دراسة استجابة حلقات نمو الصنوبر البروتي (*Pinus brutia* Ten.) للمناخ في محافظة طرطوس

هبة سلهب* [1] وليلى عبود[2] ووائل علي [2]

(1). دائرة الحراج، مديرية الزراعة والاصلاح الزراعي بطرطوس، طرطوس، سورية.

(2). قسم البيئة والحراج، كلية الزراعة، جامعة تشرين، اللاذقية، سورية.

(*للمراسلة: الباحث هبه سلهب. البريد الإلكتروني: heba.salhab@yahoo.com)

تاريخ الاستلام: 2019/08/06 تاريخ القبول: 2020/10/15

الملخص:

تعدّ حلقات النمو السنوية كسجلات تحفظ الظروف المناخية لسنة تشكلها، لذلك تستخدم لدراسة تقلبات المناخ من سنة لأخرى، وبهدف دراسة حلقات النمو السنوية واستجابتها للمناخ عند أشجار الصنوبر البروتي، تم أخذ عينات (سبرات) من ثلاث مواقع في محافظة طرطوس متباينة الارتفاع عن سطح البحر هي: عمريت وعين عفان ومحمية النبي متى وذلك في ربيع العام 2014. تم انتقاء عشرة أشجار مسيطرة في كل موقع، وتم أخذ عينتين متعامدتين على ارتفاع 130سم، بعد معاملة العينات تمت عملية التأريخ البيني، ومن ثم قياس الحلقات بدقة 0.01، ثم تمت معايرة سلاسل الحلقات للحصول على سلسلة نهائية في كل موقع. استخدم تابع الاستجابة لدراسة أثر كل من الحرارة والهطل في سماكة حلقات النمو. بينت النتائج تشكل حلقات سميكة عند توفر كمية هطل أعلى من المعدل، وخاصة خلال أشهر الشتاء، و أيار وحزيران و تشرين أول وتشرين ثاني، وحرارة اخفض من معدلاتها خاصة في الصيف، كما في حلقات السنوات 1991–1992، 2001–2002. وشجعت الظروف المعاكسة على تشكل حلقة ضيقة كما في السنوات 2006–2007، 2009–2010. أظهرت نتائج تابع الاستجابة تباين في تأثير العناصر المناخية في سماكة حلقات النمو لدى الصنوبر البروتي تبعاً لكل موقع، حيث يكون الدور الأكبر نسبياً للهطل في المواقع الأقل ارتفاعاً، في حين يبرز دور الحرارة بشكل واضح في الموقع الأكثر ارتفاعاً.

الكلمات المفتاحية : الصنوبر البروتي، حلقات النمو، علم المناخ الشجري.

المقدمة:

اكتسب علم المناخ الشجري Dendroclimatology خلال العقود الأخيرة أهمية خاصة في دراسة التذبذبات المناخية والظواهر المتطرفة، حيث تسببت التغيرات الحاصلة في المناخ بتأثيرات في النظم الطبيعية والبشرية في جميع القارات وعبر المحيطات، ولاسيما في المنطقة المتوسطية التي تشهد اتجاهاً نحو مزيد من الجفاف والتقلبات المناخية (IPCC, 2014)، حيث يتوقع حدوث انخفاض كبير في الهطل في أغلب أجزاء هذه المنطقة، وحدوث ظروف أكثر دفئاً وجفافًا من الظروف المناخية الحالية Ozturk *et al*., (2018).

يعتبر كل من الهطل ودرجة الحرارة العنصرين الأهم المحددين لنمو الأشجار، حيث أن العناصر البيئية الأخرى، تؤثر أيضاً في النمو، لكنها هي ذاتها مرتبطة بتغيرات الهطل والحرارة (Fritts, 1976).

يمكن بسهولة تمييز حلقات النمو السنوية في المقطع العرضي لأشجار الصنوبر، والتي تبدو كدوائر متحدة المركز، يميز فيها نوعان من الخشب، الخشب الربيعي بلون فاتح والخشب الصيفي بلون أسمر غامق (Cuny *et al* ,2014)، وتعتبر سماكة حلقات النمو من أهم الصفات التشريحية الأساسية لحلقات النمو التي تعكس الظروف المناخية المرافقة لتشكلها (Vaganov *et al*, 2006). لذلك تستخدم حلقات لدراسة المناخ الماضي من خلال تقنيات علم المناخ الشجري.

يعرَّف علم التأريخ الشجري Dendrochronology بأنه العلم الذي يستخدم حلقات النمو السنوية لتأريخ الأحداث، وهو علم حديث نسبياً، ويعد Anderew E.Douglas مؤسس علم التأريخ الشجري، الذي تطور خلال العقد الأول من القرن العشرين، فكان أول من استخدم حلقات النمو في أغراض التأريخ بشكل دقيق(Fritts, 1976). حسب Grissino – Mayer (2007) فإن علم التأريخ الشجري هو العلم الذي يستخدم حلقات النمو السنوية المؤرخة من أجل تحليل الطرز الزمانية والمكانية للعينة المدروسة..

ويعرف علم المناخ الشجري Dendroclimatology الذي هو أحد أفرع علم التأريخ الشجري–بأنه العلم الذي يهتم بدراسة العلاقة بين حلقات النمو السنوية والمناخ، حيث يتم من خلاله تحديد مدى استجابة حلقات النمو للمتغيرات المناخية، وإعادة تركيب المناخ في الفترات الماضية التي لا نملك عنها أية بيانات مسجلة (Fritts, 1976).

تعد الغابات المتوسطية من النظم البيئية التي تستجيب بقوة لتذبذبات المناخ، لذلك تعتبر بمثابة مواقع نموذجية لدراسة العلاقة بين المناخ والنمو (Olivar *et al*., 2012)، وخاصةً في ضوء المعلومات المناخية التي تعطيها حلقات النمو. تتميز الصنوبريات بحلقات نمو واضحة يمكن تمييزها بسهولة ودراستها، لذلك استخدم في هذا البحث الصنوبر البروتي .*Pinus brutia* Ten وهو من الأنواع واسعة الانتشار والمستخدم في التشجير بشكل واسع على مستوى القطر، ويشكل مساحات هامة من الحراج في محافظة طرطوس.

تنبع أهمية البحث من استخدام حلقات النمو كمصدر بيانات موثوق ومستخدم عالمياً لدراسة المناخ، في ظل زيادة التذبذبات المناخية خلال العقود الأخيرة، من ارتفاع حرارة وعدم انتظام الهطل، وزيادة الاهتمام بقضايا المناخ وتغيراته. علماً أن الأبحاث المشابهة مازالت قليلة نسبياً وحديثة على مستوى القطر والمنطقة العربية.

أهمية البحث وأهدافه:

هدف البحث إلى دراسة تغيرات سماكة حلقات النمو السنوية للصنوبر البروتي خلال الفترة (1984–2013) في ثلاثة مواقع في محافظة طرطوس ومقارنة استجابتها للحرارة والهطول المطري.

مواد البحث وطرائقه:

منطقة الدراسة:

تمت الدراسة في ثلاثة مواقع للصنوبر البروتي المشجر في محافظة طرطوس، متباينة المساحة والارتفاع عن سطح البحر، وهي: عمريت وعين عفان ومحمية النبي متى. تم اختيار هذه المواقع متباينة في الارتفاع عن سطح البحر بهدف تغطية التباينات المناخية الموجودة في محافظة طرطوس، ويبين الجدول(1) بعض المعلومات عن هذه المواقع:

الجدول 1. معلومات عامة عن مواقع الدراسة وفق بيانات دائرة الحراج ودائرة الأراضي في مديرية زراعة طرطوس

الموقع	رمز الموقع	الارتفاع (م)	البعد عن مركز المحافظة (كم)	سنة التشجير	الطابق البيوميناخي	التربة
عمريت	AM	25	4	1970	متوسطي رطب حار	أتربة عمقها أكثر من متر، لونها بني مصفر، خفيفة إلى متوسطة القوام، يوجد على السطح وداخل الآفاق قليل من الحصى
عين عفّان	EA	390	45	1977	متوسطي رطب حار	الأتربة العميقة المتشكلة على أرض متموجة، والمنحدرات الخفيفة إلى المتوسطة، يزيد عمقها عن المتر، بنية، طينية لومية، لا تتجاوز نسبة الحجارة فيها 10%، فيها بعض البقع قليلة العمق، وصخرية، وبعضها محجر
جبل النبي متى	NM	1075	55	1978	متوسطي رطب جداً عذب	أتربة متوسطة العمق متشكلة على المنحدرات المتموجة إلى الشديدة، عمقها 50–100سم، بنية داكنة، طينية لومية، نسبة الحجارة فيها تصل إلى 25%، توجد فيها بقع قليلة العمق وصخرية، وبعضها محجر

العينات (السبرات) وتحضيرها للقياس:

أخذت العينات من الأشجار السائدة Dominant Trees لأن تأثرها بالعمليات التربوية قليل جداً، وتتأثر فقط بعوامل التربة والمناخ، وتكون خالية من التشوهات والأمراض، وتتمتع بأقطار ضخمة وتيجان متجانسة. وحلقات نمو واضحة بحيث تكون عملية التأريخ البيني Cross–dating سهلة نسبياً (Briffa *et al.*, 1998). تم انتقاء عشرة أشجار مسيطرة في كل موقع من مواقع الدراسة.

استخدم مسبر بريسلر (Pressler borer) لأخذ العينات من الأشجار، حيث أخذت من كل شجرة عينتان (سبرتان) باتجاهين متعامدين شمال جنوب NS وشرق غرب EW. تم السبر على ارتفاع حوالي 130 سم، بشكل متعامد مع محور الساق. تم أخذ السبرات في فترة السكون، أي خلال أشهر الشتاء وبداية الربيع للعام 2014.

ضعت السبرات في مساطر خشبية ذات أنفاق مفتوحة مخصصة لاحتوائها، تم تثبيتها بدقة وعناية لأنها تكون طرية في البداية.

تركت السبرات حتى جفت، ومن ثم تم تنعيمها وصقلها باستخدام ورق الزجاج، حتى أصبحت حدود حلقات النمو واضحة تماماً وجاهزة للقياس (الصورة1). (Stokes and Smiley ,1996).

تم الحصول على 20 سبرة من كل موقع، أي ما مجموعه 60 سبرة لكل المواقع. ثم تمت عملية التأريخ البيني من خلال المقارنة بين حلقات النمو في كل السبرات والربط بين حلقات النمو وسنوات تشكلها بدءاً من القشرة وحتى المركز، كما تهدف أيضاً إلى توثيق الحلقات الضيقة والسميكة، واكتشاف حلقات النمو الكاذبة (Yamaguchi,1991).

تم تحديد الحلقات المميزة ضمن كل سبرة بالنسبة للحلقات المجاورة لها، ومقارنتها مع السبرات الأخرى، وعند تكرارها في بقية السبرات، أو في أغلبها، تم اعتمادها كحلقة مرجعية، وهكذا بالنسبة لبقية الحلقات.

الصورة1. إحدى السبرات المأخوذة من الأشجار

طريقة قياس سماكة حلقات النمو ومعايرتها:

تم قياس سماكة حلقات النمو بالاستعانة ببرنامج Adobe Photoshop CS4 وذلك باتباع الخطوات التالية:

- تم سحب العينات بواسطة الماسح الضوئي(scanner) بدقة بلغت 1200 نقطة في البكسل.
- فتحت الصور المسحوبة في البرنامج وتم اختيار أداة المسطرة وضبط إعدادات الواجهة، بحيث تكون دقة القياس 0.01 ملم.

تم قياس سماكة الحلقات تباعاً من القشرة باتجاه المركز، مع التحكم بتكبير الصورة حسب الرغبة حتى يسهل تمييز حدود الحلقات.

- تم تسجيل قياس كل حلقة مقابل سنة تشكلها في برنامج Excel، ومن ثم الحصول على السلاسل الزمنية الأولية لسماكة الحلقات.

بعد الحصول على السلاسل الزمنية الأولية لسماكة حلقات النمو، تمت معايرة Standardization هذه السلاسل من أجل التخفيف من تأثير العمر في سماكة حلقات النمو، وتجنب أثر عمليات التربية والتنمية إن وجدت (Fritts 1976; Cook *et al.* 1990). تم ذلك باستخدام البرنامج الإحصائي 3Pbase المتخصص في مثل هذا النوع من الدراسات (Guiot and Goeury, 1996). حيث يتم استبدال سلسلة سماكة حلقات النمو بسلسلة مؤشر النمو Tree Rings Index نرمز له (TR)، والتي تكون سلسلة ذات متوسط =1، وذات تباين متجانس وناتج عن المناخ فقط، حيث يتم إلغاء الضجيج الناتج عن الظواهر غير المناخية.

نتيجة المعايرة تم الحصول على 20 سلسلة أولية لمؤشرات النمو. تم حساب المتوسط الحسابي لهذه السلاسل للحصول على سلسلة واحدة لمؤشر النمو خاصة بكل موقع. استخدمت السلاسل الزمنية لمؤشرات النمو في جميع العمليات الإحصائية اللاحقة.

حساب بعض المؤشرات الإحصائية الخاصة بعلم المناخ الشجري:

تم حساب بعض المؤشرات الإحصائية التي تساهم في شرح التغيرات والتباينات الموجودة بين حلقتي نمو من نفس السلسلة الزمنية أو بين سماكات حلقات النمو لكامل السلسلة (Cook *et al*, 1990):

متوسط سماكة حلقات النمو والانحراف المعياري ومعامل الاختلاف:

تم حساب متوسط سماكة حلقات النمو $\bar{x}$ بـ(ملم/سنة)، والانحراف المعياري(δ) ومعامل الاختلاف(CV%) لكل موقع، حيث يعبر كل من الانحراف المعياري ومعامل الاختلاف عن الانحرافات المطلقة والنسبية لسماكة حلقات النمو بالنسبة لمعدلها العام.

معامل الحساسية المتوسطة (MS) Mean sensitivity coefficient:

يمثل هذا المعامل التغيرات المتوسطة للنمو في سنة بالنسبة إلى السنة التي تليها. كما أنه يعكس تأثير التذبذبات المناخية السنوية في النمو الشعاعي، ودرجة حساسية الأشجار للمناخ، فكلما ارتفعت قيمته، كانت المواقع المدروسة أكثر حساسية للمناخ، ويمكن التعبير عنه بالعلاقة التالية (Horváth, 2003):

$$MS = \frac{1}{n-1} \times \sum_{t=1}^{t=n-1} \left| \frac{2\left(x_{t+1} - x_t\right)}{x_{t+1} + x_t} \right|$$

x_t سماكة حلقة النمو في السنة t x_{t+1}: سماكة حلقة النمو السنوية بالسنة التالية

n: عدد السنوات في السلسلة لكل موقع.

تعطى حدود هذا المعامل كما يلي:

MS< 0.2 حساسية منخفضة 0.2<MS<0.3 حساسية متوسطة MS >0.3 حساسية مرتفعة

معامل التأريخ والتجانس Coefficient of Interdatation (CI) :

نحصل عليه كما يلي (Gadbin, 1994):

$$CL = \frac{MS_{\bar{X}}}{Average\ MS_X}$$

حيث: $MS_{\bar{X}}$ معامل الحساسية المتوسطة المحسوبة مباشرة انطلاقاً من السلسلة المتوسطة لسماكة حلقات النمو.

Average MS_X متوسط معاملات الحساسية المتوسطة المحسوبة انطلاقاً من السلاسل الفردية لحلقات النمو.

يعكس هذا المعامل مدى التناغم والتزامن الموجود بين السلاسل الفردية لحلقات النمو لكل مقسم. تتراوح قيم هذا المعامل من 0 وحتى 1، تعبر القيم القريبة من 1 عن درجة تناغم قصوى. بالإضافة إلى ذلك يسمح معامل التأريخ بتقدير التجانس الموجود بين الأشجار، التابعة لنفس الموقع، من حيث استجابتها للعناصر المناخية، كما أن معامل التأريخ (CI) يعطي فكرة عن درجة التناغم في التغيرات السنوية لسماكة حلقات النمو بين الأشجار من نفس الموقع، ومن خلال هذا المعامل يتم التأكد من عملية التأريخ البيني.

معامل الارتباط للسلاسل الزمنية لحلقات النمو(r):

تم حساب معامل الارتباط بين أشجار الموقع الواحد ومن ثم بين الأشجار المتوسطة في مواقع الدراسة كافة. يسمح معامل الارتباط بقياس الارتباط البيني بين سلسلتين من سلاسل حلقات النمو السنوية. يحسب من العلاقة التالية:

$$r = \frac{\sum\left[\left(x-\bar{x}\right)\left(y-\bar{y}\right)\right]}{\sqrt{\sum\left(x-\bar{x}\right)^2 \sum\left(y-\bar{y}\right)^2}}$$

حيث: X سماكة حلقات النمو في السلسلة الأولى y سماكة حلقات النمو في السلسلة الثانية

تتراوح قيمة هذا المعامل من +1 للارتباط التام الموجب و−1 للارتباط التام السالب، وتشير القيم القريبة من الصفر على أن السلسلتين مستقلتين تماماً عن بعضهما البعض، ويعد وسيلة لتقدير التناغم الموجود بين السلاسل الزمنية لحلقات النمو السنوية.

معامل الارتباط الذاتي من الدرجة الأولى(r^1):

يسمح هذا المعامل بالتعرف على مدى استمرار تأثير الظروف المؤدية لتشكل حلقة النمو للسنة السابقة، في تشكل حلقة النمو السنة الحالية. كما يسهم في دراسة مدى تأثر تشكل حلقة النمو السنوية بما حدث خلال السنوات السابقة (Thabeet , 2008).

معامل الارتباط الذاتي من الدرجة الأولى لسلسلة حلقات النمو هو عبارة عن الارتباط الموجود بين هذه السلسلة مع نفس السلسة لكن بانزياح قدره سنة واحدة إلى الماضي n−1 (Safar, 1994)، يحسب من العلاقة:

$$r^1 = \frac{\sum_{i=1}^{n-1}\left(x_t-\bar{x}\right)\left(x_{t+1}-\bar{x}\right)}{\sum_{i=1}^{n}\left(x_t-\bar{x}\right)^2}$$

حيث : x_t سماكة حلقة النمو بالسنة t x_{t+1} سماكة حلقة النمو السنوية بالسنة التالية.

المعطيات المناخية المستخدمة:

استخدمت البيانات المناخية للمحطات المناخية التي تغطي المواقع المدروسة، وتم الحصول عليها من المديرية العامة للأرصاد الجوية، وتشمل القيم الشهرية للهطل وللحرارة (الجافة، العظمى، الصغرى). يوضح الجدول (2) مواقع المحطات المناخية ومعدل درجات الحرارة والهطل.

الجدول2. المحطات المناخية التي تغطي مواقع الدراسة ومعدل درجات الحرارة والهطل خلال الفترة 1984-2013

اسم الموقع	رمز الموقع	المحطة المناخية	الارتفاع (م)	خط الطول(E)	خط العرض (N)	معدل الحرارة السنوي(م°)	معدل الهطل السنوي(مم)
عمريت	AM	طرطوس	5	35°54'31"	34°50'35"	19.8	831.3
عين عفّان	EA	صافيتا	370	36°11'47.3"	34°50'4.6"	18.9	1077.8
جبل النبي متى	NM	دوير رسلان	890	36°14'32.4"	34°57'18.7"	13.7	1308.6

تمت جدولة هذه البيانات على شكل سنوات بيولوجية تمتد من شهر تشرين الأول للعام السابق لتشكل حلقة النمو حتى شهر أيلول لسنة تشكلها، على افتراض أن سماكة حلقة النمو تتأثر بالظروف المناخية لهذه الفترة، وهذه الفترة مستخدمة في العديد من أبحاث علم تأريخ المناخ الشجري في المنطقة المتوسطية (Akkemik *et al.*,2008; Kiaei & Bakhshi, 2011; Griggs *et al.*, 2013).

التحليل الإحصائي للبيانات:

تقدير استجابة حلقات النمو للمتغيرات المناخية:

لدراسة العلاقة بين العناصر المناخية وسماكة حلقات النمو السنوية للصنوبر البروتي. استخدم نموذج إحصائي يسمى تابع الاستجابة (Response function)، وهي طريقة تستخدم في تحديد العلاقة بين سماكة حلقة النمو والعناصر المناخية (Fritts, 1976)، ويعبر عن هذا التابع بتحليل الانحدار الخطي المتعدد Multiple Linear Regression من خلال معاملات الانحدار الجزئية، حيث تم إيجاد العناصر المناخية الشهرية الأكثر تأثيراً في سماكة حلقات النمو من حرارة وهطل.

اختبرت العناصر المناخية معاً 46 متغير (12 متغير للحرارة الجافة، 12 متغير للحرارة العظمى، 12 متغير للحرارة الصغرى، و10 متغيرات للهطل)، وذلك بعد استبعاد شهري تموز وآب لانعدام الهطل فيهما تقريباً.

تم حساب معامل الانحدار الجزئي ($b_{y1,2}$) والانحراف المعياري الموافق (δ) لكل علاقة موجودة بين العناصر المناخية ومؤشر حلقات النمو باستخدام برنامج 3pbase. تعطي إشارة معامل الانحدار الجزئي اتجاه هذه العلاقة (سالبة أو موجبة)، وتحدد قيمة $b_{y1,2}$ قوة العلاقة بين المتغيرات المناخية وسماكة حلقة النمو.

وتعطى درجة المعنوية الإحصائية لهذا النموذج الإحصائي، من خلال النسبة بين معامل الانحدار الجزئي والانحراف المعياري $b_{y1,2}/\delta$ إذ نحصل على قيمة واحدة لهذه النسبة لكل عامل مناخي، أي أنه سيكون لدينا قيم بعدد العناصر المستخدمة. على فرض أن هذه القيم تتبع قانون التوزيع الطبيعي فإن درجات المعنوية يمكن أن تحدد من خلال العتبات التالية (Cartier *et al*, 1979):

$1.65 < b_{y1,2}/\delta < 1.96$ هذا يعني أنها معنوية عند المستوى 90% ويرمز لهذا المستوى من المعنوية بـ (*).

$1.96 < b_{y1,2}/\delta < 2.58$ هذا يعني أنها معنوية عند المستوى 95% ويرمز لهذا المستوى من المعنوية بـ (**).

$2.58 < b_{y1,2}/\delta < 3.29$ هذا يعني أنها معنوية عند المستوى 99% ويرمز لهذا المستوى من المعنوية بـ (***).

$b_{y1,2}/\delta > 3.29$ هذا يعني أنها معنوية عند المستوى 99.9% ويرمز لهذا المستوى من المعنوية بـ (****).

النتائج والمناقشة:

نتائج التأريخ البيني:Cross-dating

أظهرت عملية التأريخ البيني وجود سنوات مميزة بسماكة حلقاتها وأخرى مميزة بضيقها (الصورة 2)، تم الاعتماد على هذه الحلقات في المقارنة بين كافة السبرات، وربط كل حلقة بسنة تشكلها بشكل دقيق.

الصورة.2. عملية التأريخ البيني وانتخاب الحلقات الضيقة والسميكة.

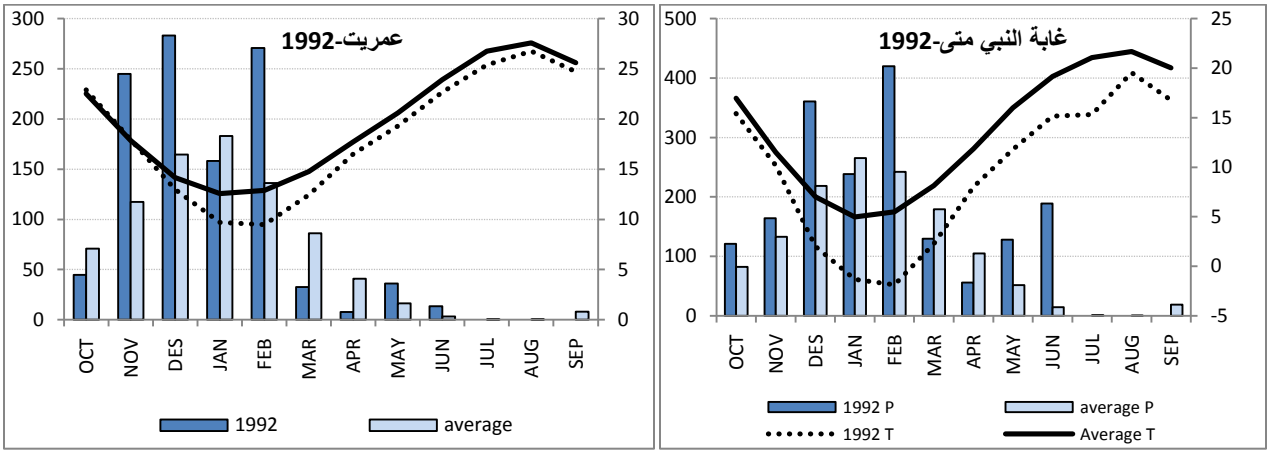
يظهر الجدول (3) السنوات التي تشكلت فيها الحلقات المميزة (سميكة، ضيقة) في كل موقع، حيث تباينت هذه السنوات من موقع لآخر، وبشكل عام عند الرجوع إلى الظروف المناخية التي أدت إلى تشكل هذه الحلقات ومقارنتها مع بعض، تبين أن الظروف المرافقة لتشكل الحلقات السميكة كانت متشابهة من حيث وجود كمية هطل أعلى من المعدل خلال الموسم الماطر، وخاصة خلال أشهر الشتاء، مع بروز أهمية كبيرة للهطل خلال شهري أيار وحزيران، وهطل تشرين أول وتشرين ثاني من السنة السابقة. بالنسبة للحرارة نجد

أن انخفاض الحرارة عن معدلاتها خاصة في الصيف ساهم في تشكل الحلقات السميكة مع ملاحظة أن ارتفاع الحرارة خلال أشهر الربيع كان ظرف مناسب لتشكل بعض هذه الحلقات. وهذا يتوافق مع أغلب الأبحاث في المنطقة المتوسطية التي تؤكد دور الهطل في النمو الشعاعي للصنوبر البروتي (Kienast *et al.*,1987; Griggs *et al.*, 2013).

الجدول.3 المواسم التي تشكلت خلالها حلقات نمو مميزة (سميكة، ضيقة، كاذبة) في مواقع الدراسة

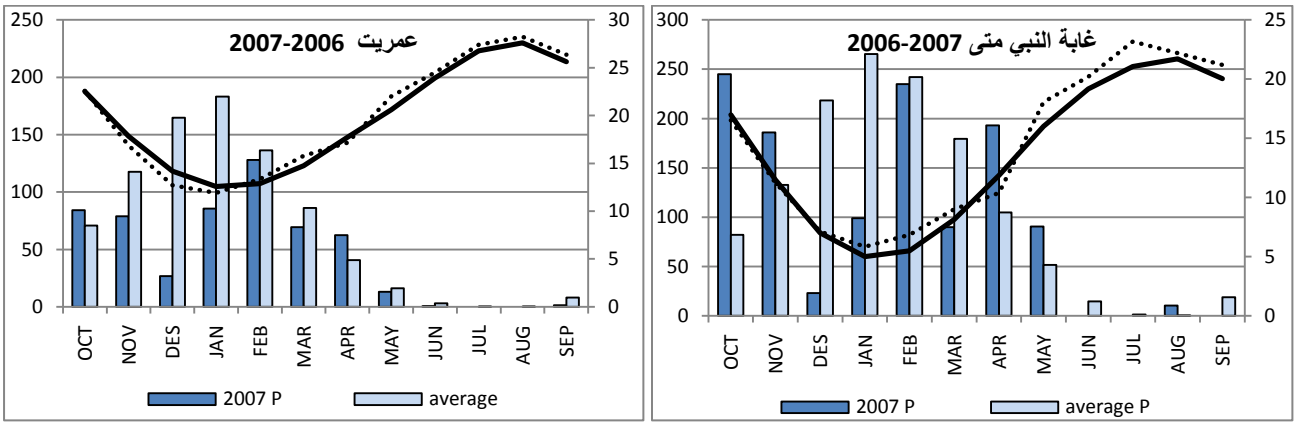
الحلقات السميكة			الحلقات الضيقة		
عمريت	عين عفان	النبي متى	عمريت	عين عفان	النبي متى
1986-1985	1992-1991	1988-1987	1989-1988	2007-2006	1995-1994
1992-1991	1994-1993	1991-1990	1998-1997	2008-2007	1999-1998
2002-2001	2002-2001	1992-1991	2007-2006	2010-2009	2007-2006
2003-2002	2003-2002	1998-1997	2010-2009	-	2008-2007
-	2009-2008	2002-2001	2005-2006	-	2010-2009

نلاحظ تكرار تشكل حلقة نمو سميكة في الموسم (1991–1992) في المواقع الثلاثة، حيث كان هذا الموسم من أكثر المواسم هطلاً وتميز بهطولات وفيرة تفوق المعدل (ضعف المعدل تقريباً) خاصة خلال أشهر فصل الشتاء وشهري أيار وحزيران، وانخفاض في درجة الحرارة خلال أغلب أشهر السنة، كما يوضح الشكل(1) بالنسبة لموقعي عمريت والنبي متى. ويمكن أن يعزى ذلك إلى الأثر الذي خلفه انفجار بركان جبل بيناتوبو في الفلبين في حزيران 1991، حيث تسبب في خفض درجات الحرارة عالمياً بقيمة وصلت حتى 0.5 درجة مئوية على السطح، لبضعة أشهر في منتصف عام 1992 ، واستمر تأثيره حتى سنة 1993 (Parker *et al.*, 1996). شهد الموسم 2001–2002 تكرار تشكل حلقة نمو سميكة، وهذا يعود بالإضافة إلى الظروف المناخية الملائمة نسبياً، إلى كونه يأتي بعد الموسم 2000–2001 الشديد الجفاف، حيث تدل الدراسات إلى حدوث نبضات من النمو بعد فترة الجفاف (Rubio–Cuadrado *et al*, 2018). يعد العام 2003 من السنوات الأكثر جفافاً في أوروبا وفي الكثير من مناطق العالم، مثل المنطقة المتوسطية (Levinson & Waple, 2004; Thabeet *et al.*,2006)، إلا أنه سجل سماكة مميزة لحلقات النمو مقارنة مع الحلقات المجاورة لها في عمريت وعين عفان، وعلى الرغم من ارتفاع درجات الحرارة عن معدلاتها خلال أغلب أشهر الموسم الماطر، إلا أن وجود كميات هطل تفوق المعدل بشكل واضح خلال أشهر الشتاء والربيع وخاصة في شهر آذار (بداية فصل النمو) شجع تشكل هذه الحلقات السميكة. هذه النتائج تنسجم مع ما توصل إليه Papadopoulos *et al* (2009) في دراستهم على الصنوبر الحلبي *Pinus halepensis* في اليونان حيث كان لهطل الشتاء والربيع الأثر الأكبر في سماكة حلقات النمو.



الشكل1. الظروف المناخية المرافقة لتشكل حلقة نمو سميكة خلال الموسم 1991–1992 في موقعي عمريت والنبي متى

أما الظروف المناخية التي رافقت تشكل حلقات نمو ضيقة فكانت هطل أقل من المعدل لكامل أشهر الموسم الماطر، وخاصةً خلال أشهر الشتاء والربيع، وترافق ذلك بدرجات حرارة أعلى من معدلاتها في الربيع والصيف. حيث تميز الموسم 2006–2007 بحلقة نمو ضيقة في جميع مواقع الدراسة، والشكل (2) يبين الظروف المناخية المرافقة لتشكل حلقة نمو ضيقة خلال هذا الموسم في عمريت والنبي متى، ومنه نجد أن الهطل في عمريت بقي أخفض من المعدل من شهر تشرين الثاني للسنة السابقة، حتى شهر أيار، باستثناء شهر نيسان، في حين كان متوسط درجة الحرارة الشهرية أعلى من المعدل من شباط حتى أيلول باستثناء شهر نيسان أيضاً. وفي موقع النبي متى كان الهطل الشهري أقل من المعدل بدءاً من كانون الأول حتى آذار، وكانت درجة الحرارة أعلى من معدلاتها بفرق واضح بدءاً من كانون الثاني حتى أيلول، باستثناء شهر نيسان أيضاً، الذي حقق هطل جيد وحرارة أقل من المعدل.



الشكل2. الظروف الميتيورولوجية المرافقة لتشكل حلقة نمو ضيقة خلال الموسم 2006–2007 في موقعي عمريت والنبي متى.

سجلت حلقة نمو ضيقة في كل مواقع الدراسة عام 2010 الذي كان من أكثر الأعوام حرارة في الشرق الأوسط منذ منتصف القرن العشرين، حيث كانت درجات الحرارة لكافة الشهور أعلى من المعدل بمقدار وصل حتى 4 مْ أحياناً، وكان الهطل أقل من المعدل وخاصة في الربيع (Blunden *et al.*, 2011). إن ذلك يتوافق مع الدراسات التي بينت أن المنطقة الساحلية من سورية عانت من فترات جفاف شديد فيما مضى وكانت الفترة 2007–2010 الأكثر جفافاً وفق البيانات المسجلة (Mathbout *et al,* 2018).

المؤشرات الإحصائية لسماكة حلقات النمو:

يبين الجدول (4) أن قيم متوسطات سماكة حلقات النمو تباينت بين المواقع، وكانت مرتفعة بشكل عام، وذلك كون الأشجار المدروسة ما تزال في عمر النمو النشط، والمواقع محرجة صناعياً، وتراوحت قيمة متوسط سماكة حلقات النمو بين 4.6 ملم في عمريت و5.7ملم في موقع النبي متى. كانت قيم الانحراف المعياري متقاربة وسجلت أعلى قيمة في النبي متى، وكذلك كانت قيم معامل التباين متقاربة وسجل موقع عين عفان أقل قيمة 34.4%. وهكذا نلاحظ أنه لم يكن لفرق الارتفاع بين المواقع تأثير يذكر على تغير سماكة الحلقات من سنة لأخرى.

الجدول4. بعض المؤشرات الإحصائية الوصفية لسماكة حلقات النمو في مواقع الدراسة

الموقع	$\bar{X}$ (مم)	δ	CV%	MS	CI	r^1
عمريت	4.64	2.07	44.57	0.19	0.76	0.83
عين عفان	5.66	1.96	34.35	0.14	0.83	0.90
النبي متى	5.74	2.43	42.39	0.12	0.60	0.93

حيث: $\bar{X}$ متوسط سماكة حلقات النمو (مم) δ الانحراف المعياري CV% معامل التباين

MS معامل الحساسية المتوسطة CI معامل التأريخ والتجانس r1 معامل الارتباط الذاتي من الدرجة الأولى

نجد أن قيم متوسطات سماكة حلقة النمو الناتجة مرتفعة بشكل واضح بالمقارنة مع نتائج خليل (2014) في غابات شمال اللاذقية، حيث تراوحت معدلات النمو السنوي للصنوبر البروتي بين 1.5 مم و3.3 مم. يمكن أن يعزى الاختلاف في القيم السابقة إلى تفاوت عمر الأشجار، حيث تراوحت سماكة حلقات النمو للصنوبر البروتي *Pinus brutia* في قبرص بين0.4 ملم و3.5 ملم، أي اختلفت تسعة أضعاف على مر السنين (Korner *et al.*, 2005).

نلاحظ أيضاً من الجدول (4) أن قيم معامل الحساسية المتوسطة MS لسلاسل حلقات النمو تراوحت بين 0.12 و0.19 وتدرجت بالارتفاع من عمريت حتى غابة النبي متى، أي مع الارتفاع عن سطح البحر، وكانت متوسطة بشكل عام، وهذا يعني أن النمو الشعاعي في مواقع الدراسة يتأثر بشكل قليل بتغيرات العوامل البيئية المحددة للنمو، وهي قيم قريبة من القيم التي وجدها خليل (2014) عند الصنوبر البروتي في كسب 0.18–0.20، ومن النتائج التي تم الحصول عليها من الصنوبر الحرجي في جنوب فرنسا 0.15–0.23 (Serre–Bachet, 1982).

تظهر قيم معامل التأريخ والتجانس في الجدول (4) أنها كانت جيدة في المواقع الثلاث، وسجلت 0.76 في عمريت، و0.60 في النبي متى، وكانت قريبة من الواحد في غابة عين عفان 0.83، وهذا يعكس وجود تجانس كبير بين الأشجار النامية في نفس الموقع من حيث استجابتها للعناصر المناخية، وتناغم في التغيرات السنوية لحلقات نمو الأشجار من نفس الموقع . (Tessier, 1984).

كما يبين الجدول (4) أن قيم معامل الارتباط الذاتي من الدرجة الأولى للصنوبر البروتي في المواقع المدروسة كانت قوية بشكل واضح، حيث بلغت أقل قيمة 0.83 في عمريت، وأعلى قيمة 0.93 في موقع النبي متى، بينما بلغ في عين عفان 0.9. تشير هذه القيم المرتفعة إلى استمرار تأثير الظروف المؤدية لتشكل حلقة للسنة السابقة في تشكل حلقة النمو للسنة التالية بشكل جيد، وهذا يتوافق الأبحاث التي تؤكد أن تشكل حلقة النمو السنوية مرتبط بشكل كبير بالظروف الميتيورولوجية للسنة السابقة والتي تحدد بدورها مستوى المخزون الغذائي والمائي المتاح لحظة بداية النمو في السنة الحالية لتشكل الحلقة (Fritts, 1976 ; Tessier, 1984).

إن قيم معامل الارتباط الذاتي التي تم الحصول عليها قريبة من القيم التي وجدها خليل (2014) في دراسته على الصنوبر البروتي في كسب، والتي تراوحت بين 0.89–0.95، ومن القيم المسجلة في الجزائر على الصنوبر البحري 0.69–0.94 (Nefaoui, 1996).

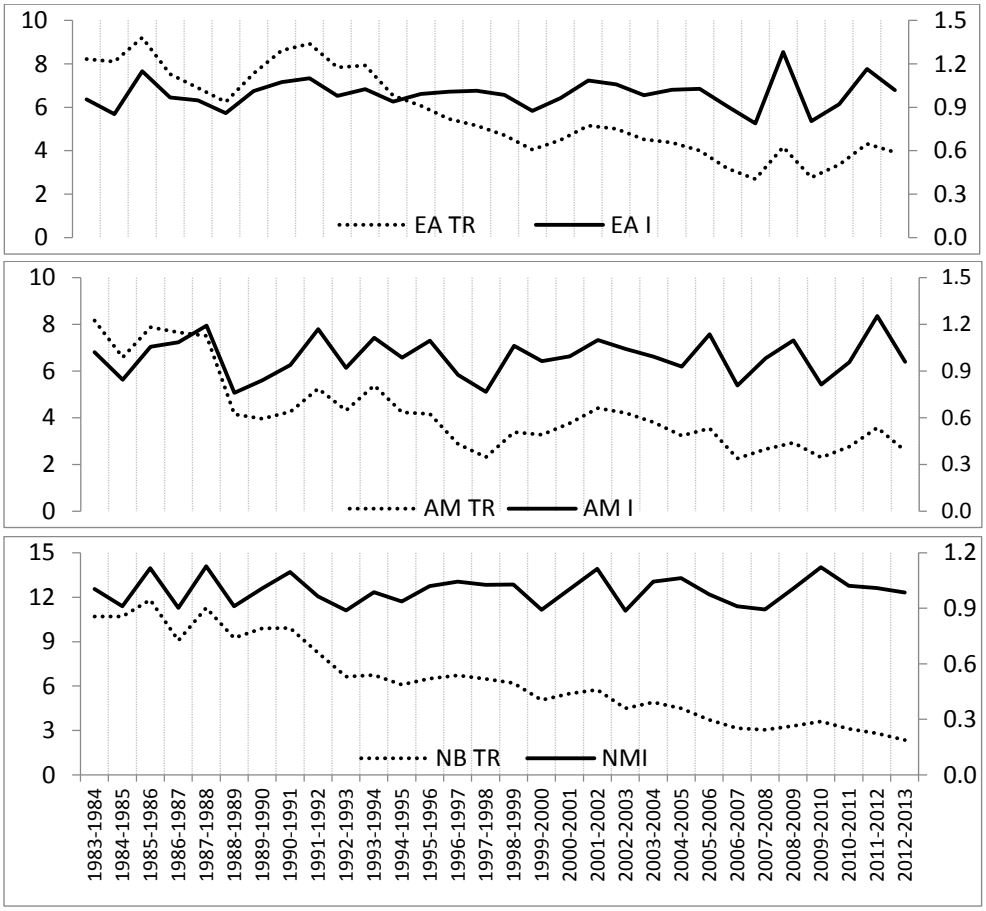
الجدول5. قيم معامل الارتباط بين سلاسل سماكة حلقات النمو في مواقع الدراسة

مواقع الدراسة	AM	EA	NM
AM	1.0	0.78	0.81
EA	0.78	1.0	0.88
NM	0.81	0.88	1.0

يبين الجدول (5) أن قيم معاملات الارتباط (r) بين السلاسل الزمنية لمتوسط سماكة حلقات النمو السنوية في المواقع المدروسة كانت متقاربة ومرتفعة نسبياً، وهذا يظهر وجود تجانس وتشابه بين هذه السلاسل، وتناغم في تغير سماكة الحلقات على طول السلاسل.

نتائج عملية المعايرة Standardization:

يظهر الشكل (5) التغيرات في سماكة حلقات النمو عبر الزمن في مواقع الدراسة، مع منحنيات مؤشرات النمو التي تم الحصول عليها بعد عملية المعايرة Standardization، وتُبين هذه المخططات التناقص التدريجي في سماكة حلقات النمو مع التقدم بالعمر في المواقع الثلاثة، كون الأشجار في هذه المواقع قليلة العمر نسبياً (لا تزيد عن 40 سنة) حيث يكون النمو سريعاً، وفق طبيعة النمو الشعاعي للصنوبريات بشكل عام والصنوبر البروتي بشكل خاص (1982،نحال ;Fritts, 1976).



الشكل 5. منحنيات النمو الشعاعي السنوي(—Tree–Rings) مع منحني مؤشر النمو (.... Index) في مواقع الدراسة

يتضح من منحنيات مؤشرات النمو أن التغيرات السنوية لسماكة الحلقات بعد عملية المعايرة أصبحت متجانسة نسبياً وذات تباين واحد على طول السلسلة الزمنية ناتج عن المناخ فقط، بعد استبعاد تأثير العمر والعمليات التربوية.

نتائج تابع الاستجابة:

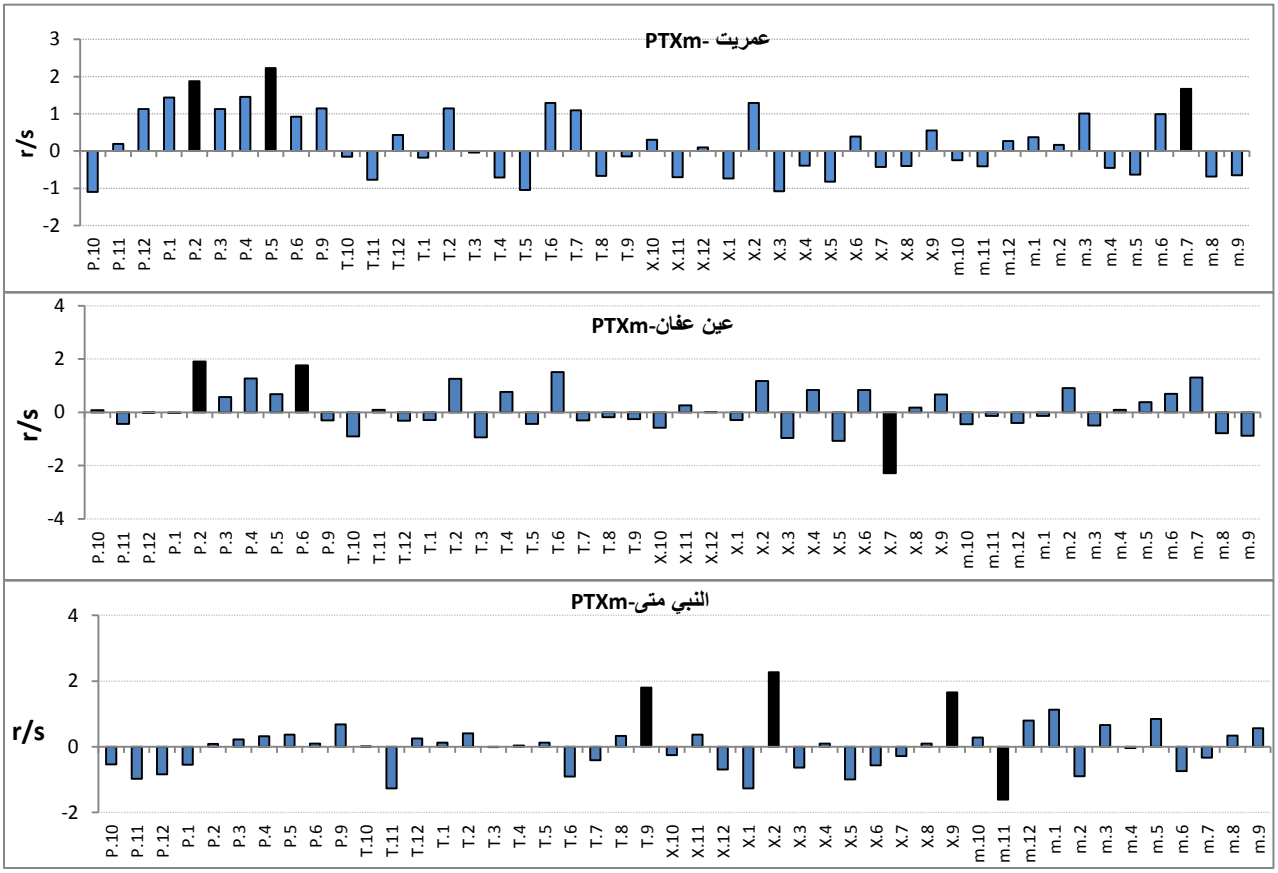
تبين المخططات في الشكل(6) تأثير الهطل والحرارة في مؤشر سماكة حلقات النمو من خلال اختبار تابع الاستجابة في كل موقع من مواقع الدراسة خلال الفترة 1984–2013، مع بيان المتغيرات ذات التأثير المعنوي والتي تم حساب معنويتها وفق ما هو مبين في فقرة التحليل الإحصائي من مواد البحث وطرائقه، وقد ميزت في الشكل بالأعمدة باللون الأسود، كما يبين الجدول (6) هذه المتغيرات مع مستوى معنويتها، ويظهر أنه في موقع **عمريت** كان للهطل أثر إيجابي بشكل عام، وكان هذا الأثر معنوي خلال شهري شباط وأيار فقط، ولم تسجل درجات الحرارة أثراً معنوياً إلا خلال شهر تموز بالنسبة لدرجة الحرارة الصغرى، وكان هذا الأثر إيجابياً.

وسجل الهطل المطري في **عين عفان** خلال شهر شباط وخلال شهر حزيران تأثيراً معنوياً إيجابياً في سماكة حلقات النمو. وكذلك تبين وجود أثر معنوي سلبي لدرجة الحرارة العظمى لشهر تموز، بينما لم سجل الهطل المطري في موقع **النبي متى** أثراً معنوياً، وكان للحرارة الجافة والعظمى لشهر أيلول، وللحرارة العظمى لشهر شباط، أثراً معنوياً موجباً في حلقات النمو، بينما سجلت درجة الحرارة الصغرى لشهر تشرين الثني أثراً سلبياً (الشكل6). يتضح مما سبق وجود تباين في تأثير العناصر المناخية في سماكة حلقات النمو لدى الصنوبر البروتي من موقع لآخر، وتبعاً للارتفاع عن سطح البحر، ويمكن ملاحظة أنه في المواقع الأقل ارتفاعاً يكون الدور الأكبر

نسبياً للهطل في حين يبرز دور الحرارة بشكل واضح في الموقع الأكثر ارتفاعاً، وقد أكدت العديد من الدراسات أهمية ارتفاع الموقع عن سطح البحر في تفسير تأثير الظروف المناخية في حلقات النمو، حيث أشارت نتائج Kienast وآخرون (1987) إلى أن استجابة الأشجار لعناصر المناخ تختلف تبعاً للارتفاع الذي تنمو عليه، حيث يكون الهطل هو العامل الأساسي غالباً، ولكن تزداد الحساسية للحرارة مع الارتفاع عن سطح البحر، خاصة في المناطق ذات التربة قليلة السماكة.

الجدول 6. المتغيرات المناخية ذات التأثير المعنوي في سماكة حلقات النمو التي تم الحصول عليها ومستويات معنويتها

الموقع	المتغير المناخي	قيمة معامل الانحدار الجزئي	مستوى المعنوية
عمريت	P.2	1.88	* % 90
	P.5	2.23	** % 95
	m.7	1.67	* % 90
عين عفان	P.2	1.90	* 90 %
	P.6	1.76	* 90 %
	X.7	-2.28	** 95 %
النبي متى	T.9	1.799	* % 90
	X.2	2.269	** % 95
	X.9	**1.66**	*** % 90**
	m.11	**-1.65**	*** % 90**



الشكل (6) تأثير الهطل والحرارة (جافة–صغرى–عظمى) في حلقات النمو في مواقع الدراسة خلال الفترة 1984–2013

حيث: P=الهطول ، T= درجة الحرارة الجافة، X= درجة الحرارة العظمى، m= درجة الحرارة الصغرى، والأرقام تدل على الأشهر 1=كانون الثاني، 2=شباط....وهكذا.

الاستنتاجات:

1. أظهرت الدراسة وجود تباين بين مواقع الدراسة بشكل عام بالنسبة لحلقات النمو المميزة بسماكتها أو ضيقها.
2. بينت الدراسة أن السنوات 1991–1992، 2001–2002 شكلت حلقات سميكة في مواقع الدراسة الثلاث، كما تشكل حلقات نمو ضيقة خلال السنوات 2006–2007، 2009–2010 في جميع مواقع الدراسة.
3. تبين وجود أثر ايجابي معنوي للهطل خلال شهري شباط وأيار في عمريت، و لدرجة الحرارة الصغرى خلال شهر تموز.
4. تبين في عين عفان تأثيراً معنوياً إيجابياً للهطل خلال شهري شباط حزيران في سماكة حلقات النمو، مع وجود أثر معنوي سلبي لدرجة الحرارة العظمى لشهر تموز.
5. لوحظ في محمية النبي متى كان للحرارة الجافة والعظمى لشهر أيلول، وللحرارة العظمى لشهر شباط، أثراً معنوياً موجباً في حلقات النمو، و أثراً سلبياً لدرجة الحرارة الصغرى لشهر تشرين الثاني.

تباينت العناصر المناخية المؤثرة في سماكة حلقات النمو لدى الصنوبر البروتي في مواقع الدراسة، تبعاً للارتفاع عن سطح البحر، حيث كان الدور الأكبر نسبياً للهطل في المواقع الأقل ارتفاعاً، في حين كان الدور لدرجات الحرارة في المواقع الأكثر ارتفاعاً.

التوصيات:

استخدام حلقات نمو الصنوبر البروتي بشكل موثوق نسبياً لدراسة المناخ في الفترات الماضية وتتبع التغيرات المناخية عبر الزمن، وإجراء دراسات مماثلة على الأنواع الحراجية الأخرى الطبيعية والمدخلة التي تشكل جزءاً مهماً من الثروة الحراجية في بلادنا، لتشكيل صورة أوضح عن تأثير المناخ في النمو الشعاعي للأشجار.

المراجع:

خليل، سومر (2014). تأثير مجموع الهطل الشهري ومتوسط درجة الحرارة الشهرية للصنوبر البروتي في المنطقة الساحلية السورية. رسالة ماجستير، كلية الزراعة، جامعة حلب، 100 ص.

نحال، إبراهيم (1982). الصنوبر البروتي *Pinus brutia* وغاباته في سورية وبلدان شرقي المتوسط. سورية، منشورات جامعة حلب، 238ص.

Akkemik, Ü.; R. D'arrigo; P. Cherubini; N. Köse; and G. Jacoby (2008). Tree ring reconstructions precipitation and streamflow for northwestern Turkey. International Journal of Climatology, 28:173–183.

Blunden, J.; D. S. Arndt; and M.O. Baringer (2011). State of the Climate in 2010. Bull. Amer. Meteor. Soc., 92(6): 208-209.

Briffa, KR.; FH. Schweingruber; PD. Jones; TJ. Osborn; SG. Shiyatov; and EA.Vaganov (1998). Reduced sensitivity of recent tree-growth to temperature at high northern latitudes. Nature. 391: 78–682.

Cartier, J.; R. Parent; and J.M. Picard (1979). Inférence statistique. In: Méthodes quantitatives, Montreal. Pp183.

Korner, C., D. Sarris; and D. Christodoulakis (2005). Long-term increase in climatic dryness in the East-Mediterranean as evidenced for the island of Samos, Reg Environ Change. 5: 27–36.

Cook, E.; K. Briff; S. Shiyatov; and V. Mazepa (1990). Tree-ring standardization and growth-trend estimation. In: Methods of Dendrochronology: Applications in the Environmental Sciences. Eds. E Cook, LA Kairiukstis). Kluwer Academic Publishers, Boston. Pp.104-122.

Cuny, HE.; CBK. Rathgeber; D. Frank; M. Fortin; and M. Fournier (2014). Kinetics of tracheid development explain conifer tree-ring structure. New Phytologist, 203: 1231–1241.

Fritts, H.C. (1976). Tree Rings and Climate. Academic Press, New York. Pp567.

Gadbin, C. (1994). Etude dendroécologique de pinus pinea L. Aspects méthodologiques. Thèse de Doc. Es Sci, Univ. D'Aix-Marseille III, Fac Sc. et tech. Saint Jérôme. Pp 80.

Griggs, C.; C. Pearson; S.W. Manning; and B. Lorentzen (2013). A 250-year annual precipitation reconstruction and drought assessment for Cyprus from *Pinus brutia* Ten. tree-rings. International Journal of Climatology, 34(8):2702–2714.

Guiot, J.; and C. Goeury (1996). PPPBase, a software for statistical analysis of Horváth, E. (2003). Dendrokronológiai vizsgálatok Magyarországi fafa-jokon. Vízügyi Közlemények, 85 (2): 294– 332.

IPCC (2014). Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, R.K. Pachauri and L.A. Meyer (eds.)]. IPCC, Geneva, Switze. Pp 151.

Kiaei, M.; and R. Bakhshi (2011). A dendrochronological study on *Acer velutinum innorthern* Iran. Indian Journal of Science and Technology. 4(0974- 6846): 1547-1550.

Kienast, F.; FH. Schweingruber; OU. Braker; and E. Sch (1987). Tree-ring studies on conifers along ecological gradients and the potential of single-year analyses. Canadian Journal of forest research. 17: 683–696.

Levinson, D. H.; and A. M. Waple (2004). State Of The Climate In 2003, American Meteorological Society. Pp 5.

Nefaoui, M. (1996). Dendroécolgie, Productivité et dynamique de la croissance radiale du pin matitime naturel au maroc. Thèse de Doctorat, Université d'Aix-Marseille III, Discipline Ecologie, Tome1, Marseille Pp142.

Mathbout, S.; J.A. Lopez-Bustins; J. Martin-Vide; J. Bech; and F.S. Rodrigo (2018). Spatial and temporal analysis of drought variability at several time scales in Syria during 1961- 2012. Atmospheric Research, 200, 153–168.

Olivar, J.; S. Bogino; H. Spiecke; and F. Bravo (2012). Climate Impact on Growth Dynamic and Intra-Annual Density Fluctuations in Aleppo Pine (*Pinus halepensis*) Trees of Different Crown Classes, J. Dendrochronologia, 30(1): 35–47.

Ozturk, T.; M.T. Turp; Türkeş M.; and M.L. Kurnaz (2018,). Future projections of temperature and precipitation climatology for CORDEX-MENA domain using RegCM4.4 Atmospheric Research, 206: 87-107.

Papadopoulos, A.M.; K. Tolica; A. Pantera; and P. Maheras (2009). Investigation of the annual variability of the Aleppo pine tree-ring width: the relationship with the climatic conditions in the Attica basin, Global Nest Journal, 11(4): 583–592.

Parker, D. E.; H. Wilson; B.D. Jones; J.R. Christy; and C.K. Folland (1996). The Impact of Mount Pinatubo on World-Wide Temperatures, International Journal of Climatology, (16): 4870-97.

Rubio-Cuadrado, Á.; J.J. Camarero; M. del Río; M. Sánchez-González; R. Ruiz-Peinado; A. Bravo-Oviedo; L. Gil; and F. Montes (2018). Long-term impacts of drought on growth and forest dynamics in a temperate beech-oak-birch forest, Agricultural and Forest Meteorology. 259: 48–59.

Safar, W. (1994). Contribution à l'étude dendroécologique du Pin d'Alep (*Pinus halepensis* Mill.) dans une région semi-aride d'Algérie : l'Atlas saharien (Ouled Naîl – Aurès – Hodna). Thèse de Doctorat, d'Aix-Marseille III, Discipline Ecologie, Marseille. Pp 215.

Serre-Bachet, F. (1982). Analyse dendroclimatologique comparée de quatre espéces de pins et du chên pubescent dans la région de la Gardiole prés Rians (Var, France). Ecologia Mediterranea 8(3): 167-183.

Stokes, M.; and T. Smiley (1996). An Introduction to Tree-ring Datin*g*, University of Arizona Press, Tucson.Pp73.

Tessier, L. (1984) Dendroclimatologie et Ecologie de *Pinus sylvestris* L. et *Quercus pubescens* Willd. dans le sud-est de la France Thèse de Doctorat d' Etat mention Sciences, Université de Droit, d' Economie et des Sciences d' Aix-Marseille, Marseille. Pp 231.

Thabeet, A.; C. Gadbin-Henry; N. Denelle; M. Vennetier; L. Borgniet; A. de Lamar; and B. Vila (2006). Impact of 2003 scorching heat on a Scots pine forest in the French Mediterranean area, Actes des Rencontres Méditerranéennes d'Ecologie, Béjaïa (Algeria), 7 to 9 November 2006. Pp 10.

Thabeet, A. (2008). Réponse du *Pinus sylvestris* aux changements climatiques récents en région méditerranéenne française: Spatialisation et quantification par la télédétection et l dendrochronologie. Thèse de Doctorat, Université Paul Cézanne (d'Aix-Marseille III), Discipline Biologie des populations - Ecologie, Marseille. Pp 282.

Vaganov E.A.; M.K. Hughes; and A.V. Shashkin (2006). Growth Dynamics of Conifer Tree Rings: Images of Past and Future Environments. Springer, Berlin – Heidelberg. Pp 358.

Yamaguchi, D.K. (1991). A simple method for cross-dating increment cores from living trees, Canadian Journal of forest research, 21(3): 414-416.

Study the Response of Tree Rings width of Brutia Pine (*Pinus brutia* Ten.) to Climate in Tartous Governorate

Heba Salhab*(1) , Laeila Abboud (1), and Wael Ali (1)

(1). Department of Forestry and Ecology , Faculty of Agriculture, University of Tishreen, Lattakia,Syria

(*Corrsponding author: Heba Salhab. E-Mail: heba.salhab@yahoo.com).

Received: 16/09/2020 Accepted: 15/10/2020

Abstract

Tree rings are considered as records that preserve the climatic conditions of the year they are formed in. Therefore, they are used to study climate fluctuations from year to another. In order to study the annual growth rings and their response to the climate, samples were taken from three sites in Tartous Governorate with different altitudes above sea level, viz. Amrit, Ain Affan and Nabi Matta Protected Area. Ten dominant trees were selected in each site. Using increment drill two perpendicular samples were taken from each tree at 130 cm height. The samples were treated, and well cross-dated, then the rings width was measured to the nearest 0.01 mm. The tree rings time series were standardized to obtain a final series at each site. Response functions method was used to test the relationship between climate and tree ring-width. Results showed that wide rings were formed in years when precipitation amount was more than average, especially during the winter months, May, June, October and November, and the temperature was lower than its averages, especially in the summer, as in the years 1991-1992, 2001-2002. Contrary conditions encourage the formation of a narrow rings, as seen in years 2006-2007, 2009-2010. The results of response test showed a variation in the effect of climatic elements on tree rings width in brutia pine, according to each site, where relatively precipitation had the greater role is in the lower altitude, while the role of temperature is clearly visible in the higher altitude.

Keyword: *Pinus brutia*, Tree Rings, Dendroclimatology.