Impact of invasive species on biodiversity: Acase study of *Lantana Camara* L. in the city of Latakia.

Hadeel Mahfoud *
Dr. Basima Alcheikh**
Dr. Ghaleb Chehadeh***

(Received 14 / 7 / 2025. Accepted 15 / 10 /2025)

□ ABSTRACT □

Invasive plant species are one of the most prominent threats to biodiversity in local ecosystems due to their ability to compete with and displace native species. This study aimed at assessing the impact of *Lantana camara* L. on the diversity of herbaceous plants in the urban environment of Lattakia city. The study was conducted during 2024-2025, and included 30 samples (3*3 m). The Brown- Blanquet method was used to conduct plant surveys. The results showed statistically significant differences in the values of biodiversity indices (Richness, Shannon index, Evenness index) and Sorenson index for similarity in samples invaded by *L. camara* L. compared to those not invaded by it.

A strong inverse correlation was found between the percentage of coverage of *L. camara* L. and Shannon index values. The study revealed that the significant impact of *L. camara* L. on biodiversity begins at 54% coverage. Similarity analysis also showed that plant communities not invaded by *L. camara* L. were more diverse than those invaded by it. These results confirm the significant negative impact of *L. camara* L. on native plant diversity and highlight the need for serious procedures to manage and limit its spread in order to protect native plant species and ecosystems.

Keywords: Invasive species, *Lantana camara* L., plant diversity, urban environment.

Copyright **:**Latakia University journal (formerly Tishreen) -Syria, The authors retain the copyright under a CC BY-NC-SA 04

* **Postgraduate Student. Faculty of Agricultural Engineering, Latakia University(formerly Tishreen), Lattakia, Syria. hadeelmahfoud85@gmail.com**
****Professor, Faculty of Agricultural Engineering, Latakia University(formerly Tishreen), Lattakia, Syria. basimaal508@gmail.com**
*****Professor. Faculty of Agricultural Engineering, Latakia University(formerly Tishreen), Lattakia, Syria. ghalebche60@gmail.com**

تأثير الأنواع الغازية في التنوع الحيوي دراسة حالة: *Lantana Camara* L. في مدينة اللاذقية

هديل محفوض*

د. بسيمة الشيخ**

د. غالب شحاده***

(تاريخ الإيداع 14 / 7 / 2025. قبل للنشر في 15 / 10 / 2025)

□ ملخّص □

تعد الأنواع النباتية الغازية من أبرز التهديدات التي تواجه التنوع الحيوي في النظم البيئية المحلية نظراً لقدرتها على المنافسة وإزاحة الأنواع المحلية. تهدف هذه الدراسة إلى تقييم تأثير النوع *Lantana camara* L. في تنوع النباتات العشبية في البيئة الحضرية– مدينة اللاذقية.

تم تنفيذ الدراسة خلال العام 2024– 2025، شملت 30 عينة (3*3 م). استُخدمت طريقة براون بلانكيه في إجراء الكشوف النباتية. أظهرت النتائج فروقاً إحصائية مهمة وكبيرة في قيم مؤشرات التنوع الحيوي (الغنى النوعي، معامل شانون، معامل التكافؤ) ومعامل سورنسون للتشابه في العينات التي غزاها *L. camara* L. مقارنةً بتلك الخالية منه، وتم الحصول على علاقة ارتباط عكسية قوية بين نسبة تغطية النوع الغازي وقيم معامل شانون. بينت الدراسة أن التأثير الكبير للنوع *L. camara* L. في التنوع الحيوي يبدأ عند درجة التغطية 54% تقريباً، كما أظهر تحليل التشابه أن المجتمعات النباتية الخالية من النوع الغازي كانت أكثر تنوعاً مقارنةً بتلك التي غزاها. تؤكد هذه النتائج التأثير السلبي الكبير للنوع *L. camara* L. في تنوع النباتات المحلية، وتبرز الحاجة إلى اتخاذ تدابير جادة لإدارته والحد من انتشاره لحماية الأنواع والنظم البيئية المحلية.

الكلمات المفتاحية: الأنواع الغازية، *Lantana camara* L. ، التنوع الحيوي النباتي، البيئة الحضرية.حقوق النشر

حقوق النشر : مجلة جامعة اللاذقية (تشرين سابقاً)– سورية، يحتفظ المؤلفون بحقوق النشر بموجب الترخيص CC BY–NC–SA 04

* طالبة ماجستير، كلية الهندسة الزراعية، جامعة اللاذقية(تشرين سابقاً) ، اللاذقية، سوريا hadeelmahfoud85@gmail.com

** أستاذ، كلية الهندسة الزراعية، جامعة اللاذقية، (تشرين سابقاً) ، اللاذقية، سوريا

*** أستاذ، كلية الهندسة الزراعية، جامعة اللاذقية، (تشرين سابقاً) ، اللاذقية، سوريا

مقدمة:

يعد غزو الأنواع النباتية الغريبة من بين أهم المشكلات العالمية التي تواجهها الطبيعة والنظم البيئية، وعلى الرغم من أن الغزو الحيوي هو عملية طبيعية إلَّا أن المعدل المتسارع له في الآونة الأخيرة جعله مصدر قلق [1]. تم إدخال آلاف الأنواع النباتية الى مختلف البلدان سواء بشكل عرضي أو متعمد لأسباب عديدة، منها: الزراعة والتشجير الحراجي أو لأغراض تزينية، ونتيجة لذلك تم توطين العديد من هذه الأنواع وأصبح بعضها غازياً [2]، وتشير التقديرات الى وجود نحو 751 نوعاً من الأشجار والشجيرات الغازية على مستوى العالم [3]، تهدد هذه الأنواع سلامة النظم البيئية، فهي تؤثر في تنوع الأنواع في النظم البيئية المحلية، كما أنها تمثل مصدر قلق واضح ليس فقط على التنوع الحيوي إنما أيضاً على الأراضي الزراعية، والمراعي، والحدائق الوطنية، والممرات المائية، والبحيرات، والأنهار، والسدود، وجوانب الطرقات، والمناطق الحضرية، ما ينتج عنه عواقب بيئية واقتصادية كبيرة [4].

يعرف النوع الغريب الغازي، بأنه ذلك النوع الذي يهدد استقراره وانتشاره النظم البيئية أو الموائل أو الأنواع الطبيعية ويلحق بها أضراراً اقتصادية أو بيئية [5]. كما عرف البرنامج العالمي للأنواع الغازية Global Invasive Species Program الأنواع الغازية: بأنها الكائنات غير الأصلية التي –تسبب أو لها القدرة على التسبب– في ضرر للبيئة، أو الاقتصاد، أو صحة الإنسان [6].

يصنف النوع *L. camara* L. (أم كلثوم) ضمن الأنواع النباتية الغازية Invasive Plant Species (IPS)، والتي تعد أحد الأسباب الخمسة الأولى في فقدان التنوع الحيوي، والتهديد الثاني بعد تدمير الموائل [5].

ويعد النوع *L. camara* L. واحداً من أسوأ 100 نوع غازٍ تم تصنيفها على مستوى العالم [7]، ينتمي هذا النوع الى فصيلة Verbenaceae وهو نبات طبيعي في الغابات الاستوائية في أميركا الجنوبية، تم إدخاله كنبات للزينة في العديد من البلدان، وفي الوقت الحاضر يتم التعامل معه على أنه نوع غريب غازٍ [8].

إن نجاح انتشار هذا النوع هو انعكاس لمرونته البيئية، إذ ينمو في بيئات متنوعة وعلى مجموعة واسعة ومتنوعة من الترب بما في ذلك التربة الفقيرة والجافة [9]. تسهم السمات الحيوية للنوع *L. camara* L. مثل إنتاج الثمار بأعداد كبيرة وعلى مدار العام عندما تكون الظروف مواتية من حرارة ورطوبة، وقدرة البذور على الإنبات في أي وقت من السنة، وقابلية البذور للبقاء لفترات تتراوح من 2–5 سنوات، والقدرة التنافسية العالية مقارنة بالنباتات الأصلية، وقدرة النوع على التكاثر الخضري، كل هذه السمات أسهمت في انتشار النوع بشكل كبير وواسع [10]. بالإضافة الى السمات الحيوية فإن الانتشار السريع للبذور بوساطة الطيور والتي تعد الموزعات الرئيسة له دور كبير في نمو هذا النوع وسرعة انتشاره [11].

يؤثر النوع *L. camara* L. في التنوع الحيوي من خلال التنافس مع الأنواع المحلية، فقد وجد بأن تركيب الأنواع النباتية المحلية ووفرتها قد انخفض في الأماكن التي ينتشر فيها [12]. كما يمتلك هذا النوع القدرة على التأثير في التعاقب النبتي، ويسبب تغيرات كبيرة في التركيب البنيوي للمجتمعات الطبيعية من خلال إعاقة تجدد الأنواع النباتية الأصلية، وبالتالي تقليل غنى الأنواع [13]. يؤثر أيضاً في الغنى النوعي، إذ تشير البحوث الحديثة إلى أن غزو *L. camara* L. يرتبط بانخفاض واضح في عدد الأنواع النباتية لكل وحدة مساحة، أي ما يعرف بتنوّع ألفا (α– diversity)، إذ أظهرت العديد من الدراسات أن المناطق التي غزاها النوع سجلت عدداً أقل من الأنواع مقارنة بالمناطق الخالية منه.

في دراسة أجريت في محمية Vhembe Biosphere في جنوب إفريقيا لوحظ أن الكثافة العالية للنوع *L. camara* L. ارتبطت بانخفاض تنوع الأنواع ومؤشرات التنوع الأخرى، مثل: معامل شانون ومعامل سيمبسون، مما يشير إلى تأثير سلبي مباشر في المجتمعات النباتية المحلية [14]. علاوة على ذلك، فإن الغزو لا يؤثر فقط في التنوع إلفا (تنوع الأنواع داخل المواقع)، بل يتعدى ذلك ليشمل تقليص الفروق بين المجتمعات المختلفة، أي يؤثر في التنوع بيتا (β- diversity) من خلال توحيد المجتمعات النباتية، وهذا لا يعكس فقط خسارة في التنوع المحلي بل يسبب أيضاً فقداناً في التباين البيئي على مستوى المنظومة، ما يهدد استقرار ومرونة النظم البيئية الطبيعية [15]. إضافةً إلى التأثير المباشر في النباتات، فإن هذا النوع يؤثر في العلاقات التكافلية التي تُعد حجر الأساس في بقاء واستقرار المجتمعات النباتية المحلية، إذ يؤثر في شبكات التلقيح وتشتت البذور، من خلال جذب الطيور والحشرات الملقحة التي كانت تُفضّل في السابق الأنواع الأصلية، يؤدي هذا التحول في سلوك الملقحات ومشتتي البذور إلى حرمان النباتات المحلية من خدمات بيئية حيوية، مما يُضعف من قدرتها على التجدد والبقاء على المدى الطويل، كما أن كثافة *L. Camara* L. تعيق حركة الملقحات في الطبقة الأرضية للنظام البيئي مما يخل بالديناميكيات التكاثرية الطبيعية للنباتات الأصلية [16]. يعمل هذا النوع على استغلال المواقع المضطربة مما يؤثر في الأراضي الزراعية والمراعي، فهو يفرز مواد كيميائية أليليةAllelopathic chemicals عن طريق الجذور، إذ تعمل هذه المواد الكيميائية كمثبطات تمنع إنبات ونمو وإنتاجية النباتات المجاورة، وبالتالي تغير عمل النظام البيئي ودورة المغذيات، ما يؤثر سلباً في تنوع الأنواع النباتية [17]، فقد أثبتت التجارب الميدانية أن بادرات الأنواع المحلية تتراجع بشكل ملحوظ في الأراضي التي غزاها النوع *L. Camara* L. مقارنة بالأراضي التي لم يتم غزوها [18]. أما الآلية الأخرى التي يؤثر بها هي المنافسة على الموارد، مثل: الماء والمواد المغذية وأشعة الشمس إذ يشكل تجمعات كثيفة ذات مظلة تغطي النباتات العشبية والبذور، مما يحد من كمية الضوء الواصلة إلى الأنواع المحلية [19]. ويؤدي أيضاً الى تقليل خصوبة التربة من خلال إفرازاته الكيميائية وامتصاصه العالي للنيتروجين والعناصر الدقيقة، إذ أظهرت الدراسات أن التربة الواقعة تحت مظلة *L. camara* L. تعاني من انخفاض في مستوى النيتروجين العضوي ونشاط الميكروبات المفيدة، ما يضعف بنية التربة، وقدرة الأنواع الأصلية على التجذر والبقاء [20].

أهمية البحث وأهدافه:

يعد النوع *L. camara* L. من أسوأ الأنواع الغازية في جميع أنحاء العالم، إذ يشكل تهديداً كبيراً للأنظمة البيئية الطبيعية وتنوع الأنواع المحلية، كما يهدد الأراضي الزراعية والمحاصيل نتيجة قدرته العالية على التكاثر والإنتشار السريع لدرجة يصعب التخلص منه. وعلى الرغم من أن النوع *L. camara* L. يشكل خطراً كبيراً كنوع غازٍ، إلا أنه لم يحظَ بالاهتمام الكافي ويتم إهماله في معظم الأوقات، وقد يعود السبب إلى أن الآثار الكارثية الناجمة عنه تكون في كثير من الأحيان غير واضحة بما يكفي لجذب الانتباه نظراً لقلة الدراسات حوله.

إن تحديد الاختلافات في تنوع الأنواع النباتية المحلية بين مجتمعات غزاها النوع *L. camara* L. والمجتمعات الخالية منه، والإشارة إلى الضرر الذي يلحقه بالأنواع المحلية سوف يلعب دوراً كبيراً في وضع خطط إدارة مناسبة لمكافحة هذا النوع في المواقع التي يغزوها.

يهدف البحث إذاً الى:

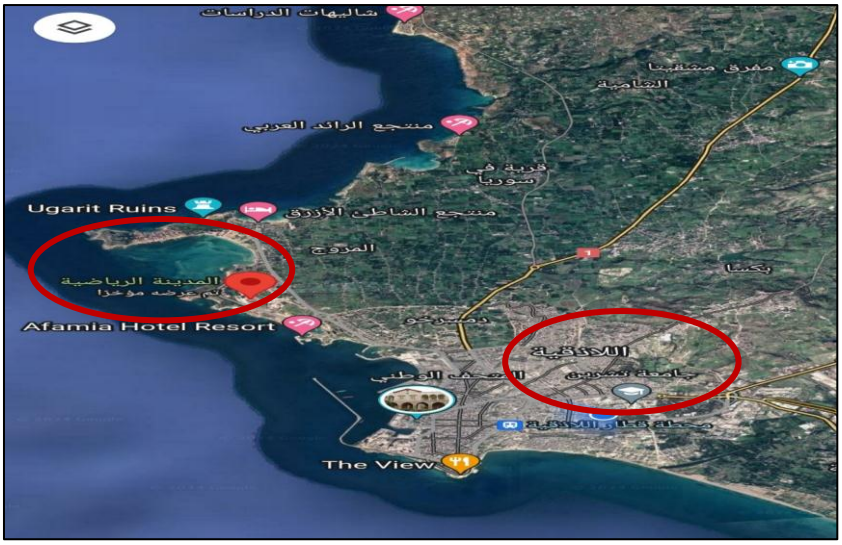
– تسليط الضوء على النوع *L. camara* L. كنوع غازٍ وتحديد تأثيره في تنوع النباتات العشبية والتي تنمو بشكل عفوي في حديقة جامعة اللاذقية والمدينة الرياضية في محافظة اللاذقية.

– تقديم بعض المقترحات التي تفيد في الحد من انتشار هذا النوع.

طرائق البحث ومواده:

1_ موقع الدراسة:

تم إجراء الدراسة في حديقة جامعة اللاذقية والتي تقع على المدخل الجنوبي لمدينة اللاذقية، وتبعد نحو 2 كم عن مركز المدينة، وتبلغ المساحة الخضراء في الحديقة 500 دونم. وفي المدينة الرياضية والتي تقع قبالة شاطئ البحر الأبيض المتوسط في الضواحي الشمالية لمدينة اللاذقية، وتبلغ مساحتها 154 هكتاراً، وتبعد عن مركز المدينة 4,2 كم. الشكل (1).



الشكل(1): موقعي الدراسة.

2_ تحديد العينات وإجراء الكشوف النباتية:

تم اختيار 30 عينة في كل من حديقة جامعة تشرين والمدينة الرياضية بشكل عشوائي بأبعاد (3*3 م) على الشكل التالي:

– 10 عينات خالية من النوع *L. camara* L.

– 20 عينة يوجد فيها النوع *L. camara* L. بدرجات تغطية متفاوتة.

تم تسجيل جميع الأنواع النباتية الموجودة ضمن العينات وتقدير درجة تغطيتها حسب براون بلانكيه [21]، وتم إعطاء كل نوع من الأنواع الموجودة معاملاً يدعى معامل (الوفرة–السيادة)، وتعد درجة التغطية هي الأهم من أجل الأنواع الأكثر حضوراً، في حين أن الوفرة هي الأهم من أجل الأنواع الأكثر ندرة والتي يمكن عدها في حين يصعب تقدير تغطيتها كالآتي:

(+) أفراد نادرة ودرجة تغطيتها ضعيفة جداً أقل من 1%.

(1) أفراد غزيرة نسبياً، إلا أن درجة تغطيتها ضعيفة (1–5%).

(2) أي عدد من الأفراد تغطيته من (6–25%) من مساحة الكشف.

(3) أي عدد من الأفراد تغطيته من (26–50%) من مساحة الكشف.

(4) أي عدد من الأفراد تغطيته من (51–75%) من مساحة الكشف.

(5) أي عدد من الأفراد تغطيته >76% من مساحة الكشف.

– تم استخدام القيم العددية في الحسابات وهي: 0.1، 1، 2، 3، 4، 5 على التوالي [22].

– تم تصنيف الأنواع النباتية باستخدام الفلورا الجديدة لسورية ولبنان [23] ، فلورا لبنان [24].

تم تقدير التنوع الحيوي باستخدام المعاملات (الدلائل) التالية [25]:

– **الغنى النوعي:** وهو أبسط مؤشرات التنوع الحيوي، ويشير إلى عدد الأنواع الموجودة في عينة أو مجتمع.

– **معامل شانون:** وهو من معاملات التباين أو الاختلاف، وهو يأخذ بالحسبان الغنى النوعي والوفرة النسبية للأنواع، ويحسب بالصيغة الآتية:

$$H` = -\sum Pi.Ln(pi)$$

حيث S: العدد الكلي للأنواع، Pi: الوفرة النسبية للأنواع

Pi=ni/N حيث ni: هي عدد أفراد النوع i، N: العدد الكلي للأفراد.

وعليه يصنف التنوع حسب معامل شانون: H<1.5 التنوع منخفض، 1.5<H<3.5 التنوع متوسط، H>3.5 التنوع عالٍ.

– **معامل التكافؤ (E)** ويحسب بالصيغة الآتية [26]:

$$E = H`/Hmax = H`/Ln(s)$$

حيث H معامل شانون، S: العدد الكلي للأنواع.

معايير معامل التكافؤ: إذا كان E<0.3 تكافؤ الأنواع منخفض، 0.3< E <0.6 متوسط، E>0.6 عالٍ.

– **معامل سورنسون:** وهو من معاملات التشابه، إذ يحسب هذا المعامل مقدار الشبه بين مجتمعين

تم حساب هذا المعامل بالصيغة الآتية [27]:

$$Si = 2c/(a+b) * 100$$

حيث c: هو عدد الأنواع المشتركة بين المجتمعين، a: عدد أنواع المجتمع الأول، B: عدد أنواع المجتمع الثاني.

إذا كان معامل سورنسون من 1–30% التشابه منخفض، 31–60% التشابه متوسط، 61–90% التشابه عالٍ، أكبر من 91% التشابه عالٍ جداً.

– تم استخدام برنامج SPSS لإجراء التحليل الإحصائي. استُخدم تحليل التباين (One–way ANOVA) لمقارنة متوسطات المتغيرات المدروسة. كما استُخدم تحليل الانحدار الخطي البسيط (Linear Regression) لمعرفة العلاقة بين التغطية ومعامل شانون عند مستوى معنوية (P=0.05).

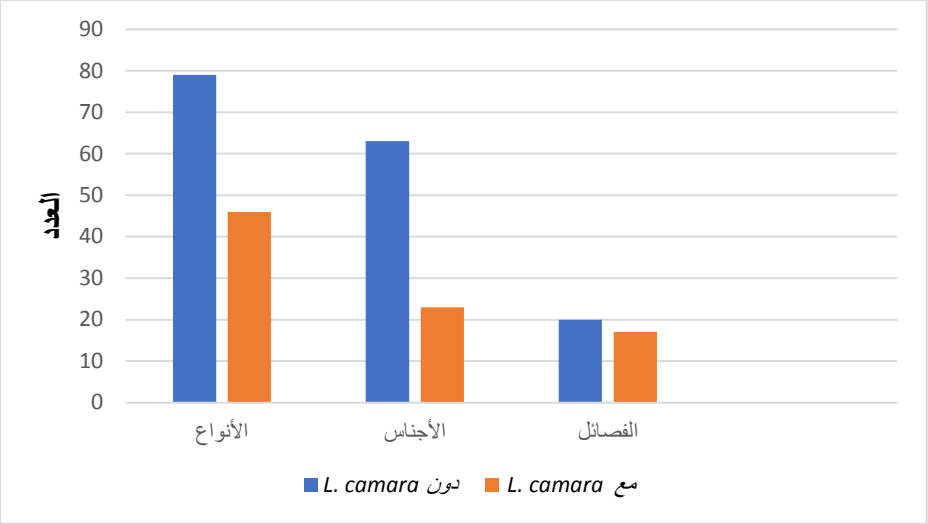
النتائج والمناقشة:

الغنى النوعي:

تم تسجيل (101) نوعاً نباتياً تنتظم في 79 جنساً، وتنتمي إلى 25 فصيلة نباتية في موقعي الدراسة. الملحق (1). سُجل 54.46% من هذه الأنواع في العينات الخالية من النوع *L. camara* L.، في حين سُجل 21.78% من الأنواع في العينات التي تحوي هذا النوع، وبلغت نسبة الأنواع المشتركة 23.76%.

بلغ عدد الأنواع المسجلة في العينات الخالية من النوع *L. camara* L. 79 نوعاً، تنتظم في 63 جنساً وتنتمي إلى 20 فصيلة. الشكل (2)، وتراوح عدد الأنواع بين 11 و21 نوعاً، وبمتوسط قدره (2.87±14.6) في العينة الشكل (3)، في حين بلغ عدد الأنواع المسجلة في العينات التي تحتوي على النوع *L. camara* L. 46 نوعاً تنتظم في 23 جنساً وتنتمي إلى 17 فصيلة. الشكل (2)، وتراوح عدد الأنواع بين 2 و11 نوعاً، وبمتوسط قدره (2.44±5.05) في العينة.

الشكل (4).



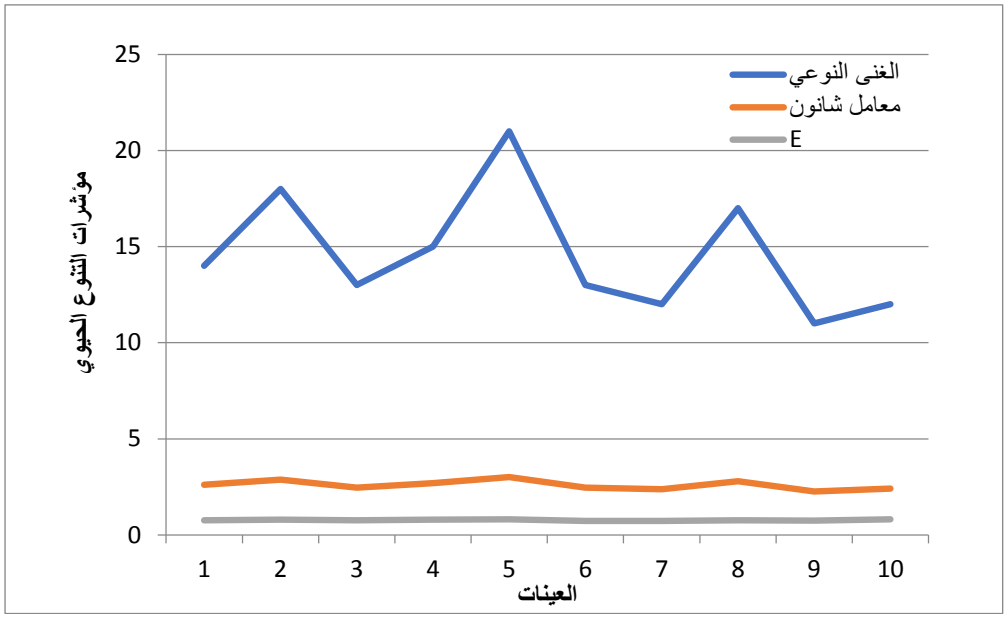
الشكل. (2). تنوع الأنواع والأجناس والفصائل في موقعي الدراسة.

معامل شانون:

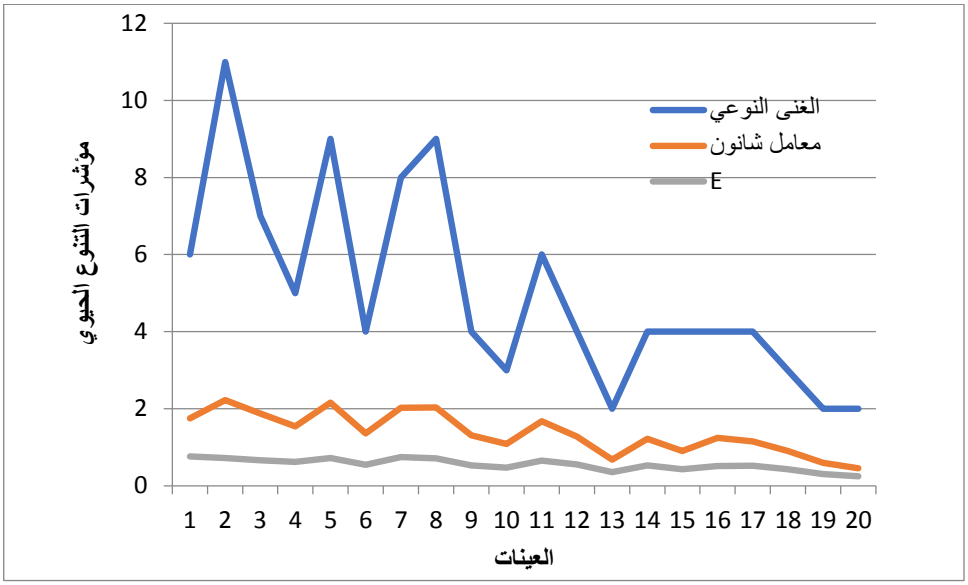
تراوحت قيم معامل شانون بين 2.27 و3.02 في العينات الخالية من النوع *L. camara* L. وبمتوسط قدره (0.22±2.59)، الشكل (3). في حين تراوحت قيمة هذا المعامل بين 0.45 و2.22 في العينات التي تحتوي على النوع *L. camara* L. وبمتوسط قدره (0.50±1.37). الشكل (4)

معامل التكافؤ (E):

تراوحت قيم هذا المؤشر بين 0.72 و0.81 في العينات الخالية من النوع *L. camara* L. وبمتوسط قدره (0.03±0.77)، الشكل (3). في حين تراوحت قيمة هذا المعامل بين 0.25 و0.76 في العينات التي تحتوي على النوع *L. camara* L. وبمتوسط قدره (0.14±0.55). الشكل (4).



الشكل (3). معاملات التنوع الحيوي في العينات الخالية من النوع *Lantana Camara* L.



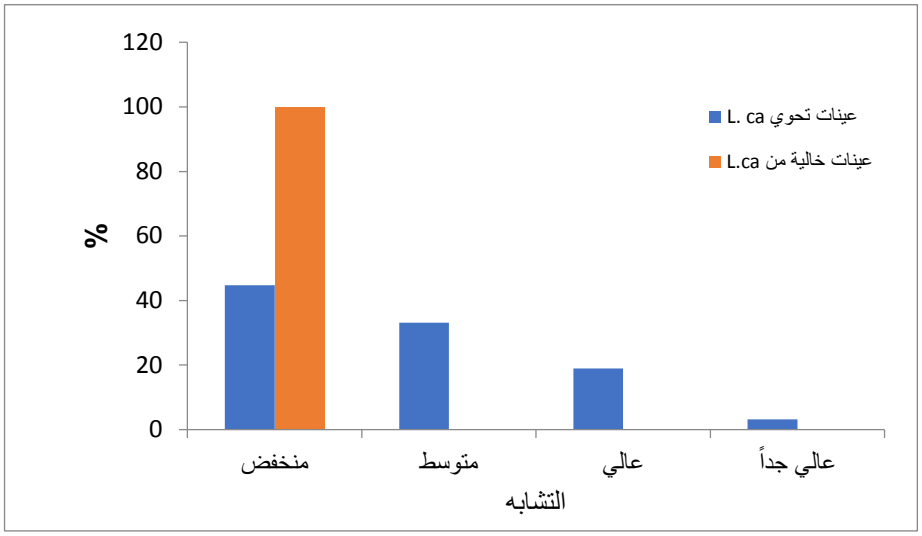
الشكل (4). معاملات التنوع الحيوي في العينات التي تحوي النوع *Lantana Camara* L.

معامل سورنسون:

تراوحت قيم معامل سورنسون بين 10 و30% في العينات الخالية من النوع*L. camara* L.، أي أن نسب التشابه كانت منخفضة ما يشير إلى تنوع كبير في المجتمعات النباتية العشبية الخالية من النوع الغازي، بمعنى آخر تحوي كل عينة مجموعة مختلفة من الأنواع النباتية، وهذا يعكس تنوعاً في التراكيب النباتية ضمن العينات. بالمقابل فقد كانت قيم التشابه في العينات التي تحتوي على النوع *L. camara* L. متباينة وتراوحت بين 10 و100%، وكانت 22.11% من العينات ذات تشابه عالٍ إلى عالٍ جداً، ما يشير إلى تجانس في التركيب النباتي داخل هذه العينات، وهذا بدوره يؤثر في استقرار ومرونة المجتمعات النباتية. ويظهر الشكل (5) نسب التشابه.

إن وجود*L. camara* L. بشكل كثيف يشكل غطاء متجانساً وظيفياً مما يؤدي إلى تركيب موحد مقارنة بالمناطق الخالية من هذا النوع، وإن بدا ذلك مؤشراً على استقرار ظاهري إلا أنه يشير في الحقيقة إلى اضمحلال في التنوع

البنيوي للمجتمع النباتي، ما يجعله أكثر عرضة للاضطرابات البيئية، ويؤدي إلى فقدان التوازن الطبيعي، كما أن المجتمعات المتجانسة نباتياً غالباً ما تكون أقل مقاومة للضغوط البيئية (مثل الجفاف أو الحرائق أو الأمراض)، وأقل قدرة على تقديم الخدمات البيئية المتنوعة، كما أن فرض نوع من الهيمنة التركيبية يؤدي إلى تجانس مفرط يؤثر في استقرار النظام البيئي على المدى الطويل [15].



الشكل (5). معامل سورنسون.

تأثير النوع *L. camara* L. في تنوع النباتات العشبية المحلية:

أظهرت نتائج الدراسة الحالية انخفاض مؤشرات التنوع (الغنى النوعي، معامل شانون، ومعامل التكافؤ) في العينات التي تحوي النوع *L. camara* L. بشكل واضح مقارنة بالعينات الخالية منه، وكانت الفروق معنوية وذات دلالة احصائية. الجدول (1).

وهذا يتوافق مع الدراسات العالمية، فقد أظهرت دراسة في شمال شرقي الهند انخفاضاً في كثافة ووفرة وتنوع الأنواع المحلية في ظل غزو *L. camara* L. مقارنةً بالمناطق الخالية من هذا النوع [28]. إذ يؤثر *L. camara* L. في النباتات المحلية من خلال استغلال المساحة وتغطية معظم الأراضي، وبالتالي لا يسمح للنباتات الأخرى بالحصول على ما يكفي من ضوء الشمس [29]. ويسبب آثاراً ضارة، وخاصة على أنواع الأعشاب، ويقلل من الغنى النوعي في المجتمعات النباتية [30]. فالنوع *L. camara* L. يتمتع بالعديد من السمات التي تجعله نوعاً غازياً، وهو متكيف مع الانتشار بعيد المدى بوساطة الطيور وبعض الثدييات، وله القدرة على التهجين، ويتميز بالتباين الوراثي [8].

الجدول (1). متوسطات معاملات التنوع الحيوي± الانحراف المعياري.

معاملات التنوع	بوجود *L. camara* L.	دون *L. camara* L.	P value
الغنى النوعي	2.44±5.05	2.87±14.6	P=0.000
معامل شانون	0.50±1.37	0.22±2.59	P=0.000
معامل التكافؤ	0.141±0.55	0.03±0.77	P=0.0001

يتأثر معامل شانون أكثر من الغنى النوعي لأن النوع *L. camara* L. غالباً ما يهيمن على المناطق التي يغزوها ويؤدي إلى انخفاض عدد الأنواع الأخرى، كما يؤدي إلى انخفاض كبير في التوزيع المتساوي للأنواع، وهذا ينعكس مباشرة على معامل شانون، كما يؤدي أيضاً إلى بنية أقل تنوعاً وذات هيمنة واضحة مما يخفض من قيم هذا المعامل، ويعد معامل شانون أكثر حساسية للتغيرات الدقيقة في بنية المجتمع لأنه يتأثر بوفرة الأنواع، وبالتالي فهو يعكس التدهور البنيوي في التوازن البيئي حتى قبل اختفاء الأنواع تماماً. قد يبقى الغنى النوعي ظاهرياً مستقر بشكل جزئي، إذ أن بعض الأنواع قد تبقى موجودة ولكنها تصبح نادرة جداً [31]. أظهرت دراسة في جنوب أفريقيا أن الغنى النوعي قد يبقى ثابتاً ظاهرياً بينما تنخفض مؤشرات التنوع المركبة، مثل شانون بشكل واضح مقارنة بالغنى النوعي الذي قد يظهر تغيراً أقل وضوحاً في المدى القصير. كذلك عندما يكون الغنى النوعي مقبولاً فإن مؤشر التكافؤ ينخفض، وهذا ما يجعله أكثر حساسية للكثافة والوفرة النسبية مقارنة بالغنى النوعي الذي يقيس فقط عدد الأنواع دون النظر لتوزيعها[32]. كما أن المجتمعات النباتية في المواقع المعرضة للغزو تحوي عدداً قليلاً من الأنواع المهيمنة مما يسبب انخفاض مؤشر التكافؤ، إذ توجد علاقة عكسية بين معامل التكافؤ والأنواع الغازية [14].

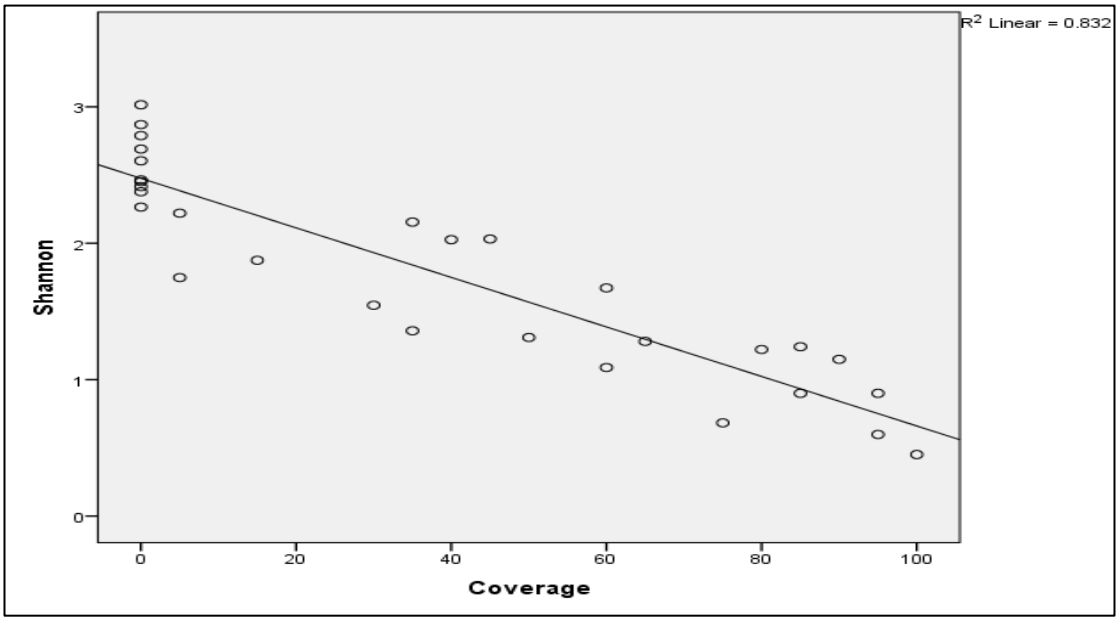
تحديد العتبة البيئية الحرجة:

لقد أظهر تحليل الانحدار الخطي في الدراسة الحالية وجود علاقة ارتباط عكسية قوية جداً وذات دلالة احصائية عالية بين تغطية النوع *L. camara* L. وقيم معامل شانون ($R=0.912$, $R^2=0.832$, $P=0.00$) أي أن 83.2% من التباين في مؤشر شانون يفسر بوساطة تغطية النوع *L. camara* L. الشكل (6).

وتم الحصول على الموديل الرياضي التالي:

$$\textbf{Shannon index}=2.476-0.018x$$

حيث (x) هي التغطية، تم استخدام هذه المعادلة في تحديد العتبة البيئية والتي تعرَّف بأنها نقطة حرجة في قيمة متغير بيئي (تمثل في الدراسة الحالية تغطية النوع *L. camara* L.)، ويؤدي تجاوزها الى تغيرات مفاجئة في استجابة النظم البيئية مثل التنوع الحيوي وتركيب المجتمعات النباتية [33].



الشكل (6). العلاقة بين قيم معامل شانون وتغطية النوع *L. camara* L.

تم اختيار مؤشر شانون من بين مؤشرات التنوع الحيوي لتحديد هذه العتبة، لأنه يأخذ في الحسبان كلاً من الغنى النوعي والتوزيع العددي، وهو حساس للتغيرات في وفرة الأنواع وتوزيعها، كما أنه يسمح بالكشف عن التغيرات التدريجية، فالأنواع الغازية لا تؤثر بشكل مفاجئ بل تتطلب وقتاً لتصل الى مستوى تغطية يؤدي الى فقدان التنوع الحيوي. وقد أشارت العديد من الدراسات إلى كفاءة هذا المؤشر في تقييم وفرة الأنواع الغازية وتحديد أثرها في التنوع الحيوي. فقد بيّنت الدراسات أن انخفاض قيم معامل شانون يرتبط ارتباطاً وثيقاً بزيادة تغطية الأنواع الغازية [34] كما أن لهذا المعامل أهمية في تقييم الاضطرابات البيئية الناتجة عن التأثيرات البشرية والأنواع المدخلة [35]، بعد تطبيق هذه المعادلة تم الحصول على درجة التغطية (العتبة) التي يبدأ عندها التأثير الكبير في التنوع وهي 54.22% تقريباً. إذاً يمكن عَد درجة التغطية هذه عتبة بيئية أولية من أجل التدخل أو التحكم بالنوع الغازي تلافياً للآثار السلبية الكبيرة.

الاستنتاجات والتوصيات:

الاستنتاجات:

- انخفاض قيم مؤشرات التنوع الحيوي في العينات التي تحتوي النوع *L. camara* L. مقارنة بالعينات الخالية منه.
- يبدأ التأثير السلبي في تنوع النباتات العشبية وبشكل واضح عند درجة تغطية 54% تقريباً للنوع *L. camara* L.
- أظهرت الدراسة وجود علاقة ارتباط عكسية قوية بين تغطية النوع *L. camara* L. ومعامل شانون.
- كانت قيم التشابه منخفضة في العينات الخالية من النوع *L. camara* L. مقارنة بالعينات التي تحوي هذا النوع.

التوصيات:

- السيطرة على النوع *L. camara* L. وإزالته ميكانيكياً قبل وصوله الى الدرجة (العتبة البيئية الحرجة) التي يظهر فيها تأثيره السلبي في الأنواع المحلية.
- زيادة عدد العينات من أجل الحصول على درجة تغطية وموديلات رياضية أكثر دقة قبل تعميم النتائج.
- إن التكاليف الباهظة لمكافحة الأنواع الغازية والإخفاقات العديدة في التحكم بها وإدارتها، وزيادة فرص انتشارها وانتقالها بسبب تغير المناخ تستوجب اتباع مبدأ السلامة بالرقابة الحازمة على انتقال هذه الأنواع، ورصد انتشار الأنواع الغريبة قبل أن تتحول إلى أنواع غازية تضر بالأنواع المحلية وتخلّ بالنظم الطبيعية.

References:

[1] G.P. Sharma, R. Raghubanshi, and J.S. Singh, Lantana invasion: an overview, WSSD Biology and Management, Vol. 5, pp. 157–165, (2005).

[2] R.N. Mack, D. Simberloff, W.M. Lonsdale, H. Evans, M. Clout, and F.A. Bazzaz, Biotic invasions: Causes, epidemiology, global consequences and control, Ecological Applications, Vol. 10, pp. 689–710, (2000).

[3] M. Rejmanek, and D.M. Richardson, Trees and shrubs and invasive alien species: update of the global database, Diversity and Distributions, Vol. 19, pp. 1093–1094, (2013).

[4] A. Seifu, A. Tamirat, E. Merawi, T. Birahanu, A. Mulatu, and Y. Emshaw, Assessment of the invasive alien plant species Mimosa diplotricha in Shebe-Sombo, Kersa and Seka-Chekorsa districts, Jimma Zone, Southwest Ethiopia, International Journal of Natural Resource Ecology and Management, Vol. 1, No. 2, pp. 20–24, (2016).

[5] C. B. D., Invasive alien species, Convention on Biological Diversity, (2005).

[6] G.I.S.P., Global Invasive Species Program [online], Available from: http://www.gisp.org/, (2020).
[7] B. Ncangu, A. Birhaheka, I. Makelele, and G. Imani, Invasive species Lantana camara (Verbenaceae) and its impact on herbaceous plants diversity in Bukavu (South Kivu province, D.R. Congo), Annales des Sciences et des Sciences Appliquées, Vol. 5(1), pp. 61–76, (2023).
[8] N. Priyanka, and P.K. Joshi, A review of *Lantana camara* studies in India, International Journal of Scientific and Research Publications, Vol. 3(10), pp. 1–11, (2013).
[9] R. Kannan, C.M. Shackleton, and R.U. Shaanker, Invasive alien species as drivers in socio-ecological systems: local adaptations towards use of Lantana in Southern India, Environment, Development and Sustainability, (2013).
[10] H. Kato-Noguchi, M. Kato, Compounds involved in the invasive characteristics of *Lantana camara*, Molecules, Vol. 30, Article 411, (2025).
[11] G. Tamiru, Invasive Alien Weed Species Distribution, Impacts on Agriculture, Challenge and Reaction in Ethiopia: A Review, Journal of Biology, Agriculture, and Healthcare, Vol. 7(7), pp. 136–146, (2017).
[12] T.B. Belay and A.A. Hailu, Assessment of the Invasive Alien Plant Species *Lantana camara* in Nile River Millennium Park, Bahir Dar, Ethiopia, Global Journal of Science Frontier Research: C Biological Science, Vol. 17(1), pp. 18–26, (2017).
[13] C. Safari and D. Byarugaba, Control of *Lantana camara* L. in Bwindi Impenetrable National Park, south-western Uganda, African Journal of Ecology, Vol. 46, No. 3, pp. 456–458, (2008).
[14] S. Ruwanza, Effects of *Lantana camara* invasion on vegetation diversity and composition in the Vhembe Biosphere Reserve, Limpopo Province of South Africa, Scientific African, (2020).
[15] C.K. Paudel, A. Tiwari, C.B. Baniya, B.B. Shrestha, and P.K. Jha, High impacts of invasive weed *Lantana camara* on plant community and soil physico-chemical properties across habitat types in Central Nepal, Forests, Vol. 15, Article 1427, (2024).
[16] C.R. Gosper, C.D. Stansbury, and G. Vivian-Smith, Seed dispersal of fleshy-fruited invasive plants by birds: contributing factors and management options, Diversity and Distributions, Vol. 11, pp. 549–558, (2005).
[17] K.A. Yurkonis, S.J. Meiners, and B.E. Wachholder, Invasion impacts diversity through altered community dynamics, Journal of Ecology, Vol. 93, pp. 1053–1061, (2005).
[18] I. Inderjit, T.R. Seastedt, R.M. Callaway, J.L. Pollock, and J. Kaur, Allelopathy and plant invasions: Traditional, congeneric, and biogeographical approaches, Biological Invasions, Vol. 10, pp. 875–890, (2008).
[19] T.S. Ross, B.W. Arne, A. Winnifred, and F.P. Corin, Distribution of the invasive alien weed, *Lantana camara*, and its ecological and livelihood impacts in eastern Africa, African Journal of Range & Forage Science, (2017).
[20] H. Kato-Noguchi, D. Kurniadie, Allelopathy of *Lantana camara* as an invasive plant, Plants, Vol. 10, Article 1028, (2021).
[21] J. Braun-Blanquet, Pflanzensoziologie: Grundzuge de Vegetationskunde, 3rd ed., Springer-Verlag, Berlin, Germany, p. 631, (1964).
[22] K. Kostrakiewicz-Gieralt, K. Gmyrek, and A. Pliszko, The effect of the distance from a path on abiotic conditions and vascular plant species in the undergrowth of urban forests and parks, Environmental Research, Vol. 19, p. 21, (2022).
[23] P. Mouterde, Nouvelle flore du Liban et de la Syrie, 3 tomes et atlas, Dar Al Mashreq, Beyrouth, Liban, (1966 - 1970 - 1983).

[24] G. Tohme and H.T. Tohme, Illustrated Flora of Lebanon, National Council for Scientific Research (CNRS), Lebanon, p. 610, (2014).
[25] A.E. Magurran, Ecological diversity and its measurement, Croom Helm, London, p. 179, (1988).
[26] E.C. Pielou, The measurement of diversity in different types of biological collection, *Journal of Theoretical Biology*, Vol. 13, pp. 131–144, (1966).
[27] D. Adelia and N. Kaswanto, Analysis of vegetation biodiversity and urban park connectivity as landscape services provider in Bogor city, *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, Vol. 694, Article 10, p. 11, (2021).
[28] R.C. Kalita, R. Teron, and A.K. Tamuli, Plant invasions, biodiversity conservation and ecosystem functioning: A moment towards amalgamation, Journal of Agroecology and Natural Resource Management, Vol. 1, No. 4, pp. 266–269, (2014).
[29] S.S. Barik, R.P. Sahoo, S.S. Barik, M.K. Yadav, *Lantana camara* L.: An emerging threat to native flora and livestock: A review, Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry, Vol. 9(5), pp. 2363–2366, (2020).
[30] N. Kirushananth, S. Sathananthan, Impact of *Lantana camara* on native vegetation structure and diversity in Urukamam, Sri Lanka, International Journal of Sciences & Applied Research, Vol. 12(1), pp. 01–13, (2025).
[31] B. Gooden, K. French, P.J. Turner, and P.O. Downey, Impact threshold for an alien plant invader, *Lantana camara* L., on native plant communities, Biological Conservation, Vol. 142, pp. 2631–2641, (2009).
[32] M. Gaertner, A. Den Breeyen, C. Hui, and D.M. Richardson, Impacts of alien plant invasions on species richness in Mediterranean-type ecosystems: a meta-analysis, Progress in Physical Geography, Vol. 33, No. 3, pp. 319–338, (2009).
[33] P.M. Groffman, J.S. Baron, T. Blett, A.J. Gold, I. Goodman, L.H. Gunderson, B.M. Levinson, M.A. Palmer, H.W. Paerl, G.D. Peterson, N.L. Poff, D.W. Rejeski, J.F. Reynolds, M.G. Turner, K.C. Weathers, J. Wiens, Ecological thresholds: The key to successful environmental management or an important concept with no practical application, Ecosystems, Vol. 9, pp. 1–13, (2006).
[34] M. Hejda, P. Pysek, V. Jarosík, Impact of invasive plants on the species richness, diversity and composition of invaded communities, Journal of Ecology, Vol. 97, pp. 393–403, (2009).
[35] M.L. McKinney, Urbanization, biodiversity, and conservation, BioScience, Vol. 52, No. 10, pp. 883–890, (2002).

الملحق (1): الأنواع النباتية المسجلة في موقعي الدراسة.

الرقم	الفصيلة	الاسم العلمي	الرقم	الفصيلة	الاسم العلمي
1	Amaryllidaceae	*Allium ampeloprasum* L.	52		*Onobrychis caput-galli* L.
2		*Anthriscus caucalis* M.Bieb.	53		*Onobrychis crista-galli* L.
3		*Daucus carota* L.	54		*Ononis natrix* L.
4		*Orlaya grandiflora* L.	55		*Ononis reclinata* L.
5	Apiaceae	*Pimpinella peregrina* L.	56		*Trifolium aureum* Pollich.
6		*Pimpinella saxifraga* L.	57		*Trifolium campestre* Schreb.
7		*Tordylium maximum* L.	58		*Trifolium hybridum* L.
8		*Torilis nodosa* L.	59		*Trifolium nigrescens* Viv.
9	Araceae	*Arum italicum* Mill.	60		*Vicia eriocarpa* Hausskn.
10	Asparagaceae	*Bellevalia trifoliata* L.	61		*Vicia hybrida* L.
11		*Ornithogalum narbonense* L.	62		*Vicia sativa* L.
12	Asteraceae	*Achillea nobilis* L.	63		*Vicia villosa* Roth.
13		*Anacyclus radiatus* Loisel.	64	Geraniaceae	*Erodium ciconium* L.

14		*Bellis sylvestris* Cirillo.	65		*Erodium malacoides* L.
15		*Calendula arvensis* L.	66		*Geranium dissectum* L.
16		*Carduus pycnocephalus* L.	67		*Geranium rotundifolium* L.
17		*Crepis foetida* L.	68	Lamiaceae	*Clinopodium nepeta* L.
18		*Dittrichia graveolens* L.	69	Malvaceae	*Malva punctata* All.
19		*Dittrichia viscosa* L.	70	Oxalidaceae	*Oxalis pes-caprae* L.
20		*Erigeron bonariensis* L.	71	Papaveraceae	*Fumaria bastardii* Boreau.
21		*Erigeron canadensis* L.	72	Plantaginaceae	*Plantago lanceolata* L.
22		*Erigeron floribundus* Kunth.	73		*Veronica cymbalaria* Bodard.
23		*Erigeron sumatrensis* Retz.	74	Poaceae	*Aira caryophyllea* L.
24		*Hedyopnois rhagadioloides* L.	75		*Aristida adscensionis* L.
25		*Helminthotheca echioides* L.	76		*Avena barbata* Pott ex Link.
26		*Hypochaeris glabra* L.	77		*Avena fatua* L.
27		*Notobasis syriaca* L.	78		*Brachypodium sylvaticum* Huds.
28		*Reichardia picroides* L.	79		*Bromus diandrus* Roth.
29		*Senecio vernalis* Waldst. & Kit.	80		*Bromus hordeaceus* L.
30		*Solidago gigantea* Aiton.	81		*Bromus madritensis* L.
31		*Sonchus oleraceus* L.	82		*Bromus sterilis* L.
32		*Taraxacum erythrospermum* Andrz.	83		*Cynodon dactylon* L.
33		*Tragopogon porrifolius* L.	84		*Dactylis glomerata* L.
34		*Tridax procumbens* L.	85		*Elymus repens* L.
35		*Tyrimnus leucographus* (L.) Cass.	86		*Hordeum murinum* L.
36		*Urospermum picroides* L.	87		*Hyparrhenia hirta* L.
37	Brassicaceae	*Calepina irregularis* (Asso) Thell.	88		*Imperata cylindrica* L.
38		*Lepidium draba* L.	89		*Lolium pratense* Huds.
39		*Raphanus raphanistrum* L.	90		*Phalaris minor* Retz.
40	Caryophyllaceae	*Cerastium glomeratum* Thuill.	91		*Poa annua* L.
41	Convolvulaceae	*Convolvulus althaeoides* L.	92		*Rostraria cristata* L.
42		*Convolvulus arvensis* L.	93	Polygonaceae	*Fallopia convolvulus* L.
43	Cyperaceae	*Carex divulsa* Stokes.	94	Primulaceae	*Lysimachia arvensis* L.
44		*Cyperus rotundus* L.	95		*Lysimachia foemina* Mill.
45	Euphorbiaceae	*Euphorbia peplus* L.	96	Ranunculaceae	*Ranunculus muricatus* L.
46		*Mercurialis annua* L.	97	Rubiaceae	*Galium aparine* L.
47	Fabaceae	*Alhagi maurorum* Medik.	98		*Sherardia arvensis* L.
48		*Anthyllis circinnata* L.	99	Theligonaceae	*Theligonum cynocrambe* L.
49		*Medicago orbicularis* L.	100	Urticaceae	*Parietaria judaica* L.
50		*Medicago polymorpha* L.	101	Verbenaceae	*Lantana camara* L.
51		*Melilotus indicus* L.			