

تأثير طريقة الاستخلاص في نوعية المركبات الفعالة المستخلصة من قشور النارج *Citrus aurantium* وتوجيه استخدامها بحسب الغاية البحثية أو الحبوية

لمى زحلاوي - أ.د. يمن الهلال - د. منهل ظليمات

¹طالبة ماجستير تشخيص مخبري بكلية الصيدلة بجامعة حمص

lama7zehlawi@gmail.com

²رئيسة قسم الكيمياء الحبوية والأحياء الدقيقة في كلية الصيدلة بجامعة حمص

Yumenhilal@gmail.com

³دكتور في كلية الصيدلة في الجامعة الوطنية الخاصة في حماه

Manhal-tolimat@wpu.edu.sy

الملخص

تُعد قشور النارج (*Citrus aurantium*) مصدراً غنياً بالمركبات الفعالة بيولوجياً مثل الفلافونويدات، التربينات، الكومارينات، والزيوت الطيارة، إلا أن طريقة الاستخلاص ونوع المذيب المستخدم يلعبان دوراً حاسماً في تحديد نوع وتركيز هذه المركبات، هدفت هذه الدراسة إلى مقارنة تأثير طريقتين مختلفتين للاستخلاص المائي والعضوي (باستخدام الهكسان) على تركيب المركبات الفعالة في قشور النارج. حيث قارنا عملنا بالاستخلاص العضوي مع دراسة مرجعية تم استخلاص القشور استخلاصاً مائياً.

في مخبر البحث العلمي بكلية الصيدلة تم نقع القشور الطازجة بالهكسان بنسبة 1:10 (حجم/وزن)، لمدة 48 ساعة، ثم عولج المستخلص بالأمواج فوق صوتية لمدة 30 دقيقة، ثم التخلص من القشور بالترشيح على ورقة ترشيح، انتقالاً لتبخير المذيب باستخدام المبخر الدوّار للتخلص من

تأثير طريقة الاستخلاص في نوعية المركبات الفعالة المستخلصة من قشور النارنج *Citrus aurantium*
وتوجيه استخدامها بحسب الغاية البحثية أو الحيوية

المذيب، وتحليل التركيب الكيميائي للخلاصة الناتجة باستخدام الكروماتوغرافيا الغازية المقترنة بمطيافية الكتلة (GC-MS) في مخبر الكيمياء بهيئة الطاقة الذرية في دمشق.

أظهرت النتائج أن الاستخلاص بالهكسان أدى إلى الحصول على نسبة مرتفعة جداً من Limonene (93.6%)، يليه β -myrcene، linalool، و isoauraptene. أظهرت العديد من الدراسات أن Limonene ذا النسبة الأعلى أن له تأثيرات متعددة منها مضاد للأورام بأكثر من مسار، منها زيادة الموت الخلوي المبرمج ويمنع التروية الدموية للورم... والكثير من الآليات. في المقابل، أظهر الاستخلاص المائي (وفق الدراسة المقارنة) وجود نسبة أعلى من المركبات الفينولية والقلويدية مثل gallic acid، caffeic acid، naringenin، و vitamin C، المعروفة بفعاليتها كمضادات أكسدة وتأثيرات مضادة للأحياء الدقيقة.

تشير هذه النتائج إلى أن اختيار طريقة الاستخلاص يجب أن يعتمد على الغاية البحثية أو الحيوية المطلوبة؛ إذ يُفضل استخدام المذيبات العضوية لاستخلاص الزيوت الطيارة والتربينات، بينما تعد المذيبات المائية أكثر ملاءمة للمركبات القطبية والفينولية.

تؤكد هذه الدراسة أهمية تطوير بروتوكولات استخلاص موجهة تهدف إلى زيادة مردود المركبات المستهدفة وتعزيز الاستخدام الحيوي والصناعي لقشور النارنج في المجالات الغذائية والدوائية.

الكلمات المفتاحية:

قشور النارنج، *Citrus aurantium*، HPLC، GC-MS، الزيوت الطيارة، الاستخلاص بمحلات قطبية، الاستخلاص بمحلات لا قطبية.

Abstract:

Bitter orange (*Citrus aurantium*) peels are a rich source of biologically active compounds such as flavonoids, terpenes, coumarins, and essential oil. However, the extraction method and solvent type play a crucial role in determining the yield and composition of these compounds.

This study aimed to compare the effect of two extraction methods — aqueous and organic (using hexane) — on the chemical composition of *C. aurantium* peel extracts. Fresh peels were extracted with hexane (1:10, w/v) for 48 hours, followed by ultrasonic treatment for 30 minutes, solvent removal using a rotary evaporator, and analysis of the extract by gas chromatography–mass spectrometry (GC–MS).

Results revealed that hexane extraction yielded a very high proportion of limonene (93.6%), followed by β -myrcene, linalool, and isoauraptene, which are non-polar compounds responsible for the characteristic aroma and potential anticancer activity.

In contrast, the aqueous extraction method (as reported in the reference study) showed higher levels of phenolic and alkaloid compounds, including gallic acid, caffeic acid, naringenin, and vitamin C, known for their antioxidant and antimicrobial effects.

These findings indicate that the choice of extraction method should be guided by the intended biological or research purpose. Organic solvents are more suitable for extracting volatile terpenoids and essential oils, whereas aqueous solvents are more effective for phenolic and polar compounds.

Overall, the study highlights the importance of designing targeted extraction protocols to maximize the recovery of specific bioactive molecules and enhance the utilization of *C. aurantium* peels in food and pharmaceutical industries.

تأثير طريقة الاستخلاص في نوعية المركبات الفعالة المستخلصة من قشور النارج *Citrus aurantium*
وتوجيه استخدامها بحسب الغاية البحثية أو الحيوية

Keywords:

Citrus aurantium, bitter orange peels, HPLC, GC–MS, essential oils. Polar solvent extraction, organic solvent extraction.

المقدمة

تُسوب نبات *Citrus aurantium* تصنيفياً إلى فصيلة الحمضيات Rutaceae التي تضم نحو 150 جنساً وما بين 1500-1600 نوعاً. وتتبع هذه الفصيلة رتبة Sapindales، المنتمية بدورها إلى شعبة كاسيات البذور Angiosperms، وطائفة ثنائيات الفلقة Dicotyledons/Eudicots. ويُعرف النبات محلياً باسم النارج أو البرتقال المر [1].

يُزرع البرتقال المر بشكل طبيعي وعلى نطاق واسع في المناطق شبه الاستوائية، مثل الهند، وإفريقيا، والشرق الأوسط، وحوض البحر الأبيض المتوسط، وأمريكا الجنوبية، وتُعد إسبانيا وصقلية والمناطق الدافئة في أمريكا الجنوبية من أبرز مصادره التجارية.

يتميز النبات بكونه شجرة دائمة الخضرة ذات أوراق مركبة يظهر فيها بوضوح الحد الفاصل بين النصل والسويقة. أما الأزهار فهي خنثى، شعاعية، وخماسية الأجزاء. ويحتوي ثمر النارج على كميات كبيرة من الزيت الطيار والثابت، إضافة إلى مجموعة واسعة من الفلافونويدات [2-3]. كما تُعد الثمار والأزهار والأوراق مصدراً غنياً بالمركبات الحيوية الفعالة، بما في ذلك الفلافونويدات، والقلويدات، والزيوت الطيارة، والكومارينات، والترينويدات، والعفص، والفيتامينات، والمعادن [4-5].

وقد أورد الدستور الدوائي الأوروبي European Pharmacopoeia في المستند الرسمي رقم 10.1 [6] تعريفاً لقشر النارج بأنه القشر الخارجي والوسطي المجفف للثمرة الناضجة من *Citrus aurantium*، وذلك بعد إزالة جزء من النسيج الأبيض الإسفنجي من القشرين الأوسط والداخلي. وأظهرت المركبات الفعالة المستخلصة من القشور طيفاً واسعاً من الخصائص الحيوية المفيدة، مثل النشاط المضاد للأكسدة، والمضاد للالتهاب، والمضاد للسكري، والمضاد للقلق، والمضاد للميكروبات، إضافة إلى نشاطها المضاد للسرطان [7].

تأثير طريقة الاستخلاص في نوعية المركبات الفعالة المستخلصة من قشور النارنج *Citrus aurantium*
وتوجيه استخدامها بحسب الغاية البحثية أو الحيوية

وُستَخدم قشور النارنج تقليدياً في علاج اضطرابات المعدة وطررد الغازات [8]، كما يُستعمل النبات كمضاد للتشنج، ومطهر، وخافض للضغط، ومهدئ، ويسهم في تعزيز صحة خلايا الجلد [9-10]. وفي الطب الصيني، تُستخدم ثمار النارنج لدعم فقدان الوزن، إذ يُعتقد أنها تزيد من استهلاك الطاقة من خلال تعزيز التوليد الحراري في العضلات من دون تحفيز مفرط للجهاز العصبي المركزي. كما يُعتقد أنها تساعد في تحرير الأحماض الدهنية وتحسين استقلاب الطاقة، مما يعزز القدرة على أداء التمارين.

وتعود معظم هذه التأثيرات العلاجية إلى القلويدات الموجودة في النبات، إذ يمكن أن يصل تركيزها في القشور إلى نحو 0.8%.

تُعد طريقة الاستخلاص أحد العوامل الحاسمة التي تحدد نوعية وكفاءة المركبات الفعالة المستخلصة، إذ تعتمد طبيعة المركبات الناتجة بشكل أساسي على قطبية المذيب المستخدم [11-12]. فالمذيبات القطبية كالإيثانول والماء تمتلك قدرة عالية على إذابة المركبات الفينولية والفلافونويدية، وهي مركبات تتميز بفعاليتها المضادة للأكسدة والاحياء الدقيقة من خلال تعطيل الأنزيمات البكتيرية والتأثير على جدران الخلايا الممرضة [11-13-12]. حيث أثبتت دراسة أجريت في كلية الهندسة الغذائية بجامعة حمص إلى أن المستخلص المائي لقشور الليمون له فعالية مضادة للأحياء الدقيقة على الرغم أن مقالتنا مجرة على قشر النارنج لكن يمكن الاعتماد على هذه الدراسة بشكل أولي نظراً لأن النباتين من نفس الفصيلة [14] ، كما في دراسة أخرى أجريت في كلية الصيدلة بجامعة حمص أيضاً أثبتت أن الفلافونويدات الموجودة في قشور الحمضيات لها نشاط مضاد للبكتريا [15] .

أما المذيبات غير القطبية مثل الهكسان، فُستَخدم لاستخلاص المركبات الدسمة والزيوت الطيارة والتربينويدات التي تلعب دوراً مهماً في تثبيط نمو الخلايا الورمية عبر تحريض الموت الخلوي المبرمج Apoptosis وتثبيط مسارات الإشارات المرتبطة بالانقسام الخلوي [11-16-12-17].

انطلاقاً من ذلك، يهدف هذا البحث إلى تقييم تأثير طريقة الاستخلاص - القطبية وغير القطبية - في نوعية وتركيز المركبات الفعالة المستخلصة من قشور النارج، وربطها بالغاية البحثية الحيوية. فقد استُخدم الاستخلاص غير القطبي بالهكسان مع المعالجة بالأموح فوق الصوتية للحصول على مستخلص غني بالمركبات الطيارة بهدف تقييم تأثيره المضاد للسرطان، في حين استُخدم الاستخلاص القطبي المائي للحصول على مستخلص غني بالمركبات الفينولية لتقييم نشاطه المضاد للأحياء الدقيقة. ومن شأن هذا التوجه أن يسهم في توجيه الاستخدام التطبيقي للمستخلصات النباتية وفق طبيعتها الكيميائية وقطبية مكوناتها، لتحقيق أقصى فاعلية علاجية ممكنة.

هدف البحث

نظراً لكون هدر الطعام قضية عالمية متنامية، تبرز أهمية الأبحاث الهادفة إلى إيجاد طرق للحد منه، ومنها الاستفادة من المخلفات الثانوية كالقشور والبذور واللب المتبقي من عمليات تصنيع الأغذية. وتمثل مخلفات الحمضيات خياراً مثاليًا للحد من الهدر، إذ تشكل 25-30% من المخلفات الناتجة عن سلاسل تصنيع الأغذية، كما تُعد مصدراً وفيراً للمركبات الفينولية، حيث تحتوي القشور على كميات من البوليفينولات تفوق تلك الموجودة في اللب.

يهدف هذا البحث إلى فهم العلاقة بين نوع المذيب المستخدم في الاستخلاص والخواص الكيميائية والوظيفية للمستخلصات الناتجة من قشور النارج *Citrus aurantium L* ويتضمن ذلك مقارنة بين طريقة الاستخلاص غير القطبية باستخدام الهكسان والمعالجة بالأموح فوق الصوتية لاستخلاص المركبات الطيارة والتربينويدات، وطريقة الاستخلاص القطبية المائية لاستخلاص المركبات الفينولية والفلافونويدية. كما يسعى البحث إلى ربط النتائج الكيميائية بالاختبارات الحيوية لتقييم الفعالية المضادة للسرطان للمستخلص غير القطبي، والفعالية المضادة للبكتيريا للمستخلص القطبي، مما يسهم في تحديد أنسب المذيبات لاستخدامها في التطبيقات الدوائية والغذائية المستقبلية.

تأثير طريقة الاستخلاص في نوعية المركبات الفعالة المستخلصة من قشور النارنج *Citrus aurantium*
وتوجيه استخدامها بحسب الغاية البحثية أو الحيوية

مواد وطرائق البحث

الاستخلاص غير القطبي (باستخدام الهكسان):

• المواد المستخدمة

قشور نارنج (*Citrus aurantium*) طازجة.

مذيب هكسان نقي بدرجة تحليلية.

ورق ترشيح.

ماء مقطر لغسل العينات قبل الاستخلاص.

زجاجات حفظ داكنة اللون لحماية المستخلص من الأكسدة والضوء.

• الأجهزة والأدوات

ميزان تحليلي Precisa XB 220A

جهاز الأمواج فوق الصوتية/780/H TRANSONIC

مبخر دوار BUCHI Heating Bath B-490

جهاز الكروماتوغرافيا الغازية المقترن بمطياف الكتلة (Gas chromatography– mass spectrometry GC–MS) من نوع Chromate Crystal 9000–DP5 لتحديد المكونات

الكيميائية للمستخلص.

ثلاجة مخبرية لحفظ المستخلص عند 4°م.

• طريقة الاستخلاص

تم جمع ثمار البرتقال المر *Citrus aurantium L* يدوياً من شجرة واحدة في حديقة منزلية بمنطقة الغوطة في مدينة حمص، سوريا، خلال شهر تموز 2025، بوزن إجمالي قدره 2.4 كغ، بعد غسل الثمار، تم بشر قشور الثمار في مختبر البحث العلمي بكلية الصيدلة بجامعة حمص، وحصلنا على 122.6 غ من القشور المبشورة.

تم مزج القشور الطازجة مع مذيب الهكسان بنسبة 1:10 (حجم/وزن)، وترك المزيج لمدة 48 ساعة في درجة حرارة الغرفة مع التحريك كل عدة ساعات.

بعد ذلك، عُولج المزيج بجهاز الأمواج فوق الصوتية لمدة 30 دقيقة لزيادة كفاءة الاستخلاص، ثم رُشَّح باستخدام ورق الترشيح، تم تبخير المذيب باستخدام المبخر الدوار عند 50 °C و50 دورة/دقيقة تحت ضغط منخفض، للحصول على خلاصة هكسانية، حُفظت لاحقاً في عبوات داكنة عند 4°م.

تم تحليل مكونات الخلاصة باستخدام جهاز GC-MS لتحديد المركبات الرئيسية في الزيت العطري.

العمود: DP-5 capillary (30.0 m × 0.25 mm × 0.25 µm)

تأين العينة: Electron Ionization (EI) عند 70 eV

برنامج الفرن الحراري: تم ضبط درجة حرارة حاقن العينة والكاشف على 250 درجة مئوية.

أما برنامج حرارة الفرن فكان كالتالي:

بدأ عند 80 درجة مئوية وتم تثبيت الحرارة لمدة 4 دقائق. بعد ذلك، تم رفع الحرارة بمعدل 5 درجات مئوية في الدقيقة إلى أن وصلت إلى 250 درجة مئوية. بعد الوصول إلى 250 درجة، تم تثبيت الحرارة لمدة 10 دقائق، وذلك وفقاً لبرنامج العمل الخاص لهيئة الطاقة الذرية.

تأثير طريقة الاستخلاص في نوعية المركبات الفعالة المستخلصة من قشور النارنج *Citrus aurantium*
وتوجيه استخدامها بحسب الغاية البحثية أو الحيوية

تم التعرف على المركبات بمقارنة طيفها مع مكتبة National institute of standards and technology NIST، وحُسبت مؤشرات الاحتفاظ Retention Indices باستخدام خلط n-alkanes (C8–C20) تحت نفس الظروف.

الاستخلاص القطبي (المائي)

• المواد المستخدمة

قشور نارنج (*Citrus aurantium*) مجففة ومطحونة.

ماء مقطر .

ورق ترشيح.

أطباق بيتري للتجفيف.

عبوات حفظ محكمة ومعممة.

• الأجهزة والأدوات

خلاط مغناطيسي مع تسخين بدرجة حرارة 70°م.

مبخر دوار لتقليل حجم المستخلص عند 60°م.

فرن كهربائي للتجفيف عند 40°م.

جهاز الكروماتوغرافيا السائلة عالية الأداء (High performance liquid chromatography HPLC) من نوع SYKMA – ألمانيا لتحديد المركبات الفينولية والفلافونويدات والفيتامينات في المستخلص.

• طريقة الاستخلاص

تم وزن 10 غرامات من القشور المجففة والمطحونة ومزجها مع 300 مل من الماء المقطر عند درجة حرارة 70°م باستخدام خلاط مغناطيسي لمدة 30 دقيقة.

بعد الانتهاء، رُشَّح المزيج باستخدام قمع بوشنر وورق الترشيح، ثم رُكِّز المستخلص في المبخر الدوار عند 60°م حتى تقلص حجمه إلى نحو 20 مل.

نُقل المستخلص المركز إلى أطباق بتري وجُفِّف في فرن كهربائي عند 40°م لمدة 24 ساعة للحصول على مسحوق جاف.

حُفظ المسحوق في عبوات محكمة داخل الثلاجة حتى استخدامه.

تم تحليل المستخلص الناتج باستخدام جهاز HPLC لتحديد المركبات الفينولية والفيتامينات الذائبة في الماء [18].

النتائج ومناقشتها

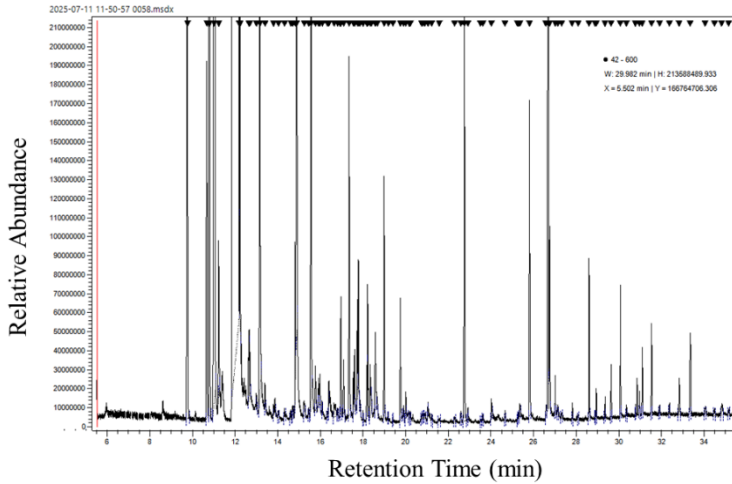
أظهرت نتائج تحليل المستخلصات المختلفة لقشور النارج أن طريقة الاستخلاص تؤثر بشكل واضح على نوعية وكميات المركبات الفعالة، وهو ما يتوافق مع الدراسات السابقة على [12, 11]. فقد أظهر الاستخلاص غير القطبي باستخدام الهكسان والموجات فوق الصوتية حصول خلاصة حاوية على 98.3% من التربينات التي تعد من أهم مكونات الزيوت الطيارة، أكثر مركب نسبةً هو الليمونين الذي يقدر بـ 93.6% من الخلاصة، حيث أثبتت العديد من الدراسات فعاليته المضادة للسرطان، فهو مثبط للانقسام الخلوي ومحفز للموت الخلوي المبرمج وبناءً على ذلك تم استخدامه كعامل وقائي وعلاجي كيميائي ضد عدة أنواع من الأورام [19].

يظهر كل من الجدول 1 والشكل 1 المركبات الكيميائية بمستخلص قشور النارج الغير قطبي و الكروماتوغرام الناتج بتحليل GC-MS على التوالي.

تأثير طريقة الاستخلاص في نوعية المركبات الفعالة المستخلصة من قشور النارج *Citrus aurantium*
وتوجيه استخدامها بحسب الغاية البحثية أو الحيوية

الجدول 1: التركيب الكيميائي لمستخلص قشور النارج

No	Compounds	Composition (%)
1	Limonene	93.6
2	β -Myrcene	1.8
3	Linalool	0.6
4	Linalyl acetate	0.6
5	β -Ocimene	0.6
6	Bicyclo[3.1.1]heptane, 6,6-dimethyl-2-methylene-, (1S)	0.3
7	Decanal	0.3
8	Isoauraptene	0.3
9	Nootkatone	0.2
10	Bicyclo[3.1.0]hexane,4-methylene-1-(1-methylethyl)	0.2
11	Octanal	0.1
12	Osthole	0.1
13	Germacrene D	0.1
14	Caryophyllene	0.1
15	(S)-8-((3,3-Dimethyloxiran-2-yl)methyl)-7-methoxy-2H-chromen-2-one	0.1
16	2,6-Octadien-1-ol, 3,7-dimethyl-, acetate	0.1
17	α -Pinene	0.1



الشكل 1 : الأيونات الناتجة من تحليل الخلاصة الزيتية بجهاز GC-MS

في المقابل، أظهرت التحليلات الكيميائية للمستخلص المائي وجود مركبات فعالة تشمل الفلافونويدات، التانينات، الفينولات، الغليكوزيدات، الصابونينات، وأملاح القلويدات، إضافة إلى فيتامينات C و B1 و B2. وقد تبين أن لهذه المركبات نشاطاً مضاداً للأحياء الدقيقة، حيث سجل المستخلص تأثيراً مثبتاً على الجراثيم موجبة وسالبة الغرام حسب الدراسة المقارنة، مع اختلاف قوة التنشيط بين الأنواع [18]. يُعزى هذا النشاط إلى خصائص الفينولات والفلافونويدات المضادة للبكتيريا والتي يمكن أن تعيق نموها أو تحفز موتها الخلوي، يشير الجدول 2 الى المركبات الموجودة بالمستخلص المائي الناتجة بـHPLC.

تأثير طريقة الاستخلاص في نوعية المركبات الفعالة المستخلصة من قشور النارنج *Citrus aurantium*
وتوجيه استخدامها بحسب الغاية البحثية أو الحيوية

الجدول 2 : التركيب الكيميائي للمستخلص المائي لقشور النارنج

No	Compounds	Type	Amount
1	Naringenin	Flavone- Flavanone	0.330µg/ml
2	Gallic acid	Phenolic acid	0.019µg/ml
3	Vanillic acid	Phenolic acid	1.149µg/ml
4	Caffeic acid	Phenolic acid	0.077µg/ml
5	4-Hydroxybenzoic acid	Phenolic acid	3.390µg/ml
6	Coumaric acid	Phenolic acid	0.033µg/ml
7	Catechol	Phenolic acid	0.002µg/ml
8	Ferulic acid	Phenolic acid	0.320µg/ml
9	Chlorogenic acid	Phenolic acid	0.262µg/ml
10	Glycosides	Plant secondary metabolic	Present
11	Tannins	Plant secondary metabolic	Present
12	Saponins	Plant secondary metabolic	Present
13	Alkaloids	Plant secondary metabolic	Present
14	Vitamin C	Vitamin	448µg/ml
15	Vitamin B2	Vitamin	0.697µg/ml
16	Vitamin B1	Vitamin	0.205µg/ml

تشير هذه النتائج إلى أن توجيه استخدام مستخلصات قشور النارنج يعتمد بشكل رئيسي على نوع المذيب وطبيعة الاستخلاص فالمستخلصات غير القطبية مناسبة للأهداف المضادة للسرطان، بينما المستخلصات القطبية مناسبة لتطبيقات مضادة للجراثيم نسيةً للمركبات التي أثبتت فعاليتها في هذه الخلاصة أو كمصدر للفيتامينات والمركبات الفينولية . هذا يتوافق مع المبدأ العام في الكيمياء الحيوية النباتية بأن قابلية الذوبان تحدد توزيع المركبات النشطة في المستخلص، وهو ما يجب أخذه بعين الاعتبار عند تصميم الدراسات البيولوجية أو تطوير منتجات طبيعية.

الاستنتاجات

أظهر المستخلص المائي في الدراسة المقارنة غنى بالمركبات الفعالة مثل الفلافونويدات، التانينات، الفينولات، الغليكوزيدات، الصابونينات، أملاح القلويدات، وفيتامينات C و B1 و B2 و B12 نشاطاً واضحاً مضاداً للأحياء الدقيقة، مع تأثير أقوى على البكتيريا موجبة الغرام مقارنة بالسالبة . هذه النتائج تؤكد إمكانية استغلال المخلفات الزراعية لقشور النارج كمصدر للمركبات الحيوية الطبيعية المضادة للبكتيريا.

يحتوي المستخلص الهكساني على مركبات طيارة ودهون طيارة مثل- β -Limonene, Myrcene, Linalool, Nootkatone, Germacrene D, Caryophyllene، والتي تمتلك خصائص مضادة للأكسدة والالتهابات، وقدرتها على تثبيط نمو الخلايا السرطانية حيث يحفز الموت المبرمج هذا يؤكد الدور المحتمل للمستخلص في التطبيقات الوقائية والعلاجية ضد السرطان.

التوصيات

استغلال المستخلص المائي في التطبيقات الغذائية والصحية نظراً لنشاطه المضاد للأحياء الدقيقة وغناه بالمركبات الفعالة مثل الفلافونويدات والفينولات، يُنصح باستخدام المستخلص المائي كمكون طبيعي في الأغذية الوظيفية، المكملات الغذائية، أو المواد الحافظة الطبيعية لتعزيز السلامة الغذائية والصحة العامة.

الاستفادة من المستخلص الهكساني في البحوث الدوائية لان المركبات غير المائية مثل Limonene و Nootkatone و Germacrene D أظهرت خصائص مضادة للأكسدة والموت المبرمج في الخلايا السرطانية، ما يجعلها مرشحة لدراسات ما قبل السريرية لتطوير علاجات طبيعية مضادة للسرطان .

دراسة فعالية المستخلصين في حالات المقاومة على الصادات الحيوية.

تأثير طريقة الاستخلاص في نوعية المركبات الفعالة المستخلصة من قشور النارج *Citrus aurantium*
وتوجيه استخدامها بحسب الغاية البحثية أو الحيوية

تشجيع الاستدامة وتقليل الهدر الزراعي واستخدام قشور النارج، وهي مخلفات زراعية عادةً ما تُهمل، يُعد فرصة لتحويل النفايات إلى منتجات قيمة علمياً وصحياً، ما يساهم في الاستدامة البيئية وتقليل الفاقد الزراعي.

المراجع:

- 1) Valarezo E, Toledo-Ruiz L, Coque-Saetama W, Caraguay-Martínez A, Jaramillo-Fierro X, Cumbicus N, Meneses MA. Chemical composition, enantiomeric distribution and antimicrobial, antioxidant and antienzymatic activities of essential oil from leaves of Citrus × limonia. *Molecules*. 2025;30(4):937. DOI: <https://doi.org/10.3390/molecules30040937>
- 2) Roy A, Khan A, Ahmad I, Alghamdi S, Rajab BS, Babalghith AO, Alshahrani MY, Islam S, Islam MR. Flavonoids a bioactive compound from medicinal plants and its therapeutic applications. *Biomed Res Int*. 2022; 2022:5445291. DOI: <https://doi.org/10.1155/2022/544529>
- 3) Sultan LJ, Fadhil WG, Hamid MM, Hadi ST. A comparative study of the effect of extracts extracted from *Ocimum basilicum* leaves using organic extract and essential oil. *Funct Foods Health Dis*. 2024;14(6):380–87. DOI: <https://doi.org/10.31989/ffhd.v14i6.1304>
- 4) Hadi ST, Hussien HD, Abed MA, Alhadithi HJ. Chemical analysis of ginger rhizomes and sensory and microbial evaluation of ginger juice during storage. *Int J Pharm Qual Assur*. 2020;11(4):1–4. DOI: <https://doi.org/10.25258/ijpqa.11.4.14>
- 5) Hadi ST, Alhadithi HJ, Alkobaese SK, Akram M, Sareen A. The effect of vitamin D₃ on some metabolic processes in the human body. *IOP Conf Ser Earth Environ Sci*. 2021;761(1):012121. DOI: <https://doi.org/10.1088/1755-1315/761/1/012121>
- 6) Abdelmohsen UR, Elmaidomy AH. Exploring the therapeutic potential of essential oils: a review of composition and influencing factors. *Front Nat Prod*. 2025; 4:1490511. DOI: <https://doi.org/10.3389/fntpr.2025.1490511>
- 7) Ahranjani PJ, Esfandiari Z, Nodeh HR. A systematic review of traditional and eco-friendly methods for extracting bioactive

- compounds from the *C. aurantium* L. plant. *J Food Compos Anal.* 2025:[Epub ahead of print]:107472. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2025.107472>
- 8) de Freitas MD, Junior RD, da Silva FEF, Inokuti EM, Oster AH, Zampieri D, et al. Unraveling the antifungal composition of bitter orange decoction against the melon pathogen *Fusarium jinanense*. *Food Chem.* 2024; 455:139769. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2024.139769>
- 9) Kulawik M, Bajewska K, Kulawik A. p-Synephrine: an overview of physicochemical properties, toxicity, biological and pharmacological activity. *EXCLI J.* 2025;24:381–400. DOI: <https://doi.org/10.17179/excli2024-8088>
- 10) Chakraborty S, Goel K, Rasal V, Paul K, Mandal D. A comprehensive review: exploring bioactive compounds of citrus fruit peels for therapeutic and industrial applications. *Food Sci Eng.* 2025;6(1):54–69. DOI: <https://doi.org/10.37256/fse.6120254847>
- 11) Ghasemzadeh, A., & Jaafar, H. Z. (2019). Phytochemical constituents and biological activities of citrus peel extract. *BioMed Research International*, 2019, 2875926. <https://doi.org/10.1155/2019/2875926>
- 12) Fernández-Cabal, J., Avilés-Betanzos, K. A., Cauich-Rodríguez, J. V., Ramírez-Sucre, M. O., & Rodríguez-Buenfil, I. M. (2025). Recent Developments in *Citrus aurantium* L.: An Overview of Bioactive Compounds, Extraction Techniques, and Technological Applications. *Processes*, 13(1), 120. <https://doi.org/10.3390/pr13010120>
- 13) Rudwan Badr Al-Deen, et al. (2021). Chemical composition and antibacterial activity of the peel essential oils extracted from citrus fruits. *JAAB Journal.* <https://jaabjournal.org/index.php/jaab/article/view/95>

- 14) Al- Hosni, D., Al- Bitar, N., & Al- Omar, Y. (2023). The effect of adding lemon peel oil in prevent microbes growth, in vitro and industrially. The Arab Journal for Arid Environments, 16(1), 15–28. Retrieved from <https://acsad.org/wp-content/uploads/2024/05/J380.pdf>
- 15) Awad, P. (2022). Laboratory and computational evaluation of citrus peel flavonoids as potential antimicrobial agents against Klebsiella pneumoniae isolated from pneumonia patients. Homs University Journal of Medical and Health Sciences. Retrieved from <https://journal.homs-univ.edu.sy/index.php/Medical/issue/view/455>
- 16) Zengin, G., et al. (2024). Metabolic profiling and enzyme inhibitory activity of the essential oil of Citrus aurantium fruit peel. BMC Complementary Medicine and Therapies. <https://bmccomplementmedtherapies.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12906-024-04505-2>
- 17) Wang, X., Liu, Y., Zhang, J., et al. (2022). Anti-cancer effects of Citrus aurantium L. (Naringin) through regulation of apoptosis and cell cycle in lung cancer cells. Phytomedicine, 98, 153906. <https://doi.org/10.1016/j.phymed.2022.153906>
- 18) Hadi, Sara Thamer, Ashraq Monir Mahmed, and Abdel Moneim Elhadi Sulieman. "Chemical Composition and Active Compounds in Bitter Orange (Citrus aurantium) Peels." Functional Food Science 5, no. 7 (2025): 328–339. <https://doi.org/10.31989/ffs.v5i7.1649>.
- 19) Yang C, Chen H, Chen H, Zhong B, Luo X, Chun J. Antioxidant and anticancer activities of essential oil from Gannan navel orange peel. Molecules. 2017;22(8):1391. doi:10.3390/molecules22081391
- 20) Giard, D. J., Aaronson, S. A., Todaro, G. J., et al. (1973). In vitro cultivation of human tumors: Establishment of cell lines derived

from a series of solid tumors. Journal of the National Cancer Institute, 51(5), 1417–1423.

<https://doi.org/10.1093/jnci/51.5.1417>

- 21) Skloot, R. (2010). The immortal life of Henrietta Lacks. Crown Publishing Group.
- 22) Freshney, R. I. (2010). Culture of animal cells: A manual of basic technique and specialized applications (6th ed.). Wiley-Blackwell.