



College of Basic Education Research Journal

www.berj.mosuljournals.com



Article Information

Article history:

Received:

Reviewer:

Accepted:

Abstract

Key words :

Correspondence:

ISSN: 1992 – 7452

دراسة ثوابت الاستقرار لعدد من صبغات الآزو – جالكون الاروماتية من خلال تفاعلها مع الكاشف بارا – فينيلين ثنائي الأمين المؤزوت

أسماء محمد يونس أمين⁽¹⁾، محمد محمود حسين يونس النعيمي⁽²⁾

قسم الكيمياء ، كلية التربية للعلوم الصرفة ، جامعة الموصل ، العراق

قدم للنشر 2024 /5/9 ، قبل للنشر 2024/6 /30

الخلاصة :

تضمن البحث دراسة طيفية ثرموديناميكية لخمس صبغات الآزو المحضرة من تفاعل خمسة جالكونات مختلفة مع الكاشف (بارا – فينيلين ثنائي الأمين المؤزوت) عند الدالة الحامضية الطبيعية لكل منها . وتم إيجاد الظروف المثلى لكل صبغة ، تم درست النسبة المولية المثلى وكانت (2:1) للكاشف المؤزوت : جالكون للصبغات المحضرة كافة عند الدرجات الحرارية (323,313,392,382,372) كلفن .

ثم إيجاد درجة التكتل (الفا) أو درجة التفكك التي حسب منها ثابت الاستقرار للصبغة الناتجة . وعند تطبيق معادلة فانت هوف التكاملية ثم حصول على قيم الانثالبي (ΔH) السالبة التي تدل على ان التفاعل باعث للحرارة وهذا ما يؤكد نقصان ثابت الاستقرار عند زيادة درجة حرارة التفاعل . كما تم حساب طاقة الجبس الحرة ΔG وكانت قيمتها سالبة والذي يعبر عنها بمعادلة الاتية ($\Delta G = -RT \ln K$) ، اما الأنتروبي ΔS التي كانت سالبة أيضا فتدل على زيادة انتظام المادة الناتجة عند مقارنتها مع المواد المتفاعلة من الجالكون مع الكاشف بارا فينيلين ثنائي الأمين المؤزوت .

1 - المقدمة

الجالكونات عبارة عن احد مركبات الكربونيل الكيتونية غير المشبعة (Ahmad,2014)، اكتشف لأول مرة عام 1998 من قبل العالم (Kastaneke) من خلال تفاعل كلينز شميدت ، وتتكون من حلقتين بنزين مرتبطة بالرابط المزدوجة بواسطة مجموعة الكربونيل ، ولاتذوب في الماء ولكن تذوب في المذيبات العضوية ، وللجالكونات العديد من الاستخدامات المهمة في مجالي الصناعة والطب وتمتاز بالعديد من التسمسات (1,3-Diphenyl -2-propenones) او (phenyl styryl ketones) ، تشبه بنية الجالكونات مركبات أخرى مثل للفلافونات والفلافولات ذات مجاميع هيدروكسيل متعددة التي تحتوي على رابطة مزدوجة متعاقية للمجموعة الكربونيل (Dhaliwal et al.2022)، ، تمتاز الجالكونات بانها مركبات ذات قيمة كبيرة في التركيب العضوي . كما انها مركبات ذات أهمية في تركيب الحلقات غير المتجانسة، وتوجد الجالكونات على شكل نوعين من الايزومرات (ايزومر E وايزومر Z) وتتواجد اغلب الجالكونات بشكل الايزومر (Z) لأنه شكل الأكثر استقراراً.

وتستخدم الجالكونات كمضادات للالتهابات والسرطان ومضاد للأكسد ومثبط الأنزيم اكسدة الدهون ومضاد للسكري وكذلك مضاد للبكتريا والفطريات وأيضا يعتبر مثبط للأنزيمات المسؤولة عن مرض الزهايمر (Karthikeyan et al,2015).

تعتبر املاح الديازونيوم من المركبات الفعالة والمهمة . وتحضر من خلال تفاعل الأمين الاولي مع حمض النتروز عند درجات حرارية منخفضة لتشكيل املاح سهلة الذوبان في الماء (Zollinger,2003 :Brodibent ,2001)

Keusch, 2012 :GHnDGAR, 2012 و يتم مفاعلة الأمين الأولي مع نترات الصوديوم بوجود حمض معدني مثل الهيدروكلوريك و الكبريتيك عند درجات حرارية تتراوح بين (0-5 °C) ويطلق على هذا التفاعل بالأزوتة والذي يدعى باملاح الديازونيوم (Diazonium salts) , حيث اطلق على ذلك (Griess) اسم الديازو و ذلك لاعتقاده ان ذرتين الهيدروجين في حلقة البنزين يتم استبدالها بذرة النتروجين . حيث يتم التفاعل بمفاعلة الأمين الأولي مع حمض نتروز .

2-الجزء العملي

2-1 المواد المستخدمة:

المواد الكيميائية التي تم استخدامها تم توفيرها من قبل شركتي (Switzerland) Fluka و (England) BDH , وتشمل حمض الهيدروكلوريك ونترات الصوديوم وكربونات الصوديوم .

2-2 الأجهزة المستخدمة وتشمل:

a- حمام مائي موديل (D3165) من نوع (Honigsen) من صناعة الشركة الألمانية (KOTTERMANN) .

b. جهاز قياس الدالة الحامضية pH- meter

من صنع شركة JENWAY موديل 3510 إذ تم قياس الدالة الحامضية للمحاليل التي تم دراستها بهذا الجهاز .

c- ميزان حساس Sensitive Balance

تم استعمال ميزان من نوع GR - 200 ذو أربع مرتب عشرية لوزن المواد الكيميائية .

d-جهاز المطياف الفوتومتري UV- Visible Spectrophotometer

تم استخدام الجهازين الاتيين

1. جهاز أحادي المسار من صنع شركة (Cecil) البريطانية (Cambridge, England) وموديل (CE 1000/1011) وضمن مدى الأطوال الموجية (325-1000 nm) لقياس λ_{max} للمعقدات والكواشف العضوية قيد الدراسة.

2.جهاز المطياف الفوتومتري ثنائي المسار يحتوي على حاسوب من صناعة شركة (Shimadzu) اليابانية موديل (UV-1800) إنتاج عام 2004 لتدقيق قيمة λ_{max} للكواشف المستخدمة او المركبات العضوية قيد الدراسة ورسم الأطياف الالكترونية المختلفة بمذيب الماء وضمن المدى المحصور -900 190 ولقد كانت الخلايا المستعملة في كلا الجهازين من الكوارتز في المنطقة فوق البنفسجية وخلايا زجاجية في المنطقة المرئية .

2-3 تحضير محلول بارا -فينيلين ثنائي الأمين (PhDA) :

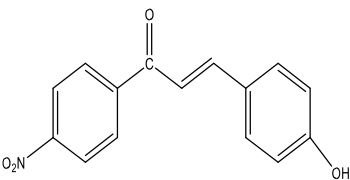
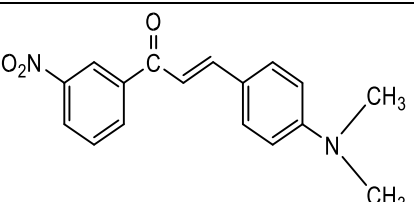
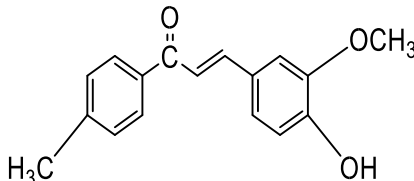
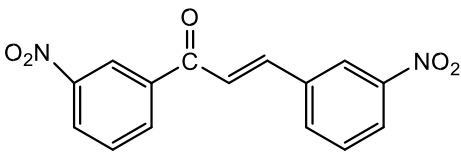
يتم اذابة 0.720 غرام من بارا فينيلين ثنائي الأمين في 50 مليلتر من الماء المقطر ثم يضاف 10 مليلتر من حمض الهيدروكلوريك ثم يسخن المحلول ليذوب ثم ينقل الخليط الى قنينة

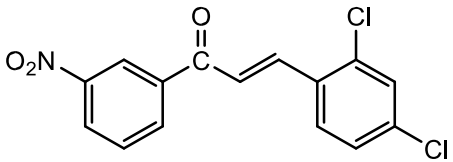
حجمية سعة 250 مليلتر بعد ذلك يبرد الى درجة حرارة معينة تتراوح بين $0-5^{\circ}\text{C}$ في حمام ثلجي , ثم يضاف 8.65 مليلتر 1% من NaNO_2 ثم يمزج , وبعد مرور 5 دقائق يكمل المحلول بالماء المقطر الى حد العلامة , ويتم حفظ المحلول بقتينة غامقة في الثلاجة ويبقى مستقرا لمدة 24 ساعة .

2-4 تحضير محلول 10^{-3} مولاري من الجالكونات :

يحضر محلول 10^{-3} مولاري من كل من المركبات الخمسة ويتم ذلك بإذابة الوزن المناسب لكل من هذه الجالكونات بالإيثانول في قنينة حجمية سعتها 100 مليلتر , ويكمل بالإيثانول الى حد العلامة للحصول على المحاليل المطلوبة لتحضير اصباغ الأزو – جالكون ودراسة استقراريتها العوامل المؤثرة فيها .

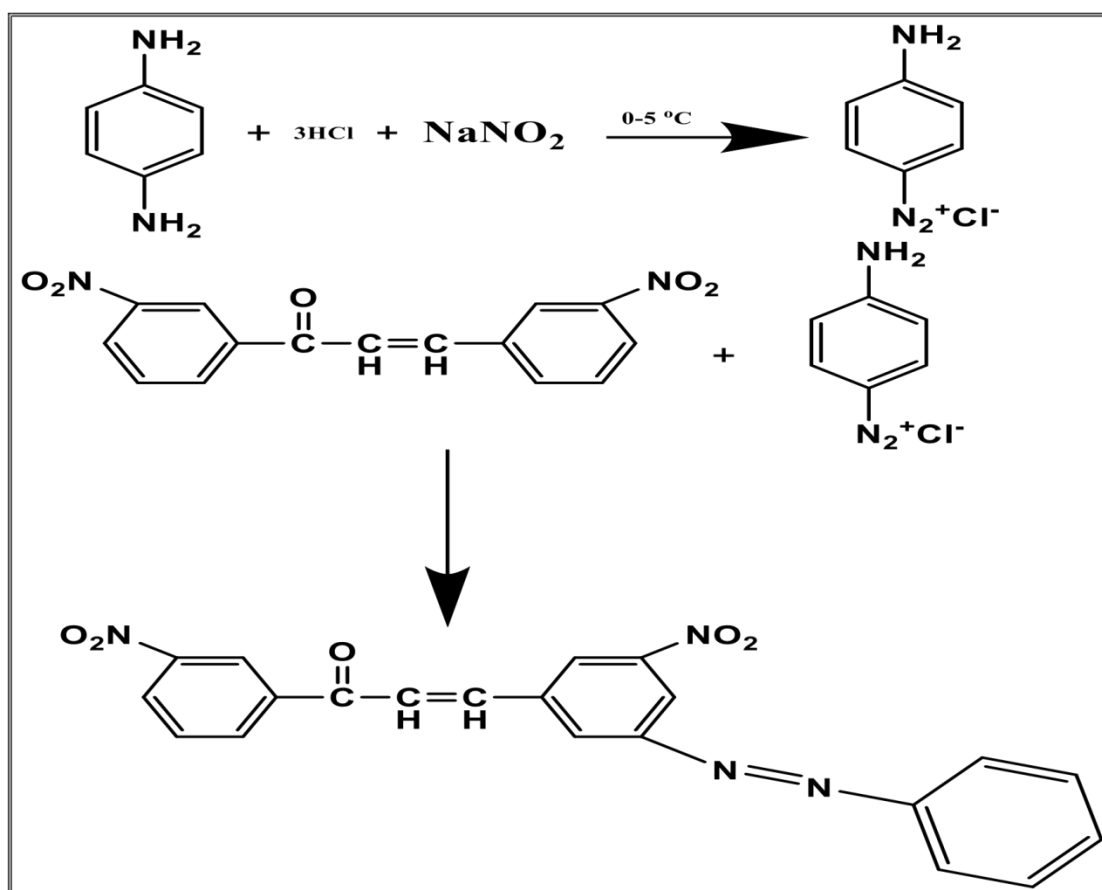
الجدول (1) الأسماء والرموز والتراكيب الكيميائية للجالكونات المحضرة :

Comp . No.	Symbol of 2,4-Comp. Derivatives	Nomenclature	Structure
1	HPNPP	(E)-3-(4-hydroxyphenyl)-1-(4nitrophenyl)prop-2-en-1-one	
2	DMPNPP	(E)-3-(4-(dimethylamino)phenyl)-1-(3-nitrophenyl)prop-2-en-1-one	
3	HMP-1-PP	(E)-3-(4-hydroxy-3-methoxyphenyl)-1-(p-tolyl)prop-2-en-1-one	
4	BNPEO	(E)-1,3-bis(3-nitrophenyl)prop-2-en-1-one	

5	DCPNPP	(E)-3-(2,4-dichlorophenyl)-1-(3-nitrophenyl)prop-2-en-1-one	
---	--------	---	--

2-5 تحضير محلول صبغات الأزو العطرية :

تم تحضير المحاليل المائية لصبغات الأزو العطرية عند الظروف المثلى ، وذلك بخلط كميات مناسبة من الكاشف بتركيز 10^{-3} والجالكون بتركيز 10^{-3} مولاري .



مخطط معادلة تكوين معقد الأزو - جالكون

طرق تحديد هوية المركبات المحضرة :

1- الطرق الكيميائية : وذلك عن طريق اجراء اختبارات للكشف عن التفاعلات الكيميائية للمعقدات اذ لم يتكو

NO.	Optimal conditions for azo dyes	$\lambda_{\max}$ nm
HPNPP+P-PhDA	0.5ml Na ₂ CO ₃ +0.5ml (ch) + 0.3ml Reagent	442
PNPP+PhDA	0.5ml Na ₂ CO ₃ +0.5ml (ch) + 0.3ml Reagent	396
HMPNPP+ p-PhDA	0.5ml (ch) + 0.5ml Na ₂ CO ₃ + 0.3ml Reagent	368
DMPTPA+ p-PhDA	0.5ml (ch) + 0.3ml Reagent+0.3ml.Reagent	350
DMNPD+ p-phDA	0.5ml Na ₂ CO ₃ +0.5ml (ch) + 0.3ml Reagent	354

ن
راسد
ب
اسو
د
مع
التول
وين
وكا
ن
موج
با
مع
اللي
ندات .

2- الطرق الفيزيائية : ويبين الجدول التالي درجات الانصهار للمركبات الخمسة قيد الدراسة .

الجدول (2) بعض الخواص الفيزيائية للجالكونات الخمسة المحضرة

النتائج والمناقشة :

تم تحديد المركبات الخمسة المحضرة من خلال الاشعة المرئية البنفسجية كما مبين في الجدول الاتي , حيث يوضح الأطوال الموجية بالنانومتر لكل من المواد المتفاعلة والنتيجة التي تم الحصول عليها بواسطة الاشعة فوق البنفسجية والمرئية .

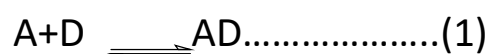
الجدول (3) قيم (λ_{max}) لصبغات الأزو - جالكون الخمسة المدروسة.

NO	The name	M.Wt	The color	Melting point ^{°C}
1	(E)-3-(4-hydroxyphenyl)-1-(4-nitrophenyl)prop-2-en-1-one	257.07	Brown	212-218
2	(E)-3-(4-(dimethylamino)phenyl)-1-(3-nitrophenyl)prop-2-en-1-one	282.3	orange	179-182
3	(E)-3-(4-hydroxy-3-methoxyphenyl)-1-(p-tolyl)prop-2-en-1-one	254.3	red	302-311
4	(E)-1,3-bis(3-nitrophenyl)prop-2-en-1-one	284.2	Brown	174-177
5	(E)-3-(2,4-dichlorophenyl)-1-(3-nitrophenyl)prop-2-en-1-one	308.2	Brown	152-164

الظروف المثلى لمركبات الأزو – جالكون :

بعد ان قمنا بتحديد مركبات الجالكون قيد الدراسة باستخدام الطرق الفيزيائية المتاحة، تم دراسة ظروف التفاعل المثلى لتكوين مركبات الأزو- جالكون من خلال تفاعل المركبات قيد الدراسة مع الكاشف بارا فينيلين ثنائي الأمين، تضمن الوصول الى الظروف المثلى عدة تغيرات فيزيائية و التي تمثل أعلى امتصاص لمركبات الأزو جالكون المتكوّن على الخطوات الاتية:

- 1- أفضل طول موجي للصبغة.
- 2- أفضل حجم للكاشف.
- 3- أفضل حجم للملح القاعدي.
- 4- أفضل طول موجي (λ_{max}) الذي يعطي أعلى امتصاص للمعقد الملون الناتج عند الظروف المثلى .
حساب



ويمكن كتابة معادلة حساب ثابت الاتزان بالشكل الاتي

$$\alpha = \frac{[DA]}{[D][A]} \dots \dots \dots (2)$$

ويمكن معرفة قيمة درجة التفكك للصبغة (α) من العلاقة الآتية:

$$\alpha = \frac{[A_m - A_s]}{[A_m]} \dots \dots \dots (3)$$

A_s = إمتصاص محلول المعقد الناتج الحاوي على نسب متكافئة التركيز من الكاشف والمركب قيد الدراسة .

A_m = امتصاص محلول المعقد الناتج و زيادة من الكاشف ، أي عند الظروف المثلى .

وكانت $[(1-\alpha)c]$ تمثل تركيز معقد الأزو - جالكون المتكون، ويمكن كتابة معادلة ثابت الاستقرار (K) بالشكل التالي:

$$K = \frac{(1-\alpha)c}{[\alpha c][\alpha c]} \dots\dots\dots (4)$$

$$K = \frac{1-\alpha}{\alpha^2 c} \dots\dots\dots (5)$$

تحتسب قيمة (α) من المعادلة رقم (3) ، ويمكن إيجاد قيمة (K) من المعادلة رقم (5) . إذ تم حساب ثابت الاستقرار معقد الأزو إيمين الناتج باتباع الطريقة التالية: -
أ- وقد تم تحضير محلول معقد الأزو - جالكون الحاوي على نسبة (1:2) من جالكون إلى الكاشف ، وتحت هذه الظروف قد تتكون المعقد نسبياً وبامتصاص قليل نجد فيها (A_s) .

ب - يحضر بعد ذلك محلول مماثل للمحلول الأول ولكن بوجود زيادة من الكاشف ، أي بالظروف المثلى واستناداً إلى الجدول (4) ، وفي هذه الحالة يكون استقرار المعقد الناتج بصورة أكثر وبامتصاصية أعلى نجد فيها (A_m) ، على شرط أن تقاس (A_m و A_s) لكل محلول مقابل المحلول الصوري له ، وبعدها تطبق المعادلة (3) لإيجاد قيمة (α) ، ومن ثم المعادلة (5) لإيجاد قيمة (K)

الجدول (4) قيم ثوابت الاستقرار لصبغات الأزو - جالكون المدروسة عند الظروف المثلى لكل منها عند ستة درجات حرارية.

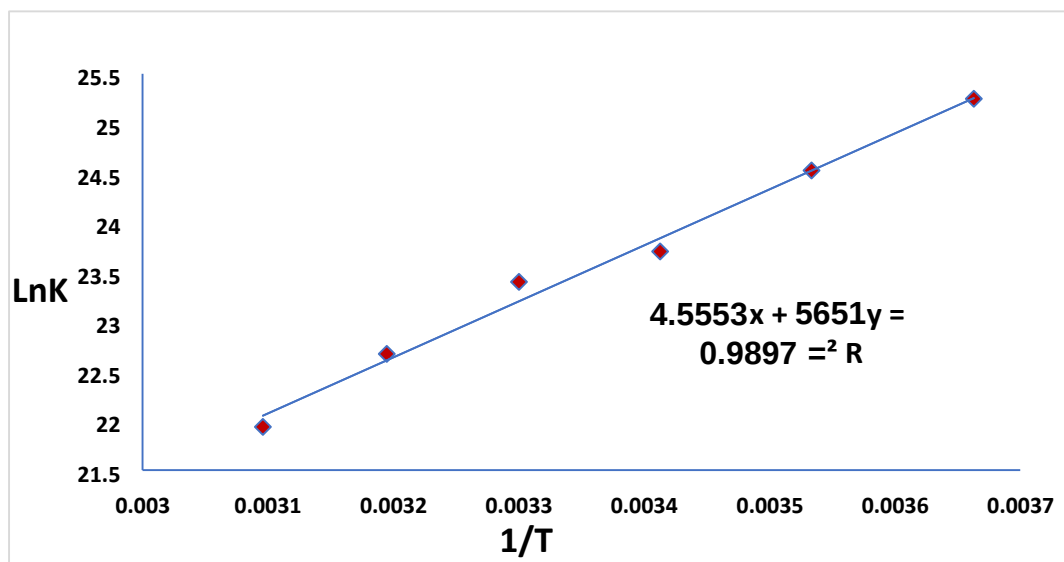
NO.	Symbol of Azo Days	T(K)	A_s	A_m	α	K
1	HPNPP+ p-phDA	273	0.109	0.121	0.099	923530
		283	0.112	0.128	0.125	448000
		293	0.119	0.142	0.161	197215
		303	0.120	0.146	0.178	145534
		313	0.129	0.166	0.222	701779
		323	0.135	0.187	0.278	335742
2	PNPP + p-PhDA	273	1.789	1.942	0.079	18838
		283	1.735	1.948	0.109	681300
		293	1.687	1.950	0.135	352628
		303	1.594	1.958	0.186	126709

		313	1.587	1.995	0.205	929998
		323	1.567	2.150	0.217	365544
3	HMPNPP+ p-PhDA	273	1.678	1.834	0.085	1.49E+11
		283	1.713	1.906	0.101	8.66E+10
		293	1.701	1.998	0.148	2.59E+10
		303	1.788	2.199	0.186	1.25E+10
		313	1.669	2.165	0.229	6.41E+09
		323	1.634	2.298	0.288	2.95E+09
4	DMPTPA+ p-PhDA	273	1.302	1.370	0.050	7.77187E+11
		283	1.284	1.374	0.062	3.9625E+11
		293	1.228	1.408	0.128	417432406
		303	1.134	1.424	0.204	942842258
		313	1.102	1.563	0.295	274787374
		323	1.133	1.600	0.292	284786392
5	DMNPD+ p-phDA	273	1.076	1.154	0.067	3.01954E+12
		283	1.221	1.360	0.102	8.40909E+12
		293	1.054	1.194	0.117	5.47602E+11
		303	1.123	1.377	0.184	1.29941E+11
		313	1.076	1.478	0.271	361812011
		323	1.044	1.597	0.346	157447198

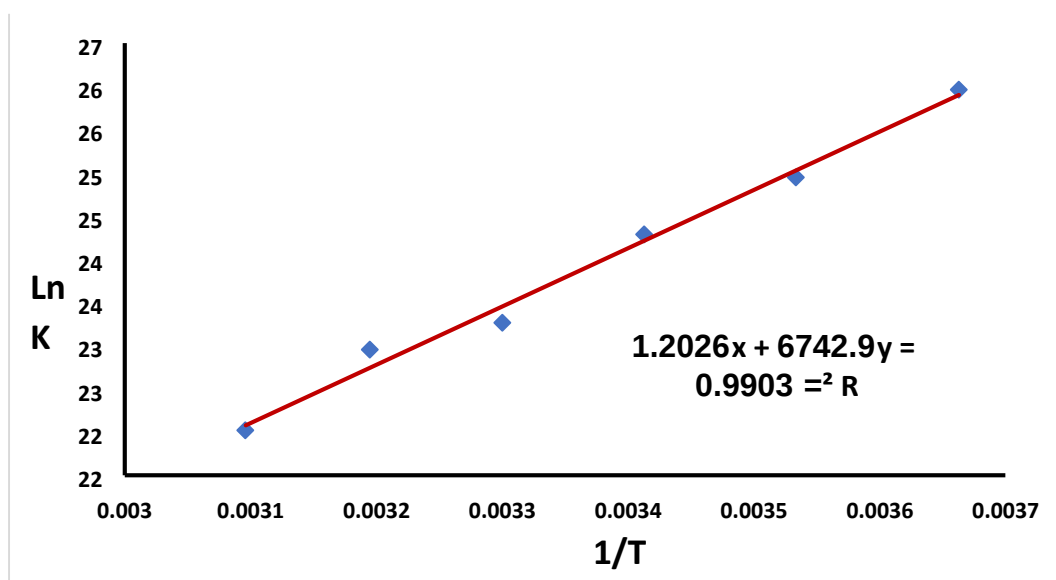
الاستنتاجات

- 1- ان قيم درجة التكتل التي هي α في تزايد منتظم ومعاكسة تماماً لقيم ثوابت الاستقرار K وهذا ويشير هذا الى ان الحرارة تزداد من تفكك المركب الناتج وذلك لان التفاعل باعث للحرارة والتبريد يزيد من استقرار الناتج .
- 2- نلاحظ ان قيم Am دائماً أكبر من قيم As فنتج عن ذلك قيم موجبة لدرجة التكتل α والناتج قيم ثابت الاستقرار، و دل ذلك على ان هذه التفاعلات مستقرة ضمن هذه المدى من درجات الحرارة $k = 323-372$.
- 3- نلاحظ وجود فرق كبير بين قيم ثابت الاستقرار للمركبات قيد الدراسة ويعود ذلك الى اختلاف في نوع المركب والمجموعة المعوضة فيها، أي ان ارتفاع قيم درجات الحرارة يؤثر على مجموعة المعوضة ويقلل من قيمة ثابت الاستقرار.

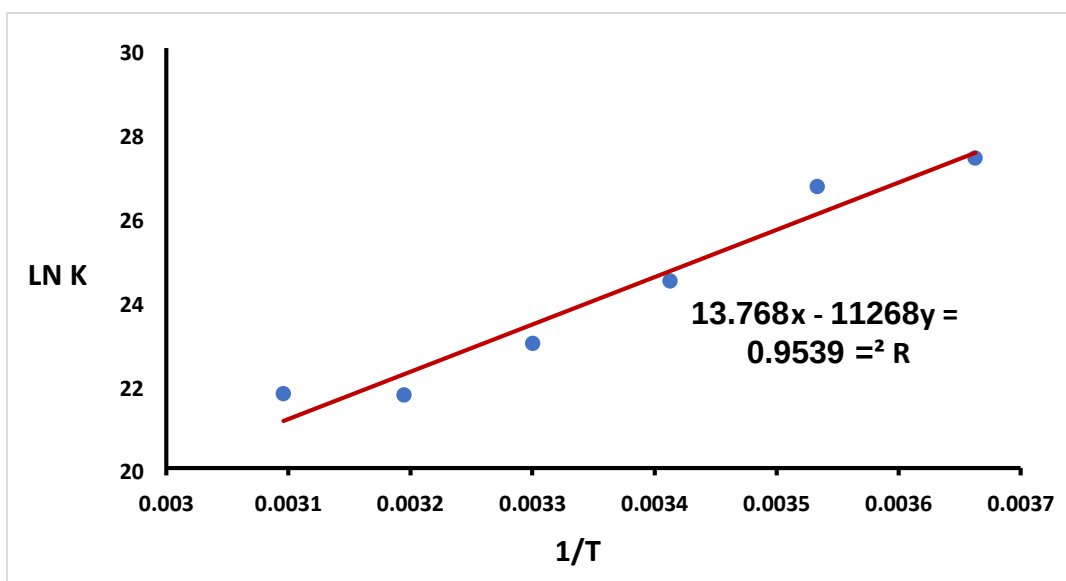
ويوضح الجدول السابق على ان قيم الاستقرار لمركبات الازو-جالكون يتم تحديده من خلال العلاقة المباشرة الناتجة من الرسم البياني بين كل من (LnK) ضد مقلوب درجات الحرارة المطلقة (1/T), كما موضح في الاشكال التالية :



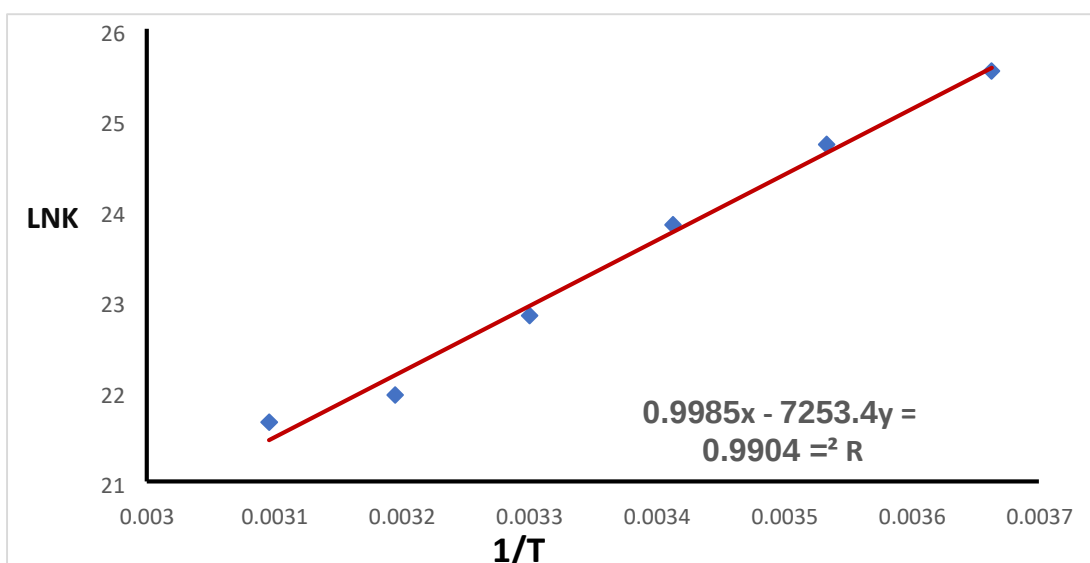
الشكل (1) تأثير درجات الحرارة على مركبات الازو-جالكون الناتجة عن تفاعل (HPNPP) مع الكاشف (p-Paraaminophenaylen)



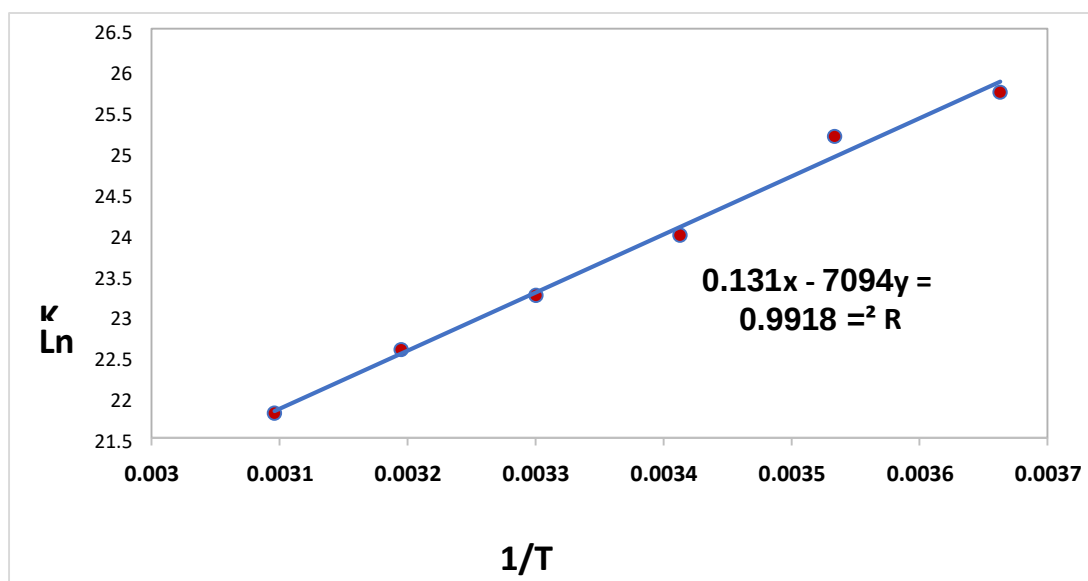
الشكل (2) تأثير درجات الحرارة على مركبات الازو-جالكون الناتجة عن تفاعل (PNPP) مع الكاشف (P-Phenylenediamine)



الشكل (3) تأثير درجات الحرارة على مركبات الأزو - جالكون الناتجة عن تفاعل (HMPNPP) مع الكاشف (P-Phenylenediamine)



الشكل (4) تأثير درجات الحرارة على مركبات الأزو - جالكون الناتجة عن تفاعل (DMPTPA) مع الكاشف (P-Phenylenediamine)



الشكل (5) تأثير درجات الحرارة على مركبات الأزو - جالكون الناتجة عن تفاعل (DMNPD) مع الكاشف (P-Phenylenediamine)

الجدول (5) تأثير درجات الحرارة في ثابت استقرار تفاعل تكوين صبغات الأزو - جالكون والمتغيرات الترموداينميكية في دالات حامضية الطبيعية

NO.	Symbol of Dye	T(K)	Ln(K)	ΔG (J/mol ⁻¹)	ΔH (J/mol ⁻¹)	ΔS° (J/mol ⁻¹)	ΔS_{ev} (KJ/mol ⁻¹)
1	HPNPP+p-phDA	273	25.248	-57308	-46982.4	37.822	37.873
		283	24.525	-57705.1		37.889	
		293	23.704	-57745.4		36.733	
		303	23.401	-58950.7		39.499	
		313	22.671	-58998.2		38.389	
		323	21.934	-58903.2		36.906	
2	BNPP+ p-PhDA	273	25.962	-58925.9	-56060.5	10.496	10.469
		283	24.945	-58691.4		9.297	
		293	24.286	-59161.0		10.582	
		303	23.263	-58601.7		8.387	
		313	22.953	-59730.9		11.727	
		323	22.019	-59131.6		9.508	
3	HMPNPP+ p-PhDA	273	25.724	-58388.6	-58979.5	-2.1647	-1.08896
		283	25.184	-59254.8		-0.972722	
		293	23.978	-58411.1		-1.94002	
		303	23.245	-58558.1		-1.39069	

		313	22.581	- 58762.9		-0.69216	
		323	21.804	- 58553.5		-1.31892	
4	DMPTPA+ p-PhDA	273	27.379	- 62142.6	-93682.2	-115.530	- 114.467
		283	26.705	- 62833.9		-109.004	
		293	24.455	- 59571.9		-116.417	
		303	22.967	- 57857.1		-118.234	
		313	21.734	- 56558.2		-118.607	
		323	21.770	- 58461.2		-109.043	
5	DMNPD+ p-phDA	273	28.736	-65223	-77637	-45.4723	-45.4732
		283	27.457	- 64604.3		-46.0518	
		293	27.028	- 65842.2		-40.255	
		303	25.590	- 64465.7		-43.4695	
		313	24.311	- 63266.2		-45.9131	
		323	23.479	- 63053.1		-45.1513	

يبين الجدول (5) فإن قيم ثوابت الاستقرار المتكونة من صبغات الأزو – جالكون تتناقص عموماً مع زيادة درجة الحرارة، ويتجلى ذلك من خلال زيادة قيم التفكك، كما مبين في الجدول (5). ويتبين في الجدول (5) قيم (ΔH) المختلفة السالبة الإشارة وعند درجات الحرارة التي أعطت ثوابت استقرار. أذ أن قيم (ΔH) السالبة الإشارة تدل على إن التفاعلات التكوينية لصبغات الأزو - جالكون هي تفاعلات باعثة الحرارة (Exothermic).

أما قيم (ΔG°) للتفاعلات المذكورة أعلاه فقد تم حسابها من العلاقة (Hine, 196) الرياضية المعروفة التالية:

$$\Delta G^\circ = - RT \ln K \dots\dots\dots (6)$$

إن قيم (ΔG°) السالبة والموضحة في الجدول (5) تؤكد على إن تفاعل تكوين صبغة الأزوت- جالكون هو تفاعل تلقائي (Spontaneous) .

وأخيراً فإن التغير في قيمة انتروبي التفاعل (ΔS°) والذي قد تم حسابه من المعادلة المعروفة التالية

$$\Delta G^\circ = \Delta H - T. \Delta S^\circ \dots\dots\dots (7)$$

وإن الإشارة الموجبة للمتغير الترموديناميكي (ΔS°) تعني إن قيم ΔS_2 يجب أن تكون أكبر من ΔS_1 أما الإشارة السالبة لنفس المتغير تعني أن تكون قيم S_1 أكبر من ΔS_2 إذ أن (ΔS°) من الناحية النظرية يجب أن تكون سالبة ، وأن هذا ينسجم مع بعض المركبات المدروسة وعند الدالات الحامضية المختلفة . أما المركبات التي أعطت قيماً موجبة فإنه يعزى سبب الإشارة الموجبة لهذه المركبات الى قوة (Pimental & Mecellellan , 1960) الأواصر الهيدروجينية البينية التي تتكون بين المواد المتفاعلة أي جالكون والكاشف المؤزوت والوسط إيثانول إذ أن قوة هذه الأواصر

تكون أكبر من قوة الأواصر الهيدروجينية المتكونة بين الصبغات الناتجة والمذيب المذكور ، ويصاحب ذلك نقصان في قيمة عشوائية نظام تفاعلات التكوين لصبغات الأزو-جالكون قيد الدراسة. ولهذا فلا غاربية من الحصول على القيم الموجبة لـ (ΔS°) .

وذلك بسبب اختلاف الهياكل التركيبية ΔH° , ΔG° , ΔS° وقد تم الحصول على قيم مختلفة لكل من للمركبات تحت الدراسة . وهذا متوقع ومنسجم مع العديد من الدراسات السابقة

(Al-Bakzo & AlNiemi, 2021; Al-Niemi & Mahmoud, 2023a; Al-niemi & Al-windawi, 2020; A. S. P. Azzouz, 2002; A. S. P. Azzouz & Al-Azzawi, 2002; Hashim & Al-Niemi, 2023; Mohsin et al., 2021)

المصادر

الحسن, ا. ع., طه, ن. ا., & غالب, ز. ط. (2018). تحضير وتشخيص مشتقات من فنيل أزو- جالكون وثنائي أزو- جالكون مشتقة من بارا-امينو اسيتوفينون *Kirkuk University Journal for Scientific Studies*, 13(2).

الدبوني, صفوان عبد الستار محمد علي (2018) دراسة ثرمودايناميكية وحركية لامتناهات عدد من اصباغ الأزو على أنواع مختلفة من الأطياف المنشطة حرارياً ، أطروحة دكتوراه كلية التربية للعلوم الصرفة ، جامعة الموصل.

دنيا بطرس توما بطرس ال بكزو، (2021). "دراسة عملية ونظرية لثوابت استقرارية بعض المعقدات الإيمينية الأروماتية". أطروحة دكتوراه ، كلية التربية للعلوم الصرفة ، جامعة الموصل .

سلومي, عصام جرجيس (1989). *الكيمياء التناسقية*, جامعة الموصل, كلية التربية, ص 339-360. شرف, محسن يوسف (2011) *الكيمياء العضوية*.

ع.ع.الحيدري, (1992). "التحليل الآلي", جامعة بغداد, ص 174-176

ع.م.رمضان ، خ.أ.الغنام و أ.ع.ذنون (1991). "الكيمياء والتلوث الصناعي" ، مطبعة دار الحكمة للطباعة والنشر ، الموصل .

عبدالمجيد محمد الدباغ (2010). "الحركيات الكيميائية" ، مطبعة جامعة الموصل ، الموصل – العراق.

المرسومي, أحمد حسين، (2021). دراسة ثرمودايناميكية لاستقرار بعض المعقدات الأزو الايمين الاروماتية عملياً ونظرياً ، رسالة ماجستير، كلية التربية للعلوم الصرفة ، جامعة الموصل.

الوندائي ، احمد قاسم حسن (2024) ، دراسة طيفية ثرمودايناميكية وحركية لتحضير عدد من الاصباغ الأزو – جالكون عملياً ونظرياً . أطروحة الدكتوراه كلية التربية للعلوم الصرفة ، جامعة الموصل .

الوندائي, أحمد قاسم حسن (2020)، دراسة طيفية ونظرية لاستقرارية عدد من المعقدات الإيمينية الناتجة من تفاعل بنزليدين – انيلين مع كاشف بارا – نايتروانيلين المؤزوت .رسالة ماجستير كلية التربية للعلوم الصرفة, جامعة الموصل.

- 2- Natiq G. Ahmed and Hussein Y. Al- Hashimi, "Synthesis of some New Chalcone Compounds Derived from (Phenyl Quinoxaline Methyl Benzotriazol) of an Expected Biological Activity" J. Edu. & Sci.
- 3- Hammond R. G. 2nd Ed., MC Graw- Hill Inc., (1979).
- 4- Husain M.I., s. Shukla, Indian J. chem., 25 p983-6891(96).
- 5- Hamdani R. A. and Ayoup M. T., "Advanced Organic Chemistry". 1nd Ed. Dar Al- Kuttab For Printing and Publishing University of Mosul (1990).
- 6- Zangade S. B., Jadhav J. D. , Lolpod, Vibhute Y. B. and Dawane B.S. , J. Chem. Pharm. Res., Vol.
- 7- Ugwu, David I., et al. "Synthesis and pharmacological applications of chalcones: A review." Int. J. Chem. Sci (2015).
- 8- Yazdan, Shaik Khadar, D. Vidya Sagar, and Afzal Basha Shaik. "Chemical and Biological Potentials of Chalcones A Review." Organic & Medicinal Chemistry International Journal . (2015).
- 9- Mohammed, Intisar Y., and Ibtisam Kh Jassism. "Synthesis of New Heterocyclic Polymers from Chalcone." Iraqi National Journal of Chemistry (2017).
- 10- Clayden J.; Greevs N. and Warren S .organic chemistry. USA , 2nd ed.
- 11- A. Sethi *et al.*, "Synthesis of diosgenin p-nitrobenzoate by Steglich method, its crystal structure and quantum chemical studies," *J. Mol. Struct.*, vol 2012.
- 12- Salts, Aryl Diazonium. "New Coupling Agents in Polymer and Surface Science." Attachment of Organic Layers to Materials Surfaces by Reduction of Diazonium Salts, (2012).
- 13- Singh, Jagvir, et al. "Stability constants of metal complexes in solution." Stability and applications of coordination compounds 1 (2019).
- 14- A. I. Vogel, "Text Book of Practical Organic Chemistry". 5th ed., Longmans, London (2003).

- 15- Al-Niemi, Mohammad Mahmoud Hussein, and Ahmed Qassim Hassan AL-windawi. "DETERMINATION OF STOICHIOMETRIC RATIOS FOR THE COMPLEXES

DERIVED SOME AROMATIC HYDROXYL IMINES OF PARA-AMINO BENZALDEHYDE WITH DIAZOTIZED PARA-NITRO ANILINE REAGENT." (2020).

- 16- Mahmoud, Al-Niemi Mohammad. A Comparative Study on The Factors Affecting on Stability Constants Values of Some Azo Imines Phenolic Dyes. Diss. Ph. D. Theses, University of Mosul, 2005.
- 17- Malik, Manzoor Ahmad, et al. "Heterocyclic Schiff base transition metal complexes in antimicrobial and anticancer chemotherapy." MedChemComm (2018).
- 18- Azzouz, A. S. P., and A. N. Obed Agha. "The influence of surfactants and solvents on the stability constant value of some azo dyes formation between oximes and the diazotized Sulphanilic acid salt." Journal of Education and Science (2005).
- 19- Sarkis, J. Y., et al. "The Foundations of Organic Chemistry." Al-Mustansiriya University, third chapter (1990).
- 20- Azzouz, A. S. P., and M. M. H. Al-Niemi. "Study on association of substituted benzoic acids and other acids by physical methods. Effect of temperature and structure of acids on association process(2005).
- 21- Azzouz, A. S., K. A. Abdullah, and I. Al-Niemi. "The role of hydrogen bonding on kinetics of rearrangement of heterocyclic aldoximes in perchloric acid." Mu'tah LilBuhooth Wa AlDirasat .
- 22- Al-Marsumi A, Al-Niemi M. A thermodynamic study for the stability of some aromatic complexes formation derived from the reaction of 4-dimethyl amino benzaldehyde with diazotized dinitro aniline reagents. Egyptian Journal of Chemistry (SCOPUS). 2022.
- 23- Al-Niemi MMH. Study of the effect of temperature on the kinetics of the reactions of dyes produced from the reactance of 2,4-dihydroxy benzaldehyde, syn and anti-2,4dihydroxybenzaldehyde with electron-donating (diazotized sulfanilic acid sodium salt) reagent.J.Edu. 2012.

