الجمهورية العربية السورية
جامعة دمشق
كلية الهندسة الزراعية
قسم علوم الأغذية

# تأثير عمليات التصنيع
# على مضادات الأكسدة في الفليفلة الخضراء

**Impact of Processing on Antioxidants in Green pepper**

رسالة أعدت لنيل درجة الماجستير في الهندسة الزراعية
(قسم علوم الأغذية)

إعداد الطالب
**عبيده سعيد العبد الله**

إشراف
**أ.د غياث سمينة** **أ.د محمد محمد**

٢٠٠٨ – ٢٠٠٩ م
١٤٢٩ – ١٤٣٠ هـ

# إهداء

إلى

مثلي الأعلى في العطاء وحب الخير والوفاء والدي الحبيب .....

إلى

معين الحب والخير والدتي الحبيبة.....

إلى

أخوتي أخواتي

أقاربي أصدقائي

وكل من ساعدني وأعانني على إتمام رسالتي

# شكر وعرفان

**الحمد لله أولاً والشكر له سبحانه الذي أعانني ووفقني لإتمام هذا العمل.**

أتقدم بجزيل الشكر وعظيم الامتنان لأستاذي الفاضل: **الأستاذ الدكتور غياث سمينة** على ما أفاضه علي من نصح وإرشاد وتوجيه وسعة للصدر وبذل للجهد لإتمام هذا العمل، ومهما انتقيت من عبارات شكر وامتنان فلن أوفيه حقه، كذلك أشكر مشرفي المشارك **الأستاذ الدكتور محمد محمد** على تعاونه وعلى أخلاقه العالية ،وكلامه الجميل وعلى ما قدمه لي من نصح وإرشاد.

والشكر كل الشكر لعمادة كلية الزراعة /جامعة دمشق/ وجميع أساتذتي في قسم علوم الأغذية وجميع كادر وفنيو قسم علوم الأغذية .

كما أتقدم بالشكر لكل من كان له أية مساهمة صغيرةً كانت أم كبيرة لإنجاح هذا العمل.

**عبيده العبد الله**

# المحتويات


| الموضوع | رقم الصفحة |
|---|---|
| إهداء | ١ |
| شكر وعرفان | ٢ |
| قائمة المحتويات | ٣ |
| قائمة الجداول | ٦ |
| قائمة الأشكال | ٨ |
| ملخص البحث باللغة العربية | ١٠ |
| ملخص البحث باللغة الانكليزية | ١١ |
| **١- المقدمة وأهداف البحث** | ١٢ |
| **٢- الدراسة المرجعية** | ١٤ |
| ٢-١- التصنيف النباتي للفليفلة | ١٤ |
| ٢-٢- إنتاج الفليفلة في سورية | ١٥ |
| ٢-٣- الخصائص الكيميائية لثمار الفليفلة | ١٦ |
| ٢-٤- محتوى الفليفلة من فيتامين C | ١٨ |
| ٢-٥- الفينولات في ثمار الفليفلة | ٢٠ |
| ٢-٦- استخلاص وتعيين الفينولات الكلية | ٢٤ |
| ٢-٧- مفهوم مضادات الأكسدة والجذور الحرة | ٢٥ |
| ٢-٨- أنواع مضادات الأكسدة الطبيعية | ٢٥ |
| ٢-٩- مفهوم الجذور الحرة | ٢٦ |
| ٢-١٠- ثمرة الفليفلة كمضاد أكسدة | ٢٩ |
| ٢-١١- تأثير عمليات التصنيع على الفينولات الكلية والنشاط المضاد للأكسدة في الفليفلة الخضراء. | ٣٠ |
| **3- مواد البحث وطرائقه** | ٣٢ |
| ٣-١- مواد البحث | ٣٣ |
| ٣-١-١- ثمار الفليفلة | ٣٣ |
| ٣-١-٢- تجفيف ثمار الفليفلة | ٣٣ |
| ٣-١-٣- تخليل ثمار الفليفلة | ٣٣ |

٣-٢- طرق التحليل الكيميائي ٣٤
٣-٢-١- تعيين الرطوبة، الرماد، الدهن، السكريات ٣٤
٣-٢-٢- تعيين فيتامين C ٣٤
٣-٢-٣- استخلاص الفينولات الكلية ٣٤
٣-٢-٤- تقدير الفينولات الكلية ٣٤
٣-٢-٥- استخلاص الفلافونيدات ٣٥
٣-٢-٦- تعيين الفلافونيدات ٣٥
٣-٣- قياس النشاط المضاد للأكسدة في الفليفلة الخضراء ٣٦
٣-٤- التحليل الإحصائي ٣٨
**4- النتائج والمناقشة** ٣٩
٤-١-١- التركيب الكيميائي للفليفلة الطازجة ٤٠
٤-١-٢- التركيب الكيميائي للفليفلة المصنعة (المخللة والمجففة) ٤١
٤-٢- الفينولات الكلية ٤٣
٤-٣- الفلافونيدات الكلية ٤٤
٤-٤- النشاط المضاد للأكسدة في الفليفلة الخضراء ٤٥
٤-٥- تقدير النشاط المضاد للأكسدة في الفليفلة الخضراء وفق طريقة بيتا كاروتين. ٤٥
٤-٦- تقدير النشاط المضاد للأكسدة في الفليفلة الخضراء وفق طريقةDPPH . ٤٧
٤-٧- مجمل تأثير التصنيع على فيتامين C والفينولات الكلية والنشاط المضاد للأكسدة في الفليفلة الخضراء. ٤٨
٤-٨- تأثير التصنيع على فيتامين C والفينولات الكلية والنشاط المضاد للأكسدة في الفليفلة الحلوة. ٤٩
٤-٩- تأثير التصنيع على فيتامين C والفينولات الكلية والنشاط المضاد للأكسدة في الفليفلة الحارة. ٥١
٤-١٠- مجمل تأثير التخزين على فيتامينC والفينولات الكلية والنشاط المضاد للأكسدة في الفليفلة الخضراء. ٥٤
٤-١١- تأثير التخزين على فيتامينC والفينولات الكلية والنشاط المضاد للأكسدة في الفليفلة الحلوة. ٥٥
٤-١٢- تأثير التخزين على فيتامينC والفينولات الكلية والنشاط المضاد للأكسدة في الفليفلة الحارة. ٥٧
٤-١٣- متوسط كمية فيتامين C في الفليفلة الخضراء الحلوة والحارة خلال التخزين. ٥٩

٤-١٤- تأثير التخزين على الفينولات الكلية ٥٩
٤-١٥- تأثير التخزين على الفلافونيدات الكلية ٦٠
٤-١٦- علاقة النشاط المضاد للأكسدة مع الفينولات ٦١
**الاستنتاجات** ٦٥
**التوصيات** ٦٦
**المراجع** ٦٧

# قائمة الجداول


| رقم الجدول | اسم الجدول | رقم الصفحة |
|---|---|---|
| 1-2- | بعض أصناف الفليفلة الحلوة والحارة | ١٥ |
| ٢-٢- | الإنتاج ومتوسط استهلاك الفرد من الفليفلة في القطر العربي السوري | ١٥ |
| ٢-٣- | إنتاج سورية من الفليفلة تبعاً للمحافظات والمناطق | ١٦ |
| ٢-٤- | المكونات الأساسية للفليفلة في ١٠٠غ للجزء اللحمي من ثمار الفليفلة الطازج | ١٧ |
| ٢-٥- | المكونات الأساسية للفليفلة في ١٠٠غ للجزء اللحمي من ثمار الفليفلة الطازجة | ١٧ |
| ٢-٦- | التركيب الكيميائي لثمار الفليفلة الحلوة والحارة | ١٨ |
| ٢-٧- | محتوى الفليفلة من فيتامين C والفينولات الكلية وفق Perucka and Materska ,2007 | ١٩ |
| ٢-٨- | محتوى الفليفلة من فيتامين C وفق Lee *et al*,1995 | ١٩ |
| ٢-٩- | المجموعات الفينولية واهم المركبات الفينولية ومصادرها الغذائية | ٢٢ |
| ٢-١٠- | تقدير كمية الفلافونيدات في الفليفلة الخضراء وفق Howard , 2001 | ٢٣ |
| ٢-١١- | تقدير كمية الفلافونيدات في الفليفلة الخضراء وفق (Lee *et al*.1995 ) | ٢٤ |
| ٢-١٢- | أنواع مضادات الأكسدة وخصائصها | ٢٦ |
| ٢-١٣- | أشكال وأنواع الجذور الحرة المنتجة في الجسم | ٢٩ |
| ٢-١٤- | تقدير النشاط المضاد للأكسدة في الفليفلة الخضراء وفق (Lee *et al*.1995 ) | ٣٠ |
| ٤-١- | المتوسطات العامة للتركيب الكيميائي لأصناف الفليفلة الخضراء الطازجة الحلوة والحارة | ٤٠ |
| ٤-٢- | تأثير التجفيف الهوائي والتخليل على التركيب الكيميائي للفليفلة الخضراء الحلوة والحارة | ٤١ |
| ٤-٣- | متوسط قيم الفينولات الكلية في الفليفلة الخضراء الطازجة والمصنعة | ٤٤ |
| ٤-٤- | متوسط قيم الفلافونيدات في الفليفلة الخضراء الطازجة والمصنعة | ٤٤ |
| ٤-٥- | متوسط قيم (%) للنشاط المضاد للأكسدة في الفليفلة الخضراء وفق طريقة بيتا كاروتين. | ٤٦ |
| ٤-٦- | متوسط قيم (%) للنشاط المضاد للأكسدة في الفليفلة الخضراء و فق طريقة DPPH والمقارن مع فيتامين C و BHT المعياريين | ٤٧ |

٤-٧- تأثير تقنية تصنيع الفليفلة الخضراء على متوسط محتواها من فيتامين C والفينولات الكلية وعلى النشاط المضاد للأكسدة المقاس بطريقتين. ٤٨
٤-٨- تأثير تقنية التصنيع للفليفلة الخضراء الحلوة على محتواها من فيتامين C والفينولات الكلية وعلى النشاط المضاد للأكسدة المقاس بطريقتين. ٥٠
٤-٩- تأثير تقنية التصنيع للفليفلة الخضراء الحارة على محتواها من فيتامين C والفينولات الكلية وعلى النشاط المضاد للأكسدة المقاس بطريقتين ٥٢
٤-١٠- مجمل تأثير التخزين في الفليفلة الخضراء المصنعة على متوسط محتواها من فيتامين C والفينولات الكلية وعلى النشاط المضاد للأكسدة المقاس بطريقتين . ٥٤
٤-١١- تأثير التخزين في الفليفلة الخضراء الحلوة المصنعة على محتواها من فيتامين C والفينولات الكلية وعلى النشاط المضاد للأكسدة المقاس بطريقتين ٥٥
٤-١٢- تأثير التخزين في الفليفلة الخضراء الحارة المصنعة على محتواها من فيتامين C والفينولات الكلية وعلى النشاط المضاد للأكسدة المقاس بطريقتين. ٥٧
٤-١٣- تأثير التخزين على الفينولات الكلية في الفليفلة الخضراء الطازجة والمصنعة ٦٠
٤-١٤- تأثير التخزين على الفلافونيدات الكلية في الفليفلة الخضراء الطازجة والمصنعة ٦١

# قائمة الأشكال


| رقم الشكل | اسم الشكل | رقم الصفحة |
|---|---|---|
| 1-2- | المجموعات الرئيسية للفلافونيدات | ٢٠ |
| ٢-٢- | التركيب الكيميائي للفلافونيدات | ٢١ |
| ٢-٣- | المصادر الرئيسية للجذور الحرة في الجسم والأضرار الناتجة عنها | ٢٧ |
| ٢-٤- | آلية عمل مضادات الأكسدة في كبح نشاط الجذور الحرة | ٢٨ |
| ٣-١- | المنحني المعياري لحمض غاليك | ٣٥ |
| ٣-٢- | المنحني المعياري للكويرستين | ٣٦ |
| ٤-١- | قياس النشاط المضاد للأكسدة وفق طريقة بيتا كاروتين في الفليفلة الحلوة الطازجة | ٤٦ |
| ٤-٢- | قياس النشاط المضاد للأكسدة وفق طريقة بيتا كاروتين في الفليفلة الحارة الطازجة | ٤٦ |
| ٤-٣- | النشاط المضاد للأكسدة في الفليفلة الحلوة والحارة والمقاس بطريقتي DPPH وبيتا كاروتين. | ٤٧ |
| ٤-٤- | قياس النشاط المضاد للأكسدة وفق طريقة بيتا كاروتين في الفليفلة الحلوة المخللة | ٥٠ |
| ٤-٥- | قياس النشاط المضاد للأكسدة وفق طريقة بيتا كاروتين في الفليفلة الحلوة المجففة | ٥١ |
| ٤-٦- | قياس النشاط المضاد للأكسدة وفق طريقة بيتا كاروتين في الفليفلة الحارة المخللة | ٥٢ |
| ٤-٧- | قياس النشاط المضاد للأكسدة وفق طريقة بيتا كاروتين في الفليفلة الحارة المجففة | ٥٢ |
| ٤-٨- | النشاط المضاد للأكسدة في الفليفلة الحلوة والحارة وفق طريقة DPPH | ٥٣ |
| ٤-٩- | النشاط المضاد للأكسدة في الفليفلة الحلوة والحارة وفق طريقة بيتا كاروتين | ٥٣ |
| ٤-١٠- | تأثير التخزين على النشاط المضاد للأكسدة وفق طريقة بيتا كاروتين في الفليفلة الحلوة المخللة. | ٥٦ |
| ٤-١١- | تأثير التخزين على النشاط المضاد للأكسدة وفق طريقة بيتا كاروتين في الفليفلة الحلوة المجففة. | ٥٦ |
| ٤-١٢- | تأثير التخزين على النشاط المضاد للأكسدة وفق طريقة بيتا كاروتين في الفليفلة الحارة المخللة. | ٥٧ |

٤-١٣- تأثير التخزين على النشاط المضاد للأكسدة وفق طريقة بيتا كاروتين في الفليفلة الحارة المجففة. ٥٨
٤-١٤- متوسط تغيرات فيتامين C في الفليفلة الخضراء المخللة (الحلوة والحارة) خلال التخزين ٥٩
٤-١٥- تأثير التخزين على الفينولات الكلية في الفليفلة المصنعة الحلوة والحارة ٦٠
٤-١٦- تأثير التخزين على الفلافونيدات في الفليفلة المصنعة الحلوة والحارة ٦١
٤-١٧- علاقة الفينولات الكلية في الفليفلة الخضراء الطازجة والمخللة والمجففة المضاد للأكسدة المقاس بطريقة DPPH بعد عملية التصنيع. ٦٣
٤-١٨- علاقة الفينولات الكلية في الفليفلة الخضراء الطازجة والمخللة والمجففة بالنشاط المضاد للأكسدة المقاس بطريقة بيتا كاروتين بعد عملية التصنيع. ٦٣
٤-١٩- علاقة الفينولات الكلية للفليفلة الخضراء الطازجة والمخللة والمجففة بالنشاط المضاد للأكسدة المقاس بطريقة DPPH في نهاية فترة التخزين. ٦٤
٤-٢٠- علاقة الفينولات الكلية في الفليفلة الخضراء الطازجة والمخللة والمجففة بالنشاط المضاد للأكسدة المقاس بطريقة بيتا كاروتين بعد نهاية فترة التخزين. ٦٤

## ملخص اللغة العربية


**تأثير عمليات التصنيع على مضادات الاكسدة في الفليفلة الخضراء:**

نفذ هذا البحث في قسم علوم الأغذية – كلية الزراعة بجامعة دمشق.

هدف هذا البحث إلى دراسة تغيرات بعض المركبات البيولوجية الفعالة في ثمار الفليفلة الخضراء المصنعة وربطها مع النشاط المضاد للأكسدة وذلك باستخدام طريقتين لقياس النشاط المضاد للأكسدة هما:

**طريقة بيتا كاروتين وطريقة تثبيط الجذور الحرة DPPH .**

تم الحصول على ثمار الفليفلة الخضراء من مزرعة الكلية بأبي جرش وقسمت إلى ثلاثة أقسام:

- قسم أول خُلل بشكل مباشر
- قسم ثاني جُفف في الظل وحُفظ في أكياس من البولي اتيلين لحين التحليل.
- قسم ثالث خُلل في محلول ملحي ١٠% وحُفظ في مرطبانات زجاجية لحين التحليل.

قورنت التغيرات بين نوعين من الفليفلة الخضراء، الحلوة والحارة، المصنعة بتقنيتين واسعتي الاستعمال، التخليل والتجفيف الطبيعي، مع الفليفلة الطازجة من حيث تركيبها الكيميائي الرئيسي (رطوبة، رماد، سكريات، دهن) والمواد الفعالة بيولوجياً (الفينولات الكلية، فيتامين C) مع النشاط المضاد للأكسدة.

دلت نتائج التحليل الإحصائي على وجود فروق معنوية($P<0.05$) بين الفليفلة الخضراء الطازجة والفليفلة المجففة طبيعياً والفليفلة المخللة، من حيث محتواها من فيتامين C والفينولات الكلية، فانخفضت متوسطات فيتامين C من ١٠٧٣ مغ /١٠٠غ مادة جافة في الفليفلة الطازجة إلى ١٠٤٤ مغ/١٠٠غ مادة جافة في الفليفلة المخللة، ووصلت إلى ٥١,٤ مغ /١٠٠ غ مادة جافة في الفليفلة المجففة.

وكان الانخفاض في الفينولات الكلية أقل حدة، إذ تغيرت من ٣٠٠٤ مغ /١٠٠غ مادة جافة في الفليفلة الطازجة إلى ٢٥٦٣ مغ /١٠٠غ مادة جافة في الفليفلة المخللة، ووصلت إلى ٢١٩ مغ/١٠٠غ مادة جافة في الفليفلة المجففة وقد ترافق ذلك بانخفاض معنوي في النشاط المضاد للأكسدة عند($P<0.05$).

أدى تخزين الفليفلة الخضراء المخللة والمجففة لمدة ١٢ أسبوعاً إلى فقد معنوي في كمية فيتامين C، حيث فقد ٩٣% في الفليفلة المخللة و٩٩ % في الفليفلة المجففة، وكان فقد الفينولات الكلية أقل من ذلك، فوصل إلى ٢٦% في الفليفلة المخللة و٩٦% في الفليفلة المجففة وانعكس هذا على النشاط المضاد للأكسدة . وهذا يدل بوضوح على ضرورة العمل على إيجاد تقنيات تحافظ على أكبر كمية من هذه المواد الفعالة بيولوجياً.

## Abstract

The changes occurred in two cultivars of green peppers, sweet and hot, processed by widely used pickling and natural drying procedures were compared with their chemical composition (moisture, ash ,sugar ,fat,Effect of pickling and natural drying processes of two green pepper fruits cultivars on the flavonoids,ascorbic acid ,total phenolic contents,and antioxidant activity were investigated .

Significant changes have occurred between fresh and processed peppers with regard to their content of ascorbic acid, T-phenol, and antioxidant activity measured by two methods, DPPH and β–Carotene bleaching. Vitamin C content reduced from 1073 mg/ 100g DM in fresh pepper to 1044 mg/100g DM in pickled pepper , and reach 51.3mg DM in dried pepper. The decreased in T- phenol was lesser, being 3004mg/100Gdm in fresh pepper reduced to 2563 mg /100g Dm in picked pepper, and reached 219 mg /100g DM in dried pepper.

These changes have been reflected significantly ($P<0.05$) in antioxidant activities. Storage of green pepper, picked or dried, for 12 weeks, resulted in significant loss in vit C,The content of These Changes have been account for 93% in pickled pepper and 99% in dry pepper.

These results clearly indicate the necessity to find out new technique able to preserve more of valuable biological compounds in pepper.

## ١- مقدمة وأهداف البحث INTRODUCTION:

زرعت الفليفلة منذ حوالي ٣٠٠٠ سنة قبل الميلاد، وتقول الأسطورة بأن كولمبوس هو الأوربي الأول الذي لاحظ قيمتها الغذائية وحملها إلى أوربا عند عودته من العالم الجديد (Marinova,2005). وكلمة الفليفلة كلمة مشتقة من الاسم السنسكريتي pippali والذي حول إلى pepper عن طريق اليونانيين.

تعتبر أمريكا الموطن الأصلي للفليفلة (*Capsicum annum*)، التي تنتمي للفصيلة الباذنجانية *Solanaceae*، حيث يستهلكها السكان بشكل كبير. يوجد أنواع من الفليفلة تتميز بألوان مختلفة تتباين بين الأخضر والأصفر والبرتقالي والأحمر. والفليفلة مصدر هام لمركبات نشطة فيزيولوجياً كفيتامين C والمركبات الفينولية و β-كاروتين، وجميع المركبات السابقة تعد من مضادات الأكسدة الهامة. يتأثر محتوى ثمار الفليفلة من هذه المركبات بدرجة النضج والنوع و ظروف النمو، وقد يتأثر محتوى الثمار من هذه المركبات بعملية التصنيع.

(Howard *et al*, 1994. Lee *et al*, 1995.Daood *et al*, 1996. Markus *et al*, 1999)

تعد مضادات الأكسدة المنتشرة في الخضار والفاكهة الغنية بالفينولات كالسوس والزنجبيل والفليفلة وغيرها بأنها مثبط للجذور الحرة، وهي بذلك أول وسيط يحد من تعزيز حدوث الخلايا السرطانية، وأمراض القلب، ومضاد التصلب العصيدي، ولأكسدة الكولسترول السيء LDL (Zhang and Hamauzu ,2003).

ومما لاشك فيه بأن ثمار الفليفلة هي من أهم الخضار التي تحتوي على مستوى عال من مضادات الأكسدة وفيتامين C ، وهي بذلك تكتسب شعبية واسعة، ليس فقط من أجل ألوانها الجذابة ورائحتها وطعمها المميزين بل أيضاً من اجل خصائصها العلاجية الهامة (Chuah *et al* ,2008).

وتعد الفليفلة بكل تأكيد، نظراً لتركيبها من المواد الغذائية الوظيفية ذات المفعول الصيدلاني (Nutraceutical) ،والتي يصنفها العلماء اليوم بأنها من الأغذية الهامة التي لها تأثير ايجابي على صحة الأفراد ونشاطهم الفيزيائي، هذا بالإضافة إلى قيمتها الغذائية.

ولذلك وضع مخطط هذا البحث لتوضيح تأثير كل من التجفيف الطبيعي في الظل، كما هو متبع في سورية، والتخليل ثم الحفظ في المحلول الملحي على المكونات البيولوجية المهمة في الفليفلة الخضراء الحلوة والحارة المنتجة في سورية.

**أهداف البحث:**

نخلص إلى القول بعد استعراض بعض المراجع العلمية، والتي لخصتها المقدمة إلى أن ثمار الفليفلة غنية بمضادات الأكسدة الطبيعية الفينولية و فيتامين C ، وإن غناها بهذه المواد جعل الكثير من الباحثين مؤخراً يركزون أبحاثهم عليها، ومما لاشك فيه أن إنتاج القطر العربي السوري من الفليفلة ليس بالقليل فقد بلغ نحواً من ستون ألف طن لعام ٢٠٠٦. ( المجموعة الإحصائية الزراعية ٢٠٠٦).

هذا ومن جانب آخر يغلب تناول الفليفلة في سورية بصورة طازجة أو مطحونة أو بصورة مخللات، وتدخل في العديد من الأغذية كإضافات تحسن الطعم واللون. ويضاف إلى ذلك أن المكونات الصغرى من الفليفلة تعد اليوم من المواد الغذائية صيدلانية الفعل (Nutraceutical). للأسباب السابقة تم اختيار موضوع هذا البحث لتوضيح الأهداف التالية :

١- دراسة المكونات الكيميائية المهمة بيولوجياً لثمار الفليفلة الطازجة والمخللة والمجففة.

٢- دراسة النشاط المضاد للأكسدة في الفليفلة الخضراء الطازجة وعلاقتها مع المواد الفعالة بيولوجياً.

٣- التعرف على تغيرات النشاط المضاد للأكسدة لثمار الفليفلة المخللة والمجففة وتأثيرها على عوامل الجودة فيهما.

٤- ربط التغيرات السابقة بمدى فائدة عمليات تصنيع الفليفلة في بلدنا .

## ٢- الدراسة المرجعية Review of literature:

### ٢-١- التصنيف النباتي للفليفلة:

المملكة النباتية: *plantae*

الفصيلة: *Magnoliophyta*

الصف : *Magnoliopsida*

العائلة : *solanaceae*

الجنس: *Capsicum*

النوع : *annuum*

تنتمي الفليفلة إلى الفصيلة الباذنجانية ، وتعتبر من أهم المواد التي استخدمت في الطب القديم، لقدرتها على علاج الكثير من الأمراض. يضم الجنس Capsicum أنواع عديدة منها: (*C.annuum*) و(*C.frutescens*). و يعتبر المظهر الخارجي للثمار وخاصة اللون من المميزات الهامة ،التي تعبر عن الخواص المختلفة التي تدل على نوعية الثمار في الفليفلة (Fisher and kocis,1987).

تملك ثمار الفليفلة تنوعاً كبيراً في الشكل والحجم والطعم، بالإضافة إلى غناها بالفيتامينات والمغذيات النباتية والتي تكسبها خواصاً مضادة للأكسدة (Chuah *et al*,2008).

أشار (Alcaraz, 1990) إلى الاهتمام الكبير للباحثين بمرحلة النضج لثمار الفليفلة ليس فقط، بسبب التغير المدهش الذي تمر به الثمرة، إنما بسبب الآليات المعقدة التي تشترك فيها عملية التركيب الحيوي واللون المثالي لهذه الثمرة.

وجد (Ferrer and Costa, 1991) أن التغير في لون الفليفلة يتم نتيجة لتهدم الكلوروفيل، وزيادة كبيرة في محتوى الكاروتينوئيدات، التي تتأثر بدرجة الحرارة والإضاءة. ففي بداية النضج يحدث زيادة حادة للكلوروفيل، ثم لا يلبث أن يتناقص بشكل طفيف في الثمار الناضجة.

تستخدم الفليفلة الحمراء منذ قديم الزمان كمصدر للصبغات، لأنها تغير لون المواد الغذائية وتجعلها أكثر جاذبية وقبول للمستهلك. فيعزى اللون الأحمر إلى صبغة الكاروتين التي تتركب بشكل هائل أثناء نضج الثمار (Hornero and Minguez, 1994).

تحتوي الفليفلة على مركبات نشطة فيزيولوجياً أكثر من الخضار الأخرى، حيث تعد مصدر هام لفيتامين C و β- كاروتين، وكلاهما يعتبران مضاد أكسدة طبيعي هام ( Tchiegang *et al*,1999) وفيما يلي جدول (2-1) يبين بعض أصناف الفليفلة الحلوة والحارة.

**جدول(2-1): يبين بعض أصناف الفليفلة الحلوة والحارة المشهورة في (UC Davis,2008)**

| حلوة | حارة |
|---|---|
| Sweet Bell | Tam Mild Jalapeno<br>(mild heat with Jalapeno flavor) |
| Bell Boy | Jalapeno M (very hot) |
| California Wonder<br>Yolo Wonder | Anaheim TMR 23<br>(chili pepper moderately hot) |
| Keystone Resistant Giant | Anaheim (standard hot chill) |
| Jupiter | Cayenne Long Red Slim (hot) |
| Sweet Banana | Hungarian Yellow Wax<br>(popular for canning, moderately hot) |
| Sweet Yellow or Cubanelle | Serrano Chili pepper (Tabasco type) |

**٢-٢- إنتاج الفليفلة في سورية:**

تعد سورية من الدول الهامة في إنتاج الفليفلة، كما هو مبين في الجدول ٢,٢ الذيُ يوّضح متوسط إنتاج سورية من الفليفلة ومتوسط استهلاك الفرد في الفترة الممتدة من عام (٢٠٠٢-٢٠٠٦).

**جدول(2.2): يبين الإنتاج ومتوسط استهلاك الفرد من الفليفلة في القطر العربي السوري في الفترة الممتدة من (٢٠٠٢-٢٠٠٦).**

| العام | الإنتاج<br>ألف طن | عدد السكان<br>ألف نسمة | متوسط استهلاك الفرد<br>كغ /سنة |
|---|---|---|---|
| ٢٠٠٢ | ٤٠,٥ | ١٧١٣٠ | ٢,٤ |
| ٢٠٠٣ | ٤٩ | ١٧٥٥٠ | ٢,٨ |
| ٢٠٠٤ | ٥٠,٢ | ١٧٩٢١ | ٢,٨ |
| ٢٠٠٥ | ٥٥,٦ | ١٨٢٦٩ | ٣ |
| ٢٠٠٦ | ٦٠,١ | ١٨٧١٧ | ٣,٢ |

**المجموعة الإحصائية ٢٠٠٧/ المكتب الإحصائي رئاسة مجلس الوزراء.**

حيث يلاحظ من الجدول(2-2) زيادة إنتاج الفليفلة في السنوات الأخيرة بشكل كبير، وذلك بسبب الاهتمام بزراعة الفليفلة وتأمين الظروف المناسبة لها. وإذا أخذنا عام ٢٠٠٢ كأساس نجد أن إنتاج الفليفلة في سورية زاد خلال الخمس سنوات الماضية بمعدل ٤٦,٤%، وهذه الزيادة كما يعطي

الجدول. قد تمت بصورة تدريجية. هذا ويختلف إنتاج سورية من الفليفلة تبعاً للمحافظات والمناطق حيث تركزت زراعتها في المناطق الشمالية والوسطى كما هو واضح في الجدول (٢-٣).

**جدول (2-3): يبين انتاج المحافظات السورية من الفليفلة**

| المحافظة | الإنتاج /طن |
|---|---|
| حلب | ١٢٤٦١ |
| درعا | ٨٥٧٠ |
| طرطوس | ٨١٢٢ |
| حماه | ٧٤٣٧ |
| ادلب | ٥٩٤٠ |
| الغاب | ٤٦٠٥ |
| اللاذقية | ٣٧٤٠ |
| حمص | ٣١٧٣ |
| الحسكة | ١٨٣٢ |
| ريف دمشق | ١٧٩٢ |
| الرقة | ١٤٠٥ |
| دير الزور | ٩٦٤ |
| دمشق | ٥٨ |
| الإنتاج الكلي | ٦٠٠٩٩ |

**وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي، مديرية الاقتصاد الزراعي، المجموعة الإحصائية الزراعية السنوية لعام ٢٠٠٦.**

## ٢-٣- الخصائص الكيميائية لثمار الفليفلة Chemical Characteristics of pepper Fruits:

يعد الماء، الكربوهيدرات، المعادن والألياف، والفيتامينات المركبات الأكثر أهمية في الخضار والفواكه (Fourie ,1996).

تحتوي الفليفلة على فيتامينات عديدة أهمها فيتامين C، وفيتامين A,E,K ( Howard *et al*,1994) إضافة إلى احتوائها على مواد كربوهيدراتية وبروتينية والقليل من المواد الدهنية.

حيث يوضح الجدول (5.2 و4.2) المكونات الأساسية للفليفلة في ١٠٠غ للجزء اللحمي من ثمار الفليفلة الطازجة.

**جدول (2-4): المكونات الأساسية للفليفلة في ١٠٠غ للجزء اللحمي من الثمار الفليفلة الطازجة**

| المكون | المصدر ١ | المصدر٢ | المصدر٣ | المتوسط |
|---|---|---|---|---|
| الماء% | ٩٢ | ٩٠ | ٩٠,٢ | ٩٠,٧ |
| البروتين% | ١ | ١,٥١ | ١,٢ | ١,٢٤ |
| الألياف% | ١ | ١,٣٦ | ١,٤ | ١,٢٥ |
| الكربوهيدرات% | ٤,٥ | ٤,٩٣ | ٤,٨ | ٤,٧٥ |
| الدهون% | ٠,٨ | ٠,٩ | ٠,٨٥ | ٠,٨٢ |
| الرماد% | ١,١ | ١,٥ | ١,٤ | ١,٣٥ |

**جدول (2-5) المكونات الأساسية للفليفلة في ١٠٠غ للجزء اللحمي من الثمار الفليفلة الطازجة**

| المكون | المصدر ٤ | المصدر٥ | المصدر٦ | المتوسط |
|---|---|---|---|---|
| الماء% | ٩٢,١ | ٩٢ | ٩٣,٣ | ٩٢,٤٧ |
| البروتين% | ٠,٨٩ | ١,٢ | ٠,٨ | ٠,٩٦ |
| الألياف% | ١,٨ | ١,٤ | ١,٦ | ١,٦ |
| الكربوهيدرات% | ٦,٤٣ | ٦ | ٢,٦ | ٥,٠١ |
| الدهون% | ٠,١٩ | ٠,٢ | ٠,٣ | ٠,٢٣ |
| الرماد% | ١,٦ | ١,٧ | ١,٥ | ١,٦ |

١- منشورات وزارة الزراعة، ٢- الورع ١٩٨٣ ، ٣- حسن ١٩٨٧ ، ٤-www.botanical-online.com

٥- food science sourcebook -part 1 ، ٦- the composition of foods

بينما أظهرت وزارة الصحة والغذاء الأمريكية التركيب الكيميائي لثمار الفليفلة الحلوة والحارة، كما هو واضح في الجدول (6.2) وذلك في ١٠٠غ من الجزء اللحمي المأكول من الفليفلة:

**جدول( 2- 6): التركيب الكيميائي لثمار الفليفلة الحلوة والحارة**

| المكوّنات | الفليفلة الحلوة | الفليفلة الحارة |
|---|---|---|
| **الماء%** | ٩٣,٨٩ | ٨٧,٧٤ |
| **البروتين%** | ٠,٨٦ | ٢ |
| **الألياف%** | ١,٧ | ١,٥ |
| **الكربوهيدرات%** | ٤,٦٤ | ٩,٤٦ |
| **الدهون%** | ٠,١٧ | ٠,٢ |
| **الرماد%** | ٠,٤٣ | ٠,٦ |
| **فيتامين C (مغ/١٠٠غ)** | ٨٠,٤ | ٢٤٢,٥ |

**USDA National Nutrient Database for Standard Reference, Release 21 (2008)**

## 4-2 محتوى الفليفلة من فيتامين C و تأثير عملية التصنيع:

تعتبر الفليفلة مصدراً هاماً لفيتامين C , A اللذان يعدان من مضادات الأكسدة الهامة، إلا أن مستوياتهما يتأثران حسب درجة النضج، النوع، وما قد يخضعان له من عمليات التصنيع (Howard *et al*,1994).

ذكر (Iqbal *et al*,2004) بأن أول من عزل فيتامين C من الفليفلة هو العالم الهنغاري Szent gyorgi حيث أوضح خصائصه الكيميائية،و بيّن أنه مضاد أكسدة ذواب في الماء غير مستقر، ويتأكسد بسهولة، ويمكن أن يتحطم بأكسجين الهواء والأوساط القلوية ودرجة الحرارة العالية.

يستخدم فيتامين C لمنع داء الإسقربوط وفي صيانة الجلد والأوعية الدموية، وله العديد من الوظائف الحيوية الأخرى كتشكيل الكولاجين، وخفض مستوى كوليسترول البلازما، ومنع تشكل نترو زو أمين حيث يتفاعل مع الجذور الحرة، فيلعب دور مضاد للأكسدة مؤدياً إلى خفض خطر تصلب الشرايين ، وأمراض القلب الوعائية وبعض أشكال السرطان. (Losonczy *et al*,1996).

أشار (Zhang and Hamauzu, 2003) إلى الدور الهام لفيتامين C في منع تشكل مركبات النتروزو أمين السامة في المعدة.

وجد (Howard *et al*,1994) في دراسة استخدمت فيها تقنية HPLC لتعيين فيتامين C في الفليفلة الخضراء من صنف حار chilli أن نسبته تراوحت بين ١٢١,٨و ١٤٦,٥ مغ / ١٠٠غ وزناً رطباً، بينما وصلت لـ٢٣٣,٣ مغ /١٠٠ غ وزناً رطباً في الفليفلة الحمراء.و تراوحت نسبة فيتامين C بين (٢٥ –٧٥) مغ/١٠٠غ وزناً رطباً في الفليفلة الحلوة (Mitchell, 2006) .

قدر (Perucka and Materska, 2003 ) محتوى الفليفلة من فيتامين C و الفينولات الكلية كما في الجدول (2 .7 ). فتراوحت كمية فيتامينC بين ١٠١-١٦٧ مغ /١٠٠غ وزناً رطباً، أما الفينولات الكلية فقد بلغت ٦٧ مغ /١٠٠غ وزناً رطباً.

**جدول (7.2): محتوى الفليفلة من فيتامين C و الفينولات الكلية في أصناف مختلفة من الفليفلة وفق( Perucka and Materska , 2003)**

| صنف الفليفلة | % مادة جافة | فيتامينC مغ/١٠٠غ وزن رطب | الفينولات الكلية مغ/١٠٠غ وزن رطب |
|---|---|---|---|
| **King Artur** | ٨,١٨ | ١٠١,١٩ | ٤٩,٦٩ |
| **Red Knight** | ٨,٣٩ | ١١٤,٨٥ | ٣٧,٥٤ |
| **Capel Hot** | ٩,٦١ | ١٢٦,٧٤ | ٤٥,٧٨ |
| **Robustini** | ١٦,١٤ | ١٦٧,٥٤ | ٦٧,٣٥ |

وفي دراسة قام بها (Lee *et al*,1995) لتقدير كمية فيتامين C في عدة أصناف من الفليفلة الخضراء الطازجة، فقد وصلت في صنف Jalapeno Jaloro ١٣٠,٨ مغ/١٠٠غ وزناً رطباً. جدول (8.2):

**جدول (8.2): محتوىأنواع مختلفة من الفليفلة من فيتامين C وفق( Lee *et al*, 1995)**

| الصنف | كمية فيتامين C ( مغ/ ١٠٠غ وزن رطب) |
|---|---|
| **Jalapeno Veracruz** | ٧١,٦ |
| **Jalapeno Mitla** | ٤٨,٩ |
| **Jalapeno Jaloro** | ١٣٠,٨ |
| **Sweet Jalapeno** | ٥٤ |
| **Wax Golden Spike** | ١١٤ |
| **Chile New Mexico-6** | ١٣٠,٢ |
| **Green Chile** | ١٢١,٨ |
| **Serrano Hidalgo** | ٦٣,٩ |

أضف إلى ما تقدم أن محتوى الفليفلة الطازجة من فيتامين C يتأثر بشروط التخزين المتبعة والمعاملات التي تتعرض لها. فقد ذكر (Howard, 2001) أن محتوى الفليفلة من فيتامين C تناقص بمعدل ١٠% في الأيام الأربعة الأولى من التخزين على الدرجة ١٠مْ، في حين كانت الخسارة بحدود ٢٠% عند التخزين على الدرجة ٢٠مْ.

كما أن المحتوى من فيتامين C تأثر بطرائق التجفيف ، ففقدت ثمار الفليفلة ٦٣% من محتواها من فيتامين C عندما جففت طبيعياً.

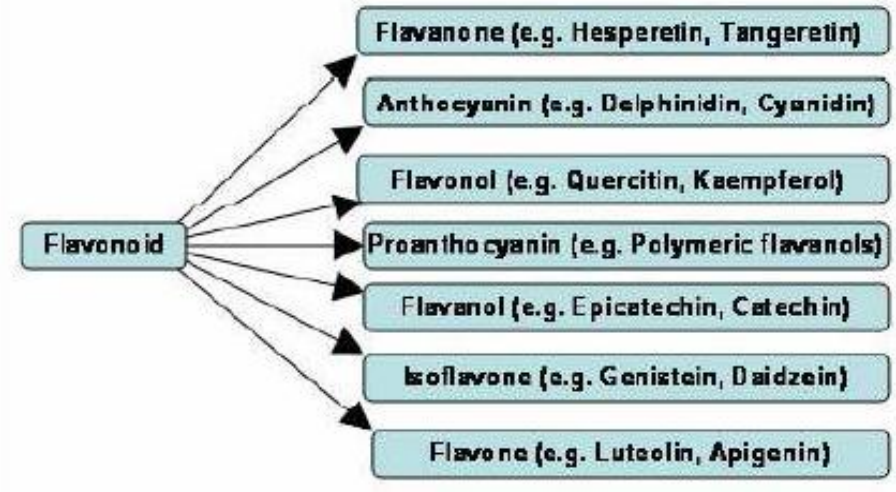
أشار (Howard *et al*, 1994) أن عملية البسترة أدت إلى انخفاض محتوى الفليفلة من فيتامين C بنسبة ٧٥%. ومن المعروف بأن فيتامين C يفقد بسهولة خلال عملية التصنيع أو الطبخ، ففي عملية الطبخ وحدها لم يبق سوى ٣٥% من كمية فيتامين C (Agte *et al*, 2002)

## ٢-٥- الفينولات في ثمار الفليفلة Phenols Content in pepper Fruits:

تحتوي الفليفلة على كميات كبيرة من المركبات الكيميائية مثل فيتامينC, β-كاروتين والفلافونيدات (الكويرستين واللتيولين )(Howard *et al*, 1994).

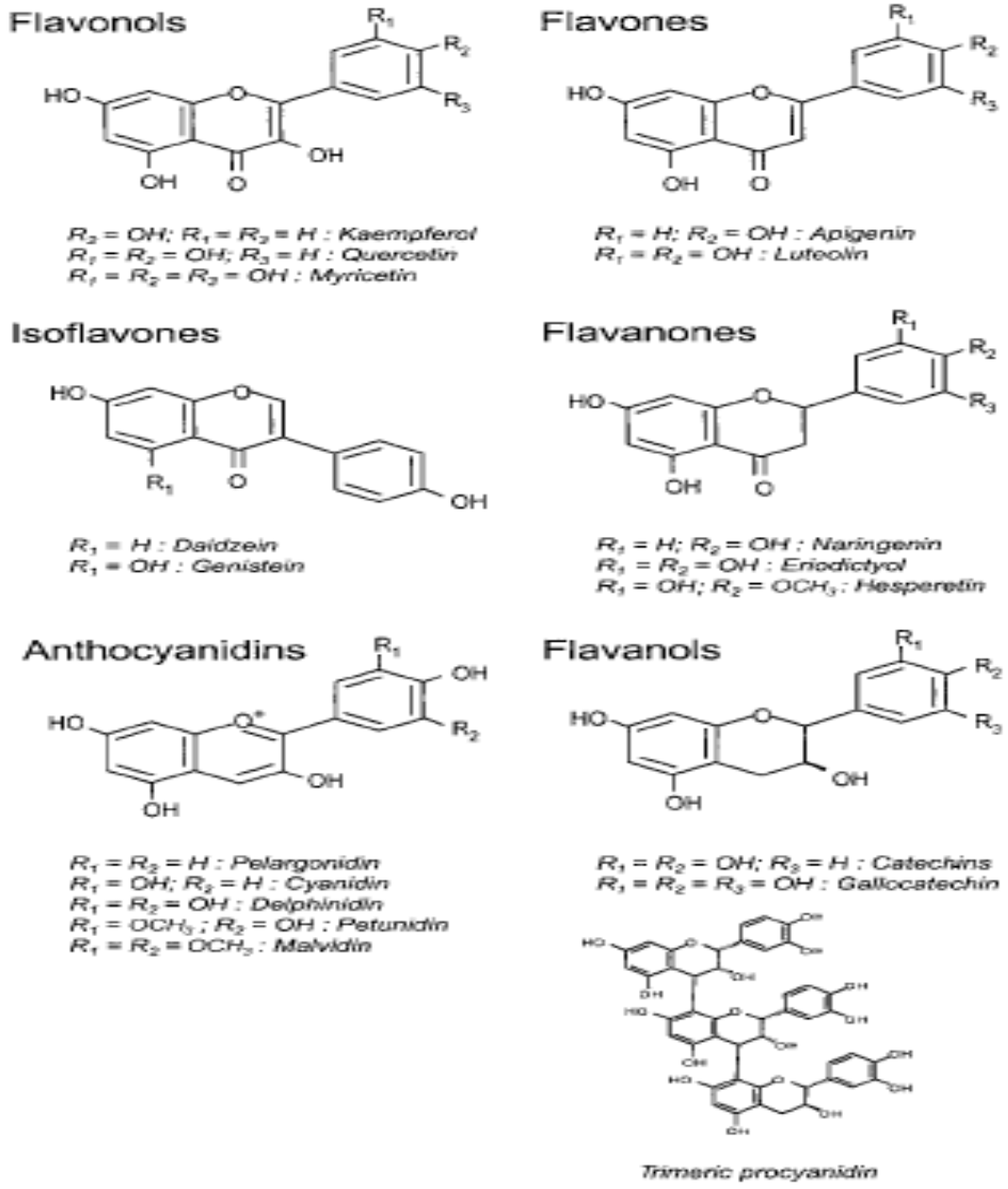
ذكر (Havesteen , 1983) بأن للفلافونيدات فعالية صيدلانية عالية بالإضافة إلى وظيفتها كمضاد أكسدة.

أشار (Lakhanpal and Rai, 2007) إلى وجود أكثر من ٤٠٠٠ نوع من الفلافونيدات تم التعرف عليها، الكثير منها مسؤول عن الألوان الجذابة في الأزهار والثمار والأوراق، هذا ويمكن أن تقسم الفلافونيدات إلى ست مجموعات رئيسية شكل (٢-١ ):




**شكل (2-1): المجموعات الرئيسية للفلافونيدات**

تظهر الدراسات وجود أكثر من ٨٠٠٠ نوع من المركبات الفينولية، فهي تتكون من حلقة عطرية واحدة مع واحدة أو أكثر من المجموعات الهيدروكسيلية، بالإضافة إلى وجود مجموعات أخرى، وبذلك يمكن تقسيمها إلى ١٥ مجموعة رئيسية، متباينة فيما بينها من حيث التركيب الكيميائي فمثلاً الفينولات البسيطة C6-C1 والحموض الفينولية (حمض غاليك).C6-C2 ( Apak *et al*, 2007). كما يبين لنا الشكل (2-2) التركيب الكيميائي للفلافونيدات وأنواعها المختلفة.




**شكل( 2-2): يبين التركيب الكيميائي للفلافونيدات (Manach etal, 2004)**

تتوفر المغذيات البولي فينولية بشكل كبير في غذائنا، الجدول (٢-٩ ). ومما لاشك فيه غنى الفاكهة والخضار بالمركبات الفينولية، والتي لها الدور الأبرز في المساعدة على الوقاية من العديد من الأمراض، وفي مقدمتها السرطان والتهاب المفاصل والروماتيزم وأمراض القلب الوعائية .(Manach *et al*, 2004)

**جدول(9.2): المجموعات الفينولية واهم المركبات الفينولية ومصادرها الغذائية**

**( Lakhanpal and Rai, 2007)**

| *Groups* | *Compounds* | *Food sources* |
|---|---|---|
| **Flavonols** | Quercetin<br>Kaempferol<br>Myricetin<br>Isorhamnetin<br>Querctagetin | Yellow onion, Curly kale, Leek, Cherry tomato, Broccoli, Apple, Green and black tea, Black grapes, Blueberry. |
| **Flavones** | Tangeretin<br>Heptamethoxyflavone<br>Nobiletin<br>Sinensetin<br>Quercetogetin<br>Chrysin<br>Apegenin<br>Luteolin<br>Disometin<br>Tricetin | Parsley, Celery, Capsicum pepper. |
| **Flavanones** | Naringenin<br>Eriodictyol<br>Hesperetin<br>Dihydroquercetin<br>Dihydrofisetin<br>Dihydrobinetin | Orange juice, Grapefruit juice, Lemon juice. |
| **Flavanols** | Silibinin<br>Silymarin<br>Taxifolin<br>Pinobanksin | Cocoa, Cocoa beverages, Chocolates. |
| **Catechins (Proanthocyanidins)** | (+) Catechin<br>Gallocatechin<br>(-) Epicatechin<br>Epigallocatechin<br>Epicatechin 3-gallate<br>Epigallocatechin 3-gallate | Chocolate, Beans, Apricot, Cherry, Grapes, Peach, Red wine, Cider, Green tea, Black tea, Blackberry. |
| **Isoflavones** | Daidzein<br>Genistein<br>Glycitein | Soy cheese, Soy flour, Soy bean, Tofu. |
| **Anthocyanins** | Cyanidin<br>Delphinidin<br>Malvidin<br>Pelargonidin<br>Peonidin<br>Petunidin | Blue berry, Blackcurrant, Black grapes, Cherry, Rhubarb, Plum, Strawberry, Red wine, Red cabbage. |

وفي السنوات الأخيرة تمت التوصية على ضرورة تناول كميات منتظمة من الفاكهة والخضار، حيث يعتقد بأن المركبات الفينولية تلعب دوراً هاماً في الصحة، وتخفيض خطر الإصابة بالأمراض المزمنة، فقد تم الاعتراف بالمنافع التي تزودها هذه المنتجات الطبيعية للإنسان، ومن الأمثلة الكثيرة على ذلك التأكيد على إدراج الزيتون وزيت الزيتون وعصائر الفاكهة في الوجبات الغذائية اليومية (Chuah *et al*, 2008).

منذ قديم الزمان يستخدم الإنسان المستخلصات النباتية لحماية نفسه من الأمراض، ومع تطور التقنيات الحديثة والأبحاث، وجّد أنها تزود جسمه بمواد كيميائية معينة كالفلافونيدات التي تملك صفات مضادة للأكسدة، فقام (Howard, 2001) بتقدير كمية الفلافونيدات معتبراً أنها مكونة من الكويرستين واللتيولين في أصناف مختلفة من الفليفلة الخضراء جدول (2-10).

**جدول (10.2): تقدير كمية الفلافونيدات في بعض أصناف الفليفلة الخضراء وفق (Howard, 2001).**

| الصنف | الكويرستين مغ/ كغ | اللتيولين مغ/ كغ | الفلافونيدات الكلية مغ/ كغ |
|---|---|---|---|
| **Bell Tam B-2** | ٤٤ | ٩ | ٥٣ |
| **Cayenne Mesilla** | ٢٥ | ١٧ | ٤٢ |
| **Chile New Mexico-6** | ١٢٦ | ٥١ | ١٧٧ |
| **Green Chile** | ٢١٠ | ٥٢ | ٢٦٢ |
| **Jalapeno Mitla** | ٤٠ | ١٤ | ٥٤ |
| **Sweet Jalapeno** | ٤٥ | ٦ | ٥١ |
| **Serrano Hidalgo** | ١٦٠ | ٤١ | ٢٠١ |

إن مضادات الأكسدة البولي فينولية هي الأكثر وفرة في وجبتنا الغذائية، والتي يمكن أن ترتفع لأكثر من ١غ/اليوم ، وخاصة مع المغذيات النباتية، وبصورة عامة نقول أنه بالمقارنة نجد أن كميتها أعلى بـ ١٠٠ مرة من فيتامين E و الكاروتينوئيدات.

وفي دراسة قام بها (Lee *et al*, 1995) لتقدير الفلافونيدات في أصناف مختلفة من الفليفلة الخضراء الطازجة حيث تراوحت بين ٥١-٣٢٥ مغ/ كغ . جدول (٢-١١).

**جدول (11.2) تقدير كمية الفلافونيدات في أصناف مختلفة من الفليفلة الخضراء وفق(Lee *et al*, 1995)**

| الصنف | الكويرستين مغ/كغ | اللتيولين مغ/كغ | الفلافونيدات الكلية مغ/كغ |
|---|---|---|---|
| **Jalapeno Mitla** | ٣٩,٥٧ | ١٣,٦٧ | ٥٣,٢٤ |
| **Jalapeno Jaloro** | ١٥١,٢ | ٣٧,٥ | ١٨٨,٧ |
| **Sweet Jalapeno** | ٤٥,٣٣ | ٦,٠٧ | ٥١,٤ |
| **Wax Golden Spike** | ٢٨٨,٣٣ | ٣٦,٨٣ | ٣٢٥,١٦ |
| **Chile New Mexico-6** | ١٢٥,٦٧ | ٥٠,٥٧ | ١٧٦,٢٤ |
| **Green Chile** | ٢١٠,٢٣ | ٥١,٥٣ | ٢٦١,٧٦ |
| **Serrano Hidalgo** | ١٥٩,٨ | ٤١,٤ | ٢٠١,٢ |

أوضح (Hertog *et al*, 1992) في دراسة أجريت على أكثر من ٣٠ نوعاً من الخضار والفواكه، بأن كمية الفلافونول (الكويرستين ) بلغت ٢٨٤-٤٨٦ مغ/ كغ وزناً رطباً في البصل و ٣٠ مغ/كغ وزناً رطباً في البروكلي و ٣٢-٤٥ مغ/كغ وزناً رطباً في البازلاء الطازجة. وفي دراسة أجراها (Paola *et al*, 2004) على الفليفلة الخضراء، بلغت كمية الكويرستين ١,٨ مغ/١٠٠غ وزن رطب، وكمية اللتيولين ١,٢ مغ/١٠٠غ وزن رطب.

**٢-٦- استخلاص وتعيين الفينولات الكلية:**

استخلص (Marinova *et al*, 2005) الفينولات الكلية من أنواع مختلفة من الفاكهة والخضار وقدرت وفقاً لطريقة Folin ciocalteu باستخدام حمض غاليك كمادة معيارية لرسم المنحني المعياري، حيث عبّرعن محتوى الفينولات الكلية على أساس مكافئ حمض غاليك، والطريقة المذكورة يستخدم فيها جهاز المطياف الضوئي على طول موجة ٧٥٠ نانو متر.

ومن جهة أخرى استخلص (Lee *et al*, 1995) الفينولات الكلية من الفليفلة باستخدام الايتانول ٨٠%، وبعد مجانسة العينة استخدم في الاستخلاص الماء منزوع الشوارد، وتقنية الاستخلاص بالطور الصلب، واستخدم فيها حمض كلوروجنيك كمادة معيارية.

وفي دراسة مماثلة قام بها (Zhang and Hamauzu, 2003) باستخلاص الفينولات الكلية من أنواع مختلفة من الفليفلة باستخدام الميتانول ٨٠%، وقدرت الفينولات الكلية وفقاً لطريقة Folin ciocalteu حيث عبر عن محتوى الفينولات على أساس مكافئ حمض غاليك.

وفي عام ٢٠٠٧ قام عدد من الباحثين (Durucasu and Tokusoglu, 2007) باستخلاص الفلافونيدات الكلية من الفليفلة الخضراء وقدرت وفقاً لطريقة(Marinova *et al*, 2005) وتم استخدام الكاتيكين لرسم المنحني المعياري حيث عبر عن محتوى الفلافونيدات الكلية على أساس مكافئ كاتيكين مغ/١٠٠غ واستخدم في التقدير جهاز المطياف الضوئي على طول موجة ٥١٠ نانو متر.

## ٢-٧- مفهوم مضادات الأكسدة والجذور الحرة

## Concept of Antioxidants and Free Radicals:

ترتبط الصحة بالغذاء بشكل كبير منذ أقدم العصور، حيث ندرك الأهمية الحيوية للمغذيات الصغيرة على الصحة ودورها الكبير كمضادات للأكسدة.فالوجبة الغذائية الغنية بمضادات الأكسدة تلعب دوراً هاماً في منع العديد من الأمراض .(Evans and Halliwell, 2001).

تعرف مضادات الأكسدة بأنها مركبات قادرة على منع أو إعاقة أكسدة المركبات الأخرى، إذ تقوم بتقديم إلكترونات إلى الجذور الكيميائية الحرة، وتتحول بدورها إلى جذور حرة ضعيفة غير فعالة وغير سامة. (Halliwell, 1999).

ولذلك يمكن أن نقول عن مضادات الأكسدة بأنها تشكل حاجزاً يثبط أو يؤخر الأكسدة في الأنظمة الخلوية، وذلك عبر كبت أو وقف استمرار سلاسل تفاعلات الأكسدة ، التي تعطي الجذور الحرة المعروفة بنشاطها وفعاليتها داخل النسج.(Chatterjee *et al*, 2007).

إن المصادر الغذائية الرئيسية لمضادات الأكسدة: هي الفاكهة والخضار والمشروبات النباتية المشتقة منهما مثل عصائر الفاكهة والشاي والقهوة والنبيذ الأحمر ، وعلى الرغم من الانتشار الواسع لهذه المركبات في النباتات ، فالدراسات الواسعة التي تمت على مضادات الأكسدة تناولت حتى الآن الفيتامينات والكاروتينوئيدات والمعادن.

## ٢-٨- أنواع مضادات الأكسدة الطبيعية:

تقسم مضادات الأكسدة إلى:

١- مضادات أكسدة أنزيمية

٢- مضادات أكسدة لاأنزيمية

وتختلف هذه المضادات عن بعضها البعض في دورها في إيقاف عمليات الأكسدة المختلفة، فمثلاً يختلف تماماً الدور الذي يقوم به فيتامين C عن الدور الذي يقوم به فيتامين E (الجدول ٢-١٢).

**الجدول (12.2): يبين أنواع مضادات الأكسدة وطريقة عملها**

| مضادات الأكسدة الأنزيمية | مضادات الأكسدة اللاأنزيمية |
|---|---|
| غلوتاتون بيروكسيداز له دور في إزالة $H_2O_2$والبيروكسيدات | كاروتينوئيدات ودورها يتلخص بـ إزالة أصناف الأكسجين المتفاعلة |
| كتالاز له دور في إزالة $H_2O_2$<br>جلوتاتيون له دور في إزالة $H_2O_2$<br>بيروكسيداز | بيليروبين :إنتاج الهيم المستقلب في الجسم |
| | فيتامين C: تثبيط الجذور الحرة |
| | فيتامين E: تحطيم سلسلة الأكسدة |
| | حمض اليوريا تثبيط جذر $OH^{\cdot}$ |

**2-9- الجذور الحرة:**

تنتج الجذور الحرة في الجسم من عمليات الإستقلاب العادية من جهة، ومن الظروف المحيطة بجسمنا من جهة أخرى، فمن المصادر الداخلية لتوليد الجذور الحرة عملية التنفس وتوليد الطاقة. ومن الأمثلة على المصادر الخارجية التي تولد الجذور الحرة، الدخان، المبيدات، الهواء الملوث، بعض العقاقير و التو كسينات (السموم) (Keith,1999).

وتوضح المعادلات الآتية الدور الذي تقوم به مضادات الأكسدة في كبح جذور البيروكسيل والألكوكسيل (Belitz *et al*, 1987).

$$RO._2 + AH \longrightarrow ROOH + A^{\cdot}$$
$$RO. + AH \longrightarrow ROH + A^{\cdot}$$

الجذر الحر لمضاد الأكسدة ($A^{\cdot}$) غير نشيط فلا يبدأ مرحلة الاستمرار، وعوضاً عن ذلك يتفاعل ويتحول إلى جزيء عادي.

$$RO._2 + A^{\cdot} \longrightarrow ROOA$$
$$RO. + A^{\cdot} \longrightarrow ROA$$

ومما لاشك فيه بأن إنتاج الجذور الحرة في الجسم يتم بشكل مستمر، وذلك عائد للوظائف الخلوية الطبيعية، أما مصادر نشؤها فإما ذاتية النشوء أي تنشأ داخل الخلية، أو من مصادر خارجية،

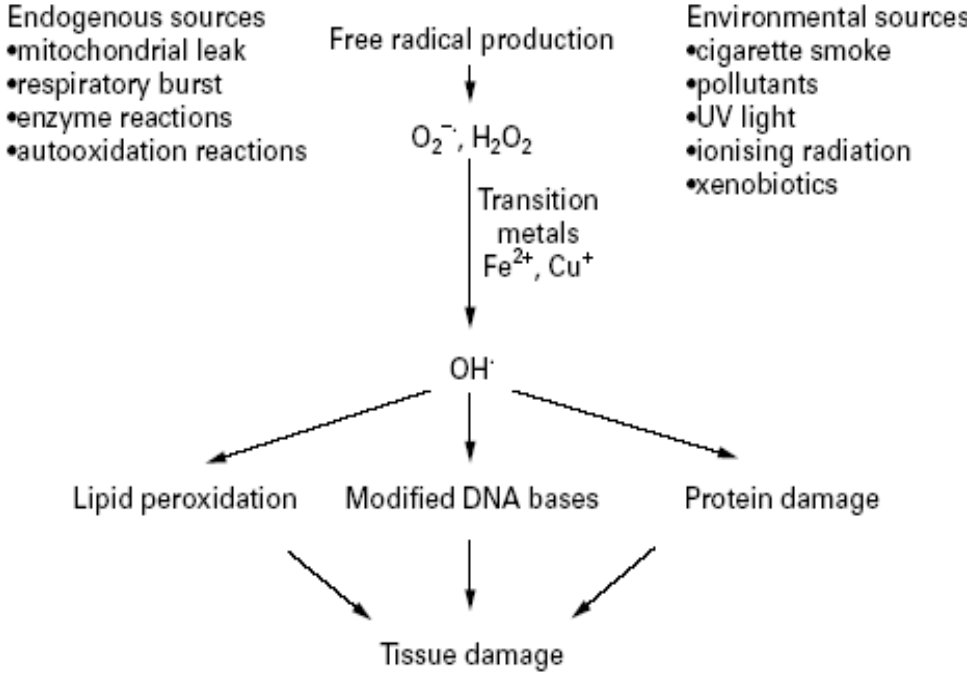
وتلعب دوراً كبيراً في حدوث العديد من الأمراض ، وهنا يأتي دور مضادات الأكسدة في الحد من تضرر الأنسجة، وذلك بمنع تشكل الجذور الحرة أو بتحويلها إلى أشكال أخرى. ( Young and Woodside, 2001 ).

والجذور الحرة أنواع كيميائية (ذرات، جزيئات) تحتوي على إلكترون منفرد، يجعل الذرة جذراً نشيطاً، تهاجم جزيئات المكونات الخلوية فتخربها وتولد جذوراً حرة أخرى تبدأ مرة ثانية بتخريب مكونات أخرى، وهكذا يستمر التسبب بالأضرار للخلايا المحيطة والنسج (Keith, 1999).

تُظهر الدراسات بأن آلية عمل الجذور الحرة تتم إما بالتبرع بإلكترون أو انتزاع إلكترون من جزيئات أخرى، وهذا السلوك يتم في تفاعلات الأكسدة والإرجاع، وكنتيجة لهذه التفاعلات الهامة فإن معظم هذه الجذور الحرة تملك نصف عمر قصير جداً لا يتجاوز ٦−١٠ ثواني ( Young and Woodside, 2001).

وقد بات من المسلم به أن الجذور الحرة المشتقة من الأكسجين، وخاصة أيون السوبر اوكسيد وجذر الهيدروكسيل هي من أهم الجذور المسببة للحالات المرضية الشائعة، وتفاعلات الجذور الحرة تحدث بآليات متعددة متضمنة النشوء الذاتي والعوامل البيئية المحيطة.

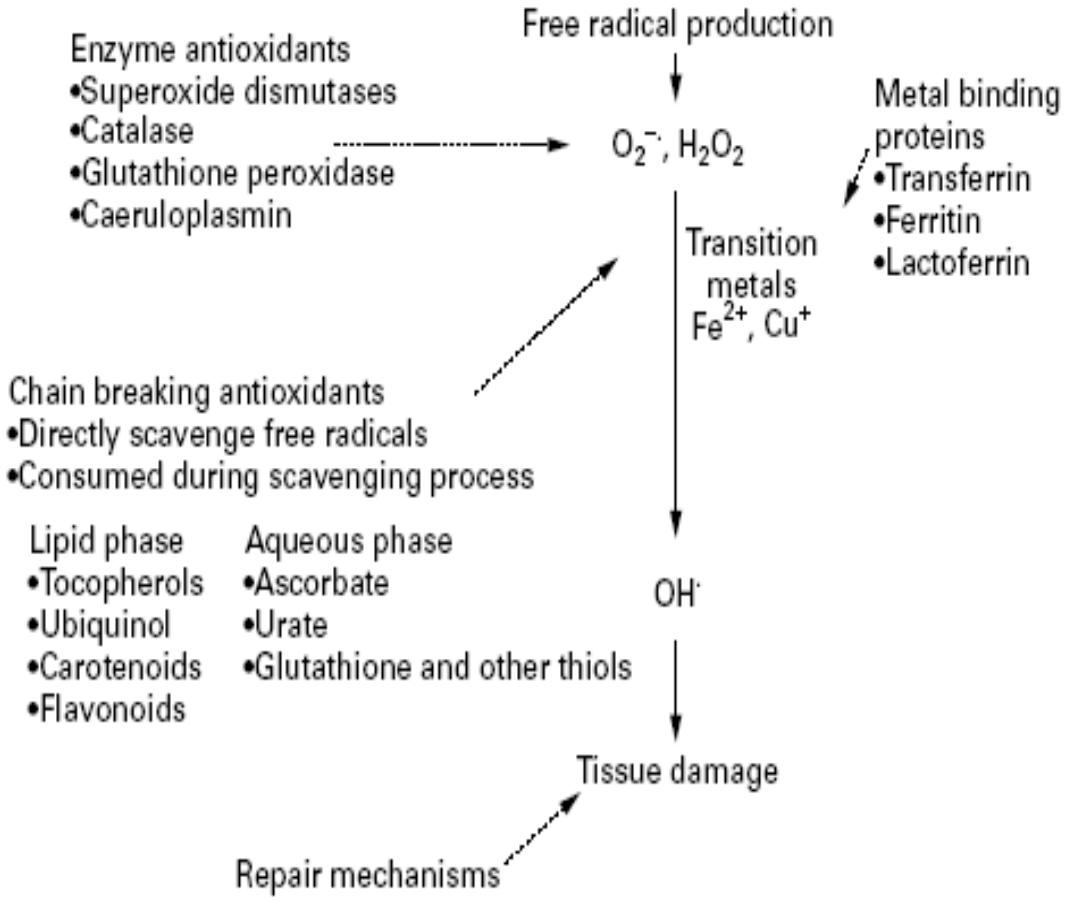
الشكل (2− 3 ). (Young and Woodside, 2001).




**شكل (2− 3): يبين المصادر الرئيسية للجذور الحرة في الجسم والأضرار الناتجة عنها في الجسم (Young and Woodside , 2001)**

ونرى من الآلية الموضحة في الشكل (2-4) أن مضادات الأكسدة تمنع هجوم الجذور الحرة على نسج البدن، وبالتالي توقف تهدم هذه النسج، فمضادات الأكسدة الأنزيمية (الكتالاز) توقف عادة

الجذور الحرة المتنوعة في البيئة الخلوية، وارتباط المعادن بالبنيات البروتينية، وتمنع تفاعل المعادن مع بروكسيد الأكسجين والسوبر أكسيد واللذان يعرفان بإنتاجهما العالي من الجذور الحرة. ( Young and Woodside, 2001).




**الشكل ( 2-4): آلية عمل مضادات الأكسدة في كبح نشاط الجذور الحرة**

هذا وتختلف أشكال وأنواع الجذور الحرة المنتجة في الجسم، وفيما يلي جدول(٢– ١٣) يبين أهم أنواع الجذور الحرة المنتجة في جسم الإنسان وأهم تفاعلاتها الكيماوية.

**جدول (١٣,٢): أنواع الجذور الحرة المنتجة في جسم الإنسان وفق (Evans and Halliwell, 2001)**

| | الجذور الحرة | غير الجذور |
|---|---|---|
| **أنواع تفاعلات الأكسجين** | سوبر أكسيد $O_2^{-}\cdot$<br>هيدروكسيل $OH\cdot$<br>بروكسيل $RO_2\cdot$<br>الكوكسيل $RO\cdot$<br>هيدروبيروكسيل $HO_2\cdot$ | الماء الأكسجيني $H2O2$<br>حمض الهيبوكلوريت HOCL<br>الأوزون $O_3$<br>الأوكسجين الوليد O<br>حمض الهيبوبروميت HOBr |
| **أنواع تفاعلات النتروجين** | أكسيد النتريك NO<br>ثنائي أكسيد نتروجين $NO_2$ | حمض الأزوتي $HNO_2$<br>أنيون النتروكسيل $NO^{+}$<br>كاتيون النتروسيل $NO^{-}$<br>$N_2O_4, N_2O_3, ONOO^{-}$,<br>$NO_2^{+}$, $NO_2CL$, $NO^{-}$ |
| **أنواع تفاعلات الكلور** | | حمض الهيبوكلوريت HOCL<br>نتريل الكلوريد $NO_2CL$ |

## 10-2- ثمرة الفليفلة كمضاد أكسدة Peepper Fruit as Antioxidant:

تعتبر الخضار والفواكه مصدراً جيداً لمضادات الأكسدة الطبيعية، التي تحتوي على مركبات مضادة للأكسدة مختلفة تحمي الجسم من الجذور الحرة (Cao *et al*, 1996).

أكد (Byers and Peery, 1992) بأن الفليفلة مصدر جيد لمركبات كيميائية وفيتامين C والكاروتينات التي تعتبر من مضادات الأكسدة الغذائية الهامة في وجبة الإنسان. تحتوي الفليفلة على مستوى عال من فيتامين C,E والكاروتينات. كما يكتمل النشاط الكلي لمضادات الأكسدة بوجود المركبات الفينولية (Materska *et al*, 2003).

قام (Zhang and Hamauzu, 2003) بتقدير النشاط المضاد للأكسدة بطريقة تثبيط الجذور الحرة DPPH في الفليفلة الخضراء والحمراء والصفراء فكانت نسبة التثبيط على التوالي ٣٣,٢ %، ٥٢,٣% ، ٤٥,٥%.

ولعل (Lee *et al*, 1995) يعتبر أول من قام بتقدير النشاط المضاد للأكسدة في أصناف مختلفة من الفليفلة حيث أكد على اختلاف النشاط المضاد للأكسدة في الفليفلة باختلاف الصنف (جدول٢- ١٤).

**جدول (14.2): تقدير النشاط المضاد للأكسدة وفق (Lee *et al*, 1995)**

| الصنف | النشاط المضاد للأكسدة % |
|---|---|
| Jalapeno Veracruz | ٥٠,١ |
| Jalapeno Mitla | ٥٩ |
| Jalapeno Jaloro | ٦٢,٧ |
| Sweet Jalapeno | ٦٧ |
| Wax Golden Spike | ٧٠ |
| Chile New Mexico-6 | ٧١,٦ |
| Green Chile | ٧٦,٦ |

**٢-١١- تأثير عمليات التصنيع على الفينولات الكلية والنشاط المضاد للأكسدة في الفليفلة الخضراء:**

وجد(Lee and Howard,1999) أن كمية الكويرستين واللتيولين تنخفض بمعدل ٤٥% عند عملية تصنيع الفليفلة بينما تبقى ثابتة خلال التخزين.

أشار (Turkmen *et al*, 2005) أن محتوى الفليفلة الخضراء من الفينولات الكلية ارتفع من ١٣٤٥ مغ /١٠٠غ وزن جاف إلى ١٣٧١مغ/١٠٠غ وزن جاف عند المعاملة بالبخار وارتفع إلى ١٦٩٦مغ/١٠٠غ وزن جاف عند المعاملة بالميكروويف، وقد ترافق ذلك مع ارتفاع في النشاط المضاد للأكسدة، بينما أدت المعاملات السابقة إلى انخفاض الفينولات الكلية والنشاط المضاد للأكسدة في البازلاء والكراث. والسبب في هذا الانخفاض يعود لتهدم الفينولات خلال عملية الطبخ (Crozier *et al*, 1997).

أوضح (Stewart *et al*, 2000) بازدياد الفينولات الحرة التي تلعب دوراً مضاداً للأكسدة عند المعاملة بالحرارة .

بيّن (Zhang and Hamauzu, 2004) عدم وجود اختلاف في محتوى المركبات المضادة للأكسدة والنشاط المضاد للأكسدة بين عملية الطبخ التقليدي والطبخ بالميكروويف.

أشار(Manzocco *et al*, 2001) إلى عدم تغير النشاط المضاد للأكسدة في الخضار والفاكهة المصنعة، بسبب تحسين الخواص المضادة للأكسدة في المركبات الطبيعية، أو تشكيل مركبات أخرى كمنتجات تفاعل ميلارد التي تملك خواصاً مضادة للأكسدة .

وفي دراسة أجريت للتحري عن تأثير عملية التجفيف في النشاط المضاد للأكسدة وفيتامين C في الفليفلة الحمراء المجففة على الدرجة ٧٠م° لمدة ٦ ساعات، فقد بلغ النشاط المضاد للأكسدة ثلاثة أضعاف النشاط المضاد للأكسدة في الفليفلة المجففة بالطريقة التقليدية، وكذلك بلغت قيمة فيتامين C 12±2.15 مغ/١٠٠غ وانخفضت إلى 3.05±0.39 مغ/١٠٠غ في الفليفلة المجففة بالطريقة التقليدية (Kim *et al*, 2006).

بينما درس (Castro *et al*, 2008) تأثير المعاملة الحرارية بالدرجة ٧٠و٨٠و٩٨ مْ لمدة (١-٢,٥) دقيقة على ثمار الفليفلة الحلوة الخضراء. ولاحظ أن أنزيم البيروكسيديز يبدي ثباتاً عالياً للمعاملة الحرارية، بينما أنزيم البولي فينول أوكسيديز قد تم تثبيطه بصورة كاملة.

# مواد البحث وطرائقه
# METHODS & MATERIALS

**3- مواد البحث وطرائقه:**

**3-1 مواد البحث**

**3-1-1- ثمار الفليفلة Pepper fruits:**

أخذ صنفين من ثمار الفليفلة الخضراء (*Capsicum annum*) التي تنتمي للفصيلة الباذنجانية *Solanaceae* من مزرعة كلية الزراعة في موسم الحصاد التجاري لها (في شهر أيار) لموسم ٢٠٠٧. إن عينات الفليفلة المستخدمة في هذا البحث هي عينات طازجة معروفة محلياً بالفليفلة الخضراء الحلوة، والفليفلة الخضراء الحارة، وقد أخذت العينات متماثلة في الحجم واللون ودرجة النضج وبدون وجود أضرار عليها. نقلت الثمار إلى مخبر الصناعات الغذائية الكائن في كلية الزراعة. ثم قسمت لثلاثة أجزاء، جزء طازج خضع للتحليل الكيميائي مباشرة، وجزء تم تجفيفه في الظل، وجزء ثالث تم تخليله في محلول ملحي.

**3-1-2- تجفيف ثمار الفليفلة:**

اتبعت الطريقة الشائعة في سورية لتجفيف ثمار الفليفلة والتي يمكن وصفها كمايلي:

غسلت ثمار الفليفلة ووضعت جانباً لتجف ثم ثقبت ستة ثقوب بشوكة طعام، ثلاثة ثقوب من كل طرف، وعلقت على شكل قلادة وترك فراغ صغير بين كل ثمرة وأخرى، ثم وضعت في مكان جاف في الظل وكانت درجة الحرارة السائدة في حدود(٢٥م°) والرطوبة النسبية تتراوح بين ٢٠-٥٠%. ويسمى هذا النوع من التجفيف بالتجفيف الطبيعي، تميزاً له عن طرق التجفيف الأخرى. وبعد جفاف الثمار وضعت في أكياس من البولي اتيلين بعد أن تم ضغطها لتخفيف كمية الهواء في داخل الكيس بعدها حفظت في الثلاجة. حللت العينات لمعرفة محتواها من فيتامين C والفينولات الكلية بعد عملية التجفيف، وبعد تخزينها لمدة ١٢ أسبوعاً، مع قياس النشاط المضاد للأكسدة، وجرى التحليل لثلاثة مكررات.

**٣-١-٣- تخليل ثمار الفليفلة:**

اتبعت طريقة منتشرة في سورية لتخليل الفليفلة ، والتي تلخص كالتالي:

ُغسلت الثمار لإزالة الأوساخ والأتربة العالقة، بعدها ثقبت ووضعت في مرطبانات نظيفة معقمة، وأضيف إليها محلول ملحي ١٠%، وحفظت المرطبانات مغلقة لمدة أسبوعين حتى انتهاء التخليل، بعدها تم استبدال المحلول الملحي بمحلول مكون من محلول ملحي ٢,٥% وأضيف إليه حمض لبن بمعدل ٢٠غ/لتر وحمض الخل المركز بمعدل ٣٠غ/لتر وكمية من كلور الكالسيوم بنسبة١غ /لتر بعدها تم معالجتها حرارياً حتى وصلت الحرارة داخل المرطبانات إلى ٧٥ م ° للمرطبانات وحفظت لحين التحليل. حللت العينات لمعرفة محتواها من فيتامين C بعد عملية التخليل،

وأثناء التخزين لمدة ١٢ أسبوعاً، في حين اقتصر تحليل الفينولات الكلية وقياس النشاط المضاد للأكسدة على العينات بعد التخليل مباشرة ،وبعد تخزينها لمدة ١٢ أسبوعاً، وجرى تحليل جميع العينات لثلاث مكررات (Binested, 1971).

**٣-٢- طرق التحليل الكيميائي Analytical Methods:**

**٣-٢-١- تعيين الرطوبة، الرماد، الدهن، السكريات الكلية:**

تم تعيين كل من الرطوبة، الرماد الدهن، السكريات الكلية وفقاً لما جاء في كتاب (AOAC) لعام٢٠٠٠.

**٣-٢-٢- تعيين فيتامين C:**

تم تعيين فيتامين C وفق (AOAC, 2000). باستخدام طريقة المعايرة بصبغة 6,2 ثنائي كلوروفينيل إندوفينول التي تعتمد على تغير لون هذه الصبغة بسبب اختزال الفيتامين لهذه الصبغة نتيجة أكسدة فيتامين C إلى فيتامين C منزوع الهيدروجين.

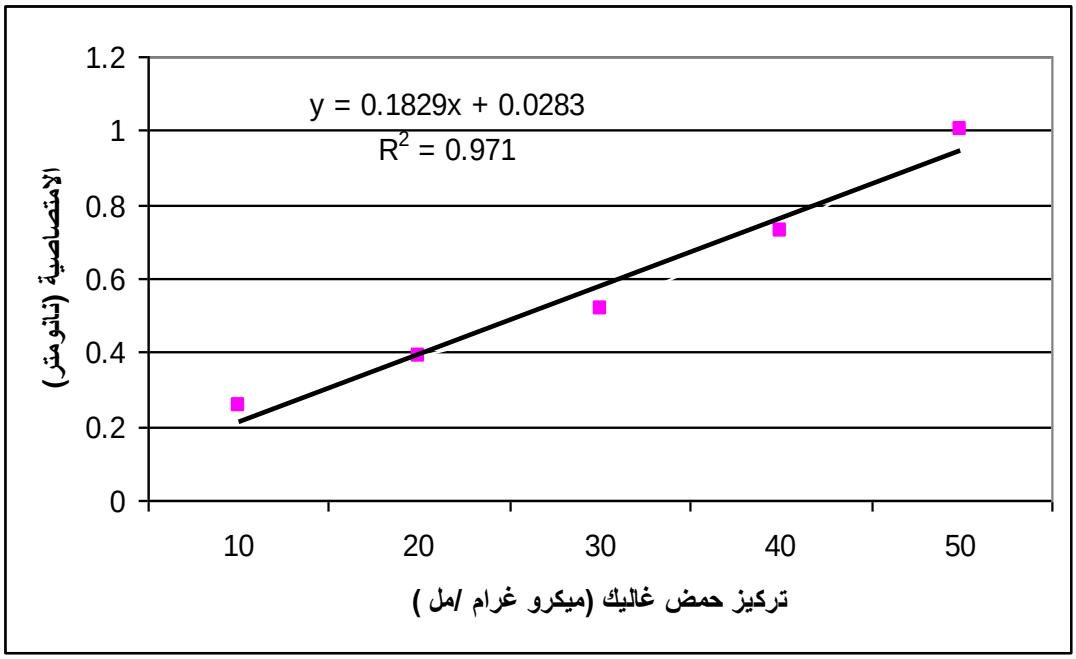
**٣-٢-٣- استخلاص الفينولات الكلية:**

اتبع في استخلاص الفينولات الكلية من العينات المدروسة ، ما ورد في طريقة (Wada and Ou, 2002) مع بعض التعديلات، حيث أخذ ١٠غ من العينة المهروسة بالرمل النظيف في أنبوب من البولي ايتلين سعة ٥٠ مل، وأضيف إليها ٣٠ مل إيتانول مطلق، ثم استخلصت بعدها الفينولات باستخدام محرك مغناطيسي على السرعة القصوى، وبدرجة حرارة الغرفة لمدة ساعة، ثفلت بعدها العينة بجهاز طرد مركزي، والجهاز المستعمل ألماني المنشأ من النوع (Tabletop model, IEC 215) على السرعة القصوى (Max RPM 3200)، وأخذ السائل الرائق للتحليل .

**٣-٢-٤- تقديرالفينولات الكلية:**

قدرت الفينولات كمياً باستخدام طريقة Folin-Ciocalteu المستخدمة من قبل (Asami *et al*, 2004)، حيث أخذ ٢ مل من العينة التي سبق تحضيرها، وأضيف لها ٣ مل من الماء المقطر، و٠,٢ مل من كاشف فولين، ووضعت في دورق معياري سعة ١٠ مل، ثم رج المزيج باستخدام محرك الأنابيب لنحو دقيقتين في حرارة الغرفة، ثم أضيف بعدها ٤ مل من $Na_2CO_3$ (7%) وأكمل الحجم بالماء المقطر حتى العلامة.

خُلط المزيج السابق، وُترك لمدة ساعتين على حرارة الغرفة بعدهاُ ثفل وقرئ امتصاصه بالمطياف الضوئي على طول موجة ٧٥٠ نانو متر. استعمل حمض غاليك كمحلول معياري مرجعي لتحضير المنحني المعياري بتركيز يتراوح من ٠-٥٠ ميكرو غرام /مل (الشكل٣-١).




**شكل (3 -1) المنحني المعياري لحمض غاليك**

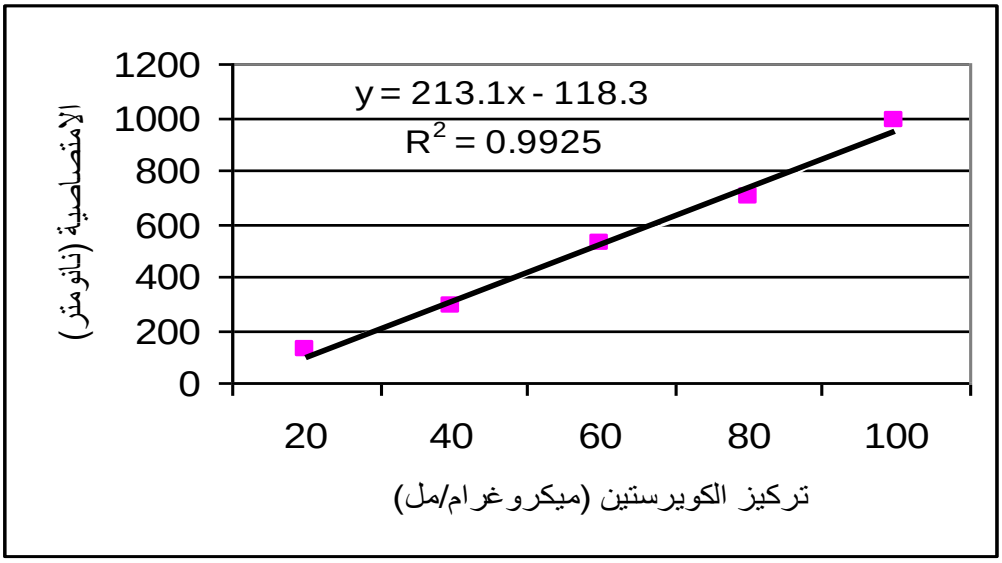
**٣-٢-٥- استخلاص الفلافونيدات:**

خُاتبع في استخلاص الفلافونيدات من العينات المدروسة ما ورد في طريقة Marinova *et al*, 2005) مع بعض التعديلات حيث أخذ 5 غ من العينة المهروسة بالرمل النظيف في أنبوب من البولي ايتلين سعة ٥٠ مل، وُأضيف إليها ٥٠ مل من الميثانول ٨٠% ، وبعدها استخلصت الفلافونيدات في حمام طارد الغازات لمدة ٢٠ دقيقة، ثُفلت بعدها العينة بجهاز طرد مركزي، والجهاز المستعمل ألماني المنشأ من النوع (Tabletop model, IEC 215) على السرعة القصوى (3200 Max RPM)، وُاخذ السائل الرائق للتحليل.

**٣-٢-٦- تعيين الفلافونيدات:**

عُينت الفلافونيدات كمياً باستخدام طريقة Aluminum chloride المستخدمة من قبل (Marinova *et al*, 2005)، حيثُ أخذ ١مل من العينة التي سبق تحضيرها ،وأضيف لها٤مل من الماء المقطر، و٠,٣مل من $NaNO_3$(5%) ووضعت في دورق معياري سعة ١٠ مل وبعد خمس دقائق، أضيف ٠,٣ مل من $AlCl_3$، وفي الدقيقة السادسة تم إضافة ٢ مل Na OH (١ن) وأكمل الحجم بالماء المقطر حتى العلامة.

خُلط المزيج السابق بشكل جيد ثم ثقل، وقرئ امتصاصه بالمطياف الضوئي على طول موجة ٥١٠ نانو متر. استعمل الكويرستين كمحلول معياري مرجعي لتحضير المنحني المعياري بتركيز يتراوح من ٠-١٠٠ ميكرو غرام /مل.




**شكل (3 -2 ): المنحني المعياري للكويرستين**

**٣-٣- قياس النشاط المضاد للأكسدة Antioxidant Activity Assay:**

تم قياس النشاط المضاد للأكسدة بطريقتين، الأولى بتعيين النشاط الكابح للجذور الحرة باستخدام DPPH والثانية طريقة زوال لون بيتا كاروتين.

**٣-٣-١- تعيين النشاط المضاد للأكسدة وفق طريقة الجذر الحر ثنائي فينيل بيكريل هيدرازيل (DPPH):**

Antioxidant activity determination using free radical
1,1-diphenyl-2-picryl-hydrazyl (DPPH)

قيّس النشاط الكابح للجذور الحرة وفقاً للطريقة المتبعة من قبل(Singh *et al*, 2002) وهي بالمختصر كما يلي:

يضاف إلى مستخلص العينة الكحولي نفس الحجم من محلول DPPH (٦٠ مكرومول في الميتانول) وبعد المزج وخلط المزيج السابق بخلاط الأنابيب (vortex) يقاس امتصاصه بالموجة ٥١٧ نانومتر بعد مضي ٣٠ دقيقة، استعمل الميتانول في التجربة الشاهدة بدلاً من العينة.

أجريت تجربة على BHT وحمض الاسكوربيك للمقارنة مع النتائج التي تعطيها عينات المستخلص وعبر عن النشاط الكابح للجذور الحرة لحساب النسبة المئوية لتثبيط الأكسدة من المعادلة:

$$\% \text{ Inhibition} = [(A-A')/A] \times 100$$

حيث:

A: امتصاص الشاهد.

A': امتصاص العينة.

**٣-٣-٢- تقدير النشاط المضاد للأكسدة وفق طريقة بيتا كاروتين:**

**Antioxidant activity determination using β-carotene method**

قدّر النشاط المضاد للأكسدة وفق طريقة تحديد زمن إزالة لون بيتا كاروتين. (β-carotene bleaching time) المتبعة من قبل (Kaur and Kapoor, 2002) مع قليل من التعديل، حيث أخذ ٢٠ مل من محلول بيتا كاروتين (٤ مغ بيتا كاروتين في٢٠ مل كلوروفورم) في دورق مخروطي سعة ١٠٠ مل، بعدها أضيف ٠,٢ غ من Tween-20، ثمُ بخّر الكلوروفورم على حرارة ٤٠ م° باستخدام المبخر الدوراني، وأضيف إلى المزيج ٥٠ مل ماء مقطر مشبع بالأكسجين (وتم ذلك بإمرار الهواء لمدة زمنية ثابتة)، مع التحريك اليدوي للحصول على مستحلب ثابت.

أخذ ٥ مل من المستحلب السابق إلى أنبوب اختبار موضوع فيه ٠,٢ مل من مستخلص العينة.

ُاستعمل BHT وفيتامين C (٥٠ مغ / ليتر) كمضاد أكسدة مرجعي للمقارنة مع العينة المختبرة ووضع الكحول بدلاً من مستخلص العينة في التجربة الشاهد. قيّس الامتصاص الضوئي عند طول موجة ٤٧٠ نانو متر وفي الزمن صفر. حضّن المستخلص في حمام مائي بالدرجة ٥٠مْ، وأخذ الامتصاص الضوئي كل ١٠ دقائق حتى زوال لون المحلول بيتا كاروتين، واستغرقت هذه العملية ١٢٠ دقيقة.

حسب النشاط المضاد للأكسدة كنسبة مئوية بإتباع المعادلة التالية:

$$\% AA = [1-(Ai-At) / (Ai'-At')] \times 100$$

**حيث:**

**AA:** النشاط المضاد للأكسدة %.

**Ai:** قيمة امتصاص العينة عند الزمن صفر.

**At:** امتصاص العينة بعد مرور ١٢٠ دقيقة على ٥٠مْ.

**Ai':** امتصاص الشاهد عند الزمن صفر

**At':** امتصاص الشاهد بعد مرور ١٢٠ دقيقة على ٥٠مْ.

ُعبّر عن نتائج التحاليل الكيميائية للمواد الفعالة بيولوجياً والنشاط المضاد للأكسدة على أساس متوسط لثلاثة مكررات منسوبة إلى وزن ١٠٠غ من المادة مع حساب الانحراف المعياري (±SD).

**٣-٤- التحليل الإحصائي:**

أجري تحليل التباين (ANOVA) على اعتبار أنها تمثل تصميماً قطاعياً عشوائياً متكاملاً، باستخدام برنامج SPSS، بعد إدخال ثلاثة مكررات لكل نتيجة من الدراسة، واستعمل اختبار T لتوضيح معنوية المتوسطات ومقارنتها ،وعدت الاختلافات معنوية عندما تكون $P<0.05$ .

# النتائج والمناقشة
# RESULTS & DISCUSSION

أنجز هذا البحث لدراسة التركيب الكيميائي للفليفلة الخضراء (الحلوة والحارة ) بنوعيها الطازجة والمصنعة مع التركيز على عوامل الجودة المتمثلة بفيتامين C والفينولات الكلية. ومن جهة أخرى فأننا نتناول في سورية الفليفلة بكثرة وبأشكال مختلفة (طازجة، مخللة، مجففة). ولا نعرف مدى تأثير العمليات التصنيعية من تجفيف وتخليل، كما هي متبعة في سورية، على المركبات الفعالة بيولوجياً، ولا على النشاط المضاد للأكسدة في الفليفلة الخضراء الحلوة والحارة المزروعة. كما أننا لم نعثر على نشرة علمية مفيدة، لذلك أنجز هذا البحث لتوضيح النقاط السابقة.

## ٤- النتائج والمناقشة:

### ٤-١- التركيب الكيميائي للفليفلة الطازجة:

يظهر الجدول (4-1) التركيب الكيميائي للفليفلة الخضراء الطازجة الحلوة والحارة والواضح فيه أن قيمة فيتامين C تراوحت بين ٧٥-٨٦ مغ/١٠٠غ وزناً رطباً،حيث كانت قيمته ٧٥ مغ/١٠٠غ في الفليفلة الحلوة و٨٦ مغ/١٠٠غ في الفليفلة الحارة. بينما تراوحت قيمة السكريات الكلية بين ١٣٠,٣ - ١٣٦,٣ مغ/١٠٠غ وزن رطب. وبلغت الفينولات الكلية ٢٢٥,٣ مع /١٠٠غ مادة طازجة في الفليفلة الحلوة الطازجة و ٢٠٧,٣ مغ/١٠٠غ مادة طازجة في الفليفلة الحارة الطازجة.

وقد أورد (Lee *et al*,1995) تراكيز للفينولات الكلية في أنواع مختلفة من الفليفلة الطازجة التي تراوحت بين (١٧٨-٣٨٤) مغ /١٠٠غ مادة طازجة. وتقع مستويات الفينولات الكلية في الفليفلة المستخدمة ضمن هذا المجال.

**جدول(4-1): المتوسطات العامة للتركيب الكيميائي لأصناف الفليفلة الخضراء الطازجة الحلوة والحارة**

| التركيب الكيميائي | طازجة | |
|---|---|---|
| | حلوة | حارة |
| % الرطوبة | ٠,٨١±٩٣.٠٠ | ٠,٨١±٩٢.٠٠ |
| % الرماد | ٠,٠٠٢±٠,٣٤٨ | ٠,٠٠٢±٠,٣٣٤ |
| السكريات الكلية( غ /١٠٠غ) | ٠,٥٢±٧.٥٠ | ٠,٢٤±7.40 |
| % الدهن | ٠,٠٠٨±٠,٠٢ | ٠,٠٠٨±٠,٠١ |
| فيتامين C (مغ /١٠٠غ) | ١,٦٣±٧٥.٠٠ | ١,٦٣±٨٦.٠٠ |
| الفينولات الكلية (مغ/١٠٠غ مادة رطبة) | ٠,٦١±٢٢٥,٣٠ | ٠,١±٢٠٧,٣٠ |

### ٤-1-٢ التركيب الكيميائي للفليفلة الخضراء المصنعة ( الحلوة والحارة ) :

يبين الجدول (4-2) التركيب الكيميائي لأصناف الفليفلة الحلوة والحارة المصنعة (المخللة والمجففة) حيث تراوحت قيمة فيتامين C بين ٤٠ – ٥٥ مغ /١٠٠غ مادة جافة في الفليفلة الحلوة والحارة المجففة طبيعياً و٦٧–٧٤مغ/١٠٠غ مادة مخللة في الفليفلة الحلوة والحارة المخللة، بينما تراوحت قيمة السكريات الكلية بين ١٢٠–١٣٠,٢مغ/١٠٠غ في الفليفلة الحلوة والحارة المخللة والمجففة على التوالي، في حين كانت الفينولات الكلية ٢١١ مغ /١٠٠غ مادة في الفليفلة الحلوة المجففة طبيعياً.

وأقل من ذلك ١٩٥مغ /١٠٠غ مادة في الفليفلة الحارة المجففة طبيعياً، وحافظت الفينولات على تركيز١٦٦– ١٨٠مغ /١٠٠غ مادة في الفليفلة الحلوة والحارة المخللة.

**جدول(٤–٢): تأثير التجفيف الطبيعي والتخليل**
**على التركيب الكيميائي للفليفلة الخضراء الحلوة والحارة**

| التركيب الكيميائي | مجففة طبيعياً | | مخللة | |
|---|---|---|---|---|
| | حلوة | حارة | حلوة | حارة |
| % الرطوبة | ٨ ±٠,٠٨ | ٧,٢٠±٠,٠٨ | ٩٣,٥٠±٠,٨١ | **٩٣.00**±٠,٨١ |
| % الرماد | ٣,٨٦±٠,٠٠٨ | ٣,٧٠±٠,١٦ | ٠,٣٣٦±٠,١٢ | ٠,٣٢١±٠,١٢ |
| السكريات الكلية (غ /١٠٠غ) | **8.86**±٠,٠٨ | ٨,٢٠±٠,١٦ | **٧.o2**±٠,٢٤ | **6.92**±٠,٢٤ |
| % الدهن | ٠,١٥±٠,٠٠٨ | ٠,١٣±٠,٠٠٨ | ٠,٠٢±٠,٠٨ | ٠,٠١±٠,٠٨ |
| فيتامين C مغ /١٠٠غ | **٤٠.00** ±٠,٨١ | **٥٥.00** ±٠,٨١ | **٦٧.00**±٠,٨ | **٧٤.00**±٠,٤ |
| الفينولات الكلية (مغ /١٠٠غ مادة ) | **٢١١.oo**±٠,٨ | **١٩٥.00**±٠,٨ | **١٨٠.oo**±١,٦ | **166.00** ±١,٦ |

ويذكر أن أصناف وأنواع الفليفلة التي درسها (Howard, 2001) تراوح تركيز حمض الأسكوربيك فيها ما بين ٧٦–٢٤٣ مغ/١٠٠غ، بينما تلك التي درسها (Lee *et al*, 1995) كانت نسب فيتامين C بين ٤ –١٩٨مغ /١٠٠غ.

ولاحظ (Antonious *et al*, 2006) في أنواع الفليفلة التي درسها، أن تركيز الفينولات الكلية يتراوح بين ١٣٠–١٤٠ مغ/١٠٠غ، وحمض أسكوربيك ١٢٠–١٦٠ مغ /١٠٠غ.

حتى نتمكن من مناقشة النتائج لتراكيز المواد الفعالة بيولوجياً مثل فيتامين C والفينولات الكلية ومدى تأثير التجفيف الطبيعي والتخليل وفق ما اتبع في هذا البحث، أي تقليدياً في سورية، يجب أن نعيد حساب تراكيز هذه المكونات على أساس الوزن الجاف، وذلك للإختلاف الشديد في نسب الرطوبة

بين المنتجين، حيث نجد في الجدول (٤-٢) أن الرطوبة في الفليفلة المجففة طبيعياً تراوحت بين ٧- ٨ % في حين في الفليفلة المخللة ٩٣%.

وتدل البيانات الموجودة في الجدول (٤-٢) أن فيتامين C قد تهدم تقريباً بكامله خلال عملية التجفيف الطبيعي، التي استغرقت أسبوعين، رغم شروط التجفيف المعتدلة التي وضعت فيها ثمار الفليفلة، حيث علقت على شكل قلادة ووضعت في الظل.

ويبدو أن هذا الانخفاض الشديد في محتوى فيتامين C في الفليفلة المجففة طبيعياً بنوعيها الحلوة والحارة، راجع إلى النشاط المؤكسد لأنزيم أسكوربيك أسيد أوكسيديز. ( Ascorbic acid oxidase, AAO) لم يبق منه إلا (٤٤-٦٠) مغ /١٠٠غ مادة جافة، وهذا يمثل ٤,٧ % فقط من كمية فيتامين C الأصلية التي توجد في الفليفلة الطازجة.

فقد ذكر (Lee and Haward,1999) أن الأكسدة قد تكون سبباً رئيسياً في خفض نسبة فيتامين C والفينولات الكلية في الفليفلة المخللة، لأن الهواء المتبقي في المحلول يحتوي على أكسجين ذواب وهذا بدوره يساهم في عملية الأكسدة، بالإضافة إلى التفاعلات الأنزيمية كتفاعلات البيروكسيديز وأسكوربيك أسيد أوكسيديز، ومن المعروف أن فيتامين C عرضة للتفكك بالحرارة والأكسجين والعناصر المعدنية وأي رقم pH أعلى من ٧، ولاشك أن فيتامين C هو حمض ذواب في الماء، إن وجود الفليفلة في الماء يؤدي إلى نزوح فيتامين C من الفليفلة إلى الوسط المائي.

وقد درس ( Schweigget *et al*, 2005) فعالية أنزيم الليبوأوكسجنيز (LOX) والبيروكسيديز (POD) والبولي فينول أوكسيديز (PPO) في الفليفلة بعد تعريض المادة الطازجة إلى معاملة حرارية، التي تمت بالبخار على الثمار الكاملة.

وقد بينت نتائج هؤلاء الباحثين أن أقل الأنزيمات الثلاثة السابقة ثباتاً للحرارة هو أنزيم (PPO)، حيث تثبط نشاطه تماماً بالتسخين في الدرجة ٨٠ مْ لمدة ١٠ دقائق، بينما تثبط أنزيم (LOX) عند تسخينه إلى الدرجة ٩٠مْ لمدة ٥ دقائق، في حين بقي ٣,٥ % من النشاط الأولي لل (POD)، رغم تطبيق برنامج زمن – حرارة قوي. ولاشك أن هذه النتائج تبرهن على أن طريقة التجفيف التي اتبعت في هذا البحث قد أدت إلى عدم تثبيط عمل هذه الأنزيمات في أثناء فترة التجفيف التي امتدت لمدة أسبوعين، وهذا يعطي مبرراً كافياً لتدهور الفينولات الكلية.

ويمكن المحافظة على نسبة كبيرة من فيتامين C في الفليفلة الطازجة إذا خزنت في جو معدل، حيث وصلت نسبة الاحتفاظ إلى ٨٣% لمدة ١٥ يوماً، في حين كانت نحو ٥٠% في الجو العادي. (Howard and Brenes, 1997).

وفي المقابل نجد أن عملية التخليل قد حافظت وإلى حد كبير على فيتامين C في الفليفلة المخللة، فقد بلغ تركيز هذا الفيتامين بين ١٠٣٠- ١٠٥٠ مغ /١٠٠غ مادة جافة، وهذه تعادل نحو ٩٧ % من كمية فيتامين C في الفليفلة الخضراء.

وبالتالي يمكن القول أن تقنية التخليل قد حافظت وبصورة جيدة على الفليفلة كمصدر جيد لفيتامينC للإنسان. ويبدو أن سبب احتفاظ الفليفلة المخللة بهذه النسب العالية من فيتامين C يعود بالدرجة الأولى إلى انخفاض pH الوسط أثناء عملية التخليل حيث وصل pH المحلول أثناء عملية التخليل إلى ٤,٣، ومن المعروف أن فيتامين C ثابت في الوسط الحمضي، ويتفكك بصورة معنوية في الأوساط المعتدلة والقلوية ، بالإضافة إلى تأثير الأوكسجين (الهواء) والضوء، ويتفكك كاملاً في الحرارة. (Fennema, 1996).

وما يقال عن تهدم فيتامين C بعملية التجفيف المتبعة ينطبق على الفينولات الكلية، حيث لم يبق من الفينولات الكلية بعد عملية التجفيف إلا نحو ٨% من كمية الفينولات الموجودة. وهذا يدل أيضاً على نشاط الأنزيمات المؤكسدة للفينولات والتي يمكن أن نعدد منها

(Aydin&Kadioglu, 2001) (polyphenol oxidase , peroxidase, Lipo xigenase )

بالإضافة إلى أنزيمات الأوكسيديز الأخرى التي تتصف الخلية النباتية بغناها بهذه الأنزيمات (Tolbert, 1980)، ويمكن الاستنتاج بسهولة من الجدول (٤-٣) أن عملية التخليل التي دامت أسبوعين لم تهدم إلا ١٥% من الفينولات الكلية. ويبدو أيضاً أن هذا راجع إلى التأثير المثبط للوسط الحمضي على نشاط أنزيمات الأكسدة السابقة.

**٤-٢- الفينولات الكلية:**

يظهر الجدول 4-3 التأثير الإجمالي المعنوي ($p<0.05$) لتقنية تصنيع الفليفلة الخضراء الحلوة والحارة على الفينولات الكلية .فقد أدى التخليل إلى تدهور ١٤% من كمية الفينولات، ازدادت هذه النسبة بالتجفيف الطبيعي إلى ٩٣%. أما الفليفلة الخضراء الحارة، فقد تأثرت الفينولات الكلية في التخليل والتجفيف بشكل مشابه لما تم في الفليفلة الحلوة فانخفضت الفينولات الكلية بمعدل ٩% بالتخليل و ٩٢ % بالتجفيف الطبيعي.

**جدول(4-3): متوسط قيم الفينولات الكلية في الفليفلة الخضراء الطازجة والمصنعة**

| تقنية التصنيع | الفينولات الكلية (مغ /١٠٠غ )مادة جافة | |
|---|---|---|
| | الحلوة | الحارة |
| **الطازجة** | ٣٢١٨,٥٠$^{a}$±٣,٢ | **٢٥٩١.٠٠$^{a}$**±١,٢ |
| **المخللة** | **٢٧٦٩.٠٠$^{b}$** ±١,٦ | ٢٣٧١,٤٥ $^{b}$±١,٦ |
| **المجففة طبيعياً** | ٢٢٩,٤٤$^{c}$ ±٠,٣٢ | **٢١٠.٠٠$^{c}$**±٠,٨ |

**يشير اختلاف الأحرف ضمن العمود الواحد إلى وجود فروق معنوية على مستوى$P<0.05$**

**٤-٣- الفلافونيدات الكلية:**

إن الدور البارز الذي تقوم به الفلافونيدات كمضاد للأكسدة ووفرتها في غذائنا ودورها في الحماية من العديد من الأمراض، ناهيك عن انتشارها الواسع في النباتات الطبية، ودورها في تنظيم العديد من الأنزيمات ومستقبلات الخلية، جعلها محور اهتمام الباحثين وبخاصة في السنوات الأخيرة (Middleton *et al*, 2000).

ذكر (Zhang and Hamauzu, 2003) بأن الفلافونيدات هي من المركبات الصيدلانية التي تنتشر بشكل واسع في الفليفلة والتي لها تأثيرات حيوية وعلاجية.

ومن الواضح أيضاً من الجدول (٤-٤) أن تقنيتي تصنيع الفليفلة الخضراء الحلوة لها تأثير سلبي على فقد الفلافونيدات. حيث انخفضت بمعدل ٥٨% بالتخليل وبالتجفيف الطبيعي ٩٥%.

وكانت نتائج تصنيع الفليفلة الخضراء الحارة متشابهة مع السابق حيث انخفضت نحو (٤٩%و٩٦,٥%) في الفليفلة المخللة والمجففة على التوالي.

**جدول(4-4): متوسط قيم الفلافونيدات في الفليفلة الخضراء الطازجة والمصنعة.**

| تقنية التصنيع | الفلافونيدات (مغ /١٠٠غ ) مادة جافة | |
|---|---|---|
| | الحلوة | الحارة |
| الطازجة | ٥٢٤.٠٠$^{a}$±٠,١٨ | ٣٦١.٠٠$^{a}$±٠,١ |
| المخللة | ٢٢٢.٠٠$^{b}$±٠,٠٨ | ١٨٥.٠٠$^{b}$±١,٦ |
| المجففة طبيعياً | ٦٠,٧٥$^{c}$±٠,٧٧ | ٤٩,٨٠$^{c}$±٠,٧٥ |

**يشير اختلاف الأحرف ضمن العمود الواحد إلى وجود فروق معنوية على مستوى$P<0.05$**

**٤-٤- النشاط المضاد للأكسدة في الفليفلة الخضراء:**

**Antioxidant activity of green pepper**

تعد الفاكهة والخضار مصدر جيد لمضادات الأكسدة والفيتامينات ومن أهم المصادر للكيماويات النباتية التي تؤمن حماية ضد بعض الأمراض (Hasler, 1998)، تم في هذا البحث تقدير النشاط المضاد للأكسدة في الفليفلة الخضراء الطازجة والمصنعة (المخللة والمجففة)، باستخدام طريقتين وهي طريقة بيتا كاروتين وطريقة DPPH وقد تم استخدام فيتامين C وبوتيل هيدروكسي التولوين (BHT) كمضادي أكسدة مرجعيين للمقارنة مع طريقة β- كاروتين.

**٤-٥- تقدير النشاط المضاد للأكسدة في الفليفلة الخضراء وفق طريقة بيتا كاروتين:**

إن آلية عمل هذه الطريقة تعتمد على إزالة لون مركب β-كاروتين تحت تأثير الجذور الحرة الناتجة من الهيدروبيروكسيدات والآتية بدورها من أكسدة حمض لينولييك. ونتيجة لذلك يطرأ تدهور لوني على مركب β-كاروتين في غياب وجود مضادات الأكسدة.

تتشكل الجذور الحرة من حمض لينولييك نتيجة لخروج ذرة هيدروجين من كل مجموعة من مجموعات ثنائي أللليل مثيلين (الموجودة في بناء حمض لينولييك). حيث تقوم هذه الجذور الحرة بمهاجمة جزيئات β-كاروتين غير المشبعة مؤدية إلى فقد جزئ β-كاروتين روابطه المضاعفة بعملية الأكسدة. ويتميز المركب المتشكل نتيجة لذلك بعدم إعطاء اللون المميز لـ β-كاروتين وهذه الظاهرة يمكن متابعتها بالمطياف الضوئي. (Singh *et al*, 2002).

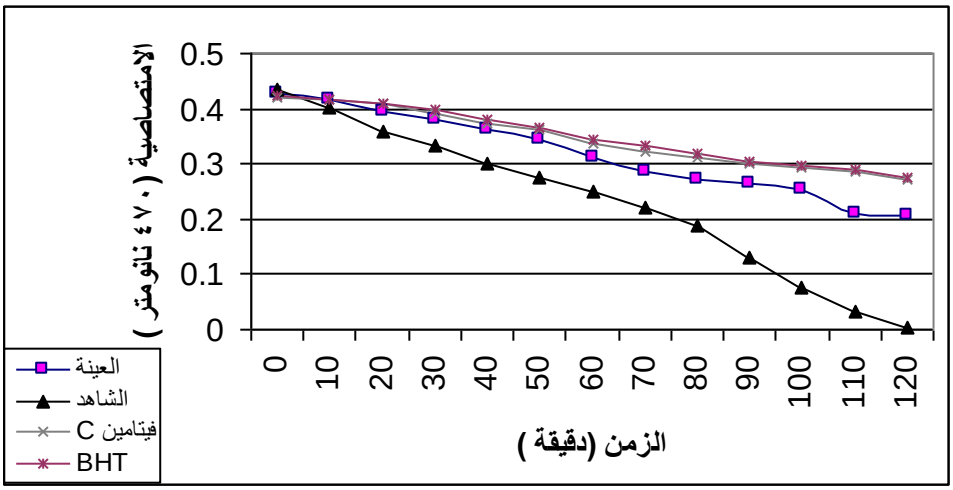
وهذا واضح في الأشكال (٤-1) و(٤-٢) التي تبين قياس النشاط المضاد للأكسدة في الفليفلة الحلوة والحارة وفق طريقة بيتا كاروتين.

كما يبين الجدول ٤-٥ النشاط المضاد للأكسدة في الفليفلة الخضراء الطازجة بنوعيها الحلوة والحارة والمقارن مع فيتامين C و BHT وفق طريقة بيتا كاروتين، حيث لم تظهر نوع الفليفلة أي فرق معنوي بالنسبة للنشاط المضاد للأكسدة عند $P < 0.05$ .

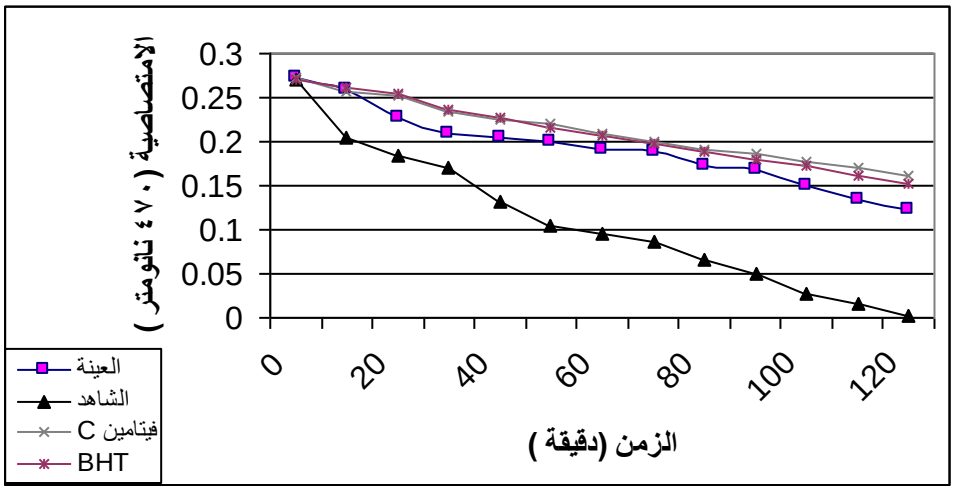
**جدول (4-5): متوسط قيم (%) للنشاط المضاد للأكسدة في الفليفلة الخضراء وفق طريقة بيتا كاروتين والمقارن مع فيتامين C المعياري وBHT.**

| Antioxidant activity % | الفليفلة الخضراء |
|---|---|
| طريقة بيتا كاروتين | |
| 6.00±**58.oo**$^{a}$ | حلوة |
| 1.2±**.53.oo**$^{a}$ | حارة |
| 0.8±**65.10**$^{b}$ | Vit C |
| 2.9±**68.77** $^{b}$ | BHT |

**(١) يشير وجود حرف مشترك واحد ضمن العمود الواحد على عدم وجود فروق معنوية (P>0.05)**




**شكل(4-1): قياس النشاط المضاد للأكسدة وفق طريقة بيتا كاروتين في الفليفلة الحلوة الطازجة**




**شكل (4-2): قياس النشاط المضاد للأكسدة وفق طريقة بيتا كاروتين في الفليفلة الحارة الطازجة**

**٤-٦- تقدير النشاط المضاد للأكسدة في الفليفلة الخضراء وفق طريقةDPPH:**

يُعرَف (Molyneux, 2004) جزيئة DPPH كيميائياً بأنها جذرحر ثابت، ذو فعالية عالية عندما يتحرر من مداره، يتميز بلون بنفسجي غامق، يذوب في الميثانول بسهولة.

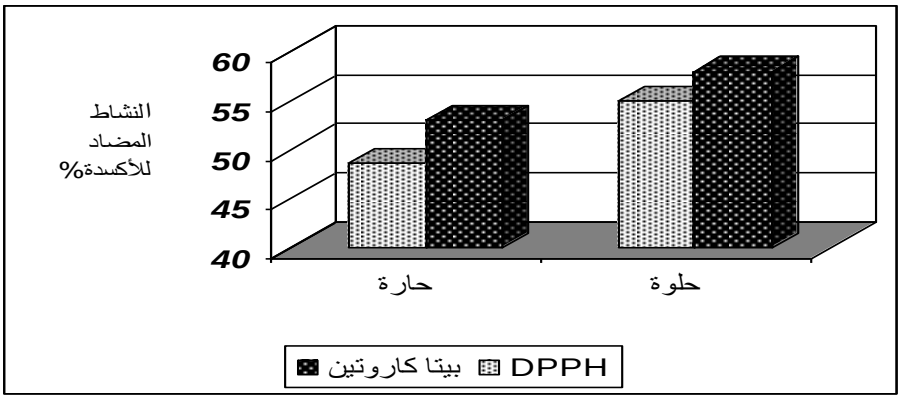
استخدمت طريقة الـ DPPH، كما هو الحال في غيرها من الطرق المستخدمة، لمعرفة قدرة المواد الفعالة في الفليفلة الخضراء على كبح الجذور الحرة، أو بتعبير آخر لتعيين القدرة المضادة للأكسدة في الفليفلة الخضراء، والجدول (4-6) يبين عدم وجود فرق معنوي بين النشاط المضاد للأكسدة في الفليفلة الحلوة والحارة. فقد بلغ متوسط (%) للنشاط المضاد في الفليفلة الحلوة الخضراء ٥٥%، والحارة الخضراء ٤٨,٦% وفي فيتامين C المعياري ٦٥,١% و BHT ٦٨,٧%.

**جدول (4-6): متوسط قيم (%) للنشاط المضاد للأكسدة في الفليفلة الخضراء وفق طريقة DPPH والمقارن مع فيتامين C المعياري وBHT**

| الفليفلة الخضراء | Antioxidant activity % |
|---|---|
| | طريقةDPPH |
| حلوة | 10.00±**55**[a] |
| حارة | 1.22±**48.6**[a] |
| Vit C | 0.8±**65.1**[b] |
| BHT | 2.9±**68.7**[b] |

(١) يشير وجود حرف مشترك واحد ضمن العمود الواحد على عدم وجود فروق معنوية ($P > 0.05$)

كما يبين الشكل (٤-3) عدم وجود فرق معنوي بين النشاط المضاد للأكسدة في الفليفلة الحلوة والحارة وفقاً للطريقة المتبعة.




**شكل (4-3): يبين النشاط المضاد للأكسدة في الفليفلة الحلوة والحارة والمقاس بطريقتي DPPH و بيتا كاروتين**

**٤-٧- مجمل تأثير التصنيع على فيتامين C والفينولات الكلية والنشاط المضاد للأكسدة في الفليفلة الخضراء:**

نرى من البيانات الواردة في الجدول (٤-7)، الذي يبين مجمل تأثير عملية التصنيع على نوعي الفليفلة الحلوة والحارة أن عملية التخليل قد حافظت على مستوى أعلى بكثير من فيتامين C والفينولات الكلية في نوعي الفليفلة مقارنة مع ما تبقى منها في الفليفلة المجففة، وقد ترافق ذلك مع تراجع معنوي في قيم النشاط المضاد للأكسدة المقاس بطريقتين DPPH وبيتا كاروتين وعليه نقول في المجمل: أن تخليل الفليفلة الخضراء أدى إلى المحافظة على ٩٧% من كمية فيتامين C في حين وصل الفقد في الفليفلة المجففة طبيعياً إلى ٩٥%، وإن هذا التدهور الشديد في فيتامين C قد أرجعه غالبية المؤلفين(Fennema, 1996،Howard, 2001) إلى شدة تأثر هذا الفيتامين بوجود الأكسجين حيث يتحول إلى حمض ديهايدرواسكوربيك، الذي يتفكك فيه حلقة اللاكتون مع استمرار الأكسدة، ويتشكل حمض 3.2- ثنائي كيتو غولونيك، وهو حمض لايملك أي فعالية كفيتامين C كما ترافق التخليل في فقد نحو ١٥% من الفينولات الكلية و٩٢ % عند التجفيف طبيعياً، فلا غرابة أن نجد أن النشاط المضاد للأكسدة قد تراجع إلى ٢٦,٤ % من ٥١,٨% وفق طريقة DPPH وتراجع إلى ٢٦,٨ % من ٥٥,٥ % وفق طريقة بيتا كاروتين .

**جدول (٤-7): مجمل تأثير تقنية تصنيع الفليفلة الخضراء بالتخليل والتجفيف على متوسط محتواها من فيتامين C والفينولات الكلية وعلى النشاط المضاد للأكسدة المقاس بطريقتين.**

| تقنية التصنيع | فيتامين C (مغ /١٠٠غ) | % النشاط المضاد للأكسدة | | الفينولات الكلية (مغ /١٠٠غ) |
|---|---|---|---|---|
| | | DPPH | β- كاروتين | |
| طازجة(١) | a(2) ٦,٢±1073.00 | ٠,٣٦±٥١,٨٠a | ١,٠٠±٥٥,٥٠a | ١,٦±٣٠٠٤.00a |
| مخللة (٣ ) | ٣,٢±١٠٤٤.00b | ٠,٤±٤٤,٣٠b | ٠,١±٤٨.00b | ١,٦±٢٥٦3.00 b |
| مجففة(٣ ) | ٠,٨± ٥١,٤٠c | ٠,٢±٢٦,٤٠c | ٠,٢± ٢٦,٨٠c | ٠,٣٢ ±٢١٩.00 c |

(١) متوسط نوعي الفليفلة الحلوة والحارة.

(٢) يشير اختلاف الأحرف ضمن العمود الواحد إلى وجود فروق معنوية على مستوى$P<0.05$ .

(٣) متوسط نوعي الفليفلة الحلوة والحارة في نهاية التصنيع.

كما تنسجم نتائج هذا البحث للنشاط المضاد للأكسدة مع (Greco *et al*, 2007) حيث أورد أن الفليفلة الطازجة تحوي أعلى نشاط مضاد للأكسدة ، وبخاصة مركبات الجزء المحب للماء مع حمض الاسكوربيك، وأن هذا النشاط يتناقص مع تصنيع الفليفلة.

جرت هذه الدراسة على الفليفلة الخضراء الحلوة والحارة، ولم تجر على الأنواع الأخرى الملونة لأنها أقل تناولاً ولعدم انتشار الأنواع الأخرى الملونة من أحمر، أصفر، أخضر، برتقالي وغيرها.

ولكن (Sun *et al*, 2006) أجرى بحثه على أنواع الفليفلة الملونة الحلوة التي ذكرت، وتبين له عدم وجود فرق معنوي في النشاط المضاد للأكسدة فيما بين أنواع الفليفلة الحلوة الملونة.

وقد قاس هذا النشاط بطريقة DPPH وهي الطريقة ذاتها التي استعملت في هذا البحث.

ومن النتائج المهمة لبحث (Sun *et al*, 2006) أن جميع أنواع الفليفلة الملونة الأربعة المستعملة كانت قادرة في منع أكسدة الكولسترول أو حمض دوكوساهكسانويك DHA (C22:6) المعرضين إلى الحرارة، وتفردت الفليفلة الخضراء بقدرتها الملموسة إحصائيا على منع أكسدة DHA مقارنة مع الأنواع الأخرى.

من ضمن الخضروات التي درسها (Pellegrini *et al*, 2003) الفليفلة، واستعمل في قياس النشاط المضاد للأكسدة ثلاث طرق، وقد أتت الفليفلة الثاني من حيث قوة النشاط المضاد للأكسدة بعد السبانخ. والدراسة المشار إليها هي دراسة ميدانية شملت الفاكهة والخضار المستهلكة في ايطاليا، ومما لاشك فيه أن مثل هذه الدراسات الميدانية تساعد على إيجاد علاقة بين ما يتناوله الإنسان عبر غذائه من مضادات أكسدة وبين الأضرار الناشئة عن الأكسدة التي يمكن أن تحرض على الأمراض.

**٤-٨- تأثير التصنيع على فيتامين C والفينولات الكلية والنشاط المضاد للأكسدة في الفليفلة الحلوة:**

يبين الجدول 4-8 وجود فروق معنوية ($P<0,05$) واضحة لتأثير طريقة التصنيع من تخليل وتجفيف طبيعي على محتويات الفليفلة الخضراء الحلوة من فيتامين C والفينولات الكلية والنشاط المضاد للأكسدة. فقد وصلت قيم فيتامين C في الفليفلة الطازجة إلى ١٠٧١,٥ مغ/١٠٠غ مادة جافة، والفينولات الكلية ٣٢١٨ مغ/١٠٠غ مادة جافة والنشاط المضاد للأكسدة وفق طريقتي DPPH و$\beta$-كاروتين ٥٥% و٥٨% بالتتالي. ويلاحظ من الجدول (٤- 8) أن فيتامين C هو المادة التي تأثرت أكثر من غيرها بتقنية التصنيع، سواء أكانت تخليلاً أم تجفيفاً أن مستوى فيتامين C بالتخليل وصل إلى ٩٧% ولم يبق في الفليفلة المجففة إلا ٠,٥%من كمية فيتامين C . في حين نرى أن تدهور الفينولات كان أقل من ذلك. فقد أدى التخليل إلى تدهور ١٥% من كمية الفينولات، ازدادت هذه النسبة بالتجفيف الطبيعي إلى ٩٣% ومن الواضح أيضاً أن هذا التدهور في هذه المركبات المهمة بيولوجياً من مضادات الأكسدة، قد انعكس في انخفاض النشاط المضاد للأكسدة في الفليفلة المخللة والفليفلة المجففة طبيعياً وبصورة معنوية ($P <0,05$) ( الجدول4-8)،

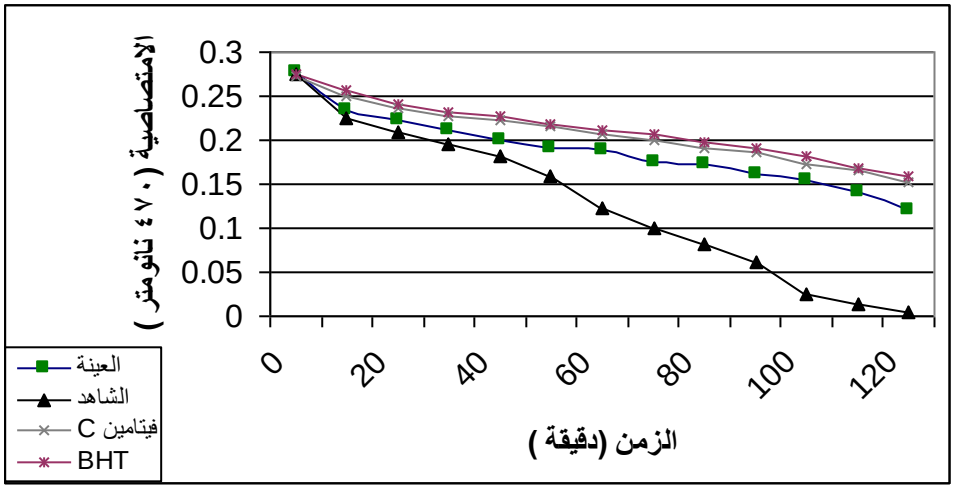
ففي الفليفلة المخللة بلغ انخفاض النشاط المضاد للأكسدة المقاس بطريقة DPPH إلى ٤٦,٢% والمقاس بطريقة β- كاروتين إلى ٤٩%. إذ يبين الشكلين (٤-٤،٤-٥) قياس النشاط المضاد للأكسدة وفق طريقة بيتا كاروتين في الفليفلة الحلوة المخللة والمجففة.

**جدول (٤- 8): تأثير تقنية التصنيع للفليفلة الخضراء الحلوة على محتواها من فيتامين C والفينولات الكلية وعلى النشاط المضاد للأكسدة المقاس بطريقتين**

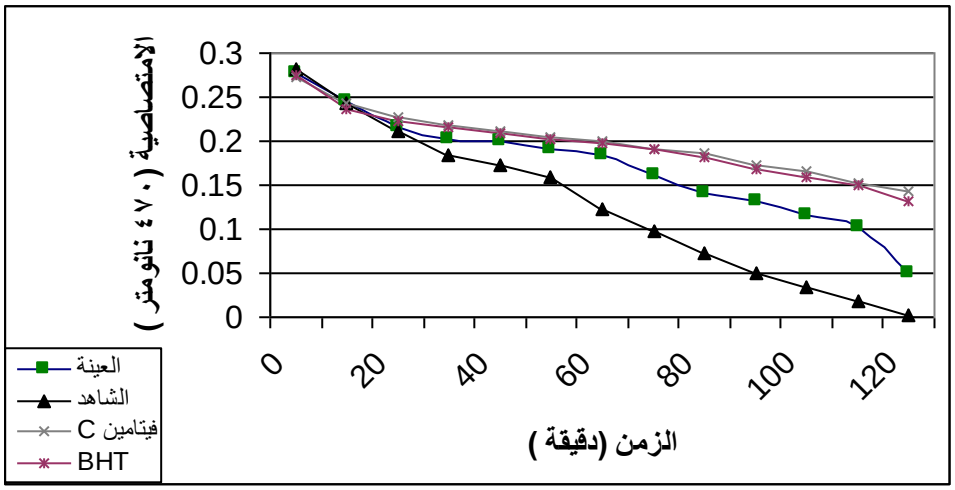
| تقنية التصنيع | فيتامين C (مغ /١٠٠غ) | % النشاط المضاد للأكسدة | | الفينولات الكلية (مغ /١٠٠غ) |
|---|---|---|---|---|
| | | DPPH | β- كاروتين | |
| طازجة(١) | ٣,٢ ±١٠٧١,٥٠ a (2) | ٠,٣٦±٥٥.00a | ١,٠٠±٥٨.00a | ٣,٢±٣٢١٨.50a |
| مخللة | ٠,٨±١٠٣٠,٧٠ b | ٠,٤±٤٦,٢٠ b | ٠,٢± ٤٩.00b | ١,٦± ٢٧٦٩.00b |
| مجففة | ٠,٢ ±٤٣,٥٠ c | ٠,٢±٢٦,٨٠ c | ٠,٢±٢٧,٧0 c | ٠,٣٢ ±٢٢٩,٤٠ c |

(١) متوسط نوع الفليفلة الحلوة في نهاية التصنيع .

(٢) يشير اختلاف الأحرف ضمن العمود الواحد إلى وجود فروق معنوية على مستوى P<0.05 .




**شكل (4-4): قياس النشاط المضاد للأكسدة وفق طريقة بيتا كاروتين في الفليفلة الحلوة المخللة**




**شكل (4-5): قياس النشاط المضاد للأكسدة**
**وفق طريقة بيتا كاروتين في الفليفلة الحلوة المجففة**

**٤-٩- تأثير تقنية التصنيع على فيتامين Cوالفينولات الكلية والنشاط المضاد للأكسدة في الفليفلة الحارة:**

ومن الواضح أيضاً من الجدول ٤-9 أن تقنيتي تصنيع الفليفلة الحارة لها تأثير سلبي على فيتامين C والفينولات الكلية وعلى النشاط المضاد للأكسدة، فقد انخفض فيتامين C في الفليفلة الخضراء الحارة المخللة إلى ١٠٥٧مغ /١٠٠غ مادة جافة، ووصل إلى ٥٩,٣ مغ/١٠٠غ مادة جافة في الفليفلة الخضراء الحارة المجففة، أي بقي في الفليفلة المخللة ما يعادل ٩٨% في حين لم يبق إلا ٥% في الفليفلة الخضراء الحارة المجففة، وانعكس ذلك على النشاط المضاد للأكسدة حيث انخفض بمعدل ١٢,٦% في المنتج المخلل وبمعدل ٤٦% في المنتج المجفف وفق طريقة DPPH، وكانت نتائج النشاط المضاد للأكسدة بطريقة بيتا كاروتين متشابهة مع السابق.

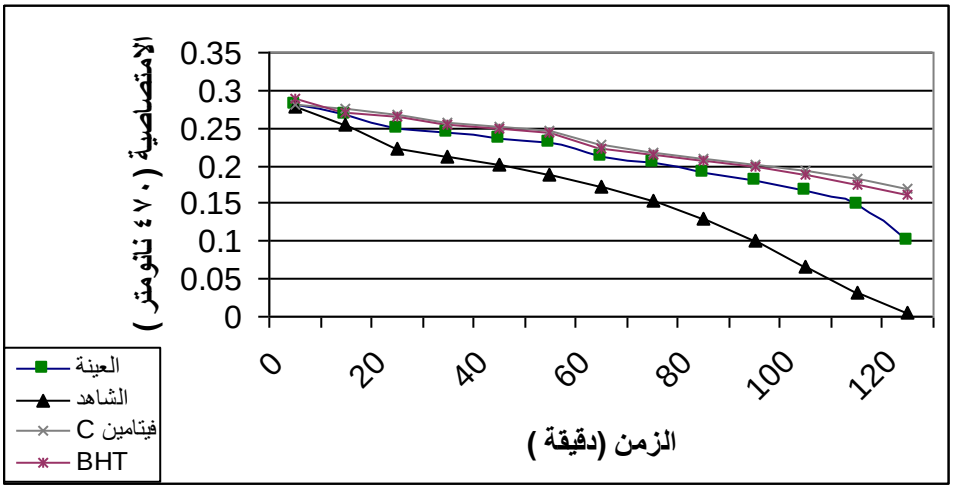
وتدل المتوسطات الموجودة في الجدولين (٤-٨ ، ٤-٩) أن الفليفلة الحلوة أعلى إجمالاً بالفينولات الكلية سواءً أكانت مخللة أم مجففة من مثيلاتها في الفليفلة الحارة، كما تدل الأرقام الموجودة في الجدولين السابقين أن الفليفلة الحارة أعلى بفيتامين C وقد انعكس ارتفاع الفينولات الكلية في الفليفلة الحلوة، على ارتفاع مقابل في النشاط المضاد للأكسدة. الجدولين(٤-4,8-9). ويوضح الشكلين(٤- 6 ، ٤-٧ ) النشاط المضاد للأكسدة المقاس وفق طريقة بيتا كاروتين في الفليفلة الخضراء الحارة المخللة والمجففة.

**جدول (٤-9): تأثير تقنية التصنيع للفليفلة الخضراء الحارة على محتواها من فيتامين C والفينولات الكلية وعلى النشاط المضاد للأكسدة المقاس بطريقتين.**

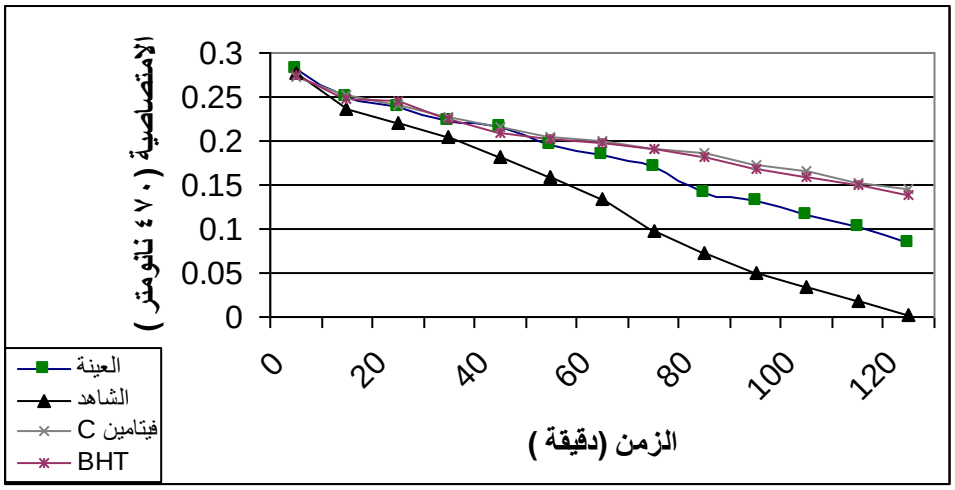
| تقنية التصنيع | فيتامين C (مغ /١٠٠غ) | % النشاط المضاد للأكسدة | | الفينولات الكلية (مغ /١٠٠غ) |
|---|---|---|---|---|
| | | DPPH | β- كاروتين | |
| طازجة(١) | ١,٦±١٠٧٥.00$^{a(2)}$ | ٠,٢±٤٨.60$^{a}$ | ٠,٢±٥٣.٠٠$^{a}$ | ١,٢± ٢٥٩١.٠٠$^{a}$ |
| مخللة | ٢,٤±١٠٥٧.00 $^{b}$ | ٠,١± ٤٢,٥٠$^{b}$ | ٠,١± ٤٧.00$^{b}$ | ١,٦±٢٣٧١,٤٠ $^{b}$ |
| مجففة | ٠,٨±٥٩,٣٠ $^{c}$ | ٠,١±٢٦,٣٠$^{c}$ | ٠,١±٢٥,٩٠$^{c}$ | ٠,٨±٢١٠.00$^{c}$ |

(١) متوسط نوع الفليفلة الحارة في نهاية التصنيع.

(٢) يشير اختلاف الأحرف ضمن العمود الواحد إلى وجود فروق معنوية على مستوى$P<0.05$ .

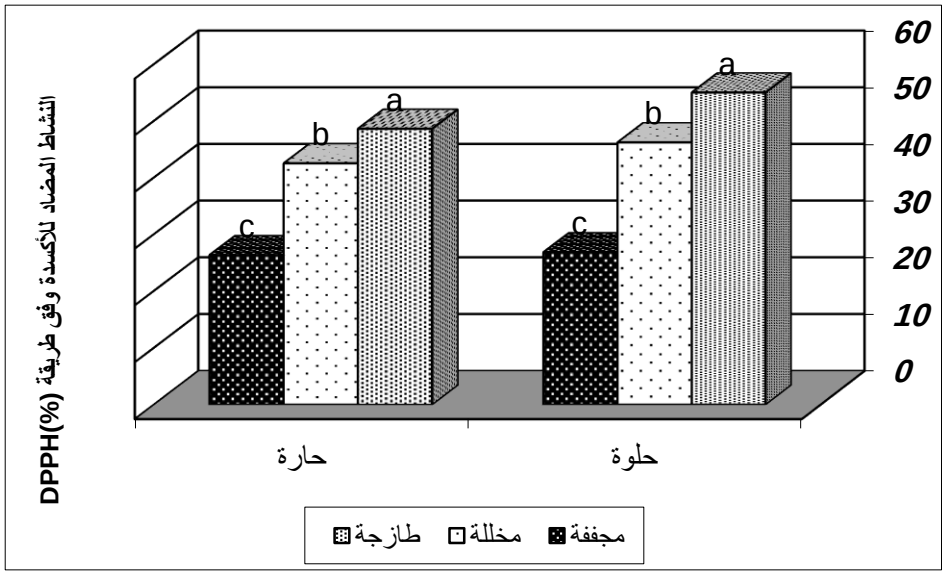



**شكل (٤-6): قياس النشاط المضاد للأكسدة وفق طريقة بيتا كاروتين في الفليفلة الحارة المخللة**

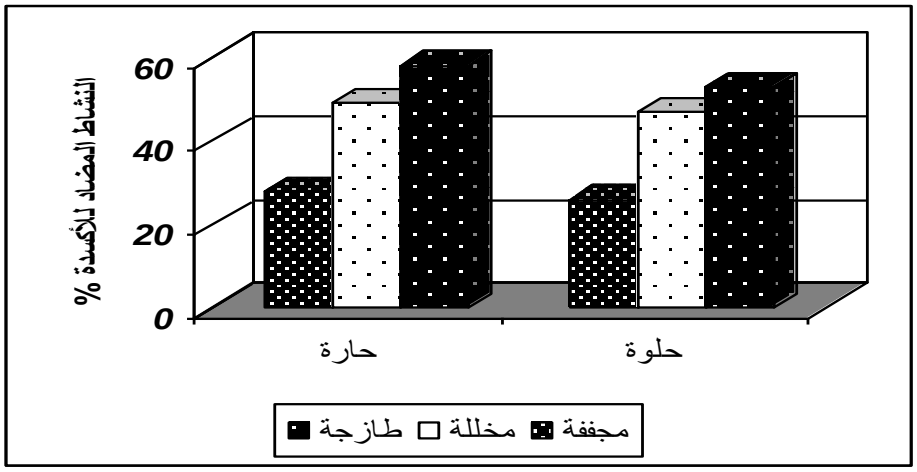



**شكل (4-7): قياس النشاط المضاد للأكسدة وفق طريقة بيتا كاروتين في الفليفلة الحارة المجففة.**

وهكذا يمكن القول أن تقنية التصنيع تؤثر على القيمة الغذائية للفليفلة الطازجة، ولكن تبقى المنتجات المخللة أفضل غذائياً من مثيلاتها المجففة في الهواء الطبيعي. وأن قيمة النشاط المضاد للأكسدة في الفليفلة المخللة بنوعيها الحلوة والحارة تبقى أعلى من الفليفلة المجففة وفق الطريقتين المتبعتين في قياس النشاط المضاد للأكسدة وهذا واضح في الشكلين (٤-٨،٤-٩ ).




**شكل(4-8): يبين النشاط المضاد للأكسدة في الفليفلة الحلوة والحارةالطااجة والمصنعة وفق طريقة DPPH**




**شكل(4-9): يبين النشاط المضاد للأكسدة في الفليفلة الحلوة والحارة الطازجة والمصنعة وفق طريقة بيتا كاروتين**

**٤-١٠- تأثير التخزين على فيتامين C والفينولات الكلية والنشاط المضاد للأكسدة في الفليفلة الخضراء الطازجة والمصنعة:**

يوضح الجدول 4-10 مجمل تأثير التخزين على نوعي الفليفلة الحلوة والحارة وأن عملية التخليل قد حافظت على مستوى أعلى بكثير من فيتامين C والفينولات الكلية في نوعي الفليفلة مقارنة مع ما تبقى منها في الفليفلة المجففة. وقد ترافق ذلك الانخفاض في فيتامينC مع تراجع معنوي في قيم النشاط المضاد للأكسدة المقاس بطريقتينDPPH وبيتا كاروتين.

**جدول (٤-10): مجمل تأثير التخزين في الفليفلة الخضراء المصنعة على متوسط محتواها من فيتامين C والفينولات الكلية وعلى النشاط المضاد للأكسدة المقاس بطريقتين.**

| تقنية التصنيع | فيتامين C (مغ /١٠٠غ) | % النشاط المضاد للأكسدة | | الفينولات الكلية (مغ /١٠٠غ) |
|---|---|---|---|---|
| | | DPPH | β- كاروتين | |
| طازجة(١) | ٦,٢± ١٠٧٣a(2) | ٠,٣٦±٥١,٨٠a | ١,٠٠±٥٥,٥٠a | ١,٦±٣٠٠٤.٠٠a |
| مخللة | ٠,٤±74.00 b | ٠,٤±٤٠,٩٠b | ٠,١±٤٣.٠٠b | ١,٦±2165.٠٠ b |
| مجففة | ٠,٠٨± ٠,٤٣c | ٠,٢±٢٥,٤٠c | ٠,٢±١٩.٠٠c | ٠,٣٢ ±١٣٩,٥٠ c |

**(١): متوسط نوعي الفليفلة الحلوة والحارة في نهاية التخزين**

**(٢): يشير اختلاف الأحرف ضمن العمود الواحد إلى وجود فروق معنوية على مستوىP<0.05 .**

وتنسجم نتائج هذا البحث مع ما ذكره (Yalim *et al*, 2003 ) أن فيتامين C يتناقص خلال التخليل لمدة ٣ أسابيع ولكن تختلف نتائج هذا البحث مع نتائجه لأن فيتامين C لم يتناقص إلا بمعدل ٥٩%، نتيجة لإضافة السكر وحبات الحمص، خلال تخزينه لمدة ٨ أسابيع، بينما يتناقص فيتامين C في هذا البحث بمعدل ٩٣% . هذا و أن إضافة السكر والحمض إلى الفليفلة المخللة قد أدى إلى رفع نسبة الاحتفاظ بفيتامين C حيث وصلت ٤٨% في الأسبوع الثالث و ٤١% في الأسبوع الثامن (Yalim *et al*, 2003 ).

في حين أجرى (Tonelli *et al*, 1981) بحثه على درجات حرارة مختلفة ١٠و ٢٠ و ٣٠ مْ عند تخزين الفليفلة الحلوة الخضراء، فوجد أن حوالي ٨٥-٩٠ % من المركبات البيولوجية الهامة لم تتغير عند التخزين على ١٠ مْ ولكن ظهرت التغيرات بشكل واضح عند التخزين على الدرجة ٢٠، ٣٠مْ

**٤-١١- تأثير التخزين على فيتامين C والفينولات الكلية والنشاط المضاد للأكسدة في الفليفلة الخضراء الحلوة الطازجة و المصنعة**

ويوضح الجدولين (4-4,11-12) تأثير التخزين على الفليفلة الحلوة، ونلاحظ أن الفليفلة الحلوة لاتزال تحتوي في نهاية عملية التخزين على كمية أعلى من الفينولات الكلية من مثيلتها الفليفلة الحارة في نوعيها المصنعين (المخللة والمجففة) كما نجد أيضاً أن الكمية المتبقية في نهاية مدة التخزين هي أعلى قليلاً في الفليفلة الحارة مما هو عليه الحال من الحلوة . وقد انعكس هذا كله على قيم النشاط المضاد للأكسدة الموجودة في الجدولين(٤-4,11-12).

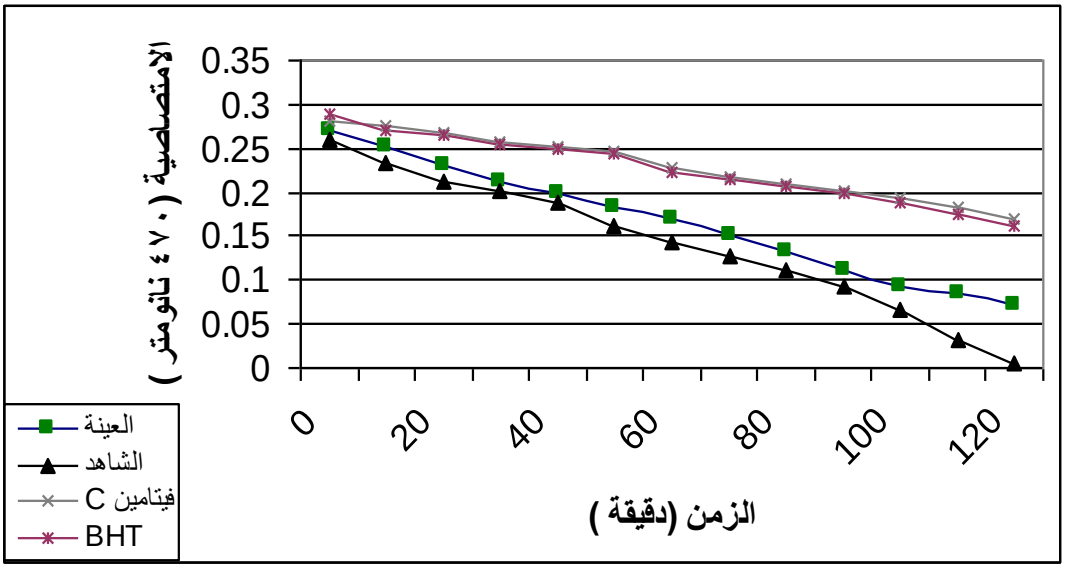
كما توضح الأشكال (٤-4,10-11) النشاط المضاد للأكسدة وفق طريقة بيتا كاروتين في الفليفلة الحلوة وتأثير عمليتي التخليل والتجفيف الطبيعي عليها.

**جدول (٤-١١): تأثير التخزين في الفليفلة الخضراء الحلوة المصنعة على محتواها من فيتامين C والفينولات الكلية وعلى النشاط المضاد للأكسدة المقاس بطريقتين.**

| تقنية التصنيع | فيتامين C (مغ /١٠٠غ) | % النشاط المضاد للأكسدة | | الفينولات الكلية (مغ /١٠٠غ) |
|---|---|---|---|---|
| | | DPPH | β- كاروتين | |
| طازجة(١) | ١,٢±١٠٧١.٠٠$^{a(2)}$ | ٠,٣٦±٥٥.٠٠$^{a}$ | ١,٠٠±٥٨.٠٠$^{a}$ | ٣,٢±٣٢١٨,٥٠$^{a}$ |
| مخللة | ٠,٨±٦١,٥٠$^{b}$ | ٠,٤±٤٣.٠٠$^{b}$ | ٠,٢± ٤٦.٠٠$^{b}$ | ١,٦ ± ٢٥٢٧,٧٠$^{b}$ |
| مجففة | ٠,٠٢±٠,٣٣$^{c}$ | ٠,٢±٢٦,٤٠ $^{c}$ | ٠,٢±٢٠.٠٠$^{c}$ | ٠,٨±١٥٤.٠٠$^{c}$ |

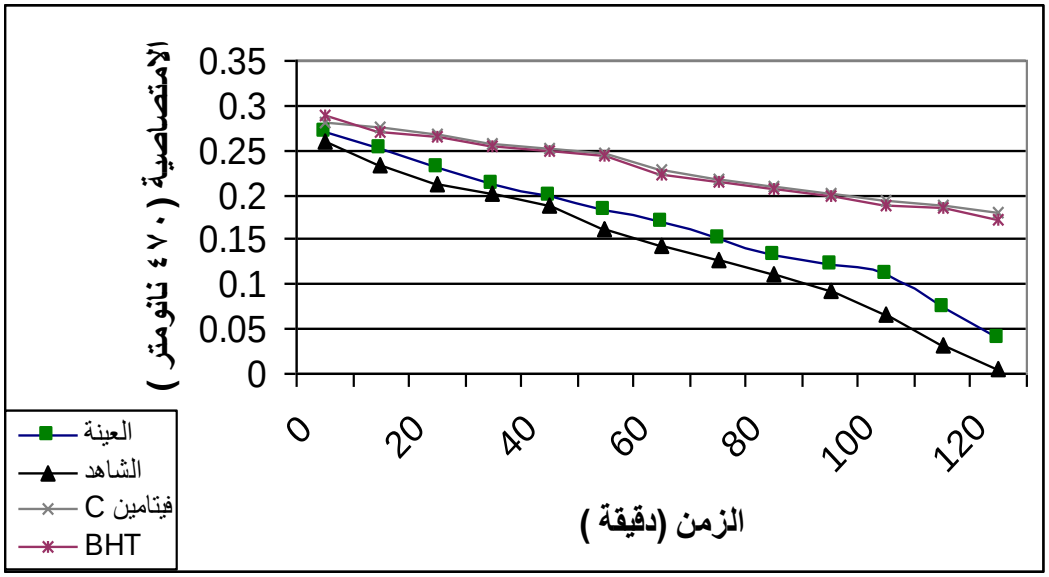
(١) متوسط نوع الفليفلة الحلوة في نهاية التخزين .

(٢) يشير اختلاف الأحرف ضمن العمود الواحد إلى وجود فروق معنوية على مستوى $P<0.05$ .




**شكل (4-10): تأثير التخزين على النشاط المضاد**

**للأكسدة وفق طريقة بيتا كاروتين في الفليفلة الحلوة المخللة**




**شكل (4-11): تأثير التخزين على النشاط المضاد**

**للأكسدة وفق طريقة بيتا كاروتين في الفليفلة الحلوة المجففة.**

**٤-١٢- تأثير التخزين على فيتامين C والفينولات الكلية والنشاط المضاد للأكسدة في الفليفلة الخضراء الحارة الطازجة والمصنعة :**

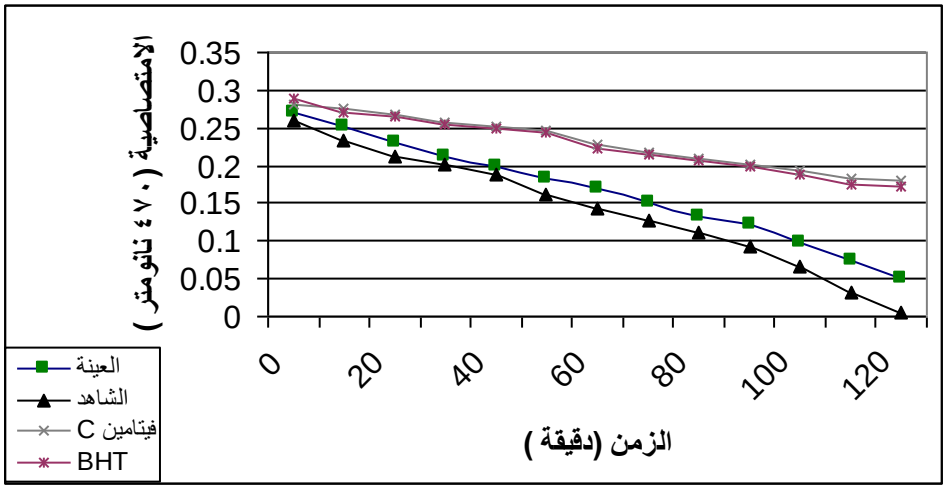
يوضح الجدول 4-12 تأثير التخزين على الفليفلة الحارة وأن عملية التجفيف قد أدت إلى تناقص كبير على مستوى فيتامين C والفينولات الكلية في الفليفلة الحارة المجففة مقارنة مع ما تبقى منها في الفليفلة المخللة وقد ترافق ذلك الانخفاض في فيتامينC مع تراجع معنوي في قيم النشاط المضاد للأكسدة المقاس بطريقتين DPPH وبيتا كاروتين. كذلك يبين الشكلين (٤-١٤،4-13) تأثير التخزين على النشاط المضاد للأكسدة وفق طريقة بيتا كاروتين في الفليفلة الحارة المخللة والمجففة طبيعياً.

**جدول (٤-١٢): تأثير التخزين في الفليفلة الخضراء الحارة المصنعة على محتواها من فيتامين C والفينولات الكلية وعلى النشاط المضاد للأكسدة المقاس بطريقتين.**

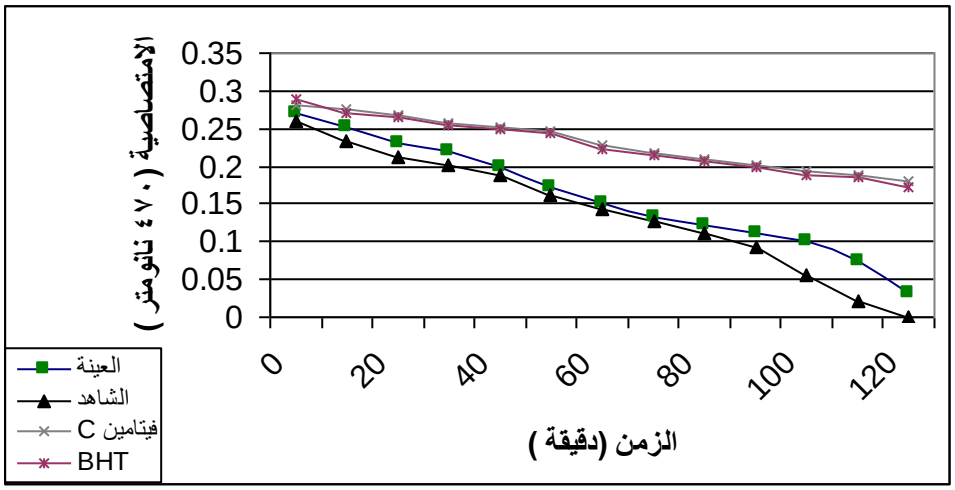
| تقنية التصنيع | فيتامين C (مغ /١٠٠غ) | % النشاط المضاد للأكسدة | | الفينولات الكلية (مغ /١٠٠غ) |
|---|---|---|---|---|
| | | DPPH | β- كاروتين | |
| طازجة(١) | ١,٢±١٠٧٥.00$^{a(2)}$ | ٠,٢±٤٨,٦٠$^{a}$ | ٠,٢± ٥٣.00$^{a}$ | ٠,١±٢٥٩١.00$^{a}$ |
| مخللة | ٠,٨±٨٥,٧٠ $^{b}$ | ٠,١± ٣٨,٨٠$^{b}$ | ٠,١± ٤٢.00$^{b}$ | ١,٦±١٨٢٨,٥٠ $^{b}$ |
| مجففة | ٠,٢±٠,٥٤ $^{c}$ | ٠,١±٢٤,٤٠$^{c}$ | ٠,١±١٨.00$^{c}$ | ٠,٨±١٢٦.00$^{c}$ |

(١)متوسط نوع الفليفلة الحارة في نهاية التخزين .

(٢)-يشير اختلاف الأحرف ضمن العمود الواحد إلى وجود فروق معنوية على مستوى$P<0.05$ .




**شكل (4-12): تأثير التخزين على النشاط المضاد للأكسدة وفق طريقة بيتا كاروتين في الفليفلة الحارة المخللة**



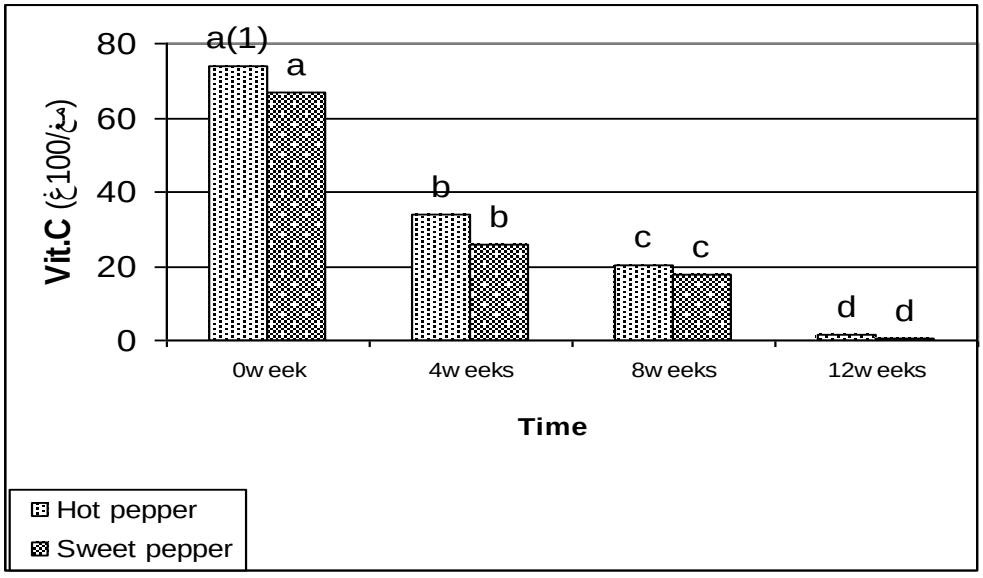

**شكل (4-13): تأثير التخزين على النشاط المضاد للأكسدة وفق طريقة بيتا كاروتين في الفليفلة الحارة المجففة**

وجد (Surekha and Begum, 1993) أن نسبة الاحتفاظ بحمض الأسكوربيك ارتفعت إلى ٨٠% عند خزن الفليفلة في محلول ٢٤% كلوريد الصوديوم ولمدة ثمانية أيام فقط، ولم يجد أي تأثير معنوي لأملاح كبريتات الصوديوم أوالبوتاسيوم أو المغنيزيوم أو أملاح الكلوريد على نسبة الاحتفاظ بفيتامين C.

لم يكن من أهداف هذه الدراسة معرفة مدى الاحتفاظ بفيتامين C لمدة قصيرة، ثمانية أيام، وذلك لعدم فائدتها من الناحية العملية التطبيقية، إنما ركزت الدراسة على دراسة تغيرات المواد البيولوجية المهمة عند تطبيق التقنيات المستعملة شعبياً وصناعياً على الفليفلة. ونجد أن نتائج تهدم فيتامين C في هذه الدراسة أعلى مما أورده (Howard, 2001) من انخفاض بنسبة 63% نتيجة التجفيف باستعمال الحرارة. ويبدو أن ذلك راجع إلى طول فترة التجفيف الطبيعي في هذه الدراسة لذلك سوف ننصح العاملين في هذا المجال باختزال فترة التجفيف للمحافظة على أكبر كمية من فيتامين C في المنتج المجفف.

**٤-١٣- متوسط كمية فيتامين C في الفليفلة الخضراء الحلوة والحارة خلال التخزين:**

يبين الشكل (٤-١٤) التأثير المعنوي (P <٠,٠٥) لطريقة التخليل في تركيز فيتامين C فقد تناقصت قيم فيتامين C في الفليفلة الخضراء (الحلوة والحارة) خلال فترة التخزين، ففي بداية عملية التخزين بلغت قيمة فيتامين C في الفليفلة الخضراء الحارة ٧٤ مغ/١٠٠غ مادة مخللة ، وبعد مرور ١٢ أسبوعاً على عملية التخليل انخفضت كمية فيتامين C إلى ١,٧ مغ/١٠٠غ مادة مخللة، وتناقصت قيمته في الفليفلة الحلوة٦٧ مغ /١٠٠غ مادة مخللة في بداية التخزين حتى وصلت إلى ٠,٥٥ مغ /١٠٠غ مادة مخللة بعد مرور ١٢ أسبوع على عملية التخليل (الشكل ٤-١٤).




**شكل (4-14): متوسط تغيرات فيتامين C**

**في الفليفلة الخضراء المخللة (الحلوة والحارة) خلال التخزين**

(١) يشير وجود حرف مشترك واحد ضمن فترة تخزين محددة على عدم وجود فروق معنوية (P<0.05)، بينما يشير اختلاف الأحرف بين فترات التخزين على وجود فروق معنوية (P<0.05).

### ٤-١٤- تأثير التخزين على الفينولات الكلية

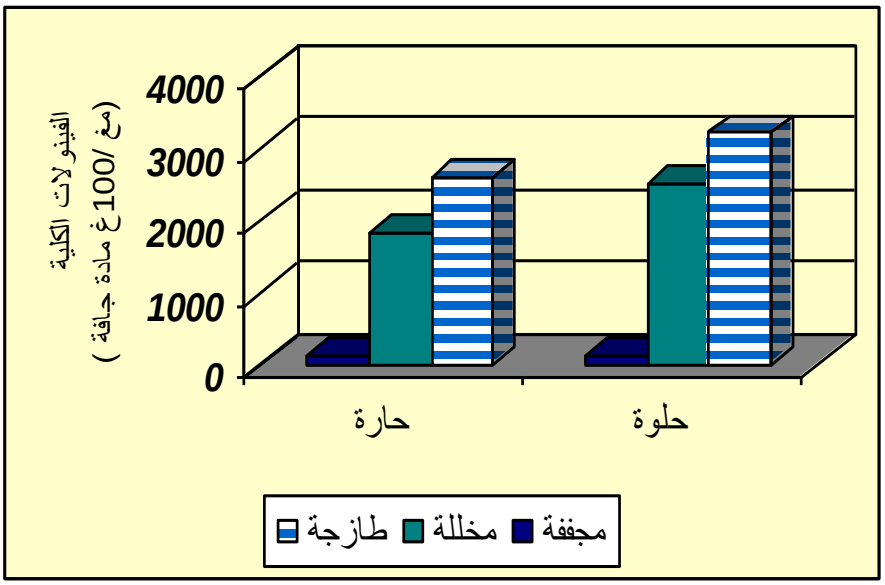
يبين الجدول ٤-13 والشكل٤-١٥ التأثير الإجمالي المعنوي (P<٠,٠٥) لتأثير التخزين على الفينولات الكلية في الفليفلة الخضراء الحلوة والحارة. حيث أدى تخزين الفليفلة الحلوة المخللة إلى تدهور ٢١% من كمية الفينولات الكلية، ازدادت هذه النسبة بالتجفيف الطبيعي إلى٩٥ %.

أما الفليفلة الخضراء الحارة، فقد تأثرت الفينولات الكلية في التخليل والتجفيف بشكل مشابه لما تم في الفليفلة الحلوة فانخفضت الفينولات الكلية بمعدل ٣٠% بالتخليل و ٩٥% بالتجفيف الطبيعي.

**جدول(٤-13) تأثير التخزين على الفينولات الكلية في الفليفلة الخضراء الطازجة والمصنعة.**

| تقنية التصنيع | الفينولات الكلية (مغ /١٠٠غ ) مادة جافة | |
|---|---|---|
| | الحلوة | الحارة |
| الطازجة | ٣,٢±٣٢١٨,٥٠$^{a}$ | ٠,١±٢٥٩١.٠٠$^{a}$ |
| المخللة | ١,٦±٢٥٢٧,٧٠$^{b}$ | ١,٦±١٨٢٨,٥٠ $^{b}$ |
| المجففة طبيعياً | ٠,٨±١٣٩.٠٠$^{c}$ | ٠,٨±١٢٦.٠٠$^{c}$ |

يشير اختلاف الأحرف ضمن العمود الواحد إلى وجود فروق معنوية على مستوى$P<0.05$




**شكل (4-15): يبين تأثير التخزين على الفينولات الكلية في الفليفلة المصنعة الحلوة والحارة**

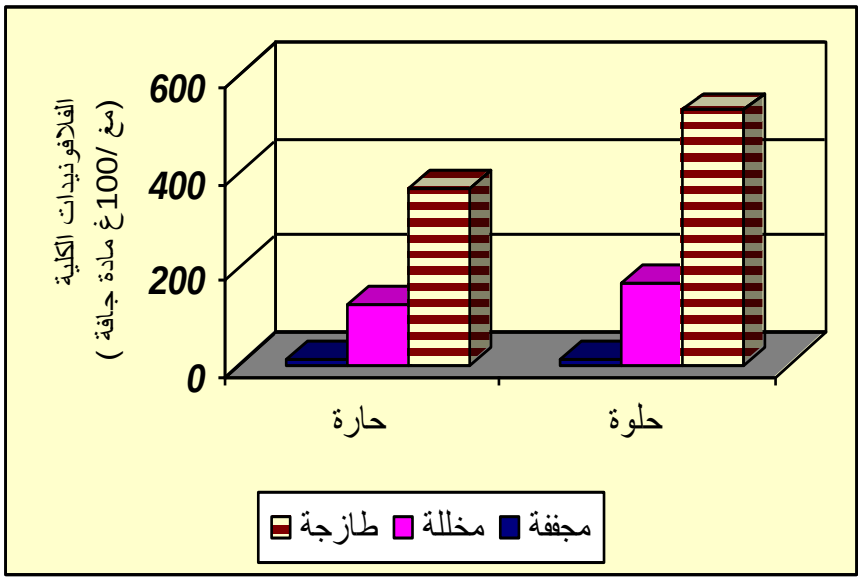
### ٤-١٥- تأثير التخزين على الفلافونيدات

يظهر الجدول ٤-14 والشكل ٤-١٦ التأثير المعنوي (P<٠,٠٥) لتأثير التخزين على الفلافونيدات في الفليفلة الخضراء الحلوة والحارة.فقد أدى تخزين الفليفلة الحلوة المخللة إلى تدهور ٦٨% من كمية الفلافونيدات، ازدادت هذه النسبة بالتجفيف الطبيعي إلى٩٨ %. ولقد ظهر هذا التدهور جلياً في الفليفلة الخضراء الحارة، فقد تأثرت الفلافونيدات في التخليل والتجفيف فانخفضت الفلافونيدات بمعدل ٦٦% بالتخليل و ٩٨% بالتجفيف الطبيعي.

**جدول (٤-14): تأثير التخزين على الفلافونيدات الكلية في الفليفلة الخضراء الطازجة والمصنعة.**

| تقنية التصنيع | الفلافونيدات (مغ /١٠٠غ ) مادة جافة | |
|---|---|---|
| | الحلوة | الحارة |
| الطازجة | ٠,١٨±٥٢٤.٠٠$^{a}$ | ٠,١±٣٦١.٠٠$^{a}$ |
| المخللة | ٠,٠٨±١٦٦.٠٠$^{b}$ | ١,٧٥±١٢٢.٠٠$^{b}$ |
| المجففة طبيعياً | ٠,٧٧±١٠,٦٥$^{c}$ | ٠,٧٥±٩,٨٠$^{c}$ |

يشير اختلاف الأحرف ضمن العمود الواحد إلى وجود فروق معنوية على مستوىP<0.05




**شكل (4-16 ): يبين تأثير التخزين على الفلافونيدات في الفليفلة المصنعة الحلوة والحارة**

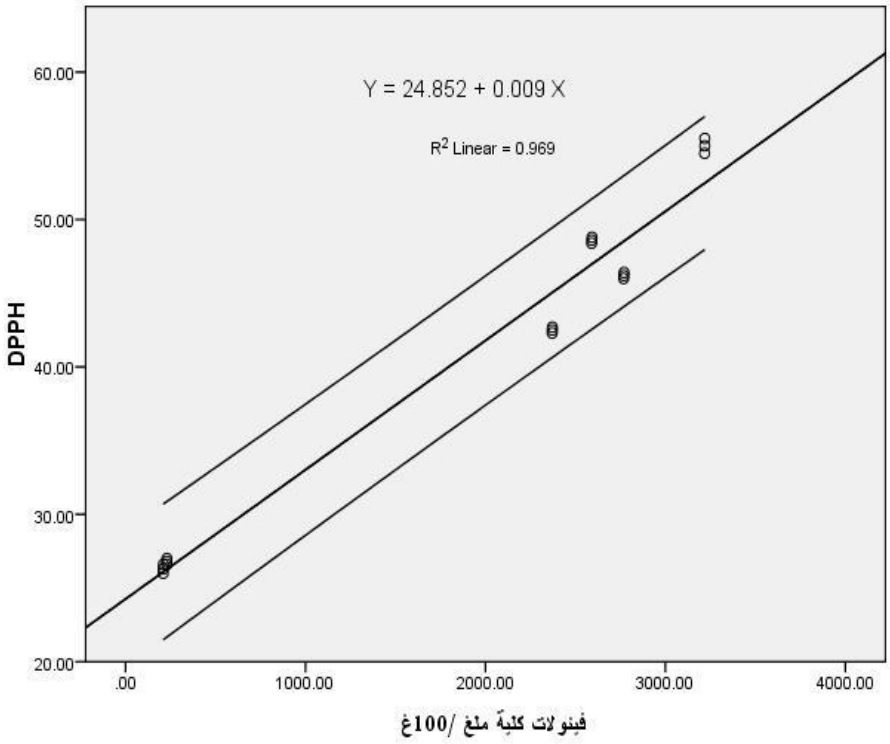
**٤-١٦- علاقة النشاط المضاد للأكسدة مع الفينولات:**

وجد في هذا البحث علاقة قوية بين الفينولات الكلية والنشاط المضاد للأكسدة المقاس بطريقة DPPH ($r^2$=0.9-0.96) كما هو واضح في الشكلين٤-١٧ ،٤-١٨. في حين أن هذه العلاقة كانت أيضاً عالية وفق طريقة بيتا كاروتين ($r^2$=0.88-0.91 ) كما في الشكلين (٤-١٩، ٤-٢٠). وقد درست هذه العلاقة بين الفينولات الكلية على أساس الوزن الجاف والنشاط المضاد للأكسدة في الفليفلة الخضراء الطازجة والمخللة والمجففة بنوعيها( الحلوة والحارة) وتتوافق نتائج هذا البحث مع ما توصل (Lee *et al*,1995) من وجود علاقة قوية ($r^2$=0.86) بين النشاط المضاد للأكسدة والمركبات الفينولية التي تعد الفلافونيدات من ضمنها.

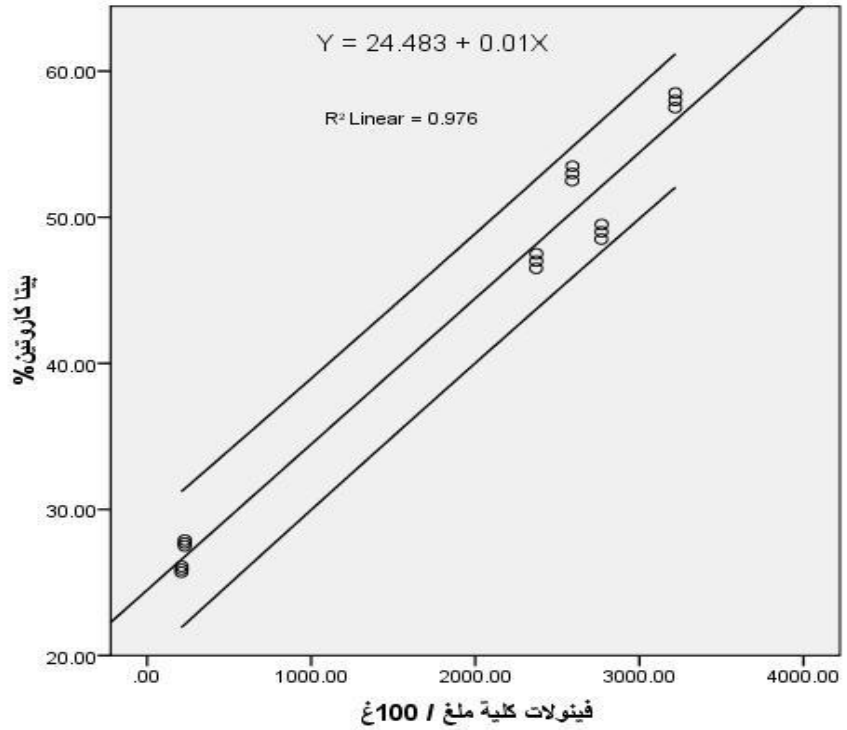
ولعل (Larson, 1988) أول من وضح أن مركبات الفينول في النباتات ومن ضمنها تلك الموجودة في الفليفلة تساهم في تكوين النشاط المضاد للأكسدة كما قاسه عبر طريقة زوال لون البيتا كاروتين. ومن الباحثين من وجد علاقات ايجابية عالية ($r^2$=0.97- 0.80 ) بين الفينولات الكلية وحمض الاسكوربيك والسكريات الحرة (Antonious *et al*, 2006).

لقد تم في هذه الدراسة تعيين الفينولات الكلية التي ارتبطت ايجابياً وبصورة واضحة تماماً مع النشاط المضاد للأكسدة وفي الطريقتين المستخدمتين في الأشكال(٤-١٧ ،٤-١٨ ،٤-١٩، ٤-٢٠) إلا أنه لم تجر محاولات لتمييز الفينولات الموجودة ، كون هذا العمل يحتاج بحد ذاته إلى بحث مستقل وقد ميز باحثون آخرون أن الفلافونيدات تلعب دوراً مهماً كأحد مكونات الفينولات الكلية وأن الكويرستين (quercetin) واللوتولين (Luteolin) يشكلان معظمها (Howard, 2001).

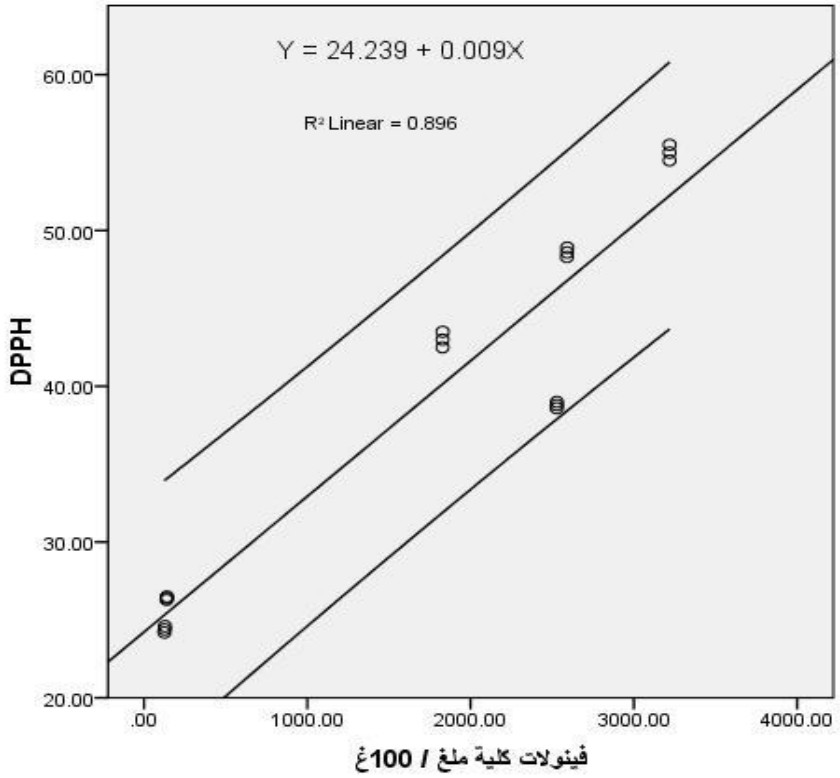
وقد بين (Lee *et al*, 1995 ) أن لوتولين أقوى من الكويرستين والكابساسين (capsaicin) في النشاط المضاد للأكسدة كما هو مقاس بزوال لون البيتا كاروتين.



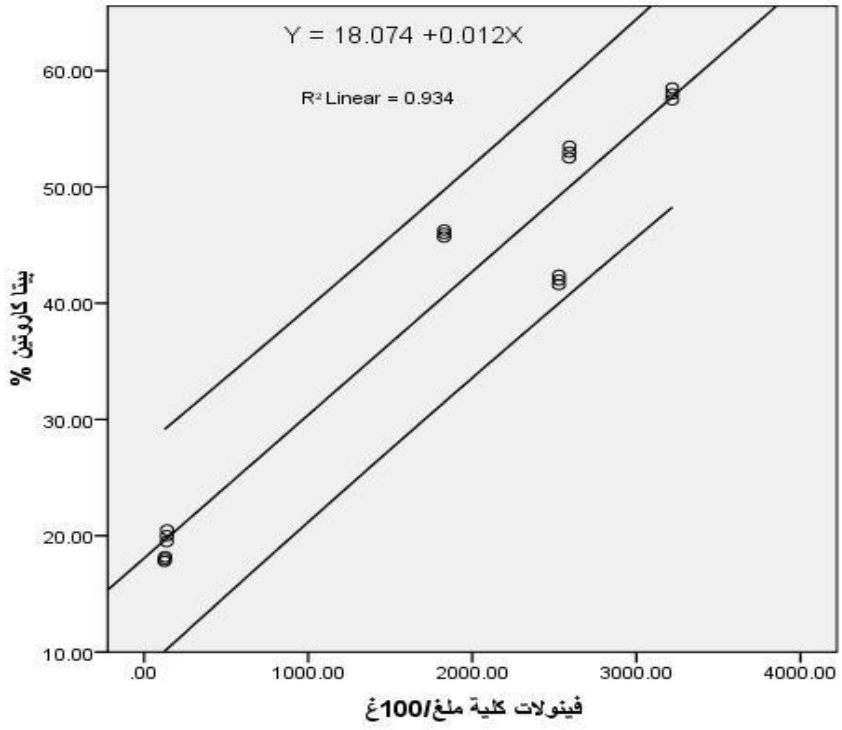

**شكل(٤-17): علاقة الفينولات الكلية في الفليفلة الخضراء الطازجة والمخللة والمجففة بالنشاط المضاد للأكسدة المقاس بطريقة DPPH بعد عملية التصنيع.**




**شكل(4-18): علاقة الفينولات الكلية في الفليفلة الخضراء الطازجة والمخللة والمجففة بالنشاط المضاد للأكسدة المقاس بطريقة β- كاروتين بعد عملية التصنيع .**




**شكل(4-19): علاقة الفينولات الكلية للفليفلة الخضراء الطازجة والمخللة والمجففة بالنشاط المضاد للأكسدة المقاس بطريقة DPPH في نهاية فترة التخزين.**




**شكل( 4-20) علاقة الفينولات الكلية في الفليفلة الخضراء الطازجة والمخللة والمجففة بالنشاط المضاد للأكسدة المقاس بطريقة β- كاروتين بعد نهاية فترة التخزين.**

# الاستنتاجات

١- تماشت نتائج التحليل الكيميائي لثمار الفليفلة الخضراء الطازجة مع نتائج التحليل الكيميائي للأصناف الواردة في البحوث المنشورة في مجلات عالمية.

٢- أهمية الفليفلة الخضراء الحلوة والحارة كمصدر هام لمضادات الأكسدة.

٣- أهمية تجفيف الفليفلة في الظل دون التعرض المباشر لأشعة الشمس للمحافظة على أكبر كمية ممكنة من مضادات الأكسدة.

٤- تدهورت قيمة فيتامين C في ثمار الفليفلة الخضراء تحت تأثير عملية التصنيع سواء أكانت تخليلاً أم تجفيفاً طبيعياً.

٥- تأثرت معنوياً قيم المواد الفعالة بيولوجياً ونخص بالذكر فيتامين C والفينولات الكلية في الفليفلة المخللة والمجففة طبيعياً.

٦- تأثرت معنوياً قيم النشاط المضاد للأكسدة وفق طريقتي DPPH وبيتا كاروتين في الفليفلة المخللة والمجففة طبيعياً.

٧- ارتبط النشاط المضاد للأكسدة بالفينولات الكلية في الفليفلة الخضراء المصنعة وفق طريقتي DPPH وبيتا كاروتين.

# التوصيات

١- نجد أن عملية التجفيف المتبعة على المستوى المحلي والممارسة العملية التي تتم بصورة شائعة ومنتشرة في كثير من الأوساط تؤدي إلى تهدم المواد الفعالة بيولوجياً (الفينولات الكلية، فيتامين C) لذا فمن الأهمية دراسة تجفيف الفليفلة بصورة يخفف فيها من تهدم المواد البيولوجية الهامة، ونخص بالذكر استخدام العوامل التصنيعية الخفيفة في تأثيرها على مكونات الفليفلة المهمة.

٢- التوصية بمحاولة استخلاص المركبات الفعالة بيولوجياً من ثمار الفليفلة وإضافتها إلى المواد الغذائية سريعة الفساد ، وتسويقها كمواد بيولوجية ذات تأثيرصيدلاني .

٣- الترويج لأهمية ثمار الفليفلة الصحية والغذائية.

# ٥- المراجع

# REFERENCES


**Agte,** V. Tarwadi,K. Mengale, S. Hinge,A. and Chiplonkar, S. 2002. Vitamin profile of cooked food how helthy is the practice of ready – to-eat foods. *Int. J.Food. Sci. Nutr*., **53,** 197-208.

**Alcaraz,** M, D. 1990 Carotenoides de variedades de *Capsicum annuum* L. Tesis de Licenciatura. Dep. Quı´m. Agrı´c. y Edafolog, Facultad de Quı´micas, Universidad de Murcia.

**Antonious,** G, F**.** Kochhar, T, S. Jarret, R, L. and Snyder, J, C. 2006. Antioxidants in hot pepper: Variation among accessions . *J. Environmental science and health, part B* . **41**, 1237-1247 .

**A.O.A.C**. 2000**.** Official methods of Analysis of the Association of official Analytical Chemists, 17ed Maryland. U.S.A.

**Apak**, R. Güçlü, k. Demirata, B. Özyürek, M. Çelik, S. Bektaşoğlu, B. Berker, I. and Özyurt, D. 2007 Comparative Evaluation of Various Total Antioxidant Capacity Assays Applied to Phenolic Compounds with the CUPRAC Assay. Molecules, **12**, 1496-1547.

**Asami**, D, K. Hong, Y, J.Barrett, D. M.and Mitchell, A.E. 2004. Comparison of the total phenol and ascorbic acid content of freeze – dried and air dried Marino berry, strawberry, and corn grown using conventional, organic and sustainable agricultural practices. *J.agric. food. chem*, **51**, 1237-1241.

**Aydin**, N. and Kadioglu, A. 2001. Changes in the chemical composition, polyphenol oxidase and peroxidase activities during development and ripening of meddler fruits (Mespilus germanica L.). *Bulg. J. Plant physiology* **27**, 85-92.

**Binested**, R. Devey, J.D.and Dakin, J.C. 1971. Pickles and Sauce Making. 3rd. Edition, Food Trade Press, London.

**Byers,** T. and Perry. A 1992. Dietary carotenes, vitamin C, and vitamin E as protective antioxidants in human cancers. *Ann. Rev Nutri*. **12**,139-159.

**Cao**, G.Sofic, E. and Prior, R. L. 1996. Antioxidant capacity of tea and common vegetables. *J. Agric. Food. Chem*. **44**, 3426-3431

**Castro,** M.S. Saraiva, J.A. Lopes-da- silva, J.Delgadillo, I.Loey, A.V.Smout, C and Hendrickx, M. 2008 Effect of thermal blanching and of high pressure treatments on sweet green and red bell pepper fruits (capsicum annuum L.). *J.Agric. Food. Chem* **107**, 1436-1449.

**Chuah**, A.M. Lee,Y. Yamaguchi, T. Takamura, H.Yin, L. and Matoba, T. 2008. Effect of cooking on the antioxidant properties of coloured peppers, *Food Chemistry* **111**, 20-28.

**Chatterjee**, S. Zareena N. Gautam, S. Soumyakanti, A. Prasad S.Variyar, A,S. 2007 Antioxidant activity of some phenolic constituents from green pepper (Piper nigrum L.) and fresh nutmeg mace (Myristica fragrans). *J.Food. Chem.* **101**, 515-523.

**Crozier**, M. E, J.Lean,M.S. McDonald and Black, C. 1997. Quantitative analysis of the flavonoid.content of commercial tomatoes, onions, lettuce, and celery, *J. Agric. Food. Chem*. **45**, 590-595.

**Daood,** H.G.Vinkler, M. Markus, F. Hebshi, E. A. Biacs, P.A. 1996. Antioxidant vitamin content of spice red pepper (paprika) as affected by technological and varietal factors. *J. Food. Chem*.**55**, 365-372.

**Durucasu**. I, and Tokusoglu, O. 2007. Effects of grilling on Luteolin (3.4.5.7-tetrahydroxy flavon) content in sweet green Bell pepper (capsicum annum) Pakistan. *J.Biological science* **10**, 3410-3414

**Evans**, P. and Halliwell, B. 2001. Micronutrients: oxidant / antioxidant status. *British. J. of Nutrition*, **85**, 67-74.

**Fennema**, O. R.1996. Food Chemistry, third edition. Marcel Dekker Inc. New York. USA. 533-561-566

**Ferrer,** C.and Costa, J. C.1991 Contenido en clorofilas durante el desarrollo y maduracio´n de frutos de *Capsicum annuum* L. *Actas de Horticultura, Jornadas de Seleccio´n y Mejora de Plantas Horti´colas*; Ron and Malvar Pontevedra, Spain.**8**,269-274

**Fisher**, C. and Kocis, J. A.1987 Separation of paprika pigment by HPLC. *J. Agric. Food Chem*, **35**, 55-57.

**Fourie**, P. C. 1996. Fruit and human nutrition in: Fruit processing. Edited by: arthey. D, Ashurst. P. R. chapman and HALL U K.

**Greco**, L. Riccio, R. Bergero, S. Del Re, A.and Trevisan,M., 2007. Total reducing capacity of fresh sweet peppers and five different Italian pepper recipes. *Food Chemistry*. **103**, 1127- 1133.

**Halliwell**. B and Gutteridge J.M.C (1999) Free Radical Biology and Medicine, 3rd edition Annals of the New York Academy of Sciences, **587**: 181-188.

**Hasler**, C, M. 1998. Functional food: their role in disease prevention and health. *Food. technol*. **52**, 63-69.

**Havesteen,** B. 1983. Flavonoids a class of natural products of high pharmacological potency .Biochemical Pharmacology. **32**, 274-276.

**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**, pp. 2379–2383.

**Hornero**. M, D. and Minguez. M, 1994. Comparative study of the effect of paprika processing on the carotenoids in peppers (Capsicum annuum) of the bola and agridulce varieties. *Journal of Agricultural Food Chemistry* **42**, 1555–1560**.**

**Howard,** L.R. Smith,R.T. Wagner, A.B. Villalon, B. and Burnes, E.E**.** 1994. Provitamin A and ascorbic acid content of fresh pepper cultivars(*Capsicum* species)and processed jalapenos. *J.Food Sci*. **59**: 362-365.

**Howard,** L.R. and Hernandez-Brenes, C.1997 . Antioxidant content and market quality of Jalapeno pepper rings as affected by minimal processing and modified atmosphere packaging. *J. Food Quality*, **21**,317-327 .

**Howard** L.R. 2001. Antioxidant Vitamin and phytochemical Content of fresh and processed pepper fruit(*Capsicum annuum*). Chapter 13 in Handbook of Nutraceutical and functional food, Wildman, R.C. (ed). CRC press, Baca Raton, Florida, USA.

**Iqbal**, K. Khan, A. and Khattak M.A.K. 2004. Biological significance of ascorbic acid (vitamin C) in human health– A review. *Pakistan Journal of Nutrition*, **3**, 5-13.

**Kaur** C.and Kapoor H.C. 2002. Antioxidant activity and total phenolic content of some Asian vegetables. *Int. J. Food Sci. Technol*. **37**,153-161.

**Keith**, E 1999. Antioxidants and Health, (http://www.Aces, edu/pubs/docs/ H/HE-0778).

**Kim,** S.Lee K, W. Park, J. Lee, J.H. 2006. Effect of drying in antioxidant activity and changes of ascorbic acid and colour by different drying and storage in Korean red pepper (*Capsicum annuum*, L.) *Journal of Food Science & Technology* **41**, 90–95.

**Lakhanpal**, p. M D, and Rai. D.K. 2007. Quercetin: A Versatile Flavonoid., *Internet Journal of Medical* Update, **2**, No. 2.

**Larson**, R. L. 1988. The antioxidant of higher plants.phyto chemistry **27**, 969-978.

**Lee**, Y. Howard, L.R. and Villalon, B. 1995 Flavonoids and antioxidant activity of fresh (Capsicum annum) cultivars *J.Food Sci*. **60**,473-476.

**Lee**, Y. and. Howard, L.R. 1999. Firmness and phytochemical Losses in Pasteurized yellow Banana pepper (*Capsicum annuum*) as affected by Calcium Chloride and storage**,** *J. Agric. Food. Chem***. 47**, 700-703.

**Losonczy** K.G, Harris T.B, and Havlik R.J.1996 Vitamin E and vitamin C supplementuse and risk of all cause and coronary heart disease mortality in older persons:7. VITAMIN C143.

**Manach**. C, Scalbert.A , Morand.C, Rémésy. C,and Jime n, 2004 Polyphenols: food sources and bioavailability, American Society for Clinical Nutrition, **79**, 727– 47.

**Manzocco**, L. Calligaris, S. Masrrocola, D. Nicoli M. and. Lerici. C. R. 2001. Review of non-enzymatic browning and antioxidant capacity in processed food, *J. Food Sci. Technol*. **11**, 340-346.

**Markus**, F. Daood, H.G. Kapitany, J. Biacs, P.A. 1999 Change in the carotenoid and antioxidant content of spice red pepper (paprika)as a function of ripening and some technological factors. *J. Agric. Food. Chem*. **47**, 100-107.

**Marinova**. D, Ribarova. F, Atanassova. M. 2005 Total phenolics and total flavonoids in Bulgarian fruits and vegetables. *J chemical Technology and Metallurgy*. **40**, 255-260.

**Materska** M**,** Perucka I, Stochmal A. Piacente A. Oleszek W. 2003**.** Quantitative and qualitative determination of flavonoids and phenolic acid derivatives from percarp of hot pepper fruit. Bronowicka Ostra. pol. food Nutr.Sci: **2**,72-76.

**Middleton** E, Kandaswami C, Theoharides TC.2000 The effects of plant flavonoids on mammalian cells, implications for inflammation, heart disease, and cancer. Pharmacol Rev, **52**, 673–751.

**Mitchell** A, 2006. Acomparison of the nutrient and phytochemical content of organic and conventional tomatoes and peppers. http//Mitchell. ucdavis. edu. com//.

**Molyneux** P. 2004. The use of the stable free radical diphenylpicrylhydrazyl for Estimating antioxidant activity. *J. Sci. Tech*.**26**,211-219.

**Paola**, R .Arabbi, M. I. Genovese and M.Lajolo, 2004, Flavonoids in Vegetable Foods Commonly Consumed in Brazil and Estimated Ingestion by the Brazilian Population. *J. Agric. Food. Chem*. **52**, 1124-1131.

**Pellegrini**, N., Serafini, M., Colombi, B., DelRio, D., Salvatore, S., Bianchi, M., and Brighenti, F. 2003. Total antioxidant capacity of plant food, beverages and oil consumed in Italy assessed by three different in vitro assays. *J. Nutrition*, **133**, 2812- 2819.

**Perucka**. I, Materska M, 2007. Antioxidant,vitamin contents of capsicum annuum fruit extracts as affected by processing and varital factors. *Acta Sci pol. Technol. Aliment* **6**.67-74.

**Schweiggert**. U, Schieber. A, Carle. R, 2005. Inactivation of peroxidase, polyphenoloxidase, and lipoxygenase in paprika and chili powder after immediate thermal treatment of the plant material, *J. Innovative food science & Emerging Technologies*. **6**, 403-411.

**Singh**, R. P. Chidambara, K. N. 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**, 81-86.

**Stewart** A. J., S. Bozonnet, W. Mullen, G. Jenkins, I. Michael. E. J and. Crozier. A, 2000 Occurrence of flavonols in tomatoes and tomato-based products, *J. Agric. Food. Chem*. **48**, 2663-2669.

**Surekha**, S., and Begum, K. 1993. Retention of ascorbic acid in pickles – effect of different spices and salts (an *in vitro* study). Food/Nahrung, **37**, 596-601.

**Sun**, T. Xu, Z. Wu, C.T. Janes, M. Prinyawiwat, K. and No, K. 2006. Antioxidant activities of different colored sweet bell peppers (Capsicum annuum L). *J. food science* **72**, 98 - 102.

**Tchiegang**, P.M. Fewou and V. K. Noutchougoue 1999, Etude compare uelques constituents chimiquees dedeux types de piment (Capsicum annum L.) pendant la conservation dans une saumure acid. *Journal of Food Engineering* **42**, 117-122.
**Tolbert**. N.E (editor) 1980. the biochemistry of plant, (volume 1) Stumph. P. K, Con, E. E (editors) in cheif Academic press New york USA.

**Tonelli.** D, Gattavecchia. E, Budini. R 1981. Biochemical chang in green sweet peppers during storage at different temperatures. **7**, 189-193.

**Turkmen**, N. Ferda Sari and Sedat Velioglu. 2005. the effect of cooking methods on total phenolics and antioxidant activity of selected green vegetable, *J Food. Chem.* **93**, 713-718.

**UCD** avis,(2008) Vegetable Research and Information Center (http://vric.ucdavis.edu/veginfo/commodity/garden/crops/pepper.pdf)

**USDA** National Nutrient Database for Standard Reference, Release 21 (2008) http://www.ars.usda.gov/nutrientdata.

**USDA (2008)** Nutrient data base. peppers,vitamin and natural analgesic (www.Botanical-online.Com)

**Wada**, L and Ou, B. 2002 Antioxidant activity and phenolic content of Oregon Caneberries. *J. Agric. Food. Chem*. **50**, 3495-3500.

**Yalim**, S. Ksel, U. and Zdemir, O. 2003. Effects of preparation procedures on ascorbic acid retention in pickled hot peppers. *International J. food science and Nutrition*. **54**, 291-296.

**Young**. I. S and woodside J. V. 2001. Antioxidants in health and disease, *J.clincal pathology*. **154**, 176-186.

**Zhang,** D. and. Hamauzu Y**.** 2004. Phenolics, ascorbic acid, carotenoids and antioxidant activity of broccoli and their changes during conventional and microwave cooking. *J. Food Chem*. **88**, 503-508.

**Zhang,** D. and.Hamauzu Y. 2003 Phenolic compounds, ascorbic acid, carotenoids and antioxidant properties of green, red and yellow bell peppers. *J. Food Agreiculture &Environment*. **1**, 22-27.

## المراجع العربية


- المجموعة الإحصائية ٢٠٠٧/ المكتب الإحصائي رئاسة مجلس الوزراء.
- وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي، مديرية الاقتصاد الزراعي، المجموعة الإحصائية الزراعية السنوية لعام ٢٠٠٦.
- الورع، حسان ١٩٨٣: إنتاج محاصيل الخضر، كلية الزراعة جامعة حلب.
- حسن، أحمد١٩٨٧: تكنولوجيا الإنتاج والممارسات المتطورة – إنتاج الفلفل والباذنجان– جامعة عين شمس.