

دراسة تأثير الحريق على التجدد الطبيعي للصنوبر الحلبي والتنوع الحيوي النباتي في موقع تحريج كفرديبل

ربا حمد⁽¹⁾ ومحمود علي⁽¹⁾ وعلا مرهج⁽²⁾

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

(2). الهيئة العامة للاستشعار عن بعد، فرع المنطقة الساحلية، اللاذقية، سورية.

(*) للمراسلة: م. ربا حمد، البريد الإلكتروني: rubaihamad08@gmail.com

تاريخ القبول: 2022/10/22

تاريخ الاستلام: 2022/06/19

الملخص

تمت دراسة التجدد الطبيعي للصنوبر الحلبي *Pinus halepensis* Mill. والتنوع الحيوي النباتي المرافق له ضمن موقع تحريج كفرديبل في منطقة جبلة (اللاذقية) بعد الحريق الشديد الذي حدث في التاسع من شهر تشرين الأول من عام 2020، والذي تسبب بتدمير كامل المساحة التي يشغلها الصنوبر الحلبي في الموقع. تم استخدام طريقة الخط المعترض لدراسة الأهمية النسبية لأنواع النباتات التي ظهرت بعد الحريق، واستخدمت معاملات الغنى النوعي، ودلائل الوفرة لدراسة التنوع الحيوي النباتي في الموقع. أظهرت نتائج الدراسة أن أهم الأنواع من حيث الأهمية النسبية في الموقع المدروس كان نبات القندول (الجربان) *Calycotome villosa* (Vahl.) Link يليه الصنوبر الحلبي *Pinus halepensis* Mill. يليه النوع النباتي *Serratula cerinthifolia* Boiss. (Sm.)، ومن ناحية أخرى، أظهرت النتائج تأثيراً واضحاً للحريق في زيادة عدد الأنواع النباتية التدهورية، والأنواع المتكيفة مع ظروف ما بعد الحريق وبشكل خاص الأنواع التي تتكاثر عن طريق البذور، إلى جانب بدء عودة الأنواع النباتية التي تتكاثر بالإخلاف لاحتلال الوسط من جديد، وقد سجل معامل شانون القيمة ($H=3.29$) أما بالنسبة لمعامل سيمبسون فقد أعطى القيمة ($D=0.94$)، وهي قيم مرتفعة تدل على وجود تنوع حيوي نباتي كبير في الموقع بعد الحريق. كما تبين أن العدد الأقل من الأنواع النباتية - لاسيما العدد الأقل من بادرات الصنوبر الحلبي - قد سجل في الأماكن التي بلغ فيها ميل المنحدر أعلى قيمة له وهي (48%).

الكلمات المفتاحية: التنوع الحيوي النباتي، الحرائق، التجدد الطبيعي، سيروتيني، الصنوبر الحلبي، كفرديبل.

المقدمة:

حرائق الغابات ظاهرة شائعة في جميع أنحاء العالم، حيث تعتبر الحرارة والأوكسجين والوقود هي العوامل الثلاثة الأساسية المسؤولة عن حدوثها، بالإضافة لوجود عوامل أخرى ثانوية قد تزيد أو تحد من انتشار الحرائق تتمثل بالعوامل الطبوغرافية وطبيعة النبات الحرجي والعوامل المناخية (Roy, 2003; Pérez-Sánchez et al., 2019).

يعتمد تجدد النباتات بعد الحريق على الأنواع الموجودة قبل حدوث الحريق وسماتها التكيفية، فمعظم الأنواع النباتية - لاسيما الأنواع الموجودة في منطقة حوض البحر المتوسط - قد تميزت بقدرتها على التجدد بعد الحريق خلال فترة زمنية قصيرة (5-20) عاماً (González-De Vega et al., 2016; Ibáñez et al., 2019)، وذلك إما عن طريق الإخلاف، أو عن طريق البذور (Tapias et al., 2001; Clarke et al., 2013).

تتكيف الأنواع الصنوبرية التي تنتشر في منطقة حوض البحر المتوسط مع أنظمة الحرائق التي تتميز بشدة منخفضة إلى متوسطة، وتكرار لفترة تزيد عن (25) عاماً (Viana-Soto et al., 2017)، وتبلغ المساحة التي تغطيها هذه الأنواع في سورية حوالي (145 ألف) هكتار (Shater et al., 2011) من أصل المساحة الكلية المغطاة بالحراج الطبيعية والاصطناعية البالغة حوالي (501593) هكتاراً (نحال، 2012). وعلى الرغم من أن الحراج السورية تتميز بالتنوع الحيوي على أكثر من صعيد (النوعي، البيئي، الجغرافي، الاجتماعي، والاقتصادي) (نادر وإبراهيم، 2014)، حيث يبلغ عدد الأنواع النباتية البرية التي تعيش في غابات سورية ما يقارب (800) نوع، وهذا يعادل ربع الأنواع النباتية المكونة للغلورا السورية التي تتجاوز (3077) نوعاً نباتياً (نحال، 2012)، إلا أن الجزء الكبير من هذه الحراج متدهور، ويتأثر بشكل كبير بالحرائق (FAO, 2020)، فقد ازدادت مساحة الغابات المحروقة زيادة تراكمية في منطقة الساحل السوري بشكل ملحوظ من (500) هكتار في عام 2010 إلى (12177.0) هكتاراً في عام 2015 حتى بلغت (26161.0) هكتاراً في عام 2020 (Mohamed, 2021).

في الواقع يتم تسجيل معظم النظم البيئية المعرضة للحرائق في قائمة النقاط الساخنة للتنوع الحيوي العالمي (Myers et al., 2000)، فعندما يكون للمنطقة تاريخ طويل من الحرائق المتكررة فإنها يمكن أن تحتوي بشكل استثنائي على مستويات عالية من الغنى النوعي (Rundel et al., 2016)، وكلما ازداد التنوع الحيوي ضمن النظام البيئي كلما ازدادت مرونته وقدرته على مقاومة أي اضطراب لاحق (Marcot, 2007).

يغطي الصنوبر الحلبي (*Pinus halepensis* Mill.) مساحة تقدر بحوالي (2.5 مليون) هكتار في المناطق المنخفضة الارتفاع في الجزء الغربي من منطقة حوض البحر المتوسط (Quezel, 2000)، حيث يتكاثر هذا النوع عن طريق البذور المحمية ضمن المخاريط السيروتينية (Keeley et al., 2012)، والتي تثبت أثناء الموسم الأول لهطول الأمطار بعد حدوث الحرائق أي خلال الفترة ما بين (تشرين أول - كانون ثاني) (Daskalakou and Thanos, 2004; Pasho et al., 2012)، ويؤدي نثر البذور بشكل مفرط بعد الحرائق إلى منافسة قوية ضمن النوع (De Las Heras et al., 2012)، كما تظهر المنافسة أيضاً خاصة في المراحل الأولى بعد الحريق بين بادرات الصنوبر الحلبي، والأنواع التي تتكاثر حصراً بالبذور مثل أنواع القريضة (*Cistus* spp.) (Moya et al., 2020).

يبدأ الصنوبر الحلبي في الإزهار بعمر (4-5) سنواتٍ ليعطي إنتاجاً مبكراً من المخاريط السيروتينية، وهذا ما يقلل من مخاطر عدم النضج المرتبطة بتكرار حدوث الحرائق خلال فترات زمنية قصيرة، حيث إن تحقيق التجدد يتطلب فترة خالية من

الحرائق لا تقل عن (20-30) عاماً (Ganatsas et al., 2021)، إضافة إلى أن وضوح ظاهرة السيروتيني "Serotiny" لدى الصنوبر الحلبي الذي يعرف عنه بإنتاجه للمخاريط السيروتينية يمنحه مرونة عالية في التكيف مع حدوث الحرائق، علماً أن أهمية هذه الظاهرة تزداد في ظل تكرار حدوث الحرائق التاجية (Hernandez-Serrano et al., 2013).

تأتي أهمية هذه الدراسة من كونها تسلط الضوء على تأثير الحريق الحاصل بتاريخ 2020/10/9 على التجدد الطبيعي للصنوبر الحلبي، وعلى التنوع الحيوي النباتي في موقع تحريج كفرنديل، وهذا ما سيعكس مدى قدرة الغابة على التعافي واستعادة خدماتها كنظام بيئي حقيقي، وبالتالي يمكن اعتبار هذه الدراسة بمثابة الأساس الذي يمكن أن تبنى عليه مستقبلاً قرارات الإدارة الخاصة بالتدخل المحتمل في هذه المنطقة المحروقة.

وانطلاقاً من ذلك هدف هذا البحث إلى فهم تأثير الحريق على التجدد الطبيعي لأنواع الصنوبرية، وعلى التنوع الحيوي النباتي من خلال دراسة حالة التجدد الطبيعي للصنوبر الحلبي والتنوع الحيوي النباتي بعد الحريق الكبير الحاصل في موقع تحريج كفرنديل في منطقة جبلة (اللاذقية).

مواد البحث وطرائقه:

1- منطقة الدراسة:

الموقع المدروس هو السفح الشرقي الذي كانت تغطيه أشجار الصنوبر الحلبي ضمن موقع تحريج كفرنديل الواقع على الطريق العام الواصل بين مدينة جبلة وقرية حرف المسيترة في محافظة اللاذقية، والذي تم تشجيريه على مدى الأعوام (1973، 1974، 1975) (وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي، 2006). تعرض الموقع لحريق كبير وشديد بتاريخ 2020/10/9 قضى على كامل المساحة التي يشغلها الصنوبر الحلبي، فقد بلغت مساحة المنطقة المحروقة نحو (1.49) هكتاراً (وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي، 2020).

يرتفع الموقع حوالي (330) متراً عن سطح البحر، ويقع في الطابق البيومناخي شبه الرطب الحار والطابق النباتي المتوسطي الحراري، ويبلغ معدل الأمطار حوالي (807) مم/عام، والرياح السائدة في المنطقة هي الرياح الغربية، ويبلغ متوسط درجة الحرارة العظمى M لأحر شهر في السنة (30.9) °م، ومتوسط درجة الحرارة الصغرى m لأبرد شهر في السنة (7.3) °م، ويصل متوسط الرطوبة النسبية إلى (68%) (المديرية العامة للأرصاد الجوية، 2002).

تربة الموقع من نوع رندزينا نشأت على المارن والكلس المارني، ودرجة تفاعل التربة قاعدية، وهذه التربة طينية كلسية تحتوي على نسبة (35-65%) طين والباقي كربونات كالسيوم (علي، 2005).

2- منهجية العمل:

تم إجراء الكشوف النباتية في الموقع باستخدام طريقة الخط المعترض، والتي تتألف من قياسات أفقية مستقيمة لأجزاء النبات التي تتقاطع مع الخط المعترض (جبل أو شريط) من خلال إقامة عدة خطوط ضمن المجتمع النباتي عمودية على الخط المعترض، ومن ثم تحديد أنواع النباتات وعددها وقياس عدد من خواص النباتات التي تتقاطع مع الخط في كل مرة كتغطية النبات الذي يتقاطع مع الخط سواء لامسه الخط أو تقاطع مع مسقطه. يمكن تطبيق هذه الطريقة على النباتات المختلفة من العشبية إلى أشجار الغابات الطويلة، وهي مفيدة في مراقبة تغيرات الغطاء النباتي مع الزمن في الأنظمة الغابوية المتدهورة، كما أنها أكثر سرعة ودقة من طرق التحليل النباتي الأخرى (علي، 2004؛ Muller-Dombois & Ellenberg, 1974). تم العمل في

الموقع من خلال إقامة أربعة خطوط (حبال) عمودية على خط الأساس (الجدار الإسمنتي لمبنى الإنشاءات) تبعد عن بعضها البعض مسافات متساوية وتخترق الموقع على كامل طوله وتتجه من أعلى نقطة في السفح إلى أسفل نقطة فيه، وقد مثلت هذه الخطوط أشربة بعرض 1 م، وتم تحديد الإحداثيات، وقياس الميل عند كل خط من هذه الخطوط باستخدام جهاز قياس الميل Inclinator (الجدول 1) لمعرفة العلاقة التي تربط بين درجة ميل المنحدر وكل من تجدد الصنوبر الحلبي والتنوع الحيوي النباتي في الموقع.

الجدول (1): ميل المنحدر والإحداثيات عند كل خط من الخطوط المدروسة في الموقع.

رقم الخط	الإحداثيات		ميل المنحدر %
	N	E	
L1	35°21'47.00"	36°04'14.62"	%36
L2	35°21'49.00"	36°04'13.87"	%32
L3	35°21'50.00"	36°04'13.14"	%40
L4	35°21'51.00"	36°04'12.53"	%48

تم التحرك على طول الخط المعترض مع متر قياس قصير، وتحديد أنواع النباتات التي تتقاطع مع الخطوط الأربعة المدروسة والأنواع الموجودة على جانبي كل خط منها (نصف متر من كل جانب) وعدّها أيضاً، ثم قياس عدد من خواص هذه النباتات في كل مرة، حيث تم تسجيل عرض النبات (تغطية النبات) الذي يتقاطع مع الخط المدروس أو الموجود على جانبيه (نصف متر من كل جانب) وذلك لكل نوع من الأنواع. لحساب التكرار (التردد) تم تدوين فيما إذا كان النوع النباتي يظهر أم لا في كل خط من الخطوط الأربعة المدروسة. بعد ذلك، تم حساب قيمة الأهمية النسبية (RIV) لكل نوع من هذه الأنواع المدروسة عن طريق إجراء الحسابات التالية:

- التكرار النسبي = (تكرار النوع / تكرار جميع الأنواع) $\times 100$. علماً أن التكرار هو عبارة عن عدد الخطوط التي ظهر فيها النوع تقسيم العدد الإجمالي للخطوط. يجب أن يساوي مجموع قيم التكرار النسبي لجميع الأنواع النباتية 100.
- الكثافة النسبية = (العدد الإجمالي لأفراد النوع / العدد الإجمالي لأفراد جميع الأنواع) $\times 100$. يجب أن يساوي مجموع قيم الكثافة النسبية لجميع الأنواع النباتية 100.
- التغطية النسبية = (الطول المتقاطع مع الخط المعترض لجميع أفراد النوع / الطول المتقاطع مع الخط المعترض لجميع الأنواع) $\times 100$. يجب أن يساوي مجموع قيم التغطية النسبية لجميع الأنواع النباتية 100.
- الأهمية النسبية (RIV) = التكرار النسبي + الكثافة النسبية + التغطية النسبية. يجب أن يساوي مجموع قيم الأهمية النسبية لجميع الأنواع النباتية 300.

تم تقدير التنوع الحيوي النباتي باستخدام عدة معاملات (دلائل) حسب (Magurran, 1988)، وهي:

- الغنى النوعي: وهو عبارة عن عدد الأنواع الموجودة في عينة محددة، ويمثل مؤشراً جيداً للتنوع الحيوي، ولكن المعلومة التي يقدمها هذا المعامل غير كافية لكونه لا يأخذ بالحسبان الغزارة، أو الوفرة النسبية للأنواع.
- دلائل التباين أو الاختلاف: تعبر عن عدد الأنواع في المجتمع النباتي، وتستند أيضاً على الوفرة النسبية للأنواع (الغزارة)، وقد استخدمنا منها:

✓ دليل شانون **Shannon-Wiener's Index** الذي يأخذ بالحسبان الغنى النوعي والوفرة النسبية بنفس الوقت،

وتم حسابه وفق المعادلة التالية:

$$H = - \sum_{i=1}^s Pi * \ln(Pi)$$

حيث: H = دليل التباين شانون. S = العدد الكلي للأنواع.

Pi = نسبة أفراد النوع في المجتمع (الوفرة النسبية للأنواع) وتعطى بالعلاقة $Pi = n/N$.

n = عدد أفراد النوع الواحد. N = عدد أفراد جميع الأنواع.

تتراوح قيم Pi بين (0 - 1) ومن أجل عدد كلي من الأنواع يكون هذا المعامل مرتفعاً كلما كانت كل الأنواع في العينة موجودة بوفرة متماثلة، وهكذا يكون التنوع أكبر كلما كانت قيمة هذا المعامل مرتفعة.

✓ دليل سيمبسون **Simpson's Index** (معاملات السيادة) الذي يعطي أهمية للأنواع الأكثر سيادة، وتم حسابه

$$D = 1 - \sum_{i=1}^s (Pi)^2$$

وفق المعادلة التالية:

حيث: D = دليل التباين. Pi = نسبة أفراد النوع في المجتمع (الوفرة النسبية للأنواع). كلما ازدادت قيم هذا

المعامل باتجاه الواحد يزداد التنوع الحيوي النباتي.

النتائج والمناقشة:

1- الأهمية النسبية للأنواع التي تمت مصادفتها في الموقع:

أشارت نتائج دراسة الأهمية النسبية للأنواع التي تمت مصادفتها في الموقع إلى أن النوع الأكثر أهمية نسبية هو نبات القندول (الجربان) *Calycotome villosa* (Vahl.) Link، إذ بلغت أهميته النسبية (22.7585)، يليه الصنوبر الحلبي *Pinus halepensis* Mill. بأهمية نسبية قدرها (19.4566) ثم يأتي النوع النباتي *Serratula cerinthifolia* (Sm.) Boiss. في المرتبة الثالثة حيث بلغت أهميته النسبية (19.4349) (الجدول 2). تعزى هذه النتيجة إلى انعدام التغطية الشجرية بسبب شدة الحريق العالية، حيث تفحمت كامل أشجار الصنوبر الحلبي وتعرض الموقع لأشعة الشمس المباشرة وللضوء لساعات طويلة، فنبتات القندول (الجربان) ينتمي للعائلة البقولية *Fabaceae* التي تتميز باحتواء أغلفة بذورها غير النفوذة للماء على تراكيب متخصصة مثل الستروفيل *strophiole* تهدمت تحت تأثير درجات الحرارة العالية الناتجة عن حدوث الحريق، وهذا ما سمح للماء بالمرور عبر طبقة غلاف البذرة، والوصول إلى الأجنة، وبالتالي حدوث الإنبات بكثافة عالية بعد الحريق (Baskin and Galié et al., 2015; Baskin, 2014). أما بالنسبة للصنوبر الحلبي الذي ينتمي للعائلة *Pinaceae* فقد تأثر أيضاً بدرجات الحرارة العالية الناتجة عن حدوث الحريق، والتي عملت على كسر روابط الراتنج التي تمسك حراشف المخاريط السيروتينية المغلقة، فتفتحت هذه المخاريط تدريجياً خلال (2-3) أيام من حدوث الحريق، وبالتالي عندما تم نثر البذور كانت درجة حرارة التربة قد انخفضت، وهذا ما جنبها الاحتراق، أو فقدان الحيوية (Verkaik and Espelta, 2006; Martin-Sanz et al., 2016). كما أن النوع *Serratula cerinthifolia* ينتمي إلى العائلة النجمية أو المركبة *Asteraceae* التي تتميز بأغلفة بذورها النفوذة للماء،

وهذا يعني عدم حاجة البذور للتعرض لدرجات حرارة عالية، وإنما يكفي تحفيز عملية الإنبات كما لدى هذا النوع تحت تأثير الدخان الناتج عن حدوث الحريق (Paula et al., 2009; Moreira and Pausas, 2018).

بالإضافة إلى بدء عودة الأنواع الأصلية بالتجدد والعودة للنمو والحياة لاحتلال الوسط من جديد كنبات الديس *Rubus sanctus* Schreb. الذي بلغت أهميته النسبية القيمة (11.0362)، والبطم الفلسطيني *Pistacia palaestina* Boiss. وأهميته النسبية (4.5571)، والهليون البري *Asparagus acutifolius* L. وأهميته النسبية (3.2427)، والزرود *Phyllirea media* L. وأهميته النسبية (2.8933)، والسنديان العادي *Quercus calliprinos* Webb. وأهميته النسبية (1.9627)، ونبات الآس *Myrtus communis* L. الذي بلغت أهميته النسبية القيمة (0.8791) (الجدول 2)، حيث إن النظام الجذري لهذه الأنواع غالباً ما يبقى سليماً بعد حدوث الحريق مما يمكنها من الاستفادة المباشرة من المواد الغذائية المتراكمة في التربة بعد الحريق واستعادة كتلتها الحيوية فوق الأرض بشكل سريع (Marais et al., 2014)، وهذا ما يتوافق مع نتائج دراسة قام بها الناعم وآخرون عام (2021) بهدف تحليل واقع غابة الصنوبر البروتي والصنوبر الثمري التي تعرضت لحريق سطحي تاجي في عام 2019 في موقع البستان (مصيف)، والوقوف على درجة تطور الغطاء النباتي الأصلي الذي كان سائداً قبل حدوث الحريق، حيث بينت الكشوف النباتية التي أجريت بعد الحريق مباشرة وبعد عدة أشهر من مرور الحريق بدء عودة الغطاء النباتي لاحتلال الوسط من جديد عن طريق امتلاكه آليات ساعدته على التكيف والتجدد الطبيعي، فالأرومات المتبقية بعد الحريق أخلفت وظهرت عليها نموات حديثة وصلت لأطوال تتراوح بين (1- 1.5 م) للسنديان العادي والآس، وعند البطم الفلسطيني تراوحت أطوال الخلفات ما بين (50- 70 سم)، أما عند الزرود فقد تراوحت أطوال الخلفات بين (80 سم- 1 م).

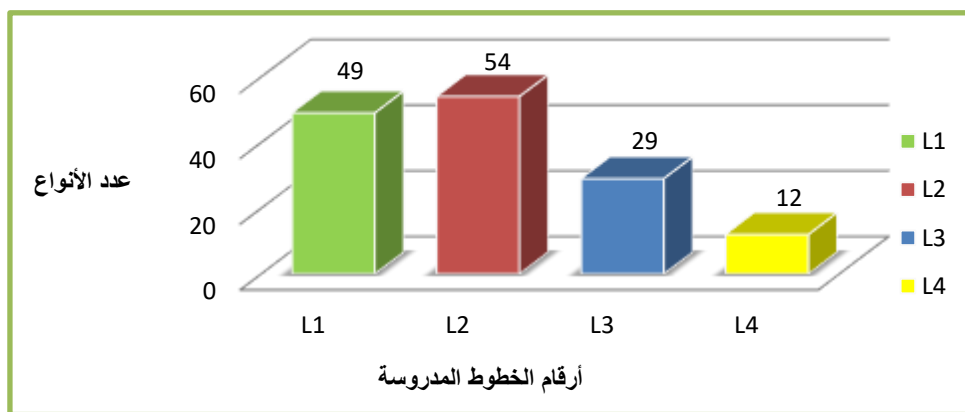
الجدول (2): الأهمية النسبية للأنواع النباتية التي تمت مصادفتها في الموقع بعد الحريق.

الأهمية النسبية	التغطية النسبية	الكثافة النسبية	التكرار النسبي	التكرار	الاسم العلمي
3.759	0.910	0.765	2.083	0.75	Ajuga tridactylites Ging. Ex Benth.
3.334	1.052	0.893	1.389	0.5	Alkanna orientalis (L.) Boiss.
2.754	0.600	0.765	1.389	0.5	Anagallis arvensis var. caerulea (L.) Gouan
9.259	5.858	1.318	2.083	0.75	Argyrolobium zanonii (Turra) P. W. Ball
3.775	1.365	1.020	1.389	0.5	Arum sp.
3.243	0.862	0.298	2.083	0.75	Asparagus acutifolius L.
4.171	2.159	1.318	0.694	0.25	Asphodelus microcarpus Salzm.
9.966	4.750	3.827	1.389	0.5	Astragalus schizopterus Boiss.
2.361	0.731	0.935	0.694	0.25	Bromus sterilis L.
22.759	5.865	14.116	2.778	1	Calycotome villosa (Vahl.) Link
3.603	0.882	0.638	2.083	0.75	Capparis spinosa L.
2.831	1.584	0.553	0.694	0.25	Centaurea iberica meryonis Trev. D.C. Boiss.
3.069	0.560	0.425	2.083	0.75	Cichorium intybus L.
4.284	1.138	1.063	2.083	0.75	Crepis reuteriana Boiss.
5.939	1.985	1.871	2.083	0.75	Cyclamen persicum Mill.
11.224	4.790	3.656	2.778	1	Echinops polyceras Boiss.
2.298	0.569	0.340	1.389	0.5	Echium glomeratum Poir.

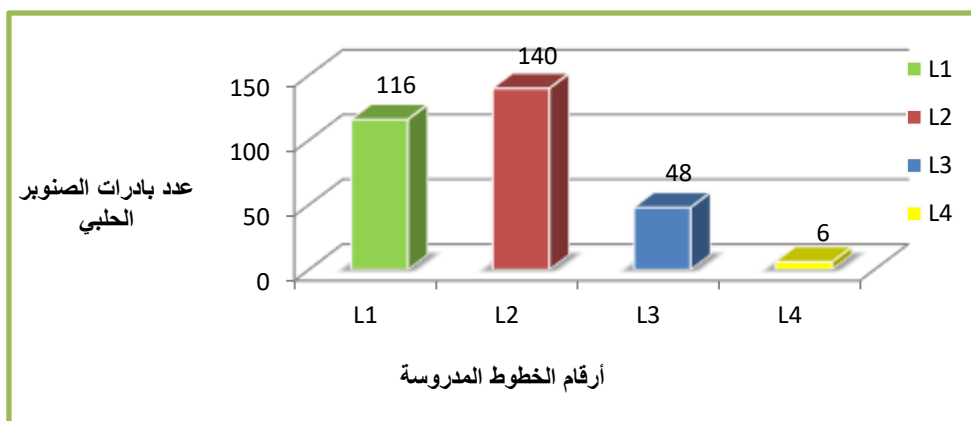
18	<i>Erigeron floribundus</i> (Kunth) Sch. Bip.	0.25	0.694	0.213	0.088	0.995
19	<i>Eryngium falcatum</i> Laroche.	0.75	2.083	0.553	0.768	3.404
20	<i>Euphorbia</i> sp.	0.5	1.389	0.893	0.378	2.660
21	<i>Fumana arabica</i> (L.) Spach.	0.5	1.389	0.213	1.303	2.904
22	<i>Galium aparine</i> L.	1	2.778	3.954	3.228	9.960
23	<i>Gladiolus segetum</i> ker Gawl.	0.75	2.083	0.765	0.603	3.452
24	<i>Grataegus monogyna</i> Jacq.	0.5	1.389	0.128	0.421	1.937
25	<i>Heliotropium hirsutissimum</i> Grauer	0.75	2.083	2.381	0.909	5.373
26	<i>Inula viscosa</i> L.	0.75	2.083	0.425	0.320	2.828
27	<i>Malva alcea</i> L.	0.75	2.083	2.934	9.076	14.093
28	<i>Medicago minima</i> Lam.	0.75	2.083	0.553	0.617	3.253
29	<i>Medicago rigidula</i> (L.) Desr.	0.5	1.389	1.105	1.782	4.276
30	<i>Micromeria juliana</i> (L.) Benth. Ex Rchb.	0.25	0.694	0.170	0.131	0.995
31	<i>Myrtus communis</i> L.	0.25	0.694	0.043	0.142	0.879
32	<i>Ononis natrix</i> L.	0.75	2.083	1.276	2.568	5.927
33	<i>Onosma frutescens</i> Lam.	0.25	0.694	0.298	0.896	1.888
34	<i>Origanum syriacum</i> L.	1	2.778	0.935	0.887	4.601
35	<i>Osyris alba</i> L.	0.25	0.694	0.510	0.375	1.580
36	<i>Papaver rhoeas</i> L.	0.25	0.694	0.043	0.057	0.794
37	<i>Phyllirea media</i> L.	0.75	2.083	0.170	0.640	2.893
38	<i>Pinus halepensis</i> Mill.	1	2.778	13.180	3.499	19.457
39	<i>Pistacia palaestina</i> Boiss.	1	2.778	0.340	1.439	4.557
40	<i>Plantago lanceolata</i> L.	1	2.778	3.827	2.901	9.506
41	<i>Poterium sanguisorba</i> L.	0.25	0.694	0.170	0.228	1.092
42	<i>Quercus calliprinos</i> Webb.	0.5	1.389	0.213	0.361	1.963
43	<i>Ranunculus arvensis</i> L.	0.5	1.389	0.085	0.048	1.522
44	<i>Rubus sanctus</i> Schreb.	1	2.778	3.699	4.560	11.036
45	<i>Rumex conglomeratus</i> Murray	1	2.778	4.804	3.524	11.106
46	<i>Salvia tomentosa</i> Mill.	0.75	2.083	0.765	0.973	3.821
47	<i>Senecio leucanthemifolius</i> Poir.	1	2.778	2.338	2.432	7.548
48	<i>Serratula cerinthifolia</i> (Sm.) Boiss.	1	2.778	9.609	7.048	19.435
49	<i>Silene aegyptiaca</i> (L.) L. f.	0.5	1.389	2.976	2.190	6.555
50	<i>Smilax aspera</i> L.	1	2.778	1.616	4.504	8.898
51	<i>Sonchus oleraceus</i> L.	0.25	0.694	0.638	0.892	2.224
52	<i>Teucrium polium</i> L.	0.75	2.083	1.913	1.513	5.510
53	<i>Trifolium arvense</i> L.	0.5	1.389	0.170	0.284	1.843
54	<i>Trifolium badium</i> Schreb.	0.25	0.694	0.043	0.048	0.785
55	<i>Trifolium pratense</i> L.	0.5	1.389	0.298	0.634	2.321
56	<i>Tripodion tetraphyllum</i> (L.) Fourr.	0.25	0.694	0.043	0.156	0.893
57	<i>Verbascum gaillardotii</i> Boiss.	0.25	0.694	0.085	0.256	1.035
58	<i>Veronica syriaca</i> Roem. & Schult.	0.5	1.389	1.276	0.711	3.375
59	<i>Vicia tenuifolia</i> Roth.	0.25	0.694	0.553	0.944	2.191
المجموع		36	100	100	100	300

2- مؤشرات التنوع الحيوي النباتي بعد الحريق:

بلغ عدد الأنواع النباتية التي ظهرت في الخطوط الأربعة والتي تتضمن أنواع تكرر ظهورها على الخطوط الأربعة المدروسة (59) نوعاً، حيث ظهر (49) نوعاً في الخط الأول، و(54) نوعاً في الخط الثاني بينما انخفض عدد الأنواع التي ظهرت في الخط الثالث إلى (29) نوعاً، وكان أقل عدد من الأنواع قد ظهر في الخط الرابع حيث بلغ (12) نوعاً نباتياً (الشكل 1). تشابهت هذه النتيجة أيضاً مع ما تمت ملاحظته حول توزيع بادرات الصنوبر الحلبي على الخطوط الأربعة المدروسة، حيث بلغ العدد الكلي لبادرات الصنوبر الحلبي المسجلة ضمن الموقع (310) بادرات أي ما يقارب (0.02) بادرة/م² من مساحة الموقع، وقد سجل العدد الأكبر من هذه البادرات ضمن الخط الثاني وبلغ (140) بادرة، ثم تلاه الخط الأول الذي سجل فيه (116) بادرة، في حين سجل (48) بادرة في الخط الثالث، أما العدد الأقل من بادرات الصنوبر الحلبي فقد تم تسجيله في الخط الرابع حيث بلغ (6) بادرات فقط (الشكل 2). قد يعود ذلك لتأثير العوامل الطبوغرافية، وتحديدًا ميل المنحدر، الذي يعد عاملاً مهماً للغاية في تحديد مدى نجاح عملية التجدد الطبيعي في الموقع إلى جانب طبيعة المناخ المتوسطي السائد في الموقع ذو الأمطار العاصفية والرعدية، والتي كان لها تأثير كبير في انجراف التربة في الأماكن ذات الانحدار الشديد مع ما تحمله من بذور مانعة إنباتها، فقد تم تسجيل العدد الأقل من الأنواع النباتية ومن بادرات الصنوبر الحلبي في الخط الرابع حيث بلغ ميل المنحدر أعلى قيمة له وهي (48%)، بينما ظهر التجدد بشكل أفضل في الأماكن ذات الانحدار المتوسط أو القليل، أو الأماكن المستوية، فقد كان أفضل تجدد للأنواع النباتية في الخط الثاني، حيث بلغ ميل المنحدر أقل قيمة له وهي (32%)، وهذا يتوافق مع نتائج دراسة مشابهة حصل عليها Tsitsoni (1997) في شبه جزيرة كاساندر (Kassandra Peninsula شمال اليونان) حيث تبين أن التجدد الطبيعي بعد الحريق لأشجار الصنوبر الحلبي *Pinus halepensis* في هذه المنطقة قد تأثر بشكل كبير بدرجة ميل المنحدر، حيث كان التجدد عالياً جداً في الأماكن ذات الانحدار القليل جداً والذي تراوح بين (0-15%)، وكان جيداً في الأماكن التي تراوح فيها ميل المنحدر بين (15-50%)، بينما كان التجدد الطبيعي قليلاً جداً أو غير موجود في الأماكن الشديدة الانحدار التي تراوح ميلها بين (50-80%)، ويعزى ذلك للقدرة العالية لدى الأماكن ذات الانحدار القليل أو المتوسط على الاحتفاظ بالماء مما يؤمن أفضل الظروف المناسبة لحدوث عملية الإنبات، وهذا ما يتوافق مع نتائج دراسة مشابهة أجريت لتقييم حالة التجدد الطبيعي بعد الحريق في شمال اليونان، حيث أكدت أنه كان للانحدار الشديد تأثير سلبي على عملية الإنبات (Tsitsoni et al., 2004).



الشكل (1): مؤشر الغنى النوعي في الموقع المدروس. حيث L1 الخط الأول؛ L2 الخط الثاني؛ L3 الخط الثالث؛ L4 الخط الرابع.



الشكل (2): توزع بادرات الصنوبر الحلبي على الخطوط الأربعة المدروسة في الموقع. حيث L1 الخط الأول؛ L2 الخط الثاني؛ L3 الخط الثالث؛ L4 الخط الرابع.

من ناحية أخرى، أظهرت نتائج دراسة مؤشرات التباين أو الاختلاف أن معامل شانون سجل القيمة ($H=3.29$)، وهي قيمة مرتفعة وفق مخطط التصنيف لمؤشر شانون تدل على وجود تنوع حيوي نباتي مرتفع (Fernando, 1998) نظراً لكون كل الأنواع المسجلة في الموقع المدروس موجودة بوفرة متقاربة أما معامل سيمبسون فقد أعطى القيمة ($D=0.94$)، وهي قيمة قريبة من الواحد تدل على وجود تنوع حيوي نباتي عالي في الموقع المدروس (الجدول 3). يمكن أن يفسر ذلك بتعرض طبقة الأشجار في الموقع لتأثير الشدة العالية للحريق مما أدى إلى غيابها، وسيادة نباتات الطبقة العشبية الأليفة للضوء والنباتات التدهورية والنباتات المتكيفة مع ظروف ما بعد الحريق، والتي استغادت من حرارة الحريق والمواد الكيميائية الناتجة عنه (الدخان، أو الخشب المتفحم، أو المركبات النيتروجينية) لتظهر بكثافة عالية، وخاصة تلك التي تتكاثر عن طريق البذور، وهذا ما يتوافق مع نتائج دراسة أجراها González-De Vega وآخرون (2018) بهدف تقييم تأثير شدة الحريق الحاصل في الفترة الممتدة من الأول إلى السادس من تموز عام 2012 على التجدد الطبيعي للصنوبر الحلبي وعلى التنوع الحيوي النباتي في غابات "سييرا دي لوس دونسيليس" "Sierra de los Donceles" بالقرب من منطقة هيلين Hellin في إسبانيا Spain، حيث تبين أن الشدة المعتدلة والعالية للحريق أثرت على النظام البيئي الغابوي بشكل واضح، فقد سجل مؤشر شانون قيمة مرتفعة، وازدادت وفرة الأنواع النباتية التي تتكاثر حصراً عن طريق البذور، واستعمرت الأنواع الحولية (الأعشاب بشكل رئيسي) المناطق المحترقة.

الجدول (3): مؤشرات التنوع الحيوي النباتي في الموقع بعد الحريق.

	النوع النباتي	N	pi	Ln pi	pi*ln pi	(pi) ²
1	<i>Ajuga tridactylites</i> Ging. Ex Benth.	18	0.0077	-4.87265	-0.0373	0.0000585
2	<i>Alkanna orientalis</i> (L.) Boiss.	21	0.0089	-4.7185	-0.0421	0.0000797
3	<i>Anagallis arvensis</i> var. <i>caerulea</i> (L.) Gouan	18	0.0077	-4.87265	-0.0373	0.0000585
4	<i>Argyrolobium zanonii</i> (Turra) P. W. Ball	31	0.0132	-4.32903	-0.0571	0.0001737
5	<i>Arum</i> sp.	24	0.0102	-4.58497	-0.0468	0.0001041
6	<i>Asparagus acutifolius</i> L.	7	0.0030	-5.81711	-0.0173	0.0000088
7	<i>Asphodelus microcarpus</i>	31	0.0132	-4.32903	-0.0571	0.0001737

	Salzm.					
8	<i>Astragalus schizopterus</i> Boiss.	90	0.0383	-3.26321	-0.1249	0.0014642
9	<i>Bromus sterilis</i> L.	22	0.0094	-4.67198	-0.0437	0.0000874
10	<i>Calycotome villosa</i> (Vahl.) Link	332	0.1412	-1.95789	-0.2764	0.0199251
11	<i>Capparis spinosa</i> L.	15	0.0064	-5.05497	-0.0322	0.0000406
12	<i>Centaurea iberica meryonis</i> Trev. D.C. Boiss.	13	0.0055	-5.19807	-0.0287	0.0000305
13	<i>Cichorium intybus</i> L.	10	0.0043	-5.46044	-0.0232	0.0000180
14	<i>Crepis reuteriana</i> Boiss.	25	0.0106	-4.54415	-0.0483	0.0001129
15	<i>Cyclamen persicum</i> Mill.	44	0.0187	-3.97883	-0.0744	0.0003499
16	<i>Echium glomeratum</i> Poir.	8	0.0034	-5.68358	-0.0193	0.0000115
17	<i>Echinops polyceras</i> Boiss.	86	0.0366	-3.30867	-0.121	0.0013369
18	<i>Erigeron floribundus</i> (Kunth) Sch. Bip.	5	0.0021	-6.15358	-0.0131	0.0000045
19	<i>Eryngium falcatum</i> Laroche.	13	0.0055	-5.19807	-0.0287	0.0000305
20	<i>Euphorbia</i> sp.	21	0.0089	-4.7185	-0.0421	0.0000797
21	<i>Fumana arabica</i> (L.) Spach.	5	0.0021	-6.15358	-0.0131	0.0000045
22	<i>Galium aparine</i> L.	93	0.0395	-3.23042	-0.1277	0.0015634
23	<i>Gladiolus segetum</i> ker Gawl.	18	0.0077	-4.87265	-0.0373	0.0000585
24	<i>Grataegus monogyna</i> Jacq.	3	0.0013	-6.66441	-0.0085	0.0000016
25	<i>Heliotropium hirsutissimum</i> Grauer	56	0.0238	-3.73767	-0.089	0.0005668
26	<i>Inula viscosa</i> L.	10	0.0043	-5.46044	-0.0232	0.0000180
27	<i>Malva alcea</i> L.	69	0.0293	-3.52891	-0.1035	0.0008606
28	<i>Medicago rigidula</i> (L.) Desr.	26	0.0111	-4.50492	-0.0498	0.0001222
29	<i>Medicago minima</i> Lam.	13	0.0055	-5.19807	-0.0287	0.0000305
30	<i>Micromeria juliana</i> (L.) Benth. Ex Rechb.	4	0.0017	-6.37673	-0.0108	0.0000028
31	<i>Myrtus communis</i> L.	1	0.0004	-7.76302	-0.0033	0.0000001
32	<i>Ononis natrix</i> L.	30	0.0128	-4.36182	-0.0556	0.0001626
33	<i>Onosma frutescens</i> Lam.	7	0.0030	-5.81711	-0.0173	0.0000088
34	<i>Origanum syriacum</i> L.	22	0.0094	-4.67198	-0.0437	0.0000874
35	<i>Osyris alba</i> L.	12	0.0051	-5.27811	-0.0269	0.0000260
36	<i>Papaver rhoeas</i> L.	1	0.0004	-7.76302	-0.0033	0.0000001
37	<i>Phyllirea media</i> L.	4	0.0017	-6.37673	-0.0108	0.0000028
38	<i>Pinus halepensis</i> Mill.	310	0.1318	-2.02645	-0.2671	0.0173719
39	<i>Pistacia palaestina</i> Boiss.	8	0.0034	-5.68358	-0.0193	0.0000115
40	<i>Plantago lanceolata</i> L.	90	0.0383	-3.26321	-0.1249	0.0014642
41	<i>Poterium sanguisorba</i> L.	4	0.0017	-6.37673	-0.0108	0.0000028
42	<i>Quercus calliprinos</i> Webb.	5	0.0021	-6.15358	-0.0131	0.0000045

43	<i>Ranunculus arvensis</i> L.	2	0.0009	-7.06987	-0.006	0.0000007
44	<i>Rubus sanctus</i> Schreb.	87	0.0370	-3.29711	-0.122	0.0013682
45	<i>Rumex conglomeratus</i> Murray	113	0.0480	-3.03563	-0.1458	0.0023082
46	<i>Salvia tomentosa</i> Mill.	18	0.0077	-4.87265	-0.0373	0.0000585
47	<i>Senecio leucanthemifolius</i> poir.	55	0.0234	-3.75569	-0.0878	0.0005468
48	<i>Serratula cerinthifolia</i> (Sm.) Boiss.	226	0.0961	-2.34249	-0.2251	0.0092329
49	<i>Silene aegyptiaca</i> (L.) L. f.	70	0.0298	-3.51453	-0.1046	0.0008857
50	<i>Smilax aspera</i> L.	38	0.0162	-4.12544	-0.0667	0.0002610
51	<i>Sonchus oleraceus</i> L.	15	0.0064	-5.05497	-0.0322	0.0000406
52	<i>Teucrium polium</i> L.	45	0.0191	-3.95636	-0.0757	0.0003660
53	<i>Tripodion tetraphyllum</i> (L.) Fourr.	1	0.0004	-7.76302	-0.0033	0.0000001
54	<i>Trifolium arvense</i> L.	4	0.0017	-6.37673	-0.0108	0.0000028
55	<i>Trifolium badium</i> Schreb.	1	0.0004	-7.76302	-0.0033	0.0000001
56	<i>Trifolium pratense</i> L.	7	0.0030	-5.81711	-0.0173	0.0000088
57	<i>Verbascum gaillardotii</i> Boiss.	2	0.0009	-7.06987	-0.006	0.0000007
58	<i>Veronica syriaca</i> Roem. & Schult.	30	0.0128	-4.36182	-0.0556	0.0001626
59	<i>Vicia tenuifolia</i> Roth.	13	0.0055	-5.19807	-0.0287	0.0000305
	المجموع	2352	1	- 293.3534	-3.2873	0.0617978

الاستنتاجات:

- تم من خلال هذه الدراسة تقييم تأثير الحريق على التجدد الطبيعي للصنوبر الحلبي *Pinus halepensis*، وعلى التنوع الحيوي النباتي في موقع تحريج كفرديبل في منطقة جبلة (اللاذقية)، وقد خلاص البحث إلى النقاط الأساسية التالية:
1. على الرغم من أن الصنوبر الحلبي *Pinus halepensis* يمتلك خاصية التجدد الطبيعي بشكل جيد نظراً لخاصية ظاهرة السيروتيني serotiny التي يمتلكها، حيث إنه شغل المرتبة الثانية بعد نبات القندول (الجربان) *Calycotome villosa* من حيث الأهمية النسبية في الموقع المدرس، إلا أن التجدد الطبيعي للصنوبر الحلبي في هذا الموقع كان ضعيفاً نوعاً ما وفقاً لمعيار عدد البادرات الموجودة في وحدة المساحة بعد الحريق.
 2. ظهرت العديد من الأنواع النباتية التي تميزت بقدرتها على الإخلاف ولعبت دوراً مفيداً في حماية التنوع الحيوي النباتي بعد حدوث الحريق ومن أهمها نبات الدير *Rubus sanctus*، البطم الفلسطيني *Pistacia palaestina*، الهليون البري *Asparagus acutifolius*، الزرود *Phyllirea media*، السنديان العادي *Quercus calliprinos* ونبات الأس *Myrtus communis*.
 3. أظهرت نتائج دراسة مؤشرات التنوع الحيوي النباتي في الموقع وجود تنوع حيوي نباتي عالٍ بعد حدوث الحريق، حيث إن أغلب الأنواع النباتية تميزت بقدرتها على التكيف مع ظروف ما بعد الحريق، وخاصة تلك التي تتكاثر عن طريق البذور.
 4. تبين أن العدد الأقل من الأنواع النباتية - لاسيما العدد الأقل من بادرات الصنوبر الحلبي - قد سجل في الأماكن التي بلغ فيها ميل المنحدر أعلى قيمة له وهي (48%).

التوصيات:

ضرورة فرض الحماية من قبل إدارة حماية الغابة على بادرات الصنوبر الحلبي لمساعدتها على الاستمرار بالنمو بهدف ضمان وصولها بشكل سريع وآمن إلى مرحلة النضج والتكاثر وذلك بتثبيد عمليات المراقبة ضمن الغابة لمنع تكرار حدوث أي حريق خلال فترة زمنية قصيرة، وضرورة الحفاظ على التنوع الحيوي النباتي الذي يعتبر بدوره ضرورياً لحماية سطح التربة من التعرض للانجراف وفقد المخزون البذري بتأثير الأمطار الشتوية الغزيرة، مع التأكيد على أهمية حماية الأنواع النباتية التي تشكل مرعى جيد للنحل كالطيون *Inula viscosa*، والأس *Myrtus communis*، والبطم الفلسطيني *Pistacia palaestina*، والنفل *Trifolium sp.* والكحاء *Alkanna orientalis* وذلك بمنع عمليات الرعي التي تمت ملاحظتها في الموقع لما لها من تأثير سلبي على نجاح تجدد بادرات الصنوبر الحلبي وعلى التنوع الحيوي النباتي والتقليل من ضغط السكان المحليين على الغابة عن طريق توعيتهم بأهميتها كنظام بيئي حقيقي يقدم لهم الكثير من الفوائد.

المراجع:

- علي، محمود (2004). دراسة الغطاء النباتي في محمية الأرز والشوح. مشروع تخرج دبلوم دراسات عليا. قسم الحراج والبيئة، كلية الزراعة، جامعة تشرين، سورية. 49 صفحة.
- علي، محمود (2005). علم التربة الحراجية. منشورات قسم الحراج والبيئة، كلية الزراعة، جامعة تشرين، سورية. 336 صفحة.
- المديرية العامة للأرصاد الجوية (2002). المرجع المناخي للجمهورية العربية السورية، المديرية العامة للأرصاد الجوية، دمشق، سورية.
- نادر، سهيل ووفيق إبراهيم (2014). بيئة الجماعات النباتية (الجزء العملي). منشورات كلية الزراعة، جامعة دمشق، سورية.
- الناعم، عبدالقادر وغصون سمان وبديع ملخ (2021). دراسة تحليلية لواقع غابة الصنوبر البروتي والصنوبر الثمري المحروقة حديثاً في موقع البستان (مصياف). مجلة جامعة البعث. 43(21): 71-98.
- نحال، إبراهيم (2012). موسوعة الثروة الحراجية في سورية (ماضيها- حاضرها- آفاق مستقبلها). منظمة الأغذية والزراعة للأمم المتحدة FAO. 480 صفحة.
- وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي (2006). مديرية الحراج، وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي، دمشق، سورية.
- وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي (2020). مديرية الحراج في اللاذقية، وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي، دمشق، سورية.
- Baskin, C.C.; and J.M. Baskin (2014). Seeds: ecology, biogeography, and evolution of dormancy and germination. London: Academic Press.
- Clarke, P.J.; M.J. Lawes; J.J. Midgley; B.B. Lamont; F. Ojeda; G.E. Burrows; and K.J.E. Knox (2013). Resprouting as a key functional trait: How buds, protection and resources drive persistence after fire. *New Phytol.* 197: 19–35.
- Daskalakou, E.N.; and C.A. Thanos (2004). Postfire regeneration of Aleppo pine– the temporal pattern of seedling recruitment. *Plant Ecol.* 171: 81–89.
- De Las Heras, J.; D. Moya; J.A. Vega; E. Daskalakou; R. Vallejo; N. Grigoriadis; T. Tsitoni; J. Baeza; A. Valdecantos; C. Fernández; J. Espelta; and P. Fernandes (2012). Post-fire management of serotinous pine forests. In: Moreira, F.; M. Arianotsou; P. Corona; and J. De Las Heras (eds) *Post-Fire management and restoration of southern European forests.* *Manag. Forest Ecosyst.* 24: 121–170.

- FAO (2020). Forest Conditions in Syria and Lebanon. Available online: <http://www.fao.org/3/x5343e/x5343e06.htm> (accessed on 26 October 2020).
- Fernando, E.S. (1998). Forest formations and flora of the Philippines: Handout in FBS 21. UPLB, Philippines.
- Galié, M.; R. Gasparri; R.M. Perta; E. Biondi; N. Biscotti; S. Pesaresi; and S. Casavecchia (2015). Post-fire regeneration of *Calicotome villosa* (Poiret) Link. and vegetation analysis. *Plant Sociology*. 52(2): 101-120. <https://doi.org/10.7338/pls2015522/06>.
- Ganatsas, P.; M. Giannakaki; A. Gouvas; and M. Tsakalidimi (2021). Is the Reproduction Capacity of *Pinus brutia* Stands 20 Years after Wildfire Efficient to Secure Forest Restoration in the Case of a Fire Re-Occurrence?. *Forests*. 12, 991. <https://doi.org/10.3390/f12080991>.
- González-De Vega, S.; J. De Las Heras; and D. Moya (2016). Resilience of Mediterranean terrestrial ecosystems and fire severity in semiarid areas: Responses of Aleppo pine forests in the short, mid and long term. *Sci.Total Environ*. 573: 1171-1177.
- González-De Vega, S.; J. De Las Heras; and D. Moya (2018). Post-Fire Regeneration and Diversity Response to Burn Severity in *Pinus halepensis* Mill. forests. *Forests*. 9, 299.
- Hernandez-Serrano, A.; M. Verdu; S.C. Gonzalez-Martinez; and J.G. Pausas (2013). Fire structures pine Serotiny at different scales. *American Journal of Botany*. 100(12): 2349–2356. [DOI:10.3732/ajb.1300182](https://doi.org/10.3732/ajb.1300182).
- Ibáñez, I.; K. Acharya; E. Juno; C. Karounos; B.R. Lee; C. McCollum; S. Schaffer-Morrison; and J. Tourville (2019). Forest resilience under global environmental change: Do we have the information we need? A systematic review. *PLoS ONE*. Pp 14.
- Keeley, J.E.; W.J. Bond; R.A. Bradstock; J.G. Pausas; and P.W. Rundel (2012). *Fire in Mediterranean Ecosystems: Ecology, Evolution and Management*. Cambridge, UK, Cambridge University Press.
- Magurran, A.E. (1988). *Ecological Diversity and its measurements*. Croom Helm, London. Pp 179.
- Marais, K.E.; R.B. Pratt; S.M. Jacobs; A.L. Jacobsen; and K.J. Esler (2014). Postfire regeneration of resprouting mountain fynbos shrubs: Differentiating obligate resprouters and facultative seeders. *Plant Ecol*. 215: 195–208.
- Marcot, B.G. (2007). Biodiversity and the lexicon zoo. *Forest Ecology and Management*. 246: 4-13.
- Martin-Sanz, R.C.; L. Santos-Del-Blanco; E. Notivol; M.R. Chambel; R. San- Martin; and J. Climent (2016). Disentangling plasticity of serotiny, a key adaptive trait in a Mediterranean conifer. *American Journal of Botany*. 103: 1582–1591.
- Mohamed, M.A. (2021). An assessment of forest cover change and its driving forces in the Syrian Coastal Region during a period of conflict, 2010 to 2020. *Land*. 10, 191. <https://doi.org/10.3390/land10020191>.
- Moreira, B.; and J.G. Pausas (2018). Shedding light through the smoke on the germination of Mediterranean Basin flora. *South African Journal of Botany*. 115: 244-250.
- Moya, D.; J. Sagra; M.E. Lucas-Borja; P.A. Plaza-Álvarez; J. González-Romero; J. De Las Heras; and P. Ferrandis (2020). Post-Fire Recovery of Vegetation and Diversity Patterns in Semiarid *Pinus halepensis* Mill. Habitats after Salvage Logging. *Forests*. 11, 1345. [doi:10.3390/f11121345](https://doi.org/10.3390/f11121345).
- Muller-Dombois, D.; and H. Ellenberg (1974). *Aims and methods of vegetation ecology*. Jhon Wiley & Sons, Inc., New York. 547p.

- Myers, N.; R.A. Mittermeier; C.G. Mittermeier; G.A.B. Da Fonseca; and J. Kent (2000). Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature*. 403: 853–858.
- Pasho, E.; J.J. Camarero; and S.M. Vicente-Serrano (2012). Climatic impacts and drought control of radial growth and seasonal wood formation in *Pinus halepensis* Trees. *Structure and Function*. 26: 1875–1886.
- Paula, S.; M. Arianoutsou; D. Kazanis; Ç. Tavsanoğlu; and F. Lloret (2009). Fire-related traits for plant species of the Mediterranean Basin. *Ecology*. 90: 1420–1420.
- Pérez-Sánchez, J.; P. Jimeno-Sáez; J. Senent-Aparicio; J.M. Díaz-Palmero; and J.D.D. Cabezas-Cerezo (2019). Evolution of burned area in forest fires under climate change conditions in southern Spain using ANN. *Appl.Sci.* 9, 4155.
- Quezel, P. (2000). Taxonomy and biogeography of Mediterranean pines (*Pinus halepensis* and *P. brutia*). In *Ecology, Biogeography and Management of Pinus halepensis and P. brutia Forest Ecosystems in the Mediterranean Basin*; Ne'eman, G.; L. Trabaud, Eds.; Backhuys Publishers: Leiden, The Netherlands (Pp 1–120).
- Roy, P.S. (2003). *Forest Fire and Degradation Assessment using Satellite Remote Sensing and Geographic Information System*. Indian Institute of Remote Sensing Satellite Remote Sensing and GIS Applications in Agricultural Meteorology (Pp 361-400).
- Rundel, P.W.; M.T.K. Arroyo; R.M. Cowling; J.E. Keeley; B.B. Lamont; and P. Vargas (2016). Mediterranean biomes: evolution of their vegetation, floras and climate. *Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics*. 47: 383–407.
- Shater, Z.; S. De-Miguel; B. Kraid; T. Pukkala; and M. Palahi (2011). International cooperation for modeling *Pinus brutia* forest in Syria. *Spin*. (Pp 1-33).
- Tapias, R.; L. Gil; P. Fuentes-Utrilla; and J.A. Pardos (2001). Canopy seed banks in Mediterranean pines of south-eastern Spain: a comparison between *Pinus halepensis* Mill., *P. pinaster* Ait., *P. nigra* Arn. and *P. pinea* L. *Journal of Ecology*. 89: 629–638. doi:10.1046/j.1365-2745.2001.00575.x.
- Tsitsoni, T. (1997). Conditions determining natural regeneration after wildfires in the *Pinus halepensis* (Miller, 1768) forests of Kassandra Peninsula (North Greece). *For.Ecol.Manage.* 92: 199–208.
- Tsitsoni, T.; P. Ganatsas; T. Zagas; and M. Tsakalidimi (2004). Dynamics of post-fire regeneration of *Pinus brutia* Ten. in an artificial forest ecosystem of northern Greece. *Plant Ecol.* 171: 165–174.
- Verkaik, I.; and J.M. Espelta (2006). Post-Fire regeneration thinning, cone production, serotiny and regeneration age in *Pinus halepensis*. *For.Ecol.Manag.* 231: 155–163.
- Viana-Soto, A.; I. Aguado; and S. Martínez (2017). Assessment of post-fire vegetation recovery using fire severity and geographical data in the Mediterranean Region (Spain). *Environments*. 4, Pp 90.

Studying the Effect of Fire on Natural Regeneration of *Pinus halepensis* Mill. and Plant Biodiversity in Kfardabeel Afforestation Site

Ruba I Hamad⁽¹⁾, Mahmoud Ali⁽¹⁾ and Ola Merhej⁽²⁾

(1). Forestry & Ecology Department- Agriculture Faculty- Tishreen University- Latakia- Syria.

(2). Forestry & Ecology Department- Agriculture Faculty- Tishreen University- Latakia- Syria.

(3). General Organization of Remote Sensing- Department of Coastal Region- Latakia- Syria.

(*Corresponding author: Ruba Hamad, E- Mail: rubaihamad08@gmail.com)

Received: 19/06/2022

Accepted: 22/10/2022

Abstract

The natural regeneration of *Pinus halepensis* Mill. (Aleppo pine), and its accompanying plant biodiversity were studied in Kfardabeel afforestation site in Jableh region (Lattakia) after the severe fire that occurred on the ninth of October 2020, which caused the destruction of the entire area that was covered by Aleppo pine on the site. The cross-line method was used to study the Relative Important Value (RIV) of the plant species that appeared after the fire, and the coefficients of specific richness, and abundance coefficients were used to study the plant biodiversity in the site. The results of the study showed that the most important plant in terms of RIV in the studied site was *Calycotome villosa* (Vahl.) Link followed by *Pinus halepensis* Mill. followed by *Serratula cerinthifolia* (Sm.) Boiss. On the other hand, the results showed a clear effect of fire in increasing the number of deteriorating plant species and species adapted to post-fire conditions, especially a seeder species, in addition to the beginning of the return of a resprouter species to dominate the terrain again. Shannon's Index recorded a value of (H= 3.29), as for Simpson's Index, it gave a value of (D= 0.94), which are high values that indicate the presence of a large plant biodiversity in the site after the fire. It was also found that the least number of plant species, especially the least number of seedlings of Aleppo pine, was recorded in the places where the slope reached its highest value, which was (48%).

Keywords: plant biodiversity, fires, natural regeneration, serotiny, *Pinus halepensis* Mill. (Aleppo pine), Kfardabeel.