

دراسة تأثير العناصر المناخية في سماكة حلقات النمو عند السرو دائم الاخضرار (*Cupressus sempervirens L.*) في منطقة مصياف باستخدام علم المناخ الشجري

د. زهير الشاطر*

د. علي ثابت**

فداء ونوس***

(تاريخ الإيداع 10 / 1 / 2021. قبل للنشر في 16 / 8 / 2021)

□ ملخص □

هدفَ البحث إلى دراسة العلاقة بين سماكة حلقات النمو السنوية للسرو دائم الاخضرار والعناصر المناخية. طبقت تقنيات علم المناخ الشجري على أربع عينات طبيعية للسرو في منطقة مصياف. أُختيرت 7 أشجار من كل عينة من الأشجار السائدة والمعمرة وثلاث سبرات من كل شجرة. تمت معايرة (Standardisation) القيم الأولية لحلقات النمو السنوية للتخلص من تأثير العمر والحصول على مؤشر النمو. دُرست علاقة الانحدار المتعدد بين مؤشر النمو والعناصر المناخية من حرارة وهطل لمحطة مصياف. أظهرت نتائج هذا البحث التفاوت الواضح في أطوال السلاسل الزمنية لسماكات حلقات النمو عند السرو بين العينات المدروسة، فالسلسلة الأطول كانت للعينة الثالثة، حيث بلغ طولها 147 سنة (1872-2018). و السلسلة الزمنية في العينة الأولى 103 سنة (1916-2018). أما بالنسبة للعينة الثانية، فقد بلغ طول السلسلة الزمنية 101 سنة (1918-2018). سُجلت أقصر سلسلة زمنية لسماكة حلقات النمو في العينة الرابعة بطول 70 سنة (1949-2018).

لوحظ وجود حلقات غائبة في الكثير من السبرات (في العام 2010)، بالإضافة لوجود حلقات ضيقة متراسة في معظم سلاسل حلقات النمو لكل سبرة. تراوحت قيم متوسط سماكة حلقات النمو السنوية بعد المعايرة بين 0.4 مم و 2.2 مم. أظهرت نتائج تحليل تابع الاستجابة للتأثير الإيجابي المعنوي للهطل خلال أشهر تشرين الثاني و كانون الأول وشباط وأذار وأيار وتموز، في سماكة حلقات النمو السنوية. كما لوحظ التأثير الإيجابي لدرجات الحرارة العظمى خلال أشهر كانون الأول وحزيران وتموز، والتأثير السلبي لدرجات الحرارة العظمى لشهر نيسان. أما بالنسبة لدرجات الحرارة الصغرى فقد اقتصر تأثيرها الإيجابي في سماكة حلقات النمو لأشجار العينة الثالثة خلال شهر أيار، في حين كان لدرجات الحرارة الصغرى لشهر تشرين الثاني وآب تأثيراً سلبياً في سماكة حلقات النمو لأشجار السرو في العينة الرابعة. كما أثرت درجات الحرارة الصغرى لشهر نيسان بشكل معنوي سالب في سماكة حلقات النمو السنوي لأشجار السرو دائم الاخضرار في العينة الثانية.

الكلمات المفتاحية: السرو دائم الاخضرار - علم المناخ الشجري - سماكة حلقة النمو - العناصر المناخية - سورية.

*أستاذ ، قسم الحراج والبيئة ، كلية الزراعة ، جامعة تشرين، اللاذقية، سورية

** أستاذ ، قسم الموارد الطبيعية المتجددة والبيئة ، كلية الزراعة ، جامعة حلب، سورية

*** طالبة دراسات عليا (دكتوراه) ، كلية الزراعة ، جامعة تشرين، اللاذقية، سورية

Study the impact of Climatic factors in *Cupressus sempervirens's* ring - width in Misiاف using Dendroclimatology

Dr. Zuheir Shater*

Dr. Ali Thabeet**

Fedaa wanos***

(Received 10 / 1 / 2021. Accepted 16 / 8 / 2021)

□ ABSTRACT □

This research aimed to evaluate the relationships between climate factors and rings- width of *Cupressus sempervirens*. Dendroclimatology techniques were applied to four sample plots that were selected throughout the natural distribution area of *Cupressus sempervirens* in Misiاف region. Seven old dominant trees were selected from each sample plot and three cores per tree were sampled. Then elementary values of annual growth rings were first standardized to remove the age effect and obtain the growth index.

Multiple Regression was applied to study the relationship between growth index and both of temperature and precipitation of Misiاف meteorological station. The results showed a clear variation in the length of the time-series of *Cupressus sempervirens's* ring – width among samples. The longest series was the third sample plot, Being 147 years(1872-2018). The length of series in the first sample plot was 103 years(1916-2018).As for the second sample plot, The length of series was 101 years (1918-2018). The shortest series of ring – width was recorded in the fourth sample plot, With a length of 70 years (1949-2018). Some missing rings were detected in a lot of sample cores (2010), In addition, There are narrow rings in most core's. After standardization the rings – width was averaged between 0.4 and 2.2.

Response function showed that Precipitation in all of November, December, February, March, May and July were positively correlated with the rings - width. Minimum temperatures of May were positively correlated with the rings – width in the Third sample plot, while Minimum temperatures in November and August correlated negatively in the Fourth sample plot. Minimum temperatures in April were positively correlated to the rings – width, in the Second sample plot.

Keywords: *Cupressus sempervirens*/ Dendroclimatology / Ring - Width /Climatic factors /Syria

* Professor, Department Of Forestry and Ecology, Faculty Of Agriculture, Tishreen University, Lattakia, Syria.

** Professor, Department Of Forestry and Ecology, Faculty Of Agriculture, Aleppo University

*** Postgraduate Student (PH.D.) , Faculty Of Agriculture, Tishreen University, Lattakia, Syria.

مقدمة

أصدر الفريق الحكومي الدولي (IPCC, 2014) المعني بدراسة تغير المناخ التقرير الخامس والذي بين فيه أن متوسط درجات الحرارة العالمية قد ارتفع بمقدار 0.85 درجة مئوية منذ 1880-2012. وفي تشرين الأول لعام 2018، أصدرت الهيئة الحكومية الدولية (IPCC, 2018) المعنية بتغير المناخ تقريراً خاصاً عن تأثيرات الاحترار العالمي البالغ 1.5 درجة مئوية، وتوصلت إلى أن الحد من الاحترار العالمي إلى 1.5 درجة مئوية سيتطلب تغييرات سريعة بعيدة المدى وغير مسبوقه في جميع جوانب المجتمع. وبما أن المناخ هو أحد أهم العوامل المؤثرة في نمو النبات وتوزعه (Olivar et al, 2012)، فإن التأثير الأكثر وضوحاً للمناخ على نمو الشجرة يمكن ملاحظته على عرض حلقات النمو السنوية للأشجار (Critchfield, 1983). حيث يعد عرض حلقة النمو عند الشجرة بمثابة النتيجة النهائية لتفاعلات داخلية وبيئية معقدة، يكون للمناخ الدور الأكبر فيها. يعد تحليل تأثيرات العناصر المناخية في النمو الشعاعي للأشجار من أولويات علم المناخ الشجري (Dendroclimatology) (Lebourgeois et al, 2005). كما يهتم هذا العلم بإعادة بناء وتركيب المناخ الذي كان سائداً في الماضي لمنطقة ما اعتماداً على حلقات النمو السنوية (Critchfield, 1983). وقد وظف هذا العلم في الآونة الأخيرة لدراسة تأثير التغيرات المناخية في نمو الغابات بشكل معمق وذلك من خلال استخدام نماذج رياضية متطورة (Thabeet, 2008). درست في سورية أنماط تغيرات العناصر المناخية الرئيسية من أمطار وحرارة والتي تتحكم بدقة بالنمو القطري للسنديان شبه العذري *Quercus serris ssp. pseudocerris* في منطقتي البايير والصلنفة (Chalabi, 1980)، ففي الصلنفة تبين أن السنوات ذات الحلقات الضيقة عادة ما تكون مسبوقه بسنوات حارة، بينما تكون هي بحد ذاتها رطبة أما السنوات ذات الحلقات العريضة فتكون محكومة بظروف معاكسة تماماً، أما في منطقة البايير فقد لاحظ أن تشكل حلقات ضيقة يرتبط بدرجات الحرارة والأمطار في الربيع والخريف. كما أظهرت نفس الدراسة أن هناك تبايناً بين أهمية و دور العناصر المناخية في نمو الأشجار في المنطقتين المذكورتين وهذا يعزى إلى الفرق بينهما في الارتفاع عن سطح البحر وفي طبيعة الصخرة الأم السائدة.

أجريت أيضاً دراسة حول مدى التطابق والتشابه الذي من الممكن أن يوجد بين عرض حلقات النمو للصنوبر البروتي (*Pinus brutia*) والمناخ في محافظة طرطوس (سلهب، 2011) وتبين من خلالها وجود علاقة إيجابية ضعيفة بين سماكة حلقات النمو للنوع المذكور و الهطول الربيعية. استخدم علم المناخ الشجري لدراسة تأثير العناصر المناخية من أمطار وحرارة في النمو الشعاعي للصنوبر البروتي (*Pinus brutia*) على السفح الشرقي لسلسلة الجبال الساحلية المطل على الغاب. حيث أظهر تحليل العلاقة: حلقة نمو - مناخ الأثر الايجابي للهطل المطري في نيسان، أيار، حزيران، تموز وآب بالإضافة إلى شهري تشرين الأول والثاني، بالمقابل أظهرت أيضاً هذه العلاقة الأثر السلبي لدرجات الحرارة في حزيران، تموز وآب على النمو الشعاعي (ثابت، 2014). كما استخدم لدراسة بعض خصائص النمو عند السرو دائم الاخضرار *Cupressus Sempervirens L.* في منطقة مصيف). لوحظ التأثير الإيجابي للهطل خلال شهر نيسان و تشرين الثاني في سماكة حلقات النمو للنوع المدروس. كما لوحظ التأثير الإيجابي لدرجات الحرارة العظمى في شهري كانون الأول وشباط، والتأثير السلبي لدرجات الحرارة العظمى في شهري أيار وتموز. سجل التأثير الإيجابي لدرجات الحرارة الصغرى في أيار وحزيران وتموز والتأثير السلبي في شهر آب (ونوس، 2014).

قام الباحث Veca وآخرون (2004) بدراسة حول السرو دائم الاخضرار في مدينة San Benedetto IL Moro الإيطالية المتسمة بمناخ متوسطي شبه رطب حار وترية قليلة العمق، وقد وجدوا صعوبة في تأريخ حلقات النمو السنوية كما كان من الصعب التحقق من وجود حلقات كاذبة وغائبة. وقد أظهرت النتائج أن عمر أشجار السرو في المدينة 426 عام، ومتوسط النمو السنوي للفترة الأولى من حياتها 0.88 مم، جاءت بعدها فترة نمو بطيء، وبعدها فترة نمطي عام من نمو مستقر أتبعته بفترة ثانية من النمو البطيء. وقد وجد تباين كبير بسماكة حلقات النمو من الممكن أنه ناجم عن مناخ استثنائي. أكدت دراسة أجرتها الباحثة Abdoun وآخرون (2005) على النوع *Cupressus dupreziana* في وسط صحراء Tassili جنوبي الجزائر النتائج السابقة بالإضافة لحصولها على نتائج مهمة عن التأثير الكبير لعناصر المناخ المحلي على نمو أشجار هذا النوع وذلك من خلال الاختلافات الكبيرة والمتفاوتة في سماكة حلقات النمو للأشجار التي لها نفس الحجم لفترة 30 عام (1967-1997). كما وجدوا صعوبة في تكوين أية علاقة خطية مع ظروف مناخية محددة بالإضافة إلى صعوبة في تأريخ سلاسل حلقات النمو (Abdoun et al, 2005). كما أوضحت الدراسة قدرة هذا النوع من السرو على إيقاف نموه لعدة سنوات متتالية، بالإضافة إلى مقدرته على الاستفادة من الرطوبة الجوية. كما بينت دراسة أجراها الباحث Kazemi وآخرون (2012) في إيران أن متوسط سماكة حلقة النمو للسرو دائم الاخضرار 3.62 مم/سنة.

أهمية البحث وأهدافه

تبرز أهمية هذا البحث من خلال استخدام تقنيات جديدة ومتطورة (علم المناخ الشجري) في الكشف عن أهم العناصر المناخية التي يمكن أن تؤثر في نمو وانتشار أحد الأنواع الحراجية الهامة في القطر العربي السوري، وهو السرو دائم الاخضرار الذي يعد نوع أساسي من الأنواع المميزة للفلورا المتوسطية. حيث يتجلى الهدف الرئيسي لهذا البحث في تحديد أهم العناصر المناخية (الهطل الشهري، درجات الحرارة العظمى والصغرى الشهريتين) المؤثرة في سماكة حلقات النمو السنوية للنوع المذكور.

طرائق البحث و مواد

1. الموقع المدروس:

نُفذ البحث في منطقة مصيف الواقعة غرب محافظة حماه بحوالي 50/كم، في الفترة الممتدة من منتصف شهر تشرين الثاني لعام 2018 ولغاية شهر كانون الأول لعام 2019، تخضع منطقة الدراسة للمناخ المتوسطي الذي يتميز بأماطاره الشتوية والصيف الجاف، حيث يبلغ معدل الهطل السنوي في مصيف 1330 مم، أما متوسط درجة الحرارة العظمى (Tmax) فهو 21.6 °م ومتوسط درجة الحرارة الصغرى (Tmin) يصل إلى 13.1 °م. أخذت أربع عينات مستطيلة الشكل بمساحة 400 م² للعينات الواحدة، من أربع مواقع للسرو دائم الاخضرار المنتشر طبيعياً في منطقة مصيف. تتميز الأشجار المكونة لهذه العينات بكونها أشجار معمرة سائدة (تراوحت أعمارها بين 61-121 عام). تم ترميز العينات كما يلي: A للعينات الأولى، B للعينات الثانية و C للعينات الثالثة و D للعينات الرابعة، والجدول رقم(1) يظهر خصائص العينات المأخوذة.

جدول (1) خصائص عينات السرو دائم الاخضرار المدروسة

رمز العينة	الارتفاع عن سطح البحر (م)	خط الطول/N/	خط العرض/E/	المعرض	الميل °
A	576	36° 19",540'	35° 05",565'	شمالي شرقي	18
B	568	36° 19",619'	35° 05",387'	الأرض مستوية	8
C	530	36° 37",10'	35° 39", 23'	جنوبي غربي	15
D	480	36° 33",583'	35° 11",012'	جنوبي غربي	30

2. اختيار الأشجار وقياس سماكة حلقات النمو السنوية

أختيرت 7 أشجار ضمن كل عينة. استخلصت ثلاث سبرات من كل شجرة باستخدام مسير بريسلر Pressler (قطر 5 مم) عند مستوى الصدر (1.30م) وبشكل متعامد مع جذع الشجرة. جففت السبرات ووضعت على نعوش من الخشب قياس 4A تحتوي أخاديد وسجل بجانب كل سبرة (رقم الشجرة، رقم السبرة واسم الموقع والعينة). خضعت السبرات إلى عملية صقل وحف بهدف توضيح قراءة حلقات النمو وسهولة قياسها على السبرات. قمنا بإجراء التأريخ البيئي للسبرات من خلال مقارنة السبرات الثلاث المنحدرة من شجرة واحدة مع بعضها البعض ومن ثم مقارنة هذه السبرات مع السبرات الأخرى من نفس العينة وتعتمد على تحديد حلقات النمو المميزة مثل الحلقات الغائبة أو الحلقات الكاذبة (Schweingruber *et al*, 1990). استخدمت مسطرة مدرجة بأجزاء من الملم وبمساعدة المكبرة العادية ذات التكبير 15% في القياس لكل سبرة، تم تشكيل السلاسل الزمنية لسماكة حلقات النمو السنوية لكل عينة بشكل مستقل ليصار إلى معايرتها باستخدام برنامج PPPhalos (Guiot *et al*, 1996) حيث تمت المعايرة من خلال استبدال كل قيمة خام لسماكة حلقات النمو السنوية بمؤشر. تم حساب هذا المؤشر من خلال حساب النسبة ما بين القيم الخام لسماكة كل حلقة والقيمة المقدرة لها باستخدام علاقة رياضية ممثلة للاتجاه العام للمنحني الأصلي لسماكة حلقات النمو (Cook *et al*, 1987).

3. المعطيات المناخية:

استخدمت المعطيات المناخية الصادرة عن محطة مصيف (1969-2018) كونها المحطة الأقرب للعينات المدروسة. تشمل هذه المعطيات المناخية مايلي: مجموع الهطل الشهري بـ مم (P)، متوسط درجات الحرارة العظمى الشهرية (Tmax) ومتوسط درجات الحرارة الصغرى الشهرية (Tmin). استخدمت في التحليل المعطيات المناخية لـ 24 شهر للسنة البيولوجية، تغطي هذه السنة الفترة ما بين شهر تشرين الأول للسنة السابقة (1-n) والتي تسبق تشكل حلقة النمو السنوية وشهر أيلول من السنة الحالية وهي سنة تشكل حلقة النمو، اعتمدت هذه السنة البيولوجية في الأبحاث الخاصة بدراسات العلاقة ما بين المناخ وحلقات النمو الجارية في المنطقة المتوسطية (Tessier *et al*, 1986).

4. التحليل الإحصائي:

استخدم البرنامج الإحصائي (PPPBase) المتضمن للنموذج الإحصائي المسمى تابع الاستجابة (Response function) خاص بأبحاث علم المناخ الشجري، لدراسة العلاقة بين المناخ وسماكة حلقات النمو السنوية للسرو دائم الاخضرار (Tessier *et al*, 1986). يعتمد هذا النموذج على علاقات الانحدار المتعدد من أجل معرفة الأشهر من أمطار وحرارة الأكثر تأثيراً في نمو هذا النوع من السرو. حيث تم استخدام 24 عنصر مناخي، إما أمطار مع درجات الحرارة العظمى أو أمطار ودرجات الحرارة الصغرى، وهي عبارة عن العوامل المستقلة (المفسرة لتغيرات حلقات النمو) بمواجهة عامل واحد غير مستقل وهو مؤشر النمو الذي تم حسابه من سماكة حلقات النمو (وهو المطلوب تفسير تغيراته) وذلك بهدف إيجاد العلاقة ما بين هذه العوامل (Guiot, 1990). تم حساب معامل الانحدار الجزئي (r) والانحراف المعياري الموافق (s) لكل علاقة موجودة بين العناصر المناخية (24 شهر أمطار وحرارة) وسماكة حلقات النمو. تعطي إشارة معامل الانحدار الجزئي اتجاه هذه العلاقة (إما سالبة أو موجبة). فمثلاً إذا كانت الإشارة موجبة فهذا يشهد أن العلاقة مباشرة أي أنه كلما كانت قيمة العنصر المناخي كبيرة كلما كانت سماكة حلقة النمو كبيرة والعكس صحيح. أيضاً إذا كانت الإشارة سالبة فهذا يدل على أن العلاقة عكسية أي أنه كلما كانت قيمة العنصر المناخي كبيرة كلما كانت سماكة حلقة النمو صغيرة والعكس صحيح. تحدد قيمة r قوة العلاقة ما بين المناخ وسماكة حلقة النمو. تعطي درجة المعنوية الإحصائية لهذا النموذج الإحصائي، من خلال النسبة بين معامل الانحدار الجزئي والانحراف المعياري r/s. حيث نحصل على قيمة واحدة لهذه النسبة لكل عنصر مناخي، أي أنه سيكون لدينا قيمة بعدد الأشهر وهي 24 شهر المستخدمة داخل النموذج في كل مرة. بافتراضنا أن هذه القيم تتبع قانون التوزيع الطبيعي فإن درجات المعنوية يمكن أن تحدد من خلال العتبات التالية (Cartier *et al*, 1979):

1.65 < r/s < 1.96 معنوية حتى 90 % يرمز لهذا المستوى من المعنوية ب *

1.96 < r/s < 2.58 معنوية حتى 95 % يرمز لهذا المستوى من المعنوية ب **.

2.58 < r/s < 3.29 معنوية حتى 99 % يرمز لهذا المستوى من المعنوية ب ***.

3.29 < معنوية حتى 99.9 % يرمز لهذا المستوى من المعنوية ب ****.

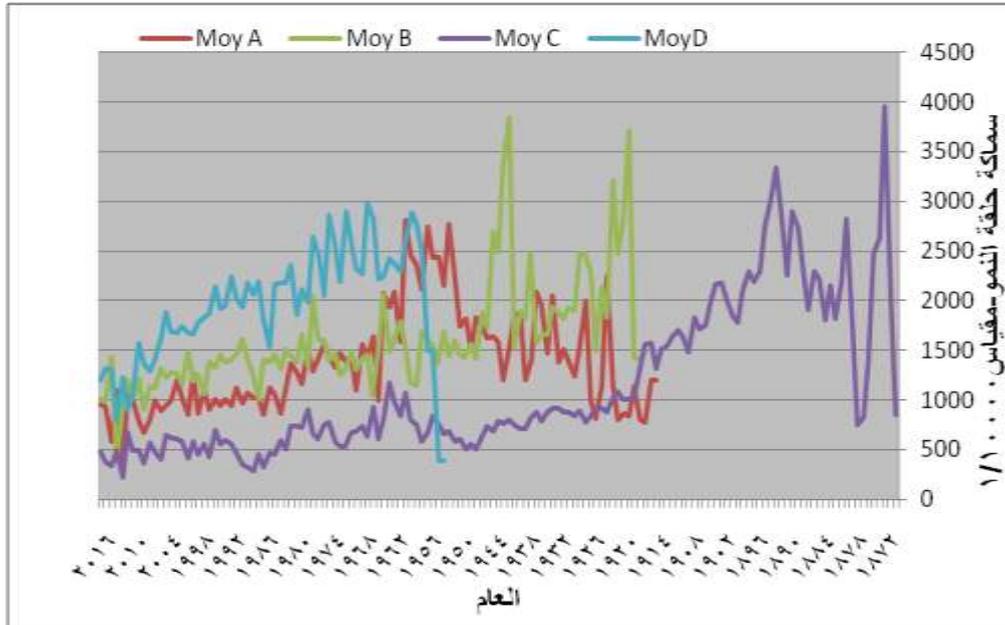
النتائج والمناقشة

1. تغيرات سماكة حلقات النمو السنوية

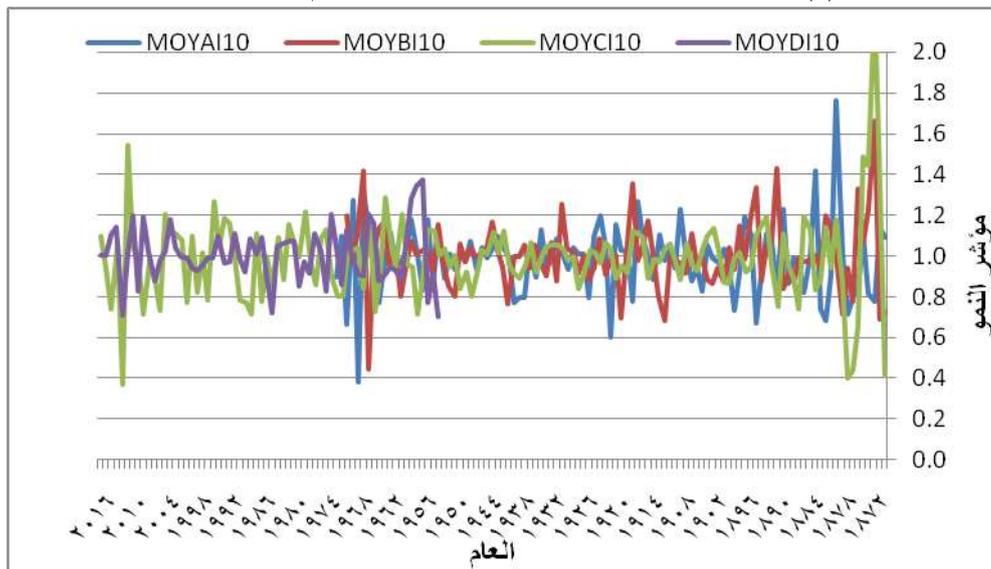
وجدت الكثير من الصعوبات خلال عملية التأريخ نظراً لوجود حلقات غائبة في الكثير من السبرات بالإضافة لوجود حلقات ضيقة مترابطة في معظم سلاسل حلقات النمو لكل سبرة. حيث تراوح متوسط سماكة حلقات النمو بين 0.4 مم للعينات (A, B, C) الأقل سماكة وحتى 2.2 مم للعينات الأكبر سماكة (C). سجل وجود حلقات مفقودة في أغلب العينات، نذكر وجود حلقات مفقودة أو غائبة في الأعوام (2010، 2014) في العينة A. بالمقابل لم يتم تسجيل وجود أي حلقة مفقودة في العينة D. لوحظ غياب حلقات النمو السنوية للسرو في دراسات أخرى في المنطقة المتوسطة (Malkh, 1998).

تفاوتت أطوال السلاسل الزمنية لسماكات حلقات النمو عند السرو بين العينات المدروسة، فالسلسلة الأطول كانت للعينات الثالثة، حيث بلغ طولها 147 سنة (1872-2018). بلغ طول السلسلة الزمنية في العينة الأولى 103 سنة (1916-

(2018). أما بالنسبة للثانية، فقد بلغ طول السلسلة الزمنية 101 سنة (1918-2018). بينما سُجل أقصر سلسلة زمنية لسماكة حلقات النمو في العينة الرابعة، حيث بلغ طولها 70 سنة (1949-2018) (الشكل 1). من الشكل (1) نلاحظ جيداً كيف أن سماكات حلقات النمو السنوية تكون كبيرة في المراحل الأولية من عمر الأشجار، ثم تبدأ هذه السماكات بالانخفاض مع تقدم الأشجار بالعمر. من أجل إلغاء هذا التأثير الواضح للعمر في سماكة حلقات النمو، فقد تم إخضاع السلاسل الزمنية لسماكات حلقات النمو لكل عينة لعملية المعايرة من خلال حساب مؤشر النمو. فكما هو ملاحظ على السلاسل الزمنية المتوسطة لمؤشر النمو أصبحت التغيرات متجانسة على طول السلسلة الزمنية (الشكل 2).



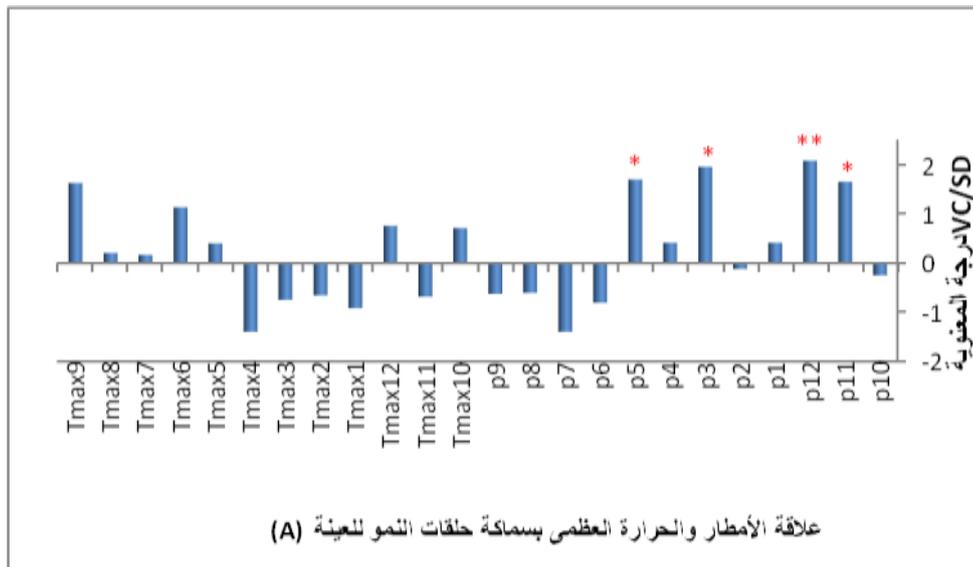
الشكل (1) التغيرات السنوية لمتوسط سماكة حلقات النمو للسرو دائم الاخضرار قبل المعايرة.



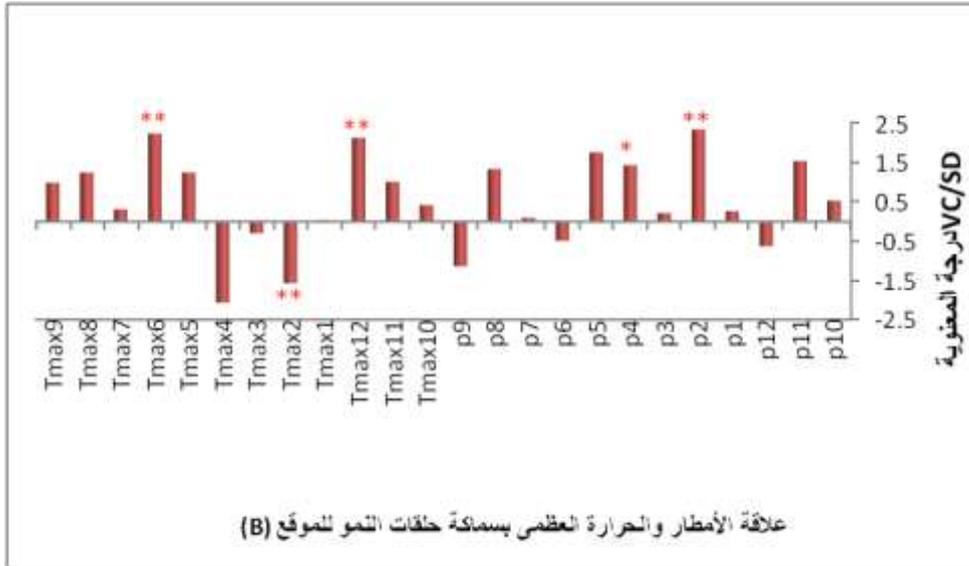
الشكل(2) التغيرات السنوية لمتوسط سماكة حلقات النمو للسرو دائم الاخضرار بعد المعايرة مبيناً تغيرات مؤشر النمو.

2. العلاقة بين مجموع الهطل الشهري بالتوافق مع درجة الحرارة العظمى الشهرية وسماكة حلقات النمو

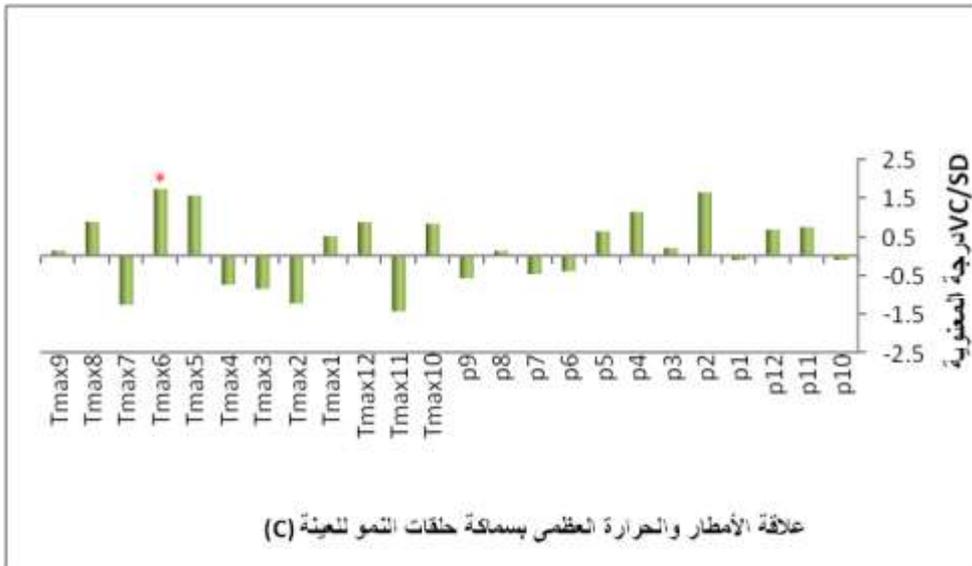
توضح الأشكال (3,4,5,6) نتائج النموذج استجابة النمو (Response function) والتي تبين النسبة ما بين معامل الانحدار الجزئي والانحراف المعياري للعلاقة ما بين الهطل بالتوافق مع درجات الحرارة العظمى وسماكة حلقات النمو لعينات السرو الأربع المدروسة حيث نلاحظ ما يلي: يؤثر الهطل في شهر تشرين الثاني وكانون الأول بشكل معنوي موجب في سماكة حلقات النمو السنوية لأشجار السرو دائم الاخضرار في العينة الأولى A (بنسبة معنوية قدرها 95،90%) على التوالي. لوحظ تأثيراً معنوياً موجباً للهطل خلال شهري تشرين الثاني وتموز (بنسبة معنوية قدرها 99.9، 90%) على التوالي في سماكة حلقات النمو للعينة D. لم يسجل أي تأثير معنوي للهطل في سماكة حلقات النمو للعينة C. بينما سجل تأثيراً معنوياً موجباً للهطل خلال شهر شباط (بنسبة معنوية قدرها 95%) في A. في حين كان لأمطار أيار تأثيراً معنوياً موجباً (بنسبة معنوية 90%) في سماكة الحلقات للعينتين A,B. أما بالنسبة لدرجات الحرارة العظمى فقد اقتصر تأثيرها الايجابي في سماكة حلقات النمو السنوية لأشجار السرو في العينة B خلال شهر كانون الثاني وبنسبة 95%، في حين كان لدرجات الحرارة العظمى لشهر نيسان تأثيراً سلبياً وبنسبة معنوية 95% في سماكة حلقات النمو للعينة B. كما اشتركت العينات B,C,D في تأثر سماكة حلقات النمو فيها بدرجات الحرارة العظمى لشهر حزيران وبشكل ايجابي (بنسبة معنوية 95،90%) على التوالي. كما اقتصر التأثير الايجابي لدرجات الحرارة العظمى خلال أيار على سماكة حلقات النمو للعينة D وبنسبة معنوية 95%.



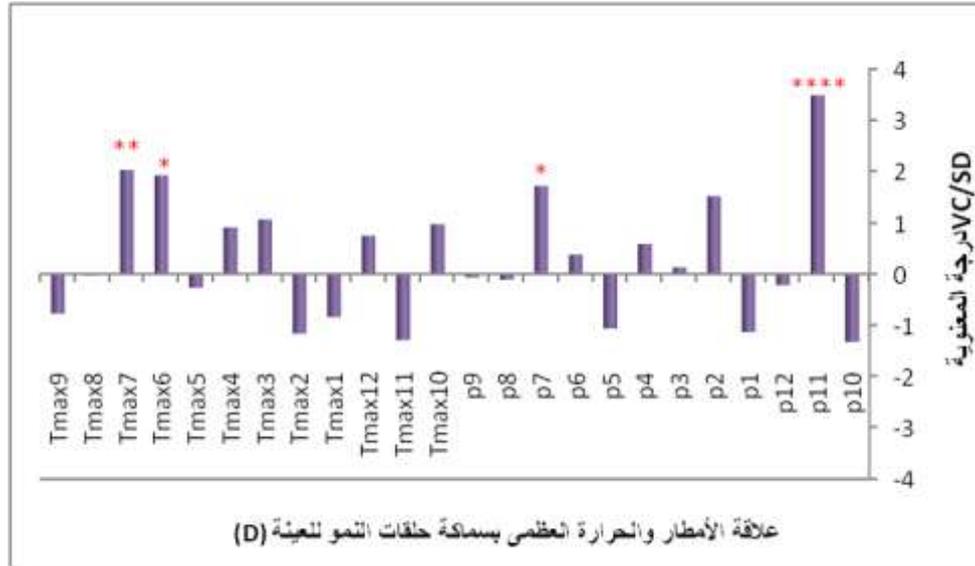
الشكل (3) نتائج النموذج استجابة النمو (Response function): يبين النسبة ما بين معامل الانحدار الجزئي والانحراف المعياري للعلاقة ما بين الهطل بالتوافق مع درجات الحرارة العظمى وسماكة حلقات النمو لعينة السرو المدروسة (A). تشير الرموز *, **, إلى معنوية العلاقة عند مستويات 90%، 95%، على التوالي.



الشكل (4) نتائج النموذج استجابة النمو (Response function): يبين النسبة ما بين معامل الانحدار الجزئي والانحراف المعياري للعلاقة ما بين الهطل بالتوافق مع درجات الحرارة العظمى وسماكة حلقات النمو لعينة السرو المدروسة (B). تشير الرموز *, **, إلى معنوية العلاقة عند مستويات 90%، 95%، على التوالي.



الشكل (5) نتائج النموذج استجابة النمو (Response function): يبين النسبة ما بين معامل الانحدار الجزئي والانحراف المعياري للعلاقة ما بين الهطل بالتوافق مع درجات الحرارة العظمى وسماكة حلقات النمو لعينة السرو المدروسة (C). تشير الرموز *, إلى معنوية العلاقة عند مستويات 90%.



الشكل (6) نتائج النموذج استجابة النمو (Response function): يبين النسبة ما بين معامل الانحدار الجزئي والانحراف المعياري للعلاقة ما بين الهطل بالتوافق مع درجات الحرارة العظمى وسماكة حلقات النمو لعينة السرو المدروسة (D). تشير الرموز *, **, **** إلى معنوية العلاقة عند مستويات 90%، 95%، 99%.

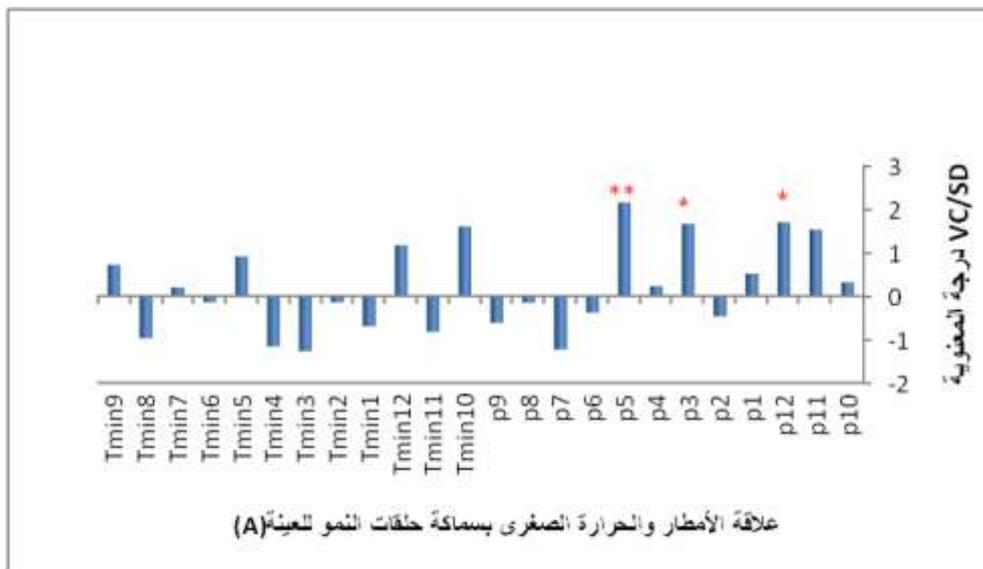
يشير التأثير الإيجابي للهطل خلال شهر تشرين الثاني وكانون الأول في سماكة حلقات النمو للسرو إلى دوره الفعال في إعادة إحياء المخزون المائي للتربة وإعادة استخدامه من قبل الأشجار خلال فصل النمو كما ذكر Becker عام (1989)، حيث أنه وحسب Stankova وآخرون (1999) فإن الكامبيوم قد بدأ نشاطه في الفترة من 15 أيلول، ويبلغ النمو ذروته في تشرين الثاني. تتطابق هذه النتائج مع ما تم التوصل إليه في إيران Lipshitz وآخرون (1981). كما أن للهطل خلال شهر شباط وأذار وأيار دور إيجابي في زيادة سماكة حلقات النمو عند السرو. يمكن تفسير هذا الدور الإيجابي لكون أن نمو الربيع حسب Tessier (1984) قد بدأ في منتصف شباط ويبلغ ذروته في منتصف أيار وعليه فإن الطلب دائم للماء من قبل الأشجار من أجل تنشيط الأنسجة والخلايا الخاصة بعمليات التبخر نتج وتنشيط الخلايا الميرستيمية وبالتالي زيادة في نشاط الكامبيوم (Tessier, 1984) وهذا ما يفسر التأثير الإيجابي للهطل خلال شهر أيار في عينتين هما B و A. يمكن تفسير التأثير الموجب للهطل خلال شهر تموز في سماكة حلقات النمو السنوية لأشجار العينة D بكون نشاط الكامبيوم لم يتوقف أو يدخل في طور السكون وبالتالي فإن التزويد بالماء مع ارتفاع درجات الحرارة أدى إلى زيادة نشاطه خاصة أن أعمار أشجاره فتية لا تتجاوز 70 عام وبالتالي زيادة سماكة حلقات النمو. لم يكن للهطل أي تأثير في سماكة حلقات النمو للسرو في العينة C، الذي يعني عدم حساسية أشجار السرو للهطل في هذا العينة، وبالتالي فإن هذه الأشجار غير معرضة للجفاف أو للإجهاد المائي. أما بالنسبة للدور الإيجابي لدرجات الحرارة العظمى خلال شهر كانون الأول في زيادة سماكة حلقات النمو في العينة B فيمكن أن يفسر بكون فصل النمو قد بلغ ذروته في تشرين الثاني وبعدها توقف نتيجة لانخفاض مفاجئ في درجات الحرارة العظمى وعليه فإن بعودتها للارتفاع في كانون الأول سيعاود الكامبيوم نشاطه. كما يفسر التأثير المعنوي السلبي للحرارة العظمى في نيسان والذي يكون النمو فيه في ذروته حسب Tessier (1984) بكون أن نشاط الكامبيوم قوي وبالتالي فإن ارتفاع درجات الحرارة ينجم عنه زيادة في درجة حرارة النبات وستكلف الشجرة نتج أكبر وزيادة في التنفس وبالتالي زيادة استهلاك المغذيات والذي ينجم عنه تبادل للغذاء أقل ومخزون أقل في الشجرة كما تؤدي لفقد في رطوبة التربة وبالتالي

تباطؤ أو توقف نمو الكامبيوم. كما يعزى التأثير الإيجابي المعنوي لدرجات الحرارة العظمى خلال شهر حزيران في العينات B,C, وخلال حزيران وتموز في D إلى استمرار نشاط الكامبيوم مع وجود مخزون مائي جيد ناتج عن أشهر الربيع.

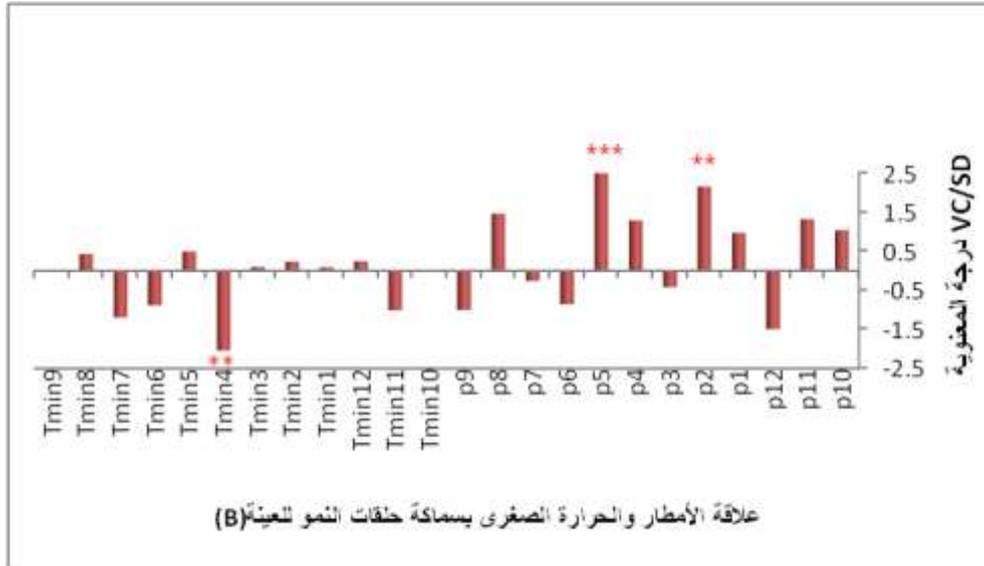
3. العلاقة ما بين مجموع الهطل الشهري بالتوافق مع متوسط درجات الحرارة الصغرى الشهرية وسماكة حلقات النمو

توضح الأشكال (7,8,9,10) نتائج النموذج استجابة النمو (Response function) والتي تبين النسبة ما بين معامل الانحدار الجزئي والانحراف المعياري للعلاقة ما بين الهطل بالتوافق مع درجات الحرارة الصغرى وسماكة حلقات النمو لعينات السرو الأربعة المدروسة حيث نلاحظ أن الهطل في شهر كانون الأول يؤثر بشكل معنوي موجب (بنسبة معنوية قدرها 90%) في سماكة حلقات النمو السنوية للعينة A. لوحظ تأثيراً معنوياً موجباً للهطل خلال شهري تشرين الثاني وتموز (بنسبة معنوية قدرها 99.9,95% على التوالي) في سماكة حلقات النمو للعينة D. لم يسجل أي تأثير معنوي للهطل في سماكة حلقات النمو للعينة C، بينما سجل تأثيراً معنوياً موجباً للهطل خلال شهر شباط (بنسبة معنوية قدرها 95%) في B وخلال آذار في A بنسبة معنوية (90%). في حين كان لأمطار أيار تأثيراً معنوياً موجباً (بنسبة معنوية 95,99%) على التوالي في سماكة الحلقات للعينتين A, B.

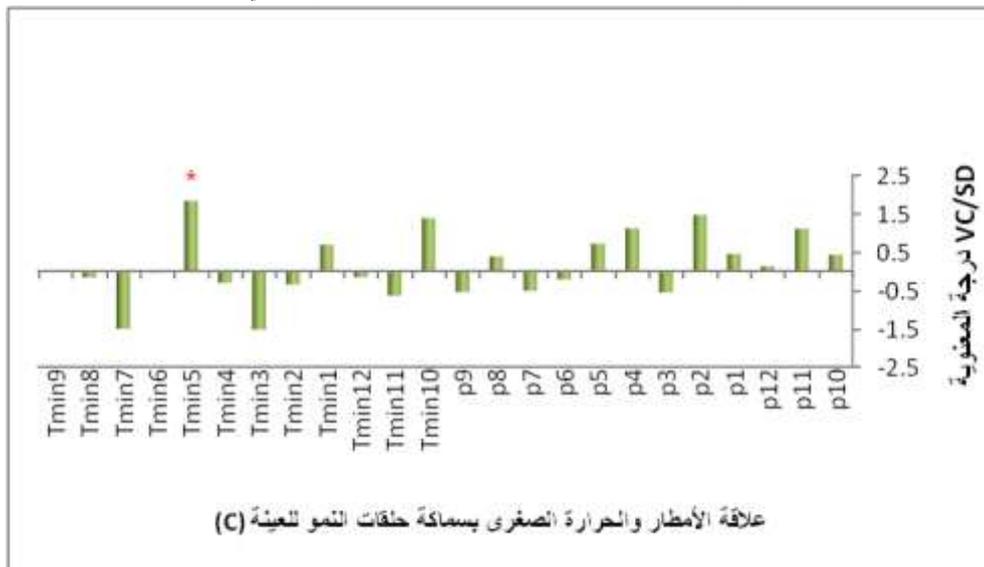
أما بالنسبة لدرجات الحرارة الصغرى فقد اقتصر تأثيرها الإيجابي على سماكة حلقات النمو للعينة C خلال شهر أيار وبنسبة 90%. في حين كان لدرجات الحرارة الصغرى لشهر تشرين الثاني وآب تأثيراً سلبياً (بنسبة معنوية 90,99%) على التوالي في سماكة حلقات النمو للعينة D. كما أثرت بشكل معنوي سالب في شهر نيسان على سماكة حلقات النمو (بنسبة معنوية 95%) للعينة B.



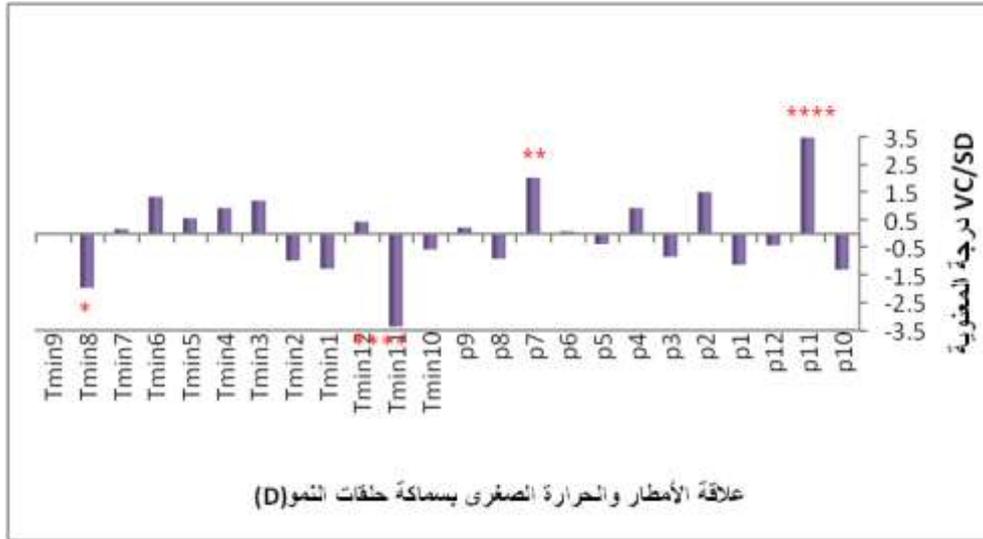
الشكل (7) نتائج النموذج استجابة النمو (Response function): يبين النسبة ما بين معامل الانحدار الجزئي والانحراف المعياري للعلاقة ما بين مجموع الهطل الشهري و متوسط درجات الحرارة الصغرى وسماكة حلقات النمو لعينة السرو (A). تشير الرموز *, ** إلى معنوية العلاقة عند مستويات 90%, 95%, على التوالي.



الشكل (8) نتائج النموذج استجابة النمو (Response function): يبين النسبة ما بين معامل الانحدار الجزئي والانحراف المعياري للعلاقة ما بين مجموع الهطل الشهري و متوسط درجات الحرارة الصغرى وسماكة حلقات النمو لعينة السرو (B). تشير الرموز **، *** إلى معنوية العلاقة عند مستويات 95%، 99%، على التوالي.



الشكل (9) نتائج النموذج استجابة النمو (Response function): يبين النسبة ما بين معامل الانحدار الجزئي والانحراف المعياري للعلاقة ما بين مجموع الهطل الشهري و متوسط درجات الحرارة الصغرى وسماكة حلقات النمو لعينة السرو (C). يشير الرمز * إلى معنوية العلاقة عند مستوى 90%.



الشكل (10) نتائج النموذج استجابة النمو (Response function): يبين النسبة ما بين معامل الانحدار الجزئي والانحراف المعياري للعلاقة ما بين مجموع الهطل الشهري و متوسط درجات الحرارة الصغرى وسماكة حلقات النمو لعينة السرو (D). تشير الرموز *،**،***،**** إلى معنوية العلاقة عند المستويات 90%،95%،99.9%.

بالنسبة لتأثير الهطل بالتوافق مع درجة الحرارة الصغرى فيمكن أن يفسر بنفس ما تم تفسيره مع درجات الحرارة العظمى، حيث لوحظ التأثير المتطابق للهطل معهما ولنفس الأشهر. يمكن أن يعزى التأثير المعنوي السلبى الكبير لدرجات الحرارة الصغرى خلال شهر تشرين الثاني في سماكة حلقات النمو في العينة D، بأن نشاط الكامبيوم يبدأ في منتصف شهر تشرين الأول نتيجة انخفاض درجات الحرارة وكسر طور السكون. كما لوحظ وجود تأثير معنوي موجب وكبير للهطل في شهر تشرين الثاني في سماكة حلقات النمو، وهنا النمو قد بلغ ذروته في هذا الشهر وعليه فإن عودة الحرارة لارتفاع أكثر من احتياجات النبات ستؤدي إلى بقاء الانقسامات الخلوية وتوقف النمو. كما يعزى التأثير السلبى لارتفاع درجات الحرارة الصغرى على سماكة حلقات النمو لأشجار العينة B في نيسان والذي يكون النمو فيه في ذروته حسب Tessier (1984) بكون نشاط الكامبيوم قوي وبالتالي فإن ارتفاع درجات الحرارة ينجم عنه زيادة في درجة حرارة النبات وستكلف الشجرة نتح أكبر وزيادة في التنفس وبالتالي زيادة استهلاك المغذيات والذي ينجم عنه تبادل للغذاء أقل ومخزون أقل في الشجرة كما تؤدي لفقد في رطوبة التربة وبالتالي تباطؤ أو توقف نمو الكامبيوم. يشير التأثير الإيجابي لدرجات الحرارة الصغرى لشهر أيار، إلى أن وجود مخزون مائي جيد في هذا الشهر والنتائج عن الهطولات الربيعية، والمتوافق مع زيادة في درجات الحرارة الصغرى لنفس الفترة سيؤدي إلى زيادة في سماكة حلقات النمو للسرو.

كما يمكن تفسير التأثير السالب لارتفاع درجات الحرارة الصغرى لشهر آب، بأن هذا الارتفاع يؤدي إلى زيادة في التنفس الذي ينتج عنه زيادة في استهلاك المدخرات الغذائية ونقص في المخزون الغذائى الذي ينجم عنه بطئ في نشاط خلايا الكامبيوم، مما يسبب انخفاض في سماكة حلقات النمو.

الاستنتاجات والتوصيات

الاستنتاجات

1. تميزت حلقات النمو السنوية للسرو دائم الاخضرار في منطقة الدراسة بأنها قليلة السماكة ، حيث تراوحت السماكات بين 0.4 – 2.2. كما لوحظ وجود العديد من الحلقات المفقودة ضمن السلاسل الزمنية للنوع المدروس مما يعني أن السرو دائم الاخضرار في سوريا يسلك سلوك العديد من أنواع السرو في أماكن انتشاره الطبيعية في العالم من حيث مقدرته على إيقاف نموه ولعدة سنوات متتالية.
2. لوحظ وجود استجابة متجانسة للسرو تجاه الحرارة العظمى فقط بالتوافق مع الهطل في ثلاث عينات هي B,C,D وذلك خلال شهر حزيران. بينما العينة A لم تبد أية استجابة تجاه الحرارة العظمى أو الصغرى كونها تقع على معرض شمالي شرقي أكثر رطوبة وأقل حرارة مقارنة مع المعارض الأخرى.
3. لا يوجد استجابة متجانسة للسرو دائم الاخضرار تجاه العناصر المناخية المدروسة (هطل وحرارة معاً) بالنسبة لباقي الأشهر (باستثناء حزيران)، فقد تفاوتت الاستجابة من عينة لأخرى وقد أبدت كل عينة استجابة مختلفة لهذه العناصر ولم يسجل سلوك مشترك لأكثر من عينتين من نفس الطبيعة.
4. لوحظ التأثير الإيجابي للهطل خلال شهر كانون الأول وآذار في العينة A وخلال شباط في B وخلال تموز في D.
5. التجانس الوحيد كان في تطابق التأثير للهطل بالتوافق مع درجة الحرارة الصغرى والهطل بالتوافق مع الحرارة العظمى في سماكة حلقات النمو لذات العينة. حيث لوحظ التأثير الإيجابي للهطل بالتوافق مع درجات الحرارة العظمى والصغرى خلال شهر أيار في سماكة حلقات النمو للعينتين A و B فقط ولشهر تشرين الثاني للعينتين A,D .
6. لوحظ التأثير السلبي لدرجات الحرارة الصغرى والعظمى خلال شهر نيسان في العينة B بينما كان تأثير درجات الحرارة العظمى خلال شهر كانون الأول إيجابياً في ذات العينة، بينما كان لدرجات الحرارة الصغرى في شهري تشرين الثاني وآب تأثيراً سلبياً على سماكة حلقات النمو في العينة D ، كما كان لدرجات الحرارة العظمى تأثيراً إيجابياً خلال تموز على سماكة حلقات النمو للسرو في ذات العينة.

التوصيات

1. تكرار الدراسة في مناطق تواجد السرو طبيعياً في سوريا.
2. وضع خطط مناسبة لعمليات التحريج باستخدام السرو دائم الاخضرار بعد الأخذ بعين الاعتبار دور العناصر المناخية من هطل ودرجات حرارة والتي تم تحديدها في هذه الدراسة.
3. ننصح بتشجير السرو في المناطق المتسمة بهطولات عالية في الربيع وخاصة في أيار.

المراجع:

1. ثابت، علي. دراسة تأثير المناخ في النمو الشعاعي للصنوبر البروتي *Pinus brutia Ten*. في سوريا (منطقة الغاب) باستخدام علم المناخ الشجري. المجلة العربية للبيئات الجافة، المجلد (7)، العدد (1-2)، 2014، 66-77.
2. سلهب، هبة. 2011- دراسة التأريخ الشجري وعلاقته بالتغيرات المناخية عند الصنوبر البروتي والحلبي في محافظة طرطوس. رسالة ماجستير، كلية الزراعة، جامعة دمشق، 2011، 92 صفحة.
3. ونوس، فداء. 2014. مساهمة في دراسة تحليلية لبعض خصائص النمو والإنتاجية عند السرو دائم الاخضرار *Cupressus Sempervirens L* في منطقة مصياف باستخدام علم المناخ الشجري. رسالة ماجستير، كلية الزراعة، جامعة حلب، 93 صفحة.
4. ABDOUN. F, JULI. A.J.T, GUIBAL. F, THINON. M. *Radial growth of the Sahara's oldest trees: Cupressus dupreziana A. Camus*. Springer-Verlag, 19, 2005, 661-670.
5. BECKER, M. *The role of climate on present and past vitality of silver fir in the Vosges mountains of northern France*. Canadian journal of forest research, 19, 1989 , 1110-1117.
6. CARTIER, J; PARENT, R; PICARD, J.M. *Inférence statistique*. In: *Méthodes quantitative*, Montreal, 1979, 183p.
7. CHALABI, M.N. *Analyse Phytosociologique, phytoécologique, dendrométrique et dendroclimatologique des forêt de Quercus cerris L. subsp. pseudocerris et contribution à l'étude taxinomique du genre Quercus L. en Syrie*. Thèse de Doctorat es- sciences, Université d' Aix-Marseille (Aix-Marseille III), 1980. 342 p + annexes de 171 p.
8. COOK, E.R; JOHNSON, A.H; BLASING, T.J. *Forest decline: modeling the effect of climate in tree rings*. *Tree physiology*, 3, 1987, 27-40.
9. CRITCHFIELD, H. *General climatology*. Fourth Edition. Prentice-Hall, Inc. New Jersey, 1983, 453 p.
10. GUIOT, J. GOEURY, C. *PPPBase, a software for statistical analysis of paleoecological and paleoclimatological data*. *Dendrochronologia*, 14, 1996, 295-300.
11. GUIOT, J. *Methods of verification*, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht. In: *Methods of Denrochronology. Application in the Environmental Sciences*, 1990, 163-217.
12. IPCC: *Special Report on Global Warming of 1.5C°* , 2018, 2May. 2020 <http://Een.m.wikipedia.org/wiki>.
13. IPCC: *Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate change*, 2014, 5May. 2020. <http://www.ipcc.ch/report/ar5/syr/>.
14. KAZEMI, S.M., ASADPOUR, H, BALAPOUR, SH. *Investigation on relationship between tree rings of Cupressus sempervirens l. var. horizontalis and climatic variables*; Iranian Journal of Wood and Paper Science Research, (Issue 2), 2012, 361-371..
15. LEBOURGEOIS F, BRÉDA N, ULRICH E AND GRANIER A. *Climate-tree-growth relationships of European beech (Fagus sylvatica L.) in the French Permanent Plot Network (RENECOFOR)*, *Trees* 19, 2005, 385-401, DOI 10.1007/s00468-004-0397-9.
16. LIPHSCHITZ, N; LEV-YADUN, S; WAISEL, Y. *The annual rhythm of activity of the lateral meristems (cambium and phellogen) in Cupressus sempervirens L*, *Ann. Bot*, 47, 1981, 485-496.

17. MALKH, B. *Variation de la densité et du module d'élasticité du bois entre individus et familles de plein frère de Cupressus arizonica (Cupressaceae)*. Mémoire de DEA. ENGREF et CIRAD, 1998, 36 p.
18. OLIVAR, J. BOGINO, S.SPIECKER, H. BRAVO, F. *Climate impact on growth dynamic and intra-annual density fluctuations in Aleppo pine (Pinus halepensis) trees of different crown classes. Dendrochronologia* (30), 2012, 35-47.
19. SCHWEINGRUBER, F.H. ECKSTEIN. D .SERRE-BACHET, F. BRÄKER, OU. *Identification, presentation and interpretation of event years and pointer years in dendrochronology. Dendrochronologia*, (8), 1990, 9-38.
20. STANKOVA, T; STANKOV, H; PANETSOS,K. *Seasonality in primary growth of Cupressus Sempervirens L. From western Crete, Silvae Genetica*, 1999, Vol 48(2):53-61.
21. TESSIER, L. *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, 1984, 231.
22. TESSIER, L.. *Approche dendroclimatologique de l'écologie de Pinus sylvestris L. et Quercus pubescens Willd. Dans le Sud-Est de la France*. Acta oecologica. Oecologia plantarum, 7(21), 1986, 339-355.
23. 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*. Thèse de Doctorat, Discipline "Biologie des populations et Ecologie, Université de droit, d' Economie et des Sciences d' Aix-Marseille (Aix-Marseille III), 2008, 276.
24. VECA, D.S., ALA,M.,TERRANOVA,F.,BARBERA. G. *The "prodigious" Cypress of San Benedetto IL Moro. Torino*, 2004. 121- 126.