دراسة المحتوى الكيميائي والفعالية المضادة للأكسدة للب وبذور ثمار التمر الهندي (*Tamarindus indica* L.)

شمائل عبد العالي صيوان*[(1)] وروضة محمود علي[(1)] وسحر صبيح جورج[(1)] ولينا سمير محمد[(1)]

(1). قسم علوم الأغذية، كلية الزراعة، جامعة البصرة، محافظة البصرة، العراق.

(*للمراسلة: د. شمائل عبد العالي صيوان. البريد الإلكتروني: shamaail@yahoo.com).

تاريخ الاستلام: 2020/01/12 تاريخ القبول: 2020/03/12

الملخص

أجريت هذه الدراسة في الفترة الواقعة بين شهري تشرين الثاني من العام 2017 ومايو من العام 2018. استخدمت ثمار التمر الهندي الحامضي *Tamarindus indica* L المكبوسة المباعة في الأسواق التجارية في مدينة البصرة جنوب العراق. عزل اللب عن البذور مختبرياً وجفف كل منهما على حدة على درجة حرارة 40 °م لمدة 72 ساعة. قدر المحتوى الكيميائي ولوحظ وجود فروق معنوية مرتفعة ($P< 0.05$) لمحتوى الرطوبة والرماد والكربوهيدرات بين اللب والبذور، ولم تسجل فروق معنوية لمحتوى العينتين من البروتين والدهن. حضّر المستخلص المائي–الكحولي للب والبذور بتركيزات (5، 25، 50، 75 و100) ملغ/ مل، وقيست الفعالية المضادة للأكسدة والقوة الاختزالية وفعالية ربط الحديدوز للتركيزات السابقة الذكر. وتبين وجود فروق معنوية ($P< 0.05$) بين هذه التركيزات وبين مستخلصات اللب والبذور، واتضح من خلال النتائج أن أعلى فروق معنوية ($P< 0.05$) سجلت عند التركيز 100 ملغ/ مل لمستخلص اللب بينما وجدت أدنى فروق معنوية عند التركيز 5 ملغ/ مل لمستخلص البذور لجميع الفحوصات المذكورة مقارنةً مع المركبات القياسية المستخدمة.

الكلمات المفتاحية: التمر الهندي، الفعالية المضادة للأكسدة، المحتوى الكيميائي، القوة الاختزالية.

المقدمة:

ينتمي نبات التمر الهندي (*Tamaridus indica* L.) إلى العائلة البقولية، وينمو في المناطق اللا إستوائية وشبه الإستوائية بمتوسط درجة حرارة 25 °م، وتعد شجرة التمر الهندي مثالية للنمو في المناطق شبه الجافة، تتحمل ما بين 5–6 أشهر من ظروف الجفاف ولا تبقى على قيد الحياة في الحرارة المنخفضة، ويمكن أن تنتج الشجرة بحدود 150–250 كغ من الفاكهة في السنة الواحدة بعد 4–6 سنوات من زراعتها (Lima Reis *et al.*, 2013; Yeasmen and Islam, 2015).

تعد الهند المنتج الرئيس للتمر الهندي الحامض في قارة آسيا (Bhusari and Kumar, 2014). تنتج بلدان عديدة أخرى هذا المحصول، مثل سريلانكا، وتايلاند، وإندونيسيا، والمكسيك وكوستاريكا. أما السنغال، وغامبيا، وكينيا، وتنزانيا وزامبيا فتنتج التمر الهندي بكميات صغيرة (De Caluwé *et al.*, 2010).

يبلغ معدل ارتفاع الشجرة 20-25 م وقطرها 1 م، لها قمة واسعة التفرع وقصيرة، وهي شجرة بطيئة النمو وتعيش طويلاً، متوسط عمرها 80-200 سنة. يستهلك لب التمر الهندي على نطاق واسع في العديد من البلدان في جميع أنحاء العالم، غالبًا ما يقدم كعصير أو يضاف له المحلول الملحي فضلا عن وجود وصفات أخرى مختلفة. في بعض الدول الأفريقية يخلط عصير اللب مع رماد الخشب لمعادلة الطعم الحامضي لحامض التارتريك وغيره. يستخدم لب التمر الهندي في المناطق شبه القاحلة من البرازيل لإنتاج العصير والحلوى والآيس كريم والمشروبات الروحية والصلصات. يمكن استخدام البذور (التي هي بالأصل من مخلفات الثمار) كمثبتات للعصائر (Khairunnuur *et al.*, 2009). كما يمكن أن يستهلك التمر الهندي كمسحوق بسبب الخصائص الجيدة للأخير، على سبيل المثال لا الحصر، العمر الافتراضي الطويل الناتج عن انخفاض النشاط المائي، وانخفاض تكاليف النقل وسهولة الاستخدام (Bhusari and Kumar, 2014).

يختلف التركيب التغذوي لثمار التمر الهندي، إذ تحتوي الثمرة على 40% لب بينما أشار باحثون آخرون إلى أن الفاكهة تحتوي 55% لب و34% بذور و11% غلاف وألياف. يحتوي الغلاف الواحد على 1–10 بذور والتي تكون أشكالها غير منتظمة، مسطحة أو معينية. يحتوي لب التمر الهندي على 20.6% ماء، 3.1% بروتين، 0.4% دهن، 70.8% كربوهيدرات، 3.0% ألياف و2.1% رماد (De Caluwé *et al.*, 2010). أما فيما يخص بذور التمر الهندي فتعتبر ذات أهمية تغذوية بسبب احتوائها على البروتين، والألياف الخام والكربوهيدرات (Okello *et al.*, 2017).

أثبتت الدراسات أن التمر الهندي فاكهة مغذية، محتواها عالي من فيتامينات B_1 وB_2 وB_3، تعمل هذه الفيتامينات سوية لمساعدة الجسم على تحويل الغذاء إلى طاقة، وتساعده أيضاً في الحصول على نظام مناعي صحي يحارب من خلاله الأمراض ويساعد الجسم على أن يكون قوياً. ويعد فيتامين C من المكونات المهمة في التمر الهندي لأنه يسهم في تقوية النظام المناعي في الجسم والعمل على تقوية العظام والأسنان والجلد. تعطي كل 100 غرام من لب التمر الهندي طاقة مقدارها 239 سعرة حرارية (Yeasmen and Islam, 2015; Ferrara, 2019).

يحتوي لب وبذور التمر الهندي على كميات جيدة جدا من المعادن. يوصى بشدة بتناول هذه الفاكهة لصحة الإنسان والحيوان كوسيلة للتحكم في نقص المغذيات الدقيقة والكبيرة، وهو أمر نافع جدا في المناطق الحضرية والريفية الفقيرة. يمكن استخدام التمر الهندي لتلبية الاحتياجات اليومية للعناصر المعدنية المفيدة لاسيما الزنك والحديد والكالسيوم والمغنسيوم (Okello *et al.*, 2017).

تعرف مضادات الأكسدة بأنها المواد التي توخر ظهور التحوير المؤكسد في الغذاء. ويمكن أن تعرف أيضاً بأنها مضافات قادرة على منع الآثار الضارة للأكسدة. تعد مضادات الأكسدة هامة لجسم الإنسان لأنها تهاجم الجذور الحرة التي تسبب الضرر له، ويوجد نوعان من مضادات الأكسدة الأول مضادات أكسدة طبيعية والنوع الثاني مضادات أكسدة صناعية (Velioglu *et al.*, 1998; Lima Reis *et al.*, 2013).

وجدت مركبات طبيعية عديدة في الفواكه والحبوب والخضروات؛ أظهرت نشاطاً مضاداً للأكسدة. من بين مضادات الأكسدة الطبيعية المهمة هي المركبات الفينولية (الفلافونويدات، والأحماض الفينولية، والتانينات)، وأيضاً المركبات النتروجينية (القلويدات، والأحماض الأمينية، والنواتج الثانوية للكلوروفيل)، فضلاً عن الكروتينويدات، والتوكوفيرولات، وحامض الاسكوربيك. وتعد بذور التمر الهندي مصدراً مهماً للنشاط المضاد للأكسدة (Luzia and Jorge, 2011) سواء كانت طازجة، أو مجففة بالحرارة بسبب احتوائها على نفس ما هو موجود في اللب من مركبات فينولية (Kuru, 2014). تستخدم مضادات الأكسدة الاصطناعية في التصنيع الغذائي لتثبيط عمليات الأكسدة في المواد الغذائية والدهون، ومع ذلك زاد الطلب لإجراء دراسات عن الاستخلاص والجدوى الاقتصادية لمضادات الأكسدة الطبيعية؛ بسبب التساؤلات الكثيرة التي تطرح حول سلامة مضادات الأكسدة الصناعية. (Lima Reis *et al.*, 2013). وقد أثبتت دراسات عديدة أنه تم تشخيص الفعالية المضادة للأكسدة، والمضادة للالتهابات، والمضادة للمايكروبات، والمضادة للفطريات لأجزاء عديدة من نبات التمر الهندي. فضلاً عما ذكر يستخدم التمر الهندي على نطاق واسع في عمل الأدوية التقليدية وصناعة العقاقير (De Caluwé *et al.*, 2010).

إهتم عدد كبير من الباحثين بتقدير الفعالية المضادة للأكسدة لمستخلصات العديد من النباتات ومن ضمنها التمر الهندي منها دراسة Martinello *et al.*, (2006)، ودراسة Khairunnuur *et al.*, (2009)، ودراسة Luzia and Jorge (2011)، ودراسة Hamacek *et al.*, (2013)، ودراسة Ugwuona and Onweluzo (2013)، ودراسة Bhusari and Kumar (2014)، ودراسة Yeasmen and Islam (2015)، ودراسة Natukunda *et al.,* (2016) وغيرها كثير.

ونظرا للأهمية الكبيرة لمضادات الأكسدة وندرة الدراسات المحلية المتعلقة بتقدير المحتوى الكيميائي والفعالية المضادة للأكسدة والقوة الاختزالية وفعالية ربط الحديدوز لثمار التمر الهندي (اللب والبذور) **نفذت** هذه الدراسة كون هذه الفاكهة من المواد الغذائية المهمة على مائدة المستهلك.

مواد البحث وطرائقه:

تجهيز عينات التمر الهندي:

استخدمت في الدراسة الحالية ثمار التمر الهندي الحامضي *Tamarindus indica* L. وتم الحصول عليها من الأسواق التجارية في مدينة البصرة. أُحضرت العينات إلى مختبرات قسم علوم الأغذية، كلية الزراعة، بجامعة البصرة لتجهيزها. عزلت البذور عن اللب وجفف كل منهما على حدة على حرارة 40ºم لمدة 72ساعة. بعد ذلك استخدمت العينات مباشرة لإجراء الفحوصات اللازمة عليها.

تقدير المحتوى الكيميائي:

قدرت نسبة الرطوبة والرماد الكليين حسب الطريقة المذكورة في AOAC (1984)، وقدرت نسبة النتروجين الكلي حسب طريقة سيمي– مايكروكلدال Semi-micro Kjeldahl المبينة في Pearson (1970)، وحسبت نسبة الدهن باستخدام جهاز الاستخلاص المتقطع Soxhelet باتباع الطريقة المذكورة في AOAC (1975) وقُدرت نسبة الكربوهيدرات الكلية في لب وبذور ثمار التمر الهندي حسب الطريقة الواردة في Pearson (1970) وذلك من حساب الفرق مع باقي المحتويات.

تجهيز مستخلص التمر الهندي (المستخلص الفينولي):

حُضّر المستخلص المائي– الكحولي حسب الطريقة المتبعة من قبل Martinello *et al.* (2006) مع بعض التحويرات وذلك بوزن 100 غ من العينة ووضعها في دورق مخروطي ونقعها في 400 مل كحول إيتيلي (50%) لمدة ثلاثة أيام على حرارة 4 °م. ورشح المستخلص بقماش الململ، ثم رشح الرائق تحت الضغط المخلخل للحصول على مستخلص خالي من الشوائب والذي تم تركيزه باستخدام المبخر الدوار على حرارة 40 °م. جفف المستخلص المركز ووضع في عبوات محكمة القفل وحفظ بالتجميد على حرارة –18 ±2 °م حتى إجراء اختبارات الفعالية المضادة للأكسدة.

تقدير الفعالية المضادة للأكسدة:

قدرت الفعالية المضادة للأكسدة في المستخلص المائي– الكحولي للب وبذور التمر الهندي حسب الطريقة التي ذكرها Osawa and Namiki (1981) مع بعض التحويرات؛ اذ حُضّرت مجموعة من تركيزات المستخلصات المذكورة في اعلاه وهي (5، 25، 50، 75، و100) ملغ/ مل وسحب حجم 1 مل من كل تركيز ووضع في أنبوب اختبار، وأضيف إلى كل أنبوب 2 مل من محلول حامض اللينولنيك (1.25%) المحضّر باستخدام الكحول الاثيلي، و2 مل من محلول دارئ الفوسفات (0.05 مولاري، pH=7). حضنت الأنابيب بدرجة حرارة 50 م لمدة 24 ساعة؛ وذلك بعد أن أُغلقت وغُطّيت بشكل محكم. سحب حجم 0.2 مل من كل أنبوب وأضيف له 19.4 مل من الكحول الأثيلي (75%) و0.2 مل من محلول ثايوسيانات الامونيوم (30%). بعد مرور 3 دقائق أضيف 0.2 مل من محلول كلوريد الحديدوز (0.02 مولاري) الذي تم تحضيره في محلول حامض الهيدروكلوريك (3.5%)، بعد ذلك قيست الامتصاصية لكل تركيز على طول موجي 500 نانومتر بالاستعانة بجهاز مقياس الامتصاص الطيفي. حسبت النسبة المئوية للفعالية المضادة للأكسدة وفقاً للمعادلة التالية:

الفعالية المضادة للأكسدة % = 100– قراءة امتصاصية العينة/ قراءة امتصاصية العينة الضابطة× 100

العينة الضابطة التي استخدمت هي عبارة عن محلول الاستخلاص (إيثانول 50%)، اما العينة القياسية فهي محلول مضاد الأكسدة الصناعي BHT (Butylated hydroxytoluene) الذي تم تحضيره بتركيز 100 ملغ/ مل بالكحول الاثيلي (98%).

تقدير القوة الاختزالية:

قُدرت القوة الاختزالية للمستخلصات المائية– الكحولية للب وبذور التمر الهندي باتباع الطريقة التي اعتمدها Dehpour *et al.*, (2009) مع بعض التحويرات. حضرت التركيزات (5، 25، 50، 75 و100) ملغ/ مل وسحب حجم 2.5 مل من كل مستخلص ومزج مع 2.5 مل من محلول دارىء الفوسفات (0.2 مولاري ، pH= 6.6)، واضيف 2 مل من محلول سيانيد البوتاسيوم الحديديكي (1%)، ثم حضن الخليط على حرارة 50 °م لمدة ثلث ساعة. أُضيف 2.5 مل من محلول ثلاثي كلوريد حامض الخليك TCA (10%) لإيقاف التفاعل وخلط جيدا.أجري طرد مركزي للعينات على سرعة 3000 دورة/ دقيقة لمدة 10 دقائق، سحب 2.5 مل من الرائق ومزج مع حجم مماثل من الماء المقطر و0.5 مل من كلوريد الحديديك (0.1%). بعد مرور 10 دقائق قُرئت الامتصاصية على طول موجي 700 نانومتر بالاستعانة بمقياس الامتصاص الطيفي. في المقابل حضرت العينة الضابطة بالخطوات السابقة نفسها باستثناء العينة وقورنت القوة الاختزالية للمستخلصات مع محلول حامض الاسكوربيك القياسي.

تقدير ربط أيون الحديدوز:

قُدرت قابلية المستخلصات المائية– الكحولية للب وبذور التمر الهندي على ربط أيون الحديدوز حسب الطريقة التي ذكرها Gülçın *et al.*, (2003) مع بعض التحويرات. حضرت التركيزات (5، 25، 50، 75 و100) ملغ/ مل وسحب 0.8 مل من كل واحد منها ومزج مع 0.8 مل من محلول كلوريد الحديدوز (0.002 مولاري) و0.8 مل من 8-hydroxy,quinoline (0.005 مولاري) الذي حضر بالكحول الإيتيلي المركّز (98%). حُضنت العينات المحضّرة لمدة 10 دقائق في مكان مظلم بدرجة حرارة المختبر. بعد ذلك قيست الامتصاصية بجهاز مقياس الامتصاص الطيفي على طول موجي 562 نانومتر. قورنت القراءات مع محلول EDTA-2Na (Ethylenediaminetetraacetic Acid Disodium Salt). أما العينة الضابطة فحضرت بإضافة المواد جميعها باستثناء العينة. حُسبت قابلية ربط أيون الحديدوز بالاستعانة بالمعادلة التالية:

قابلية ربط الحديدوز % = (1– قراءة امتصاصية العينة/ قراءة امتصاصية العينة الضابطة) ×100

التحليل الإحصائي:

حللت بيانات التجربة وفق التصميم العشوائي الكامل للتجارب العاملية وذلك من أجل دراسة الفروق المعنوية بين المعاملات المستخدمة في التجربة باستخدام أقل فرق معنوي معدل .R.L.S.D عند مستوى احتمال P< 0.05 (Steel *et al.*, 1996).

النتائج والمناقشة:

المحتوى الكيميائي للب التمر الهندي:

تعتبر أجزاء نبات التمر الهندي كاللب والأوراق والبذور من المصادر الطبيعية لمضادات الأكسدة التي يمكن أن تكون بديلاً لمضادات الأكسدة الاصطناعية (Isnaini *et al.*, 2019).

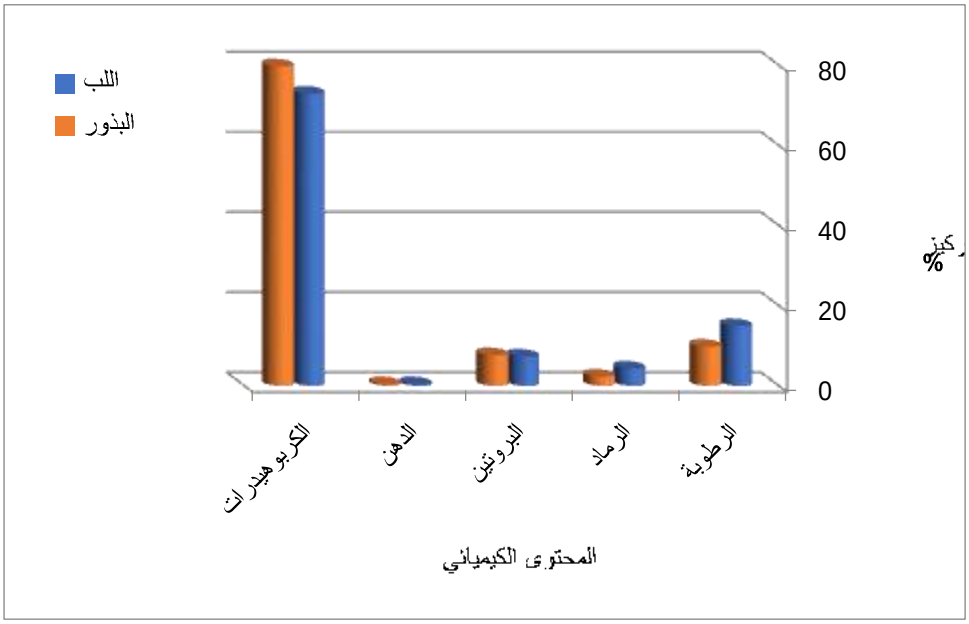
توضح النتائج في الجدول (1) والشكل (1) المحتوى الكيميائي لثمار التمر الهندي (اللب والبذور). سُجلت فروق معنوية مرتفعة (P< 0.05) لمحتوى الرطوبة والرماد والكربوهيدرات، ووجد أن البذور هي الأعلى بمحتواها من الرطوبة والرماد (9.790% و2.330%) على التوالي، بينما انخفضت المعنوية لمحتوى اللب من الكربوهيدرات الكلية (72.95%) مقارنةً مع البذور (79.770%). في المقابل لم تسجل فروق معنوية لمحتوى لب وبذور التمر الهندي من البروتين والدهن (7.330%، 7.660%) و(0.430%، 0.450%) على التوالي.

جاءت نتائج المحتوى الكيميائي للب ثمار التمر الهندي مقاربة لما وجده Adekunle and Adenike (2012) عند دراستهما للمحتوى الكيميائي للب ثمار التمر الهندي المجففة، إذ احتوى الاخير على 14.81% رطوبة و1.69% رماد و7.64% بروتين و1.03% دهن و18.83% و56.00% ألياف وكربوهيدرات. يعزى التباين في المحتوى الكيميائي بين بعض المكونات لكل من اللب والبذور إلى منطقة الزراعة والاختلاف في الظروف المناخية والبيئية ونوع التربة وموقع أخذ العينة والتي يمكن أن تؤثر جميعها على تركيب الثمار (Hamacek *et al.*, 2013; Okello *et al.*, 2018).

الجدول 1. المحتوى الكيميائي لثمار التمر الهندي

نوع المادة	الرطوبة %	الرماد%	البروتين%	الدهن%	الكربوهيدرات الكلية%
اللب	14.930 ±0.170[a]	4.360 ±0.360[a]	7.330 ±1.790[a]	0.430 ±0.010[a]	72.950 ±0.230[b]
البذور	9.790 ±0.780[b]	2.330 ±1.080[b]	7.660 ±0.030[a]	0.450 ±0.060[a]	79.770 ±3.590[a]

جميع القيم في الجدول عبارة عن متوسطات لثلاثة مكررات فضلاً عن قيم الانحراف القياسي. الحروف المختلفة تشير إلى وجود فروق معنوية عند مستوى معنوية (P < 0.05).



الشكل 1. المحتوى الكيميائي لثمار التمر الهندي

الفعالية المضادة للأكسدة:

يوضح الجدول (2) النسبة المئوية للفعالية المضادة للأكسدة للمستخلص المائي– الكحولي للب وبذور ثمار التمر الهندي. تبين من خلال نتائج التحليل الإحصائي وجود فروق معنوية (P< 0.05) بين التركيزات المحضرة (5، 25، 50، 75 و100) مغ/مل وبين العينات (اللب والبذور)، واتضح من خلال النتائج في الجدول أن أعلى فرق معنوي (P< 0.05) سجل عند التركيز 100 مغ/ مل لمستخلص اللب (85.340%)، بينما وجد ادنى فرق معنوي عند التركيز 5% لمستخلص البذور (10.540%).

الجدول 2. الفعالية المضادة للأكسدة للمستخلص المائي-الكحولي للب وبذور التمر الهندي

التركيز (مغ/ مل)	الفعالية المضادة للأكسدة (%)	
	مستخلص اللب	مستخلص البذور
5	13.650 ±0.003[i]	10.540±0.002[j]
25	49.920 ±0.012[g]	40.760±0.026[h]
50	58.890 ±0.100[e]	51.120 ±0.055[f]
75	73.760 ±0.009[c]	69.650±0.002[d]
100	85.340 ±0.116[a]	80.170 ±0.093[b]
BHT	94.88	

جميع القيم في الجدول عبارة عن متوسطات لثلاثة مكررات فضلا عن قيم الانحراف القياسي. الحروف المختلفة تشير إلى وجود فروق معنوية عند مستوى معنوية (P < 0.05).

أظهر مستخلص لب التمر الهندي فعالية مضادة للأكسدة عالية لحامض اللينولينك ازدادت بزيادة تركيز المستخلص وتراوحت من 13.650% إلى 85.340% للتركيزات المذكورة سابقاً، مقارنةً مع مضاد الأكسدة الصناعي BHT الذي بلغت فعاليته المضادة للأكسدة 94.88%.

أما بالنسبة للمستخلص المائي– الكحولي لبذور التمر الهندي فهو أيضاً زادت فعاليته المضادة للأكسدة لحامض اللينولينك بزيادة تركيز المستخلص وتراوحت من 10.540% إلى 80.170% للتركيزات المذكورة أعلاه مقارنةً مع مضاد الأكسدة الصناعي BHT (94.88%).ويعود سبب هذه الفعالية إلى غنى مستخلص التمر الهندي بالفينولات والفلافونويدات التي تعد من العوامل المضادة للأكسدة، كذلك قدرة هذا المستخلص على اقتناص جذر Superoxide، جاء هذا التفسير بناءا على ما وجده Martinello *et al.* (2006) عند دراستهم للفعالية المضادة للأكسدة لمستخلص التمر الهندي.

القوة الاختزالية:

تُظهر النتائج في الجدول (3) القوة الإختزالية للمستخلصات المائية– الكحولية لكل من لب وبذور ثمار التمر الهندي ومقارنتها مع حامض الأسكوربيك القياسي. توضح نتائج التحليل الإحصائي وجود فروق معنوية (P<0.05) بين التركيزات المستخدمة (5، 25، 50، 75 و100) مغ/مل وبين بعض العينات (اللب والبذور)، وتبين أن أعلى فرق معنوي (P<0.05) سجل عند التركيز 100 مغ/مل لمستخلص اللب، بينما أقل فرق معنوي وجد عند التركيز 5 مغ/مل لمستخلص البذور.

يلاحظ من النتائج أن القوة الاختزالية للمستخلصات ازدادت بزيادة التركيز ولجميع العينات المدروسة، فبالنسبة للمستخلص الفينولي للب التمر الهندي كانت الامتصاصية 0.987 عند تركيز 5 مغ/مل، ازدادت إلى 1.234عند التركيز 25 مغ/مل وبزيادة التركيز إلى 50 ملغ/مل وصلت إلى 1.876 ثم إلى 2.098 عند 75 مغ/ مل وعند التركيز 100 مغ/ مل بلغت الامتصاصية 2.456. وعند المقارنة مع حامض الأسكوربيك تبين أنه كان الأعلى في القوة الإختزالية عند التركيز نفسه (100 مغ/مل) إذ كانت الامتصاصية 2.897.

الجدول 3. القوة الاختزالية للمستخلص المائي-الكحولي للب وبذور التمر الهندي

التركيز (مغ/ مل)	الامتصاصية	
	مستخلص اللب	مستخلص البذور
5	0.987 ±0.003^{g}	0.804±0.002^{h}
25	1.234 ±0.012^{f}	0.972±0.026^{g}
50	1.876 ±0.100^{d}	1.456±0.055^{e}
75	2.098 ±0.009^{c}	1.897 ±0.002^{d}
100	2.456 ±0.116^{a}	2.222 ±0.093^{b}
حامض الاسكوربيك	2.897	

جميع القيم في الجدول عبارة عن متوسطات لثلاثة مكررات فضلا عن قيم الانحراف القياسي. الحروف المختلفة تشير إلى وجود فروق معنوية عند مستوى معنوية (P< 0.05).

يلاحظ من النتائج في الجدول (3) زيادة في القوة الاختزالية لمستخلص بذور التمر الهندي بزيادة التركيز ولكنها كانت أقل من القوة الاختزالية للب الثمار، إذ بلغت القوة الإختزالية لمستخلص البذور 0.804 عند التركيز 5 مغ/ مل ثم ازدادت إلى 0.972 عند

التركيز 25 مغ/ مل وبزيادة التركيز إلى 50 مغ/ مل وصلت إلى 1.456 ثم إلى 1.897 عند التركيز 75 مغ/ مل وعند التركيز 100 مغ/مل كانت القوة الاختزالية 2.222.

جاءت هذه النتائج مشابهة لما توصل إليه Yeasmen and Islam (2015) لمستخلص بذور التمر الهندي باستخدام الكحول الإيثيلي إذ كانت القوة الاختزالية له 1.72 نانومتر، ويعزى سبب القوة الاختزالية له إلى محتواه العالي من المركبات الفينولية.

ذكر Sandesh *et al.*, (2014) في دراستهم أن القوة الاختزالية تعد مؤشراً على الفعالية المضادة للأكسدة وقابلية المستخلصات على اختزال أيون الحديديك الثلاثي Fe^{+3} إلى أيون الحديدوز الثنائي Fe^{+2} مقارنةً مع المركب القياسي BHA، إذ زادت بشكل معنوي امتصاصية المستخلص الميثانولي لتمر الهندي الذي قام الباحثون في أعلاه بتحضيره بزيادة تركيز العينة، وذكروا أن القوة الاختزالية هي مؤشر لنشاط منح الإلكترون الذي يعد ميكانيكية جيدة لاختبار الفعالية المضادة للأكسدة للمستخلصات النباتية، وكانت هناك علاقة جيدة بين الفعالية المضادة للأكسدة والقوة الاختزالية.

فعالية ربط آيون الحديدوز:

تُظهر البيانات في الجدول (4) فعالية ربط آيون الحديدوز للمستخلصات المائية– الكحولية لكل من لب وبذور ثمار التمر الهندي ومقارنتها مع المركب EDTA. يلاحظ من نتائج التحليل الإحصائي وجود فروق معنوية (P<0.05) بين التركيزات المستخدمة في الدراسة (5، 25، 50، 75 و100) مغ/مل وبين مستخلصات اللب والبذور، اذ سجل أعلى فرق معنوي (P<0.05) عند التركيز 100 مغ مل لمستخلص اللب (86.093%)، بينما أدنى فرق معنوي (P<0.05) عند التركيز 5 مغ/ مل لمستخلص البذور (7.456%).

الجدول 4. فعالية ربط آيون الحديدوز للمستخلص المائي-الكحولي للب وبذور التمر الهندي

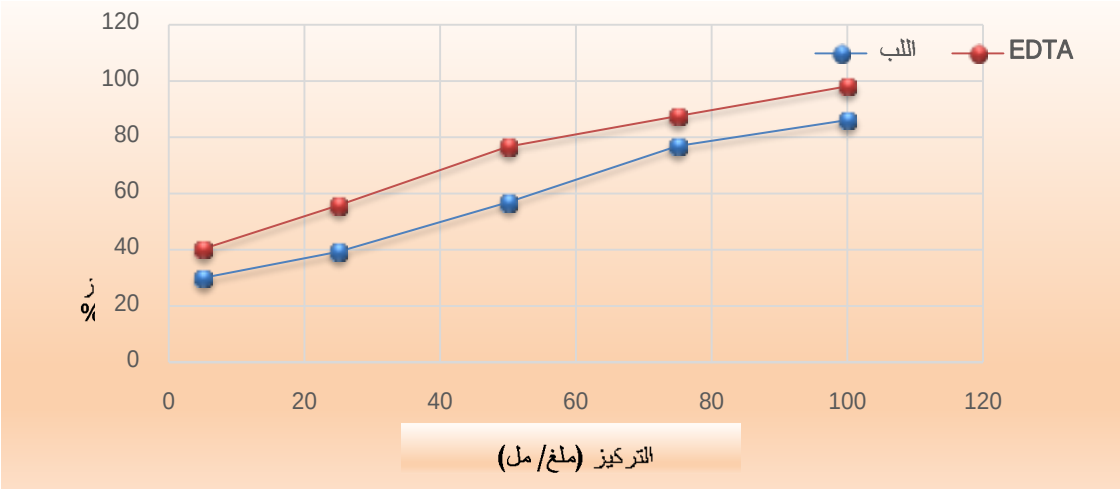
التركيز (ملغ/ مل)	فعالية ربط آيون الحديدوز (%)	
	مستخلص اللب	مستخلص البذور
5	29.956±0.347[g]	7.456±0.092[i]
25	39.285±0.930[f]	25.456±1.062[h]
50	56.851±0.930[e]	40.662±0.461[f]
75	76.888±0.892[c]	58.954±1.001[d]
100	86.093±1.030[a]	84.002±0.999[b]
EDTA	**98.118**	

جميع القيم في الجدول عبارة عن متوسطات لثلاثة مكررات فضلا عن قيم الانحراف القياسي. الحروف المختلفة تشير إلى وجود فروق معنوية عند مستوى معنوية (P< 0.05).

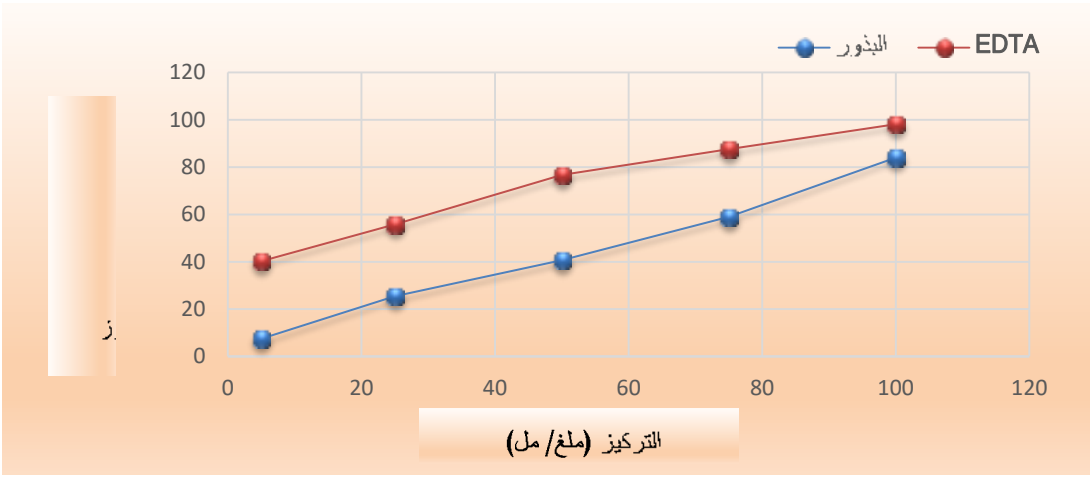
يتضح من النتائج المستحصلة أن قابلية المستخلصات المائية– الكحولية للب وبذور ثمار التمر الهندي على ربط آيون الحديدوز قد ازدادت بزيادة تركيز العينات سابقة الذكر مقارنة مع المركب القياسي EDTA، وذلك بسبب محتوى الثمار الجيد من المركبات الفينولية المتعددة، وهذا ما ذكره Escalona-Arranz *et al.*, (2016) عند دراستهم النشاط المضاد للأكسدة لمستخلصات أوراق التمر الهندي.

واتفقت هذه النتائج مع دراسة Khairunnuur *et al.*, (2009) الذين أثبتوا فيها أن المستخلص المائي للتمر الهندي الذي حضروه عند حرارة 60 ºم لمدة 6 ساعات قد امتلك الكمية الأكبر من المحتوى الفينولي، كما أن

المستخلص المذكور أظهر قابلية جيدة على اكتساح الجذور الحرة عند استخدام طريقة FRAP (Ferric reducing/antioxidant power) لتقدير هذه القابلية. الشكلان (2) و(3) يثبتان هذه النتيجة.



الشكل 2. قابلية ربط ايون الحديدوز للمستخلص المائي-الكحولي للب التمر الهندي



الشكل 3. قابلية ربط ايون الحديدوز للمستخلص المائي-الكحولي لبذور التمر الهندي

الاستنتاجات:

نستنتج من الدراسة الحالية أن ثمار التمر الهندي من النباتات المهمة تغذوياً نظراً لغناها بالعديد من المكونات المغذية ذات الخصائص الجيدة، تحديداً المركبات المضادة للأكسدة التي تعمل على مكافحة ومنع حصول تفاعلات الأكسدة الضارة في المنتجات الغذائية والجسم البشري والحيواني على حد سواء، كما يمكن استغلال مخلفات الثمرة (البذور) كمادة مغذية وكمصدر للعديد من المركبات المفيدة.

كلمة شكر:

في نهاية دراستنا هذه لا ننس أن نتقدم بوافر شكرنا وامتنانا لكل من مد يد العون لنا في اتمامها، ونخص بالذكر كوادر مختبر اللحوم للدراسات العليا ومختبر تحليل الأغذية في قسم علوم الأغذية كلية الزراعة، جامعة البصرة. والشكر موصول للزميل الدكتور

محمد عنوان من قسم وقاية النبات، كلية الزراعة، جامعة البصرة لإبدائه المساعدة في توفير المواد الكيميائية الضرورية لإتمام التجارب العلمية.

المراجع:

A.O.A.C. (1975). Official Methods of Analysis. Association of Official Analytical Chemists. 13th Ed. Washington, D.C.

A.O.A.C. (1984). Association of Official Analytical Chemists. Official Methods of Analysis. 14th Ed, Washington, D.C, USA. P 567.

Adekunle, A.I. and J.O. Adenike (2012). Comparative analysis of proximate, minerals and functional properties of *Tamarindus indica* pulp and *Ziziphusspina christi* fruit and seed. Greener Journal of Agricultural Sciences. 2 (1): 021-025.

Bhusari, S.N.; and P. Kumar (2014). antioxidant activities of spray dried tamarind pulp powder as affected by carrier type and their addition rate. International Conference on Food, Biological and Medical Sciences (FBMS-2014) Jan. 28-29, 2014 Bangkok (Thailand).

De Caluwé, E.; K. Halamov, and P. Van Damme, (2010). *Tamarindus indica* L. – A review of Traditional Uses, Phytochemistry and Pharmacology, Afrika Focus, 23 (1): 53-83.

Dehpour, A.A.; M.A. Ebrahimzadeh; N.S. Fazel and N.S. Mohammad (2009). Antioxidant activity of methanol extract of *Ferula assafoetida* and its essential oil composition. Grasas Y Aceites. 60 (4): 405-412.

Escalona-Arranza, J.C.; R. Perez-Rose´s; J. Rodrı´guez-Amadoa; H.J. Morris-Quevedoc; L.B. Mwasia; O. Cabrera-Sotomayora; R. Machado-Garcı´a; O. Fong-Lo´reze; A. Alfonso-Castilloe; and E. Puente-Zapata (2016). Antioxidant and toxicological evaluation of a *Tamarindus indica* L. leaf fluid extract. Natural Product Research. 30(4): 456-459.

Ferrara, L. (2019). Nutritional and pharmacological properties of *Tamarindus Indica* L. Journal of Nutrition and Food Science Forecast. 2 (2): 1-5. (A review).

Gülçın, İ.; M. Oktay; E. Kıreççı; and O. Küfrevıoğlu (2003). Screening of antioxidant and antimicrobial activities of anise (*Pimpinella anisum* L.) seed extracts. Food Chemistry. 83 (3): 371-382.

Hamacek, F.S.; P.R.G. Santos; L.D.M. Cardoso; and H.M. Pinheiro-Sant'ana (2013). Nutritional composition of tamarind (*Tamarindus indica* L.) from the Cerrado of Minas Gerais, Brazil, Fruits. 68 (5): 381-395.

Isnaini, N.; S. Songkro; N. Kaewnopparat; D. Maneenuan; and N. Tanmanee (2019). Formulation and investigation of antioxidant potential of O/W lotions containing *Tamarindus indica* L. fruit pulp extract. International Journal of Science and Technology. 5 (2): 100-112.

Khairunnuur, F.A.; A. Zulkhairi; A. Azrina; M. Moklas; S. Khairullizam; M. Zamree; and M.A. Shahidan (2009). Nutritional composition, *in vitro* antioxidant activity and *Artemia salina* L. lethality of pulp and seed of *Tamarindus indica* L. extracts. Mal. J. Nutrition. 15 (1): 65-75.

Kuru, P. (2014). *Tamarindus indica* and its health related effects. Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine. 4 (9): 676-681.

Lima Reis, P.M.C.; H. Hense; C. Dariva; E. Franceschi and G.A.B. Vieira (2013). Obtaining antioxidant compounds seed *Tamarindus indica*, sweet variety, III Iberoamerican Conference on Supercritical Fluids Cartagena de Indias (Colombia).

Luzia, D.M.M.; and N. Jorge (2011). Antioxidant activity, fatty acid profile and tocopherols of *Tamarindus indica* L. seeds. Ciência e Tecnologia de Alimentos. 31 (2): 497-501.

Martinello, F.; S. M. Soares; J.J. Franco; A.C. Santos; A. Sugohara; S.B. Garcia; C. Curti; and S.A. Uyemura (2006). Hypolipemic and antioxidant activities from *Tamarindus indica* L. pulp fruit extract in hypercholesterolemia hamsters. Food and Chemical Toxicology. 44: 810–818.

Natukunda, S.; J.H. Muyonga; and I.M. Mukisa (2016). Effect of tamarind (*Tamarindus indica* L.) seed on antioxidant activity, phytocompounds, physicochemical characteristics, and sensory acceptability of enriched cookies and mango juice. Food Science and Nutrition. 4 (4): 494-507.

Okello, J.; J.B.L Okullo; G. Eilu; P. Nyeko; and J. Obua (2018). Proximate composition of wild and on-farm *Tamarindus indica* LINN fruits in the agro-ecological zones of Uganda. Journal of Nutritional Health and Food Engineering. 8 (4): 310-317.

Osawa, T.; and M. Namiki (1981). A novel type of antioxidant isolated from leaf wax of eucalyptus leaves. Agricultural and Biological Chemistry. 45 (3): 735–739.

Pearson, D. (1970). The chemical analysis of food 6th ed. Chemical Publishing Company, Inc., New York.

Sandesh, P.; V. Velu; and R.P. Singh (2014). Antioxidant activities of tamarind (*Tamarindus Indica*) seed coat extracts using in vitro and in vivo models. J. Food Sci. Technol., 51 (9): 1965–1973.

Steel, R.G.D.; J.H. Torrie; and D.A. Dickey (1996). Principles and procedures of statistics. A Biometrical Approach. 3rd ed. McGraw Hill Book Company Inc, New York, USA.

Ugwuona, F.U.; and J. C. Onweluzo (2013). Assessment of antioxidant properties of tamarind fruit pulp and its effect on storage stability of african bread fruit seed dhal and flour. Official Journal of Nigerian Institute of Food Science and Techonology. 31 (2): 41 – 47.

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

Yeasmen, N.; and M.D.N. Islam (2015). Ethanol as a solvent and hot extraction technique preserved the antioxidant properties of tamarind (*Tamarindus indica*) seed. J. Adv. Vet. Anim. Res., 2(3): 332-337.

Study the Chemical Composition and Antioxidant Activity of Tamarind (*Tamarindus indica* L.) Pulp and Seed

Shamaail A. Saewan*(1) Rawdhah M. Ali(1) Saher S. George(1) and Lina S. Mohammed(1)

(1). Department of Food science, College of Agriculture, University of Basrah, Iraq.
(*Corresponding author: Dr. Shamaail A. Saewan. E-Mail: shamaail@yahoo.com).

Received: 12/01/2020 Accepted: 12/03/2020

Abstract

The current study was conducted from November, 2017 to May, 2018. *Tamarindus indica* L. was purchased from commercial markets in Basrah city, southern Iraq. The pulp and seeds were isolated and dried separately at 40° C for 72 hours. The chemical composition was estimated. High significant differences (P<0.05) were observed for moisture, ash and carbohydrate contents between pulp and seeds. No significant differences (P<0.05) were observed for protein and lipids. 50% of ethanol solution extracts of pulp and seeds were prepared with different concentrations of (5, 25, 50, 75 and 100) mg/ml. Antioxidant activity, reducing power and FRAP (Ferric reducing/antioxidant power) were measured. Significant differences (P<0.05) were found between the concentrations mentioned above and tamarind extracts (pulp and seed). High significant differences (P<0.05) were found for the concentration of 100 mg/ml of pulp extracts, while low significant differences for the concentration of 5 mg/ml of seed extract for all the mentioned tests in comparison with the standard compounds.

Key words: *Tamarindus indica*, Antioxidant activity, Chemical composition, Reducing power.