مجلة جامعة دمشق للعلوم الزراعية
المجلد 40 العدد 2 (2024): 33-50

Damascus University Journal of Agricultural Sciences
Vo 40 No.2 (2024): 33-50

دراسة التركيب الكيميائي والمحتوى من المركبات الفعالة حيوياً لأنواع من الزعرور البري المحلي

صبا صقر[1]، د. رأفت إسماعيل[2] ، د. بسام العقلة[3]

[1] طالب ماجستير – قسم علوم الأغذية – كلية الزراعة – جامعة دمشق.

[2] مدرس في قسم علوم الأغذية – كلية الزراعة – جامعة دمشق.

[3] باحث في هيئة التقانة الحيوية – قسم علوم الأغذية – دمشق ، سوريا.

الملخص:

نفذ هذا البحث في مخابر قسم علوم الأغذية – كلية الزراعة – جامعة دمشق ومخابر الهيئة العامة للتقانة الحيوية عام 2021 بهدف دراسة الخصائص الفيزيائية والتركيب الكيميائي لثلاثة أنواع من الزعرور البري النامي في سورية (زعرور أصفر كبير *C. pubescens* وزعرور أصفر صغير *C. monogyna* وزعرور أحمر *C. azarolus*)، وتحديد محتواها من المركبات الفعالة حيوياً. كان وزن ثمار الزعرور الأصفر الكبير الأعلى معنوياً مقارنة بباقي الأنواع حيث بلغ 13.93غ، أظهرت النتائج أن جميع أنواع الزعرور المدروسة غنية بالرماد (تراوحت بين 1.68 و2.82% وزن طازج) والألياف (تراوحت بين 8.16 و9.54% وزن طازج). تميزت جميع أنواع الزعرور المدروسة بارتفاع محتواها من الحموض الكلية (1.16 – 1.59% حمض ماليك للوزن الطازج)، وانخفاض محتواها من المواد الدسمة الكلية والبروتين. تفوق الزعرور الأحمر بمحتواه من الفينولات الكلية والأنثوسيانينات على باقي الأنواع المدروسة (90 مغ مكافئ حمض غاليك/100غ، 8.37 مغ/100 غ وزن طازج) على الترتيب، بينما تفوق الزعرور الأصفر الصغير على باقي أنواع الزعرور من حيث محتواه من الفلافونويدات (36.00 مغ كويرستين/100 غ وزن طازج). سجلت ثمار الزعرور الأحمر أعلى نسبة مئوية للنشاط

الكلمات المفتاحية: زعرور، تركيب كيميائي، مضادات أكسدة، فيتامين C، فينولات كلية، فلافونويدات، DPPH.

تاريخ الايداع:2022/8/9
تاريخ القبول: 2022/8/28

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

Study of the chemical composition and content of bioactive compounds of local wild hawthorn

Siba sakr[1], Dr. Rafat Esmail[2], Dr. Bassam Al-Oklah[3]
[1] Master student at food science department – Agriculture faculty – Damascus university.
[2] Lecturer at food science department – Agriculture faculty – Damascus university.
[3] Researcher, National Commission for Biotechnology**.** Food Science Department. Damascus, Syria.

Abstract:

This research was carried out at the laboratories of the Department of Food Sciences - Faculty of Agriculture - Damascus University and the laboratories of the General Authority for Biotechnology in 2021 with the aim of studying the physical characteristics and chemical composition of three types of wild hawthorn grown in Syria (large yellow hawthorn *C. pubescens*, small yellow hawthorn *C. monogyna*, and red hawthorn *C. azarolus*), and determining their content of biologically active compounds. The weight of the large yellow hawthorn fruits was significantly higher compared to the rest of the species, reaching 13.93 g. The results showed that all studied hawthorn species were rich in ash (ranging between 1.68 and 2.82% of fresh weight) and fiber (ranging between 8.16 and 9.54% on wet matter basis). All studied hawthorn species were characterized by their high content of total acids (1.16 - 1.59% malic acid on wet matter basis), and low content of total fats and protein. The red hawthorn with its content of total phenols and anthocyanins was superior to the rest of the studied species (90 mg Gallic acid equivalent / 100 g, 8.37 mg / 100 g on wet matter basis) respectively, while the small yellow hawthorn was superior to the rest of the types of hawthorn in terms of its content of flavonoids (36.00 mg quercetin/100 g of fresh weight). Red hawthorn fruits recorded the highest percentage of antioxidant activity, followed by small yellow hawthorn fruits (88.63% and 75.41%), respectively.

Key Words: Hawthorn, Chemical Structure, Antioxidants, Vitamin C, Total Phenols, Flavonoids, Dpph.

Received: 9/8/2022
Accepted: 28/8/2022

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

المقدمة والدراسة المرجعية:

أُثبتت أهمية النباتات في الحفاظ على صحة الانسان وتحسين حياته منذ آلاف السنين، وتستخدم حالياً الكثير من المستخلصات النباتية كمكونات رئيسية في العديد من الأدوية مثل Atropine و Digoxin و Taxol و Colchinine (Craig, 1999, 494)، كما تعتبر النباتات مصادر مهمة لمضادات الأكسدة (Carlsen *et al*., 2010, 3)، والفيتامينات والمعادن (Masamba and Nguten, 2008, 2916)، والألياف الغذائية (Ramulu and Rao, 2003, 681).

يعرف جنس الزعرور *Crataegus* بأنه نوع من النباتات البرية والطبية وينتمي إلى تحت العائلة Maloideae ضمن العائلة Rosaceae، ويعرف باسم Hawthorn، يوجد أكثر من 1000 نوعاً من الزعرور تنتشر في مناطق مختلفة من العالم منها المكسيك وآسيا وأوروبا وكندا وتركيا ومنطقة حوض البحر الأبيض المتوسط وأمريكا الشمالية (Kumar *et al*., 2012, 1188;; Gundogdu *et al*., 2013, 3)، من أهم أنواعه *Crataegus laevigata* و *Crataegus oxyacantha* و *Crataegus monogyna* (Stevens, 2001).

يعرف في أوروبا وآسيا أكثر من 60 نوعاً من الزعرور (Sticher and Meier, 1998, 244)، توجد عدة أنواع من الزعرور في تركيا (Dönmez and Dönmez, 2005, 62)، وفي المكسيك حوالي 13 نوعاً من الزعرور، تستخدم لتغذية الحيوانات، وكنباتات زينة، كما تستخدم ثمار الزعرور في تصنيع بعض أنواع الحلوى والمربيات بسبب احتوائها على نسبة مرتفعة من البكتين (Nieto-Angel, 2007, 44). يطلق على الزعرور في اللهجة المحلية لبعض مناطق المكسيك اسم *Tejocote* والتي تعني حسب تلك اللهجة "فاكهة التفاح الهندي البري الحامضة" (Martinez, 1994, 307).

تكون أشجار بعض أصناف الزعرور شوكية وبعضها الآخر بشكل شجيرات صغيرة، تنمو أشجار الزعرور في المناخات الباردة والمعتدلة (Nieto-Angel, 2007, 45). أزهار الزعرور بيضاء اللون تتفتح في شهري أيار وحزيران وتنضج الثمار في أيلول وتشرين الأول. ثمار الزعرور صالحة للأكل، تتصف بأنها دائرية لها شكل أجاصي تقريباً، يتراوح لون الثمار الناضجة بين الأصفر إلى الأخضر والأحمر والقرمزي (Unal H. G. and Sacilik, 2011, 275). تختلف هذه الألوان حسب درجة النضج وتعود لاحتواء الثمار على الكاروتينويدات والأنثوسيانينات (Xiu-Juan *et al*., 2006, 4)، تحتوي ثمرة الزعرور بذرة خشبية قاسية واحدة (Özcan, 2004, 439).

تستهلك ثمار الزعرور بشكلها الطازج عادة أو كعصير أو كثمار معلبة أو كمربيات (Chang *et al*., 2006, 427)، كما تستخدم ثمار بعض أصناف الزعرور في صناعة الخمور وبعض منتجات الحلوى (Cui *et al*., 2006, 4576).

استخدمت ثمار الزعرور وأوراقه وأزهاره في الطب الشعبي منذ العصور القديمة في كل من الصين وأوروبا خصوصاً لمعالجة أمراض القلب (Jorikova *et al*., 2012, 14496)، ولتنشيط الهضم وتعزيز وظيفة المعدة (Saric-Kundalic *et al*., 2011, 1054)، ولمعالجة أمراض التنكس العصبي، وفي علاج بعض أنواع السرطان، وتدعيم الجهاز المناعي وعلاج اضطرابات القلب والأوعية الدموية (Chang *et al*., 2002, 608). الميزة الهامة لمستخلصات الزعرور هي تأثيرها الإيجابي في معالجة التقلصات العضلية، فهي تزيد من نشاط الخلايا العضلية للقلب، وتؤمن لها التغذية الجيدة وتنظم تدفق الدم وتوسع الشريان التاجي (Ammon and Haendel, 1981, 156).

لثمار لزعرور أهمية طبية عالية نظراً إلى محتواها المرتفع من المركبات الفعالة حيوياً، خاصة المركبات الفينولية (Flavonoids، Proanthocyanidins، Catechins، Phenolic acids، Terpenoids، Essential oils)
(Edwards *et al*., 2012, 16). ذكر Zhang وآخرون (2001، 148) أن الفلافونويدات الرئيسية توجد في ثمار الزعرور هي Hyperoside و Rutin مع وجود كميات صغيرة من مشتقات الكويرستين خاصة الإيزوكويرستين.
درس Garcia-Mateos وآخرون (2013، 1301) محتوى 20 نوعاً من الزعرور من المركبات الفينولية والفلافونويدات وفيتامين C والنشاط المضاد للأكسدة، وتوصل إلى أنه لا يمكن ربط تراكيز هذه المكونات بنوع الزعرور أو صنفه، وأن بعض أنواع الزعرور تكون ذات جودة مرتفعة نتيجة محتواها العالي من المركبات الفعالة حيوياً مما يجعلها أكثر قابلية للاستهلاك والاستخدام للأغراض التجارية.
كما أشار إلى أن محتوى ثمار الزعرور من المركبات الفينولية أعلى منها في الفاكهة الأخرى مثل فاكهة الليتشي (Lychee) والخوخ والفريز مما يعطي ثمار الزعرور قيمة مضافة. يختلف التركيب الكيميائي لثمار الزعرور ومحتواها من المركبات الفينولية تبعاً للظروف المناخية والزراعية والوراثية وعمليات التصنيع، كما تحدد هذه العوامل مدى الفعالية الحيوية لهذه المركبات (Amira *et al*., 2012, 10898). وقد بيّن Chen وآخرون (2009، 883) أن محتوى ثمار الزعرور من الفلافونويدات يشكل حوالي 10 مغ/غ.
إضافة إلى الأهمية الطبية الكبيرة لثمار الزعرور تتمتع ثمار الزعرور بقيمة غذائية عالية لاحتوائها على مكونات غذائية ضرورية مفيدة لجسم الانسان (Tadic *et al*., 2008, 7703)، بينت الدراسات التي تناولت التركيب الكيميائي لثمار الزعرور أنه مصدر غني بالكربوهيدرات والعناصر المعدنية (Demir and Özcan, 2001, 334; Barros *et al*., 2010, 184)، حيث وجد Gundogdu وآخرون (2013، 2) أن ثمار الزعرور تحتوي على فيتامينات B1 وB2 وB6 وC إضافة إلى الحموض الأمينية والسكريات وبيتا كاروتين والحموض العضوية والمركبات الفينولية. كما ذكر Baker (1997، 229) أن ثمار الزعرور مصدر جيد للألياف الغذائية وتحتوي نسبة مرتفعة من البكتين مقارنة ببعض الفاكهة الأخرى.
نتيجة الأهمية الطبية والغذائية الكبيرة لثمار الزعرور، ونظراً لانتشار عدة أصناف من الزعرور البري بكميات وفيرة في سورية، ولعدم وجود دراسات محلية سابقة عن التركيب الكيميائي لأصناف ثمار الزعرور المحلية ومحتواها من المركبات الفعالة حيوياً، فقد هدف هذا البحث إلى دراسة الخصائص الفيزيائية لثلاثة أنواع من الزعرور البري المنتشرة في مناطق مختلفة من سورية، ودراسة تركيبها الكيميائي ومحتواها من المركبات الفعالية حيوياً (الفينولات الكلية، الفلافونويدات، الأنثوسيانينات، فيتامين C) والنشاط المضاد للأكسدة، لتحديد مدى إمكانية الاستفادة من هذه الثمار كمصدر جيد لمكونات غذائية مهمة ومضادات أكسدة طبيعية في تحضير بعض المنتجات الغذائية بدلاً من الاعتماد على المضافات الغذائية ومضادات الأكسدة الصناعية المستخدمة تقليدياً.

مواد البحث وطرائقه:

جمع العينات: تم الحصول على ثلاثة أنواع من ثمار الزعرور من مناطق مختلفة من سورية، (نوع أصفر كبير الحجم *Crataeggus pubescens* تم جمعه من منطقة الحفة في ريف اللاذقية، ونوع أحمر صغير الحجم *Crataegus monogyna* ونوع أصفر صغير الحجم *Crataegus azarolus* جمعا من منطقة الزبداني في ريف دمشق عام 2021. اختيرت الثمار الناضجة والسليمة والمتجانسة في اللون والحجم والخالية من الإصابات الميكانيكية أو أي مظهر من مظاهر الفساد. غسلت الثمار تحت تيار مائي نظيف صالح للشرب، وبعد إزالة جميع آثار مياه الغسيل تم فصل اللب عن البذور يدوياً وحفظت بدرجة حرارة −20 °م

حتى عند موعد إجراء الاختبارات، حيث تمت إذابة الجليد عن الثمار ومزجت جيداً. استخدمت العجينة الناتجة لإجراء الاختبارات الكيميائية المطلوبة.

الاختبارات الفيزيوكيميائية:

تم تحديد الوزن الوسطي لأصناف ثمار الزعرور المدروسة باستخدام ميزان حساسيته 0.01غ نوع Sartorius ألماني الصنع، تم تقطيع الثمار وفصل البذور عن اللب يدوياً، ثم وزن كل من اللب والبذور بشكل منفصل لتقدير نسبة اللب إلى البذور في الثمار، كما تم التعبير عن شكل الثمار من خلال قياس متوسط قطر الثمار (مم) لكل نوع (Ercisli *et al.*, 2015, 84).

المحتوى المائي: قدر محتوى ثمار الزعرور من الماء بتجفيف عينة موزونة على درجة 105° م وفقاً لـ (AOAC, 1995).

المواد الصلبة الذائبة: قدرت المواد الصلبة الذائبة باستخدام جهاز الرفراكتوميتر الضوئي (Carl Roth-DR 201-95) ألماني الصنع.

الجوامد الكلية: قدرت الجوامد الكلية بطرح قيمة المحتوى المائي في ثمار الزعرور (%) من 100. (AOAC, 1995)

الرماد: قدر تركيز الرماد باستخدام مرمدة نوع (Muffle) صينية الصنع على درجة حرارة 550°م وفقاً لـ (AOAC, 1995)

الدسم الكلي: استخدم جهاز سوكسيلت (Biobase SY- 1L4H WATER BATHS) لتقدير تركيز المواد الدسمة باستخدام الهكسان كمذيب وفقاً لـ (AOAC, 1995).

البروتينات: قدر المحتوى من المواد الآزوتية بطريقة كلداهل (AOAC, 1995)، حيث تم هضم عينة موزونة مسبقاً بحمض الكبريت المركز وبوجود مساعدات الهضم لمدة 3 – 4 ساعات، ثم تحويل الآزوت الناتج من عملية الهضم إلى أمونيا بإضافة محلول قلوي مركز NaOH، ثم استقبال الأمونيا في دورق يحتوي حمض كلور الماء ثم المعايرة بماءات الصوديوم معلوم التركيز. اعتمد معامل التحويل 6.25 لحساب نسبة البروتين (%).

الألياف: تم تقدير المحتوى من الألياف حسب (AACC, 1983) رقم 01-10-32، حيث أضيف 50 مل حمض كبريت (1.25%) إلى 1غ من الثمار المطحونة، وبعد التسخين إلى درجة الغليان وترك العينة لمدة 15 دقيقة على هذه الدرجة أضيف 10 مل من ماءات الصوديوم تركيز 10% ثم تركت العينة بدرجة الغليان لمدة 15 دقيقة. جمع الجزء غير المنحل بطريقة الترشيح وتجفيفه ووزنه ثم ترميده لطرح النسبة المتبقية من المعادن.

الحموضة الكلية: قدرت الحموضة الكلية على أساس حمض الماليك بطريقة المعايرة بالقلوي (NaOH 0.1N) (AOAC, 1995).

درجة الـ pH: قدر الرقم الهيدروجيني باستخدام جهاز pH meter (Precisa PH-900) سويسري الصنع.

تقدير اللون: وفقاً لطريقة (Hutchings، 1999)، استخدم جهاز قياس اللون Colorimeter نوع Biobase طراز BCM-200 صيني المنشأ، تم تحديد المؤشر L^* (مؤشر السطوع) وتتراوح قيمه من 0 (الأسود) إلى 100 (الأبيض)، وتتراوح قيمة المؤشر a^* (مؤشر الاحمرار) في المجال بين 100- (الأخضر) و100+ (الأحمر)، أما قيمة المؤشر b^* (مؤشر الاصفرار) فتتراوح بين 100- (الأزرق) إلى 100+ (الأصفر).

الكربوهيدرات الكلية: تم تقدير المحتوى من الكربوهيدرات الكلية بطريقة الفينول – حمض الكبريت (Dubois *et al*., 1956, 353)، حيث تم إضافة 0.1 غ من لب الزعرور إلى 5 مل من حمض كلور الماء (2.5 N)، تركت في حمام مائي بدرجة حرارة 95 م لمدة 3 ساعات ثم أجريت عملية طرد مركزي، استبعد الراسب وأكملت الطبقة الطافية إلى 100 مل بالماء المقطر. أخذ 1 مل من هذا المستخلص وأضيف إلى 0.6 مل من الفينول (5%) ومزجت بعد إضافة 3.6 مل من حمض الكبريت. ترك المزيج مدة 30 دقيقة حتى يبرد وقيست الامتصاصية عند طول موجة 480 نانوميتر. استخدم منحني عياري تم تحضيره باستخدام تراكيز مختلفة من الغلوكوز (10 – 100 مغ/ل).

تقدير العناصر المعدنية: تم تقدير العناصر المعدنية (Na و K و Ca) باستخدام جهاز مطياف اللهب Flame photometer إنكليزي الصنع من شركة BWB حسب الطريقة الموصوفة من قبل (Banerjee P. and Prasad B., 2020)

تقدير المركبات الفعالية حيوياً:

تقدير حمض الأسكوربيك: تم تقدير المحتوى من حمض الأسكوربيك حسب طريقة (Klein and Perry, 1982, 942). وضع 150 مغ من بودرة العينة في 10 مل من حمض ميتافوسفوريك (1%) مدة 45 دقيقة بدرجة حرارة الغرفة، ثم رشحت باستخدام ورق ترشيح Whatman N° 4. مزج 1 مل من الرشاحة مع 9 مل من 2,6-dichloroindophenol وقيست الامتصاصية خلال 30 دقيقة عند طول موجة 515 نانوميتر. تم حساب المحتوى من حمض الأسكوربيك اعتماداً على منحني عياري حضر باستخدام سلسلة تراكيز معلومة من حمض الأسكوربيك L-ascorbic acid (0.006 – 0.1 مغ/مل)، وتم التعبير عن النتائج كـ مغ/100 غ وزن طازج.

الفينولات الكلية: تم الحصول على المستخلص الفينولي حسب (Perez-Jimenez *et al*., 2008, 276) مع إجراء بعض التعديلات. يمكن تلخيص الطريقة بمزج 1غ من لب الفاكهة مع 50 مل من مزيج ميثانول – ماء (1:1 ح/ح) لمدة ساعة. تم فصل الطبقة الطافية وحفظها، مزجت الطبقة الصلبة لمدة ساعة مع مزيج أسيتون – ماء (3:7 ح/ح) بدرجة حرارة الغرفة، تم تثفيل المزيج لمدة 15 دقيقة بسرعة 3000 g. بعد التخلص من الجزء الصلب مزجت الطبقة الطافية مع الطبقة الطافية التي تم الحصول عليها في المرحلة السابقة، ركّز المزيج باستخدام المبخر الدوراني لتجفيف العينة. تم حل المستخلص المجفف في 10 مل ميثانول وحفظ بدرجة حرارة −20 م. قدرت الفينولات الكلية بطريقة المطيافية اللونية باستخدام كاشف فولن Folin-Ciocalteu's phenol reagent حسب (Singleton *et al*., 1999, 156). أخذ 50 ميكروليتر من المستخلص الأسيتوني ومزجت مع 0.25 مل من كاشف فولن و1 مل من محلول كربونات الصوديوم (20% و/ح) وأكمل الحجم إلى 10 مل بالماء المقطر. ترك المزيج بدرجة حرارة الغرفة لمدة ساعتين، وقيست الامتصاصية عند طول موجة 760 نانوميتر باستخدام المطياف الضوئي Optizim 3000 plus (فرنسا). تم التعبير عن النتائج كـ مغ من مكافئ حمض الغاليك لكل غرام من الوزن الطازج للثمار (mg GAE/g fresh weight) من خلال منحني عياري تم تحضيره باستخدام تراكيز متسلسلة من حمض الغاليك.

تقدير الفلافونويدات الكلية: قدرت الفلافونويدات الكلية حسب طريقة (Ordonez *et al*., 2006, 454)، حيث مزج 1 مل من المستخلص مع 1 مل من كلوريد الألمنيوم $AlCl_3$ (2%). بعد 10 دقائق من التحضين، قيست الامتصاصية عند طول موجة 430 نانوميتر. اعتمد المنحني العياري المحضر باستخدام تراكيز معلومة من الكويرستين لتقدير كمية الفلافونويدات. تم التعبير عن المحتوى من الفلافونويدات الكلية كـ مغ مكافئ الكويرستين/100 غ وزن طازج.

تقدير النشاط المضاد للأكسدة: تم تقدير النشاط المضاد للأكسدة في مستخلص ثمار الزعرور بطريقة DPPH (1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl) حيث تعمل المادة المضادة للأكسدة على إرجاع جذر DPPH وإزالة لونه البنفسجي ليصبح لونه أصفر، وبالتالي يمكن تقدير القدرة الإرجاعية لمضاد الأكسدة من خلال قياس انخفاض الامتصاصية بطرق المطيافية الضوئية كما هو موصوف من قبل (Sanchez-Moreno *et al*., 1998, 273). نفذت الطريقة بمزج 3.9 مل من محلول الـ DPPH في الميثانول (0.025 غ/ل) مع 0.1 مل من مستخلص ثمار الزعرور، ثم ترك المزيج في الظلام ثم تمت قراءة الامتصاصية عند طول موجة 515 نانوميتر، واستخدم الميتانول 80% كشاهد. تم حساب الكمية المتبقية من DPPH (%) من خلال العلاقة:

$$\text{النسبة المئوية لكبح الجذور الحرة\%} = (A_s - A_0) / 100 \times A_0$$

حيث: A_0 امتصاصية الشاهد – A_s امتصاصية العينة

تقدير الأنثوسيانينات: تم تقدير الأنثوسيانينات وفقاً لطريقة (Stintzing *et al*., 2002, 6174)، حيث استخدم مزيج ميثانول وحمض HCl (1%) بنسبة (15:85)، ثم قيست الامتصاصية عند طول موجة 516 نانوميتر باستخدام جهاز المطياف الضوئي (Optizim 3000 plus)، تم حساب تركيز الأنثوسيانينات على أساس سيانيدين −3− غليكوزيد (وزنه الجزيئي 448.8) من المعادلة:

$$A=a_{m516}*b*C$$

حيث تشير A إلى الامتصاصية المقروءة، a_m معامل الامتصاص الجزيئي لمركب سيانيدين −3− غليكوزيد، b سماكة الخلية (1 سم)، وتشير C إلى التركيز (مغ/100غ).

التحليل الاحصائي:

تم حساب المتوسطات الحسابية والانحراف المعياري باستخدام النموذج الخطي العام General Linear Model، كما اعتمد البرنامج الإحصائي Minitab 14 لإيجاد الفروق المعنوية بين المتوسطات باستخدام اختبار ANOVA عند مستوى معنوية $p<0.05$ بواقع ثلاثة مكررات لكل تجربة.

النتائج والمناقشة:

الخصائص الفيزيائية لثمار الزعرور:

يوضح الجدول (1) نتائج دراسة الخصائص الفيزيائية لثلاثة أنواع من ثمار الزعرور (أصفر كبير، أصفر صغير، أحمر صغير). اختلفت أوزان الثمار معنوياً بين الأنواع الثلاثة للثمار الكاملة حيث سجلت ثمار الزعرور الصفراء الكبيرة الوزن الأعلى (13.93غ)، تليها ثمار الزعرور الصفراء الصغيرة (1.87 غ) ثم ثمار الزعرور الحمراء الصغيرة (1.38غ). نظراً لانخفاض وزن البذور بالنسبة إلى وزن كامل الثمرة في ثمار الزعرور الصفراء الكبيرة فقد كانت نسبة اللب إلى البذور في هذه الثمار أعلى معنوياً (6.57%) مقارنة مع نسبة اللب إلى البذور في كل من ثمار الزعرور الأصفر الصغير والأحمر الصغير (3.34% و1.91%) على الترتيب، وبالتالي فإن مردود ثمار الزعرور الأصفر الكبير من اللب (86.8%) كانت الأعلى معنوياً بين أنواع ثمار الزعرور المدروسة وكان مردود اللب من ثمار الزعرور الأحمر الصغير (67.39%) هو الأقل بين جميع هذه الأنواع. تبين نتائج البحث أن نسبة اللب إلى البذور لجميع أنواع ثمار الزعرور المدروسة في هذا البحث أعلى من متوسط نفس النسبة لنفس الأنواع من ثمار الزعرور النامية

في تركيا والتي كانت في المجال 1.32 و1.55 حسب (Mironeasa *et al*., 2016, 109). أيضاً كانت ثمار الزعرور الأحمر الأصغر حجماً (من ناحية القطر والارتفاع) بشكل معنوي (12.01 مم و12.44 مم) على الترتيب مقارنة بباقي أنواع ثمار الزعرور المدروسة، أما ثمار الزعرور الأصفر الكبير فقد تفوقت في حجمها على باقي الأنواع حيث بلغ قطرها وارتفاعها (29.89 مم و24.75 مم) على الترتيب، في حين توسط حجم ثمار الزعرور الأصفر الصغير (القطر والارتفاع) بين نوعي الزعرور الآخرين (15.30 مم و13.68 مم) على الترتيب. توافقت الأوزان الكاملة لنوعي الزعرور الأصفر الصغير والأحمر الصغير مع ما ذكره Baytop (1996، 519) بأن وزن الثمار الكاملة لعدة أنواع من الزعرور تراوحت في المجال (0.81 – 2.14 غ). كما توافقت أوزان وأبعاد ثمار الزعرور الأصفر الكبير مع أوزان وأبعاد ثمار نفس النوع من الزعرور *C. pubescens* النامية في المكسيك والتي كان لها لون أصفر، وقطر يتراوح بين 2.1 إلى 3.2 سم، ووزن بين 9 و16 غ (González-Jiménez *et al*., 2018, 4). بينما لم تتوافق الخصائص الشكلية لأي من أنواع الزعرور المدروسة مع ما أشار اليه (Guo and Jiao, 1995, 1132) عند دراسته للخصائص الفيزيائية لعدة أنواع من الزعرور الصيني والتي كان ارتفاع ثمارها في المجال 1.50 – 2.90 مم، وقطرها في المجال (1.60 – 3.60 مم).

تقاربت الخصائص الفيزيائية والشكلية لأنواع الزعرور الأصفر الصغير والأحمر الصغير المدروسة في هذا البحث مع النتائج التي سجلها Gundogdu وآخرون، (2013، 3) والتي حدد فيها بعض الخصائص الفيزيائية (الوزن الكامل للثمرة، وزن البذور، ارتفاع الثمرة، قطر الثمرة) لنفس الأنواع من ثمار الزعرور النامية في تركيا (2.93غ، 0.54 غ، 14.75 مم، 14.80 مم) و(1.35 غ، 0.29 غ، 13.12 غ، 12.55) على الترتيب. يعزى اختلاف الخصائص الفيزيائية لأنواع الزعرور النامية في منطقتنا مقارنةً بنفس النوع من الثمار النامية في مناطق أخرى إلى اختلاف الظروف المناخية والبيئية ونوعية التربة.

الجدول (1): الخصائص الفيزيائية لثلاثة أنواع من ثمار الزعرور

المؤشر	نوع الزعرور		
	أصفر كبير	أصفر صغير	أحمر صغير
عدد البذور	4	2	1
الوزن الكامل (غ)	13.93 ± 0.36^{a}	1.87 ± 0.19^{b}	1.38 ± 0.21^{c}
وزن البذور (غ)	1.84 ± 0.24^{a}	0.43 ± 0.11^{b}	0.45 ± 0.17^{b}
وزن اللب (غ)	12.09 ± 1.81^{a}	1.44 ± 0.37^{b}	0.93 ± 0.15^{c}
نسبة اللب إلى البذور %	6.57 ± 0.95^{a}	3.34 ± 0.41^{b}	1.91 ± 0.09^{c}
المردود من اللب (%)	86.80 ± 2.86^{a}	77.00 ± 2.41^{b}	67.39 ± 3.01^{c}
الارتفاع (مم)	24.75 ± 1.88^{a}	13.68 ± 1.09^{b}	12.44 ± 1.42^{c}
القطر (مم)	29.89 ± 2.31^{a}	15.3 ± 2.55^{b}	12.01 ± 1.97^{c}

تشير الأحرف المختلفة في السطر الواحد إلى وجود فروق معنوية عند مستوى ثقة $p \leq 0.05$

التركيب الكيميائي لثمار الزعرور:

بينت نتائج تقدير التركيب الكيميائي لأنواع الزعرور الثلاثة المدروسة (أصفر كبير، وأصفر صغير، وأحمر صغير) وجود فروق معنوية في محتواها من الرطوبة (الجدول 2)، حيث سجل أعلى محتوى من الرطوبة في نوع الزعرور الأحمر الصغير مقارنة بالأصناف المدروسة الأخرى (75.28%)، بينما كان أقل محتوى من الرطوبة في الزعرور الأصفر الكبير (72.05%)، أما رطوبة الزعرور الأصفر الصغير فكانت (73.13%)، كانت رطوبة ثمار الزعرور للأنواع الثلاثة المدروسة أعلى مما سجله Mironeasa وآخرون (2016، 109) لعدة أنواع من الزعرور والتي كانت وسطياً 69.14%، وأعلى من محتوى الرطوبة في بعض أنواع الزعرور النامي في تركيا وإيران (64.26، 56.88%) على الترتيب (Erfani-Moghadam *et al*., 2016, 249; Ozcan *et al*., 2005, 411).

تميز الزعرور الأصفر الكبير بارتفاع محتواه من المواد الصلبة الذائبة مقارنة مع باقي أنواع الزعرور المدروسة حيث بلغت للزعرور الأصفر الكبير والأصفر الصغير والأحمر الصغير (18.15، 17.09، 16.74%) على الترتيب، وبينت النتائج أن الحموضة الكلية للزعرور الأصفر الصغير كانت الأعلى بين باقي الأنواع (1.59%) بينما لم تسجل فروق معنوية بين الحموضة الكلية للزعرور الأصفر الكبير والزعرور الأحمر الصغير (1.17، 1.16%) على الترتيب. لم يلاحظ وجود فروق معنوية في محتوى نوعي الزعرور الأصفر الكبير والأصفر الصغير من البروتين (4.37، 4.18%) على الترتيب، توافقت نتائج محتوى ثمار الزعرور للأنواع الثلاثة من الحموضة الكلية والمواد الصلبة الذوابة مع ما توصل إليه Gundogdu وآخرون، (2013، 4) لعدة أنواع من الزعرور، حيث تراوحت نسبة الحموضة الكلية فيها ضمن المجال 0.22 – 2.4%، ومحتواها من المواد الصلبة الذائبة الكلية ضمن المجال 2.35 – 20%، بينما لم تتوافق نتائج محتوى الحموضة الكلية لجميع أنواع الزعرور المدروسة مع نتائج كل من Mironeasa وآخرون (2016، 113) و Turkoglu وآخرون (2005،20) و Erfani-Moghadam وآخرون (2016، 248) حيث كان تركيز الحموض الكلية في بعض أنواع الزعرور حوالي 0.46%، وكان محتوى المواد الصلبة الذوابة للأنواع الثلاثة المدروسة أقل مما ذكره Mironeasa وآخرون (2016،114) والذي بلغ في عدة أنواع من الزعرور حوالي 22.19%. يبين الجدول (2) أيضاً قيم درجات الـ pH للأنواع الثلاثة من الزعرور والتي كانت (3.4، 3.32، 3.50) للزعرور الأصفر الكبير والأصفر الصغير والأحمر الصغير على الترتيب، توافقت النتائج التي تم الحصول عليها في هذا البحث مع Balta وآخرون (2006، 532) و Ozcan وآخرون (2005، 411) و Turkoglu وآخرون (2005، 18) حيث أشاروا إلى أن قيم المواد الصلبة الذوابة الكلية ودرجات الـ pH لعدة أنواع من الزعرور تراوحت بين (11.66 – 24.00%) و (3.12 – 4.09) على الترتيب.

أظهرت النتائج أن محتوى الزعرور الأحمر الصغير من الألياف الكلية (8.16%) كان الأقل معنوياً مقارنة بالأنواع الأخرى المدروسة، بينما كانت نسبة الألياف الكلية في الزعرور الأصفر الكبير هي الأعلى معنوياً (9.54%)، أما للزعرور الأصفر الصغير كانت (8.97%). تشير نتائج التركيب الكيميائي لأنواع الزعرور الثلاث المدروسة إلى أن محتواها من المادة الدسمة منخفض وسُجلت فروق معنوية بين محتوى ثمار الزعرور الأصفر الصغير والأحمر الصغير من المادة الدسمة (0.53، 0.35%) على الترتيب، بينما كان محتوى ثمار الزعرور الأصفر الكبير من المادة الدسمة الأعلى معنوياً بين باقي الأنواع (0.92%). أما محتوى ثمار الزعرور من الرماد للأنواع الثلاث فقد كان مرتفعاً نسبياً، حيث سجلت أعلى قيمة للزعرور الأصفر الكبير (2.82%) وأقل قيمة للزعرور الأحمر الصغير (1.68%)، توافقت هذه النتائج مع نتائج Mironeasa وآخرون (2016، 115) الذين وجدوا أن

متوسط محتوى عدة أنواع من ثمار الزعرور من الدسم والرماد كانت 0.80 و1.75% على الترتيب، ولم تتوافق نتائج محتوى الرماد في الأنواع الثلاث من الزعرور مع نتائج Ozcan وآخرون (2005، 410) حيث وجدوا أن تركيز الرماد لأنواع من الزعرور النامية في تركيا بلغت 2.28% للوزن الطازج. احتوت أنواع الزعرور الثلاث على كربوهيدرات كلية في المجال (9.13 – 10.19%) حيث كان أعلى تركيز منها في الزعرور الأحمر الصغير وأقل تركيز منها في الزعرور الأصفر الكبير، وهذه النتائج أقل مما توصل إليه (Mironeasa *et al*., 2016, 114) لعدة أنواع من ثمار الزعرور والتي كان متوسط محتواها من الكربوهيدرات الكلية 24.81%. قد تعود الاختلافات بين التركيب الكيميائي لأنواع الزعرور المدروسة في هذا البحث ونتائج التركيب الكيميائي لأنواع من الزعرور النامية في مناطق أخرى إلى اختلاف العوامل الوراثية ودرجة النضج وتركيب التربة والظروف المناخية والظروف البيئية الأخرى (Gundogdu *et al*., 2014, 3).

الجدول (2): التركيب الكيميائي لثلاثة أنواع من الزعرور

المؤشر الكيميائي	نوع الزعرور		
(%)	أصفر كبير	أصفر صغير	أحمر صغير
رطوبة	72.05 ± 4.88^{a}	73.13 ± 5.31^{b}	75.28 ± 7.51^{c}
الجوامد الكلية	27.95 ± 2.97^{a}	26.87 ± 3.17^{b}	24.72 ± 4.56^{c}
المواد الصلبة الذوابة	18.15 ± 2.14^{a}	17.09 ± 3.09^{b}	16.74 ± 2.08^{b}
دسم	0.92 ± 0.11^{a}	0.53 ± 0.16^{b}	0.35 ± 0.09^{c}
بروتين	4.37 ± 2.07^{a}	4.18 ± 1.35^{a}	3.18 ± 1.74^{b}
رماد	2.82 ± 0.94^{a}	1.86 ± 0.44^{b}	1.68 ± 0.21^{c}
ألياف	9.54 ± 2.63^{a}	8.97 ± 3.02^{b}	8.16 ± 1.64^{c}
كربوهيدرات كلية	9.13 ± 2.18^{a}	9.74 ± 1.77^{b}	10.19 ± 1.08^{c}
حموضة (حمض ماليك)	1.17 ± 0.28^{a}	1.59 ± 0.62^{b}	1.16 ± 0.08^{a}
pH	3.40 ± 0.41^{a}	3.32 ± 0.18^{a}	3.50 ± 0.31^{a}

تشير الأحرف المختلفة في السطر الواحد إلى وجود فروق معنوية عند مستوى ثقة $p \leq 0.05$

المحتوى من العناصر المعدنية:

يوضح الجدول (3) محتوى ثمار الزعرور من العناصر المعدنية على أساس الوزن الطازج، حيث بينت النتائج أن الأنواع الثلاثة من الزعرور غنية بعناصر الصوديوم والبوتاسيوم والكالسيوم. لم يلاحظ وجود فروق معنوية بين محتوى ثمار الزعرور الأصفر الكبير والصغير من عنصر الصوديوم (310، 289 ppm) على الترتيب، بينما تفوق الزعرور الأصفر الصغير في محتواه من عنصر البوتاسيوم على باقي الأنواع (537 ppm)، وكان الزعرور الأحمر الصغير الأقل محتوى من عناصر الصوديوم والبوتاسيوم والكالسيوم (252، 341، 294 ppm) على الترتيب مقارنة بأنواع الزعرور الأخرى. أيضاً تفوقت ثمار الزعرور الأصفر الكبير معنوياً من حيث محتواها من الكالسيوم على الزعرور الأصفر الصغير (466، 411 ppm) على الترتيب. تتوافق نتائج محتوى ثمار الزعرور المدروسة من العناصر المعدنية (Na، Ca) مع ما أكده Margaret and Vickery (1997) بأن العناصر المعدنية Ca و Na هما من العناصر السائدة الموجودة في لب ثمار الزعرور. كما تتوافق مع نتائج Mironeasa وآخرون (2016،

114) الذين بيّنوا أن تراكيز عناصر الصوديوم والكالسيوم في بعض أنواع ثمار الزعرور كانت 264.04 و580.43 ppm على الترتيب، حيث أشاروا إلى أن ثمار الزعرور تشكل مصدراً غنياً بالعناصر المعدنية الصغرى والكبرى التي تسرع عمليات الاستقلاب في الجسم. يتأثر محتوى ثمار الزعرور من العناصر المعدنية بعدة عوامل مثل الصنف وظروف النمو وظروف التخزين والظروف المناخية (Mironeasa *et al*., 2016, 114).

الجدول (3): محتوى أنواع الزعرور من العناصر المعدنية (Na، K، Ca)

العنصر المعدني	نوع الزعرور		
ppm	أصفر كبير	أصفر صغير	أحمر صغير
Na	310 ± 23.11^{a}	289 ± 18.07^{a}	252 ± 29.73^{b}
K	426 ± 44.35^{a}	537 ± 48.93^{b}	341 ± 41.24^{c}
Ca	466 ± 36.33^{a}	411 ± 52.07^{b}	294 ± 27.89^{b}
الناقلية الكهربائية µs	488 ± 62.76^{a}	243 ± 31.01^{b}	691 ± 74.81^{c}

تشير الأحرف المختلفة في السطر الواحد إلى وجود فروق معنوية عند مستوى ثقة $p \leq 0.05$

تحديد مؤشرات اللون لأنواع الزعرور:

يعد اللون والمظهر من العوامل الأساسية التي تحدد جودة الثمار وتجعلها مرغوبة للمستهلك (AL-Hooti and Sidhu, 1997, 259). يعزى اللون الأحمر لثمار الزعرور إلى غناه بالأنثوسيانينات وهي من المركبات الكيميائية التي تؤثر في اللون الأحمر لثمار الزعرور، إضافة إلى أن كل من التركيب الكيميائي للثمار ونوعها يؤثر في لون هذه الثمار (Heber and Bowerman, 2001). تشير نتائج مؤشرات اللون (الجدول 4) إلى عدم وجود فروق معنوية في قيم المؤشر L* (مؤشر السطوع) بين نوعي الزعرور الأصفر الكبير والأصفر الصغير، وكانت قيمة هذا المؤشر بالنسبة لثمار الزعرور الأحمر الصغير الأقل من باقي أنواع الزعرور، وهذا يدل على أن أنواع الزعرور الأصفر الكبيرة والصغيرة أكثر بياضاً من الزعرور الأحمر. بينما تظهر النتائج ارتفاع قيمة المؤشر a* (مؤشر الاحمرار) للزعرور الأحمر معنوياً مقارنة بنوعي الزعرور الآخرين. بينما كانت قيم مؤشر الاصفرار b* لنوعي الزعرور الأصفر الكبير والأصفر الصغير أعلى من قيمة المؤشر b* للزعرور الأحمر. توافقت هذه النتائج مع (Mironeasa *et al*., 2016, 113) لبعض أنواع الزعرور.

الجدول (4): قيم مؤشرات اللون لأنواع الزعرور الثلاثة

المؤشر	نوع الزعرور		
	أصفر كبير	أصفر صغير	أحمر صغير
المؤشر L^{*}	73.66 ± 11.35^{a}	73.35 ± 16.14^{a}	32.38 ± 9.86^{b}
المؤشر a^{*}	12.67 ± 6.92^{a}	13.15 ± 9.08^{a}	44.74 ± 10.87^{b}
المؤشر b^{*}	54.76 ± 7.92^{a}	51.69 ± 9.51^{a}	23.24 ± 5.69^{b}

تشير الأحرف المختلفة في السطر الواحد إلى وجود فروق معنوية عند مستوى ثقة $p \leq 0.05$

المركبات الفعالة حيوياً والنشاط المضاد للأكسدة:

يوضح الجدول (5) محتوى أنواع الزعرور الثلاثة من فيتامين C والفينولات الكلية والفلافونويدات والأنثوسيانينات (على أساس الوزن الطازج)، بينت النتائج تفوق ثمار الزعرور الأصفر الكبير على باقي أنواع الزعرور في محتواها من فيتامين C (14.81 مغ حمض أسكوربيك/100 غ)، بينما سُجل أقل محتوى من فيتامين C في ثمار الزعرور الأصفر الصغير (8.71 مغ حمض أسكوربيك/100 غ). كانت قيم فيتامين C في أنواع الزعرور الأصفر الكبير والأحمر الصغير أعلى مما وجده Gundogdu وآخرون، (2014، 4) لـ 11 نوعاً من الزعرور والتي تراوح محتواها من فيتامين C في المجال (1.56 – 9.42 مغ/100 غ وزن طازج)، بينما كانت أقل مما توصل إليه Garcia-Mateos وآخرون (2013، 1301) الذين بيّنوا أن محتوى فيتامين C في 20 نوعاً من الزعرور تراوح بين 27.51 – 84.15 مغ حمض أسكوربيك/100 غ وزن طازج. تفوقت ثمار الزعرور الأصفر الصغير معنوياً في محتواها من الفلافونويدات (36.00 مغ مكافئ كويرستين /100 غ) على باقي أنواع الزعرور المدروسة، تليها ثمار الزعرور الأحمر الصغير (14.25 مغ مكافئ كويرستين /100 غ)، في حين كان محتوى ثمار الزعرور الأصفر الكبير من الفلافونويدات الأقل معنوياً (7.35 مغ مكافئ كويرستين /100 غ). توافقت نتائج هذا البحث من حيث محتوى الزعرور من الفلافونويدات مع محتوى الفلافونيدات في عدة أنواع من ثمار الزعرور والتي تراوحت بين 5 – 35 مغ مكافئ كويرستين/100 غ وزن طازج (Garcia-Mateos *et al*., 2013, 1302).

أيضاً يوضح الجدول (5) محتوى أنواع الزعرور الثلاث من الفينولات الكلية حيث تفوق الزعرور الأحمر الصغير معنوياً على باقي الأنواع (90 مغ حمض غاليك / 100 غ) بينما كان الزعرور الأصفر الكبير الأقل محتوى من الفينولات الكلية (13.23 مغ حمض غاليك /100 غ)، أما محتوى الزعرور الأصفر الصغير من الفينولات الكلية كان وسطياً بين الأنواع الأخرى من الزعرور (44.11 مغ حمض غاليك/ 100 غ). توافقت نتائج محتوى الفينولات الكلية في أنواع ثمار الزعرور الثلاث مع نتائج (Edward *et al*., 2012, 21) الذين أشاروا إلى أن محتوى الفينولات الكلية في عدة أنواع من الزعرور تراوحت في المجال (1.84 – 248.18 مغ مكافئ حمض غاليك /غ وزن طازج). ذكر Liu وآخرون (2010، 1189) أن محتوى الزعرور الصيني *C. pinnatifida* من الفينولات الكلية كان 96.9 مغ مكافئ حمض الغاليك/غ وزن طازج، وهذا يتقارب مع محتوى الزعرور الأحمر الصغير من الفينولات الكلية، لكنه أعلى من محتوى ثمار الزعرور الأصفر الكبير والأصفر الصغير من هذه الفينولات. أيضاً توافقت نتائج محتوى ثمار الزعرور الأحمر الصغير مع ما وجدهGarcia-Mateos وآخرون (2013، 1303) حيث كان تركيز الفينولات في 20 نوعاً من الزعرور في المجال 52 – 558 مغ مكافئ حمض غاليك /100 غ وزن طازج، في حين كان محتوى ثمار الزعرور الأصفر الكبير والصغير أقل منها في محتواها من الفينولات الكلية.

بلغ النشاط المضاد للأكسدة لأنواع الزعرور الثلاثة (أحمر صغير وأصفر صغير وأصفر كبير) (88.63%، 75.41%، 55.88%) على الترتيب. يلاحظ وجود علاقة بين حجم ثمار الزعرور ونشاطها المضاد للأكسدة من جهة، وبين محتوى ثمار الزعرور ومحتواها من الفينولات الكلية من جهة أخرى. فكلما انخفض حجم الثمار وازداد محتواها من مضادات الأكسدة ازداد نشاطها المضاد للأكسدة. تتوافق هذه الاستنتاجات مع ما أورده Polat وآخرون (2010، 6) حيث أثبتوا أنه ضمن نفس النوع من الفاكهة تميل الثمار الصغيرة لامتلاك كميات أعلى من الفينولات وقدرة مضادة للأكسدة أعلى، حيث يعزى ذلك إلى تركز المركبات ذات

الفعالية الحيوية المرتفعة بكميات كبيرة في منطقة القشرة، والثمار الصغيرة لها مساحة سطح أعلى نسبياً مقارنة مع الثمار الكبيرة. بينما لم يتوافق ذلك مع ما ذكره Usenik وآخرون (2007، 188) بأن النشاط المضاد للأكسدة في بعض الثمار لا يرتبط بمحتواها من الفينولات. كانت القدرة المضادة للأكسدة في جميع أنواع الزعرور المدروسة أعلى مما سجله Keser وآخرون (2014، 53) في دراسته على عدة أنواع من الزعرور حيث تراوحت القدرة المضادة للأكسدة في مستخلصات هذه الأنواع في المجال 27.63–33.24%. أيضاً أبدت جميع أنواع الزعرور المدروسة قدرة مضادة للأكسدة أعلى مما توصل اليه Çalişkan وآخرون (2012، 19) لعدة أنواع من الزعرور والتي كانت وسطياً 27.1 %. يشير اللون الأحمر لثمار الزعرور الأحمر الصغير إلى احتوائه على الأنثوسيانينات، وهذا ما أكدته النتائج الواردة في الجدول (5)، حيث تفوقت ثمار الزعرور الأحمر الصغير معنوياً في محتواها من الأنثوسيانينات (8.37 مغ /100 غ وزن طازج) على باقي أنواع الزعرور المدروسة (الأصفر الكبير والأصفر الصغير) والتي كان محتواها من الأنثوسيانينات قليل جداً (0.23، 0.12 مغ/ 100غ وزن طازج). بشكل عام توافقت نتائج محتوى ثمار الزعرور للأنواع الثلاث المذكور مع ما أوضحه Özyürek (وآخرون 2012، 270) بأن أنواعاً عديدة من الزعرور المنتشرة في تركيا تحتوي تراكيزاً معنوية من مضادات الأكسدة نتيجة لاحتوائها على مركبات فينولية مثل الفلافونويدات والبروسيانيدينات.

الجدول (5): محتوى أنواع الزعرور من المركبات الفعالة بيولوجياً والنشاط المضاد للأكسدة

المركبات الفعالة حيوياً	نوع الزعرور		
	أصفر كبير	أصفر صغير	أحمر صغير
فيتامين C (mg/100g)	14.81 ± 2.42^{a}	8.71 ± 1.31^{b}	10.89 ± 1.76^{c}
فينولات كلية (mg/100g)	13.23 ± 1.51^{a}	44.11 ± 3.07^{b}	90 ± 4.81^{c}
فلافونويدات (mg/100g)	7.35 ± 0.88^{a}	36 ± 3.03^{b}	14.25 ± 2.12^{c}
أنثوسيانينات (mg/100g)	0.23 ± 0.04^{a}	0.12 ± 0.05^{a}	8.37 ± 0.95^{b}
نشاط مضاد للأكسدة (%)	55.88 ± 3.86^{a}	75.41 ± 5.05^{b}	88.63 ± 8.16^{c}

تشير الأحرف المختلفة في السطر الواحد إلى وجود فروق معنوية عند مستوى ثقة $p \leq 0.05$

الاستنتاجات:

- ثمار الزعرور الأصفر الكبير أكثر قابلية للاستهلاك والتصنيع مقارنة بباقي الأنواع نظراً لارتفاع وزنه وارتفاع مردوده من اللب مقارنة بباقي الأنواع (13.93غ و86.80%).
- أظهرت نتائج دراسة التركيب الكيميائي لثلاثة أنواع من ثمار الزعرور أنها مصدراً جيداً من الرماد والألياف والحموض الكلية.
- ثمار الزعرور بأنواعه الثلاثة منخفضة المحتوى من الدسم والبروتين.
- تميزت ثمار الزعرور الأصفر الكبير بارتفاع محتواها من العناصر المعدنية Na وCa (310 و466 ppm) مقارنة بباقي الأنواع، بينما تفوق الزعرور الأصفر الصغير على باقي أنواع الزعرور في محتواه من البوتاسيوم (537 ppm).
- تفوقت ثمار الزعرور الأحمر الصغير على باقي أنواع الزعرور المدروسة من حيث محتواها من الفينولات الكلية والأنثوسيانينات (90 مغ/100غ و8.37 مغ/100غ) على الترتيب، بينما كانت ثمار الزعرور الأصفر الكبير الأعلى محتوى من فيتامين C (14.81 مغ/100غ) مقارنة بأنواع الزعرور الأخرى.
- النشاط المضاد للأكسدة لثمار الزعرور الأحمر الصغير كان الأعلى من بين باقي أنواع الزعرور (88.63%).

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

References:

1. AL-Hooti S., Sidhu J.S. (1997). Objective color measurement of fresh date fruit and processed date products, *Journal of Food Quality*, 20: 257–266.
2. American Association of Cereal Chemist. (1983). Approved Methods of the AACC (8th ed) St, Paul, MN.
3. Amira El., Behija A., Beligh S.E., Lamia M., Manel L., Mohamed I. and Lotfi H. (2012). Effects of the ripening stage on phenolic profi le, phytochemical composition and antioxidant activity of date palm fruit. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, *60*(44), 10896–10902.
4. Ammon H. P. T. and Haendel M. (1981). Crataegus, Toxikologie und Pharmakologie, Teil II Pharmakodynamik, *Planta Med*. 43, 209-239.
5. AOAC (1995). Official Methods of Analysis (16th Ed). AOAC International, Arlington, VA, 16–17.
6. Baker R.A. (1997). Reassessment of Some Fruit and Vegetable Pectin Levels, *Journal of Food Science,* 62(2): 229.
7. Balta MF., Celik F., Turkoglu N., Ozrenk K., Ozgokce F. (2006). Some fruit traits of hawthorn (Crataegus spp.) genetic resources from Malatya, Turkey., *Research Journal of Agriculture and Biological Sciences*, 2(6): 531-536.
8. Barros L., Carvalho A.M. and Ferreira I.C.F.R., (2010). Comparing the composition and bioactivity of Crataegus monogyna flowers and fruits used in folk medicine, *Phytochemical Analysis*, 22: 181‑188.
9. Banerjee P. and Prasad B. (2020). Determination of concentration of total sodium and potassium in surface and ground water using a flame photometer. *Appllied Water Science*.V.10: 106 – 113.
10. Baytop T. (1996). Türkiye'de Bitkiler İle Tedavi (Geçmişte ve Bugün). 3255th edition. İstanbul: İstanbul .niversitesi, Eczacılık Fak. Yayınları. 513–520.
11. Çalişkan O., Gündüz K., Serçe S., Toplu C., Kamiloğlu Ö., Şengül M. and Ercişli S. (2012). Phytochemical characterization of several Hawthorn (*Crataegus* spp.) species sampled from the Eastern Mediterranean region of Turkey. *Pharmacognosy Magazine*. 8(29): 16-21.
12. Carlsen, M.H., Halvorsen, B.L., Holte, K., Bohn, S.K., Dragland, S., Sampson, L., Willey, C., Senoo, H., Umezono, Y., Sanada, C., Ingrid Barikmo, I., Berhe, N., Willett, W.C., Phillips, K.M., Jacobs J. and Blomhoff, D.R.R., (2010). The total antioxidant content of more than 3100 foods, beverages, spices, herbs and supplements used worldwide. *Nutr. J*. 9 (3), 1‑11.
13. Chang Q., Zuo Z., Harrison F. and Chow M.S.S. (2002). Hawthorns: An overview of chemical, pharmacological and clinical studies, *Journal of Clinical Pharmacology*, 42: 605-612,
14. Chang, Q., Zuo, Z., Chow, M.S.S. and Ho, W.K.K., (2006). Effect of storage temperature on phenolics stability in hawthorn (Crataegus pinnatifida var. major) fruits and a hawthorn drink. *Food Chem*. 98, 426‑430.
15. Chen CY., Yang B. and Zhou J. (2009). Study on quality evaluation of hawthorn. *Chin J Exp Tradit Med Formul*.;15(12):1‑4.
16. Craig, W. J. (1999). Health-promoting properties of common herbs. *American Journal of Clinical Nutrition*, 1, (3), 491 - 499.
17. Cui, T.; Li, J.Z.; Kayahara, H.; Ma, L.; Wu, L.X. and Nakamura, K. (2006). Quantification of the polyphenols and triterpene acids in Chinese hawthorn fruit by high-performance liquid chromatography. *J. Agric. Food Chem.*, 54, 4574–4581.
18. Demir F. and Özcan M., (2001). Chemical and technological properties of rose (Rosa canina L) fruits grown wild in Turkey, *Journal of Food Engineering*, 47: 333‑336.

19. Dönmez A.A.and Dönmez E.O. (2005). *Crataegus turcicus* (Rosaceae), a new species from NE Turkey, *Ann. Bot. Fennici.* 42, 61-65.
20. Dubois M., Gilles K.A., Hamilton J.K., Rebers P.A., and Smith F. (1956). Colorimetric method for determination of sugars and related substances. Analytical Chemistry, 28, (3): 350–356.
21. Edwards, J. E., Paula P. N., Brown N., Talent N., Dickinson T. A. and Shipley P. R. (2012). A review of the chemistry of the genus *Crataegus.* Phytochemistry 79:5-26.
22. Ercisli S., Yanar M., Sengul M., Yildiz H., Topdas E. F., Taskin T., Zengin Y. and Yilmaz K.U. (2015). Physico-chemical and biological activity of hawthorn (Crataegus spp. L.) fruits in Turkey, *Acta Scientiarum Polonorum. Hortorum Cultus,* 14(1): 83-93.
23. Erfani-Moghadam J., Mozafari M. and Fazeli A. (2016). Genetic variation of some hawthorn species based on phenotypic characteristics and RAPD marker, *Biotechnology & Biotechnological Equipment*, 30(2): 247-253.
24. Garcia-Mateos R., Ibarra-Estrada E. and Nieto-Angel R. (2013). Antioxidant compounds in Hawthorn fruits (Crataegus spp.) of Mexico. *Revista Mexicana de Biodiversidad*. 84: 1298-1304.
25. González-Jiménez, F.E.; Salazar-Montoya, J.A.; Calva-Calva, G. and Ramos-Ramírez, E.G. (2018). Phytochemical characterization, in vitro antioxidant activity, and quantitative analysis by micellar electrokinetic chromatography of hawthorn (*Crataegus pubescens*) fruit. *Journal of Food Quality*. 2018(22): 1-11.
26. Gundogdu M., Ozrenk K., Ercisli S., Kan T., Kodad O. and Hegedus A., (2013). Organic acids, sugars, vitamin C content and some pomological characteristics of eleven hawthorn species (Crataegus spp) from Turkey, *Biological Research*, 47 (1): 1-5.
27. Guo TJ. and Jiao PJ., (1995). Hawthorn (Crataegus) resources in China, *HortScience*, 30: 1132-1134.
28. Hutchings J.B. (1999). Food Color and Appearance, 2nd edition, Aspen Publishers, Gaithersburg,
29. Jorikova T., Sochor J., Rop O., Mlcek J., Balla S., Szekeres L., Adam V. and Kizek R, (2012). Polyphenolic Profile and Biological activity of Chinese Hawthorn (Crataegus pinnatifida Bunge) Fruits, *Molecules*, 17: 14490-14509.
30. Keser S., Celik S., Turkoglu S., Yilmaz Ö. and Turkoglu I. (2014). The investigation of some bioactive compounds and antioxidant properties of hawthorn (Crataegus monogyna subsp. monogyna Jacq). *Journal of Intercultural Ethnopharmacology*. 3(2): 51-56.
31. Klein BP, Perry AK. 1982. Ascorbic acid and vitamin A activity in selected vegetables from different geographical areas of the United States. *J Food Sci* 47: 941‑945.
32. Kumar, D., Arya, V., Bhat, Z.A., Khan, N.A. and Prasad, D.A. (2012). The genus *Crataegus*: chemical and pharmacological perspectives. *Revista Brasileira de Farmacognosia*, *22*(5), 1187–1200.
33. Liu PZ., Yang B. and Kallio H. (2010). Characterization of phenolic compounds in Chinese hawthorn (Crataegus pinnatifida Bge. var. major) fruit by high performance liquid chromatography‑electrospray ionization mass spectrometry. *Food Chem.*; 121(4): 1188‑97.
34. Margaret L., Vickery B. (1997). Plant Products of Tropical Africa, Macmillan in College Edition, London.
35. Martínez, M. (1994). Catalogo de nombres vulgares ycientíficos de plantas mexicanas. *Fondo de Cultura Económica, Mexico*, D. F. 1247.
36. Masamba, K.G. and Nguyen, M., (2008). Determination and comparison of vitamin C, calcium and potassium in four selected conventionally and organically grown fruits and vegetables. *Afr. J. Biotechnol*. 7 (16), 2915‑2919.
37. Mironeasa S., Sănduleac T.E. and Iuga M, (2016). Physico-chemical characteristics, antioxidant activity and minerals content of hawthorn fruits from Suceava County, V(XV), 2: 108 ‑ 116.

38. Nieto-Angel, R. (2007). Coleccion, conservacion ycaracterización del tejocote (*Crataegus* spp.). *In* Frutales nativos, un recurso fitogenético de México, R. Nieto-Ángel (ed.). Universidad Autónoma Chapingo-Servicio Nacional de Inspeccion y Certificación de Semillas (Snics-Sagarpa), *Chapingo, Mexico*. 25: 107.
39. Ordonez AA, Gomez JD, Vattuone MA, and Lsla MI. (2006). Antioxidant activities of Sechium edule (Jacq.) Swartz extracts. *Food Chem*; 97:452–8.
40. Özcan M., (2004). Mineral Contents of some Plants used as condiments in Turkey, *Food Chemistry*, 84: 437-440.
41. Ozcan, M., Hacısefero, H., Marakoglu, T. and Arslan, D., (2005). Hawthorn (Crataegus spp.) fruit: some physical and chemical properties. *J. Food Eng*. 69, 409‑413.
42. Özyürek M, Bener M, Güçlü K, Dönmez A, Süzgeç-Selçuk S, Pırıldar S, Meriçli A. and Apak R. (2012). Evaluation of Antioxidant Activity of *Crataegus* Species Collected from Different Regions of Turkey. *j Records of natural products* 6:3 263-277.
43. Perez-Jimenez J., Arranz S. and Tabernero M. (2008). Updated methodology to determine antioxidant capacity in plant foods, oils and beverages: extraction, measurement and expression of results, *Food Research International*, 41, (4):, 274–285.
44. Polat AA, Calişkan O, Serçe S, Saraçoğlu O, Kaya C, Ozgen M. (2010). Determining total phenolic content and total antioxidant capacity of loquat cultivars grown in Hatay. *Pharmacogn Mag*. 6, 5-8.
45. Ramulu, P. and Rao, P.U., (2003). Total, insoluble and soluble dietary fiber contents of Indian fruits. *J. Food Comp. Anal*. 16 (6), 677‑685.
46. Sanchez-Moreno C., Larrauri J. A., and Saura-Calixto F. (1998). A procedure to measure the antiradical efficiency of polyphenols, *Journal of the Science of Food and Agriculture*, vol. 270, no. 2, pp. 270–276.
47. Saric-Kundalic, B., Dobes, C., Klatte-Asselmeyer, V. and Saukel, J., (2011). Ethnobotanical survey of traditionally used plants in human therapy of east, north and northeast Bosnia and Herzegovina. *J. Ethnopharmacol*. 133, 1051‑1076.
48. Singleton, V.L., Orthofer, R. and Lamuela-Raventos, R.M. (1999). Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin-Ciocalteu reagent. Oxidants and Antioxidants, *PT A Book Series: Methods in Enzymology*, *299*, 152–178.
49. Stevens, P.F., (2001). Angiosperm phylogeny website. Version 9. Available from: http://www.mobot.org/MOBOT/research/APweb/ (accessed 17.02.11).
50. Sticher O. and Meier, B., (1998). Hawthorn (Crataegus): biological activity and new strategies for quality control, *In Phytomedicines of Europe*, Chemistry and Biological Activity (ACS Symposium Series 691), L.D. Lawson and R. Bauer (Eds.). American Chemical Society, Washington, D.C., pp. 241‑262,
51. Stintzing, F. C., Carle, R., Frei, B. and Wrolstad, RE. (2002). Color and antioxidant properties of cyanidin-based anthocyanin pigments. *Agricultural and Food Chemistry*, 50, 6172-6180.
52. Tadic, VM., Dobric, S., Markovic, GM., Dordevic, SM., Arsic IA., Menkovic NR. And Stevic T. (2008). Anti-inflammatory, gastroprotective, free-radicalscavenging, and antimicrobial activities of hawthorn berries ethanol extract, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 56: 7700‑7709.
53. Turkoglu N., Kazankaya A. and Sensoy RI. (2005). Pomological characteristics of hawthorn species found in Van Region, *Journal of Agricultural Sciences*, 15: 17-21.
54. Unal H. G. and Sacilik K., (2011). Drying characteristics of hawthorn fruits in a convective hot-air dryer, *Journal of Food Processing and Preservation*, 35(2): 272‑279.
55. Usenik V., Fabric J., Stampar F. Sugars. (2007). Organic acids, phenolic composition and antioxidant activity of sweet cherry (*Prunus avium* L.). *Food Chem*., 107:185-92.

56. Xiu-Juan Q., Shan-Kun X., Zuo-Xuan L. and Zhang L., (2006). Dynamic chances of mineral elements and skin pigments of hawthorn fruits during its development process and their correlation, *Journal of Fruit Science*, 1-6.
57. Zhang, Z. S., Chang, Q., Zhu, M., Huang, Y., Ho, W. K. K. and Chen, Z. Y. (2001). Characterization of antioxidants present in Hawthorn fruits. *Journal of Nutritional Biochemistry*, 12, (3), 144-152.