

تأثير مكونات الغطاء السطحي للغابة بالتنوع الحيوي النباتي في بعض الموائل الحراجية في محافظة اللاذقية

سومر مريم*¹ وزهير الشاطر¹ وطلال أمين¹



1. قسم الحراج والبيئة، كلية الهندسة الزراعية، جامعة اللاذقية، سورية.

(*للمراسلة: م. سومر مريم . البريد الإلكتروني: mariamsomar80@yahoo.com).

تاريخ الاستلام: 2025 /09 /30 تاريخ القبول: 2026 /01 /4

الملخص

هدف هذا البحث إلى استكشاف العلاقة بين مكونات الغطاء السطحي للغابة والتنوع الحيوي النباتي بشكله التركيبي والوظيفي في محافظة اللاذقية، سوريا. تم إجراء الدراسة خلال العامين 2022 و2023، في 67 عينة مربعة الشكل مساحة كل منها 2,400م²، متوزعة على غابات المحافظة ومتنوعة في ظروفها الطبوغرافية والأرضية، ضمن أشكال مختلفة من الموائل الحراجية. حُددت نسبة مكونات الغطاء السطحي (التكشف الصخري، الحجارة، التربة العارية، الفرشة العضوية، الخشب الميت) في كل عينة بالعين المجردة، وأُجريت الكشوف النباتية باستخدام طريقة براون - بلانكيه. حسبت مؤشرات التنوع التركيبي، وُدس التنوع الوظيفي من خلال سمتين وظيفيتين هما شكل الحياة ونمط التشنت. تم قياس الارتباط بين مؤشرات التنوع الحيوي ومكونات الغطاء السطحي باستخدام معامل Spearman، ومقارنة المتوسطات باستخدام اختبار Mann-Whitney عند مستوى معنوية 0.05. أظهرت النتائج وجود اختلافات معنوية في متوسطات نسب مكونات الغطاء السطحي للغابة حسب نمط الموئل. سجّلت علاقة ارتباط معنوية بين مكونات الغطاء السطحي للغابة ومؤشرات التنوع التركيبي (شانون، سيمبسون، مؤشر التوازن) في حين كانت العلاقة مع مؤشر الغنى النوعي غير معنوية. تأثر الجانب الوظيفي للتنوع الحيوي بمكونات الغطاء السطحي للغابة، خاصة الفرشة العضوية وكانت الأنواع الأرضية والحولية أكثر أشكال الحياة ارتباطاً بهذه المكونات في حين كان التشنت بواسطة الحيوان أكثر أنماط التشنت ارتباطاً بها.

الكلمات المفتاحية: التنوع الحيوي، التنوع الوظيفي، التنوع التركيبي، الموائل.

المقدمة:

يعرف التنوع الحيوي على أنه "التنوع بين الكائنات الحية من جميع المصادر، ويشمل ذلك التنوع داخل الأنواع، بين الأنواع، وفي النظم الإيكولوجية" (UNEP, 1992). وفقاً لهذا التعريف، يمكن اعتبار التنوع الحيوي على ثلاثة مستويات مختلفة هي، التنوع الوراثي، تنوع الأنواع، وتنوع النظم الإيكولوجية، كما أن هناك ثلاثة أشكال لهذا التنوع هي: التنوع التركيبي، والتنوع البنيوي، والتنوع الوظيفي (Noss, 1990). تُعدّ المؤشرات النوعية للتنوع الحيوي Biodiversity Indicators الأداة الأكثر استخداماً لمراقبة حالة هذا التنوع والتغيرات التي تطرأ عليه في المناطق الحراجية، وتأثير إجراءات إدارة وتنظيم الغابات فيه، وهناك العديد من الدراسات التي تناولت استخدام هذه المؤشرات في الغابات في السنوات الأخيرة للمساعدة في تقييم التنوع الحيوي والمساهمة في صياغة السياسات وخطط الإدارة والمراقبة (Oettel & Lapin, 2021; Milios & Kitikidou, 2025). يمكن تقسيم المؤشرات النوعية للتنوع الحيوي إلى ثلاث فئات مرتبطة بأشكال التنوع الحيوي (التركيبي، البنيوي، والوظيفي)، ويوصى عادةً باستخدام أكثر من نوع واحد من المؤشرات النوعية بسبب تعقيدات استخدام الموائل ومتطلبات الأنواع المختلفة في النظام البيئي (Siddig *et al.*, 2021; Stewart & Wentworth, 2016). كما يمكن استخدام هذه المؤشرات على مستويات قياس مختلفة لضمان تلبية معايير الإدارة المستدامة للغابات (Smith *et al.*, 2005).

تُعدّ مكونات الغطاء السطحي للغابة، مثل الصخور Rocks والحجارة Stones والتربة العارية Bare Soil والفرشة العضوية Organic Litter والخشب الميت Coarse Woody Debris، عناصر بيئية حيوية مترابطة تؤثر على الموائل الأرضية وتعكس خصائصها البنيوية والوظيفية، سواء بشكل مباشر، من خلال توفير المغذيات والماء والمأوى، أو بشكل غير مباشر من خلال تنظيم المناخات المحلية وتسرب المياه والتعرية (Boyle & Powers, 2013; Piaszczyk *et al.*, 2020; Nicklas *et al.*, 2021; Sharma, 2025). كما يمكن أن تؤثر هذه المكونات في بنك البذور الموجودة في التربة وتسهم بالتالي في تحديد التركيب المستقبلي للمجتمعات الغابوية (Zou *et al.*, 2021)، إضافةً لارتباط هذه المكونات بشكل مباشر مع أنظمة الاضطراب المختلفة (Su *et al.*, 2019). يمكن للغطاء الصخري والحجري مثلاً، أن يعكس شدة التدهور، ويخلق ظروفاً موضعية خاصة تسمح باستيطان أنواع نباتية وحيوانية فريدة (FAO, 2011; Zheng *et al.*, 2021; March-Salas *et al.*, 2025)، وتعكس التربة العارية كذلك درجة الاضطراب أو التدهور البيئي بشكل عام، حيث تتصف بضعف المحتوى العضوي ونقص الرطوبة، ما يقلل من القدرة الاستيطانية للنباتات ويؤدي عادةً إلى تراجع التنوع الحيوي (FAO, 2011; Eash *et al.*, 2016; FAO *et al.*, 2020). تؤثر كذلك طبقة الفرشة العضوية بشكل مباشر في خصوبة تربة الغابة، وغالباً ما يرتبط ارتفاع نسبتها بزيادة الغنى النوعي والتنوع الوظيفي للنباتات (Greg, 2024). إضافةً لذلك، يُعدّ الخشب الميت عاملاً بيئياً رئيسياً في النظم البيئية الغابوية، وقد زاد الاهتمام به في العقود الماضية بشكل لافت، ليس كمكون من مكونات الغطاء السطحي للغابة فحسب، بل أيضاً كمؤشر بنيوي ووظيفي للتنوع الحيوي في النظم البيئية الغابوية، وقد تم اقتراحه كأحد مؤشرات التنوع الحيوي في الغابات في أوروبا وأمريكا الشمالية في إطار المعايير والمؤشرات الأوروبية الشاملة للإدارة المستدامة للغابات (Lindenmayer *et al.*, 2000; Schuck & Rois, 2004). من ناحية أخرى، يمكن لمكونات الغطاء السطحي للغابة أن تؤثر بشكل غير مباشر في تنوع السمات الوظيفية للأنواع في المجتمعات النباتية، وذلك من خلال علاقتها المباشرة مع الاضطرابات البيئية واستقرار الموئل، ويمكن بالتالي أن تستخدم هذه العلاقة كأداة ممتازة وغير مباشرة لتقييم استجابات النظم البيئية للاضطرابات (Lavorel *et al.*, 1998; Faegri & Van Der Pijl, 2013). بالمحصلة، فإن ارتباط مكونات الغطاء السطحي للغابة بالتنوع الحيوي بأشكاله الثلاثة (التركيبي والبنيوي

والوظيفي)، إضافة لسهولة قياس هذه المكونات، يمكن أن يجعل منها مؤشرات نوعية بسيطة للتنوع الحيوي (Knoepp *et al.*, 2000; Breure, 2004; Turbé *et al.*, 2010; Pellant *et al.*, 2020).

في سوريا، لم ينل هذا الموضوع الاهتمام الكافي حتى الآن، إذ تركز أغلب الدراسات الحراجية التي تسعى إلى توصيف الجزء الأرضي من الغابة على إجراء التحاليل الفيزيائية والكيميائية ذات الكلفة العالية والجهد الكبير والوصف التقليدي لآفاق التربة المختلفة، وهناك عدد قليل جداً من الأبحاث التي ركزت على الوصف السريع للغطاء السطحي للغابة وعلاقته بالتنوع الحيوي، فقد قام شاطر وآخرون (2006) بوصف الغطاء السطحي للغابة وتحديد مكوناته في مجموعات حرجية طبيعية في محمية الشوح والأرز دون ربطها مباشرة بالتنوع الحيوي المدروس، في حين وجد قازنجي (2011) علاقة ارتباط قوية بين مكونات الغطاء السطحي للغابة والتنوع البيئي في محمية الفرنلق. يُعدّ إذاً فهم العلاقة بين مكونات الغطاء السطحي للغابة والتنوع الحيوي النباتي من القضايا المهمة في الدراسات البيئية، ولا سيما في الغابات السورية حيث ما تزال الأبحاث في هذا المجال محدودة للغاية، وحيث تبرز الحاجة إلى إجراء المزيد من الدراسات حول مكونات الغطاء السطحي وعلاقته بالتنوع الحيوي بأشكاله المختلفة (تركيبية، بنيوية، وظيفية) ضمن إطار الإدارة المستدامة لهذه الغابات.

تتبع أهمية هذا البحث من كونه يسعى إلى توفير بيانات مهمة تتعلق بدور مكونات الغطاء السطحي للغابة في تشكيل التنوع النباتي بمستوياته التركيبية والوظيفية، وما قد يقدم ذلك من مساهمة في تطوير أدوات تقييم ورصد بسيطة وفعّالة عن حالة النظم البيئية واستقرارها ودعم جهود الإدارة المستدامة للغابات وصون التنوع الحيوي فيها. يهدف هذا البحث إلى توصيف مكونات الغطاء السطحي للغابة وتحديد نسب العناصر المختلفة فيه ضمن أشكال مختلفة من الموائل الحراجية، موزعة على كامل مساحة محافظة اللاذقية، ودراسة العلاقة بين هذه المكونات والتنوع الحيوي النباتي على المستويين التركيبية والوظيفية لتحديد المكونات الأكثر تأثيراً في تشكيل بنية ووظائف المجتمعات النباتية، واختبار إمكانية اعتماد هذه المكونات كمؤشرات لتقييم حالة النظم البيئية الغابوية واستقرارها، ما يمكن أن يشكل أساساً يمكن الاستناد إليه في الدراسات المستقبلية المتعلقة بصون الغابات وإدارتها المستدامة في سوريا.

مواد البحث وطرقه

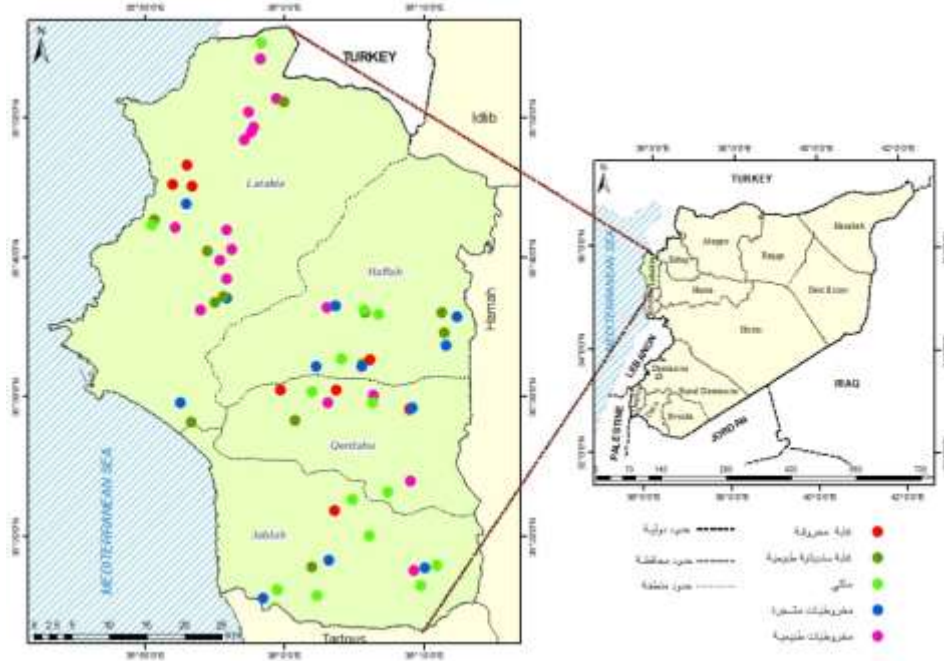
موقع الدراسة

تمت الدراسة في مواقع حراجية موزعة على كامل أنحاء محافظة اللاذقية (الشكل 1). ينتمي مناخ المحافظة إلى المناخ المتوسطي النموذجي، حيث الصيف حار وجاف، والشتاء مضطرب ماطر ومائل للبرودة، في حين تعتدل درجات الحرارة في فصلي الربيع والخريف، وتتراوح معدلات الأمطار السنوية بين 750-900 مم في السهول الساحلية لتتجاوز 1500 مم/سنة في المرتفعات الجبلية (مشروع البلاغ الوطني الأول للتغيرات المناخية، 2008 في قره فلاح، 2015).

عينات الدراسة

تم تحديد 67 عينة مربعة الشكل مساحة كل منها 400م² (20X20 م)، بحيث تغطي أهم الكتل الحراجية في المحافظة (الشكل 1)، متوزعة ضمن موائل متنوعة تضمنت غابات سنديانية طبيعية (13 عينة)، ماكي (14 عينة)، غابات مخروطية طبيعية (17 عينة)، غابات مخروطية اصطناعية (12 عينة)، وغابات محروقة (11 عينة)، على ارتفاعات تتراوح بين 57 و1380م عن سطح البحر وعلى سفوح (معارض) وانحدارات مختلفة (الجدول 1). تتنوع الصخور الأم في منطقة الدراسة (المؤسسة

العامّة للجيولوجيا والثروة المعدنية، 1979)، حيث يسود الحجر الكلسي في 53 عينة، والصخور الأوفيلوتية الخضراء في 10 عينات، والحجر الرملي مع الكونغلوميرا في 4 عينات فقط.



الشكل (1): العينات المدروسة وتوزعها في موقع الدراسة حسب الموائل.

جمع البيانات. تم في كل عينة جمع البيانات التالية:

بيانات الموقع: وتضم الإحداثيات والارتفاع عن سطح البحر بواسطة جهاز GPS، والمعرض بواسطة البوصلة، والانحدار بواسطة جهاز قياس الانحدار (كلنوميتر) (الجدول 1).

حالة سطح التربة: تم تقدير نسبة التغطية التي يمثلها كل من العناصر التالية بالنسبة للمساحة الكلية للعينة المدروسة وهي، الكشف الصخري: وهو نسبة الصخور الثابتة من كل الاحجام (Wacquant, 1966)، الحجارة: وهي الأجزاء المختلفة من الصخور المتحركة التي يزيد قطرها عن 20 سم (Wacquant, 1966)، التربة العارية: وهي كل الأجزاء غير المحمية بواسطة النباتات أو الحصى أو الحجارة أو الفرشة النباتية. هذه المساحات مؤلفة من حبيبات من التراب الناعم والمواد العضوية الناعمة ذات الأقطار أقل من 2 مم (Daget, 1968)، الفرشة النباتية: وهي تضم الأوراق الميتة التي تشكل غطاءً متصللاً نسبياً وغير متحلل (Wacquant, 1966)، الخشب الميت: وهو يضم أي مادة خشبية ميتة يزيد قطرها عن 2.5 سم (Harmon et al., 2004) ويشمل ذلك الجذوع الواقفة الميتة والمحروقة وبقايا الأغصان. تم تقدير هذه النسب بواسطة العين المجردة (Wacquant, 1966)، حيث تقدم هذه الطريقة وصفاً بسيطاً وفعالاً لسطح التربة الذي يرتبط بعدة عوامل بيئية (معرض، انحدار، موئل) (IFN, 1994).

الجدول (1): مواقع العينات المدروسة وخصائصها البيئية.

رمز العينة	الموقع	الاحداثيات		المعرض	الاتحاد	الارتفاع (م)	رمز العينة	الموقع	الاحداثيات		المعرض	الاتحاد	الارتفاع (م)
		N	E						N	E			
P1	أم الطيور	3586744	3575335	SE	M	338	P35	بيت زنتوت3	3548725	3615299	NE	M	1130
P2	الزيتونة	3553286	3546669	N	M	320	P36	الاريزة	3549293	3610582	N	L	695
P3	بلوران	3553434	3545120	W	H	103	P37	مشقينا1	3567383	3590886	NW	M	230
P4	بيت زنتوت0	3529385	3675006	S	M	830	P38	سولاس	3567615	3593759	SE	H	185
P5	ضهر دباش	3530508	3637422	N	H	597	P39	الشيخ عبد الرزاق1	3569956	3593180	NW	M	310
P6	يرتي	3530570	3559864	NW	M	208	P40	الشيخ عبد الرزاق2	3569461	3593427	SW	M	255
P7	العقبة	3542185	3552359	W	M	63	P41	مشقينا2	3566275	3592341	S	L	87
P8	وادي قنديل	3542543	3550950	NW	H	90	P42	مزيرة1	3553615	3603841	SE	M	353
P9	الدقاقة	3541391	3548429	S	L	180	P43	كيمين	3554495	3606891	SW	M	520
P10	الروضة	3546739	3555241	N	M	205	P44	الجنجانية1	3553897	3609357	SW	H	790
P11	زغرين	3543801	3553013	S	H	68	P45	الجنجانية2	3553617	3609288	NE	H	860
P12	السنوبر	3572974	3508834	NW	L	58	P46	حطين	3554417	3610226	NE	H	880
P13	القاموع	3528312	3600784	W	L	270	P47	بيت صبيرة	3580718	3595298	S	M	312
P14	المعلقة	3549318	3605235	E	H	560	P48	مقبرة بيت ملق	3581572	3596119	E	H	415
P15	دير زينون	3550632	3603329	SW	M	381	P49	بيت ملق	3582203	3596427	SE	L	505
P16	غابة الشرطة	3549236	3587649	NE	L	57	P50	جبل البركة	3583966	3595752	SE	M	680
P17	قرفبص1	3525889	3597476	W	H	160	P51	محمية الفرنلق1	3585653	3599110	N	L	633
P18	قرفبص2	3526897	3599168	NW	M	305	P52	محمية الفرنلق2	3551088	3600075	SE	L	865
P19	الشيخ ناصر	3526223	3603880	SW	M	550	P53	السمره	3585183	3600023	S	M	950
P20	الوادي الاخضر	3529685	3603292	NW	H	155	P54	النبعين	3590355	3597148	N	H	965

رمز العينة	الموقع	الاحداثيات		المعرض	الانحدار	الارتفاع (م)	رمز العينة	الموقع	الاحداثيات		المعرض	الانحدار	الارتفاع (م)
		N	E						N	E			
P21	حمام القراطة	3530474	3605371	N	L	255	P55	بيت ياشوط	3529886	3618232	SW	H	900
P22	السلطان محمد	3533366	3610123	S	M	521	P56	طريق بشيلي	3529538	3616806	NW	M	1225
P23	الكنيسات	3560387	3590055	W	H	110	P57	بشيلي	3529225	3615487	N	M	1240
P24	الرسنين	3561770	3593132	W	L	62	P58	معرين	3527483	3616327	W	M	1140
P25	الشيخ حمدان	3566202	3592813	NW	M	77	P59	صلنفة	3559511	3620624	N	H	1380
P26	الشيخ خليل	3564060	3593115	SE	L	105	P60	كتف العزرة	3560054	3618818	SW	M	1245
P27	الحفة	3560615	3605099	E	L	438	P61	باب جنة 1	3557612	3619167	SW	M	1190
P28	الشردوب	3560816	3606179	S	L	505	P62	باب جنة 2	3556101	3619362	W	M	1245
P29	الشيخ على القاموع	3560071	3609674	N	L	670	P63	كفر ديبيل 1	3536378	3606050	SW	F	380
P30	الشيخ حسامو	3560364	3609609	N	L	660	P64	كفر ديبيل 2	3537753	3608107	W	M	350
P31	الدوحة	3535556	3600524	NW	M	715	P65	حرف المسيطرة 1	3538667	3612418	S	F	810
P32	قلعة المهالبة	3550182	3610683	W	L	730	P66	حرف المسيطرة 2	3539906	3615139	S	M	980
P33	بيت زنتوت 1	3548538	3661487	NE	M	1105	P67	خان عطاء الله	3561304	3591797	NE	H	71
P34	بيت زنتوت 2	3548512	3614959	SW	H	1090							

الكشوف النباتية: تم إجراء الكشوف النباتية في العينات المدروسة باستخدام طريقة براون - بلانكيه (Braun & Furrer, 1913)، من خلال تسجيل جميع الأنواع النباتية في العينة وإعطاء كل نوع، في كل طبقة من الطبقات (العشبية، الشجيرية والشجرية)، معامل يدعى معامل (الوفرة - السيادة)، باعتبار أن درجة التغطية هي الأهم من أجل الأنواع الأكثر وجوداً، في حين أن العدد هو الأهم من أجل الأنواع الأكثر ندرةً، والتي يمكن عدّها، في حين يصعب تقدير تغطيتها. تم إجراء كشفين نباتيين في كل عينة، أحدهما ربيعي-صيفي والآخر خريفي-شتوي، خلال العامين 2022 و 2023 وذلك لضمان تسجيل جميع الأنواع الحولية والأرضية في العينات. تم التعرف على الأنواع النباتية، وتصنيفها بالاعتماد على الفلورا الحديثة لسورية ولبنان (Mouterde, 1966, 1970, 1983).

مؤشرات التنوع الحيوي

التنوع التركيبي. تم تقديره باستخدام المؤشرات التالية:

مؤشر الغنى النوعي Species Richness Index: وهو عدد الأنواع الموجودة في عينة ذات مساحة محددة، ويستخدم بكثرة بسبب بساطته، مع ذلك، فإن المعلومة التي يقدمها هذا المؤشر غير كافية لكونه لا يأخذ بالحسبان الوفرة النسبية للأنواع (Gotelli & Chao, 2013).

مؤشر شانون Shannon Index: يعدّ من أكثر المؤشرات استخداماً بسبب سهولة حسابه، وكونه يأخذ بالحسبان الوفرة النسبية للأنواع، يتم حسابه بالصيغة التالية (Magurran, 1988):

$$H' = - \sum Pi . \log pi (i = 1 \rightarrow S)$$

حيث: S هي العدد الكلي للأنواع، Pi: الوفرة النسبية للأنواع وتساوي (nj/N)، nj: التغطية النسبية للنوع z في العينة، N: العدد الكلي للأفراد. يكون التنوع أكبر كلما كانت قيمة هذا المؤشر مرتفعة.

مؤشر سيمبسون Simpson's Index: يدخل هذا المؤشر ضمن مجموعة مؤشرات السيادة Dominance measures التي

$$D = \sum_{i=1,S} P_i^2 \quad \text{: (Simpson, 1949)}$$

حيث: Pi = الوفرة النسبية للأنواع. كلما كان معامل سيمبسون صغيراً كلما كان التنوع كبيراً، ولذلك تستخدم القيمة 1/D للتعبير عن هذا المؤشر.

مؤشر التوازن Evenness: يمكن التعبير عنه بنسبة التنوع الفعلي المحسوب (مؤشر شانون) إلى التنوع الأعظمي، ويحسب من الصيغة الآتية (Pielou, 1969):

$$E = H' / H \max = H' / \log(S) \quad \text{أو} \quad E = H' / \ln(S)$$

حيث: H' = مؤشر شانون المحسوب، S = العدد الكلي للأنواع. تتراوح قيمة هذا المعامل بين (0) و (1). إذا كانت جميع الأنواع متساوية التمثيل، فإن E=1. إذا هيمن نوع واحد بقوة، فإن E يكون قريباً من الصفر.

التنوع الوظيفي. تمت دراسة سمتين وظيفيتين مرتبطتين بالتنوع الوظيفي في النظام البيئي وهما:

شكل الحياة: تم تحديد شكل الحياة للأنواع المسجلة في المواقع المدروسة بالاعتماد على مفهوم Raunkiaer (1934)، يميز هذا التصنيف خمسة أشكال أساسية من النباتات (Midolo et al., 2023): النباتات الهوائية (المريئية) Phanerophytes، النباتات السطحية Chamephytes، النباتات الأرضية (المختبئة) Gyophytes، النباتات شبه المختبئة Hemicryptophytes، والنباتات الحولية (نباتات الفصل الجميل) Therophytes، وهي تضم النباتات العشبية الحولية.

نمط التشتت (البعثة): تصنف هذه السمة الوظيفية الأنواع النباتية بحسب العامل الأساسي الذي يضمن انتشار وتشتت بذورها (Van Der Pijl, 1982) وهي: الأنواع المنتشرة بواسطة الهواء Anemochores، الأنواع المنتشرة ذاتياً Autochores، الأنواع المنتشرة بواسطة الضغط Barochores، الأنواع المنتشرة بواسطة الحيوانات Zoochores، وتم تمييز ثلاث تحت فئات في هذا الطراز: (1) الأنواع المنتشرة بواسطة الحيوان من الخارج Epizoochores، (2) الأنواع المنتشرة بواسطة الحيوان من الداخل Endozoochores، (3) الأنواع المنتشرة بواسطة النمل Myrmechores.

تحليل البيانات:

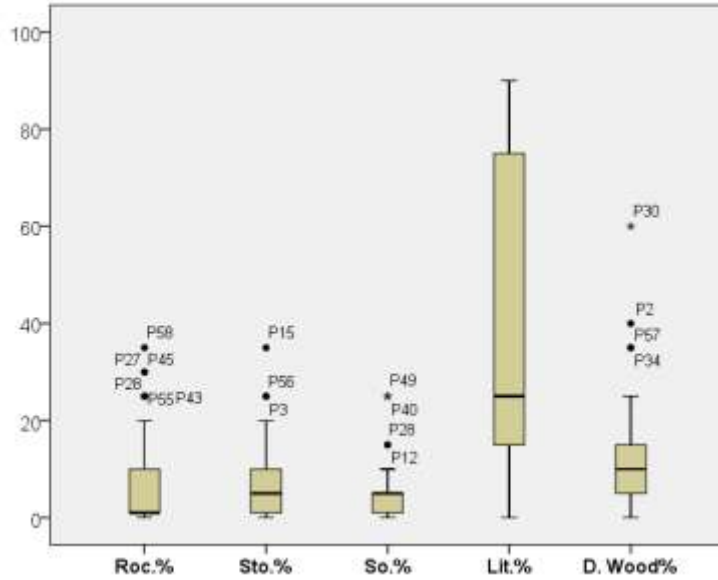
تم حساب مؤشرات الإحصاء الوصفي الأساسية لكل مؤشر، كما تم حسابها لقيم مكونات سطح التربة الخمسة المدروسة، وتشمل هذه المؤشرات: القيمة الدنيا والقيمة العظمى والمتوسط والانحراف المعياري ونسبة الالتواء Skewness والخطأ القياسي للالتواء (بشير، 2003). تمت مقارنة المتوسطات لمؤشرات التنوع التركيبي ونسب توزع الأنواع حسب سماتها الوظيفية وحسب الموائل باستخدام اختبار Mann-Whitney (MW)، مع تحديد العتبة الحرجة P التي لا يكون هناك فروقاً معنوية بين المتوسطات عندها بقيمة أكبر من 0.05. تم استخدام معامل ارتباط الرتب Spearman لقياس شدة الارتباط بين مكونات سطح التربة وقيم التنوع الحيوي التركيبي والوظيفي (Wonnacott & Wonnacott, 1995). تم تمثيل البيانات لنسب مكونات التربة في العينات المدروسة لكل مؤشر باستخدام المخططات الصندوقية Boxplots (بشير، 2003). تم حساب مؤشرات الإحصاء الوصفي ورسم المخططات الصندوقية للتوزيعات المختلفة ومقارنة المتوسطات وحساب الارتباط باستخدام البرنامج SPSS (18).

النتائج والمناقشة:

توزع مكونات الغطاء السطحي في العينات المدروسة

اتسمت العينات المدروسة بنسب ضعيفة من التكشف الصخري بشكل عام إذ تراوحت هذه النسبة بين 0 و 35% بمتوسط بلغ 6.6%، وانحراف معياري 8.7% وأظهر الالتواء قيمة بلغت 1.6، ما يشير إلى وجود ميل معنوي شديد للتوزيع نحو القيم الأعلى مع وجود عدة عينات شاذة (العينات: 28، 43، 45، 55، 58) أغلبها تقع في ماكي متدهور من السندبانيات (الشكل 2، الجدول 2). تراوحت نسبة الحجارة في العينات المدروسة بين 0 و 35% أيضاً بمتوسط 7.3% وانحراف معياري 7.5%، وبلغت قيمة الالتواء 1.4 مع وجود عدة عينات شاذة (العينات: 3، 15، 56) وهي عينات يغيب فيها الغطاء النباتي وتظهر الحجارة بنسب كبيرة (الشكل 2، الجدول 2). تراوحت نسبة التربة العارية في العينات المدروسة بين 0 و 25% بمتوسط 4.3%، وانحراف معياري 4.7%، والتواء 2.6، مع وجود عينتين شاذتين (12: الشدروب، 28: صنوبر جبلة)، وهي ضمن مواقع تتعرض لضغط شديد من الزوار، وعينتين متطرفتين (40، 49) وهما موقعان معرضان لحريق سابق (الشكل 2، الجدول 2). كانت الفرشة العضوية المكون الأكثر سيادة في العينات المدروسة، إذ تراوحت نسبتها بين 0% في العينة 1، وهي تقع في غابة صنوبرية محروقة يبلغ الانحدار فيها 21 درجة، و 90% في ثلاث عينات (8، 21، 47)، وهي عينات واقعة في غابات صنوبرية وسنديانية ناضجة. بلغ متوسط نسبة الفرشة العضوية في العينات المدروسة 39.7%، والانحراف المعياري 30، والتواء ضعيف جداً وغير معنوي نحو اليمين بلغت قيمته 0.4 (الشكل 2، الجدول 2). تراوحت نسبة الخشب الميت بين 0 و 60%، بمتوسط 11.8%، وانحراف معياري 11%، والتواء 1.8، ما يشير إلى وجود ميل معنوي شديد للتوزيع نحو القيم الأعلى مع وجود ثلاث عينات شاذة (12: الشدروب، 28: صنوبر جبلة)، وهي ضمن مواقع تتعرض لضغط شديد من الزوار، وعينة واحدة متطرفة هي العينة 30 الموجودة في موقع الشيخ حسامو والذي تعود كمية الخشب الميت الكبيرة فيه إلى اقتطاع بشري جائر لكمية كبيرة من الأحطاب تركت في الموقع

(الشكل 2، الجدول 2). كان هناك فروق معنوية بين جميع هذه المكونات ($p < 0.05$) باستثناء التكشف الصخري الذي لم يختلف معنوياً عن الحجارة والتربة العارية (الجدول 2).



الشكل (2): توزع العينات المدروسة حسب نسبة مكونات سطح التربة.

الجدول (2): المؤشرات الاحصائية الوصفية لمكونات سطح التربة في جميع العينات المدروسة

الاحصاء الوصفي	التكشف الصخري %	الحجارة %	التربة العارية %	الفرشة العضوية %	الخشب الميت %
عدد العينات	11	13	12	17	14
القيمة الأدنى	0	0	0	0	0
القيمة الأعلى	35	35	25	90	60
المتوسط	6.6 ^{ab}	7.3 ^a	4.3 ^b	39.7 ^c	11.8 ^d
الانحراف المعياري	8.7	7.5	4.9	30.0	11.0
الالتواء	1.6	1.4	2.6	0.4	1.8
الخطأ القياسي للالتواء	0.3**	0.3**	0.3**	0.3	0.3**

(تشير الأحرف المختلفة إلى وجود فروق معنوية في المتوسطات $P < 0.05$ / * = خطأ التواء معنوي، ** = خطأ التواء معنوي جداً)

العلاقة بين مكونات الغطاء السطحي ومؤشرات التنوع التركيبي

لم تظهر أية علاقة ارتباط معنوية بين التكشف الصخري ومؤشرات التنوع التركيبي المستخدمة على مستوى جميع العينات المسجلة، في حين أظهرت نسبة الحجارة ارتباط معنوي ($p < 0.05$) مع مؤشر سيمبسون فقط (الجدول 3). وأظهرت نسبة التربة العارية ارتباطاً معنوياً ($p < 0.05$) مع كل من مؤشر سيمبسون وشانون، ومعنوياً جداً ($p < 0.01$) مع مؤشر التوازن، في حين كانت العلاقة مع مؤشر الغنى النوعي غير معنوية ($p < 0.05$). كما أظهرت الفرشة العضوية ارتباطاً سالباً معنوياً جداً مع جميع المؤشرات المدروسة ($p < 0.01$)، في حين لم ترتبط نسبة الخشب الميت معنوياً إلا بمؤشر الغنى النوعي (الجدول 3).

الجدول (3): قيم معامل ارتباط سبيرمان بين مؤشرات التنوع الحيوي ومكونات سطح التربة في العينات المدروسة

المؤشر	التكشف الصخري %	الحجارة %	التربة %	الفرشة العضوية %	الخشب الميت %
Richness	0.096	0.232	0.211	-0.492**	0.251*
Simpson	-0.045	0.253*	0.308*	-0.480**	0.067
Shannon	0.006	0.223	0.244*	-0.492**	0.162
Equitability	-0.181	0.161	0.328**	-0.435**	-0.042

(**): ارتباط معنوي جداً $p > 0.01$ ، *: ارتباط معنوي $p > 0.05$.

تتسجم نتائج هذه الدراسة مع نتائج العديد من الدراسات السابقة في أماكن مختلفة من العالم، فقد سجل قازنجي (2011) نسباً مشابهة من مكونات الغطاء السطحي للغابة في العديد من البنى الحراجية في محمية الفرنلق في سورية، في حين سجل شاطر وآخرون (2006)، في مجموعات طبيعية في محمية الشوح والأرز في سورية، ترتباً زادت فيه نسبة الحجارة بشكل بسيط عما هو مسجل في هذه الدراسة. كما وجد Facelli و Pickett (1991) أن سماكة الفرشة العضوية المتراكمة قد تشكل حاجزاً مادياً يمنع وصول البذور إلى التربة أو يؤخر نموها ويمنع ظهور البادرات والبراعم، كما تكرر العديد من الدراسات ارتباط مؤشرات التنوع الحيوي مع الاضطرابات التي تصيب سطح التربة (Schnoor & Olsson, 2010; Samec et al., 2021; Meng et al., 2023)، وهو ما يفسر الدور السلبي الذي لعبته التربة العارية والفرشة العضوية المتراكمة مع أغلب مؤشرات التنوع التركيبي في دراستنا.

العلاقة بين مكونات الغطاء السطحي والسمات الوظيفية للأنواع

أشكال الحياة: لم تسجل أية علاقة ارتباط معنوية لنسبة التكتشف الصخري مع أشكال الحياة في العينات المدروسة (الجدول 4)، في حين تم تسجيل علاقة ارتباط معنوية لنسبة الحجارة والتربة العارية، سالبة مع نسبة الأنواع الأرضية Geophytes، وموجبة مع نسبة نباتات الفصل الجميل Therophytes (الجدول 4). من ناحية أخرى، سجلت نسبة الفرشة العضوية ارتباطاً معنوياً جداً، موجباً مع نسبة الأنواع المرئية Phanerophytes والأرضية Geophytes، وسالباً مع نسبة الأنواع السطحية Chamaephytes وشبه المختبئة Hemicryptophytes والحولية Therophytes، في حين لم تسجل أية علاقة ارتباط معنوية لأشكال الحياة مع نسبة الخشب الميت في العينات المدروسة (الجدول 4).

الجدول (4): قيم معامل ارتباط سبيرمان بين أشكال الحياة ومكونات سطح التربة في العينات المدروسة

شكل الحياة	التكتشف الصخري %	الحجارة %	التربة %	الفرشة العضوية %	الخشب الميت %
Phanerophytes	0.089	-0.087	-0.175	0.347**	0.110
Chamaephytes	0.098	0.124	0.053	-0.325**	0.006
Geophytes	-0.130	-0.301*	-0.270*	0.437**	0.024
Hemicryptophytes	0.111	0.144	0.087	-0.285*	-0.002
Therophytes	0.016	0.279*	0.265*	-0.256*	-0.163

(**): ارتباط معنوي جداً $p > 0.01$ ، *: ارتباط معنوي $p > 0.05$.

أنماط التشتت: تم تسجيل ارتباط ايجابي معنوي لنسبة الأنواع المشتتة بواسطة الحيوان مع نسبة التكتشف الصخري والتربة العارية والخشب الميت، ومعنوي جداً مع نسبة الحجارة، في حين تم تسجيل ارتباط سلبي معنوي جداً لهذه الأنواع مع نسبة الفرشة العضوية (الجدول 5). من ناحية أخرى، لم تسجل أية علاقة ارتباط معنوية بين الأنماط الأخرى للتشتت ومكونات سطح التربة إلا للفرشة العضوية التي أظهرت ارتباطاً سالباً معنوياً مع نسبة الأنواع المشتتة بواسطة الهواء ومعنوياً جداً مع نسبة الأنواع المشتتة بواسطة الضغط (الجدول 5). بالنسبة للأنواع المشتتة بواسطة الحيوان، أظهرت النتائج ارتباطاً ايجابياً معنوياً جداً لنسبة الأنواع المشتتة بواسطة الحيوان من الداخل مع نسبة كل من التكتشف الصخري والحجارة، وارتباطاً معنوياً ايجابياً لنسبة الأنواع المشتتة بواسطة الحيوان من الخارج مع نسبة التربة العارية، ومعنوياً جداً وسالباً مع نسبة الفرشة العضوية، في حين ارتبطت نسبة الأنواع المشتتة بواسطة النمل ارتباطاً معنوياً سلبياً مع نسبة المادة العضوية ويجابياً مع نسبة الخشب الميت (الجدول 5).

أظهرت أشكال الحياة ارتباطات متنوعة مع مكونات سطح التربة المختلفة، ومنسجمة مع نتائج العديد من الدراسات السابقة، ففي دراسة أجراها Gondard وآخرون (2003)، في غابات الصنوبر الطلي في جنوبي فرنسا، وجد أن المواقع المضطربة قد تميزت بارتفاع نسبة الأنواع الحولية والمرئية بينما تميزت المواقع المضطربة بشدة، بارتفاع نسبة الأنواع شبه المختبئة. كما تذكر دراسات

أخرى عديدة ارتباط الحوليات بنسبة التربة العارية والحجارة والفرشة العضوية المتراكمة بشكل عام، وذلك لكونها أنواع سريعة النمو وذات دورة حياة قصيرة، ما يسمح لها بالاستفادة من الفراغات المفتوحة بين الحجارة أو على التربة العارية، بينما تعيق الطبقة الكثيفة للفرشة وصول البذور إلى التربة المعدنية وانباتها ونموها (Facelli & Pickett, 1991; Donath & Eckstein, 2010; Peco et al., 2005).

الجدول (5): قيم معامل ارتباط سبيرمان بين أنماط التشتت ومكونات سطح التربة في العينات المدروسة

نمط التشتت	التكشيف الصخري %	الحجارة %	التربة العارية %	الفرشة العضوية %	الخشب الميت %
Anemochorous	-0.035	0.156	0.204	-0.269*	0.072
Autochorous	0.139	0.164	-0.034	0.025	-0.078
Barochorous	-0.043	0.101	0.141	-0.512**	0.067
Zoochorous	0.237*	0.317**	0.306*	-0.480**	0.268*
Endozoochorous	0.455**	0.322**	0.129	-0.038	0.170
Epizoochorous	-0.014	0.175	0.264*	-0.468**	0.123
Myrmecochorous	-0.001	0.041	0.034	-0.267*	0.180*

(**): ارتباط معنوي جداً $p < 0.01$ ، *: ارتباط معنوي $p > 0.05$.

أما فيما يخص النتائج المتعلقة بأنماط التشتت، فإن النتائج التي تم الحصول عليها تتسجم أيضاً مع ما يذكره العديد من الدراسات التي تسجل ارتباطاً سلبياً بين معظم أنماط التشتت والفرشة العضوية، والذي يمكن أن يُعزى إلى أن تراكم الفرشة يشكل حاجزاً ميكانيكياً يعوق وصول البذور إلى التربة المعدنية، ويزيد من صعوبة التقاطها أو نقلها من قبل الحيوانات الصغيرة، كما يؤدي وجود فرشة كثيفة إلى احتباس الرطوبة، مما يرفع من مخاطر تعفن البذور (Facelli & Pickett, 1991; Donath & Eckstein, 1977; Grubb, 2010)، في حين أن الأنواع المنتشرة بواسطة النمل ترتبط إيجابياً بالخشب الميت بفضل البيئة المواتية التي يوفرها هذا الخشب للنمل والتي تعزز نقل البذور وحمايتها، على عكس الفرشة الكثيفة التي تحد من حركة النمل واكتشافه للبذور (Beattie & Hughes, 2002; Atchison & Lucky, 2022).

مكونات سطح التربة في الموائل المختلفة

التكشيف الصخري: تراوح متوسط نسبة التكشيف الصخري بين 4% في الغابات المحروقة و11.7% في الماكي، ولكن هذه الفروق لم تكن معنوية إلا بين الماكي وبقية الموائل باستثناء المخروطيات المشجرة (الجدول 6)، كما ظهرت بعض القيم الشاذة المرتفعة في السنديانيات الطبيعية والمخروطيات الطبيعية، وكانت قيم الالتواء مرتفعة بشكل عام ومعنوية وتدل على ميل شديد للتوزيع نحو القيم الأعلى بشكل عام (الشكل 3).

الجدول (6): المؤشرات الاحصائية الوصفية لنسب التكشيف الصخري في الموائل المختلفة.

التكشيف الصخري %	غابات محروقة	سنيانيات طبيعية	مخروطيات مشجرة	مخروطيات طبيعية	ماكي
عدد العينات	11	13	12	17	14
القيمة الأدنى	0	0	0	0	0
القيمة الأعلى	15	15	30	30	35
المتوسط	4.00 ^{ab}	4.46 ^a	7.83 ^{ab}	4.65 ^a	11.71 ^b
الانحراف المعياري	5.27	6.13	10.53	7.56	10.76
الالتواء	1.22	1.31	1.27	2.75	0.92
الخطأ القياسي للالتواء	0.661	0.616*	0.637*	0.550**	0.597

(تشير الأحرف المختلفة إلى وجود فروق معنوية في المتوسطات: $P < 0.05$ / * = خطأ معنوي، ** = خطأ معنوي جداً).

الحجارة: تراوح متوسط نسبة الحجارة في الموائل المختلفة بين 3.46% (في السنديانيات الطبيعية) و12% (في الماكي)، وبفروق معنوية بين الماكي وبقية الموائل بشكل أساسي، باستثناء الغابات المحروقة، كما اختلفت نسبة الحجارة بشكل معنوي بين الغابات المحروقة والغابات الطبيعية (سنديانية ومخروطية) من جهة أخرى. وكانت قيم الالتواء مرتفعة ومعنوية بشكل عام (الجدول 7)، كما ظهرت بعض القيم الشاذة المرتفعة في المخروطيات الطبيعية والمشجرة والماكي (الشكل 3).

الجدول (7): المؤشرات الاحصائية الوصفية لنسب الحجارة في الموائل المختلفة.

الحجارة %	غابات محروقة	سنيانيات طبيعية	مخروطيات مشجرة	مخروطيات طبيعية	ماكي
عدد العينات	11	13	17	12	14
القيمة الأدنى	1	0	0	0	0
القيمة الأعلى	25	10	20	25	35
المتوسط	bc 11.55	a 3.46	ac 4.47	a 6.08	b 12.00
الانحراف المعياري	8.583	3.126	5.234	7.128	8.849
الالتواء	0.290	0.866	1.921	1.838	1.206
الخطأ القياسي للالتواء	0.661	0.616	0.550**	0.637**	0.597*

(تشير الأحرف المختلفة إلى وجود فروق معنوية في المتوسطات / $P < 0.05$ ، * = خطأ معنوي، ** = خطأ معنوي جداً).

التربة العارية: تراوح متوسط نسبة التربة العارية في الموائل المختلفة بين 3% (في الماكي) و7.64% (في الغابات المحروقة)، وبفروق معنوية بين الغابات المحروقة وبقية الموائل فقط، مع تسجيل قيم مرتفعة جداً للانحراف المعياري في أغلب المواقع، وكانت قيم الالتواء مرتفعة ومعنوية (الجدول 8)، مع ظهور قيمة مرتفعة شاذة واحدة في كل من السنديانيات الطبيعية والمخروطيات المشجرة، وقيمة متطرفة واحدة في كل من المخروطيات الطبيعية والغابات المحروقة (الشكل 3).

الجدول (8): المؤشرات الاحصائية الوصفية لنسب التربة العارية في الموائل المختلفة.

التربة العارية %	محروق	سنيانيات طبيعية	مخروطيات مشجرة	مخروطيات طبيعية	ماكي
عدد العينات	11	13	17	12	14
القيمة الأدنى	1	0	0	1	0
القيمة الأعلى	25	15	15	25	10
المتوسط	a 7.64	b 3.54	b 3.67	b 4.24	b 3.00
الانحراف المعياري	6.313	4.502	4.030	5.663	2.882
الالتواء	2.361	1.725	2.242	3.401	1.079
الخطأ القياسي للالتواء	0.661**	0.616*	0.637**	0.550**	0.597

(تشير الأحرف المختلفة إلى وجود فروق معنوية في المتوسطات: $P < 0.05$ / * = خطأ معنوي، ** = خطأ معنوي جداً).

الفرشة العضوية: تراوح متوسط نسبة التربة العارية في الموائل المختلفة بين 13.91% (في الغابات المحروقة) و58.33% (في المخروطيات المشجرة)، وبفروق معنوية بين الغابات المحروقة وبقية الموائل، وبين الماكي وبقية الموائل، كانت قيم الالتواء متوسطة إلى مرتفعة، ومتنوعة بين الموجبة (الغابات المحروقة والماكي والمخروطيات الطبيعية) والسالبة (السنديانيات الطبيعية والمخروطيات المشجرة)، ولكنها لم تكن معنوية إلا في الغابات المحروقة والماكي (الجدول 9)، مع ظهور قيمتين مرتفعتين شاذتين في كل من الغابات المحروقة والماكي، وقيمة واحدة متطرفة في الماكي ممثلة بالعينة 15 (دير زينون - الفاخورة) (الشكل 3).

الخشب الميت: تراوح متوسط نسبة الخشب الميت في الموائل المختلفة بين 8.92% (في المخروطيات المشجرة) و13.76% (في المخروطيات الطبيعية)، وبفروق غير معنوية بين الموائل المختلفة (الجدول 10)، وظهرت قيمة متطرفة واحدة في الماكي تمثل العينة 30 (الشيخ حسامو - الحفة) (الشكل 3). كانت قيم الالتواء متوسطة إلى مرتفعة موجبة، ولكنها لم تكن معنوية إلا في الماكي (الجدول 10).

الجدول (9): المؤشرات الاحصائية الوصفية لنسب الفرشة العضوية في الموائل المختلفة

الفرشة العضوية %	محروق	سنياتيات طبيعية	مخروطيات مشجرة	مخروطيات طبيعية	ماكي
عدد العينات	11	13	17	12	14
القيمة الأدنى	0	25	5	5	5
القيمة الأعلى	50	90	90	90	85
المتوسط	a13.91	b57.69	b58.33	b40.88	c25.71
الانحراف المعياري	16.873	27.735	33.530	23.798	24.167
الالتواء	1.478	-0.355	-0.808	0.640	1.591
الخطأ القياسي للالتواء	*0.661	0.616	0.637	0.550	0.597*

(تشير الأحرف المختلفة إلى وجود فروق معنوية في المتوسطات: $P < 0.05$ / * = خطأ معنوي، ** = خطأ معنوي جداً).

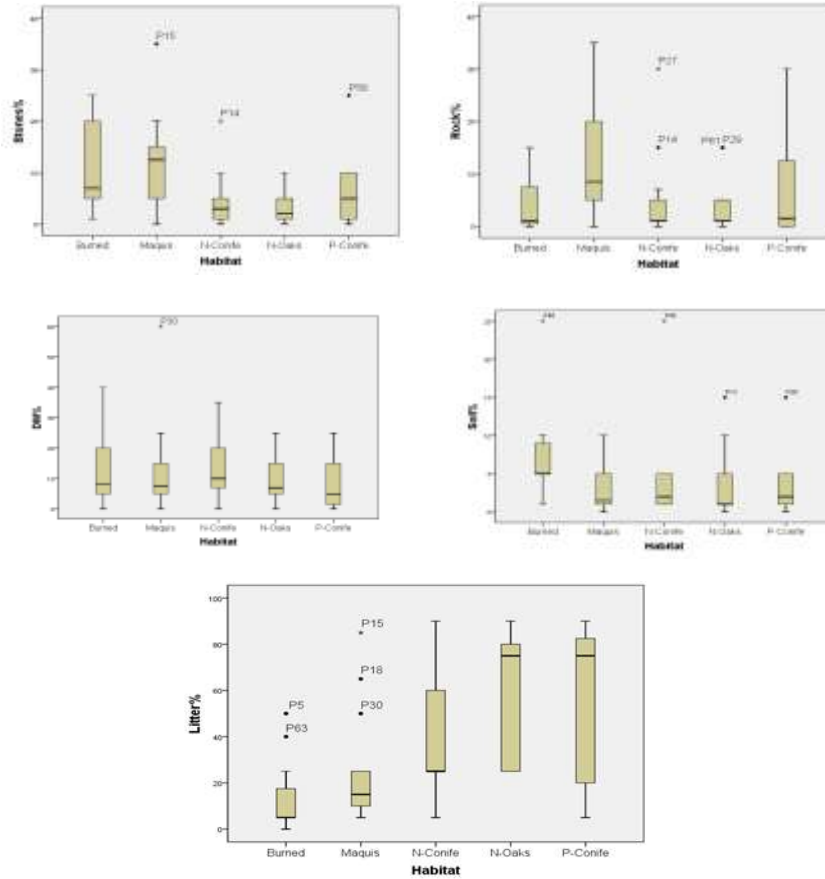
الجدول (10): المؤشرات الاحصائية الوصفية لنسب الخشب الميت في الموائل المختلفة.

الخشب الميت %	محروق	سنياتيات طبيعية	مخروطيات مشجرة	مخروطيات طبيعية	ماكي
عدد العينات	11	13	17	12	14
القيمة الأدنى	0	0	0	0	0
القيمة الأعلى	40	25	25	35	60
المتوسط	a13.64	a9.31	a8.92	a13.76	a12.79
الانحراف المعياري	13.684	7.262	8.597	8.934	15.323
الالتواء	1.110	0.699	0.655	0.806	2.503
الخطأ القياسي للالتواء	0.661	0.616	0.637	0.550	0.597**

(تشير الأحرف المختلفة إلى وجود فروق معنوية في المتوسطات: $P < 0.05$ ، * = خطأ معنوي، ** = خطأ معنوي جداً).

أظهرت النتائج اختلاف نسب مكونات سطح التربة باختلاف الموئل الحراجي، وهو ما ينسجم مع نتائج العديد من الدراسات السابقة، فقد سجل Shater (2001) نتائج مشابهة في العديد من الموائل الحراجية الطبيعية والاصطناعية في جنوبي فرنسا، إذ اختلفت نسب مكونات سطح التربة باختلاف الموئل بشكل واضح، في حين يذكر العديد من الدراسات ارتفاع نسبة التكتشف الصخري في الماكي مقارنة بالغابات الطبيعية الناضجة والمشاجر الاصطناعية، بسبب طبيعة هذه التكوينات التي تنتشر في مناطق ذات تربة ضحلة وقاعدة صخرية سطحية (Pugnaire & Valladares, 2007)، وارتفاع نسبة الحجارة والتربة العارية في الغابات المحروقة، بسبب تكشف سطح التربة وتعريره للتعرية في هذه الغابات (Certini, 2005). بالمقابل، يمكن تفسير ضعف الارتباط بين الخشب الميت وأغلب مؤشرات التنوع الحيوي في هذه الدراسة، بالرغم من الدور الوظيفي المعروف للخشب الميت في الدراسات السابقة، بكون نسبة كبيرة منه قد نتجت عن النشاط البشري الشديد في المواقع الحراجية، ما يؤكد على ضرورة التعمق في تمييز أشكال وأقطار هذا الخشب عند دراسته، إذ تصنف أغلب الدراسات هذا الخشب في فئات عديدة حسب معايير متنوعة تتعلق بنوعه وحجمه وتوزعه في أرض الغابة ودرجة تطله وفيما إذا كان واقفاً أم مرمياً في أرض الغابة (Montes et al., 2004) والذي لم تتمكن من القيام به في هذه الدراسة.

تبين هذه النتائج بشكل عام أن مكونات سطح التربة ليست عناصر فيزيائية فقط، بل هي محددات أساسية تؤثر على قدرة الأنواع والأنماط الوظيفية على الوجود والنمو والتكاثر وبالتالي الاستمرار في النظم البيئية الحراجية.



الشكل (3): توزع العينات المدروسة في الموائل المختلفة حسب نسبة مكونات سطح التربة.

Burned (محروق)، Maquis (ماكي)، N-Conife (مخروطيات طبيعية)، N-Oaks (سنديانيات طبيعية)، P-Conife (مخروطيات مشجرة).

الاستنتاجات:

ترتبط مكونات سطح التربة بالتنوع الحيوي التركيبي وتؤثر هذه المكونات في وفرة وتوازن الأنواع أكثر مما تؤثر في الغنى النوعي. كما يتأثر الجانب الوظيفي للتنوع الحيوي بمكونات سطح التربة وخاصة الفرشة العضوية التي كانت أكثر المكونات ارتباطاً مع السمات الوظيفية.

يؤثر الموئل الحراجي، والمرتبط بالنبوع الحراجي السائد، في نسب مكونات سطح التربة، إذ تتميز الغابات السنديانية عريضة الأوراق والغابات الصنوبرية المشجرة بنسب مرتفعة من الفرشة العضوية المتراكمة، ونسب منخفضة من التربة العارية، في حين يتميز الماكي بنسب مرتفعة من التكشف الصخري، كما تتميز الغابات المحروقة بنسب مرتفعة من التربة العارية والحجارة، ونسب منخفضة من المادة العضوية.

إن نتائج هذا البحث تستدعي التعمق بدراسة مكونات سطح التربة وعلاقتها بالتنوع الحيوي من خلال تطوير فئات مختلفة ضمن كل مكون وخاصة الخشب الميت الذي يستخدم حالياً كمؤشر بنيوي ووظيفي للتنوع الحيوي، ومتابعة الدراسة باختبار سمات وظيفية إضافية مورفولوجية أو أو فيزيولوجية أو بيئية وقياس ارتباطها بمكونات سطح التربة وإمكانية استخدامها كمؤشرات وظيفية على اضطراب الموئل.

المراجع:

- بشير، سعد زغلول، 2003. دليلك إلى البرنامج الاحصائي SPSS. المركز العربي للتدريب والبحوث الإحصائية، بغداد. 261 ص.
- شاطر زهير، يونس رامي، معلا إيفا، المحمود فادي، 2006 - دراسة تحليلية لغابة الأرز في محمية الشوح و الأرز. مجلة جامعة تشرين للبحوث و الدراسات، 28(2): 185-202.
- قازنجي، فادي 2011، دراسة تأثير بعض خصائص المجموعات الحرجية في التنوع النباتي لطبقة تحت الغابة - حالة محمية الفرنلق في محافظة اللاذقية، رسالة علمية أعدت لنيل درجة الماجستير في الهندسة الزراعية، جامعة تشرين، 138 ص.
- قره فلاح، رياض (2015). دراسة تحليلية لمناخ محافظة اللاذقية خلال الفترة 1970 - 2010. بحث علمي، جامعة تشرين، كلية الآداب، قسم الجغرافيا. 49 ص.
- مشروع إعداد البلاغ الوطني الأول للمتغيرات المناخية (2008). تأثير تغير المناخ المتوقع على محافظة اللاذقية، ترجمة محمد عيدو، ص 3-7، 43-47.
- المؤسسة العامة للجيولوجيا والثروة المعدنية (1979). خريطة سورية الجيولوجية (اللاذقية، كسب، الحفة، جبلة، القرداحة)، 50000/1.
- Atchison, R. A.; and A. Lucky (2022). Diversity and Resilience of Seed-Removing Ant Species in Longleaf Sandhill to Frequent Fire. *Diversity*. 14(12): 1012. DOI: 10.3390/d14121012
- Beattie, A. J.; and L. Hughes (2002). Ant-plant interactions. In. C. M. Herrera & O. Pellmyr (Eds.), *Plant-Animal Interactions: An Evolutionary Approach* (pp. 211-235). Blackwell.
- Boyle, J.R.; and R.F. Powers (2013). Forest Soils. In. Reference Module in Earth Systems and Environmental Sciences, Elsevier. DOI: 10.1016/B978-0-12-409548-9.05169-1.
- Braun, J.; and E. Furrer (1913). Remarque sur l'étude des groupements de plantes. *Bull. Soc. Languedocienne Géogr.*, s.n.: 20-41.
- Breure, A. M. (2004). Soil biodiversity: measurements, indicators, threats and soil functions. International Conference Soil And Compost Eco-Biology. September 15th - 17th 2004, León - Spain, Pp14.
- Certini, G. (2005). Effects of fire on properties of forest soils: a review. *Oecologia* 143: 1-10. DOI: 10.1007/s00442-004-1788-8
- Donath, T. W.; and R. L. Eckstein (2010). Effects of bryophytes and grass litter on seedling emergence vary by vertical seed position and seed size. *Plant Ecology*. 207: 257-268. DOI: 10.1007/s11258-009-9662-9
- Eash, N. S.; J.T. Sauer; D. O'Dell; and E. Odoi (2016). *Soil Science Simplified*. Published by John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey. Sixth Edition, Pp328.
- Facelli, J. M.; and S. T. A. Pickett (1991). Plant litter: Its dynamics and effects on plant community structure. *Botanical Review*. 57(1): 1-32.
- Faegri, K.; and L. Van Der Pijl (2013). *Principles of Pollination Ecology*. Publisher: Elsevier, ISBN: 1483293033, Pp256.
- FAO (Food And Agriculture Organization Of The United Nations) (2011). *Assessing forest degradation, towards the development of globally applicable guidelines*. Pp109.
- FAO; ITPS; GSBI; SCBD; and EC. (2020). *State of knowledge of soil biodiversity -Status, challenges and potentialities, Report 2020*. Rome, FAO. DOI: [10.4060/cb1928en](https://doi.org/10.4060/cb1928en)
- Gondard, H.; F. Romane; J. Aronson; and Z. Shater (2003). Impact of soil surface disturbances on functional group diversity after clear-cutting in Aleppo pine (*Pinus halepensis*) forests in southern France. *Forest Ecology and Management*. 180: 165-174.
- Gotelli, N. J.; and A. Chao (2013). Measuring and Estimating Species Richness, Species Diversity, and Biotic Similarity from Sampling Data. In. Levin S.A. (ed.) *Encyclopedia of Biodiversity*, second edition, 5: 195-211. Waltham, MA: Academic Press.
- Greg, A. (2024). Forest Cover and Soil Properties: Essential Factors for Biodiversity and Ecosystem Health. *J. For Res.* 13: 505.

- Grubb, P. J. (1977). The maintenance of species-richness in plant communities: The importance of the regeneration niche. *Biological Reviews*. 52(1): 107–145. DOI: 10.1111/j.1469-185X.1977.tb01347.x
- Harmon, M.E.; J.F. Franklin; F.J. Swanson; P. Sollins; S.V. Gregory; J.D. Lattin; N.H. Anderson; S.P. Cline; N.G. Aumen; J.R. Sedell; G.W. Lienkaemper; K. Cromack; and K.W. Cummins (2004). Ecology of Coarse Woody Debris in Temperate Ecosystems, *Advances in Ecological Research*. Academic Press, 34: 59-234. DOI: 10.1016/S0065-2504(03)34002-4
- IFN (Inventaire Forestier National) (1994). Manuel du chef d'équipe. Inventaire Forestier National – France, Pp117.
- Knoepp, J. D.; D. C. Coleman; D. A. Crossley; and J. S. Clark (2000). Biological indices of soil quality: an ecosystem case study of their use. *Forest Ecology and Management*. 138(1-2): 357-368 .,DOI: 10.1016/S0378-1127(00)00424-2.
- Lavorel, S.; B.Touzard; J.D. Lebreton; and B. Clement (1998). Identifying functional groups for response to disturbance in an abandoned pasture. *Acta Oecol*. 19(3): 227–240.
- Lindenmayer, D.B.; C.R. Margules; and D.B. Botkin (2000). Indicators of biodiversity for ecologically sustainable forest management. *Conservation Biology*. 14: 941-950.
- Magurran, A.E. (1988). *Ecological diversity and its measurements*. Croom Helm, London, Pp179.
- March-Salas, M.; M. B. García; I.H. Lichter-Marck; J. Lorite; and M. J. Steinbauer (2025). Cliff ecosystems: A critical yet uncharted frontier for research and conservation. *Basic and Applied Ecology*. 83: 36-42. DOI: 10.1016/j.baae.2025.01.001.
- Meng, X.; S. Fan; L. Dong; K. Li; and X. Li (2023). Response of Understory Plant Diversity to Soil Physical and Chemical Properties in Urban Forests in Beijing, China. *Forests*. 14: 571. DOI: [10.3390/f14030571](https://doi.org/10.3390/f14030571)
- Midolo, G.; I. Axmanová; J. Divíšek; P. Dřevojan; Z. Lososová; M. Večeřa; D.N. Karger; W. Thuiller; H. Bruelheide; S. Acic; F. Attorre, I. Biurrun; S. Boch; G. Bonari; A.Čarni; A. Chiarucci; R. Cušterevska; J. Dengler; T. Dziuba; E. Garbolino; U. Jandt; J. Lenoir; C. Marcenò; S.Rüsina; J. Šibík; Ž. Škvorc; Z. Stančić; M. Stanišić-Vujačić; J.C. Svenning; G.Swacha; and K. Vassilev (2023). Diversity and distribution of Raunkiaer's life forms in European vegetation. *Journal of Vegetation Science*. 35: e13229. DOI: 10.1111/jvs.13229.
- Milios, E.; and K. Kitikidou (2025). Enhancing Biodiversity Assessment in Forests: Integrating Instrumented Measurements for a Robust Graded Biodiversity Assessment (GBA) Index. *Environment and Ecology Research*. 13(1): 131-139. DOI: 10.13189/eer.2025.130112.
- Montes, F.; I. Cañellas; and G. Montero (2004). Characterisation of Coarse Woody Debris in Two Scots Pine Forests in Spain. In: *Monitoring and Indicators of Forest Biodiversity in Europe – From Ideas to Operationality*. Marco Marchetti (ed.). EFI Proceedings No. 51, 2004. Pp527.
- Mouterde, P. (1966, 1970, 1983). *Nouvelle flore du Liban et de la Syrie*, Dar Al Mashreq, Beyrouth, Liban. 3T et Atlas.
- Nicklas, L.; J. Walde; S. Wipf; A. Lamprecht; M. Mallaun; C. Rixen; K. Steinbauer; J.-P. Theurillat; P. Unterluggauer; P. Vittoz; D. Moser; A. Gattringer; J. Wessely; and B. Erschbamer (2021). Climate Change Affects Vegetation Differently on Siliceous and Calcareous Summits of the European Alps. *Front. Ecol. Evol*. 9:642309. DOI: 10.3389/fevo.2021.642309
- Noss, R.F. (1990). Indicators for monitoring biodiversity: a hierarchical approach. *Conservation Biology*. 4: 355-364.
- Oettel, J.; and K. Lapin (2021). Linking forest management and biodiversity indicators to strengthen sustainable forest management in Europe. *Ecological Indicators*. 122, DOI: [10.1016/j.ecolind.2020.107275](https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2020.107275).
- Peco, B.; I. de Pablos; J. Traba; and C. Levassor (2005). The effect of grazing abandonment on species composition and functional traits: the case of dehesa grasslands. *Basic and Applied Ecology*. 6(2): 175–183.
- Pellant, M.; P.L. Shaver; D.A. Pyke; J.E. Herrick; N. Lepak; G. Riegel; E. Kachergis; B.A. Newingham; D. Toledo; and F.E. Busby (2020). Interpreting Indicators of Rangeland

- Health, Version 5. Tech Ref 1734-6. U.S. Department of the Interior, Bureau of Land Management, National Operations Center, Denver, CO.
- Piaszczyk, W.; J. Lasota; and E. Błńska (2020). Effect of Organic Matter Released from Deadwood at Different Decomposition Stages on Physical Properties of Forest Soil. *Forests*. 11 (24). DOI:10.3390/f11010024
- Pielou, E. C. (1969). *An introduction to mathematical ecology*. New York: Wiley. Pp294.
- Pugnaire, F. I.; and F. Valladares (2007). *Functional Plant Ecology*. 2nd Edition, CRC Press. Pp744.
- Raunkiaer, C. (1934). *The Life Forms of Plants and Statistical Plant Geography*. Oxford University Press, Pp600.
- Samec, P.; J. Volánek; M. Kučera; and P. Cudlín (2021). Effect of Soil Diversity on Forest Plant Species Abundance: A Case Study from Central-European Highlands. *Forests*. 12(534).
- Schnoor, T. K., and P. A. Olsson. (2010). Effects of soil disturbance on plant diversity of calcareous grasslands. *Agriculture, Ecosystems & Environment*. 139(4): 714-719, DOI:10.1016/j.agee.2010.10.018.
- Schuck, A.; and M. Rois (2004). Forest Biodiversity Indicators – A Contribution to an EEA Core Set of Biodiversity Indicators. In. *Monitoring and Indicators of Forest Biodiversity in Europe – From Ideas to Operationality*. Marco Marchetti (ed.). EFI Proceedings No. 51, 2004. Pp527.
- Sharma, N. (2025). *Forest as Habitat*. FlexBooks 2.0, CK-12 CBSE Science Class 7.
- Shater, Z. (2001). *Plant species diversity and silviculture: Consequences on plant species diversity of afforestation by introduced forest tree species, and their management*. Ph.D. Thesis, University of Aix Marseilles III, CEFE-CNRS, France, 141p.
- Siddig, A.A.H.; A.M. Ellison; A. Ochs; C. Villar-Leeman; and M.K. Lau (2016). How do ecologists select and use indicator species to monitor ecological change? Insights from 14 years of publication in *Ecological Indicators*. *Ecological Indicators*. 60: 223-230. DOI: 10.1016/j.ecolind.2015.06.036.
- Simpson, G. (1949). Measurement of diversity. *Nature*. 163, 688.
- Smith, G.; T. Gittings; M. Wilson; L. French; A. Oxbrough; S. O'Donoghue; J. Pithon; V. O'Donnell; A-M. McKee; S. Iremonger; J. O'Halloran; D. Kelly; F. Mitchell; P. Giller; and T. Kelly (2005). *Assessment of Biodiversity at Different Stages of the Forest Cycle*. BIOFOREST PROJECT REPORT, 2005, Pp200.
- Stewart, L.; and J. Wentworth (2021). *Effective Biodiversity Indicators*. POSTNOTE , Number 644 May 2021.
- Su, X.; M. Wang; Z. Huang; S. Fu; and H.Y.H. Chen (2019). Forest Understorey Vegetation: Colonization and the Availability and Heterogeneity of Resources. *Forests*. 10(944). DOI:10.3390/f10110944
- Turbé, A.; A. De Toni; P. Benito; P. Lavelle; P. Lavelle; N. Ruiz; W.H. Van der Putten; E. Labouze; and S. Mudgal (2010). *Soil biodiversity: functions, threats and tools for policy makers*. Bio Intelligence Service, IRD, and NIOO, Report for European Commission (DG Environment), 2010.
- UNEP (1992). *Convention on Biological Diversity*. United Nations Environmental Programme, Nairobi.
- Van Der Pijl, L. (1982). *Principles of dispersal in higher plants*. Springer, Berlin, Heidelberg and New York, Pp161.
- Wacquart, J.P. (1966). *Conception géopédologique et phyto-édaphique pour l'étude des formations superficielles terrestres*. Thèse doctorat de spécialité, CNRS/CEPE, Montpellier, 1966, Pp338 .
- Wonnacott, T.H; and R.J. Wonnacott, *Statistique: Economie, Gestion, Sciences, Médecine*. 4^{ème} édition. Economica, Paris, 1995, Pp919.
- Zheng, Y.; N. Chen; C. Zhang, X. Dong; and C. Zhao (2021). Effects of Rock Fragments on the Soil Physicochemical Properties and Vegetation on the Northeastern Tibetan Plateau. *Front. Environ. Sci*. 9:693769. DOI: 10.3389/fenvs.2021.693769

Zou, C.; F. Martini; S.-W. Xia; D. Castillo-Diaz; and U.M. Goodale (2021). Elevation and micro environmental conditions directly and indirectly influence forests' soil seed bank communities. *Global Ecology and Conservation*. 26, e01443. DOI: 10.1016/j.gecco.2020.e01443.

The effect of forest surface cover components on plant biodiversity in some forest habitats of Lattakia Governorate

Somar Mariam *¹, Zuheir Shater¹ and Talal Amin¹

¹ Department of Forestry and Ecology, Faculty of Agriculture Engineering, University of Latakia, Lattakia, Syria.



(*Corresponding author: Souhair Somar Mariam, E mail: mariamsomar80@yahoo.com).

Received: 30/ 09/ 2025

Accepted: 4/ 01/ 2026

Abstract

This study aimed to explore the relationship between forest surface cover components and plant biodiversity, both compositionally and functionally, in Lattakia Governorate, Syria. The research was conducted during 2022 and 2023 in 67 square plots (400 m² each), distributed across the forests of the governorate and representing diverse topographic and edaphic conditions, within different types of forest habitats. In each sample, the percentage of surface cover components (rock exposure, stones, bare soil, organic litter, dead wood) was visually estimated, and plant surveys were conducted using the Braun-Blanquet method. Compositional diversity indices were calculated, and functional diversity was assessed based on two traits: life form and dispersal pattern. Correlations between biodiversity indices and surface cover components were measured using Spearman's coefficient, and means were compared using the Mann-Whitney test at the 0.05 significance level. The results revealed significant differences in forest surface cover components according to the habitat type. Moreover, significant correlations were found between surface cover components and compositional diversity indices (Shannon, Simpson, and evenness), whereas no significant correlation was observed with species richness index. The functional aspect of biodiversity was also affected by the forest surface cover components, particularly litter. Therophytes and geophytes were the most closely associated life forms with these components, while zoochory was the most closely associated dispersal pattern.

Keywords: surface cover components, compositional diversity, functional diversity, functional traits, habitats