مجلة جامعة دمشق للعلوم الطبية
المجلد 39 العدد 2 (2023): 37- 48

Damascus University Journal of Medical Sciences
Vo 39 No.2 (2023): 37 - 48

دراسة التأثير الكاسح للجذور الحرّة لجذور وسوق نبات زهرة النيل الموجود في سورية

د. ميس خازم[1]
[1]مُدرّس دكتور – قسم العقاقير – كليّة الصيدلة – جامعة دمشق
e-mail: mays.khazem@damascusuniversity.edu.sy

الملخص:

خلفيّة البحث وهدفه: يُعدّ نبات زهرة النيل من أكثر النباتات الطافية المائية الضارة انتشاراً، ورغم ضرره على البيئة إلّا أنه يمتلك العديد من الاستخدامات الشعبية مثل استخدامه لمعالجة الجروح المزمنة والسرطان. ومن جهة أخرى فقد أُثبتت العديد من الفعاليات البيولوجية لهذا النبات، مثل الفعاليات المضادة للالتهاب والمضادة للفطور والمضادة للبكتريا والمضادة للأكسدة. يضم هذا النوع النباتي العديد من الزمر الكيميائيّة مثل الفلافونوئيدات والتانينات والقلويدات والتربينوئيدات والستيرولات والغليكوزيدات. بدأ غزو نبات زهرة النيل للمنابع المائية في سورية مثل نهر العاصي وسد محمية أبو قبيس، ولذلك فقد هدف هذا البحث إلى تسليط الضوء على هذا النوع النباتي وإمكانية الاستفادة منه لأغراضٍ طبية أو غذائية.

مواد البحث وطرائقه: تمّ استخلاص جذور وسوق *Eichhornia crassipes* باستخدام محلات متدرجة القطبية هي (ميثانول 80% وخلات الإيتيل وكلوروفورم)، ومن ثمّ حساب مردود الاستخلاص لكل منها. جرى معايرة الفينولات والفلافونوئيدات في هذه الخلاصات باستخدام الطرائق اللونية، وحُسبت التراكيز مقدرة بمكافئات حمض الغاليك والكيرستين على الترتيب. تمّ بعد ذلك تحديد القدرة الكاسحة للجذور الحرّة باستخدام جذر DPPH• ومن ثمّ حساب نسبة الارتباط بين هذه الفعاليّة ومحتوى الخلاصات من الفينولات والفلافونوئيدات.

النّتائج: كانت تراكيز المركبات الفينوليّة والفلافونوئيديّة في الجذور أعلى منها في السوق، كما تفوقت خلاصتي خلات الايتيل لكلا الجزئين على بقية الخلاصات. بلغ أعلى مُحتوى للفينولات 705 mg GAE/g DE والفلافونوئيدات 235 mg QE/g DE في خلاصة خلات الايتيل للجذور والتي أظهرت أعلى فعاليّة كاسحة للجذور الحُرة حيث بلغت RSA=61% بعد 30 دقيقة.

تاريخ الإيداع : 2022/2/15
تاريخ القبول: 2022/3/3

حقوق النشر: جامعة دمشق – سورية، يحتفظ المؤلفون بحقوق النشر بموجب الترخيص CC BY-NC-SA 04

الاستنتاج: أظهرت نتائج هذا البحث امتلاك جذور وسوق نبات زهرة النيل فعالية مضادة للأكسدة عن طريق كسح الجذور الحرّة، وتعود هذه الفعالية إلى الفينولات عامةً والفلافونوئيدات خاصةً والتي تمّت مقايستها في الأجزاء المدروسة.

الكلمات المفتاحيّة: الفينولات – الفلافونوئيدات – الجذور الحُرّة – زهرة النيل – سورية.

A Study of the free radicals scavenging activity of the roots and steams of *Eichhornia crassipes* Mart from Syria

Dr. Mays Khazem[1]

[1] **Department of Pharmacognosy – Faculty of pharmacy – Damascus University**

e-mail: mays.khazem@damascusuniversity.edu.sy

Received: 15/2/2022
Accepted: 3/3/2022

Copyright: Damascus University- Syria, The authors retain the copyright under a CC BY- NC-SA

Abstract:

Background & Objective: *Eichhornia crassipes* is one of the most common harmful floating water plants. Although its harmful effects on the environment, it is used traditionally to treat wounds and cancer. Also, researches showed that it has anti-inflammatory, anti-fungal, anti-bacterial and antioxidant activities. *Eichhornia crassipes* includes many chemical compounds such as flavonoids, tannins, alkaloids, terpenoids, sterols, and glycosides. This plant started to invasion water sources in Syria, Alassi river and Abu Qubais dam, because of that. Our research aimed to investigate *Eichhornia crassipes* therapeutical effects.

Materials & Methods: Roots and steams of *Eichhornia crassipes* were extracted by gradient polarity solvents (methanol 80%, ethyl acetate and chloroform), and extraction yields were calculated. Then, phenols and flavonoids in these extracts were evaluated, and their concentrations were calculated as equivalents of gallic acid and quercetine, respectively. After that, free radicals scavenging activity was determined using DPPH$^{\bullet}$, and the correlations between this activity and the phenols and flavonoids contents were assessed.

Results: Phenolic compounds and flavonoids concentrations in roots were higher than steams, and ethyl acetate extracts of each part had the highest concentrations. These concentrations were 705 mg GAE/g DE and 235 mg QE/g DE respectively, in the ethyl acetate extracts which have the highest ability in scavenging the free radicals (RSA = 61% in 30 minutes).

Conclusions: This research showed that *Eichhornia crassipes* roots and steams have antioxidant activity as free radicals scavengers, because of phenolic compounds especially flavonoids which have been evaluated in the extracts.

Key words: Phenols, Flavonoids, Free Radicals, *Eichhornia Crassipes*, Syria

المقدمة Introduction:

يُعدّ نبات زهرة النيل *Eichhornia crassipes* Mart (Pontederiaceae) من أكثر النباتات الطافية المائية الضارة انتشاراً (Elenwo & Akankali, 2016).

جرى تسليط الضوء عليه لعدة اسباب منها قدرته على الانتشار السريع في الأوساط المائيّة (**الشكل 1**) وقدرته على التأقلم البيئي ولتأثيراته السلبية على البيئة المحيطة وبالتالي وعلى التطور الاقتصادي وصحة البشر (Anuja, Aggarwal, Anita, Anita, & Technology, 2016).

الشكل (1): غزو نبات زهرة النيل لسد محمية أبو قبيس

إن قابلية النبات للنمو في أوساط بيئية مائية متنوعة متضمنة البحيرات والانهار والمياه الراكدة وفي المناخات الباردة والحارة، مكن النبات من تهديد الثبات البيئي للكائنات الحية الموجودة في هذه الاوساط المائية (Degaga & Biomedicine, 2018). رغم ضرر هذا النبات على الأوساط المائية التي ينمو فيها إلّا أنه يمتلك بعض الاستخدامات الشعبية مثل معالجة الجروح المزمنة والسرطان عن طريق الاستخدام الخارجي والداخلي (Mtewa, Sesaazi, Lampiao, & Medicine, 2020).

يعزى لنبات زهرة النيل العديد من الفعاليات الفارماكولوجية، حيث يمتلك فعالية مضادة للالتهاب Anti-inflammatory ومضادة للفطور Anti-fungal ومضاد للبكتريا antibacterial وكانت الخلاصة الميتانولية هي الأكثر كفاءة في ذلك (Zhou, Peng, Guo, & Tang, 2009). أظهر النبات قدرة مضادة للأكسدة حيث تم تعريضه لتراكيز مختلفة من مجموعة من المعادن (منها الرصاص والنيكل والزنك وغيرها) في مزارع مائية لمدة 21 يوم وتم ملاحظة زيادة فعالية عدد من الانزيمات منها الكاتالاز catalase والبيروكسيداز peroxidase والسوبرأوكسيد ديسموتاز superoxide dismutase، من جهة أخرى تمت دراسة التأثير الكاسح للجذور الحرة لخلاصات مختلفة من النبات وأظهرت نتائج جيدة. وقد تمّ تحضير صيغتي كريم من خلاصة خلات الايتيل من أجل خصائصها المُضادة للأكسدة التي تمنع تخرّب DNA (Jayanthi & Lalitha, 2012; Jayanthi & Lalitha, 2011; Odjegba & Fasidi, 2007)، يمتلك هذا النبات أيضاً القدرة على امتصاص العديد من مُلوثات الماء مثل الرصاص والزئبق (Verma *et al.*, 2021).

يختلف التركيب الكيميائيّ لهذا النبات باختلاف المنطقة الجغرافية التي ينمو فيها، ومن المُستقلبات الثانويّة التي وُجدت في أجزاء هذا النبات نذكر: المُركبات الفينوليّة Phenolic compounds مثل (الفلافونوئيدات Flavonoids والتانينات Tannins)، القلويدات Alkaloids، التربينوئيدات Terpenoids، الستيرولات Sterols، الغليكوزيدات Glycosides (Lalitha, Sripathi, & Jayanthi, 2012).

انتشر النبات منذ عدة سنوات في سورية في العديد من المنابع المائية مثل نهر العاصي ومجموعة من البحيرات والسدود مثل سد العشارنة في محافظة حماة، وبدأ يُشكل تهديداً للأوساط المائية ولذلك كان من الهام تسليط الضوء على التركيب الكيميائي لأجزائه المختلفة بهدف الاستفادة منه لاحقاً لأغراض طبية أو غذائية.

هدف البحث:

مقايسة الفينولات والفلافونوئيدات في خلاصات متدرجة القطبية لجذور وسوق نبات زهرة النيل *Eichhornia crassipes* وتحري الفعالية الكاسحة للجذور الحرة لهذه الخلاصات.

المواد والطرائق Materials and Methods:

تمّ إنجاز البحث في مختبرات قسم العقاقير في كلية الصيدلة ومركز جامعة دمشق للدراسات البيولوجية والجزيئية.

- **المواد الكيميائيّة:**

ماء مُقطّر، ميثانول مُطلق (من شركة SHAM LAB)، خلات الإيثيل (من شركة SHAM LAB)، كلوروفورم (من شركة Merck)، عياري حمض الغاليك (من شركة AVONCHEM)، عياري الكيرستين (من شركة Sigma-Aldrich)، كاشف فولين سيكالتو (من شركة Sigma-Aldrich)، كربونات الصوديوم (من شركة Scharlau)، كلوريد الألمنيوم (من شركة Scharlau)، خلات البوتاسيوم (من شركة Merck)، DPPH$^{\bullet}$ (من شركة TCI).

- **الأجهزة والأدوات المُستخدمة:**

ميزان حسّاس – مُبخّر دوّار (من شركة ROCKER) – طبق ميكروي ذو 96 بئراً – قارئ الأطباق الميكرويّة (من شركة BioTek).

- **جني النبات:**

تم جني النبات في شهر تموز ٢٠٢١ من محمية أبو قبيس في محافظة حماة، وقد صُنّف من قبل الدكتور فادي المحمود. تمّ تجزئة النبات إلى عدة أجزاء ومن ثمّ تجفيفها في الظل وبدرجة حرارة الغرفة، ومن ثمّ فصل الجذور والسوق.

- **الاستخلاص Extraction:**

تمّ استخلاص 20 غ من جذور وسوق النبات كلّ على حدة بطريقة التعطين بدرجة حرارة الغرفة مُدّة 24 ساعة مع التحريك وبنسبة (1:10)، وباستخدام مُحلّات مُتدرّجة القطبية هي: ميثانول 80% MeOH 80 وخلات الإيتيل EtOAc وكلوروفورم $CHCl_3$.

تمّ بعد ذلك تجفيف الخُلاصات الناتجة باستخدام المُبخّر الدوّار تحت ضغط منخفض.

حساب مردود الاستخلاص Extraction yield:

تمّ حساب مرود الاستخلاص لكل خلاصة بتطبيق العلاقة التالية:

مردود الاستخلاص% = (وزن الخلاصة الجافة / وزن العقار الجاف) × 100.

- **مُعايرة الفينولات الكُلّيّة Determination of total phenols:**

تمّت مُعايرة الفينولات الكُلّيّة بحسب بروتوكول Ainsworth & Gillespie (Ainsworth & Gillespie, 2007)، كما يلي: تمّ حلّ 200 ملغ من كلّ خلاصة في 2 مل من الميثانول 95%، وأُخذ حجم 100 مكل من التمديد السابق وأُضيف له 200 مكل من كاشف فولين سيكالتو بتركيز 10% (ح/ح) [يُمدد 1 مل من الكاشف في 10 مل ماء مقطر] مع المزج بشكل جيد، ثم أُضيف 800 مكل من كربونات الصوديوم بتركيز 74.2 غ/ل [يُحل 7.42 غ من كربونات الصوديوم في 100 مل ماء مقطر]، وتم حفظ أنبوب التفاعل في درجة حرارة الغرفة بعيداً عن الضوء مُدة ساعتين.

أُخذ من كل أنبوب حجم 200 مكل ووضعت في آبار الطبق المكرويّ microplate، وتمّ قياس الامتصاص عند طول موجة الامتصاص الأعظميّ 765 نم.

تمّ قياس الامتصاص 3 مرات وحساب وسطي القراءات الناتجة، تمّت إعادة التجربة 3 مرّات.

استُخدِم حمض الغاليك Gallic acid كمادة معيارية، وتمّ التعبير عن النتائج بواحدة: ملغ مُكافئ لحمض الغاليك في 1 غ من الخلاصة الجافّة (mg GAE/g DE) ± الانحراف المعياريّ للمُكررات الثلاث.

- **تحضير سلسلة عياريّة من حمض الغاليك Gallic acid**

تمّ تحضير سلسلة عياريّة من حمض الغاليك بالتراكيز التالية: (0، 12، 24، 36، 48، 60، 84، 96، 108، 120 ملغ/ل) وتطبيق خطوات البروتوكول السابق، وتمّت قراءة الامتصاص عند طول موجة الامتصاص الأعظميّ 765 نم.

- **مُعايرة الفلافونوئيدات Determination of flavonoids:**

تمّت مُعايرة الفلافونوئيدات بحسب طريقة Chang وزملائه المُعدّلة (Mammen & Daniel, 2012)، كما يلي: تمّ حل 200 ملغ من كلّ خلاصةٍ في 1.5 مل من الميثانول 95%، وأُضيف لها 100 مكل من محلول كلوريد الألمنيوم 10% و/ح [يُحل 1 غ من كلوريد الألمنيوم في 10 مل ماء مقطر] و100 مكل من محلول خلات البوتاسيوم بتركيز 10% (و/ح) [يُحل 1 غ من خلات البوتاسيوم في 10 مل ماء مقطر].

تم حفظ أنبوب التفاعل في درجة حرارة الغرفة بعيداً عن الضوء مُدة 30 دقيقة.

أُخذ من كل أنبوب حجم 200 مكل ووضعت في آبار الطبق المكرويّ microplate، وتمّ قياس الامتصاص عند طول موجة الامتصاص الأعظميّ 420 نم.

تمّ قياس الامتصاص 3 مرات وحساب وسطي القراءات الناتجة.

استُخدِم الكيرستين Quercetin كمادة معيارية، وتمّ التعبير عن النتائج بواحدة: ملغ مُكافئ للكيرستين في 1 غ من الخلاصة الجافّة (mg QE/g DE) ± الانحراف المعياريّ للمُكررات الثلاث.

اعتُمدت طريقة معايرة الفينولات والفلافونوئيدات في الطبق الميكروي ذي 96 بئراً لأنها طرائق اقتصادية تساعد في توفير كميات المحلات والكواشف المستخدمة.

- **تحضير سلسلة عياريّة من الكيرستين Quercetin**

تمّ تحضير سلسلة عياريّة من حمض الكيرستين (0، 6، 12، 24، 30، 36، 48، 60 ملغ/ل) وتطبيق خطوات البروتوكول السابق، وتمّ قراءة الامتصاص عند طول موجة الامتصاص الأعظميّ 420.

- **تحديد القدرة الكاسحة للجذور الحُرّة Free radicals scavenging determination:**

تمّ تحرّي الفعالية الكاسحة للجذور الحُرّة بحسب الطريقة التالية (Choi, Jeong, & Lee, 2007):

تمّ تحضير محلول DPPH في الميثانول المُطلق بتركيز 78.86 مكغ/مل [يُحلّ 7.886 ملغ من جذر •DPPH في 100 مل من الميثانول المطلق].

تمّ تحضير المواد المعياريّة التالية في الميثانول 95% بالتراكيز التالية: **حمض الأسكوربيك Ascorbic acid** (176.13مكغ/مل) كأفضل مُضادات الأكسدة و**حمض الغاليك Gallic acid** أحادي الماء (188.14 مكغ/مل) كممثل عن المُركبات الفينوليّة التي تمّت مُعايرتها و**الكيرستين Quercetine** كممثل عن الفلافونوئيدات التي تمّت مُعايرتها (302.24 مكغ/مل).

حيث: [تمّ حل 17.613 ملغ من حمض الأسكوربيك في 100 مل من الميثانول 95% – تمّ حل 18.814 ملغ من حمض الغاليك في 100 مل الميثانول 95% – تمّ حل 30.224 ملغ من الكيرستين في 100 مل من الميثانول 95%].

تمّ تحضير الخُلاصات النباتية المدروسة بتركيز 10 ملغ/مل باستخدام الميثانول 95%.

وُضِع حجم 160 مكل من محلول •DPPH السابق في كلّ واحدٍ من آبار الطبق المكرويّ.

أُضيف حجم 40 مكل من كلٍّ خلاصةٍ وكلٍّ مادة معياريّة إلى الآبار الحاوية على محلول •DPPH.

حُضرت ثلاث مكررات لكل بئر.

تمّت قراءة الامتصاص عند طول موجة 520، وحساب القدرة الكاسحة للجذور الحرة RSA بناءً على تناقص الامتصاص وذلك بعد 30 دقيقة.

النتائج Results:

- **نتائج مردود الاستخلاص:**

يُبيّن الجدول التالي قيم مردود استخلاص الجذور والسوق باستخدام المُحلات الثلاثة **(الجدول 1)**:

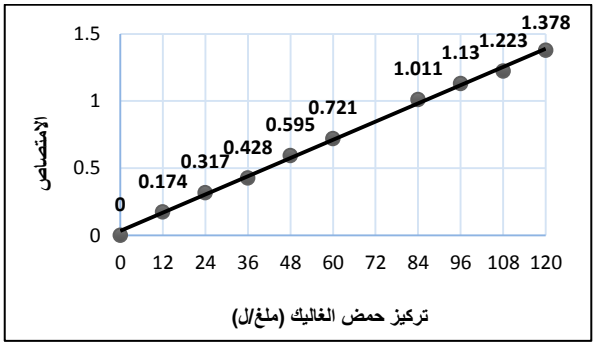
الجدول (1): مردود استخلاص الأجزاء المدروسة

الخلاصة	MeOH 80 %	EtOAc	$CHCl_3$
الجذور R	%4.3	%2.4	%2.5
السوق S	%3	%2.25	%2.3

S: steems, R: roots
CHCl3: chloroform, EtOAc: ethyl acetate, MeOH: methanol

- **خطّيّة حمض الغاليك Gallic acid linearity**

يُبيّن **(الشكل 2)** الخط البيّاني الممثل لخطّيّة حمض الغاليك، والذي يُظهر متوسط المُكررات الثلاثة لقيم الامتصاص الموافق لكلّ تركيز مع تراكيز السلسلة العياريّة. حيث نلاحظ أنّ الطريقة المُتبعة تتمتّع بخطّيّة ممتازة وبقيمة مُعامل ارتباط R^2=0.998.



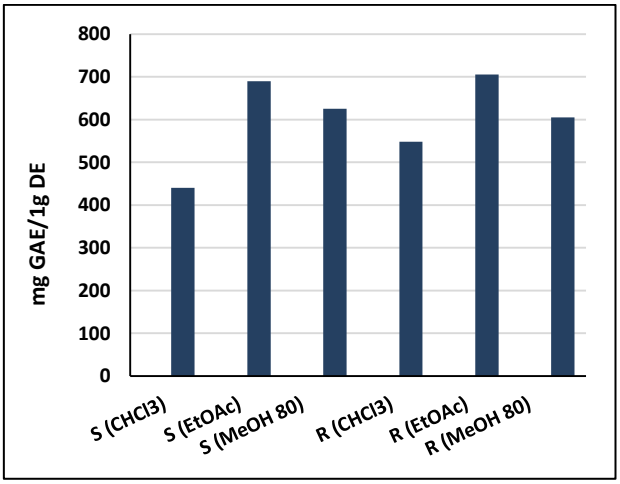
الشكل (2): خطّيّة حمض الغاليك

- **نتائج مُعايرة الفينولات الكُليّة**

يُبيّن الجدول التالي **(الجدول 2)** محتوى الفينولات الكُلّيّة في العينات المدروسة، حيث تمّ تعويض متوسط المُكررات الثلاثة للامتصاص في معادلة الخط البياني الناتج عن خطية حمض الغاليك:

$$y = 0.0113x + 0.0321$$

وقد تمّ تمثيل ذلك بيانياً **(الشكل 3)**:



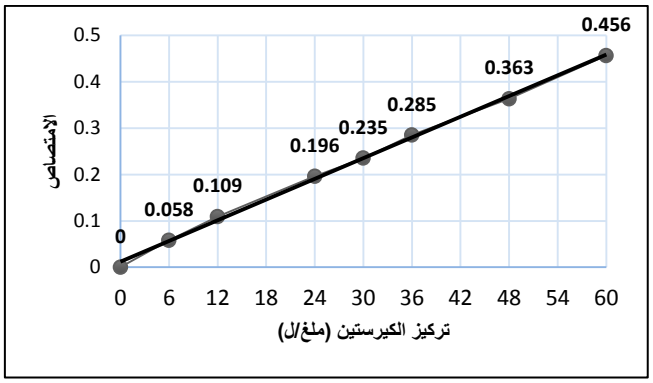
الشكل (3): المحتوى الفينوليّ الكلّي في العينات المدروسة

الجدول (2): تراكيز الفينولات الكُلّيّة في العينات

الخلاصة	متوسط الامتصاصية	تركيز الفينولات في 200 ملغ من الخلاصة الجافة mg GAE / 200 mg DE	تركيز الفينولات في 1 غ من الخلاصة الجافة mg GAE / 1 g DE
S ($CHCl_3$)	1.027	88 ± 0.023	440
S (EtOAc)	1.591	138 ± 0.018	690
S (MeOH 80%)	1.445	125 ± 0.03	625
R ($CHCl_3$)	1.271	110 ± 0.02	550
R (EtOAc)	1.626	141 ± 0.038	705
R (MeOH 80%)	1.4	121 ± 0.014	605
S: steems, R: roots CHCl3: chloroform, EtOAc: ethyl acetate, MeOH: methanol **GAE: Gallic acid equivalent**			

- **خطّيّة الكيرستين Quercetin linearity**

يُبيّن **(الشكل 4)** الخط البيّاني الممثل لخطّيّة الكيرستين، والذي يُظهر متوسط المُكررات الثلاثة لقيم الامتصاص الموافق لكلّ تركيز مع تراكيز السلسلة العياريّة. حيث نلاحظ أنّ الطريقة المُتبعة تتمتّع بخطّيّة ممتازة وبقيمة مُعامل ارتباط R^2=0.99.



الشكل (4): خطّيّة الكيرستين.

- **نتائج مُعايرة الفلافونوئيدات**

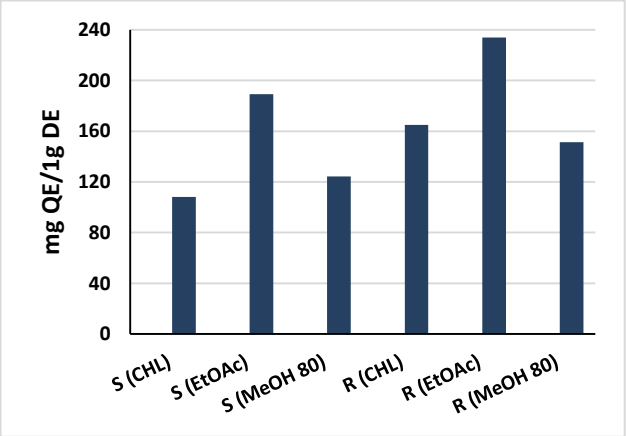
يُبيّن الجدول التالي **(الجدول 3)** محتوى الفلافونوئيدات في العينات المدروسة، حيث تمّ تعويض متوسط المُكررات الثلاثة للامتصاص في معادلة الخط البياني الناتج عن خطية الكيرستين:

$$y = 0.0074x + 0.0119$$

الجدول 3: تراكيز الفلافونوئيدات في العينات

الخلاصة	متوسط الامتصاصية	تركيز الفلافونوئيدات في 200 ملغ من الخلاصة الجافة mg QE / 200 mg DE	تركيز الفلافونوئيدات في 1 غ من الخلاصة الجافة mg QE / 1 g DE
S ($CHCl_3$)	0.172	22 ±0.014	110
S (EtOAc)	0.292	38 ±0.05	190
S (MeOH 80%)	0.196	25 ±0.012	100
R ($CHCl_3$)	0.256	33 ±0.015	165
R (EtOAc)	0.358	47 ±0.028	235
R (MeOH 80%)	0.236	30 ±0.011	150
S: steems, R: roots CHCl3: chloroform, EtOAc: ethyl acetate, MeOH: methanol **QE: Quercetine equivalent**			

وقد تمّ تمثيل ذلك بيانيّاً **(الشكل 5)**:



الشكل (5): مُحتوى الفلافونوئيدات في العينات المدروسة

- **نتائج تحديد الفعاليّة الكاسحة للجذور الحُرّة**

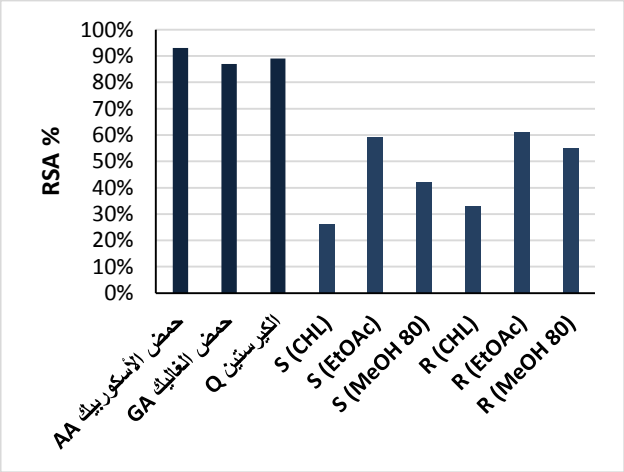
يُبيّن الجدول التالي **(الجدول 4)** قيم الفعاليّة الكاسحة للجذور الحرّة RSA بالنسبة للمواد المعياريّة التالية:

حمض الأسكوربيك AA وحمض الغاليك GA والكيرستين Q وأيضاً بالنسبة للعيّنات المدروسة، وذلك بعد 30 دقيقة.

الجدول (4): القدرة الكاسحة للجذور الحرة radical scavenging activity (RSA) للخلاصات

العيّنة المدروسة	RSA % (30 min)
حمض الأسكوربيك AA	**93%**
حمض الغاليك GA	**87%**
الكيرستين Q	**89%**
S ($CHCl_3$) 10 g/L	**26%**
S (EtOAc) 10 g/L	**59%**
S (MeOH 80%) 10 g/L	**42%**
R ($CHCl_3$) 10 g/L	**33%**
R (EtOAc) 10 g/L	**61%**
R (MeOH 80%) 10 g/L	**55%**
S: steems, R: roots CHCl3: chloroform, EtOAc: ethyl acetate, MeOH: methanol **GA: Gallic acid, Q: Quercetine, AA: Ascorbic acid**	

وقد تمّ تمثيل ذلك بيانيّاً (**الشكل 6**):



الشكل(6) : الفعاليّة الكاسحة للجذور الحرّة للمواد المعياريّة والعينات المدروسة بعد 30 دقيقة

حساب نسبة الارتباط Correlation:

تمّ حساب نسبة الارتباط بين القدرة الكاسحة للجذور الحُرّة ومُحتوى الخلاصات من المركبات الفينولية والفلافونوئيدية باستخدام برنامج Microsoft Excel 2019.

بلغت نسبة الارتباط بين القدرة الكاسحة للجذور الحُرّة ومُحتوى الخلاصات من المركبات الفينولية 93%، ونسبة الارتباط بين القدرة الكاسحة للجذور الحُرّة ومُحتوى الخلاصات من المركبات الفلافونوئيدية 76%.

المُناقشة Discussion:

تمتعت الخلاصات الأكثر قطبيّة (ميثانول 80%) لجذور وسوق نبات زهرة النيل *Eichhornia* crassipes مردود استخلاصٍ أعلى من الخلاصات الأقل قطبية (خلات الايثيل – الكلوروفورم)، وقد أظهرت خلاصات الجذور مردود استخلاص أعلى من خلاصات السوق.

كذلك أظهرت الخلاصات المدروسة فعاليّة واضحة في كسح الجذور الحُرّة ويمكن أن يُعزى ذلك إلى احتوائها على تراكيز جيدة من المُركبات الفينوليّة بشكلٍ عام والفلافونوئيدات بشكلٍ خاص، وهذه المُركبات تتميز بفعاليتها المضادة للأكسدة والكاسحة للجذور الحُرّة.

وقد كانت خلاصة خلات الايثيل للجذور الأكثر فعاليّة، حيث بلغت قيمة RSA لها بعد 30 دقيقة 61%، وهذا يتناسب مع محتواها الأعلى من المركبات الفينولية والفلافونوئيدية وبالمقابل فقد أظهرت الخلاصة الكلوروفورمية الفعاليّة الأضعف بين الخلاصات المدروسة (حيث تمّ كسح ما يقارب 26% من الجذر الحرّ) ويتوافق هذا مع محتواها الأقل من الفينولات والفلافونوئيدات.

كانت أوراق النبات محط اهتمام العديد من الدراسات والأبحاث على عكس الجذور والسوق اللذان لم يدرسا سابقا من ناحية كيميائية. وقد بلغ المحتوى الفينولي للخلاصتين الميتانولية والمائية لأوراق النبات المنتشر في إيران (491.2 و258.3 ملغ مكافئ حمض الغاليك في 1غ خلاصة جافة) على التوالي، بينما بلغ المحتوى الفلافونوئيدي للخلاصتين في الدراسة السابقة (76.8 و46.1 ملغ مكافئ كيرستين في 1غ من الخلاصة الجافة) على التوالي (Rufchaei R, 2021). وفي دراسة أخرى أجريت في مصر فقد بلغ المحتوى الفينولي للخلاصة الميتانولية لأوراق النبات (7.63 ملغ مكافئ حمض الغاليك في 1غ من الخلاصة الجافة)، بينما بلغ المحتوى الفلافونوئيدي للخلاصة السابقة (4.2 ملغ مكافئ كيرستين في 1غ من الخلاصة الجافة) (Mohamed W, 2019) وهي قيم أقل بكثير من الدراسة الحالية مما يوجه في الغالب على أن جذور وسوق نبات زهرة النيل أغنى بمحتواها الفينولي والفلافونوئيدي من أوراق النبات من جهة، ومن جهة أخرى أن النبات المنتشر في سورية تفوق في محتواه الفينولي على ذات النوع المنتشر في مناطق أخرى مثل ايران ومصر.

أظهرت نتائج دراسة verma *et al.* أنّ القدرة الكاسحة للجذور الحُرّة للخلاصة الميثانوليّة لذات النوع النباتي النامي في الهند قد بلغت 48% خلال 20 دقيقة (Verma *et al.*, 2021)، بينما

تراوحت بين 42 و55% في السوق والجذور على الترتيب خلال 30 دقيقة في الدراسة الحالية.

نستنتج مما سبق أنّ جذور وسوق نبات *Eichhornia crassipes* تحتوي مُضادات أكسدة وكاسحات جذور حرّة فعّالة من نمط الفينولات والفلافونوئيدات؛ وبالتالي فهي تتمتّع بفعاليّة جيدة في حماية الجسم من التأثيرات الضارة التي تُسببها الجذور الحُرة.

الاستنتاجات Conclusions:

توصّلت هذه الدراسة إلى تحديد المحتوى الفينوليّ والفلافونوئيديّ وكذلك الفعاليّة الكاسحة للجذور الحرّة لخلاصات متدرجة القطبيّة لأجزاء مختلفة من نبات زهرة النيل المنتشر في سورية وهي أجزاء تدرس للمرة الأولى حيث أظهرت هذه الخلاصات وخاصة خلاصة خلات الايثيل 80% محتوى جيّد من الفينولات والفلافونيدات وبالتالي فعاليّة جيّدة في كسح الجذور الحرّة ولذلك يمكن الاستفادة من خصائصها المُضادة للأكسدة في تطوير أدوية للتخفيف من أعراض الشدة التأكسدية.

شكر وعرفان Acknowledgements:

أتقدم بالشكر والتقدير للدكتور جلال فندي لمساعدته في تأمين وجني النبات. كما أتقدّم بالشكر والتقدير لجميع القائمين على مركز جامعة دمشق للدراسات البيولوجيّة والجزيئيّة على كلّ التسهيلات في سبيل إتمام هذا البحث.

References:

1. Elenwo E, Akankali. (2016). The estimation of potential yield of water hyacinth: a tool for environmental management and an economic resource for the Niger Delta region. Journal of Sustainable Development Studies; 9 (2).
2. Anuja S, Aggarwal NK, Anita S, Anita (2016). Beyond biocontrol: water hyacinth-opportunities and challenges. Journal of Environmental Science and Technology; 9 (1): 26-48.
3. Degaga AH, (2018). Water Hyacinth (*Eichhornia crassipes*) Biology and its Impacts on Ecosystem, Biodiversity, Economy and Human Wellbeing. Journal of Life Science and Biomedicine; 8: 94-100.
4. Huma A, Meha P, Ganesh N, Janak A, (2009). The world's worst aquatic plant as a safe cancer medicine" antitumor activity on melanoma induced mouse by *Eichornia crassipes*: in vivo studies". Journal of Pharmacy Research ;2 (8): 1365-1366.
5. Mtewa A, Sesaazi DC, Lampiao F (2020). Structural and in silico characterization of small molecules isolated from *Eichhornia crassipes*. Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine, 2020.
6. Zhou B, Peng J, Guo J, Tang S, (2009). Research on the antibacterial activities of extract from *Eichhornia crassipes*. Jiangsu Journal of Agricultural Sciences ;25 (3): 547-550.
7. Jayanthi P, Lalitha P, (2011). Determination of the in vitro reducing power of the aqueous extract of *Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms. Journal of Pharmacy Research; 4: 4003-4005.
8. Odjegba V, Fasidi I, (2007). Changes in antioxidant enzyme activities in *Eichhornia crassipes* (Pontederiaceae) and *Pistia stratiotes* (Araceae) under heavy metal stress. Revista de biología tropical; 55 (3-4): 815-823.
9. Jayanthi P, Lalitha P, (2012). DPPH scavenging assay of the solvent extracts and fractionates of *Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms. Journal of Pharmacy Research; 5 (2): 8- 46.
10. Verma VK, Prakash O, Kumar RSR, Rani KV, Sehgal N, (2021). Water hyacinth (Eichhornia crassipes) leaves enhances disease resistance in Channa punctata from Vibrio harveyi infection. The Journal of Basic and Applied Zoology`; 82 (1): 1-11.
11. Lalitha P, Sripathi SK, Jayanthi P, (2012). Secondary metabolites of Eichhornia crassipes (waterhyacinth): a review (1949 to 2011). Natural Product Communications; 7 (9).
12. Ainsworth EA, Gillespie KM, (2007). Estimation of total phenolic content and other oxidation substrates in plant tissues using Folin–Ciocalteu reagent. Nature protocols;2 (4): 875-877.
13. Mammen D, Daniel M (2012). A critical evaluation on the reliability of two aluminum chloride chelation methods for quantification of flavonoids. Food Chemistry; 135 (3): 1365-1368.
14. Choi Y, Jeong H-S, Lee J, (2007). Antioxidant activity of methanolic extracts from some grains consumed in Korea. Food Chemistry; 103 (1):130-138.
15. Rufchaei R, Abbas-Mohammadi M, Mirzajani A, Nedaei S, (2021). Evaluation of the Chemical Compounds and Antioxidant and Antimicrobial Activities of the Leaves of *Eichhornia Crassipes* (Water Hyacinth). Jundishapur Journal of Natural Pharmaceutical Products. (In Press).
16. Mohamed WA, Mansour MM, Salem MZ, (2019). *Lemna gibba* and *Eichhornia crassipes* extracts: Clean alternatives for deacidification, antioxidation and fungicidal treatment of historical paper. Journal of Cleaner Production. 10 (219):846-55.