تأثير طرائق التجفيف المختلفة في المحتوى من المركبات الفينولية والنشاط المضاد للأكسدة وخصائص الاسترجاع لبعض أصناف الباذنجان السورية

د. لينا عبد الله المغربي*

الملخص

تمت دراسة تأثير ثلاث طرائق تجفيف (بالمجفف الشمسي وبأشعة الشمس وبالأفران الكهربائية التقليدية) في المركبات الفينولية والنشاط المضاد للأكسدة وخصائص الاسترجاع في أربع أصناف للباذنجان السوري: الشامي، الحموي، الحمصي، العجمي. تراوح محتوى العينات من المركبات الفينولية بين 631.58-763.38 مغ /100غ وزن جاف في العينات الطازجة، وأدت عملية التجفيف إلى انخفاض معنوي في محتوى العينات من الفينولات، وكان لكل من الصنف وطريقة التجفيف دوراً في هذا الانخفاض ($p < 0.05$)، وتراوح محتوى العينات المجففة من المركبات الفينولية بين 60.56 -657 مغ وزن جاف/ 100مل، كما لوحظ دور التجفيف الشمسي في المحافظة على المركبات الفينولية مقارنة بطرائق التجفيف بأشعة الشمس وبالأفران. تراوحت نسبة النشاط المضاد للأكسدة بطريقة (DPPH) بين 88.70 و89.68% للعينات الطازجة، بينما تراوحت النسبة في العينات المجففة بين 88.39 و89.72 %، وبينت النتائج أن طرائق التجفيف والأصناف المختلفة لم يكن لها دور معنوي في النسبة المئوية للنشاط المضاد للأكسدة على مستوى معنوية ($p<0.05$). تزايدت نسب الاسترجاع

* عضو هيئة تدريسية – قسم علوم الأغذية– كلية الزراعة–جامعة دمشق–سورية.

عموما مع زيادة زمن الغليان في مختلف العينات، وتأثرت نسبة الاسترجاع بكل من الصنف وطريقة التجفيف، حيث سجلت عينتا الباذنجان الشامي والحموي المجففتين شمسياً أعلى نسبة استرجاع (7.22) و(7.00) على التوالي عند الزمن 45 دقيقة.

الكلمات المفتاحية: الباذنجان، طرق التجفيف، المركبات الفينولية، النشاط المضاد للأكسدة.

Effect of different drying methods on phenolic compounds and antioxidant activity of some Syrian eggplant varieties

Dr. Lina A. Almoughrabi*

Abstract

A Study of three drying methods (solar drier, sun and traditional electrical oven) on phenolic compounds, antioxidant activity and rehydration properties of four Syrian eggplant verities :SHami ,Hamwy ,Homsy and Agami: was investigated. Results showed that phenolic content ranged between 631.58 and 763.38 mg/100g dry weight .Drying caused a significant reduction of phenolic content and there was an effect for either cultivar and drying method($p< 0.05$) .Phenolic content in dried samples ranged between (60.56 and 657 mg dry basis /100 g) .Solar drying has an effect in keeping phenolic content compared with sun and oven methods . Antioxidant activity percent by DPPH method ranged between 88.70 and 89.72% for fresh samples ,results showed that drying method and cultivar has no effect on antioxidant activity percent ($p> 0.05$) . Finally rehydration percent increased as boiling time has increased in different samples .Also rehydration percent has been affected by verities and method of drying, which recorded 7.22 and 7.00 in SHami and Hamwy respectively at time 45 minute.

Key words: eggplant, drying methods, total phenolic, antioxidant activity.

*Food Science Department, Faculty of Agriculture, P.O.Box 30621, Damascus University, Syria.

المقدمة:

يعد الباذنجان (*Solanum melongena* L) أحد الخضار الشائعة الاستهلاك في العالم وقد صنف كواحد من أفضل عشرة خضار ذات التأثير الماسح للجذور الحرة radical Oxygen scavenging capacity. (Cao وزملاؤه، 1996) و(Jung وزملاؤه،2011)، وذلك نظراً لاحتوائها على نسبة عالية من المركبات ذات الفعالية كمضادات أكسدة مثل المركبات الفينولية والفلافونيدات والتي تم دراستها من قبل العديد من الباحثين وفي مختلف أجزاء الثمرة (Jung وزملاؤه، 2011) و (Boubekri وزملاؤه، 2012).

تختلف ثمار أصناف الباذنجان بالحجم والشكل ولون القشرة، وتستخدم ثمار الباذنجان كوجبة أساسية في المطبخ الشرقي والعالمي عموماً (Singh وزملاؤه، 2009) وذلك سواء بعمليات السلق والقلي والتخليل وغيرها.

أظهرت دراسات عديدة أن للمعاملات الحرارية المختلفة تأثيراً في التركيب الكيميائي للأغذية ولاسيما المركبات الفينولية والنشاط المضاد للأكسدة والتي وجد أنها تزداد بمعاملات الغليان والمعاملة بالميكروويف لكل من الفليفلة (*Capsicum* spp.) والفاصولياء الخضراء (*Phaseolus vulgaris*)، بينما يلاحظ بالعكس أن كل من المركبات الفينولية والنشاط المضاد للأكسدة ينخفض في كل من البندورة (*Lycopersicon esculentum*) والثوم (*Allium sativum*) بتأثير بعض المعاملات الحرارية (Chumyama وزملاؤه، 2013)، ولقد درس كل من Hung و Duy، (2012) تأثير طرائق التجفيف المختلفة على المركبات الفعالة حيوياً في أنواع مختلفة من الخضار ومن ضمنها الباذنجان ووجدا أن لطريقة التجفيف بالتجفيد دوراً فعالاً بالمحافظة على هذه المركبات مقارنة بالطرائق التقليدية، أيضاً درس Chumyama وزملاؤه (2013) تأثير بعض المعاملات الحرارية لعدة أصناف من الباذنجان على كل من المركبات الفينولية والنشاط المضاد للأكسدة ووجدوا أن هذا النشاط قد تزايد بطول مدة المعاملة الحرارية.

نظراً لقلة الدراسات المتعلقة بالباذنجان السوري وطرق تصنيعه ولاسيما طرائق التجفيف المختلفة فقد هدف هذا البحث الى دراسة تأثير طرائق التجفيف المختلفة (التجفيف الشمسي، الطبيعي، الأفران الحرارية ذات المراوح) في المركبات الفينولية والنشاط المضاد للأكسدة وبعض الخصائص الفيزيائية في بعض أصناف الباذنجان المختلفة والمزروعة في سورية.

مواد وطرائق العمل:

- **المواد.** الباذنجان: تم الحصول على ثمار الأصناف الأربعة من الباذنجان من السوق المحلية لمدينة دمشق وهي وفق التسميات المحلية (الشامي الأسود، الحمصي، الحموي الأحمر الصغير، العجمي، بيض العجل– حجمه كبير) .

DPPH (2,2-Diphynel 1,1- pycryl hydrazel)، وكاشف فولن من شركة Sigma .

- **طرائق التجفيف:** تمت عمليات التجفيف باتباع خطوات الغسيل والتقشير والتقطيع، حيث تم تقطيعها بصورة مكعبات (2سم) ثم فردها على الصواني وتجفيفها وفق الطرائق الآتية: **التجفيف الشمسي** باستخدام مجفف شمسي ولمدة 48 ساعة، **والتجفيف بأشعة الشمس** (لمدة 48 ساعة) وأخيرا **التجفيف بالأفران الكهربائية** ذات المراوح (على درجة حرارة 60 سْ ولمدة 7 ساعات) لعينات الأصناف الأربعة، وأصبح يوجد في النهاية ثلاث معاملات تجفيف لكل صنف (المجفف الشمسي والتجفيف بأشعة الشمس والأفران الكهربائية) (Hung و Duy،2012) مع التعديل.

- **الاختبارات الكيميائية:**

- **المحتوى الرطوبي:** تم تقديره وفقا للطريقة المتبعة في (2000,AOAC).
- **المحتوى من الفينولات:** وذلك وفق الطريقة اللونية باستخدام كاشف فولين -Folin ciocalteu´s تبعاً لـ (Asami وزملاؤه ,2004)، حيث أُضيف إلى 2 مل من المستخلص 0.2 مل كاشف فولن و4 مل كربونات صوديوم 7%، وأُكمل الحجم بالماء المقطر في دورق معياري سعة 10 مل، حيث تم الحصول على المنحنى المعياري القياسي وتم استخدامه في الحساب.

- **النشاط المضاد للأكسدة:** وذلك بتعيين النشاط الكابح للجذور الحرة داي فينيل بيكريل هيدرازيل (DPPH) 1, 1 diphenyl -2-picryl–hydrazyl (DPPH) وذلك باتباع الخطوات التالية : يُضاف إلى مستخلص العينة الكحولي (1غ عينة في 100 مل ايثانول) نفس الحجم من محلولDPPH (0.06 mM في الإيتانول) ويُحفظ على درجة حرارة 20 سْ، ومن ثم يتم قياس الامتصاصية عند طول موجة 517 نانومتر بعد مضي 30 دقيقة (Chumyama وزملاؤه، 2013). تم حساب النشاط الكابح للجذورالحرة وفق العلاقة التالية:

النشاط الكابح (المثبط)100 X [(A-A') / A] = (%Inhibition)

A:الامتصاصية الابتدائية للشاهد عند طول موجة 517 نانومتر

'A:الامتصاصية النهائية للعينة المختبرة عند طول موجة 517 نانومتر

- **تقدير نسبة الاسترجاع:** تم قياسها وفق (2014,Aydogdu) و(Prabhanjan وزملاؤه ،1995) و(Ranganna ,1979) ، حيث تم أخذ1 ±0.5 غ من العينة ووضعها في بيشر سعة 500 مل يحتوي على الماء، وأُخذت أوزان العينات بفترات زمنية مختلفة من الغليان (5،15،4530،60،75،90 د) وذلك حتى تم ثبات الوزن، وحُسبت نسبة الاسترجاع في كل زمن كما يلي:

نسبة الاسترجاع: وزن المادة بعد الاسترجاع / وزن المادة قبل الاسترجاع

كما تم تقدير الرطوبة في زمن أعلى نسبة استرجاع لكل عينة من العينات المجففة.

- **قياس اللون:** تم قياس مؤشرات اللون L (السطوع) وa (الاحمرار) وb (الاصفرار) باستخدام جهاز هنتر Hunter، وتم معايرة الجهاز على السطح المرجعي (L:97,85، a:-0.15، b:3.54) ، (Aydogdu ،2014).

- **التلون اللاأنزيمي:** تم نقع اغ من الباذنجان المجففة والمطحونة في محلول ايثانول 60% وذلك لمدة 12 ساعة، ومن ثم قياس التلون اللا أنزيمي بجهازSpectrophotometer على طول موجة 420 نانوميتر (Ranganna ,1979).

-التحليل الإحصائي:

حُللت النتائج باستخدام برنامج SPSS وأُدخلت النتائج بثلاث مكررات لكل اختبار ثم حُسبت المتوسطات والانحراف المعياري لها والفروق المعنوية بين المتوسطات بحساب قيمة t عند مستوى ($p<0.05$).

-النتائج والمناقشة:

- **المحتوى الرطوبي:** يبين الجدول (1) أن متوسط المحتوى الرطوبي للعينات الطازجة تراوح بين 92.31 و93.33%، وقد توافقت هذه النتيجة مع ماوجده (Kandoliya وزملاؤه، 2015) في دراسة على أصناف من الباذنجان الهندي التي تراوحت بين 91.1 و93 %.

الجدول (1) النسبة المئوية ل متوسط المحتوى الرطوبي للعينات الطازجة والمجففة لأصناف الباذنجان المختلفة

الصنف	العينة الطازجة	طريقة التجفيف		
		المجفف الشمسي	أشعة الشمس	الأفران
الشامي	92.50±0.01	12.93±0.04^{i}	13.82±0.04^{h}	16.66±0.01^{g}
الحمصي	92.31±0.02	16.66±0.01^{g}	17.15±0.01^{f}	16.66±0.01^{g}
الحموي	92.98±0.01	11.40±0.21^{j}	27.26±0.01^{b}	18.17±0.02^{e}
العجمي	93.33±0.01	19.33±0.04^{d}	28.54±0.05^{a}	23.32±0.02^{c}

تشير القراءات في الجدول الى المتوسطات ± الانحراف المعياري والاحرف المختلفة ضمن الجدول تشير الى الفروق المعنوية على مستوى معنوية $p<0.05$.

تراوحت الرطوبة في العينات المجففة من 11.4(الحموي) الى 28.54%(العجمي)، حيث سُجلت فروق معنوية ($p < 0.05$) في المحتوى الرطوبي بالنسبة لكل من الأصناف وكذلك طرق التجفيف، وهذا عائد لعدم تجانس طرائق التجفيف، ولقد تراوح معدل التجفيف في الأصناف المختلفة بالمجفف الشمسي بين 79.92(العجمي) و87.73%(الحموي) بينما تراوح

المعدل بين 69.42 (العجمي)– 85.06% (الشامي) و75.01 (العجمي)–81.95(البلدي–الحمصي)% في التجفيف بأشعة الشمس والأفران على التوالي.

- **الفينولات الكلية:** يوضح الجدول (2) وجود فروق معنويه بين الأصناف المختلفة على مستوى معنوية ($p<0.05$)، وقد تراوح المحتوى بين 631.58 (صنف الحمصي) – 763.38 مغ /100 غ وزن جاف (صنف العجمي)، ولقد توافقت هذه النتائج مع دراسة أجراها (Singh وزملاؤه , 2009)، فقد تراوح المحتوى من الفينولات بين 542 و953.2 مغ /100 غ وزن جاف وذلك في صنفي الباذنجان Blackbell و Millionaire، بينما بلغ المحتوى من المركبات الفينولية في صنف93.12 (GBL-1) مغ /100 غ وزن طازج (Kandoliya وزملاؤه، 2015).

الجدول (2) المحتوى من الفينولات الكلية (مغ /100 غ وزن جاف – على أساس حمض الغاليك) للعينات الطازجة والمجففة لأصناف الباذنجان المختلفة

الصنف	الطازج	طرق التجفيف		
		المجفف الشمسي	أشعة الشمس	التجفيف بالأفران
الشامي	$652.14\pm38.09b^{c}$	$657.00\pm5.09b^{c}$	355.84 ± 7.36^{d}	367.96 ± 8.16^{d}
الحمصي	631.58 ± 20.30^{c}	219.74 ± 12.05^{f}	109.02 ± 15.86^{g}	83.99 ± 0.37^{g}
الحموي	$716.00\pm75.54a^{b}$	293.78 ± 2.72^{e}	114.26 ± 4.36^{g}	109.18 ± 3.01^{g}
العجمي	763.38 ± 42.24^{a}	131.20 ± 10.12^{g}	60.56 ± 3.76^{g}	118.75 ± 6.91^{g}

تشير القراءات في الجدول الى المتوسطات ± الانحراف المعياري والاحرف المختلفة ضمن الجدول تشير الى الفروق المعنوية على مستوى معنوية $p<0.05$.

أدت عملية التجفيف إلى انخفاض معنوي ($0.05>p$) في محتوى عينات الباذنجان المجففة من الفينولات الكلية في كافة المعاملات، وقد لوحظ تفوق عينات التجفيف بالمجفف الشمسي على باقي العينات المجففة بأشعة الشمس وبالأفران الكهربائية في مختلف الأصناف لجميع العينات (باستثناء صنف العجمي اذ لم يكن هناك فرق معنوي بين المجفف الشمسي وباقي الطرق)، وهذا يتوافق مع دراسة (Hung و Duy، 2012) اللذين وجدا أن

المحتوى من المركبات الفينولية قد تأثر بشكل معنوي في ثمرة الباذنجان باختلاف طرائق التجفيف حيث انخفض المحتوى الفينولي بالتجفيف بالفرن الكهربائي ليصل الى 492 مغ /100غ وزن جاف، بينما وجد (Chumyam وزملاؤه، 2013) أن المحتوى من الفينولات قد تأثر بالزيادة وذلك بالمعاملات الحرارية المختلفة في أصناف الباذنجان المختلفة.

- **النشاط المضاد للأكسدة:**

يظهر الجدول (3) قيم النشاط المضاد للأكسدة في عينات الباذنجان الطازجة والمجففة.

بالنسبة للعينات الطازجة تراوح النشاط المضاد بين 88.70 و89.68%، وهذه النتيجة هي أعلى من النتائج التي توصل اليها (Kandoliya وزملاؤه ,2015)، حيث تراوحت قيم النشاط المضاد للأكسدة بين (25.17) و(40.35)% لبعض أصناف الباذنجان الهندية والمقدرة بطريقة DPPH، وفي دراسة تم اجراؤها في الفيتنام على أصناف محددة من الباذنجان من قبل (Hung و Duy ،2012) وجدوا أن النشاط المضاد للأكسدة والمقدر بطريقة DPPH قد تراوح بين (86.9 و92.3%) وذلك لصنف الباذنجان المجفف بطريقة التجفيد والتجفيف الحراري على التوالي، وفي الدراسة الحالية لم يكن هناك فروق معنوية ($p>0.05$) بين العينات الطازجة والمجففة (التي تراوحت بين 88.39 و 89.72 %)، أي أن طرائق التجفيف والأصناف المختلفة لم يكن لها دور في انخفاض النشاط المضاد للأكسدة بالرغم من انخفاض الفينولات التي تعد من أهم المركبات المسؤولة عن هذا النشاط، و يعد الباذنجان من الخضروات الغنية بها وربما هذا يرجع لوجود مركبات أُخرى مسؤولة عن هذا النشاط لم تتأثر بطرائق التجفيف المختلفة، أو أن الصيغة الجزيئية للجذر الحر DPPH قد أثرت في مركبات فينولية دون غيرها، وأن الطريقة المستخدمة في تقدير النشاط الكابح للجذور الحرة لا يمكن من خلالها إزالة تأثير المحتوى الرطوبي للعينات (ارتفاع الرطوبة في العينات الطازجة يشير الى نشاط مضاد للأكسدة أكبر مقارنة بالمجففة).

الجدول (3) متوسط النشاط المضاد للأكسدة (%) في عينات الباذنجان الطازجة والمجففة للأصناف المختلفة

الصنف	الطازج	طرق التجفيف		
		المجفف الشمسي	أشعة الشمس	الأفران
الشامي	89.52±1.27[a]	88.39±0.12[a]	89.10±0.11[a]	89.27±0.46[a]
الحمصي	88.70±0.11[a]	89.59±0.69[a]	89.59±0.46[a]	89.12±0.67[a]
الحموي	89.47±0.67[a]	89.44±0.46[a]	89.14±0.28[a]	89.12±0.67[a]
العجمي	89.68±0.12[a]	89.63±0.06[a]	89.12±0.67[a]	89.72±0.06[a]

تشير القراءات في الجدول الى المتوسطات ± الانحراف المعياري والاحرف المختلفة ضمن الجدول تشير الى الفروق المعنوية على مستوى معنوية $p<0.05$.

- **التلون للعينات الطازجة والمجففة:**

يظهر الجدول (4) نتائج قياس التلون اللا أنزيمي للعينات المجففة بينما تظهر الجداول 5، 6، 7 مؤشرات اللون المقاسة بجهاز هنتر (L,a.b) التي تدل على السطوع والاحمرار والاصفرار على التوالي. كما هو واضح من الجدول 4 وجود فروق معنوية بين مختلف العينات المجففة ويرجع ذلك لاختلاف التركيب الكيميائي، وأيضاً طرق التجفيف بالإضافة لاختلاف الصنف والذي بدوره يؤثر على تفاعل ميلارد (التلون اللا أنزيمي).

وجد أن للصنف تأثير معنوي وأيضاً طريقة التجفيف وذلك عند مستوى معنوية $p<0.05$، حيث كانت عينات الصنف الحمصي بطرائق التجفيف المختلفة العينات الأقل تلوناً بالإضافة لعينة العجمي المجففة طبيعيا، بينما كانت عينات الصنف الشامي بطرق التجفيف المختلفة هي الأكثر تلوناً (دكانة). بالنسبة لطرق التجفيف سجلت العينات المجففة طبيعياً بكل الأصناف نسبة تلون أقل مقارنه مع باقي الطرائق عند مستوى معنوية $p<0.05$ وكذلك عينة الصنف الحمصي المجففة شمسياً. هذا ولقد ذكر Assous وزملاؤه (2014) أن التلون اللا أنزيمي له دور كبير في جودة عينات الباذنجان المجففة.

الجدول (4) متوسط نتائج التلون اللاأنزيمي لعينات الباذنجان المجففة

الصنف	طريقة التجفيف		
	المجفف الشمسي	أشعة الشمس	الأفران
الشامي	1.110 ± 0.24^{a}	0.520 ± 0.001^{c}	0.539 ± 0.001^{b}
الحمصي	0.230 ± 0.001^{k}	0.252 ± 0.001^{i}	0.255 ± 0.001^{j}
الحموي	0.440 ± 0.001^{d}	0.290 ± 0.003^{h}	0.340 ± 0.002^{g}
العجمي	0.350 ± 0.001^{f}	0.200 ± 0.001^{l}	0.360 ± 0.001^{e}

تشير القراءات في الجدول الى المتوسطات ± الانحراف المعياري والاحرف المختلفة ضمن الجدول تشير الى الفروق المعنوية على مستوى معنوية $p<0.05$.

كذلك توضح الجداول 5 و6 و7 قيم كل من السطوع والاحمرار والاصفرار المقاسة بجهاز هنتر. يظهر الجدول 5 أنه لم يكن هناك فروق معنوية بين العينات الطازجة لمختلف الأصناف، وسُجلت قيم تتراوح بين 82.33 و85.58 ونود الاشارة هنا أن إرتفاع هذا المؤشر يدل على جودة أفضل للعينة. كما وجد أيضاً تأثير معنوي لكل من طريقة التجفيف والصنف على قراءات L، وكانت عينات التجفيف الشمسي للصنفين الحمصي والحموي هي الأفضل مقارنةً مع باقي طرائق التجفيف، بينما عينة الشامي المجففة بأشعة الشمس هي الأسوأ وسجلت قراءة 54.44، وفي دراسة تمت على أصناف الباذنجان التركي سجلت العينات المجففة بطرائق التجفيف المختلفة قيم تتراوح بين (44.77) و(50.17) في العينات المجففة بأشعة الشمس وبالأشعة تحت الحمراء على التوالي (Urun وزملاؤه ،2015).

الجدول (5) متوسط قيم السطوع (L) لأصناف الباذنجان الطازجة والمجففة المختلفة

الصنف	الطازج	طريقة التجفيف		
		المجفف الشمسي	أشعة الشمس	الأفران
الشامي	82.32 ± 4.91^{a}	58.1 ± 4.85^{def}	54.44 ± 1.18^{f}	58.29 ± 1.82^{def}
الحمصي	85.09 ± 2.25^{a}	71.84 ± 3.23^{b}	62.02 ± 2.03^{cde}	63.23 ± 1.26^{cd}
الحموي	85.58 ± 0.39^{a}	72.68 ± 4.01^{b}	60.32 ± 2.14^{cdef}	65.71 ± 2.06^{c}
العجمي	85.58 ± 0.39^{a}	65.5 ± 2.60^{ef}	55.69 ± 3.45^{ef}	56.22 ± 3.45^{ef}

تشير القراءات في الجدول الى المتوسطات ± الانحراف المعياري والاحرف المختلفة ضمن الجدول تشير الى الفروق المعنوية على مستوى معنوية $p<0.05$.

يظهر الجدول (6) قيم الاحمرار للعينات المختلفة، حيث لم تُسجل هناك فروق معنوية (عند مستوى معنوية $p<0.05$) بين الأصناف الطازجة المختلفة. كانت القيم تتراوح بين (0.61) و(1.13)، وأيضاً كان هناك تأثير معنوي لطرائق التجفيف على قيم (a) عند مستوى معنوية $p<0.05$ مقارنةً بالعينات الطازجة، حيث تراوحت القيم بين (1.76) و (5.01)، وكانت عينات التجفيف الشمسي للصنف الحمصي هي الأقل بالنسبة لباقي العينات، حيث سجلت القراءة (1.76)، حيث كلما انخفض هذا المؤشر كلما دل على معيار جودة أكبر، بينما سجلت عينه التجفيف بأشعة الشمس للصنف الشامي القراءة الأعلى (5.01) عند مستوى معنوية $p<0.05$ والذي يعد مؤشر سلبي في هذا المجال. في دراسة تمت على أصناف الباذنجان التركي بلغ متوسط قيمه a لهذه العينات (3.74)، بينما سجلت العينات المجففة بطرائق التجفيف المختلفة قيم تتراوح بين (5.30) و(7.20) في العينات المجففة بالأفران التقليدية وبالأشعة تحت الحمراء على التوالي، وبدرجات حرارة مختلفة (Urun وزملاؤه ،2015) .

يظهر الجدول (7) قيم الاصفرار(b) للعينات الطازجة والمجففة والذي يظهر عدم وجود فروق معنويه على مستوى $p>0.05$ في قيمه b للعينات المختلفة والتي تروحت بين (16.13) و(19.06)، أيضاً أظهرت النتائج أن للتجفيف تأثير معنوي عند مستوى $p<0.05$ على العينات الطازجة، إذ أدت لانخفاض المؤشرb، ولقد تراوحت القيم بين 8.07 و13.42، ولكن لم يكن هناك تأثير معنوي عند مستوى $p>0.05$ لطريقة التجفيف على قيم b، وسجلت عينات الصنف الشامي أعلى قراءة والعجمي أقلها.

الجدول (6) متوسط قيم الاحمرار(a) لأصناف الباذنجان الطازجة والمجففة المختلفة

الصنف	الطازج	طريقة التجفيف		
		المجفف الشمسي	أشعة الشمس	الفرن
الشامي	1.10 ± 0.17^{fg}	3.92 ± 0.45^{b}	5.01 ± 0.89^{a}	3.27 ± 0.94^{bcd}
الحمصي	0.63 ± 0.06^{g}	1.76 ± 0.03^{ef}	2.88 ± 0.24^{cd}	2.68 ± 0.51^{cd}
الحموي	0.61 ± 0.21^{g}	2.87 ± 0.13^{cd}	4.06 ± 0.52^{b}	3.21 ± 0.39^{bcd}
العجمي	1.13 ± 0.01^{fg}	2.37 ± 0.27^{de}	4.19 ± 0.69^{b}	3.62 ± 0.25^{bc}

تشير القراءات في الجدول الى المتوسطات ± الانحراف المعياري والاحرف المختلفة ضمن الجدول تشير الى الفروق المعنوية على مستوى معنوية $p<0.05$.

في دراسة تمت على أصناف الباذنجان التركي بلغ متوسط قيمه المؤشر b لهذه العينات (19.55)، بينما سجلت العينات المجففة بطرائق التجفيف المختلفة قيم تتراوح بين (15.31) و(17.96) في العينات المجففة بالأشعة تحت الحمراء وبالأفران التقليدية على التوالي وبدرجات حرارة مختلفة(Urun وزملاؤه,2015).

الجدول (7) متوسط قيم الاصفرار (b) لأصناف الباذنجان الطازجة والمجففة المختلفة

الصنف	الطازج	طريقة التجفيف		
		المجفف الشمسي	أشعة الشمس	الأفران
الشامي	$19..06\pm1.85^{a}$	13.42 ± 0.64^{b}	12.98 ± 2.66^{bc}	10.22 ± 0.43^{bcd}
الحمصي	17.17 ± 2.57^{a}	10.55 ± 1.34^{bcd}	9.90 ± 0.61^{cd}	8.67 ± 1.33^{d}
الحموي	16.13 ± 1.54^{a}	9.74 ± 1.12^{cd}	11.83 ± 0.78^{bcd}	10.37 ± 1.21^{bcd}
العجمي	17.96 ± 0.06^{a}	8.07 ± 1.45^{d}	8.44 ± 0.63^{d}	8.83 ± 0.56^{d}

تشير القراءات في الجدول الى المتوسطات ± الانحراف المعياري والاحرف المختلفة ضمن الجدول تشير الى الفروق المعنوية على مستوى معنوية $p<0.05$.

وكملخص لتأثير عملية التجفيف والصنف على مؤشرات اللون الثلاثة، يلاحظ انخفاض في قيمة L وb مع إرتفاع في قيمه a، حيث سجلت عينة الصنف الحمصي المجففة شمسياً

أفضل النتائج وذلك عند مستوى معنوية $p<0.05$ بالنسبة لقراءات هنت، هذا ولقد توافقت هذه النتائج مع (Ertekin, Yaldiz 2004) و(Urun وزملاؤه ,2015).

- **خصائص الاسترجاع:** تعد عملية الاسترجاع من أهم صفات الجودة للمنتجات المجففة التي تتأثر بظروف التصنيع ومدى تخريب البنية الأولية ولقد أمكن الوصول إلى محتوى رطوبي يتراوح بين 92.10 و93.33% في عينات الباذنجان المجففة المختلفة خلال عملية الاسترجاع أي ما يعادل تقريبا الرطوبة الأصلية للعينات الطازجة للأصناف المختلفة الذي يدل على كفاءة طرائق التجفيف في المحافظة على بنية نسيجية جيدة للعينات المدروسة وإعادة تشربها لمعظم الماء المفقود بالتجفيف. يوضح الجدول (8) نسب الاسترجاع للعينات خلال الأزمنة من 5 وحتى 90 دقيقة بالغليان وصولاً للثبات (أي أن العينة لم تعد تسترجع المزيد من الماء). تزايدت نسب الاسترجاع عموماً مع زيادة زمن الغليان في مختلف العينات، (تم الاشارة فيما سبق أن عملية الاسترجاع قد استمرت في العينات حتى ثبات الوزن وقد تم التوقف عن عملية الاسترجاع في بعض العينات نظراً لبدء تناقص الوزن والذي قد يعود لتخرب البنية النسيجيية الداخلية مع زيادة زمن الغليان قد اشير الى ذلك بخط صغير–) وقد لاحظ Al-Maghrabi (2000) زيادة نسبة الماء الممتص بواسطة شرائح البطاطا المجففة أثناء عملية الاسترجاع بزيادة زمن الغليان.

بالنسبة لعينة الصنف البلدي فقد سجلت عينة الصنف البلدي أعلى قيمة بالاسترجاع بطرائق التجفيف الثلاث، حيث سجلت (7.22) عند الزمن 45 د بطريقة المجفف الشمسي، بينما سجلت بطريقة التجفيف بأشعة الشمس أعلى نسبة استرجاع عند الزمن 75 د (8.04)، وسجلت قيمة (9.40) عند الزمن 60 د بطريقة التجفيف بالأفران، وهذا يدل على تميز هذا الصنف (الشامي) من ناحية المحافظة على البنية النسيجية خلال عملية التجفيف. في دراسة تم اجراؤها من قبل (Urue وزملاؤه ،2015) وجدوا أن نسبة الاسترجاع لعينات

الباذنجان المجففة بطرق مختلفة قد تراوحت بين 5.27 و6.33. كما وجد Russo وزملاؤه (2013) أن نسبة الاسترجاع قد ازدادت بشكل معنوي مع ارتفاع درجة حرارة التجفيف.

الجدول (8) نسبة الاسترجاع لأصناف الباذنجان المختلفة والمجففة بطرائق مختلفة

الأصناف	زمن الغليان (دقيقة)	طرائق التجفيف		
		المجفف الشمسي	أشعة الشمس	الفرن
البلدي	5	3.22	2.65	3.00
	15	5.09	4.09	7.08
	30	7.00	5.48	8.28
	45	7.22	5.74	8.72
	60	7.05	7.78	9.40
	75	–	8.04	8.24
	90	–	7.52	–
الحمصي	5	2.72	2.63	2.15
	15	3.18	4.42	5.33
	30	4.09	5.79	5.81
	45	4.05	6.54	6.07
	60	5.86	5.67	6.15
	75	5.55	–	6.11
	90	–	–	–
الحموي	5	2.91	2.91	2.66
	15	4.70	3.84	6.42
	30	6.43	4.51	6.81
	45	7.00	5.15	6.92
	60	6.74	5.76	7.20
	75	–	5.85	7.00
	90	–	5.59	–
العجمي	5	2.36	2.25	3.22
	15	3.65	3.25	4.56
	30	5.41	4.21	5.67
	45	5.59	4.71	6.00
	60	5.59	5.71	5.89
	75	–	5.04	–

- **الاستنتاجات والتوصيات:**

– بينت دراسة المحتوى من الفينولات الكلية للأصناف الطازجة للباذنجان (الشامي والحمصي والحموي والعجمي) والمجففة أنه كان هناك فروق معنويه بين العينات المختلفة، وقد تراوح المحتوى بين631.58 (الحمصي) و763.38(العجمي) للعينات الطازجة، بينما تراوحت بين 60.56 (العجمي) و657 (الشامي) مغ /100 غ للعينات المجففة، حيث نلاحظ أثر التجفيف عموماً في الانخفاض المعنوي (P<0.05) في المحتوى من الفينولات في كل العينات المجففة مقارنة بالطازجة. لوحظ تفوق العينات المجففة بالمجفف الشمسي على باقي العينات المجففة بأشعة الشمس وبالأفران بالمحتوى من الفينولات، اذ تراوحت بين 657 (البلدي) و131.20 (العجمي) مغ وزن جاف / 100 مل.

– تراوح النشاط المضاد للأكسدة بين88.39 (الشامي) و89.72% (العجمي) لكل من العينات الطازجة والمجففة، ولم يكن هناك فروق معنوية على مستوى معنوية P> 0.05 بين العينات الطازجة والمجففة، أي أن طرق التجفيف والأصناف المختلفة لم يكن لها دور في انخفاض النشاط المضاد للأكسدة.

– أظهرت نتائج القياس بجهاز هنتر أن عينات الصنف الشامي كانت الأعلى قراءة من بين العينات عموماً بالنسبة لقيمه (L– السطوع) و(b– الاصفرار).

– تزايدت نسب الاسترجاع عموما مع زيادة زمن الغليان في مختلف العينات المجففة، وقد سجلت عينة الصنف البلدي أعلى قيمة بالاسترجاع بطرق التجفيف الثلاث وهذا يدل على تميز هذا الصنف (الشامي) من ناحية المحافظة على البنية النسيجية خلال عملية التجفيف.

– نوصي بدراسة المزيد من الخصائص الكيميائية والتغذوية والتصنيعية لثمرة الباذنجان نظرا للأهمية الكبيرة لهذه الثمرة.

المراجع:

1. Al-Maghrabi,L.A.A. 2000.Technological and chemical studies on dehydration of potatoes. M.Sc.Thessis .Dept .Food science and technology ,Faculty of Agriculture ,Cairo ,Egypt.
2. Asami ,D .k., Hong ,Y .J .,Barrett ,D .M .,and Mitcheii ,A.E. 2004. Comparison of the total phenolic and ascorbic acid content of freeze-dried and air-dried marionbery ,strawberry and corn grown using conventional ,organic and sustainable agricultural practices .Journal of Agriculture and Food chemistry Vol.51 pp:1237-1241.
3. AOAC. 2005. Determination of moisture, ash, protein and fat. Official Methods of Analysis, 18th ed. AOAC International.
4. Assous ,M.T.,Elkady ,A.T.M .,and Dyab ,A .S. 2014. Effect of pretreatments on controlling enzymatic browning before drying of eggplant slices. Alex.J.Fd.Sci&Technol.v.11,No.1
5. Aydogdu,A. 2014. Micrwave -infrered combination drying of eggplant. Master of Science in Food Engineering Department, Middle East Technical University
6. Boubekri , C., Rebiai A., and Lanez ,T. 2012. Study of antioxidant capacity of different parts of two South Algerian eggplant cultivars. Journal of Fundamental and Applied Sciences 4: 16-25.
7. Cao , G., Sofic, E.,and Prior, R. L. 1996. Antioxidant capacity of tea and common vegetables. Journal of Agriculture and Food Chemistry, 44, 3426–3431
8. Chumyama ,A. , Whangchaia ,K., Jungklanga, J, Faiyuec, B .,and Saengnil k. 2013. Effects of heat treatments on antioxidant capacity and total phenolic content of four cultivars of purple skin eggplants. ScienceAsia 39 (2013): 246–251
9. Ertekin, C., and Yaldiz ,O. 2004. Drying of eggplant and selection of a Suitable Thin Layer Drying Model. Journal of Food Engineering, 63, 349-359.
10. Hung, P. V., and Duy, T. L. 2012 .Effects of drying methods on bioactive compounds of vegetables and correlation between bioactive

compounds and their antioxidants. International Food Research Journal 19(1): 327-332 .

11. Jung E-J ., Bae, M-S .,Jo., E-K .J .o .Y-H .,and Lee ,S-C. 2011. Antioxidant activity of different parts of eggplant. Journal of Medicinal Plants Research Vol. 5(18). Pp: 4610-4615.
12. Kandoliya,U.K, Bajaniya ,V.K,. Bhadja,N.K.,Bodar,N.P., and Golakiya,B,A. 2015. Antioxidant and Nutritional Components of Egg plant (Solanum melongena L) Fruit Grown in Saurastra Region. Int. J.Curr.Microbiol.App.Sci (2015) 4(2): 806-813.
13. Prabhanjan, D. G., Ramoswamy, H. S., & Raghavan, G. S. 1995. Microwave assisted convective air drying of thin layer carrots. Journal of Food Engineering, 25(2):283-293.
14. Ranganna,S. 1979. Dehydrated fruits and vegatables .In Manual of analysis fruit and vegetable products .Tata Mc Grow-Hill puplishing Co- limited ,New Delhi ., India .pp:169-185
15. Russo P., Adiletta G. and Di Matteo M. 2013. The influence of drying air temperature on the physical properties of dried and rehydrated eggplant. Food and Bioproducts Processing, 91:249-256.
16. Singh, A P.,Luthria, D., Wilson, T, Vorse ,N ,Vorsa, N . ,Singh, V., Banuelos, G-S., and Pasakdee ,S. 2009. Polyphenols content and antioxidant capacity of eggplant pulp .Food Chemistry vol.114.pp:955-96
17. Urun ,G.B., Ünal Rıza Yaman, Ü .R and Köse ,E. 2015. Determination of Drying Characteristics and Quality Properties of Eggplantin Different Drying Conditions Ital. J. Food Sci., vol. 27 .