مجلة جامعة دمشق للعلوم الزراعية
المجلد 39 العدد 3 (2023): 137- 150

Damascus University Journal of Agricultural Sciences
Vo 39 No.2 (2023): 137 - 150

دراسة تأثير استخدام مذيبات مختلفة القطبية في المحتوى من الفينولات والفلافونيدات الكلية والنشاط المضاد للأكسدة لمستخلصات مسحوق جذور عرق السوس

د. روعة طلي[1]، م. ربا جميله[2]

[1]أستاذ مساعد في قسم علوم الأغذية، كلية الزراعة، جامعة دمشق.

[2]باحث في الهيئة العامة للتقانة الحيوية، وزارة التعليم العالي، دمشق.

الملخّص:

نفذت هذه الدراسة في قسم علوم الأغذية، كلية الهندسة الزراعية، جامعة دمشق بهدف دراسة تأثير نوع المذيب المستخدم في الاستخلاص في المحتوى من المركبات الفعالة حيوياً والنشاط المضاد للأكسدة لمستخلصات مسحوق جذور عرق السوس. استخدم في هذه الدراسة 4 مذيبات مختلفة في القطبية (الميتانول المطلق، الماء المقطر، الكلوروفورم المطلق والهكسان المطلق) ودُرس تأثير هذه المذيبات في محتوى المستخلصات المحضرة من الفينولات والفلافونيدات الكلية والنشاط المضاد للأكسدة، حيث أبدى المستخلص الميتانولي المطلق أعلى محتوى من الفينولات الكلية (104.9 مغ مكافئ حمض غاليك/ غ وزن جاف)، وأعلى محتوى من الفلافونيدات الكلية (347.6 مغ مكافئ كويرستين/ غ وزن جاف)، في حين أبدى المستخلص المائي لمسحوق جذور عرق السوس أقل محتوى من الفينولات والفلافونيدات الكلية (57.26 مغ مكافئ حمض غاليك/ غ وزن جاف) و (45.6 مغ مكافئ كويرستين/ غ وزن جاف) على التوالي، وأظهرت النتائج أن النشاط المضاد للأكسدة للمستخلص المختبر يرتبط إرتباطاً وثيقاً بمحتواه من المركبات الفعالة حيوياً، حيث أبدى مستخلص الميتانول المطلق لمسحوق جذور عرق السوس أقل قيمة IC_{50} (165.97 ميكروغرام/ مل، بينما أظهر مستخلص الماء المقطر أعلى قيمة IC_{50} (579.98 ميكروغرام/ مل.

الكلمات المفتاحية: جذور عرق السوس، فينولات كلية، نشاط مضاد للأكسدة، فلافونيدات كلية، مذيبات.

تاريخ الايداع: 2022/3/1
تاريخ القبول: 2022/4/21

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

Studying the effect of using different polar solvents on the content of phenols, total flavonoids and antioxidant activity of licorice root powder extracts

Eng. Ruba Jamelh [1], Dr. Rawaa Tlay [2]

[1]Researcher at the National commission for Biotechnology, Ministry of Higher Education, Damascus

2Assistant Professor in Department of Food Science, Faculty of Agriculture, Damascus University.

.

Abstract:

This study was carried out at the Department of Food Science, Faculty of Agricultural Engineering, Damascus University at the aim of studying the effect of applied extraction solvent type on the content of biological active compounds and the antioxidant activity of licorice root powder extracts. In this study, 4 different polar solvents were used (absolute methanol, distilled water, absolute chloroform and absolute hexane) and the effect of these solvents on the content of total phenols, total flavonoids and antioxidant activity of prepared extracts. the absolute methanol extract showed the highest content of total phenols (104.9 mg gallic acid equivalent/g dry weight), and the highest content of total flavonoids (347.6 mg quercetin equivalent/g dry weight), while the aqueous extract of licorice root powder showed the lowest content of total phenols and total flavonoids (57.26 mg gallic acid equivalent/g dry weight) and (45.6 mg quercetin equivalent/g dry weight), respectively. The results showed that the antioxidant activity of tested extract was closely related to its content of biological active compounds, as the absolute methanol extract of licorice root powder showed the lowest IC_{50} value (165.97) µg/ml, while the distilled water extract showed the highest IC_{50} value (579.98) µg/ ml.

Key words: Licorice Root, Total Phenols, Antioxidant Activity, Total Flavonoids, Solvents.

Received: 1 /3/2022
Accepted: 21/4/2022

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

المقدمة والدراسة المرجعية:

ينتمي عرق السوس Glycyrrhiza glabra الى العائلة البقولية Leguminosae، ويسمى النبات بتسميات عديدة منها Licorice و Liquorice والخشب الحلو، ينتشر هذا النبات بكثرة في مناطق الشرق الأوسط ومناطق البحر الأبيض المتوسط (Yokozawa *et al*, 2000, 440)، تشتق كلمة liquorice من كلمة glykyrrhiza الإغريقية القديمة، حيث أن مصطلح glykes يعني الحلو (sweet) و Rhiza يعني (جذر)، وتوجد أصناف عدة من هذا النبات وأهمها تجارياً عرق السوس الإسباني، الروسي والفارسي (Schulz *et al*, 1998, 16)، وقد استخدمت جذوره كدواء ومنكّه في العديد من الصناعات لأكثر من 4000 سنة (Davis, 1991, 2 and Morris).

يُستخدم النبات ومستخلصاته كمادة مضافة في صناعة الأغذية للقضاء على النكهات الغير مرغوبة وتكثيف وتعزيز درجة التحلية وكعامل منكه، وكذلك كعامل للرغوة في المشروبات الكحولية وغير الكحولية، كما يستخدم مستخلص عرق السوس كعامل للتحلية لإخفاء المذاق المر في صناعة الحلويات والتبغ، كما أن استخدامه يمكن أن يوفر أطعمة ذات فوائد صحية لإعداد بعض المنتجات المحددة للأشخاص الذين يعانون من انخفاض ضغط الدم (Fenwick *et al*, 1990, 129)، كما أن لمستخلصات عرق السوس استخدامات غذائية كمضادات للأكسدة (Vaya *et al*, 1998, 304)، وكعوامل مضادة للميكروبات (Patil *et al*, 2009, 585)، واستخدمت أيضاً في مستحضرات التجميل بسبب خصائصها المضادة للحساسية والالتهابات (Yokota *et al*, 1998, 585).

تحتوي جذور عرق السوس على العديد من المغذيات النباتية phytochemicals ذات التأثيرات البيولوجية الهامة والتي تنتمي إلى فئات كيميائية مختلفة، أول ما تمّ ذكره من هذه المواد معقدٌ قابلٌ للذوبان في الماء يُشكّل 40-50% من إجمالي وزن المادة الجافة، ويتكون من (الصابونينات ثلاثية التربين، الفلافونيدات، السكريات البسيطة والمتعددة، الأحماض الأمينية، الأملاح المعدنية)، كما تتضمن قائمة المركبات المعزولة من جذور عرق السوس أكثر من 50 مركباً ثلاثي التربين، وأكثر من 200 مركّبٍ فينوليٍّ، وعشرات السكريات والأحماض الأمينية (Alagawany *et al*, 2019, 2).

تتمثل الصابونينات بالغليسيريزين Glycyrrhizin، ويسمى أيضاً بـ حَمض الغليسيريزيكglycyrrhizic acid ، وهو الصابونين الرئيسي في عرق السوس والمعروف عموماً بفوائده الطبية العديدة بجرعات مناسبة (Wei *et al*, 2014, 1047)، ويوجد الغليسيريزين على شكل مماكبين (ألفا–غليسيريزين وبيتا–غليسيريزين)، كلا المماكبين فعالين ولكن هناك اختلافات في أنشطتهما البيولوجية وخصائصهما الفيزيائية والكيميائية، حيث أن ألفا–غليسيريزين محب للدهون بشكلٍ أفضل، ومتخصص بشكل أعلى، ونشاطه المضاد للالتهابات أكبر، وآثاره الضارة أقل (Xu et al, 2013, 620).

أصبحت المركبات الفينولية الموجودة في جذور عرق السوس في السنوات الأخيرة إحدى النقاط المهمة في العديد من الدراسات لتنوعها الهيكلي وأنشطتها الدوائية والمضادة للأكسدة المميزة، ومن أهمها الشالكونات Chalcones، الآيزوفلافونات Isoflavones، الآيزوفلافانات Isoflavans، الفلافونونات Flavonones، الفلافانونولات Flavanonols، الآيزوفلافينات Isoflavenes، الأريل كومارينات Arylcoumarins (Fu *et al*, 2013, 1066)، كما تحتوي جذور عرق السوس على الأحماض الأمينية الحرة (البرولين proline، الإسبارجين asparagine، حمض الأسبارتيك aspartic acid) (Vondenhof *et al*, 1973, 345)، الأمينات (البيتين

betain، الكولين choline)، والستيرولات sterols (β–سيتوستيرول sitosterol، ستيغماستيرول stigmasterol، دي هيدروستيغماستيرول dihydrostigrnasterol) (Näf and Jaquier, 2006, 195).

ونظراً لغنى مستخلصات مسحوق جذور عرق السوس بمضادات الأكسدة والمركبات الفعّالة بيولوجياً، وعدم وجود دراسات محلية عن ذلك فقد هدف هذا البحث إلى دراسة التركيب الكيميائي لمسحوق جذور عرق السوس، ودراسة تأثير المذيب المستخدم في الاستخلاص في المحتوى من المركبات الفعالة حيوياً (الفينولات الكلية، الفلافونيدات الكلية)، والنشاط المضاد للأكسدة.

مواد البحث وطرائقه:

–**جمع العينات ومكان تنفيذ البحث:** جُمعت عينات مسحوق جذور عرق السوس من السوق المحلية لمحافظة ريف دمشق في سورية وحفظت العينات على درجة حرارة الغرفة، أُجريَّ هذا البحث في مخابر قسم علوم الأغذية، كلية الزراعة، جامعة دمشق في عام 2021م.

–**تحضير مستخلصات جذور عرق السوس:** تمت عملية الاستخلاص لجذور عرق السوس وفق الطريقة الموصوفة من قبل (Karahan *et al*, 2016, 798)، والتي تعتمد على أخذ (25غ) من مسحوق جذور عرق السوس وإضافة (250مل) من المذيب المستخدم (الميتانول المطلق، أو الكلوروفورم المطلق، أو الهكسان المطلق، أو الماء المقطر) والمزج الجيد باستعمال جهاز المزج المغناطيسي vortex والحفظ لمدة 24 ساعة بدرجة حرارة (25 ْم)، ثمّ ترشيح المستخلص وتركيز الرشاحة الناتجة باستخدام جهاز التبخير الدوراني (Germany–Heidolph Laborota 4010 digital) عند درجة حرارة أقل من (50 ْم) للتخلص من المذيب، ثمّ التجفيف على درجة حرارة (40 ْم) لحين الحصول على مسحوق جاف لمستخلص جذور عرق السوس، ثمّ طحن المستخلصات وتعبئتها في عبوات زجاجية عاتمة محكمة الإغلاق وحفظها في الثلاجة لحين الاستعمال.

–**الاختبارات الكيميائية لمسحوق جذور عرق السوس:**

–**المحتوى المائي:** قُدّر محتوى العينات من الرطوبة حسب طريقة (AOAC, 2006) ذات الرقم (46-950).

–**الرماد:** قُدّر محتوى العينات من الرماد حسب طريقة (AOAC, 2006) ذات الرقم (03-923).

–**البروتين:** قُدّر محتوى العينات من البروتين حسب طريقة (AOAC, 2006) ذات الرقم (06-997)، ولحساب نسبة البروتين في العينة تمّ ضرب نسبة الآزوت بعامل التحويل (5.41).

–**الدهن:** قُدّر محتوى العينات من الدهن حسب طريقة (AOAC, 2006) ذات الرقم (21-976).

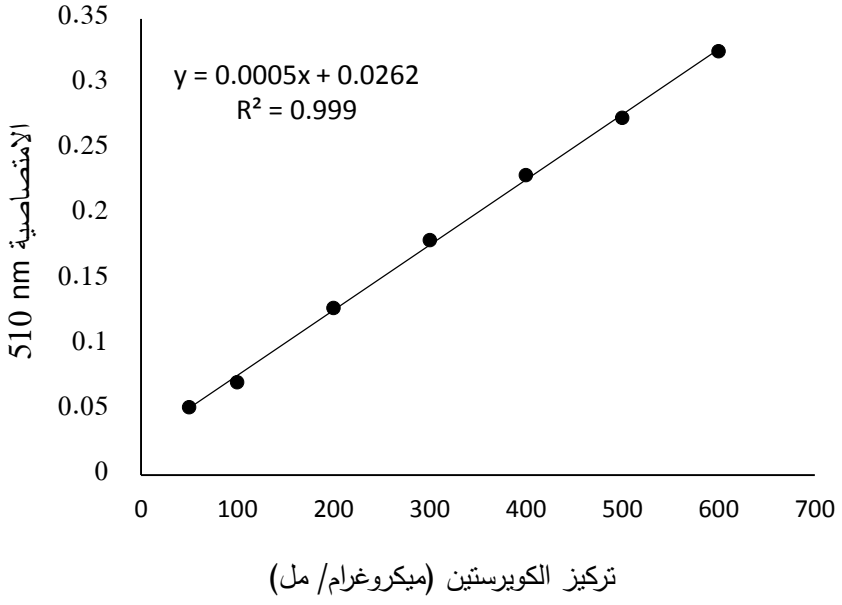
–**الألياف:** قُدّر محتوى العينات من الألياف الخام حسب طريقة (AACC, 2000) ذات الرقم (10-32).

–**الكربوهيدرات:** حُسبت النسبة المئوية للكربوهيدرات في العينات من العلاقة التالية: % للكربوهيدرات= 100– (رطوبة+ رماد+ بروتين+ دهن+ ألياف)، حسب (Fazary and Younis, 2015, 75).

–**حساب مردود الاستخلاص:** حُسب مردود الاستخلاص وفق الطريقة الموصوفة من قبل (Braga *et al*, 2016, 1499)، وتُعّرف المردودية على أنها النسبة بين كتلة المادة النباتية الجافة المستخلصة بعد تبخير المذيب إلى كتلة المادة النباتية الجافة المستخدمة في الاستخلاص مضروبة بـ 100.

-**التقدير الكمي للمركبات الفينولية الكلية:** اعتُمدت الطريقة الموصوفة من قبل (Rebaya *et al*, 2014, 53)، والتي تلخصت بمزج (0.5 مل) من محلول المستخلص المختبر المحضر بتركيز (1مغ/ مل) مع (1 مل) من كاشف فولين و(1 مل) من كربونات الصوديوم (20%)، ثمّ مزج الخليط بوساطة مازج الأنابيب vortex وتحضين العينة في حمام مائي لمدة (30 د) بدرجة حرارة (40 ْم)، ثمّ قياس الامتصاصية الضوئية بوساطة جهاز المطياف الضوئي (American–pg T85) على طول موجة 765 نانومتر، وعُبّر عن النتائج كـ مغ مكافئ حمض الغاليك/ غ وزن جاف، حيث استُعمل حمض الغاليك كمادة مرجعية لتحضير السلسلة المعيارية بتراكيز تتراوح ما بين (20-120 ميكروغرام/ مل)، وكانت المعادلة الناتجة على الشكل التالي (y=0.0072x-0.0003) بمعامل ارتباط R^2 (0.997).

-**التقدير الكمي للمركبات الفلافونيدية الكلية:** اعتُمدت طريقة القياس اللوني حسب الطريقة الموصوفة من قبل (Phuyal *et al*, 2020, 2)، والتي تلخصت بتحضير محلول المستخلص المختبر بتركيز 1مغ/ مل، ثمّ تحضير مزيج التفاعل بمزج (1مل) من محلول المستخلص في دورق معياري سعة 10 مل مع (5 مل) من الماء المقطر و(0.3 مل) من نترات الصوديوم (5%)، ثمّ مزج الخليط، وبعد مرور 5 دقائق يضاف (0.6 مل) من كلوريد الألمنيوم (10 %) والمزج بشكل جيد، وبعد مرور 5 دقائق أخرى يضاف (2 مل) من ماءات الصوديوم (1M) والمزج، ثم إتمام الحجم إلى(10 مل) باستخدام الماء المقطر، ثمّ قياس الامتصاصية الضوئية بوساطة جهاز المطياف الضوئي (American–pg T85) على طول موجة 510 نانومتر، وعُبر عن النتائج كـ مغ مكافئ كويرسيتين/ غ وزن جاف، حيث استُعمل الكويرستين كمادة مرجعية لتحضير السلسلة المعيارية بتراكيز تتراوح ما بين (50-600 ميكروغرام/ مل)، حيث يبين الشكل (1) المنحنى المعياري للكويرستين.



الشكل(1): المنحنى المعياري للكويرستين

-تقدير النشاط المضاد للأكسدة وفق طريقة 2، 2 ثنائي فينيل -1-بيكريل هيدرازيل : قيس النشاط المضاد للأكسدة وفق طريقة DPPH الموصوفة من قبل (Thakur *et al*, 2016, 490)، وذلك بمزج (2 مل) من محلول المستخلص المحضر بتراكيز تتراوح ما بين (50-300 ميكروغرام/ مل) لحساب IC_{50} حيث تُعدّ قيمة IC_{50} مؤشراً مهماً للغاية عند مقارنة سلوك مستخلصين مختلفين أو أكثر في النشاط المضاد للأكسدة، وكلما انخفضت هذه القيمة كانت قدرة كبح الجذور الحرة أفضل وأكبر، وتعرف قيمة IC_{50} على أنها تركيز المستخلص الذي يمكن أن يزيل 50% من جذور DPPH (Jadid *et al*, 2017, 2)، مع (1 مل) من محلول DPPH الميتانولي بتركيز (0.004%)، ثمّ مزج الخليط لمدة دقيقة بوساطة مازج الأنابيب vortex، وتحضين خليط التفاعل في الظلام بدرجة حرارة الغرفة لمدة 30 دقيقة، ثمّ قيست الامتصاصية الضوئية بوساطة جهاز المطياف الضوئي (American-pg T85) على طول موجة 516 نانومتر، وحُسبت النسبة المئوية للنشاط المضاد للأكسدة من المعادلة التالية:

$$\%Inhibition = (A_0-A_1)/A_0 \times 100$$

حيث إن: A_0 : امتصاصية الشاهد، A_1: امتصاصية العينة أو المحلول العياري (فيتامين C) للمقارنة.

-التحليل الإحصائي: أُجريت الاختبارات الكيميائية بواقع ثلاثة مكررات وسُجلت النتائج كمتوسطات، استُخدم برنامج SPSS (24) version لتحليل النتائج اعتماداً على اختبار General Linear Model، ثم تُبع باختبار (LSD) لتحديد الفروق المعنوية بين المتوسطات على مستوى ثقة 5% ($p\leq0.05$)

النتائج والمناقشة:

1- نتائج المؤشرات الكيميائية لمسحوق جذور عرق السوس:

تُشير النتائج الموضحة في الجدول (1) إلى ارتفاع محتوى مسحوق جذور عرق السوس من الكربوهيدرات، حيث بلغت النسبة المئوية لها (48.4%)، تلتها الألياف بنسبة مئوية (25.26%)، ثم البروتين بنسبة مئوية (8.81%) فالرماد بنسبة مئوية (8.75%)، وانخفاض محتواه من الدهون (0.43%) على أساس الوزن الرطب.

كانت هذه النتائج قريبة من النتائج التي توصل إليها (Badr *et al*, 2013, 613) من حيث نسبة الدهن فقط، ولم تتوافق من حيث المؤشرات الكيميائية الأخرى، حيث بلغت النسبة المئوية لكل من المحتوى المائي، الرماد، الدهن، البروتين، الألياف، الكربوهيدرات (6.8، 11.26، 0.53، 9.15، 24.48، 47.11%) على التوالي.

الجدول (1): التركيب الكيميائي لمسحوق جدور عرق السوس (%)

العينة	المحتوى المائي%	الرماد%	الدهن%	البروتين%	الألياف %	الكربوهيدرات%	الفينولات الكلية مغ مكافئ حمض غاليك/ وزن جاف	الفلافونيدات الكلية مغ مكافئ كويرستين/ غ وزن جاف
مسحوق جذور عرق السوس	8.27	8.75	0.43	8.81	25.26	48.40	48.91	9.6

2- نتائج مردود الاستخلاص لمستخلصات مسحوق جذور عرق السوس المختلفة:

يُشير الجدول (2) إلى وجود فروق معنوية في مردود الاستخلاص لمستخلصات مسحوق جذور عرق السوس عند استخدام مذيبات مختلفة (الماء المقطر، الهكسان المطلق، الميتانول المطلق، الكلوروفورم المطلق). أعطى مستخلص الماء المقطر أعلى مردود للاستخلاص بنسبة قدرُها (4.92%)، تلاه الميتانول المطلق (1.72%)، ثمّ الكلوروفورم المطلق (1.44%)، بينما أعطى مستخلص الهكسان المطلق أقل مردودية (0.88%)، توافقت هذه النتائج مع دراسة أجراها Lee وآخرون (2016، 236) الذي بيّن أن مردود الاستخلاص يتأثر بنوع المذيب المستخدم وقطبيته، ودرجة حرارة الاستخلاص وزمن الاستخلاص ونسبة المواد الصلبة إلى السائلة، كما أثبتت الدراسات السابقة أن الاستخلاص بالمذيبات الثنائية أو الخلائط الكحولية المائية ساهم في زيادة مردود الاستخلاص (Thoo *et al*, 2010, 313).

الجدول (2): مردود استخلاص مسحوق جذور عرق السوس باستخدام المذيبات المختلفة

المذيب المستخدم في الاستخلاص	الميتانول المطلق	الكلوروفورم المطلق	الهكسان المطلق	الماء المقطر
مردود الاستخلاص (%)	1.72^{a}	1.44^{b}	0.88^{c}	4.92^{d}

تشير الأحرف المختلفة (a, b, c, d) إلى وجود فروق معنوية على مستوى معنوية ($p < 0.05$).

3-نتائج المحتوى من المركبات الفينولية الكلية لمستخلصات مسحوق جذور عرق السوس:

تُظهر النتائج الموضحة في الجدول (3) وجود تأثير معنوي لنوع المذيب المستخدم في محتوى مستخلصات مسحوق جذور عرق السوس من الفينولات الكلية، إذ لُوحظ وجود تباين كبير في محتواها من الفينولات الكلية، إذ تراوحت ما بين (47.5-104.9 مغ مكافئ حمض غاليك/ غ وزن جاف).

الجدول (3): محتوى مستخلصات مسحوق جذور عرق السوس من الفينولات الكلية

المذيب المستخدم في الاستخلاص	الميتانول المطلق	الكلوروفورم المطلق	الهكسان المطلق	الماء المقطر
المحتوى من المركبات الفينولية الكلية (مغ مكافئ حمض غاليك/ غ وزن جاف)	104.9^{a}	96.57^{b}	78.51^{c}	7.88^{d}

تشير الأحرف المختلفة (a, b, c, d) إلى وجود فروق معنوية على مستوى معنوية ($p < 0.05$).

توضح النتائج تفوق مستخلص الميتانول المطلق في محتواه من الفينولات الكلية (104.9 مغ مكافئ حمض غاليك/ غ وزن جاف)، تلاه مستخلص الكلوروفورم المطلق بمحتوى وقدره (96.57 مغ مكافئ حمض غاليك/ غ وزن جاف)، وتفاوت محتوى المستخلصات المحضرة باستخدام الهكسان المطلق والماء المقطر من حيث المحتوى من الفينولات بكميات وقدرها (78.51، 57.26 مغ مكافئ حمض غاليك/ غ وزن جاف) على التوالي.

خالفت هذه النتائج ما توصل إليه (Hamad *et al*, 2020, 712)، إذ بلغ محتوى المستخلص المائي من الفينولات الكلية (7.88 مغ مكافئ حمض غاليك/ غ وزن جاف)، وكان المحتوى الفينولي الكلي لمستخلص الميتانول المطلق أعلى مما توصل إليه (Zhou *et al*, 2019, 803) والذي قُدّر بـ (34.19 مغ مكافئ حمض غاليك/ غ وزن جاف)، أما نتائج المستخلص الهكساني المطلق فكانت

أقل مما ذكره (Asan-ozusaglam and Karakoca, 2014, 9000) إذ بلغت (86.86 مغ مكافئ حمض غاليك/ غ وزن جاف)، وتفوق مستخلص الكلوروفورم المطلق في محتواه من الفينولات الكلية على ما توصل إليه (Pratibha *et al*, 2012, 67) إذ بلغ (73.51 مغ مكافئ حمض غاليك/ غ وزن جاف)، وأشار Sulaiman وآخرون (2011، 515) إلى أن معدل استخلاص المركبات الفينولية يعتمد على نوع المذيب المستخدم، مؤشر قطبية المذيب، نسبة المذاب إلى المذيب، وقابلية ذوبان المركبات الفينولية في مذيبات الاستخلاص، حيث تعتمد قابلية ذوبان المركبات الفينولية بشكل رئيس على وجود مجموعات الهيدروكسيل وموقعها، الحجم الجزيئي للمركب وطول سلاسل الهيدروكربون المكونة.

4-نتائج المحتوى من المركبات الفلافونيدية الكلية لمستخلصات مسحوق جذور عرق السوس:

يُوضح الجدول (4) محتوى المستخلصات المحضرة من الفلافونيدات الكلية، ويُلاحظ وجود تأثير معنوي لاختلاف نوع المذيب المستخدم في محتوى المستخلص من الفلافونيدات الكلية، وظهر أعلى محتوى (347.6 مغ مكافئ كويرسيتين/ غ وزن جاف) في مستخلص الميتانول المطلق، وخالفت هذه النتيجة ما أشار إليه (Çakmak *et al*, 2012, 6)، إذ بلغ محتوى مستخلص الميتانول المطلق (116.54 مغ مكافئ كويرسيتين/ غ وزن جاف).

بلغ محتوى مستخلص الكلوروفورم المطلق من الفلافونيدات الكلية (145.6 مغ مكافئ كويرستين/ غ وزن جاف)، وعند المقارنة مع الدراسات السابقة لُوحظ تفوق هذا المستخلص في محتواه من الفلافونيدات مقارنةً مع ما توصل إليه (Nand *et al*, 2012, 30) حيث بلغ محتوى هذا المستخلص من الفلافونيدات الكلية (82.85 مغ مكافئ كويرستين/ غ وزن جاف).

الجدول (4): محتوى مستخلصات مسحوق جذور عرق السوس من الفلافونيدات الكلية

المذيب المستخدم في الاستخلاص	الميتانول المطلق	الكلوروفورم المطلق	الهكسان المطلق	الماء المقطر
المحتوى من الفلافونيدات الكلية (مغ مكافئ كويرسيتين / غ وزن جاف)	347.6^{a}	145.6^{b}	77.6^{c}	45.6^{d}

تشير الأحرف المختلفة (a, b, c, d) إلى وجود فروق معنوية على مستوى معنوية ($p < 0.05$)

بلغ محتوى مستخلص الهكسان المطلق لمسحوق جذور عرق السوس من الفلافونيدات الكلية (77.6 مغ مكافئ كويرستين/ غ وزن جاف)، وخالفت هذه النتيجة ما أشار إليه (Asan-ozusaglam and Karakoca, 2014, 9000) إذ بلغ المحتوى (3.92 مغ مكافئ كويرسيتين/ غ وزن جاف)، وأعطى المستخلص المحضر باستخدام الماء المقطر أقل محتوى من الفلافونيدات الكلية (45.6 مغ مكافئ كويرسيتين/ غ وزن جاف)، وهذه النتيجة أقل بكثير مما توصل إليه (Archana and Vijayalakshmi, 2016, 87) إذ بلغت (152.66 مغ مكافئ كويرسيتين/ غ وزن جاف).

أشار Chaves وآخرون (2020، 4) إلى أن محتوى المستخلصات من الفلافونيدات يختلف باختلاف خصائص المذيب ومن أهم هذه الخصائص القطبية، درجة الحموضة، نقطة الغليان، الكثافة، التأثير في نقاء ونشاط المركب المستخلص، ظروف الاستخلاص والخصائص الفيزيائية والكيميائية للمركبات الفلافونيدية المختلفة.

5-نتائج النشاط المضاد للأكسدة لمستخلصات مسحوق جذور عرق السوس:

تُوضح النتائج المشار إليها في الجدول (5) وجود تأثير معنوي لنوع المذيب المستخدم في النشاط المضاد للأكسدة لمستخلصات مسحوق جذور عرق السوس، وظهر هذا التأثير بشكل واضح في جميع المستخلصات المدروسة.

تُبيّن النتائج الموضحة في الجدول (5) ارتفاع النشاط المضاد للأكسدة في مستخلص الميتانول المطلق لمسحوق جذور عرق السوس مقارنةً مع المستخلصات الأخرى، وانخفاضه في مستخلص الماء المقطر، كما يلاحظ ازدياد النشاط المضاد للأكسدة لكل مستخلص عند ارتفاع التركيز المستخدم، حيث ارتفع النشاط المضاد للأكسدة لمستخلص الميتانول المطلق المحضر من تركيز 50 ميكروغرام/ مل إلى تركيز 300 ميكروغرام/ مل من (26.88% إلى 74.98%)، وارتفعت في مستخلصات الماء المقطر من (13.35% إلى 32.27%)، وفي مستخلصات الكلوروفورم المطلق من (26.53% إلى 72.12%) وفي مستخلصات الهكسان المطلق من (17.83% إلى 33.40%). وفيما يخصّ مضاد الأكسدة القياسي المستخدم (فيتامين C) فقد ارتفع النشاط المضاد للأكسدة من (33.76% إلى 82.56%)، توافقت هذه النتائج مع ما توصل إليه (Sahu *et al* , 2013, 25).

ويمكن أن يعزى ازدياد النشاط المضاد للأكسدة مع ارتفاع تركيز المستخلص إلى ارتفاع محتواه من المركبات الفعالة بيولوجياً (الفينولات والفلافونيدات)، والتي تمارس دورها كمضادات أكسدة من خلال آليات عمل مختلفة (Hasan *et al*, 2008, 10).

الجدول (5): النشاط المضاد للأكسدة وفق طريقة DPPH لمستخلصات مسحوق جذور عرق السوس المختلفة وفيتامين C.

تركيز المستخلص / نوع المستخلص	50 ميكروغرام/مل	100 ميكروغرام/مل	150 ميكروغرام/مل	200 ميكروغرام/مل	250 ميكروغرام/مل	300 ميكروغرام/مل
الميتانول المطلق	26.88^{a}	36.94^{a}	47.11^{a}	57.11^{a}	66.83^{a}	74.98^{a}
الكلوروفورم المطلق	26.53^{b}	38.02^{b}	48.03^{b}	45.36^{b}	65.57^{b}	72.12^{b}
الهكسان المطلق	17.83^{c}	22.78^{c}	23.88^{c}	26.97^{c}	30.33^{c}	33.4^{c}
الماء المقطر	13.35^{d}	18.63^{d}	21.89^{d}	25.95^{d}	29.99^{d}	32.27^{c}
فيتامين C	33.76^{e}	43.5^{e}	53.6^{e}	66.9^{e}	74.78^{e}	82.56^{d}

تشير الأحرف المختلفة(a, b, c, d, e) في العمود الواحد إلى وجود فروق معنوية على مستوى معنوية ($p < 0.05$)

يشير الجدول (6) إلى المعادلات الناتجة عن المنحنيات المعيارية المحضرة من كل مستخلص وعامل الارتباط R^2 ، وقيم IC_{50}.

الجدول (6): المعادلات الناتجة عن المنحنيات المعيارية لمستخلصات مسحوق جذور عرق السوس وعامل التحديد R^2 وقيم IC_{50} لكل منها

نوع المستخلص	المعادلة	عامل التحديد R^2	قيمة IC_{50} ميكروغرام/مل
مستخلص الميتانول المطلق	y = 0.194x + 17.801	0.9983	165.97
مستخلص الكلوروفورم المطلق	y = 0.1828x + 19.279	0.9917	168.06
مستخلص الهكسان المطلق	y = 0.077x + 10.273	0.993	515.93
مستخلص الماء المقطر	y = 0.0604x + 15.165	0.9935	576.74
فيتامين C	y = 0.2007x + 24.069	0.9936	129.2

أظهر مستخلص الميتانول المطلق أعلى نشاط مضاد للأكسدة حيث بلغت قيمة IC_{50} (165.97 ميكروغرام/مل)، وهذه النتيجة أعلى مما أشار إليه (Thakur *et al*, 2016, 493) والتي بلغت (238.06 ميكروغرام/مل)، وبلغت قيمة IC_{50} في مستخلص الكلوروفورم المطلق والهكسان المطلق (168.06، 515.93 ميكروغرام/مل) على التوالي، ولُوحظ أن قيمة IC_{50} لمستخلص الكلوروفورم المطلق أقل مما ذكره (Chandra and Gunasekaran, 2017, 163) (120.16 ميكروغرام/مل)، أما نتيجة مستخلص الهكسان المطلق كانت أعلى مما ورد في دراسة (Asan-ozusaglam and Karakoca, 2014, 9001) إذ بلغت (579.98 ميكروغرام/مل).

بينما أظهر مستخلص الماء المقطر نشاطاً مضاداً للأكسدة مقدراً كقيمة IC_{50} (576.74 ميكروغرام/ مل)، وكانت هذه النتيجة أقل مما توصل إليه (Morsi *et al*, 2008, 8) والتي بلغت (404.11 ميكروغرام/مل)، وبلغت قيمة IC_{50} لفيتامين C (129.2 ميكروغرام/مل)، وتُوضح النتائج ارتفاع النشاط المضاد للأكسدة لكافة مستخلصات مسحوق جذور عرق السوس، ولكنها كانت جميعها أقل من النشاط المضاد للأكسدة لمضاد الأكسدة القياسي (فيتامين C).

الاستنتاجات والتوصيات:

1- ارتفاع محتوى مسحوق جذور عرق السوس من الكربوهيدرات وانخفاض محتواه من الدهن.
2- اختلاف محتوى مستخلصات مسحوق جذور عرق السوس من المواد الفعالة بيولوجياً باختلاف نوع المذيب المستخدم في الاستخلاص.
3- تفوق مستخلص الميتانول المطلق على كل من (مستخلص الكلوروفورم المطلق، مستخلص الهكسان المطلق، مستخلص الماء المقطر) في محتواه من المواد الفعالة بيولوجياً (فينولات كلية وفلافونيدات كلية) ونشاطه المضاد للأكسدة.
4- يوصى باستخدام مستخلصات مسحوق جذور عرق السوس في مجالات حفظ الأغذية بهدف إطالة مدّة تخزينها لغناها بالمركبات الفعالة حيوياً و ارتفاع نشاطها المضاد للأكسدة.

معلومات التمويل : هذا البحث ممول من جامعة دمشق وفق رقم التمويل (501100020595).

المراجع (References):

1. Alagawany, M., Elnesr, S. S., Farag, M. R., El-Hack, A., Mohamed, E., Khafaga, A. F., Dhama, K. (2019). **Use of licorice (Glycyrrhiza glabra) herb as a feed additive in poultry: Current knowledge and prospects.** *Animals*, *9*(8), 1-13.
2. AACC. (2000). **Approved Methods of the AACC.**10th Ed, USA.
3. AOAC. (2006). **Official Methods of Analysis, 18th Ed., Association of Official Analytical Chemists,** Washington, DC.
4. Archana, I., Vijayalakshmi, K. (2016). "**Preliminary phytochemical screening and in vitro free radical scavenging activity of root extracts of Glycyrrhiza glabra L."** *Asian Journal of Pharmaceutical and Clinical Research* 9(6): 85-90.
5. Asan-ozusaglam, M., Karakoca, K. (2014). "**Evaluation of biological activity and antioxidant capacity of Turkish licorice root extracts"** *Romanian Biotechnological Letters* 19(1): 8994-9005
6. Badr, S. E., Sakr, D. M., Mahfouz, S. A., Abdelfattah, M. S. (2013). **Licorice (Glycyrrhiza glabra L.): Chemical composition and biological impacts**. *Res. J. Pharm. Biol. Chem. Sci*, *4*, 606-621.
7. Braga, G. C., Melo, P. S., Bergamaschi, K. B., Tiveron, A. P., Massarioli, A. P., Alencar, S. M. D. (2016). **Extraction yield, antioxidant activity andphenolics from grape, mango and peanut agro-industrial by-products.** *Ciência Rural*, *46*(8), 1498-1504.
8. Çakmak, Y. S., Aktumsek, A., Duran, A. (2012). **Studies on antioxidant activity, volatile compound and fatty acid composition of different parts of Glycyrrhiza echinata L.** Excli Journal, 11, 1-11.
9. Chaves, J. O., De Souza, M. C., Da Silva, L. C., Lachos-Perez, D., Torres-Mayanga, P. C., Machado, A. P. D. F., Rostagno, M. A. (2020). **Extraction of Flavonoids from Natural Sources Using Modern Techniques.** *Frontiers in Chemistry*, *8*, 1-25.
10. Chandra, J. H., Gunasekaran, H. (2017). **Screening of phytochemical, antimicrobial and antioxidant activity of glycyrrhiz glabra root extract.** Journal of Environmental Biology, 38(1), 161-165.
11. Davis, E. A., Morris, D. J. (1991). **Medicinal uses of licorice through the millennia: the good and plenty of it.** *Molecular and cellular endocrinology*, *78*(1-2), 1-6.
12. Fazary, N.T.A.A., Younis, Y.M. (2015). **Seed properties and fatty acid composition of flaxseed oil (Linum Usitatissimum),** world journal of pharmacy and pharmaceutical sciences, 4(11). 69-99
13. Fenwick, G. R., Lutomski, J., Nieman, C. (1990). **Liquorice, Glycyrrhiza glabra L.—Composition, uses and analysis**. *Food chemistry*, *38*(2), 119-143.
14. Fu, Y., Chen, J., Li, Y. J., Zheng, Y. F., Li, P. (2013). **Antioxidant and anti-inflammatory activities of six flavonoids separated from licorice.** *Food chemistry*, *141*(2), 1063-1071
15. Hamad, G. M., Abd Elaziz, A. I., Hassan, S. A., Shalaby, M. A., azim Mohdaly, A. A. A. (2020). **Chemical Composition, Antioxidant, Antimicrobial and Anticancer Activities of Licorice (Glycyrrhiza glabra L.) Root and Its Application in Functional Yoghurt.** *Journal of Food and Nutrition Research*, *8*(12), 707-715
16. Hasan, S. M., Hossain, M. M., Faruque, A., Mazumder, M. E. H., Rana, M. S., Akter, R., Alam, M. A. (2008). **Comparison of antioxidant potential of different fractions of Commelina benghalensis Linn.** *Bang. J. Life. Sci*, *20*(2), 9-16.

17. Jadid, N., Hidayati, D., Hartanti, S. R., Arraniry, B. A., Rachman, R. Y., Wikanta, W. (2017). **Antioxidant activities of different solvent extracts of Piper retrofractum Vahl. Using DPPH assay.** In *AIP conference proceedings* (Vol. 1854, No. 1, p. 020019). AIP Publishing LLC.
18. Karahan, F., Avsar, C., Ozyigit, I. I., Berber, I. (2016). **Antimicrobial and antioxidant activities of medicinal plant Glycyrrhiza glabra var. glandulifera from different habitats.** *Biotechnology & Biotechnological Equipment*, *30*(4), 797-804.
19. Kim, H. J., Lim, S. S., Park, I. S., Lim, J. S., Seo, J. Y., Kim, J. S. (2012). **Neuroprotective effects of dehydroglyasperin C through activation of heme oxygenase-1 in mouse hippocampal cells.** *Journal of agricultural and food chemistry*, *60*(22), 5583-5589.
20. Lee, J. W., Mo, E. J., Choi, J. E., Jo, Y. H., Jang, H., Jeong, J. Y., Lee, M. K. (2016). **Effect of Korean Red Ginseng extraction conditions on antioxidant activity, extraction yield, and ginsenoside Rg1 and phenolic content: optimization using response surface methodology.** *Journal of ginseng research*, *40*(3), 229-236
21. Morsi, M. K., El-Magoli, B., Saleh, N. T., El-Hadidy, E. M., Barakat, H. A. (2008). **Study of antioxidants and anticancer activity licorice Glycyrrhiza glabra extracts.** *Egyptian J. Nutr. And Feeds*, *2*(33), 177-203
22. Näf, R., Jaquier, A. (2006). **New lactones in liquorice (Glycyrrhiza glabra L.).** *Flavour and fragrance journal*, *21*(2), 193-197.
23. Nand, P., Drabu, S., Gupta, R. K. (2012). **Phytochemical and antimicrobial screening of medicinal plants for the treatment of acne**,Indian journal of natural products and resources, 3(1), 28-32.
24. Öztürk M, Altay V, Hakem KR, Akçiçek E. (2017). **Liquorice—from botany to phytochemistry, Springer briefs in plant sciences.** Springer Nature, Basel, 139 pp
25. Patil, S. M., Patil, M. B., Sapkale, G. N. (2009). **Antimicrobial activity of Glycyrrhiza glabra Linn. Roots.** *International Journal of Chemical Sciences*, *7*(1), 585-591.
26. Phuyal, N., Jha, P. K., Raturi, P. P., Rajbhandary, S. (2020). **Total phenolic, flavonoid contents, and antioxidant activities of fruit, seed, and bark extracts of Zanthoxylum armatum DC.** *The Scientific World Journal*, *2020*.
27. Pratibha, N., Sushma, D., Rajinder, G. (2012). **Screening for antioxidant and antibacterial potential of common medicinal plants in the treatment of acne**. Int J Drug Dev Res, 4(1), 65-71.
28. Rebaya, A., Belghith, S. I., Baghdikian, B., Leddet, V. M., Mabrouki, F., Olivier, E., Ayadi, M. T. (2014). **Total phenolic, total flavonoid, tannin content, and antioxidant capacity of Halimium halimifolium (Cistaceae).** *Journal of applied pharmaceutical science*, *5*(1), 52-57.
29. Sahu, R. K., Kar, M., Routray, R. (2013). **DPPH free radical scavenging activity of some leafy vegetables used by tribals of Odisha, India.** *J. Med. Plants*, *1*(4), 21-27.
30. Schulz V, Hänsel R, Tyler VE. (1998). **rational phytotherapy. A physicians' guide to herbal medicine. Springer**, Berlin, pp 160–1
31. Sulaiman, S. F., Sajak, A. A. B., Ooi, K. L., Seow, E. M. (2011). **Effect of solvents in extracting polyphenols and antioxidants of selected raw vegetables.** *Journal of Food Composition and analysis*, *24*(4-5), 506-515.
32. Thakur, D., Jain, A., Ghoshal, G. (2016). **Evaluation of phytochemical, antioxidant and antimicrobial properties of glycyrrhizin extracted from roots of Glycyrrhiza Glabra,** 75, 487-494.

33. Thoo, Y. Y., Ho, S. K., Liang, J. Y., Ho, C. W., Tan, C. P. (2010). **Effects of binary solvent extraction system, extraction time and extraction temperature on phenolic antioxidants and antioxidant capacity from mengkudu (Morinda citrifolia).** *Food Chemistry*, *120*(1), 290-295.
34. Vaya, J., Belinky, P. A., Aviram, M. (1997). **Antioxidant constituents from licorice roots: isolation, structure elucidation and antioxidative capacity toward LDL oxidation**. *Free Radical Biology and Medicine*, *23*(2), 302-313.
35. Vondenhof, T., Glombitza, K. W., Steiner, M. (1973). **Lösliche Kohlenhydrate in Rohlakritzen (Succus Liquiritiae).** *Zeitschrift für Lebensmittel-Untersuchung und Forschung*, *152*(6), 345-347.
36. Wei, J. H., Zheng, Y. F., Li, C. Y., Tang, Y. P., Peng, G. P. (2014). **Bioactive constituents of oleanane-type triterpene saponins from the roots of Glycyrrhiza glabra.** *Journal of Asian natural products research*, *16*(11), 1044-1053.
37. Xu, R., Xiao, Q., Cao, Y., Yang, J. (2013). **Comparison of the exposure of glycyrrhizin and its metabolites and the pseudoaldosteronism after intravenous administration of alpha-and beta-glycyrrhizin in rat.** *Drug research*, *63*(12), 620-624.
38. Yokota, T., Nishio, H., Kubota, Y., Mizoguchi, M. (1998). **The inhibitory effect of glabridin from licorice extracts on melanogenesis and inflammation.** *Pigment cell research*, *11*(6), 355-361.
39. Yokozawa, T., Liu, Z. W., Chen, C. P. (2000). Protective effects of Glycyrrhizae radix extract and its compounds in a renal hypoxia (ischemia)-reoxygenation (reperfusion) model. *Phytomedicine*, *6*(6), 439-445.
40. Zhou, T., Deng, X., Qiu, J. (2012). **Antimicrobial activity of licochalcone E against Staphylococcus aureus and its impact on the production of staphylococcal alpha-toxin.** Journal of microbiology and biotechnology, 22(6), 800-805.