

دراسة تأثير العناصر المناخية في سماكة حلقات النمو السنوية للصنوبر البروتي *Pinus brutia* Ten. في منطقة بانياس (سورية) باستخدام تقنيات علم المناخ الشجري

علي ثابت⁽¹⁾ وكامل خليل⁽²⁾* وديانا حمد⁽²⁾

(1) قسم الموارد الطبيعية المتجددة والبيئة، جامعة حلب، حلب، سورية.

(2) قسم الوقاية البيئية، المعهد العالي لبحوث البيئة، جامعة تشرين، اللاذقية، سورية.

(*للمراسلة: د. كامل خليل: البريد الإلكتروني: d.kamelkhalil@tishreen.edu.sy)

تاريخ الاستلام: 2021/09/10 تاريخ القبول: 2021/11/28

الملخص:

هدف هذا البحث إلى تقدير العلاقة بين سماكة حلقات النمو السنوية للصنوبر البروتي والعناصر المناخية باستخدام تقنيات علم المناخ الشجري. نُفذت الدراسة في موقعي الدريكية، محورتي (بانياس) خلال عامي 2018-2019، إذ تم اختيار خمس عينات في كل موقع، حددت في كل عينة 10 شجرات، تم الحصول منها على ثلاث سبرات. خضعت السبرات لعمليات الحف والتنعيم لسهولة القراءة، ثم تمت عملية التأريخ الزمني CROSS-DATING لتحديد سنة التشكل الدقيقة لكل حلقة، ثم قيست سماكة الحلقات باستخدام برنامج الفوتوشوب، وبعدها تمت عملية المعايرة Standardisation وذلك لمعايرة القيم الأولية لحلقات النمو السنوية للتخلص من تأثير العمر والحصول على مؤشر النمو. دُرست علاقة الارتباط المتعدد بين مؤشر النمو والعناصر المناخية من هطل وحرارة خلال الفترة الممتدة بين 1971-2018. أظهرت نتائج الدراسة أن متوسط سماكة حلقات النمو السنوية تراوحت بين 2.24-3.36 مم/سنة. لوحظ وجود بعض الحلقات الكاذبة في كلا الموقعين في حين سجلت بعض الحلقات المفقودة في موقع محورتي فقط. لم يسجل أي تأثير معنوي للهطل أو درجات الحرارة العظمى أو الصغرى على سماكة حلقات النمو بالنسبة لموقع الدريكية. أما بالنسبة لموقع محورتي فقد سجل الهطل تأثيراً معنوياً إيجابياً على سماكة حلقات النمو خلال أشهر تشرين الثاني وكانون الأول وكانون الثاني وآذار ونيسان وحزيران. كما سجلت درجات الحرارة العظمى تأثيراً معنوياً سلبياً على سماكة حلقات نمو عينة واحدة فقط خلال شهري آذار ونيسان. في حين لم تسجل درجات الحرارة الصغرى أي تأثير معنوي على سماكة حلقات النمو في موقع محورتي.

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

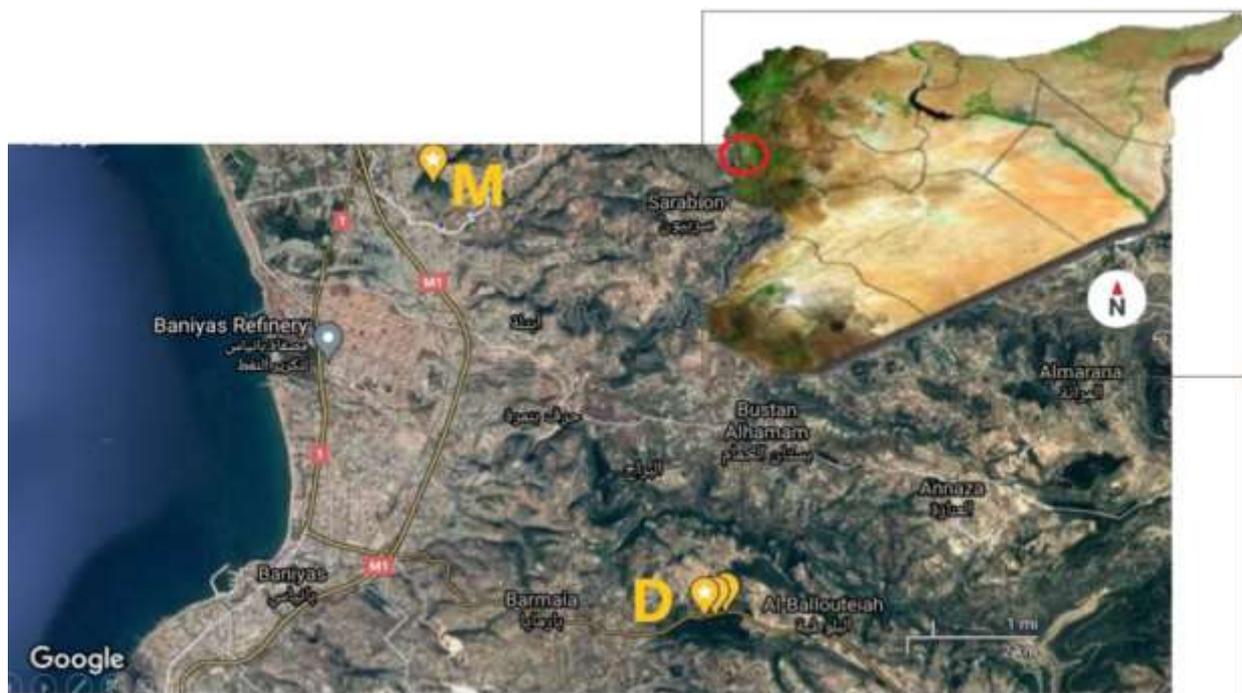
المقدمة:

تُعد منطقة المتوسط منطقة متقلبة مناخياً معرضة بشكل خاص لانخفاض نسبة الهطل المطري وزيادة درجات الحرارة، وتواتر أكبر لموجات الجفاف والموجات الحارة، وهذا نتيجة للأنشطة البشرية. أثرت هذه التغيرات الحاصلة في المناخ على النظم الطبيعية والبشرية في جميع القارات وعبر المحيطات، مما يشير إلى حساسية النظم الطبيعية لتغير المناخ. يلعب هذا دوراً هاماً في انتشار الأنواع الحراجية ومدى تكيفها مع التغيرات الحاصلة في العناصر المناخية (IPCC, 2014)، ويترجم هذا التغير في العناصر المناخية من خلال التغير في حلقات النمو السنوية عند الأشجار، حيث يمكن أن تكون حلقات النمو المتسلسلة زمنياً بمثابة بديل للمناخ القديم وذلك باستخدام علم المناخ الشجري Dendroclimatology الذي هو أحد فروع علم التأريخ الزمني الشجري Dendrochronology، ويدرس هذا العلم خصائص النمو العرضي عند الأشجار من خلال قياس سماكة حلقات النمو السنوية والقيام بعملية تأريخ هذه الحلقات من خلال ربط كل حلقة نمو سنوية مع سنة تشكلها الدقيق بهدف دراسة الظواهر البيئية والتاريخية ومعرفة سياق تطورها (Fritts, 1971; Fritts, 1976). حيث تمثل السلاسل الطويلة من حلقات النمو السنوية أرشيفاً مسجلاً للظروف البيئية في الماضي وللاستجابات الفيزيولوجية (Battipaglia et al., 2010). إن معرفة المناخ الماضي مهم بشكل أساسي لتوجيه إدارة الموارد الطبيعية المناخية في المنطقة، مثل الغابات والأنهار وينابيع المياه، بالإضافة إلى المجتمعات التي تعتمد عليها (Karl et al., 2009)، وهذا ما دفعنا للقيام بهذه الدراسة إضافة إلى قلة الدراسات في مجال علم التأريخ الشجري. وتم اختيار جنس الصنوبر البروتي *Pinus brutia* Ten. كونه من الأشجار المتوسطة النموذجية (نحال، 1982) باعتباره متكيفاً مع جميع التبدلات المناخية التي تحدث في منطقة انتشاره الطبيعية. وكونه من الأشجار الحراجية ذات القيمة الاقتصادية والاجتماعية في شرق المتوسط عامة وفي سورية خاصة. كما أنه ينتشر في مجالات واسعة نسبياً من حيث كمية الهطل المطري السنوي وهو متكيف مع هذه المجالات (نحال، 1982). تكمن أهمية البحث في أهمية النوع المدروس وقلة الأبحاث التي تدرس تأثير العناصر المناخية على نمو الأشجار الحراجية بشكل عام وباستخدام تقنيات علم التأريخ الشجري بشكل خاص. حيث يتجلى الهدف الرئيسي للبحث في تحليل تغيرات سماكة حلقات النمو السنوية للصنوبر البروتي بمرور الزمن ومقارنتها بين موقعين مختلفين ودراسة العلاقة حلقة نمو- مناخ لمعرفة تأثير بعض العناصر المناخية (هطل - درجات حرارة).

مواد البحث وطرقه:

1- موقع الدراسة:

تم اختيار موقعين في منطقة بانياس شكل (1)، غابة الدريكية والتي تقع بالقرب من قرنتي بارمايا والدريكية جنوب شرق مصفاة بانياس وعلى بعد 5 كم تقريباً على الطريق الواصل إلى القدموس. وذلك في الطابق النباتي المتوسطي الحراري على ارتفاع حوالي 160 م عن سطح البحر. النوع السائد في الغابة هو الصنوبر البروتي *Pinus brutia* Ten. الذي تم تشجيره عام 1963. غابة محورتى والتي تقع بالقرب من قرية محورتى شمال شرق مصفاة بانياس وعلى بعد 1.5 كم تقريباً. وذلك في الطابق النباتي المتوسطي الحراري على ارتفاع حوالي 100 م عن سطح البحر. النوع السائد في الغابة هو الصنوبر البروتي *Pinus brutia* Ten. الذي تم تشجيره خلال عامي 1969-1970/.



الشكل (1): منطقة بانياس وموقعي الدراسة الدريكية (D) ومحورتي (M)

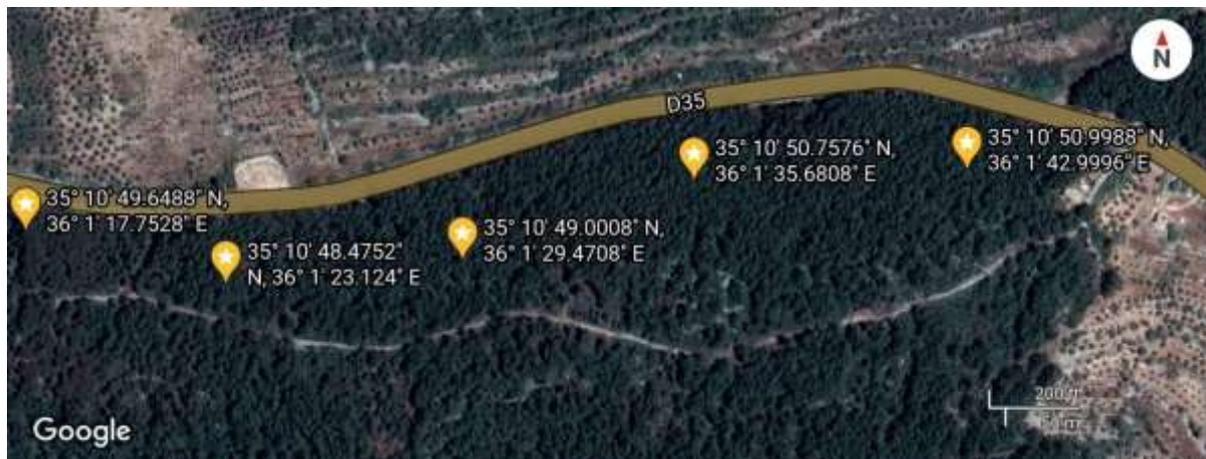
2- المعطيات المناخية:

استخدمت المعطيات المناخية الصادرة عن أقرب محطة مناخية لموقع الدراسة وهي محطة الباسل في حميميم والتي تؤمن السلسلة الأطول من المعطيات المناخية التي تمثل المناخ الذي يمكن أن يكون له تأثيراً على موقع الدراسة تمثيلاً صحيحاً. تم استخدام المعطيات التالية: مجموع الهطل المطري الشهري (P)، متوسط درجة الحرارة العظمى الشهرية (Tmax)، متوسط درجة الحرارة الصغرى الشهرية (Tmin). استخدم في التحاليل المعطيات المناخية لـ 12 شهر للسنة البيولوجية، تغطي هذه السنة الفترة ما بين شهر تشرين الأول للسنة السابقة (n-1) 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 المتوسطة (Serre-Bachet, 1982)، كما استعملها Chalabi و Serre-Bachet قبل ذلك في عام 1981.

3- أخذ العينات واختيار الأشجار:

تم أخذ 5 عينات دائرية منتظمة، بمسافة ثابتة 200 م بين العينة والأخرى، خلال عام 2018-2019 بمساحة 400 م² من كل موقع، وتم تحديد 10 أشجار في كل عينة، بحيث تكون من الأشجار السائدة وممثلة للموقع تمثيلاً صحيحاً، ومن الأشجار ذات الأعمار الكبيرة بحيث تقدم بيانات لفترات طويلة من الزمن وهذا من أهم الركائز في علم التأريخ الشجري. تم أخذ سبرتين من كل شجرة على ارتفاع الصدر (130 سم)، بحيث تبعد السبيرة عن الأخرى بزواوية مقدارها 120 درجة وبشكل متعامد مع الجذع، وسبيرة ثالثة عند مستوى القاعدة على ارتفاع /30-40/ سم فوق سطح التربة، وذلك لتقدير عمر الشجرة. بالمحصلة يكون لدينا 150 سبيرة من كل موقع تم استخراجها من 50 شجرة. أي 300 سبيرة للموقعين من 100 شجرة. أخذت السبرات باستخدام مسبر بريسلر (Tariere de Pressler) بقطر (5 مم). وضعت السبرات ضمن ألواح خشبية تحتوي على ميازيب وسجل بجانب كل سبيرة رمز الموقع ورقم العينة ورقم الشجرة ورقم السبيرة. خضعت السبرات إلى عمليات الحف

والتتبع بواسطة ورق خاص بالصلق، بحيث أصبحت حلقات النمو واضحة قدر الإمكان، وسهلة القراءة والقياس. تم أيضاً أخذ احداثيات كل عينة، الشكلان (2،3)، وقياس ارتفاع الأشجار بواسطة جهاز (Blum-Leiss)، وتم قياس الأقطار لجميع أشجار العينة على ارتفاع مستوى الصدر بواسطة المتر القماشي.



الشكل (2): توزيع العينات في منطقة الدريكية



الشكل (3): توزيع العينات في منطقة محورتي

4-عملية التأريخ البيئي للسبرات Crossdating:

تمت هذه العملية باستخدام المكبرة اليدوية وذلك لمقارنة حلقات النمو العريضة والواضحة بين سبرات النمو الثلاثة المأخوذة من نفس الشجرة. ومقارنتها مع سبرات الأشجار الأخرى في نفس العينة ومن ثم مقارنتها مع العينات الأخرى في نفس الموقع. تم التحديد الدقيق لسنة تشكل كل حلقة نمو وذلك بدءاً من الحلقة الأحدث إلى الأقدم وتوثيق الحلقات الضيقة والعريضة والمقارنة فيما بينها ضمن كل عينة.

5-قياس سماكة حلقات النمو:

بعد أن خضعت جميع السبترات لعملية التأريخ بشكل دقيق تم أخذ صور Scanner للسبترات، ثم استخدام برنامج Photoshop لقياس سماكة كل حلقة بشكل دقيق. ثم بناء السلاسل الزمنية لحلقات النمو لكل عينة بشكل مستقل، ومن ثم معايرتها باستخدام برنامج PPPhalos، تهدف هذه المعايرة إلى إلغاء تأثير العمر على سلاسل النمو وذلك من خلال استبدال كل قيمة خام لسماكة حلقات النمو السنوية بمؤشر نمو. هذا المؤشر تم حسابه من خلال حساب النسبة ما بين القيم الخام لسماكة كل حلقة والقيمة المقدر لها باستخدام علاقة رياضية ممثلة للاتجاه العام للمنحني الأصلي لسماكة حلقات النمو (Cook et al., 1987).

6- التحليل الإحصائي:

لدراسة العلاقة بين المناخ وسماكة حلقات النمو السنوية للصنوبر البروتي، أجري التحليل الإحصائي باستخدام النموذج الإحصائي المسمى تابع الاستجابة (Response function)، وهو خاص بأبحاث علم المناخ الشجري. يعتمد هذا النموذج على علاقات الانحدار المتعدد من أجل معرفة الأشهر من أمطار وحرارة الأكثر تأثيراً في نمو هذا النوع من الصنوبر. حيث تم في كل مرة استخدام 12 عامل مناخي، إما أمطار أو درجات حرارة، 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 (12 شهر أمطار أو 12 شهر حرارة) وسماكة حلقات النمو. تعطي إشارة معامل الانحدار الجزئي اتجاه هذه العلاقة (إما سالبة أو موجبة). فمثلاً إذا كانت الإشارة موجبة فهذا يشير إلى 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. تعطى درجة المعنوية الإحصائية لهذا النموذج الإحصائي، من خلال النسبة ما بين معامل الانحدار الجزئي والانحراف المعياري r/s . حيث نحصل على قيمة واحدة لهذه النسبة لكل عامل مناخي، أي أنه سيكون لدينا قيمة بعدد الأشهر وهي 12 شهر المستخدمة داخل النموذج في كل مرة. وبافتراض 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% ويرمز لهذا المستوى من المعنوية بـ *
- ** $1.96 < r/s < 2.58$ معنوية حتى 95% ويرمز لهذا المستوى من المعنوية بـ **
- *** $2.58 < r/s < 3.29$ معنوية حتى 99% ويرمز لهذا المستوى من المعنوية بـ ***
- **** $r/s > 3.29$ معنوية حتى 99.9% ويرمز لهذا المستوى من المعنوية بـ ****

النتائج والمناقشة:

1- تغيرات سماكة حلقات النمو السنوية:

تم قياس سماكة حلقات النمو السنوية على السبترات المستخلصة من أشجار الصنوبر البروتي خلال الفترة الزمنية (1971-2018). وقد بينت عملية التأريخ البيئي أنه وبالنسبة لموقع الدريكية فقد تميزت حلقات النمو بالوضوح ولم يلاحظ أي غياب

في الحلقات. بينما موقع محورتي فلوحظ وجود عدد من الحلقات المفقودة والتي تكررت لنفس العام في أغلب عينات موقع محورتي. كما لوحظ غياب خشب الربيع للعام 2010 في العينة الأولى لموقع محورتي. كما وجد العديد من الحلقات الكاذبة في كلا الموقعين وكانت أكثر هذه الحلقات تكراراً هي الحلقة التي ترجع للعام 2001 في موقع الدريكية والحلقة التي ترجع للعام 1986 في موقع محورتي. يبين الجدول (1) السنوات التي تشكلت فيها الحلقات الكاذبة والسنوات التي سجلت غياب لتشكيل حلقة النمو.

الجدول (1): الحلقات الكاذبة والحلقات المفقودة في العينات المدروسة

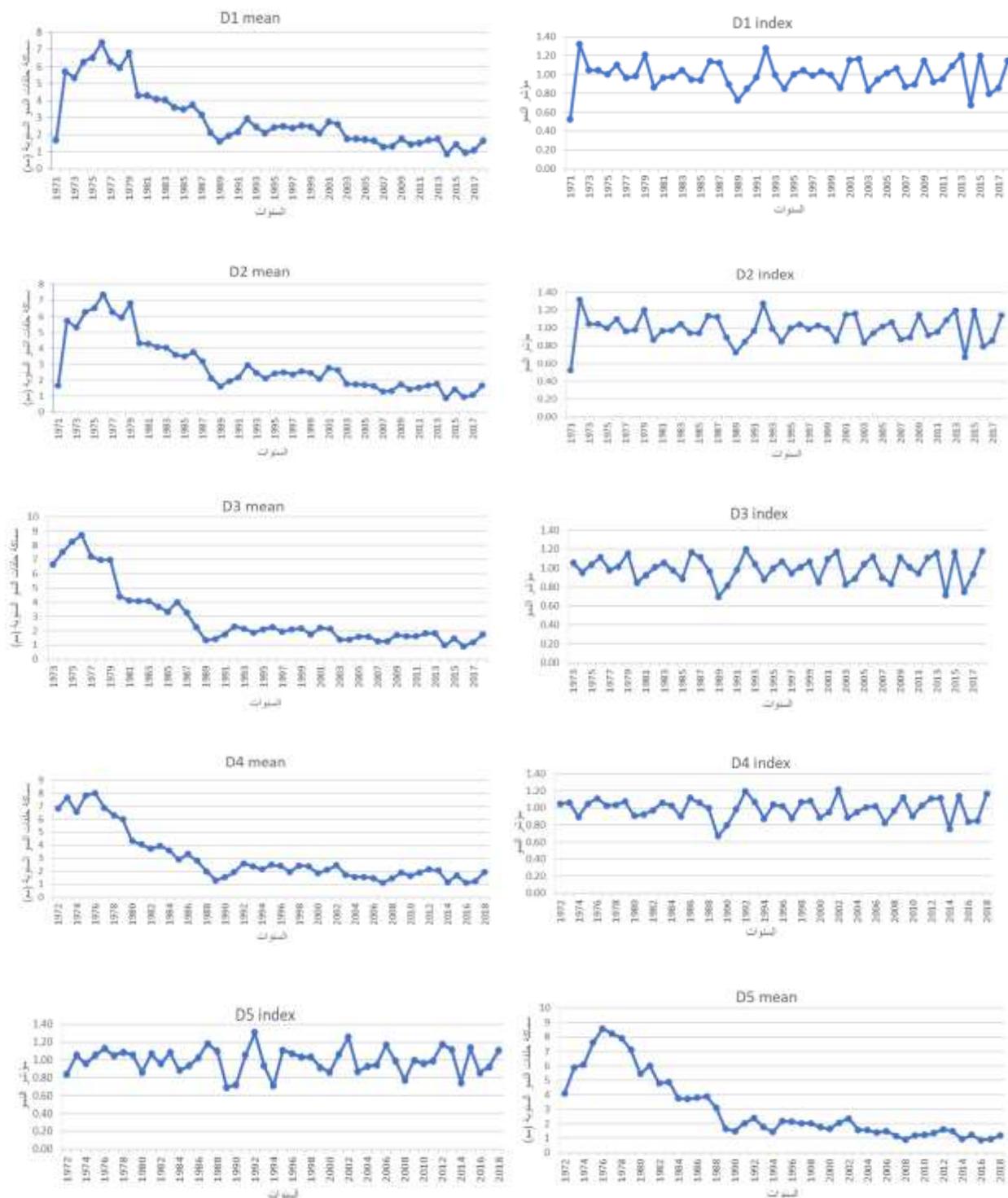
الحلقات المفقودة	الحلقات الكاذبة	رمز العينة
-	1979 – 2001	D1
-	-	D2
-	1979 – 2001	D3
-	1990 – 2001	D4
-	-	D5
-	-	M1
2014 – 2017	1979 – 1982 – 1986	M2
2014 – 2016 – 2017	1979 – 1986 – 1999 – 2001 – 2011	M3
-	1979 – 1982 – 1986	M4
2016 – 2017	2011	M5

على الرغم من تقارب أعمار الأشجار بين العينات إلا أن قيم متوسط السلاسل الزمنية المتوسطة لسماكة حلقات النمو الخام كانت متفاوتة حيث سجل في موقع الدريكية 3.29 مم للعينة D2 و(3.02-3.03) مم للعينات D4 و D5 على الترتيب و(2.96 – 2.95) مم للعينات D3 و D1 على الترتيب. وفي موقع محورتي سجل 3.36 مم للعينة M4 و 3.09 مم للعينة M5 و 2.96 مم للعينة M1 و(2.24 – 2.44) مم للعينات M2 و M3 على الترتيب. تقترب هذه القيم من القيم التي توصلت إليها الدراسات المناخية التي أجريت على الصنوبر البروتي في المنطقة الساحلية السورية. حيث تراوحت قيم النمو السنوي المتوسط للصنوبر البروتي في دراسة أجراها خليل (2014) في مناطق بلوران، كسب وقسطل معاف بين (1.5-3.3) مم. وفي الدراسة التي أجراها Rahme (1972) في البايير والبسيط تراوحت قيم متوسط النمو السنوي للصنوبر البروتي بين (2.31-2.70) مم. توضح الأشكال (4،5) التغيرات السنوية لمتوسط سماكة حلقات النمو قبل المعايرة. يلاحظ بوضوح كيف تكون سماكة حلقات النمو كبيرة في بداية عمر الأشجار وتتناقص هذه السماكة مع التقدم بالعمر. ومن أجل إزالة تأثير العمر في سماكة حلقات النمو تم اجراء عملية المعايرة للسلاسل الزمنية لسماكات حلقات النمو وبالتالي الحصول على سلاسل زمنية لمؤشر النمو بحيث تصبح التغيرات في سماكة حلقات النمو متجانسة على طول السلسلة الزمنية، الأشكال (4،5).

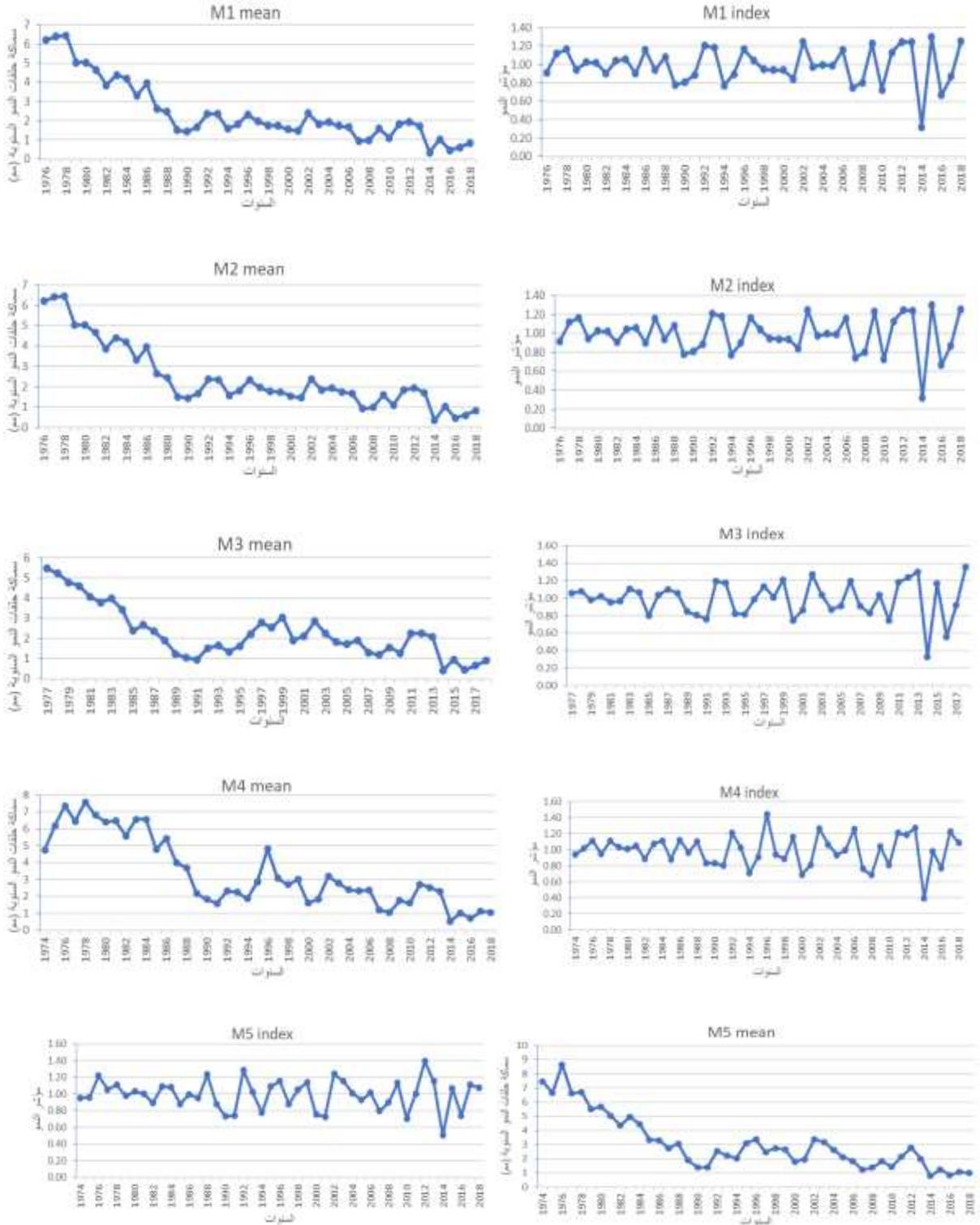
يوجد في السلسلة الزمنية لحلقات النمو مصدرين للتغيرات، المصدر الأول غير عشوائي دائم والذي يمكن أن يشاهد كتغيرات على المدى الطويل، ترتبط هذه التغيرات بالعمر وبالشكل الهندسي لحلقة النمو السنوية، حيث تظهر على منحنى سماكة حلقات النمو السنوية كتناقص متزايد مع الزمن (Fritts, 1976; Tessier, 1986). كما يمكن أن يكون مصدر هذه التغيرات بعض الإصابات المرضية (Tessier, 1984). أما المصدر الثاني فهو عشوائي ونتاج عن عوامل غير مرئية،

يمكن أن تظهر من خلال التغيرات بين السنوات والتي تعكس التغيرات البيئية للمناخ (ثابت، 2012). يمكننا أن نحدد الفترات من التغيرات على منحنيات سماكة حلقات النمو السنوية لكل عينة، والتي يمكن أن نعزيها إلى العمر كالتالي:

- العينات الثلاث الأولى في موقع الدريكية (D1, D2, D3) يلاحظ ازدياد في سماكة حلقات النمو منذ بداية عمر الشجرة وحتى عام 1979 ثم الفترة بين عامي 1980-1989 يلاحظ انخفاض في سماكة حلقات النمو ثم تبدأ فترة استقرار حتى عام 2018.
- العينة الرابعة D4 يلاحظ ازدياد في سماكة حلقات النمو منذ بداية عمر الشجرة وحتى عام 1976 ثم الفترة بين عامي 1977-1989 يلاحظ انخفاض في سماكة حلقات النمو ثم تبدأ فترة استقرار حتى عام 2018.
- العينة الخامسة D5 يلاحظ ازدياد في سماكة حلقات النمو منذ بداية عمر الشجرة وحتى عام 1976 ثم الفترة بين عامي 1977-1990 يلاحظ انخفاض في سماكة حلقات النمو ثم تبدأ فترة استقرار حتى عام 2018.
- العينتان الأولى والثانية في موقع محورتي (M1, M2) يلاحظ ازدياد في سماكة حلقات النمو من بداية عمر الشجرة وحتى عام 1978 ثم انخفاض في سماكة حلقات النمو بين عامي (1979-1990) ثم فترة استقرار بين عامي (1991-2013) ثم يعود الانخفاض في سماكة حلقات النمو حتى عام 2018.
- العينة الثالثة M3 يلاحظ انخفاض في سماكة حلقات النمو حتى عام 1991 ثم فترة استقرار بين عامي (1992-2013) ثم يعود الانخفاض في سماكة حلقات النمو حتى عام 2018.
- العينتان الرابعة والخامسة (M4, M5) يلاحظ ازدياد في سماكة حلقات النمو من بداية عمر الشجرة حتى عام 1978 ثم انخفاض في سماكة حلقات النمو بين عامي (1979-1991) ثم فترة استقرار بين عامي (1992-2013) ثم يعود الانخفاض في سماكة حلقات النمو حتى عام 2018.



الشكل (4): السلاسل الزمنية المتوسطة لعينات موقع الدريكية مبيناً التغيرات السنوية لمتوسط سماكات حلقات النمو قبل المعايرة (على اليسار) والتغيرات السنوية لمؤشر النمو الناتج بعد المعايرة (على اليمين)



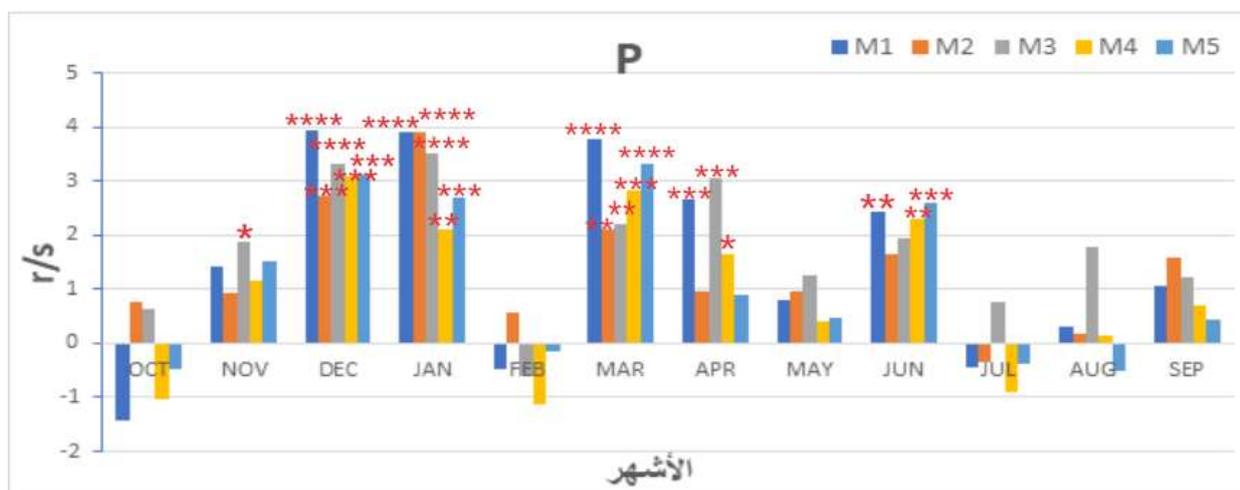
الشكل (5): السلاسل الزمنية المتوسطة لعينات موقع محورتي مبنياً التغيرات السنوية لمتوسط سماكات حلقات النمو قبل المعايرة (على اليسار) والتغيرات السنوية لمؤشر النمو الناتج بعد المعايرة (على اليمين)
 نلاحظ أن الفترة الأولى من حياة الشجرة تتميز بزيادة واضح في سماكة حلقات النمو ثم يبدأ هذا النمو بالانخفاض مع التقدم بالعمر. كما نلاحظ وجود انخفاض ملحوظ في سماكة حلقة النمو في عام 2014 بالنسبة لموقع الدريكية ثم يعود الاستقرار في السماكة بعد هذا العام. أما بالنسبة لموقع محورتي فنلاحظ انخفاض في السماكة بعد عام 2013.

2- العلاقة ما بين المناخ والنمو:

تمت دراسة العلاقة بين المناخ (مجموع الهطل المطري ومتوسط درجة الحرارة الشهرية العظمى والصغرى) والنمو الشعاعي متمثلاً بمؤشر النمو المحسوب انطلاقاً من سماكة حلقات النمو السنوية للسنوبر البروتي، باستخدام النموذج الاحصائي استجابة النمو Response Function.

2-1- العلاقة بين مجموع الهطل الشهري والنمو الشعاعي:

لم يسجل أي تأثير معنوي للهطل (P) في سماكة حلقات النمو السنوية لأشجار السنوبر البروتي في موقع الدريكية. في حين كان للهطل تأثيراً معنوياً إيجابياً في سماكة حلقات النمو في عينات موقع محورتي وبنسب متفاوتة وامتد هذا التأثير خلال فصل النمو أي خلال فترة تشكل حلقة النمو السنوية من تشرين الثاني وحتى حزيران باستثناء شهري شباط وأيار حيث لم يسجل أي تأثير معنوي للهطل خلال شهري شباط أو أيار في أي عينة (الشكل 6).



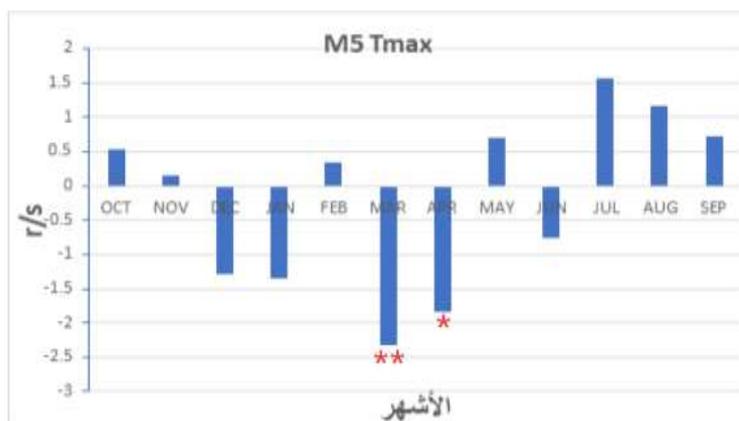
الشكل (6): نتائج النموذج استجابة النمو (Response function) يبين النسبة ما بين معامل الانحدار الجزئي والانحراف المعياري للعلاقة ما بين مجموع الهطل الشهري والنمو الشعاعي للعينات المدروسة في موقع محورتي (M1, M2, M3, M4, M5) تشير الرموز (*, **, ***, ****) إلى معنوية العلاقة عند مستويات (90%, 95%, 99%, 99.9%) على التوالي

يعزى التأثير الإيجابي للهطل المطري في شهري تشرين الثاني وكانون الأول في سماكة حلقات النمو للسنوبر البروتي، إلى دورهما الفعال في تعزيز المخزون المائي للتربة، في الفترة قبل فصل النمو، وإعادة استخدامه من قبل الأشجار خلال فصل النمو (Becker, 1989). حيث أن الهطل المطري خلال هذه الفترة مهم جداً من أجل تأمين المخزون المائي والغذائي من أجل نشاط الكامبيوم. وهذا يتوافق مع دراسة أجراها Coulthard وآخرون (2017) على أشجار السنوبر البروتي في قبرص حيث سجلت أعلى نسبة هطل مطري في شهر كانون الأول، ووجدوا أن هذا الهطل يؤثر بشدة في نمو الحلقات السنوية للأشجار ويلعب دور رئيسي في تنظيم الجفاف السنوي والموسمي. خاصة في المواقع المنخفضة الارتفاع حيث يتم التحكم بالنمو السنوي للأشجار من خلال كمية الهطل المطري في فصل الشتاء. ويتوافق هذا ما توصل إليه خليل (2014) في دراسته لسماكة حلقات النمو السنوية للسنوبر البروتي في مواقع (بلوران - قسطل معاف - كسب) وما توصل إليه ثابت (2012) في دراسته للسنوبر البروتي على السفح الشرقي لسلسلة الجبال الساحلية المطلة على الغاب ودراسة ونوس (2014)

للسرو في منطقة مصيف. كما لوحظ التأثير الإيجابي للهطل المطري خلال شهر كانون الثاني وهذا يتوافق مع دراسة سلهب (2018) لأشجار الصنوبر البروتي في موقع عمريت في طرطوس. كما كان للهطل تأثيراً إيجابياً خلال شهري آذار ونيسان وهذا ما أكدت عليه دراسة Tessier (1984) حيث أن الأمطار الربيعية حاجة ملحة للصنوبر البروتي من أجل تنشيط الأنسجة والخلايا المريستيمية. كما سجل الهطل تأثيراً إيجابياً خلال شهر حزيران. حيث يشير الارتباط الملحوظ مع الهطل المطري في الصيف إلى أن توفر المياه يشكل مقياساً مهماً يتحكم بنمو الأشجار في بعض المواقع (Touchan *et al.*; 2014). وقد أفادت دراسة Hughes وآخرون (2001) أن العلاقة الأكثر أهمية على الدوام بين نمو حلقات الأشجار والبيانات المناخية هي استجابة النمو الإيجابية لهطول الأمطار في الربيع وأوائل الصيف، ولا سيما من نيسان إلى حزيران في شرق البحر المتوسط. كما وجد Touchan وآخرون (2007) أن هطول الأمطار في أيار و/أو حزيران هو العامل المسيطر على النمو الشجري في التسلسل الزمني الإقليمي في جنوب غرب الأناضول في تركيا. ويتفق هذا مع دراسة أجراها Kose وآخرون (2011) في غرب الأناضول في تركيا على أشجار الصنوبر الأسود *Pinus nigra* وجدوا فيها أن تأثير الهطل المطري كان إيجابياً وهاماً على نمو الحلقات السنوية في أيار. كما وجدوا تأثيراً إيجابياً ولكن بشكل أقل في حزيران. حيث أوضحت النتائج أن الأمطار في شهري أيار وحزيران هي أهم عامل يؤثر على نمو الحلقات السنوية لأشجار الصنوبر الأسود في غربي الأناضول. كما تتفق هذا النتائج مع الدراسات المحلية (سلهب، 2018؛ خليل، 2014؛ ونوس، 2014، ثابت، 2012) من حيث أهمية الأمطار في حزيران ودورها الفعال في زيادة سماكة حلقة النمو.

2-2- العلاقة بين درجة الحرارة والنمو الشعاعي:

لم يسجل أي تأثير معنوي لدرجة الحرارة العظمى أو الصغرى في سماكة حلقات النمو لأشجار الصنوبر البروتي في موقع الدريكية. كما لم تسجل درجات الحرارة الصغرى أي تأثير معنوي في سماكة حلقات النمو في موقع محورتي. في حين سجلت درجات الحرارة العظمى تأثيراً معنوياً سلبياً في سماكة حلقات النمو للعينة الخامسة فقط في موقع محورتي (M5) وبنسبة معنوية قدرها 95% لشهر آذار و90% لشهر نيسان (الشكل 7).



الشكل (7): نتائج النموذج استجابة النمو (Response function) يبين النسبة ما بين معامل الانحدار الجزئي والانحراف المعياري للعلاقة ما بين درجة الحرارة العظمى (Tmax) والنمو الشعاعي للعينة الخامسة من موقع محورتي (M5). تشير الرموز (*، **) إلى معنوية العلاقة عند مستويات (90%، 95%) على التوالي

يمكن أن يعزى هذا التأثير إلى أن الارتفاع في درجات الحرارة العظمى يؤدي إلى زيادة عملية التبخر-نتح عند النبات والذي ينجم عنه استفاد للماء المخزن سابقاً وبالتالي انخفاض في نشاط الكامبيوم وانخفاض في سماكة حلقات النمو (Nicault, 1999). ويتفق هذا مع دراسة خليل (2014) في بلوران وقسطل معاف ومع دراسة سلهب (2018) في عمريت. نلاحظ التأثير الواضح للعناصر المناخية في نمو أشجار الصنوبر البروتي في موقع محوري وغياب هذا التأثير في موقع الدريكية، يمكن أن يعزى هذا الاختلاف إلى خصائص الموقع وخاصة الارتفاع عن سطح البحر، حيث وجد خليل (2014) أن هذه العلاقة تتخفف كلما ازداد الارتفاع عن سطح البحر.

الاستنتاجات والتوصيات:

أظهرت نتائج الدراسة أن متوسط سماكة حلقات النمو السنوية تراوحت بين 2.24-3.36 م/سنة. كما سمحت النتائج السابقة باستنتاج أهم العوامل المؤثرة في النمو الشعاعي للصنوبر البروتي *Pinus brutia* في المواقع المدروسة. فاستناداً إلى نتائج النموذج الاحصائي Response Function فقد كان للهطل المطري تأثيراً أساسياً في نمو الصنوبر البروتي في موقع محوري خاصة خلال أشهر الشتاء وبداية الربيع في حين اقتصر تأثير درجة الحرارة على التأثير السلبي لدرجة الحرارة العظمى خلال شهري آذار ونيسان. في حين لم يسجل أي تأثير معنوي للهطل أو درجات الحرارة العظمى أو الصغرى في نمو الصنوبر البروتي بالنسبة لموقع الدريكية.

ينصح بإجراء المزيد من الدراسات المتعلقة بأبحاث علم المناخ الشجري والاستفادة من نتائج هذه الدراسة في وضع خطط التحريج الاصطناعي بالصنوبر البروتي.

المراجع:

- خليل، سومر. 2014. استجابة النمو الشعاعي للصنوبر البروتي *Pinus brutia* Ten. للمناخ في شمال اللاذقية باستخدام علم المناخ الشجري. رسالة ماجستير، كلية الزراعة، جامعة حلب.
- ثابت، علي. 2012. دراسة تأثير المناخ في النمو الشعاعي لثلاث مجموعات من الصنوبر البروتي في سوريا (منطقة الغاب) باستخدام علم المناخ الشجري. المجلة العربية للبيئات الجافة.
- سلهب، هبة. 2018. دراسة تأثير الظروف المناخية في النمو القطري للصنوبر البروتي *Pinus brutia* Ten. في محافظة طرطوس باستخدام تقنيات علم المناخ الشجري. رسالة دكتوراه، كلية الزراعة، جامعة تشرين.
- نحال، ابراهيم. (1982). الصنوبر البروتي *Pinus brutia* وغاباته في سورية وبلدان شرقي المتوسط. سورية، منشورات جامعة حلب.
- ونوس، فداء. 2014. مساهمة في دراسة تحليلية لبعض خصائص النمو والإنتاجية عند السرو دائم الاخضرار *Cupressus sempervirens* L. في منطقة مصيف باستخدام علم المناخ الشجري. رسالة ماجستير، كلية الزراعة، جامعة حلب.

Battipaglia, G., F. Marzaioli; C. Lubritto; S. Altieri; S. Strumia; P. Cherubini; and M.F. Cotrufo (2010). Traffic pollution affects tree-ring width and isotopic composition of *Pinus pinea*. *Sci. Total Environ.* 408: 586–593.

Becker, M., (1989). 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: 1110-1117.

- Cartier, J., R. Parent; and J.M. Picard (1979). Inférence statistique. In: Méthodes quantitatives, Montreal, Pp 183.
- Chalabi, M.N., and F. Serre-Bachet (1981). Analyse dendroclimatologique de deux stations syriennes de *Quercus cerris* ssp *pseudocerris*, *Ecologia Mediteranea*, 7: 3–21. (Cited in Touchan *et al.*, 2014).
- Coulthard, B., R. Touchan; K. Anchukaitis; D. Meko; and F. Sivrikaya (2017). Tree growth and vegetation activity at the ecosystem-scale in the eastern Mediterranean. *Environmental Research Letters*. 12 (2017) 084008.
- Cook, E.R., A.H. Johnson; and T.J. Blasing (1987). Forest decline: modeling the effect of climate in tree rings. *Tree physiology*, 3: 27-40.
- Fritts, H.C., (1971). Dendroclimatology and Dendroecology. *Quaternary Res.* 1(4): 419-449.
- Fritts, H.C., (1976). Tree rings and climate. Academic Press, London.
- Guiot, J., (1990). Methods of verification, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht. In: Methods of Dendrochronology. Application in the Envir. Sciences, 163-217.
- Hughes, M.K., P.I. Kuniholm, G.M. Garfin, C. Latini; and J. Eischeid (2001). Aegean treering signature years explained. *Tree-Ring Research*. 57(1): 67–73.
- 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, Switzerland, Pp 151.
- Karl, T.R., J.M. Melillo; and T.C. Peterson (2009). Global Climate Change Impacts in the United States. Cambridge University Press, New York, New York.
- Köse, N., Ü. Akkemik; H.N. Dalfes; and M.S. Özeren (2011). Tree-ring reconstructions of May–June precipitation of western Anatolia. *Quaternary Res.* 75(3): 438–450.
- Nicault, A., (1999). Analyse de l'influence du climat sur les variations inter et intra annuelles de la croissance radiale du pin d'Alep (*Pinus halepensis* Miller) en Provence calcaire. These de Doctorat, Universite d'Aix-Marseille III, Discipline Ecologie, Marseille, Pp 256.
- Rahme, A., (1972). Contribution a l etude des proprietes physiques, mecaniques, micro densitometriques et papetieres du bois de *Pinus brutia* Ten. de quatre stations du -N-W. de la Syrie. These Doctorat, Nancy.
- Serre-Bachet, F., (1982). Analyse dendroclimatologique compare de quatre especes de pins et du chene pubescent dans la region de la Gardiole pres Rians (Var, France). *Ecologia Mediterrana*. 8(3): 167-183.
- Tessier, L., (1984). Dendroclimatologie et Ecologie de *Pinus sylvestris* L. et *Quercus pubescens* Willd. Dans le sud-est de la France These de Doctorat d'Etat mention Sciences, Universite de Droit, d'Economie et des Sciences d'Aix-Marseille, Marseille, Pp 231.
- Tessier, L., (1986). 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(4): 339-355.

Touchan, R., Ü. Akkemik; M.K. Huges; and N. Erkan (2007). May–June precipitation reconstruction of southwestern Anatolia, Turkey during the last 900 years from tree rings. *Quaternary Research*. 68(2): 196–202.

Touchan R., K. Anchukaitis; V. Shishov; F. Sivrikaya; J. Attieh; M. Ketmen; J. Stephan; I. Mitsopoulos; A. Christou; and D. Meko (2014). Spatial patterns of eastern Mediterranean climate influence on tree growth. *The Holocene*. 24(4): 381 –392.

Study The Effect of Climatic Elements on The Thickness of The Annual Growth Rings of *Pinus brutia* Ten. In Baniyas Region (Syria) Using Dendroclimatology Techniques

Ali Thabeet⁽¹⁾, Kamel Khalil^{(2)*} and Diana Hamad⁽²⁾

(1) Department of Renewable Natural Resources and Ecology- Faculty of Agriculture – Aleppo University.

(2) Department of Environmental prevention- Higher Institute for Environmental Researches, Tishreen University

(*Corresponding author: Dr. Kamel Khalil. E-mail: d.kamelkhalil@tishreen.edu.sy)

Received: 10/09/2021

Accepted: 28/11/2021

Abstract:

The aim of this research is to estimate the relationship between the thickness of the annual growth rings of the *Pinus brutia* and the climatic elements using dendroclimatology techniques. The study was carried in two sites Al-Daraykiyah and Mehwarti (Baniyas) during 2018-2019. Five samples were selected from each site. In each sample, 10 trees were identified from which three cores were obtained from each tree. The cores were subjected to sanding operations for ease of reading, then CROSS-DATING was done to determine the exact year of formation for each ring, then the thickness of the rings was measured using Photoshop, and then the standardization process was carried out to calibrate the initial values of the annual growth rings to eliminate the effect of age and obtain the growth index. The multi-correlation relationship between growth index and climatic elements of precipitation and temperature was studied during the period between 1971-2018. The results of the study showed that the average thickness of the annual growth rings ranged between 2.24-3.36 mm/year. Some pseudo-rings were observed in both sites, while some missing rings were recorded in the Mehwarti site only. No significant effect of precipitation, maximum or minimum temperatures on the thickness of the growth rings was recorded for the Al-Daraykiyah site. As for the Mehwarti site, precipitation recorded a positive significant effect on the thickness of the growth rings during the months of November,

December, January, March, April and June. The maximum temperatures also recorded a significant negative effect on the thickness of the growth rings of one sample only during the months of March and April. Whereas, the minimum temperatures did not have any significant effect on the thickness of the growth rings in Mehwarti site.

Keywords: *Pinus brutia* Ten., Dendroclimatology, Tree rings, climatic elements, Baniyas.