دراسة تأثير الحريق على التنوع الحيوي النباتي والتجدد الطبيعي للصنوبر الثمري *Pinus pinea* L. في موقع تحريج كفردبيل

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 الالكتروني: rubaihamad08@gmail.com، هاتف: 0991265560).

تاريخ الاستلام : 2023/06/19 تاريخ القبول: 2023/10/24

الملخص:

تعدّ حرائق الغابات ظاهرة متكررة في غابات المنطقة المتوسطية، ولفهم كيفية تأثيرها على بنية الغابات وتركيبها لابد من دراسة الأنواع النباتية، آليات تجددها بعد الحريق ومقارنتها بالمجتمعات الموجودة قبل الحريق. في هذه الدراسة، تم استخدام طريقة الخط المعترض لحساب الأهمية النسبية للأنواع النباتية في كل من المناطق المحروقة وغير المحروقة ضمن موقع تحريج كفردبيل في منطقة جبلة (اللاذقية) ومعرفة تأثير الحريق الحاصل بتاريخ 2020/10/9 على التجدد الطبيعي للصنوبر الثمري *Pinus pinea* L.، ولحساب مؤشرات التنوع الحيوي النباتي مع الأخذ بعين الاعتبار كل من السيادة والوفرة النسبية للأنواع النباتية. أظهرت نتائج الدراسة وجود فروق معنوية بين الشاهد والمجموعات المحروقة، حيث انخفضت قيم الأهمية النسبية للصنوبر الثمري بعد الحريق وكان تجدده مقبولاً على كلا السفحين الجنوبي والشمالي وضعيفاً جداً على السفح الغربي، كما انخفضت قيم الأهمية النسبية للأنواع النباتية التي كانت سائدة قبل حدوث الحريق كنبات الشويك *Genista acanthoclada* DC.ونبات القندول (الجربان) *Calycotome villosa* (Vahl.) Link، بالإضافة لظهور أنواع جديدة بعد الحريق كالقريضة البيضاء *Cistus salviifolius* L. ونبات البلان الشوكي *Poterium spinosum* L. بالمقابل، ازدادت قيم كل من دليل شانون ودليل سيمبسون في المناطق المحروقة مقارنة بالشاهد نتيجة انخفاض سيادة بعض الأنواع النباتية ومن أهمها الصنوبر الثمري، في الوقت الذي ازداد فيه عدد الأنواع النباتية المتكيفة مع ظروف ما بعد الحريق، مما ساهم في زيادة التنوع الحيوي النباتي بعد الحريق– وبشكل خاص على السفح الشمالي.

الكلمات المفتاحية: التنوع الحيوي النباتي، الصنوبر الثمري، الحرائق، التجدد الطبيعي، موقع كفردبيل.

المقدمة:

تغطي الغابات المتوسطية مساحة تقدر بحوالي (25.5 مليون) هكتارٍ (FAO, 2013)، حيث معظم المجتمعات النباتية معرضة للحرائق الشديدة والمتكررة بسبب طبيعة الغطاء النباتي الشديدة الاشتعال وتأثير المناخ الذي يتميز بصيف حار وجاف، وشتاء رطب وبارد نسبياً مع تباين كبير في كمية الهطولات السنوية (Rundel *et al*., 2018)، إضافة لوجود الرياح الجافة في بعض الأحيان والتي تجعل عمليات السيطرة على الحرائق شبه مستحيلة.

تعرف حرائق الغابات بأنها النيران التي تندلع وتنتشر على مساحة من الغابة أو الماكي قدرها هكتار واحد على الأقل (FAO, 2001)، وتشير الدراسات إلى تزايد المخاطر الناجمة عن التغيرات في أنظمة الحرائق وخصائصها ليس فقط على التجمعات السكانية الكثيفة ولكن أيضاً على وظائف النظم البيئية الغابوية في المنطقة المتوسطية وبنيتها، حيث تغير من مقاومة الغطاء النباتي للحرائق (Doblas-Miranda *et al*., 2015)، وتؤثر في الخصائص الفيزيائية والكيميائية لتربة الغابات والمياه السطحية (Meixener, 2004; Amoako and Gambiza, 2019)، وتسبب موت الحيوانات البرية إلى جانب العديد من الخسائر الاقتصادية التي قد تكون مباشرة أو غير مباشرة (Tueker *et al*., 2005; Engstrom, 2010).

ظهر التأثير الكبير للحرائق واضحاً في غابات المنطقة الساحلية في سورية نتيجة لازدياد عدد الحرائق وانتشارها بشكل كبير خلال الفترة الممتدة بين كانون الأول من عام 2019 وكانون الأول من عام 2020 (Mohamed, 2021)، حيث تسببت الحرائق بالقضاء على الأنواع النباتية من مختلف الأعمار والأحجام– لاسيما الأنواع الصنوبرية *Pinus* spp. التي تعرف بحساسيتها العالية للحرائق مقارنة بعريضات الأوراق، ومن أهم هذه الأنواع الصنوبر الثمري الذي يتميز بقيمته البيئية والجمالية والاقتصادية وبقدرته على تحمل الحرائق المنخفضة الشدة (Ganatsas *et al*., 2008).

يتكاثر الصنوبر الثمري كالأنواع الصنوبرية الأخرى بالبذور بسهولة، ولكنه لا يمتلك القدرة على إنتاج كميات كبيرة من البذور إلا حين بلوغ الأشجار عمر (15– 20) عاماً (Ganatsas and Tsakaldimi, 2007)، حيث يكون لهذه البذور قدرة منخفضة على الانتشار لمسافات بعيدة، ويبقى وجودها محدوداً تحت نطاق الشجرة الأم (Barbeito *et al*., 2008)، ولكن معدلات إنباتها تبقى مرتفعة، وفي حال حدوث تباين في قدرة هذه البذور على الإنبات فإن ذلك قد يعود لأصلها الوراثي أو يعزى بشكل كبير لتأثير الظروف البيئية المحيطة (Paitaridou *et al*., 2006).

يعتبر إنتاج المخاريط لدى الصنوبر الثمري متأخراً مقارنة بالأنواع الصنوبرية المتوسطية الأخرى والتي تبدأ بإنتاج المخاريط عند أعمار مبكرة (10– 15) عاماً أو قبل ذلك (Zagas *et al*., 2004)، حيث تنضج المخاريط غير السيروتينية في شهر نيسان بعد ثلاث سنوات من التلقيح (أطول فترة نضج لأي نوع صنوبر) (Frankis, 1999)، وتتفتح عند درجات حرارة منخفضة (28) °م أو أقل (Tapias *et al*., 2001)، وبالتالي لا يتطلب تحرر البذور الناضجة من المخاريط وجود محفز بيئي كالحرارة الناتجة عن حدوث الحرائق (Rossi *et al*., 2017). كما يعرف الصنوبر الثمري بعدم قدرته على تحمل الظل، وهذا ما يمكن البادرات من البقاء على قيد الحياة خلال أول (3– 4) سنوات بعد الحريق (Yague, 1995).

تأتي أهمية هذه الدراسة من كونها تسلط الضوء على عملية التجدد الطبيعي للصنوبر الثمري والتنوع الحيوي النباتي بما في ذلك التركيب النبتي والوفرة النسبية للأنواع النباتية بعد حدوث الحريق في موقع تحريج كفردبيل في منطقة جبلة (اللاذقية)، لما لذلك من تأثير كبير على قدرة النظام البيئي الغابوي على العودة إلى حالته السابقة والقيام بوظائف مماثلة لتلك التي كانت قبل حدوث الحريق. انطلاقاً من ذلك، تمت المقارنة بين ثلاث مجموعات حرجية من الصنوبر الثمري ضمن موقع تحريج كفردبيل في منطقة جبلة (اللاذقية) والتي تعرضت للحريق الحاصل بتاريخ 2020/10/9 ومجموعة حرجية من الصنوبر الثمري ضمن الموقع لم تتعرض لأي حريق منذ حوالي (45) عاماً (الشاهد)، وذلك بهدف تقييم تأثير الحريق على التنوع الحيوي النباتي والتجدد الطبيعي للصنوبر الثمري، ومعرفة ديناميكية تجدد وتطور الأنواع النباتية لتحديد أفضل السبل التي يمكن اعتمادها لحماية التنوع الحيوي النباتي بعد الحريق.

مواد البحث وطرائقه:

منطقة الدراسة:

يقع موقع تحريج كفردبيل على الطريق العام الواصل بين مدينة جبلة وقرية حرف المسيترة في محافظة اللاذقية على ارتفاع يتراوح بين (204 و320) متراً عن سطح البحر، وقد تم تشجيره على مدى الأعوام (1973, 1974, 1975)، وبتاريخ 2020/10/9 تعرض هذا الموقع لحريق كبير وشديد (وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي, 2020). يقع الموقع في الطابق البيوميناخي شبه الرطب الحار والطابق النبتي 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 هذا 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).

منهجية العمل:

تم أخذ أربع مجموعات حرجية من الصنوبر الثمري ضمن موقع تحريج كفردبيل، حيث كان لها درجات ميل ومعارض ومساحات مختلفة، ثلاث مجموعات حرجية منها تعرضت للحريق الحاصل بتاريخ 2020/10/9 وتبلغ مساحاتها: (0.24) هكتاراً للسفح الشمالي و(0.51) هكتاراً للسفح الغربي و(0.08) هكتاراً للسفح الجنوبي، ومجموعة حرجية لم تتعرض لأي حريق منذ حوالي (45) عاماً لاستخدامها كشاهد في هذه الدراسة (السفح الشرقي) وقد بلغت مساحته (0.26) هكتاراً.

سجلت القراءات باستخدام طريقة الخط المعترض والتي تتألف من قياسات أفقية مستقيمة لأجزاء النبات التي تتقاطع مع الخط المعترض (حبل أو شريط) من خلال إقامة عدة خطوط ضمن المجتمع النباتي عمودية على الخط المعترض، ومن ثم تحديد أنواع النباتات وعددها وتسجيل 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)، حيث تمت الدراسة بمد خطين عموديين على الخط المعترض في كل سفح، وكان اتجاه هذه الخطوط من أعلى نقطة إلى أسفل نقطة في كل سفح منها. تم التحرك على طول الخط المعترض مع متر قياس قصير، وتحديد أنواع النباتات التي تتقاطع مع الخطوط المدروسة والأنواع الموجودة على جانبي كل خط منها (نصف متر من كل جانب)، وعدّها أيضاً، ثم تسجيل عدد من خواص هذه النباتات كتسجيل عرض النبات (تغطية النبات) الذي يتقاطع مع الخط المدروس أو الموجود على جانبيه (نصف متر من كل جانب) في كل مرة وذلك لكل نوع من الأنواع النباتية المسجلة، ولحساب التكرار (التردد) تم تدوين فيما إذا كان النوع النباتي يظهر أم لا في كل خط من الخطوط المدروسة. بعد ذلك، تم حساب قيمة الأهمية النسبية (RIV) لكل نوع من الأنواع النباتية عن طريق إجراء الحسابات التالية:

- التكرار النسبي= (تكرار النوع/ تكرار جميع الأنواع)× 100.
- الكثافة النسبية= (العدد الإجمالي لأفراد النوع/ العدد الإجمالي لأفراد جميع الأنواع)× 100.
- التغطية النسبية= (الطول المتقاطع مع الخط المعترض لجميع أفراد النوع/ الطول المتقاطع مع الخط المعترض لجميع الأنواع)× 100.

- الأهمية النسبية (RIV)= التكرار النسبي+ الكثافة النسبية+ التغطية النسبية.

يجب أن يساوي مجموع قيم الأهمية النسبية لجميع الأنواع النباتية 300، كما أن مجموع قيم كل من التكرار النسبي والكثافة النسبية والتغطية النسبية يجب أن يساوي 100 لكل منها.

ولتقدير التنوع الحيوي النباتي في المناطق المدروسة تم استخدام ثلاثة مؤشرات (دلائل)، وهي:

- الغنى النوعي: وهو عبارة عن عدد الأنواع النباتية الموجودة في عينة محددة، ويمثل مؤشراً جيداً للتنوع الحيوي النباتي، إلا أنه لا يأخذ بالحسبان الغزارة أو الوفرة النسبية للأنواع (Magurran, 1988).
- 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 للأنواع النباتية في نفس الوقت (Shannon, 1948)، وتم حسابه وفق المعادلة التالية:

$$H = -\sum_{i=1}^{S} Pi.\ln(Pi)$$

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

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

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

➢ دليل سيمبسون **Simpson's Index** الذي يعطي أهمية للأنواع النباتية الأكثر سيادة (Simpson, 1949)، وتم حسابه وفق المعادلة التالية:

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

حيث: D= دليل سيمبسون. Pi= نسبة أفراد النوع في المجتمع (الوفرة النسبية للأنواع) وتعطى بالعلاقة Pi= n/N.

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

التحليل الاحصائي للبيانات:

مقارنة المتوسطات

من أجل مقارنة المتوسطات بين العينات تم التأكد أولاً من تحقق عدة شروط: أن تتحقق اعتدالية توزيع بيانات المتغير التابع، أن تكون التوزيعات مستقلة، ألا يكون العدد قليلاً جداً وألا يختلف عدد أفراد العينات المدروسة بشكل كبير (Falissard, 1998)، حيث تم استخدام اختبار Paired t-Test للمقارنة بين متوسطات العينات المرتبطة والتي تحققت فيها هذه الشروط، وتم استخدام اختبارات تدعى بالاختبارات اللامعلمية كاختبار Kruskal-Wallis Test للمقارنة بين متوسطات العينات المستقلة والتي لم تتحقق فيها جميع هذه الشروط معاً (Sheskin, 2000)، حيث تم تحديد رمز للعتبة الحرجة α التي لا يكون هناك فروق معنوية بين المتوسطات عندها: (ns) =p>0.05 فرق غير معنوي، p<0.05 (*) فرق معنوي، p<0.001 (**)، p<0.01 (***)، وتم تنفيذ الاختبارات باستخدام البرنامج الاحصائي SPSS Statistics-20.

النتائج والمناقشة:

1- الأهمية النسبية للأنواع التي تمت مصادفتها في الموقع:

أظهرت نتائج دراسة الأهمية النسبية للأنواع النباتية أن الأهمية النسبية للصنوبر الثمري *Pinus pinea* L. بلغت أعلى قيمة لها على السفح الشرقي (الشاهد) وهي (39.05) (الجدول 1)، في حين أنها انخفضت في المناطق المحروقة لتبلغ القيمة (32.01) على السفح الشمالي (الجدول 2) والقيمة (31.29) على السفح الجنوبي (الجدول 3) والقيمة (27.86) على السفح الغربي (الجدول 4)، ويمكن أن يعزى ذلك لكون المخاريط لدى الصنوبر الثمري غير سيروتينية وهذا ما يجعل من تجدده الطبيعي بعد حدوث الحرائق الشديدة أمراً أكثر صعوبة مقارنة بأشجار الصنوبر المتوسطية الأخرى التي تتجدد بعد الحرائق الشديدة عن طريق البذور المحمية ضمن المخاريط السيروتينية. إضافة إلى أن نجاح تجدد الصنوبر الثمري بعد الحرائق يعتمد على مسافة انتشار البذور، حيث إن أقصى مسافة انتشار لها تتراوح بين (10- 15) متراً من حد التاج ويرتبط ذلك بمورفولوجيا البذور ووزنها فهي أثقل بذرة بين بذور جميع أنواع الصنوبر المتوسطية الأخرى ولها جناح بدائي فقط أقصر بكثير من البذرة نفسها (Tapias *et al*., 2004)، وفي هذه الدراسة تبعد أقرب مجموعة حرجية محروقة من الصنوبر الثمري عن عينة الشاهد مسافة حوالي (75) متراً، كما أن الشدة العالية للحريق لم تبق سوى على عدد قليل جداً من أشجار الصنوبر الثمري التي توزعت على حواف المجموعات الحرجية المحروقة وداخلها، وهذا ما قلل بدوره من فرص إنتاج البذور السليمة وانتشارها ضمن جميع المجموعات الحرجية المحروقة. توافق ذلك مع ما توصلت إليه دراسة سابقة قام بها Rodrigo وآخرون (2007) في كاتالونيا Catalonia (شمال شرق إسبانيا) بهدف معرفة مدى نجاح التجدد الطبيعي للصنوبر الثمري بعد الحريق، حيث تبين أن التجدد الطبيعي للصنوبر الثمري كان ضعيفاً في المناطق المتضررة من الحرائق التاجية الشديدة، فقد كانت كثافة البادرات منخفضة، ولم تبق أشجار سليمة لاعتمادها كمصادر للبذور سواء ضمن المجموعات الحرجية المحروقة أو على مسافات قريبة منها حوالي (15 متراً) أو أقل، بالإضافة إلى أن معدلات افتراس البذور من قبل الثدييات والطيور كانت مرتفعة أيضاً.

بلغت كثافة بادرات الصنوبر الثمري القيمة (0.26) بادرة/م^2 على السفح الجنوبي والقيمة (0.19) بادرة/م^2 على السفح الشمالي، وهذه القيم منخفضة إلا أنها وفقاً لبعض الدراسات السابقة تعتبر مقبولة لضمان نجاح عملية التجدد الطبيعي بشرط ألا تتناقص في السنوات التالية (Thanos *et al*., 1989; Boydak *et al*., 2006)، في الوقت الذي بلغت فيه كثافة البادرات قيمة منخفضة جداً على السفح الغربي (0.02) بادرة/م^2 تدل على أن التجدد الطبيعي للصنوبر الثمري ضعيف جداً وغير ناجح.

لوحظ وجود أنواع جديدة في المجموعات الحرجية المحروقة غير موجودة في عينة الشاهد، ومن أهمها القريضة البيضاء *Cistus salviifolius* L. التي جاءت في المرتبة الثانية بعد الصنوبر الثمري من حيث الأهمية النسبية على السفح الجنوبي وقد بلغت أهميتها النسبية القيمة (31.04)، ونبات البلان الشوكي *Poterium spinosum* L. الذي شغل المرتبة الثالثة من حيث الأهمية النسبية على السفح الجنوبي وقد بلغت أهميته النسبية القيمة (25.69) (الجدول 3). يمكن أن يعزى ذلك إلى كون هذه الأنواع من الأنواع النباتية الجفافية والأليفة للضوء، بالإضافة إلى أن أغلفة بذور القريضة تتميز باحتوائها على تراكيب متخصصة تتخرب نتيجة لتأثير درجات الحرارة العالية الناتجة عن الحريق فتسمح للماء بالمرور عبر طبقة غلاف البذرة الغير نفوذة للماء وحدوث إنبات البذور الموجودة في بنك بذور التربة (Baskin and Baskin, 2014)، وهذا ما يتوافق مع نتائج دراسة أجراها الناعم وآخرون عام (2021) في موقع البستان (مصياف) بهدف تحليل واقع غابة الصنوبر البروتي والصنوبر الثمري التي تعرضت لحريق سطحي تاجي في عام

2019، إذ بينت الكشوف النباتية التي أجريت بعد الحريق مباشرة وبعد عدة أشهر من حدوث الحريق إنبات بذور القريضة بغزارة كبيرة، فعلى الرغم من امتلاكها غلافاً قاسياً إلا أن درجات الحرارة العالية الناتجة عن الحريق عملت على إزالة هذا المانع الفيزيائي. تبين انخفاض قيمة الأهمية النسبية لنبات القندول (الجربان) *Calycotome villosa* (Vahl.) Link ونبات الشويك *Genista acanthoclada* DC. في المجموعات الحرجية المحروقة مقارنة بالشاهد، حيث كانا من الأنواع النباتية السائدة على السفح الشرقي (الشاهد) فقد جاء نبات الشويك في المرتبة الثانية من حيث الأهمية النسبية على السفح الشرقي وبلغت أهميته النسبية القيمة (37.86) يليه نبات القندول (الجربان) في المرتبة الثالثة بأهمية نسبية قدرها (35.56) (الجدول 1)، أما في المجموعات الحرجية المحروقة فقد بلغت قيمة الأهمية النسبية لنبات القندول (الجربان) (26.95) على السفح الغربي (الجدول 4) و(20.09) على السفح الشمالي (الجدول 2) و(12.60) على السفح الجنوبي (الجدول 3) ولم يظهر نبات الشويك إلا على السفح الشمالي فقط وبأهمية نسبية قليلة جداً قيمتها (3.26) (الجدول 2)، فعلى الرغم من كون هذه الأنواع النباتية أنواعاً جفافية أليفة للضوء وتمتلك آليتين للتجدد بعد الحريق عن طريق البذور والأخلاف معاً، إلا أن الشدة العالية للحريق أدت لانخفاض تغطية هذه الأنواع وخاصة في السنوات الأولى بعد حدوث الحريق، وهذا ما يتوافق مع ما توصل إليه Tavsanoglu and Gurkan (2009) في دراستهم التي هدفت إلى تقييم حالة التجدد الطبيعي بعد حرائق الغابات في منتزه مارماريس الوطني في جنوب غرب تركيا، حيث تبين أن تغطية الأنواع النباتية كانت منخفضة خلال أول عام بعد حدوث الحريق ولكنها ازدادت بعد ذلك مع تقدم مراحل التعاقب، وخاصة تلك الأنواع التي تتكاثر عن طريق البذور.

هناك أنواع نباتية كانت موجودة على السفح الشرقي (الشاهد) وفي المجموعات الحرجية المحروقة أيضاً إلا أن أهميتها النسبية تغيرت كنبات الديس *Rubus sanctus* Schreb. الذي بلغت أهميته النسبية أعلى قيمة لها على السفح الشمالي وهي (18.50) (الجدول 2)، فهو من الأنواع النباتية الأليفة للظل والمحبة للرطوبة والتي تعود إلى الحياة من جديد بعد حدوث الحرائق عن طريق الأخلاف (Tavsanoglu and Gurkan, 2009)، ونبات القفعاء *Astragalus schizopterus* Boiss. الذي جاء في المرتبة الأولى من حيث الأهمية النسبية على السفح الغربي وقد بلغت أهميته النسبية القيمة (28.43) (الجدول 4)، حيث إن أشعة الشمس توجد في جهة الغرب في أشد أوقات النهار حرارة وهي فترة ما بعد الظهر، وهذا النوع يعتبر من الأنواع النباتية الأليفة للضوء والتي تحتاج لوجود درجات حرارة لإنبات بذورها (Santana *et al.*, 2010).

الجدول (1): الأهمية النسبية للأنواع النباتية المصادفة على السفح الشرقي (الشاهد) في موقع تحريج كفردبيل (جبلة).

النوع النباتي	الفصيلة	التكرار	التكرار النسبي	الكثافة النسبية	التغطية النسبية	الأهمية النسبية
***Pinus pinea* L.**	***Pinaceae***	**1**	**8**	**4.87**	**26.18**	**39.05**
***Genista acanthoclada* DC.**	***Fabaceae***	**1**	**8**	**12.82**	**17.05**	**37.87**
***Calicotome villosa* (Vahl.) Link**	***Fabaceae***	**1**	**8**	**12.31**	**15.26**	**35.57**
***Astragalus schizopterus* Boiss.**	***Fabaceae***	**0.5**	**4**	**11.54**	**5.44**	**20.98**
***Eryngium falcatum* Laroche.**	***Apiaceae***	**0.5**	**4**	**11.54**	**4.98**	**20.51**
***Orchis anatolica* Boiss.**	***Orchidaceae***	**1**	**8**	**8.21**	**1.57**	**17.78**
***Pistacia palaestina* Boiss.**	***Anacardiaceae***	**1**	**8**	**2.31**	**5.53**	**15.84**

Micromeria juliana (L.) Benth. Ex Rchb.	*Lamiaceae*	0.5	4	7.69	1.51	13.20
Smilax aspera L.	*Smilacaceae*	1	8	2.05	3.01	13.06
Plantago lanceolata L.	*Plantaginaceae*	0.5	4	5.9	1.78	11.68
Osyris alba L.	*Santalaceae*	0.5	4	3.08	4.51	11.59
Hymenocarpus circinatus (L.) Savi.	*Fabaceae*	0.5	4	5.64	1.69	11.33
Rubus sanctus Schreb.	*Rosaceae*	0.5	4	2.82	3.3	10.12
Arum sp.	*Araceae*	0.5	4	4.36	1.6	9.96
Grataegus monogyna Jacq.	*Rosaceae*	0.5	4	1.28	4.2	9.48
Myrtus communis L.	*Myrtaceae*	0.5	4	1.03	1.44	6.46
Ophrys fusca Link.	*Orchidaceae*	0.5	4	1.28	0.14	5.42
Asparagus acutifolius L.	*Asparagaceae*	0.5	4	1.03	0.36	5.39
Spartium junceum L.	*Fabaceae*	0.5	4	0.26	0.45	4.70
المجموع		12.5	100	100	100	300

الجدول (2): الأهمية النسبية للأنواع النباتية المصادفة على السفح الشمالي في موقع تحريج كفردبيل (جبلة).

النوع النباتي	الفصيلة	التكرار	التكرار النسبي	الكثافة النسبية	التغطية النسبية	الأهمية النسبية
Pinus pinea L.	*Pinaceae*	1	3.7	20.37	7.94	32.01
Calicotome villosa (Vahl.) Link	*Fabaceae*	1	3.7	7.39	9	20.09
Rubus sanctus Schreb.	*Rosaceae*	1	3.7	3.18	11.62	18.51
Senecio leucanthemifolius poir.	*Asteraceae*	1	3.7	6.09	4.08	13.87
Micromeria juliana (L.) Benth. Ex Rchb.	*Lamiaceae*	0.5	1.85	5.37	6.22	13.44
Astragalus schizopterus Boiss.	*Fabaceae*	1	3.7	5.55	3.72	12.98
Silene aegyptiaca (L.) L. f.	*Caryophyllaceae*	1	3.7	5.51	3.69	12.90
Plantago lanceolata L.	*Plantaginaceae*	1	3.7	5.01	3.67	12.38
Cistus salviifolius L.	*Cistaceae*	0.5	1.85	3.13	6	10.99
Inula viscosa L.	*Asteraceae*	1	3.7	2.01	4.57	10.29
Echinops polyceras Boiss.	*Asteraceae*	0.5	1.85	3.36	4.09	9.30
Teucrium polium L.	*Lamiaceae*	0.5	1.85	2.91	4.43	9.20
Capparis spinosa L.	*Capparaceae*	1	3.7	2.42	2.95	9.07
Sonchus oleraceus L.	*Asteraceae*	1	3.7	3.18	1.74	8.63
Salvia tomentosa Mill.	*Lamiaceae*	1	3.7	2.51	2.29	8.51
Euphorbia sp.	*Euphorbiaceae*	1	3.7	3.04	1.3	8.05
Ononis natrix L.	*Fabaceae*	1	3.7	1.57	2.59	7.86
Veronica syriaca Roem. & Schult.	*Plantaginaceae*	0.5	1.85	4.16	1.78	7.79
Erigeron floribundus (Kunth) Sch. Bip.	*Asteraceae*	1	3.7	1.12	2.46	7.28
Anagallis arvensis Var. *caerulea* (L.) Gouan	*Primulaceae*	1	3.7	1.39	1.69	6.78
Orchis anatolica Boiss.	*Orchidaceae*	1	3.7	1.84	0.74	6.28
Centaurea iberica meryonis Trev. D.C. Boiss.	*Asteraceae*	0.5	1.85	1.75	2.66	6.26
Osyris alba L.	*Santalaceae*	0.5	1.85	2.42	1.92	6.18
Grataegus monogyna Jacq.	*Rosaceae*	1	3.7	0.36	1.2	5.26

Origanum syriacum L.	*Lamiaceae*	0.5	1.85	1.16	2.13	5.14
Smilax aspera L.	*Smilacaceae*	1	3.7	0.22	0.41	4.34
Orchis italica Poir.	*Orchidaceae*	0.5	1.85	0.9	0.79	3.53
Genista acanthoclada DC.	*Fabaceae*	0.5	1.85	0.4	1.01	3.26
Echium glomeratum Poir.	*Boraginaceae*	0.5	1.85	0.36	0.87	3.08
Asphodelus microcarpus Salzm.	*Liliaceae*	0.5	1.85	0.27	0.67	2.79
Pistacia palaestina Boiss.	*Anacardiaceae*	0.5	1.85	0.27	0.52	2.64
Onosma frutescens Lam.	*Boraginaceae*	0.5	1.85	0.18	0.48	2.51
Asparagus acutifolius L.	*Asparagaceae*	0.5	1.85	0.31	0.29	2.45
Ajuga tridactylites Ging. Ex Benth.	*Lamiaceae*	0.5	1.85	0.13	0.17	2.16
Ophrys fusca Link.	*Orchidaceae*	0.5	1.85	0.13	0.13	2.12
Phyllirea media L.	*Oleaceae*	0.5	1.85	0.04	0.16	2.06
المجموع		27	100	100	100	300

الجدول (3): الأهمية النسبية للأنواع النباتية المصادفة على السفح الجنوبي في موقع تحريج كفردبيل (جبلة).

النوع النباتي	الفصيلة	التكرار	التكرار النسبي	الكثافة النسبية	التغطية النسبية	الأهمية النسبية
Pinus pinea L.	*Pinaceae*	1	5.13	18.42	7.75	31.30
Cistus salviifolius L.	*Cistaceae*	0.5	2.56	12.49	15.99	31.04
Poterium spinosum L.	*Rosaceae*	1	5.13	9.43	11.14	25.70
Capparis spinosa L.	*Capparaceae*	0.5	2.56	4.85	10.53	17.95
Salvia tomentosa Mill.	*Lamiaceae*	1	5.13	3.86	8.49	17.48
Echinops polyceras Boiss.	*Asteraceae*	1	5.13	3.68	6.33	15.14
Micromeria juliana (L.) Benth. Ex Rchb.	*Lamiaceae*	1	5.13	4.04	3.58	12.75
Calicotome villosa (Vahl.) Link	*Fabaceae*	1	5.13	3.95	3.53	12.61
Erigeron floribundus (Kunth) Sch. Bip.	*Asteraceae*	1	5.13	2.25	4.71	12.09
Astragalus schizopterus Boiss.	*Fabaceae*	1	5.13	4.58	2.21	11.92
Rubus sanctus Schreb.	*Rosaceae*	1	5.13	4.58	1.69	11.40
Ononis natrix L.	*Fabaceae*	1	5.13	2.79	3.34	11.25
Asphodelus microcarpus Salzm.	*Liliaceae*	0.5	2.56	2.79	5.26	10.61
Sonchus oleraceus L.	*Asteraceae*	1	5.13	4.04	1.23	10.41
Senecio leucanthemifolius poir.	*Asteraceae*	1	5.13	1.35	3.28	9.76
Inula viscosa L.	*Asteraceae*	1	5.13	2.61	1.91	9.64
Teucrium polium L.	*Lamiaceae*	0.5	2.56	3.14	3.47	9.18
Grataegus monogyna Jacq.	*Rosaceae*	1	5.13	0.72	1.74	7.59
Smilax aspera L.	*Smilacaceae*	0.5	2.56	3.14	0.22	5.93
Verbascum gaillardotii Boiss.	*Scrophulariaceae*	0.5	2.56	1.35	1.88	5.79
Plantago lanceolata L.	*Plantaginaceae*	0.5	2.56	2.43	0.25	5.24
Echium glomeratum Poir.	*Boraginaceae*	0.5	2.56	1.89	0.5	4.96
Orchis anatolica Boiss.	*Orchidaceae*	0.5	2.56	1.08	0.59	4.23
Cyclamen persicum Mill.	*Primulaceae*	0.5	2.56	0.45	0.22	3.24
Quercus calliprinos Webb.	*Fagaceae*	0.5	2.56	0.09	0.16	2.82
المجموع		19.5	100	100	100	300

الجدول (4): الأهمية النسبية للأنواع النباتية المصادفة على السفح الغربي في موقع تحريج كفردبيل (جبلة).

النوع النباتي	الفصيلة	التكرار	التكرار النسبي	الكثافة النسبية	التغطية النسبية	الأهمية النسبية
***Astragalus schizopterus* Boiss.**	***Fabaceae***	1	6.45	13.17	8.81	28.43
***Pinus pinea* L.**	***Pinaceae***	1	6.45	14.63	6.77	27.86
***Calicotome villosa* (Vahl.) Link**	***Fabaceae***	1	6.45	12.85	7.66	26.95
***Echinops polyceras* Boiss.**	***Asteraceae***	1	6.45	4.07	7.73	18.25
***Inula viscosa* L.**	***Asteraceae***	1	6.45	5.53	5.66	17.64
***Teucrium polium* L.**	***Lamiaceae***	1	6.45	4.55	6.09	17.10
***Senecio leucanthemifolius* poir.**	***Asteraceae***	0.5	3.23	8.29	5.43	16.95
***Cistus salviifolius* L.**	***Cistaceae***	1	6.45	2.6	4.35	13.40
***Quercus calliprinos* Webb.**	***Fagaceae***	0.5	3.23	0.49	9.04	12.75
***Silene aegyptiaca* (L.) L. f.**	***Caryophyllaceae***	0.5	3.23	6.67	2.25	12.15
***Asphodelus microcarpus* Salzm.**	***Liliaceae***	0.5	3.23	2.6	5.59	11.42
***Cyclamen persicum* Mill.**	***Primulaceae***	0.5	3.23	3.25	4.75	11.23
***Erigeron floribundus* (Kunth) Sch. Bip.**	***Asteraceae***	0.5	3.23	3.74	2.83	9.79
***Sonchus oleraceus* L.**	***Asteraceae***	0.5	3.23	2.76	3.19	9.18
***Fumana arabica* (L.) Spach.**	***Cistaceae***	0.5	3.23	3.25	2.1	8.57
***Salvia tomentosa* Mill.**	***Lamiaceae***	0.5	3.23	1.95	3.21	8.39
***Echium glomeratum* Poir.**	***Boraginaceae***	0.5	3.23	3.09	2.01	8.32
***Smilax aspera* L.**	***Smilacaceae***	0.5	3.23	1.3	3.52	8.05
***Rubus sanctus* Schreb.**	***Rosaceae***	0.5	3.23	2.11	2.28	7.62
***Grataegus monogyna* Jacq.**	***Rosaceae***	0.5	3.23	0.98	2.08	6.28
***Cephalaria gigantea* (Ledeb.) Bobrov**	***Dipsacaceae***	0.5	3.23	0.81	2.13	6.17
***Capparis spinosa* L.**	***Capparaceae***	0.5	3.23	0.65	1.62	5.50
***Micromeria juliana* (L.) Benth. Ex Rchb.**	***Lamiaceae***	0.5	3.23	0.49	0.55	4.27
***Pistacia palaestina* Boiss.**	***Anacardiaceae***	0.5	3.23	0.16	0.34	3.72
المجموع		15.5	100	100	100	300

2- مؤشرات التنوع الحيوي النباتي بعد الحريق:

أظهرت نتائج دراسة الغنى النوعي في المجموعات الحرجية المحروقة أن العدد الأكبر من الأنواع النباتية قد تم تسجيله على السفح الشمالي (36) نوعاً، يليه السفح الجنوبي (25) نوعاً، بينما وجد العدد الأقل من الأنواع النباتية على السفح الغربي وقد بلغ (24) نوعاً. يعود ذلك للظروف البيئية والطبوغرافية الخاصة بكل مجموعة حرجية مدروسة، فالسفح الشمالي هو الأقل انحداراً (12%) كما أنه يتلقى أشعة الشمس بشكل أقل مقارنة بالسفح الجنوبي مما يجعله أكثر رطوبة وظل، أما بالنسبة للسفح الغربي فهو الأكثر انحداراً (23%) وهذا ما سبب انجراف التربة مع ما تحمله من بذور الأنواع النباتية وحدوث التكشفات الصخرية، إذ إن للانحدار الشديد تأثير سلبي على عملية التجدد الطبيعي، والأماكن ذات الانحدار القليل أو المتوسط هي التي تمتلك قدرة عالية على الاحتفاظ بالماء وتؤمن أفضل الظروف المناسبة لحدوث عملية الإنبات (Tsitsoni *et al.*, 2004). أما بالنسبة للشاهد (السفح الشرقي)، فقد بلغ عدد الأنواع النباتية المسجلة فيه (19) نوعاً فقط حيث كانت السيادة لصالح عدد قليل من الأنواع النباتية كالصنوبر الثمري والشويك والقندول (الجربان).

تمت ملاحظة ازدياد قيم كل من مؤشر شانون ومؤشر سيمبسون في المجموعات الحرجية المحروقة مقارنة بالشاهد، فعلى السفح الشرقي (الشاهد) كانت قيمة مؤشر شانون (2.6303) وقيمة مؤشر سيمبسون (0.9149) (الجدول 5)، وبعد حدوث الحريق، على

السفح الغربي بلغت قيمة مؤشر شانون (2.7662) وقيمة مؤشر سيمبسون (0.9187) (الجدول 6) وعلى السفح الجنوبي بلغت قيمة مؤشر شانون (2.8513) وقيمة مؤشر سيمبسون (0.9211) (الجدول 7) وعلى السفح الشمالي بلغت قيمة مؤشر شانون (3.0198) وقيمة مؤشر سيمبسون (0.9265) (الجدول 8). ويعزى ذلك لعدم قدرة الصنوبر الثمري على تحمل الحرائق الشديدة وهذا ما جعل من تجدده الطبيعي أمراً صعباً، فانخفضت سيادة الصنوبر الثمري في الوقت الذي ازداد فيه عدد الأنواع الأليفة للضوء والأنواع التي استفادت من ظروف ما بعد الحريق، لاسيما الأنواع التي تتكاثر عن طريق البذور. وهذا ما يتوافق مع نتائج دراسة قام بها Gonzalez-De Vega وآخرون (2018) لمعرفة حالة التجدد الطبيعي والتنوع الحيوي النباتي بعد حريق هائل حدث عام 2012 وقضى على ما يقارب (6500) هكتارٍ من مساحة الغابات في منطقة "Sierra de los Donceles" في إسبانيا، حيث تبين أن التنوع الحيوي النباتي كان أعلى في المناطق المحروقة، لاسيما تحت تأثير الشدة المعتدلة والعالية للحريق، فقد تميزت المناطق التي تعرضت لتأثير الشدة المعتدلة بإمكانيات عالية للتجدد الطبيعي وأظهرت تلك التي تعرضت لتأثير الشدة العالية للحريق انخفاضاً في سيادة بعض الأنواع النباتية وازدياداً في عدد الأنواع المستعمرة والمتكيفة مع ظروف ما بعد الحريق، وهذا ما أعطى لمؤشر شانون قيمة مرتفعة.

الجدول (5): مؤشرات التنوع الحيوي النباتي على السفح الشرقي (الشاهد) في موقع تحريج كفردبيل (جبلة).

النوع النباتي	N	pi	Ln pi	pi*ln pi	$(pi)^2$
***Arum* sp.**	17	0.0435897	-3.1329334	-0.1365638	0.0019001
***Asparagus acutifolius* L.**	4	0.0102564	-4.5798524	-0.0469728	0.0001052
***Astragalus schizopterus* Boiss.**	45	0.1153846	-2.1594842	-0.2491713	0.0133136
***Calicotome villosa* (Vahl.) Link**	48	0.1230769	-2.0949457	-0.2578395	0.0151479
***Eryngium falcatum* Laroche.**	45	0.1153846	-2.1594842	-0.2491713	0.0133136
***Genista acanthoclada* DC.**	50	0.1282051	-2.0541237	-0.2633492	0.0164366
***Grataegus monogyna* Jacq.**	5	0.0128205	-4.3567088	-0.0558552	0.0001644
***Hymenocarpus circinatus* (L.) Savi.**	22	0.0564103	-2.8751043	-0.1621854	0.0031821
***Micromeria juliana* (L.) Benth. Ex Rchb.**	30	0.0769231	-2.5649494	-0.1973038	0.0059172
***Myrtus communis* L.**	4	0.0102564	-4.5798524	-0.0469728	0.0001052
***Ophrys fusca* Link.**	5	0.0128205	-4.3567088	-0.0558552	0.0001644
***Orchis anatolica* Boiss.**	32	0.0820513	-2.5004108	-0.2051619	0.0067324
***Osyris alba* L.**	12	0.0307692	-3.4812401	-0.1071151	0.0009467
***Pinus pinea* L.**	19	0.0487179	-3.0217078	-0.1472114	0.0023734
***Pistacia palaestina* Boiss.**	9	0.0230769	-3.7689222	-0.0869751	0.0005325
***Plantago lanceolata* L.**	23	0.0589744	-2.8306525	-0.1669359	0.003478
***Rubus sanctus* Schreb.**	11	0.0282051	-3.5682515	-0.100643	0.0007955
***Smilax aspera* L.**	8	0.0205128	-3.8867052	-0.0797273	0.0004208
***Spartium junceum* L.**	1	0.0025641	-5.9661467	-0.0152978	0.0000066
المجموع	390	1	-63.9381842	-2.6303078	0.0850362

الجدول (6): مؤشرات التنوع الحيوي النباتي على السفح الغربي في موقع تحريج كفردبيل (جبلة).

النوع النباتي	N	pi	Ln pi	pi*ln pi	$(pi)^2$
***Asphodelus microcarpus* Salzm.**	16	0.0260163	-3.6490335	-0.0949342	0.0006768
***Astragalus schizopterus* Boiss.**	81	0.1317073	-2.0271731	-0.2669935	0.0173468
***Calicotome villosa* (Vahl.) Link**	79	0.1284553	-2.0521744	-0.2636126	0.0165008
***Capparis spinosa* L.**	4	0.0065041	-5.0353279	-0.0327501	0.0000423

***Cephalaria gigantea* (Ledeb.) Bobrov**	5	0.0081301	-4.8121844	-0.0391235	0.0000661
***Cistus salviifolius* L.**	16	0.0260163	-3.6490335	-0.0949342	0.0006768
***Cyclamen persicum* Mill.**	20	0.0325203	-3.4258900	-0.1114111	0.0010576
***Echinops polyceras* Boiss.**	25	0.0406504	-3.2027464	-0.1301929	0.0016525
***Echium glomeratum* Poir.**	19	0.0308943	-3.4771833	-0.1074252	0.0009545
***Erigeron floribundus* (Kunth) Sch. Bip.**	23	0.0373984	-3.2861281	-0.1228958	0.0013986
***Fumana arabica* (L.) Spach.**	20	0.0325203	-3.4258900	-0.1114111	0.0010576
***Grataegus monogyna* Jacq.**	6	0.0097561	-4.6298628	-0.0451694	0.0000952
***Inula viscosa* L.**	34	0.0552846	-2.8952617	-0.1600633	0.0030564
***Micromeria juliana* (L.) Benth. Ex Rchb.**	3	0.0048780	-5.3230100	-0.0259659	0.0000238
***Pinus pinea* L.**	90	0.1463415	-1.9218126	-0.2812409	0.0214158
***Pistacia palaestina* Boiss.**	1	0.0016260	-6.4216223	-0.0104417	0.0000026
***Quercus calliprinos* Webb.**	3	0.0048780	-5.3230100	-0.0259659	0.0000238
***Rubus sanctus* Schreb.**	13	0.0211382	-3.8566729	-0.0815232	0.0004468
***Salvia tomentosa* Mill.**	12	0.0195122	-3.9367156	-0.0768140	0.0003807
***Senecio leucanthemifolius* poir.**	51	0.0829268	-2.4897966	-0.2064709	0.0068769
***Silene aegyptiaca* (L.) L. f.**	41	0.0666667	-2.7080502	-0.1805367	0.0044444
***Smilax aspera* L.**	8	0.0130081	-4.3421807	-0.0564837	0.0001692
***Sonchus oleraceus* L.**	17	0.0276423	-3.5884089	-0.0991918	0.0007641
***Teucrium polium* L.**	28	0.0455285	-3.0894178	-0.1406564	0.0020728
المجموع	615	1	-88.5685868	-2.7662078	0.0812030

الجدول (7): مؤشرات التنوع الحيوي النباتي على السفح الجنوبي في موقع تحريج كفردبيل (جبلة).

النوع النباتي	N	pi	Ln pi	pi*ln pi	$(pi)^2$
***Asphodelus microcarpus* Salzm.**	31	0.0278527	-3.5808271	-0.0997355	0.0007758
***Astragalus schizopterus* Boiss.**	51	0.0458221	-3.0829887	-0.1412690	0.0020997
***Calicotome villosa* (Vahl.) Link**	44	0.0395328	-3.2306247	-0.1277156	0.0015628
***Capparis spinosa* L.**	54	0.0485175	-3.0258303	-0.1468058	0.0023539
***Cistus salviifolius* L.**	139	0.1248877	-2.0803404	-0.2598089	0.0155969
***Cyclamen persicum* Mill.**	5	0.0044924	-5.4053764	-0.0242829	0.0000202
***Echinops polyceras* Boiss.**	41	0.0368374	-3.3012423	-0.1216091	0.0013570
***Echium glomeratum* Poir.**	21	0.0188679	-3.9702919	-0.0749112	0.0003560
***Erigeron floribundus* (Kunth) Sch. Bip.**	25	0.0224618	-3.7959385	-0.0852637	0.0005045
***Grataegus monogyna* Jacq.**	8	0.0071878	-4.9353728	-0.0354744	0.0000517
***Inula viscosa* L.**	29	0.0260557	-3.6475185	-0.0950387	0.0006789
***Micromeria juliana* (L.) Benth. Ex Rchb.**	45	0.0404313	-3.2081519	-0.1297096	0.0016347
***Ononis natrix* L.**	31	0.0278527	-3.5808271	-0.0997355	0.0007758
***Orchis anatolica* Boiss.**	12	0.0107817	-4.5299077	-0.0488400	0.0001162
***Pinus pinea* L.**	205	0.1841869	-1.6918044	-0.3116082	0.0339248
***Plantago lanceolata* L.**	27	0.0242588	-3.7189775	-0.0902178	0.0005885
***Poterium spinosum* L.**	105	0.0943396	-2.3608540	-0.2227221	0.0089000
***Quercus calliprinos* Webb.**	1	0.0008985	-7.0148144	-0.0063026	0.0000008
***Rubus sanctus* Schreb.**	51	0.0458221	-3.0829887	-0.1412690	0.0020997
***Salvia tomentosa* Mill.**	43	0.0386343	-3.2536142	-0.1257012	0.0014926
***Senecio leucanthemifolius* poir.**	15	0.0134771	-4.3067642	-0.0580426	0.0001816

***Smilax aspera* L.**	35	0.0314465	-3.4594663	-0.1087882	0.0009889
***Sonchus oleraceus* L.**	45	0.0404313	-3.2081519	-0.1297096	0.0016347
***Teucrium polium* L.**	35	0.0314465	-3.4594663	-0.1087882	0.0009889
***Verbascum gaillardotii* Boiss.**	15	0.0134771	-4.3067642	-0.0580426	0.0001816
المجموع	1113	1	-91.2389044	-2.8513922	0.0788662

الجدول (8): مؤشرات التنوع الحيوي النباتي على السفح الشمالي في موقع تحريج كفردبيل (جبلة).

النوع النباتي	N	pi	Ln pi	pi*ln pi	$(pi)^2$
***Ajuga tridactylites* Ging. Ex Benth.**	3	0.0013429	-6.6129367	-0.0088804	0.0000018
***Anagallis arvensis* Var. *caerulea* (L.) Gouan**	31	0.0138765	-4.2775618	-0.0593574	0.0001926
***Asparagus acutifolius* L.**	7	0.0031334	-5.7656388	-0.0180660	0.0000098
***Asphodelus microcarpus* Salzm.**	6	0.0026858	-5.9197895	-0.0158992	0.0000072
***Astragalus schizopterus* Boiss.**	124	0.0555058	-2.8912674	-0.1604822	0.0030809
***Calicotome villosa* (Vahl.) Link**	165	0.0738585	-2.6056035	-0.1924461	0.0054551
***Capparis spinosa* L.**	54	0.0241719	-3.7225649	-0.0899814	0.0005843
***Centaurea iberica meryonis* Trev. D.C. Boiss.**	39	0.0174575	-4.0479873	-0.0706676	0.0003048
***Cistus salviifolius* L.**	70	0.0313339	-3.4630537	-0.1085111	0.0009818
***Echinops polyceras* Boiss.**	75	0.0335721	-3.3940609	-0.1139456	0.0011271
***Echium glomeratum* Poir.**	8	0.0035810	-5.6321074	-0.0201687	0.0000128
***Erigeron floribundus* (Kunth) Sch. Bip.**	25	0.0111907	-4.4926732	-0.0502761	0.0001252
***Euphorbia* sp.**	68	0.0304387	-3.4920413	-0.1062931	0.0009265
***Genista acanthoclada* DC.**	9	0.0040286	-5.5143244	-0.0222153	0.0000162
***Grataegus monogyna* Jacq.**	8	0.0035810	-5.6321074	-0.0201687	0.0000128
***Inula viscosa* L.**	45	0.0201432	-3.9048865	-0.0786571	0.0004058
***Micromeria juliana* (L.) Benth. Ex Rchb.**	120	0.0537153	-2.9240572	-0.1570666	0.0028853
***Ononis natrix* L.**	35	0.0156670	-4.1562009	-0.0651151	0.0002455
***Onosma frutescens* Lam.**	4	0.0017905	-6.3252546	-0.0113254	0.0000032
***Ophrys fusca* Link.**	3	0.0013429	-6.6129367	-0.0088804	0.0000018
***Orchis anatolica* Boiss.**	41	0.0183527	-3.9979769	-0.0733738	0.0003368
***Orchis italica* Poir.**	20	0.0089526	-4.7158167	-0.0422186	0.0000801
***Origanum syriacum* L.**	26	0.0116383	-4.4534524	-0.0518307	0.0001355
***Osyris alba* L.**	54	0.0241719	-3.7225649	-0.0899814	0.0005843
***Phyllirea media* L.**	1	0.0004476	-7.7115490	-0.0034519	0.0000002
***Pinus pinea* L.**	455	0.2036705	-1.5912516	-0.3240911	0.0414817
***Pistacia palaestina* Boiss.**	6	0.0026858	-5.9197895	-0.0158992	0.0000072
***Plantago lanceolata* L.**	112	0.0501343	-2.9930501	-0.1500544	0.0025134
***Rubus sanctus* Schreb.**	71	0.0317816	-3.4488691	-0.1096104	0.0010101
***Salvia tomentosa* Mill.**	56	0.0250671	-3.6861973	-0.0924024	0.0006284
***Senecio leucanthemifolius* poir.**	136	0.0608774	-2.7988941	-0.1703893	0.0037061
***Silene aegyptiaca* (L.) L. f.**	123	0.0550582	-2.8993646	-0.1596338	0.0030314
***Smilax aspera* L.**	5	0.0022381	-6.1021111	-0.0136574	0.0000050
***Sonchus oleraceus* L.**	71	0.0317816	-3.4488691	-0.1096104	0.0010101
***Teucrium polium* L.**	65	0.0290958	-3.5371617	-0.1029165	0.0008466
***Veronica syriaca* Roem. & Schult.**	93	0.0416294	-3.1789495	-0.1323376	0.0017330

0.0734903	-3.0198624	-155.5929219	1	2234	**المجموع**

أظهرت نتائج التحليل الإحصائي أنه عند مقارنة متوسط الأهمية النسبية للأنواع النباتية في عينة الشاهد مع متوسط الأهمية النسبية للأنواع النباتية بالنسبة لكل مجموعة حرجية من المجموعات الثلاث للصنوبر الثمري بعد الحريق تبين وجود فروق معنوية (فروق ذات دلالة إحصائية) ($p<0.05$) بين المتوسطين لصالح المتوسط الأكبر (الشاهد) في كل مقارنة منها، كما تبين وجود فروق ذات دلالة إحصائية معنوية بين متوسطات الأهمية النسبية للأنواع النباتية في المجموعات الحرجية الثلاث للصنوبر الثمري بعد الحريق. يعود سبب هذه الفروق للفرق بين متوسط الأهمية النسبية للأنواع على السفح الشمالي (8.33) ومتوسط الأهمية النسبية للأنواع على السفح الغربي (12.5) لصالح السفح الغربي، وللفرق بين متوسط الأهمية النسبية للأنواع على السفح الشمالي (8.33) ومتوسط الأهمية النسبية للأنواع على السفح الجنوبي (12) لصالح السفح الجنوبي، في حين لم توجد فروق معنوية بين متوسط الأهمية النسبية للأنواع على السفح الغربي (12.5) ومتوسط الأهمية النسبية للأنواع على السفح الجنوبي (12) (Wonnacott and Wonnacott, 1995; Sheskin, 2000) (الجدول 9).

الجدول (9): الفروق المعنوية بين متوسطات الأهمية النسبية للمجموعات الحرجية من الصنوبر الثمري في موقع كفردبيل بعد الحريق.

	السفح الشمالي	السفح الغربي	السفح الجنوبي
الشاهد	$t=2.828^{(0.014)*}$	$t=2.466^{(0.043)*}$	$t=3.064^{(0.015)*}$
السفح الشمالي		$Z=2.475^{(0.013)*}$	$Z=2.141^{(0.032)*}$
السفح الغربي			$Z=0.380^{(0.704)ns}$

الاستنتاجات:

تم من خلال هذه الدراسة تقييم تأثير الحريق على التجدد الطبيعي للصنوبر الثمري والتنوع الحيوي النباتي في موقع تحريج كفردبيل في منطقة جبلة (اللاذقية)، وقد خلص البحث إلى النقاط الأساسية التالية:

1. انخفضت قيم الأهمية النسبية للصنوبر الثمري في المجموعات الحرجية المحروقة مقارنة بالشاهد، ووفقاً لعدد البادرات المسجلة في وحدة المساحة فقد كان تجدده مقبولاً على كلا السفحين الجنوبي والشمالي وضعيفاً جداً على السفح الغربي.
2. انخفضت تغطية الأنواع النباتية التي كانت سائدة قبل حدوث الحريق، وهذا ما أدى لانخفاض أهميتها النسبية في المجموعات الحرجية المحروقة مقارنة بالشاهد كنبات الشويك ونبات القندول (الجربان)، في الوقت الذي ظهرت فيه أنواع نباتية جديدة بعد الحريق وشغلت أهمية نسبية مرتفعة كالقريضة البيضاء ونبات البلان الشوكي على السفح الجنوبي.
3. ازداد التنوع الحيوي النباتي بعد حدوث الحريق، حيث ازدادت قيم كل من مؤشر شانون ومؤشر سيمبسون في المجموعات الحرجية المحروقة مقارنة بالشاهد، وقد سجل أعلى تنوع حيوي نباتي بعد حدوث الحريق على السفح الشمالي.

التوصيات:

ضمن حدود هذه الدراسة يمكن أن نوصي بضرورة استمرار المراقبة وتوفير الحماية لبادرات الصنوبر الثمري في المجموعات الحرجية المحروقة من قبل إدارة حماية الغابة عن طريق منع تكرار حدوث أي حريق خلال فترة زمنية كافية لوصول البادرات إلى مرحلة النضج والقدرة على التكاثر، وبضرورة الحفاظ على التنوع الحيوي النباتي لما له من أهمية في توفير الاستقرار للنظام البيئي الغابوي وبشكل خاص في حماية التربة من الانجراف في ظل ظروف المناخ المتوسطي، وذلك بالعمل على التقليل من ضغط السكان المحليين على الغابة وإشراكهم في حمايتها من أي اضطراب أو حريق لاحق من خلال زيادة الوعي لديهم بأهمية الغابة كنظام بيئي حقيقي يقدم لهم الكثير من الخدمات ويساهم في التنمية الاقتصادية.

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.

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.

وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي (2020). مديرية الحراج في اللاذقية، وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي، دمشق، سورية.

Amoako, E.E.; and J. Gambiza (2019). Effects of anthropogenic fires on soil properties and the implications of fire frequency for the Guinea savanna ecological zone, Ghana. Scientific African, doi: https://doi.org/10.1016/j.sciaf.2019.e00201.

Barbeito, I.; M. Pardos; R. Calama; and I. Canellas (2008). Effect of stand structure on Stone pine (*Pinus pinea* L.) regeneration dynamics. Forestry, 81, 617–629.

Baskin, C.C.; and J.M. Baskin (2014). Seeds: ecology, biogeography, and evolution of dormancy and germination. London: Academic Press.

Boydak, M.; H. Dirik; and M. Calikoglu (2006). Forest Stand Dynamic, Regeneration and Fire in *Pinus brutia* Ecosystems. In Biology and Silviculture of Turkish Red Pine (*Pinus brutia* Ten.); Istanbul Universitesi Orman Fakultesi: Ankara, Turkey.

Doblas-Miranda, E.; J. Martínez-Vilalta; F. Lioret; A. Álvarez; A. Ávila; F.J. Bonet; L. Brotons; J. Castro; J. Curiel Yuste; and M. Díaz (2015). Reassessing global change research priorities in Mediterranean terrestrial ecosystems: How far have we come and where do we go fromhere? Glob.Ecol.Biog. 24, 25–43.

Engstrom, R.T. (2010). First-Order Fire Effects on Animals: Review and Recommendations. Fire Ecology, 6(1), 115-130.

Falissard, B. (1998). Comprendre et utiliser les statistiques dans les sciences de la vie. Collection Evaluation et Statistique, Masson (Ed.), Paris, 332p.

FAO (2001). International Handbook Protection on Forest Fire. www.fao.org/forestry/2722106293a5348df37bc8b14e24472df64810.pdf.

FAO (2013). State of Mediterranean forests. Rome, 177p.

Frankis, M. (1999). *Pinus pinea* Linnaeus 1753. http://www.conifers.org/pi/pin/pinea.htm.

Ganatsas, P.; and M. Tsakaldimi (2007). Effect of light conditions and salinity on germination behaviour and early growth of umbrella pine (*Pinus pinea* L.) seed. J.Hort.Sci.Biotechn. 82, 605–610.

Ganatsas, P.; M. Tsakaldimi; and C. Thanos (2008). Seed and cone diversity and seed germination of *Pinus pinea* in Strofylia Site of the Natura 2000 Network. Biodivers Conserv, 17, 2427–2439. doi:10.1007/s10531-008-9390-8.

Gonzalez-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, 299p.

Magurran, A.E. (1988). Ecological Diversity and its measurements. Croom Helm, London, 179p.

Meixener, T. (2004). Wildfire Impact on Water Ouality. Southwest Hydrology. http://swhydro.arizona.edu/archive/V3N5/feature7.pdf.

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 2021, 10, 191p.

Paitaridou, D.; P. Ganatsas; K. Sotiriou; and G. Varvarigos (2006). Research on seed quality off ournative pine species. In Hellenic Forestry Society (Ed.), Proceed-ings of the 12th national conference, Drama 2–5 October 2005 (pp. 151–158) (in Greek with English summary).

Rodrigo, A.; V. Quintana; and J. Retana (2007). Fire reduces *Pinus pinea* distribution in the northeastern Iberian Peninsula. Ecoscience 14(1), 23-30.

Rossi, S.; H. Morin; F. Gionest; and D. Laprise (2017). Inter- and intra-annual patterns of seed rain in the black spruce stands of Quebec, Canada. iForest 10, 189–195.

Rundel, P.W.; M.T.K. Arroyo; R.M. Cowling; J.E. Keeley; B.B. Lamont; J.G. Pausas; and P. Vargas (2018). Fire and plant diversification in Mediterranean-climate regions. Front.Plant Sci. 9, 851p. https://doi.org/10.3389/fpls.2018.00851.

Santana, V.M.; R.A. Bradstock; M.K.J. Ooi; A.J. Denham; and T.D. Auld (2010). Effects of soil temperature regimes after fire on seed dormancy and germination in six Australian Fabaceae species. Australian Journal of Botany 58: 539–545.

Shannon, C. (1948). A mathematical theory of communication. Bell.Syst.Tech.J. 27, 379–423.

Sheskin, D.J. (2000). Parametric and Nonparametric Statistical Procedures. Western Connecticut State University, 2nd ed. 972p.

Simpson, E.H. (1949). Measurement of diversity. Nature 163, 688p.

Tapias, R.; J. Climent; J.A. Pardos; and L. Gil (2004). Life histories of Mediterranean pines. Plant Ecology 171, 53–68. doi:10.1023/B:VEGE.0000029383.72609.f0.

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.

Tavsanoglu, Ç.; and B. Gurkan (2009). Post-fire regeneration of a *Pinus brutia* (*Pinaceae*) forest in Marmaris National Park, Turkey. International Journal of Botany 5(1), 107-111.

Thanos, C.A.; S. Marcou; D. Christodoulakis; and A. Yannitsaros (1989). Early post-fire regeneration in *Pinus brutia* ecosystems of Samos island (Greece). Acta.C.Ecologica fC.Ecol. Plant 10, 79-94.

Tsitsoni, T.; P. Ganatsas; T. Zagas; and M. Tsakaldimi (2004). Dynamics of post-fire regeneration of *Pinus brutia* Ten. in an artificial forest ecosystem of northern Greece. Plant Ecol. 171, 165–174.

Tueker, F.T.; M. Pak; and A. Ozturk (2005). The impact of forest fire damages on the total economic value of forest resources in Turkey. International Forest Fire News 33, 88-92.

Wonnacott, T.H.; and R.J. Wonnacott (1995). Statistique: Economie, Gestion, Sciences, Medecine. 4 eme edition. Economica, Paris, 919 p.

Yague, S. (1995). Ordenación de los pinares de pino piñonero (*Pinus pinea* L.) en la provincia de Ávila. Cuadernos de la Sociedad Española de Ciencias Forestales 1, 221–236.

Zagas, T.; P. Ganatsas; T. Tsitsoni; and M. Tsakaldimi (2004). Post fire regeneration of *Pinus halepensis* Mill. ecosystems in Sithonia peninsula, North Greece. Plant Ecol. 171, 91–99.

Studying the effect of fire on plant biodiversity and natural regeneration of *Pinus pinea* L. in Kfardabeel afforestation site

Ruba Hamad[*(1)], Mahmoud Ali[(1)] and Ola Merhej[(2)]

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

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

([*]Corresponding author: Ruba Sohail Hamad, E- Mail: rubaihamad08@gmail.com, mobile phone: 0991265560)

Received: 19/6/2023 Accepted: 24/10/2023

Abstract

Forest fires are a frequent phenomenon in the forests of the Mediterranean region in general and cause significant changes in the forest vegetation cover. To understand how fires affect the structure of forests, it is necessary to study the characteristics of plant communities, their mechanisms of regeneration and the way they respond to the most important indicators associated with the occurrence of fires (heat and smoke). In this study, the cross-line method was used to calculate the Relative Important Value (RIV) of the plant species in both the burned and unburned areas in Kfardabeel afforestation site in Jableh region (Lattakia), to know the effect of the fire that occurred on 9/10/2020 on natural regeneration of *Pinus pinea* L. and to calculate Indicators of plant biodiversity, taking into account both the dominance and relative abundance of plant species. The results of the study showed that there were significant differences between the control group and the burned groups, where the Relative Important Values of *Pinus pinea* were decreased after the fire and its regeneration was acceptable on both the southern and northern slopes and very low on the western slope. the Relative Important Values of the plant species that were dominant before the fire were also decreased, such as *Genista acanthoclada* DC. and *Calycotome villosa* (Vahl.) Link, in addition to the emergence of new plant species after the fire, such as *Cistus salviifolius* L. and *Poterium spinosum* L. It was also shown that the values of Shannon and Simpson's indeces were increased in the burned forest groups compared to the control group as a result of the decrease in the dominance of some plant species, the most important of which was *Pinus pinea*. At the same time, the number of plant species adapted to the conditions after the fire was increased, which contributed to an increase in plant biodiversity after the fire- especially on the northern slope.

Key words: plant biodiversity, *Pinus pinea* L. (Stone pine), fires, natural regeneration, Kfardabeel Site.