاج المنسوب إلى وحدة الزمن (Nahal, 1962; Dhôte and Hervé, 2000): وهي تعبرّ عن الزيادة في النمو المتعلقة بالإنتاج الحقيقي المحسوب لموقع ما بمكوناته الحالية (تربة، مجموعة حراجية، معالجات تربوية،...الخ) (Rondeux, 1977). أضف إلى ذلك، أنه يمكن الاعتمّاد في تعريف الإنتاجية على مبدأ المكنون أو قدرة الوسط على إنتاج الخشب. كما تفترض تحقيق إنتاجية مثلى (كامنة) مرتبطة بالخصائص الداخلية للمواقع. توجد مؤشرات متعددة، من أجل تحديد مقدرة منطقة ما على هذا الإنتاج الكامن، مثل مؤشر Martonne (1927)، مؤشر Paterson (1956)، ومؤشر Weck (1960) . وقد وضعت هذه المؤشرات على أساس فرضية التباين في الإنتاج بين المواقع، التي تعتمّد على العامل المناخي فقط. فمن خلال التحليل الموضوعي لهذه المؤشرات، اقترح كلّ من Barbero و Loisel عام (1984) دمج عوامل أخرى وإدراجها ضمن هذه المؤشرات ليكون لها دور معنوي في الإنتاجية وخاصة في المنطقة المتوسطية.

أشار Dagnelie عام (1957) و Rondeux (1977)، إلى أنه يمكن تقدير الإنتاجية لموقع ما، إما باستخدام طرق نوعية تعتمّد على خصائص كلّ موقع أو باستخدام طرق كمية تعتمّد على إيجاد العلاقة بين إنتاجية المجموعة الحراجية ومختلف المكونات البيئية. كما بين كلّ من الباحثين المذكورين أنه من الصعب تحديد الإنتاجية وحسابها بطريقة مباشرة؛ إذ اقترح استخدام مؤشرات مرتبطة بخصائص الموقع، تسمى مؤشرات الموقع، بحيث تكون سهلة القياس ومرتبطة على نحو جيد مع الإنتاج وبصورة ضعيفة مع العوامل الأخرى المؤثرة في الإنتاج. يمكن أن تكون هذه المؤشرات ذات طبيعة بيئية، نباتية، مناخية أو مرتبطة ببعض القياسات الحراجية (القطر، الارتفاع، المساحة القاعدية...). يذكر Rondeux عام (1977)، أنه يمكن تقدير الإنتاجية بطريقتين: تعتمّد الطريقة الأولى على قياس العوامل البيئية المرتبطة بقوةٍ بنمو الأشجار مثل خصوبة الموقع. أما الثانية فتعتمّد على دراسة مختلف الخصائص المتعلقة بالأشجار أو النباتات والتي تكون مرتبطة بالعوامل البيئية (Abbas, 1988).

أظهرت بعض الدراسات السابقة أن الإنتاجية تتغيّر بحسب بعض العوامل الحيوية (عمر الأشجار، القطر على ارتفاع الصدر، ارتفاع الأشجار...) وغير الحيوية (الارتفاع عن سطح البحر، المناخ من حرارة وأمطار، المحتوى الغذائي للتربة) (Knapp and Smith, 2001 ; Hui *et al*, 2012). كما أوضحت دراسات أخرى أن العلاقة بين إنتاجية الشجرة والكتلة الحية يمكن أن تعكس درجة تكيّف النبات و تفاعله مع العوامل البيئية، كما يمكن أن يكون لها تأثيرات مهمة في دورة الكربون الإجمالية، في التغيّر المناخي وفي إدارة الغابات (Niklas *et al*, 2003; Keeling and Philips, 2007; Cheng *et al*, 2009).

يطلق على الإنتاجية قدرة الإنتاج لمجموعة حراجية مكونة من نوع حراجي ما، التي تنمو في موقع يتميزّ بخصائص بيئية متجانسة وفي ظل ظروف حراجية (من عمليات تربية وتنمية) مثالية وثابتة (Dhôte et *al*., 2000). يمكن دراسة التغيرات الحاصلة لإنتاجية الغابات، على المدى المتوسط والطويل (من 20 إلى 150 سنة)، وعلى مستويات مكانية وزمنية مختلفة. كما ذكرنا سابقاً، فإنه يوجد مجموعة من الطرق لدراسة الإنتاجية وتغيراتها مع الزمن، يمكن أن تحمل جميعها نوعاً من الخطأ. من وجهة نظر حراجية، فإن وحدة القياس الأكثر ملائمة لتقدير الإنتاجية هي الزيادة في النمو الجاري في الحجم (Vila and Vennetier, 2003). درس نحّال (1982) الزيادة في

النمو السنوي للصنوبر البروتي المنتشر طبيعياً في منطقتي البابر والبسيط من الجبال الساحلية السورية، والتي تراوحت بين 3 وحتى 6.20 م^3/هـ/سنة. كما أظهرت دراسة قبيلي و عباس (1989) من خلال دراستهما لأشجار فتية من الصنوبر البروتي بعمر 25 سنة في موقع تشجير الشردوب في منطقة الحفة، أن معدل النمو السنوي بلغ 16.9 م3/هـ/سنة. كما بلغ معدل النمو السنوي لأشجار من الصنوبر البروتي بعمر 45 سنة، 2.5 م3/هـ/سنة في منطقة قسطل المعاف في محافظة اللاذقية (عباس، 2002). أما بالنسبة لأنواع صنوبرية أخرى كالصنوبر الثمري *Pinus pinea L.* ، فقد أظهرت دراسة علي (2004) في الطابق النبتي الحراري المتوسطي في محافظة اللاذقية على أشجار بعمر 40–43 سنة، أن معدل النمو السنوي بلغ 5.38 م3/هـ/سنة في موقع صنوبر جبلة وحتى 3.90 م3/هـ/سنة في موقع الشقيفات.

غير أنه يمكن اعتمّاد مؤشرات تقديرية مختلفة أخرى مثل: 1) النمو الشعاعي للأشجار السائدة، 2) الارتفاع السائد و 3) المساحة القاعدية للمجموعة الحراجية. تعتمّد طريقة الارتفاع السائد على تحليل الساق، غير أن هذه التقنية صعبة الإنجاز وتحتاج تجهيزات كبيرة ومتابعة على فترات طويلة. لذلك سنقوم بدراسة الإنتاجية وتغيّراتها، في هذا البحث، لمقاسم من الصنوبر البروتي (*Pinus brutia*) على السفح الشرقي لسلسلة الجبال الساحلية المطلة على الغاب، بواسطة النمو الشعاعي للأشجار السائدة.

أهمية البحث وأهدافه:

نظراً لأهمية الصنوبر البروتي *Pinus brutia* في سورية الذي تعدّ غاباته ذات فوائد بيئية كبيرة مثل حماية التربة من الانجراف والحفاظ على المصادر المائية بالإضافة إلى الحفاظ على التنوع الحيوي والتخفيف من أثار التغيّر المناخي. فإنه تبرز الحاجة لدراسة ديناميكية نمو غابات هذا النوع مع الزمن بهدف الوقوف على وضعها العام وبالتالي وضع خطط الإدارة السليمة لها بهدف الحفاظ على دورها البيئي. كما تنبع أهمية هذا البحث من استخدام طريقة جديدة في تقدير الإنتاجية (من خلال حساب مساحة سطح حلقات النمو السنوية)؛ إذ لم يسبق أن استخدمت هذه الطريقة في سورية من قبل.

تركز هذه الدراسة على فهم تغيّرات الإنتاجية وتطورها للصنوبر البروتي، في الموقع المدروس، خلال النصف الثاني من القرن العشرين وذلك على مستويات مختلفة من الارتفاع عن سطح البحر. سنقوم بتحليل تغيّرات الإنتاجية لأشجار من الصنوبر البروتي على المدى في المقاسم المحددة.

طرائق البحث ومواده:

1- موقع الدراسة:

تمّت الدراسة على السفح الشرقي لسلسلة الجبال الساحلية المطلة على الغاب بين خطي عرض "35°34'37.95 و "35°34'25.00 شمالاً وخطي طول "36°14'43.79 و "36°15'14.47 شرقا. تخضع هذه المنطقة للمناخ المتوسطي الذي يتمّيز بأمطاره الشتوية ويكون الصيف فيها جافاً؛ إذ يبلغ الهطل السنوي معدل 675 مم، أما متوسط درجة الحرارة العظمى (M) فهو 34.9 درجة مئوية ومتوسط درجة الحرارة الصغرى (m) يصل إلى 4.5 (كاترين، 2010). تتمّيز التربة في منطقة الدراسة بأنها تربة من نوع تيراروسا (تربة حمراء متوسطية) ناتجة عن صخرة أم كلّسية. من الأنواع المرافقة للصنوبر البروتي في منطقة الدراسة (الفريكة) نذكر الأنواع الآتية: البطم

الفلسطيني *Pistacia palaestina*، البقص *Rhus cotinus*، السنديان العادي *Quercus calliprinos* و الزرود عريض الأوراق *Phillyrea latifolia* .

2- طريقة أخذ المقاسم واختيار الأشجار:

تمّ اختيار ثلاث مقاسم من الصنوبر البروتي، على السفح الشرقي لسلسلة الجبال الساحلية المطلة على الغاب في قرية الفريكة على ارتفاع 360 م عن سطح البحر للمقسم الأول و410 م للثاني و 460 م للمقسم الثالث أي بفارق 50 م ما بين الموقع والأخر، مساحة كلّ منها 400 م2 مع الأخذ بالاعتبار التجانس الموجود (من حيث المعرض، التربة والتضاريس والحجم) ضمن كلّ مقسم (الجدول، 1). تمّ ترميز المقاسم كما يأتي: Pb1 للمقسم الأول، Pb2 للمقسم الثاني وللمقسم الثالث Pb3. اختيرت 15 شجرة ضمن كلّ مقسم، من الأشجار السائدة والتي تتمّيز بوضع صحي سليم وخالية من التشوهات والإصابات الحشرية والفطرية. تمّ استخلاص ثلاث سبرات من كلّ شجرة باستخدام مسبر بريسلر Pressler (قطر 5 مم) عند مستوى الصدر (1.30م). أخذت السبرات بفارق 120° درجة عن بعضها بعضاً وبالتالي يكون لدينا بالمحصلة 45 شجرة و135 سبرة. جففت السبرات ووضعت على ألواح من الورق المقوى وسجل بجانب كلّ سبرة (رقم الشجرة، رقم السبرة ورقم المقسم). خضعت السبرات إلى عملية صقل وحف باستخدام أوراق السنفرة، تهدف هذه العملية إلى توضيح حلقات النمو وسهولة قراءتها وقياسها على السبرات. تمّ قياس ارتفاع الأشجار و أقطارها على ارتفاع الصدر (1.30 م)، بالإضافة لقياس الميل والعرض لكلّ مقسم. استخدام جهاز Blume-Leiss لقياس الارتفاع والميل، كما استخدم الشريط المتري القماشي لقياس القطر (جدول 1). تمّ إجراء عملية السبر وتحضير السبرات وقياس أقطار الأشجار وارتفاعها في شهر أيلول 2011.

جدول (1) خصائص عيّنات الصنوبر البروتي المدروسة

رمز المقسم	عدد الأشجار	الارتفاع عن سطح البحر (م)	المعرض	الميل °	الارتفاع المتوسط (م)	القطر المتوسط (سم)
Pb1	15	360	جنوب – شرق	30	2.93 ± 10.71	0.08 ± 0.32
Pb2	15	410	جنوب – شرق	25	2.04 ± 10.06	0.07 ± 0.18
Pb3	15	460	جنوب – شرق	30	3.12 ± 9.55	0.08 ± 0.27

3- قياس سماكة حلقات النمو السنوية:

خضعت السبرات لعملية التأريخ بهدف تحديد السنة التي تمّ فيها تشكلّ كلّ حلقة نمو سنوية، وذلك من خلال مقارنة السبرات فيما بينها. وقد تمّ بعد ذلك قياس سماكة حلقات النمو السنوية باستخدام جهاز دندروتاب 2003 (Dendrotab 2003, Walesh Electronic) وذلك بدقة قياس بلغت 1000/1 من الملم. بعد قياس سماكة جميع حلقات النمو السنوية لكلّ سبرة فإنه تمّ تشكيل السلاسل الزمنية لسماكة حلقات النمو السنوية لكلّ مقسم على نحو مستقل. تمّ حساب أيضا المتوسط $\bar{x}$ والانحراف المعياري (δ) ومعامل الاختلاف (CV) لسماكة ومساحة سطح حلقات النمو للأشجار في المقاسم المدروسة. يترجم الانحراف المعياري ومعامل الاختلاف، الانحراف المطلق أو النسبي

بالنسبة لمتوسط قيم سماكة ومساحة سطح حلقات النمو السنوية. تمّ حسابهما بالطرق التقليدية وباستخدام العلاقات الآتية (Dagnelie, 1973):

$$\delta = \sqrt{\frac{1}{n-1}\sum_{i=1}^{n}\left(x_i - \bar{x}\right)^2}$$

δ: الانحراف المعياري لسماكة حلقات النمو

x : سماكة حلقة النمو في السنة i

$\bar{x}$: متوسط سماكة حلقات النمو

n: عدد حلقات النمو السنوية

يحسب معامل الاختلاف (CV) من خلال قسمة الانحراف المعياري على متوسط سماكة حلقات النمو:

$$\left(CV\% = (\delta / \bar{x}) \times 100\right)$$

4- طريقة تقدير الإنتاجية وتغيّراتها:

من أجل دراسة الإنتاجية وتغيّراتها مع الزمن، قمنا بالتعبير عن الزيادة السنوية للنمو لكلّ سلسلة زمنية من خلال حساب مساحة سطح حلقة النمو السنوية وذلك باستخدام برنامج PPPhalos المطور من قبل Guiot (1991). يعد التقدير باستخدام مساحة سطح حلقة النمو من أفضل المؤشرات عن إنتاجية الأشجار مقارنة مع القياس البسيط للزيادة في النمو الشعاعي، وذلك لأن هذه الطريقة تعمل على إلغاء التأثير الهندسي المرتبط بالزيادة القطرية في النمو (Rathgeber *et al*, 1999). بعد ذلك قمنا بحساب مؤشر الإنتاجية لكلّ مقسمٍ من خلال حساب النسبة بين القيم الخام لمساحة سطح كلّ حلقة والقيمة المقدرة لها باستخدام علاقة رياضية ممثلة للاتجاه العام لمنحني مساحة سطح حلقات النمو (Cook *et al*, 1987). تهدف هذه العملية إلى إلغاء تأثير العمر ضمن السلاسل الزمنية لحلقات النمو، إذ إن تأثير العمر يمكن أن يحجب التغيّرات في الإنتاجية على اعتبار أن الإنتاجية تتطور مع عمر الأشجار، إذ تزداد في مرحلة الشباب وتستقر في مرحلة النضج ومن ثم تتناقص في مرحلة الشيخوخة.

5- التحليل الإحصائي:

تمّ دراسة تغيرات الإنتاجية مع الزمن على مستوى المقسم الواحد، وبالتالي مقارنة الإنتاجية على مستويات مختلفة الارتفاع عن سطح البحر. تمّ حساب مؤشر الإنتاجية الإجمالي من خلال دمج مؤشرات الإنتاجية للمقاسم الثلاثة ومن ثم حساب متوسطها ليكون ممثلا للموقع ككلّ، وذلك بهدف دراسة تغيرات الإنتاجية مع الزمن على مستوى الموقع.

بهدف التخفيف من التغيرات السنوية ضمن السلاسل الزمنية لحلقات النمو، والمرتبطة بالحوادث المناخية المتطرفة التي تسبب اضطراباً في النمو على المدى الطويل، تمّ حساب المؤشرات المتوسطة للإنتاجية كصفوف عمر من 5 أعوام (Bergés *et al*, 2000). بالتالي نحصل لكلّ مقسم على سلسلة متوسطة من صفوف أعمار التي أضفنا إليها مجال من الثقة حتى 95 %. أيضا، من أجل تسهيل المقارنة والدقة في دراسة تغيرات الإنتاجية بمرور الزمن قمنا بتسوية السلاسل الزمنية للمؤشرات المتوسطة للإنتاجية من خلال استخدام منحى معادلة انحدار خطي بسيط الذي يُظهر بوضوح الاتجاه العام الموجود في منحى الإنتاجية على المدى الطويل. تمّ استخدام تحليل التباين

ANOVA بعاملين (الزمن والارتفاع عن سطح البحر) لدراسة فيما إذا كانت الإنتاجية تزداد أو تتناقص معنوياً بمرور الزمن، بالإضافة إلى دراسة تأثير الارتفاع عن سطح البحر في الإنتاجية. استخدم برنامج R لإجراء التحاليل الإحصائية.

النتائج والمناقشة:

1- متوسط سماكة حلقات النمو السنوية:

تراوح متوسط سماكة حلقة النمو السنوية بين 1.69 مم للمقسم الثاني حتى 2.29 مم للمقسم الأول (بمتوسط عام للمقاسم الثلاثة بلغ 2.07 مم). كما تراوح مساحة سطح حلقة النمو بين 36.39 مم^2 للمقسم الثاني حتى 58.25 مم^2 للمقسم الثالث، ومتوسط عام للمقاسم الثلاثة بلغ 48.4 مم^2(جدول 2). يترجم هذا التفاوت في سماكة ومساحة سطح حلقة النمو السنوية، لأشجار الصنوبر البروتي في المقاسم الثلاثة المدروسة، تأثير العمر؛ إذ كانت السماكة الأكبر لحلقة النمو من نصيب المقاسم الأقل عمراً، كما هو ملاحظ لدى المقسمين الأول والثالث مع متوسط عمر على ارتفاع الصدر بلغ 41.64 و 41.19 سنة بالترتيب. بينما كانت السماكة الأقل لحلقة النمو من نصيب المقسم الثاني التي يبلغ متوسط أعمار أشجاره على ارتفاع الصدر 52.02 سنة. تتفق هذه النتائج مع ما هو معروف من أن الزيادة في سماكة حلقات النمو السنوية عند الأشجار هي تابع متناقص مع العمر (Fritts, 1976)، أي انه من الطبيعي أن تكون المتوسطات الأقل متوافقة مع المجموعات الحرجية المكونة من أشجار معمرة.

تشير النتائج إلى أن قيم معامل الاختلاف لسماكة حلقات النمو كانت الأعلى في المقسم الثاني (37 %) وقريبة لقيمته في المقسم الأول (36 %)، بينما كانت القيمة الأقل للمقسم الثالث (31 %) (جدول، 2). كما لوحظ الشيء نفسه بالنسبة لقيم معامل الاختلاف لمساحة سطح حلقات النمو؛ إذ كانت القيمة الأكبر للمقسم الثاني (48 %)، تليها في المقسم الأول (44 %)، والقيمة الأقل لمعامل الاختلاف كانت في المقسم الثالث (40 %). يمكن أن يعزى هذا التباين في قيم معامل الاختلاف بين المقاسم المدروسة إلى التباين الموجود في العمر الأشجار المكونة لكلّ مقسمٍ.

في دراسات أخرى في سورية على النوع نفسه (الصنوبر البروتي) ولكن في مواقع في محافظة طرطوس و لأشجار بأعمار 25 سنة، بلغ متوسط عرض حلقات النمو 5.73 مم (فرحا، 2013). في حين أظهرت دراسة لنعمان (2010) أن متوسط عرض حلقات النمو السنوية للشجرة الوسطى في مجموعة من الصنوبر البروتي بعمر 39 سنة في موقع تحريج القدموس 3.19 مم.

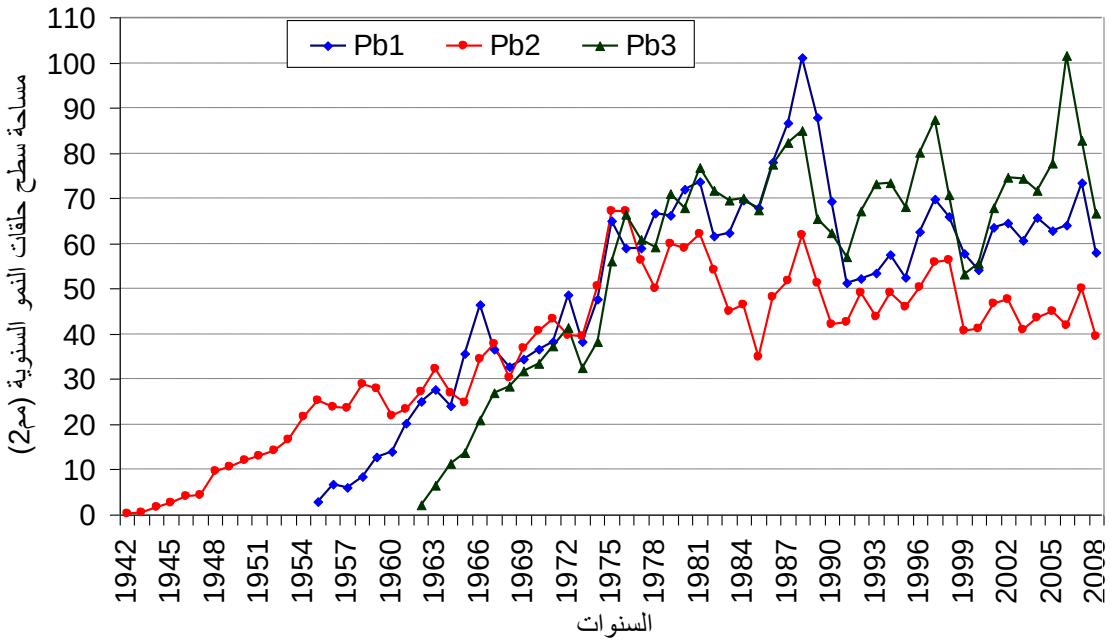
من خلال مقارنة هذه النتائج مع دراسات سابقة ولكن على الصنوبر الحلبي، لوحظ أن متوسط سماكة حلقات النمو في المقاسم المدروسة كان قريباً أكثر ما يمكن من متوسط سماكة حلقات النمو للصنوبر الحلبي في جنوب فرنسا (2-2.5 مم) (Serre-Bachet, 1982)، مع التنويه أن أعمار هذه الأشجار كانت قريبة من أعمار الأشجار في المقاسم المدروسة. بينما تراوح متوسط سماكة حلقات النمو السنوية لأشجار من الصنوبر الحلبي أيضاً في الجزائر بين 1.3 و 1.7 مم، مع التنويه أيضاً أن الأشجار المدروسة في الجزائر كانت بأعمار تفوق 150 سنة (Safar, 1994).

جدول (2): متوسط سماكات سطح حلقات النمو ومساحتها في المقاسم المدروسة

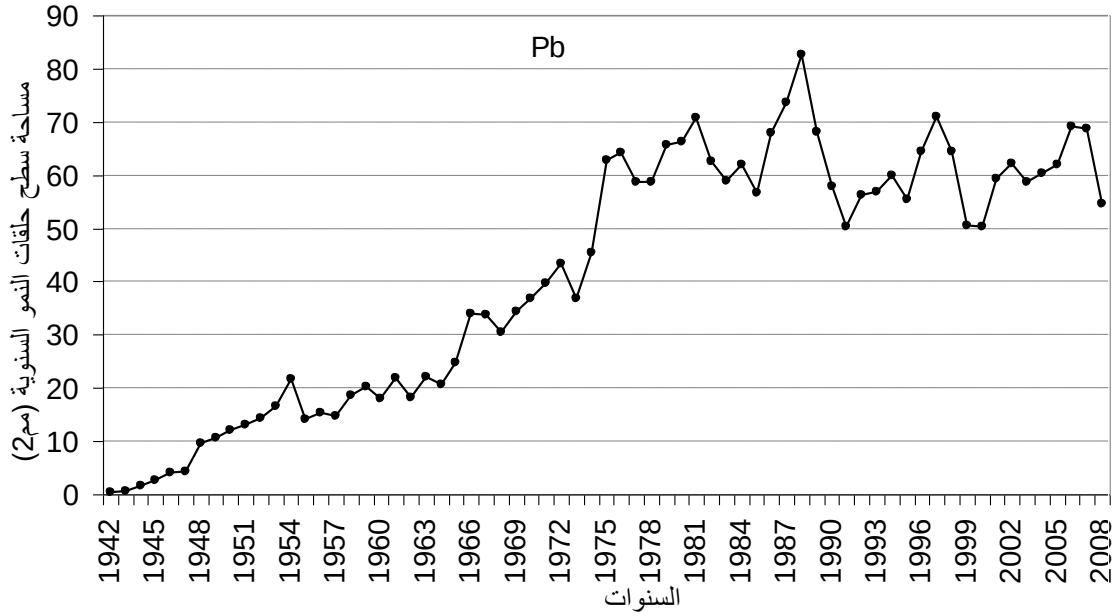
رمز المقسم	الفترة الزمنية	متوسط سماكة حلقة النمو (مم)	معامل الاختلاف لسماكة حلقات النمو	متوسط المساحة لسطح حلقة النمو ($مم^2$)	معامل الاختلاف لمساحة سطح حلقات النمو	متوسط العمر (سنة) على ارتفاع 1.30م
Pb1	2008-1955	0.82 ± 2.29	0.36	22.40 ± 51.46	0.44	6.29 ± 41.64
Pb2	2008-1942	0.63 ± 1.69	0.37	17.54 ± 36.39	0.48	6.84 ± 52.05
Pb3	2008-1962	0.69 ± 2.24	0.31	23.40 ± 58.25	0.40	5.17 ± 41.19

2- التغيّرات في مساحة سطح حلقات النمو على مستوى المقاسم و الموقع:

يمكن تقسيم منحني مساحة سطح حلقات النمو للصنوبر البروتي، على مستوى المقاسم (شكلّ 1) وعلى مستوى الموقع (شكلّ 2)، إلى قسمين: - القسم الأول يمثل الفترة الممتدة بين عامي 1942- 1975 التي تتميّز بالتزايد في مساحة سطح حلقة النمو. تمثل هذه الفترة المراحل الأولية من عمر الأشجار. أما القسم الثاني فيتمثل بالفترة الممتدة من عام 1975 حتى 2008؛ إذ تمتاز هذه الفترة بنوعٍ من الاستقرار في النمو والذي يمكن أن يكون ناتج عن دخول الأشجار في مرحلة النضج.



شكلّ (1): التغيّرات السنوية لمتوسط مساحة سطح حلقات النمو للصنوبر البروتي للفترة (1942-2008) للمقاسم الثلاثة المدروسة (Pb1, Pb2, Pb3).



شكلّ (2): التغيّرات السنوية لمتوسط مساحة سطح حلقات النمو للصنوبر البروتي للفترة (1942–2008) على مستوى الموقع (Pb).

3- مقارنة الإنتاجية على مستوى المقاسم والموقع:

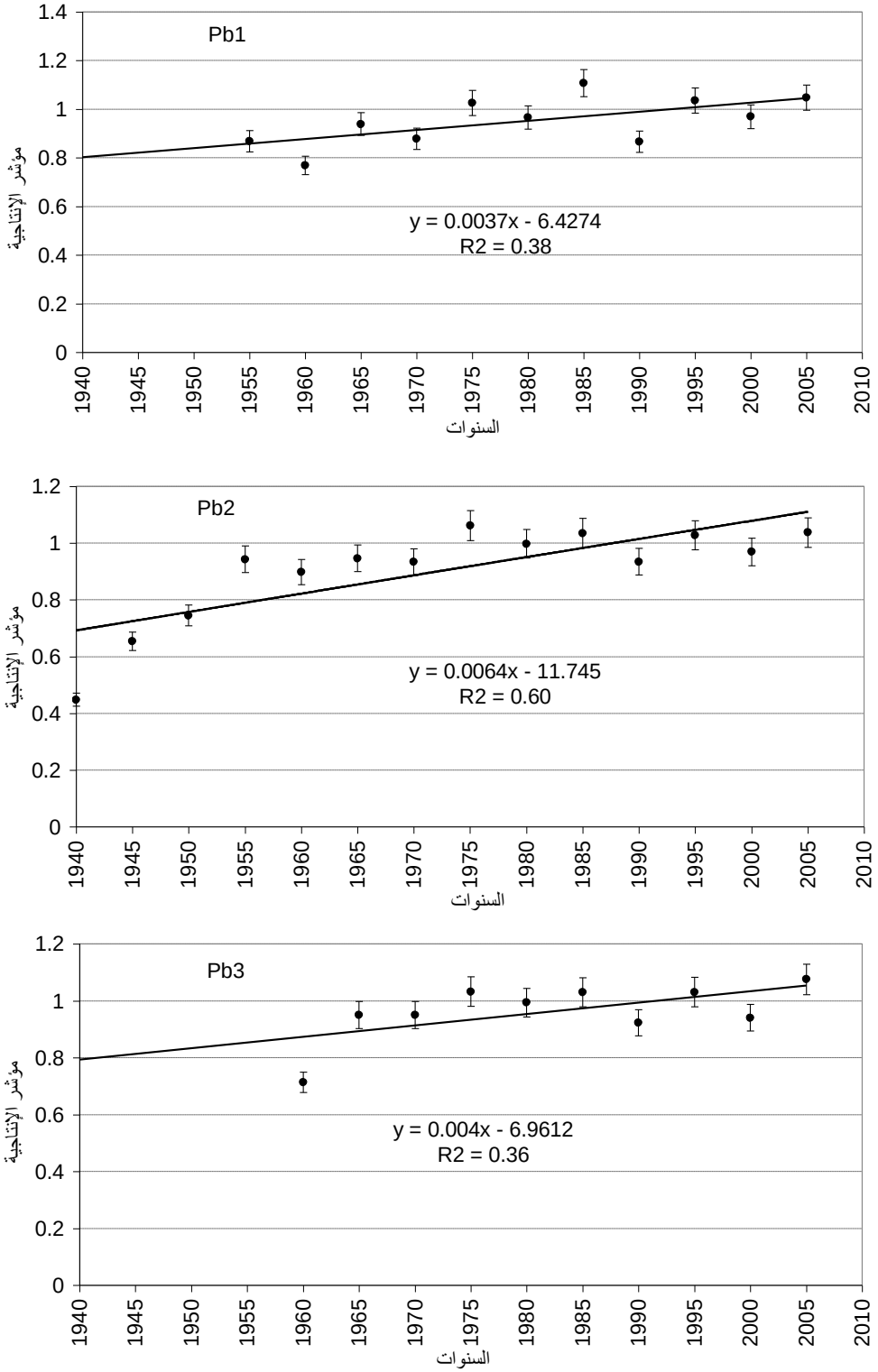
تراوح التباين (المتمّثل هنا بمعامل التحديد R^2) المشروح بالانحدار الخطي بين 36 % للمقسم الثالث، و38 % للمقسم الأول وحتى 60 % بالنسبة للمقسم الثاني (شكلّ 3). أما على مستوى الموقع فقد كان التباين المشروح بالانحدار الخطي (% 66.5 = R^2) (شكلّ 4). لوحظ أيضاً وجود فروق معنوية ($P < 0.05$) في مؤشر الإنتاجية من صف عمر لآخر وذلك على مستوى المقاسم وعلى مستوى الموقع ككلّ (الشكلّ 3 و 4).

بيّن تحليل التباين أنه مهما يكن الارتفاع، نلحظ أن الإنتاجية تزداد مع الزمن في جميع المقاسم، بالتالي فإنه لا يوجد فروق معنوية ($P > 0.05$, F = 0.04) في الإنتاجية بين المقاسم الثلاثة ناتجة عن الارتفاع. كما لوحظ ازدياد بالإنتاجية معنوياً بمرور الزمن ($P < 0.001$, F = 32.84) سواء على مستوى المقاسم أو على مستوى الموقع. أي أن الاتجاه العام للإنتاجية في الموقع المدروس وخلال النصف الثاني من القرن الماضي، هو نحو الازدياد.

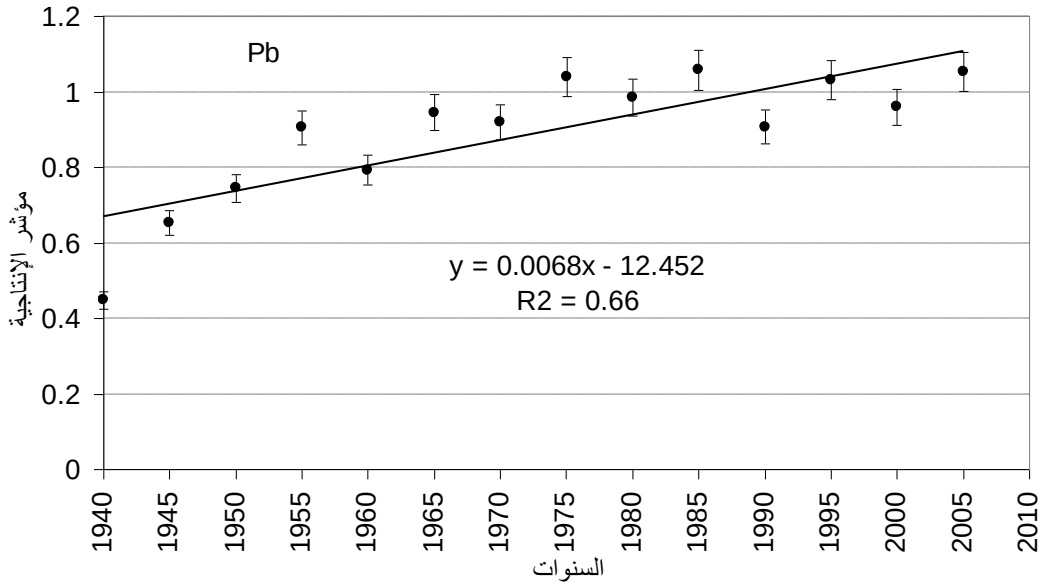
بصورة عامة، تتوافق هذه النتائج المستحصل عليها لأحد الأنواع المخروطية المتوسطية (الصنوبر البروتي)، مع الدراسات والأبحاث المنجزة في القارة الأوربية على أنواع مخروطية عدّة وغير مخروطية (Becker *et al*, 1994; Bert, 1992). كما أنها تتطابق مع النتائج التي حصل عليها Rathgeber وآخرون (1999) على السنديان، والنتائج التي حصل عليها Vila وآخرون (2003) على الصنوبر الحلبي ونتائج Thabeet (2008) على الصنوبر الحرجي، و Venneteir وآخرون (2013) بالنسبة للعديد من الأنواع الحراجية في المنطقة المتوسطية. عزت جميع هذه الدراسات المذكورة سابقاً، الزيادة في الإنتاجية للأنواع الحراجية للأسباب الآتية:

- التغيّرات المناخية الناتجة عن زيادة تركيز غازات الدفيئة وخاصة غاز ثاني أوكسيد الكربون CO2 (Berger, 1992)،
- التأثير المباشر للتسميد الجوي لـ CO2 (Kirsbaum and Fischlin, 1996)،
- تزويد الترب بالمواد الأزوتية الناتجة عن التلوث الجوي،

– اجتمّاع العوامل السابقة وعوامل أخرى.



شكلّ (3): تطور الإنتاجية بمرور الزمن للصنوبر البروتي للفترة (1942–2008) على مستوى المقاسم الثلاثة المدروسة (Pb1, Pb2, Pb3).



شكلّ (4): تطور الإنتاجية بمرور الزمن للصنوبر البروتي للفترة (1942–2008) على مستوى الموقع (Pb).

الاستنتاجات والتوصيات:

الاستنتاجات

أظهرت الدراسة أن الاختلاف والتباين في سماكة سطح حلقات النمو للصنوبر البروتي بين المقاسم المدروسة ومساحتها يعود إلى الاختلاف في عمر الأشجار المكونة لكلّ مقسمٍ. تسهم هذه النتيجة في إظهار تأثير العمر في نمو الأشجار، هذا التأثير الذي يجب إزالته عند دراسة تطور الإنتاجية بمرور الزمن، وبالتالي فإن هذا الاستنتاج يقودنا إلى التأكيد على أهمية الطريقة المستخدمة في هذه الدراسة بهدف إلغاء تأثير العمر.

بلغ متوسط سماكة حلقات النمو لأشجار الصنوبر البروتي في الموقع المدروس 2.07 مم ومتوسط مساحة سطح حلقات النمو 48.7 مم. تعدّ هذه الأرقام جيدة مقارنة مع مثيلاتها في المواقع الأخرى، وبالتالي فإن الموقع المدروس يُعدّ ملائماً لنمو الصنوبر البروتي؛ إذ حقق نمواً سنوياً جيداً.

كما أظهرت النتائج السابقة، وجود زيادة في إنتاجية الصنوبر البروتي في الموقع المدروس خلال النصف الثاني من القرن العشرين مهما يكن الارتفاع عن سطح البحر. يمكن أن تضاف هذه النتيجة إلى النتائج السابقة في المنطقة المتوسطية التي تشير إلى زيادة إنتاجية العديد من الأنواع الحراجية المتوسطية والناجمة عن زيادة تركيز غازات الدفيئة وخاصة غاز ثاني أوكسيد الكربون. وبالتالي يضاف الصنوبر البروتي إلى قائمة الأنواع الحراجية التي يمكن أن تكون إنتاجيتها ازدادت بفعل التغيّر المناخي.

بالمقابل فإن عدم وجود تأثير معنوي لعامل الارتفاع عن سطح البحر في الإنتاجية، لا يمكننا تعميمه أو اعتمّاده كنتيجة عامة بالنسبة للصنوبر البروتي في الموقع المدروس، وذلك بسبب الفروقات الضعيفة في الارتفاع عن سطح البحر بين المقاسم المدروسة.

التوصيات:

استناداً إلى النتائج السابقة فإنه يوصى بما يأتي:

- إلغاء تأثير العمر ضمن السلاسل الزمنية لحلقات النمو لأن العمر يمكن أن يحجب التغيرات في الإنتاجية التي يمكن أن تكون نتيجة لعوامل أخرى، وذلك بإتباع طرق رياضية معروفة.
- إتباع الطريقة المستخدمة في هذه الدراسة لتقدير الإنتاجية لأنواع حراجية أخرى منتشرة في سورية.
- وضع خطط إدارة واستثمار لغابة الصنوبر البروتي في هذا الموقع، كونه من المواقع الملائمة لنمو هذا النوع، ضمن مفهوم الإنتاج المستديم الذي يضمن المحافظة على دورها البيئي.
- توسيع رقعة المقاسم لتشمل مجالات ارتفاع أكبر وبفروق ارتفاع مهمة وذلك من أجل إظهار الدور الذي يمكن أن يلعبه الارتفاع عن سطح البحر في التغيرات الحاصلة بالإنتاجية.
- زيادة عدد المقاسم أيضاً ليشمل جميع العوامل البيئية التي يمكن أن يخضع لها الصنوبر البروتي وذلك من أجل التأكد من صحة هذه النتائج ليصار إلى تعميمها.

المراجع:

1. فرحا، محمد، ايفلين. *دراسة نمو وانتاجية الصنوبر الثمري والصنوبر البروتي في موقع تحريج الصوراني – الشيخ بدر– طرطوس*. رسالة ماجستير في الهندسة الزراعية، اختصاص حراج وبيئة، كلّية الزراعة، جامعة تشرين، اللاذقية، سورية، 2013، 90.
2. عباس، حكمت. *دراسة تطبيقية نموذجية متكاملة للمعطيات البئية الحراجية الاجتمّاعية والاقتصادية بهدف تنظيم وإدارة غابات الصنوبر البروتي .Pinus brutia Ten في غابة المحمودية كتلة (البتراء – الزيتونة – النملة) – منطقة قسطل معاف – محافظة اللاذقية*. مجلة الخليج العربي للبحوث العلمية، 20 (3)، 2002، 179–189.
3. علي، محمود. *تقييم مشجرين للصنوبر الثمري .Pinus pinea L في الطابق النبتي المتوسطي الحراري في محافظة اللاذقية (سورية)*. مجلة جامعة تشرين للدراسات والبحوث العلمية، سلسلة العلوم الزراعية، 26 (2)، 2004، 137–158.
4. قبيلي، عماد. عباس، حكمت. *دراسة بيئية إنتاجية لأنواع مختلفة من الصنوبر في موقع تشجير الشردوب من الحفة في محافظة اللاذقية*. مجلة بحوث جامعة حلب، سلسلة العلوم الزراعية، العدد 12، 2005، 39–56.
5. كاترين، ديوب، تقييم الوضع الاقتصادي والاجتمّاعي لموقع المروج الحراجي في منطقة الغاب– محافظة حماه، دراسة ماجستير، جامعة حلب،2010، 209 ص.
6. نعمان، أحمد. *دراسة مؤشرات النمو للصنوبر البروتي والأرز اللبناني وتأثير العوامل البيئية فيها – موقع تحريج القدموس*. رسالة ماجستير في الهندسة الزراعية، جامعة دمشق، 147، 2010.
7. نحال، ابراهيم. *الصنوبر البروتي .Pinus brutia Ten وغاباته في سورية وبلاد شرقي المتوسط*. مديرية الكتب والمطبوعات الجامعية، دمشق، 1982، 228.
8. ABBAS H. "*La productivité des forêts de pin d'Alep dans le Sud-est méditerranéen français. Analyses écodendrométriques*". Options Méditerranéennes, Série Etude CIHEAM, 1, 1986,127-156.

9. BARBERO, M. LOISEL, R. *Données bioclimatiques, édaphiques et production ligneuse de quelques essences forestières méditerranéennes: aspects méthodologiques.* Bull. Soc. Bot. Fr, Tome 131, Actual. Bot, (1/2/3), 1984,537-547.
10. BECKER, M. BERT, G.D. BOUCHON, J. PICARD, J.F. ULRICH, E. *Tendances à long terme observées dans la croissance de divers feuillus et résineux du Nord-Est de la France depuis le milieu du 19e siècle*. Revue Forestière Française XLVI-4,1994 ,335-341.
11. BERGER, A. *Le climat de la terre. Un passé pour quel avenir* ? De Boeck Université, Bruxelles, 1992, 479.
12. BERGÈS, L. DUPOUEY, J.L. FRANC, A. *Long-term changes in wood density and radial growth of Quercus petraea Liebl. in northern France since the middle of the nineteenth century*. Trees, 14, 2000, 398-408.
13. BERT, D. *Silver fir (Abies alba Mill.) shows an increasing long-term trend in the Jura mountains. In Tree rings and environment* (Ed. Bartholin t.S., Berglund B.E., Eckstein D. and Schweingruber F.H.), Ystad, Sweden, 1992, 27-29.
14. CHENG, D. WANG, G. ZHONG, Q. Age-*related relationship between annual productivity and body size of trees, testing the metabolic theory.* Polish journal of Ecology, 57, 2009, 441-449.
15. COOK, E.R. Johnson, A.H. Blasing, T.J. *Forest decline: modeling the effect of climate in tree rings.* Tree physiology, 3, 1987, 727-40.
16. DAGNELIE, P. Recherches *sur la productivité des hêtraies d'Ardenne en relation avec les types phytosociologiques et les facteurs écologiques*. Bull. Inst. Agro. Stat. Rech, Gembloux (25), 1957, 44-94.
17. DAGNELIE, P. *Théorie et méthodes statistique. Applications agronomiques*. Presses agronomique de Gembloux, Belgique, vol 1, 2ème éd, 1973, 377p.
18. DHÔTE, J.F. DUPOUY, J.L. BERGES, L. *Modification à long terme, déjà constatées, de la productivité des forêts françaises*. Revue Forestière Français LII, Numéro spécial, 2000, 37-48.
19. Dhôte, J.F. Hervé, J.C. Changements de productivité dans quatre forêts de chênes sessiles depuis 1930 : une approche au niveau du peuplement. Ann. For. Sci. 57, 2000, 651–680.
20. FRITTS, H. C. *Tree ring and climate.* Academic Press, New York, 1976, 567.
21. GUIOT, J. *Methods and programs of statistics for paleoclimatology and paleoecology*. eds, Guiot J., Labeyrie L. 1991, 258.
22. HUI, D. WANG, J. LE, X. SHEN, W. REN, H. *Influences of biotic and abiotic factors on the relationship between tree productivity and biomass in China.* Forest Ecology and Management, 264, 2012, 72-80.
23. KEELING, H.C. PHILLIPS, O.L. *The global relationship between forest productivity and biomass.* Global Ecology and Biogeography, 16, 2007, 618-631.
24. KIRSBAUM, M.U.F. FISCHLIN, A. *Climate change impacts on forest. In : Climate Change 1995. Impacts, adaptations and mitigation of climate change.* Scientific-technical analyses (Ed. Watson R.T., Zinyowera M.C., Moss R.H. and Dokken D.J.), Cambridge University Press, Cambridge, p. 1996, 95-130.
25. KNAPP, A.K. SMITH, M.D. *Variation among biomes in temporal dynamics of aboveground primary production*. Science, 291, 2001, 481-484.
26. MARTONNE de, E. *Traité de géographie physique. I : Notion générales, hydrographie*. A. Colin, Paris, 1927, 1-496.

27. NAHAL, I. *Le pin d'Alep (Pinus halepensis Mill.). Etude taxonomique, géographique, écologique et sylvicole*. Extrait A.E.N.E.F. S.R.E. 19(4), 1962, 1-216.
28. NIKLAS, K.J. MIDGLEY, J.J. ENQUIST, B.J. *A general model for mass-growth-density relation across tree dominated communities*. Evolutionary Ecology Research, 5, 2003, 459-468.
29. PATERSON, St. *The forest area of the world and its potential productivity*, Gôteborg, Universe, 1956, 1-216.
30. RATHGEBER, C. GUIOT, J. ROCHE, P. TESSIER, L. *Augmentation de productivité du chêne pubescent en région méditerranéenne française.* Annals of Forest Science, 56, 1999, 211-219.
31. RONDEUX, J. *Estimation de la productivité forestière : principe et méthodes*. Annales de Gembloux, 85, 1977, 5-17.
32. SAFAR, W. *Contribution à l' étude dendroécologique du Pin d' Alep (Pinus halepensisMill.) dans une région semi-aride d' Algérie: l'Atlas saharien (Ouled Naïl - Aurès -Hodna).* Thèse de Doctorat en Sciences spécialité Ecologie, Université de Droit, d'Economie et des Sciences d' Aix-Marseille III, Marseille, 1994, 215.
33. SERRE-BACHET, F. *Analyse dendroclimatologique comparée de quatre espèces de pins et du chêne pubescent dans la région de la Gardiole près de Rians (Var, France).* Ecologia Mediterranea, VIII, 1982, 167-183.
34. THABEET, A. *Réponse du pin sylvestre (Pinus sylvestris L.) aux changements climatiques récents en région Méditerranéenne française: spatialisation et quantification par la télédétection et la dendrochronologie.* Thése de Doctorat, Discipline "Biologie des populations et Ecologie, Université de droit, d´ Economie et des Sciences d'Aix-Marseille (Aix-Marseille III), 2008, 276.
35. VENNETIER, V. GIRARD, F. TAUGOURDEAU, O. CAILLERET, M. CARAGLIO, Y. SABATIER, S.A. OUARMIM, S. DIDIER, C. THABEET, A. *Climate Change Impact on Tree Architectural Development and Leaf Area. In: Climate Change – Realities, Impacts Over Ice Cap*, Sea Level and Risks, 2013, 103-126.
36. VILA, B. VENNETIER, M. *Impact du changement climatique sur le déplacement d'une limite bioclimatique en région méditerranéenne*. Rapport ECOFOR : Forêts et changements climatiques, Marseille, 2003, 1-143.
37. WECK, J. *klimaindex und forstliches. Productions potential*. *Forestarchiv*, 1960, 101-105.