https://jsras.rcc.edu.ly/
Vol.3 No.2 (2026), 218-228
Article history:
Received: 24/6/2026
Accepted: 15/7/2026
Published: 16/8/2026

Journal of Sustainable Research in Applied Sciences

JSRAS

Plant Diversity and Sustainable Development in the Wadi Al-Washka Dam Area, Libya

Soufia Saleh Ibrahim Issa [1, *], Soufia.Issa@ju.edu.ly, https://orcid.org/0009-0000-2319-8054
Najmah Rafah Ahmed Elshaeb [2], najmah.elshaeb@ju.edu.ly, https://orcid.org/0009-0005-1572-3177
Mustafa Ahmed Ben Hkoma, m_hkoma2017@uahoo.com, https://orcid.org/0009-0006-6814-8468
[1] Department of Botany, Faculty of Science, University of Al- Jufra, Al- Jufra, Libya.
[2] Department of Botany, Faculty of Science, University of Al- Jufra, Al- Jufra, Libya.
[3]Sustainable Development Research Centre
DOI https://doi.org/10.36602/jsras.2026.3.2.19
Corresponding author * Soufia.Issa@ju.edu.ly

Index Terms

Plant diversity; Floristic survey; Wadi Al-Washka dam; Diversity indices; Sustainable development.

Abstract

Drylands cover nearly half of the Earth's land surface and rank among the ecosystems most vulnerable to climate change and human pressure, yet the central Saharan sector of Libya remains almost entirely undocumented floristically. This study inventoried and assessed the vascular plant diversity of the Wadi Al-Washka dam area in the Al-Jufra region of central Libya and examined its significance for sustainable development. A descriptive–analytical approach was adopted; field data were collected across the autumn (November 2025) and spring (April–May 2026) seasons using twenty-four 1 × 1 m quadrats, in which species were identified, their names updated against POWO and WFO, and life-forms, chorotypes, relative importance values (RIV) and diversity indices computed on both cover and density bases. A total of 33 vascular plant species belonging to 29 genera and 18 families were recorded, dominated by Asteraceae and Poaceae (15.2% each), with a high proportion of monospecific families (55.6%). Chamaephytes prevailed in the life-form spectrum (45.5%), and the Saharo-Arabian element dominated the chorological structure (about 41% alone). Cover-based diversity (Shannon $H' = 1.88$; Simpson $1 - D = 0.79$; Pielou $J' = 0.54$) revealed a numerically balanced community subject to spatial dominance by a few water- and salinity-associated species—*Tamarix* sp., *Pluchea dioscoridis*, *Phragmites australis* and *Pulicaria undulata*—reflecting the hydrological influence of the dam. The study provides the first quantitative floristic baseline for the area and recommends a continuous, multi-year programme to monitor evaporation-driven secondary salinity and its direct effect on vegetation structure, alongside sustainable rangeland management, thereby supporting desertification monitoring, land-degradation neutrality and biodiversity conservation in this fragile desert environment.

التنوع النباتي والتنمية المستدامة في سد وادي الوشكة، ليبيا

صوفيا صالح إبراهيم عيسى [1] *، Soufia.Issa@ju.edu.ly، https://orcid.org/0009-0000-2319-8054
نجمة رفة أحمد الشائب[2]، najmah.elshaeb@ju.edu.ly ، https://orcid.org/0009-0005-1572-3177
مصطفى أحمد بن حكومة، m_hkoma2017@yahoo.com ، https://orcid.org/0009-0006-6814-8468
[1] قسم علم النبات، كلية العلوم- جامعة الجفرة، الجفرة، ليبيا
[2] قسم علم النبات، كلية العلوم- جامعة الجفرة، الجفرة، ليبيا
[3] مركز أبحاث التنمية المستدامة
DOI https://doi.org/10.36602/jsras.2026.3.2.19
* المراسل Soufia.Issa@ju.edu.ly

الكلمات المفتاحية

التنوع النباتي؛ الدراسات الفلورية؛ سد وادي الوشكة؛ مؤشرات التنوع؛ التنمية المستدامة

الملخص

هدفت هذه الدراسة إلى حصر الغطاء النباتي في منطقة سد وادي الوشكة بمنطقة الجفرة في وسط ليبيا، وتوصيف تركيبه وتقييم تنوعه كمّياً، وتبيّن دلالته في دعم التنمية المستدامة، سدّاً لفجوةٍ بحثيةٍ في القطاع الصحراوي الأوسط الذي ظلّ خارج دائرة الدراسات الفلورية المنهجية. واعتُمد المنهج الوصفي التحليلي، إذ جُمعت البيانات الميدانية خلال فصلَي الخريف (نوفمبر 2025) والربيع (أبريل–مايو 2026) باستعمال 24 مربعاً مساحة كلٍّ منها 1×1 م، شُخِّصت خلالها الأنواع وحُدِّثت أسماؤها وفق قاعدتَي POWO وWFO،

وحُسِبت أشكال الحياة والانتماء الجغرافي النباتي وقيم الأهمية النسبية ومؤشرات التنوع على أساسَي التغطية (وفق مقياس براون–بلانكيه) والكثافة. وأسفرت عن تسجيل 33 نوعاً نباتياً وعائياً تنتمي إلى 29 جنساً و18 فصيلة، تصدّرتها النجمية (Asteraceae) والنجيلية (Poaceae) بنسبة 15.2% لكلٍّ منهما، مع ارتفاع نسبة الفصائل أحادية النوع (55.6%). وسادت الكاميفيتات (Chamaephytes) طيف أشكال الحياة (45.5%)، وغلب العنصر الصحراوي–العربي على التركيب الجغرافي (نحو 41% منفرداً). وكشفت مؤشرات التنوع على أساس التغطية (H′ = 1.88؛ D−1 = 0.79 ؛ J′ = 0.54) عن مجتمعٍ متوازنٍ عددياً يخضع لسيادةٍ مكانيةٍ لقلةٍ من الأنواع المرتبطة بالماء والملوحة، تصدّرها الأثل (Tamarix sp.) والبرنوف (Pluchea dioscoridis) والقصب (Phragmites australis)، بما يعكس الأثر الهيدرولوجي للسد في تشكيل بنية الغطاء. وخلصت الدراسة إلى أنّ المنطقة تمثّل موئلاً صحراوياً مميزاً ورأس مالٍ طبيعياً، وأنّ هذا الحصر يوفّر أوّل خط أساسٍ فلوريٍّ كمّيٍّ للمنطقة يخدم رصد التصحر وإدارة الموارد الرعوية وصون التنوع الحيوي؛ وأوصت بإنشاء برنامج رصدٍ بيئيٍّ مستمرٍّ ومتعدد السنوات لمتابعة الملوحة الثانوية الناتجة عن التبخّر المرتفع في بحيرة السد وأثرها المباشر في بنية الغطاء، وبإدارةٍ رعويةٍ مستدامة، وتوسيع الدراسات الفلورية في القطاع الصحراوي الأوسط.

1. المقدمة:

تشكّل الأراضي الجافة وشبه الجافة نحو 45% من مساحة اليابسة، وتُعدّ من أكثر النظم البيئية حساسيةً للتغيّر المناخي والضغوط البشرية، ومن أقلّها تمثيلاً في قواعد البيانات الفلورية العالمية (Maestre et al., 2021). وقد تجاوز الفهم الحديث للتنوع النباتي الجردَ التصنيفي إلى قياس التنوع الوظيفي بوصفه الأقدر على تفسير أداء النظام البيئي؛ غير أن هذه النظم تواجه تهديداً مضاعفاً، إذ أظهرت التحاليل العالمية أن ازدياد الجفاف لا يقود إلى تدهورٍ تدريجيٍّ مطّرد، بل إلى تحوّلاتٍ مفاجئةٍ عند عتباتٍ حرجة تنهار عندها الإنتاجية النباتية ثم خصوبة التربة ثم الغطاء والغنى النوعي معاً (Berdugo et al., 2020)، وهي عتباتٌ فُسّرت آلياتها البيئية لاحقاً (Berdugo et al., 2022)، بينما يذكّر التاريخ المناخي للصحراء الكبرى بقابلية هذه النظم للانتقال بين حالاتٍ متباينةٍ جذرياً (Pausata et al., 2020).

ويُعدّ التنوع النباتي المؤشرَ الأدقّ على صحة النظم الجافة وكفاءتها الوظيفية، إذ يعكس قدرتها على مقاومة الضغوط والمحافظة على استدامة مواردها. ورغم الفقر النوعي الظاهري لهذه النظم فإنها تحتفظ بقدرٍ مرتفعٍ من التنوع الوظيفي وتُعدّ مراكز تنوّعٍ لسلالاتٍ نباتيةٍ قديمة (Gross *et al*., 2024)، كما يحمل مستواها الوراثي بنيةً مكانيةً معقدةً لا يكشفها الجرد النوعي وحده (Wang & Zhang, 2022). ومن ثمّ فإن تقييم التنوع النباتي لا يقتصر على حصر الأنواع، بل يمتد إلى دراسة غناها وتركيب مجتمعاتها وأنماط توزيعها بمؤشراتٍ كمّية؛ وهي حاجةٌ تزداد إلحاحاً في ظلّ بقاء أكثر من 70% من الأنواع النباتية بلا تقييمٍ رسميٍّ لخطر الانقراض (Bachman *et al*., 2024). وبذلك يمثّل صون هذا التنوع ركيزةً أساسيةً لتحقيق أهداف التنمية المستدامة، ولا سيما الهدف الخامس عشر وغايته المتعلقة بحياد تدهور الأراضي (Islam *et al*., 2025).

ويمثّل التصنيف النباتي البنيةَ التحتية لكل دراسةٍ بيئية، إذ تقوم الدراسة الفلورية على الحصر المنهجي للأنواع بطريقة المربعات وحساب قيم الأهمية النسبية. ويُعدّ إيداع العينات المرجعية شرطَ التحقق العلمي بعد تحوّل المعاشب إلى شبكةٍ رقميةٍ عالمية (Davis, 2023)، بما يخدم ربط النبات بالمعرفة الطبية الحديثة (Davis & Choisy, 2024)، في حين بات الاستقرار الأسمي عبر منصّتَي POWO وWFO شرطاً منهجياً تُيسّره أدواتٌ حاسوبية متخصصة (Kindt, 2020). وقد تعرّض الاستعمال التقليدي لمؤشرات شانون وسيمبسون لمراجعةٍ نقديةٍ توصي بمراعاة التغطية واعتماد أعداد هيل عند قياس التنوع (Roswell *et al*., 2021).

وتحظى المنشآت المائية في البيئات الجافة — كالسدود المقامة على الأودية — بأهميةٍ بيئيةٍ تفوق مساحتها بكثير، إذ تعمل الأوديةُ مصائدَ للمياه والرواسب والبذور فتوفّر موائل أرطب نسبياً تؤدي دور الملاجئ البيئية للأنواع التي تنحسر من المشهد المحيط (Sakkir *et al*., 2025؛ Bouallala *et al*., 2020)، وتعتمد أنواعها الخشبية على المياه الجوفية الضحلة التي يؤثّر عمقها في التربة والغطاء (Zhao *et al*., 2023). ويولّد السدُّ موائل مستحدثةً ذات تركيبٍ نوعيٍّ متميّز أثبتته دراساتُ سدود شبه الجزيرة العربية بتصميمٍ مقارن (Al-Munqedhi *et al*., 2022)، غير أن أثره مزدوجٌ، إذ ترافقه مخاطر الملوحة الثانوية والغزو النباتي (Assaeed *et al*., 2021)، فضلاً عن مخاطر السلامة الإنشائية التي جسّدتها كارثة درنة (Armon *et al*., 2025). ويمثّل سد وادي الوشكة بمنطقة الجفرة — الذي أُنشئ سنة 2005 بسعةٍ تخزينيةٍ تبلغ 3.65 مليون م³ (Ministry of Water Resources, 2023) — نموذجاً لهذا الأثر، إذ تنعكس خصائصه الطبوغرافية والهيدرولوجية على طبيعة الغطاء النباتي وتوزيع مجتمعاته.

ولا تنفصل قيمة هذا التنوع عن التنمية المستدامة؛ فالتنوع النباتي رأسُ المال الطبيعي الذي تستند إليه التنمية ويتقاطع مباشرةً مع الهدف الخامس عشر وغايته 15.3. على أن العلاقة بين الرعي والاستدامة ليست خطية، إذ يتحوّل أثر الرعي من إيجابيٍّ إلى سلبيٍّ في المواقع الحارة الفقيرة نوعياً (Maestre *et al*., 2022)، وتبقى الاستدامة مشروطةً بتجنّب العتبات البيئية الحرجة (Berdugo *et al*., 2020) ومكافحة التصحر بتدخّلاتٍ متكاملة (Islam *et al*., 2025)؛ وتقدّم مبادرة السور الأخضر العظيم شاهداً على ذلك، إذ رُصد تحسّنٌ في الغطاء عبر الاستشعار عن بُعد (Deng *et al*., 2024) مشروطاً بدقة الاستهداف المكاني للاستعادة (Mirzabaev *et al*., 2022). وتكتسب الفلورا الصحراوية في هذا السياق قيمةً استراتيجيةً بوصفها بنكاً وراثياً حيّاً لصفات تحمّل الجفاف والحرارة والملوحة يمكن نقلها إلى الأصناف المزروعة لمواجهة تحدّيات المناخ (Kapazoglou *et al*., 2023)، غير أن هذا المخزون مهدَّدٌ وناقص الصون في آنٍ واحد، وكثيرٌ من الأقارب البرية للمحاصيل ينمو في موائل مضطربة أو هامشية تعجز عن حمايتها تدابير الحفظ التقليدية (Maxted *et al*., 2024). ومن هنا تغدو محيطات السدود ومجاري الأودية — بما توفّره من رطوبةٍ نسبية في قلب الجفاف — ملاذاتٍ دقيقةً لهذه الأنواع، فيكون حصرها وتوثيقها المعشبيّ خطوةً تأسيسيةً لصونها في الموقع وربطها ببرامج الأمن الغذائي والتنمية الزراعية المستدامة (الهدفان 2 و15).

وتحتل ليبيا موقعاً بيوجغرافياً مميزاً بين الإقليمين المتوسطي والصحراوي–العربي، غير أن حصيلتها البحثية الفلورية تظل متركّزةً في النطاق الساحلي–الجبلي الشمالي — ولا سيما الجبل الأخضر (Abd El-Ghani & Al Borki, 2024) وهضبة البطنان (Mayar & Omar, 2025) — بينما يظل القطاع الصحراوي الأوسط، ومنه منطقة الجفرة وأوديتها، شبه خالٍ من الدراسات الفلورية المنهجية المنشورة، بما يعكس خللاً أوسع في التمثيل الجغرافي للمناطق الجافة في قواعد البيانات العالمية (Timis-Gansac *et al*., 2025). وتتضاعف حدّة هذا الفراغ في منطقة سد وادي الوشكة التي يجتمع فيها غيابُ أيّ حصرٍ فلوريٍّ منشورٍ للوادي مع غيابِ أيّ تقييمٍ لأثر السد في التنوع النباتي، رغم توافر نماذج منهجيةٍ إقليميةٍ يمكن الاقتباس منها (Al-Munqedhi *et al*., 2022؛ Shi *et al*., 2023). ويزيد من إلحاح هذا الحصر تناميّ خطر الأنواع الغازية على الفلورا المحلية (Pyšek *et al*., 2020) ومحدوديةُ تقييم الأنواع المستوطنة في المنطقة العربية ضمن قوائم الصون (El-Khalafy *et al*., 2024).

وانطلاقاً من هذه الفجوة، تهدف هذه الدراسة إلى حصر الغطاء النباتي في منطقة سد وادي الوشكة بمنطقة الجفرة، وتوصيف تركيبه الفلوري وأشكال حياته وانتمائه الجغرافي النباتي، وتقييم مستوى تنوعه بمؤشراتٍ كمّية، وتبيّن دلالته في دعم التنمية المستدامة؛ وذلك سدّاً لفجوةٍ بحثيةٍ قائمةٍ في القطاع الصحراوي الأوسط، وتوفيراً لخط أساسٍ كمّيٍّ (Baseline) يُقاس عليه التغيّر المستقبلي في هذه البيئة الصحراوية الهشّة، ويخدم بناء قواعد بياناتٍ وطنيةٍ لإدارة الموارد الطبيعية وصون التنوع الحيوي.

2. مشكلة الدراسة

تتمثل مشكلة الدراسة في أنّ التنوع النباتي في منطقة سد وادي الوشكة — بوصفه ركيزةً بيئيةً واقتصاديةً للتنمية المستدامة — لم يُحصَر ولم يُقيَّم بعد، رغم ما تمثّله هذه المنطقة من قيمة بيئية استثنائية في نطاق صحراوي فقير الموارد، وما تتعرّض له من ضغوط قد تُفقدها هذا التنوع قبل توثيقه. الأمر الذي يستدعي إجراء دراسة ميدانية متخصصة توفر بيانات أساسية يمكن الاعتماد عليها في إدارة هذا النظام البيئي والمحافظة عليه.

3. تساؤلات الدراسة

تسعى الدراسة إلى الإجابة عن التساؤل الرئيسي: **ما واقع التنوع النباتي في منطقة سد وادي الوشكة، وما دلالته في دعم التنمية المستدامة في هذه البيئة الصحراوية؟** ويتفرع عنه:

- ما التركيب الفلوري والغطاء النباتي السائد في منطقة سد وادي الوشكة بمنطقة الجفرة؟
- ما طيف أشكال الحياة والانتماء الجغرافي النباتي للأنواع النباتية المُسجّلة، وما دلالتها البيئية والمناخية؟
- ما مستوى التنوع النباتي وغنى الأنواع النباتية في الموائل المختلفة داخل منطقة الدراسة وفقاً لمؤشرات التنوع الحيوي، وأيّ الأنواع أكثر سيادة في بنية الغطاء؟
- كيف تنعكس طبيعة الموائل التي أوجدها السد على تركيب المجتمع النباتي وتوزّع أنواعه؟
- ما مدى إسهام التنوع النباتي في دعم الاستدامة البيئية والمحافظة على وظائف النظام البيئي في منطقة الدراسة؟

4. فرضيات الدراسة

تفترض الدراسة أنّ منطقة سد وادي الوشكة تحتضن تنوعاً نباتياً معتبراً تشكّله طبيعة الموئل الذي أوجدته المنشأة المائية في بيئةٍ صحراويةٍ فقيرة، وأنّ توثيق هذا التنوع يُمثّل ركيزةً معرفيةً لدعم التنمية المستدامة في المنطقة. ويتفرّع عنها:

- يتّسم الغطاء النباتي في منطقة الدراسة بتركيبٍ فلوريّ تسوده فصائل عالية التكيّف مع الجفاف والملوحة، مع ارتفاع نسبة الفصائل والأجناس أحادية النوع، بما يعكس البنية الفلورية المميزة للبيئات الصحراوية فرط الجافة.
- يغلب على طيف أشكال الحياة الأشكالُ المتكيّفة مع الإجهاد المائي والحراري — ولا سيما (Chamaephytes)— ويسود التركيبَ الجغرافي النباتي العنصرُ الصحراوي–العربي مع حضورٍ ملموسٍ لعناصر مدارية، بما يؤكد الانتماء المناخي والبيوجغرافي للمنطقة وموقعها الانتقالي.
- تُظهر مؤشرات التنوع مستوىً جيداً من التنوع والتوازن في المجتمع النباتي رغم قسوة الظروف الصحراوية، مع سيادة عددٍ محدودٍ من الأنواع في بنية الغطاء تبعاً لقيم أهميتها النسبية.
- تنعكس طبيعة الموئل الذي أوجده السد على تركيب المجتمع النباتي وتوزّع أنواعه، بحيث ترتبط سيادة الغطاء بالأنواع المحبة للماء والمتحمّلة للملوحة في محيط المنشأة المائية.
- يمثّل الحصر النباتي لمنطقة الدراسة خط أساسٍ كمّياً ذا دلالةٍ تطبيقيةٍ في دعم التنمية المستدامة، من خلال رصد التصحر وإدارة الموارد الرعوية وصون التنوع الحيوي في المنطقة.

5. أهمية الدراسة

تنبع أهمية هذه الدراسة من كونها تتناول منطقةً تجمع بين قيمةٍ بيئيةٍ استثنائيةٍ وفراغٍ معرفيّ شبه كامل. فمنطقة سد وادي الوشكة تقع في القطاع الصحراوي الأوسط من ليبيا، وهو نطاقٌ ظلّ خارج دائرة الاهتمام البحثي الفلوري رغم اتساعه وحساسيته البيئية؛ ومن ثمّ فإن هذه الدراسة تُعدّ من أوائل المحاولات المنهجية لحصر الغطاء النباتي في هذا القطاع وتقييم تنوعه، بما يسهم في سدّ فجوة التمثيل الليبي في قواعد البيانات الفلورية الإقليمية والعالمية. وتتحدّد أهمية الدراسة في مستويين متكاملين:
على المستوى العلمي، توفّر الدراسة توثيقاً تصنيفياً موثّقاً بالعينات المرجعية والأسماء المحدَّثة وفق القواعد العالمية، مقروناً بتحليلٍ كمّيّ لأشكال الحياة والانتماء الجغرافي النباتي ومؤشرات التنوع وقيم السيادة. وبذلك تشكّل الدراسة خطاً أساساً (Baseline) فلورياً كمّياً يمكن أن يُبنى عليه رصد التغيّر المستقبلي في الغطاء النباتي، ومرجعاً لدراساتٍ لاحقةٍ في بيئاتٍ صحراويةٍ مماثلة.
وعلى المستوى التطبيقي والتنموي، تكتسب الدراسة أهميتها من ربط التنوع النباتي بالتنمية المستدامة؛ إذ توفّر نتائجها قاعدةً لإدارة الموارد الرعوية، ومؤشراً لرصد التصحر ومتابعة تدهور الأراضي بما يخدم أهداف التنمية المستدامة، وجرداً للأنواع ذات القيمة الاقتصادية والطبية والوراثية. كما تنبّه إلى الدور البيئي المزدوج للسد بوصفه موئلاً مولّداً للتنوع من جهة، ومصدراً لضغوطٍ كالملوحة الثانوية من جهةٍ أخرى، بما يدعم قرارات الحماية والإدارة المستدامة للمنطقة.

6. أهداف الدراسة

تهدف الدراسة بصفةٍ رئيسةٍ إلى الوقوف على واقع التنوع النباتي في منطقة سد وادي الوشكة وتقييم دلالته في دعم التنمية المستدامة في هذه البيئة الصحراوية. ويتحقّق هذا الهدف الرئيسي من خلال الأهداف الفرعية الآتية:

- حصر الأنواع النباتية الوعائية في منطقة الدراسة وتصنيفها إلى أجناسها وفصائلها، مع توثيقها بالعينات المرجعية والأسماء العلمية المحدَّثة.
- تحديد طيف أشكال الحياة والانتماء الجغرافي النباتي للأنواع المسجَّلة، وبيان دلالتهما البيئية والمناخية.
- تقييم مستوى التنوع النباتي في المنطقة باستعمال مؤشرات الغنى والتنوع والتساوي، وتحديد الأنواع الأكثر سيادةً في بنية الغطاء.
- توصيف علاقة تركيب المجتمع النباتي وتوزّع أنواعه بطبيعة الموئل الذي أوجده السد.
- استخلاص الدلالات التطبيقية لنتائج الحصر النباتي في دعم التنمية المستدامة ومكافحة التصحر وإدارة الموارد الرعوية في المنطقة.

7. حدود الدراسة

الحدود المكانية: منطقة سد وادي الوشكة في منطقة الجفرة بوسط ليبيا. **الحدود الزمنية:** أُجري المسح الميداني وجُمعت البيانات خلال فصلَي الخريف والربيع من العام 2025–2026، بما يُغطي موسمَي النمو الرئيسين. **الحدود الموضوعية:** اقتصرت الدراسة على النباتات الوعائية وتوصيف تنوعها كمّياً ووصفياً (التركيب الفلوري وأشكال الحياة والانتماء الجغرافي ومؤشرات التنوع وقيم السيادة) وربط ذلك بالتنمية المستدامة، دون التحليل الكمّي لعلاقة الأنواع بالعوامل البيئية (خصائص التربة والتحليل متعدد المتغيرات Multivariate Analysis) الذي يتطلّب بياناتٍ إيدافيةً يُوصى بجمعها كخطوةٍ مكمّلة في الدراسات اللاحقة. كما اقتصرت الدراسة على تقييم الدور البيئي للتنوع النباتي في دعم مبادئ التنمية المستدامة من منظور المحافظة على التنوع الحيوي والإدارة الرشيدة للموارد الطبيعية، دون التطرق إلى الجوانب الاقتصادية أو الاجتماعية أو الدراسات الوراثية أو الفسيولوجية للنباتات.

8. الدراسات السابقة

هدفت دراسة (Berdugo *et al.*, 2020) إلى تحديد كيفية استجابة النظم البيئية الجافة لتزايد الجفاف على امتداد اليابسة، وبيّنت أن هذه الاستجابة ليست تدريجية بل تحدث عند عتبات حرجة مفاجئة تنهار عندها الإنتاجية النباتية ثم خصوبة التربة ثم الغطاء والغنى النوعي معاً، وخلصت إلى أن أكثر من خُمس سطح اليابسة مرشّح لتجاوز إحدى هذه العتبات بحلول نهاية القرن. وامتداداً لهذا الخط، ركّزت دراسة (Maestre *et al.*, 2021) على رسم الملامح الحيوية الجغرافية للأراضي الجافة عالمياً، وكشفت أن هذه النظم — رغم فقرها النوعي الظاهري — تحتفظ بقدر مرتفع من التنوع الوظيفي، وأنها تشكّل مراكز تنوّع لسلالات نباتية قديمة، مؤكدةً أولوية الصفات الوظيفية على الغنى النوعي المجرّد في تفسير أداء النظام. وقيّمت دراسة (Maestre *et al.*, 2022) أثر ضغط الرعي عبر 98 موقعاً جافاً موزّعة على ست قارات، وبيّنت أن الأثر ليس ثابتاً بل يتحوّل من إيجابي في المواقع الأبرد والغنية نوعياً إلى سلبي في المواقع الأدفأ والفقيرة نوعياً، مبرزةً أن الغنى النوعي شرطٌ لاستدامة الرعي لا ترفٌ حفظي.

وحلّلت المراجعة البيليومترية (Timis-Gansac *et al.*, 2025) الإنتاج العلمي العالمي في صون التنوع بالمناطق الجافة، وكشفت تركّزه في خمس دول (أستراليا والولايات المتحدة والصين وإسبانيا وجنوب أفريقيا)، مبرزةً خللاً واضحاً في التمثيل الجغرافي لمناطق جافة واسعة تظل ضعيفة التوثيق. وعلى نحو مكمّل، ركّزت المراجعة (Islam *et al.*, 2025) على استراتيجيات مكافحة التصحر، وبيّنت أن نجاح جهود استعادة الأراضي المتدهورة يتوقف على تكامل التدخلات البيئية والاجتماعية والمؤسسية،

مؤكدةً الارتباط الوثيق بين صون الغطاء النباتي وتحقيق أهداف التنمية المستدامة، ولا سيما الهدف الخامس عشر.

وفسّرت (Shi *et al.*, 2023) استجابة تنوع النبات وتركيبه للعوامل البيئية في واحةٍ صحراوية بصحراء تكلاماكان، وكشفت أربعة أنماطٍ تحكمها رطوبة التربة وعمق المياه الجوفية والملوحة. وبيّنت (Zhao *et al.*, 2023) أن تعمّق المياه الجوفية يخفض رطوبة التربة ومغذياتها، مؤكدةً أن التدخل الهيدرولوجي ينعكس على المجتمع النباتي حتى دون تغيّر في الأمطار. وأكّدت (Bouallala *et al.*, 2020) أن الصفات الوظيفية للنباتات مؤشراتٌ دقيقةٌ لآليات مقاومة الحرارة، وأنها أكثر حساسية من الغنى النوعي في الكشف المبكّر عن تدهور الموائل.

وقيّمت دراسة (Al-Munqedhi *et al.*, 2022) أثر السدود على التنوع النباتي وبنية الغطاء والتربة في المملكة العربية السعودية عبر 35 محطةً بتصميمٍ مقارن، وسجّلت 151 نوعاً تتبع لـ 36 فصيلة في ست جمعيات نباتية، مؤكدةً أن السد يخلق موائل مستحدثة ذات تركيب نوعي متميّز. وفي السياق ذاته لكن بمقاربة الحلول القائمة على الطبيعة، ركّزت دراسة (Parker *et al.*, 2022) على أساليب حصاد المياه في الأراضي الجافة لتعزيز المرونة المناخية، وبيّنت أن أنظمة الأنهار الرملية تمتلك سعة تخزين طبيعية معتبرة وتغذيةً متكررة، بما يوفّر تحسيناً موضعياً في رطوبة التربة دون قطع استمرارية الوادي البيئية.

وعلى صعيد الأودية بوصفها بؤراً للتنوع، استهدفت دراسة (Sakkir *et al.*, 2025) توصيف التركيب المنهجي والانتماء الجغرافي في وادٍ صحراوي نموذجي بشرق الإمارات، وسجّلت 123 نوعاً وعائياً في 95 جنساً و35 فصيلة مع تحليل مفصّل لأشكال الحياة، مؤكدةً أن الأودية الصحراوية أغنى كثافةً من محيطها. ووثّقت دراسة (Salama *et al.*, 2025) 75 نوعاً في الصحراء الشرقية بسيادة Chamaephytes وTherophytes، وفصلت الملوحة والمادة العضوية والأس الهيدروجيني تجمعاتها. أما دراسة (Bedair *et al.*, 2021) فقد هدفت إلى تقييم أثر الاضطراب البشري على ديناميكية الغطاء في وادي حجول بالصحراء الشرقية، وكشفت أن الأنشطة البشرية تعيد تشكيل بنية المجتمع النباتي وتقلّص مرونته. وفي البُعد المنهجي المتعلق بقياس التنوع، قيّمت المراجعة المفاهيمية (Roswell *et al.*, 2021) المؤشرات الشائعة (غنى الأنواع ومؤشرَي شانون وسيمبسون) ونقدها منهجياً، وكشفت أن تقدير التنوع من عيّنة عشوائية أمرٌ متحيّز بطبيعته، واقترحت الجمع بين التغطية وأعداد هيل للتعبير عن التنوع بـالعدد الفعّال للأنواع، بما يمثّل معياراً منهجياً حديثاً في الدراسات الفلورية.

وعلى المستوى المحلي الليبي، سجّلت دراسة (Abd El-Ghani & Al Borki, 2024) 534 صنفاً من 70 فصيلة بسيادة الحوليات في الجبل الأخضر، وكشفت أن الارتفاع وخصائص التربة يفسّران معاً القدر الأكبر من التباين في الغنى النوعي وبنية الغطاء. وأخيراً، ركّزت دراسة (Mayar & Omar, 2025) على توصيف خصائص الغطاء والتنوع النباتي في حوض الوادي بالسهل الغربي من هضبة البطنان (مرمريكا) شمال شرق ليبيا، وكشفت عن تدهور واضح في الغطاء وسيادة الأنواع الملحية على حساب الأنواع الرعوية المستساغة، مع تفوّق المواقع الشمالية على الجنوبية في غنى الأنواع نتيجة عوامل مناخية وبشرية.

8.1. التحليل النقدي

يكشف التحليل المتقاطع لهذه الدراسات عن ثلاثة أنماط جوهرية. أولها، تحوّل مركز الثقل المفاهيمي من الغنى النوعي المجرّد إلى التنوع الوظيفي بوصفه المحدّد الفعلي لأداء النظام واستقراره (Maestre *et al.*, 2021؛ Bouallala *et al.*, 2020)، وهو تحوّل لم تستوعبه بعدُ معظم الدراسات الفلورية الإقليمية والمحلية التي ظلّت تكتفي بالجرد التصنيفي ومؤشرات الغنى التقليدية. وثانيها، ترسّخ المقاربة المعيارية القائمة على ربط توزيع الغطاء بالعوامل الإدافية والهيدرولوجية عبر التحاليل متعددة المتغيرات (Al-Munqedhi *et al.*, 2022؛ Shi *et al.*, 2023؛ Salama *et al.*, 2025؛ Zhao *et al.*, 2023)، مع بروز عمق المياه الجوفية والملوحة بوصفهما المتغيرين الأكثر تفسيراً في البيئات فرط الجافة. وثالثها، ارتقاء المعيار المنهجي في الدوريات المرموقة، بحيث بات النقد المنهجي لمؤشرات شانون وسيمبسون (Roswell *et al.*, 2021) شرطاً ضمنياً لا إضافة اختيارية.

على أن هذه الأدبيات تنطوي على قصور واضح عند إسقاطها على السياق الليبي الصحراوي. فالدراسات العالمية عالية التصنيف (Berdugo؛ Maestre) تعمل على مقياس كوكبي يذوب فيه التمثيل الليبي كلياً أو يكاد، وهو ما تؤكده المراجعة البليومترية ذاتها التي رصدت تركّز الإنتاج في خمس دول لا ليبيا بينها (Timis-Gansac *et al.*, 2025). والدراسات الإقليمية الرصينة تتركّز في مصر والإمارات والسعودية والجزائر والصين (Salama؛ Sakkir؛ Al-Munqedhi؛ Bouallala؛ Shi)، بينما تظل الدراسات الليبية محصورة جغرافياً في النطاق الساحلي–الجبلي الشمالي: الجبل الأخضر (Abd El-Ghani & Al Borki, 2024) وهضبة البطنان (Mayar & Omar, 2025)، دون أن يمتد الجهد إلى القطاع الصحراوي الأوسط. كما أن الدراسة الوحيدة التي عالجت أثر السدود على التنوع النباتي بتصميم مقارن (Al-Munqedhi *et al.*, 2022) أُجريت خارج ليبيا، ولا يوجد ما يقابلها محلياً رغم وجود منشآت مائية على عدد من الأودية الليبية. يُضاف إلى ذلك أن الربط بين توزيع الأنواع وعمق المياه الجوفية (Shi *et al.*, 2023؛ Zhao *et al.*, 2023) — رغم كونه المتغير الحاسم في القطاع الصحراوي الأوسط حيث تحلّ المياه الجوفية محل الأمطار — لم يُطبَّق في أي دراسة فلورية ليبية منشورة.

8.2. الفجوة البحثية

يتبيّن مما سبق أن ثمة فجوة بحثية مركّبة تتمفصل في أربعة أبعاد متلازمة: (1) فجوة جغرافية، إذ يكاد القطاع الصحراوي الأوسط في ليبيا — بما فيه منطقة الجفرة وأوديتها — يخلو من أي حصر فلوري منهجي منشور في دورية مفهرسة، في مقابل التركّز الشديد للدراسات الليبية في النطاق الساحلي–الجبلي الشمالي؛ (2) فجوة موضوعية، تتمثل في غياب أي تقييم ليبي لأثر المنشآت المائية (السدود) في التنوع النباتي بتصميم مقارن (أعلى السد/أسفله/مرجعي) على غرار النموذج السعودي، رغم أن موقع الدراسة يقوم على سدٍّ قائم؛ (3) فجوة منهجية، تتعلق بندرة الدراسات المحلية التي تجمع بين المطابقة الأسمية العالمية، وإيداع العينات المرجعية، والتحليل متعدد المتغيرات الرابط بين الفلورا والتربة وعمق المياه الجوفية، والتعبير الحديث عن التنوع بمنظومة مؤشرات متكاملة؛ (4) فجوة تطبيقية–تنموية، إذ لا يتوافر خط أساس كمّي حديث يُقاس عليه التغيّر المستقبلي في الغطاء ضمن مؤشرات التصحر، بما يخدم التخطيط للتنمية المستدامة في المنطقة.

8.3. الإسهام العلمي للدراسة الحالية

تسدّ الدراسة الحالية هذه الفجوة عبر تقديم أول حصر فلوري منهجي لمنطقة سد وادي الوشكة بمنطقة الجفرة يستوفي المعايير المنهجية التي تشترطها الدوريات المصنَّفة، ويتجلى إسهامها في خمسة مخرجات قابلة للقياس: (أ) توثيق التركيب التصنيفي وطيف أشكال الحياة والانتماء الجغرافي النباتي لمنطقة الدراسة بعينات مرجعية مودعةٍ في معشبة قسم علم النبات بجامعة الجفرة وأسماءٍ مطابَقةٍ وفق أحدث المراجع التصنيفية المعتمدة عالمياً، بما يوفّر توثيقاً قابلاً للتحقق يخدم الدراسات اللاحقة؛ (ب) توصيف طيف أشكال الحياة والانتماء الجغرافي النباتي للأنواع المسجّلة توصيفاً كمّياً، وبيان دلالتهما البيئية والمناخية بما يعكس الموقع الانتقالي للمنطقة وشدّة إجهادها المائي والحراري؛ (ج) تقديم خط أساسٍ كمّيٍ لمستوى التنوع معبَّرٍ عنه بمؤشرات الغنى والتنوع والتساوي (غنى الأنواع، وشانون–وينر، وسيمبسون)، مع تحديد الأنواع الأكثر سيادةً في بنية الغطاء وفق قيم الأهمية النسبية؛ (د) توصيف انعكاس طبيعة الموائل التي أوجدها السد على تركيب المجتمع النباتي وتوزّع أنواعه، بربط سيادة الغطاء بالأنواع المحبّة للماء والمتحمّلة للملوحة في محيط المنشأة المائية، على أن يُستكمَل هذا التوصيف مستقبلاً بتحليلٍ كمّيٍ لعلاقة الأنواع بخصائص التربة وعمق المياه الجوفية؛ (هـ) استخلاص الدلالات التطبيقية لهذا الحصر في دعم التنمية المستدامة، بما يوفّر مرجعيةً لرصد التصحر ومتابعة تدهور الأراضي وإدارة الموارد الرعوية، مع التنبيه إلى الدور البيئي المزدوج للسد بوصفه موئلاً مولّداً للتنوع ومصدراً لضغوطٍ كالملوحة الثانوية في آنٍ واحد. وبذلك تنتقل الدراسة من مستوى التوثيق المحلي إلى الإسهام في بنية المعرفة الإقليمية والعالمية عبر سدّ فجوة التمثيل الليبي في قواعد بيانات الأراضي الجافة، بما يتّسق مع فرضياتها وأهدافها في دعم التنمية المستدامة وصون التنوع الحيوي في البيئات الجافة الليبية.

وقد اقتُصر الإسهام على المخرجات المتحقّقة أعلاه، في حين أُرجئ مخرجان إلى مرحلةٍ لاحقةٍ لمبرّرٍ منهجيّ لا لقصورٍ في التنفيذ. الأول هو التقييم الكمّي المقارن لأثر السد في التنوع النباتي؛ إذ يشترط القياسُ السببيّ لأثرٍ بيئيّ إمّا بياناتٍ مرجعيةً لما قبل إنشاء السد — وهي معدومةٌ لهذا الموقع — أو

تصميماً ضابطاً من نوع «قبل/بعد – متأثّر/غير متأثّر» بمكرّراتٍ كافية؛ ولمّا كانت هذه الدراسة نفسها هي خطُّ الأساس الأول للموقع، فإنّ عزو أنماط الغطاء إلى السد عزواً كمّياً يظلّ عرضةً للخلط ما لم تتوافر مرجعيةٌ زمنيةٌ وموقعٌ ضابط؛ ومن ثمّ توفّر الدراسة الحالية خطَّ الأساس الذي يُقاس عليه هذا الأثر مستقبلاً. والثاني هو الربط الكمّي لتوزّع التجمعات النباتية بخصائص التربة عبر التحليل متعدد المتغيرات؛ إذ يتطلّب هذا التحليل بياناتٍ إيدافيةً كمّيةً متزامنةً مع الحصر النباتي (التوصيل الكهربائي والحموضة والقوام والرطوبة والمادة العضوية)، ومصفوفةً بيئيةً وعدداً من المربعات يكفيان لإسناد التحليل التمييزي والتجميعي إحصائياً؛ وهي متطلّباتٌ تتجاوز نطاق حصرٍ تأسيسيّ أوّليّ غايتُه إرساءُ قائمة الأنواع بوصفها شرطاً سابقاً لأي نمذجةٍ لعلاقة النبات بالبيئة. وينسجم هذا الإرجاء مع حدود الدراسة وتوصياتها، إذ يمثّل المخرجان الخطوةَ التالية المباشرة التي يتيحها خطُّ الأساس الذي أرسته هذه الدراسة.

9. منهجية الدراسة

9.1. منهج الدراسة

اعتمدت هذه الدراسة المنهج الوصفي التحليلي، بوصفه الأنسب لأهدافها القائمة على حصر الغطاء النباتي في منطقة سد وادي الوشكة وتوصيف تركيبه وبنيته وتحليل مؤشراته كمّياً. ويجمع هذا المنهج بين شقّ وصفيّ ميدانيّ يقوم على جرد الأنواع النباتية الوعائية وتوثيق فصائلها وأشكال حياتها وانتمائها الجغرافي النباتي، وشقّ تحليليّ كمّيّ يقوم على حساب الكثافة والتردد وقيمة الأهمية النسبية ومؤشرات التنوع الحيوي، بما يتيح الانتقال من مجرد رصد الأنواع إلى توصيف بنية المجتمع النباتي وتفسير سيادته وتوزّعه.

9.2. منطقة الدراسة

تقع منطقة الدراسة في حوض وادي الوشكة ضمن منطقة الجفرة بالمنطقة المائية الوسطى من ليبيا، التي تضم خمسة مدن هي هون وسوكنة وودان وزلة والفقهاء. ووفقاً لتقرير Ministry of Water Resources (2023)، أُنشئ سد وادي الوشكة سنة 2005 على بُعد نحو 250 كم جنوب مدينة سرت وجنوب مدينة سوكنة بحوالي 20 كم، عند الإحداثيات (28° 49′ 58.4″ شمالاً، 15° 37′ 28.1″ شرقاً)، ويبلغ طول السد 160 م وارتفاعه 30 م، بمنسوب قمةٍ يبلغ 456 م فوق سطح البحر، وسعةٍ تخزينيةٍ كليةٍ للبحيرة تبلغ 3.65 مليون م³، ومساحة تجميع لمياه الأمطار قدرها 417 كم². وتمثّل منطقة السد وحدةً بيئيةً مميزةً تعمل مصيدةً للمياه الموسمية، فتوفّر موائل أرطب نسبياً من محيطها الصحراوي، كما يوضّح الشكل (1).



الشكل (1): صورة جوية لسد وادي الوشكة ومنطقة الدراسة (المصدر: Google Earth؛ Ministry of Water Resources، 2023)

9.3. جمع البيانات الميدانية

نُفّذ المسح الميداني باستعمال طريقة المربعات (Quadrats) بوصفها الأسلوب المعياري في الدراسات الفلورية، خلال فصلَي الخريف (نوفمبر) والربيع (أبريل- مايو) من العام (2025–2026) بما يغطّي موسمَي النمو الرئيسين. وُزّع في منطقة الدراسة (24 مربعاً) مساحة كلّ منها 1 متر مربع (1م²)، اختيرت لتمثّل تباين الموائل داخل منطقة السد. وسُجّلت داخل كل مربع جميع الأنواع النباتية الوعائية الحاضرة وتحديد هويتها، وحُصِر عدد أفراد كل نوع لاستعماله في حساب الكثافة والوفرة النسبية، إضافةً إلى تردد كل نوع محسوباً بعدد المربعات التي ظهر فيها، والتغطية النباتية وفقاً لمقياس براون–بلانكيه للتغطية والوفرة برُتَبه (r، +، 1، 2، 3، 4، 5). وجُمعت عينات نباتية ممثّلة لكل نوع، وجُفّفت وحُفِظت وفق الأصول المعشبية، وأُودعت في معشبة قسم علم النبات، كلية العلوم، جامعة الجفرة، بوصفها عينات مرجعية (Voucher Specimens) تحت أرقام المجموعة (SSII-001 إلى SSII-033)، بتواريخ جمع تعود إلى فصلَي الخريف والربيع من العام 2025–2026، وهي متاحةٌ للاطّلاع والتحقّق التصنيفي المستقبلي (انظر الملحق أ).

9.4. التشخيص والتصنيف

شُخِّصت الأنواع اعتماداً على المراجع الفلورية والمفاتيح التصنيفية المعتمدة، وفي مقدمتها Flora of Libya، مع تحديث الأسماء العلمية ومطابقتها بقاعدتَي Plants of the World Online (POWO, 2025) وWorld Flora Online (WFO, 2025) لضمان الاستقرار الأسمي وقابلية المقارنة الدولية. وعند اختلاف القاعدتين في الاسم المقبول اعتُمدت قاعدة POWO/WCVP أساساً لاتّساقها مع التصنيف الجنسي الحديث المبني على التحليل الوراثي، مع إيراد مرادف WFO للنوعين اللذين اختلفت فيهما القاعدتان.

وصُنِّفت الأنواع وفق معيارين تشخيصيين: أشكال الحياة بحسب نظام Raunkiaer (Phanerophytes، وChamaephytes، وHemicryptophytes، وGeophytes، وTherophytes)، والانتماء الجغرافي النباتي (Chorotype) بتصنيف الأنواع إلى أحادية الإقليم وثنائية ومتعددة الأقاليم وواسعة الانتشار.

9.5. التحليل الكمّي للبيانات

عُولجت البيانات الميدانية بأساليب التحليل الوصفي الكمّي المتّبعة في دراسات الغطاء النباتي. وقد حُوّلت رُتب التغطية نسبٍ مئويةٍ بنقاط المنتصف (Mid-point Percentages) المعتمدة لكل رتبة (r = 0.1%، + = 0.5%، 1 = 2.5%، 2= 15%، 3= 37.5%، 4= 62.5%، 5= 87.5%) تمهيداً لإدراجها في الحسابات الكمية. وشملت المعالجات ما يأتي:

- غنى الأنواع (Species Richness): العدد الكلي للأنواع الوعائية المسجَّلة في منطقة الدراسة أو في وحدة المعاينة.
- الكثافة النسبية (Relative Density): نسبة أفراد النوع إلى مجموع أفراد الأنواع جميعها.
- التردد النسبي (Relative Frequency): نسبة تردد النوع إلى مجموع ترددات الأنواع.
- التغطية النسبية (Relative Cover): نسبة تغطية النوع إلى مجموع تغطيات الأنواع جميعها، محسوبةً من نسب المنتصف المشتقة من رُتب براون–بلانكيه.
- قيمة الأهمية النسبية (Relative Importance Value, RIV): محصلة الكثافة النسبية والتردد النسبي والتغطية النسبية، بوصفها مؤشراً ثلاثي المكوّنات على سيادة النوع في المجتمع (تتراوح قيمته النظرية بين صفر و300).
- مؤشرات التنوع الحيوي: غنى الأنواع (S)، ومؤشر شانون–وينر ($H' = -\Sigma p_i \ln p_i$)، ومؤشر سيمبسون ($D = \Sigma p_i^2$) وصورته ($1 - D$)، ومؤشر التساوي لبيلو ($J' = H' / \ln S$)؛ وقد حُسِبت هذه المؤشرات على أساس التغطية النسبية بوصفها الأدقّ في التعبير عن الهيمنة المكانية للأنواع، مع عرضها إلى جانب القيم المحسوبة على أساس الكثافة لإبراز دلالة كلٍّ منهما.

وعُبِّر عن التركيب الحيوي والجغرافي بالأطياف النسبية (Spectra) لأشكال الحياة والطرز الجغرافية — ويقصد بأشكال الحياة هنا تصنيف الأنواع وفق نظام Raunkiaer الذي يعتمد على موقع براعمها المتجدّدة كمعيار لتقييم مدى التكيّف المناخي— وقُورنت النتائج وصفياً بنظائرها في الدراسات الإقليمية المنشورة.

10. النتائج

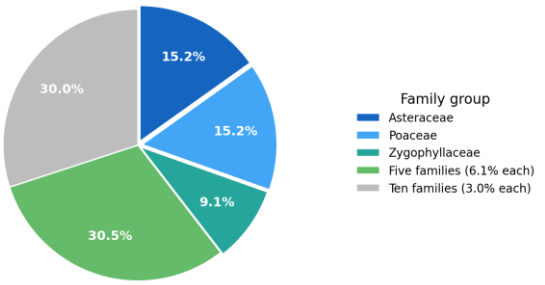
10.1. التركيب الفلوري العام

أسفر المسح عن تسجيل (33) نوعاً نباتياً وعائياً تنتمي إلى (29) جنساً و(18) فصيلة في منطقة سد وادي الوشكة (جدول 1). وتصدّرت الفصيلتان النجمية (Asteraceae) والنجيلية (Poaceae) التركيب النوعي بواقع

15	Lamiaceae	Lavandula coronopifolia Poir.
16	Menispermaceae	Cebatha pendula (J.R. Forst. & G. Forst.) Kuntze
17	Scrophulariaceae	Kickxia aegyptiaca (L.) Nábělek
18	Urticaceae	Forsskaolea tenacissima L.

جدول (2): الفصائل والأجناس والأنواع المسجَّلة في منطقة سد وادي الوشكة

Family	Genera	Species	% species
Asteraceae	5	5	15.2
Poaceae	5	5	15.2
Zygophyllaceae	1	3	9.1
Amaranthaceae	2	2	6.1
Boraginaceae	2	2	6.1
Brassicaceae	2	2	6.1
Fabaceae	1	2	6.1
Tamaricaceae	1	2	6.1
Apiaceae	1	1	3.0
Apocynaceae	1	1	3.0
Asphodelaceae	1	1	3.0
Capparaceae	1	1	3.0
Cistaceae	1	1	3.0
Cucurbitaceae	1	1	3.0
Lamiaceae	1	1	3.0
Menispermaceae	1	1	3.0
Scrophulariaceae	1	1	3.0
Urticaceae	1	1	3.0
Total (18 families)	**29**	**33**	**100**



الشكل (2): النسبة المئوية لمساهمة الفصائل النباتية في التركيب النوعي

10.2. بنية الغطاء النباتي وقيمة الأهمية النسبية (RIV)

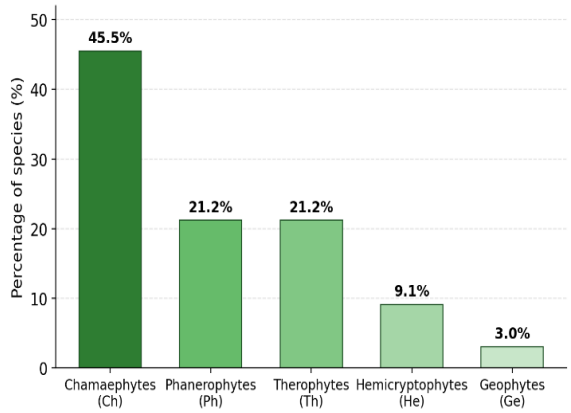
سُجِّل داخل المربعات الأربعة والعشرين ما مجموعه (150 فرداً) موزّعة على (32 نوعاً)، بمتوسط (2.7 نوعاً) لكل مربع (بمدى من نوع واحد إلى 6 أنواع). وبيّن حساب قيمة الأهمية النسبية أن أكثر الأنواع الخمسة سيادةً هو الأثل (*Tamarix spp.*) بقيمة أهمية (45.79) (كثافة نسبية 20%)، تلاه البرنوف أو الكوش (*Pluchea dioscoridis*) بقيمة (40.08) والقصب (*Phragmites australis*) بقيمة (39.20)، ثم العرفج السّروي (*Pulicaria undulata*) بقيمة (34.16)، ونبات (*Cebatha pendula*) بقيمة (12.94) (جدول 3). وفي المقابل، سجّلت أنواع عديدة قيم أهمية دنيا لظهورها في مربع واحد بفرد أو فردين، منها (*Maerua crassifolia*) و(*Caroxylon imbricatum*) و(*Zygophyllum album*) و(*Heliotropium bacciferum*).

(5) أنواع لكلٍّ منهما (15.2%)، تلتهما الفصيلة الرطريطية (Zygophyllaceae) بثلاثة أنواع (9.1%)، ثم خمس فصائل بنوعين (6.1%) لكلٍّ منها (فصيلة عرف الديك Amaranthaceae، والعقربية Boraginaceae، والصليبية Brassicaceae، والبقولية Fabaceae، والأثلية Tamaricaceae). في حين سجلت عشر فصائل نوعًا واحدًا لكل منها، بنسبة 3.0% لكل فصيلة (جدول 2، الشكل 2)، وتمثل الفصائل أحادية النوع (Monotypic) 55.6% من إجمالي الفصائل المسجلة. وعلى مستوى الأجناس، انفرد جنس *Zygophyllum* بثلاثة أنواع، وجنسا *Vachellia* و*Tamarix* بنوعين لكلٍّ منهما، بينما مُثِّلت بقية الأجناس بنوع وحيد.

جدول (1): الأنواع النباتية المسجَّلة في منطقة سد وادي الوشكة

No.	Family	Scientific name
1	Asteraceae	Perralderia garamantum Asch.
		Pulicaria undulata (L.) C.A.Mey.
		Senecio massaicus (Maire) Maire
		Pluchea dioscoridis (L.) DC.
		Anvillea garcinii (Burm.f.) DC.
2	Poaceae	Phragmites australis (Cav.) Trin. ex Steud.
		Polypogon monspeliensis (L.) Desf.
		Panicum turgidum Forssk.
		Lasiurus scindicus Henrard.
		Diplachne fusca (L.) P.Beauv. ex Roem. & Schult.
3	Zygophyllaceae	Zygophyllum simplex L.
		Zygophyllum creticum (L.) Christenh. & Byng
		Zygophyllum album L. f.
4	Amaranthaceae	Caroxylon imbricatum (Forssk.) Moq.
		Amaranthus albus L.
5	Boraginaceae	Heliotropium bacciferum Forssk.
		Trichodesma africanum (L.) Sm.
6	Brassicaceae	Zilla spinosa (L.) Prantl
		Farsetia aegyptia Turra
7	Fabaceae	Vachellia tortilis (Forssk.) Galasso & Banfi
		Vachellia flava (Forssk.) Kyal. & Boatwr.
8	Tamaricaceae	Tamarix gallica L.
		Tamarix canariensis Willd.
9	Apiaceae	Deverra scoparia Coss. & Durieu
10	Apocynaceae	Pergularia tomentosa L.
11	Asphodelaceae	Asphodelus tenuifolius Cav.
12	Capparaceae	Maerua crassifolia Forssk.
13	Cistaceae	Helianthemum lippii (L.) Dum.Cours.
14	Cucurbitaceae	Citrullus colocynthis (L.) Schrad..

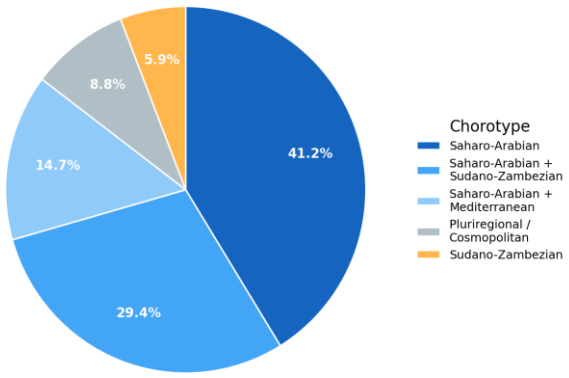
بيّن تصنيف الأنواع وفق نظام Raunkiaer سيادة الكاميفيتات (Chamaephytes) بنسبة (45.5%)، تلتها الفانيروفيتات (Phanerophytes) والثيروفيتات (Therophytes) بنسبة (21.2%) لكلٍّ منهما، ثم الهيميكربتوفيتات (Hemicryptophytes) بنسبة (9.1%)، وأخيراً الجيوفيتات (Geophytes) بنسبة (3.0%) المُمثَّلة بالقصب (*Phragmites australis*) الذي يُصنَّف وفق قاعدة (POWO 2025) نباتاً مائياً هيلوفيتياً (helophyte) أو جيوفيتياً ريزوميّاً (rhizomatous hydrogeophyte) يجدّد براعمه من جذمورٍ مغمور، كما يوضّح الشكل (3).



الشكل (3): طيف أشكال الحياة (Life-form Spectrum) لأنواع النبات المسجَّلة في منطقة سد وادي الوشكة

10.5. التحليل الجغرافي النباتي (Chorological Analysis)

أظهر تحليل الانتماء الجغرافي النباتي سيادةً واضحةً للعنصر الصحراوي–العربي (Saharo-Arabian)، إذ مثّلت الأنواع الصحراوية–العربية الخالصة أو المقترنة بإقليم واحد نحو (41%) من الأنواع، وارتفعت النسبة الإجمالية لذوات المكوّن الصحراوي–العربي إلى ما يقارب (85%) عند ضمّ العناصر ثنائية الإقليم. وبلغت نسبة العناصر ذات المكوّن السوداني–الزامبيزي نحو (29%) (محتسبةً العناصر ثنائية الإقليم)، والعناصر ذات المكوّن المتوسطي نحو (15%)، والعناصر واسعة الانتشار (Pluriregional/Cosmopolitan) نحو (9%) (شكل 4).



الشكل (4): التركيب الجغرافي النباتي (Chorotypes) لأنواع النبات المسجَّلة

11. المناقشة

كشفت هذه الدراسة عن أنّ منطقة سد وادي الوشكة — رغم وقوعها في نطاق الجفاف المفرط بالقطاع الصحراوي الأوسط من ليبيا — تحتضن تركيباً فلورياً معتبراً بلغ 33 نوعاً وعائياً تنتمي إلى 29 جنساً و18 فصيلة. ويقع هذا الغنى النوعي في المدى المتوقَّع للأودية الصحراوية بالإقليم الصحراوي العربي؛ فهو أدنى من القيم المسجَّلة في الأودية الأوسع مساحةً أو الأقل جفافاً كوادي شويب بالإمارات (123 نوعاً) (Sakkir *et al.*, 2025)، وأقرب إلى نطاق المسوحات في القطاعات الصحراوية المفتوحة كالصحراء الشرقية المصرية (75 نوعاً) (Salama *et al.*, 2025).

جدول (3): قيمة الأهمية النسبية (RIV) للأبرز الأنواع النباتية (الكثافة Density، التردد Frequency، التغطية Cover).

Species	Rel. Density %	Rel. Frequency %	Rel. Cover %	RIV (/300)
Tamarix sp.	20.00	13.85	11.94	45.79
Pluchea dioscoridis	3.33	3.08	33.67	40.08
Phragmites australis	8.67	9.23	21.30	39.20
Pulicaria undulata	11.33	6.15	16.68	34.16
Cebatha pendula	3.33	1.54	8.07	12.94
Senecio massaicus	5.33	3.08	1.61	10.02
Citrullus colocynthis	4.67	4.62	0.59	9.87
Amaranthus albus	5.33	3.08	1.40	9.81
Vachellia tortilis	2.00	3.08	4.34	9.42
Lasiurus scindicus	3.33	3.08	0.32	6.73

10.3. مؤشرات التنوع النباتي

بيّن التحليل الكمّي للبيانات ارتفاع مؤشرات التنوع في منطقة الدراسة (جدول 4)، إذ بلغت على أساس التغطية قيماً قدرها (مؤشر شانون–وينر (H') = 1.88؛ مؤشر سيمبسون ($1 - D$) = 0.79؛ مؤشر التساوي لبيلو (J') = 0.54)، مقابل قيمٍ أعلى على أساس الكثافة (H' = 2.99؛ $1 - D$ = 0.92؛ J' = 0.86).

جدول (4): مؤشرات التنوع النباتي على أساسيّ التغطية والكثافة

المؤشر (Index)	على أساس التغطية Cover-based (Braun-Blanquet)	على أساس الكثافة (Density-based)
Species richness (S)	32	32
Shannon–Wiener (H')	1.88	2.99
Simpson dominance (D)	0.21	0.08
Simpson diversity ($1 - D$)	0.79	0.92
Inverse Simpson ($1/D$)	4.81	12.84
Pielou evenness (J')	0.54	0.86
Hill q1 (eH')	6.54	19.95

10.4. طيف أشكال الحياة (Life-form Spectrum)

ويعكس هذا التموضع محدوديةَ الموارد المائية وقصرَ موسم النمو، غير أنّ حضور الأودية بوصفها بؤراً للتنوع يظل قائماً، إذ تفوق كثافتها النوعية المسطحات الصحراوية المحيطة بها. وتؤكد سيادة الفصيلتين النجمية (Asteraceae) والنجيلية (Poaceae)، مع ارتفاع نسبة الفصائل أحادية النوع إلى 55.6%، أنّ البنية الفلورية للمنطقة مشتّتةٌ تصنيفياً (أي يتوزّع عددٌ محدودٌ من الأنواع على فصائل متباعدة) وهو نمطٌ تشخيصيٌّ للبيئات فرط الجافة يتكرر في المسوحات الإقليمية النظيرة.

ويقدّم طيف أشكال الحياة الدليلَ الأوضح على الطابع المناخي للموقع؛ فسيادة (Chamaephytes) الكاميفيتات (45.5%) تعكس هيمنة استراتيجية التحمّل عبر الشجيرات القزمية ذات الأنسجة المعمّرة القريبة من سطح التربة، وهي الأنجح في البيئات دائمة الإجهاد، بما يطابق سيادتها (44%) في الصحراء الشرقية المصرية (Salama *et al.*, 2025)، ويؤكد أنّ هذه السيادة سمةٌ تشخيصيةٌ للأودية الصحراوية في الإقليم الصحراوي–العربي. ويعكس حضور الفانيروفيتات كالطلح (*Vachellia*) والأثل (*Tamarix*) اعتمادَ الأنواع الخشبية المعمّرة على المياه الجوفية الضحلة، بما ينسجم مع الأدلة على أنّ عمق المياه الجوفية محدِّدٌ حاسمٌ للغطاء في البيئات الجافة (Zhao *et al.*, 2023؛ Shi *et al.*, 2023). ويكتسب حضور الجيوفيت المائي (القصب *Phragmites australis*) دلالةً بيئيةً تفوق نسبته العددية الضئيلة، إذ يُعدّ مؤشراً حيوياً مباشراً على توافر رطوبةٍ سطحيةٍ دائمةٍ نسبياً يخلقها السد، وهي فئةٌ من أشكال الحياة تنعدم في المسطحات الصحراوية المحيطة.

ويؤكد التحليل الجغرافي النباتي الانتماءَ البيوجغرافي للمنطقة إلى الإقليم الصحراوي–العربي (نحو 41% منفرداً، وقرابة 85% مع العناصر ثنائية الإقليم)، بما يتّسق مع موقعها في القطاع الصحراوي الأوسط ويطابق النمط الإقليمي الذي تجاوزت فيه نسبة هذا العنصر 71% في الصحراء الشرقية المصرية (Salama *et al.*, 2025). غير أنّ الحضور الملموس للمكوّن السوداني–الزامبيزي (نحو 29%) عبر أنواعٍ مثل الطلح *Vachellia tortilis* و (*V. flava*) والدخن السمين (*Panicum turgidum*) يمنح فلورا المنطقة طابعاً انتقالياً يعكس التأثير المداري القادم من الجنوب، ويميّز صحاري وسط ليبيا الواقعة في منطقة التقاء الإقليمين. ومن منظورٍ حفظي، تمثّل العناصر أحادية الإقليم — ولا سيما النوع شبه المستوطن *Perralderia garamantum* — أولويةً للحماية لضيق انتشارها وشدة تأثرها بتدهور الموئل.

وتتجلّى بصمة السد بوضوح في بنية الغطاء ومؤشرات التنوع؛ فقد تصدّرت قيمَ الأهمية النسبية أربعةُ أنواعٍ مهيمنة جميعها مرتبطةٌ بالماء والملوحة: الأثل (*Tamarix* sp.)، والبرنوف أو الكوش (*Pluchea dioscoridis*)، والقصب (*Phragmites australis*)، والعرفج السّروي (*Pulicaria undulata*). ويكشف إدماج التغطية عن حقيقةٍ بيئيةٍ لا تكشفها أعداد الأفراد وحدها؛ إذ ارتقت أنواعٌ قليلة الأفراد عالية التغطية (كالبرنوف أو الكوش) إلى مواقع الصدارة، بينما تراجعت أنواعٌ كثيرة الأفراد ضئيلة التغطية. وتتضح هذه الازدواجية في مؤشرات التنوع: فعلى أساس الكثافة يبدو المجتمع متوازناً عددياً (شانون $H' = 2.99$؛ سيمبسون $1 - D = 0.92$؛ تساوي بيلو $J' = 0.86$)، بينما تكشف مؤشرات التغطية ($H' = 1.88$؛ $1 - D = 0.79$؛ $J' = 0.54$)عن سيادةٍ مكانيةٍ واضحةٍ لقلةٍ من الأنواع التي يتيح لها التخزين المائي للسد تكوين كتلٍ نباتيةٍ كبيرة. وتمثّل هذه القراءة المزدوجة أدقّ توصيفٍ لبنية المجتمع، وتؤكد قيمة الجمع بين المقياسين تماشياً مع التوجّه المنهجي الحديث الذي يوصي بمقاربة التنوع عبر أكثر من مقياسٍ لتفادي الصورة الأحادية (Roswell *et al.*, 2021). وتدل قيمة سيمبسون المرتفعة نسبياً (0.79) على أنّ الهيمنة — وإن كانت واضحة — لم تبلغ حدّ الاحتكار المطلق، فلا تزال المنطقة تحتفظ بتنوعٍ وظيفيٍّ معتبر.

ويتقاطع هذا النمط مع ما رُصد إقليمياً من أثرٍ للمنشآت المائية في الغطاء النباتي؛ فقد أثبتت دراسة سدود المملكة العربية السعودية أنّ السد يخلق موائل مستحدثةً ذات تركيبٍ نوعيٍّ متميّز(Al-Munqedhi *et al.*, 2022) ، كما رصدت دراسة هضبة البطنان شمال شرق ليبيا سيادةَ الأنواع الملحية على حساب الأنواع الرعوية المستساغة في المواقع المتأثرة بالمياه والضغط البشري (Mayar & Omar, 2025). وينسجم ذلك مع الاستنتاج العالمي بأنّ أثر ضغط الرعي على خدمات النظام يتحوّل إلى سلبيٍّ في المواقع الحارة الفقيرة نوعياً (Maestre *et al.*, 2022) ، وهي حالة الأودية الصحراوية الليبية. ويحمل هذا التركيب دلالةً إداريةً مزدوجة: فالسد من جهةٍ مولِّدٌ لموائل رطبةٍ تدعم أنواعاً لا تعيش خارجه، ومن جهةٍ أخرى بؤرةٌ لخطر الملوحة الثانوية والضغط الرعوي المتركّز حول نقطة المياه.

وتتجاوز دلالة النتائج التوثيقَ التصنيفي إلى البعد التنموي المستدام؛ فالتنوع النباتي في منطقة السد يمثّل رأس مالٍ طبيعياً عبر موارده الرعوية الممثّلة بأنواعٍ مستساغةٍ كالدخن السمين (*Panicum turgidum*) و(*Lasiurus scindicus*)، إلى الموارد الطبية كالحنظل *Citrullus colocynthis*) والغلقة أو العشر (*Pergularia tomentosa*) و (*Lavandula coronopifolia*)، ومخزونٍ وراثيٍّ لصفات تحمّل الجفاف والملوحة يمكن توظيفه في استصلاح الأراضي المتدهورة ومكافحة التصحر (Islam *et al.*, 2025). ويوفّر هذا الحصر أوّلَ خط أساسٍ فلوريٍّ كمّيٍّ للمنطقة يُقاس عليه التغيّر المستقبلي في الغطاء ضمن مؤشرات التصحر، ويخدم الغاية 15.3 من أهداف التنمية المستدامة، ويسهم في سدّ فجوة التمثيل الليبي عالمياً (Timis-Gansac *et al.*, 2025). على أنّ قراءة هذه النتائج ينبغي أن تُضبَط في ضوء محدّدات أهمها اقتصار المسح على موسم نموٍّ واحد (2025–2026) قد لا يلتقط التباين بين السنوات الرطبة والجافة في ظهور الأنواع الحولية، وقد يرفع الرصد متعدد السنوات الغنى النوعي الحقيقي؛ كما أنّ إسناد أشكال الحياة والطرز الجغرافية اعتمد على المراجع الفلورية، وسُجّل الأثل على مستوى الجنس (*Tamarix* sp.) لصعوبة الفصل الحقلي بين نوعيه. وتفتح هذه المحدّدات آفاقاً لدراساتٍ لاحقةٍ تشمل الرصد متعدد السنوات، وتحليل خصائص التربة وعمق المياه الجوفية، والتحليل الجزيئي (DNA barcoding) للأنواع المتشابهة مظهرياً مثل نوعَي *Tamarix* و*Vachellia*.

12. الخاتمة

خلصت هذه الدراسة إلى أنّ منطقة سد وادي الوشكة بمنطقة الجفرة تمثّل موئلاً صحراوياً مميّزاً ورأس مالٍ طبيعيّ يستحقّ التوثيق والصون، إذ سجّل حصرها 33 نوعاً نباتياً وعائياً تنتمي إلى 29 جنساً و18 فصيلة، بسيادةٍ واضحةٍ للكاميفيتات (Chamaephytes) وللعنصر الصحراوي–العربي تعكس الطابع الجاف للموقع. وكشف التباين بين مؤشرات التنوع على أساسَي التغطية والكثافة عن مجتمعٍ متوازنٍ عددياً لكنّه يخضع لسيادةٍ مكانيةٍ لقلةٍ من الأنواع المرتبطة بالماء والملوحة، بما يبرز الأثر الهيدرولوجي للسد في تشكيل بنية الغطاء. وبذلك يوفّر هذا العمل أوّل خطٍّ أساسٍ فلوريٍّ كمّيٍّ للقطاع الصحراوي الأوسط في ليبيا، يسدّ فجوةً بحثيةً قائمة ويُسند رصد التصحر وحياد تدهور الأراضي وإدارة الموارد الرعوية وصون التنوع الحيوي ضمن أهداف التنمية المستدامة. وتبقى هذه النتائج توصيفاً تأسيسياً وصفياً–تحليلياً يمهّد لدراساتٍ لاحقةٍ تستكمل الربط الكمّي بين توزّع الأنواع وخصائص التربة وعمق المياه الجوفية، وتُنشئ برنامج رصدٍ بيئيٍّ مستمرٍّ ومتعدد السنوات لمتابعة الملوحة الثانوية الناتجة عن التبخّر المرتفع في بحيرة السد وأثرها المباشر في بنية الغطاء، بما يصون هذا الموئل الهشّ ويُرسّخ مكانته في التنمية المستدامة للبيئات الجافة الليبية.

أولاً: الاستنتاجات

1. سُجّل 33 نوعاً في 29 جنساً و18 فصيلة، تصدّرتها النجمية والنجيلية، مع ارتفاع الفصائل أحادية النوع.
2. سادت الكاميفيتات طيف أشكال الحياة (45.5%) مع حضور جيوفيت مائي (القصب) مؤشراً على الرطوبة الدائمة.
3. غلب العنصر الصحراوي–العربي (~41%) مع حضورٍ سوداني–زامبيزي (~29%) يعكس الموقع الانتقالي.
4. تصدّرت أنواع الماء والملوحة (الأثل والبرنوف أو الكوش والقصب والعرفج السّروي بنية الغطاء بأعلى قيم الأهمية النسبية.
5. أظهرت المؤشرات قراءةً مزدوجة: توازناً عددياً (كثافة) وسيادةً مكانيةً لقلةٍ من الأنواع (تغطية) دون احتكارٍ مطلق.
6. يمثّل التنوع رأس مالٍ طبيعيّ للتنمية المستدامة، مع تنبيهٍ إلى خطر الملوحة الثانوية والضغط الرعوي.

ثانياً: التوصيات

1. اعتماد نتائج الدراسة خط أساسٍ كمّياً لرصد التغيّر ضمن مؤشرات التصحر.
2. إجراء رصدٍ فلوريٍّ متعدد السنوات لالتقاط التباين الموسمي والسنوي، واعتماد تصميم مربعات متداخلة

5) تُضاف فيها مربعات أكبر (Nested quadrats) × 5 م أو 10 × 10 م) للطبقة الخشبية لتقدير كثافتها وبنيتها العمرية إلى جانب المربعات الدقيقة للطبقة العشبية.

3. إدارة الحمولة الرعوية بما يحفظ الأنواع المستساغة ويحول دون تدهورها لصالح الملحية.
4. إنشاء برنامج رصدٍ بيئيٍّ مستمرّ ومتعدد السنوات لمتابعة تطوّر الملوحة الثانوية الناتجة عن التبخّر المرتفع في بحيرة السد وأثرها المباشر في تركيب الغطاء النباتي وتحوّل سيادة الأنواع.
5. حماية الأنواع أحادية الإقليم وشبه المستوطنة ولا سيما Perralderia garamantum.
6. توسيع الدراسات الفلورية إلى بقية أودية القطاع الصحراوي الأوسط.
7. استكمال الدراسة بتحليل التربة وعمق المياه الجوفية والتحليل الجزيئي للأنواع المتشابهة مظهرياً.

13. المراجع

Abd El-Ghani, M. M., & Al Borki, A. E.-N. S. (2024). How elevation and soil properties affect plant distribution patterns and species diversity in the Mediterranean mountain ecosystem of Al-Jabal Al-Akhdar, Libya. Journal of Mountain Science, 21(11), 3683–3701. https://doi.org/10.1007/s11629-024-9060-7

Al-Munqedhi, B. M., El-Sheikh, M. A., Alfarhan, A. H., Alkahtani, A. M., Arif, I. A., Rajagopal, R., & Alharthi, S. T. (2022). Climate change and hydrological regime in arid lands: Impacts of dams on the plant diversity, vegetation structure and soil in Saudi Arabia. Saudi Journal of Biological Sciences, 29(5), 3194–3206. https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2022.01.043

Armon, M., Shmilovitz, Y., & Dente, E. (2025). Anatomy of a foreseeable disaster: Lessons from the 2023 dam-breaching flood in Derna, Libya. Science Advances, 11(13), eadu2865. https://doi.org/10.1126/sciadv.adu2865

Assaeed, A. M., Alharthi, A. S., & Abd-ElGawad, A. M. (2021). Impacts of Nicotiana glauca Graham invasion on the vegetation composition and soil: A case study of Taif, western Saudi Arabia. Plants, 10(12), 2587. https://doi.org/10.3390/plants10122587

Bachman, S. P., Brown, M. J. M., Leão, T. C. C., Nic Lughadha, E., & Walker, B. E. (2024). Extinction risk predictions for the world's flowering plants to support their conservation. New Phytologist, 242(2), 797–808. https://doi.org/10.1111/nph.19592

Bedair, R., Ibrahim, A. A., Alyamani, A. A., Aloufi, S., & Ramadan, S. (2021). Impacts of anthropogenic disturbance on vegetation dynamics: A case study of Wadi Hagul, Eastern Desert, Egypt. Plants, 10(9), 1906. https://doi.org/10.3390/plants10091906

Berdugo, M., Delgado-Baquerizo, M., Soliveres, S., Hernández-Clemente, R., Zhao, Y., Gaitán, J. J., Gross, N., Saiz, H., Maire, V., Lehmann, A., Rillig, M. C., Solé, R. V., & Maestre, F. T. (2020). Global ecosystem thresholds driven by aridity. Science, 367(6479), 787–790. https://doi.org/10.1126/science.aay5958

Berdugo, M., Vidiella, B., Solé, R. V., & Maestre, F. T. (2022). Ecological mechanisms underlying aridity thresholds in global drylands. Functional Ecology, 36(1), 4–23. https://doi.org/10.1111/1365-2435.13962

Bouallala, M., Neffar, S., & Chenchouni, H. (2020). Vegetation traits are accurate indicators of how do plants beat the heat in drylands: Diversity and functional traits of vegetation associated with water towers in the Sahara Desert. Ecological Indicators, 114, 106364. https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2020.106364

Davis, C. C. (2023). The herbarium of the future. Trends in Ecology & Evolution, 38(5), 412–423. https://doi.org/10.1016/j.tree.2022.11.015

Davis, C. C., & Choisy, P. (2024). Medicinal plants meet modern biodiversity science. Current Biology, 34(4), R158–R173. https://doi.org/10.1016/j.cub.2023.12.038

Deng, A., Hao, X., & Qu, J. J. (2024). A preliminary assessment of land restoration progress in the Great Green Wall Initiative region using satellite remote sensing measurements. Remote Sensing, 16(23), 4461. https://doi.org/10.3390/rs16234461

El-Khalafy, M. M., Ahmed, D. A., Shaltout, K. H., El-Din, A. S., & Haroun, S. A. (2024). Evaluation of conservation status of the Egyptian endemic plants along the Mediterranean coastal strip region. Journal of Coastal Conservation, 28(1), 16. https://doi.org/10.1007/s11852-023-01007-0

Gross, N., Maestre, F. T., Le Bagousse-Pinguet, Y., Liancourt, P., Berdugo, M., Gozalo, B., Guirado, E., & Ochoa-Hueso, R. (2024). Unforeseen plant phenotypic diversity in a dry and grazed world. Nature, 632, 808–814. https://doi.org/10.1038/s41586-024-07731-3

Islam, W., Zeng, F., Almoallim, H. S., Ansari, M. J., & Du, Z. (2025). Combating desertification: Comprehensive strategies, challenges, and future directions for sustainable solutions. Biological Reviews, 100(4), 1594–1614. https://doi.org/10.1111/brv.70015

Kapazoglou, A., Gerakari, M., Lazaridi, E., Kleftogianni, K., Sarri, E., Tani, E., & Bebeli, P. J. (2023). Crop wild relatives: A valuable source of tolerance to various abiotic stresses. *Plants*, 12(2), 328. https://doi.org/10.3390/plants12020328

Kindt, R. (2020). WorldFlora: An R package for exact and fuzzy matching of plant names against the World Flora Online taxonomic backbone data. Applications in Plant Sciences, 8(9), e11388. https://doi.org/10.1002/aps3.11388

Maestre, F. T., Benito, B. M., Berdugo, M., Concostrina-Zubiri, L., Delgado-Baquerizo, M., Eldridge, D. J., Guirado, E., Gross, N., Kéfi, S., Le Bagousse-Pinguet, Y., Ochoa-Hueso, R., & Soliveres, S. (2021). Biogeography of global drylands. New Phytologist, 231(2), 540–558. https://doi.org/10.1111/nph.17395

Maestre, F. T., Le Bagousse-Pinguet, Y., Delgado-Baquerizo, M., Eldridge, D. J., Saiz, H., Berdugo, M., Gozalo, B., Ochoa, V., & Gaitán, J. J. (2022). Grazing and ecosystem service delivery in global drylands. Science, 378(6622), 915–920. https://doi.org/10.1126/science.abq4062

Mayar, T. F., & Omar, M. I. M. (2025). Vegetation characteristics and plant biodiversity in Basin

Conservation biodiversity in arid areas: A review. Sustainability, 17(6), 2422. https://doi.org/10.3390/su17062422

Wang, Q., & Zhang, H.-X. (2022). Population genetic structure and biodiversity conservation of a relict and medicinal subshrub Capparis spinosa in arid Central Asia. Diversity, 14(2), 146. https://doi.org/10.3390/d14020146

WFO (2025). World Flora Online. Published on the Internet; http://www.worldfloraonline.org (accessed 2025).

Zhao, S., Zhao, X., Li, Y., Chen, X., Li, C., Fang, H., Li, W., & Guo, W. (2023). Impact of deeper groundwater depth on vegetation and soil in semi-arid region of eastern China. Frontiers in Plant Science, 14, 1186406. https://doi.org/10.3389/fpls.2023.1186406

الملحق أ قائمة العينات المرجعية للأنواع الثلاثة والثلاثين، المودعة في معشبة قسم علم النبات، كلية العلوم، جامعة الجفرة.

جُمعت جميع العينات بمعرفة الباحثة صوفيا صالح إبراهيم عيسى من منطقة سد وادي الوشكة، الجفرة، ليبيا (28°49′58.4″ش، 15°37′28.1″ق)

الفصيلة	الإسم العلمي	رقم العينة	تاريخ الجمع
Asteraceae	*Anvillea garcinia* (Burm.f.) DC.	SSII-033	2026/5/5
Asteraceae	*Perralderia garamantum* Asch.	SSII-011	202/11/12 5
Asteraceae	*Pluchea dioscoridis* (Pers.) DC.	SSII-023	202/11/22 5
Asteraceae	*Pulicaria undulata* (L.) C.A.Mey.	SSII-009	202/11/12 5
Asteraceae	*Senecio massaicus* (Maire) Maire	SSII-019	202/11/22 5
Poaceae	*Diplachne fusca* (L.) P. Beauv.	SSII-022	202/11/22 5
Poaceae	*Lasiurus scindicus* Henrard.	SSII-017	202/11/12 5
Poaceae	*Panicum turgidum* Forssk.	SSII-015	202/11/12 5
Poaceae	*Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud.	SSII-020	202/11/22 5
Poaceae	*Polypogon monspeliensis* (L.) Desf.	SSII-021	202/11/22 5
Zygophyllaceae	*Zygophyllum album* L. f.	SSII-026	2026/4/26
Zygophyllaceae	*Zygophyllum creticum* (L.) Christenh. & Byng	SSII-029	2026/5/5
Zygophyllaceae	*Zygophyllum simplex* L.	SSII-003	202/11/12 5
Amaranthaceae	*Amaranthus albus* L.	SSII-018	202/11/22 5
Amaranthaceae	*Caroxylon imbricatum* (Forssk.) Moq.	SSII-007	202/11/12 5
Boraginaceae	*Heliotropium bacciferum* Forssk.	SSII-013	202/11/12 5
Boraginaceae	*Trichodesma africanum* (L.) Sm.	SSII-012	202/11/12 5

Valley Al-Sahl Al-Gharbi (Al-Butnan Plateau, Marmarica) in northeastern Libya. Scientific Journal for Publishing in Health Research and Technology, 1(2), 147–159. https://doi.org/10.65420/sjphrt.v1i2.29

Maxted, N., Magos Brehm, J., Abulaila, K., Al-Zein, M. S., Kehel, Z., & Yazbek, M. (2024). Review of crop wild relative conservation and use in West Asia and North Africa. *Plants*, 13(10), 1343. https://doi.org/10.3390/plants13101343

Ministry of Water Resources. (2023). Report on the status of the Wadi Al-Washka Dam (Al-Jufra), Central Water Region [Government report]. Central Water Region, Libya.

Mirzabaev, A., Sacande, M., Motlagh, F., Shyrokaya, A., & Martucci, A. (2022). Economic efficiency and targeting of the African Great Green Wall. Nature Sustainability, 5, 17–25. https://doi.org/10.1038/s41893-021-00801-8

Parker, A., Stigter, T. Y., & Olago, D. (2022). Editorial: Water harvesting methods in drylands to increase climate resilience. Frontiers in Water, 4, 872982. https://doi.org/10.3389/frwa.2022.872982

Pausata, F. S. R., Gaetani, M., Messori, G., Berg, A., Maia de Souza, D., Sage, R. F., & deMenocal, P. B. (2020). The greening of the Sahara: Past changes and future implications. One Earth, 2(3), 235–250. https://doi.org/10.1016/j.oneear.2020.03.002

POWO (2025). Plants of the World Online. Facilitated by the Royal Botanic Gardens, Kew. Published on the Internet; https://powo.science.kew.org/ (retrieved 2025).

Pyšek, P., Hulme, P. E., Simberloff, D., Bacher, S., Blackburn, T. M., Carlton, J. T., ... Richardson, D. M. (2020). Scientists' warning on invasive alien species. Biological Reviews, 95(6), 1511–1534. https://doi.org/10.1111/brv.12627

Roswell, M., Dushoff, J., & Winfree, R. (2021). A conceptual guide to measuring species diversity. Oikos, 130(3), 321–338. https://doi.org/10.1111/oik.07202

Sakkir, S., Kabshawi, M., Asmita, N., Almansoori, S., & Alahbabi, H. (2025). Systematic composition, species diversity and plant chorology of Wadi Shuwaib: A typical desert wadi in the eastern region of the United Arab Emirates (UAE). Biodiversity Data Journal, 13, e159155. https://doi.org/10.3897/BDJ.13.e159155

Salama, S. G., Marie, A. H., & Bedair, R. (2025). Floristic assessment and soil–vegetation dynamics in an arid zone: A case study of the old Katameya–Ain Sokhna Road, Eastern Desert, Egypt. Scientific Reports, 15, 37742. https://doi.org/10.1038/s41598-025-22507-z

Shi, H., Zhang, F., Shi, Q., Li, M., Dai, Y., Zhang, Z., & Zhu, C. (2023). Responses of arid plant species diversity and composition to environmental factors. Journal of Forestry Research, 34, 1723–1734. https://doi.org/10.1007/s11676-023-01618-1

Timis-Gansac, V., Dinca, L., Constandache, C., Murariu, G., Cheregi, G., & Timofte, C. S. C. (2025).

الفصيلة	الإسم العلمي	رقم العينة	تاريخ الجمع
Brassicaceae	*Farsetia aegyptia* Turra	SSII -027	2026/5/5
Brassicaceae	*Zilla spinosa* (L.) Prantl	SSII -010	202/11/12 5
Fabaceae	*Vachellia flava* (Forssk.) Kyal. & Boatwr.	SSII -008	202/11/12 5
Fabaceae	*Vachellia tortilis* (Forssk.) Galasso & Banfi	SSII -025	2026/4/26
Tamaricaceae	*Tamarix canariensis* Willd.	SSII -005	202/11/12 5
Tamaricaceae	*Tamarix gallica* L.	SSII -006	202/11/12 5
Apiaceae	*Deverra scoparia* Coss. & Durieu	SSII -032	2026/5/5
Apocynaceae	*Pergularia tomentosa* L.	SSII -004	202/11/12 5
Asphodelaceae	*Asphodelus tenuifolius* Cav.	SSII -016	202/11/12 5
Capparaceae	*Maerua crassifolia* Forssk.	SSII -024	2026/4/26
Cistaceae	*Helianthemum lippii* (L.) Dum.Cours.	SSII -028	2026/5/5
Cucurbitaceae	*Citrullus colocynthis* (L.) Schred.	SSII -001	2025/11/7
Lamiaceae	*Lavandula coronopifolia* Poir.	SSII -014	202/11/12 5
Menispermaceae	*Cebatha pendula* (J.R. Forst. & G. Forst.) Kuntze	SSII -030	2026/5/5
Scrophulariaceae	*Kickxia aegyptiaca* (L.) Nabelek	SSII -031	2026/5/5
Urticaceae	*Forsskaolea tenacissima* L.	SSII -002	2025/11/7

السير الذاتية:

صوفيا صالح إبراهيم عيسى، حاصلة على البكالوريوس في علم النبات من جامعة التحدي (ليبيا)، والماجستير في التنوع النباتي من جامعة ريدينغ (المملكة المتحدة)، وتعمل حالياً عضو هيئة تدريس بقسم علم النبات، جامعة الجفرة. تتركز اهتماماتها في تصنيف النباتات وصون التنوع النباتي والبيئة النباتية بالأقاليم الجافة، والحصر الفلوري وتوثيق الأنواع المحلية.

نجمة رفه أحمد الشائب، عضو هيئة تدريس بدرجة محاضر ورئيس قسم علم النبات بجامعة الجفرة، ليبيا. حاصلة على البكالوريوس في علم النبات (التحدي، 2008) والماجستير في علوم البيئة (قناة السويس، 2014). تتركز اهتماماتها في التغير المناخي، والتلوث، والتنوع الحيوي، والتصحر، والاستدامة، والاستشعار عن بُعد ونظم المعلومات الجغرافية.