المملكة العربية السعودية
جامعة الملك سعود
كلية علوم الأغذية والزراعة
قسم علوم الأغذية والتغذية

كمية ونشاط وثباتية مركبات مضادات الأكسدة المستخلصة من ثمار وعصير وقشور الرمان (النوع الطائفي)

Content, Activity and Stability of Antioxidant Compounds Extracted from Fruits, Juice and Peel of Pomegranate (Type Tafi)

قدمت هذه الرسالة استكمالاً لمتطلبات الحصول على درجة ماجستير العلوم في علوم الأغذية - قسم علوم الأغذية والتغذية - كلية علوم الأغذية والزراعة - جامعة الملك سعود

أعدها الطالب

محمد أحمد قاسم السباعي

إشراف

د/ محمد بن عبد الله الفواز

1434 هـ - 2013 م

بسم الله الرحمن الرحيم

كمية ونشاط وثباتية مركبات مضادات الأكسدة المستخلصة من ثمار وعصير وقشور الرمان (النوع الطائفي)

Content, Activity and Stability of Antioxidant Compounds Extracted from Fruits, Juice and Peel of Pomegranate (Type Tafi)

إعداد

(محمد احمد قاسم السباعي)

نوقشت هذه الرسالة بتاريخ 4/ 6 /1434 هـ الموافق 14 / 4 /2013 م

وتم إجازتها

المشرف الرئيس

د/ محمد بن عبد الله الفواز

أعضاء لجنة الحكم

أ.د/ مسفر بن محمد الدقل

د/ محمد بن صالح العمري

الإهداء

إلى المعلم والمربي الأول في حياتي

والدي حفظة الله

إلى من قدمت لي الرعاية والتشجيع

والدتي الغالية

إلى من مد يد العون لي

أخي وأخواتي

إلى من منحتني الكثير من وقتها وشاطرتني مشوار كتابتي الرسالة

زوجتي

إلى بسمة الحاضر و أمل المستقبل

ابنتي هيا

إلى كل من ينشد الجودة في عملة أهدى ثمرة جهدي المتواضع

شكر وتقدير

الحمد لله الذي أعانني على إتمام هذه الدراسة، ويسر لي الوقت والجهد والعزيمة أنه على كل شيء قدير، والصلاة والسلام على اشرف خلق الله أجمعين ،،،،،،،،

أتقدم ببالغ الامتنان والشكر إلى كل الأيادي التي مدت لمساعدتي والوقوف إلى جانبي، وان كنت شاكرا فكيف لي أن أبدا بغير إستادي الفاضل الدكتور محمد بن عبد الله الفواز الذي زودني بارشاداتة العلمية ومعرفته المتراكمة، والذي قام بتوجيهي والإشراف على عملي، وأتقدم بجزيل الشكر إلى أعضاء لجنة المناقشة ممثلة بالأستاذ الدكتور مسفر محمد الدقل والدكتور محمد صالح العمري على تفضلهم بقبول مناقشة هذه الرسالة وتجشمهم عناء قراءتها. ولا أنسى أن أتقدم بجزيل الشكر إلى الدكتور عاطف أنور ابو عرب والأستاذ مروان يوسف عبد الفتاح والدكتور امين ابو الخير على ما قدماه من مساعدات سواء علمية أو عمليه.

كما أتقدم بوافر الاحترام والتقدير إلى جامعة الملك سعود وجامعة إب، ولا انسى ان اتقدم بالشكر إلى الدكتورين العزيزين محمد مصلح الأشول ومختار عبده محمد الحكيمي، وإلى الأستاذ والصديق العزيز على حمود الورافي، والشكر والامتنان موصول إلى أخي العزيز عبد الرحمن احمد السباعي وكذلك إلى كل من قدم لي يد العون.

والسلام الله الشرفين

الباحث

محمد احمد قاسم السباعي

شكر لمدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

كثيرة هي الأيادي البيضاء والشريفة المتفانية على نسج حلم الأمة ورسم أفاق مستقبلها المشرق الوضاء، وبعيدة عن الأضواء تواصل عطاءها وتعطره بالحب والإخلاص تلك هي مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية التي نلت شرف دعمها المادي السخي لإنجاز رسالتي الموسومة بعنوان كمية ونشاط وثباتية مركبات مضادات الأكسدة المستخلصة من ثمار وعصير وقشور الرمان (النوع الطائفي) برقم (ت- ط-11- 0566)، على أكمل وجه والتي تستحق مني الاعتراف بالجميل وأن ادون بين احضان رسالتي كلمة شكر وعرفان راجيا من الله العلي القدير أن ينفع بهذه المؤسسة الرائدة البشرية جمعا وأن تواصل على درب الخير العلمي عطائها للمضي قدما نحو النهضة العلمية في كافة الميادين.

مدينة الملك عبدالعزيز
للعلوم والتقنية KACST

الملخص

هدفت الرسالة إلى دراسة كمية ونشاط وثباتية مركبات مضادات الأكسدة المستخلصة من ثمار وعصير وقشور الرمان الطائفي (السعودي واليمني)، وتم التحقق من ذلك عن طريق دراسة تأثير تدرج القطبية لمذيبات الاستخلاص على نسبة الاستخلاص وكمية الفينولات الكلية ونشاط مضادات الأكسدة. استخدمت المذيبات (ميثانول، إيثانول، أسيتون، ماء، إيثايل أسيتات، أسيتون 50%، إيثانول 50%، ميثانول 50%)، وعلى أساس ذلك تم تحديد المذيب المناسب. اختبرت الثباتية الحرارية لمستخلصات ثمار كاملة وعصير وقشور الرمان باستخدام فرن حراري على درجة حرارة (185 م^{o})، بفترات زمنية مختلفة (60, 50, 40, 30, 20, 10, 0) دقيقة، وكذلك تقدير مقدرة المستخلصات على حماية زيت فول الصويا ضد الأكسدة، وذلك عن طريق إجراء اختبار فرن شال وإجراء اختبار التزنخ بتقدير كمية المالونالدهايد عن طريق اختبار حمض الثايوباربيوترك بفترات زمنية (12, 10, 8, 6, 4, 2, 0) يوم.

أظهرت النتائج أن أعلى نسبة استخلاص وجدت عند استخدام مذيب الأسيتون 50%، عند مستوى معنوية ($p\leq0.05$)، ففي ثمار الرمان الطائفي السعودي كانت (0.35±65.17%)، وفي ثمار الرمان الطائفي اليمني كانت (0.06±67.03%)، وفي عصير الرمان السعودي كانت (0.66±77.70%)، بينما في عصير الرمان اليمني كانت (1.25±80.60%)، وفي قشور الرمان السعودي كانت (0.96±54.40%)، بينما في قشور الرمان اليمني كانت (1.42±55.63%).

بينت النتائج ارتفاع كمية الفينولات الكلية في مستخلصات مذيب الأسيتون حيث كانت في مستخلصات ثمار الرمان السعودي (0.62±12.90 جم جاليك/ 100 جم مستخلص مجفف)، وفي

مستخلصات ثمار الرمان اليمني (9.18±0.25 جم جاليك/ 100 جم مستخلص مجفف)، بينما في مستخلصات قشور الرمان السعودي (32.27±0.92 جم جاليك/ 100 جم مستخلص مجفف)، وفي مستخلصات قشور الرمان اليمني (30.90±0.87 جم جاليك/ 100 جم مستخلص مجفف)، بينما ارتفعت كمية الفينولات الكلية في عصير الرمان عند استخدام مذيب الأسيتون 50% حيث كانت في مستخلصات عصير الرمان السعودي (1.07±0.03 جم جاليك/ 100 جم مستخلص مجفف)، وفي مستخلصات عصير الرمان اليمني (1.23±0.06 جم جاليك/ 100 جم مستخلص مجفف)، ولوحظ ارتفاع وانخفاض نشاط مضادات الأكسدة في المستخلصات كما هو الحال في كمية الفينولات الكلية حسب المذيبات المختلفة.

كما أوضحت نتائج الثبات الحراري لثمار الرمان السعودي المستخلصة بمذيب الأسيتون أن نسبة الانخفاض في كمية الفينولات الكلية بلغت (98.22%) بعد 60 دقيقة، ولمستخلصات ثمار الرمان اليمني كانت (98.10%)، أما مستخلصات ثمار الرمان السعودي المستخلصة بمذيب الأسيتون 50% بلغت نسبة الانخفاض في كمية الفينولات الكلية (99.237%)، وفي مستخلصات ثمار الرمان اليمني كانت (99.67%) بعد 60 دقيقة. بينما بلغت نسبة الارتفاع في كمية الفينولات الكلية لمستخلصات عصير الرمان السعودي بمذيب الأسيتون 50% (236.65%)، بينما في عصير الرمان اليمني بلغت نسبة الارتفاع في كمية الفينولات الكلية (184.46%) بعد الدقيقة العاشرة. أظهرت نتائج الثبات الحراري لمستخلصات قشور الرمان السعودي واليمني انخفاض، ولكن بدرجة أقل، حيث بلغت نسبة الانخفاض في كمية الفينولات الكلية لمستخلصات قشور الرمان السعودي (47.72%)، وبينما بلغت نسبة الانخفاض في كمية الفينولات الكلية لمستخلصات قشور الرمان اليمني (56.93%) بعد 60 دقيقة، بينما

لمستخلصات قشور الرمان السعودي بمذيب الأسيتون 50% (99.09%)، ولمستخلصات قشور الرمان اليمني بلغت (99.314%) بعد 60 دقيقة، ولوحظ ارتفاع وانخفاض نشاط مضادات الأكسدة بعد كل معاملة كما هو الحال في كمية الفينولات الكلية.

تمثل مستخلصات الأسيتون والأسيتون 50% للثمار كاملة وعصير الرمان (سعودي ويمني)، حماية لزيت فول الصويا أقل مقارنة بمضاد الأكسدة الاصطناعي (BHT). بينما أظهرت مستخلصات قشور الرمان سواء (سعودي ويمني) المستخلصة بمذيب الأسيتون بالتراكيز (400 - 800 - 1000 جزء بالمليون) ومذيب الأسيتون 50% بالتراكيز (800 - 1000 جزء بالمليون) حماية أفضل لزيت فول الصويا ضد الأكسدة مقارنة مع مضاد الأكسدة الاصطناعي (BHT).

ارتفعت كمية الفينولات الكلية ونشاط مضادات الأكسدة في أشجار الرمان المزروعة في المملكة العربية السعودية عن المزروعة في الجمهورية اليمنية، وأظهرت مستخلصات الأسيتون لقشور الرمان سواء (سعودي أو يمني) مقاومة للحرارة (185 م^{o}). أظهرت التراكيز (400- 800- 1000 جزء بالمليون) من مستخلصات قشور الرمان (بمذيب الأسيتون) والتراكيز (800- 1000 جزء بالمليون) من مستخلصات قشور الرمان المستخلصة بمذيب (الأسيتون50%) حماية أفضل لزيت فول الصويا مقارنة مع مضاد الأكسدة الاصطناعي (BHT).

المحتويات

الملخص.....أ

المحتويات ..... د

قائمة الجداول.....ط

قائمة الملاحق .....ك

قائمة الصور.....ن

المقدمة 1

أهداف البحث 4

الدراسات السابقة 5

مضادات الأكسدة..... 6

آلية عمل مضادات الأكسدة 6

أنواع مضادات الأكسدة..... 8

مضادات الأكسدة الطبيعية.....10

مركبات مضادات الأكسدة الاصطناعية.....26

كمية مضادات الأكسدة المسموح بها في الأغذية 29

القدرة الكلية لمضادات الأكسدة Total Antioxidant Capacity (TAC).....30

الرمان Pomegranate 30

أهم أصناف الرمان 31

الصفات الفيزيائية والكيميائية لثمار الرمان..... 32

استخلاص مركبات مضادات الأكسدة من الرمان 33

كمية ونشاط مضادات الأكسدة في مستخلصات الرمان 34

دور مستخلصات الرمان في ثباتية الزيوت والدهون 41

المواد وطرق العمل..... 47

إعداد وجمع العينات..... 48

الاستخلاص 49

تقدير الفينولات الكلية..... 49

تقدير نشاط مضادات الأكسدة 50

تقدير الثبات الحراري لمستخلصات ثمار وعصير وقشور الرمان..... 50

تقدير تأثير نوع مستخلص الرمان على ثباتية زيت فول الصويا..... 51

اختبار حمض الثايوباربيوتريك Thiobarbituric acid (TBA) 51

تصميم التجربة..... 52

التحليل الإحصائي 53

النتائج والمناقشات.....55

أوزان ثمار وعصير وقشور الرمان.....56

تقدير نسبة الاستخلاص 59

أولاً: نسبة الاستخلاص في ثمار الرمان كاملة.....59

ثانياً: نسبة الاستخلاص في عصير الرمان.....61

ثالثاً: نسبة الاستخلاص في قشور الرمان 61

تقدير الفينولات الكلية 64

أولاً: كمية الفينولات الكلية في ثمار الرمان كاملة 64

ثانياً: كمية الفينولات الكلية في عصير الرمان 66

ثالثاً: كمية الفينولات الكلية في قشور الرمان.....67

تقدير نشاط مضادات الأكسدة.....69

أولاً: نشاط مضادات الأكسدة في ثمار الرمان 69

ثانياً: نشاط مضادات الأكسدة في عصير الرمان 69

ثالثاً: نشاط مضادات الأكسدة في قشور الرمان.....71

الثبات الحراري لمضادات الأكسدة المستخلصة من ثمار وعصير وقشور الرمان.....73

أولاً: الثبات الحراري لمستخلصات ثمار الرمان كاملة 73

ثانياً: الثبات الحراري لمستخلصات عصير الرمان 77

ثالثاً: الثبات الحراري لمستخلصات قشور الرمان 80

تقدير تأثير المستخلصات على ثباتية زيت فول الصويا.....85

أولاً: تأثير مستخلصات ثمار الرمان على ثباتية زيت فول الصويا 85

ثانياً: تأثير مستخلصات عصير الرمان على ثباتية زيت فول الصويا 90

ثالثاً: تأثير مستخلصات قشور الرمان على ثباتية زيت فول الصويا.....93

الاستنتاجات 100

التوصيات 101

المراجع..... 102

المراجع العربية 103

المراجع الانجليزية 105

الملاحق 118

الملخص الانجليزي..... 135

قائمة الإشكال

شكل (1) آلية عمل مضاد الأكسدة الاصطناعي بايوتيل هيدروكسي انيسول (BHA). 7

شكل (2) آلية التخلص من الأكسجين بواسطة ألفا توكوفيرول. 8

شكل (3) التركيب الكيميائي لمجاميع مركبات حمض الفينول..... 11

شكل (4) الصيغ الكيميائية لبعض المركبات الفلافونويدية. 13

شكل (5) التركيب الكيميائي للكاتشين. 14

شكل (6) التركيب الكيميائي للانثوسيانينات..... 15

شكل (7) التركيب الكيميائي للمركبات الأميدية عديدة الفينولات Polyphenolic Amides..... 16

شكل (8) التركيب الكيميائي لبعض مضادات الأكسدة الاصطناعية المستخدمة في المنتجات الغذائية. 27

شكل (9) مخطط تصميم التجربة..... 54

قائمة الجداول

جدول (1) المحتوى الكلي من الفينولات في بعض أنواع الحبوب. 20

جدول (2) المحتوى الكلي من الفينولات والفلافونويدات في بعض الخضروات. 21

جدول (3) المحتوى الكلي من الفينولات في بعض الأعشاب. 22

جدول (4) المحتوى الكلي من الفينولات والفلافونويدات في بعض ثمار الفواكه. 24

جدول (5) المحتوى الكلي للفينولات في بعض المكسرات. 25

جدول (6) أوزن الثمار والحبات والقشور في عينات الرمان الطائفي..... 57

جدول (7) النسبة المئوية للرطوبة في عينات الرمان الطائفي. 58

جدول (8) تأثير تدرج قطبية المذيبات على نسبة الاستخلاص (جم مستخلص مجفف/ 100 جم رمان مجفف) في ثمار الرمان الطائفي..... 60

جدول (9) تأثير تدرج القطبية للمذيبات على كمية الفينولات الكلية (جم جاليك/ 100 جم مستخلص مجفف) في ثمار الرمان الطائفي..... 65

جدول (10) تأثير تدرج قطبية المذيبات على النسبة المئوية لنشاط مضادات الأكسدة (تثبيط مركب DPPH) في ثمار الرمان الطائفي. 70

جدول (11) تأثير الثبات الحراري عند (185 م^{o}) لمضادات الأكسدة المستخلصة من ثمار الرمان الطائفي على كمية الفينولات الكلية (جم جاليك/ 100 جم مستخلص مجفف)..... 74

جدول (12) نشاط مضادات الأكسدة (كنسبة مئوية) لمستخلصات ثمار الرمان الطائفي بفترات مختلفة من زمن التسخين عند 185 م^{o}. 76

جدول (13) تأثير الثبات الحراري عند (185 م^{o}) لمضادات الأكسدة المستخلصة من عصير الرمان الطائفي على كمية الفينولات الكلية (جم جاليك/ 100 جم مستخلص مجفف).....78

جدول (14) نشاط مضادات الأكسدة (كنسبة مئوية) لمستخلصات عصير الرمان الطائفي بفترات مختلفة من زمن التسخين عند 185 م^{o}.....80

جدول (15) تأثير الثبات الحراري عند 185 م^{o} لمضادات الأكسدة المستخلصة من قشور الرمان الطائفي على كمية الفينولات الكلية (جم جاليك/ 100 جم مستخلص مجفف). 82

جدول (16) نشاط مضادات الأكسدة (كنسبة مئوية) لمستخلصات قشور الرمان الطائفي بفترات مختلفة من زمن التسخين عند 185 م^{o}.....84

جدول (17) تأثير مضادات الأكسدة المستخلصة من ثمار الرمان الطائفي بواسطة بمذيب الأسيتون على اكسدة (تزنخ) زيت فول الصويا باستخدام طريقة اختبار حمض الثايوباربيوترك (TBA). 86

جدول (18) تأثير مضادات الأكسدة المستخلصة من ثمار الرمان الطائفي بواسطة بمذيب الأسيتون 50% على اكسدة (تزنخ) زيت فول الصويا باستخدام طريقة اختبار حمض الثايوباربيوترك (TBA)..89

جدول (19) تأثير مضادات الأكسدة المستخلصة من عصير الرمان الطائفي بواسطة بمذيب الأسيتون 50% على اكسدة (تزنخ) زيت فول الصويا باستخدام طريقة اختبار حمض الثايوباربيوترك (TBA)..91

جدول (20) تأثير مضادات الأكسدة المستخلصة من قشور الرمان الطائفي بواسطة بمذيب الأسيتون على اكسدة (تزنخ) زيت فول الصويا باستخدام طريقة اختبار حمض الثايوباربيوترك (TBA). 94

جدول (21) تأثير مضادات الأكسدة المستخلصة من قشور الرمان الطائفي بواسطة بمذيب الأسيتون 50% على اكسدة (تزنخ) زيت فول الصويا باستخدام طريقة اختبار حمض الثايوباربيوترك (TBA). .96

قائمة الملاحق

الشكل (1) تأثير تدرج قطبية المذيبات على نسبة الاستخلاص (جم مستخلص مجفف/ 100 جم رمان مجفف) في ثمار الرمان الطائفي..... 119

الشكل (2) تأثير تدرج قطبية المذيبات على نسبة الاستخلاص (جم مستخلص مجفف/ 100 جم رمان مجفف) في عصير ثمار الرمان الطائفي. 119

الشكل (3) تأثير تدرج قطبية المذيبات على نسبة الاستخلاص (جم مستخلص مجفف/ 100 جم رمان مجفف) في قشور ثمار الرمان الطائفي..... 120

الشكل (4) تأثير تدرج القطبية للمذيبات على كمية الفينولات الكلية (جم جاليك/ 100 جم مستخلص مجفف) في ثمار الرمان الطائفي. 120

الشكل (5) تأثير تدرج القطبية للمذيبات على كمية الفينولات الكلية (جم جاليك/ 100 جم مستخلص مجفف) في عصير الرمان الطائفي. 121

الشكل (6) تأثير تدرج القطبية للمذيبات على كمية الفينولات الكلية (جم جاليك/ 100 جم مستخلص مجفف) في قشور ثمار الرمان الطائفي..... 121

الشكل (7) تأثير تدرج قطبية المذيبات على النسبة المئوية لنشاط مضادات الأكسدة (تثبيط مركب DPPH) في ثمار الرمان الطائفي. 122

الشكل (8) تأثير تدرج قطبية المذيبات على النسبة المئوية لنشاط مضادات الأكسدة (تثبيط مركب DPPH) في عصير الرمان الطائفي..... 122

الشكل (9) تأثير تدرج قطبية المذيبات على النسبة المئوية لنشاط مضادات الأكسدة (تثبيط مركب DPPH) في قشور ثمار الرمان الطائفي. 123

الشكل (10) تأثير الثبات الحراري عند 185 م° لمضادات الأكسدة المستخلصة من ثمار الرمان الطائفي مذيب الأسيتون على كمية الفينولات الكلية (جم جاليك/100 جم مستخلص مجفف). 123

الشكل (11) تأثير الثبات الحراري عند 185 م° لمضادات الأكسدة المستخلصة من ثمار الرمان الطائفي بواسطة مذيب الأسيتون 50% على كمية الفينولات الكلية (جم جاليك/ 100 جم مستخلص مجفف). 124

الشكل (12) نشاط مضادات الأكسدة (تثبيط مركب DPPH) لمستخلصات ثمار الرمان الطائفي بمذيب الأسيتون بمستويات مختلفة من زمن التسخين عند 185 م°..... 124

الشكل (13) نشاط مضادات الأكسدة (تثبيط مركب DPPH) لمستخلصات ثمار الرمان الطائفي المستخلصة بالأسيتون 50% بمستويات مختلفة من زمن التسخين عند 185 م°..... 125

الشكل (14) تأثير الثبات الحراري عند 185 م° لمضادات الأكسدة المستخلصة من عصير الرمان الطائفي بواسطة مذيب الأسيتون 50% على كمية الفينولات الكلية (جم جاليك/ 100 جم مستخلص مجفف). 125

الشكل (15) نشاط مضادات الأكسدة (تثبيط مركب DPPH) لمستخلصات عصير الرمان المستخلصة بالأسيتون 50% بمستويات مختلفة من زمن التسخين عند 185 م°. 126

الشكل (16) تأثير الثبات الحراري عند 185 م° لمضادات الأكسدة المستخلصة من قشور الرمان الطائفي بواسطة مذيب الأسيتون على كمية الفينولات الكلية (جم جاليك/ 100 جم مستخلص مجفف). 126

الشكل (17) تأثير الثبات الحراري عند 185 م° لمضادات الأكسدة المستخلصة من قشور الرمان الطائفي بواسطة مذيب الأسيتون 50% على كمية الفينولات الكلية (جم جاليك/ 100 جم مستخلص مجفف). 127

الشكل (18) نشاط مضادات الأكسدة (تثبيط مركب DPPH) لمستخلصات قشور ثمار الرمان المستخلصة بالأسيتون بمستويات مختلفة من زمن التسخين عند 185 م°..... 127

الشكل (19) نشاط مضادات الأكسدة (تثبيط مركب DPPH) لمستخلصات قشور ثمار الرمان المستخلصة بالأسيتون 50% بمستويات مختلفة من زمن التسخين عند 185 م°..... 128

الشكل (20) تأثير مضادات الأكسدة المستخلصة من ثمار الرمان الطائفي بواسطة بمذيب الأسيتون على اكسدة (تزنخ) زيت فول الصويا باستخدام طريقة اختبار حمض الثايوباربيوترك (TBA)..... 128

الشكل (21) تأثير مضادات الأكسدة المستخلصة من ثمار الرمان الطائفي بواسطة بمذيب الأسيتون 50% على اكسدة (تزنخ) زيت فول الصويا باستخدام طريقة اختبار حمض الثايوباربيوترك (TBA).129

الشكل (22) تأثير مضادات الأكسدة المستخلصة من عصير الرمان الطائفي بواسطة بمذيب الأسيتون 50% على اكسدة (تزنخ) زيت فول الصويا باستخدام طريقة اختبار حمض الثايوباربيوترك (TBA).129

الشكل (23) تأثير مضادات الأكسدة المستخلصة من قشور الرمان الطائفي بواسطة بمذيب الأسيتون على اكسدة (تزنخ) زيت فول الصويا باستخدام طريقة اختبار حمض الثايوباربيوترك (TBA)..... 130

الشكل (24) تأثير مضادات الأكسدة المستخلصة من قشور الرمان الطائفي بواسطة بمذيب الأسيتون 50% على اكسدة (تزنخ) زيت فول الصويا باستخدام طريقة اختبار حمض الثايوباربيوترك (TBA). 130

قائمة الصور

صورة (1) حبات الرمان الطائفي المزروع في الجمهورية اليمنية. 131

صورة (2) حبات الرمان الطائفي المزروع في المملكة العربية السعودية. 131

صورة (3) قشور الرمان الطائفي قبل التجفيد. 132

صورة (4) عملية عصر الرمان الطائفي باستخدام خلاط كهربائي 132

صورة (5) الرمان الطائفي بعد عملية العصر 133

صورة (6) قشور الرمان الطائفي بعد عملية التجفيد 133

صورة (7) قشور الرمان الطائفي بعد التجفيف والطحن 134

صورة (8) الخلاط الكهربائي المستخدمة في عملية الطحن 134

المقدمة

Introduction

المقدمة

تنتج الليبيدات البيروكسيدية من تفاعل الأحماض الدهنية غير المشبعة مع جزيئات الأكسجين، والتي تسبب عدة أنوع من المشاكل في صناعة الزيوت والدهون؛ لا تسبب الأكسدة تدهور جودة الليبيدات بل تسبب ايضاً تلفاً كيميائي، وكذلك تنتج جذور حرة، تؤدي إلى تزنخ الليبيدات (Sikwese and Duodu, 2007).

تلعب مضادات الأكسدة دوراً في حماية الليبيدات من الأكسدة عن طريق التفاعل مع الجذور الحرة، أو الأكسجين الموجود في الغذاء، أو تعمل كمواد خالبة للمعادن (Kim, 2005). يعتمد نشاط مضادات الأكسدة على بنية الجزئ وتعدد مجاميع الهيدروكسيل وموقعها على الجزئ (Shahidi, 1997). تستخدم مضادات الأكسدة الاصطناعية مثل Butylated Hydroxytoluene (BHT), Propyl Gallate (PG), Tert-Butyl Hydroquinone (TBHQ), Butylated Hydroxyanisole (BHA)، في حماية الزيوت والدهون ضد الأكسدة، إلا أنه لا ينصح باستخدامها نظراً لما يدور حولها من شكوك كمواد مسرطنة (Siddhuraju, 2007; Sultana *et al.*, 2007). وتستخدم مضادات الأكسدة الطبيعية من مصادر نباتية كالخضروات والفواكه والتوابل والأعشاب (Iqbal *et al.*, 2008).

تتمثل التطبيقات الحديثة في استخدام مضادات الأكسدة الطبيعية (الفينولات والفلافونات والتوكوفيرولات) من النباتات وإضافتها إلى الأغذية، كما تستخدم في الطب الوقائي والعلاجي (Choi *et al.*, 2007; Fan *et al.*, 2007; Iqbal *et al.*, 2007; Siddhuraju, 2007)، كما تستخدم أيضاً كمواد مضافة إلى الأغذية من أجل تحسين ثباتية الأكسدة، وإطالة عمر الزيوت والدهون (Siddiq *et al.*, 2005), ومع ذلك توجد معلومات قليلة نسبيا من حيث إمكانية الاستفادة من المخلفات

الزراعية لإنتاج مضادات الأكسدة، ونتيجة لذلك زاد الاهتمام بمضادات الأكسدة الطبيعية (Iqbal *et al.*,2007; Moure *et al.*, 2001; Zia-ur-Rehman, 2006).

الرمان من الفواكه التي ذكرت في القران الكريم. قال تعالى ﴿فِيهِمَا فَاكِهَةٌ وَنَخْلٌ وَرُمَّانٌ﴾ (سورة الرحمن، الآية: 68)، ﴿وَهُوَ الَّذِي أَنشَأَ جَنَّاتٍ مَّعْرُوشَاتٍ وَغَيْرَ مَعْرُوشَاتٍ وَالنَّخْلَ وَالزَّرْعَ مُخْتَلِفًا أُكُلُهُ وَالزَّيْتُونَ وَالرُّمَّانَ مُتَشَابِهًا وَغَيْرَ مُتَشَابِهٍ كُلُواْ مِن ثَمَرِهِ إِذَا أَثْمَرَ وَآتُواْ حَقَّهُ يَوْمَ حَصَادِهِ وَلاَ تُسْرِفُواْ إِنَّهُ لاَ يُحِبُّ الْمُسْرِفِينَ﴾ (سورة الأنعام، الآية: 141) وذلك لما في هذه الفاكهة من فوائد عظيمة.

ينتمي الرمان (*Punica granatum* L) إلى العائلة الرمانية (Punicaceae). وتعد إيران الموطن الأصلي لزراعته (باشة، 1998م). تتميز شجرة الرمان بأنها تتكيف بصورة طبيعية في المناطق ذات الصيف الحار وشتاء بارد، مثل مناطق البحر الأبيض المتوسط، كما تنتشر زراعتها في الهند والصين واليابان والولايات المتحدة الأمريكية (Stover and Mercure, 2007). ويعود ذلك إلى تأقلمها مع الظروف البيئية والمناخية (Anonymus, 2000).

يعد الرمان الطائفي (Tafi) أهم الأنواع المنتشرة في المملكة العربية السعودية، ويوجد في منطقة الطائف والباحة وعسير(باشة، 1998م)، وفي اليمن يزرع هذا الصنف بالإضافة إلى أصناف اخرى مثل (Taefi)، العرقبي (Orkobi)، البلدي (Balady)، المليسي (Mallies)، بحصم (Bohssom)، وتنتشر زراعة هذه الأصناف في كل من صعدة ورداع والحدأ وعمران (الشاوش وآخرون، 2007).

أهداف البحث

هدفت الدراسة لتقدير كمية ونشاط وثباتية مركبات مضادات الأكسدة المستخلصة من ثمار وعصير وقشور الرمان الطائفي وذلك عن طريق:

1- اختيار المذيب المناسب لاستخلاص مركبات مضادات الأكسدة من ثمار وعصير وقشور الرمان.

2- مقارنة تأثير الظروف البيئية في المملكة العربية السعودية والجمهورية اليمنية على محتوى مركبات مضادات الأكسدة في ثمار الرمان الطائفي.

3- دراسة ثباتية مركبات مضادات الأكسدة المستخلصة من ثمار وعصير وقشور الرمان.

4- دراسة تأثير مستخلص ثمار وعصير وقشور الرمان على ثباتية الزيوت الغذائية.

الدراسات السابقة

Literature Review

مضادات الأكسدة

توجد تعاريف مختلفة لمضادات الأكسدة منها: المركبات الكيميائية التي إن وجدت في النظام الغذائي بتراكيز منخفضة، فإنها يمكن أن تؤخر ظهور الأكسدة بآليات متعددة، أحد الآليات التي تقوم بها إيقاف الأكسدة عن طريق إزالة الجذور الحرة (Shahidi, 2008). وتعرف أيضاً بأنها تلك المركبات المستخدمة في حفظ الغذاء عن طريق تأخير فساده وتزنخه وتغير لونه نتيجة الأكسدة (Duthie, 2000). ومن الناحية التغذوية تعرف مضادات الأكسدة بأنها: تلك المركبات التي تضاف إلى الغذاء بتراكيز منخفضة، بحيث تمنع أو تعيق أكسدة بعض المركبات الحيوية مثل الدهون والكربوهيدرات والأحماض النووية (Ratnam *et al.*, 2006). وتوجد هذه المركبات بصورة طبيعية في الأغذية ومنتجاتها، أو تضاف أثناء تصنيع المواد الغذائية، ولا يقتصر دور مضادات الأكسدة على المحافظة على جودة الأغذية فقط بل يمتد دورها إلى إطالة الفترة التخزينية للأغذية، وكذلك تقلل من الفاقد من المواد الغذائية والفاقد من القيمة التغذوية (القليوبي وآخرون، 2005م)

آلية عمل مضادات الأكسدة

تتمثل آلية عمل مضادات الأكسدة في منح ذرة هيدروجين (بروتون) من مركبات مضادات الأكسدة إلى الجذور الحرة لتشكيل مركب معقد من مضادات الأكسدة والجذور الحرة لليبيدات (القليوبي وآخرون، 2005).

$$R^{*} + AH \longrightarrow RH + A^{*}$$

$$RO^{*} + AH \longrightarrow ROH + A^{*}$$

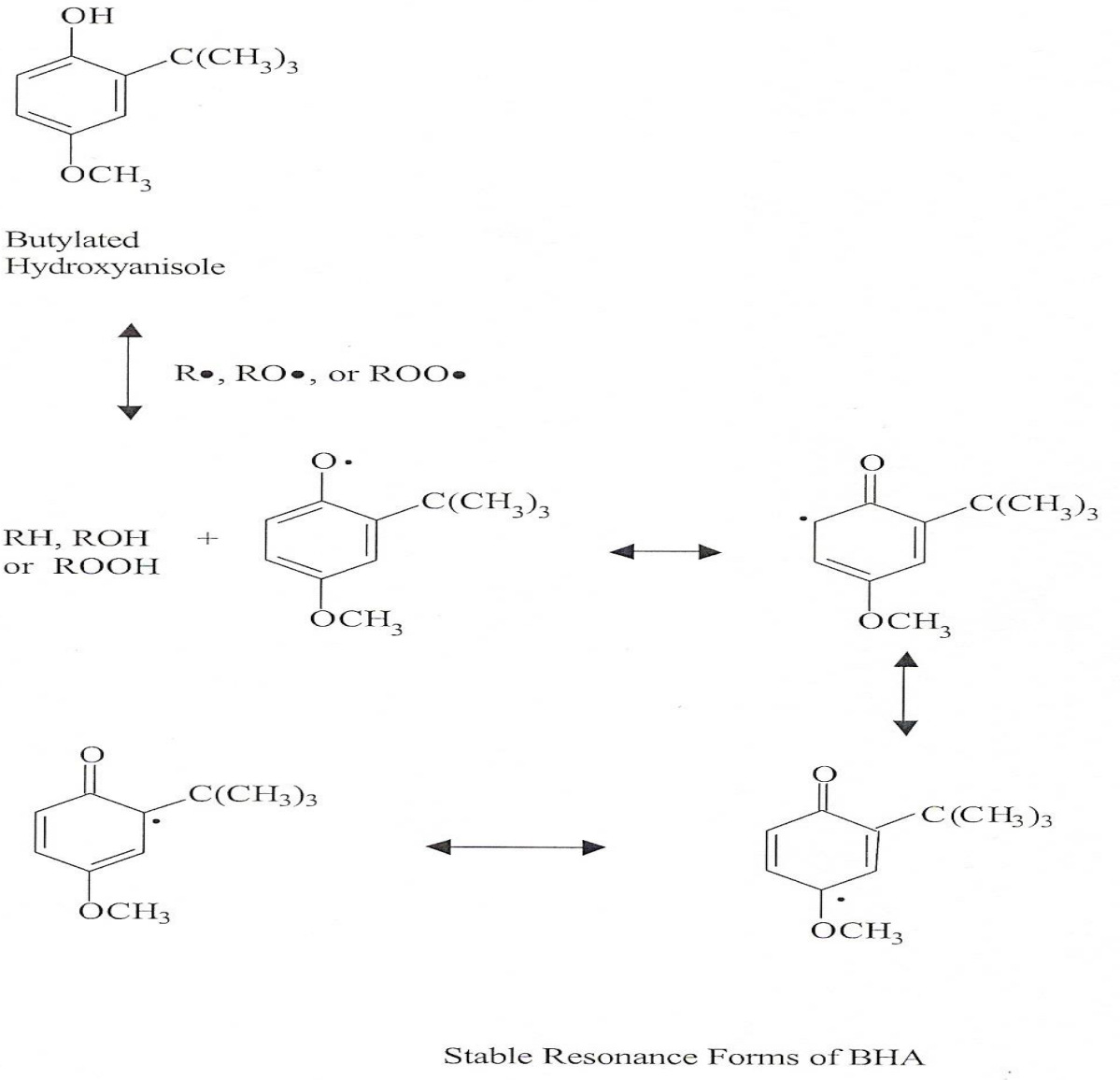
$$ROO^{*} + AH \longrightarrow ROOH + A^{*}$$

وتعمل مضادات الأكسدة كمستقبلات للشقوق الحرة، حيث تتفاعل الجذور الحرة لمضادات الأكسدة مع الجذور الأوكسيجينية أو تتفاعل مع نفسها في المراحل النهائية، وهي في حد ذاتها توقف عملية الأكسدة (القليوبي وآخرون، 2005)، ويمكن توضيح عمل مضاد الأكسدة كما في الشكل (1).

$$ROO^{*} + A^{*} \longrightarrow ROOA$$

$$RO^{*} + A^{*} \longrightarrow ROA$$

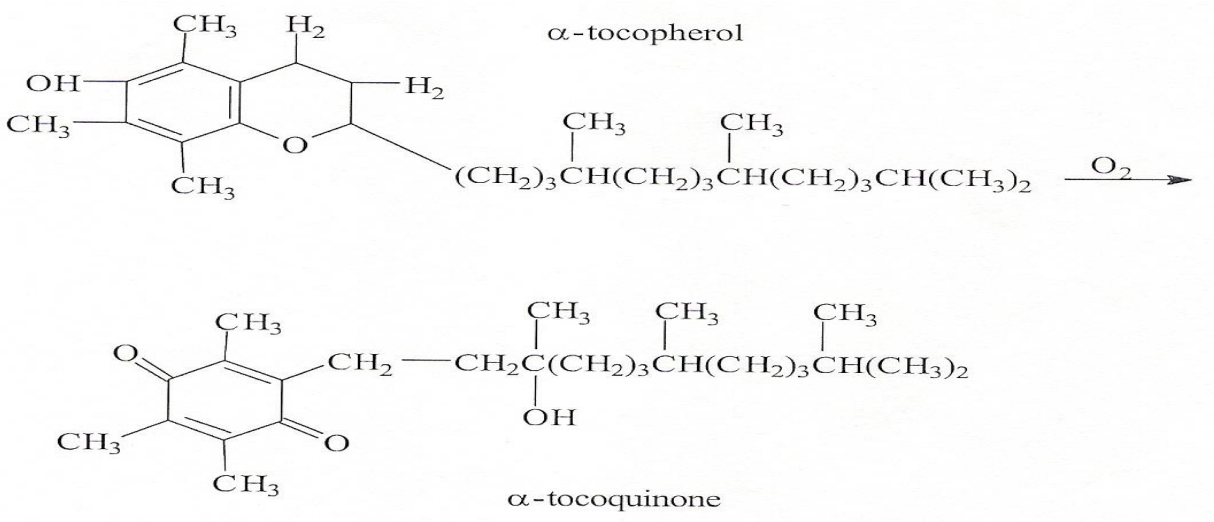
$$A^{*} + A^{*} \longrightarrow AA$$



شكل (1) آلية عمل مضاد الأكسدة الاصطناعي بايوتيل هيدروكسي انيسول (BHA).

ولخص (مروان، وآخرون 2006) دور مضادات الأكسدة كمايلي:

- منافسة الدهون في الارتباط مع الأوكسجين، الشكل (2).
- إعاقة مرحلة التنشيط في تفاعلات الأكسدة.
- اعتراض مرحلة الانتشار للأكسدة من خلال ربط الجذور الحرة.
- تثبيت الهيدروبيروكسيدات (Hydroperoxid).



شكل (2) آلية التخلص من الأكسجين بواسطة ألفا توكوفيرول.

أنواع مضادات الأكسدة

تصنف مضادات الأكسدة إلى عدة تقسيمات حسب آلية عملها:

1- مثبطات الجذور الحرة (Free Radical) في تفاعلات الأكسدة؛ أي تثبيط مركبات الجذور الحرة أثناء أكسدة الليبيدات، وتعتبر الأكثر أهمية، ومن أمثلتها مثبطات تكوين المركبات الهيدروبيروكسيدية (Frankel, 2007).

- $R\text{-}H \longrightarrow R^* + H^*$
- $ROOH \longrightarrow R\text{-}O^* + {}^*OH$
- $R^* + O_2 \longrightarrow R\text{-}O_2^*$
- $R\text{-}O_2^* + R\text{-}H \longrightarrow R\text{-}O\ O\text{-}R + H^*$
- $R^*, R\text{-}O^*, R\text{-}O_2^* \longrightarrow$ stable products

2- مواد خلب الأكسجين الأحادي (Singlet Oxygen Quenchers) التي تعمل على مسك جذر الأكسجين الحر، مثل (الكاروتينات) (Min and Boff, 2002) (Choe and Min, 2006).

3- مثبطات المركبات التي تعمل كمساعدات لعملية الأكسدة (مواد يكون نشاط مضادات الأكسدة لها منخفض، ولكن تنشط عند إضافة مواد إليها، مثل حمض الستريك (Pokorny, 2007).

4- عوامل اختزال (Reducing agents) مثل مجموعة الثايول في السلفايد (الثايو ايثر)، حيث تحول مركبات الهيدروبيروكساید إلى مركبات مستقرة.

5- مواد خلب المعادن، حيث تعمل على ربط كل من الحديد والنحاس (يساعدان في عملية الأكسدة)، وبذلك تحول النحاس والحديد إلى مركبات مستقرة، ومثال على ذلك التانينات والفايتينات (Leopoldini *et al.*, 2006).

6- مثبطات الأكسدة الأنزيمية مثل مثبطات إنزيم الليبوكسجينيز (Lipoxygenases) (Pokorny, 2007).

تقسم مركبات مضادات الأكسدة حسب مصدرها إلى قسمين رئيسيين:

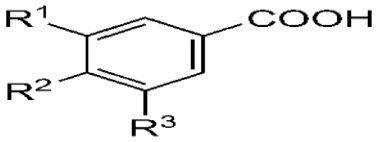
مضادات الأكسدة الطبيعية

تعرف الفينولات العديدة بأنها: مركبات عضوية أروماتية يدخل في بنائها حلقة أو أكثر من حلقات البنزين المرتبطة بمجموعة الهيدروكسيل أو الميثوكسيل، توجد أكثر من (8000) نوع في الوقت الراهن، ومن بينها أكثر من (4000) نوع فلافونويدات (Cheynier, 2005)، وقد استخدمت المركبات الفينولية العديدة (PolyPhenol) الطبيعية كموانع للتزنخ. وتعتبر الفينولات العديدة الأكثر تواجداً من بقية مضادات الأكسدة في نظامنا الغذائي. حيث تنتشر هذه المركبات في مدى واسع من المواد الغذائية كالفواكه والخضار والحبوب والزيتون والبقوليات والمشروبات مثل الشاي والقهوة. ويعتبر العامل الرئيسي في تأخر دراستها من قبل الباحثين هو تعقد تركيبها الكيميائي (Tsao, 2010).

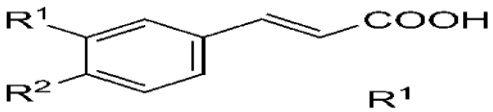
تقسم الفينولات العديدة إلى عدة أقسام حسب المصدر والوظيفة الحيوية والبناء الكيميائي، وهنا سوف نعتمد في تقسيم الفينولات العديدة حسب البناء الكيميائي (Tsao, 2010).

- **حمض الفينوليك**

يعرف بأنه: مركبات فينولية غير فلافونويدية (Flavonoids)، وتقسم مركبات حمض الفينوليك إلى مجموعتين الشكل (3). المجموعة الأولى مشتقات حمض الهيدروكسي بنزويك، ومنها حمض الجاليك (Gallic acid)، وحمض البروتوكاتاشيك (Protocatechuic acid)، وتوجد بكميات قليلة في النبات (Chandrasekara *et al*,. 2010)، والمجموعة الثانية مجموعة حمض الهيدروكسي سيناميك، ومنها حمض الكافيك (Caffeic acid)، حمض الفيريوليك (Ferulic acid)، وهذه الأحماض الفينولية تتحلل بالأحماض أو القواعد أو الإنزيمات (Chandrasekara *et al*,. 2010).



	R^1	R^2	R^3
p-Hydroxybenzoic acid	H	OH	H
Protocatechuic acid	OH	OH	H
Vanillic acid	OCH_3	OH	H
Gallic acid	OH	OH	OH



	R^1	R^2
p-Coumaric acid	H	OH
Caffeic acid	OH	OH
Ferulic acid	OCH_3	OH

شكل (3) التركيب الكيميائي لمجاميع مركبات حمض الفينول.

- **الفلافونويدات Flavonoids**

تعرف الفلافونويدات بأنها: صبغات صفراء، تحتوي على 15 ذرة كربون في نواتها الأساسية، وتتسم مركبات الفلافونويدات بصفة الحموضة وضعيفة الذوبان في القواعد القوية، وتتميز بوجود حلقة أو حلقتين في بنائها التركيبي الكيميائي، ومنها الانثوسيانينات (Anthocyanidins) والفالافون (Flavones) والفلافون 3 اول (flavan-3-ols) وفلافون (Flavonols) وفلافونون (Flavanonols)، تتدرج ألوانها من الأصفر إلى الأحمر إلى البنفسجي كما في الانثوسيانينات (Tsao, 2010).

تصنيف الفلافونويدات Flavonoids

تحتوي المركبات الفلافونويدية على مجموعات بديلة هي في الغالب هيدروكسيل أو ميثوكسيل (الزهراني، 2008)، وتوجد المركبات الفلافونويدية على هيئة جليكوسيدات (يحتوي بنائها على وحدة سكر) التي قد تكون على هيئة سكر أحادي أو ثنائي، قد تكون جزيئات السكر مرتبطة بذرة أكسجين مجموعة الهيدروكسيل أو مرتبطة مباشرة بإحدى ذرات كربون الحلقة العطرية، أغلب السكريات الأحادية

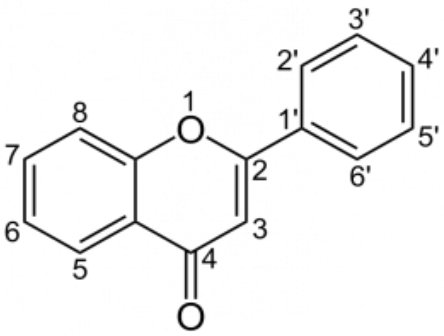
الداخلة في بناء الفلافونويدات هي الجلوكوز والجالاكتوز والارابينوز، ويطلق على الفلافونويدات التي تحتوي على مجموعة أو أكثر من المجموعات اَنفة الذكر على حلقتي الاروماتين أو أحداهما بالفلافونات، أما إذا وجدت مجموعة بديلة هيدروكسيلية على الموضع رقم 3 لمركب فلافوني فإنه يطلق علية فلافونول، والذي بدوره يشكل النواة الأساسية للعديد من المركبات الطبيعية (الحازمي، 1422). يمكن الاعتماد على الاختلاف في مجموعة الهيدروكسيل وحلقة الكرومين (Chromane) لتقسيم المركبات الفلافونويدية إلى عدة مجاميع (Tsao *et al.*, 2010).

- **فلافون Flavones فلافونول Flavonols فلافانول Flavanones فلافانونول Flavanonols**

تعتبر الفلافونويدات الأكثر شيوعا، وتتواجد في جميع إنحاء المملكة النباتية ومنها (فلافون، فلافونول، فلافانول وفلافانونول)، كما في الشكل (4)، توجد الفلافونونول معروفة باسم (Taxifolin) في الحمضيات (Williams, 2006).

تتواجد الفلافونولات ومنها (Quercetin, Myricetin) في كل من البصل والبروكلي والتفاح. تحتل الفلافانونات المرتبة الثانية بعد الفلافونولات وتشمل على نارنيجنين (Naringenin) والهيسبيرتيين (Hesperetin) وتتواجد بنسبة عالية في الحمضيات كالجريب فروت والبرتقال (Rousseff *et al.*, 1987) تتواجد الفلافونات في الفواكه والخضار، ومنها مركبين (Luteolin, Apigenin)، ويعد الكرفس والبقدونس والخرشوف المصدر الغذائي الوحيد لهما (Hertog *et al.*, 1992).

فلافونات Flavones



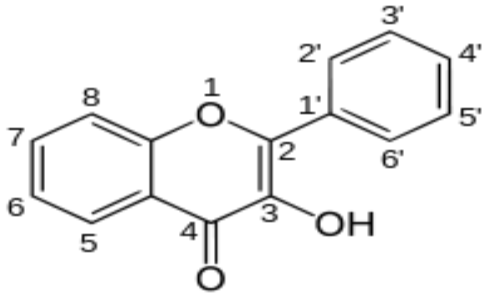
Chrysin, 5-OH, 7-OH

Apigenin, 5-OH, 7-OH, 4̀-OH

Salviginin,5-OH, 6-OMe, 7-OMe, 4̀-OMe

Leteolin, 5-OH, 7-OH, 3̀-OH, 4̀-OH

فلافونولات Flavonols



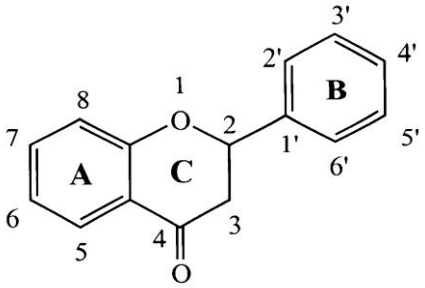
Kaempferol, 5-OH, 7-OH, 4̀-OH

Quercetin, 5-OH, 7-OH, 3̀-OH, 4̀-OH

Rhamnetin, 5-OH, 7-OMe, 3̀-OH, 4̀-OH

Patuletin, 5-OH, 6-OMe, 7-OH, 3̀-OH, 4̀-OH

فلافانونات Flavanones

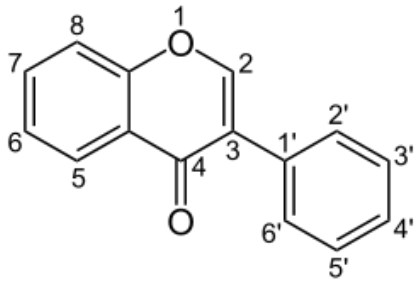


Pinocembrin, 5,7-OH

Naringenin ,5 ,7, 4̀-OH

Eriodictyol , 5, 7, 3̀-OH, 4̀-OH

ايزو فلافونات Isoflavones



Formonoetin, 7-OH, 4̀-OH

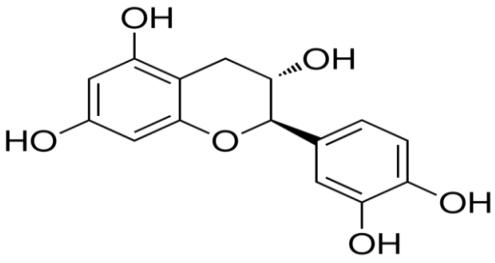
Genistein , 5-OH , 7-OH, 4̀-OH

Orobol , 5, 7, 3̀, 4̀-OH

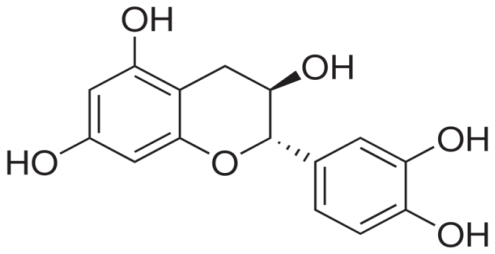
شكل (4) الصيغ الكيميائية لبعض المركبات الفلافونويدية.

- **الفلافانولات Flavanols والبرونثاسيانيدين Proanthocyanidins**

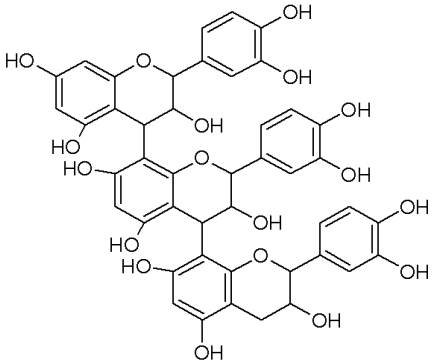
يطلق على الفلافانولات أو فلافون 3 أول (Flavan-3-ols) بالكاتشين (Catechins)، وتختلف عن معظم الفلافونويدات حيث لا توجد رابطة مزدوجة بين C2 وC3 ولا توجد مجموعة كربونيل على C4 في حلقة البنزين كما في الشكل (5)، ويعرف الكاتيشين بأنه: عبارة عن مضاد أكسدة فينولي طبيعي، ويعد من المركبات الثانوية الناتجة من عملية الايض، ومن الأمثلة عليه + كاتشين (+ catechin) - كاتشين (catechin–) و+ ابي كاتشين (epicatechin +) و - ابي كاتشين (epicatechin –). تتواجد الفلافانولات في أغلب الفواكه حيث تتواجد في قشور العنب والتفاح (Tsao *et al.*, 2003).



(+)-catechin



(-)-catechin



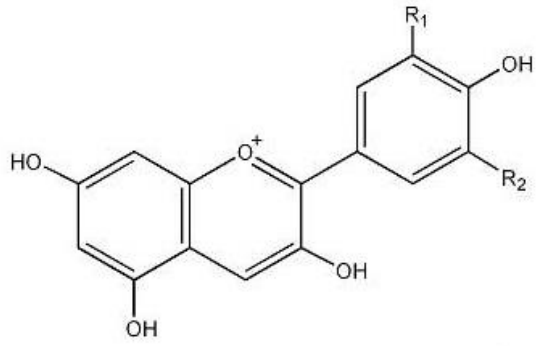
Proanthocyanidins

شكل (5) التركيب الكيميائي للكاتشين.

يعرف البرونثوسيانيدين بأنه بوليمرات للفلافون 3 أول ويعتبر تانينات مكثفة، ويعد المركب المسؤول عن النكهة القابضة (astringent flavor) في الأغذية، ويعتقد أن قدرته على كبح الجذور الحرة هو السبب في أنه قد يقلل حدوث أمراض القلب والأوعية الدموية والسرطان وتجلط الدم (Bagchi *et al.*, 20002; Reed, 2002; Steinberg, *et al.*, 2003; Murphy *et al.*, 2003)

- **الانثوسيانيدين Anthocyanidins**

تعرف الانثوسيانيدين بمشتقات ملح (2-Phenylchromenylium Cation) وكما تعرف بـ (Flavylium Cationn) (Su *et al.*, 2010)، وتعتبر المكون الرئيسي للألوان الحمراء والزرقاء والأرجوانية في غالبية النباتات والفواكه والخضار وأنواع خاصة من الحبوب، على سبيل المثال الأرز البني.



R1=H; R2= H: Pelagonidin
R1=OH; R2= H: Cyanidin
R1= OH; R2= OH: Delphinidin
R1= OCH3; R2= OH: Petunidin
R1=OCH3; R2= OCH3: Malvidin

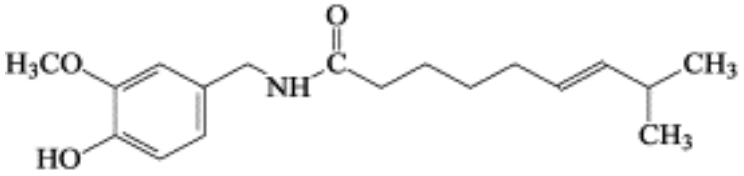
شكل (6) التركيب الكيميائي للانثوسيانينات.

توجد الانثوسيانيدين في النبات على هيئة جليكوسيدات، والمعروفة باسم الانثوسيانينات (Anthocyanins)، والحقيقة أن المركبات (Cyaniding, Delphinidin, Pelargonidin)، تمثل 90% من الانثوسيانينات شكل (6). ويعتمد لون الانثوسيانينات على درجة القطبية بالإضافة إلى عوامل أخرى

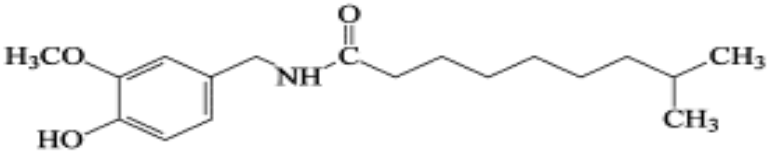
منها مجاميع الهيدروكسيل، وموضع مجموعة الميثيل في الحلقة الأروماتية، وموضع الجلايكوزيل (Glycosylation)، وتعتبر الانثوسيانينات مستقرة كيميائيا في الوسط الحمضي (Tsao *et al.*, 2010).

- **الأميدية عديدة الفينولات Polyphenolic Amides**

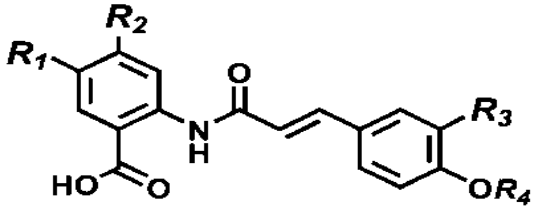
تحتوي بعض الفينولات على مجموعة إضافية تميزها عن بقية الفينولات، ومنها مجموعة الاميد، وتوجد عدة أنواع من الاميدات عديدة الفينولات شكل (7) ومنها (Capsaicinoids) و(Dihydro capsaicin) والتي توجد في الفلفل الحار (Davis *et* al., 2007)، و(Avenanthramides) ومنها C,B,A شكل (8)، التي تتواجد في دقيق الشوفان (Bratt *et al.*, 2003).



capsaicinoids



Dihydro capsaicin



Compound	R_1	R_2	R_3	R_4
AV-A	OH	H	H	H
AV-B	OH	H	OCH_3	H
AV-C	OH	H	OH	H

Avenanthramides

شكل (7) التركيب الكيميائي للمركبات الأميدية عديدة الفينولات Polyphenolic Amides.

للفينولات العديدة الاميدية أهمية من النواحي الطبية والتغذوية، حيث تستخدم كمواد مضادة للفيروسات ومضادة لتجلط الدم، ولها دور كمواد مضادة لعملية الأكسدة (Nardini *et al.*, 1995).

مصادر مضادات الأكسدة الطبيعية

الشاي

تزرع شجرة الشاي (*Camellia sinesis L*) في حوالي 30 بلد حول العالم (Graham, 1992)، وتنمو جيداً في المناطق الاستوائية وشبة الاستوائية، وتحتاج إلى كمية كبيره من الماء، وتربة تتميز بالتصريف الجيد وذات حموضة قليلة (Graham, 1999).

لا يدرك معظم المستهلكين مدى أهمية المشروبات كمصدر لمضادات الأكسدة، حيث يدل الطعم المر القابض للشاي على تواجد المركبات الفينولية أو التانينات، وتحتوي أوراق الشاي على مستويات مرتفعة من الكاتشين الذي يحصل له عملية اكسدة في الشاي الأخضر وتعطي الأصباغ المميزة للشاي الأسود. يمتلك مركب الكاتشين قدرة في كبح نشاط الجذور الحرة (Yaping *et al.*, 2003). تنخفض المركبات الفينولية أثناء التخمر (تحويل الشاي الأخضر إلى الشاي الأسود)، حيث وجد أن كمية الفينولات الكلية تنخفض من (205 ملجم/ جم) في الشاي الأخضر إلى (149 ملجم/ جم) في الشاي الأسود (Gramza *et al.*, 2006).

يعتبر الشاي الأخضر مفيد نظراً للخصائص الطبية التي يتميز بها (Yang *et al.*, 2002). بالإضافة إلى احتواء أوراقه على كمية عالية من الفينولات العديدة حيث بلغت (30- 42%)، وتعتبر Epicatechin (EC), Epigallocatechin (EGC), Epicatechin-3-Gallate (ECG) من أهم الفينولات العديدة الموجودة في الشاي (Zhang *et al.*, 2002).

ليست المواد الفينولية الموجودة في الشاي المسئولة فقط عن النشاط المضاد للأكسدة، بل أيضاً المواد التربينية المتطايرة (terpenic volatile substances). إن استهلاك الشاي الأخضر يزيد من النشاطات المضادة للأكسدة في البلازما، وكذلك يقلل الضرر التأكسدي عن طريق التخلص من الجذور الحرة (Vinson *et al.*, 2004).

القهوة

وجد أن نشاط مضادات الأكسدة في البلازما يزداد بعد شرب القهوة (Natella *et al.*, 2002). وقد وجد أن القهوة المحمصة تحتوي على كل من الفينولات والمواد الناتجة من تفاعل ميلارد (ميلانويدات Melanoidins) (Camerer *et al.*, 2006)، ويعتمد نشاط مضادات الأكسدة في الأغذية المحمصة على شدة التحميص، حيث لوحظ ارتفاع نشاط مضادات الأكسدة في القهوة ذات التحميص الخفيف (Da Silveira-Duarto *et al.*, 2005).

يعد الميلانوين من المركبات التي تتشكل أثناء تحميص القهوة، حيث تعمل على كبح نشاط الجذور الحرة، وكمواد خالبة للمعادن. كما ثبت أن نشاط مضادات الأكسدة في مشروب القهوة الجاهزة والمعبأة يزداد خلال الأيام الأولى من التخزين وبعدها يبدأ بالانخفاض (Anese and Nicoli, 2003).

مركبات تفاعلات ميلارد Maillard Reactions Compound

يعد تفاعل ميلارد أحد تفاعلات الاسمرار غير الأنزيمية الهامة التي تحدث في الأغذية أثناء المعالجة والتخزين (Manzocco *et al.*, 2001)، وقد وصف هذا التفاعل لأول مرة من قبل لويس ميلر (1912)، ويحتل التفاعل أهمية بالنسبة للأغذية بسبب تأثيره على جودتها (Van Boekel, 1998)، حيث تنتج روائح وألوان مرغوبة في العديد من المنتجات الغذائية مثل الخبز وعصير الصويا والشكولاتة

بالحليب واللحم المشوي والقهوة والكراميل، إلا أنه قد يعطي آثاراً غير مرغوبة كالاسمرار الداكن وظهور نكهة غير مستساغة في بعض الأغذية مثل البطاط المجففة وبودرة البيض ودقيق الذرة والأطعمة المجففة كالحليب والفواكه (Brands *et al.*, 2000).

تعتبر المواد الناتجة من تفاعل ميلارد مركبات ليست طبيعية في الغذاء، وإنما مركبات تنتج من تفاعلات السكريات المختزلة مع مجاميع الأمين الأولية في البروتين لتعطي منتجات تفاعل ميلارد بصورة نشطة (Soottawat and Wittayachai, 2005)، وتمتلك مركبات تفاعل ميلارد القدرة كمواد خالبة للمعادن، ويعتمد نشاط مضادات الأكسدة لمركبات تفاعل ميلارد على ظروف التفاعل ونوعية الأحماض الأمينية (Jayathilakan and Sharma, 2006)، حيث وجد أن مركبات تفاعل ميلارد الناتجة من تفاعل الجلوكوز مع الهستيدين تحقق أعلى نشاط، ولكن زيادة التسخين تعيق قدرتها على كبح الجذور الحرة، ويعود ذلك إلى انخفاض نشاط البوليمرات الناتجة منها(Yilmaz and Toledo, 2003).

الحبوب

تحتوي الحبوب على كميات ضئيلة من مضادات الأكسدة ولكن استهلاكها بكميات عالية يجعلها مصدراً جيداً لمضادات الأكسدة (Pérez-Jiménez and Saura-Calixto, 2005)، ويبين الجدول (1) محتوى الفينولات الكلية لبعض أنواع الحبوب، وجد أن أعلى كمية فينولات كانت في بذور الحبة السوداء (Buckwheat) (20 ملجم جاليك/ كجم)، ثم في بذور الشيلم (Rye) بلغت (18 ملجم جاليك/ كجم)، وأقل كمية وجدت في الأرز الأبيض حيث بلغت (2.95 ملجم جاليك/ كجم).

تعمل عمليات التصنيع بالبثق (Exttrusion) على تدمير أو تقليل مضادات الأكسدة، ويمكن أن تنطلق مركبات مشادات الأكسدة أثناء عملية التصنيع ومنها حمض الفينوليك الحر (Zielin ski *et al.*, 2008).

جدول (1) المحتوى الكلي من الفينولات في بعض أنواع الحبوب.

نوع الحبوب	كمية الفينولات الكلية بـ ملجم جاليك/ كجم
الحبة السوداء Buckwheat	20
الشيلم Rye	18
الشوفان Oats	15.62
شعير Barley	12.85
ذرة Corn	10.43
قمح Wheat	8.06
الأرز البني Brown rice	7.48
الأرز الأبيض White rice	2.95

(Hodzic *et al.*, 2008)

الخضروات

هناك أنواع عدة من الخضروات الشائعة غنية بمضادات الأكسدة (Peschel *et al.*, 2000)، يوضح الجدول (2) المحتوى الكلي للفينولات والفلافونويدات في بعض الخضروات. وجد (Marinova *et al.*, 2005) ارتفاع كمية الفينولات الكلية في الفلفل الأخضر (Green pepper) حيث كانت (246.7 ملجم جاليك/ 100 جم)، وكمية الفينولات الكلية في البقدونس (Parsley) كانت (188 ملجم جاليك/ 100 جم)، بينما أقل كمية وجدت في بذور البازلا الخضراء (Green bean) حيث كانت (35.5 ملجم جاليك/ 100 جم). لوحظ ارتفاع كمية الفلافونويدات في الخس (Lettuce) حيث بلغت (97.2 ملجم جاليك/ 100 جم) بينما أقل كمية وجدت في بذور البازلأ الخضراء (Green bean) حيث بلغت (3.9 ملجم جاليك/ 100 جم).

جدول (2) المحتوى الكلي من الفينولات والفلافونويدات في بعض الخضروات.

الفاكهة	الفينولات الكلية ملجم جاليك/ 100 جم خضر طازجة	الفلافونويدات الكلية ملجم كاتاشين/ 100 جم خضر طازجة
جزر Carrot	96.0	26.7
أوراق الكرفس Celery (leaves)	113.0	46.4
بقدونس Parsley	188.0	27.2
بامية Okra	153.7	49.1
طماطم Tomato	76.9	12.8
فلفل أحمر Red pepper	173.2	13.7
فلفل أخضر Green pepper	246.7	27.4
سلطة Salad	116.2	76.5
خس Lettuce	124.5	97.2
فجل Radish	160.0	48.5
البصل الأحمر Red onion	154.1	18.7
أوراق الكراث Leek (leaves)	35.7	3.9
بازلا خضراء Green bean	35.5	4.1
بازلا صفراء Yellow bean	55.7	8.2

(Marinova *et al.*, 2005)

تحتوي أوراق السبانخ على نسبة مرتفعة من الفلافونويدات (Pandjatan *et al.*, 2005)، ويحتوي البصل ولاسيما الجزء الخارجي غير المستهلك من قبل الإنسان على كميات كبيرة من حمض الكورستين (Quercetin) وحمض البروتوكليتيك (Protocatechuic acid). وتعتبر الخضر البرية مصدر أفضل للفينولات من النباتات المزروعة بالطرق التقليدية (Salvatore *et al.*, 2005).

الأعشاب

تستخدم أغلب الأعشاب في المجالات الطبية، ومن الأمثلة عليها أوراق الجونجوك (gingko) المزروعة في الصين (Goh *et al.*, 2003)، والنباتات الأوربية الطبية (Katalinic *et al.*, 2006)، بالإضافة إلى ذلك تستخدم كمصدر لمضادات الأكسدة، والنباتات الأَخرى التي لا تستخدم في الغذاء غالبا ما تكون مرتفعة في نسبة مضادات الأكسدة، ولكن عند استخدام إحدى النباتات في إنتاج مضادات الأكسدة لابد من إجراء اختبارات السلامة.

وجد (Zheng and Wang, 2001)، ارتفاع كمية الفينولات في النعناع (Peppermint) حيث بلغت (2.26 ملجم جاليك/ 100 جم) مقارنة مع بقية الأعشاب في الجدول، وفي إكليل الجبل (Rosemary) كانت كمية الفينولات (2.19 ملجم جاليك/ 100 جم)، وأقل كمية وجدت في بذور بلسم الكمثرى (Balsam Pear) حيث بلغت (0.43 ملجم جاليك/ 100 جم) وفي نبات الينسون (Feverfew) بلغت (0.87 ملجم جاليك/ 100 جم)، جدول (3).

جدول (3) المحتوى الكلي من الفينولات في بعض الأعشاب.

نوع الأعشاب	الفينولات الكلية ملجم جاليك/ جم وزن رطب
بلسم الكمثرى Balsam pear	0.43
الينسون Feverfew	0.87
مريمرة الحدائق Garden sage	1.34
شجرة الكزبرة Maidenhair tree	1.57
النعناع Peppermint	2.26
الثوم المعمر Chives	1.05
إكليل الجبل Rosemary	2.19

(Zheng and Wang, 2001)

تستخدم الطحالب البحرية في الغذاء في بعض الأقطار وبصفة خاصة في مناطق الشرق الأقصى (Yuan and Walsh, 2006)، وتعتبر مصدر جيد لمضادات الأكسدة حيث بلغت نسبة الفينولات الكلية (4.6 ملجم بيتا كاروتين/ جم) في الطحالب النامية بمياه البحار الطبيعية، و(4.8 ملجم بيتا كاروتين/ جم) في الطحالب النامية بمياه البحر الاصطناعية (Abd El-Baky *et al.*, 2008).

الفواكه

على الرغم من انخفاض محتوى الفواكه من الفينولات، إلا انها مصدر جيد لمضادات الأكسدة في تغذية الإنسان بالنظر إلى محتواها المرتفع من فيتامين (جـ) وفيتامين (هـ) والتوكوفيرولات، يبين الجدول (4) المحتوى الكلي من الفينولات والفلافونات في ثمار الفواكه، حيث وجد أن أعلى كمية الفينولات كانت في الكرز الحمض حيث بلغت (429.5 ملجم جاليك/ 100 جم)، بينما كمية الفلافونات كانت (138.6 ملجم كاتشين/ 100 جم)، وفي البرقوق بلغت كمية الفينولات الكلية (303.6 ملجم جاليك/ 100 جم)، بينما كمية الفلافونات بلغت (136.2 ملجم كاتشين/ 100 جم)، وأقل كمية فينولات وجدت في ثمار الخوخ حيث كانت (50.9 ملجم جاليك/ 100 جم). بينما كمية الفلافونات (15 ملجم كاتشين/ 100 جم) (Marinova *et al.*, 2005).

يعد الزبيب من الفواكه المجففة والتي تستهلك بكميات كبيرة على مستوى الدول العربية (على، أنور الحاج 2012)، وتشير الدراسات إلى أن للزبيب قيمة غذائية عالية وفوائد متعددة نظراً لاحتوائه على مضادات الأكسدة الطبيعية (Steigerwalt *et al.*, 2009)، ويحتوي الزبيب الأحمر على (213 ملجم جاليك/ 100 جم) من الفينولات الكلية، بينما يحتوي الزبيب الأبيض على (202 ملجم جاليك/ 100 جم)، وفي الزبيب الأسود كانت (247 ملجم جاليك/ 100 جم) (على، أنور الحاج 2012).

يحتوي عصير الفواكه مثل البرتقال والعنب والرمان على مضادات أكسدة، ويمكن استخدام المخلفات الناتجة من صناعة ثمار الرمان والعنب والبرتقال والمانجو في إنتاج مضادات الأكسدة (Fiore *et al.*, 2005; Monagas *et al.*, 2006; Hukkanen *et al.*, 2006).

جدول (4) المحتوى الكلي من الفينولات والفلافونويدات في بعض ثمار الفواكه.

الفاكهة	الفينولات الكلية ملجم جاليك/ 100 جم فاكهة طازجة	الفلافونات الكلية ملجم كاتشين/ 100 جم فاكهة طازجة
الكمثرى غير مقشر	124.7	69.9
الكمثرى مقشر	91.0	48.5
تفاح أصفر غير مقشر	99.7	34.8
التفاح الأحمر غير مقشر	125.4	48.6
التفاح الأحمر مقشر	104.3	32.7
البرقوق	303.6	136.2
التفاح الأخضر غير مقشر	118.1	40.4
التفاح الأخضر مقشر	97.5	17.3
خوخ	50.9	15.0
توت	178.6	26.6
فراولة	244.1	69.7
كرز حلو	78.8	19.6
كرز حمض	429.5	138.6
تبن	59.0	20.2
عنب أبيض	184.1	36.5
عنب اسود	213.3	77.1

(Marinova *et al.*, 2005)

البذور والثمار الزيتية

تعتبر ثمار الزيتون وزيت الزيتون من المصادر الهامة الغنية بمضادات الأكسدة الفينولية، (Briante *et al.*, 2003)، إلا أنه لا يستهلك بشكل مرتفع إلا في بلدان البحر الأبيض المتوسط. يحتوي

زيت الزيتون البكر الأسباني على الفينولات الكلية بكمية بلغت (330- 500 ملجم/ كجم) (Garcia *et al.*, 2003)، يعتمد محتوى زيت الزيتون من المركبات الفينولية على درجة النضج، بالإضافة إلى عوامل أخرى.

وجد أن بذور السمسم تحتوي على مركبات فعالة كمضادات الأكسدة مثل (lignin)، وبلغت كمية الفينولات الكلية في بذور السمسم الخام (23.06 ملجم جاليك/ كجم زيت) (Elleuch *et al.*, 2007).

النقل (المكسرات)

تعتبر النقل (المكسرات) مصدر جيد لمضادات الأكسدة (Schmidt and Pokorny, 2006)، ولكن استهلاكها منخفض، حيث تعتبر غنية بالتوكوفيرولات ومنها البندق (Alasalvar *et al.*, 2006) والفستق واللوز (Wijeratne *et al*,. 2006)، ويبين الجدول (5) الفينولات الكلية لبعض أنواع المكسرات، حيث وجد أن أعلى كمية فينولات كانت في بذور الفستق حيث بلغت (8.7- 16.6 ملجم جاليك/ جم)، وأقل كمية وجدت في الكاجو (Cashew) وبلغت (1.4- 2.7 ملجم جاليك/ جم) (Chen and Blumberg, 2008).

جدول (5) المحتوى الكلي للفينولات في بعض المكسرات.

نوع المكسرات	الفينولات الكلية ملجم جاليك/ جم
لوز Almonds	4.2 -2.4
الكاجو Cashew	2.7 -1.4
بندق Hazelnuts	8.4 -2.9
فول سوداني Peanuts	4.2- 4.0
فستق Pistachios	16.6 -8.7

(Chen and Blumberg, 2008)

مركبات مضادات الأكسدة الاصطناعية

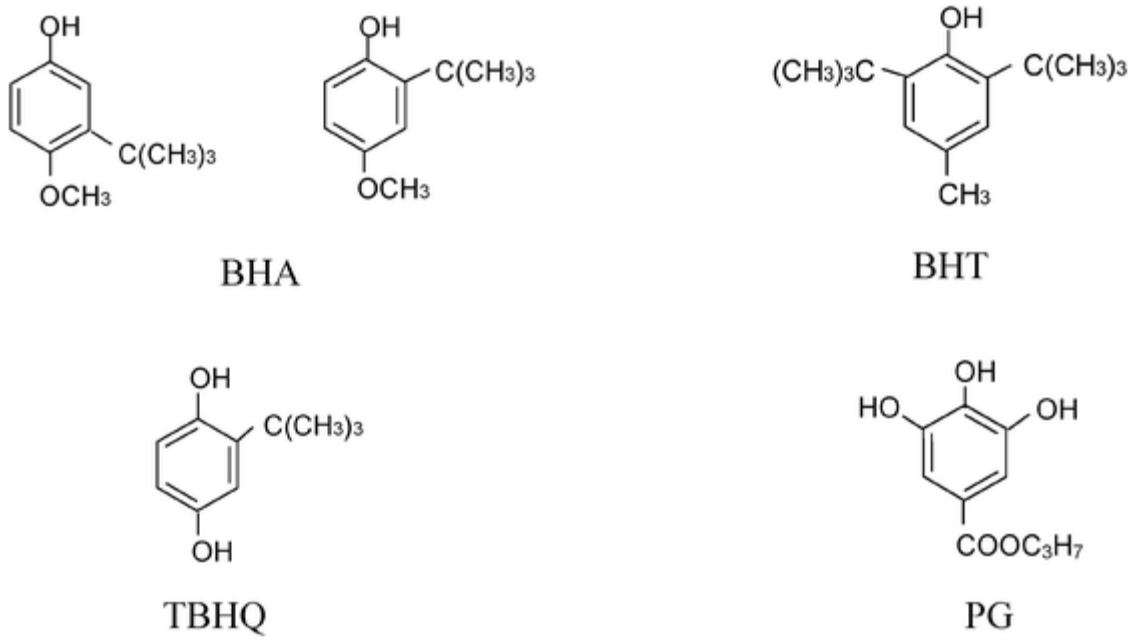
بيوتيليتيد هيدروكسي أنيسول Butylated Hydroxyanisole (BHA)

يعرف (BHA) بأنه: عبارة عن مضاد أكسدة يوجد على هيئة خليط من مركبين كيميائيين 3-Tert-Buty l- 4- Hydroxyanisole (3-BHA) و2-Tert-Buty l- 4- Hydroxyanisole (2-BHA)، (شكل8). ويطلق علية بالرمز (E 320)، ويوجد بلون أبيض أو أصفر على درجة حرارة الغرفة، وقوامة صلب شمعي (IARC, 1986)، ويذوب هذا المركب في الزيوت والدهون والكحول ولا يذوب في الماء، والوزن الجزيئي له (180.2 جم/ مول)، ونقطة الغليان (270- 264 م^0) (HSDB, 2009)، والذوبانية (0.213 جم/ لتر عند 25 م^0) (Chemidplus, 2009). إن الكمية المسموحة إضافتها منة إلى الزيوت النباتية المعدة للطعام حسب المواصفة الخليجية (175 ملجم/ كجم زيت) (المواصفات القياسية الخليجية، 2008).

يستخدم (BHA) في علائق الحيوانات ومواد التعبئة والتغليف والمطاط ومستحضرات التجميل ومنتجات البترول (IARC, 1986)، كما يستعمل غذائيا في حفظ السمن الاصطناعي والزيوت النباتية ومنتجات الحبوب ومنتجات البطاطس والشوربة المجففة واللبان (Stuckey, 1962).

بيوتيليتيد هيدروكسي تولوين Butylated Hydroxytoluene (BHT)

يعتبر أحد مضادات الأكسدة الاصطناعية يطلق علية (E 321)، والصيغة الكيميائية هي ($C_{15}H_{24}O$)، واسمه الكيميائي (4-methyl -2,6 –Ditertiarybutylphenol) (Aguilar *et al.*, 2012) شكل (8). ويوجد على هيئة حبوب شفافة عند درجة حرارة الغرفة، ونقطة الانصهار (70 م^0) (Chang and Maurey, 1985)، وكثافته (1.03 جم/ سم^3) (Bayer, 1973)، وذوبانيته منخفضة في الماء



شكل (8) التركيب الكيميائي لبعض مضادات الأكسدة الاصطناعية المستخدمة في المنتجات الغذائية.

حيث تبلغ (0.6 - 1.1 ملجم/ لتر) عند 20- 25 م^0 (Bayer, 1986b)، وحوالي (1.5 ملجم/ لتر) عند 30 م^0 (Chang and Maurey, 1985)، وتنص المواصفة الخليجية على أن الكمية المسموح إضافتها منه إلى الزيوت النباتية المعدة للطعام 75 ملجم/ كجم (المواصفات القياسية الخليجية، 2008)، يستعمل هذا المركب كمادة مضافة أثناء إنتاج الزيوت النباتية ومنتجات الحبوب والمواد المبطنة للعبوات والأغلفة، وقد يستعمل منفرداً أو مع (BHA, PG) وحمض الستريك (Stuckey, 1962).

جالات بروبيل propyl gallate (PG)

الجالات (Gallate) عبارة عن مجموعة من مركبات مضادات الأكسدة التي تستخدم في الأغذية أو في مستحضرات التجميل أو في الصناعات الدوائية لمنع أكسدة الدهون والفيتامينات والعطور والزيوت الأساسية، وتعتبر الجالات استرات الالكيل لمركب ثلاثي هيدروكسيل حمض البنزويك

(Trihydroxybenzoic acid)، ويوجد منه عدة مركبات مثل جالات بروبيل (Propyl Gallate (PG، و(Dodecyl Gallate (DG، ومركب (Octyl Gallate (OG (Muñoz *et al.*, 2002). تتم أضافه (PG) (E 310) إلى الزيوت النباتية المعدة للطعام بنسبة 120 ملجم/ كجم (المواصفات القياسية الخليجية، 2008)، ويستخدم أيضاً كمواد مضافة أثناء صناعة الزيوت والدهون ومنتجاتها وكذلك في إنتاج الشموع، ويتم إنتاجه صناعياً بواسطة جزيئات حمض التانيك مع إنزيم التانين المستخرج من فطر (*Aspergillus niger*)، الوزن الجزيئي للمركب (212.2 جم/ مول)، ونقطة الانصهار 150 م^0، والذوبانية في الماء (3.5 ملجم/ مل) (Sharma and Gupta, 2003).

تقسيمات أخرى لمضادات الأكسدة

تقسم مضادات الأكسدة إلى أنزيمية مثل (Superoxide Dismutase, Glutathione Peroxidise) (Ratnam *et al.*, 2006)، وأخرى غير أنزيمية. وتقسم حسب الذوبانية إلى مركبات ذائبة في الماء مثل (فيتامين (جـ)، مركبات الفينول) ومركبات ذائبة بالدهن مثل فيتامين (أ) وفيتامين (هـ) والكاروتينات (Podsędek, 2007).

تاريخ تطبيقات مضادات الأكسدة في الغذاء

أضيفت مضادات الأكسدة إلى الأغذية قبل الحرب العالمية الثانية، ويُعزى ذلك لعدم توفر مضادات الأكسدة الاصطناعية حيث تم استخدام الشوفان ودقيق فول الصويا (Musher,1935)، وقد وجد إن نشاط وفعالية مضادات الأكسدة الطبيعية غير كافية، لذلك تم إنتاج مضادات الأكسدة الاصطناعية، وكان إنتاج مضادات الأكسدة الاصطناعية بنفس التركيب الموجود في النبات، واختبرت سميتها. يعتبر وجود مضادات الأكسدة الاصطناعية بصورة نقية وثباتيتها العالية من مميزات مركبات

مضادات الأكسدة الاصطناعية مقارنة مع الطبيعية (Pokorny, 2007)، إلا إن هناك تقارير تعارض استخدام مضادات الأكسدة الاصطناعية معللة سبب ذلك إلى تعلقها بالنواحي الصحية للمستهلكين (Siddhuraju, 2007; Sultana *et al.*, 2007).

كمية مضادات الأكسدة المسموح بها في الأغذية

الحد الأقصى المسموح به في الأغذية من مركبات مضادات الأكسدة الاصطناعية (0.02 % أي 200 جزء بالمليون)، فإذا كان استهلاك الفرد من الدهون يوميا حوالي 100 جم (الحد الأعلى الذي ينصح به)، فإن إجمالي ما يستهلكه الإنسان باليوم من مضادات الأكسدة (20 ملجم) (Pokorny, 2007). وعادة ما تكون كمية الزيوت والدهون المتناولة والمحتوية على مضادات الأكسدة الاصطناعية قليلة حتى لو استهلك (100 مرة) أعلى من تلك الوجبة السابقة، تبقى غير ضارة وفقا لاختبارات السلامة، وهذا يعني حتى لو استهلك (2000 ملجم) يوميا تعتبر آمنة (Pokorny, 2007). قدر المتوسط اليومي المتناول بحوالي (1000 ملجم) من مضادات الأكسدة الكلي وحوالي (50-200 ملجم) من البولي فينولات في الوجبة (Pokorny, 2007)، وتساهم الحبوب بما مقداره (44 ملجم) من مضادات الأكسدة، بينما البطاطس (79 ملجم) والمكسرات (45 ملجم) والخضروات والأعشاب (162 ملجم) والفواكه والعصائر (295 ملجم) (Murkovic, 2003; Ock *et al.*, 2005).

يضاف مضاد الأكسدة الاصطناعي (BHA) إلى زيوت النباتية المعدة الطعام بتركيز (175 جزء بالمليون)، بينما تتم إضافة (BHT) بتركيز (75 جزء بالمليون)، ويتم إضافة مضاد الأكسدة الاصطناعي (PG) بتركيز (120 جزء بالمليون) (المواصفات القياسية الخليجية، 2008).

القدرة الكلية لمضادات الأكسدة Total Antioxidant Capacity (TAC)

يتم تقدير مجموع القدرة الكلية لمضادات الأكسدة (TAC) بالاعتماد على طريقتين رئيسيتين وهما تفاعلات نقل ذرة الهيدروجين Hydrogen Atom Transfer (HAT)، وتفاعلات نقل الإلكترون Electron Transfer Assays (ET).

تفاعلات نقل ذرة الهيدروجين تشمل على إضافة مركبين في مخلوط التفاعل (مصدر الأكسدة ومضاد الأكسدة)، مصدر الأكسدة سوف يأخذ الإلكترون من مضادات الأكسدة وبتالي يتغير اللون، يمكن قياس بالطرق اللونية ومن الأمثلة Oxygen Radical Absorbance Capacity (ORAC), Total Radical Trapping Antioxidant Parameter (TRTAP) inhibition of induced low- Density Lipoprotein Autoxidation (LDL) (Huang *et al.*, 2005).

تفاعلات نقل الإلكترون يتم فيها نقل إلكترون من ذرة أو نوع كيميائي (مثلاً جزئ) إلى ذرة أخرى أو نوع كيميائي (جزئ) (Greenwood and Earnshaw, 1997) ومن الأمثلة عليها 2,2'- Azinobis (3-Ethylbenzothiazoline 6-Sulfonate) (ABTS)، Ferric Reducing Antioxidant Assay Power (FRAP)، 2,2-Diphenyl-Picrylhydrazyl, (DPPH) Folin-Ciocalteu method (FC) (Huang *et al.*, 2005).

الرمان Pomegranate

ينتمي الرمان (*Punica granatum L*) إلى العائلة الرمانية (Punicaceae). تعد إيران الموطن الأصلي لزراعته (الخفاجي والمختار، 1989)، تنجح زراعة أشجار الرمان في مناطق مختلفة من المملكة العربية السعودية خاصة (المناطق الجنوبية مثل أبها والمناطق الغربية مثل الطائف)، وتعتبر الطائف من أشهر المدن لإنتاج أجود أنواع الرمان، وقدر إنتاج الرمان في المملكة العربية السعودية

بحوالي ثمانية الآف طن تقريبا لعام 2008 م، وبلغ حجم التصدير 70% من الإنتاج السنوي (الجهني، 2008). تنضج ثمار الرمان في المملكة ابتداء من شهر أغسطس وتستمر حتى نهاية شهر سبتمبر حسب المنطقة والأصناف.

ويزرع الرمان في عدة مناطق من الجمهورية اليمنية، وتعتبر محافظة صعدة من أشهر المدن اليمنية لإنتاج أجود أنواع الرمان، وقد بلغ إنتاج اليمن في عام 2009 م 26200 طن (الإحصاء الزراعي، 2009). وبلغ إنتاج الدول العربية لعام 2000 م (584.94 ألف طن)، وتحتل العراق وسوريا وتونس المركز الأول في الإنتاج (Anonymus, 2000)، كما إن الرمان يزرع في مناطق واسعة من إيران والهند وبعض مناطق من أمريكا (La Rue, 1969).

يزرع الرمان كمحصول، ويمكن أن يستخدم كأشجار زينة (Dewin and Sinann, 2001). وتؤكل ثمار الرمان طازجة أو تستخدم كشراب أو عصير، أو تضاف إلى المشروبات الغازية، المعجنات، الحلويات وفي تصنيع الجيلي (La Rue, 1969؛ FAO, 1982). والذي يستهلك في أغلب الاحيان البذور العصيرية وتستهلك القشور وأوراق الأشجار في بعض المناطق حيث تحتوي على كميات مرتفعة من الفيتامينات ومضادات الأكسدة (Gil *et al.*, 1995).

أهم أصناف الرمان

يعتبر الصنف الطائفي من أهم الأصناف المنتشرة في المملكة العربية السعودية بالإضافة إلى تواجد أصناف أخرى منها البلدي والشامي وخب الجمل وصنف المدينة، وهناك أصناف جلبت من مصر والدول العربية الاَخرى مثل المليسي، المنفلوطي، السكري، البناتي، سليمي، ومسباق وكذلك بعض الأصناف من أسبانيا مثل مولر (Molar)، ودجياتيفا (Dejativa) (باشة، محمد 1998م). وتتميز

ثمار الرمان الطائفي بأنها كبيرة الحجم إذ يصل أحياناً وزنها لأكثر من (500 جم)، ولون قشرتها أصفر فاتح، سميكة القشرة، كبيره الحبوب.

في الجمهورية اليمنية تنتشر عدة أصناف ومنها الصنف الطائفي والعرقبي والبحصم والخازمي والصماطي، وتتميز ثمار الرمان الصنف الطائفي بقشرة ذات لون أخضر محمر، وذات وزن كبير، ولون بذورها أحمر إلى أحمر غامق (الشاوش وآخرون، 2007)

الصفات الفيزيائية والكيميائية لثمار الرمان

أشار (Gözlekçi *et al.*, 2011)، إلى أن أوزان ثمار الرمان تتراوح بين (377.89- 504.15 جم)، وأطوال الثمار بين (90.15- 100.06 ملم)، وبلغ وزن الحبوب (aril) بين (171.02- 258.08 جم)، ووزن القشور بين (206.87- 247.87 جم)، ولون قشرتها يتراوح بين الأحمر الغامق إلى الفاتح إلى الوردي، وطعمها بين الطعم الحلو إلى الطعم الحمض، والمواد الصلبة الكلية بلغت بين (13.9- 14.97%).

ويعتبر الرمان مهم من الناحية الغذائية حيث يحتوي على (78% ماء)، (19.7% كربوهيدرات)، (1.6% بروتين خام)، (0.7% معادن) (FAO, 1982). ويتكون التركيب الكيميائي لعصير الرمان من (85.4% ماء)، (15.4- 19.6% كربوهيدرات)، (0.35- 3.36 جم/ 100 مل حموضة كلية)، (1.4% بروتين) (0.9% دهن)، (0.73 % رماد) (Morton, 1987; EL-Nemr *et al.*, 1990; Akbarpour *et al.*, 2009)

ويحتوي التركيب الكيميائي لمستخلص عصير الرمان على (0.36% فينولات كلية) (0.6% أحماض عضوية) و(0.5 % رماد). ويحتوي مستخلص قشور الرمان على (13 % فينولات كلية)، و(2 % أحماض عضوية) و(2 % رماد). بينما يتكون مستخلص بذور arils الرمان من (1.4 % فينولات كلية)، (0.6 % أحماض عضوية) و(2.5 % رماد) (Aviram *et al.*, 2008).

استخلاص مركبات مضادات الأكسدة من الرمان

ارتفعت نسبة الاستخلاص عند استخدام مذيب الأسيتون 80% أثناء استخلاص مركبات مضادات الأكسدة من بعض النباتات العطرية، كما ذكر (Sultana *et al.*, 2009). واجري استخلاص مركبات مضادات الأكسدة من أجل تقدير كمية الفينولات الكلية ونشاط مضادات الأكسدة في مجموعة من النباتات الطبية المزروعة في باكستان (*Moringa oleifera, Azadirachta indica, Terminalia arjuna, Acacia nilotica, Eugenia jambolana, Aloe barbadensis*)، كما وجد أن نسبة الاستخلاص بمذيب الميثانول 80% أعلى من نسبة الاستخلاص بمذيب الميثانول، ونسبة الاستخلاص بمذيب الإيثانول 80% أعلى من الاستخلاص بمذيب الإيثانول، ونسبة الاستخلاص بالإيثانول 80% أعلى من نسبة الاستخلاص بالميثانول 80%.

كذلك وجد (Wang *et al.*, 2011)، أن مذيب الميثانول أفضل المذيبات في استخلاص مركبات مضادات الأكسدة مقارنة مع بعض المذيبات مثل الماء، الأسيتون، الإيثانول، الإيثايل أسيتات، أثناء العمل على قشور الرمان المزروع في ولاية كاليفورنيا– الولايات المتحدة الأمريكية، وتم تقدير نسبة الاستخلاص حسب (Wang *et al.*, 2011)، فوجد أن النسبة المئوية للاستخلاص من قشور الرمان بمذيب الميثانول بلغت (46.51±0.86%)، بينما في الماء كانت (43.19±2.24%)، والإيثانول كانت (17.71 ±0.23%)، والأسيتون كانت (3.81±0.08%)، والإيثايل أسيتات كانت (0.88±0.08%).

ذكر (Singh *et al.*, 2001) أيضاً أن مذيب الميثانول أفضل في استخلاص مركبات مضادات الأكسدة مقارنة مع مذيب الماء والإيثايل أسيتات، أثناء العمل على بذور وقشور الرمان الهندي. وقدرت نسبة الاستخلاص حسب ما قام به (Singh *et al.*, 2002)، فوجد أن النسبة المئوية لاستخلاص مركبات

مضادات الأكسدة من قشور الرمان بمذيب الميثانول كانت (9.38%)، والماء كانت (7.33%)، وبالإيثايل أسيتات كانت (1.04%). بينما بلغت نسبة الاستخلاص من بذور الرمان بمذيب الإيثايل أسيتات (2.32%)، الميثانول كانت (8.62%)، الماء كانت (7.53%). وكذلك أيضاً ما ذكر (Cam *et al.*, 2010)، أثناء العمل على قشور الرمان التركي. فقد أجري الاستخلاص حسب ما ذكر (Cam *et al.*, 2010)، أن نسبة الاستخلاص في قشور الرمان المستخلص بالميثانول بلغت (46.5%)، وبالماء كانت (16.7%).

وتؤثر طريقة الاستخلاص على نسبة الاستخلاص كما وجد (Cam *et al.*, 2010)، أثناء دراسة مدى ملائمة طريقة الاستخراج بالضغط (Pressurised water extraction) لاستخلاص مضادات الأكسدة من قشور الرمان التركي، ووجد أن العامل الأهم في استخلاص مضادات الأكسدة بالضغط هو حجم الجسيمات ودرجة الحرارة وثباتية الزمن، وعرضت النتائج أن نسبة الاستخلاص من القشور بمذيب الميثانول كانت (46.5%)، وبالماء كانت (16.7%)، وطريقة الاستخراج بالضغط كانت (43.3%).

كمية ونشاط مضادات الأكسدة في مستخلصات الرمان

تختلف كمية الفينولات الكلية بين الأصناف المختلفة للنوع الواحد، فقد وجد (Cam *et al.*, 2009)، في دراسة لتقييم مركبات مضادات الأكسدة في عصائر ثمانية أصناف من الرمان المزروع في تركيا (Izmir 8, Izmir 10, Izmir 23, Izmir 26, Izmir 1264, Izmir 1479, Izmir 1499 and Zivzik). وتم تقدير كمية الفينولات الكلية باستخدام طريقة (Folin Ciocalteu assay) حسب (Vinson *et al.*, 1995)، بينما تم تقدير كمية الانثوسيانينات باستخدام طريقة (Two Buffer Systems) الموصوف بواسطة

(Lako *et al.*, 2007). أظهرت النتائج أن كمية الفينولات الكلية في الأصناف المدروسة تراوحت بين (208.3- 343.6 ملجم كاتشين/ 100 مل عصير). كما وجد أن المحتوى الكلي للانثوسيانينات تراوحت بين (8.1 - 36.9 ملجم سيانيدين -3- جليكوسايد/ 100 مل عصير).

ويختلف نشاط وكمية مضادات الأكسدة وكذلك توزيعها بين أجزاء الثمرة للأصناف المختلفة كما ذكر (Shams Ardekani *et al.*, 2011)، أثناء تقييم نشاط مضادات الأكسدة وكمية الفينولات الكلية وكمية الفلافونويدات في تسعة أصناف من الرمان المزروع في إيران (Sour white peel, Sweet white peel, North white peel, Sweet malas, Sour Summer, Sweet saveh malas, Sweet alac. Black peel, Agha mohammad ali)، قدرت نشاط مضادات الأكسدة الكلية في المستخلصات بطريقة (Ferric Reducing Antioxidant Power Assay) حسب (Benzie and strain,1999)، وكمية الفينولات الكلية بطريقة (Folin-Ciocalteu reagent) حسب (Velioglu *et al.*, 1998). وأظهرت النتائج أن كمية الفينولات الكلية في لب أصناف الرمان تراوحت بين (11.62- 21.03 ملجم جاليك/ جم مستخلص)، بينما كمية الفلافونويدات تراوحت بين (0.84- 2.14 ملجم كاتشين/ جم مستخلص)، وكمية المواد الفينولية في القشور تراوحت بين (98.24- 250.13 ملجم جاليك/ جم مستخلص)، بينما كمية الفلافونويدات كانت (18.61- 36.40 ملجم كاتشين/ جم مستخلص).

تختلف كمية الفينولات الكلية حسب الصنف كما ذكر (Gözlekçi *et al.*, 2011)، أثناء الدراسة على تصنيف الفينولات الكلية في عصير وقشور وبذور أربعة أصناف للرمان المزروع في تركيا (Lefan)، (Katirbasi)، (Cekirdeksiz-IV)، (Asinar). وقدرت كمية الفينولات الكلية باستخدام طريقة (Folin-Ciocalteu method) الموصوفة بواسطة (Singleton, Rossi. 1965)، وتبين أن كمية الفينولات الكلية في قشور أصناف الرمان بلغت (1775.4– 3547.8 مايكرو جرام جاليك/ جم)، وفي عصير الرمان

تراوحت بين (784.4– 1551.5 مايكرو جرام جاليك/ جم)، بينما في بذور الرمان تراوحت بين (117.0– 177.4 مايكرو جرام جاليك/ جم).

أجرى (Ozgena *et al.*, 2008)، دراسة لتقييم مركبات مضادات الأكسدة في ستة أصناف من الرمان التركي (Dikenliincekabuk, Eksi, Kan, Katirbasi, Serife, and Tatli). فقدرت كمية الفينولات الكلية بطريقة (Folin-Ciocalteu method) (Singleton and Rossi, 1965)، والانثوسيانينات بطريقة (pH differential method) حسب (Giusti *et al.*, 1999; Giusti and Wrolstad, 2005)، وتم تقدير نشاط مضادات الأكسدة بطريقتين، فأظهرت النتائج أن كمية الفينولات الكلية في العصير بلغت (1507 ملجم جاليك/ لتر)، والانثوسيانينات (60 ملجم سيانيدين - 3- جليكوسايد/ 100 مل عصير)، ومتوسط نشاط مضادات الأكسدة بطريقة (FRAP) (7.35 ميكرو مول حمض الاسكوربيك من Trolox Equivalents TE/ لتر)، ومتوسط نشاط مضادات الأكسدة بطريقة (TEAC) (5.60 مليمول من TE/ لتر).

ذكر ناجي وآخرون (Negi *et al.*, 2003) أن نشاط مضادات الأكسدة في المستخلص المائي منخفضة جدا، وتبين ذلك أثناء تقدير نشاط مضادات الأكسدة ومضادات الطفرات من قشور الرمان الهندي (منتج ثانوي أثناء صناعة العصير)، وتم تقدير نشاط مضادات الأكسدة بطريقة (phosphomolybdenum method) حسب (Prieto *et al.*, 1999)، وكمية الفينولات الكلية قدرت بواسطة (Folin-Ciocalteu method) الموصوفة من قبل (Singh *et al.*, 2002). فلوحظ ارتفاع نشاط مضادات الأكسدة مقدر كحمض الأسكوربيك في مستخلصات قشور الرمان المستخلصة بمذيب الإيثايل أسيتات (Ethyl acetat) حيث كانت (47.2±2396 ميكرومول حمض الأسكوربيك/ جم). ونشاط

مضاد الأكسدة في مستخلصات قشور الرمان المستخلصة بمذيب الأسيتون (2173±79.8 ميكرومول حمض الأسكوربيك/ جم). والنشاط المضاد للأكسدة لمستخلصات قشور الرمان المستخلصة بمذيب الميثانول كانت (2457±56.3 ميكرو مول/ جم من المستخلص). والنشاط المضاد للأكسدة لمستخلصات قشور الرمان المستخلصة بمذيب الماء (956±12.7 ميكرومول حمض الأسكوربيك/ جم). وبلغت كمية الفينولات الكلية معبراً عنها بالكاتشين (Catechin) في مستخلصات قشور الرمان المستخلصة بمذيب إلايثايل أسيتات (16.5%)، بينما في مستخلصات الأسيتون كانت (52%)، وفي مستخلصات الميثانول كانت (46.2%)، وفي مستخلصات الماء كانت (4.8%).

أشار (Singh *et al.*, 2002) إلى أن كمية الفينولات الكلية ارتفعت في مستخلصات الميثانول عن مستخلصات الماء، وقد تبين ذلك في البحث الذي هدف إلى تقييم مضادات الأكسدة من أجزاء الرمان الهندي مثل (القشور والبذور) بأنظمة مختلفة، قدرت نشاط مضادات الأكسدة بطريقة (β-Carotene Linoleate Model System) حسب (Jayaprakasha *et al.*, 2001). ونشاط مضادات الأكسدة بطريقة (DPPH method) حسب (Blios, 1958). قدرت كمية الفينولات الكلية حسب (Jayaprakasha *et al.*, 2001)، وتم استخلاص مركبات مضادات الأكسدة بواسطة مذيب الإيثايل أسيتات والميثانول والماء، فأظهرت النتائج أن مستخلصات قشور الرمان أبدت نشاط مضادات الأكسدة عند التقدير بالبيتا كاروتين حيث كانت (83%)، وعند استخدام القدرة على تثبيط مركب (DPPH) كانت (81%) عند تركيز (50 جزئ بالمليون)، كما بينت النتائج أن شاط مضادات الأكسدة لمستخلصات الميثانول من البذور عند تركيز (100 جزئ بالمليون) عند التقدير بالبيتا كاروتين كانت (22.6%)، وعند استخدام القدرة على تثبيط مركب (DPPH) كانت (23.2%)، وبلغت كمية الفينولات الكلية في

مستخلصات قشور الرمان المستخلصة بمذيب الميثانول كانت (44%)، الإيثايل أسيتات كانت (18%)، والماء كانت (3%)، وكذلك وجد أن كمية الفينولات الكلية في مستخلصات بذور الرمان المستخلصة بمذيب الميثانول كانت (2.6%)، الإيثايل أسيتات كانت (2.1%)، والماء كانت (3 %).

تعتبر قشور الرمان غنية بمضادات الأكسدة مقارنة مع بقية المخلفات الزراعية كما ذكر (Tzanakis *et al.*, 2006)، تبين ذلك أثناء تقدير كمية الفينولات الكلية في السفرجل والرمان البري والبرتقال الحامض المزروعة في اليونان، ومقارنتها مع كمية الفينولات الكلية ونشاط مضادات الأكسدة في التفاح والرمان، حيث استخدم مذيب الميثانول في الاستخلاص، وقدرت كمية الفينولات الكلية بواسطة (Folin-Ciocalteu method) حسب (Vasquez-Ronsero, 1976) على أساس حمض الكافيين، ونشاط مضادات الأكسدة حسب (Bandoniene *et al.*, 2002). فبلغت كمية الفينولات الكلية في لب الرمان (1.170%)، وفي قشور الرمان (3.164%).

تؤثر طريقة الاستخلاص على كمية ونشاط مضادات الأكسدة كما وجد (Cam *et al.*, 2010). أثناء دراسة مدى ملائمة طريقة الاستخراج بالضغط (Pressurised water extraction) لاستخلاص مضادات الأكسدة من قشور الرمان التركي، وقدرت كمية الفينولات الكلية بطريقة (Folin-Ciocalteu) (Li *et al.*, 2006)، وكمية الفلافونويدات بطريقة (Zhishen *et al.*, 1999). وعرضت النتائج أن كمية الفينولات الكلية في قشور الرمان المستخلص بمذيب الميثانول كانت (258.2 ملجم تانيك/ جم رمان مجفف). وفي قشور الرمان المستخلصة بمذيب الماء كانت (80.5 ملجم تانيك/ جم رمان مجفف)، وفي المستخلص المستخرج بالضغط كانت (264.3 ملجم تانيك/ جم رمان مجفف). بينما بلغت كمية الفلافونويدات في قشور الرمان المستخلصة بمذيب الميثانول كانت (18.1 ملجم كاتشين/ جم رمان

مجفف)، وبمذيب الماء كانت (6.2 ملجم كاتشين/ جم رمان مجفف)، وفي المستخلص المستخرج بالضغط كانت (13 ملجم كاتشين/ جم رمان مجفف).

وقد هدف (Li *et al.*, 2006) إلى تأسيس نظام فعال لاستخلاص مركبات مضادات الأكسدة وكذلك إمكانية الاستفادة من مستخلصات قشور الرمان المزروع في الصين، وقدرت كمية الفينولات حسب (Jayaprakasha *et al.*, 2001) وكمية الفلافونويدات حسب (Li *et al.*, 1999)، والباراثوسيانيدات حسب (Sun *et al.*, 1998). قدرت نشاط مضادات الأكسدة بعدة طرق. أظهرت النتائج أن متوسط كمية الفينولات الكلية في قشور الرمان بلغت (17.2±249.4.4 ملجم حمض تانيك/ جم). بينما في لب الرمان كانت (2.7±24.4 ملجم حمض تانيك/ جم). وكمية الفلافونويدات في قشور الرمان كانت (3.3 ± 17.2 ملجم rutin/ جم)، وفي لب الرمان بلغت (4.8 ±59.1 ملجم rutin/ جم)، بينما كمية البروثوسيانيد في قشور الرمان كانت (0.7 ±5.3 ملجم كاتاشين/ جم)، وفي لب الرمان (0.5 ± 10.9 ملجم كاتاشين/ جم).

ووجد (Hajimahmoodi *et al.*, 2008) أن نشاط مضادات الأكسدة مرتفعة في القشور عن لب الرمان، وتبين ذلك في البحث الذي هدف إلى دراسة خصائص مضادات الأكسدة المستخلصة من القشور واللب لعشرة أنواع من الرمان المزروعة في إيران، حيث تم مقارنة نشاط مضادات الأكسدة في عشرة أصناف من الرمان المزروعة في إيران باستخدام (Ferric Reducing Assay Power)، والموصوفة بواسطة (Benzie and strain,1999)، وعرضت النتائج وجود اختلاف بين القشور واللب للأصناف المدروسة، حيث وجد أن نشاط مركبات مضادات الأكسدة المستخلص من اللب كانت أعلى في الصنف (Sour Alac) حيث كانت (1.439 مليمول حديد/ 100 جم)، ويليه الصنف (Sweet White Peel) حيث كانت (1.048 مليمول حديد/ 100 جم)، وأقل كمية نشاط وجدت في الصنف

(Sweet Malas) حيث كانت (0.607 مليمول حديد/ 100 جم). وفي قشور الرمان وجد أن نشاط مضادات الأكسدة كانت مرتفعة في الصنف (Sweet White Peel) حيث كانت (169.608 مليمول حديد/ 100 جم)، وأقل كمية وجدت في الصنف (Black Peel) حيث كانت (33.639 مليمول حديد/ 100 جم)، بينما في ثمار الرمان كاملة وجد ارتفاع نشاط مركبات مضادات الأكسدة في مستخلصات الصنف (Sweet White Peel) حيث كانت (170.656 مليمول حديد/ 100 جم)، وأقل نشاط مضاد للأكسدة وجد في مستخلصات الصنف (Black Peel) حيث كانت (34.959 مليمول حديد/ 100 جم).

وذكر (Sadeghi *et al.*, 2009) أثناء العمل على ستة أصناف للرمان المزروع في إيران، قدر نشاط مضادات الأكسدة في بذور الرمان بواسطة (FRAP)، أن أعلى نشاط مضادات الأكسدة في مستخلصات بذور الرمان المستخلصة بمذيب الماء للصنف (Sour White Peel) كانت (3.45 ميكرومول)، وفي الصنف (Agha Mohamad Ali) كانت (2.76 ميكرومول)، وفي مستخلصات بذور الرمان المستخلصة بمذيب الإيثانول للصنف (Sour White Peel) كانت (3.88 ميكرومول)، وفي الصنف (Black Peel) كانت (1.62 ميكرومول).

ويعتبر الأسيتون من المذيبات المستخدمة في استخلاص مضادات الأكسدة ويعتبر الأفضل في استخلاص مضادات الأكسدة من قشور الرمان الإيراني حسب ما ذكر (Yasoubi *et al.*, 2007). أثناء دراسة مقارنة لاستخلاص مركبات مضادات الأكسدة من قشور الرمان الإيراني بواسطة طريقتين مختلفتين (الطريقة التقليدية والأشعة فوق صوتية) وخمسة مذيبات (أسيتون، ميثانول، إيثانول، ماء، إيثايل أسيتات). ومقارنة مع استخلاص مركبات مضادات الأكسدة بطريقة السوائل فوق الحرجة (Supercritical Fluid Extraction (SFE)، ، قدرت الفينولات الكلية بـ (Folin-Ciocalteu method)،

حسب (Singh *et al.*, 2001). ووجد أن كمية مضادات الأكسدة في مستخلصات القشور المستخلصة بمذيب الأسيتون بالطريقة التقليدية مقدرة كحمض التانيك كانت (35%)، وفي مستخلصات الميثانول كانت (31%)، وفي مستخلصات الإيثانول كانت (23%)، وفي مستخلصات الماء كانت (12%)، وفي مستخلصات الإيثايل أسيتات كانت (0.2%).

وأشار (Bushra *et al.*, 2008) إلى أن مستخلصات قشور الرمان أظهرت ثباتية أفضل للزيوت ضد الأكسدة مقارنة مع الكثير من المخلفات الزراعية وتبين ذلك أثناء العمل على إمكانية الاستفادة من المخلفات الزراعية (قشور الرمان، قشور التفاح، قشور الموز، قشور القمح، قشور الحمضيات، نخالة القمح، نخالة الرز وهالة الرز)، كمضادات أكسدة طبيعية، حيث استخلصت مضادات الأكسدة بواسطة مذيب الميثانول حسب (Bushra *et al.*, 2008)، وقدرت كمية الفينولات الكلية بطريقة (Folin- Ciocalteu reagent) حسب (Chaovanalikit and Wrolstad, 2004)، ونشاط مضادات الأكسدة بطريقة (DPPH method) الموصوفة من قبل (Sultana *et al.*, 2007; Iqbal *et al.*, 2007)، وكمية الفلافونويدات حسب (Dewanto *et al.*, 2002)، وبلغ محتوى قشور الرمان من الفينولات الكلية (36.40 جم/100 جم مستخلص مجفف)، وكمية الفلافونويدات كانت (4.89 جم/ 100 جم مستخلص مجفف)، وكمية الفلافونات كانت (2622.41 ملجم/ كجم مستخلص مجفف)، والقدرة على إزالة الجذر الحر باستخدام (DPPH) كانت (11.2%).

دور مستخلصات الرمان في ثباتية الزيوت والدهون

يعتبر تزنخ الزيوت والدهون من أهم المشاكل التي تقابل مصنعي الأغذية. نظراً للتزايد المستمر لاستخدام الزيوت الغير مشبعة. والجدير بالذكر أن أكسدة الليبيدات ليس فقط يؤدي إلى إنتاج روائح

ومواد غير مرغوبة بل تقلل من الجودة الغذائية بسبب تكوين المركبات الثانوية في الأغذية بعد الطهي والتصنيع، لذا يجب الاهتمام بالطرق والمعاملات التي تتحكم في منع أكسدة الليبيدات بحيث لا يقل المحتوى من التوكوفيرولات كمضادات أكسدة طبيعية، وكذلك يجب البحث عن مضادات أكسدة طبيعية حتى يتوفر عنصر السلامة لاستخدام وتداول الزيوت والدهون ومنتجاتها (القليوبي وآخرون، 2005 م).

وتعتبر ثمار الرمان مصدراً جيد لمضادات الأكسدة الطبيعية، حيث تلعب مستخلصات ثمار الرمان دوراً مهما في زيادة الثبات ضد الأكسدة، ومن أهم الدراسات ما ذكر (El-Anany, 2007) حيث أشار إلى أن لمستخلص قشور الرمان المصري دوراً في تعزيز الثباتية ضد للأكسدة في زيت تباع الشمس أثناء عملية القلي العميق. تم دراسة مقدرة المستخلصات على حماية زيت تباع الشمس باستخدام رقم حمض الثايوباربيوترك (TBA) حسب (Sidwell *et al.*, 1954). وجفف المستخلص تحت تفريغ عند 50 م^{0} وأضيف المستخلص إلى زيت تباع الشمس بنسبة (200- 400- 600- 800 ملجم/ كجم زيت)، وأضيف مضاد الأكسدة الاصطناعي (Butylated hydroxytoluene) بنسبة (200 ملجم/ كجم زيت) للمقارنة، واستخدام الزيت في عمليات القلي للبطاطس على درجة حرارة (5±180 م^{0}) لمدة (12 ساعة)، وأخذت العينات بعد كل (0 ,2 ,4 ,8 ,12) ساعة.

وأظهرت النتائج أن تراكيز مستخلصات قشور الرمان (400- 600- 800 ملجم/ كجم) كانت أفضل من بين كل التراكيز المستخدمة مقارنة مع مضاد الأكسدة الاصطناعي (BHT) بتركيز (200 ملجم/ كجم)، حيث وجد أن قيمة اختبار حمض الثايوباربيوتريك (Thiobarbituric acid) عند تركيز (800 ملجم/ كجم) كانت (0.53 AU)، وعند تركيز (600 ملجم/ كجم) كانت (0.59 AU)، وعند تركيز

(400 ملجم/ كجم) كانت (0.62 AU)، بينما عند إضافة (BHT) بتركيز(200 ملجم/ كجم) كانت (0.64 AU) بعد (12 ساعة).

يعتبر التركيز 500 جزء بالمليون من مستخلص قشور رمان أفضل في حماية زيت فول الصويا ضد الأكسدة حسب ما ذكر (Yasoubi *et al.*, 2007)، وتم تقدير قدرة مستخلصات قشور الرمان على حماية زيت فول الصويا ضد الأكسدة عن طريق اختبارات قياس الأكسدة ومنها قياس رقم البيروكسيد حسب (AOCS, 1989) واختبار حمض الثايوباربيوترك حسب (Sidewell *et al.*, 1954). فوجد أن لمستخلصات قشور الرمان المستخلصة بمذيب الأسيتون عند تركيز 500 ملجم مستخلص مجفف/ كجم زيت فول الصويا حماية أفضل لزيت فول الصويا، يلي ذلك مضاد الأكسدة الاصطناعي (BHA بتركيز 200 ملجم/ كجم زيت فول الصويا) ثم مضاد الأكسدة الاصطناعي (BHT بتركيز200 ملجم/ كجم زيت فول الصويا)، ثم يلي ذلك بقية التراكيز المستخدمة من مستخلصات قشور الرمان (100-350 ملجم/ كجم زيت فول الصويا).

أشار (Bushra *et al.*, 2008) إلى أن مستخلصات قشور الرمان أظهرت ثباتية أفضل للزيوت ضد الأكسدة مقارنة مع الكثير من المخلفات الزراعية، وتبين ذلك أثناء العمل على إمكانية الاستفادة من المخلفات الزراعية (قشور الرمان، قشور التفاح، قشور الموز، قشور القمح، قشور الحمضيات، نخالة القمح، نخالة الرز وهالة الرز)، كمضادات أكسدة طبيعية واستخدامها في تعزيز استقرار الزيت، وأجريت دراسة مدى تأثير المستخلصات على مقاومة الزيت للأكسدة عن طريق استخدام اضافة المستخلصات بتركيز (600 ملجم مستخلص/ كجم زيت ذرة)، ومضاد الأكسدة الاصطناعي بتركيز

(200 ملجم/كجم زيت ذرة)، ووضعت العينات في الفرن على درجة حرارة 50 م° وأخذت عينات زيت بعد كل 5 أيام ولمدة شهر، تم قياس مدى ثباتية زيت الذرة ضد الاكسدة (AOCS, 1997).

وقد أظهرت مستخلصات قشور الرمان قدرة أفضل من بقية المستخلصات ومن مضاد الأكسدة الاصطناعي في حماية زيت الذرة، حيث وجد أن نسبة الانخفاض في قيم رقم البيروكسيد للمعاملات المضافة لها مستخلص قشور الرمان كانت (70%) مقابل (55.3%) في العينات المضافة إليها مضاد الأكسدة الاصطناعي، وفي رقم (Conjugate Dienes) كانت (71.8%) مقابل (62.3%) في العينات المضافة إليها مضاد الأكسدة الاصطناعي. وفي رقم (Conjugate Trienes) (59.1%) مقابل (47.8%) في العينات المضافة إليها مضاد الأكسدة الاصطناعي، وفي رقم (P-anisidine values) (51.2%) مقابل (33.3%) في العينات المضافة إليها مضاد الأكسدة الاصطناعي.

وجد (Iqbal *et al.*,2008)، أن مستخلصات قشور الرمان أبدت مقاومة للحرارة عند 185 م° بعد 80 دقيقة، وتبين ذلك عند دراسة فعالية مستخلص قشور الرمان على ثباتية زيت تباع الشمس، حيث استخدم عدة مذيبات في الاستخلاص. تم تقدير الثبات الحراري لمستخلصات الميثانول عن طريق التخزين على درجة حرارة (185 م^0) لمدة تزيد عن (80 دقيقة)، وقدرت نشاط مضادات الأكسدة لأجل الاختلاف في فترات التخزين حيث وجد انخفاض إلى (66.23%) بعد الدقيقة (80).

أضيفت مستخلصات قشور الرمان إلى زيت تباع الشمس بتراكيز (250- 500- 1000 جزء بالمليون) وأضيف مضاد الأكسدة الاصطناعي (BHT) بتركيز(200 ملجم/ كجم)، حيث تم إجراء اختبارات الأكسدة (Conjugated - Peroxide Value - Antioxidant Activity Index Weight gain (Conjugated Trienes–Dienes Thiobarbituric Acid Reactive (Paquot and Hautfenne- 1987)، فأظهرت النتائج ترتيب المعاملات حسب أفضليتها على النحو التالي (1000 - BHT 200 – 500 – 250

– ضابطة) جزء بالمليون ما عدا اختبار Conjugated Dienes (CD) حيث كان تركيز مستخلص قشور الرمان (500 جزء بالمليون) أفضل من مضاد الأكسدة الاصطناعي المضاف بتركيز (200 جزء بالمليون).

أشار (Naveena *et al.*, 2008) إلى أن لمستخلص قشور الرمان القدرة على حماية منتجات اللحوم من الأكسدة، وتبين ذلك أثناء دراسة تأثير مستخلصات قشور الرمان المزروع في الهند على ثباتية فطائر الدجاج، فوجد أن الكمية المضافة (10 ملجم) من مستخلص قشور وعصير الرمان لكل كيلو جرام من اللحم (تم إضافة المستخلصات على أساس كمية اللحم) كافية لحماية فطائر الدجاج. وتبين ذلك من خلال تقييم مضادات الأكسدة في مستخلص قشور وعصير الرمان ومقارنتها مع مضاد الأكسدة الاصطناعي (BHT) في فطائر الدجاج المطبوخ خلال التخزين المبرد باستخدام اختبار حمض الثايوباربيوترك حسب (Witte *et al.*, 1970).

قسمت اللحوم إلى أربع معاملات، الأولى عينة المقارنة (لحم من دون مضادات أكسدة، والثانية أضيف إليها (10 ملجم من مستخلص العصير/ 100 جم لحم)، والثالثة أضيف إليها (10 ملجم مستخلص القشور/ 100 جم لحم)، والرابعة أضيف إليها (10 ملجم من مضاد الأكسدة الاصطناعي (BHT)). أظهرت النتائج أن قيمة Thiobarbituric acid reactive substances (TBARS) كانت (1.272 ملجم مالونالدهيد/ كجم في عينة المقارنة) و(0.897 ملجم مالونالدهيد/ كجم للعينة المضاف لها (BHT)، و(0.736 ملجم مالونالدهيد/ كجم للعينة المضاف لها مستخلص العصير)، و(0.203 ملجم مالونالدهيد/ كجم للعينة المضاف لها مستخلص القشور).

وفي دراسة أجراها (Devatkala and Naveenab, 2010) على تأثير إضافة الملح ومستخلصات قشور اليوسفي (Kinnow) وقشور وبذور الرمان على لون وثباتية الأكسدة للحوم الماعز المخزن تحت التجميد، حيث خزنت العينات لمدة (6 أيام)، وتم تقدير اختبار حمض الثايوباربيوترك حسب (Witte *et al.*, 1970)، فأظهرت النتائج أن كمية المالونالدهايد في عينات الضابطة بلغت (121.5 ملجم مالونالدهيد/ كجم لحم)، بينما في العينات المضاف لها مستخلص قشور الرمان كانت (60.65 ملجم مالونالدهيد/ كجم لحم) وفي العينات المضاف لها مستخلص البذور كانت (18.18 ملجم مالونالدهيد/ كجم لحم).

المواد وطرق العمل

Materials and Methods

أولاً: المواد

- **الرمان:** تم اختيار الرمان الطائفي من محافظة الطائف بالمملكة العربية السعودية ومن محافظة صعدة في الجمهورية اليمنية لموسم (2011 م).
- **المواد الكيميائية:** تم شراء ((2,2 diphenyl-1-picryl hydrazyl) - ثلاثي كلوروحمض الخليك– حمض الجاليك) من (Sigma Chemical Compostion St.Louis,Mo.U.S.A) المواد الكيميائية التالية: ميثانول، إيثانول، أسيتون، إيثايل أسيتات، حمض الثايوباربيوترك، هكسان، كربونات الصوديوم، Folin-Ciocalteu Reagent، من مستودعات جامعة الملك سعود. تم الحصول على بذور فول الصويا من أسواق مدينة الرياض لموسم 2012 م.

ثانيا: طرق العمل

إعداد وجمع العينات

جمعت ثمار الرمان من مزارع محافظة الطائف من المملكة العربية السعودية (40 كجم تقريبا) بتاريخ (1432/9/23هـ) الموافق (2011/8/23 م) ، ومزارع محافظة صعدة من الجمهورية اليمنية (40 كجم تقريبا) بتاريخ (1432/9/17هـ) الموافق (2011/8/17 م). نقلت العينات عند درجة حرارة الجو العادي إلى معامل قسم علوم الأغذية والتغذية بكلية علوم الأغذية والزارعة– جامعة الملك سعود. غسلت وقطعت وفصلت الحبات عن القشور الخارجية، ووزعت العينات على ثلاثة أقسام (ثمار كاملة وعصير وقشور الرمان)، ثم قطعت القشور إلى قطع أصغر، بينما عصرت الحبات والثمار الكاملة باستخدام خلاط كهربائي(Commercial Bar Blender with 48 Oz. Container). جفدت العينات باستخدام جهاز نوع (Virtis Freezemobile 12sl)، طحنت وحفظت في عبوات بلاستيكية على درجة حرارة (- 10 م^0).

الاستخلاص

استخدمت كل من المذيبات التالية ميثانول، إيثانول، أسيتون، ماء، إيثايل أسيتات، أسيتون 50%، إيثانول 50% وميثانول 50%، من أجل استخلاص مركبات مضادات الأكسدة، وقد تم الاستخلاص حسب طريقة (Wang *et al.*, 2011) بمعدل 1 جم (ثمار أو عصير أو قشور رمان) مجفف لكل 15 مل مذيب. وضع خليط العينات مع المذيب في حمام مائي هزاز نوع (GFL general schaft fur labortechnik type 1083 NO 1050880 Germany) على درجة حرارة 40 م^{o} ولمدة أربع ساعات. رشح المستخلص بورق وتمان رقم 1، ثم نقل إلى كاس زجاجي معلوم الوزن مسبقا. ترك المستخلص في فرن حراري على درجة حرارة 40 م^{o} حتى يتم التخلص جزئيا من المذيب، ثم نقلت المستخلصات إلى فرن حراري تحت تفريغ (heraeus D6360 friedberg laboratory supply company oilman, Germany) على درجة حرارة 50 م^{o}، حتى ثبت الوزن، وحسبت نسبة الاستخلاص باستخدام المعادلة الآتية: (وزن المستخلص/ وزن العينة)* 100

تم تجميع المستخلص وتعبئته في أكياس بلاستيكية مفرغة من الهواء ولفه بالقصدير، وحفظ بالتجميد (- 10 م^{0}).

تقدير الفينولات الكلية

تم تقدير الفينولات الكلية بطريقة (Folin-Ciocalteu method) حسب (Li *et al.*, 2006)، وتم وزن 50 ملجم من المستخلص المجفف، وأذيبت في 5 مل من الميثانول. أخذ 10 ميكرولتر من محلول المستخلص. ووضع في دورق سعة 25 مل، وأضيف إليه 2.5 مل من محلول مخفف عشر مرات من محلول (Folin-Ciocalteu Reagent)، و2 مل من محلول كربونات الصوديوم 7.5%. ثم أكمل الباقي

من حجم الدورق إلى العلامة بالماء المقطر، وترك الخليط لمدة 30 دقيقة عند درجة حرارة الغرفة. وقيست الامتصاصية بجهاز المطياف اللوني (Spectrophotometer LKB ;4050 Model) (Biochrom, Cambridge, England على طول موجي 760 نانومتر، ثم حسبت كمية الفينولات الكلية على أساس حمض الجاليك (جم جاليك/ 100 جم مستخلص مجفف)، أجريت عينة ضابطة من دون مستخلص بإضافة مذيب الميثانول وأتبعت نفس الخطوات السابقة.

تقدير نشاط مضادات الأكسدة

تم تقدير نشاط مضادات الأكسدة في المستخلصات باستخدام طريقة (DPPH) 2,2- Diphenyl-1-Picrylhydrazyl حسب (Qu *et al.*, 2010)، حيث أخذ 10 ميكرولتر من (10 ملجم مستخلص مجفف مذاب في 10 مل ميثانول). وضع في دورق سعة 25 مل، وأضيف إلى المخلوط 1 مل من محلول (DPPH) مذاب في الميثانول، وأكمل الحجم إلى 25 مل بالميثانول. رج المخلوط وترك لمدة 20 دقيقة على درجة حرارة الغرفة، وبعد ذلك قيست الامتصاصية للعينات على طول موجي 517 نانومتر بجهـاز المطياف اللوني، استخدم مذيب الميثانول كعينة ضابطة من أجل تصفير الجهاز. حسب نشاط مضادات الأكسدة اعتماداً على المعادلة الآتية: النسبة المئوية لنشاط مضادات الأكسدة = (امتصاصية العينة الضابطة– امتصاصية العينة/ امتصاصية العينة الضابطة)*100.

تقدير الثبات الحراري لمستخلصات ثمار وعصير وقشور الرمان

قدرت الثباتية الحرارية للمستخلصات بالطريقة الموصوفة من قبل (Iqbal *et al.*, 2008)، حيث وزعت عينات مستخلصات الثمرة الكاملة وعصير وقشور الرمان المجفف (1 جم/ بوتقة خزفية) بأوزان متساوية في البواتق الخزفية، ثم وضعت المستخلصات في فرن حراري على درجة حرارة 185 م^{o}.

أخذت بوتقة خزفية بعد كل من (0, 10, 20, 30, 40, 50, 60) دقيقة. قدرت كمية الفينولات الكلية بطريقة (Folin-Ciocalteu method) حسب (Li *et al.*, 2006)، ونشاط مضادات الأكسدة باستخدام طريقة (DPPH method) حسب (Qu *et al.*, 2010)، لكل المستخلصات.

تقدير تأثير نوع مستخلص الرمان على ثباتية زيت فول الصويا

تم تقدير ثباتية زيت فول الصويا ضد الأكسدة عن طريق إضافة مستخلصات الرمان الطائفي (ثمار كاملة، عصير، قشور) بأربعة تراكيز (200– 400– 800– 1000 ملجم مستخلص مجفف/ كجم زيت فول الصويا (تم استخلاص زيت فول الصويا من بذور فول الصويا (AOAC 945.16, 2000)). أضيف مضاد أكسدة الاصطناعي (BHT) بمعدل (200 ملجم مضاد أكسدة/ كجم زيت فول صويا). وضعت عينات الزيت المضاف لها مستخلصات الرمان الطائفي في فرن حراري على درجة حرارة (65 م^0) (Avbeitstegler memmert made in western germany)، قيست كمية المالونالدهايد بعد كل (0, 2, 4, 8, 10, 12 يوم) عن طريق اختبار حمض الثايوباربيوتريك (Thiobarbituric acid).

اختبار حمض الثايوباربيوتريك Thiobarbituric acid (TBA)

تم تقدير مركب المالونالدهايد الناتج من أكسدة الزيوت بواسطة اختبار حمض الثايوباربيوترك Thiobarbituric acid (TBA) حسب (Luotola and Luotola, 1985)، حيث نقل (0.1 مل) من زيت فول الصويا المخزن على درجة حرارة 65 م^o إلى أنبوبة اختبار، أضيف إليه 2.5 مل من محلول حمض الثايوباربيوترك (0.67 جم/ 100 مل ماء)، وأضيف بعد ذلك 2 مل من محلول (Trichloroacetic acid 10%). وضعت الأنابيب في حمام مائي يغلي لمدة 20 دقيقة، ثم أجريت عملية الطرد المركزي (COMPUR M 2040 Germany) بسرعة (2000 g). قيست الامتصاصية بجهاز المطياف اللوني على

طول موجي 532 نانومتر، حضرت العينة الضابطة عن طريق استخدام الماء بدلا من العينة واستخدم كل الخطوات السالفة الذكر من أجل تصفير الجهاز.

تصميم التجربة

أثناء تحديد المذيب المناسب اعتبرت أجزاء الثمرة والمصدر والمذيبات متغيرات مستقلة، بينما نسبة الاستخلاص وكمية الفينولات الكلية ونشاط مضادات الأكسدة متغيرات تابعه الشكل (9). الأجزاء المستخدمة هي (قشور، ثمار كاملة، عصير)، ومصدر الرمان الصنف الطائفي هو (سعودي ويمني)، والمذيبات المستخدمة في الاستخلاص هي (ميثانول، إيثانول، أسيتون، ماء، إيثايل أسيتات، أسيتون 50%، إيثانول 50%، ميثانول 50%)، والمكررات ثلاثة، والاختبارات ثلاثة هي (نسبة الاستخلاص، كمية الفينولات الكلية، نشاط مضادات الأكسدة)، وعدد العينات كانت (n=431).

عند تقدير ثباتية المستخلصات اعتبر المصدر والزمن متغير مستقل، وكمية الفينولات الكلية ونشاط مضادات الأكسدة متغيرات تابعة. أجزاء الرمان هي (ثمار كاملة، عصير، قشور)، ومصدر الرمان هو (سعودي ويمني) والمذيبات المستخدمة للاستخلاص هي (أسيتون وأسيتون 50%)، والمكررات ثلاثة، والاختبارات اثنين (كمية الفينولات الكلية، نشاط مضادات الأكسدة)، وعدد العينات كانت (n=71) عينة.

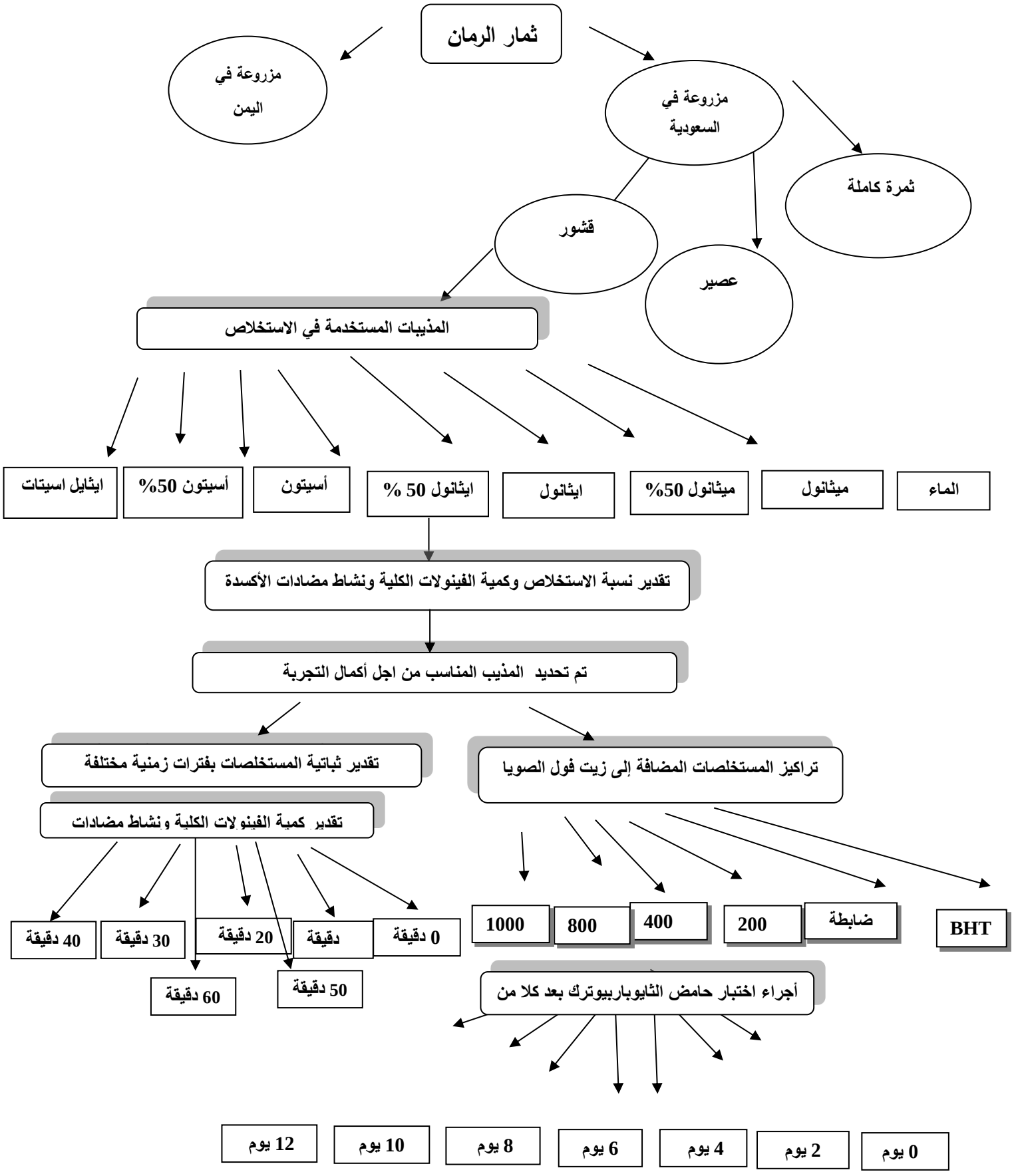
اعتبر المصدر وتراكيز المستخلصات متغيرات مستقلة، وقيم اختبار حمض الثايوباربيوترك متغيرات تابعة عند تقدير ثباتية زيت فول الصويا ضد الأكسدة، الأجزاء هي (ثمار كاملة وعصير وقشور)، ومصدر الرمان الصنف الطائفي هو (سعودي ويمني) والمذيبات المستخدمة في الاستخلاص

هي (أسيتون، أسيتون 50%)، والتراكيز أربعة هي (200– 400– 800– 1000 ملجم مستخلص مجفف/ كجم من زيت فول الصويا) والمكررات ثلاثة، واختبار واحد هو (اختبار حمض الثايوباربيوترك)، وعدد العينات كانت (n=143) عينة.

التحليل الإحصائي

حللت البيانات من الاختبارات (نسبة الاستخلاص، كمية الفينولات الكلية، نشاط مضادات الأكسدة، اختبار TBA). بطريقة تحليل التباين الإحصائي Analysis Of Variance (ANOVA) باستخدام برنامج التحليل الإحصائي (SAS, 2006). واستخدام اختبار دنكن (Duncan's Test) ، لمعرفة الفروق المعنوية بين المتوسطات.

شكل (9) مخطط تصميم التجربة.



النتائج والمناقشات

Results and Discussion

أوزان ثمار وعصير وقشور الرمان

تشير النتائج في الجدول (6) إلى أن ثمار الرمان الصنف الطائفي تتميز بأنها كبيرة الحجم، حيث بلغت أوزانها (282.75- 360.88 جم) في الثمار المزروعة بالمملكة العربية السعودية، و(243.29- 448.65 جم) في الثمار المزروعة بالجمهورية اليمنية. بينما تراوحت أوزان الحبات بين (194.51- 283.32 جم) في الثمار المزروعة بالمملكة العربية السعودية، وبين (174.70- 256.70 جم) في ثمار الرمان المزروعة بالجمهورية اليمنية. وكذلك أوزان القشور كانت (70.00- 91.20 جم) في الثمار المزروعة بالمملكة العربية السعودية، و(68.59- 191.95 جم) في الثمار المزروعة بالجمهورية اليمنية.

كما تشير النتائج في الجدول (6) إلى أن النسبة المئوية للعصير في ثمار الرمان السعودي كانت (68.08- 78.51%)، بينما في ثمار الرمان اليمني كانت (57.22- 74.83%). وبلغت النسبة المئوية للقشور في ثمار الرمان السعودي (21.49- 31.29%). وفي الرمان اليمني كانت (25.78- 42.78%).

وبلغت النسبة المئوية للرطوبة في ثمار الرمان المزروع في المملكة العربية السعودية (75.69%) كما في جدول (7)، وفي العصير كانت (81.70%)، وفي القشور كانت (67.40%). بينما بلغت نسبة الرطوبة في الثمار كاملة المجفدة (8.06%)، وفي العصير المجفد كانت (11.35%)، وفي القشور المجفد كانت (1.56%). وقدرت نسبة الرطوبة في ثمار الرمان الطائفي المزروع في الجمهورية اليمنية فكانت (74.35%)، وفي العصير(78.96%)، وفي القشور كانت (62.09%)، وفي الثمار كاملة المجفدة كانت (7.86%)، العصير المجفد كانت (10.15%)، والقشور المجفد كانت (2.81%).

جدول (6) أوزن الثمار والحبات والقشور في عينات الرمان الطائفي.

	مصدر العينات	العينات								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
وزن الثمرة (جم)	سعودي	282.75	302.00	285.71	305.23	334.86	360.88	285.06	287.49	310.81
	يمني	381.27	368.80	356.60	331.22	448.65	314.43	243.29	325.20	324.60
وزن الحبات (عصير) (جم)	سعودي	207.00	214.40	194.51	216.78	258.40	283.32	215.06	207.03	231.21
	يمني	250.23	218.69	215.85	226.43	256.70	210.37	174.70	204.40	242.90
وزن القشور(جم)	سعودي	75.75	87.60	91.20	88.45	76.46	77.56	70.00	80.46	79.60
	يمني	131.04	150.11	140.75	104.79	191.95	104.06	68.59	120.80	81.70
النسبة المئوية لعصير الرمان %	سعودي	73.21	70.99	68.08	71.02	77.17	78.51	75.44	72.01	74.39
	يمني	65.63	59.30	60.53	68.36	57.22	66.91	71.81	62.85	74.83
النسبة المئوية لقشور الرمان %	سعودي	26.79	29.01	31.92	28.98	22.83	21.49	24.56	27.99	25.61
	يمني	34.37	40.70	39.47	31.64	42.78	33.09	28.19	37.15	25.17

جدول (7) النسبة المئوية للرطوبة في عينات الرمان الطائفي.

	مصدر الرمان	ثمار كاملة	عصير	قشور
رمان طائفي طازج	سعودي	^{a} 75.69±0.61	^{a} 81.70±0.93	^{a} 67.40±1.061
	يمني	^{b} 74.35±0.46	^{b} 78.96±0.93	^{b} 62.09±0.85
رمان طائفي مجفد	سعودي	8.06±0.33 $_{a}$	11.35±0.30 $_{a}$	1.56±0.30 $_{a}$
	يمني	7.86±0.20 $_{a}$	10.15±0.020 $_{b}$	2.81±0.15 $_{b}$

* المتوسط الحسابي ± الانحراف المعياري (n=3).

* الحروف المتشابهة العلوية في نفس العمود (يسار الأرقام) يعني عدم وجود فروق معنوية عند مستوى معنوية ($p\leq0.05$).

* الحروف المتشابهة السفلية في نفس العمود (يمين الأرقام) يعني عدم وجود فروق معنوية عند مستوى معنوية ($p\leq0.05$).

لوحظ إحصائياً وجود فروق معنوية بين النسبة المئوية للرطوبة في ثمار الرمان (السعودي واليمني) عند (ثمار كاملة وعصير وقشور الرمان الطائفي الطازج)، ووجد أيضا فروق معنوية بين النسبة المئوية للرطوبة لعينات الرمان (السعودي واليمني) في عصير وقشور الرمان الطائفي المجفد.

تتفق نتائج المحتوى الرطوبي لثمار الرمان كاملة في هذه الدراسة مع ما وجد (FAO, 1982) حيث وجد أن النسبة المئوية للرطوبة كانت 78% (FAO, 1982). وكذلك وجد تقارباً في نتائج النسبة المئوية للرطوبة في العصير في هذه الدراسة مع ما ذكر (EL-Nemr *et al.*, 1990)، حيث وجد أن النسبة المئوية للرطوبة بلغت (85.4%).

تقدير نسبة الاستخلاص

أولاً: نسبة الاستخلاص في ثمار الرمان كاملة

يوضح كل من الجدول (8) والشكل (1)، تأثير تدرج قطبية مذيبات الاستخلاص على نسبة الاستخلاص (جم مستخلص/ 100 جم رمان مجفف) في ثمار الرمان الطائفي (سعودي ويمني). أظهرت النتائج أن مذيب الأسيتون 50% أعطى أعلى قيم في نسبة استخلاص مركبات مضادات الأكسدة من ثمار الرمان الطائفي المزروع في المملكة العربية السعودية، حيث كانت (65.17±0.35%)، وفي ثمار الرمان الطائفي المزروع في الجمهورية اليمنية كانت (67.03±0.06%). تلى ذلك مذيب الإيثانول 50% ففي ثمار الرمان الطائفي المزروع في المملكة العربية السعودية كانت (64.03±0.45%)، وفي ثمار الرمان الطائفي المزروع في الجمهورية اليمنية كانت (66.47±0.50%). أقل نسبة استخلاص وجدت عند استخدام مذيب الإيثايل أسيتات، ففي ثمار الرمان الطائفي المزروع في المملكة العربية السعودية كانت (2.57±0.06%)، وفي ثمار الرمان الطائفي المزروع في الجمهورية اليمنية كانت (2.87±0.06%).

وتدل النتائج من الجدول (8) على عدم وجود فروق معنوية بين مذيب الأسيتون 50% والإيثانول 50% في نسبة استخلاص مركبات مضادات الأكسدة في عينات ثمار الرمان اليمني، بينما وجد فروق معنوية بين جميع العينات الرمان السعودي واليمني لجميع المذيبات ما عدا ذلك عند استخدام مذيب الإيثانول والأسيتون والماء.

جدول (8) تأثير تدرج قطبية المذيبات على نسبة الاستخلاص (جم مستخلص مجفف/ 100 جم رمان مجفف) في ثمار الرمان الطائفي.

نوع المذيب	ثمار الرمان الطائفي		عصير الرمان الطائفي		قشور الرمان الطائفي	
	سعودي	يمني	سعودي	يمني	سعودي	يمني
Water	^{e} 53.73±0.64 $_{a}$	^{d} 55.70±1.28 $_{a}$	^{e} 58.23±0.25 $_{b}$	^{d} 60.50±0.10 $_{a}$	^{d} 44.30±0.36 $_{b}$	^{d} 45.27±0.25 $_{a}$
Methanol	^{d} 58.60±0.46 $_{b}$	^{c} 61.40±0.46 $_{a}$	^{d} 65.20±1.04 $_{a}$	^{d} 66.40±0.36 $_{a}$	^{d} 45.13±0.32 $_{b}$	^{c} 46.57±0.06 $_{a}$
Ethanol	^{f} 42.53±0.45 $_{a}$	^{e} 44.97±1.50$_{a}$	^{f} 43.43±0.84 $_{a}$	^{f} 44.30±0.44 $_{a}$	^{e} 25.07±0.60 $_{b}$	^{e} 27.30±0.20 $_{a}$
Acetone	^{g} 7.93±0.56 $_{a}$	^{f} 8.03±0.06 $_{a}$	^{g} 8.97±0.15 $_{a}$	^{g} 9.37±0.57 $_{a}$	^{f} 5.33±0.12 $_{b}$	^{f} 5.73±0.15 $_{a}$
Ethyl acetate	^{h} 2.57±0.06 $_{b}$	^{g} 2.87±0.06 $_{a}$	^{h} 4.57±0.67 $_{a}$	^{h} 5.10±0.10 $_{a}$	^{g} 0.90±0.10 $_{a}$	^{g} 1.20±0.10 $_{b}$
Methanol 50%	^{c} 62.17±0.21 $_{b}$	^{d} 64.77±0.21 $_{a}$	^{c} 73.87±0.32 $_{b}$	^{c} 75.63±0.87 $_{a}$	^{c} 48.17±0.55 $_{b}$	^{b} 51.03±0.90 $_{a}$
Ethanol 50%	^{b} 64.03±0.45 $_{b}$	^{a} 66.47±0.50 $_{a}$	^{b}75.40±0.96 $_{a}$	^{b} 76.20±0.56 $_{a}$	^{b} 49.17±0.86 $_{a}$	^{b} 51.10±0.95 $_{a}$
Acetone 50%	^{a} 65.17±0.35 $_{b}$	^{a} 67.03±0.06 $_{a}$	^{a} 77.70±0.66 $_{b}$	^{a} 80.60±1.25 $_{a}$	^{a} 54.40±0.96 $_{a}$	^{a} 55.63±1.42 $_{a}$

* المتوسط الحسابي ± الانحراف المعياري (n=3).

* الحروف المتشابهة العلوية في نفس العمود يعني عدم وجود فروق معنوية عند مستوى معنوية ($p\leq0.05$).

* الحروف المتشابهة السفلية في نفس الصف (نفس الجزء) يعني عدم وجود فروق معنوية عند مستوى معنوية ($p\leq0.05$).

* معامل القطبية للمذيبات (الماء 80، الميثانول 33، الإيثانول 24، الأسيتون 21، الإيثايل أسيتات 6، ميثانول 50% 56.5، الإيثانول 50% 52، الأسيتون 50% 50.5)

ثانياً: نسبة الاستخلاص في عصير الرمان

عرضت النتائج في الجدول (8) والشكل (2)، ارتفاع نسبة الاستخلاص معنوياً عند استخدام مذيب الأسيتون 50% في عصير الرمان الطائفي حيث بلغت (0.66±77.70%) و(1.25±80.60%)، في عينات عصير الرمان (السعودي واليمني) على التوالي. تلى ذلك نسبة الاستخلاص عند استخدام مذيب الإيثانول 50% حيث بلغت في عينات عصير الرمان السعودي (0.96±75.40%)، وفي عينات عصير الرمان اليمني (0.56±76.20%). وجدت أقل نسبة استخلاص عند استخدام مذيب الإيثايل أسيتات، حيث بلغت (0.67±4.57%) و(0.10±5.10%)، في عينات عصير الرمان (السعودي واليمني) على التوالي.

وجد فروق معنوية عند استخدام مذيب الأسيتون 50% مقارنة مع بقية المذيبات في كل المصدرين (سعودي ويمني). كذلك عدم وجود فروق معنوية بين جميع العينات السعودي واليمني لجميع المذيبات ما عدا ذلك عند استخدام مذيب الميثانول 50% والأسيتون 50% والماء.

ثالثاً: نسبة الاستخلاص في قشور الرمان

أظهرت النتائج في الجدول (8) والشكل (3) أن نسبة الاستخلاص كانت مرتفعة بشكل معنوي عند استخدام مذيب الأسيتون 50%. ففي قشور الرمان الطائفي المزروع في المملكة العربية السعودية كانت (0.96±54.40%)، بينما في قشور الرمان الطائفي المزروع في الجمهورية اليمنية كانت (1.42±55.63%). يلي ذلك نسبة الاستخلاص عند استخدام مذيب (الإيثانول 50%) حيث وجد أن نسبة الاستخلاص في قشور الرمان الطائفي المزروع في المملكة العربية السعودية كانت (0.86±49.17%)، بينما في قشور الرمان الطائفي المزروع في الجمهورية اليمنية كانت

(51.10±0.95%). وجدت أقل نسبة استخلاص معنويا عند استخدام مذيب الإيثايل أسيتات، ففي قشور الرمان الطائفي المزروع في المملكة العربية السعودية كانت (0.10±0.90%)، بينما في قشور الرمان الطائفي المزروع في الجمهورية اليمنية كانت (0.10±1.20%)، جدول رقم (8). لوحظ إحصائياً وجود فروق معنوية عند استخدام مذيب الأسيتون 50% مقارنة مع بقية المذيبات في كل المصدرين (سعودي ويمني)، وكذلك وجد فروق معنوية بين جميع العينات السعودي واليمني لجميع المذيبات ما عدا ذلك عند استخدام مذيب الإيثانول50% والأسيتون 50% جدول رقم (8).

وجد أثناء الاستخلاص أن مذيب الأسيتون 50% كان الأفضل في استخلاص مركبات مضادات الأكسدة من قشور الرمان الطائفي (سعودي ويمني) بالمقارنة ببقية المذيبات، بينما أعطى مذيب الإيثايل أسيتات أقل نسبة استخلاص، لوحظ ارتفاع النسبة المئوية للاستخلاص في عصير الرمان، ويلي ذلك الثمار كاملة ثم القشور، ويعود ذلك إلى استخلاص السكريات الموجودة بالثمرة والعصير مع مضادات الأكسدة أثناء الاستخلاص. ارتفعت نسبة الاستخلاص في عينات الرمان المزروعة في الجمهورية اليمنية مقارنة مع عينات الرمان المزروعة في المملكة العربية السعودية.

وتطابق ترتيب المذيبات من حيث نسبة الاستخلاص في ثمار أو عصير أو قشور الرمان سواء السعودي أو اليمني، حيث وجدت أعلى في مذيب الأسيتون 50%، ثم يليها المذيبات التالية الإيثانول 50%، الميثانول50%، الميثانول، الماء، الإيثانول، الأسيتون وأخيراً الإيثايل أسيتات، جدول رقم (8). حيث نجد أن للقطبية تأثير على نسبة الاستخلاص ويلاحظ انه كلما كان المذيب نصف قطبي والنصف الآخر غير قطبي نجد أنه أكثر استخلاصاً لمركبات مضادات الأكسدة وكلما ابتعدنا أكثر سواء إلى الجزء القطبي أو غير القطبي كان أقل استخلاصاً كما ذكر (Wang *et al.*, 2011)، أن

معامل القطبية للماء 80، للميثانول 33، للإيثانول 24، للأسيتون 21، للإيثايل أسيتات 6، ميثانول 50% (56.5)، الإيثانول 50% (52)، الأسيتون 50% (50.5).

ما وجد في هذه الدراسة يتوافق مع ما ذكر (Wang *et al.*, 2011)، أن النسبة المئوية للاستخلاص من قشور الرمان بمذيب الميثانول بلغت (46.51±0.86%)، بينما في الماء كانت (43.19±2.24%)، والإيثانول كانت (0.23± 17.71%)، والأسيتون كانت (3.81±0.08%)، والإيثايل أسيتات كانت (0.88±0.08%).

تطابقت نتائج الدراسة مع ما توصل إليه (Singh *et al.*, 2002)، حيث وجد أن النسبة المئوية لاستخلاص مركبات مضادات الأكسدة من قشور الرمان بمذيب الميثانول كانت (9.38%)، والماء كانت (7.33%)، وبالإيثايل أسيتات كانت (1.04%). وهذا النمط في الترتيب للمذيبات متفق مع ما وجد في هذه الدراسة. وتتفق كذلك مع ما ذكر (Cam *et al.*, 2010)، حيث وجد أن نسبة الاستخلاص في قشور الرمان المستخلص بالميثانول بلغت (46.5%)، وبالماء كانت (16.7%).

اتفقت نتائج الدراسة مع ما ذكره (Sultana *et al.*, 2009). أثناء استخلاص مركبات مضادات الأكسدة من بعض النباتات العطرية. وجد أن نسبة الاستخلاص لمركبات مضادات الأكسدة بمذيب الميثانول 80% أعلى من نسبة الاستخلاص بمذيب الميثانول، ونسبة الاستخلاص بمذيب الإيثانول 80% أعلى من الاستخلاص بمذيب الإيثانول، ونسبة الاستخلاص بالإيثانول 80% أعلى من نسبة الاستخلاص بالميثانول 80%.

تقدير الفينولات الكلية

أولاً: كمية الفينولات الكلية في ثمار الرمان كاملة

يبين الجدول (9) والشكل (4)، تأثير تدرج القطبية على كمية الفينولات الكلية (جم جاليك/ 100 جم مستخلص مجفف) في ثمار الرمان الصنف الطائفي (سعودي أو يمني). وجد أن أعلى كمية فينولات كلية وجدت عند استخدام مذيب الأسيتون. حيث بلغت (12.90±0.62 جم جاليك/ 100 جم مستخلص مجفف) و(9.18±0.25 جم جاليك/ 100 جم مستخلص مجفف)، في مستخلصات ثمار الرمان الطائفي (سعودي ويمني). وكذلك لوحظ ارتفاع كمية الفينولات الكلية في مستخلصات مذيب الأسيتون 50%، حيث بلغت في مستخلصات ثمار الرمان الطائفي السعودي (10.39±0.40 جم جاليك/ 100 جم مستخلص مجفف) و(8.62±0.38 جم جاليك/ 100 جم مستخلص مجفف)، في مستخلصات ثمار الرمان الطائفي اليمني.

وجدت أقل كمية فينولات كلية في مستخلصات مذيب الإيثايل أسيتات. حيث بلغت مستخلصات ثمار الرمان الطائفي السعودي (0.78±0.13 جم جاليك/ 100 جم مستخلص مجفف) و(0.75±0.04 جم جاليك/ 100 جم مستخلص مجفف). في مستخلصات ثمار الرمان الطائفي اليمني.

وعند عرض النتائج في الجدول (9) تبين عدم وجود فروق معنوية بين كمية الفينولات الكلية لمستخلصات الثمار كاملة للرمان الطائفي بمذيب الأسيتون مقارنة مع المستخلصة بمذيب الأسيتون 50% في ثمار الرمان اليمني، وكذلك وجد فروق معنوية بين جميع مستخلصات العينات السعودي واليمني لجميع المذيبات ما عدا كمية الفينولات الكلية لمستخلصات الماء.

جدول (9) تأثير تدرج القطبية للمذيبات على كمية الفينولات الكلية (جم جاليك/ 100 جم مستخلص مجفف) في ثمار الرمان الطائفي.

نوع المذيب	ثمار الرمان الطائفي		عصير الرمان الطائفي		قشور الرمان الطائفي	
	سعودي	يمني	سعودي	يمني	سعودي	يمني
Water	^{f} 3.35±0.07 $_{a}$	^{d} 3.32±0.11 $_{a}$	^{bc}0.86±0.12 $_{a}$	$^{b\,c}$ 0.99±0.12 $_{a}$	^{e} 13.21±0.65 $_{a}$	^{e} 11.04±0.46 $_{b}$
Methanol	^{cd} 9.22±0.16 $_{a}$	^{b} 7.34±0.33 $_{b}$	^{c} 0.83±0.03 $_{b}$	^{c} 0.89±0.02 $_{a}$	^{c} 21.58±0.28 $_{a}$	^{b}18.79±0.70 $_{b}$
Ethanol	^{e} 4.71±0.12 $_{a}$	^{c} 4.04±0.20 $_{b}$	^{d} 0.68±0.03 $_{a}$	^{d} 0.70±0.03 $_{a}$	^{e} 14.16±0.64 $_{a}$	^{d} 12.22±0.99 $_{b}$
Acetone	^{a} 12.90±0.62 $_{a}$	^{a} 9.18±0.25 $_{b}$	^{c} 0.79±0.03 $_{a}$	^{c} 0.88±0.07 $_{a}$	^{a} 32.27±0.92 $_{a}$	^{a} 30.90±0.87 $_{a}$
Ethyl acetate	^{g} 0.78±0.13 $_{a}$	^{e} 0.75±0.04 $_{b}$	^{e} 0.24±0.07 $_{a}$	^{e} 0.38±0.07 $_{a}$	^{f} 0.73±0.14 $_{a}$	^{f} 0.12±0.08 $_{b}$
Methanol 50%	^{d} 8.97±0.38 $_{a}$	^{b} 7.01±0.33 $_{b}$	^{b} 0.91±0.02 $_{a}$	^{ab} 1.09±0.16 $_{a}$	^{d} 20.31±0.62 $_{a}$	^{c} 15.39±0.16 $_{b}$
Ethanol 50%	^{c} 9.62±0.09 $_{a}$	^{b} 7.52±0.70 $_{b}$	^{a} 1.01±0.03 $_{b}$	^{ab} 1.11±0.02 $_{a}$	^{c} 22.48±0.82 $_{a}$	^{b}18.89±0.14 $_{b}$
Acetone 50%	^{b} 10.39±0.40 $_{a}$	^{a} 8.62±0.38 $_{b}$	^{a} 1.07±0.03$_{a}$	^{a} 1.23±0.06 $_{a}$	^{b} 24.66±0.43 $_{a}$	^{b}19.36±0.43 $_{b}$

* المتوسط الحسابي ± الانحراف المعياري (n=3).

* الحروف المتشابهة العلوية في نفس العمود يعني عدم وجود فروق معنوية عند مستوى معنوية ($p\leq0.05$).

* الحروف المتشابهة السفلية في نفس الصف (لنفس الجزء) يعني عدم وجود فروق معنوية عند مستوى معنوية ($p\leq0.05$).

* معامل قطبية المذيبات (الماء 80، الميثانول 33، الإيثانول 24، الأسيتون 21، الإيثايل أسيتات 6، ميثانول 50% 56.5، الإيثانول 50% 52، الأسيتون 50% 50.5)

ثانياً: كمية الفينولات الكلية في عصير الرمان

يعرض الجدول (9) والشكل (5)، كمية الفينولات الكلية في مستخلصات عصير الرمان الطائفي، وقد وجد أن أعلى كمية فينولات عند استخدام مذيب الأسيتون 50%. وكانت كمية الفينولات في مستخلصات عصير الرمان المزروع بالمملكة العربية السعودية (1.07±0.03 جم جاليك/ 100 جم مستخلص مجفف)، بينما في مستخلصات عصير الرمان الطائفي المزروع بالجمهورية اليمنية كانت (1.23±0.06 جم جاليك/ 100 جم مستخلص مجفف). تلى ذلك كمية الفينولات الكلية في مستخلصات عصير الرمان المستخلصة بواسطة مذيب الإيثانول 50%، حيث كانت كمية الفينولات الكلية في مستخلصات عصير الرمان المزروع في المملكة العربية السعودية (1.01±0.03 جم جاليك/ 100 جم مستخلص مجفف)، بينما في مستخلصات عصير الرمان المزروع في الجمهورية اليمنية كانت (1.23±0.06 جم جاليك/ 100 جم مستخلص مجفف).

وجدت أقل كمية فينولات عند استخدام مذيب الإيثايل أسيتات، حيث كانت في مستخلصات عصير الرمان الطائفي المزروع بالمملكة العربية السعودية (0.24±0.07 جم جاليك/ 100 جم مستخلص مجفف)، وفي مستخلصات عصير الرمان الطائفي المزروع بالجمهورية اليمنية كانت (0.38±0.07 جم جاليك/ 100 جم مستخلص مجفف).

لوحظ عدم وجود فروق معنوية بين كمية الفينولات الكلية المستخلصة من عصير الرمان الطائفي عند استخدام مذيب الأسيتون 50% مقارنة مع كمية الفينولات الكلية في مستخلصات عصير الرمان (السعودي واليمني) بمذيب الإيثانول 50%. تبين وجود فروق معنوية بين كمية الفينولات الكلية ما بين مستخلصات المذيبات للعينات السعودي واليمني عند استخدام مذيب الإيثانول 50% والميثانول.

ثالثاً: كمية الفينولات الكلية في قشور الرمان

يوضح الجدول (9) والشكل (6)، النسبة المئوية للفينولات الكلية في مستخلصات الأسيتون لقشور الرمان الطائفي المزروع بالمملكة العربية السعودية. وجد أن أعلى كمية فينولات كلية وجدت عند استخدام مذيب الأسيتون في الاستخلاص، حيث بلغت (32.27±0.92 جم جاليك/ 100 جم مستخلص مجفف) (30.90±0.87 جم جاليك/ 100 جم مستخلص مجفف)، في مستخلصات قشور الرمان الطائفي (سعودي ويمني) على التوالي. تلى ذلك كمية الفينولات الكلية في مستخلصات قشور الرمان المستخلصة بواسطة مذيب الأسيتون 50%، حيث بلغت في مستخلصات قشور الرمان الطائفي السعودي (24.66±0.43 جم جاليك/ 100 جم مستخلص مجفف)، و(19.36±0.43 جم جاليك/ 100 جم مستخلص مجفف) في مستخلصات قشور الرمان الطائفي اليمني.

وجدت أقل كمية فينولات كلية عند استخدام مذيب الإيثايل أسيتات، حيث بلغت (0.73±0.14 جم جاليك/ 100 جم مستخلص مجفف) و(0.12±0.08 جم جاليك/ 100 جم مستخلص مجفف)، في مستخلصات قشور الرمان الطائفي (سعودي ويمني) على التوالي.

لوحظ وجود فروق معنوية بين كمية الفينولات الكلية المستخلصة بمذيب الأسيتون مع كمية الفينولات الكلية المستخلصة بالمذيبات الاَخرى في كل المصدرين (سعودي ويمني). وكذلك وجد فروق معنوية بين جميع العينات السعودي واليمني لجميع المذيبات ما عدا مذيب الأسيتون.

أظهرت نتائج الدراسة ارتفاع كمية الفينولات الكلية بشكل معنوي عند استخدام مذيب الأسيتون لاستخلاص مركبات مضادات الأكسدة من ثمار كاملة (السعودي) وقشور الرمان الطائفي (سعودي ويمني)

مقارنة مع بقية المذيبات وانخفاضها بشكل معنوي في مستخلصات مذيب الإيثايل أسيتات، بينما في مستخلصات عصير الرمان كانت مرتفعة بشكل غير معنوي في مذيب الأسيتون 50% وانخفضت بشكل معنوي في مستخلصات مذيب الإيثايل أسيتات.

وجد أن كمية الفينولات الكلية في مستخلصات مذيب الأسيتون كانت الأعلى ويليها المذيبات التالية مذيب الأسيتون 50%، إيثانول 50%، وميثانول، ميثانول 50%، الإيثانول، الماء، الإيثايل أسيتات، لكل من ثمار الرمان وكذلك القشور وهذه النتائج تتفق مع ما وجد (Negi *et al.*, 2003)، حيث ذكر أن النسبة المئوية للفينولات في مستخلصات الأسيتون كانت (52%)، وفي مستخلصات الميثانول كانت (46.2%)، وفي مستخلصات إلايثايل أسيتات كانت (16.5%)، وفي مستخلصات الماء كانت (4.8%).

كما اتفقت نتائج هذه الدراسة مع ما ذكر (Yasoubi *et al.*, 2007)، أثناء العمل على استخلاص مركبات مضادات الأكسدة من قشور الرمان الإيراني، حيث استخدمت طريقتين مختلفتين للاستخلاص (مذيبات والأشعة فوق صوتية) وخمسة مذيبات (أسيتون، ميثانول، إيثانول، ماء، إيثايل أسيتات)، أتضح أن كمية الفينولات الكلية عند الاستخلاص بالأسيتون بالطريقة التقليدية مقدرة كحمض التانيك بلغت (35%)، وفي مستخلصات الميثانول كانت (31%)، وفي مستخلصات الإيثانول كانت (23%)، وفي مستخلصات الماء كانت (12%)، وفي مستخلصات الإيثايل أسيتات كانت (0.2%).

تقدير نشاط مضادات الأكسدة

أولاً: نشاط مضادات الأكسدة في ثمار الرمان

يبين الجدول (10) والشكل (7)، تأثير تدرج القطبية للمذيبات على نشاط مضادات الأكسدة (النسبة المئوية لتثبيط مركب (DPPH)) في ثمار الرمان الصنف الطائفي، ويتضح من هذه النتائج أن نشاط مضادات الأكسدة كانت مرتفعة في مستخلصات ثمار الرمان المستخلصة بمذيب الأسيتون، حيث بلغت (45.81±0.56%) و(36.21±0.73%)، وفي مستخلصات ثمار الرمان (السعودي واليمني) على التوالي. تلاها نشاط مضادات الأكسدة في مستخلصات ثمار الرمان المستخلصة بمذيب الأسيتون 50%، حيث بلغت في مستخلصات ثمار الرمان السعودي (38.76±0.37%) و(30.13±0.56%) في مستخلصات الرمان اليمني. وجد أقل نشاط عند استخدام مذيب الإيثايل أسيتات، حيث بلغت (4.62±0.21%) و(3.28±0.56%)، في مستخلصات ثمار الرمان (السعودي واليمني) على التوالي.

ولوحظ وجود فروق معنوية بين النسبة المئوية لتثبيط مركب (DPPH) لمستخلصات الثمار الكاملة بواسطة مذيب الأسيتون مقارنة مع بقية مستخلصات المذيبات في كل المصدرين. وكذلك وجد فروق معنوية بين جميع العينات السعودي واليمني لجميع المذيبات، جدول (11).

ثانياً: نشاط مضادات الأكسدة في عصير الرمان

يتبين من الجدول (10) والشكل (8)، أن أعلى نشاط لمضادات الأكسدة في عصير الرمان (السعودي واليمني) عند استخدام مذيب الأسيتون 50%، حيث بلغ (8.38±0.84%) و(10.33±0.37%)، على التوالي. كما لوحظ إرتفاع نشاط مضادات الأكسدة في مستخلصات عصير الرمان المستخلصة بمذيب الإيثانول 50%،

جدول (10) تأثير تدرج قطبية المذيبات على النسبة المئوية لنشاط مضادات الأكسدة (تثبيط مركب DPPH) في ثمار الرمان الطائفي.

نوع المذيب	ثمار الرمان الطائفي		عصير الرمان الطائفي		قشور الرمان الطائفي	
	سعودي	يمني	سعودي	يمني	سعودي	يمني
Water	^{f} 14.46±0.92 $_{a}$	^{f} 10.69±0.73 $_{b}$	^{c} 4.37±0.21 $_{b}$	^{c} 5.83±0.42 $_{a}$	^{f} 54.68±0.56 $_{a}$	^{f} 45.57±0.56 $_{b}$
Methanol	^{d} 31.11±1.09 $_{a}$	^{c} 26.38±0.37 $_{b}$	^{cd} 3.16±0.56 $_{a}$	^{d} 4.01±0.56 $_{a}$	^{c} 84.57±0.42 $_{a}$	^{c} 69.87±0.21 $_{b}$
Ethanol	^{e} 19.81±0.96 $_{a}$	^{e} 13.24±0.36 $_{b}$	^{d} 2.67±0.63 $_{a}$	^{d} 3.04±0.38 $_{a}$	^{e} 60.51±0.21 $_{a}$	^{e} 50.79±0.96 $_{b}$
Acetone	^{a} 45.81±0.56 $_{a}$	^{a} 36.21±0.73 $_{b}$	^{d} 2.9±0.21 $_{a}$	^{d} 3.40±0.36 $_{a}$	^{a} 95.02±0.21 $_{a}$	^{a} 94.78±0.57 $_{b}$
Ethyl acetate	^{g} 4.62±0.21 $_{a}$	^{g} 3.28±0.56 $_{b}$	^{e} 1.22±0.38 $_{a}$	^{e} 1.57±0.37 $_{a}$	^{g} 9.96±0.37 $_{a}$	^{g} 7.05±0.37 $_{a}$
Methanol 50%	^{d} 30.13±0.76 $_{a}$	^{d} 23.45±0.37 $_{b}$	^{c} 4.50±0.63 $_{b}$	^{b} 8.87±0.96 $_{a}$	^{d} 82.50±0.96 $_{a}$	^{d} 67.44±0.76 $_{b}$
Ethanol 50%	^{c} 38.76±0.37 $_{a}$	^{b} 30.13±0.56 $_{b}$	^{b} 6.32±0.37 $_{b}$	^{b} 8.99±0.76 $_{a}$	^{c} 85.54±0.56 $_{a}$	^{c} 70.72±0.21 $_{b}$
Acetone 50%	^{b} 44.23±0.97 $_{a}$	^{b} 33.41±0.76 $_{b}$	^{a} 8.38±0.84 $_{b}$	^{a} 10.33±0.37 $_{a}$	^{b} 90.40±0.84 $_{a}$	^{b} 77.04±0.73 $_{b}$

* المتوسط الحسابي ± الانحراف المعياري (n=3).

* الحروف المتشابهة العلوية في نفس العمود يعني عدم وجود فروق معنوية عند مستوى معنوية ($p\leq0.05$).

* الحروف المتشابهة السفلية في نفس الصف (لنفس الجزء) يعني عدم وجود فروق معنوية عند مستوى معنوية ($p\leq0.05$).

* معامل قطبية المذيبات (الماء 80، الميثانول 33، الإيثانول 24، الأسيتون 21، الإيثايل أسيتات 6، ميثانول 50% 56.5، الإيثانول 50% 52، الأسيتون 50% 50.5)

حيث بلغت في مستخلصات عصير الرمان السعودي (6.32±0.37%) و(8.99±0.76%) في مستخلصات عصير الرمان اليمني، وأقل نشاط لمضادات الأكسدة وجد عند استخدام مذيب الإيثايل أسيتات. حيث بلغت (1.22±0.38%) و(1.57±0.37%)، في مستخلصات عصير الرمان (السعودي واليمني) على التوالي.

لوحظ إحصائياً في الجدول (10) وجود فروق معنوية عند استخدام مذيب الأسيتون 50% مقارنة مع بقية المذيبات في كل المصدرين (سعودي ويمني)، كذلك عدم وجود فروق معنوية بين جميع مستخلصات العينات السعودي واليمني لجميع المذيبات ما عدا عند استخدام مذيب الإيثانول والميثانول والأسيتون والإيثايل أسيتات.

ومن خلال النتائج السابقة وجد أن كمية الفينولات الكلية ونشاط مضادات الأكسدة ارتفعت في مستخلصات عصير الرمان المزروع في الجمهورية اليمنية، مقارنة مع المزروع في المملكة العربية السعودية، وهذا قد يعود إلى اللون الأحمر المركز الذي لوحظ أثناء إنتاج عصير الرمان المزروع في الجمهورية اليمنية، بينما كان اللون أقل تركيزاً في عصير الرمان المزروع في المملكة العربية السعودية، ويدل اللون الأحمر الذي لوحظ على زيادة كمية ونشاط مضادات الأكسدة نتيجة زيادة كمية الانثوسيانينات.

ثالثاً: نشاط مضادات الأكسدة في قشور الرمان

أظهرت النتائج في الجدول (10) والشكل (9)، أن أعلى تثبيط لمركب (DPPH) كانت في عند استخدام مذيب الأسيتون في الاستخلاص، حيث بلغت في مستخلصات قشور الرمان الطائفي السعودي

(95.02±0.21%) و(94.78±0.57%) في مستخلصات قشور الرمان الطائفي اليمني. يلي ذلك عند استخدام مذيب الأسيتون 50%، حيث بلغت في مستخلصات قشور الرمان السعودي (90.40±0.84%) و(77.04±0.73%) في مستخلصات قشور الرمان اليمني. وجد أقل نشاط عند استخدام مذيب الإيثايل أسيتات، حيث بلغت (9.96±0.37%) و(7.05±0.37%)، في مستخلصات قشور الرمان (السعودي واليمني) على التوالي.

لوحظ وجود فروق معنوية بين نشاط مضادات الأكسدة لمستخلصات مذيب الأسيتون مقارنة مع بقية مستخلصات المذيبات في كل المصدرين (سعودي ويمني)، وكذلك وجد فروق معنوية بين قيم نشاط مضادات الأكسدة لمستخلصات جميع العينات السعودي واليمني لجميع مستخلصات المذيبات ما عدا عند استخدام مذيب الإيثايل أسيتات.

وجد أن كمية الفينولات الكلية ونشاط مضادات الأكسدة في مستخلصات الثمار كاملة وقشور الرمان تدرجت كميتها، حيث وجدت أعلى في مستخلصات مذيب الأسيتون ويليه المذيبات التالية مذيب الأسيتون 50%، إيثانول 50%، وميثانول، ميثانول 50%، الإيثانول، الماء وأخيرا الإيثايل أسيتات. وكذلك وجد ان كمية الفينولات الكلية والنسبة المئوية لنشاط مضادات الأكسدة في مستخلصات عصير الرمان كانت أعلى في مستخلصات مذيب الأسيتون 50% يليها المذيبات التالية الإيثانول 50%، الميثانول 50%، الماء، الميثانول، الأسيتون، الإيثانول وأقلها الإيثايل أسيتات. ووجد أن كمية ونشاط مضادات الأكسدة لم تتأثر بتدرج القطبية.

يؤيد نتائج هذه الدراسة ما ذكر (Negi *et al.*, 2003)، حيث وجد ارتفاع نشاط مضادات الأكسدة في مستخلصات مذيب الأسيتون، فكان نشاط مضادات الأكسدة مقدرة كحمض الأسكوربيك بتركيز 50

ميكروجرام/ مل (1392 ميكرومول حمض الاسكوربيك/ جم)، ويلي ذلك نشاط مضادات الأكسدة في مذيب إيثايل أسيتات حيث كان (1331 ميكرومول حمض الاسكوربيك/ جم)، وفي مستخلص الميثانول كان (1298 ميكرومول حمض الاسكوربيك/ جم من المستخلص)، وفي مستخلص الماء كان (663 ميكرومول حمض الاسكوربيك/ جم).

تبين نتائج هذه الدراسة ارتفاع نشاط مضادات الأكسدة في القشور عن العصير، وهذا يتفق مع ما ذكر (Hajimahmoodi *et al.*, 2008)، حيث وجد أن متوسط نشاط مركبات مضادات الأكسدة المستخلصة من اللب تراوحت بين (0.607- 1.439 مليمول حديد/ 100 جم). ونشاط مركبات مضادات الأكسدة لمستخلصات قشور الرمان بين (33.639- 169.608 مليمول حديد/ 100 جم).

الثبات الحراري لمضادات الأكسدة المستخلصة من ثمار وعصير وقشور الرمان

تم تحديد المذيب المناسب من حيث نسبة الاستخلاص وكمية الفينولات الكلية ونشاط مضادات الأكسدة، حيث وجد أن مذيب الأسيتون 50% أفضل من حيث نسبة الاستخلاص (أعلى نسبة استخلاص)، بينما مذيب الأسيتون الأفضل من حيث كمية الفينولات الكلية ونشاط مضادات الأكسدة في مستخلصات الثمار كاملة وقشور الرمان. بينما يعتبر مذيب الأسيتون 50% الأفضل في كمية الفينولات الكلية ونشاط مضادات الأكسدة في عصير الرمان.

أولاً: الثبات الحراري لمستخلصات ثمار الرمان كاملة

يوضح الجدول (11) والشكل (10)، الثبات الحراري عند (185 م$^{\circ}$) لمستخلصات ثمار الرمان الطائفي (سعودي ويمني) المستخلصة بمذيب الأسيتون على كمية الفينولات الكلية (جم جاليك/ 100

جم مستخلص مجفف). حيث انخفضت كمية الفينولات الكلية في ثمار الرمان السعودي انخفاضاً معنوياً بعد العشر الدقائق الأولى من (12.90±0.62 جم جاليك/ 100 جم مستخلص مجفف) إلى (11.93±0.41 جم جاليك/ 100 جم مستخلص مجفف) وبنسبة انخفاض (7.52%)، وبعد الدقيقة 60 وصلت إلى (0.23±0.04 جم جاليك/ 100 جم مستخلص مجفف) وبنسبة انخفاض (98.22%)، جدول (12).

جدول (11) تأثير الثبات الحراري عند (185 م^{o}) لمضادات الأكسدة المستخلصة من ثمار الرمان الطائفي على كمية الفينولات الكلية (جم جاليك/ 100 جم مستخلص مجفف).

الزمن (دقيقة)	مستخلصات الأسيتون		مستخلصات الأسيتون 50%	
	سعودي	يمني	سعودي	يمني
0	^{a}12.90±0.62 $_{a}$	^{a} 10.02±0.12 $_{b}$	^{a}10.49±0.24 $_{a}$	^{a} 8.97±0.19 $_{b}$
10	^{b} 11.93±0.41 $_{a}$	^{b} 9.13±0.14 $_{b}$	^{b} 8.76±0.06 $_{a}$	^{b} 7.72±0.02 $_{b}$
20	^{c} 4.29±0.43 $_{a}$	^{c} 2.56±0.41 $_{b}$	^{c}0.33±0.03 $_{a}$	^{c} 0.25±0. 31 $_{b}$
30	^{d} 0.86±0.09 $_{a}$	^{d} 0.82±0.03 $_{a}$	^{d} 0.14±0.03 $_{a}$	^{c} 0.12±0.03 $_{a}$
40	^{d} 0.51±0.13 $_{a}$	^{e} 0.35±0.07 $_{a}$	^{d} 0.13±0.02 $_{a}$	^{c} 0.11±0.02 $_{a}$
50	^{de} 0.29±0.02$_{a}$	^{e} 0.26±0.04 $_{a}$	^{d} 0.12±0.02 $_{a}$	^{c} 0.08±0.03 $_{a}$
60	^{e} 0.23±0.04 $_{a}$	^{e} 0.19±0.05 $_{a}$	^{d} 0.08±0.03 $_{a}$	^{c} 0.05±0.03 $_{a}$

* المتوسط الحسابي ± الانحراف المعياري (n=3).

* الحروف المتشابهة العلوية في نفس العمود يعني عدم وجود فروق معنوية عند مستوى معنوية ($p\leq0.05$).

* الحروف المتشابهة السفلية في نفس الصف يعني عدم وجود فروق معنوية عند مستوى معنوية ($p\leq0.05$).

أظهرت كمية الفينولات الكلية في مستخلصات ثمار الرمان اليمني انخفاضاً معنوياً بعد العشر الدقائق الأولى من (10.02±0.12 جم جاليك/ 100 جم مستخلص مجفف) لتصل إلى (9.13±0.14 جم

جاليك/ 100 جم مستخلص مجفف) وبنسبة انخفاض (8.88%) وبعد الدقيقة 60 وصلت إلى (0.05 جم جاليك/ 100 جم مستخلص مجفف) وبنسبة انخفاض (98.10%).

لوحظ إحصائياً عدم وجود فروق معنوية بين المعاملات الحرارية (30- 40- 50 دقيقة)، وكذلك بين المعاملتين (50- 60 دقيقة) في ثمار الرمان السعودي. وكذلك عدم وجود فروق معنوية بين المعاملات الحرارية (40- 50- 60 دقيقة) لمستخلصات ثمار الرمان اليمني. ولوحظ كذلك عدم وجد فروق معنوية بين المعاملات الحرارية (30- 40- 50- 60 دقيقة) لمستخلصات ثمار الرمان اليمني مع السعودي.

أوضحت النتائج في الجدول (11) والشكل (11)، انخفاض كمية الفينولات الكلية في مستخلصات ثمار الرمان السعودي المستخلصة بمذيب الأسيتون 50% من (10.49±0.24 جم جاليك/ 100 جم مستخلص مجفف) إلى (8.76±0.06 جم جاليك/ 100 جم مستخلص مجفف) بعد العشر الدقائق الأولى، بنسبة انخفاض (16.49%)، بينما بعد 60 دقيقة وصلت إلى (0.23±0.04 جم جاليك/ 100 جم مستخلص مجفف) وبنسبة انخفاض (99.237%). كما انخفضت كمية الفينولات الكلية في مستخلصات ثمار الرمان اليمني من (8.97±0.19 جم جاليك/ 100 جم مستخلص مجفف) إلى (7.72±0.02 جم جاليك/ 100 جم مستخلص مجفف) بعد العشر الدقائق الأولى، وبنسبة انخفاض (13.94%)، بينما بعد 60 دقيقة وصلت إلى (0.05±0.03 جم جاليك/ 100 جم مستخلص مجفف) وبنسبة انخفاض (99.67%).

لوحظ إحصائياً عدم وجود فروق معنوية بين المعاملات الحرارية عند (30- 40- 50- 60 دقيقة) في مستخلصات ثمار الرمان السعودي، بينما وجد فروق معنوية بين المعاملتين (0- 10 دقيقة) لمستخلصات ثمار الرمان اليمني. لوحظ وجود فروق معنوية بين المعاملات الحرارية بالنسبة للرمان الطائفي اليمني مع السعودي عند (0- 10- 20 دقيقة).

يوضح الجدول (12) والشكل (12) انخفاض النسبة المئوية لتثبيط مركب (DPPH) في ثمار الرمان السعودي لمستخلصات الأسيتون من (46.01±0.20 %) لتصل إلى (33.33±0.37 %) بعد العشر الدقائق الأولى وبنسبة انخفاض (27.56%)، بينما بعد 60 دقيقة وصلت إلى (2.26±0.56 %) وبنسبة انخفاض (95.09%)، بينما في مستخلصات ثمار الرمان اليمني وجد أن النسبة المئوية لتثبيط مركب (DPPH) انخفضت من (37.58±0.62 %) لتصل إلى (26.50±0.42 %) بعد العشر الدقائق الأولى وبنسبة انخفاض (29.48%)، بينما بعد 60 دقيقة وصلت إلى (1.29±0.56%) وبنسبة انخفاض (96.56%).

جدول (12) نشاط مضادات الأكسدة (كنسبة مئوية) لمستخلصات ثمار الرمان الطائفي بفترات مختلفة من زمن التسخين عند 185 م^{o}.

الزمن (دقيقة)	مستخلصات الأسيتون		مستخلصات الأسيتون 50%	
	سعودي	يمني	سعودي	يمني
0	^{a} 46.01±0.20 $_{a}$	^{a} 37.58±0.62 $_{b}$	^{a} 44.02±0.20 $_{a}$	^{a} 33.40±1.00 $_{b}$
10	^{b} 33.33±0.37$_{a}$	^{b} 26.50±0.42 $_{b}$	^{b} 27.89±1.10 $_{a}$	^{b} 25.43±0.81 $_{b}$
20	^{c} 11.62±0.36 $_{a}$	^{c} 3.85±0.36 $_{b}$	^{c} 4.38±0.90 $_{a}$	^{c} 3.72±0.12 $_{a}$
30	^{d} 4.18±0.56 $_{a}$	^{d} 2.50±0.56 $_{b}$	^{d} 2.39±0.30 $_{a}$	^{d} 2.39±0.51 $_{a}$
40	^{e} 2.79±0.56 $_{a}$	^{e} 1.35±0.56 $_{b}$	^{de} 1.79±0.40 $_{a}$	^{de}1.66 ±0.31 $_{a}$
50	^{e} 2.52±0.37 $_{a}$	^{e} 1.29±0.37 $_{b}$	^{de} 1.66±0.30 $_{a}$	^{ef} 1.46±0.23 $_{a}$
60	^{e} 2.26±0.56 $_{a}$	^{e} 1.29±0.56 $_{b}$	^{e} 1.13±0.30 $_{a}$	^{f} 0.80±0.12 $_{a}$

* المتوسط الحسابي ± الانحراف المعياري (n=3)

* الحروف المتشابهة العلوية في نفس العمود يعني عدم وجود فروق معنوية عند مستوى معنوية ($p\leq0.05$).

* الحروف المتشابهة السفلية في نفس الصف يعني عدم وجود فروق معنوية عند مستوى معنوية ($p\leq0.05$).

عرض الجدول (12) وجود فروق معنوية بين المعاملات الحرارية (185 م^{o}) عند (0-10- 20- 30 دقيقة) في كل المصدرين (السعودي واليمني)، وكذلك وجد فروق معنوية بين المعاملات الحرارية بالنسبة لمستخلصات ثمار الرمان (السعودي واليمني).

بين الجدول (12) والشكل (13) انخفاض النسبة المئوية لتثبيط مركب (DPPH) في مستخلصات ثمار الرمان السعودي بمذيب الأسيتون 50% من (0.20±44.02%) إلى (1.10±27.89%) بعد العشر الدقائق الأولى وبنسبة انخفاض (36.64%)، بينما بعد 60 دقيقة وصلت إلى (0.30±1.13%) وبنسبة انخفاض (97.43%). وفي ثمار الرمان اليمني وجد أن النسبة المئوية لتثبيط مركب (DPPH) انخفضت من (1.00±33.40 %) بعد العشر الدقائق الأولى لتصل إلى (0.81±25.43%) وبنسبة انخفاض (23.86%)، في حين بعد 60 دقيقه وصلت إلى (0.12±0.80%) وبنسبة انخفاض (97.60%).

لوحظ وجود فروق معنوية بين المعاملات الحرارية عند (0- 10-20 دقيقة) لمستخلص ثمار الرمان المستخلص بالأسيتون 50%، ولوحظ وجود فروق معنوية بين المعاملات الحرارية عند (0-10-20 دقيقة) في مستخلصات ثمار الرمان الطائفي اليمني. وتبين عدم وجود فروق معنوية بين المعاملات بالنسبة للصنف الطائفي اليمني مع السعودي.

ثانياً: الثبات الحراري لمستخلصات عصير الرمان

أظهرت النتائج في الجدول (13) والشكل (14)، الثبات الحراري لمستخلصات الأسيتون 50% لعصير الرمان الطائفي (سعودي ويمني) على كمية الفينولات الكلية (جم جاليك/ 100 جم مستخلص مجفف).

جدول (13) تأثير الثبات الحراري عند (185 م^{o}) لمضادات الأكسدة المستخلصة من عصير الرمان الطائفي على كمية الفينولات الكلية (جم جاليك/ 100 جم مستخلص مجفف).

الزمن (دقيقة)	مستخلصات الأسيتون 50%	
	سعودي	يمني
0	$^{b}1.22\pm0.11\ _{a}$	$^{b}1.48\pm0.14\ _{a}$
10	$^{a}\ 4.10\pm0.07\ _{a}$	$^{a}\ 4.21\pm0.10\ _{a}$
20	$^{c}0.62\pm0.06\ _{a}$	$^{c}\ 0.69\pm0.06\ _{a}$
30	$^{d}\ 0.04\pm0.02\ _{a}$	$^{d}\ 0.12\pm0.09\ _{a}$
40	$^{d}\ 0.03\pm0.02\ _{a}$	$^{d}\ 0.05\pm0.05\ _{a}$
50	$^{d}\ 0.03\pm0.02\ _{a}$	$^{d}\ 0.05\pm0.00\ _{a}$
60	$^{d}\ 0.03\pm0.02\ _{a}$	$^{d}\ 0.04\pm0.03\ _{a}$

* المتوسط الحسابي ± الانحراف المعياري (n=3)

* الحروف المتشابهة العلوية في نفس العمود يعني عدم وجود فروق معنوية عند مستوى معنوية ($p\leq0.05$).

* الحروف المتشابهة السفلية في نفس الصف يعني عدم وجود فروق معنوية عند مستوى معنوية ($p\leq0.05$).

ارتفاع كمية الفينولات الكلية في مستخلصات عصير الرمان الطائفي السعودي من (1.22±0.11 جم جاليك/ 100 جم مستخلص مجفف) لتصل إلى (4.10±0.07 جم جاليك/ 100 جم مستخلص مجفف) بعد العشر الدقائق الأولى وبنسبة ارتفاع (236.65%)، وانخفضت بعد 60 دقيقة لتصل إلى (0.03±0.02 جم جاليك/ 100 جم مستخلص مجفف) وبنسبة انخفاض (97.75%). وكذلك وجد أن كمية الفينولات الكلية ارتفعت في مستخلصات عصير الرمان اليمني من (1.48±0.14 جم جاليك/ 100 جم مستخلص مجفف) إلى (4.21±0.10 جم جاليك/ 100 جم مستخلص مجفف) وبنسبة ارتفاع (184.46%) بعد

العشر الدقائق الأولى، بينما انخفضت بعد 60 دقيقة لتصل إلى (0.00±0.05 جم جاليك/ 100 جم مستخلص مجفف) وبنسبة انخفاض (97.30%).

لوحظ وجود فروق معنوية بين المعاملات الحرارية عند (0- 10- 20 دقيقة) في مستخلصات عصير الرمان السعودي، وكذلك وجود فروق معنوية بين المعاملات الحرارية عند (30- 40- 50- 60 دقيقة) لمستخلصات عصير الرمان اليمني. تبين عدم وجود فروق معنوية بين المعاملات بالنسبة للصنف الطائفي (السعودي مع اليمني).

عرضت النتائج في الجدول (14) والشكل (15) ارتفاع النسبة المئوية لتثبيط مركب (DPPH) في مستخلصات عصير الرمان السعودي بمذيب الأسيتون 50% بعد العشر الدقائق الأولى من (8.23±0.30%) لتصل إلى (14.54±0.80%) وبنسبة ارتفاع (76.67%)، بينما بعد 60 دقيقة انخفضت لتصل إلى (0.60± 0.60%) وبنسبة انخفاض (92.73%). بينما في عصير الرمان اليمني وجد أن النسبة المئوية لتثبيط مركب (DPPH) ارتفعت بعد العشر الدقائق الأولى من (10.82±0.50%) لتصل إلى (0.74± 16.99%)، وبنسبة ارتفاع (57.02%)، وبعد 60 دقيقه انخفضت لتصل إلى (0.23±0.93%) وبنسبة انخفاض (91.40%).

وجد فروق معنوية بين المعاملات الحرارية عند (0- 10 دقيقه) لمستخلص عصير الرمان، ووجد فروق معنوية بين المعاملات الحرارية عند (0- 10- 20 دقيقه) لمستخلصات عصير الرمان اليمني، تبين كذلك وجود فروق معنوية بين المعاملات عند (0- 10- 50 دقيقه) بالنسبة للصنف الرمان الطائفي السعودي مع اليمني، جدول (14).

جدول (14) نشاط مضادات الأكسدة (كنسبة مئوية) لمستخلصات عصير الرمان الطائفي بفترات مختلفة من زمن التسخين عند 185 م^{o}.

الزمن (دقيقة)	مستخلصات الأسيتون 50%	
	سعودي	يمني
0	^{b} 8.23±0.30 $_{a}$	^{b} 10.82±0.50 $_{b}$
10	^{a} 14.54±0.80 $_{a}$	^{a} 16.99 ±0.74 $_{b}$
20	^{c} 1.66±0.46 $_{a}$	^{c} 2.32±0.420 $_{a}$
30	^{cd} 1.20±0.20 $_{a}$	^{d} 1.53 ±0.42 $_{a}$
40	^{cd} 1.06±0.30 $_{a}$	^{d} 1.46±0.23 $_{a}$
50	^{d} 0.86±0.07$_{a}$	^{d} 1.39±0.20 $_{b}$
60	^{d} 0.60 ±0.60 $_{a}$	^{d} 0.93±0.23 $_{a}$

* المتوسط الحسابي ± الانحراف المعياري (n=3)

* الحروف المتشابهة العلوية في نفس العمود يعني عدم وجود فروق معنوية عند مستوى معنوية ($p\leq0.05$).

* الحروف المتشابهة السفلية في نفس الصف يعني عدم وجود فروق معنوية عند مستوى معنوية ($p\leq0.05$).

ثالثاً: الثبات الحراري لمستخلصات قشور الرمان

عرضت النتائج في الجدول (15) والشكل (16)، انخفاض كمية الفينولات الكلية في مستخلصات قشور الرمان السعودي لمستخلصة بمذيب الأسيتون من (0.72±33.54 جم جاليك/ 100 جم مستخلص مجفف) إلى (0.78±31.84 جم جاليك/ 100 جم مستخلص مجفف) بعد العشر الدقائق الأولى وبنسبة انخفاض (5.07%)، وبعد 60 دقيقة وصلت إلى (0.57± 17.75 جم جاليك/ 100 جم مستخلص مجفف) وبنسبة انخفاض (47.72%). بينما في مستخلصات قشور الرمان اليمني وجد أن كمية الفينولات الكلية انخفضت من (0.78±32.32 جم جاليك/ 100 جم مستخلص مجفف) إلى (0.83±31.42 جم جاليك/ 100

جم مستخلص مجفف) بعد العشر الدقائق الأولى وبنسبة انخفاض (2.78%)، وبلغ الانخفاض بعد 60 دقيقة (13.92±0.14 جم جاليك/ 100 جم مستخلص مجفف) وبنسبة انخفاض (56.93%).

تبين عدم وجود فروق معنوية للمعاملات الحرارية بين (40-50 دقيقة) وكذلك بين (50-60 دقيقة) في مستخلصات قشور الرمان السعودي. ولوحظ كذلك عدم وجود فروق معنوية بين المعاملات الحرارية (0- 10 دقيقة) في مستخلصات قشور الرمان اليمني. كذلك عدم وجود فروق معنوية بين المعاملات الحرارية عند (40- 50- 60 دقيقة) بالنسبة للرمان الطائفي اليمني مع السعودي.

أظهرت مستخلصات قشور الرمان بمذيب الأسيتون 50% ثباتاً حرارياً ضعيفاً مقارنة مع مستخلصات قشور الرمان بمذيب الأسيتون، الجدول (15) والشكل (17). انخفضت كمية الفينولات الكلية في قشور الرمان السعودي لمستخلصات الأسيتون 50% (24.26±0.61 جم جاليك/ 100 جم مستخلص مجفف) لتصل إلى (12.69±0.45جم جاليك/ 100 جم مستخلص مجفف) بعد العشر الدقائق الأولى وبنسبة انخفاض (47.69%)، وبعد 60 دقيقة وصلت إلى (0.22±0.05 جم جاليك/ 100 جم مستخلص مجفف) وبنسبة انخفاض (99.09%).

لوحظ أن كمية الفينولات الكلية في مستخلصات قشور الرمان اليمني المستخلصة بمذيب الأسيتون 50% انخفضت (21.88±0.82 جم جاليك/ 100 جم مستخلص مجفف) لتصل إلى (11.85±0.29 جم جاليك/ 100 جم مستخلص مجفف) بعد العشر الدقائق الأولى وبنسبة انخفاض (45.84%)، في حين بعد 60 دقيقه وصلت إلى (0.15±0.02 جم جاليك/ 100 جم مستخلص مجفف) وبنسبة انخفاض (99.314%).

جدول (15) تأثير الثبات الحراري عند 185 م^{o} لمضادات الأكسدة المستخلصة من قشور الرمان الطائفي على كمية الفينولات الكلية (جم جاليك/ 100 جم مستخلص مجفف).

الزمن (دقيقة)	مستخلصات الأسيتون		مستخلصات الأسيتون 50%	
	سعودي	يمني	سعودي	يمني
0	^{a} 33.54±0.72 $_{a}$	^{a} 32.32±0.78 $_{a}$	^{a} 24.26±0.61 $_{a}$	^{a} 21.88±0.82 $_{b}$
10	^{b} 31.84±0.78 $_{a}$	^{a} 31.42±0.83 $_{a}$	^{b}12.69±0.45 $_{a}$	^{b}11.85±0.29 $_{a}$
20	^{c} 25.27±0.28 $_{a}$	^{b} 24.66±0.59 $_{a}$	^{c} 0.44±0.16 $_{a}$	^{c} 0.30±0.07 $_{a}$
30	^{d} 23.00±0.49 $_{a}$	^{c} 21.35±0.78 $_{a}$	^{c} 0.26±0.04 $_{a}$	^{c} 0.23±0.02 $_{a}$
40	^{e} 19.50±1.22 $_{a}$	^{d} 18.79±0.30 $_{b}$	^{c} 0.26±0.04 $_{a}$	^{c} 0.20±0.02 $_{b}$
50	^{ef} 19.03±0.71 $_{a}$	^{e} 16.62±1.02 $_{b}$	^{c} 0.24±0.03 $_{a}$	^{c} 0.18±0.02 $_{b}$
60	^{f} 17.75 ±0.57 $_{a}$	^{f} 13.92±0.14 $_{b}$	^{c}0.22±0.05 $_{a}$	^{c}0.15±0.02 $_{a}$

* المتوسط الحسابي ± الانحراف المعياري (n=3)

* الحروف المتشابهة العلوية في نفس العمود يعني عدم وجود فروق معنوية عند مستوى معنوية ($p\leq0.05$).

* الحروف المتشابهة السفلية في نفس الصف يعني عدم وجود فروق معنوية عند مستوى معنوية ($p\leq0.05$).

لوحظ وجود فروق معنوية بين المعاملات (0- 10 دقائق) في مستخلصات قشور الرمان (السعودي واليمني)، كذلك لوحظ وجود فروق معنوية بين المعاملات الحرارية (0- 40- 50 دقيقة) بالنسبة للصنف الطائفي اليمني مع السعودي.

يوضح الجدول (16) والشكل (18)، الثبات الحراري لمستخلصات قشور الرمان الطائفي (سعودي ويمني) المستخلصة بمذيب الأسيتون على نشاط مضادات الأكسدة (النسبة المئوية لتثبيط مركب (DPPH)). انخفضت النسبة المئوية لتثبيط مركب (DPPH) في مستخلصات قشور الرمان السعودي المستخلصة بمذيب الأسيتون من (95.02±0.21%) بعد العشر الدقائق الأولى لتصل إلى

(92.02±0.51%) وبنسبة انخفاض (3.15%)، وبعد 60 دقيقة وصلت إلى (77.96±0.71%) وبنسبة انخفاض (17.95%). كما انخفضت النسبة المئوية لتثبيط مركب (DPPH) في مستخلصات قشور الرمان (اليمني) المستخلصة بمذيب الأسيتون من (94.17±0.37%) بعد العشر الدقائق الأولى لتصل إلى (91.35±0.85%) وبنسبة انخفاض (3.19%)، وبعد 60 دقيقة وصلت إلى (70.72±1.02%) وبنسبة انخفاض (24.90%).

تبين وجود فروق معنوية بين جميع المعاملات الحرارية في مستخلصات قشور الرمان السعودي، وعدم وجود فروق معنوية بين المعاملات الحرارية عند (10- 20 دقيقة) بالنسبة للرمان الطائفي اليمني، بينما لوحظ عدم وجود فروق معنوية بين المعاملات الحرارية عند (10- 20- 30 دقيقة) بالنسبة لقشور الرمان الطائفي (السعودي، اليمني).

أظهرت النتائج في الجدول (16) والشكل (19)، انخفاض نشاط مضاد الأكسدة المستخلصة من قشور الرمان المزروع في المملكة العربية السعودية بمذيب الأسيتون 50% من (88.84±1.01%) ليصل إلى (48.61±0.85%) بعد العشر الدقائق الأولى وبنسبة انخفاض (45.58%)، بينما بعد 60 دقيقة وصلت إلى (1.22±0.20%) وبنسبة انخفاض (98.63%). انخفض نشاط مضادات الأكسدة في مستخلصات قشور الرمان اليمني من (78.70±0.81%)، بعد العشر الدقائق الأولى ليصل إلى (44.35±1.12 %)، وبنسبة انخفاض (43.65%)، في حين بعد 60 دقيقه وصل إلى (0.74±0.12 %) وبنسبة انخفاض (99.314%).

جدول (16) نشاط مضادات الأكسدة (كنسبة مئوية) لمستخلصات قشور الرمان الطائفي بفترات مختلفة من زمن التسخين عند 185 م^{o}.

الزمن (دقيقة)	مستخلصات الأسيتون		مستخلصات الأسيتون 50%	
	سعودي	يمني	سعودي	يمني
0	^{a} 95.02±0.21 $_{a}$	^{a} 94.17±0.37 $_{b}$	^{a} 88.84±1.01 $_{a}$	^{a} 78.70±0.81 $_{b}$
10	^{b} 92.02±0.51 $_{a}$	^{b} 91.35 ±0.85 $_{a}$	^{b} 48.61±0.85 $_{a}$	^{b} 44.35±1.12 $_{b}$
20	^{c} 90.81±0.32 $_{a}$	^{b} 90.47±0.20 $_{a}$	^{c} 4.19±0.51 $_{a}$	^{c} 2.16 ±0.51 $_{b}$
30	^{d} 88.51±0.42 $_{a}$	^{c} 88.44±0.35 $_{a}$	^{c} 3.85±0.20 $_{a}$	^{c} 1.62±0.41 $_{b}$
40	^{e} 84.86±0.92 $_{a}$	^{d} 82.76±0.73 $_{b}$	^{cd} 3.18±0.23 $_{a}$	^{cd} 1.62±0.35 $_{b}$
50	^{f} 79.99±0.71 $_{a}$	^{e} 76.28±0.73 $_{b}$	^{d} 2.64±0.20 $_{a}$	^{cd} 1.08±0.23 $_{b}$
60	^{g} 77.96±0.71 $_{a}$	^{f} 70.72±1.02 $_{b}$	^{e} 1.22±0.20 $_{b}$	^{d} 0.74±0.12 $_{b}$

* المتوسط الحسابي ± الانحراف المعياري (n=3)

* الحروف المتشابهة العلوية في نفس العمود يعني عدم وجود فروق معنوية عند مستوى معنوية ($p\leq0.05$).

* الحروف المتشابهة السفلية في نفس الصف يعني عدم وجود فروق معنوية عند مستوى معنوية ($p\leq0.05$).

وجدت فروق معنوية بين المعاملات الحرارية عند (0- 10- 60 دقيقة) لمستخلصات قشور الرمان الطائفي المزروع في المملكة العربية السعودية. بينما وجدت فروق معنوية بين المعاملات الحرارية (0- 10 دقيقة) في مستخلصات قشور الرمان، ولوحظ وجود فروق معنوية بين المعاملات الحرارية بالنسبة للرمان الطائفي السعودي واليمني.

يتأثر نشاط مضادات الأكسدة بكمية الفينولات الكلية ، فكلما زادت كمية الفينولات الكلية زاد نشاط مضاد الأكسدة الكلي (القليوبي وآخرون، 2005). لوحظ في هذه الدراسة وجود تشابه بين كمية

الفينولات الكلية ونشاط مضادات الأكسدة، ولوحظ أن مستخلصات قشور الرمان الطائفي بمذيب الأسيتون أبدت مقاومة أفضل للحرارة مقارنة مع بقية مستخلصات أجزاء الثمرة.

تتفق نتائج هذه الدراسة مع ما وجد (Iqbal *et al.*,2008)، أثناء العمل على فعالية مستخلص قشور الرمان على ثباتية زيت تباع الشمس، تم استخلاص مضادات الأكسدة من قشور الرمان بواسطة (Iqbal *et al.*, 2005). قدرت الثباتية الحرارية لمستخلصات الميثانول عن طريق التخزين على درجة حرارة (185 م^0) لمدة تزيد عن (80 دقيقة)، وقدرت نشاط مضادات الأكسدة لأجل الاختلاف في فترات التخزين حيث وصل الانخفاض في نشاط مركبات مضادات الأكسدة إلى (66.23%) بعد الدقيقة (80).

تقدير تأثير المستخلصات على ثباتية زيت فول الصويا

أولاً: تأثير مستخلصات ثمار الرمان على ثباتية زيت فول الصويا

وجد أن وحدة الامتصاص Astronomical Unit (AU) لقيم اختبار حمض الثايوباربيوترك Thiobarbituric Acid Test (TBA) بعد 12 يوم في المعاملة المضاف إليها مستخلصات ثمار الرمان السعودي بمذيب الأسيتون بلغت (AU0.698±0.0321), (AU 0.748±0.0131), (AU 0.804±0.0318) (AU 0.675±0.0979)، بالتراكيز (200− 400− 800− 1000 ملجم مستخلص مجفف/ كجم زيت فول الصويا) على التوالي. بينما بلغت قيم TBA للمعاملة الضابطة عند زمن صفر (AU0.024±0.0046) وبعد 12 يوم بلغت (AU0.952±0.009)، بينما في المعاملة المضاف إليها مضاد الأكسدة الاصطناعي كانت (AU0.629±0.0165) بعد 12 يوم. الجدول (17) والشكل (20).

جدول (17) تأثير مضادات الأكسدة المستخلصة من ثمار الرمان الطائفي بواسطة بمذيب الأسيتون على اكسدة (تزنخ) زيت فول الصويا باستخدام طريقة اختبار حمض الثايوباربيوترك (TBA).

المنتج		الزمن (الأيام)						
		0	2	4	6	8	10	12
المنتج	ضابطة	$^{a}0.024\pm0.0046_{g}$	$^{ab}0.078\pm0.0027_{f}$	$^{a}0.127\pm0.00351_{e}$	$^{a}0.177\pm0.00251_{d}$	$^{a}0.313\pm0.0104_{c}$	$^{a}0.565\pm0.0160_{b}$	$^{a}0.952\pm0.00901_{a}$
	BHT	$^{abc}0.019\pm0.0036_{f}$	$^{b}0.038\pm0.00321_{f}$	$^{e}0.081\pm0.0040_{e}$	$^{f}0.130\pm0.00100_{d}$	f0.235±0.0253$_{c}$	$^{f}0.424\pm0.00818_{b}$	$^{f}0.629\pm0.0166_{a}$
سعودي	200 ppm	$^{cd}0.014\pm0.0034_{g}$	$^{ab}0.053\pm0.0056_{f}$	$^{b}0.110\pm0.0015_{e}$	$^{bc}0.160\pm0.0010_{d}$	$^{abc}0.290\pm0.0205_{c}$	$^{bc}0.503\pm0.00702_{b}$	$^{bc}0.804\pm0.0318_{a}$
	400 ppm	$^{d}0.012\pm0.0006$g	$^{ab}0.052\pm0.0021$f	$^{bc}0.101\pm0.0021_{e}$	$^{cd}0.157\pm0.0020$d	$^{bc}0.281\pm0.01200$c	bcde0.489±0.0342b	$^{cd}0.748\pm0.0131_{a}$
	800 ppm	$^{d}0.013\pm0.0025$g	$^{ab}0.051\pm0.0040$f	$^{b}0.095\pm0.0040_{e}$	$^{de}0.153\pm0.0030_{d}$	$^{def}0.254\pm0.0072_{c}$	cdef0.457±0.0100$_{b}$	$^{def}0.698\pm0.0321_{a}$
	1000 ppm	$^{cd}0.013\pm0.0025_{e}$	$^{ab}0.045\pm0.0015_{e}$	$^{de}0.085\pm0.0045_{de}$	$^{e}0.150\pm0.00152_{d}$	$^{ef}0.244\pm0.0.0163_{c}$	$^{ef}0.444\pm0.0321_{b}$	$^{ef}0.675\pm0.0979_{a}$
يمني	200 ppm	$^{ab}0.021\pm0.0015$g	$^{ab}0.057\pm0.0017$f	$^{a}0.122\pm0.0191$e	$^{b}0.162\pm0.0035$d	$^{ab}0.293\pm0.00550$c	$^{b}0.514\pm0.0260_{b}$	$^{b}0.829\pm0.0372_{a}$
	400 ppm	$^{bcd}0.017\pm0.004$g	$^{ab}0.053\pm0.0006$f	$^{bc}0.103\pm0.0021$e	$^{bc}0.160\pm0.0045$d	$^{bc}0.282\pm0.00721_{c}$	bcd0.494±0.0332$_{b}$	$^{bc}0.781\pm0.028_{a}$
	800 ppm	$^{cd}0.014\pm0.0027$e	$^{a}0.050\pm0.002$de	$^{cd}0.097\pm0.002$cdf	$^{cd}0.156\pm0.003$cd	$^{bc}0.276\pm0.0096$c	cdef0.460±0.0405b	$^{cde}0.737\pm0.015$a
	1000 ppm	$^{cd}0.014\pm0.0044$g	$^{ab}0.045\pm0.005$f	$^{de}0.087\pm0.0015$e	$^{e}0.151\pm0.00208$d	$^{cde}0.266\pm0.006$c	$^{def}0.449\pm0.023$b	$^{def}0.679\pm0.009$a

* المتوسط الحسابي ± الانحراف المعياري (n=3)

** الحروف المتشابهة في يسار الأرقام نفس العمود يعني عدم وجود فروق معنوية عند مستوى معنوية ($p\leq0.05$)

*** الحروف المتشابهة في يمين الأرقام نفس الصف يعني عدم وجود فروق معنوية عند مستوى معنوية ($p\leq0.05$)

أظهرت النتائج أن قيم (TBA) بعد 12 يوم كانت (AU0.829±0.0372) ,(AU0.781±0.028) ,(AU 0.737±0.0150) ,(AU0.679 ± 0.0090)، بالتراكيز (200– 400– 800– 1000 ملجم مستخلص رمان يمني مجفف/ كجم زيت فول الصويا) على التوالي، وبالمقارنة مع المعاملة الضابطة حيث ارتفعت من (AU0.024±0.0046) في زمن صفر إلى (AU 0.952±0.009) بعد 12 يوم. بينما قيم (TBA) للمعاملة المضاف إليها مضـاد الأكسدة الاصطناعـي (BHT) بتركيز 200 ملجم/ كجم زيت فول الصويا وجـدت (AU 0.629±0.0165) بعد 12 يوم.

يوضح الجدول (17) عند اليوم (12) وجود فروق معنوية بين جميع المعاملات وبين العينة الضابطة. وكذلك عدم وجود فروق معنوية بين التراكيز المتشابهة في كل من عينات الرمان المزروع في (السعودية واليمن)، كما لوحظ عدم وجود فروق معنوية بين المعاملة المضاف إليها مضاد الأكسدة الاصطناعي (BHT) وبين المعاملة المضاف إليها مستخلص ثمار الرمان كاملة (سعودي ويمني) عند تركيز 1000 ملجم مستخلص مجفف/ كجم زيت فول الصويا، وبين المعاملة المضاف إليها مستخلصات الثمار الرمان كاملة السعودي عند تركيز 800 ملجم/ كجم زيت فول الصويا.

كذلك لوحظ عدم وجود فروق معنوية بين الفترات الزمنية في المعاملة المضاف إليها مضاد الأكسدة الصناعي عند (0– 2) يوم، وفي المعاملة المضاف إليها مستخلص ثمار الرمان السعودي بتركيز 1000 ملجم/ كجم عند (0– 2– 4) يوم، بينما في المعاملات المضاف إليها مستخلصات ثمار الرمان اليمني بتركيز 800 ملجم/ كجم لوحظ وجود عدم معنوية عند (0– 2) وعند (2– 4– 6) وعند (4– 6– 8) يوم.

يوضح الجدول (18) والشكل (21) تأثير مضادات الأكسدة المستخلصة من ثمار الرمان الطائفي بواسطة مذيب الأسيتون 50% على قيم اختبار حمض الثايوباربيوترك لزيت فول الصويا. حيث وجد أن قيم (TBA) بعد 12 يوم في العينات المضاف إليها مستخلصات ثمار الرمان كاملة المزروع في المملكة العربية السعودية بمذيب الأسيتون 50% كانت (AU0.827±0.0169), (AU0.787±0.0335), (AU0.756±0.047), (AU0.699±0.0168)، بالتراكيز (200- 400- 800- 1000 ملجم مستخلص مجفف/ كجم زيت فول الصويا) على التوالي. أما في عينة الضابطة فكانت قيم (TBA) عند زمن صفر (AU0.699±0.0168)، بينما بعد 12 يوم كانت (AU 0.952±0.009).

وجد أن قيم (TBA) بعد 12 يوم في المعاملات المضاف لها مستخلصات ثمار الرمان المزروع في الجمهورية اليمنية بمذيب الأسيتون 50% كانت (AU 0.854±0.0056), (AU 0.791±0.0517), (AU 0.756±0.0325), (AU 0.729±0.0344)، بالتراكيز (200- 400- 800- 1000 ملجم مستخلص مجفف/ كجم زيت فول الصويا) على التوالي. وبالمقارنة مع مضاد الأكسدة الاصطناعي (BHT) بتركيز 200 ملجم مستخلص مجفف/ كجم زيت فول الصويا كانت (AU 0.629±0.0165)، بينما في الضابطة كانت قيم (TBA) (AU 0.952±0.009).

وجدت فروق معنوية بين المعاملة الضابطة وبين بقية المعاملات عند اليوم 12. كذلك وجود فروق معنوية بين المعاملة المضاف إليها (BHT) بتركيز 200 ملجم مستخلص مجفف/ كجم زيت فول الصويا وبين بقية المعاملات. لوحظ أيضا عدم وجود فروق معنوية بين مستخلصات ثمار الرمان (السعودي واليمني) بجميع التراكيز المتشابهة، وتبين وجود فروق معنوية بين المعاملات المضاف إليها

جدول (18) تأثير مضادات الأكسدة المستخلصة من ثمار الرمان الطائفي بواسطة بمذيب الأسيتون 50% على اكسدة (تزنخ) زيت فول الصويا باستخدام طريقة اختبار حمض الثايوباربيوترك (TBA).

المنتج		الزمن (الايام)						
		0	2	4	6	8	10	12
	ضابطة	^{a}0.024±0.0046g	^{a}0.078±0.0026f	^{a}0.127±0.004e	^{a}0.177±0.0025d	^{a}0.313±0.0104c	^{a}0.565±0.0160b	^{a}0.952±0.009a
	BHT	^{abc}0.019±0.0036f	^{e}0.038±0.0032f	^{f}0.081±0.004e	^{ab}0.130±0.001d	^{d}0.235±0.0253c	^{f}0.424±0.008b	^{g}0.629±0.0165a
سعودي	200 ppm	^{c}0.012±0.00321g	^{bc}0.059±0.001f	^{c}0.112±0.002e	^{a}0.167±0.0021d	^{ab}0.298±0.0065c	^{bc}0.517±0.034b	^{bc}0.827±0.017a
	400 ppm	^{abc}0.018±0.057g	^{cd}0.055±0.004f	^{c}0.108±0.002e	^{ab}0.156±0.002d	^{bc}0.274±0.0176c	^{bc}0.504±0.0281b	^{cd}0.787±0.034a
	800 ppm	^{bc}0.014±0.0574g	^{cd}0.055±0.006f	^{e}0.098±0.001e	^{b}0.154±0.080d	^{bc}0.269±0.0021c	^{cde}0.480±0.011b	^{de}0.756±0.047a
	1000 ppm	^{bc}0.015±0.0031g	^{d}0.053±0.002f	^{e}0.094±0.003e	^{ab}0.153±0.003d	^{cd}0.259±0.0263c	^{ef}0.445±0.0216b	^{f}0.699±0.0168a
يمني	200 ppm	^{ab}0.020±0.0015g	^{b}0.061±0.0015f	^{b}0.120±0.003e	^{a}0.167±0.0025d	^{ab}0.298±0.0096c	^{b}0.525±0.0390b	^{b}0.854±0.0056a
	400 ppm	^{abc}0.019±0.004g	^{b}0.060±0.0027f	^{cd}0.11±0.002e	^{a}0.158±0.0015d	^{bc}0.276±0.0113c	^{bc}0.507±0.0702b	^{cd}0.791±0.052a
	800 ppm	^{abc}0.01±90.002g	^{acd}0.06±0.003f	^{d}0.104±0.004e	^{ab}0.154±0.004d	^{bc}0.272±0.0165c	^{bcd}0.487±0.009b	^{de}0.756±0.033a
	1000 ppm	^{bc}0.016±0.0055g	^{cd}0.055±0.002f	^{e}0.099±0.007e	^{ab}0.153±0.001d	^{bcd}0.267±0.021c	^{efd}0.454±0.025b	^{ef}0.729±0.034a

* المتوسط الحسابي ± الانحراف المعياري (n=3)

** الحروف المتشابهة في يسار الأرقام نفس العمود يعني عدم وجود فروق معنوية عند مستوى معنوية ($p\leq0.05$)

*** الحروف المتشابهة في يمين الأرقام نفس الصف يعني عدم وجود فروق معنوية عند مستوى معنوية ($p\leq0.05$)

مستخلصات ثمار الرمان السعودي عند (200- 400) وعند (400- 800) ملجم مستخلص مجفف/ كجم زيت فول الصويا. كذلك لا يوجد فروق معنوية بين المعاملات المضاف إليها المستخلصات ثمار الرمان اليمني عند التراكيز (400- 800) وعند (800- 1000) ملجم مستخلص مجفف/ كجم زيت فول الصويا. ومن خلال التحليل الإحصائي للفترات الزمنية لقياس اختبار (TBA) للمعاملات تبين عدم وجود فروق معنوية في المعاملة المضاف إليها مضاد الأكسدة الصناعي عند (0- 2 يوم)، ووجود فروق معنوية بين قيم TBA في الفترات الزمنية لبقية المعاملات.

ارتفعت قيم (TBA) بعد 12 يوم في المعاملات المضاف إليها مستخلصات ثمار الرمان الطائفي كاملة المزروع في الجمهورية اليمنية المستخلص بمذيبات (الأسيتون والأسيتون 50%) مقارنة مع المزروع في المملكة العربية السعودية بجميع التراكيز. كما أظهرت النتائج أن مستخلصات ثمار الرمان الكاملة الطائفي المستخلصة بمذيبات (الأسيتون والأسيتون 50%) ثباتية أقل ضد الأكسدة لزيت فول الصويا بجميع التراكيز مقارنة مع المعاملة المضاف إليها مضاد الأكسدة الاصطناعي (BHT) بتركيز 200 ملجم/كجم زيت فول الصويا.

ثانياً: تأثير مستخلصات عصير الرمان على ثباتية زيت فول الصويا

تبين من خلال الجدول (19) والشكل (22)، أن قيم (TBA) بعد 12 يوم في المعاملة المضاف إليها مستخلصات عصير الرمان المزروع في المملكة العربية السعودية المستخلصة بمذيب الأسيتون 50% بالتراكيز (200– 400– 800– 1000 ملجم مستخلص مجفف/ كجم زيت فول الصويا) كانت (AU 0.838±0.0041), (AU 0.847±0.0018), (AU 0.895±0.0621), (AU 0.929 ±0.0241) على التوالي. وبالمقارنة مع المعاملة المضاف إليها مضاد الأكسدة الاصطناعي (BHT) بتركيز 200 ملجم

جدول (19) تأثير مضادات الأكسدة المستخلصة من عصير الرمان الطائفي بواسطة بمذيب الأسيتون 50% على اكسدة (تزنخ) زيت فول الصويا باستخدام طريقة اختبار حمض الثايوباربيوترك (TBA).

المنتج	الزمن (الايام)							
		0	2	4	6	8	10	12
	ضابطة	^{a}0.024±0.0045g	^{a}0.078±0.0027f	^{a}0.127±0.0035e	^{a}0.177±0.0025d	^{a}0.313±0.0104c	^{a}0.565±0.0160b	^{a}0.952±0.0095a
	BHT	^{a}0.019±0.0036f	^{b}0.038±0.0032f	^{e}0.081±0.0045e	^{d}0.130±0.001d	^{b}0.235±0.0254c	^{e}0.424±0.082b	^{d}0.629±0.0165a
سعودي	200 ppm	^{a}0.018±0.0032g	^{ab}0.076±0.004f	^{a}0.125±0.0031e	^{ab}0.175±0.004d	^{a}0.308±0.0081c	^{ab}0.549±0.0182b	^{a}0.929±0.0241a
	400 ppm	^{a}0.013±0.0025f	^{ab}0.075±0.002e	^{ab}0.120±0.002e	^{abc}0.172±0.002d	^{a}0.302±0.0011c	^{bcd}0.521±0.0432b	^{ab}0.895±0.0621a
	800 ppm	^{a}0.010±0.0031f	^{ab}0.074±0.005e	^{a}0.125±0.0031d	^{bc}0.168±0.008d	^{ab}0.291±0.0088c	^{cd}0.509±0.0256b	^{bc}0.847±0.0018a
	1000 ppm	^{a}0.009±0.0053f	^{ab}0.072±0.004ef	^{bcd}0.116±0.0025de	^{bc}0.167±0.0078d	^{ab}0.289±0.0016c	^{d}0.485±0.0105b	^{bc}0.838±0.0041a
يمني	200 ppm	^{a}0.014±0.0041g	^{ab}0.076±0.001f	^{ab}0.120±0.005e	^{abc}0.172±0.003d	^{a}0.304±0.0134c	abc0.545±0.03b	^{ab}0.907±0.0352a
	400 ppm	^{a}0.019±0.001g	^{a}b0.075±0.004f	^{ab}0.118±0.0045e	^{abc}0.171±0.001d	^{ab}0.299±0.0183c	^{bcd}0.512±0.0093b	^{abc}0.888±0.011a
	800 ppm	^{a}0.022±0.0021f	^{ab}0.072±0.005e	^{cd}0.113±0.0035ed	^{c}0.166±0.004d	^{ab}0.270±0.0785c	^{d}0.494±0.0238b	^{bc}0.846±0.0360a
	1000 ppm	^{a}0.016±0.0025f	^{b}0.071±0.0021e	^{d}0.110±0.0046e	^{c}0.165±0.0035d	^{ab}0.268±0.0599c	^{d}0.483±0.0222b	^{c}0.815±0.0127a

* المتوسط الحسابي ± الانحراف المعياري (n=3)

** الحروف المتشابهة في يسار الأرقام نفس العمود يعني عدم وجود فروق معنوية عند مستوى معنوية ($p\leq0.05$)

*** الحروف المتشابهة في يمين الأرقام نفس الصف يعني عدم وجود فروق معنوية عند مستوى معنوية ($p\leq0.05$)

مستخلص مجفف/ كجم زيت فول الصويا وجدت (AU 0.629±0.0165)، بينما في العينة الضابطة ارتفعت قيم (TBA) عند زمن صفر من (AU 0.699±0.0168) إلى (AU 0.952±0.009) بعد 12 يوم.

وجد أن قيم (TBA) في المعاملة المضاف إليها مستخلصات عصير الرمان المزروع في الجمهورية اليمنية المستخلصة بمذيب الأسيتون 50% بالتراكيز (200- 400- 800- 1000 ملجم مستخلص مجفف/ كجم زيت فول الصويا) كانت (AU0.907±0.0352) ,(AU 0.888±0.0113) (AU 0.815±0.0127), (AU 0.846±0.0360)، على التوالي.

لوحظ عدم وجود فروق معنوية بين المعاملة الضابطة وبين المعاملات المضاف إليها المستخلصات بالتراكيز (200- 400 ملجم مستخلص مجفف/ كجم زيت فول الصويا) في جميع المستخلصات عصير الرمان سواء (سعودي ويمني). وكذلك عدم وجود فروق معنوية بين المعاملة المضاف إليها مضاد الأكسدة الاصطناعي (BHT) وبين بقية المعاملات المضاف إليها المستخلصات بجميع التراكيز للمستخلصات (سعودي ويمني). وتبين عدم وجود فروق معنوية بين قيم (TBA) للمعاملات (مستخلص العصير للرمان السعودي واليمني) لنفس التراكيز، وكذلك لوحظ عدم وجود فروق معنوية بين قيم (TBA) للمعاملات المضافة لها مستخلصات العصير الرمان سواء (السعودي أو اليمني) عند التراكيز (400- 800- 1000 ملجم/ كجم زيت فول صويا).

أن مستخلصات عصير الرمان الطائفي أظهرت ثباتية لزيت فول الصويا ضد الأكسدة بدرجة أقل مقارنة مع مضاد الأكسدة الاصطناعي (BHT) بتركيز (200 ملجم/ كجم زيت فول الصويا)،

وكذلك لوحظ أن مستخلصات عصير الرمان المزروع في المملكة العربية السعودية كانت أقل كفاءة من مستخلصات عصير الرمان المزروع في الجمهورية اليمنية في حماية زيت فول الصويا من الأكسدة.

ثالثاً: تأثير مستخلصات قشور الرمان على ثباتية زيت فول الصويا

يوضح الجدول (20) والشكل (23)، تأثير مضادات الأكسدة المستخلصة من قشور الرمان الطائفي (سعودي ويمني) بواسطة مذيب الأسيتون على قيم اختبار حمض الثايوباربيوترك. وتبين أن قيم (TBA) وجدت بعد 12 يوم في العينات المضاف إليها مستخلصات قشور الرمان الطائفي المزروع في المملكة العربية السعودية والمستخلصة بمذيب الأسيتون بالتراكيز (200– 400– 800–1000 ملجم مستخلص مجفف/ كجم زيت فول الصويا)، حيث بلغت (AU 0.715±0.035), (AU 0.605±0.032), (AU0.525±0.0166), (AU 0.454±0.0499)، على التوالي. أما في عينة الضابطة، فكانت قيم TBA عند زمن صفر (AU 0.699±0.0168) بينما بعد 12 يوم كانت (AU 0.952±0.009). بينما في المعاملة المضاف إليها مضاد الأكسدة الاصطناعي (BHT) بتركيز (200 ملجم مستخلص مجفف/ كجم زيت فول الصويا) وجدت (AU 0.629±0.0165) بعد 12 يوم.

بلغت قيم (TBA) في المعاملات المضاف إليها مستخلصات قشور الرمان اليمني المستخلصة بمذيب الأسيتون بالتراكيز (200– 400– 800– 1000 ملجم مستخلص مجفف/ كجم زيت فول الصويا) (AU0.728±0.0175), (AU0.611±0.0195), (AU0.543±0.0268), (AU0.486±0.0250)، على التوالي.

جدول (20) تأثير مضادات الأكسدة المستخلصة من قشور الرمان الطائفي بواسطة بمذيب الأسيتون على اكسدة (تزنخ) زيت فول الصويا باستخدام طريقة اختبار حمض الثايوباربيوترك (TBA).

المنتج		الزمن (الايام)						
		0	2	4	6	8	10	12
	ضابطة	^{a}0.024±0.0046g	^{a}0.078±0.0026f	^{a}0.127±0.0035e	^{a}0.177±0.0025d	^{a}0.313±0.0104c	^{a}0.565±0.0160b	^{a}0.952±0.009a
	BHT	^{ab}0.019±0.0036f	^{b}0.038±0.0032f	^{c}0.081±0.0040e	^{c}0.130±0.0010d	^{c}0.235±0.0253c	^{c}0.424±0.008b	^{c}0.629±0.0165a
سعودي	200 ppm	^{ab}0.018±0.0050f	^{b}0.041±0.0035f	^{b}0.101±0.0038e	^{b}0.145±0.0052d	^{b}0.265±0.0077c	^{b}0.471±0.0095b	^{b}0.715±0.035a
	400 ppm	^{ab}0.021±0.0042f	^{cd}0.024±0.0055f	^{ef}0.059±0.001e	^{d}0.120±0.0006d	^{c}0.216±0.0147c	^{d}0.382±0.027b	^{c}0.605±0.0327a
	800 ppm	^{b}0.015±0.00450f	^{ade}0.020±0.0015f	^{f}0.054±0.007e	^{e}0.096±0.0055d	^{d}0.155±0.0065c	^{ef}0.338±0.0192b	^{de}0.525±0.0166a
	1000 ppm	^{b}0.016±0.001$_{e}$	^{e}0.015±0.00152$_{e}$	^{g}0.045±0.004d$_{e}$	^{f}0.088±0.002$_{d}$	^{d}0.140±0.0095$_{c}$	^{f}0.297±0.0479$_{b}$	^{f}0.454±0.0499$_{a}$
يمني	200 ppm	^{ab}0.017±0.0023g	^{b}0.040±0.00503f	^{b}0.101±0.002e	^{b}0.150±0.0045d	^{b}0.267±0.0047c	^{b}0.487±0.0085b	^{b}0.728±0.0175a
	400 ppm	^{b}0.015±0.005f	^{c}0.027±0.00624f	^{d}0.071±0.003e	^{d}0.122±0.0032d	^{c}0.220±0.0136c	^{d}0.384±0.027b	^{c}0.611±0.0195a
	800 ppm	^{ab}0.018±0.0015f	^{cde}0.020±0.0050f	^{de}0.055±0.0104e	^{e}0.096±0.0034d	^{d}0.155±0.005c	^{de}0.342±0.0176b	^{d}0.543±0.0268a
	1000 ppm	^{ab}0.018±0.0025f	^{de}0.017±0.0050f	^{fg}0.051±0.0032e	^{ef}0.091±0.0035d	^{d}0.143±0.009c	^{ef}0.310±0.0210b	^{ef}0.486±0.0250a

* المتوسط الحسابي ± الانحراف المعياري (n=3)

** الحروف المتشابهة في يسار الأرقام نفس العمود يعني عدم وجود فروق معنوية عند مستوى معنوية ($p\leq0.05$)

*** الحروف المتشابهة في يمين الأرقام نفس الصف يعني عدم وجود فروق معنوية عند مستوى معنوية ($p\leq0.05$)

من خلال التحليل الإحصائي في الجدول (20) لوحظ وجود فروق معنوية بين المعاملة الضابطة وبين بقية المعاملات. بينما لا يوجد فروق معنوية بين المعاملة المضاف إليها (BHT) وبين المعاملة المضاف إليها مستخلص القشور بتركيز 400 ملجم مستخلص مجفف / كجم زيت فول الصويا (سواء سعودي أو يمني). لوحظ وجود فروق معنوية بين قيم (TBA) للمعاملات المضاف إليها مستخلصات قشور الرمان سواء (السعودي أو اليمني) بجميع التراكيز، وعدم وجود فروق معنوية بين قيم (TBA) للمعاملات المضاف إليها مستخلصات قشور الرمان (سعودي ويمني) عند التراكيز المتشابهة. ومن خلال التحليل الإحصائي تبين عدم وجود فروق معنوية بين الفترات الزمنية لرقم (TBA) للمعاملة المضاف إليها مضاد الأكسدة الصناعي والمعاملات المضاف إليها مستخلصات قشور الرمان (السعودي واليمني) بالتراكيز (400-800-1000) ملجم/ كجم زيت فول الصويا عند (0- 2) يوم، وكذلك بين المعاملات المضاف إليها مستخلصات قشور الرمان السعودي بتركيز 200 ملجم/ كجم زيت فول الصويا عند (0- 2- 4) يوم.

يبين الجدول (21) والشكل (24)، تأثير مضادات الأكسدة المستخلصة من قشور الرمان الطائفي (سعودي ويمني) بواسطة مذيب الأسيتون 50% على قيم اختبار حمض الثايوباربيوترك لزيت فول الصويا. حيث وجد أن قيم (TBA) بعد 12 يوم في العينات المضاف إليها مستخلصات قشور الرمان السعودي المستخلصة بمذيب الأسيتون 50% بالتراكيز (200− 400− 800− 1000 ملجم مستخلص مجفف/ كجم زيت فول الصويا) بلغت (AU 0.721±0.0135), (AU 0.638±0.0479), (AU 0.575±0.0250), (AU 0.535±0.0596)، على التوالي. وجد أن قيم (TBA) في المعاملة المضاف إليها مضاد الأكسدة الاصطناعي BHT (200 ملجم/ كجم) كانت (AU 0.629±0.0165)،

جدول (21) تأثير مضادات الأكسدة المستخلصة من قشور الرمان الطائفي بواسطة بمذيب الأسيتون 50% على اكسدة (تزنخ) زيت فول الصويا باستخدام طريقة اختبار حمض الثايوباربيوترك (TBA).

المنتج		الزمن (الايام)						
		0	2	4	6	8	10	12
	ضابطة	^{a}0.024±0.0046g	^{a}0.078±0.0026f	^{a}0.127±0.0035e	^{a}0.177±0.0025d	^{a}0.313±0.0104c	^{a}0.565±0.0160b	^{a}0.952±0.009a
	BHT	^{ab}0.019±0.0036f	^{c}0.038±0.0032f	^{fg}0.081±0.0040e	^{e}0.130±0.0010d	^{cde}0.235±0.0253c	^{cd}0.424±0.008b	^{cd}0.629±0.017a
سعودي	200 ppm	^{ab}0.022±0.0015g	^{b}0.053±0.0015f	^{bc}0.104±0.0015e	^{bc}0.152±0.0037d	^{bc}0.263±0.0284c	^{b}0.492±0.0196b	^{b}0.721±0.0135a
	400 ppm	^{b}0.014±0.0035f	^{b}0.051±0.0021f	^{de}0.092±0.0067e	^{d}0.143±0.0015d	^{cd}0.233±0.0304c	^{c}0.446±0.0235b	^{c}0.638±0.0479a
	800 ppm	^{ab}0.019±0.0036f	^{c}0.032±0.0017f	^{ef}0.085±0.0089e	^{f}0.121±0.0023d	^{ed}0.225±0.0091c	^{d}0.400±0.0224b	^{e}0.575±0.0250a
	1000 ppm	^{ab}0.017±0.0011e	^{c}0.027±0.0021e	^{g}0.076±0.0015d	^{g}0.113±0.0006d	^{e}0.218±0.00751c	^{d}0.390±0.0297b	^{e}0.535±0.0596a
يمني	200 ppm	^{a}0.023±0.0076g	^{b}0.056±0.0015f	^{b}0.108±0.0027e	^{b}0.153±0.0025d	^{b}0.276±0.0055c	^{b}0.496±0.0157b	^{b}0.726±0.0132a
	400 ppm	^{ab}0.021±0.0015f	^{b}0.052±0.0032f	^{cd}0.100±0.0042e	^{c}0.148±0.0057d	^{bcd}0.255±0.006c	^{c}0.449±0.0354b	^{c}0.659±0.0038a
	800 ppm	^{ab}0.016±0.00608g	^{b}0.049±0.00173f	^{ef}0.085±0.0045e	^{f}0.124±0.0010d	^{cde}0.228±0.0140c	^{cd}0.411±0.010b	^{cd}0.620±0.0272a
	1000 ppm	^{a}0.024±0.00458f	^{c}0.035±0.00351f	^{fg}0.078±0.00264e	^{g}0.116±0.0010d	^{ed}0.222±0.0116c	^{d}0.393±0.0303b	^{e}0.553±0.0280a

* المتوسط الحسابي ± الانحراف المعياري (n=3)

** الحروف المتشابهة في يسار الأرقام نفس العمود يعني عدم وجود فروق معنوية عند مستوى معنوية ($p\leq0.05$)

*** الحروف المتشابهة في يمين الأرقام نفس الصف يعني عدم وجود فروق معنوية عند مستوى معنوية ($p\leq0.05$)

بينما في العينة الضابطة ارتفعت قيم (TBA) من (AU 0.699±0.0168) عند زمن صفر إلى (AU 0.952±0.009) بعد 12 يوم.

وجد أن قيم (TBA) في العينات المضاف إليها مستخلص قشور الرمان اليمني المستخلص بمذيب الأسيتون 50% بالتراكيز (200- 400- 800- 1000 ملجم مستخلص مجفف/ كجم زيت فول الصويا) (AU0.726±0.0132), (AU0.659±0.0038), (AU 0.620±0.0272), (AU 0.553±0.0280)، على التوالي.

يوضح الجدول (21) عدم وجود فروق معنوية بين قيم (TBA) للمعاملة المضاف إليها (BHT) وبين المعاملة المضاف إليها مستخلص قشور الرمان عند تركيز 400 ملجم مستخلص مجفف/ كجم زيت فول الصويا في كل المصدرين (سعودي ويمني)، وكذلك لوحظ وجود فروق معنوية بين الضابطة وبين بقية المعاملات. لوحظ عدم وجود فروق معنوية بين قيم (TBA) للمعاملات المضافة لها مستخلصات قشور الرمان السعودي بالتراكيز (800- 1000) ملجم/ كجم وكذلك عند التراكيز (400- 800) في مستخلصات قشور الرمان اليمني. تبين كذلك وجود فروق معنوية بين قيم (TBA) للمعاملات المضاف إليها مستخلص قشور الرمان سواء (سعودي أو يمني). من خلال التحليل الإحصائي للفترات الزمنية لقياس رقم (TBA) للمعاملات تبين عدم وجود فروق معنوية في المعاملة المضاف إليها مضاد الأكسدة الصناعي ومستخلص قشور الرمان السعودي بتركيز (400- 800)، وبتركيز (400) في مستخلصات القشور الرمان اليمني عند (0- 2) يوم.

أظهرت مستخلصات قشور الرمان المستخلصة بمذيب الأسيتون ثباتية ضد الأكسدة لزيت فول الصويا عند التراكيز (400- 800- 1000 ملجم/ كجم زيت فول الصويا) مقارنة مع مضاد الأكسدة

الاصطناعي (BHT) المضاف بتركيز (200 ملجم/ كجم زيت فول الصويا)، بينما (800- 1000 ملجم/ كجم زيت فول الصويا) في مستخلصات قشور الرمان المستخلصة بمذيب الأسيتون 50% كانت أفضل مقارنة مع مضاد الأكسدة الصناعي.

يؤيد نتائج هذه الدراسة ما توصل إليه (El-Anany, 2007) حيث أشار إلى أن لمستخلص قشور الرمان المصري دوراً في تعزيز الثباتية ضد للأكسدة في زيت تباع الشمس أثناء عملية القلي العميق. حيث أظهرت النتائج أن التراكيز (400- 600- 800 ملجم/ كجم) كان أفضل من بين كل التراكيز المستخدمة مقارنة مع المعاملات المضاف إليها مضاد الأكسدة الاصطناعي (BHT) بتركيز (200 ملجم/ كجم). حيث وجد أن متوسط قيمة اختبار حمض الثايوباربيوتريك (Thiobarbituric acid) عند تركيز (800 ملجم/ كجم) كان (AU 0.53)، وعند تركيز (600 ملجم/ كجم) كان (AU 0.59)، وعند تركيز (400 ملجم/ كجم) كان (AU 0.62)، بينما عند إضافة (BHT) بتركيز (200 ملجم/ كجم) كان (AU 0.64) بعد (12 ساعة).

وتختلف نتائج الدراسة مع ما وجد (Iqbal *et al.*, 2008)، أثناء العمل على فعالية مستخلص قشور الرمان الباكستاني على ثباتية زيت تباع الشمس، استخدمت مستخلصات مذيب الميثانول لغرض حماية الزيت من الأكسدة. أضيفت مستخلصات قشور الرمان إلى زيت تباع الشمس بتراكيز (250- 500- 1000 جزء بالمليون) وأضيف مضاد الأكسدة الاصطناعي (BHT) بتركيز (200 ملجم/ كجم)، حيث تم إجراء اختبارات الأكسدة (Weight gain Peroxide - Antioxidant Activity Index (Conjugated Trienes – Conjugated Dienes, Thiobarbituric Acid Reactive Substances -Value (Paquot and Hautfenne, 1987)، أظهرت النتائج ترتيب المعاملات حسب أفضليتها على النحو

التالي (1000 - BHT 200 – 500 – 250 – ضابطة) جزء بالمليون ما عدا اختبار conjugated dienes (CD)، حيث كان تركيز مستخلص قشور الرمان (500 جزء بالمليون) أفضل من مضاد الأكسدة الاصطناعي المضاف بتركيز (200 جزء بالمليون). يعود ذلك إلى الاختلاف في طرق الاستخلاص والتقدير. حيث أجري البحث تحت الظروف التالية (جففت قشور الرمان باستخدام فرن على درجة حرارة 55 م^{o} ولمدة 3 ساعات، وبعد ذلك طحنت، ونخلت، ثم استخلصت مضادات الأكسدة باستخدام هزاز كهربائي طوال الليل ، ثم ترشيحه وتبخير المذيب في مبخر دوار على درجة حرارة 40 م^{o})

الاستنتاجات

- مذيب الأسيتون 50% وجد أنه أفضل مذيب من حيث نسبة الاستخلاص، ولوحظ ارتفاع نسبة الاستخلاص بشكل معنوي في عينات ثمار وعصير وقشور الرمان اليمني عن السعودي.
- تبين أن مذيب الأسيتون الأفضل من حيث كمية الفينولات الكلية ونشاط مضادات الأكسدة في ثمار وقشور الرمان (السعودي واليمني) وكذلك ارتفاعها في عينات ثمار الرمان السعودي عن اليمني.
- يعتبر مذيب الأسيتون 50% افضل مذيب من حيث كمية الفينولات الكلية ونشاط مضادات الأكسدة في عصير الرمان اليمني والسعودي، وكذلك لوحظ ارتفاع نشاط مضادات الأكسدة بشكل معنوياً في عصير الرمان اليمني عن السعودي.
- أظهرت مستخلصات الأسيتون لقشور الرمان سواء سعودي أو يمني مقاومة للحرارة عند (185 م^{o}).
- أظهرت التراكيز (400- 800- 1000 جزء بالمليون) من مستخلصات قشور الرمان الطائفي (بمذيب الأسيتون) حماية لزيت فول الصويا أفضل من مضاد الأكسدة الاصطناعي (BHT) بتركيز 200 جزء بالمليون، بينما أظهرت التراكيز (800- 1000 جزء بالمليون) من مستخلصات قشور الرمان الطائفي (الأسيتون50%) حماية للزيت أفضل من مضاد الأكسدة الاصطناعي.
- وجد إن مستخلصات الثمار والعصير للرمان (السعودي واليمني) بجميع التراكيز المضافة أظهرت ثباتية أقل لزيت فول الصويا مقارنة مع مضاد الأكسدة الاصطناعي (BHT) بتركيز 200 جزء بالمليون.

التوصيات

- دراسة المركبات المضادة للأكسدة في مستخلصات الرمان الطائفي بشكل أوسع لكل المركبات من (الثمرة كاملة - العصير- القشور) على حده.
- دراسة مضادات الأكسدة في ثمار الرمان الطائفي ومقارنته مع بقية الأصناف المزروعة في نفس المنطقة.
- إمكانية إحلال مضادات الأكسدة المستخلصة من قشور الرمان بدلا من مضادات الأكسدة الاصطناعية المستخدمة في صناعة الزيوت والدهون.

المراجع

References

المراجع العربية

الإحصاء الزراعي (2009). الإدارة العامة للإحصاء الزراعي - وزارة الزراعة والري - صنعاء - الجمهورية اليمنية.

باشة، محمد على احمد (1998). إنتاج الفاكهة بالمملكة العربية السعودية. مطابع جامعة الملك سعود – الرياض - المملكة العربية السعودية.

الجهني، أماني بنت حمزة عبد الرحيم (2008). دراسة مقارنة بين طريقتين لاستخلاص عصير الرمان المركز وتأثيره على جودة المنتج، كلية علوم الأغذية والزراعة – جامعة الملك سعود الرياض – المملكة العربية السعودية.

الحازمي، حسن (1422) المنتجات الطبيعية. دار الخريجي للنشر والتوزيع – الرياض – المملكة العربية السعودية.

الخفاجي، المختار (1989) إنتاج الفاكهة والخضر. كلية الزراعة، جامعة بغداد - العراق، ص (361 – 364).

الزهراني، فاطمة بنت على المفرح (2008) تحضير بعض الفلافونيدات باستخدام حفازات مختلفة. رسالة ماجستير مقدمة إلى قسم الكيمياء – كلية العلوم – جامعة الملك سعود – المملكة العربية السعودية.

الشاوش، فتحي؛ حامد، فيصل؛ والعيسى، عماد (2007). دراسة التنوع الوراثي لبعض طرز الرمان في اليمن باستخدام تحاليل الRAPD. مجلة جامعة دمشق للعلوم الزراعية، المجلد (23) العدد 2الصفحات (219:231).

على، انور الحاج (2012). القيمة الغذائية ومضادات الأكسدة الكلية في بعض أصناف الزبيب السوري المصنع بالطريقة التقليدية. مجلة جامعة دمشق للعلوم الزراعية المجلد (28) العدد 1 الصفحات261 -273 .

القليوبي، ممدوح حلمي؛ مصطفى، محمد مجدي؛ وعلام، ماجدة حبيب (2005). كيمياء وتكنولوجيا الزيوت والدهون الأسس العلمية وتطبيقاتها، مكتبة أوزوريس - القاهرة - جمهورية مصر العربية.

مروان، العارف؛ أحمد، عاشور(2006). أساسيات كيمياء الأغذية، دار الكتاب الجديد المتحدة، بنغازي – ليبيا.

المراجع الانجليزية

Abd El-Baky, H. H.; El Baz, F. K. and Baroty, G. (2008). Evaluation of marine alga Ulva lactuca L. as A source of natural preservative ingredient. American Eurasian. J. Agric. Environ. Sci., 3: 434-444.

Aguilar, F.; Crebelli, R;. Dusemund, B. ; Galtier, P. ; Gilbert, J. ; Gott, U. ; Gundert-Remy, D. M. ; König, J. ; Lambré, C .; Leblanc, J. C. ; Mortensen, A.; Mosesso, P.; Parent-Massin, D.; Rietjens, I. M. C. M.; Stankovic, I.; Tobback, P. ; Waalkens-Berendsen, D. R.; Woutersen, R.A. and Wright, M. C. (2012). Scientific Opinion on the re-evaluation of butylated hydroxytoluene BHT (E 321) as a food additive. EFSA. J. 10 (3):2588.

Akbarpour, V.; Hemmati, K. and Sharifani, M. (2009). Physical and Chemical Properties of Pomegranate (*Punica granatum L*) Fruit in Maturation Stage. American Eurasian J. Agric. and Environ. Sci.; 6 (4): 411-416.

Alasalvar, C.; Karamac, M.; Amarowicz, R. and Shahidi, F. (2006) Antioxidant and antiradical activities in extract of hazelnut kernels and hazelnut green leafy cover. J. Agric. Food Chem,. 54, 4826–4832.

American Oil Chemists Society (AOCS). 1997. Official Methods and Recommended Practices of the AOCS, 5th edn., AOCS Press, Champaign, USA.

Anese, M. and Nicoli, M. C. (2003). Antioxidant properties of ready-todrink coffee brews. J. Agric. Food Chem., 51: 942–946.

AOAC, (2000). Official Methods of Analysis (17th ed.) Arlington, VA, USA-Association of Official Analytical Chemists.

AOCS, (1989). Official Methods and Recommended Practices of the American Oil Chemists Society, 4th Ed. AOCS, Champaign, USA.

Aviram, M.; Volkova, N.; Coleman, R.; DREHER, M.; Kesava Redde, M.; Ferreira, D. and Rosenblat, M. (2008). Pomegranate Phenolics from the Peels, Arils, and Flowers Are Antiatherogenic: Studies in Vivo in Atherosclerotic Apolipoprotein E-Deficient (E0) Mice and in Vitro in Cultured Macrophages and Lipoproteins. J. Agric. Food Chem. 56, 1148–1157.

Bagchi, D.; Bagchi, M. and Stohs, S. J. (2000). Free radicals and Grape Seed proanthocyanidin extract: importance in human health and disease prevention. Toxicology. Aug; 148 (2-3):187-197.

Bandoniene, D.; Murcovic, M.; Pfannhauser, W.; Venskutonis, P. R. and Gruzdiene, D. (2002). Food Res.Technol., 214-143-147.

Bayer, A. G. (1973). Internal Study, Test on density, AP-Nr. 514 497.

Bayer, A. G. (1986). Internal Study, Test on water solubility.

Benzie, F. F. and Strain, J. J. (1999). Ferric Reducing Antioxidant Power Assay: Direct Measure of Total antioxidant Activity of Biological Fluids and Modified Version for Simultaneous Measurement of Total Antioxidant Power and Ascorbic Acid Concentration. Methods in Enzyme. Vol. 299:15-23.

Blios, M. S. (1958). Antioxidant determination by the use of stable free radicals. Nature, 181, 1199-1200.

Brands, C. M. J., Alink, G. M., Van Boekel, M. A. J. S. and Jongen, W. M. F. (2000). Mutagenicity of heated sugar casein systems: Effect of the Maillard reaction. J. . Agri. Food Chem., 48, pp. 2271 2275.

Bratt, K.; Sunnerheim, K.; Bryngelsson, S.; Fagerlund, A.; Engman, L.; Andersson, R. E. and Dimberg, L. H. (2003). Avenanthramides in oats (Avena sativa L.) and structure-antioxidant activity relationships. J. Agric. Food Chem., 51, 594-600.

Briante, R.; Febbraio, F. and Nucci, R.(2003). Antioxidant properties of low molecular weight phenols present in the Mediterranean diet. J. Agric. Food Chem., 51, 6975–6981.

Bushra, S.; Farooq, A.; Muhammad, R. A. and Shahzad, A. S. C. (2008). Antioxidant potential of extracts from different agro wastes: Stabilization of corn oil.Grasas y GRASAS Y ACEITES, 59 (3), JULIO-SEPTIEMBRE, 205-217,, ISSN: 0017-3495.

Cam, M. and Hısıl, Y. (2010). Pressurised water extraction of polyphenols from pomegranate peels. Food Chem. 123 878–885.

Cam, M.; Hisil, Y. and Durmaz, G. (2009). Classification of eight pomegranate juices based on antioxidant capacity measured by four methods. Food Chem.112, 721–726.

Camerer, B. and Kroh, L. W. (2006) Antioxidant activity of coffee brews. Eur. Food Res. Technol, 223, 469–474.

Chandrasekara, A. and Shahidi, F. (2010). Content of insoluble bound phenolics in millets and their contribution to antioxidant capacity. J. Agric. Food Chem., 58, 6706-6714.

Chang, S. S. and Maurey, J. R. (1985). J. Chem. Eng. Data 30, 384-387.

Chaovanalikit, A. and Wrolstad, R. E. (2004). Total anthocyanins and total phenolics of fresh and processed cherries and their antioxidant properties, Food Chem. Toxi., 69, pp. 67–72.

ChemIDplus, (2009). National Library of Medicine. http: // chem. sis. nlm.nih.gov/chemidplus/chemidheavy.jsp and select Registry Number and search on CAS number. Last accessed: 8/20/09.

Chen, C. Y. and Blumberg, J. B. (2008). Phytochemical composition of nuts. Asia Pac. J. Clin. Nutr.,17 (S1):329-332

Cheynier, V. (2005). Polyphenols in foods are more complex than often thought. Am. J. Clin. Nutr., 81, 223S-229S.

Choe, E. and Min, D. B. (2006). Chemistry and reactive oxygen species in foods. Crit. Rev. Food Sci. Nutr., 41, 1–22.

Choi, Y.; Jeong, H. S. and Lee, J. (2007). Antioxidant activity of methanolic extracts from some grains consumed in Korea. Food Chem. 103, 130-138.

Da Silveira-Duarto, S. M.; De Abreu, C. M. P.; Castle-de- Menezes, H.; Dos Santos, N. H. and Paiva-Gouves, C. M. C. (2005). Effect of processing and roasting on the antioxidant activity of coffee brews. Cienc. Tecnol. Alim., 26, 387–393.

Davis, C. B.; Markey, C. E.; Busch, M. A. and Busch, K.W. (2007). Determination of capsaicinoids in habanero peppers by chemometric analysis of UV spectral data. J. Agric. Food Chem., 55, 5925-5933.

Devatkala, K. and Naveenab, B. M. (2010). Effect of salt, kinnow and pomegranate fruit by-product powders on color and oxidative stability of raw ground goat meat during refrigerated storage. Meat Sci., 85: 306–311.

Dewanto, V.; Wu, X.; Adom, K. K. and Liu, R. H. (2002). Thermal processing enhances the nutritional value of tomatoes by increasing total antioxidant activity J. Agri. Food Chem., 50, pp. 3010–3014.

Dewin, K. and Sinan Eti. (2001). Determination of pollen Quality, Quantity and effect of cross pollination on the fruit set and quality in the pomegranate. Turk. J. Agric. For., 25: 169- 173.

Duthie, G. (2000). Vitamin E and its antioxdent roles in relation to other dietary components In: Garrow, W. P. T., Raph, A. (eds) Human nutrition and dietetics, 10th ed. Harcour Publishers, London, pp. 227-229.

El-Anany, A. M. (2007). Influence of Pomegranate (Punica granatum) peel extract on the stability of sunflower oil during deep-fat frying process. Electr. J. Food Plants Chem. 2: 14-19.

Elleuch, M.; Besbes, S.; Roiseux, O.; Blecker, C. and Attia, H. (2007). Quality characteristics of sesame seeds and by-products, Food Chem., 103(2), 641-650.

El-Nemr, S. E.; Ismail, I. A. and Ragab, M. (1990). Chemical composition of juice and seeds of pomegranate fruit. Nahrung, 7, 601–606.

Fan, J.; Ding, X. and Gu, W. (2007). Radical-scavenging proanthocyanidins from sea buckthorn seed. Food Chem. 102, 168-177.

Fao Foristy Paper, Fruit-breading forest trees. (1982). Technical notes. With the assistance of the Swedish international development authority. Food and Agriculture Organization of the United Nation. 34:139-152.

Fiore, A.; La Fauci, L.; Cervellati, R.; Guerra, M. C.; Speroni, E.; Costa, S.; Galvano, G.; de Lorenzo, A.; Bacchelli, V.; Fogliano, V. and Galveni, F. (2005). Antioxidant activity of pasteurized and sterilized commercial red orange juices. Mol. Nutr. Food Res., 49, 1129–1135.

Frankel, E. N. (2007). Lipid Oxidation, 3rd Edn. AOCS Press, Champaign, IL (USA). Leopoldini, M. Russo, N. Chiodo, S. Toscano M. (2006): Iron chelation by

the powerful antioxidant flavonoid quercetin. J. Agric. Food Chem., 54, 6343–6351.

Garcia, A.; Brenes, M.; Garcia, P.; Romero, C. and Garrido, A. (2003). Phenolic content of commercial olive oils. Eur. Food Res. Technol, 216, 520–525.

Gil, M. I.; Garcia-Viguera, F. A. and Tomas-Barberan, F. A. (1995). Changes in pomegranate juice pigmentation during ripening. J. Scie. Food Agric., 5(68): 77-81.

Giusti, M. M. and Wrolstad, R. E. (2005). Characterization and measurement of anthocyanins by uv–visible spectroscopy. Unit F1.2 R.E. Wrolstad, S.J. Schwartz (Eds.), Handbook of food analytical chemistry, Wiley, New York, pp. 19–31.

Giusti, M. M.; Rodriguez-Saona, L. E. and Wrolstad, R. E. (1999). Molar absorptivity and color characteristics of acylated and non-acylated pelargonidin-based anthocyanins. J. Agri. Food Chem., 47, pp. 4631–4637.

Goh, L. M.; Barlow, P. J.; and Chee, S. Y.(2003). Examination of antioxidant activity of Gingko biloba leaf infusions. Food Chem, 82, 275–282.

Gözlekçi, S.; Saraçoglu, O.; Onursa, E. and Özgen, M. (2011). Total phenolic distribution of juice, peel, and seed extracts of four pomegranate cultivars, Pharmacognosy Magazine, Volume 7, Issue 26 (p. 161-164).

Graham, H. N., (1992). Green tea composition, consumption, and polyphenol chemistry. Prev. Med., 21 (3): 334–350.

Graham, H. N., (1999). Tea. In J. F. Frederick (Ed.). Wiley encyclopedia of food science and technology, 2 th Ed. John Wiley and Sons.

Gramza, A.; Khokhar, S.; Yoko, S.; Gliszyn ska-Swiglo, A.; Hes, A. and Korczak, J. (2006). Antioxidant activity of tea extracts in lipids and correlation with polyphenol content. Eur. J. Lipid Sci. Technol., 104, 351–362.

Greenwood, N. N.; and Earnshaw, A. (1997). Chemistry of the Elements (2nd Edn), Oxford:Butterworth-Heinemann. ISBN 0-7506-3365-4.

Hajimahmoodi, M .; Oveisi, M. R.; Sadeghi, N.; Jannat, B. and Hadjibabaie, M. (2008). Antioxidant properties of peel and pulp hydro extract in ten Persian pomegranate cultivars. Pak. J. Biol. Sci., 11: 1600-1604.

Hertog, M. G. L.; Hollman, P. C. H. and Katan, M. B. (1992). Content of potentially anticarcinogenic flavonoids of 28 vegetables and 9 fruits commonly consumed in the Netherlands. J. Agric. Food Chem., 40: 2379 –2383.

Hodzic, Z; Pasalic, H; Memiseric A; Srabovic, M; Saletovic, M. (2008). The influence of total phenolic content on antioxidant capacity in the whole grain extracts. Euro. J. Sci. Res., 28: 471-477.

HSDB. (2009). Hazardous Substances Data Bank. National Library of Medicine. 8/12/09. http://toxnet.nlm.nih.gov/cgi-bin/sis/htmlgen?HSDB and search on CAS number. Last accessed: 8/20/09.

Huang, D.; Ou, B. and Prior, R. L. (2005). The chemistry behind antioxidant capacity assays. J. Agric. Food Chem., 53:1841-1856.

Hukkanen, A. T.; Polonen, S. S.; Karenlampi, S. O. and Kokko, H. I. (2006). Antioxidant capacity and phenolic content of sweet rowanberries. J. Agric. Food Chem., 54, 112–119.

IARC. (1986). Butylated hydroxyanisole (BHA). In Some Naturally Occurring and Synthetic Food Components, Furocoumarins and Ultraviolet Radiation. IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risk of Chemicals to Humans, vol. 40. Lyon, France: International Agency for Research on Cancer. pp. 123-159.

Iqbal, S. and Bhanger, M. I. (2005). Antioxidant properties and components of some commercially available varieties of rice bran in Pakistan. Food Chem., 93, pp. 265–272.

Iqbal, S.; Anwar, F.; Siddiq, A. and Asi, M. R. (2007). Stabilization of sunflower oil with Moringa oleifera leaves under ambient storage. J. Food Lipid, 14, 35-49.

Iqbal, S.; Bhanger, M.I. and Anwar, F. (2005) Antioxidant properties and components of some commercially available varieties of rice bran in Pakistan. Food Chem., 93, pp. 265–272.

Iqbal, S.; Haleem, S.; Akhtar, M.; Zia-ul-Haq, M. And Akbar, J. (2008). Efficiency of pomegranate peel extracts in stabilization of sunflower oil under accelerated conditions. Food Res. Inter., 41: 194–200.

Jayaprakasha G., Selvi, T. and Sakariah, K. (2003). Food Res. Int. 36: 117-122 Sidwell C.G., Harold S., Milado B. and Mitchell J.H. (1954). Am. Chem. Soc., 31: 603-606.

Jayaprakasha, G. K.; Singh, R. P. and Sakariah, K. K. (2001). Antioxidant activity of grape seed (Vitis Vinefera) extracts on peroxidation models in Vitro. Food Chem., 73, 285-290.

Jayathilakan, K. and Sharma, G. K. (2006). Role of sugar-amino acid interaction products as antioxidants in a methyl linoleate model system. Food Chem., 2006, 95, 620–626.

Katalinic, V.; Milos, M.; Kulisic, T. and Jukic, M. (2006). Screening of 70 medicinal plant extracts for antioxidant capacity and total phenolics. Food Chem., 94, 550–557.

Kim, J. S. (2005). Radical scavenging capacity and antioxidant activity of E vitamin fraction in rice bran. J. Food Sci., 70, 208-213.

La Rue, J. H. (1969). Growing pomegranate in California Univ. of Calif. Agric. Expt. Sta. Lflt.; pp: 305.

Leopoldini, M.; Russo, N.; Chiodo, S. and Toscano, M. (2006). Iron chelationby the powerful antioxidant flavonoid quercetin. J. Agric. Food Chem., 54, 6343–6351.

Li, Y.; Guo, C.; Yang, J.; Wei, J.; Xu, J. and Cheng, S. (2006). Evaluation of antioxidant properties of pomegranate peel extract in comparison with pomegranate pulp extract. Food Chem., 96, pp. 254–260.

Luotola, M. T. and Luotola, J. E. I. (1985). Effect of co- tocopherol on the peroxidation of cod-liver oil. Life Chemistry Reports, 3, 159-163.

Manzocco, L.; Calligaris, S.; Mastrocola, D.; Nicoli, M. C. and Lerici, C. R. (2001). Review of non-enzymatic browning and antioxidant capacity in processed foods. Trends in Food Sci. Tech., 11, 340 346.

Marinova, D.; Ribarova, F. and Atanassova, M. (2005). TOTAL Total phenolic and total flavonoides in Bulgarian fruits and vegetables. J. Univ. Chemical Tech. Metallurgy, 40, 3, 255-260.

Min, D. B. and Boff, J. (2002). Chemistry and reaction of singlet oxygen in food. Compr. Res. Food Sci. Food Safety, 1, 56–72.

Monagas, M.; Hern⌡ndez-Ledesma, B.; Gmez-Cordoves, C. and Bartolome, B. (2006). Commercial dietary ingredients from Vitis vinifera L. leaves and grape skins: Antioxidant and chemical characterization. J. Agric. Food Chem., 54, 319–327.

Morton, J. (1987). Pomegranate. p. 352–355. In: Fruits of warm climates. Julia F. Morton, Miami, FL.

Moure, A.; Gruz; J.; Franco, D.; Doningues, J.; Dominges, H.; Nunez, M. and Parajoet. (2001). J. Food Chem72145-171.

Muñoz, D.; Audicana, M.; Gastaminza, G. and Fernández, E. (2002). Contact dermatitis due to gallates. Alergol. Inmunol Clin., 17: 173-177.

Murkovic, M. (2003). Phenolic compounds. In: Encyclopedia of Food Sciences and Nutrition. 2nd Edn. Eds. B. Caballero, C. Trugo, P. M. Finglas, Academic Press, Amsterdam (The Netherlands), pp. 4507–4514.

Murphy, K. J.; Chronopoulos, A. K.; Singh, I.; Francis, M. A.; Moriarty, H.; Pike, M. J.; Turner, A. H.; Mann, N. J. and Sinclair, A. J. (2003). Dietary flavanols and procyanidin oligomers from cocoa (Theobroma cacao) inhibit platelet function. Am. J. Clin. Nutr., 77:1466–1473.

Musher, S. (1935). Cereals and seeds inhibit rancidity in lard. Food Ind. 7, 167–168.

Nardini, M.; Acquino, M. D.; Tomassi, G.; Gentili, V.; Di, F. M. and Scaccini, C. (1995). Inhibition of human low-density lipoprotein oxidation by caffeic acid and other hydroxycinnamic acid derivatives. Free Radic. Biol. Med.. 19 ; 541-552.

Natella, F.; Nardini, M.; Dattile, C. and Scaccini, C. (2002). Coffee drinking influences plasma antioxidant capacity in humans. J. Agric. Food Chem., 50, 6211–6216.

Naveena, B. M.; Sen, A. R,; Vaithiyanathan, S.; Babji, Y. and Kondaiah, N. (2008). Comparative efficacy of pomegranate juice, pomegranate rind powder extractand BHT as antioxidants in cooked chicken patties. Meat Sc., 80 (4): 1304-1308.

Negi, P. S.; Jayaprakasha, G. K. and Jena, B. S. (2003). Antioxidant and antimutagenic activities of pomegranate peel extracts. Food Chem., 80: 393–397.

Ock, C. K.; Dae, K. O.; Smith, N.; Schroeder, D.; Jae, H. T and Chang, C. Y. (2005). Daily consumption of phenolics and total antioxidant capacity from fruit and vegetables in the American diet. J. Sci. Food Agric., 85, 1715–1724.

Ozgena, M.; Durgaçb, C.; Serçeb, C. and Kayac, C. (2008). Chemical and antioxidant properties of pomegranate cultivars grown in the Mediterranean region of Turkey Food Chem., 111(3): 703-706.

Pandjatan, N.; Howard, L. R. ; Morelock, T. and Gil, M. I. (2005). Antioxidant capacity and phenolic content of spinach as affected by genetics and maturation. J Agric Food Chem,, 53, 8618–8623.

Paquot, C. and Hautfenne, A. (1987). International Union of Pure and Applied Chemistry (IUPAC) Standard methods for the analysis of oils, fats and derivaties (7th revised and enlarged ed.).London, UK: Blackwell Scientific Publications.

Pérez-Jiménez, J. and Saura-Calixto, F. (2005). Literature data may underestimate the actual activity of cereals. J. Agric. Food Chem., 53, 5036–5040.

Peschel, W.; Sánchez-Rabaneda, F.; Diekman, W.; Plescher, A.; Gartzia, I.; Jiménez.; Lamwetz-Raventos, R.; Buxaderas, S. and Cedina, C. (2000). An industrial approach in the search of natural antioxidants from vegetable and fruit wastes. Food Chem., 97, 137–150.

Podsędek, A. (2007). Natural antioxidants and antioxidant activity of Brassica vegetables: A review. LWT-Food Sci. Technol., 40, 1-11.

Pokorny, J. (2007). Are natural antioxidants better – and safer – than synthetic antioxidants? Eur. J. Lipid Sci. Technol. 109: 629–642.

Prieto, P.; Pineda, M. and Aguilar, M. (1999). Spectrophotometric quantitation of antioxidant capacity through the formation of a phosphomolybdenum complex: specific application to the determination of vitamin E. Analytical Biochemistry, 269, pp. 337–341.

Qu, W.; Pan, Z. and Ma, H. (2010). Extraction modeling and activities of antioxidants from pomegranate marc. J. Food Eng., 99(1): 16-23.

Ratnam, D. V.; Ankola, D. D.; Bhardwaj, V.; Sahana, D. K. and Kumar, M. (2006). Role of antioxidants in prophylaxis and therapy: A pharmeumaceutical perspective. J. Control. Release, 113, 189-207.

Reed, J. (2002). Cranberry flavonoids, atherosclerosis, and cardiovascular health. Crit. Rev. Food Sci. Nutr,. 42(Supp): 301-316.

Rousseff, R. L.; Martin, S. F. and Youtsey, C. (1987). Quantitative survey of narirutin, naringin, hesperidin, and neohesperidin in citrus. J. Agric. Food Chem. 35, 1027–1030.

Sadeghi, N.; Jannat, B.; Oveisi, M.; Hajimahmoodi, B.; and Photovat, M. (2009). Antioxidant Activity of Iranian Pomegranate (Punica granatum L.) Seed Extracts. J. Agric. Sci. Tech., 11: 633-638.

Salvatore, S.; Pellegrini, N.; Brenna, O. V.; del Rio, D.; Frasca, G.; Brighenti, F. and Tumino, R. (2005). Antioxidant characterization of some Sicilian edible wild greens. J. Agric. Food. Chem. 53, 9465–9471.

Schmidt, S. and Pokorny, J. (2006). Potential application of oilseeds as sources of antioxidants for food lipids. Czech. J. Food. Sci., 23, 93–102.

Shahidi, F. (1997). Natural Antioxidants, Chemistry, Health Effects and Applications. Champaign, IL, USA: AOCS Press, Champaign. USA.

Shahidi, F. (2008) Antioxidants: Extrication , Application and Efficacy Measurement Ejeaf Che, 7 (8). [3325-3330].

Shams-Ardakani, M.; Hajimahmoodi, M.; Oveisi, M. R .; Sadeghi N.; Jannat, A. M.; Ranjbar, B.; Gholam, N. and Moridi, T. (2011). Comparative Antioxidant Activity and Total Flavonoid Content of Persian Pomegranate (Punica granatum L.) Cultivars Iranian. J. Pharm. Rese., 10 (3): 519-524.

Sharma, S. and Gupta, M. (2003). Synthesis of antioxidant propyl gallate using tannase from Aspergillus niger van Teighem in nonaqueous media. Bioorg. Med. Chem. Lett., 13 (3), 395-397.

Siddhuraju, P. and Becker, K. (2007). The antioxidant and free radical scavenging activities of processed cowpea (Vigna unguiculata L.) see extracts. Food Chem., 101, 10-19.

Siddiq, A.; Anwar, F.; Manzoor, M. and Fatima, A. (2005). Antioxidant activity of different solvent extracts of Moringa oleifera leaves under accelerated storage conditions of sunflower oil. Asian J. Plant Sci., 4, 630- 635.

Sidewell, G. G.; Salwin, H.; Benca, M. and Mitchel, J. A. (1954). The Use of Thiobarbituric Acid as a Measure of Fat Oxidation. J. Amer. Oil Chem. Soc., 31: 603- 606.

Sikwese, F. E. and Duodu, K. G. (2007). Antioxidant effects of crude phenolic extracts from sorghum bran in sunflower oil in the presence of ferric ions. Food Chem., 104, 324-331.

Singh, R. P.; Murthy, K. N. C. and Jayaprakasha G. K. (2002). Studies on the antioxidant activity of pomegranate (Punica granatum) peel and seed extracts using in vitro models J. Agric. Food Chem., 50, pp. 81‑86.

Singh, R. P.; Jayaprakasha, G. K. and Sakariah, K. K. (2001). A process for the extraction of antioxidants from pomegranate peels. Submitted for Indian patent No. 392/Del/01.29th March.

Singleton, V. L., Rossi, J. A. (1965). Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. Am. J. Enol. Viticult., 16:144–58.

Soottawat, B. and Wittayachai, L. (2005). Antioxidant activity of Maillard reaction products from a porcine plasma protein-sugar model. Food Chem., 93, 189–196.

Steigerwalt, R; Belcaro, G; Cesarone,; Di Renzo, A; Grossi,; Ricci, A and Dugall, M. (2009). Pycnogenol improves Microcirculation, Retinal Edema, and Visual Acuity in Early Diabetic Retinopathy. J. Ocular. Pharm. Thera., 25 (6): 537–540.

Steinberg, F. M.; Bearden, M. M. and Keen, C. L.(2003). Cocoa and chocolate flavonoids: implications for cardiovascular health. J . Am. Diet. Assoc., 103, 215-223.

Stover, E. and Mercure, E. (2007). The Pomegranate: A new look at the fruit of paradise. HortScience, 42, 1088–1092.

Stuckey. B. N. (1962). Antioxidant in Lipid and their oxidation. C. F. Sckultze HW. ,ed,.p.141-146.The avi. Pub.co.

Su, J. F.; Guo, C. J.; Wei, J. Y.; Yang, J. J. ; Jiang, Y. G. and Li, Y. F. (2003). Protection against hepatic ischemia- reperfusion injury in rats by oral pretreatment with quercetin. Bio. Envir. Sci., 16, pp. 1‑8.

Su, Y. H.; Wu, Y. and Hsue, Y. (2010). Electronic Structure of Anthocyanidins Adsorbed on Buckminsterfullerene: First Principles Studies. J. Chinese Chem. Soci., 57, 1212-1216.

Sultana, B.; Anwar, F. and Przybylski, R. (2007). Antioxidant activity of phenolic components present in barks of Azadirachta indica,Terminalia arjuna, Acacia nilotica, and Eugenia jambolana Lam. trees. Food Chem., 104, 1106-1114.

Tsao, R. (2010). Chemistry and Biochemistry of Dietary Poly phenols Nutrients, 2, 1231-1246; doi:10.3390/nu2121231.

Tsao, R.; Yang, R.; Young, J. C. and Zhu, H. (2003). Polyphenolic profiles in eight apple cultivars using high-performance liquid chromatography (HPLC). J. Agric. Food Chem., 51, 6347-6353.

Tzanakis, E.; Kalogeropoulos, T. h.; Tzimas, S. t.; Chatzilazarou, A. and Katsoyannos, E. (2006). Phenols and antioxidant activity of apple, quince, pomegranate, bitter orange and almond-leaved pear methanolic extracts. J. Sci, Tech., (e-JST) 1 (3) 23-35.

Van Boekel, M. A. (1998). Effect of heating on Maillard reactions in milk. Food Chem., 62, pp. 403 414.

Vazquez Roncero, A.; Del Valle, L. J and Del Valle, C. J. (1976). Componentes fenolicos de la aceituna III. Polifenoles del aceite. Grasas y aceites. 27- 185-191.

Velioglu Y. S,; Mazza, G.; Gao, L. and Oomah, B. D. (1998). Antioxidant activity and total phenolics in selected fruits, vegetables and grain products. J. Agric. Food Chem., 46: 4113-4117.

Vinson, J. A.; Teufel, K. and Wu, N. (2004). Green and black teas inhibit athero sclerosis antioxidant and fibrolytic mechanisms. J. Agric. Food Chem., 52,3661–3665.

Wang, Z.; Pan, Z.; Ma, H. and Atungulu, G. (2011). Extract of Phenolics From Pomegranate Peels, The Open Food Sci., J., 5, 17-25.

Wijeratne, S.; Abu-Zaid, M. and Shahidi, F. (2006). Antioxidant poly phenolics in almonds and its co-products. J. Agric. Food Chem., 54, 312–318.

Williams, C. A. (2006). Flavone and flavonol O-glycosides. In Flavonoids: Chemistry, Biochemistry and Applications; Anderson, O.M., Markham, K.R., Eds.; CRC Press/Taylor and Francis Group: Boca Raton, FL, USA,; pp. 749-856.

Witte, V. C.; Krauze, G. F. and Bailey, M. E. (1970). A new extraction method for determining 2-thiobarbituric acid values of pork and beef during storage. J. Food Sci., 35, pp. 582‑585.

Yang, C. S.; Maliakal, P. and Meng, X. F. (2002). Annu. Rev. Pharmacol. Toxicol. 42 , 25–54.

Yaping, Z.; Wenli, Y.; Depu, W.; Xiangfeng, L. and Tianxi, H. (2003). Chemilu minescence determination of free radical scavenging abilities of tea pigments and comparison of tea polyphenols. Food Chem., 80, 115–118.

Yasoubi, P.; Barzegar, M.; Sahari, M. A. and Azizi, M. H. (2007). Total Phenolic Contents and Antioxidant Activity of Pomegranate (Punica granatum L.) Peel Extracts. J. Agric. Sci. Technol., Vol. 9: 35-42.

Yilmaz, Y. and Toledo, R. (2003). Antioxidant activity of water-soluble Maillard reaction products. Food Chem., 93, 273–278.

Yuan, Y. V. and Walsh, N. A. (2006). Antioxidant and antiproliferative activities of extracts from a variety of edible seaweeds. Food Chem. Toxicol., 44, 1144–1150.

Zhang, M. H.; uypaert, J. L.; Fernández Pierna, J. A.; Xu, Q. S. 1 .and Massart, D. L. (2002). Determination of total antioxidant capacity in green tea by nearinfrared spectroscopy and multivariate calibration. Talanta., 62, 25–35.

Zheng, W. and Wang, S. Y. (2001). Antioxidant activity and phenolic compounds in selected herbs. J. Agri. Food Chem.,49:5165–5170.

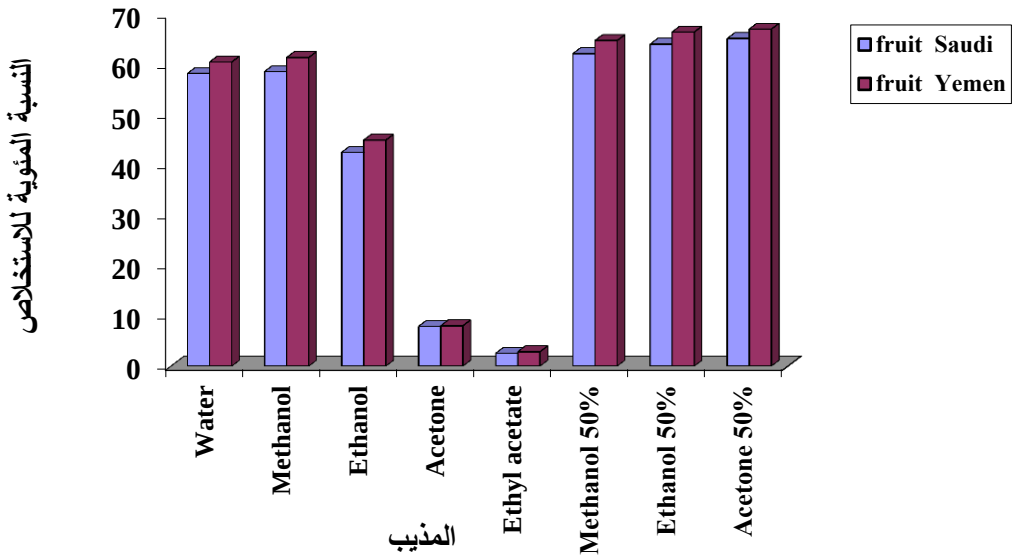
Zhishen, J.; Mengcheng, T. and Jianming, W. (1999). The determination of flavonoid contents in mulberry and their scavenging effects on superoxide radicals. Food Chem., 64, pp. 555–559.

Zia-ur-Rehman. (2006). Citrus peel extract- A natural source of antioxidant. Food Chem., 99, 450-454.

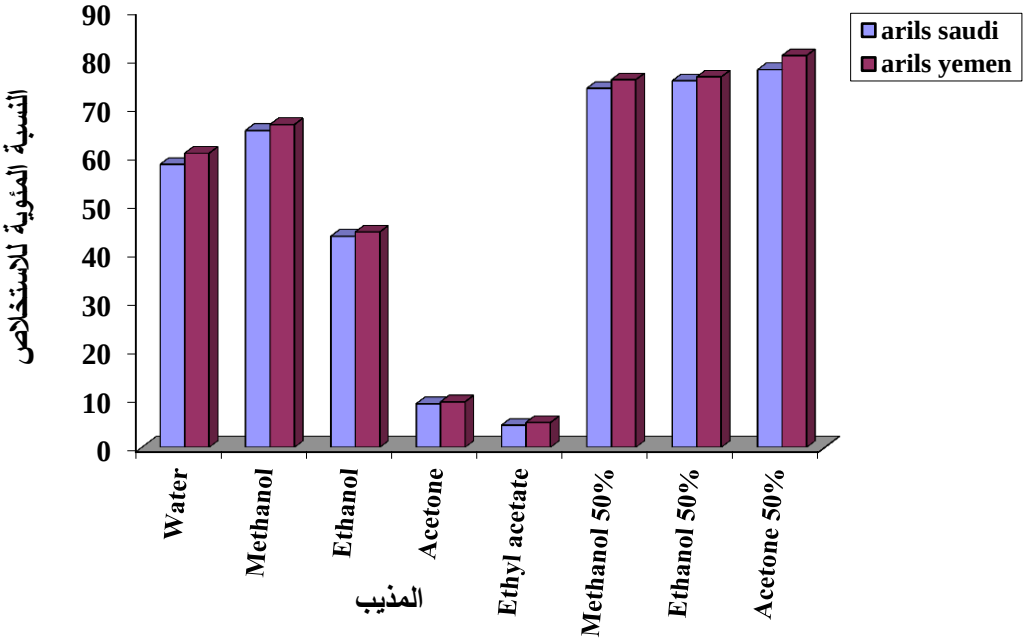
Zielin ski, H.; Michalska, A.; Piskula, M. K. and Kozłowska, H. (2008). Antioxidants in thermally treated buckwheat groats. Mol. Nutr. Food Res., 50, 8245–8325.

الملاحق

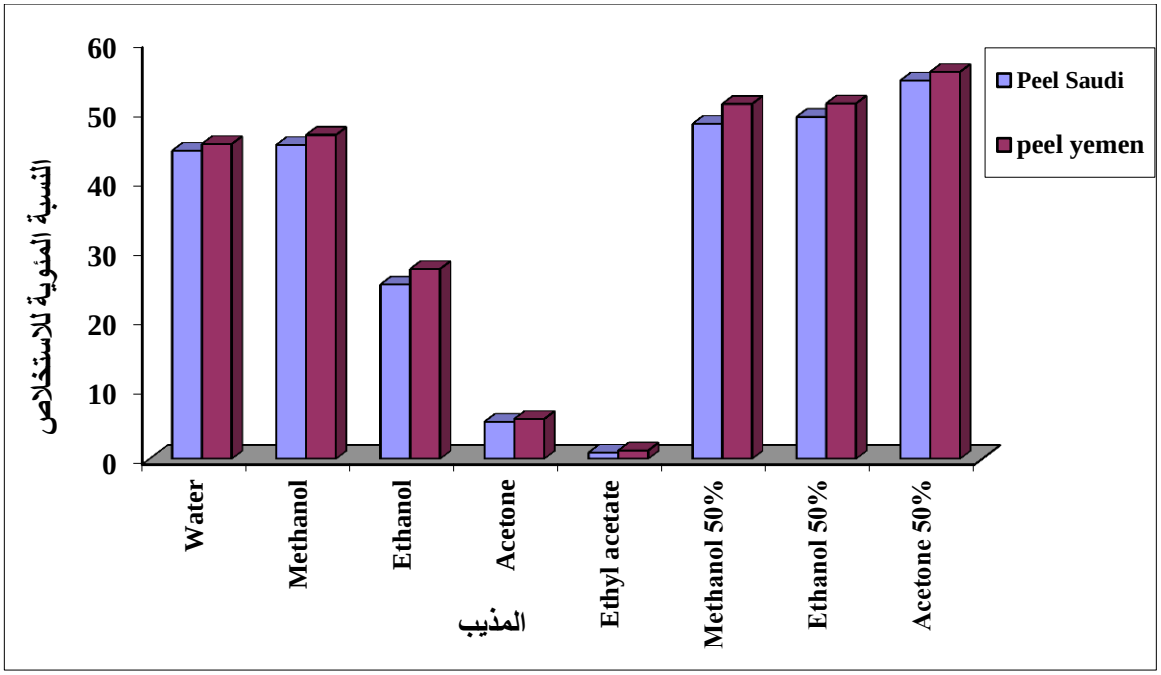
Appendixes



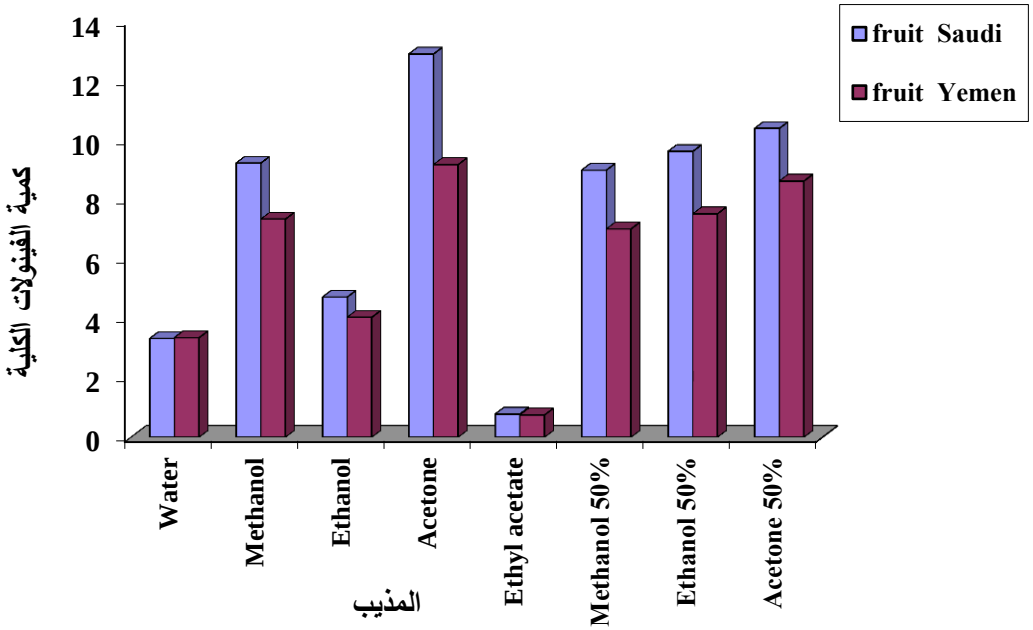
الشكل (1) تأثير تدرج قطبية المذيبات على نسبة الاستخلاص (جم مستخلص مجفف/ 100 جم رمان مجفف) في ثمار الرمان الطائفي.



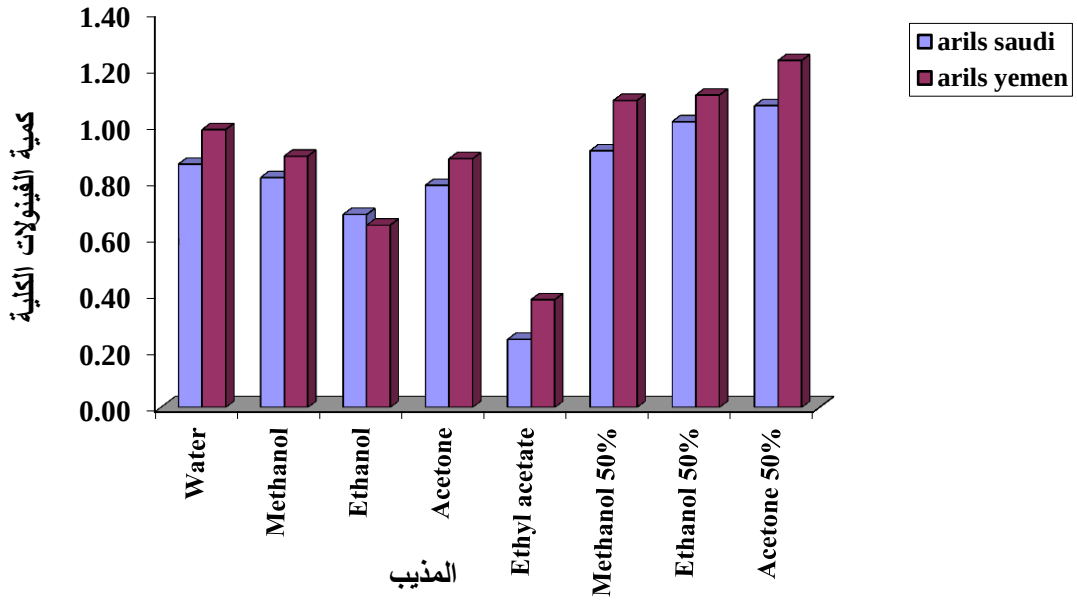
الشكل (2) تأثير تدرج قطبية المذيبات على نسبة الاستخلاص (جم مستخلص مجفف/ 100 جم رمان مجفف) في عصير ثمار الرمان الطائفي.



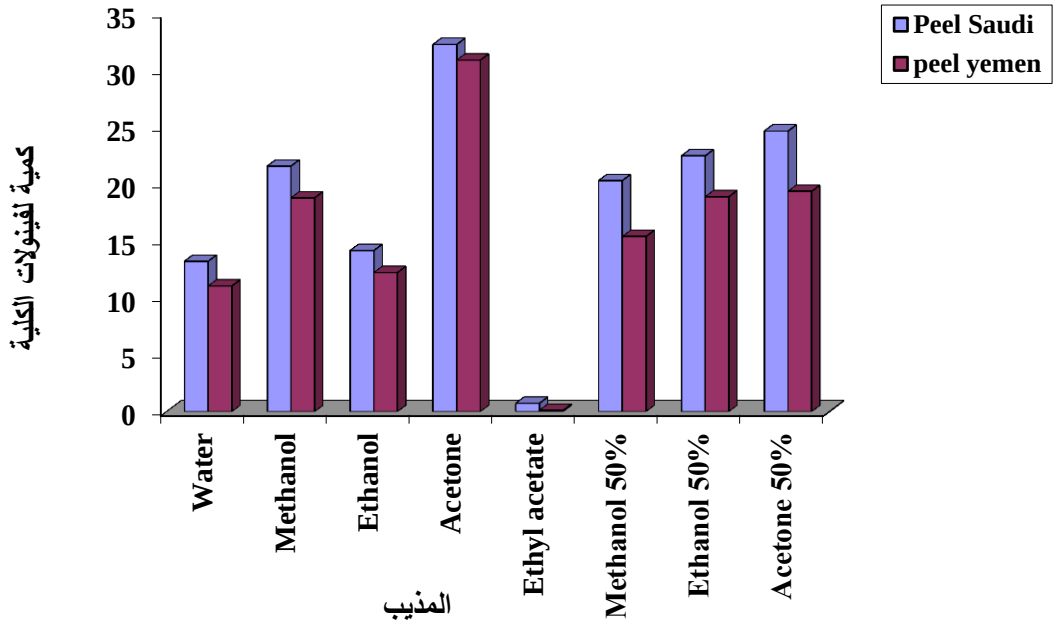
الشكل (3) تأثير تدرج قطبية المذيبات على نسبة الاستخلاص (جم مستخلص مجفف/ 100 جم رمان مجفف) في قشور ثمار الرمان الطائفي.



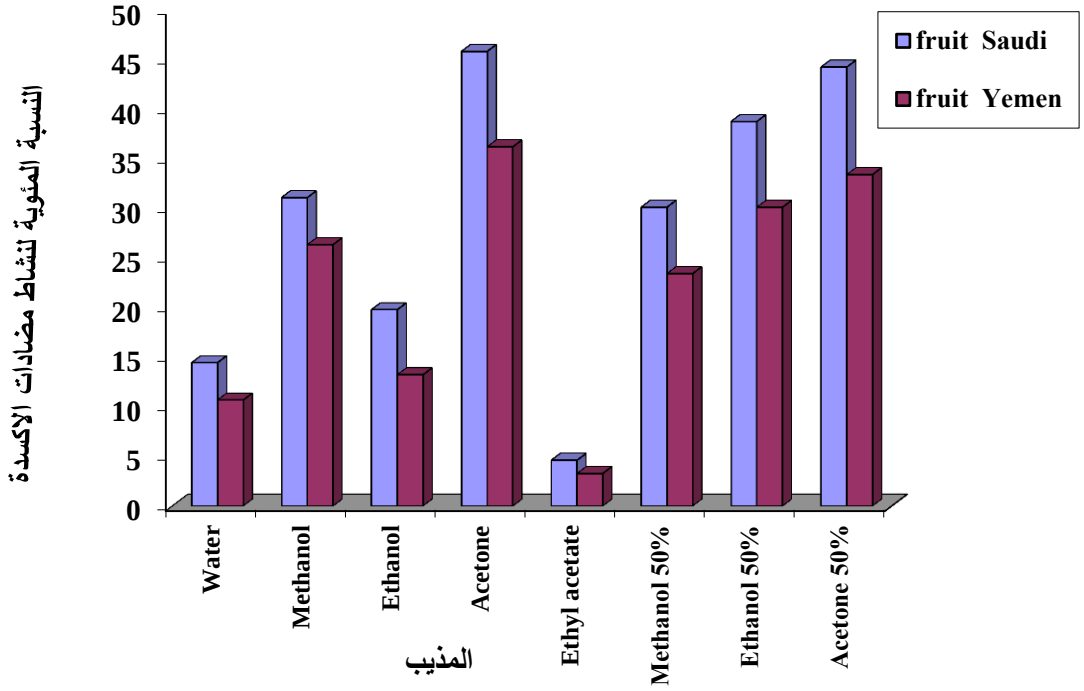
الشكل (4) تأثير تدرج القطبية للمذيبات على كمية الفينولات الكلية (جم جاليك/ 100 جم مستخلص مجفف) في ثمار الرمان الطائفي.



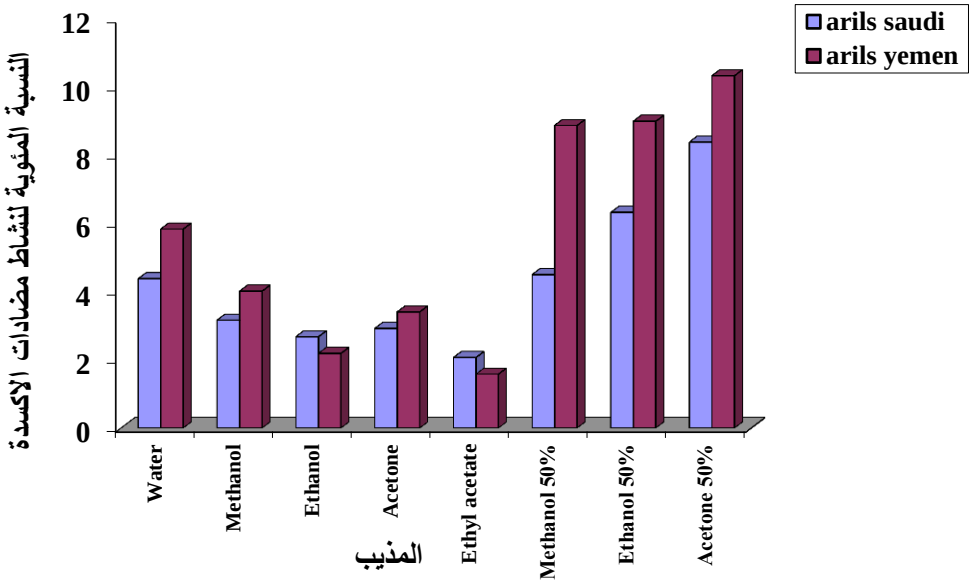
الشكل (5) تأثير تدرج القطبية للمذيبات على كمية الفينولات الكلية (جم جاليك/ 100 جم مستخلص مجفف) في عصير الرمان الطائفي.



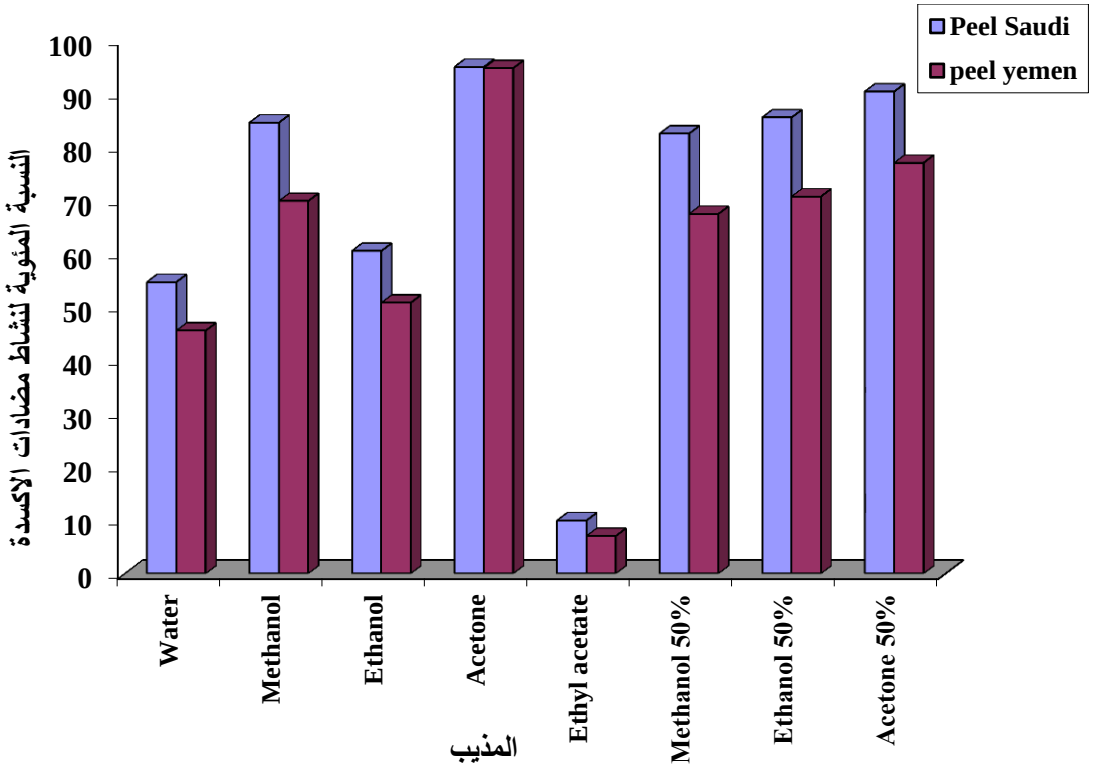
الشكل (6) تأثير تدرج القطبية للمذيبات على كمية الفينولات الكلية (جم جاليك/ 100 جم مستخلص مجفف) في قشور ثمار الرمان الطائفي.



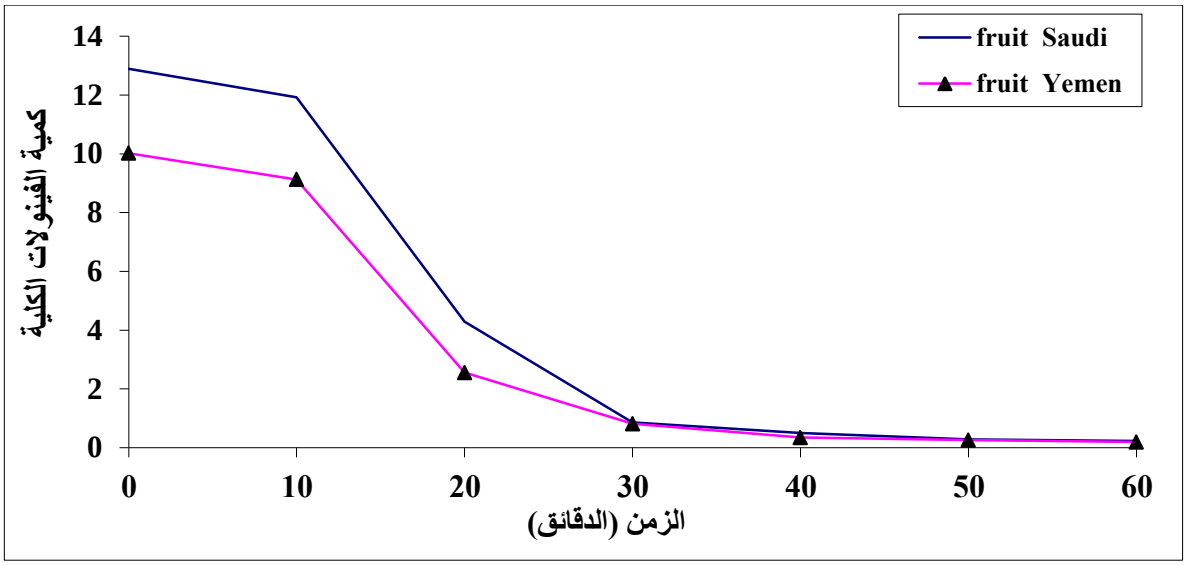
الشكل (7) تأثير تدرج قطبية المذيبات على النسبة المئوية لنشاط مضادات الأكسدة (تثبيط مركب DPPH) في ثمار الرمان الطائفي.



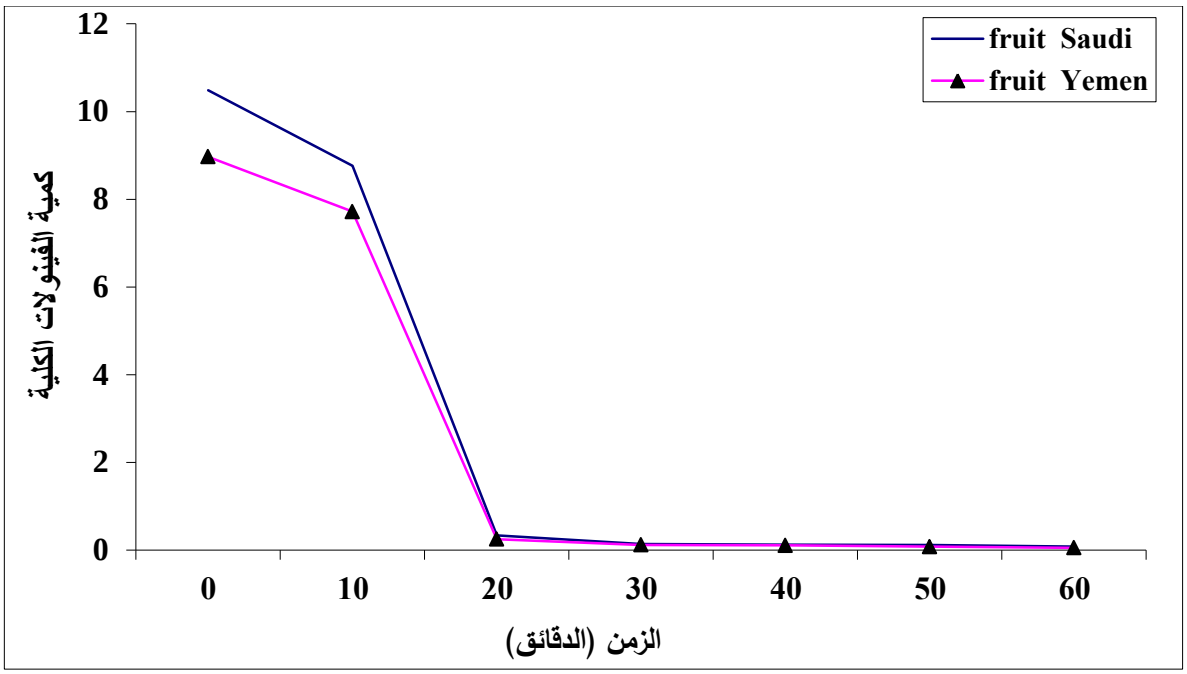
الشكل (8) تأثير تدرج قطبية المذيبات على النسبة المئوية لنشاط مضادات الأكسدة (تثبيط مركب DPPH) في عصير الرمان الطائفي.



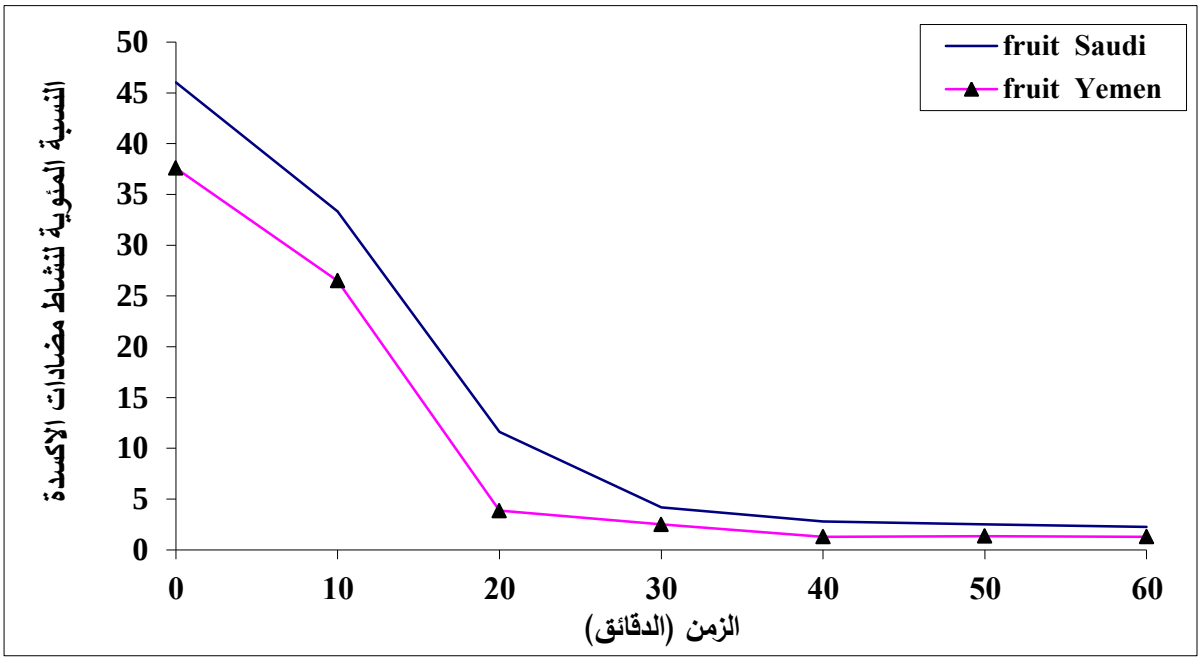
الشكل (9) تأثير تدرج قطبية المذيبات على النسبة المئوية لنشاط مضادات الأكسدة (تثبيط مركب DPPH) في قشور ثمار الرمان الطائفي.



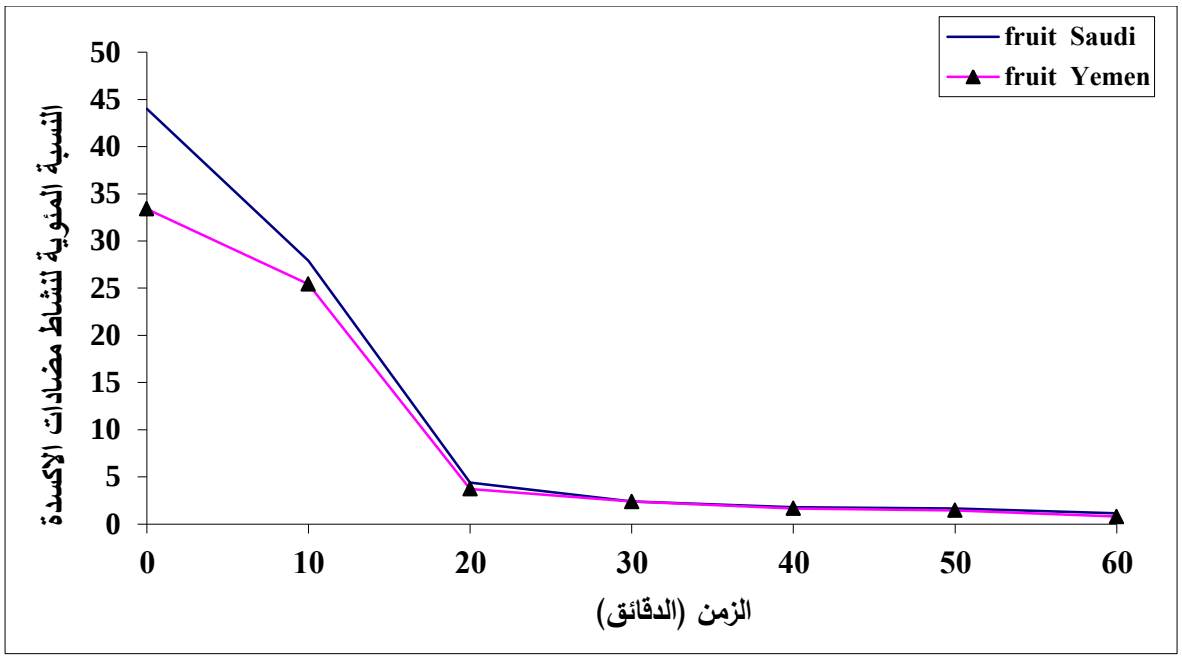
الشكل (10) تأثير الثبات الحراري عند 185 م^{o} لمضادات الأكسدة المستخلصة من ثمار الرمان الطائفي مذيب الأسيتون على كمية الفينولات الكلية (جم جاليك/100 جم مستخلص مجفف).



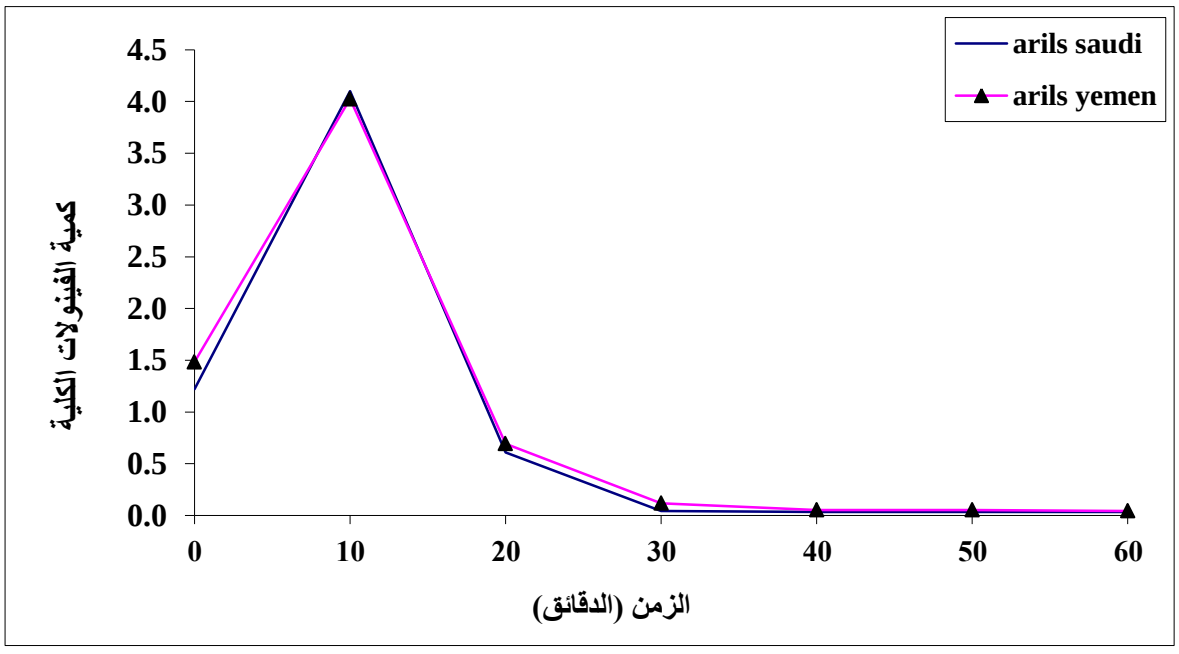
الشكل (11) تأثير الثبات الحراري عند 185 م° لمضادات الأكسدة المستخلصة من ثمار الرمان الطائفي بواسطة مذيب الأسيتون 50% على كمية الفينولات الكلية (جم جاليك/ 100 جم مستخلص مجفف).



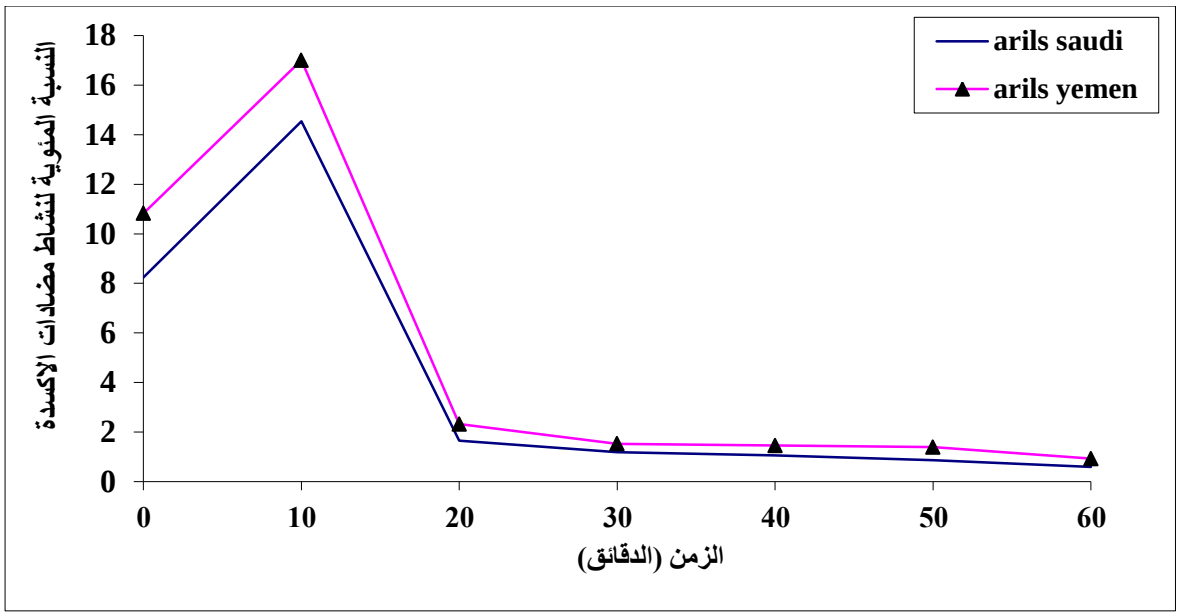
الشكل (12) نشاط مضادات الأكسدة (تثبيط مركب DPPH) لمستخلصات ثمار الرمان الطائفي بمذيب الأسيتون بمستويات مختلفة من زمن التسخين عند 185 م°.



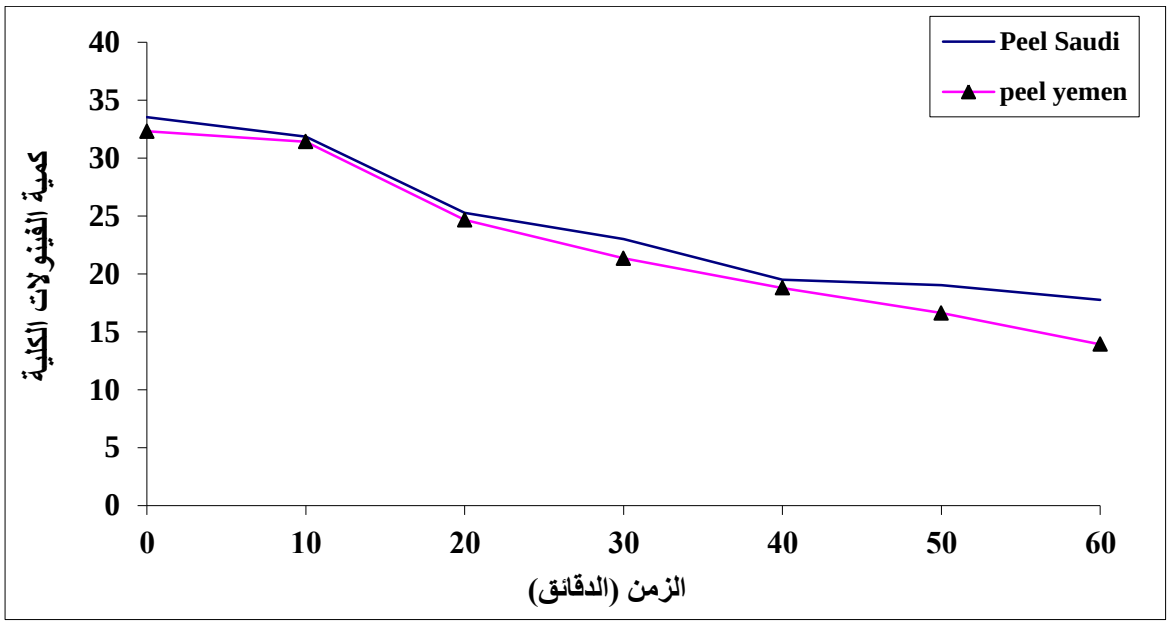
الشكل (13) نشاط مضادات الأكسدة (تثبيط مركب DPPH) لمستخلصات ثمار الرمان الطائفي المستخلصة بالأسيتون 50% بمستويات مختلفة من زمن التسخين عند 185 م°.



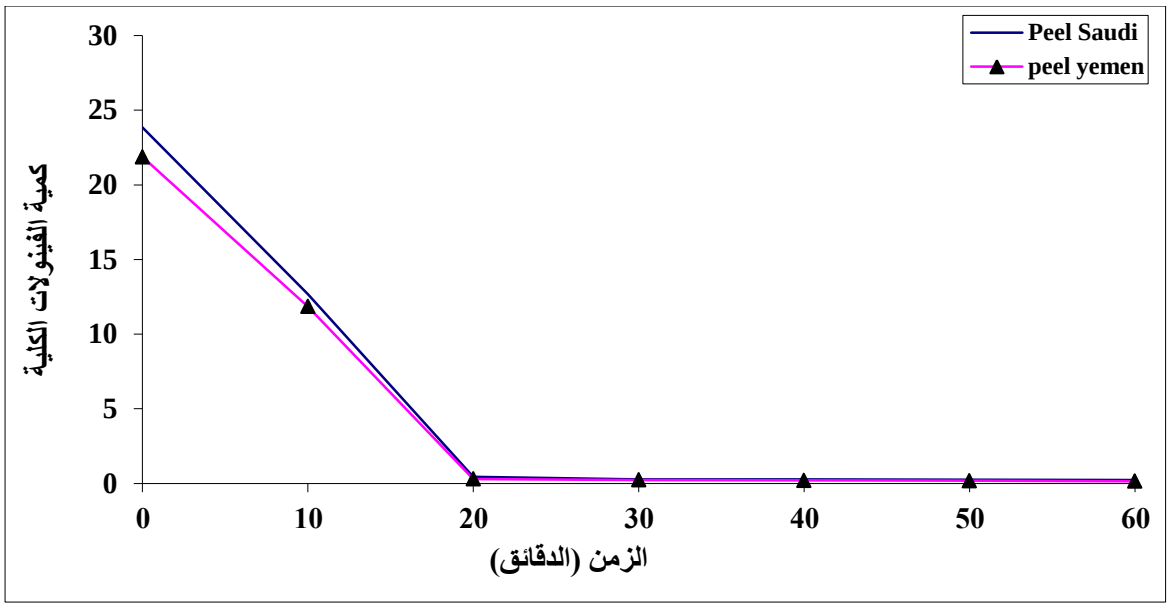
الشكل (14) تأثير الثبات الحراري عند 185 م° لمضادات الأكسدة المستخلصة من عصير الرمان الطائفي بواسطة مذيب الأسيتون 50% على كمية الفينولات الكلية (جم جاليك/ 100 جم مستخلص مجفف).



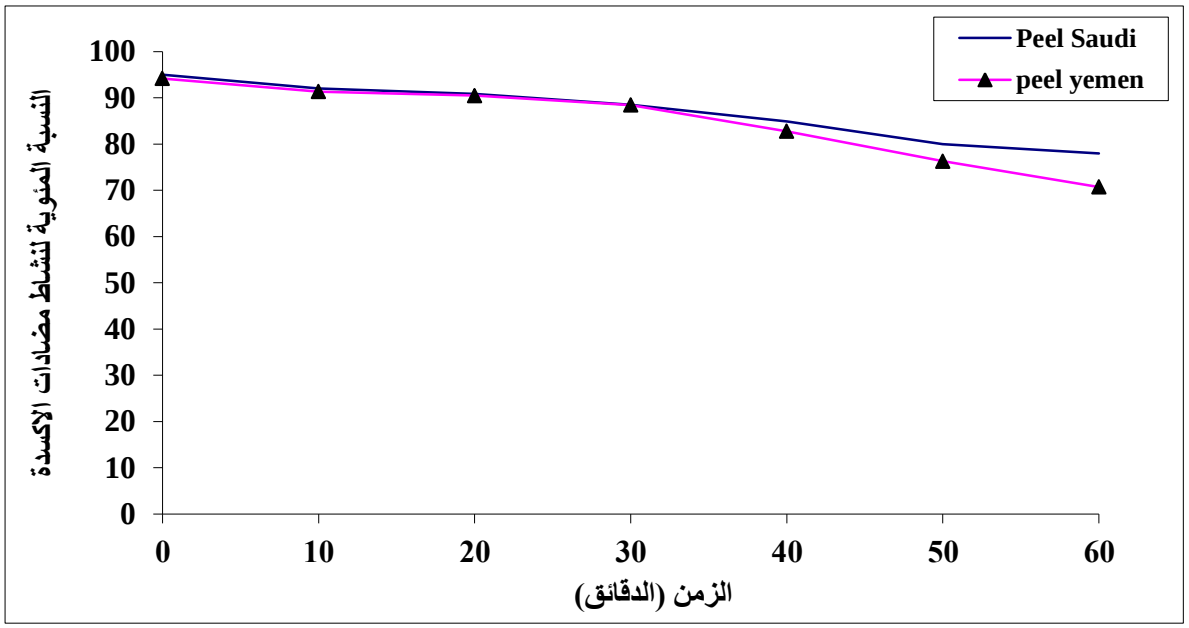
الشكل (15) نشاط مضادات الأكسدة (تثبيط مركب DPPH) لمستخلصات عصير الرمان المستخلصة بالأسيتون 50% بمستويات مختلفة من زمن التسخين عند 185 م°.



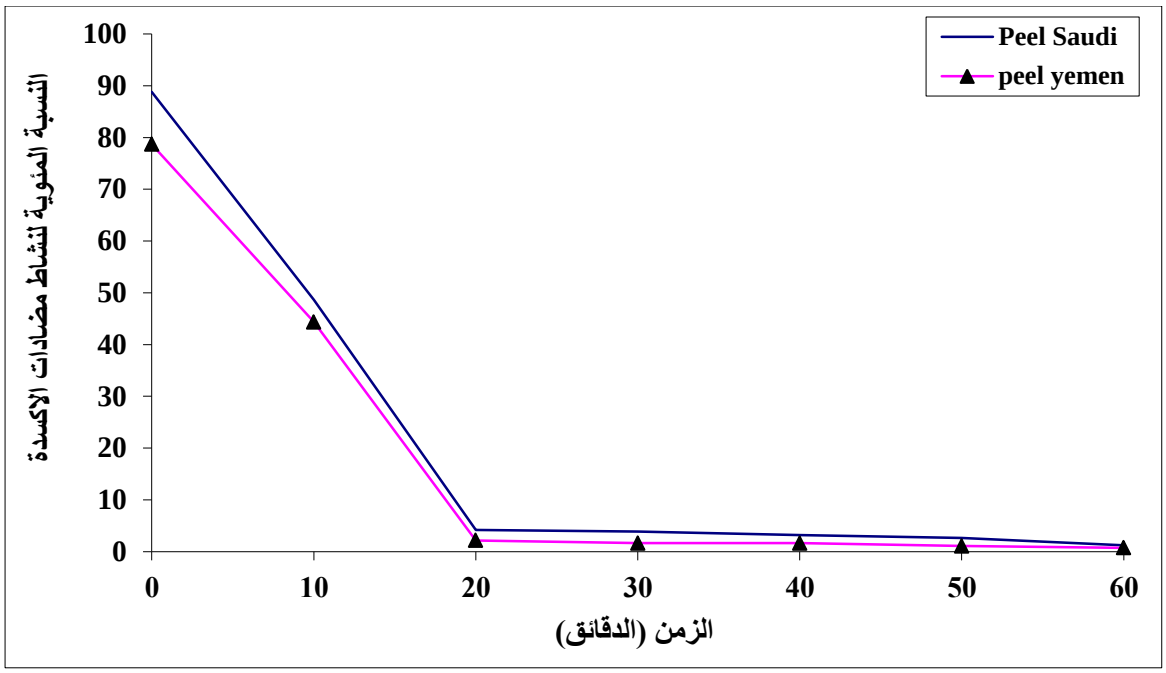
الشكل (16) تأثير الثبات الحراري عند 185 م° لمضادات الأكسدة المستخلصة من قشور الرمان الطائفي بواسطة مذيب الأسيتون على كمية الفينولات الكلية (جم جاليك/ 100 جم مستخلص مجفف).



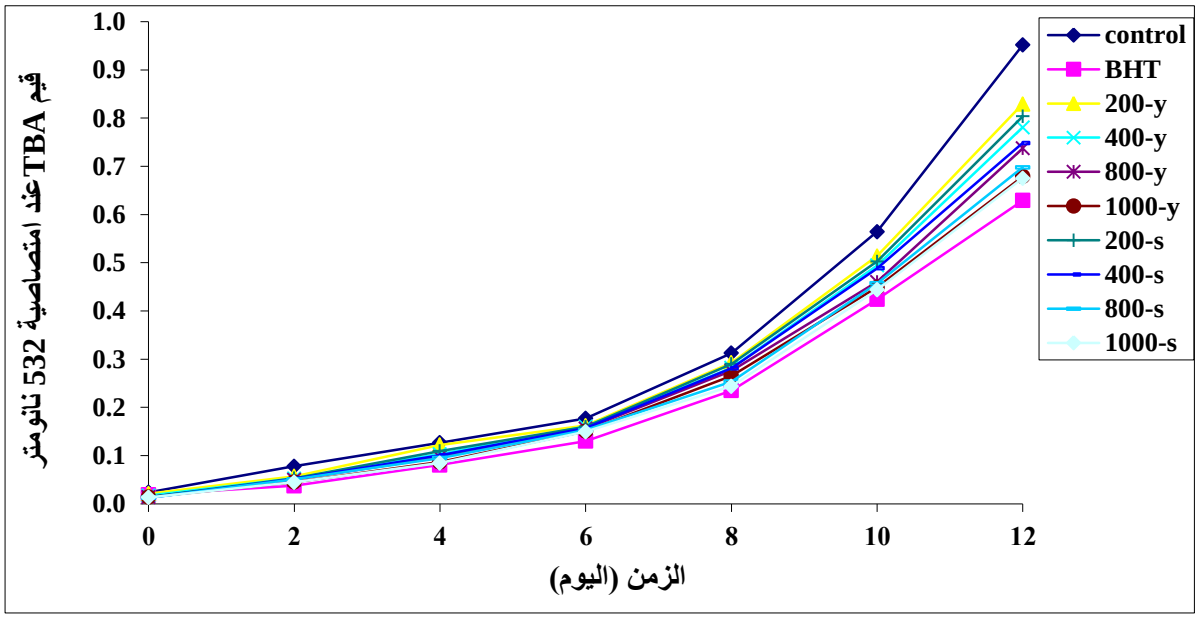
الشكل (17) تأثير الثبات الحراري عند 185 م^{o} لمضادات الأكسدة المستخلصة من قشور الرمان الطائفي بواسطة مذيب الأسيتون 50% على كمية الفينولات الكلية (جم جاليك/ 100 جم مستخلص مجفف).



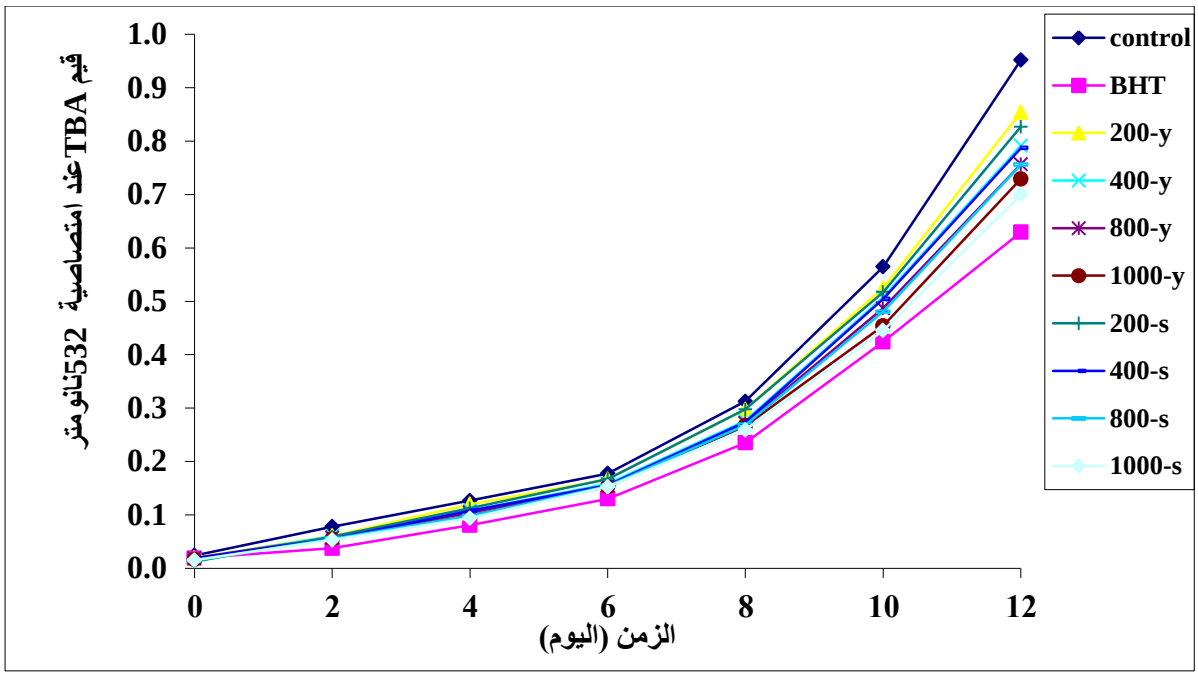
الشكل (18) نشاط مضادات الأكسدة (تثبيط مركب DPPH) لمستخلصات قشور ثمار الرمان المستخلصة بالأسيتون بمستويات مختلفة من زمن التسخين عند 185 م^{o}.



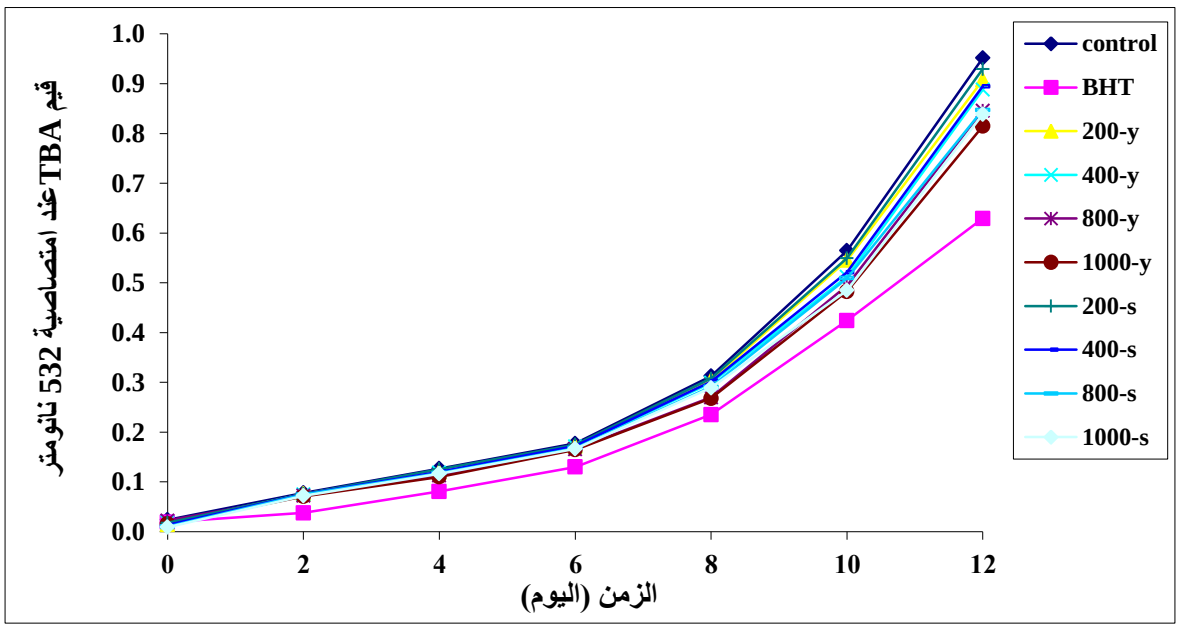
الشكل (19) نشاط مضادات الأكسدة (تثبيط مركب DPPH) لمستخلصات قشور ثمار الرمان المستخلصة بالأسيتون 50% بمستويات مختلفة من زمن التسخين عند 185 م°.



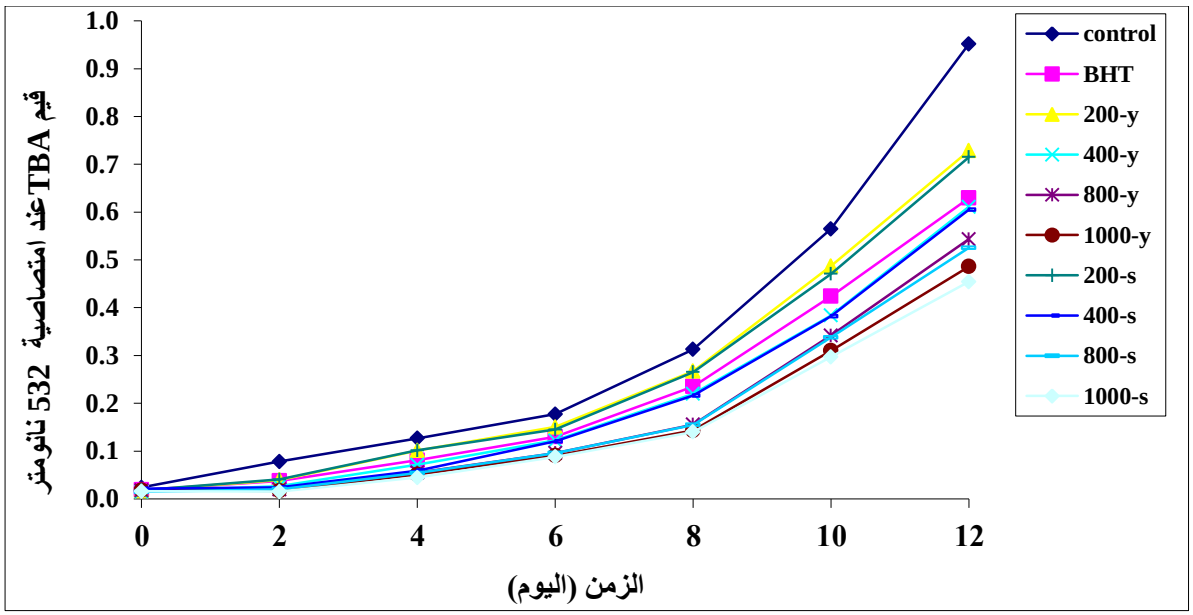
الشكل (20) تأثير مضادات الأكسدة المستخلصة من ثمار الرمان الطائفي بواسطة بمذيب الأسيتون على اكسدة (تزنخ) زيت فول الصويا باستخدام طريقة اختبار حمض الثايوباربيوترك (TBA).



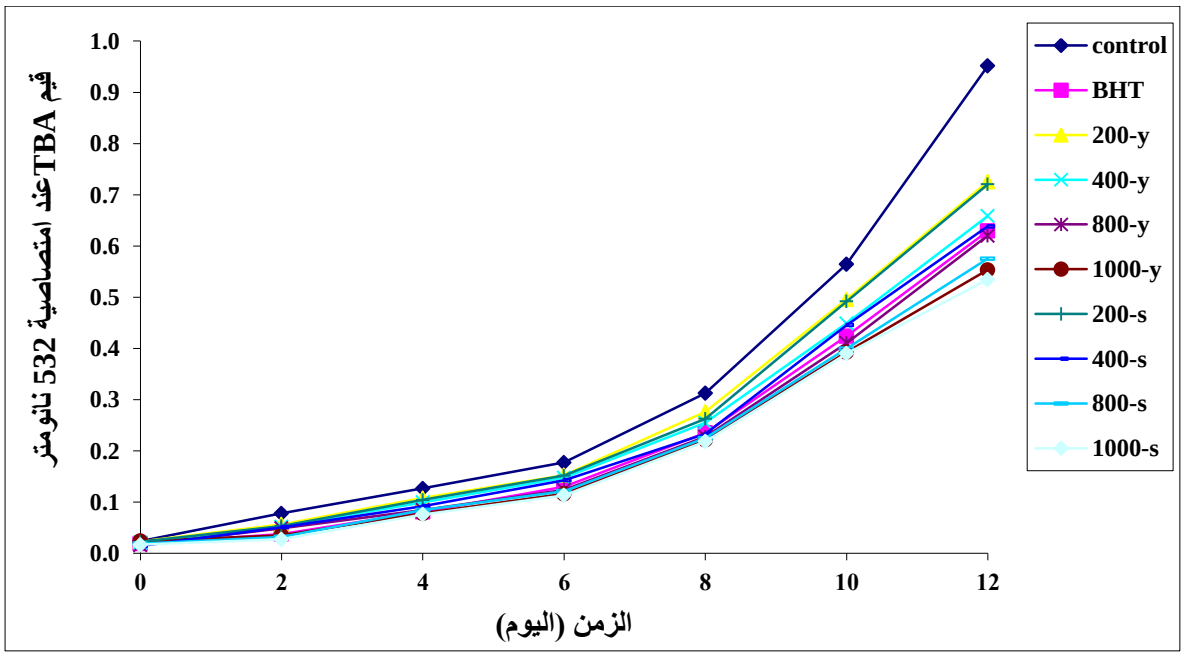
الشكل (21) تأثير مضادات الأكسدة المستخلصة من ثمار الرمان الطائفي بواسطة بمذيب الأسيتون 50% على اكسدة (تزنخ) زيت فول الصويا باستخدام طريقة اختبار حمض الثايوباربيوترك (TBA).



الشكل (22) تأثير مضادات الأكسدة المستخلصة من عصير الرمان الطائفي بواسطة بمذيب الأسيتون 50% على اكسدة (تزنخ) زيت فول الصويا باستخدام طريقة اختبار حمض الثايوباربيوترك (TBA).



الشكل (23) تأثير مضادات الأكسدة المستخلصة من قشور الرمان الطائفي بواسطة بمذيب الأسيتون على اكسدة (تزنخ) زيت فول الصويا باستخدام طريقة اختبار حمض الثايوباربيوترك (TBA).



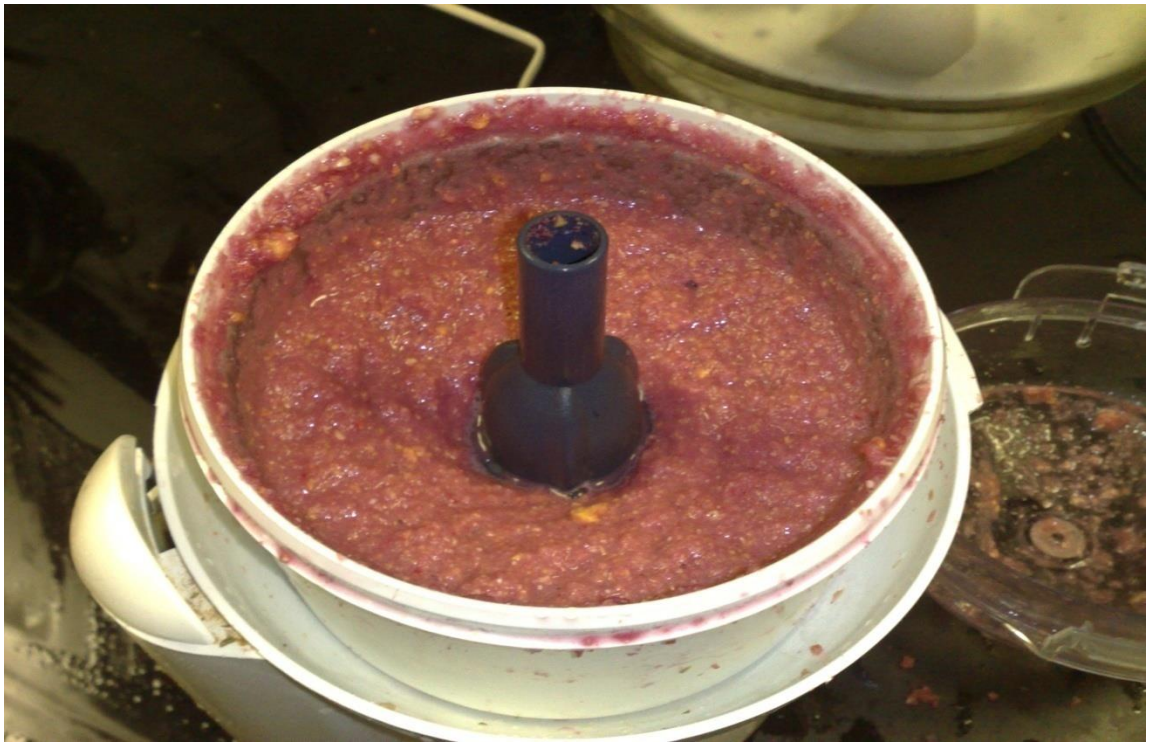
الشكل (24) تأثير مضادات الأكسدة المستخلصة من قشور الرمان الطائفي بواسطة بمذيب الأسيتون 50% على اكسدة (تزنخ) زيت فول الصويا باستخدام طريقة اختبار حمض الثايوباربيوترك (TBA).

صورة (1) حبات الرمان الطائفي المزروع في الجمهورية اليمنية.

صورة (2) حبات الرمان الطائفي المزروع في المملكة العربية السعودية.

صورة (3) قشور الرمان الطائفي قبل التجفيد.

صورة (4) عملية عصر الرمان الطائفي باستخدام خلاط كهربائي



صورة (5) الرمان الطائفي بعد عملية العصر

صورة (6) قشور الرمان الطائفي بعد عملية التجفيد

صورة (7) قشور الرمان الطائفي بعد التجفيف والطحن

صورة (8) الخلاط الكهربائي المستخدمة في عملية الطحن

الملخص الانجليزي

Abstract

of both pomegranate fruits; hence the percent decline in the overall amount of Saudi and Yemeni pomegranate peel extract of total phenol was 47.72 and 56.93 after 60 minutes, respectively. When solvent acetone (50%) used the decline of total phenol pomegranate peel extracts of Saudi and Yemeni were 99.09% and 99.314% after 60 minutes, respectively. The extraction of total phenol from acetone and acetone 50% of the whole pomegranate fruits and juice (Saudi or Yemeni) demonstrated less protection for soybean oil oxidation than for synthetic anti-oxidation (BHT). However, the extracted pomegranate peels of Saudi or Yemeni (by Acetone solution in the concentrations of (100, 400, and 800 per million) and (by acetone 50% in the concentrations 800 and 1000 per million) showed a better protection of soybean oil oxidation against synthetic anti-oxidation (BHT). The content of total phenols and anti-oxidation activity were more in pomegranates fruits grown in Saudi Arabia than in those grown in Yemen. The heat resistance (185 ºC) and total phenols of acetone solvent extraction of pomegranate peels (Yemeni or Saudi) were observe. The concentrations of (400, 800, and 1000 ppm) of pomegranate peel extraction (using acetone solution) and the concentrations (800 and 100 per millions) of pomegranate peels extraction (by acetone 50%) shown better protection for lipid oxidation of soybean oil than synthetic anti-oxidation.

Abstract

The objective of this study was to evaluate the content, activity and stability of the total phenols from whole fruit, juice and peel of both Saudi and Yemeni pomegranate, mainly the Taif type. This was achieved by studying the effect of the different of polarity for the extraction solvents on the proportion of extraction and total content of total phenols and activity of antioxidant compounds. The different extraction solvents (methanol, ethanol, acetone, water, ethyl acetate, acetone 50%, ethanol 50%, and methanol 50%) were tested and the most suitable solvent was utilized. Heat stability of whole fruit, juice and peel was tested using temperature of 185 ºC for different periods of time (0, 10, 20, 30, 40, 50, and 60 minutes). In addition, the effect of the total phenols extraction of whole fruit, juice and peel on the protection of soybean oil against lipid oxidation was evaluated. The Thiobarbituric acid test' (TBA) was used to estimate content of malondialdehyde compound for different time of periods at (0, 2, 4, 6, 8, 10, and 12) days. The results demonstrated that the highest extraction of total phenols was found by using acetone solvent (50%) at $p \leq 0.05$ significance level. In Saudi and Yemeni pomegranate fruit, extraction percentage was (65.17±0.35) and (67.03±0.06), respectively. In case of juice, the extraction percentage was higher in Yemeni pomegranate fruit (77.70±0.66) than in Saudi fruit (80.60±1.25), but the peel extraction of Saudi pomegranate fruit was more percentage (55.63 ±1.42) than of Yemeni fruit (54.40±0.96). The total phenolic content was determined as g of gallic acid equivalent (GAE) by using acetone as solvent. The total phenolic in dehydrated extracts of Saudi whole pomegranate fruit was 12.90±0.62g /100g while in Yemeni fruit was 9.18±0.25g/100g. Similarly, in juice (dehydrated extract) of both Saudi and Yemeni pomegranate fruits, the total phenolic contents were 1.07±0.03g/100g and 1.23±0.06g/100g, while in Peel (dehydrated extract) the total phenolic were 32.27±0.92g /100g and 30.90±0.87g /100g, respectively. The thermal stability of phenolic extracts was decline in Saudi pomegranate fruit by 98.22%, but for Yemeni fruit was 98.10% after 60 minutes. By using acetone (50%) as the solvent the total phenols extracts of the Saudi and Yemeni pomegranate fruit obtained by, the rate of decline after 60 minutes in total phenol was 99.237% and 99.67%, respectively. The total amount of total phenol extract (acetone extracted) of Saudi fruit juice after 10 minutes was 236.65%, while in Yemeni fruit it was 184.42%. A little decline of thermal stability was found for the peel