دراسة الخواص الفيزيائية للينكوتين امايد (B_3) في محاليل ملحية عند درجات حرارة مختلفة .

زينب وجدي احمد العامل
قسم الكيمياء , كلية التربية – ابن الهيثم, جامعة بغداد

الخلاصة:

تم قياس الكثافة واللزوجة لعدد من محاليل فيتامين B_3 (ينكوتين امايد) المذاب في محاليل كلوريد الصوديوم المائية مختلفة التراكيز (2%, 4%, 6%, 8%) وبدرجات حرارية مختلفة (298.15 , 303.15 , 308.15 K) وباستخدام هذه النتائج تم حساب الحجم المولالي الظاهري ϕ_v ومن ثم حساب الحجم المولالي الظاهري المحدد ϕ_v^* و S_v^* من الميل وحسلب معاملي جونس –دول A , B .

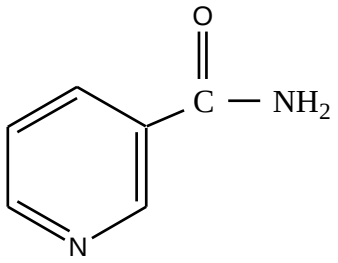
Abstract:

Densities ρ and viscosities η for several concentrations of vitamin B_3 Nicotineamide dissolved in sodium chloride solutions at different concentrations (2%, 4%, 6%, 8%) and at different temperatures (298.15, 303.15 and 308.15 K) have been measured on the basis of these data, the apparent molal volume ϕ_v , limiting partial molal volumes at infinite dilution ϕ_v° , slop, S_v , and Jones. Dole coefficients A and B were calculated.

المقدمة:

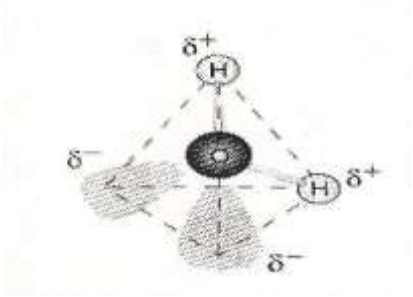
تعد الفيتامينات ذات أهمية قصوى لنمو وصحة الإنسان ونظراً لدورها الأساسي في النظام الأنزيمي تبرز أهمية دراسة الخصائص الفيزيائية لها.

يعد فيتامين B_3 واحد من فيتامينات مجموعة B(Bcomplex) التي لها القابلية على الذوبان في الماء [1] وله مسميات عديدة منها حامض النيكوتنك (Nicotinic acid) والنيكوتين امايد (Nicotin amide) . ويعد من مشتقات البريدين وزنه الجزيئي (122.13 gm/mole) , صيغته العامة ($C_6H_6N_2O$) وهيكله التركيبي ممثل بالشكل [2,3]:-



وتعد دراسة ذوبانية الفيتامين (B_3) في محلول كلوريد الصوديوم ذات أهمية في توضيح طبيعة العوامل المؤثرة في ذوبانية الفيتامين [4] إذ تعتمد الخصائص الفيزيائية للإذابة على طبيعة المذاب والمذيب. وقد جاءت نظريات عديدة تناولت دراسة الماء والتأثيرات التي تحصل نتيجة لإضافة المذاب ومن أكثر النظريات قبولاً في هذا المجال هي التي تفترض بأن جزيئات الماء ما هي إلا مزيج من تركيبين يكونان في حالة توازن وهي:-

أ- ترتبط جزيئات الماء مع نفسها بأواصر هيدروجينية مكونة هياكلاً تتضمن عدد من الجزيئات المتكتلة (Bulk) تتخلل هذه الهياكل فراغات تدعى الفجوات (Cavities) . وبسبب القطبية العالية للماء الناتجة عن السالبية العالية لذرة الاوكسجين التي تكون ذات شحنة سالبة ومرتبطة بذرتي هيدروجين ذات شحنة موجبة بينهما زاوية الآصرة (104.5°) .



ب- جزيئات احادية توجد داخل الفجوات المتكونة بين الهياكل تسمى (Dense) ويمكن تمثيل معادلة التوازن على النحو التالي:-

$$(H_2O)_b \leftrightarrow (H_2O)_d$$

إذ ان b , d يمثلان حالة (Bulk) و (Dense) على التوالي إذ إن التأثيرات التي تؤدي إلى إزاحة التوازن بإتجاه (Dense) تعد محطمة لتركيب الماء Water structure Breaker والتأثيرات التي تسبب إزاحة التوازن باتجاه (Bulk) تعد بانية لتركيب الماء Water structure maker [5 - 7] .

وعند إذابة كلوريد الصوديوم (مادة ايونية) في الماء (مذيب قطبي) سيؤدي إلى تكوين ايونات رغم القوى البيئية الواجب التغلب عليها لغرض تحطيم البناء البلوري, وعند سطح الشبكة البلورية تقوم الايونات الموجبة بجذب الإطراف السالبة لجزيئة الماء وهي ذرة الأوكسجين بينما تقوم ايوناتها السالبة بجذب ذرات الهيدروجين الموجبة لجزيئات الماء وتسمى هذه العملية بتجاذب (ايون ثنائي القطب) وهذه العملية تكون مصحوبة بتحرر كمية من الطاقة تسمى طاقة التميؤ (hydration Energy) [8].

ولقد اهتمت البحوث والدراسات الحديثة بدراسة طبيعة التداخل بين المذاب والمذيب فقد قام الباحث Ali وجماعته [9] بدراسة الخواص الفيزيائية لكبريتات المغنسيوم في مزيج من الفورمالديهايد والاثلين كلايكول عند درجة حرارة الغرفة [10] .

كما قام الباحثان Singh, Gupta [11] بقياس الكثافة واللزوجة للسكروز في محاليل هاليدات العناصر القلوية عند درجات حرارية مختلفة.

كما قام الباحثان Ali and Shahjahan [12] بدراسة الخواص الفيزيائية لبعض الأحماض الامينية في محاليل مائية لبروميد الامونيوم رباعي المثيل في درجات حرارية مختلفة.

المواد وطرائق العمل:

استعمل في هذه الدراسة الماء المقطر مرتين المنزوع ايونياً وله توصيلية كهربائية 0.6×10^{-6} اوم$^{-1}$. سم$^{-1}$. بالاضافة إلى المواد الموضحة في الجدول (1).

جدول (1) المواد المستعملة في هذا البحث

اسم المادة	الشركة المجهزة	M.Wt [14]	درجة النقاوة	m.p [11]
Sodium chloride	Al drich	58.44	%99.5	801
Nicotin amide Vit-B_3	Al drich	122.13	%99	129

حيث تم تحضير عشرين محلول للفيتامين B_3 بإذابة الاوزان المقابلة لكل من التراكيز 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5 مول/ لتر في محاليل كلوريد الصوديوم 2%, 4%, 6%, 8% (W/V) وقيست اللزوجة الحركية لتلك المحاليل عند الدرجات الحرارية (289.15, 303.15, 308.15) كلفن باستخدام انبوب قياس اللزوجة (Ubbelohde viscometer) والتي يمكن حسابها من زمن الانسياب [14] باستخدام المعادلة الاتية :

$$\nu = k \cdot t \qquad \ldots\ldots\ldots\ldots(1)$$

ν = اللزوجة الحركية

t = زمن الانسياب

k = ثابت انبوب اللزوجة بأربع درجات حرارية مختلفة [13] والذي يساوي 0.0047 $cm^2.s^{-2}$

كذلك تم قياس كثافة محاليل (2%, 4%, 6%, 8%) كلوريد الصوديوم للفيتامين B_3 ضمن التراكيز (0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5) مول/لتر عند الدرجات الحرارية (289.15, 303.15, 308.15) كلفن باستخدام قنينة الكثافة (Desity Botlle) وحسب المعادلة [15].

$$\text{الكثافة المصممة للمحلول} = \frac{m_3 + m_4 - m_1}{m_2 + m_4 - m_1} \cdot p_w \quad .....(2)$$

m_1 = وزن قنينة الكثافة وهي فارغة
m_2 = وزن قنينة الكثافة مملؤة بالماء المقطر
m_3 = وزن قنينة الكثافة مملؤة بمحلول كلوريد الصوديوم المذاب فيه فيتامين B_3
m_4 = وزن الهواء المزاح
P_w = كثافة الماء عند درجة الحرارة قيد الدراسة

النتائج والمنقشة:

ان نتائج قيم الكثافة المقاسة عملياً للمحاليل الملحية للفيتامين (B_3) عند الدرجات الحرارية المختلفة تم ادراجها ضمن جدول رقم (2).

جدول رقم(2) يبين قيم الكثافة المقاسة عملياً للمحاليل الملحية 2%, 4%, 6%, 8% لفيتامين B_3 عند الدرجات الحرارية (289.15, 303.15, 308.15) كلفن .

Vitamin B_3	ρ(gm/cm^3)					
	المحلول الملحي 2% NaCl			المحلول الملحي 4% NaCl		
Conc.	298.15 k	303.15 k	308.15 k	298.15 k	303.15 k	308.15 k
0	1.01074	1.00935	1.00773	1.02444	1.02305	1.02143
0.1	1.01220	1.01176	1.010271	1.02697	1.02564	1.024944
0.2	1.01581	1.01428	1.01277	1.02946	1.02812	1.02646
0.3	1.01834	1.01683	1.01531	1.03197	1.03071	1.02895
0.4	1.02087	1.01936	1.01784	1.03452	1.03325	1.03145
0.5	1.02341	1.02282	1.02135	1.03805	1.03676	1.03393

Vitamin B_3	ρ(gm/cm^3)					
	المحلول الملحي 6% NaCl			المحلول الملحي 8% NaCl		
Conc.	298.15 k	303.15 k	308.15 k	298.15 k	303.15 k	308.15 k
0	1.03814	1.03675	1.03513	1.05184	1.05045	1.04883
0.1	1.04165	1.039296	1.038643	1.05439	1.053031	1.05229
0.2	1.04320	1.04279	1.04013	1.05690	1.05552	1.05383
0.3	1.04570	1.04442	1.04268	1.05937	1.05602	1.05635
0.4	1.04819	1.04675	1.04519	1.06292	1.06053	1.05889
0.5	1.05063	1.04934	1.04774	1.06441	1.06431	1.06141

يلاحظ من الجدول (2) ان الكثافة تزداد مع زيادة تركيز الفيتامين المذاب في المحلول الملحي لكلوريد الصوديوم بثبوت درجة الحرارة هذا من جهة ومن جهة أخرى نلاحظ نقصان الكثافة مع ازدياد درجة الحرارة بثبوت تركيز الفيتامين ويعود هذا النقصان إلى تكسر الأواصر الهيدروجينية بين جزيئات الماء نفسها. (Intermolecular Hydrogen bonds) في التركيب الجمعي للماء (Bulk water structure) وبالتالي تؤدي إلى ازاحة التوازن باتجاه الحالة المكثفة (Dense state) لجزيئات الماء وهذا يؤدي إلى تحطيم تركيب الماء وفق المعادلة:

$$(H_2O)_b \rightarrow (H_2O)_D$$

$(H_2O)_b$ جزيئات الماء في حالة التركيب الجمعي
$(H_2O)_D$ جزيئات الماء في الحالة المكثفة

وتم حساب الحجم المولالي الظاهري للمحاليل الملحية لفيتامين (B_3) من خلال قيم الكثافة المقاسة عملياً عند الدرجات الحرارية المختلفة وفق المعادلة [16]:

$$\varphi_v = \frac{1}{m}\left[\frac{1000+mM}{\rho} - \frac{1000}{\rho_\circ}\right] \quad .....(3)$$

حيث ان m = مولالية المذاب (الفيتامين) . ϕ_v = الحجم المولالي الظاهري M = الوزن الجزيئي للمذاب (الفيتامين B_3) , ρ , $\rho_\circ$ كثافة المذاب والمذيب (محاليل NaCl) .

جدول (3) يبين قيم الحجوم المولالية الظاهرية للمحاليل الملحية

Vit.B_3	ϕ_v **(cm^3/mol)**					
$\sqrt{c}$ **$mol^{1/2}/L^{1/2}$**	**محلول ملحي 2% NaCl**			**محلول ملحي 4% NaCl**		
	308.15 k	303.15 k	298.15 k	308.15 k	303.15 k	298.15 k
0.3162	226.915	213.302	197.446	361.012	347.408	331.633
0.4472	172.900	166.257	158.496	238.520	231.859	224.097
0.5477	154.701	150.374	145.312	197.498	197.148	188.091
0.6324	145.454	142.285	138.571	176.842	173.647	168.945
0.7071	139.787	137.223	134.309	164.269	161.765	154.945

Vit.B_3	ϕ_v **(cm^3/mol)**					
$\sqrt{c}$ **$mol^{1/2}/L^{1/2}$**	**محلول ملحي 6% NaCl**			**محلول ملحي 8% NaCl**		
	308.15 k	303.15 k	298.15 k	308.15 k	303.15 k	298.15 k
0.3162	495.450	481.586	465.934	629.466	615.854	600.286
0.4472	304.215	297.610	289.772	269.983	263.308	355.520
0.5477	240.365	236.013	230.940	283.303	278.945	273.863
0.6324	208.301	205.107	201.383	239.846	236.629	232.898
0.7071	188.952	186.451	183.546	213.639	211.116	208.209

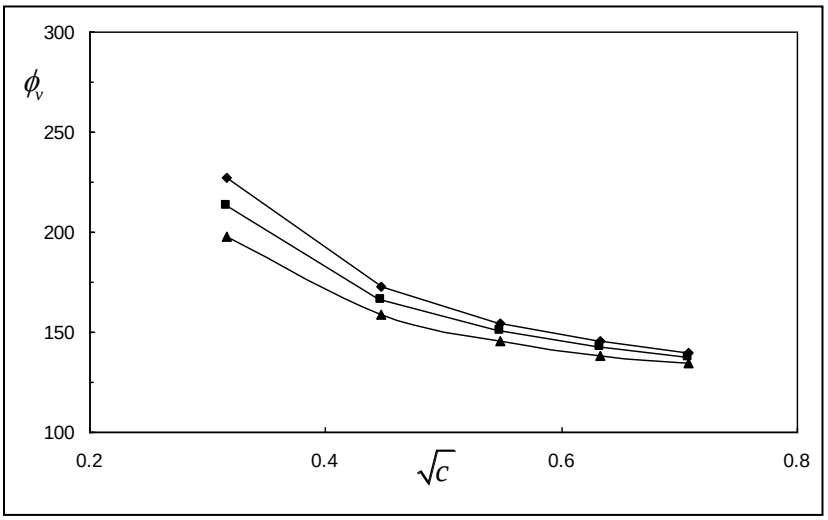
لقد وجد ان الحجوم المولالية الظاهرية لمحاليل الفيتامينات في محاليل (2%, 4%, 6%, 8%) كلوريد الصوديوم تتغير خطياً مع الجذر التربيعي للتركيز المولاري لهذه المحاليل حسب معادلة Masson [17].

$$\phi_v = \phi_v^\circ + S_v^\circ \sqrt{c} \quad .....(4)$$

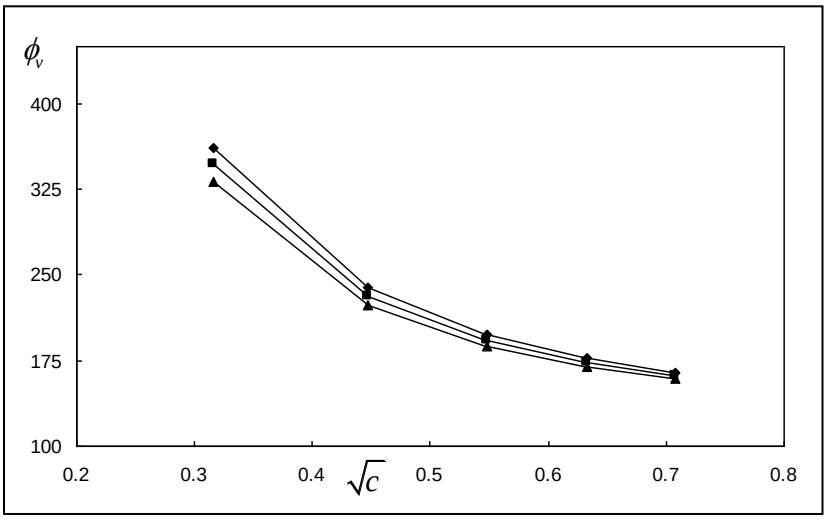
حيث ان ϕ_v° الحجم المولالي الظاهري المحدد

S_v° = مقياس التأثيرات المتبادلة بين مذاب – مذاب الذي يعتمد على الشحنة ونوع الملح وطبيعة الملح.

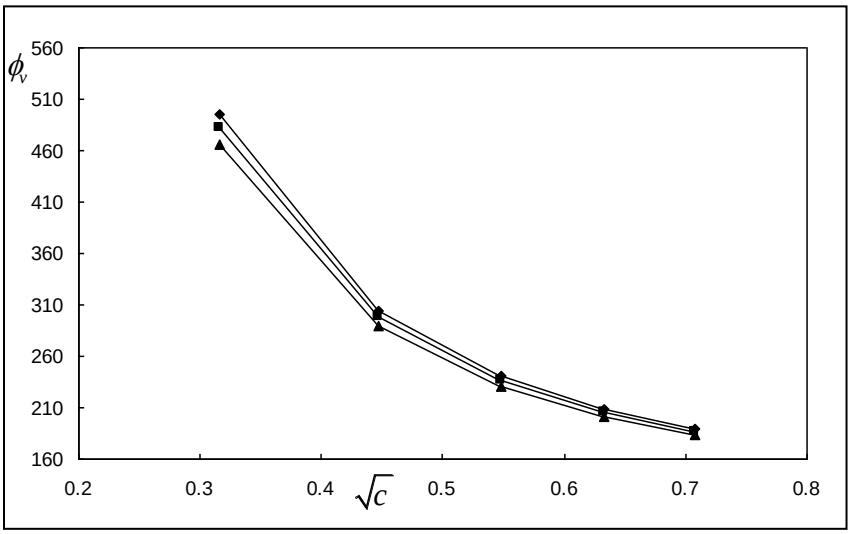
وبالاعتماد على معادلة Masson تم رسم ϕ_v مقابل $\sqrt{c}$ كما في الاشكال (1).


300
250
200
150
100
ϕ_v
0.2
0.4
0.6
0.8
$\sqrt{c}$

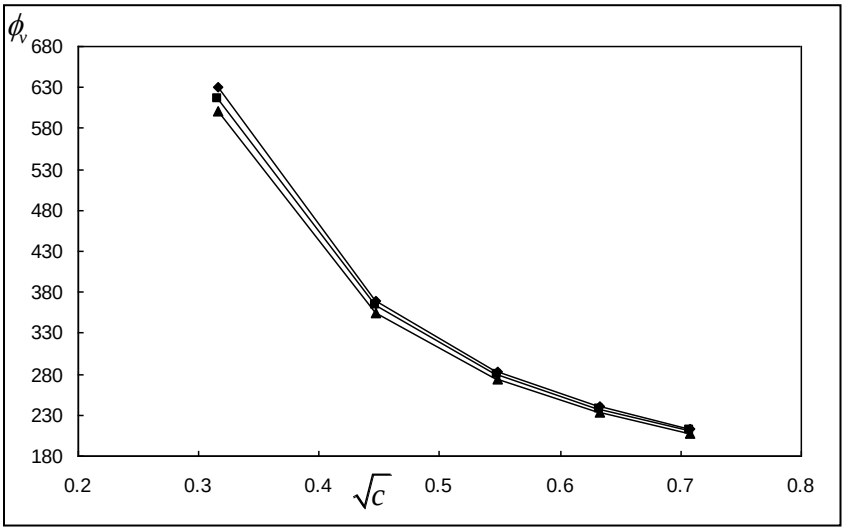
(a)


ϕ_v
400
325
250
175
100
0.2
0.3
0.4
0.5
0.6
0.7
0.8
$\sqrt{c}$

(b)


ϕ_v
560
510
460
410
360
310
260
210
160
0.2
0.3
0.4
0.5
0.6
0.7
0.8
$\sqrt{c}$

(c)



(d)

شكل(1): يوضح الحجم المولالي الظاهري (ϕ_v) فيتامين B_3 في (a) – محلول 2% NaCl (b) – محلول 4% NaCl , (c) – محلول 6% NaCl , (d) – محلول 8% NaCl عنـــد درجات حرارة (◊) 298.15 كلفن , (■) 303.15 كلفن , (▲) 308.15 كلفن .

ونتيجة لهذه الاشكال باستعمال طريقة المربعات الصغرى (Least Square Method) تم الحصول على قيم ϕ_v° و S_v° الموضحة في الجدول (4).

جدول (4): يبين قيم ϕ_v° و S_v° للمحاليل الملحية لفيتامين B_3 ضمن المدى من التركيز (0.5 – 0.1) عند الدرجات الحرارية (298.15 , 303.15 , 308.15) كلفن.

Temperature /k	Vitamin B_3 +H_2O + NaCl (2%)		Vitamin B_3 +H_2O + NaCl (4%)	
	(cm^3/mol) ϕ_v°	$(cm^{3/2}/mol^{3/2})$ S_v°	(cm^3/mol) ϕ_v°	$(cm^{3/2}/mol^{3/2})$ S_v°
298.15	282.91	-216.85	487.16	-489.54
303.15	262.25	-189.31	466.45	-461.92
308.15	238.12	-157.11	442.35	-429.71

Temperature /k	Vitamin B_3 +H_2O + NaCl (6%)		Vitamin B_3 +H_2O + NaCl (8%)	
	(cm^3/mol) ϕ_v°	$(cm^{3/2}/mol^{3/2})$ S_v°	(cm^3/mol) ϕ_v°	$(cm^{3/2}/mol^{3/2})$ S_v°
298.15	691.74	-762.6	895.74	-1034.7
303.15	670.69	-734.44	875.04	-1007.1
308.15	646.80	-702.64	851.29	-975.5

يلاحظ من الجدول (4) ان قيم S_v° سالبة وقليلة من جميع المحاليل الملحية للفيتامين قيد الدراسة مما يدل على ضعف التأثيرات بين مذاب – مذاب وذلك لكون المذيب المستعمل هو الماء الذي يمتلك ثابت عزل عالي[18] مما يجعل الاملاح المذابة فيه متأينة بصورة تامة ومن ثم فأن هذه الايونات تعمل مع بعضها البعض على نشوء نفوذية عالية داخل المحلول مما يجعل قيم S_v° سالبة , هذا من جهة ومن جهة اخرى يلاحظ من نفس الجدول ان قيم ϕ_v° تأخذ مأخذاً معاكساً عن قيم S_v° حيث تكون موجبة وعالية

مما يدل على قوة التأثيرات المتبادلة ما بين مذاب – مذيب والسبب يعود الى كبر جزيئة فيتامين B_3 ووجود مجموعة الامايد الفعالة $-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-NH_2$ والتي تؤدي الى اعاقة التآصر الضمني (نقصان S_v°) وزيادة التأثيرات المتبادلة من نوع مذاب – مذيب ϕ_v° لذلك تكون موجبة وعالية . من ناحية اخرى يلاحظ ان قيم S_v° تزداد نسبياً مع ازدياد درجة الحرارة بينما تقل قيم ϕ_v° مع ازدياد درجة الحرارة والسبب في ذلك يعود إلى بعد المسافة بين الجزيئات وتكسر الاواصر الهيدروجينية أي ان تداخل مذاب – مذيب يقل بزيادة درجة الحرارة [12] .

السلوك اللزوجي:

تم في هذه الدراسة القياس العملي للزوجة محاليل فيتامين (B_3) في محاليل (2% , 4%, 6%, 8%) كلوريد الصوديوم بمدى من التراكيز (0.1 – 0.5) مول/لتر عند الدرجات الحرارية (298.15 , 303.15 , 308.15) كلفن .

جدول (5): يبين قيم اللزوجة المطلقة المقاسة عملياً للمحاليل الملحية لفيتامين B_3 عند الدرجات الحرارية (298.15 , 303.15 , 308.15) كلفن .

Vitamin B_3	η (poise)					
	(H_2O + %2 NaCl)			(H_2O + %4 NaCl)		
Conc.	298.15 k	303.15 k	308.15 k	298.15 k	303.15 k	308.15 k
0	0.91518	0.82603	0.74418	0.939316	0.850166	0.768316
0.1	0.92348	0.83473	0.751592	0.946816	0.857566	0.775296
0.2	0.93158	0.84256	0.759807	0.954916	0.864466	0.782046
0.3	0.93928	0.85023	0.766794	0.962416	0.872566	0.790146
0.4	0.94778	0.85873	0.775215	0.970516	0.881166	0.798566
0.5	0.95528	0.86633	0.783106	0.978716	0.889066	0.806516

Vitamin B_3	η (poise)					
	(H_2O + %6 NaCl)			(H_2O + %8 NaCl)		
Conc.	298.15 k	303.15 k	308.15 k	298.15 k	303.15 k	308.15 k
0	0.96594	0.87679	0.79494	0.989192	0.900042	0.818192
0.1	0.97284	0.88499	0.80274	0.99012	0.907754	0.82762
0.2	0.98134	0.89289	0.81128	0.99782	0.914741	0.83613
0.3	0.98974	0.89969	0.81923	1.00592	0.923441	0.84305
0.4	0.99784	0.90819	0.82763	1.01472	0.931941	0.85075
0.5	1.00534	0.915986	0.83616	1.02192	0.939862	0.85865

نلاحظ من الجدول (5) ان قيم اللزوجة لمحاليل الفيتامين B_3 في (2% , 4%, 6%, 8%) كلوريد الصوديوم عند الدرجات الحرارية (298.15 , 303.15 , 308.15) كلفن تزداد بزيادة التركيز والسبب يعود إلى اشباع المحلول لجزيئات الفيتامين مما يسبب نوع من الإعاقة الذي يؤدي إلى نقصان الانسيابية ومن ثم زيادة اللزوجة كما نلاحظ نقصان اللزوجة بزيادة درجة الحرارة بسبب إضعاف الترابط او التأثيرات ما بين الفيتامينات والمذيب (محلول كلوريد الصوديوم) هذا يؤدي إلى زيادة المسافات بين طبقات المحلول وبالتالي يقل الاحتكاك فتقل اللزوجة وتزداد الانسيابية [19] .

وبالاعتماد على قيم اللزوجة المطلقة تم تطبيق معادلة جونز ودول على المحاليل الملحية للفيتامين B_3 ضمن المدى من التراكيز (0.1 – 0.5) موا/لتر عند الدرجات الحرارية (298.15 , 303.15 , 308.15) كلفن وذلك وفقاً للمعادلة الآتية [20]:

$$\eta_{rel} - 1/\sqrt{c} = A + B\sqrt{c} \qquad .....(5)$$

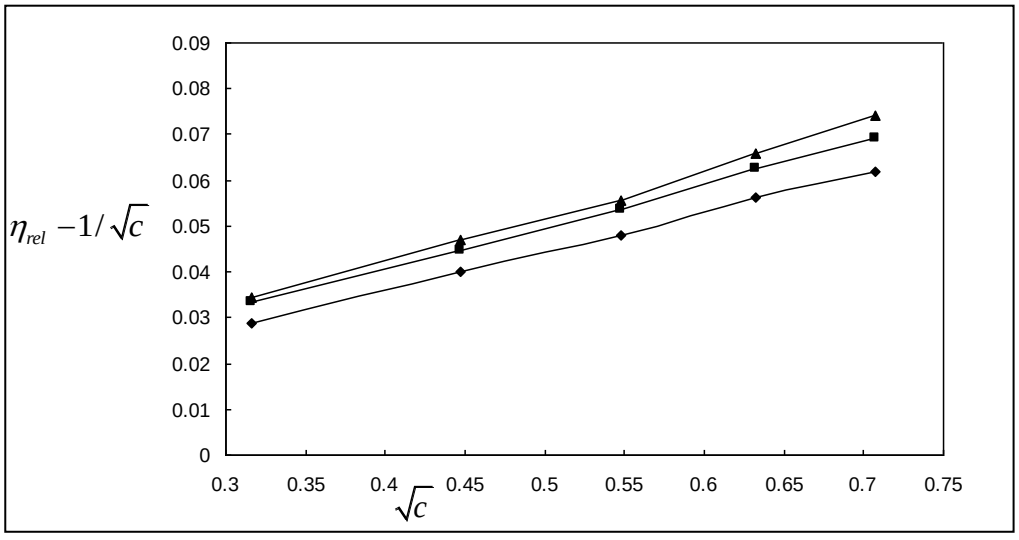
حيث ان η_{rel} = اللزوجة النسبية و c = التركيز المولاري و A = معامل Falkenhagen [21] وهو مقياس التداخل الالكتروستاتيكي لايونات المذاب , و B = معامل جونز ودول او معامل اللزوجة .

يوضح الجدول (6) حدود معادلة جونز ودول التي استخدمت لرسم الاشكال (2) لقيم $\eta_{rel} - 1/\sqrt{c}$ مقابل $\sqrt{c}$.

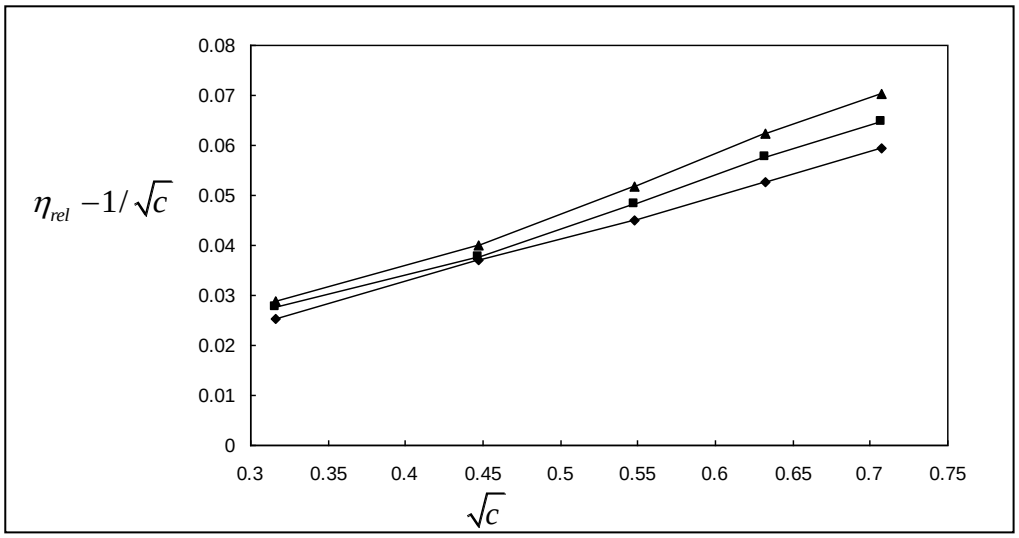
جدول (6): حدود معادلة جونز ودول للمحاليل الملحية لفيتامين B_3 عند الدرجات الحرارية (298.15 , 303.15 , 308.15)كلفن وضمن المدى من التراكيز (0.1 – 0.5) مول/لتر.

Vitamin B_3	$\eta_{rel}-1/\sqrt{c}$ ($L^{1/2}/mol^{1/2}$)					
	(H_2O + %2 NaCl)			(H_2O + %4 NaCl)		
$\sqrt{c}$ ($mol^{1/2}/L^{1/2}$)	298.15 k	303.15 k	308.15 k	298.15 k	303.15 k	308.15 k
0.31622	0.02867	0.033306	0.034496	0.025249	0.027525	0.028729
0.4472	0.04007	0.044747	0.046955	0.037136	0.037611	0.039959
0.5477	0.04807	0.053488	0.05548	0.044899	0.048104	0.051814
0.6324	0.05632	0.062592	0.055939	0.052519	0.057654	0.062252
0.7071	0.06196	0.068996	0.073974	0.05932	0.064708	0.070313

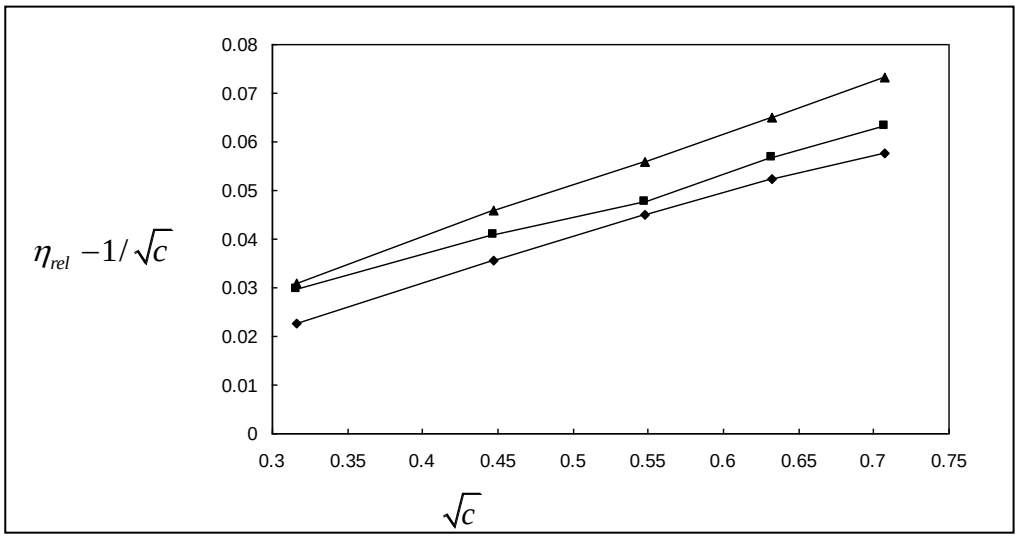
Vitamin B_3	$\eta_{rel}-1/\sqrt{c}$ ($L^{1/2}/mol^{1/2}$)					
	(H_2O + %6 NaCl)			(H_2O + %8 NaCl)		
$\sqrt{c}$ ($mol^{1/2}/L^{1/2}$)	298.15 k	303.15 k	308.15 k	298.15 k	303.15 k	308.15 k
0.31622	0.022589	0.029575	0.031028	0.002967	0.02709	0.036439
0.4472	0.03565	0.04106	0.04596	0.019504	0.03649	0.049023
0.5477	0.044985	0.04768	0.05578	0.030875	0.04746	0.055469
0.6324	0.052217	0.05662	0.06502	0.040804	0.05603	0.062918
0.7071	0.057685	0.06322	0.07333	0.04679	0.06256	0.06993



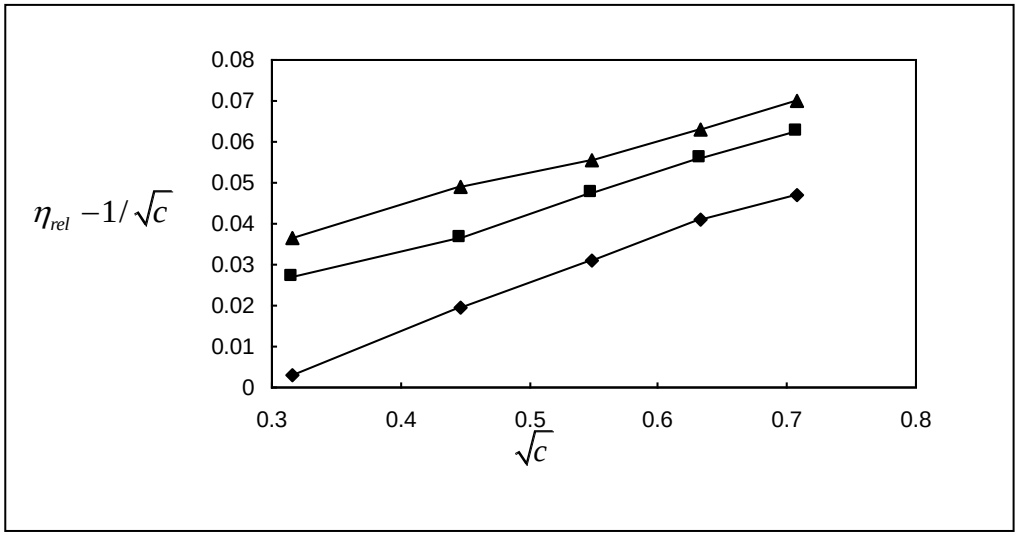
(a)


$\eta_{rel} - 1/\sqrt{c}$
0.08
0.07
0.06
0.05
0.04
0.03
0.02
0.01
0
0.3
0.35
0.4
0.45
0.5
0.55
0.6
0.65
0.7
0.75
$\sqrt{c}$

(b)


$\eta_{rel} - 1/\sqrt{c}$
0.08
0.07
0.06
0.05
0.04
0.03
0.02
0.01
0
0.3
0.35
0.4
0.45
0.5
0.55
0.6
0.65
0.7
0.75
$\sqrt{c}$

(c)



(d)

شكل (2): العلاقة بين ($\sqrt{c}$) و ($\eta_{rel} - 1/\sqrt{c}$) لفيتامين B_3 , (a) ماء + 2% NaCl , (b) ماء + 4% NaCl , (c) ماء + 6% NaCl , (d) ماء + 8% NaCl عند درجـــات حرارة (◊) 298.15 كلفن , (■) 303.15 كلفن , (▲) 308.15 كلفن .

وباستخدام طريقة المربعات الصغرى تم حساب معاملات معادلة جونز ودول ومعامل الارتباط لمحاليل الفيتامينات الملحية ضمن المدى من التراكيز (0.1 – 0.5) مول /لتر عند الدرجات الحرارية (298.15 , 303.15 , 308.15) كلفن الموضحة في الجدول (7).

Temperatare k	Vitamin B_3 +H_2O + NaCl (2%)			Vitamin B_3 +H_2O + NaCl (4%)		
	A	B	R	A	B	R
298.15	0.0016	0.0857	0.999	-0.0019	0.0863	0.999
303.15	0.0038	0.092	0.998	-0.0043	0.097	0.995
308.15	-0.0022	0.1075	0.998	-0.0068	0.1084	0.995

Temperatare k	Vitamin B_3 +H_2O + NaCl (6%)			Vitamin B_3 +H_2O + NaCl (8%)		
	A	B	R	A	B	R
298.15	-0.0052	0.0903	0.997	-0.0319	0.1134	0.996
303.15	-0.0024	0.0854	0.996	-0.0034	0.0931	0.996
308.15	-0.0026	0.1073	0.999	0.0104	0.0837	0.996

نلاحظ من الجدول (7) ان اغلب قيم R معامل الارتباط (Regression coefficient) هو 0.999 وهذا يؤكد انطباق معادلة جونز ودول على كافة المحاليل المدروسة . كما ونلاحظ ان قيم A صغيرة جداً وهذا يتطابق مع قيم S_v° مما يؤكد ضعف التأثيرات المتبادلة من نوع مذاب – مذاب بينما نلاحظ ان قيم B موجبة والسبب يعود إلى تأثير انيشتاين [22,23] η_E الناتج من حجم وشكل رقائق الفيتامين (حجمه كبير) المذابة في المحلول (محلول 2% أو 4% أو 6% أو 8%) كلوريد الصوديوم والذي يؤدي إلى زيادة قيم B فضلاً عن تأثير الحركة التوجيهية η_{or} لجزيئات الماء المستقطبة بتأثير المجال الكهربائي الناتج بفعل المجموعة الفعالة للفيتامين قيد الدراسة التي تدفع باتجاه تكوين اواصر هيدروجينية مع التركيب الجمعي للماء ومن ثم تعمل هذه التأثيرات على تقوية تركيب المذيب (Maker structure solvent) ومن ثم زيادة قيم B كذلك يلاحظ ان قيم B و A تزداد مع زيادة درجة الحرارة لكافة محاليل فيتامين B_3 الملحية وذلك لان ازدياد قيم B يأتي من زيادة تأثيرات η_E و η_{or} وتلك التأثيرات تزداد مع زيادة درجة الحرارة .

المصادر :

1. Murray, R.K. and Grammar, D.K. "Harper Biochemistry", pp. 627(2000).
2. James, E. and Reynold S,F. "Martindale: The Extra pharma Copies", The pharmaceutical press, London(1982).
3. Edward, S., Todd, W.R. and Mason, M., " Text book of Biochemistry", 4th ed, Chapter 18, Macmillan publisher, Canada (1963).
4. Brawer, D.A. J. Climical chemistry., 44(7), 1545(1998),
5. Frank, H.S. and franks, F.J. Chem. Phys., 48, 4746(1968).
6. Rose, M.M. and Jenks, P.W. J. Amer. Chem., 97, 631(1975).
7. Frank, F.In "Water", Acomprehensive Treatise, (F.Franks, ed), Vol. 4, plenum press. New York (1973).
8. Jacqueline, J. and Melvin, W. " Chemistry : A First Coures", 2nd ed., Chapter 13, Mc Graw-Hill, New York (1987).
9. Ali, A., Nain, A.K., Kumar, N. and Ibrahim, M.J. Chem. Sci., 114. Na. 5, pp. 495-500(2002).
10. H.S. Franks and S.M.W. Evan, J. Chem. Phem. Phys., B, 507 (1945).
11. Gupta, R. and Singh, M. J. Chem. Sci., 117.No.3, pp.275-282(2005).
12. Ali A. and Shahjahan, Z. phys. Chem., 222, 1519, 2008.
13. Weast, R.C. CRCH and Book of Chemistry and physics, CPC press, Inc (1988).
14. Lee, R.W. and Teja, As.J. Chem. Eng. Data, 35,385(1990).
15. James, A.M. and Prichard, E.F. "Practical physical chemistry", Wiley, New York (1974).
16. Sasahara, K. and ued aria, H. Colloid and polym. Sei., 272, 385(1994).
17. Masson, D.O. philos. Mag., 8, 218(1929).
18. Subha, M.C.S., Rao, K.C. and Rao, S.B. Indian J. Chem., A25, 424(1986).
19. Silbey, R.J. and Albert, R. A. "physical Chemistry", Wiley, New York (2001).
20. Jones, G. and Dole, M.J. Amer. Soc., 51, 2950(1929).
21. Enhahenaud, F. and Dole, M. phys., 30,611(1929).
22. Stokes, R.H. and Mills, R. " Viscosities of electrolytes and Related properties" Oxford University Press, Oxford (1965).
23. Kiminsky, M.Z. Electro Chem., 4, 867 (1960).