



The 1st International Conference on Sciences and Arts (ICMSA 2017)

المؤتمر الدولي الاول للعلوم والاداب

3 مايو 2017 - اربيل - العراق

<http://sriweb.org/erbil/>

Functional Properties Of Phytic Acid Extracted From Sesame Oil Cake

Khalida A. Shakir Waleed K. Rasheed
College of Agriculture –university of Baghdad

Abstract

This study aimed to investigate some of functional properties of phytic acid extracted and purified from sesame oil cake which obtained from sesame oil local factories . The chemical composition analysis revealed that the sesame oil cake rich in proteins, fiber and ash. Phytic acid content determined based on Wade reagent and also by titration method ,the former method gave higher value (5.02%) than the latter method (1.97%). Chelating capacity test showed that the binding ability of phytic acid with some divalent metals ions were in following order ($Fe^{+3} > Mg^{+2} > Ca^{+2}$). The reducing power of phytic acid as antioxidant agent showed 91.21% and 39.51 % when 1% and 0.5% of phytic acid used respectively.



الخصائص الوظيفية لحمض الفايثيك المستخلص من مخلفات السمسم

خالدة عبد الرحمن شاكر

وليد خالد رشيد

قسم علوم الاغذية _ كلية الزراعة _ جامعة بغداد

المستخلص

هدفت الدراسة الحالية الى التعرف على بعض الخصائص الوظيفية لحمض الفايثيك المستخلص والمنقى من مخلفات معاملة زيت السمسم . تم تقدير حامض الفايثيك في المخلفات بالطريقة اللونية والطريقة التسحيحية , واجريت عملية اختبار لقابلية الحامض في مسك بعض العناصر الموجبة الشحنة وكذلك للسعة البفرية للحامض فضلا عن فعاليته كمضاد للاكسدة . أشارت النتائج المستحصلة الى ان استخدام الطريقة اللونية في تقدير حامض الفايثيك اعطت قيمة أعلى (5.02 %) من تلك التي اعطتها الطريقة التسحيحية (1.97 %) . بينت نتائج منحنى التسحيح لحامض الفايثيك تجاه هيدروكسيد الصوديوم (0,1 ع) بوجود وبغياب العناصر الموجبة المشار اليها اعلاه ان لحامض الفايثيك قابلية في مسك العناصر ودرجات متفاوتة وحسب الترتيب الاتي $(Ca^{+2} > Mg^{+2} > Fe^{+3})$. وفيما يخص السعة البفرية لحامض الفايثيك ظهر ان لحامض الفايثيك قوة بفرية قوية في المنطقة الحامضية. وأكدت نتائج اختبار القوة الاختزالية ان حامض الفايثيك يمتلك فعالية مضادة للاكسدة وبشكل يتناسب طرديا مع تركيز الحامض المستخدم اذ ان استخدام تركيز 1% اعطى فعالية مضادة للاكسدة بواقع 91,21 % وعند استخدام 0,5 % . كانت الفعالية 39.51% , في حين لم يظهر تركيز 0.25% اي فعالية للقوة الأختزالية .

المقدمة

يُعد حامض الفايثيك من المواد المخزونة الاساسية للنبات وهو المصدر الرئيسي للفسفور ويعود اكتشافه الى عام 1855 من قبل الباحث Hartig . يتكون حامض الفايثيك من ارتباط حلقة المايواينوسيتول مع ستة مجاميع من حامض الفوسفوريك ويطلق عليه ايضا مايواينوسيتول سداسي الفوسفات *(myo- inositol 1,2,3,4,5,6 hexakis dihydrogen phosphate)* ، يتواجد الحامض في الحبوب والبقوليات وكذلك البذور الزيتية و يختلف موقع حامض الفايثيك في البذور المختلفة فيكون اما في القشور الخارجية كما في القمح و الارز او يكون مرتبط بالبروتينات كما في البقوليات , و في الذرة الصفراء والبيضاء فهو يتمركز في الجنين ويحتوي الاندوسبيرم على نسبة ضئيلة منه، كما يحتوي الدقيق الابيض على نسبة قليلة من حامض الفايثيك وترتفع نسبته مع ارتفاع نسبة



الاستخلاص للقمح ،ويحتوي الخبز بصورة عامة على نسبة قليلة من حامض الفايثيك بسبب تحلل جزء كبير منه بفعل الفايثيز الطبيعي الموجود بالحنطة او بفعل خميرة الخبز (simell et.al 1991).
عُرف حامض الفايثيك بأنه من مضادات التغذية بسبب قابليته في مسك بعض العناصر المعدنية مثل الحديد ، الكالسيوم ، المغنيسيوم ، النحاس وغيرها في مدى واسع من الارقام الهيدروجينية فضلا عن قابليته للارتباط بالبروتين مما يؤدي الى التقليل من التوافر الحيوي لهذه المغذيات داخل جسم الكائن الحي. وبالامكان التقليل من محتوى الاغذية من حامض الفايثيك من خلال عمليات النقع، التسخين، التقشير، التخمر او معاملته بانزيم الفايثيز (Tabekhia et.al 1980). وأشارت الدراسات الحديثة الى استخدام حامض الفايثيك في مجالات عديدة منها صيدلانية وغذائية وغيرها ، فهو يعمل على حفظ الصبغات الطبيعية في النباتات وفي المشروبات والمنتجات الغذائية مثل صبغة الانثوسيانين ، وكذلك يمنع الاسمرار في الثمار ، وله فعالية مضادة للاكسدة حيث يمنع تكوين الجذور الحرة ، كما انه يقوم بمنع نمو الاحياء المجهرية ويتميز بامتلاكه سعة البفرية. و لحامض الفايثيك دور في منع تكون حصى الكلى ويمنع تسوس الاسنان ويخفض من مستوى السكر والكوليسترول في الدم ويمنع امراض السرطان(Saad et.al2011). واستنادا الى كل ماورد اعلاه والى ما أشارت اليه بعض الدراسات حول أحتواء بذور السمسم على مايقارب (1.44-5.36) غم/100غم حامض الفايثيك(Harland and Oberleas1987) وبسبب عدم وجود اوقلة الدراسات المحلية حول الخصائص الايجابية لحامض الفايثيك هدفت الدراسة الحالية الى استخلاص حامض الفايثيك من مخلفات مصنع زيت السمسم ودراسة بعض خصائصه الوظيفية .

المواد وطرائق العمل

تحضير وجمع العينيات:

تم الحصول على مخلفات السمسم من احد معامل انتاج زيت السمسم في بغداد ، ثم تم تنظيف العينة من الشوائب واستخلص الزيت المتبقي في المخلفات وفقاً للطريقة الموصوفة من قبل (Borchani et .al (2010 باستخدام الايثر الايثيلي بنسبة خلط (1:5) ح / و لمدة 16 ساعة ثم ترك العينة على درجة حرارة الغرفة لحين تبخر المذيب.

دراسة التركيب الكيميائي لمخلفات السمسم:

تم تقدير الرطوبة، الألياف، الرماد، البروتين، الزيت في المخلفات حسب ماورد في (AOAC 2005).

تحضير المنحنى القياسي لحامض الفايثيك:



حضرت تراكيز متدرجة من Sodium phytate تراوحت (0.02-0.2 ملغم/مل) وسحب من كل تركيز 3 مل واضيف اليه 1 مل من الكاشف اللوني ونقلت الى مازج الانابيب ومزجت لمدة 5 ثواني ، وسجلت القراءات على طول موجي 500nm. ورسمت العلاقة بين تراكيز الحامض وقراءات الامتصاص الضوئي لها .

طرائق استخلاص وتقدير حامض الفايستيك:

الطريقة التسحيحية :

تم استخلاص وتقدير حامض الفايستيك حسب الطريقة الموصوفة من قبل Lucas and Markaka (1975) المحاليل والكواشف:

1- محلول حامض الهيدروكلوريك 1.5 مولار .

2- محلول ثايوسيانيد الامونيوم 0.3% .

3- محلول $FeCl_3$ 0.00195 غم/مل.

طريقة العمل:

وزنت عينة مقدارها 2 غم ، وضعت في دورق حجمي سعة 250 مل ،اضيف لها 100مل من حامض الهيدروكلوريك وتُرك المزيج لمدة ثلاث ساعات على درجة حرارة الغرفة (25 م) ، ثم رشح الخليط عبر ورق ترشيح Whatman no.1 ، واخذ 50 مل من الراشح واضيف له 107مل ماء مقطر لتعديل الحموضة مع اضافة 10مل من ثايوسيانيد الامونيوم كمؤشر لنقطة نهاية التفاعل عندما يتحول اللون الى البني المصفر، ثم تجرى عملية التسحيح مع $FeCl_3$ ، ثم حسبت النسبة المئوية من خلال القانون الآتي:

$$\%phytic\ acid = y \times 1.19 \times 100$$

Y: حجم $FeCl_3$ المستهلك.

الطريقة اللونية :

تم استخلاص وتقدير حامض الفايستيك حسب الطريقة الموصوفة في (Latta and Eskin 1980) ، وذلك باستخدام الكاشف اللوني (Wade reagent)، مع اجراء بعض التحويلات التي ذكرها (Vaintraube and Lapteva 1988) و شملت التحويلات النقاط الاتية هي:



1- تمديد وقت الاستخلاص الى 16 ساعة .

2- تقليل درجة حرارة الطرد المركزي الى 10°C .

3- تنظيف العينة لغرض زيادة كفاءة الاستخلاص لحمض الفيتيك.

المحاليل والكواشف:

1- محلول حامض الهيدروكلوريك 2.4%.

2- الكاشف اللوني (Wade reagent) من خلط

(0.03% $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ + 0.3% Sulfosalicylic acid) ثم ايصال الحجم الى 100مل بالماء المقطر في

دورق حتمي.

3- كلوريد الصوديوم.

طريقة العمل:

وزنت عينة مقدارها 0.5 غم وُخلطت مع 10مل من حامض الهيدروكلوريك وتُركت لمدة 16 ساعة على حرارة الغرفة ، ثم أُجريت لها عملية الطرد المركزي على سرعة 1000xg عند حرارة 10°C لمدة 20 دقيقة، نُقل المستخلص الى انبوبة جهاز الطرد المركزي سعتها 14مل تجتوي على 1غم من ملح كلوريد الصوديوم ، وبعد اذابة الملح تُركت عند 4°C لمدة 60 دقيقة، نُقل الخليط الى جهاز الطرد المركزي عند سرعة 1000xg على حرارة 10°C لمدة 20 دقيقة ، تم أخذ الرائق الناتج بعد المعاملة بكلوريد الصوديوم المشار اليها اعلاه، سحب 1 مل من الرائق وخفف الى 25 مل بالماء المقطر، اخذ 3 مل من المستخلص المخفف واضيف له 1مل من الكاشف اللوني (Wade reagent) ووضعت في انبوبة الطرد المركزي سعتها 14مل ومزجت بمزج الانابيب (vortex) لمدة 5 ثواني، بعدها نُقلت الى جهاز الطرد المركزي عند سرعة 1000xg وعلى حرارة 10°C ولمدة 10 دقيقة، ثم أُستخدمت معادلة الخط المستقيم المستحصل من المنحنى القياسي لـ sodium phytate المحضر سابقاً لحساب نسبة حامض الفايستيك، ثم قرأت الامتصاصية على طول موجي 500nm ، ثم حسبت قيمة حامض الفايستيك من خلال القانون التالي:

$$\% \text{حامض الفايستيك} = \text{تركيز الحامض ملغم/مل} \times \frac{\text{مقلوب التخفيف}}{\text{وزن العينة ملغم / مل}} \times 100$$



استخلاص وتنقية حامض الفايثيك:

تم استخلاص وتنقية حامض الفايثيك حسب الطريقة الموصوفة من قبل (CANAN et.al (2011)

قابلية حامض الفايثيك في مسك العناصر:

تمت دراسة قابلية حامض الفايثيك في مسك العناصر الموجبة وذلك باتباع الطريقة الموصوفة من قبل (1961) Brown et.al مع اجراء بعض التحويلات المتمثلة في امرار حامض الفايثيك بعمود التبادل الايوني والموصوف ادناه.

المحاليل والكواشف:

- 1- تم تحضير عمود التبادل الايوني (1x30cm) الذي يحوي على (0.5 g Dowex resin 1x8 Cl).
- 2- محلول حامض الفايثيك 1% برقم هيدروجيني (1) .
- 3- محلول كلوريد الصوديوم 0.1 مولار والآخر بتركيز 0.7 مولار .
- 4- العناصر الموجبة بتركيز 0.002 مولار لكل من الحديد ، الكالسيوم ، والمغنيسيوم .
- 5- محلول هيدروكسيد الصوديوم 0.1 عياري .

تحضير العينة:

تم سحب 5 مل من حامض الفايثيك المحضر واضيف له 5 مل من الماء المقطر ومرر عبر العمود ثم اضيف له 10 مل من الماء المقطر واضيف له 15 مل من محلول كلوريد الصوديوم 0.1 مولار ويفتح العمود بمعدل 0.3 مل في الدقيقة لحين جمع 25 مل وهذه تهمل ثم اضيف للعمود 10 مل من محلول كلوريد الصوديوم بتركيز 0.7 مولار وجمعت 20 مل من محلول الاسترداد الحاوية على حامض الفايثيك وكُرت هذه العملية مرات عديدة لتحضير كمية من الحامض لغرض اجراء الاختبارات اللاحقة ، وفقاً لما جاء به (Ellis and Morris(1982) .

طريقة العمل:

لغرض اختبار قابلية الحامض في مسك العناصر تم سحب 10 مل من المحلول المحضر اعلاه واضيف له 5 مل من الماء المقطر ثم سحح تجاه هيدروكسيد الصوديوم القياسي بتركيز 0.1 عياري . ثم سجلت قيم الأرقام الهيدروجينية بعد كل مرة يضاف فيها 20 مايكروليتر من القاعدة بعدها رسمت العلاقة بين قيم الرقم الهيدروجيني وحجم القاعدة المستهلكة من خلال منحني التسحيح. ثم أخذ 10 مل اخرى من حامض الفايثيك واضيف له 5 مل من محلول العنصر الموجب الشحنة لكل من (الحديد، كالسيوم، مغنيسيوم) كلاً على انفراد وسُححت مع هيدروكسيد



الصوديوم القياسي بتركيز 0.1 عياري، ورسمت العلاقة كما ذكر انفا ، ثم اجريت عملية مقارنة بين منحى حامض الفايثيك لوحده و منحى حامض الفايثيك مع العنصر من خلال منحى التسحيح.

السعة البفرية لحامض الفايثيك:

تم تقدير السعة البفرية لحامض الفايثيك كما في الطريقة الموصوفة في (2015) Michalowska-Kaczmarczyk et.al .

المحاليل والكواشف:

(كما في فقرة مسك العناصر)

طريقة العمل:

سحب 10 مل من الحامض المحضر كما ذكر سابقا في طريقة مسك العناصر ثم اضيف له 5 مل ماء مقطر ثم سحح تجاه هيدروكسيد الصوديوم القياسي تركيزه 0.1 عياري وتسجيل القراءة للأرقام الهيدروجينية بعد كل اضافة من القاعدة 20 مايكروليتر ثم رسمت العلاقة بين كمية القاعدة المستهلكة والرقم الهيدروجيني من خلال منحى التسحيح.

قابلية حامض الفايثيك كمضاد للأكسدة:

قياس القوة الاختزالية لحامض الفايثيك:

تم تقدير القوة الاختزالية لحامض الفايثيك حسب الطريقة الموصوفة (Benzie et.al 1996)

المحاليل والكواشف:

1- تم تحضير تراكيز مختلفة من حامض الفايثيك 1% ، 0.5% ، 0.25%.

2- تم تحضير محلول 1% Potassium ferricyanide .

3 محلول دارى الفوسفات رقمه الهيدروجيني 6.6 .

4 محلول ثلاثي كلوريد حامض الخليك 10% .

5- محلول كلوريد الحديدك 0.1% .

طريقة العمل:

سحب 1 مل من كل تركيز من حامض الفايثيك وخلط مع 2.5 مل Potassium ferricyanide مع اضافة 2.5 مل من ثلاثي كلورو حامض الخليك ثم نقلت الى جهاز الطرد المركزي عند سرعة 2000xg بعدها خلط 2.5 مل



من الراشح مع 2.5 مل من الماء المقطر واضيف الى 0.5 مل من كلوريد الحديدك 0.1% وترك المزيج لمدة 30 دقيقة ثم قيس الامتصاصية على طول موجي 700 nm، ثم طبق القانون الاتي لحساب القوة الاختزالية:

$$Rducing\ power = [(B - A)/B] \times 100$$

A: قراءة الامتصاص الضوئي للعينة .

B: قراءة الامتصاص الضوئي للعينة الضابطة.

النتائج والمناقشة

يبين جدول(1) ان مخلفات السمسم قيد الدراسة تحتوي على نسبة عالية من البروتين والزيت والالياف والرماد وهذه النسبة مقارنة الى ما أشارت اليه بعض المصادر (Hwang (2005) . كما يتبين من الجدول ذاته ان مخلفات السمسم تتميز بمحتواها العالي من حامض الفايترك والبالغة (5.02% و1.97%) عند تقديرها بالطريقة اللونية والتسحيحية على التوالي وهذه النسبة تتوافق مع ما ماجاء به (Harland and Oberleas (1987 الذين ذكروا ان نسبة حامض الفايترك في السمسم تتراوح بين (1.44-5.36) غم/100غم.

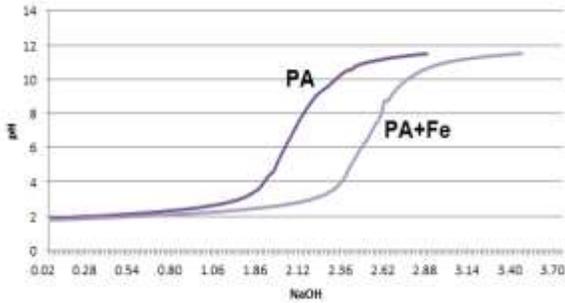
جدول(1) : التركيب الكيميائي لمخلفات السمسم المزالة الزيت ونسبة حامض الفايترك المقدره بالطريقة اللونية والتسحيحية

	Moisture%	Ash%	Crude fiber%	Protein%	Fat%	Phytic acid%
مخلفات السمسم من المعمل	10.1	12.8	16.97	26.5	—	^1.97 *5.02

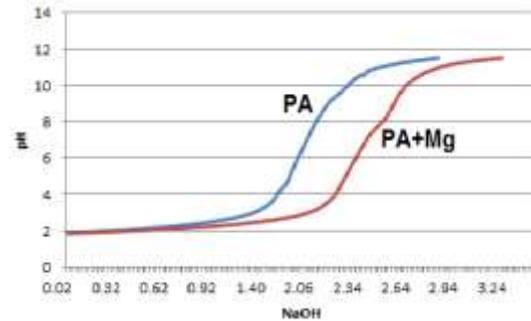
*: نسبة حامض الفايترك في الطريقة اللونية.
^: نسبة حامض الفايترك في الطريقة التسحيحية.

ويُعزى السبب في انخفاض القيمة المحسوبة لحامض الفايترك في الطريقة التسحيحية هو صعوبة تحديد نقطة نهاية التفاعل نتيجة تكوين المعقد الغروي لفايئات الحديد. وجاءت هذه النتائج مطابقة لما جاء به Heubner and Stadler(1914)، لذلك يُفضل استخدام الطريقة اللونية في تقدير حامض الفايترك.

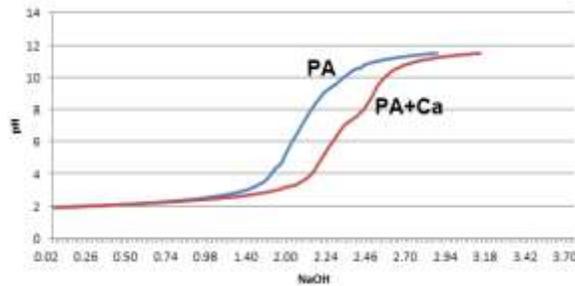
يُبين الشكل (1) منحنى التسحيح لحمض الفايثيك مع العناصر الموجبة الثنائية والثلاثية التكافؤ ، لوحظ ان اشكال المنحنيات تختلف من عنصر لآخر وذلك طبقاً لدرجة ارتباط العنصر مع الحامض. يبدو من شكل منحنى التسحيح لمحلول عنصر الحديد مع حامض الفايثيك تجاه التسحيح بمحلول القاعدة ان قوة ارتباطه بالحامض هو اكثر بالمقارنة مع ارتباط العناصر الاخرى لان حجم القاعدة المستهلكة للوصول الى نقطة تغير الرقم الهيدروجيني هو اكبر، وعليه ابتعد منحنى التسحيح لحمض الفايثيك مع الحديد مسافة اكبر عن منحنى حامض الفايثيك لوحده مقارنة ببقية العناصر. بمعنى ان التغير في الرقم الهيدروجيني كان ابطأ في حالة ارتباط الحديد مع حامض الفايثيك ، وقد اشار (Brown et.al (1961 الى ان التغير البطئ والبسيط في الرقم الهيدروجيني لمحلول حامض الفايثيك والعنصر لدى اضافة القاعدة يعني قوة ارتباط العنصر والعكس صحيح . ويشير الشكل 1 (A,B,C) الى ان تسلسل قوة الارتباط للعناصر قيد الدراسة يكون على النحو التالي ($Fe^{+3} > Mg^{+2} > Ca^{+2}$)، وجاءت هذه النتائج مطابقة لما ذكره (Vohra et.al (1965).



A



B

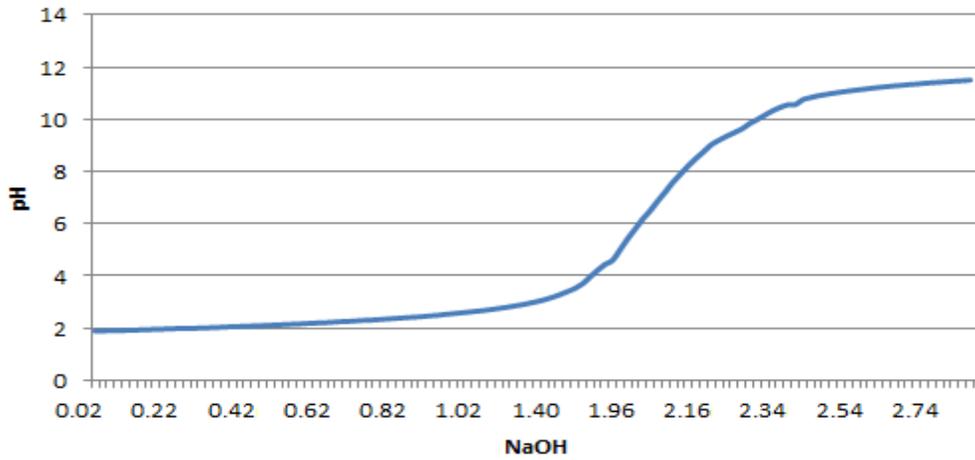


C

شكل (1): ارتباط حامض الفايثيك مع العناصر الموجبة (A: ارتباط مع Fe، B: ارتباط مع Mg، C: ارتباط مع Ca)



يظهر شكل (2) منحنى السعة البفرية لحمض الفايثيك اذ لوحظ إمتلاك حامض الفايثيك سعة بفرية واضحة في المنطقة الحامضية اذ انه يحتوي 12 ذرة هيدروجين وعليه فهو يحتوي على 12 قيمة لـ (PKa) . و جاءت النتائج هذه مطابقاً لما ذكره (Cosgrove1980) حيث ان حامض الفايثيك لديه 6 بروتونات قابلة للوهب بشكل قوي وهي بين (pKa 1.1-2.9) و6 بروتونات ضعيفة للوهب (pKa4.6-12) لذلك يُظهر منحنى التسحيح لحمض الفايثيك سعة بفرية واضحة في المنطقة الحامضية . و يحصل تغير مفاجئ في pH بعد ذلك فلا تظهر سعة بفرية واضحة نتيجة ضعف حامض الفايثيك في وهب البروتونات بعد pH 3.



شكل (2) قابلية حامض الفايثيك في السعة البفرية

يوضح جدول (3) قابلية حامض الفايثيك كمضاد للأكسدة بقياس القوة الاختزالية له، ويكمن دور الحامض في منع الاكسدة في قابليته للارتباط مع الحديد اذ يعد الحديد من اهم العناصر التي تسبب الاكسدة او التلف للمنتجات الغذائية مثل أكسدة الدهون و حصول عملية التزنخ . وأظهرت النتائج في الدراسة الحالية ان قابلية حامض الفايثيك في مسك الحديد تتناسب طرديا مع تركيز الحامض اذ ان استخدام حامض الفايثيك بنسبة 1% و0,5% اعطى قوة اختزالية بنسبة 91,21% و 39,51% على التوالي . في حين استخدام الحامض بتركيز 0.25% لم يظهر فعالية لقوة الاختزال . وجاءت هذه النتائج متوافقة مع ما حصل عليه (Ahn (2004) اذ وجد ان القوة الاختزالية لحامض الفايثيك يتناسب طرديا مع تركيز الحامض.



جدول (3) : قابلية حامض الفايستيك كمضاد للاكسدة بدلالة القوة الأختزالية له بأستخدام تراكيز مختلفة منه (1,0.5,0.25%)

Reducing Power%	PA%
91.21	1
39.51	0.5
-	0.25

المصادر

- A.O.A.C. (2005) . Association of Official Analytical Chemists.Official Methods of Analysis. 14th.edn,Washington.D.C., U.S.A.
- Ahn H-J;K. Jae-Hyun J; Cheorun K. Mi-Jung, B. Myung-Woo. (2004) . Comparison of irradiated phytic acid and other antioxidants for antioxidant activity.*Food chemistry 173-178*.
- Benzie IFF & Strain JJ .(1996) . The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of “antioxidant power”: The FRAP assay. *Analytical Biochemistry 239, 70–76*.
- Borchani, C., Besbes S., Blecker, Ch., Attia,H. (2010) . Chemical Characteristics and Oxidative Stability of Sesame Seed, Sesame Paste, and Olive Oils . *J. Agr. Sci. Tech. Vol. 12: 585-596*.
- Brown, E.C; Hept M.L and Ryan, D.E. (1961) . PHYTIC ACID :ANALYTICAL INVESTIGATION. *Can.J.Chem.Vol.39*
- CANAN, C. et al. (2011) . Studies on the extraction and purification of phytic acid from rice bran. Journal of *Food Composition e Analysis, v.24, p.1057-1063*.
- Cosgrove D.J. . (1980) . In: Inositol phosphates: Their chemistry, biochemistry and physiology. *Amsterdam: Elsevier Scientific Publishing Company.: 26-43*.
- Ellis R., Morris F.R. (1982) . Comparison of ion-exchange and iron precipitation methods for analysis of phy tale. *Cereal Chem.; 59: 232-233*.
- Harland B.F., Oberleas D. (1987) . Phytate in foods. \\ Id Rev. *Nutr. Diet.; 52: 235-259*.
- Heubner and Stadler. (1914) . *Biochem. Z. 64, 422*.Cited from (YOUNG L. (1935) .XL DETERMINATION OF PHYTIC ACID *From the Department of Physiology and Biochemistry, University College, London*.
- Hwang .L.S. (2005) . Sesame oil Research Gate,*Sixth Edition,six volume set*.
- Latta M., Eskin M. . (1980) . A simple and rapid colorimetric method for phytate determination *J. Agric. Food Chem; 28: 1313-1315*.
- Lucas GM, Markakas P . (1975) . Phytic acid and other phosphorus compounds of bean (*Phaseolus vulgaris*). *J. Agric. Edu. Chem., 23: 13-15*.
- Michalowska-Kaczmarczyk,A.M.,Michalowski,T.Aseuero,A.G . (2015) . Formulation of dynamic buffer capacity of phytic acid.*American Journal of Chemistry and Applications .2(1):5-9*.



- Saad N; ME, SK Ng , Norashareena MS and Ma Abdah (2011). Antioxidant and Cytotoxicity Effect of Rice Bran Phytic Acid as an Anticancer Agent on Ovarian, Breast Liver Cancer Cell Lines. *Mal J Nutr* **17(3):367-375**.
- Simell M., JTinmen M., Piironen L. Vaara F. (1991) . Feed and food applications of phytase. In: Nikupaavola M.E. (ed.) Bioconversion of plant raw materials – biotechnology advancement. *AI T-Symposium*. **122. ; 145- 16k**.
- Tabekhia M.M., Luh B.S. (1980) . Effect of germination, cooking, and canning on phosphorus and phytate retention in dry beans. *J. food Sei.*; **45: 406-408**.
- Vohra P., Gray G.A., Kratzer F.I 1. (1965) . Phytic acid-metal complexes. *Proc. Soc. Exptl. Biol. Med.*; **120: 447-449**.