تقدير معامل الانتشار لفقدان المواد الصلبة (solute) خلال المعاملات الحرارية للبازلاء

رافد خليل عبد الرزاق
قسم علوم الأغذية والتقنات الأحيائية- كلية الزراعة – جامعة تكريت.

الخلاصة summary

معامل الانتشار Da (Diffusion coefficient) لفقدان المواد الصلبة (solute) من بذور البازلاء خلال المعاملات الحرارية Heat processing تحت درجات حرارة و أبعاد وتراكيز مختلفة قد تم دراستهُ. قيم معامل الانتشار Da وجدت تتراوح بين m^2s^{-1}($3.5*10^{-9}$)على درجة حرارة 65 °C إلى m^2s^{-1} ($2.54*10^{-8}$) على درجة حرارة (85 °C). وقد وجد أن هناك علاقة بين هذه القيم ودرجة الحرارة عند استعمال معادلة أرهينيوس Arrhenius type equation حيث تم حساب طاقة التنشيط activation energy لتساوي KJ/mol (41.57) . أيضاً وجد أن معامل الانتشار للمواد الصلبة الذائبة (solute) هو مستقل عن ابعاد البازلاء بين (0.5-0.9cm) وكانت القيم ($1.70\times10^{-8}m^2/s$) للبازلاء ذات القطر (0.5cm) و ($1.74*10^{-8}$ m^2s^{-1}) للبازلاء ذات القطر (0.9cm). وقد وجد أيضاً أن تغير تركيز وسط المعاملة (w/w) من 1:10 إلى 1:5 لم يكن له تأثير كبير في تغير قيم معامل الانتشار(Da) في حين أن نزع غلاف البازلاء قد تسبب في رفع قيم معامل الانتشار لفقدان المواد الصلبة من ($1.76\times10^{-8}m^2s^{-1}$) إلى ($2.82*10^{-7}$ m^2s^{-1}) على درجة حرارة (75°C).

المقدمة Introduction

الكثير من الاهتمام قد ركز على فقدان المواد الأساسية nutrients خلال المعاملات الحرارية للخضراوت والفواكه وكذلك خلال عمليات السلق blanching (Selman, 1977 ; Mirza , 1974, Morton; , Rice و Selman ، 1984) في معظم هذه الدراسات القليل قد أعطي للميكانيكية التي بموجبها يتم القدان للمواد الصلبة والماء(Selman و Rolfe,1979).

هناك الكثير من البحوث المنشورة على تطبيقات قانون فكس في تقدير انتشارية المواد الصلبة diffusivity solids خلال المعاملات الحرارية Heat processing للكثير من المواد الغذائية تحت ظروف تكون فيها المقاومة السطحية surface resistance قد تم إزالتها بواسطة التحريك agitation وأن عملية أنتقال الكتلة mass transfer هي بالانتشار diffusion فقط (Lathorp , Leung , 1980 ;Saravacos , Charm , 1962 ;Kozempel وآخرون ,Bressan ; 1981 وآخرون ,Schwartzberg و Chao ,1982; Azevedo و Oliveira، 1995 ; Fasina و آخرون ، 2002 ; Rittirut و Siripatana ، 2007 ; Siripatana ، 1997 ; Siripatana و Suparanon ، 1997).

معظم هذه الدراسات لا توفر معلومات عن الانتشارية diffusivity وفقدان المواد الصلبة solids losses كدالة للوقت time و درجة الحرارة Temperature وللعوامل الأخرى.

Kosemel وآخرون (1982) وجد أن قيم Da تقع بين ($9.56*10^{-9}m^2s^{-1}$) لحامض الأسكوربك Ascorbic acid إلى ($7.93*10^{-8}$ m^2s^{-1}) للنايسبن niacin خلال المعاملات الحرارية بالماء للبطاطا. Selman وآخرون (1983) قدر معامل الانتشار diffusion coefficient لفقدان المواد الصلبة Total solute loss من الجزر خلال عملية السلق بالماء water blanching بدرجات حرارة مختلفة(60-90°c) ووجد أن قيم Da تتراوح بينm^2s^{-1} ($3*10^{-10}$ إلى $8*10^{-10}$) وإنها تعتمد على درجة الحرارة وأن طاقة التنشيط activation energy هي 28.2 KJ/mol . Urie, Shahbenderion (1968) وجد أثناء إزالة الملح desalting من picled gherkins أن العملية تتم بواسطة الانتشار diffusion وأن قيم Da هي $1.35*10^{-10}$ m^2/s. Lathrop و Leung (1981) درس عملية السلق للبازلاء ووجد أن قيم معامل الانتشار Da لحامض الاسكوربك ascorbic acid على درجة حرارة (85°C) هي $1.4*10^{-8}$ m^2s^{-1} .تجارب أخرى مشابهة مثل التي قام بها Bressan وآخرون (1982) تم قياس قيم Da لفقدان المواد الصلبة solute loss من قطع الجبن خـلال عملية الغـسل washing حيث كانت ($5.54*10^{-10}$) m^2 S^{-1}.

Rittirut و Siripatana ، (2007)وجد أن قيم معامل الإنتشار تقع ضمن المدى ($7.95*10^{-10}$ — $12.14*10^{-10}$) m^2s^{-1} للمواد الصلبة الذائبة خلال المعاملات بالحرارية للكارسينا garcinia fruit acid على (50-70 c) . Fasina و آخرون (2002) درس عملية تبادل حامض الماليك و حامض اللاكتيك و الملح و السكر بين الخيار cucumber و المحلول الملحي أثناء عملية التخليل لفترة ١٦ يوم و وجد أن معامل الإنتشار للسكر خلال هذه العملية يتراوح بين m^2s^{-1} ($1.80*10^{-9}$ – $9.18*10^{-9}$) .

تاريخ استلام البحث ٢٠١٠/٨/٢٤

معلومات حول انتشار المواد الصلبة solute خلال البازلاء أثناء المعاملات الحرارية تبدوا قليلة جداً والهدف من هذه الدراسة هو تقدير قيم معامل الانتشار diffusion coefficient لفقدان المواد الصلبة solute loss من البازلاء خلال المعاملات الحرارية تحت ظروف مختلفة.

المواد وطرائق العمل Materials and Method:

البازلاء pea seeds المستخدمة في هذه الدراسة هي من البازلاء الكاملة النضج وقد تم شرائها من الأسواق المحلية في محافظة صلاح الدين خلال الموسم ٢٠١٠/٢٠٠٩ العينة المستخدمة تحتوي على (١٢ بذرة بازلاء) أي ما يقارب (5gm) ±0.2 والبازلاء المستخدمة قطرها بحدود (80mm) ±0.2 إلا إذا أشير خلاف ذلك. تعرض سطوح أنسجة العينات بسرعة وبهدوء للمسح بورق الامتصاص absorbent paper لإزالة قطرت الماء الحر ثم توزن العينات بطبق مغلق. وتعامل العينات بنفس الطريقة بعد المعاملة الحرارية Heat process وتقدر المواد الصلبة الكلية Total solids بطريقة التجفيف إلى حين ثبوت الوزن في الفرن oven على درجة حرارة 95-105°C (Selman و Rolfe ، 1979) حيث وجد أن البازلاء تحتوي على 20.3% ±0.5 مواد صلبة كلية جافة. لقد تم الحصول على العصير الخلوي sap من(البازلاء) وذلك بوضع بذور البازلاء بين لوحين ثقيلين ثم تعريضها إلى ضغط ثم قياس محتوى البذور من المواد الصلبة الذائبة solute باستخدام الرفراكتوميتر اليدوي Hand refractometer على درجة حرارة (20c°) حيث وجد ان البازلاء تحتوي على %(7.2) ±0.2 مواد صلبة ذائبة (T S S).

بواسطة تنظيم كمية الماء الابتدائي initial water داخل بذور البازلاء امكن الحصول على درجات مختلفة من الانتفاخ Turgot داخل البذور. تأثير الدرجات المختلفة من الانتفاخ على فقدان الماء والمواد الصلبة الذائبة قد درست بعد اتلاف الغشاء الخلوي cell membrane وذلك بالغمر immersion في الماء الساخن . حيث وجد ان المحتوى المائي للبذور الطازجة يزداد عند الغمر في الماء المقطر على درجة حرارة الغرفة وبتغيير الزمن ويتناقص بالتبخير من نفس البذور في فرن على درجة حرارة (30c°) وبأوقات مختلفة .تم اجراء المعاملة الحرارية وذلك بغمر العينات في ماء على درجات حرارة مختلفة (65,75,85c°) ولفترات زمنية تتراوح بين (20, 16, 12, 8, 4)دقيقة. عينات البازلاء عوملت في (50ml) ماء مقطر ذو pH يتراوح بين (7.0 - 6.5) وفي بيكر سعة (100ml) مع تحريك الماء بواسطة محرك مغناطيسي magnetic stirrer على (100) دورة في الدقيقة ولتعطي نسبة عينة الى الماء بحدود (1-10) w/w. تبقى بذور البازلاء مغمورة في الماء للفترة ودرجة الحرارة المطلوبة بواسطة قرص مشبك من الألمنيوم ولغرض تقليل التغير في درجة الحرارة عند اضافة العينات الى وسط المعاملة الحرارية يوضع البيكر على سطح مسخن Hot plate لمدة (20) ثانية قبل أعادته الى السطح المسخن المجهز بمحرك مغناطيسي Hot plate with magnetic stirrer المثبت على حرارة ثابتة ويتغير مقداره (0.5±)c° من درجة الحرارة المطلوبة ويغطي البيكر خلال المعاملة الحرارية بواسطة رقائق ألمنيوم فويل لتقليل التبخر . بعد انتهاء وقت المعاملة الحرارية تفصل البازلاء بواسطة قمع ويجمع وسط المعاملة في بيكر . تنشف البازلاء بورق النشاف ثم توضع في طبق مغلق ثم توزن ويتم تقدير المواد الصلبة الذائبة solute content عن طريق تجفيف (50 ml) من ماء المعاملة الحرارية الى وزن ثابت على درجة حرارة (95-105c°) . مقدار الماء المفقود يتم حسابه بطرح المواد الصلبةالذائبة solute من وزن العينة بعد المعاملة الحرارية .

حساب معامل الانتشار (Da) Diffusion coefficient calculation

اذا كان هناك كفاية من التحريك لوسط المعاملة الحرارية فأن المقاومة السطحية surface resistance تصبح قليلة ويمكن بذلك اعتبار المقاومة الكلية total resistance للانتقال هي فقط ناتجة من المقاومة الداخلية internal resistance وبذلك نحتاج فقط إلى حلول لقانون فكس الثاني Fick's second law (Selman وأخرون،1983). وهذه الحلول متوفرة بصيغة جداول tables ورسوم chart لمختلف الأشكال الهندسية ، لوح متناهي الطول extent slab of infinite واسطوانة متناهية الطول cylinder of infinite length وللشكل كروي sphere. وبما ان بذور البازلاء قد تم التعامل معها على انها ذات شكل كروي فان قانون فكسFicks الثاني للانتشار للشكل الكروي يمكن استخدامه لمثل هذه الحالة:-

$$E = \frac{6}{\pi^2} \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{n^2} \exp[-n^2 (\frac{Da\, t}{a^2}) \pi^2]$$

$$E = \frac{C^- - C_0}{C_1 - C_0}$$ التركيز اللابعدي (non-dimensionalzed concentrate)

E=كتلة المواد المنتقلة

Mass of diffusing substance

C_1 = التركيز الابتدائي للمواد الصلبة الذائبة قبل المعاملة الحرارية

Solute concentration of pea (untreated)

C = التركيزللمواد الصلبة الذائبة بعد زمن (t)من المعاملة الحرارية

Solute concentration at time (t)

C_0 = تركيزالمواد الصلبة الذائبة في وسط المعاملة الحرارية Solute concentration of medium

t = process time (Sec) وقت المعاملة الحرارية

a = (m) البعد المميز characteristic linear dimension

وهو نصف القطر للشكل الأسطواني والكروي Half diameter for a cylinder and sphere

Da = معامل الانتشار solute diffusivity m^2s^{-1}(Diffusion coefficient)

حلول لمعادلات أنتشار الكتلة غير الثابت Unsteady state diffusion mass transfer قد تم أعادة حسـابه للتراكـيز القليلة Small range of concentration بواسطـة Abdul – Rezzak (1983)من هذه الحلول

تم حساب قيم معامل الانتشار Da بمعرفة أولاً قيم: $E = \frac{C^- - C_0}{C_1 - C_0}$ من النتائج المتحصل عليها ثم إيجاد قيم

$$t^{\sim} = \frac{Da\ t}{a^2}$$

من الرسوم (chart) لقيم $t^{\sim}$ عكس قيم E للشكل الكروي تم حل المعادلة :

$$t^{\sim} = \frac{Da\ t}{a^2}$$

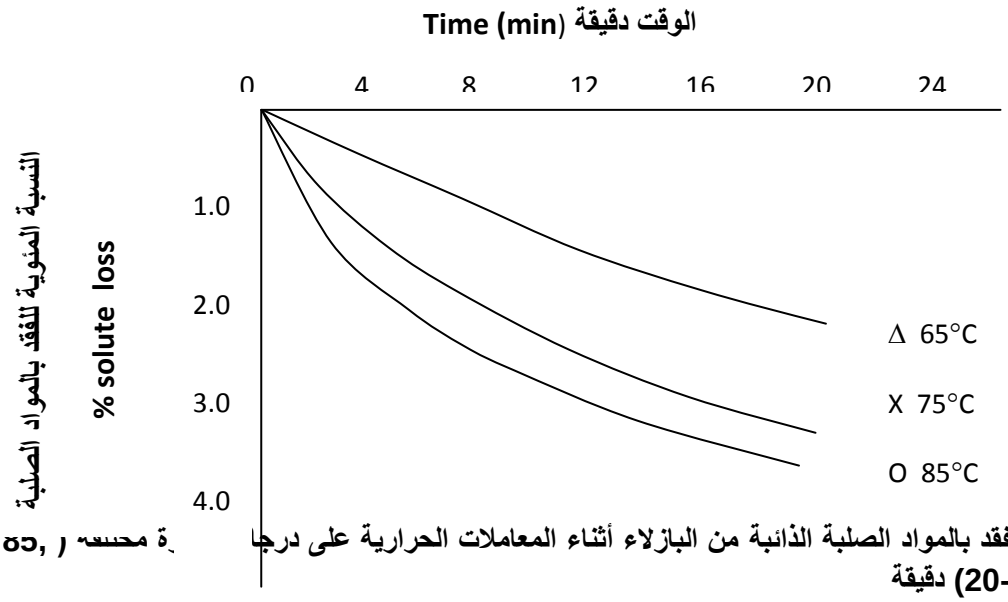
لإيجاد قيم Da

حيث t تمثل وقت المعاملة الحرارية(sec) وa هو البعد المميز(m) وDa هو معامل الأنتشار(m^2s^{-1}) وt~ هو رقم فكس Ficks number

النتائج والمناقشة Result and discussion

عينات من البازلاء تم معاملتها حرارياً بالماء لأوقات تتراوح من (4) إلى حد (٢٠ دقيقة) على درجات حرارة مختلفة هي 65 , 75 , 85 درجة مئوية. فقدان المواد الصلبة الذائبة(solute) بازدياد الوقت وزيادة درجة الحرارة هو كما مبين في الشكل (١) حيث يلاحظ أن معظم الفقدان يحصل خلال الفترة الأولى(8-0) دقيقة من المعاملات الحرارية وهذا ما تم الإشارة إليه من قبل Selman (1979) حيث اشار الى ان خلال فترة الخمس دقائق الأولى من المعاملة الحرارية يكون الفقدان للمواد الصلبة هو ليس بالانتشار Diffusion فقط وإنما بسبب عوامل أخرى منها موت الخلايا ولفضها لمحتوياتها للخارج إلى وسط المعاملة.

كذلك يلاحظ كما هو متوقع ان الفقدان يكون أكثر وأسرع بارتفاع درجة الحرارة وهذا أيضا تشير إليه كثير من الدراسات على فقدان المواد الصلبة على درجات حرارة مختلفة (Abdul-Rezzak,1983; Selman وآخرون ,1983).



شكل (١) النسبة المئوية للفقد بالمواد الصلبة الذائبة من البازلاء أثناء المعاملات الحرارية على درجا ة محسسه ر ,85 75, 65 °م) للفترة من (4-20) دقيقة

معامل الانتشار diffusion coefficient للمواد الصلبة الذائبة (solute) على درجات حرارة مختلفة ثم حسابه من الشكل (١) وهي كما مبين في الجدول (١).

جدول (١) قيم معامل الانتشار Diffusion coefficient (Da) لفقدان المواد الصلبة الذائبة(solute) أثناء المعاملات الحرارية للبازلاء

Condition الظروف		Da *10^{-8} m2/S at given time (min)					
		4	8	12	16	20	mean
درجة الحرارة	65°C	0.2	0.3	0.4	0.45	0.4	0.35
	*75°C	1.6	1.9	1.8	1.8	1.7	1.76
	85°C	2.6	2.0	2.4	2.9	2.8	2.54
الابعـاد	0.9cm	1.5	1.4	2.2	2.0	1.6	1.74
	*0.8cm	1.6	1.9	1.8	1.8	1.7	1.76
	0.5cm	1.5	1.8	1.5	1.9	1.8	1.70
نسبة وزن العينة إلى الوسط	1:5	1.7	2.0	1.5	1.8	1.95	1.81
	*1:10	1.6	1.9	1.8	1.8	1.7	1.76
75°Cعلى درجة	مع الغلاف*	1.6	1.9	1.8	1.8	1.7	1.76
	بدون غلاف	26	25	34	36	20	28.2

* Standard condition : temperature 75°C

0.8 cm قطر حبة البازلاء

1:10 نسبة وزن العينة الى الوسط

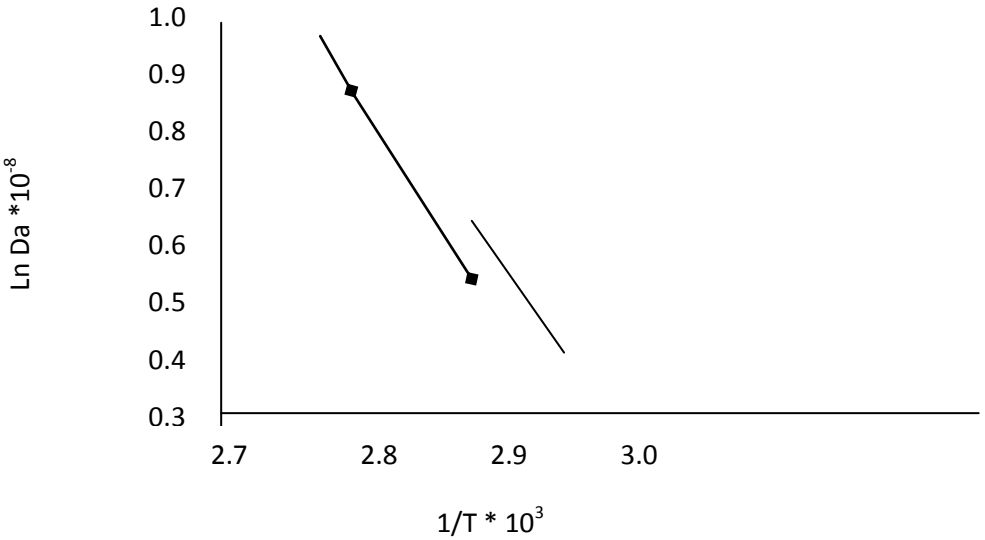
حيث يلاحـظ إن قيم معامل الانتشار Da تزداد بازدياد درجة الحـرارة وهي $1.76\times10^{-8}m^2s^{-1}$ على درجة حرارة (75)c° , $2.54\times10^{-8}m^2s^{-1}$ على درجة (85c°) في حين $3.5\times10^{-9}m^2s^{-1}$ على درجة حرارة (65c°) وهذا يشير إلى

إن معامل الانتشار يعتمد على درجات الحرارة ويتغير بتغيرها . تأثير درجة الحرارة على قيم معامل الانتشار Da، تم رسمه في الشكل (٢) بين In Da عكس مقلوب درجة الحرارة $\frac{1}{T}$.

الرسم يبين علاقة خطية Linear relationship تمثل اعتماد قيم Da على درجة الحرارة وفق أسلوب ارهينوس Arrhenius type واعتماداً على هذا فان طاقة التنشيط activation energy ثم حسابها باستخدام معادلة ارهينوس التالية :

$$Da = Do \exp(-)\frac{Ea}{RT}$$

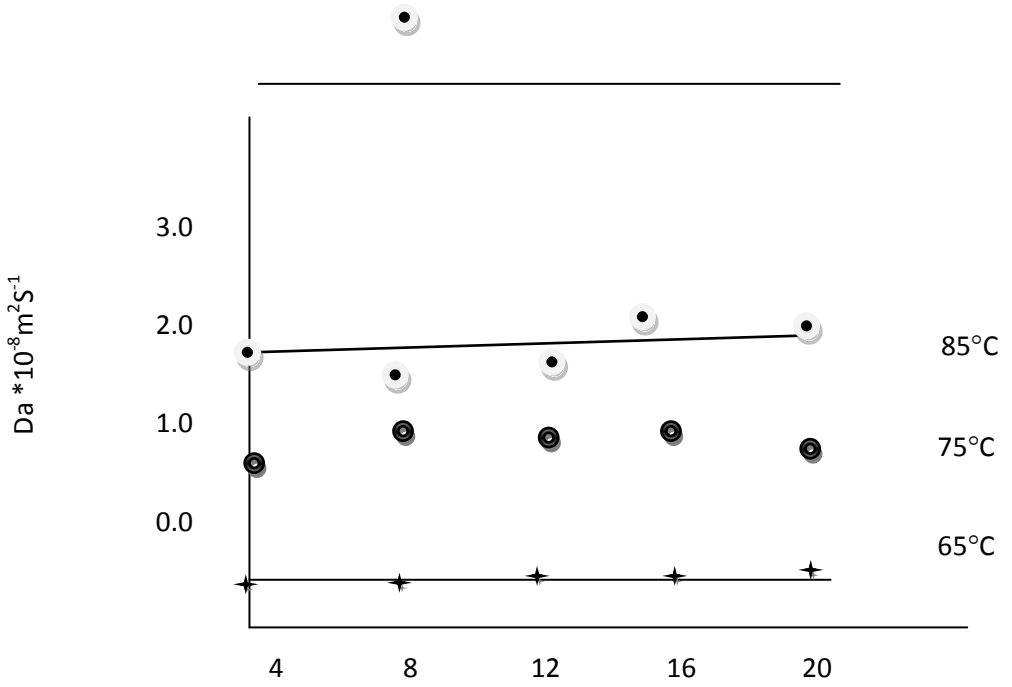
حيث Do هي ثابت constant (m2/s) , Ea هـــي طـاقة التنشيط R,(KJ/mol) activation energy =ثابت الغاز gas constant وقيمتها هي T,8.314J/k per mol =هي درجة الحرارة المطلقة Absolute temperature (k°)



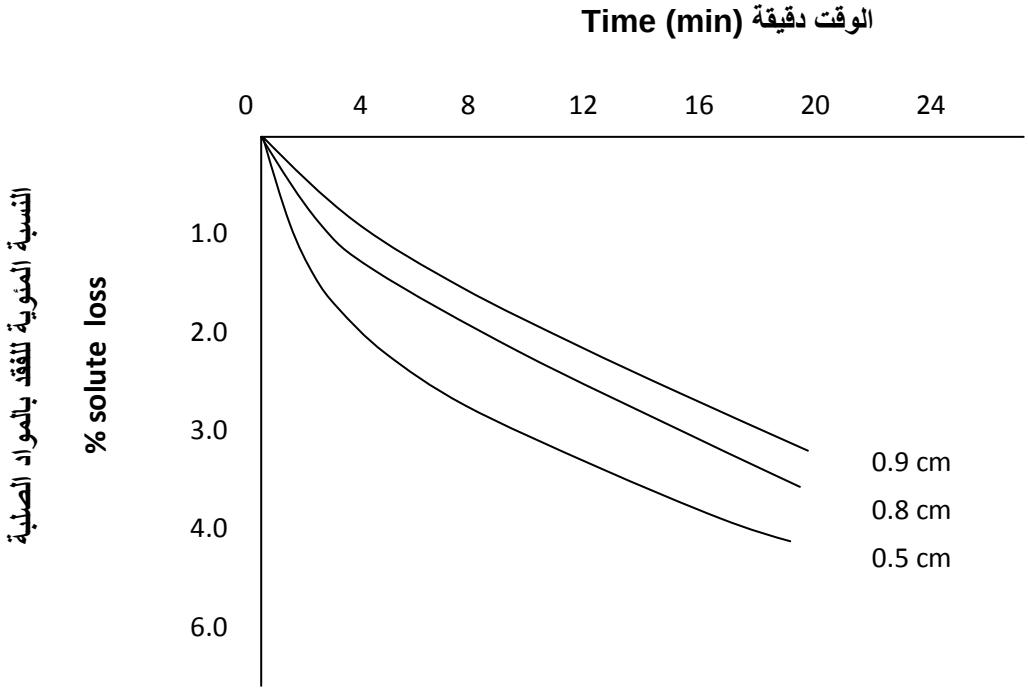
شكل (2) العلاقة بين قيم معامل الانتشار Da على درجات حرارة مختلفه عكس درجه الحرارة 1/T

حيث تم حساب قيمة طاقة التنشيط لتساوي (41.57) (KJ/mol)وهذه القيمة تتفق مع ما وجده آخرون حيث كانت قيمة طاقة التنشيط 28.2 KJ/mol إثناء المعاملات الحرارية للجزر بين (60 إلى 90) °م (Selman وآخرون 1983) وكانت 41.6 KJ/Mol إثناء المعاملات الحرارية للبطاطا (Abdul-Rezzak 1983) بين (70 إلى 90) م° وكانت 28.9 KJ/mol إثناء التجفيف للبنجر (Vaccarezza وآخرون 1974) .

الشكل رقم (3) بين علاقة معامل الانتشار مع الوقت على درجات حرارة مختلفة حيث يلاحظ انه ليس هناك تأثير للوقت على قيم معامل الانتشار وهذا يتفق مع ما وجده (Selman وآخرون 1983). لدراسة تأثير إبعاد عينات البازلاء على فقدان المواد الصلبة الذائبة(solute) وعلى قيم معامل الانتشار ،عينات من البازلاء ذات أقطار cm (0.5 , 0.8 , 0.9) تم معاملتها على أوقات مختلفة بين (4 إلى20 دقيقة) وعلى درجات حرارة (75c°) والشكل (4) يمثل الفقدان بالمواد الصلبة الذائبة(solute) على درجة حرارة (75°C) من هذه الأبعاد الثلاثة يلاحظ أنه معدل الفقدان بالمواد الصلبة الذائبة يزداد بتصغير



شكل (3) العلاقة بين قيم معامل الانتشار Da على درجات حرارة مختلفة مع الزمن



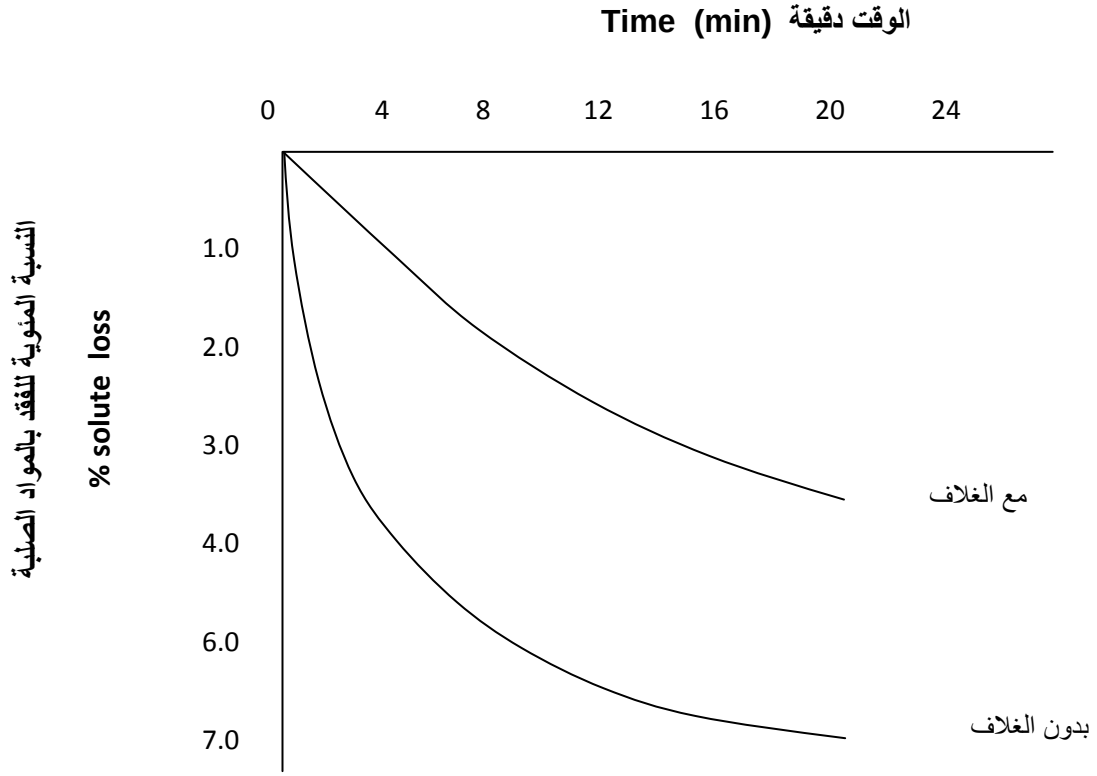
شكل (4) النسبة المئوية للفقد بالمواد الصلبة من البازلاء ذات الابعاد (0.9, 0.8, 0.5) cm أثناء المعاملات الحرارية على (75)°م للفترة من (4 إلى 20) دقيقة

قطر البازلاء وبأزدياد المساحة السطحية.

ويلاحظ من جدول (1) أن قيم معامل الانتشار Da لم تتأثر بتغير القطر وأن القيم تقريباً هي نفسها حيث كانت * (1.74 10^{-8} m^2s^{-1}) للبازلاء ذات قطر (0.9 cm) و ($1.76*10^{-8}$ m^2s^{-1}) للبازلاء ذات قطر (0.8cm) و ($1.70*10^{-8}$ m^2s^{-1}) للبازلاء ذات قطر (0.5cm).

وهذا أيضاً يتفق مع ما أشار إليه Selman وأخرون (1983) ، عند دراستهم للجزر ، و Abdul-Rezzak (1983) عند دراسته للبطاطا من ان قيم Da هي مستقلة عن الأبعاد dimensions عندما يكون الفقد للمواد هو بالانتشار فقط.

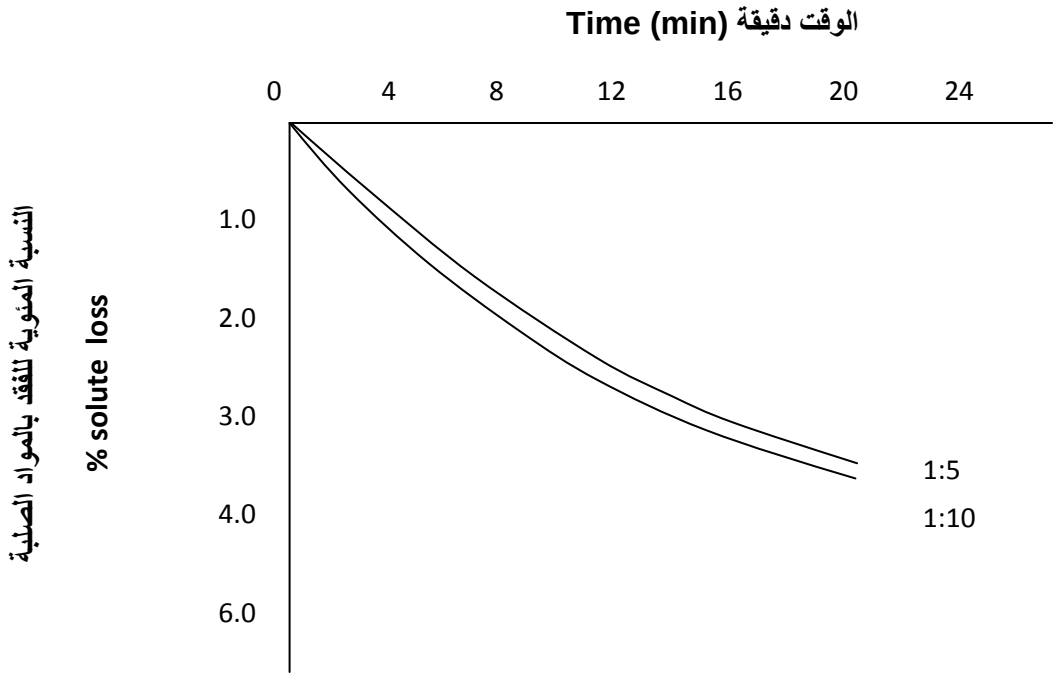
أيضاً تم دراسة تأثير غلاف حبة البازلاء على مقدار الفقد بالمواد الصلبة الذائبة(solute) وتأثير ذلك على حساب معامل الانتشار diffusion cefficient حيث عوملت عينات من البازلاء منزوعة الغلاف على درجة حرارة (75°C) على أوقات مختلفة والشكل رقم (5) يبين ذلك حيث يلاحظ بصورة كبيرة تأثير الغلاف للبازلاء على تقليل كمية الفقد للمواد الصلبة الذائبة (solute)وكذلك على حركة الماء من وإلى البازلاء ويلاحظ أن قيم معامل الانتشارDiffusion coefficient لفقدان المواد الصلبة الذائبة من البازلاء



شكل(5) النسبة المئوية للفقد بالمواد الصلبة(solute) من البازلاء الكاملة والمنزوعة الغلاف أثناء المعاملات الحرارية على درجة حرارة (75 °م) للفترة من (4-20) دقيقة

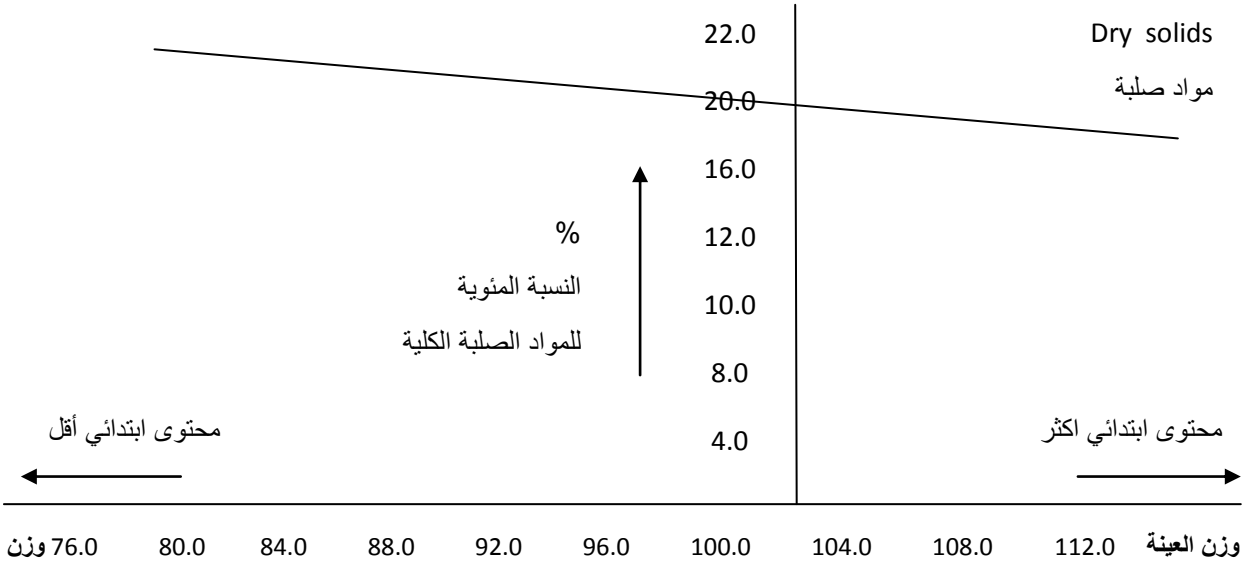
منزوعة الغلاف قد أرتفعت إلى ($2.82*10^{-7}$ m^2s^{-1}) بدلاً من ($1.76*10^{-8}$) في حالة البازلاء مع الغلاف.

تأثير تركيز وسط المعاملة الحرارية على مقدار الفقدان بالمواد الصلبة الذائبة وعلى قيم معامل الانتشار أيضاً تم دراسته بمعاملة البازلاء على درجة حرارة (75°C) في تركيزين مختلفين وهما (1:10) و (1:5).وزن عينة إلى وزن الوسط W/Wعلى أوقات مختلفة والشكل رقم (6) بين مقدار الفقد أثناء المعاملة في كل من الوسطين. النتائج تشير إلى تقارب الفقد خلال المعاملة للبازلاء في كلا التركيزين وهذا سببه قلة كمية المواد الصلبة الذائبة(solute) المفقودة إلى وسط المعاملة وقلة تأثيرها في تغيير تركيز وسط المعاملة كثيراً. كذلك من جدول رقم (1) يتضح أن معامل الانتشار للمواد الصلبة الذائبة(solute) خلال المعاملة في كلا التركيزين هو نفسه تقريباً حيث كان m^2s^{-1} ($1.76*10^{-8}$) عند المعاملة بوسط تركيزه(1:10) و m^2s^{-1} ($1.81*10^{-8}$) عند المعاملة بوسط تركيزه (1:5) أيضاً هذا يتفق مع ما توصل أليه Abdul-Rezzak (1983) من أن قيم معامل الانتشار للمواد الصلبة الذائبة أثناء المعاملات

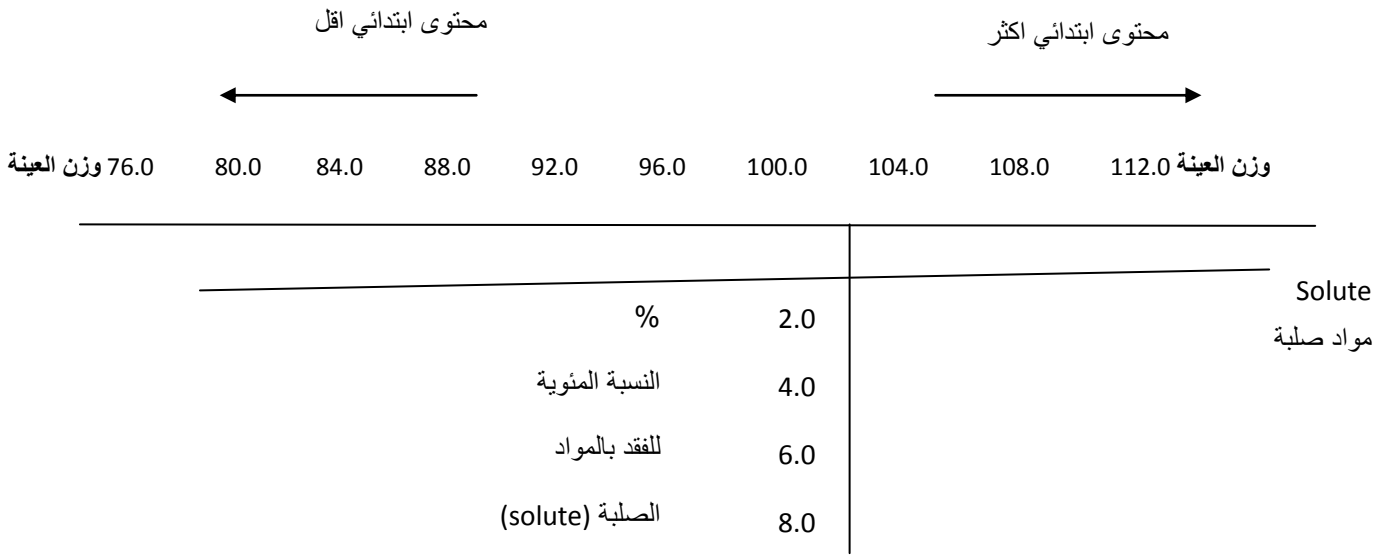


شكل (6) النسبة المئوية للفقد بالمواد الصلبة من البازلاء أثناء المعاملات الحرارية على درجة حرارة (75)°م للفترة من (4-20) دقيقة في وسط ذو تركيز 1:5 , 1:10

الحرارية للبطاطا هي تبقى ثابتة على مثل هذا المدى من التركيز.لغرض ملاحظة تأثير المحتوى الابتدائي للرطوبة initial moisture content في عينات البازلاء على مقدار الفقد الحاصل في المواد الصلبة الذائبة أثناء المعاملات الحرارية تم تنظيم كمية الماء الابتدائي داخل بذور البازلاء كما تم توضيحه في طريقة العمل. والشكل رقم (7) يوضح العلاقة بين المحتوى الابتدائي لعينات البازلاء من الرطوبة ونسبة المواد الصلبة قبل أجراء أي معاملات حرارية حيث يتضح زيادة المواد الصلبة في العينات بقلة المحتوى الرطوبي لها حيث أزدادت المواد الصلبة 1% عند سحب 18.8% من رطوبة من العينات في حين قلة 1% عند زيادة الرطوبة إلى 9% عن ما هي عليه ، يلاحظ من الشكل (8) مقدار الفقد بالمواد الصلبة (solute) أثناء المعاملات الحرارية لعينات البازلاء ذات المحتوى الرطوبي الابتدائي المختلف لمدة (4دقائق) على درجة حرارة (75°C) حيث تبين النتائج فقدان أكثر بالمواد الصلبة solute من العينات ذات المحتوى الأبتدائي القليل من الرطوبة من العينات ذات المحتوى الأبتدائي الأكثر. حيث بلغ مقدار الفقد 1.8% من العينات التي فقدت 20% من وزنها الأصلي في حيث كان الفقد 1.1% من العينات التي اكتسبت 12% من وزنها.

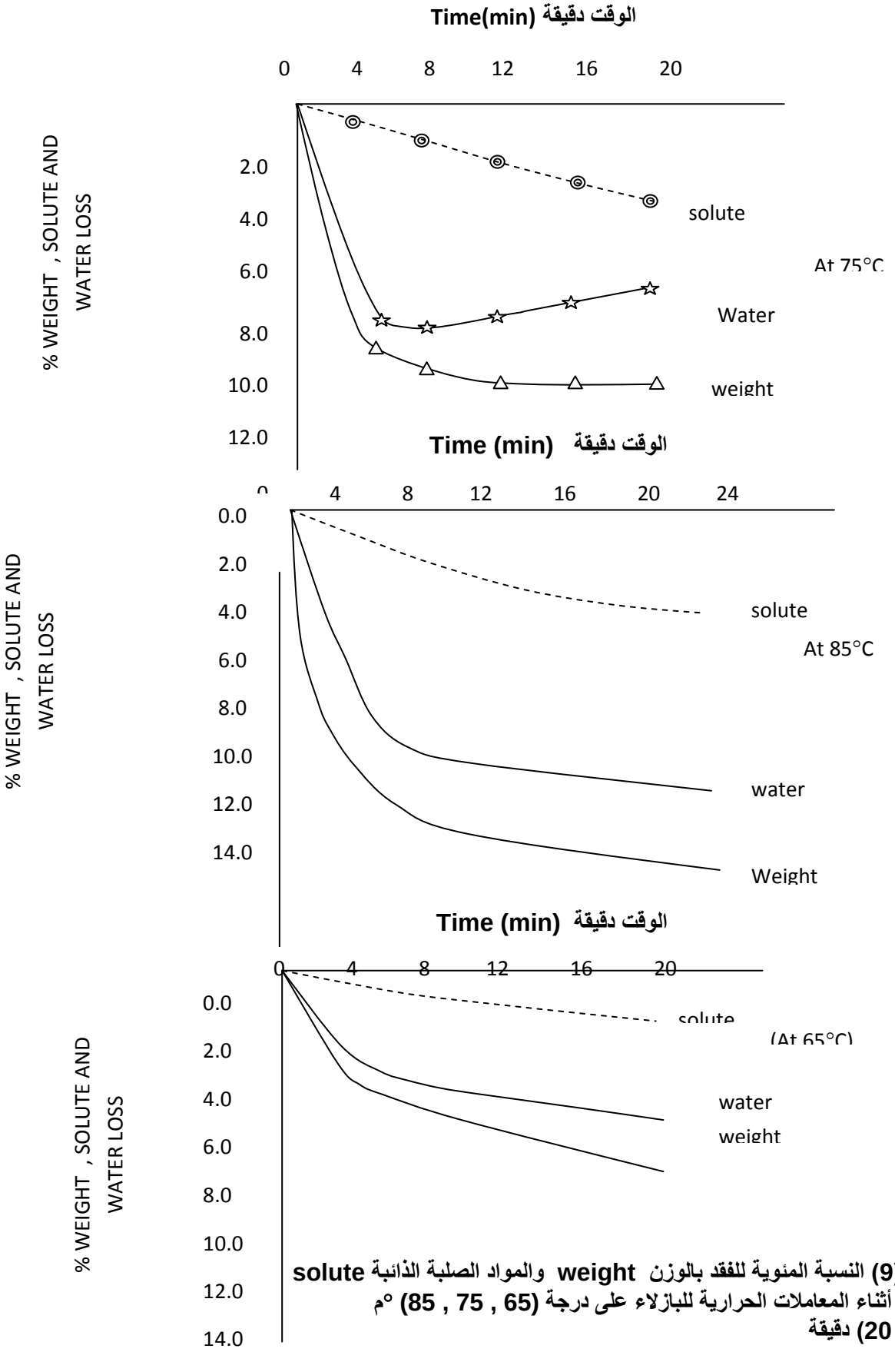


شكل (٧) العلاقة بين المحتوى الابتدائي للبازلاء من الرطوبة ونسبة المواد الصلبة قبل إجراء المعاملة الحرارية



شكل (٨) الفقد بالمواد الصلبة (solute) أثناء المعاملات الحرارية للبازلاء ذات المحتوى الابتدائي المختلف من الرطوبة على درجة حرارة (75) °م لمدة (4) دقائق

التغيرات الحاصلة في الوزن weight والفقدان بالمواد الصلبة (solute) والماء (Water) أثناء المعاملات الحرارية على الدرجات التي تم دراستها (85,75,65)م ° وللفترات الزمنية (18,16,12,8,4) دقيقة هي كما موضحة في الشكل (9) .



شكل (9) النسبة المئوية للفقد بالوزن weight والمواد الصلبة الذائبة solute أو الماء water أثناء المعاملات الحرارية للبازلاء على درجة (65 , 75 , 85) °م وللفترة من (4 إلى 20) دقيقة

حيث يبدو ان فقدان المواد الصلبة (Solute) يتأثر بصورة كبيرة بمقدار المحتوى الابتدائي من المواد الصلبة للعينات في حين ان الفقدان بالوزن يتأثر بصورة كبيرة بمحتوى العينات من الرطوبة الابتدائية initial moisture content , وحجم خلايا العينة وضغطها cell volume and turgor pressure وغيرها من العوامل كالغشاء المحيط بالبذور في حالة العينات الغير منزوعة الغلاف .

المصادر References

Abdul-Rezzak,R.K.(1983).Mass and heat diffusion in the blanching of vegetables ph.D thesis, Loughborough University , England.

Azevdo ,I.C,Oliveird ,F.A,(1995).Amodel food system for mass transfer in the acidification of cut root vegetables.Intern J Food sci Technol 30:473-483

Bressan , J. A , Carroad , P. A. , Merson , R. Land Dunkley , W. L. (1982). Modeling of isothermal diffusion of Whey components from small cured cottage cheese during washing J . Food sci. 47:84.

Kozempel , M.F . , Sullivan ,J.F. and Graig , J.C (1981) . model for blanching potatoes and other Vegetables lebensm-Wiss V.Technd 14:335

Lathrop , P-J. and leung , H.K. (1980) . thermal degradation and leaching of vitamin C from green peas during processing . J . Food sci ., 45: 995.

Mirza , S. and morton ,I.D. (1974) . Blanching of carrot and nutrient loss. J.food sci . Agr., 25:1014.

Rice ,p. and Selman ,J.D.,(1984),Apparent diffusivities of ascorbic acid in peas during water blanching .J.Food Techuol.,19:121

Rittirut,W.,Sirlpatana ,C.(2007).Diffusion properties of Garcinia frait acids ,J Sci and Tech :4(2):187-202

Saravacos , G,D. and ,S.E. , (1962).Astady of the mechanisn of fruit and vegetable dehydration Fd .Technol Champaign , 16, 78.

Schwartzberg , H.G. and chao , R.Y. (1982). Solute diffusivities in leaching processes Fd. Technol ., 36,73.

Selman , J.D. , Rice ,P. and Abdul-Rezzak , R.K. ,(1983) . A study of the apparent diffusion coefficient of solute losses from carrot tissue during blanching in water , J. Food Technol ., 18:427.

Selman , J.D. and Rolfe , E.J. (1979)Effect of water blanching on pea seeds . J . food Technol 14:493.

Selman , J.D., (1977) . studies on vegetables blanching . phD thesis, university of reading , England

Siripatana,c and N Suparanon,(1997), solute diffusion in fruit ,vegetable and cereal processing II: Simplified solutions for continuos counter-current diffution. Songklanakarin J. Sci.Technol. 19,89-101.

Slripatana,C,(1997),solute diffusion in fruit ,vegetable and cereal processing I:Simplified solutions for diffution in anomalous shape . Songklanakarin J. Sci.Technol. 19,77-88.

Urie, I. D. and Shahbenderian. A. P. (1968). Process Biochem 6, 39.

The determination of diffusion coefficient for solute loss during heat processing of peas.

R. K. Abdul-Rezzak

Summary

Diffusion coefficient (Da) for solute loss from pea during heat processing under various conditions was studied. Da values were found to be ($3.5*10^{-9}$)m^2s^{-1} at (65)°C to ($2.5*10^{-8}m^2s^{-1}$) at (85)°C. It found may be related to temperature by an Arrhenius type equation , having an activation energy of (41.57) KJ/mol.

Also it was found that the Da values of solute was independent of diameter between (0.5 to 0.9) cm , having Da of ($1.70*10^{-8}m^2s^{-1}$) for pea having (0.9cm) diameter and ($1.74*10^{-8}m^2s^{-1}$) for pea having (0.5cm) diameter .Also it was found that changing concentration of processing medium from 1:10 to 1:5 have little effect on Da values but the presence of the testa reduce the solute losses and the Da found to be ($2.82*10^{-7}$) m^2s^{-1} for pea without presence of testa and ($1.74*10^{-8}$)$m^2s^-$for pea with presence of testa.