مجلة جامعة تشرين للدراسات والبحوث العلمية _ سلسلة العلوم الأساسية المجلد (28) العدد (1) 2006
Tishreen University Journal for Studies and Scientific Research- Basic Science Series Vol. (28) No (1) 2006

دراسة تأثير حموضة بعض المحاليل الغذائية على أواني الألمنيوم التقليدية باستخدام مطيافية الامتصاص الذري (AAS)

الدكتور محمد الشحنة *
الدكتور خليل صهيوني*

(قبل للنشر في 2006/9/5)

□ الملخّص □

درس تأثير بعض المحاليل الغذائية الحمضية، مثل: دبس البندورة وعصير الليمون الحامض على أواني طبخ تقليدية مصنوعة من الألمنيوم و أخرى من التيفال للمقارنة. تم تحديد عنصري الألمنيوم والرصاص في العينات المدروسة باستخدام مطيافية الامتصاص الذرية (Atomic absorption spectroscopy). تشير نتائج هذه الدراسة إلى أن الألمنيوم سجل أعلى تركيز له بعد زمن تسخين قدره 30 دقيقة حيث ب (24.48 µg / ml) في عينات دبس البندورة و (34.43 μ g / ml) في عينات الليمون الحامض، وقد أدى التسخين لفترة زمنية أكبر من (60 دقيقة) إلى زيادة طفيفة في كمية الألمنيوم المنحلة قدرها (4.11 μ g / ml) . لوحظ أن كمية الألمنيوم المنحلة بتأثير عصير الليمون الحامض أكبر منها في دبس البندورة بمقدار(9.59 μ g / ml) . وقد سجل الرصاص تركيزًا ثابتاً (0.01 μ g / ml) في جميع العينات المدروسة، وذلك ضمن الحدود المسموح بها (0.1 μ g / ml) ، في حين تجاوز تركيز عنصر الألمنيوم الحدود المسموح بها (2 – 5 mg / l) .

الكلمات المفتاح: مطيافية الامتصاص الذري (AAS) ، أواني ألمنيوم ، عصير الليمون، عصير البندورة.

* أستاذ مساعد – قسم الكيمياء – كلية العلوم – جامعة تشرين – اللاذقية – سوريا.

مجلة جامعة تشرين للدراسات والبحوث العلمية _ سلسلة العلوم الأساسية المجلد (28) العدد (1) 2006
Tishreen University Journal for Studies and Scientific Research- Basic Science Series Vol. (28) No (1) 2006

A Study of the Effect of Some Nutritious Solution's Acidity on the Traditional Aluminum Utensils Using Atomic Absorption Spectroscopy (AAS)

Dr. Mohammad ALshahneh*
Dr. Khalil Sahyouni**

(Accepted 5/9/2006)

□ ABSTRACT □

This paper studies the effect of the acidity of some nutritious solutions, like Tomato juice and lemon juice, on the un-processed untreated, traditional cooking utensils, which are made of aluminum and others made of Tefal for comparing them.

The comparison has been done by heating the utensils into different periods: 30, 45 and 60 minutes. The two minerals of aluminum and lead have been identified in the studied samples using the atomic absorption spectroscopy.

Usage lead mineral in forming these utensils by any way during their manufacturing is the cause of taking this mineral into consideration in the study.

The results of this study show that aluminum has recorded the higher concentration after a heating period of 30 minutes, where its amount in the samples of tomato juice is (24.48 μg / ml) and in the lemon juice is (34.43 μg ml).The lead has also recorded a steady concentration (0.01 μg / ml) in all studied samples, where it has been in the allowed limits (0.1 μg / ml).

The concentration of aluminum mineral has exceeded those limits (2 – 5 μg / l), where it forms a great danger on the health of the human beings, who will have those foods. For this reason, we must make a reconsideration of using the traditional cooking utensils and replace them with what it is new and healthy.

Key word : Atomic absorption spectroscopy (AAS), Aluminum utensils, Lemon juice, Tomato juice.

*Associate Professor, Department of Chemistry, Faculty of Science, Tishreen University, Lattakia, Syria.
**Associate Professor, Department of Chemistry, Faculty of Science, Tishreen University, Lattakia, Syria.

المقدمة:

يكثر الحديث عن تلوث الطعام من الأواني المستخدمة خلال عمليات إعداده وطهيه ، ويتركز اهتمام علماء التغذية على موضوع تسرب أجزاء من المركبات الكيماوية التي تدخل في صناعة هذه الأواني إلى الطعام المحضر فيها ، وما يترتب عنها من مشكلات صحية للإنسان ، ومنها حالات تسمم غذائي بعناصر معدنية كالنحاس والرصاص والكادميوم والألمنيوم ومركبات كيماوية أخرى ، وتتنوع الأواني المستعملة في عمليات طهي الأغذية في المنازل والمطاعم ، فمنها الأواني الفخارية والنحاسية والحديدية والستانليستيل والتيفلون والألمنيوم ، وتساعد عمليات التسخين لبعض أنواع أواني الطبخ المعدنية سواء على لهب الغاز أو داخل الأفران خصوصاً في وجود الأحماض والقلويات بشكل طبيعي أو نتيجة إضافتها إلى الأغذية على زيادة معدل ذوبان أجزاء من معادن بعض أواني الطبخ فتلوث الطعام المحضر فيها . وأهم الأحماض الموجودة في المواد الغذائية، هي: حمض الستريك (الليمون) صيغته: $C_6H_8O_7$ الذي يستخدم كمادة مقاومة للأكسدة كما أنه ينتشر بشكل واسع في الطبيعة، ويوجد في الخضار والفاكهة واللحوم والحليب، ويمكن الحصول عليه بكميات قليلة من عصير الليمون الأخضر والمقشر الذي يحتوي على 7 – 6 % من حمض الليمون.

تحتوي الخضار على كميات أقل من الحموض بالمقارنة مع الفاكهة. تحتوي البندورة على حمض الليمون بكميات كبيرة أما بقية الخضار فتحتوي على حمض الماليك وحمض الأكزاليك وتتراوح حموضة الخضارمابين (0.5 – 0.8 %) ودرجة الحموضة مابين : 6 –3.6 = pH. يمكن للحموض المذكورة سابقاً أن تدخل بشكل أو بآخر في صناعة وتحضير وطهي المواد الغذائية وتلامس الأواني خاصة المصنوعة من الألمنيوم وتؤثر عليها [1].

فالألمنيوم معدن خفيف، كثافته $2.7\ g / Cm^3$. وينتمي هذا العنصرالى المعادن غير الخاملة وفقاً لموقعه في سلسلة الجهود، وبالرغم من ذلك يظهرثباتية جيدة بسبب تشكل طبقة واقية من أكسيد الألمنيوم تحميه من التآكل عند الخدش أو الذوبان بتأثير الحموض، والأسس. وتجدر الإشارة إلى أن الألمنيوم لايتأثر بحمض الآزوت المركز ولكنه يذوب بسهولة في القلويات وحمضي كلور الماء والكبريت المخففين [2] .

انتشرت صناعة الألمنيوم كأواني مطبخية بسبب خفة وزنه وانخفاض سعره مقارنة مع أواني طبخ أخرى مطلية بالتيفال أو الستانليسستيل أو السليكون . وقد تطور استخدام الألمنيوم مؤخرا في مجالات عدة ليشمل التعليب والتغليف وفي مجال حفظ الأغذية على شكل صفائح رقيقة . ويستخدم الألمنيوم في صناعة وحفظ العديد من المواد الطبية والصيدلانية المهمة والضرورية للجسم ، وتستخدم مركباته في بعض العقاقير الطبية ، مثل : مضادات الحموضة وكمادة قابضة وموقفة للنزف ومضاد للعفونة والتقرحات الهضمية [3 , 4] .

يتصف الألمنيوم رغم الفوائد الآنفة الذكر بأضراره العديدة إذا زادت نسبته عن الحد المسموح به، فعلى سبيل المثال : يؤدي إلى تبولن الدم ونقص في امتصاص الكالسيوم والحديد والفلور ويقلل من امتصاص الفوسفور في الجهاز الهضمي وإذا زادت نسبته في الدماغ عن الحدود المسموح بها ($5 – 10\ \mu g / g$) فانه يؤدي إلى موت الخلايا العصبية وفقدان الذاكرة ويسمى هذا بمرض الزهايمر (الخرف المبكر) [5 , 6 , 7] .

تبين مؤخراً أن معدن الألمنيوم ليس السبب الوحيد لحدوث مثل هذا المرض وانما هناك عناصر معدنية أخرى مثل الكادميوم . ومما يجب ذكره أن أكثر من 5 % من أدوات الطبخ المباعة حالياً مصنوعة من الألمنيوم وأن معظمها مغطى بطبقة من مادة غير لاصقة ومعالجة بغية إعطاء معدن الألمنيوم القوة والصلابة اللازمة، وتستخدم هذه الأواني بشكل واسع من قبل العديد من شعوب العالم (خصوصاً الثالث) . يهدف هذا العمل إلى دراسة تأثير بعض

العصائر الحمضية ، مثل : دبس البندورة و عصير الليمون الحامض التي تضاف إلى بعض المأكولات أثناء طهيها في هذه الأدوات واستقصاء واقع كمية الألمنيوم المذابة في هذه المحاليل و إيجاد العلاقة بين هذه الكمية و فترة التسخين والتعرف على مدى الضرر الذي يلحق بالإنسان نتيجة استخدامها .

استخدمت في هذه الدراسة طريقة التحليل بمطيافية الامتصاص الذري بفرن الغرافيت (Graphite furnace atomic absorption spectroscopy) لما تتمتع به من حساسية تحليل عالية تصل الى النانو غرام (10^{-9} gr) وفي بعض الأحيان إلى البيكو غرام (10^{-12} gr) و تعطي نتائج صحيحة ودقيقة وبسرعة كبيرة [8 , 9 , 10 , 11] .

مكان إجراء البحث:

في مخابر كلية العلوم و المعهد العالي لبحوث البيئة بجامعة تشرين في الفترة الواقعة بين 1 / 5 / 2005 و 1 / 9 / 2005 م .

هدف البحث و أهميته:

يهدف البحث إلى استقصاء نزر عنصري الرصاص و الألمنيوم المهاجرة من أواني الطهي المصنوعة من معدن الألمنيوم إلى محاليل بعض المواد الغذائية . وتكمن أهميته في التأكد من أن هذه الكميات تقع ضمن الحدود المسموح بها أم تتجاوزها، والحكم على صالحية استخدام مثل هذه الأواني وفيما إذا كان استخدامها يشكل خطراً على صحة الإنسان.

القسم العملي:

تحضير العينات المدروسة:

تؤخذ قبل البدء بعملية التسخين عينة مقدارها 50 ml من المزيج الموجود في وعاء الألمنيوم و المكون من 1lit مياه الشرب و 50 غراماً من العصائر الحمضية مضافا إليها 10 غرامات من ملح الطعام، تؤخذ بعد ذلك عينة كل ربع ساعة أثناء عملية التسخين؛ تبرد ؛ ثم يضاف إليها 1 ml من حمض الآزوت المركز وتوضع في عبوة بلاستيكية (مصنوعة من مادة البولي اتيلين) نظيفة و مغسولة بمحلول حمض الآزوت (1 : 1) والماء المقطر الخالي من الشوائب العضوية واللاعضوية .

تحضير المحاليل العيارية :

يحضر محلول أم لكل من الألمنيوم والرصاص بتركيز 1g/ l و تحضر منهما سلسلة من المحاليل العيارية تحتوي على تراكيز متتالية من الألمنيوم 25,50,100,150 µg / ml و أخرى من الرصاص 0.020,0.050,0.080,0.110 µg / ml .

الجهاز المستخدم :

جهازمطيافية امتصاص ذري من Varian Spectra AA 220 يعمل بالتقانات الآتية:

- اللهب (Flame – AAS)
- التذرية الكهروحرارية (ETA – AAS)
- مولد الهيدريد (Hydride – AAS)

استخدمت تقانة التذرية الكهروحرارية في هذا العمل ، حيث تحقن كمية من العينة السائلة المدروسة قيمتها (5 – 10 μ l) في أنبوب غرافيت طوله 28 mm وقطره 6mm يتم تسخينه وفق برنامج حراري ترتفع فيه درجة الحرارة تصاعدياً من مرحلة التجفيف حتى مرحلة الترميد لتصل إلى الدرجة القصوى (3000 ^{0}C) في مرحلة التذرية التي يتم عندها تسجيل إشارة الامتصاص الذري وبعتبات كشف تقع ضمن مجال يتراوح بين ($10^{-9} – 10^{-12}$ gr) ؛ [11] .

شروط القياس:

تم تحديد عنصر الألمنيوم والرصاص في العينات المحضرة باستخدام تقانة مطيافية الامتصاص الذري المذكورة في الفقرة (2 –3) عند أطوال موجات الامتصاص العظمى λ_{maxi} = 309.3 nm و λ_{maxi} = 283.3 nm على التوالي وفقا للشروط الآتية:

الجدول (1): الشروط الحرارية المستخدمة لقياس نزر عنصر الألمنيوم باستخدام جهاز الامتصاص الذري بفرن الغرافيت.

Step	Temperature (^{0}C)	Time (sec)	Flow (l / min)	Gas type
مرحلة الجفيف	85	5	3	Argon(normal)
	95	40	3	=
	120	10	3	=
مرحلة الترميد	1000	5	3	=
	1000	10	3	=
	1000	15	0	=
مرحلة التذرير	2500	3	0	=
مرحلة التنظيف	2500	2	3	=

الجدول (2) : الشروط الحرارية المستخدمة لقياس نزرعنصر الرصاص .

Step	Temperature (^{o}C)	Time (sec)	Flow (l / min)	Gas type
مرحلة التجفيف	100	20	0.10	
	120	20	0.10	
مرحلة الترميد	500	10	1.00	
	500	10	1.00	
	500	3	0.00	
مرحلة التذرية	2400	2	0.00	
مرحلة التنظيف	2400	2	0.10	

* **البرنامج الآلي للجهاز :** – عرض الشق الطيفي : 0.15 mm
– شدة تيار المنبع المستخدم : 10 mA
– المنبع المستخدم: HCL
– زمن تكامل الإشارة : 3 sec للألمنيوم و 2 sec للرصاص

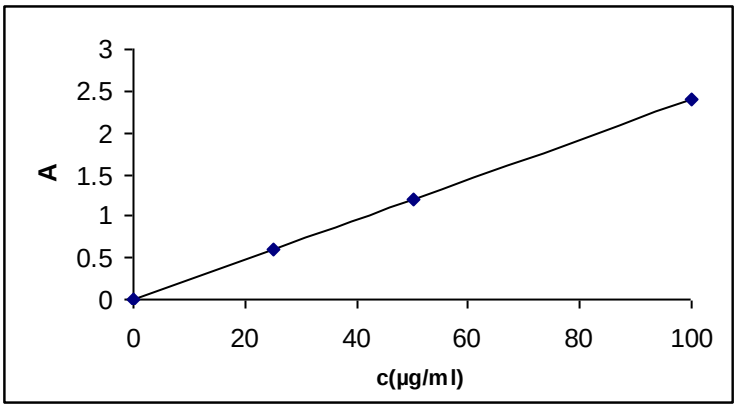
نتائج العمل التجريبي:

درست العلاقة الخطية بين الامتصاصية والتركيز ($A_i = f(C_i)$ و ذلك بقياس امتصاصيات (A_i) سلسلة من المحاليل العيارية تحوي تراكيز متتالية (C_i) من الألمنيوم و كذلك بالنسبة لسلسلة من المحاليل العيارية للرصاص وتم وضع النتائج في الجدول الآتي:

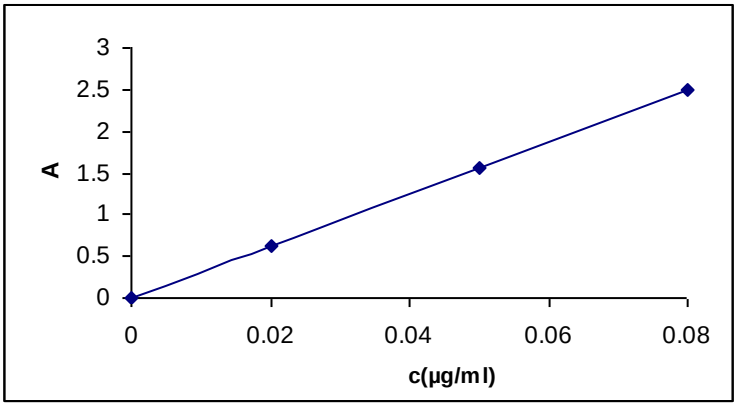
الجدول (3) : يبين سلسلة من المحاليل العيارية تحوي تراكيز محددة بدقة عالية من الألمنيوم والرصاص والامتصاصيات المقابلة لها

العنصر المدروس	Al				P b			
التركيز µg / ml	0	25	50	100	0	0.020	0.050	0.080
الامتصاصية A	0	0.60	1.2	2.4	0	0.63	1.38	2.5

و مثلت هذه العلاقة بيانيا كما هو موضح في الشكل الآتي:



الشكل (1) : المنحني العياري للألمنيوم .



الشكل (2) : المنحني العياري للرصاص .

تظهر الأشكال (1) و (2) وجود علاقة خطية جيدة بين الامتصاصية والتركيز ، مما يؤكد صلاحية تطبيق قانون بيير – لامبرت والاعتماد عليه في تحديد نزر عنصري الألمنيوم والرصاص في العينات المدروسة بدقة عالية .

تم قياس امتصاصية نزرعنصري الألمنيوم والرصاص في عينات دبس البندورة و عصير الليمون الحامض المضاف إليها الماء والملح والتي تم تسخينها في وعاء من الألمنيوم بفترات زمنية مختلفة عند الشروط المذكورة سابقا وأسقطت قيم الامتصاصية على المنحني العياري المدروس سابقا (الشكل 1 و 2) حيث حددت التراكيز المقابلة لها. من ناحية ثانية تم تحديد نزرعنصر الرصاص كونه يدخل بشكل أو بآخر في تصنيع أواني الألمنيوم؛ تم تحديد هذا العنصر للوقوف على حقيقة وجوده؛ استخدمت أواني التيفال من أجل المقارنة وتم وضع النتائج في الجدول الآتي:

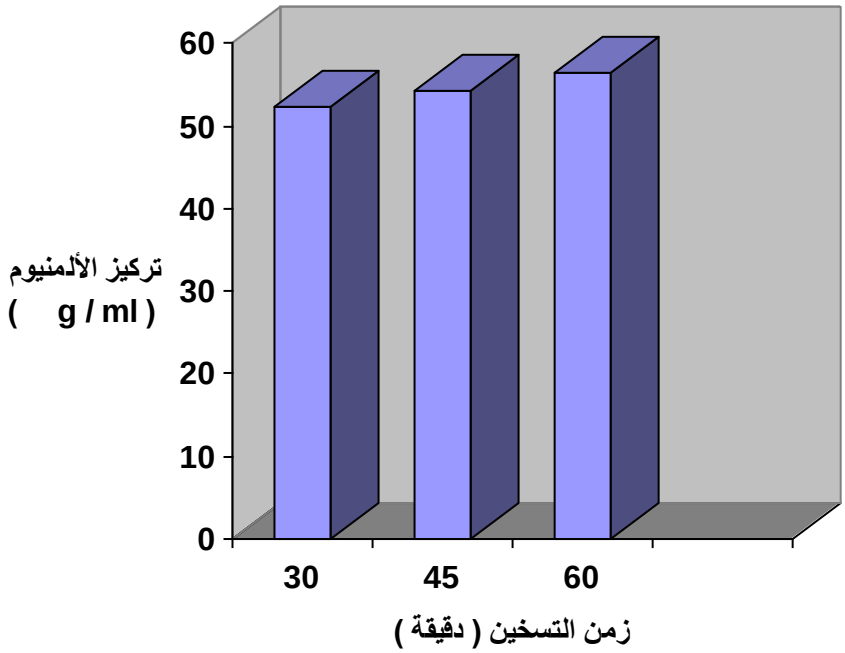
الجدول (4) : تحديد نزر عنصري الألمنيوم والرصاص المهاجرة الى عصائر البندورة والليمون الحامض وعلاقتها بزمن التسخين.

نوع العينة	المواد المضافة	زمن الغليان (دقيقة)	نوع وعاء الطبخ	تركيز العنصر µg / ml	
				Al	P b
مياه الشرب	–	–	–	0.32	0.002
دبس بندورة	ماء + ملح	30	A	52.26	0.01
		45	A	54.23	0.01
		60	A	56.37	0.01
		60	T	27.42	0.01
عصير الليمون حامض	ماء + ملح	30	A	61.87	0.01
		45	A	63.12	0.01
		60	A	65.98	0.01
		60	T	27.44	0.01

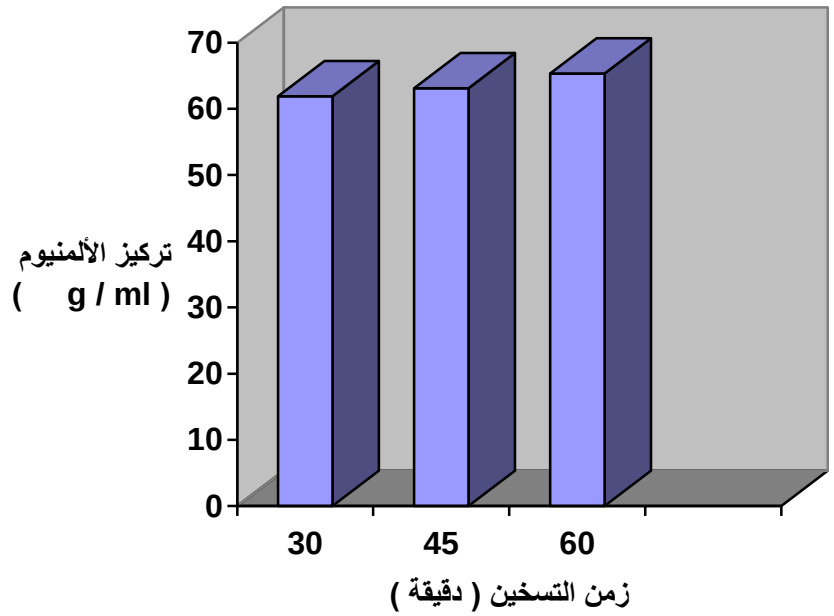
حيث إن : A وعاء مصنوع من الألمنيوم

T وعاء مصنوع من التيفال

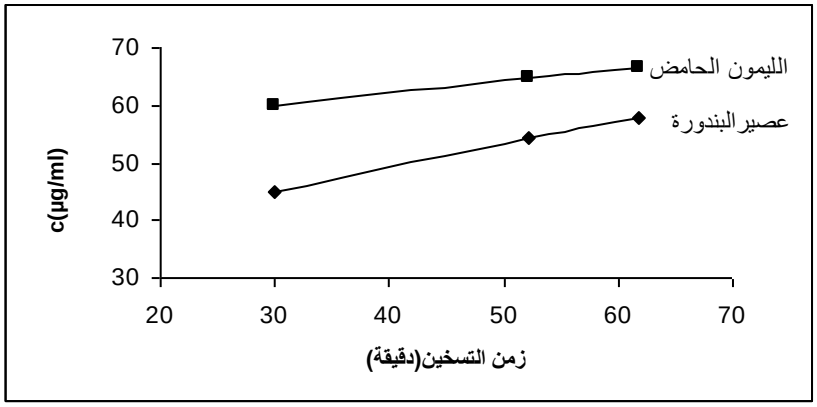
وقد مثلت تراكيز الألمنيوم المنحلة في دبس البندورة و عصير الليمون الحامض بدلالة زمن التسخين وذلك كما هو موضح في الأشكال الآتية:



الشكل (3) : علاقة كمية الألمنيوم المنحلة في عصير البندورة بزمن التسخين .

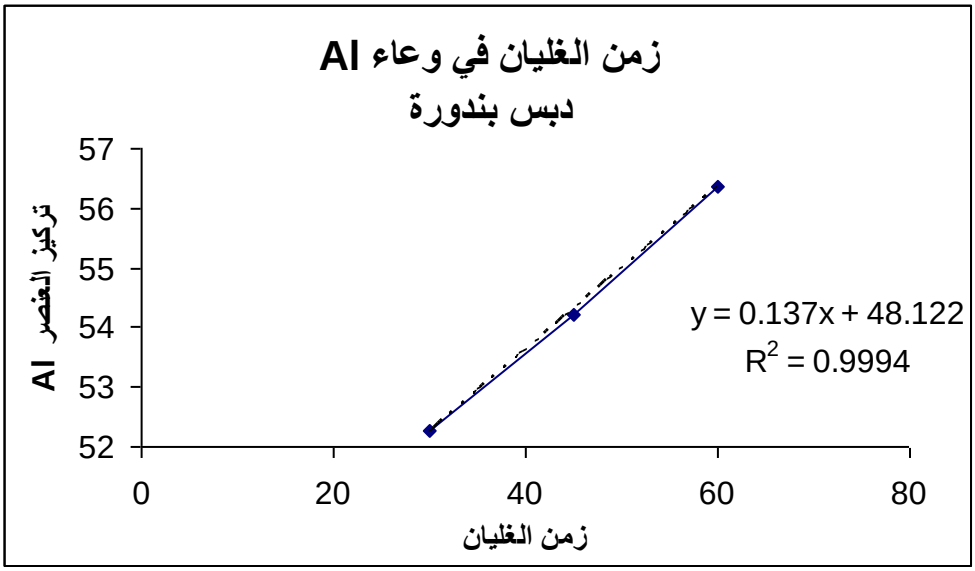


الشكل (4) : علاقة كمية اللمنيوم المنحلة في عصير الليمون الحامض بزمن التسخين .

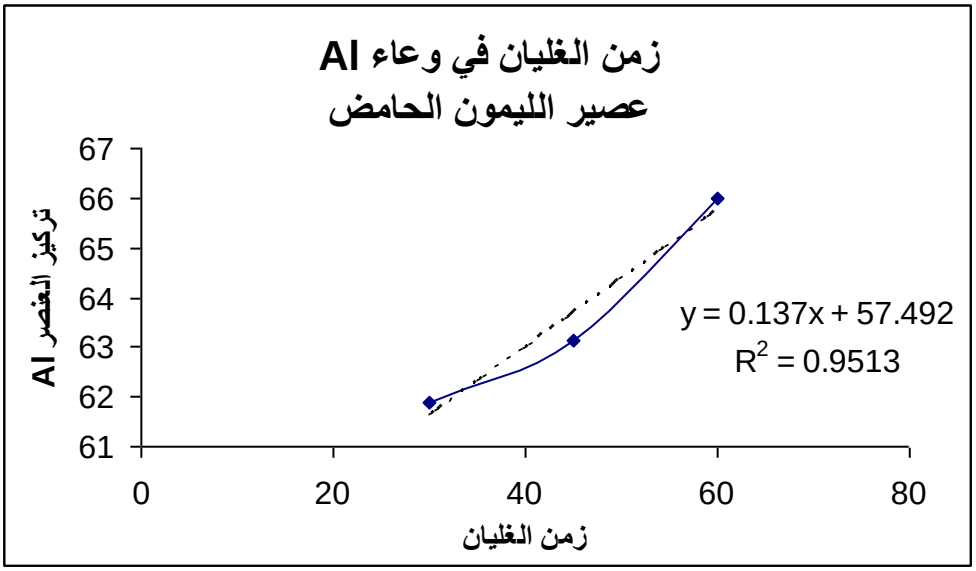


الشكل (5) : علاقة كمية الألمنيوم المنحلة في عصير البندورة و الليمون الحامض بزمن التسخين .

وقد درست علاقة الارتباط بين زمن الغليان ونزر عنصر الألمنيوم المهاجرة من وعاء الألمنيوم الى كل من محلولي دبس البندورة وعصير الليمون الحامض . كما هو واضح في الشكلين (6) و (7).



الشكل (6) : علاقة الارتباط بين زمن الغليان (دقيقة) ونزر الألمنيوم المنحلة (µg / ml) في دبس البندورة .



الشكل (7) : علاقة الارتباط بين زمن الغليان (دقيقة) ونزر الألمنيوم المنحلة (µg / ml) في عصير الليمون الحامض .

يظهر الشكل (6) علاقة ارتباط خطية جيدة جداً وصلت الى $R^2 = 0.99$ ، ويبين الشكل (7) علاقة ارتباط جيدة بلغت قيمتها $R^2 = 0.95$.

الاستنتاجات والمناقشة:

يلحظ من خلال الجدول (4) والأشكال (3) و (4) و (5) أن نزر عنصر الألمنيوم الموجودة في مياه الشرب 0.32 µg / ml وكل من عصير البندورة والليمون الحامض (27.10 μ g / ml) في عينة محضرة في وعاء من التيفال .

نجد أن عينات دبس البندورة أو عصير الليمون الحامض والتي تم تسخينها في وعاء من الألمنيوم لمدة ثلاثين دقيقة استطاعت إذابة أكبر كمية من الألمنيوم، هي على التوالي (24.84 μ g / ml) و (34.43 μ g / ml). ولاحظنا أن التسخين لفترة زمنية أكبر (60 دقيقة) أدى إلى زيادة طفيفة قدرها (4. 11 μ g / ml). ويحتمل أن يعود السبب في ذلك إلى تشكل طبقة واقية من أكسيد الألمنيوم تمنع ذوبان المعدن.

يلحظ أن نزر عنصر الألمنيوم المذابة بفعل عصير الليمون الحامض أكبر منها في دبس البندورة بـ(9.61 μ g / ml) . وسجل الرصاص تركيزاً ثابتاً (0.01 μ g / ml) في جميع العينات المدروسة ، مما يدل على دخول هذا العنصر إلى أواني الطبخ في أثناء تصنيعها بشكل أو بآخر.

نستنتج مما سبق أنه عند طهي نوع من المأكولات مضافاً إليها ليتراً من مياه الشرب و 50gr من دبس البندورة أو عصير الليمون الحامض لمدة ثلاثين دقيقة فان محلولها يحتوي (24.84 mg /l) و (34.43 mg / l) على الترتيب . فاذا كان متوسط عدد أفراد العائلة خمسة، فهذا يعني أن نصيب الفرد الواحد تقريباً (5mg) أو (7mg

) ناهيك عن دخول الألمنيوم إلى جسم الإنسان من مصادر متعددة أخرى ، مثل : الأدوية ، المشروبات، التعليب ، الغبار الجوي ، مكان العمل[7] .

ولا بد من الإشارة إلى أن تركيز الرصاص يقع ضمن الحدود المسموح بها (0.1 μ g / ml) ولكنه يخشى من ازدياد هذه الكمية ، لأن التسمم بالرصاص خطر على الأطفال والحوامل وقد يحدث مشاكل فقر الدم والتأثير على الجهاز العصبي المركزي.

كما أن الشخص الذي يستعمل يومياً أواني الألمنيوم غير مطلية للطهي والحفظ فانه يتناول مع الأكل كمية كبيرة من الألمنيوم يوميا، لأن الأطعمة الحامضية، مثل: دبس البندورة و الليمون الحامض، ..... تتفاعل مع هذه الأواني وتؤدي إلى تسرب كميات كبيرة منه على شكل رواسب بيضاء إلى الطعام وتلوثه ويتوقف ذوبان هذا المعدن على الرقم الهيدروجيني pH و درجة الحرارة المستخدمة في عمليات الطبخ وطول مدتها حيث كانت قيمة هذا الرقم 3.46 بالنسبة لعصير الليمون الحامض و 5.15 لعصير دبس البندورة.

تكمن خطورة استعمال أواني الألمنيوم عند تحضير محاليل مركزة من عصير الرمان (دبس الرمان) أو عصير البندورة (دبس البندورة) بالتسخين لفترة طويلة أو تعريضها لحرارة الشمس مباشرة خلال فصل الصيف. مما يؤدي إلى ذوبان كمية كبيرة منه وبالتالي دخوله إلى جسم الإنسان حيث يترك آثاراً ضارة على الجهاز العصبي ويسبب مرض الزهايمر، كما أنه يمنع امتصاص الحديد الموجود في الغذاء مما يسبب فقر الدم الناجم عن نقص الحديد [3] .

نخلص أخيرا إلى القول إنه يجب عدم استخدام أواني الألمنيوم التقليدية غير المعالجة في عمليات الطبخ وحفظ الأطعمة الحامضية أو التي يضاف إليها بعض المواد الحامضية، مثل: عصير الليمون الحامض، دبس البندورة والرمان .... لتحسين مذاقها، والاستعاضة عنها بأواني طبخ أخرى معالجة (زجاج، ستانليس ستيل،...).

المراجع:

1) د. دهان ، محمود ، *كيمياء وتحليل الأغذية (نظري + عملي)*، جامعة حلب / سوريا 1989 ص. 181-173.

2) By LAURA Mc Kay YB ICT Key *Skill Assignment* , 1996 , 1-2 .

3) BOLLA , k . I . and et al , *Neurocongitive effects of aluminium* , Arch . Neurol ., 1992, 49 - 1021 .

4) HUGHES , T . *Aluminium and the hunan brain* , The practitioner , 1991 , 2: , (5) 216 .

5) MERCOLA, J, *your Teflon frying pan may be causing problems Nature* 2001, 412:,321.

6) CANNAA J . B . and et al , *Aluminium hydroxide intake , real risk of aluminium toxicity*. Brit . Med . , 1993 , 286 : , 216.

7) ANON . *Feguently asked questions about Dupot . Teflon company* , 2002 .

8) KEMPTER , G . KASPER , F . KREYSIG , D . *Praktikum zur allgemeinen und anorganischen Chemie* , VEB Deutscher Verlag Berlin / Germany , 1985 , p. 71 - 80

9) DITTRICH K . , *Atom absorptionsspektrosmetrie* , Akademie Verlag Berlin / Germany , 1987 , p. 49 - 70 .

10) JORG HEDIGER H . *Quantitative Spektroskopie* , Alfred Huthig Verlag Heidelberg Germany , 1985 , 1 – 10 – 56 - 93.

11)DANZER , Than . Molch . KUCHLER , *Analytik* , Akademische Verlagsgesellschaft Leipzig / Germany , 1987 , 10 - 213 .