تأثير الارتفاع عن سطح البحر في التنوع الحيوي النباتي في محافظة اللاذقية

سومر مريم* [1] وزهير الشاطر[1] وطلال أمين[1]

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

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

تاريخ الاستلام: 5/ 04/ 2025 **تاريخ القبول:** 29/ 09/ 2025

الملخّص

هدف البحث إلى تقييم التنوع الحيوي النباتي في محافظة اللاذقية من الناحية التركيبية والوظيفية، والمساهمة في فهم تأثير الارتفاع عن سطح البحر في هذا التنوع. أجريت الدراسة خلال العامين 2022 و2023 في 67 عينة مربعة الشكل مساحة كل منها 400م2، موزعة على أربعة نطاقات ارتفاعية متتالية (0–299، 300–599، 600–899، >900م). في كل عينة، تم جمع بيانات الموقع (احداثيات، ارتفاع عن سطح البحر، معرض) وإجراء الكشوف النباتية باستخدام طريقة براون – بلانكيه، ثم حساب مؤشرات التنوع التركيبي (الغنى النوعي، مؤشر Shannon)، وحساب نسبة التشابه النبتي بين النطاقات المدروسة باستخدام دليل Sorenson. دُرس التنوع الوظيفي من خلال خمسة عناصر، مرتبطة بشكل مباشر أو غير مباشر بوظائف النظام البيئي (النظام الجنسي، نمط التلقيح، شكل الحياة، نمط التشتت والنمط الجغرافي الحيوي). تمت مقارنة المتوسطات لنسب توزع الأنواع حسب سماتها الوظيفية باستخدام اختبار Mann-Whitney عند العتبة 0.05، كما استخدم معامل Spearman لقياس الارتباط بين خصائص التنوع الحيوي والارتفاع عن سطح البحر وذلك بوساطة البرنامج الإحصائي SPSS. أظهرت النتائج ارتباطاً معنوياً بين الارتفاع عن سطح البحر والغنى النوعي (rSpearman=0.28, p=0.02)، كما ارتبط العديد من السمات الوظيفية معنوياً بالارتفاع عن سطح البحر. من ناحية أخرى، أظهرت النتائج اختلافاً واضحاً في التركيب النبتي مع الارتفاع عن سطح البحر، وذلك من خلال تناقص قيم دليل Sorenson لنسب التشابه النبتي مع الارتفاع، إذ سجلت أعلى نسبة تشابه نبتي بين النطاقين الأول والثاني (39%)، وأقل نسبة تشابه بين النطاقين الأول والرابع (31%)، في حين أن الارتباط بين الارتفاع عن سطح البحر ومؤشر Shannon لم يكن معنوياً. أظهرت مقارنة قيم التنوع التركيبي بين النطاقات الارتفاعية، اختلافات غير معنوية (p>0.05)، في حين كانت أغلب الاختلافات المعنوية في نسب السمات الوظيفية بين النطاقات، هي بين النطاقين الأول والرابع، كالاختلافات في نسبة الأنواع ثنائية المسكن dioecious، والأنواع ذات التلقيح المائي hydrogamy، والأنواع الأرضية Geophytes، والأنواع ذات التشتت الذاتي Autochores. أظهرت الدراسة كذلك تنوعاً كبيراً في الأنماط الجغرافية الحيوية للأنواع المسجلة، إذ تم تسجيل 26 نمطاً جغرافياً حيوياً مختلفاً، وارتبط

توزع هذه الأنماط بشكل قوي مع الارتفاع عن سطح البحر، فقد سادت الأنواع الأوروبية والأورو–آسيوية والجبلية والقطبية والشمالية والشرق متوسطية في الارتفاعات الأعلى، بينما سادت بقية الأنواع المتوسطية (متوسطية، ووسط وغرب متوسطية)، والإيرانية–الطورانية والمدارية وشبه المدارية في الارتفاعات الأدنى.

الكلمات المفتاحية: التنوع التركيبي، التنوع الوظيفي، الارتفاع عن سطح البحر، النمط الجغرافي الحيوي.

المقدمة:

تعد دراسة التنوع الحيوي في النظم البيئية الجبلية في العالم مهمة جداً لعدة أسباب علمية وبيئية واقتصادية، حيث تحتل الجبال حوالي 23٪ من مساحة اليابسة (Fattorini *et al.*, 2020)، وتحوي هذه النظم كماً هائلاً من التنوع الحيوي، إذ تتكون من مجموعة من الموائل التي تسكنها أشكال حياة متغيرة بسبب اختلاف التضاريس والظروف المناخية الموضعية والمحلية (Sekar *et al.*, 2024). كما تستضيف النظم المذكورة حوالي 30٪ من مجمل مناطق التنوع الحيوي الرئيسة في العالم (UNEP *et al.*, 2020)، وتوفر العديد من خدمات النظام البيئي لمئات الملايين من الناس الذين يسكنون فيها، أو حتى بعيداً عنها في المناطق السهلية (Payne *et al.*, 2017). إضافةً إلى ذلك، تشكل الجبال، بمواقعها المعزولة ونطاقات الارتفاع المتدرجة فيها، نقاط ساخنة للتنوع الحيوي (Fisher *et al.*, 2011)، إذ تستضيف الجبال حوالي نصف النقاط الساخنة الأرضية للتنوع الحيوي في العالم (Spehn *et al.*, 2010). من ناحية أخرى، تحتضن الجبال العديد من الأنواع المتوطنة بسبب ظروفها المناخية الخاصة وتنوع النظم البيئية فيها (Cano-Ortiz *et al.*, 2016)، وتلعب دوراً محورياً كملاجئ للتنوع الحيوي الموجود في الأراضي المنخفضة (Fattorini *et al.*, 2020). كما يتمتع التنوع الحيوي في الجبال بقيمة ثقافية وبيئية واقتصادية كبيرة، إذ توفر تضاريس الجبال، المتنوعة من حيث الارتفاع عن سطح البحر والانحدار والمعرض، فرصاً للمحاصيل عالية القيمة، وأشجار الفاكهة، والأنواع الحراجية، والثروة الحيوانية، وبالتالي الأمن الغذائي، كما يتم الحفاظ على أجزاء كبيرة من أثمن مجموعات الجينات في العالم للزراعة والطب في الجبال، وبالتالي فإن دراسة التنوع الحيوي في الجبال ضرورة، ليس فقط للحفاظ على الطبيعة، بل أيضاً لدعم التنمية المستدامة والابتكارات العلمية (Makino *et al.*, 2020). فالقدرة على فهم التنوع الحيوي الجبلي والتنبؤ به وإدارته بشكل مستدام ودعم رفاهية الإنسان، تتطلب جهودا بحثية متضافرة في العلوم الطبيعية والاجتماعية وتحليلات مقارنة للأنظمة البيولوجية والاجتماعية والبيئية داخل سلاسل الجبال وعبرها (Payne *et al.*, 2017)، كما تم الاعتراف بالإدارة المستدامة للتنوع الحيوي للجبال كأولوية عالمية، وقد خصص المقصد الرابع للهدف 15 من أهداف التنمية المستدامة SDG (Sustainable Development Goals) لحفظ هذا التنوع الحيوي (Makino *et al.*, 2020).

يتبنى برنامج الأمم المتحدة للبيئة حداً أدنى لارتفاع الجبال يبلغ 300م (Fattorini *et al.*, 2020)، وعادة ما يكون الانتقال من سهول الأراضي المنخفضة إلى التضاريس الجبلية تدريجياً، وتساعد دراسة هذه المناطق في فهم تكوين الأنواع وأهم العوامل المؤثرة في تمايز النظم البيئية مع تدرج الارتفاع فيها (Fisher *et al.*, 2011). في الحقيقة، يتغير العديد من العوامل البيئية اللاحيوية مع تدرج الارتفاع عن سطح البحر على مسافات قصيرة بشكل يمكن التنبؤ به، كانخفاض درجة الحرارة بمعدل 0.6 درجة مئوية لكل 100 متر مع الارتفاع، إضافةً للتغيرات في ضغط الهواء والإشعاع الشمسي وكمية الأمطار (Barry, 2008)، والتعرض للرياح والهيدرولوجيا، وخصائص التربة (Körner, 2007, Haq *et al.*, 2024, Wang *et al.*, 2024)، وما يرافق ذلك من

تغير في الظروف الحيوية (Liu *et al.*, 2021). وتؤثر هذه التغيرات المتدرجة للعوامل اللاحيوية بشكل مباشر أو غير مباشر في وفرة الأنواع وتوزعها على طول التدرج الارتفاعي، وتؤثر بالتالي في التنوع النباتي في النظم الجبلية (Korner *et al.*, 2007, Laiolo *et al.*, 2018). كما تتمتع التدرجات الحيوية وغير الحيوية على الجبال بإمكانيات هائلة لتحسين فهمنا لتوزع الأنواع وأنماط الغنى النوعي (McCain and Grytnes, 2010)، وهذا ما يجعل التدرج الارتفاعي مكاناً مناسباً لدراسة التباين المكاني في تركيب الغطاء النباتي وتنوعه (Sekar *et al.*, 2024). من ناحية أخرى، تمثل نطاقات الارتفاع للجبال تدرجاً آنياً للمناخ، وبالتالي قد تساعد في تحديد استجابة الأنواع المختلفة للتغيرات المناخية، وفي فهم كيفية تغير النظم البيئية مع تغير المناخ في هذه المناطق (Fisher *et al.*, 2011). كما أن معرفة العمليات البيئية المرتبطة بتدرجات الارتفاع قد يساعد على فهم الآثار المحتملة لتغير المناخ على مجتمعات الأنواع (Naud *et al.*, 2018). إذ يعتبر Körner (2007) تدرج الارتفاع في الجبال بمثابة مختبر طبيعي لاختبار الاستجابات البيئية والتطورية للكائنات الحية للتأثيرات الجيوفيزيائية، مثل درجات الحرارة المنخفضة، كما يذكر Parmesan (2006) بأنه ليس من المتوقع أن تتحرك النظم البيئية بأكملها نتيجة لتغير العوامل البيئية، كارتفاع درجة الحرارة، ولكن بالأحرى، يمكن أن تستجيب أنواع أو مجموعات أنواع معينة بطرق مختلفة، مما يمكن أن يؤثر في التركيب النوعي للمجتمعات. من ناحية أخرى، هناك أدلة واسعة على أن زيادة درجات الحرارة بفعل التغير المناخي ستؤدي إلى هجرة الأنواع المحبة للحرارة إلى ارتفاعات أعلى (Walther *et al.*, 2005).

منذ منتصف التسعينيات من القرن الماضي، تم إجراء العديد من الدراسات لفهم تغير التنوع الحيوي مع الارتفاع عن سطح البحر، فقد قام Rahbek (1995)، بمراجعة 97 نشرة علمية (من 163 بحثاً) درست مجموعات مختلفة من الكائنات الحية (منها 42 على النباتات)، ووجد أن عدد الأنواع يتغير بتدرج الارتفاع وذلك من خلال علاقة ذات نماذج وأشكال تتنوع بتنوع الأبحاث والمواقع. وأصبحت بعد ذلك تأثيرات تغير المناخ العالمي في التنوع البيولوجي في التدرجات الارتفاعية ذات أهمية متزايدة، حيث تتم دراسة التنوع الحيوي في التدرجات الارتفاعية بهدف الحصول على معرفة أفضل وفهم عام للتنوع البيولوجي وتغيره على طول هذه التدرجات (Grytnes *et al.*, 2006)، كما أن الكشف عن أنماط التنوع النباتي في المناطق الجبلية يمكن أن يساهم في الحفاظ على هذا التنوع (Wang *et al.*, 2024). في دراسة قام بها Hegazy وآخرون (2007)، في مرتفعات شمالي غرب البحر الأحمر في جمهورية مصر العربية، تم تمييز 5 نطاقات ارتفاعية تمتد حتى ارتفاع 2800م عن سطح البحر، يتميز كل منها بتركيب نبتي مختلف، وكان الارتفاع عن سطح البحر من أهم العوامل اللاحيوية المؤثرة في التركيب النبتي كما ارتبطت أهم مؤشرات التنوع الحيوي (الغنى النوعي ودليل شانون) بشكل معنوي بالارتفاع عن سطح البحر. كما درس العديد من الباحثين أنماط تنوع الأنواع على طول التدرجات المرتفعة في جبال الهيمالايا التي تمثل أطول تدرج مناخي حيوي في العالم (Sharma and Kala, 2022, Sekar *et al.*, 2024, Bahukhandi *et al.*, 2024).

إن الجزء الأكبر من الأبحاث التي تناولت تغيرات التنوع الحيوي على طول التدرجات الارتفاعية درست الجانب التركيبي من التنوع الحيوي، من خلال المؤشرات التي تقيس الغنى النوعي والوفرة النسبية، في حين أن عدداً أقل من الأبحاث قد اهتم بالجانب الوظيفي لهذا التنوع، من خلال دراسة السمات الوظيفية للأنواع (كجنس الأزهار والتلقيح وشكل الحياة، ...) وتغيراتها مع تدرج الارتفاع عن سطح البحر (Di Biase *et al.*, 2021)، بالرغم من أن جميع أشكال التنوع الحيوي، المتمثلة بالبنية والتركيب والوظيفة، تعد من الخصائص المهمة التي تظهر تبايناً كبيراً مع تغير العوامل الحيوية وغير الحيوية (Rawal *et al.*, 2018). وتؤثر الخصائص الوظيفية للأنواع بشدة في خصائص النظام البيئي، إذ تعمل تأثيرات الأنواع تآزر مع تأثيرات المناخ وتوافر

الموارد وأنظمة الاضطراب في التأثير على خصائص النظام (Hooper *et al.*, 2005). كما ترتبط العديد من السمات الوظيفية، كشكل الجنس ونمط التلقيح وشكل الحياة ونمط التشتت، بالظروف المناخية، وبالتالي يمكن أن تتغير مع تدرج الارتفاع. ففي دراسة قام بها Fadl وآخرون (2021) في ثلاثة نطاقات ارتفاعية عن سطح البحر، تتراوح بين 750 و 1830م، في المملكة العربية السعودية، وجد أن الارتفاع قد أثر بشكل واضح في أشكال الحياة للأنواع وتوزيع العناصر الجغرافية النباتية. وفي دراسة قام بها Wang وآخرون (2024) على أربع نطاقات ارتفاعية في هضبة التبت الشمالية، وجِدَ أن الارتفاع عن سطح البحر كان من أهم العوامل التي أثرت في مؤشرات التنوع النباتي وطبيعة النبت. وبيّن Xu وآخرون (2023) أهمية فهم الاختلاف في اعتماد الأنواع على الملقحات على طول التدرجات الارتفاعية في النظم البيئية الجبلية. من ناحية أخرى، يستند مفهوم النمط الجغرافي الحيوي للأنواع (Chorotype)، على عوامل جغرافية أو مناخية أو بيئية مشتركة ويعدّ أحد العوامل التي تؤثر بشكل غير مباشر في الأداء الوظيفي للنظام البيئي، وبالتالي فإن دراسة العلاقة بين هذا العامل والارتفاع عن سطح البحر، تساعد في تحليل التنوع الحيوي وفهم تأثير الارتفاع في توزيع الأنواع النباتية على طول التدرج الارتفاعي، وخاصة فيما يتعلق بالتكيفات الفسيولوجية والسلوكية لهذه الأنواع مع تغير الظروف المناخية والبيئية على الارتفاعات المختلفة، وقد بيّن Tilman وآخرون (1997)، بأن عمليات النظام البيئي تعتمد على كل من عدد وهوية الأنواع الموجودة في النظام البيئي، كما أن معرفة التنوع الحيوي النباتي وتوزيعه تعدّ من العوامل المهمة في نجاح الجهود الدولية لصون التنوع الحيوي وإيقاف فقدانه (Antonelli et al., 2023). في سورية، بالرغم من ذكر أهمية الارتفاع عن سطح البحر كعامل بيئي مهم في توزع الأنواع والمجتمعات النباتية، في العديد من الدراسات في مناطق متنوعة من سورية (الشيخ علي، 1999؛ نحال، 2002؛ الشاطر، 2016)، فإن الأبحاث التي درست تأثير هذا العامل في التنوع الحيوي بشكل مفصل، من خلال تدرج واضح، نادرة جداً، وأغلبها يتناول نطاقات جغرافية ضيقة. فقد قامت عباس (2016) بدراسة التنوع النباتي في منطقة الشيخ بدر (محافظة طرطوس) التي لا تتجاوز مساحتها 20 ألف هكتار، من خلال ثلاث مستويات من الارتفاع عن سطح البحر حيث أظهرت النتائج تأثير الارتفاع عن سطح البحر في تباين هذا التنوع. وتكمن أهمية هذا البحث كون دراسة التنوع الحيوي في النظم البيئية الجبلية مهمة لعدة أسباب، فالنباتات الجبلية تلعب دورًا مهمًا في دعم النظم البيئية، حيث توفر الغذاء والمأوى للعديد من الكائنات الحية، كما يستخدم العديد منها في الطب التقليدي والصناعات الدوائية، ما يعزز أهميتها الاقتصادية، إضافةً لذلك، فإن العديد من النباتات الجبلية نادرة أو متوطنة أو مهددة بالانقراض، ما يجعل دراستها ضرورية لحمايتها من الانقراض. ومن ناحية أخرى، فإن النباتات الجبلية تساعد في تثبيت التربة وتقليل التعرية، مما يحافظ على مصادر المياه العذبة. كما أن الجبال تُعتبر مختبرات طبيعية لدراسة تأثير التغير المناخي على النباتات، بسبب اختلاف المناخ في التدرجات الارتفاعية، إضافة إلى أن التنوع النباتي في الجبال يجذب السياح والباحثين، مما يساهم في التنمية المستدامة.

تنبع أهمية هذا البحث إذاً من أهمية التنوع الحيوي في المناطق الجبلية بشكل عام، والجبال الساحلية السورية بشكل خاص، حيث يقدم التنوع النباتي في هذه النظم البيئية الجبلية خدمات ووظائف متنوعة، كما أنه يتعرض بنفس الوقت لضغوط بشرية شديدة مترافقة بتغير مناخي واضح، وبالتالي فإن فهم تأثير الارتفاع عن سطح البحر في تركيب ووظيفة هذا التنوع سيساهم في الاستفادة منه بشكل مستدام من جهة، وحمايته وصونه بشكل فعال من جهة أخرى، خاصة في ظل ندرة الدراسات التي تتناول هذا الموضوع بشكل معمق. يهدف هذا البحث إلى تقييم التنوع الحيوي النباتي في محافظة اللاذقية من الناحية التركيبية، التي تتناول أعداد ووفرة الأنواع النباتية، ومن الناحية الوظيفية، التي تتناول بعض السمات الوظيفية لهذه الأنواع كنظامها الجنسي ونمط التلقيح وشكل

الحياة ونمط التشتت والتوزع الجغرافي الحيوي، ومحاولة فهم تأثير الارتفاع عن سطح البحر في هذا التنوع ما يمكن أن يساهم في تقديم مقترحات تسهم في حماية هذا التنوع وصونه.

مواد البحث وطرائقه:

موقع الدراسة:

تمت الدراسة في 67 موقع حراجي موزعة على كامل أنحاء محافظة اللاذقية، وذلك على ارتفاعات تتراوح بين 57 و1380م عن سطح البحر (الشكل1). ينتمي مناخ المحافظة إلى المناخ المعتدل الدافئ لغرب القارات، أو ما يعرف باسم المناخ المتوسطي المعروف بفصليته المناخية الواضحة، حيث الصيف حار وجاف، والشتاء مضطرب ماطر ومائل للبرودة، في حين تعتدل درجات الحرارة في فصلي الربيع والخريف. يتراوح متوسط درجة الحرارة السنوية في أرجاء المحافظة بين 19– 20°م في السهول الساحلية، و14– 17°م في الجبال، وتتراوح معدلات الأمطار بين 750–900 مم في السهول الساحلية إلى قيمة عظمى تتجاوز 1500مم/سنة في المرتفعات الجبلية، وقد تصل الأمطار كحد أعظمي إلى 2000مم، وتسقط 51–60% من الأمطار في فصل الشتاء، أما الرطوبة الجوية النسبية فتتراوح صيفاً بين 60–80%، ولكن كمية التبخر النتح الكامن تبلغ 1600مم في السهول لتتناقص إلى 1200مم في الجبال (مشروع البلاغ الوطني الأول للتغيرات المناخية، 2008 في قره فلاح، 2015). تتنوع الصخور الأم في منطقة الدراسة (المؤسسة العامة للجيولوجيا والثروة المعدنية، 1979)، حيث يسود الحجر الكلسي في 53 عينة، والصخور الأوفيولوتية الخضراء في 10 عينات، والحجر الرملي مع الكونغلوميرا في 4 عينات فقط، كما تتباين الموائل بين غابات سنديانية طبيعية (13 عينة)، ماكي (14 عينة)، غابات مخروطية طبيعية (17 عينة)، غابات مخروطية اصطناعية (12 عينة)، وغابات محروقة (11 عينات).

جمع البيانات:

تم تحديد 67 عينة مربعة الشكل مساحة كل منها 400م^2 (20 x 20 م) متوزعة على أربعة نطاقات ارتفاعية تتوافق نسبياً مع الطوابق النبتية (الجدول1، الشكل1).

الجدول(1): العينات المدروسة وارتفاعاتها

النطاق	الارتفاع (م)	عدد العينات
A1	299-0	22
A2	599-300	19
A3	899-600	12
A4	>900	14
المجموع		67

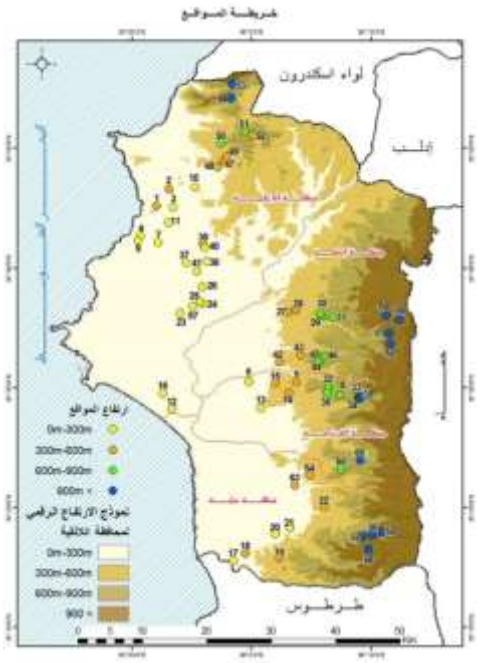
تم في كل عينة جمع البيانات التالية:

– بيانات الموقع كالإحداثيات الجغرافية والارتفاع عن سطح البحر بواسطة جهاز GPS، والمعرض بواسطة (البوصلة)، والانحدار بواسطة جهاز قياس الانحدار (كلينوميتر).

– الكشوف النباتية: تم إجراء الكشوف النباتية في العينات المدروسة باستخدام طريقة براون – بلانكيه (Braun and Furrer, 1913) من خلال تسجيل جميع الأنواع النباتية في العينة وإعطاء كلِ نوعٍ معامل يدعى معامل (الوفرة – السيادة) باعتبار أن درجة التغطية هي الأهم من أجل الأنواع الأكثر وجوداً، في حين أن الوفرة هي الأهم من أجل الأنواع الأكثر ندرةً، والتي يمكن عدُّها، في حين يصعب تقدير تغطيتِها.

تم إجراء كشفين نباتيين في كل عينة، أحدهما ربيعي–صيفي والآخر خريفي–شتوي، خلال العامين 2022 و2023 وذلك لضمان تسجيل جميع الأنواع الحولية والأرضية في العينات.

تم التعرف على الأنـواع النباتيــة، وتصنيفها بالاعتمـاد على الفـلورا الحديثـة لسـورية ولبنان (Mouterde, 1966, 1970, 1983).



الشكل(1): توزع عينات الدراسة حسب نطاقات الارتفاع في محافظة اللاذقية.

مؤشرات التنوع التركيبي (التصنيفي)

مؤشر الغنى النوعي: وهو عدد الأنواع الموجودة في عينة محددة، ويستخدم بكثرة بسبب بساطته ولكونه يشكل مؤشر جيد على التنوع الحيوي، مع ذلك، فإن المعلومة التي يقدمها هذا المؤشر غير كافية لكونه لا يأخذ بالحسبان الوفرة النسبية للأنواع (Gotelli and Chao, 2013).

مؤشر Sorenson: تم استخدام هذا المؤشر لحساب نسبة التشابه النبتي بين النطاقات الارتفاعية وهو يحسب من المعادلة (Sorenson, 1948):

$$CC = 2c / (a + b + 2c)$$

حيث: a هي عدد الأنواع الموجودة في نطاق الارتفاع الأول، b هي عدد الأنواع الموجودة في نطاق الارتفاع الثاني، c هي عدد الأنواع المشتركة بين النطاقين.

مؤشر Shannon: يعدّ من أكثر المؤشرات استخداماً بسبب سهولة حسابه، ولكونه يأخذ بالحسبان الوفرة النسبية للأنواع، كما أنه مؤشر بيئي يفيد في تقدير التنوع الحيوي النباتي ومقارنته بين المجتمعات الحراجية المتجاورة. يتم حسابه بالصيغة التالية (Magurran, 1988):

$$H' = -\sum pi * \log pi (i \to s)$$

حيث: S هي العدد الكلي للأنواع، Pi: الوفرة النسبية للأنواع (nj/N)، nj: التغطية النسبية للنوع j في العينة، N: العدد الكلي للأفراد. يكون التنوع أكبر كلما كانت قيمة هذا المؤشر مرتفعة. قاعدة اللوغارتم المستخدمة عادةً هي 2 وتكون الواحدة في هذه الحالة البايت.

مؤشرات التنوع الوظيفي

تمت دراسة خمسة عناصر مرتبطة بشكل مباشر أو غير مباشر بالتنوع الوظيفي في النظام البيئي وهي:

النظام الجنسي: يشمل وجود الأعضاء الجنسية داخل الزهرة، وتوزع الأزهار حسب جنسها على مستوى الفرد أو الجماعة، وقد تم تمييز النظم التالية (Cardoso *et al.*, 2018): 1) الخنوثة hermaphroditism (Cosexuality)، حيث تحتوي على أعضاء مذكرة (الأسدية) ومؤنثة (المدقة) في نفس الزهرة، 2) أحادية الجنس Monoecy حيث يحمل الفرد الواحد أزهاراً أحادية الجنس فقط (مذكرة ومؤنثة) في معظم الحالات. يمر الانتقال التطوري من الخنوثة إلى الأحادية بمراحل وسيطة مثل: أ) Andromonoecy، وفيه يحمل أفراد الجماعة أزهارًا خنثى وأخرى مذكرة على نفس النبات، ب) Gynomonoecy، وفيه يحمل أفراد الجماعة أزهارًا خنثى وأخرى مؤنثة، ج)polygamomonoecy (Trimonoecy)، وتكون فيه الأفراد متعددة الجنس أي يوجد ثلاثة أنواع من الأزهار على نفس الفرد في جماعة ما، خنثى، مذكرة، أو مؤنثة. 3) ثنائية المسكن Dioecy، أي أن هناك نباتات مذكرة وأخرى مؤنثة، ويشتق منها أيضاً: أ) Androdioecy، وهي وجود أفراد يحملون أزهاراً خنثى تتعايش مع أفراد آخرين يحملون أزهارًا مذكرة فقط. ب. Gynodioecy، وهي وجود أفراد يحملون أزهاراً خنثى تتعايش مع أفراد آخرين يحملون أزهارًا مؤنثة فقط. ج) Polygamodioecy، وفيه توجد الأزهار على نباتين منفصلين (أي أن النباتات تكون مذكرة أو مؤنثة)، ولكن مع إمكانية وجود بعض الأزهار الخنثى على النبات المذكر أو المؤنث.

نمط التلقيح: هي الطريقة التي تستخدمها النباتات لنقل حبوب اللقاح من الأعضاء الذكرية إلى الأعضاء الأنثوية لتحقيق الاخصاب، وهي عملية حيوية لتكاثر واستمرار النباتات وإنتاج البذور والثمار وبالتالي الغذاء. هناك نوعان رئيسيان من نظم التلقيح (Abrol, 2012): التلقيح الذاتي Autogamy، يتم فيها نقل حبوب اللقاح من السداة إلى الميسم في نفس الزهرة أو زهرة أخرى على نفس النبات، ولا يتطلب ملقحات خارجية. التلقيح الخلطي Heterogamy، وفيه تنتقل حبوب اللقاح من زهرة مذكرة إلى زهرة أخرى على نبات مختلف من نفس النوع. ، وللتلقيح الخلطي عدة طرق: 1) التلقيح بالحشرات Entomogamy، 2) التلقيح بالرياح Anemogamy، 3) التلقيح بالماء Hydrogamy. كما أن هناك بعض النباتات التي تعتمد على التكاثر اللاجنسي، إذ يتم إنتاج الجيل الجديد من النباتات دون الحاجة إلى إخصاب البويضة، وإنما يتطور الجنين من خلايا جسمية غير جنسية. يحدث هذا الطراز في النباتات اللاوعائية (مثل الطحالب والسراخس) عادة أكثر من النباتات الوعائية، ويدعى هذا النمط بغياب التلقيح (Apogamy).

شكل الحياة: تم تحديد شكل الحياة للأنواع المسجلة في المواقع المدروسة بالاعتماد على مفهوم Raunkiaer (1934)، ويعدّ هذا النظام في تصنيف النباتات بسيطاً، واضحاً، متناسقاً، سهل التطبيق، ويرمي إلى تقديم شرح بيولوجي وبيئي (Rutherford and Westfall, 1986). يميز هذا التصنيف خمسة أشكال أساسية من النباتات (Midolo *et al.*, 2023): النباتات الهوائية (المرئية) Phanerophytes (Ph)، وهي نباتات خشبية، شجرية، أو شجيرية، يكون برعمها التجديدي فوق سطح التربة بشكل واضح، النباتات السطحية Chamephytes (C)، وهي النباتات الخشبية المنخفضة أو الأعشاب المعمرة التي يكون برعمها التجديدي على مسافة قصيرة من سطح التربة، النباتات الأرضية (المختبئة) Gyophytes (G)، يكون البرعم التجديدي في التربة وهي حالة النباتات العشبية المعمرة، النباتات شبه المختبئة Hemicryptophytes (H)، وهي نباتات عشبية يقع برعمها على سطح التربة مختبئاً في الفرشة العضوية، ونباتات الفصل الجميل Therophytes (T)، يتم تشبيه البذرة ببرعم وهي تضم النباتات العشبية الحولية.

نمط التشتت (البعثرة): تصنف هذه السمة الوظيفية الأنواع النباتية بحسب العامل الأساسي الذي يضمن انتشار وتشتت بذورها (Van Der Pijl, 1982) وهي: الأنواع المنتشرة بواسطة الهواء Anemochores (Anemo)، وفيها تنتشر الوحدات التكاثرية بواسطة الهواء الذي يمثل العامل الفعال في الانتشار. الأنواع المنتشرة ذاتياً Autochores (Auto)، وفيها تكفل الأنواع انتشار وحداتها التكاثرية بنفسها، وتتم مساعدتها أحياناً بواسطة تباين عوامل خارجية معينة كدرجة رطوبة الهواء أو الرياح أو الماء. الأنواع المنتشرة بواسطة الضغط Barochores (Baro)، وفيها لا يملك النبات أي تكيف يمكن أن يضمن انتشاره، حيث تنفصل الوحدات التكاثرية وتسقط بواسطة وزنها. الأنواع المنتشرة بواسطة الحيوانات Zoochores (Zoo)، وفيها تنتشر الوحدات التكاثرية بواسطة الحيوانات، ويمكن تمييز ثلاث تحت فئات في هذا الطراز: 1) النباتات المنتشرة بواسطة الحيوان من الخارج Epizoochores (Zepi)، تنتشر الوحدات التكاثرية مثبتةً على جسم الحيوان، وهذا يخص مواد التكاثر المزودة بأجهزة معينة (أشواك, حرير قاسي, خطافات, مواد دبقة) تسمح بانتشارها بواسطة الحيوان، 2) النباتات المنتشرة بواسطة الحيوان من الداخل Endozoochores (Zend)، 3) النباتات المنتشرة بواسطة النمل Myrmechores (Zmyr)، وتحتوي مواد التكاثر فيها على جسم شحمي تبحث عنه بعض الحيوانات كالنمل إذ تقوم الحيوانات بنقل البذور هنا دون استهلاكها.

النمط الجغرافي الحيوي Chorotype:

تم تقديم مصطلح الأنماط الجغرافية الحيوية بواسطة La Greca عام 1963 (In: Morrone, 2014) على أنه مجموعة الأنواع ذات أنماط التوزيع المتماثلة، أي ذات النطاقات الجغرافية الحيوية المتماثلة، وتكون مرتبطة بالمتغيرات البيئية في هذه المناطق، وبالتالي تمثل الاستجابات المكانية للأنواع على مستوى العالم للضغوط التاريخية والبيئية (Gomez-Gonzalez et al., 2004).

تم جمع بيانات التنوع الوظيفي للأنواع المسجلة في العينات بالاعتماد على قاعدة بيانات BASFLORE (Julve, 1998)، والفلورا الحديثة لسورية ولبنان (Mouterde, 1966, 70, 83). الأنواع القليلة غير الموجودة في هذين المصدرين تم استكمال بياناتها من خلال الخبرة الشخصية.

التحليل الاحصائي:

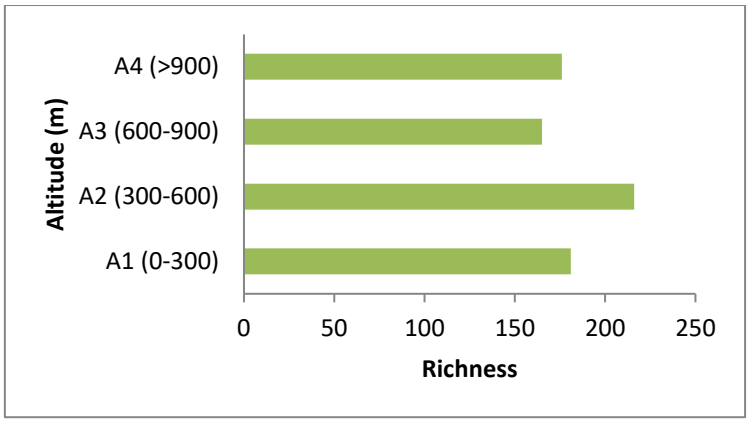
تمت مقارنة المتوسطات لنسب توزع الأنواع حسب سماتها الوظيفية باستخدام اختبار Mann-Whitney (MW)، مع تحديد العتبة الحرجة P التي لا يكون هناك فروقاً معنوية بين المتوسطات عندها بقيمة أكبر من 0.05، وتم استخدام معامل ارتباط الرتب Spearman لقياس شدة الارتباط بين الارتفاع عن سطح البحر وقيم التنوع الحيوي التركيبي والوظيفي (Wonnacott and Wonnacott, 1995). تم استخدام طريقة تحليل المكونات الرئيسية PCA - Principal Component (Falissard, 1998) (Analysis، لتحليل العلاقة بين الانتماء الجغرافي للأنواع والارتفاع عن سطح البحر وهي تقنية إحصائية تُستخدم لتقليل الأبعاد (Dimensionality Reduction) في مجموعات البيانات الكبيرة، مع الحفاظ على أكبر قدر ممكن من المعلومات المهمة. حيث يتم حساب التباين (مدى انتشار البيانات) والتغاير (مدى ارتباط المتغيرات ببعضها) وحساب القيم الذاتية التي تعبر عن مقدار التباين الذي يشرحه كل مكون رئيسي، ويتم إسقاط البيانات الأصلية على المكونات الرئيسية الجديدة، مما يؤدي إلى تمثيل البيانات بأبعاد أقل ولكن بمعلومات مكثفة. احتوت أسطر الجدول الأساسي للتحليل على العينات، واحتوت الأعمدة على الانتماء الجغرافي بحيث تحوي الخانة الواحدة على النسبة المئوية التي تمثلها الأنواع التي تنتمي لمنطقة جغرافية معينة بالنسبة لبقية الأنواع في نفس العينة، وتم ترميز العينات بذكر الحرف A متبوعاً بارتفاعها عن سطح البحر. تم تنفيذ هذه الاختبارات باستخدام البرنامج الإحصائي SPSS.

النتائج والمناقشة:

التنوع التركيبي:

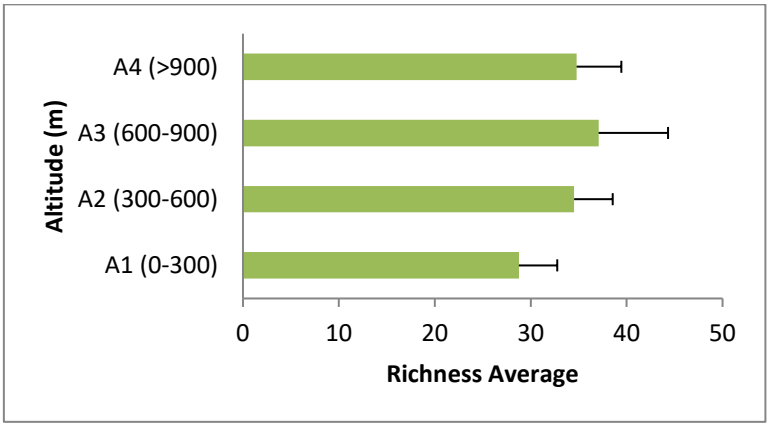
مؤشر الغنى النوعي:

بلغ عدد الأنواع المسجلة في جميع العينات المدروسة 352 نوعاً، تنتمي إلى 73 فصيلة، و235 جنس. أظهرت النتائج وجود ارتباط معنوي ايجابي بين مؤشر الغنى النوعي والارتفاع عن سطح البحر على مستوى جميع العينات المدروسة (rSpearman=0.28, p=0.02). بلغ عدد الأنواع المسجلة في جميع عينات نطاق الارتفاع الأول (0–300م)، 181 نوعاً، في حين بلغ هذا العدد 216 نوعاً في نطاق الارتفاع الثاني (300–600م)، و165 نوعاً في صف الارتفاع الثالث (600–900م)، و176 نوعاً في نطاق الارتفاع الرابع (>900م) (الشكل2).



الشكل(2): العدد الكلي للأنواع المسجلة في نطاقات الارتفاع المختلفة.

بلغ متوسط مؤشر الغنى النوعي في العينات المدروسة 28.8 ± 4 نوعاً في نطاق الارتفاع الأول، وارتفع إلى 34.5 ± 4 نوعاً في نطاق الارتفاع الثاني، ووصل إلى 37.1 ± 7 نوعاً في نطاق الارتفاع الثالث، ثم انخفض إلى 34.8 ± 5 نوعاً في نطاق الارتفاع الرابع، ولكن الفروق بين هذه المتوسطات لم تكن معنوية (p>0.05) (الشكل3).

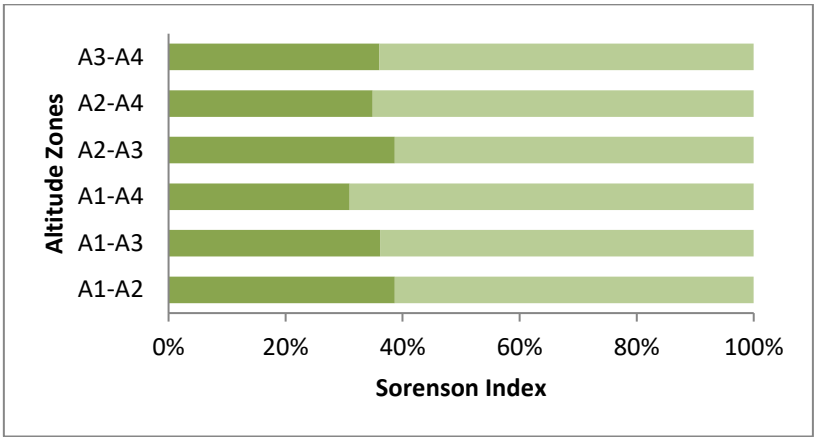


الشكل(3): متوسط مؤشر الغنى النوعي للعينات في نطاقات الارتفاع المختلفة.

مؤشر Sorenson

بالرغم من عدم وجود فروق معنوية في متوسطات مؤشر الغنى النوعي للعينات بين نطاقات الارتفاع الأربعة، فقد اختلف التركيب النوعي بين هذه النطاقات بشكل واضح، إذ كانت قيم دليل سورنسون لقياس نسبة التشابه النبتي أعلى بين النطاقات المتجاورة عنها

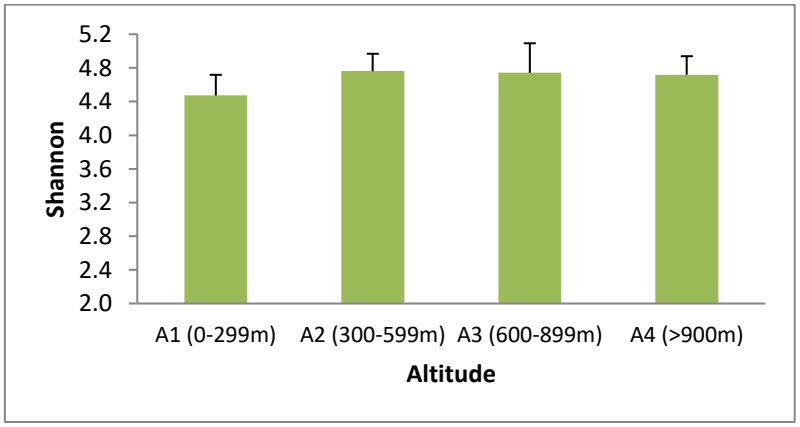
بين النطاقات الأبعد، وقد بلغت قيمة هذا الدليل 39% بين النطاقين الأول والثاني، وسجلت نفس القيمة (39%) بين النطاقين الثاني والثالث، بينما انخفضت هذه القيمة كلما زاد التباعد بين النطاقات حيث كانت 31% فقط بين النطاقين الأول والرابع (الشكل4).



الشكل(4): مؤشر Sorenson للتشابه بين نطاقات الارتفاع المختلفة (اللون الغامق=نسبة التشابه%، اللون الفاتح= نسبة الاختلاف%).

مؤشر Shannon

لم تظهر النتائج وجود ارتباط معنوي بين مؤشر شانون والارتفاع عن سطح البحر على مستوى جميع العينات المدروسة (rSpearman=0.17, p=0.17). من ناحية أخرى، بلغ متوسط مؤشر شانون 4.47 ± 0.2 بايت في العينات المدروسة في نطاق الارتفاع الأول، و 4.76 ± 0.2 نوعاً في نطاق الارتفاع الثاني، و4.74 ± 0.4 بايت في نطاق الارتفاع الثالث، و 4.72 ± 0.2 بايت في نطاق الارتفاع الرابع، ولكن الفروق بين هذه المتوسطات لم تكن معنوية (p>0.05) (الشكل5).



الشكل(5): متوسط مؤشر Shannon للعينات في نطاقات الارتفاع المختلفة.

التنوع الوظيفي

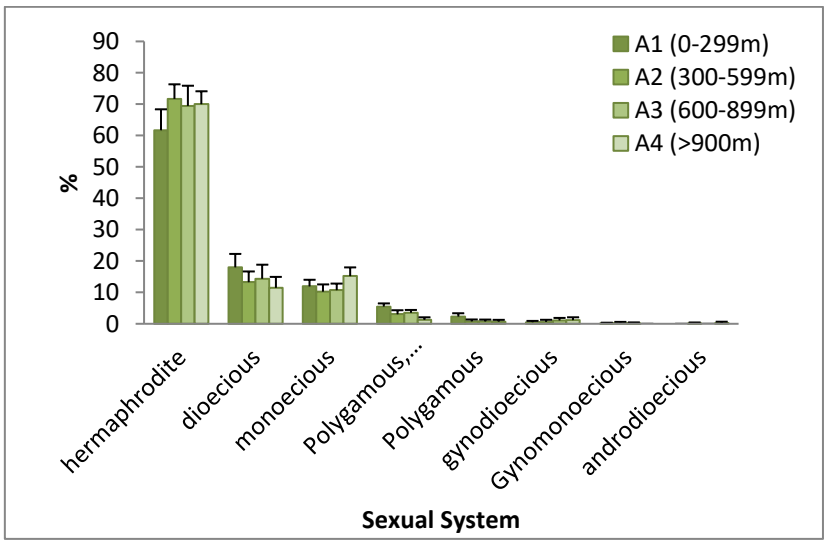
النظام الجنسي

كان توزع نسب الطرز الجنسية متشابهاً بشكل عام في نطاقات الارتفاع الأربعة المدروسة، وهو من الشكل:

<gynodioecious <polygamous<polygamous-dioecious< monoecious<dioecious<hermaphrodite androdioecious <gynomonoecious (الشكل6). وقد ارتبطت معنوياً وبشكل سالب مع الارتفاع عن سطح البحر، نسبة كل من الأنواع ثنائية المسكن dioecious (rSpearman=-0.31, p=0.01)، والأنواع ذات الطراز الثنائي–المؤنث gynodioecious (rSpearman=-0.23, p=0.04)، والأنواع ذات الطراز المتعدد الجنس polygamous (rSpearman=-

(rSpearman=-0.56, p=0.00) polygamous-dioecious الثنائية–الجنس عديدة والأنواع ،(p=0.02 ,0.28)، في حين لم تكن هناك علاقة ارتباط معنوية مع باقي الطرز.

من ناحية أخرى، فقد اختلفت متوسطات النسب لأغلب هذه الطرز بين النطاقات الارتفاعية المدروسة، ففي الأنواع ذات الأزهار الخنثى hermaphrodite، كانت أقل نسبة من هذه الأنواع في نطاق الارتفاع الأدنى (61.7 ± 7%)، مختلفة معنوياً عن نسبتها في النطاق الثاني فقط (p=0.025)، في حين كانت جميع الفروق الأخرى غير معنوية. بالنسبة للأنواع ثنائية المسكن dioecious فقد كانت أعلى نسبة منها في نطاق الارتفاع الأول (18 ± 4%) ولم يكن هناك فروق معنوية في نسب هذا الطراز الجنسي بين نطاقات الارتفاع المختلفة إلا بين النطاقين الأول والرابع (p=0.038). بالنسبة لطراز الأزهار أحادية الجنس monoecious فقد كانت النسبة الأعلى منها في نطاق الارتفاع الرابع (15.2 ± 3%) ولم يكن هناك فروق معنوية بين نطاقات الارتفاع المختلفة في هذا الطراز الجنسي إلا بين النطاق الرابع من جهة والنطاقين الثاني (p=0.019) والثالث (p=0.031) من جهة أخرى. بالنسبة للأنواع عديدة الجنس–الثنائية polygamous-dioecious فقد كانت النسبة الأعلى منها في نطاق الارتفاع الأول (5.5 ± 1%) وكان هناك فروق معنوية بين نسبة هذا الطراز في النطاق الأول من جهة، ونسبته في النطاق الثاني (p=0.001) والثالث (p=0.013) والرابع (p=0.001) من جهة أخرى، كما كان هناك فرق معنوي في نسبة هذا الطراز بين النطاقين الثالث والرابع (p=0.006)، فيما كانت بقية الفروق غير معنوية. بالنسبة للأزهار المتعددة الجنس polygamous، فقد سجلت نسب منخفضة من هذا الطراز في نطاقات الارتفاع الأربعة، كما تناقصت نسبته مع الارتفاع عن سطح البحر، إذ كانت نسبته في نطاق الارتفاع الأول (2.3 ± 1%) هي الأعلى، وبفروق معنوية مع نطاق الارتفاع الثاني (p=0.03) والرابع (p=0.03) كما اختلفت نسبته بين نطاقي الارتفاع الثالث والرابع (p=0.04). بالنسبة للطراز gynodioecious فقد سجل نسباً منخفضة أيضاً ولكنها تزداد مع الارتفاع عن سطح البحر، وكان هناك فرق معنوي في نسبة هذا الطراز بين النطاقين الأول الثاني فقط (p=0.001). أما بالنسبة للطراز gynomonoecious، فقد غاب تماماً في نطاق الارتفاع الأعلى وسجلت نسب منخفضة جداً منه في النطاقات الأخرى، وكذلك الأمر بالنسبة للطراز androdioecious الذي غاب تماماً في نطاقي الارتفاع الأول والثالث (الشكل6).

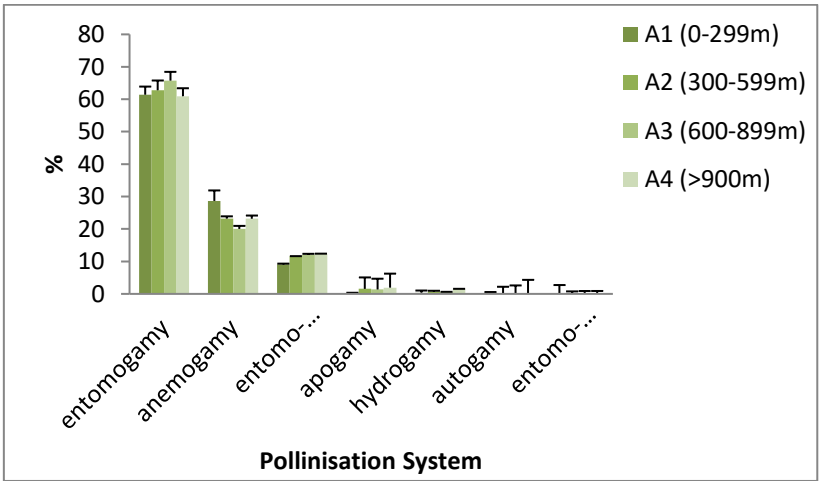


الشكل6: النظم الجنسية المسجلة حسب الارتفاع عن سطح البحر.

نمط التلقيح

كان التوزع العام لأنماط التلقيح متشابهاً في النطاقات المختلفة، إذ أخذت متوسطات النسب المئوية لهذه الأنماط الشكل: entomo- < autogamy <hydrogamy <apogamy <entomo-autogamy< anemogamy <entomogamy anemogamy، أي أن التلقيح بالحشرات كان النمط الأكثر سيادة في جميع الارتفاعات، في حين كان التلقيح الحشري–الهوائي entomo-anemogamy هو الأقل (الشكل7). وقد ارتبطت معنوياً مع الارتفاع عن سطح البحر، وبعلاقة سالبة، نسبة الأنواع هوائية التلقيح Anemogamy (rSpearman=-0.39, p=0.01)، وبعلاقة موجبة، نسبة كل من الأنواع ذات التكاثر اللاجنسي Apogamy (rSpearman=0.45, p=0.00)، و ذات التلقيح المائي Hydrogamy (rSpearman=0.32, p=0.00)، في حين لم تكن هناك علاقة ارتباط معنوية مع باقي الطرز.

بالرغم من تشابه الاتجاه العام لنسب هذه الطرز فقد اختلفت نسبة كل طراز منها حسب النطاق، إذ كانت نسبة الأنواع التي تتبع استراتيجية التلقيح بواسطة الحشرات entomogamy، أكثر ارتفاعاً في النطاق الثالث (65.8%) دون أن تختلف معنوياً عن بقية النطاقات، في حين سجلت أعلى نسبة من الأنواع التي تتبع استراتيجية التلقيح بواسطة الهواء Anemogamy في نطاق الارتفاع الأول (28.7%)، متفوقة معنوياً على نسبتها في النطاقين الثالث (p=0.001)، والرابع (p=0.029)، وبفرق غير معنوي مع نسبتها في النطاق الثاني (p>0.05) (الشكل7). كما سجلت أعلى نسبة من الأنواع التي تتبع استراتيجية التلقيح بواسطة الهواء وذاتياً بنفس الوقت entomo-autogamy (12.4%)، ومن الأنواع التي تتبع استراتيجية التكاثر اللاجنسي (غياب التلقيح) Apogamy (1.9%)، ومن الأنواع التي تتبع استراتيجية التلقيح بواسطة الماء Hydrogamy (1.6%)، في نطاق الارتفاع الرابع دون أن تكون الفروق معنوية (p=0.003) إلا بين النطاق الأول والرابع، وفي الأنواع تتبع استراتيجية التلقيح بواسطة الماء Hydrogamy فقط. من ناحية أخرى، سجلت نسب منخفضة جداً، مع غياب كامل في بعض النطاقات، للأنواع التي تتبع استراتيجية التلقيح الذاتي autogamy والحشري–الهوائي entomo-anemogamy دون وجود فروق معنوية بين النطاقات المختلفة (p>0.05) (الشكل7).



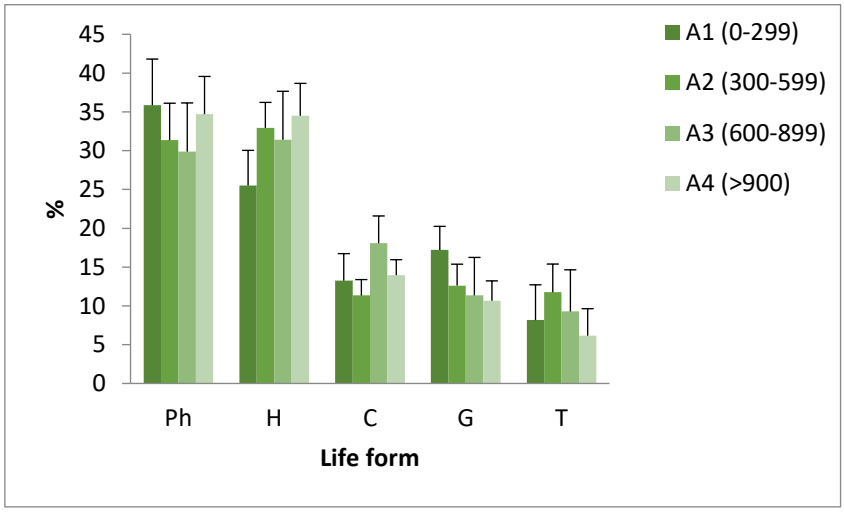
الشكل(7): أنماط التلقيح للأنواع المسجلة حسب الارتفاع عن سطح البحر.

أشكال الحياة

كان الطيف الحيوي لنسب أشكال الحياة المختلفة على مستوى جميع المواقع المدروسة من الشكل therophyte<geophyte<chamaephyte<hemicryptophyte<phanerophyte، حيث سادت الأنواع الهوائية (Ph) بمتوسط قدره 32.4%، تلتها الأنواع شبه المختبئة (H) بنسبة 28.5%، في حين تقاربت نسب الطرز الباقية بشكل عام حيث بلغت 13.5%، 13.2%، 12.4% في كل من الأنواع السطحية (C)، الأرضية (G)، ونباتات الفصل الجميل (T) على التوالي

(الشكل8). وقد ارتبطت معنوياً مع الارتفاع عن سطح البحر، بعلاقة سالبة، نسبة الأنواع الأرضية (G)، (rSpearman=-0.31, p=0.00)، وبعلاقة موجبة، نسبة كل من الأنواع الهوائية (Ph) (rSpearman=0.25, p=0.04)، و شبه المختبئة (H) (rSpearman=0.33, p=0.00)، في حين لم تكن هناك علاقة ارتباط معنوية مع باقي الطرز.

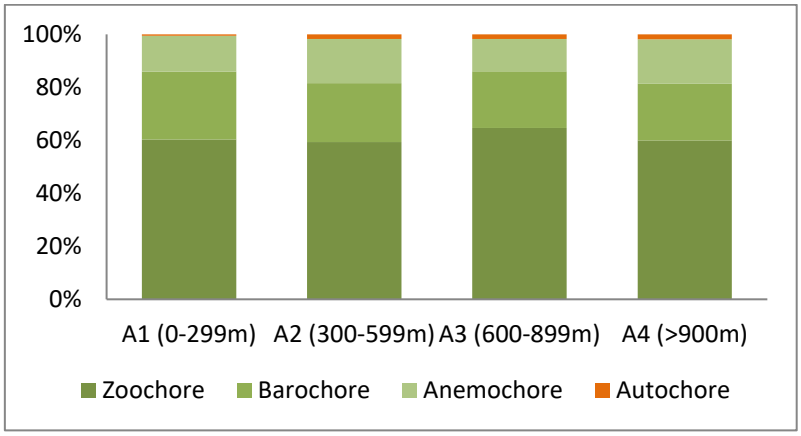
تباينت متوسطات نسب أشكال الحياة للأنواع المدروسة حسب نطاقات الارتفاع، فقد كانت نسبة النباتات الهوائية (Ph) مرتفعة في نطاق الارتفاع الأول (35.9±6%)، وانخفضت بشكل طفيف في نطاق الارتفاع الثاني (31.4±5%) والثالث (29.9±6%)، لتعود للارتفاع بشكل طفيف أيضاً في نطاق الارتفاع الرابع (34.7±5%) دون أن تكون الفروق معنوية بين هذه النطاقات (p>0.05) (الشكل8). من ناحية أخرى، سجلت الأنواع شبه المختبئة (H) نسباً متقاربة في نطاقات الارتفاع الثاني (32.9 ± 3%) والثالث (31.4 ± 6%) والرابع (34.5 ± 4%)، دون وجود فروق معنوية بينها، في حين كانت نسبتها في نطاق الارتفاع الأول (25.5 ± 5%)، مختلفة معنوياً عن النطاقين الثاني (p=0.014) والرابع (p=0.014) فقط، كما سجلت الأنواع السطحية (C) أعلى نسبة منها في نطاق الارتفاع الثالث (18.1 ±4%) مختلفة معنوياً (p=0.003) عن النطاق الثاني فقط، في حين كانت الفروق بين بقية النطاقات غير معنوية (p>0.05). بالنسبة للأنواع الأرضية (G)، فقد سجلت أعلى نسبة لها (17.2 ± 3%) في نطاق الارتفاع الأدنى، وانخفضت هذه النسبة تدريجياً باتجاه الارتفاعات الأعلى، لتسجل أدنى قيمة لها في الارتفاع الرابع (10.7 ± 3%)، وكانت الفروق معنوية فقط بين الارتفاع الأول من جهة، والارتفاع الثالث (p=0.019) والرابع (p=0.012) من جهة أخرى. أما بالنسبة لنباتات الفصل الجميل (T)، فقد سجلت أعلى نسبة منها في نطاق الارتفاع الثاني (11.8 ± 4%)، وكانت الفروق معنوية فقط بين هذا النطاق والنطاق الرابع (p=0.04).



الشكل(8): أشكال الحياة للأنواع المسجلة حسب الارتفاع عن سطح البحر.

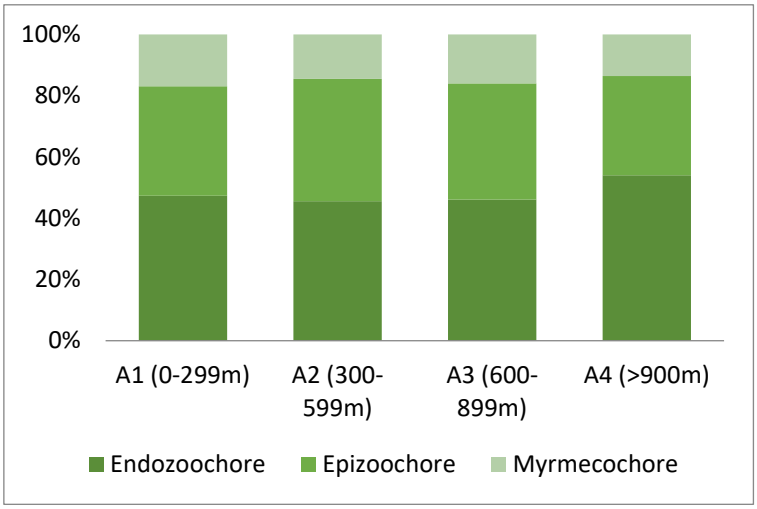
أنماط التشتت

أظهرت النتائج شكلاً متشابهاً من التوزع العام لأنماط التشتت في جميع الموائل المدروسة، وهو من الشكل (Zoochory>Barochory>Anemochory>Autochory) (الشكل 9)، وقد ارتبطت معنوياً مع الارتفاع عن سطح البحر، بعلاقة موجبة، نسبة الأنواع ذات التشتت الذاتي (Autochores) فقط، (rSpearman=-0.32, p=0.00)، في حين لم تكن هناك علاقة ارتباط معنوية مع باقي الطرز. كانت نسب هذه الأنماط متقاربة في الارتفاعات المختلفة، ولم يكن هناك فروق معنوية في نسب كل نمط من هذه الأنماط بين النطاقات الأربعة المدروسة باستثناء نمط التشتت الذاتي Autochory، الذي سجل أقل نسبة له في نطاق الارتفاع الأدنى وبفروق معنوية (p<0.05) مع نطاقات الارتفاع الثلاثة الأخرى.



الشكل(9): أنماط التشتت للأنواع المسجلة حسب الارتفاع عن سطح البحر.

أظهرت الدراسة التفصيلية للأنواع المنتقلة بواسطة الحيوانات، سيادة الأنواع المنتشرة بواسطة الحيوان من الداخل endozochores، تلتها الأنواع المنتشرة بواسطة الحيوان من الخارج Epizoochore، ثم الأنواع المنتشرة بواسطة النمل Myrmecochore، وذلك في جميع نطاقات الارتفاع المسجلة (الشكل10) دون أن يكون هناك فروق معنوية في نسب كل نمط بين النطاقات المختلفة للارتفاع ($p>0.05$).



الشكل(10): أنماط التشتت للأنواع المنتشرة بواسطة الحيوان حسب الارتفاع عن سطح البحر.

النمط الجغرافي الحيوي

أظهرت النتائج تنوعاً كبيراً في الأنواع المسجلة من حيث انتمائها الجغرافي الحيوي، حيث تم تسجيل 26 نمطاً جغرافياً حيوياً مختلفاً يتوزع بين المتوسطي بأشكاله المختلفة، والأوروبي، والأسيوي، والمداري، وشبه المداري، بالرغم من سيادة الأنواع المتوسطية بـ 109 أنواع (31%)، والشرق متوسطية بـ 92 نوعاً (26%)، كما أن 9 من الأنماط الجغرافية الحيوية لم تكن ممثلة إلا بنوع واحد (الجدول2)

من ناحية أخرى، بلغت القيمة الذاتية Eigenvalue للمكون الأول 3.7، وبالتالي يشرح المكون الأول في تحليل المكونات الأساسية 14.8% من التباين، في حين يشرح كل من المكون الثاني والثالث والرابع 8.9 و 8.4 و8.1% على التوالي، وبالتالي، وبما أن القيمة الحقيقية الأولى أكبر بكثير من بقية القيم، ولكون المكون الأول قد شرح بشكل مقنع الارتباط بين الانتماء الجغرافي والارتفاع عن سطح البحر، فإنه قد تم اعتبار المكون الأول فقط (Lebart et al., 1995). أظهرت نتائج تحليل المكونات

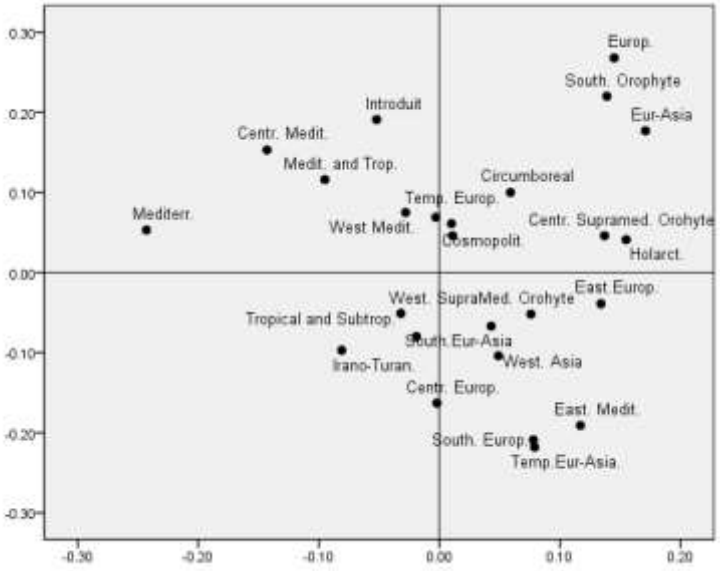
الأساسية ارتباطاً كبيراً بين توزع الأنواع ضمن العينات حسب انتمائها الجغرافي والارتفاع عن سطح البحر، حيث سجلت أعلى قيم الارتباط الايجابي في مصفوفة التحميلات Component Matrix، والتي تبين مدى الارتباط الايجابي لكل انتماء جغرافي مع المكون الأول، في الأنواع ذات الانتماء الأوروبي الآسيوي Eur-Asia (0.63) تلتها الأنواع القطبية Hol (0.57) ثم الأنواع الأوروبية (0.53) فالجبلية الجنوبية (0.51) و الجبلية العلوية الوسطى (0.50) (الجدول2)، في حين سجلت أعلى قيم الارتباط السلبي في الأنواع المتوسطية (−0.90) تلتها المتوسطية الوسطى (−0.53) ثم المتوسطية المدارية (−0.35) فالايرانية الطورانية (−30) (الجدول2). أظهرت مصفوفة الارتفاعات أن أعلى قيم الارتباط الايجابي كانت في الارتفاع 1105م (3.3)، ثم الارتفاع 1245م (2.5)، فالارتفاع 1380م (1.9) والارتفاع 1130م (1.8) في حين سجلت أعلى قيم الارتباط السلبي في الارتفاع 155م (−1.9) ثم الارتفاع 381م (−1.8) فالارتفاع 230م (−1.7).

أكدت الخريطة العاملية للأنماط الجغرافية الحيوية (الشكل11)، والارتفاعات (الشكل12)، هذه النتائج حيث ظهرت الأنواع الأوروبية والأورو–آسيوية والجبلية والقطبية والشمالية والشرق متوسطية في الارتفاعات الأعلى، بينما سادت بقية الأنواع المتوسطية بأشكالها المختلفة (متوسطية، ووسط وغرب متوسطية) والإيرانية الطورانية والمدارية وشبه المدارية في الارتفاعات الأقل. يمكن تفسير ظهور بعض الارتفاعات المنخفضة جداً أو المرتفعة جداً بعيداً عن طرفي المحور بوجود عوامل أخرى تتداخل مع الارتفاع عن سطح البحر، كطبيعة الموئل والصخرة الأم والمعرض، وهو ما يمكن أن يفسر أيضاً ظهور قيم جيدة (<1) لبقية المكونات بالرغم من ضآلتها مقارنة بقيمة المكون الأول.

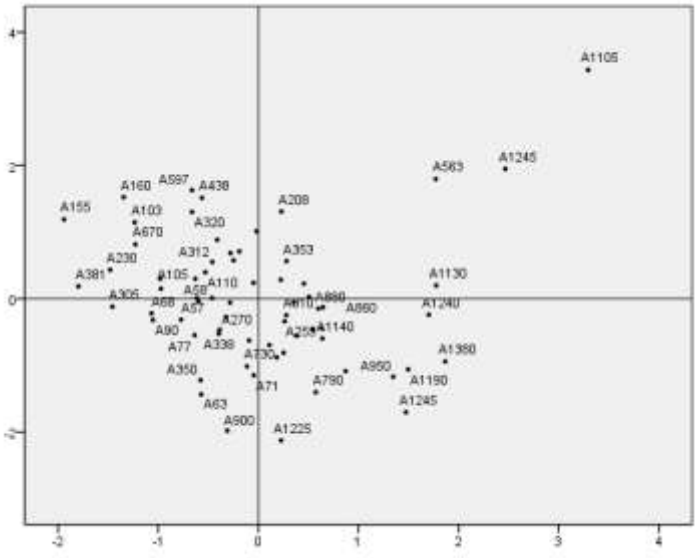
الجدول(2): عدد الأنواع المسجلة حسب نمطها الجغرافي الحيوي.

	النمط الجغرافي الحيوي		عدد الأنواع	%	قيمة الارتباط مع المكون1
1	East. Medit.	شرق متوسطي	109	30.97	0.43
2	Mediterr.	متوسطي	92	26.14	-0.90
3	South. Europ.	جنوب أوروبي	27	7.67	0.29
4	Eur-Asia	أوروبي-أسيوي	24	6.82	0.63
5	Cosmopolit.	عالمي	17	4.83	0.04
6	South.Eur-Asia	أوروبي-أسيوي جنوبي	16	4.55	0.16
7	Atlant. Medit.	أطلسي-متوسطي	14	3.98	0.04
8	Europ.	أوروبي	11	3.13	0.54
9	Irano-Turan.	إيراني-طوراني	9	2.56	-0.30
10	West. Asia	غرب آسيوي	4	1.14	0.18
11	Holarct.	قطبي	4	1.14	0.57
12	Introduit	مدخل	4	1.14	-0.19
13	Centr. Supramed. Orohyte	جبلي علوي أوسط	3	0.85	0.51
14	Temp.Eur-Asia.	أوروبي-آسيوي معتدل	2	0.57	0.29
15	Temp. Europ.	أوروبي-معتدل	2	0.57	-0.01
16	West Medit.	غرب متوسطي	2	0.57	-0.11
17	Tropical and Subtrop.	مداري وشبه مداري	3	0.85	-0.12
18	Circumboreal	شمالي	1	0.28	0.22
19	Centr. Europ.	وسط أوروبي	1	0.28	-0.01
20	East. Europ.	شرق أوروبي	1	0.28	0.50
21	Maurit. to Pakist.	موريتانيا حتى باكستان	1	0.28	-0.07
22	Medit. and Trop.	متوسطي ومداري	1	0.28	-0.35
23	Medit. and Subtrop.	متوسطي وشبه مداري	1	0.28	-0.07

24	Centr. Medit.	وسط متوسطي	1	0.28	-0.53
25	South. Orophyte	جبلي جنوبي	1	0.28	0.51
26	West. SupraMed. Orohyte	جبلي غرب متوسطي علوي	1	0.28	0.28
	المجموع		**352**	**100**	



الشكل(11): الخريطة العاملية للانتماءات الجغرافية للأنواع (المحور الأول يشرح 14.8% من التباين).



الشكل (12): الخريطة العاملية للعينات حسب ارتفاعها عن سطح البحر.

المناقشة:

أظهرت نتائج التنوع التركيبي ارتباطاً معنوياً ايجابياً بين الارتفاع عن سطح البحر ومؤشر الغنى النوعي، كما أن التركيب النوعي في النطاقات الأربعة قد اختلف بشكل واضح ولم تتجاوز نسبة التشابه بين النطاقات 40%، ما يظهر أن الارتفاع عن سطح البحر يؤثر في عدد وطبيعة الأنواع النباتية في المنطقة المدروسة. أكدت نتائج التنوع الوظيفي ذلك، فقد ارتبط العديد من السمات الوظيفية، ايجاباً وسلباً، بالارتفاع عن سطح البحر، وكان هناك فروق معنوية في نسب بعضها بين النطاقات المدروسة. قد يعود السبب في ظهور الارتباطات والفروق المعنوية في بعض المؤشرات فقط، وعدم ظهورها في بعضها الآخر، الى كون الارتفاع المدروس في بحثنا متواضع نسبياً، وبالتالي لم يسمح بظهور الفروقات بشكل واضح في جميع السمات المدروسة، يؤكد هذه

الفرضية أن أغلب الفروق المعنوية في نسب السمات الوظيفية في دراستنا، كان بين النطاقين الأول والرابع أي أن الارتفاع لم يكن كبيراً لتظهر تأثيراته بالشكل الواضح، إضافة لذلك، فإن نتائج الدراسات المتعلقة بتأثير الارتفاع عن سطح البحر في السمات الوظيفية يمكن أن تختلف بشكل كبير باختلاف المنطقة والارتفاع والعوامل البيئية الأخرى في الموقع كالمعرض والصخرة الأم ,والموئل، ما يمكن أن يفسر أيضاً توافق نتائج هذه الدراسة مع العديد من الدراسات في مناطق مختلفة من العالم، وعدم توافقها مع بعضها الآخر. فقد لوحظ في العديد من الدراسات انخفاض نسبة الأنواع ثنائية المسكن (dioecious) مع زيادة الارتفاع عن سطح البحر في المناطق الجبلية، فقد أظهرت دراسة قام بها Lin وآخرون (2020) تأثر نسبة الأنواع ثنائية المسكن بالارتفاع عن سطح البحر، وهو ما تم تسجيله في دراستنا، والسبب المحتمل هو أن هذه الأنواع تعتمد على التلقيح بواسطة الرياح أو الحشرات، وكلا العاملين قد يكونان أقل كفاءة في البيئات المرتفعة حيث تقل كثافة الحشرات وتكون الرياح أقوى وأقل استقراراً، في حين أظهرت دراسة قام بها Xu وآخرون (2023)، بهدف تقييم واسع النطاق لتدرجات الارتفاع وتأثيرها في الاعتماد على الملقحات في هضبة شنغهاي–التبت، على تدرج ارتفاعي يتراوح بين 990 و 4260م عن سطح البحر، أن الاعتماد على الملقحات لم ينخفض مع زيادة الارتفاع .بالرغم من الاعتقاد لفترة طويلة بأن النباتات أقل اعتمادًا على الملقحات لإنتاج البذور على ارتفاعات أعلى، بسبب بيئات التلقيح المعاكسة. وفي دراسة قام بها Bahukhandi وآخرون (2024) في جبال الهيمالايا الغربية في الهند، شملت 13 نطاقاً ارتفاعياً على تدرج يتراوح بين 3100 و4300 م، أظهر الغنى النوعي النباتي توزيعاً غير منتظم على طول التدرج بالارتفاع، وأظهرت الوحدات التصنيفية حداً أقصى في نطاق الارتفاع 3500 – 3600 م في حين أظهرت الوفرة النسبية للأنواع انخفاضاً كبيراً مع زيادة الارتفاع، كما أظهرت نسبة الأشجار تناقصاً مع الارتفاع عن سطح البحر. وفي دراسة قام بها Pragasan (2023)، في عدة مواقع حراجية متدرجة بالارتفاع بين 200 و1600م، في منطقة غاتس الشرقية في الهند، وجد أن الغنى النوعي والوفرة النسبية يزدادان بزيادة الارتفاع عن سطح البحر، وكان التشتت من الشكل، Anemochory<Autochory<Zoochory ، وقد ارتبط نمط التشتت بواسطة الحيوان Zoochory بعلاقة إيجابية بارتفاع عن سطح البجر، بينما لم يلاحظ مثل هذا الارتباط لنمطي التشتت الآخرين.

لم تتوافق نتائج تغيرات أشكال الحياة بالارتفاع عن سطح البحر مع نتائج Fadl وآخرون (2021) في ثلاثة نطاقات ارتفاع عن سطح البحر، تتراوح بين 750 و 1830م، في جبال السروات في المملكة العربية السعودية، حيث زادت النباتات السطحية بحوالي 10% وانخفضت النباتات شبه المختبئة بحوالي 58% في حين أظهرت النباتات الأرضية نسباً مستقرة نسبياً على طول التدرج الارتفاعي مع الارتفاع عن سطح البحر، كما ازدادت عناصر المنطقة المتوسطية والعناصر الإيرانية–الطورانية على الارتفاعات الأعلى، على عكس دراستنا، وكانت نسب التشابه النبتي بين النطاقات أقل مما سجل في دراستنا، وهو ما قد يعود الى اختلاف المنطقة الجغرافية الحيوية والارتفاع الكبير للجبال المدروسة مقارنة بدراستنا من جهة، وإلى تأثير عوامل أخرى من جهة ثانية.

بالإضافة لذلك، فقد وجد أن التغير في التنوع الحيوي على طول التدرج الارتفاعي لا يتبع نموذجاً واحداً في جميع المناطق كما كان يعتقد سابقاً، بل أن هناك عدة نماذج تختلف باختلاف الموقع الجغرافي للجبال أو سلاسل الجبال وارتفاعاتها، ففي حين أن هناك اعتقاد بتناقص التنوع خطياً مع الارتفاع عن سطح البحر (Korner, 1998)، فإن الدراسات الحديثة تظهر أن التنوع النباتي غالباً ما يصل إلى ذروته عند الارتفاعات المتوسطة، ليعطي نموذجاً للغنى النوعي يدعى بالسنام "hump" (Rawal *et al.*, 2018)، وهو ما أظهره Chawla وآخرون (2008) في جبال الهيمالايا الغربية في الهند أيضاً، إذ وصل التنوع البيولوجي للنباتات الوعائية ذروته على الارتفاعات المتوسطة. وفي دراسة قام بها Di Biase وآخرون (2021) في منطقة ذات مناخ متوسطي على

ارتفاع بين 500 و2000م عن سطح البحر في وسط إيطاليا، كان النمط العام للغنى النوعي على شكل سنام أيضاً، والذي تم تفسيره بالظروف الأكثر قسوة في أدنى وأعلى الارتفاعات، وقد ارتبط هذا النمط ارتباطاً واضحاً بانتشار الأنواع ذات النمط الجغرافي الأوروبي والأوروبي الآسيوي في الارتفاعات الوسطى، كما تركزت النباتات الهوائية والأرضية على ارتفاعات متوسطة، في حين زادت الأنواع شبه المختبئة مع الارتفاع، وهو ما يتوافق مع نتائجنا.

وفي دراسة قام بها Sekar وآخرون (2024)، حول الغنى بالأنواع النباتية وأشكال حياتها على طول تدرج ارتفاعي يتراوح بين 3200 م – 4800 م في غرب جبال الهيمالايا بالهند، تم توثيق 265 نوعاً نباتياً مع نسبة أعلى من الأعشاب (212)، تليها الشجيرات (44) والأشجار (9)، وشوهد اتجاه تناقص واضح لهذه الأشكال مع الارتفاع عن سطح البحر، في حين كشف Sang (2009)، عن وجود ذروتين للتنوع البيولوجي للنباتات الوعائية على طول تدرج ارتفاعي في الجزء القاري من شمال غرب الصين، الأولى على ارتفاع حوالي 1500م، والثانية على ارتفاع 2700–3300 م فوق سطح البحر، وبالمثل، وجد Behera وKushwaha (2007) في جبال الهيمالايا الشرقية ذروة أولى من الأنواع الشجرية بين 600 و 1000 م، والثانية بين 1600 و 1800 م عن سطح البحر.

إن هذا النتائج تستدعي التوسع في دراسة العوامل المؤثرة بالتنوع الحيوي مع الارتفاع عن سطح البحر لتشمل عوامل مؤثرة أخرى كطبيعة الموئل والمعرض والانحدار والصخرة الأم، حيث يذكر Yadav وPandey (2024) أن التدرج الارتفاعي للغطاء النباتي يخضع لتفاعل معقد بين العوامل البيئية والمبادئ البيئية والنظريات العلمية، كما أن تغير المناخ يدخل تحديات وتعقيدات جديدة لهذا النظام المعقد.

الاستنتاجات:

- يؤثر الارتفاع عن سطح البحر بشكل واضح في التنوع الحيوي من الناحية التركيبية.
- يؤثر الارتفاع عن سطح البحر بالتنوع والوظيفي ولكن تأثيره يختلف حسب السمات الوظيفية وحسب الأنماط المختلفة لكل سمة.
- أظهرت الدراسة تنوعاً كبيراً في الأنماط الجغرافية الحيوية للأنواع المسجلة بالنسبة لمساحتها المحدودة، حيث تم تسجيل 26 نمطاً جغرافياً حيوياً مختلفاً، وارتبط توزع هذه الأنماط بشكل قوي مع الارتفاع عن سطح البحر.
- لم يكن الارتفاع المدروس كبيراً بحيث يسمح بظهور اختلافات واضحة في التنوع الحيوي بين النطاقات المدروسة إذ أن أغلب الفروقات المعنوية في التنوع الحيوي النباتي كانت بين النطاقين الأول والرابع.

المقترحات:

- التوسع في دراسة تأثير الارتفاع عن سطح البحر في التنوع الحيوي النباتي في المنطقة الساحلية وفي مناطق أخرى من سورية من خلال إضافة نطاقات أخرى على ارتفاعات أكبر، وبعدد أكبر من العينات، أو تقسيم المنطقة المدروسة إلى نطاقي ارتفاع فقط.
- دراسة تأثيرات العوامل البيئية الأخرى المؤثرة بالتنوع الحيوي والمتداخلة مع الارتفاع عن سطح البحر كالمعرض والصخرة الأم والموئل.
- تحديد بعض العينات الدائمة لمراقبة تغيرات التنوع الحيوي فيها وربط النتائج بالتغير المناخي.

المراجع:

الشاطر، زهير (2016). دراسة التنوع الحيوي النباتي في غابات الصنوبر البروتي *Pinus brutia* Ten. في الساحل السوري. المجلة السورية للبيئات الجافة، 9 (1-2): 28-40.

الشيخ علي، موفق (1999). دراسة أولية للتنوع الحيوي النباتي في بيئة جبل العرب : جنوب سورية. مجلة الزراعة و المياه في الوطن العربي. 19: 4-15.المركز العربي لدراسات المناطق الجافة والأراضي القاحلة.

عباس، فريال (2016). أثر الموقع الطبوغرافي على التنوع الحيوي النباتي في الشيخ بدر (2016). مجلة جامعة البعث.

قره فلاح، رياض (2015). دراسة تحليلية لمناخ محافظة اللاذقية خلال الفترة 1970 – 2010. بحث علمي، جامعة تشرين، كلية الآداب، قسم الجغرافيا. 49ص.

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), 1/50000.

نحال, ابراهيم (2002). علم البيئة الحراجية، منشورات جامعة، حلب كلية الزراعة، 579 ص.

Abrol, D. P. (2012). Pollination Biology. Biodiversity Conservation and Agricultural Production. Division of Entomology, Faculty of Agriculture, Sher-e-Kashmir University of Agricultural, Sciences and Technology, India. DOI 10.1007/978-94-007-1942-2

Antonelli, A.; R. Govaerts; E. N. Lughadha; R. E. Onstein; R. J. Smith; and A. Zizka (2023). Why plant diversity and distribution matter. New Phytologist, 240: 1331–1336.

Bahukhandi, A.; K.C. Sekar; V.S. Negi; K. Bisht; D.C. Tiwari; P. Mehta; S. Upadhyay; S. Siddiqui; and A. Ayari-Akkari (2024). Floristic diversity and species composition along altitudinal gradient in the alpine ecosystem of the cold desert region in Western Himalaya, India. Front. Plant Sci. 15:1469579. doi: 10.3389/fpls.2024.1469579.

Barry, R. G. (2008). Mountain Weather and Climate. Cambridge, UK: Cambridge University Press. doi.org/10.1017/CBO9780511754753.

Behera, M.D.; and S.P.S. Kushwaha (2007). An analysis of altitudinal behavior of tree species in Subansiri district, E Himalaya. Biodivers Conserv 16: 1851-1865.

Braun, J.; and E. Furrer (1913). Remarque sur l'étude des groupements de plantes. Bull. Soc. Languedocienne Géogr., s.n. : 20-41.

Cano-Ortiz, A.; C. M. Musarella; J. C. PiNar Fuentes; C. J. Gomes; and E. Cano (2016). Distribution patterns of endemic flora to define hotspots on Hispaniola. Syst. Biodiv. 14: 261–275.

Cardoso, J.C.F.; M.L. Viana; R. Matias; M.T. Furtado; A.P.S. Caetano; H. Consolaro; and V.L.G. deBrito (2018). Towards a unified terminology for angiosperm reproductive system, Acta Bot. Brasilica, 32: 329–348, doi.org/ 10.1590/0102- 33062018abb012.

Chawla, A.; S. Rajkumar; K.N. Singh; B. Lal; and R.D. Singh (2008). Plant Species Diversity along an Altitudinal Gradient of Bhabha Valley in Western Himalaya. J. Mt. Sci., 5: 157–177.

Di Biase, L.; L. Pace; C. Mantoni; and S. Fattorini (2021). Variations in Plant Richness, Biogeographical Composition, and Life Forms along an Elevational Gradient in a Mediterranean Mountain. Plants 10, 2090. https://doi.org/10.3390/ plants10102090.

Fadl, M.; H. M. Al-Yasi; and E.A. Alsherif (2021). Impact of elevation and slope, aspect on floristic composition in wadi Elkor, Sarawat Mountain, Saudi Arabia. Scientific Reports (2021) 11:16160, https://doi.org/10. 1038/ s 41598-021-95450-4.

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

Fattorini, S.; C. Mantoni; L. Di Biase; and L. Pace (2020). Mountain Biodiversity and Sustainable Development. In: Leal Filho, W., A. Azul; L. Brandli; A. Lange Salvia; T. Wall (eds) Life on Land. Encyclopedia of the UN Sustainable Development Goals. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-71065-5_144-1

Fisher, A.; M. Blaschke; and C. Bässler (2011). Altitudinal gradients in biodiversity research: the state of the art and future perspectives under climate change aspects. Biodiversitäts-Forschung, Waldökologie, Landschaftsforschung und Naturschutz 11 (2011): 35-47.

Gomez-Gonzalez, S.; L. A. Cavieres; E. A. Teneb; and J. Arroyo (2004). Biogeographical analysis of species of the tribe Cytiseae (Fabaceae) in the Iberian Peninsula and Balearic Islands. Journal of Biogeography, 31: 1659–1671.

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, Volume 5, pp. 195- 211. Waltham, MA: Academic Press.

Grytnes, J.A.; E. Heegaard; and P.G. Ihlen (2006): Species richness of vascular plants, bryophytes, and lichens along an altitudinal gradient in western Norway. Acta oecologica, 29: 241-246.

Haq, A.; H. Ullah; I. Ullah; L. Badshah; and S. Ahmad (2024). Vegetation Dynamics along the Altitudinal Gradient. In book: Scrub Vegetation as Dynamic States of Forests - Methodologies for Learning and Research DOI: http://dx.doi.org/ 10.5772/ intechopen .114309.

Hegazy, A. K.; M. A. El-Demerdash; and H.A. Hosni (1998). Vegetation, species diversity and floristic relations along an altitudinal gradient in South-West Saudi Arabia. J. Arid Environ., 38: 3–13. https://doi.org/10.1006/jare.1997.0311.

Hooper, D.U.; F.S. Chapin; J.J. Ewel; A. Hector; P. Inchausti; S. Lavorel; J.H. Lawton; D.M. Lodge; M. Loreau; S. Naeem; B. Schmid; H. Setala; A.J. Symstad; J. Vandermeer; and D.A. Wardle (2005). Effects of biodiversity on ecosystem functioning: a consensus of current knowledge. Ecological Monographs, 75(1): 3–35.

Julve; Ph. (1998). Index écologique et chorologique de la flore de France. Version 14 mars 2000. http://perso.wanadoo.fr/Philippe.julve/catminat.

Körner, C. (1998). A re-assessment of high elevation treeline positions and their explanation. Oecologia. 115: 445–459. doi: 10.1007/s004420050540

Körner, C., (2007). The use of 'altitude' in ecological research. Trends Ecol. Evol. 22, 569e574.

La Greca, M. (1963). Le categorie corologiche degli elementi faunistici italiani. Atti Accademia Nazionale di Entomologia, Rendiconti 11, 231263.

Laiolo, P.; J. Pato; J.R. Obeso; and T. Coulson (2018). Ecological and evolutionary drivers of the elevational gradient of diversity. Ecology letters, 21(7): 1022–1032. https://doi.org/10.1111/ele.12967

Lin, H.Y.; Y.H., Tseng; C.F. Hsieh; and J.M. Hu (2020). Geographical distribution of dioecy and its ecological correlates based on fine-scaled species distribution data from a subtropical island. Ecol. Res. 35: 170–181. doi: 10.1111/ 1440-1703.12068

Liu, J.J.; Y. Xu; Y.X. Shan; K.S. Burgess; and X.J. Ge (2021). Biotic and abiotic factors determine species diversity–productivity relationships in mountain meadows. Journal of Plant Ecology, 14 (6): 1175–1188. doi.org/10.1093/jpe/ rtab064

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

Makino, Y.; M. Geringer; and S. Manuell (2020). Promoting Mountain Biodiversity through Sustainable Value Chains. Mountain Research and Development, 40(4): 1-3. Focus Issue: How Can Education Contribute to Sustainable Mountain Development? Past, Present, and Future Perspectives (November 2020), Published by: International Mountain Society Stable. doi.org/10.1659/MRD-JOURNAL-D-20-00067.1

McCain, C. M.; and J. A. Grytnes (2010). Elevational Gradients Species Richness. Encyclopedia of Life Sciences. In: Encyclopedia of Life Sciences (ELS). John Wiley & Sons, Ltd: Chichester. DOI: 10.1002/9780470015902.a0022548.

Morrone, J.J. (2014). On biotas and their names. Systematics and Biodiversity, 12: 386–392. DOI: 10.1080/14772000.2014.942717

Mouterde, P. (1966, 1970, 1983). Nouvelle flore du Liban et de la Syrie, Dar Al Mashreq, Beyrouth, Liban. 3T et Atlas.

Naud, L.; J. Masviken; S. Freire; A. Angerbjörn; L. Dalén; and F. Dalerum (2019). Altitude effects on spatial components of vascular plant diversity in a subarctic mountain tundra. Ecology and Evolution, 9: 4783–4795. DOI: 10.1002/ece3.5081

Parmesan, C. (2006). Ecological and Evolutionary Response to Recent Climate Change. The Annual Review of Ecology; Evolution, and Systematics, 37: 637-660. doi.org/10.1146/ annurev.ecolsys.37.091305.110100

Payne, D.; E. M. Spehn; M. Snethlage; and M. Fischer (2017). Opportunities for research on mountain biodiversity under global change. Current Opinion in Environmental Sustainability, 29:40-47. doi.org/10.1016/j.cosust.2017.11.001.

Pragasan, A. L. (2023). Seed dispersal modes of tree species and their relation with altitudinal gradient from tropical forests of Eastern Ghats, India. Acta Ecologica Sinica, 43: 106–111. doi.org/10.1016/j.chnaes.2021.10.006.

Rahbek, C. (1995). The elevational gradient of species richness: A uniform pattern? Ecography, 18(2): 200–205. doi.org/10.1111/j.1600-0587.1995.tb00341.x

Raunkiaer, C. (1934). The Life Forms of Plants and Statistical Plant Geography. Oxford University Press, 600p.

Rawal, R.S.; R. Rawal; B. Rawat; V.S. Negi; and R. Pathak (2018). Plant species diversity and rarity patterns along altitude range covering tree line ecotone in Uttarakhand: Conservation implications. Tropical Ecology, 59(2): 225–239.

Rutherford M.C.; and R.H. Westfall (1986). Biomes of southern Africa: an objective categorization. Memoirs of the botanical survey of South Africa. 98 p.

Sang, W. (2009): Plant diversity patterns and their relationships with soil and climatic factors along an altitudinal gradient in the middle Tianshan Mountain area, Xianjiang, China. Ecol. Res., 24: 303-314

Sekar, K. C.; N. Thapliyal; A. Pandey; B. Joshi; S. Mukherjee; P. Bhojak; and A. Bahukhandi (2024). Plant species diversity and density patterns along altitude gradient covering high-altitude alpine regions of west Himalaya, India. Geology, Ecology, and Landscapes, 8(4): 559–573. doi.org/10.1080/24749508.2022. 2163606

Sharma, N.; and C.P. Kala (2022). Patterns in plant species diversity along the altitudinal gradient in Dhauladhar mountain range of the North-West Himalaya in India, Trees, Forests and People, 7: 100196, doi.org/10.1016/j.tfp.2022.100196

Sorenson, T. (1948). A Method of Establishing Groups of Equal Amplitude in Plant Sociology Based on Similarity of Species Content," Det. Kong. Danske Vidensk. Selsk. Biol. Skr. (Copenhagen), 5(4): 1-34.

Spehn, E. M.; K. Rudmann-Maurer; C. Körner; and D. Maselli (eds.) (2010) Mountain Biodiversity and Global Change. GMBA-DIVERSITAS, Basel. 59p.

Tilman, D.; L.C. Lehman; and K.T. Thomson (1997). Plant diversity and ecosystem productivity: Theoretical considerations. Proc. Natl. Acad. Sci. USA. Ecology, 94: 1857–1861.

UNEP (United Nations Environment Programme), GRID-Arendal, GMBA (Global Mountain Biodiversity Assessment), MRI (Mountain Research Initiative) (2020). Elevating Mountains in the Post-2020 Global Biodiversity Framework 2.0. UNEP, GRID-Arendal, GMBA and MRI. https://mountainresearchinitiative.org/images/

Van Der Pijl, L. (1982). Principles of dispersal in higher plants. Springer, Berlin, Heidelberg and New York, 161 p.

Walther, G.R.; S. Berger; and M.T. Sykes (2005): An eco "footprint" of climate change. Proceedings of the Royal Society, 272: 1427-1432.

Wang, L.; Q. Gesang; J. Luo; X. Wu; A. Rebi; Y. You; J. Zhou (2024). Drivers of plant diversification along an altitudinal gradient in the alpine desert grassland, Northern Tibetan Plateau. Global Ecology and Conservation, 53, e02987 doi.org/10.1016/ j.gecco.2024.e02987.

Wonnacott, T.H.; and R.J. Wonnacott (1995). Statistique: Economie, Gestion, Sciences, Médecine. 4 ème édition. Economica, Paris, 919 p.

Xu, Y.W.; L. Sun; R. Ma; Y.Q. Gao; H. Sun; and B. Song (2023). Does pollinator dependence decrease along elevational gradients? Plant Diversity, 45, 446e455. doi.org/10.1016/j.pld.2023.03.006

Yadav, D.; and M. Pandey (2024). Altitudinal gradient and Himalayan vegetation in changing climate: A short overview, Chapter 23. Editor(s): Subodh Chandra Pal, Shouraseni Sen Roy, Asish Saha, Mohamed Abioui, Developments in Environmental Science, Elsevier, 16: 539-557, doi.org/10.1016/B978-0-443-23665-5.00023-5.

The Effect of altitude on plant species biodiversity in Latakia Governorate

Somar Mariam * [1], Zuheir Shater [1] and Talal Amin

[1] Department of Forestry and Ecology, Faculty of Agriculture Engineering, University of Latakia, Latakia, Syria.
(*Corresponding author: Somar Mariam, E.mail:mariamsomar80@yahoo.com).

Received: 5/ 04/ 2025 Accepted: 29/ 09/ 2025

Abstract

This research aimed to assess the taxonomic and functional diversity of plant species in Latakia Governorate, and to contribute to understanding the effect of altitude on this diversity.The study was conducted during 2022 and 2023 in 67 samples area of 400 m2 each, distributed over four elevation zones (0-299, 300-599, 600-899, >900 m). In each sample, site data were collected and plant surveys were conducted using Braun-Planquet method. Taxonomic diversity indicators (Species Richness, Shannon index) were calculated in samples, and Sorenson index of similarity was used to calculate the percentage of vegetation similarity between the altitudinal belts. Functional diversity was studied through five elements, directly or indirectly related to ecosystem functions (sexual system, pollination pattern, life form, dispersion pattern and chorotype). Averages of species distribution ratios by functional characteristics were compared using Mann-Whitney test at 0.05 level, and Spearman coefficient was used to measure the correlation between biodiversity characteristics and altitude using the statistical software SPSS. The results showed a significant correlation between altitude and species richness (rSpearman = 0.28, p=0.02), also, many functional features were significantly associated with altitude. In addition, there was a clear difference in vegetation composition, between altitudinal zoness, through decreasing of Sorenson index values with altitude. The highest similarity was between the first and second zoness (39%), and the lowest similarity was between the first and fourth zones (31%), while the correlation between altitude and Shannon index was not significant (p>0.05). On the other hand, comparison of taxonomic diversity values between the altitudinal zones showed non-significant differences (p>0.05), while most of the significant differences in the ratios of functional traits between the zones, were between the first and fourth zones, such as differences in the proportion of dioecious species, hydrogams species, geophytes, and autochores. The study also showed a great diversity in geographic affiliation, as 26 different Chorotypes were recorded, and the distribution of these patterns was strongly associated with altitude, as European, Eurasian, Orophyte, Holarctic, Circumboreal and Oriental Mediterranean species prevailed at higher altitudes, while the rest of the Mediterranean species (Mediterranean, Central and Occidental

Mediterranean), Irano-Turanian, Tropical and subtropical species prevailed at lower altitudes.

Keywords: taxonomic diversity, functional diversity, altitude, Chorotype.