CC BY

College of Basic Education Research Journal

www.berj.mosuljournals.com

Study of the stability constants of a number of aromatic azo-chalcone dyes through their reaction with the reagent para-phenylenediaminetetraacetic acid

Asmaa Mohamed Younis
Mohammed Mahmood Hussin
Department of Chemistry, College of Education for Pure Sciences, University of Mosul, Iraq

Article Information

Article history:

Received: May 9.2024

Reviewer: June 30.2024

Accepted: June 30.2024

Key words :

Correspondence:

Abstract

The research included a thermodynamic spectroscopic study of five azo dyes prepared from the reaction of five different chalcones with the reagent (nitrogenous para-phenylenediamine) at their natural pH. Optimal conditions were found for each dye, and the optimal molar ratio (2:1) of nitrogenous reagent:chalcone was studied for all the dyes prepared at temperatures (372, 382, 392, 313, and 323) K. The degree of agglomeration (α) or degree of dissociation was then determined, from which the stability constant of the resulting dye was calculated. When applying the Van't Hoff integral equation, negative enthalpy values (ΔH) were obtained, indicating that the reaction is exothermic. This is confirmed by the decrease in the stability constant when the reaction temperature increases. The free energy of gypsum (ΔG) was also calculated, and its value was negative, which is expressed by the following equation: (ΔG=-RTLnK). The entropy (ΔS), which was also negative, indicates an increase in the regularity of the resulting substance when compared to the reactants of chalcone with the reagent para-phenylenediaminetetraacetic acid.

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 محمد محمود حسين يونس النعيمي

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

الخلاصة :

تضمن البحث دراسة طيفية ثرموديناماكية لخمسة من 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 الكافة عند الدرجات الحرارية (323,313,392,382,372) كلفن .

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

1 - المقدمة

الجالكونات عبارة عن احد مركبات الكاربونيل الكيتونية غير المشبعة (Ahmad,2014)، اكتشف لأول مرة عام 1998 من قبل العالم (Kastaneki) من خلال تفاعل كليزن شميدت ، وتتكون من حلقتين بنزين مرتبطة بالرابطة المزدوجة بواسطة مجموعة الكاربونيل ،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) ،تشبة بنية الجالكونات مركبات أخرى مثل للفلافونات والفلافولات ذات مجاميع هيدروكسيل متعددة التي تحتوي على رابطة مزدوجة متعاقبة للمجموعة الكاربونيل (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 EوايزمرZ) وتتواجد اغلب الجالكونات بشكل الايزومر(Z)لأنه شكل الأكثر استقراراً.

وتستخدم الجالكونات كمضادات للالتهابات والسرطان ومضاد للأكسد ومثبط أأنزيم 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: Brodbent ,2001،) GHnDGAR,2012: Keusch, 2012 و يتم مفاعلة الأمين الاولي مع نتريت الصوديوم بوجود حمض معدني مثل الهيدروكلوريك و الكبريتيك عند درجات حرارية تتراوح بين (^{o}C 5-0) 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 الاولي مع حمض نتروز .

2-الجزء العملي

2-1 المواد المستخدمة:

المواد الكيميائية التي ثم استخدامها تم توفيرها من قبل شركتي Fluka (Switzerland) و BDH (England) , ,وتشمل حمض الهيدروكلوريك ونتريت 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 الاتين

1. جهاز أحادي المسار من صنع شركة (Cecil) البريطانية (Cambridge, England) وموديل (CE 1000/1011) وضمن مدى الأطوال الموجية (325-1000 nm) لقياس $_{max}$ 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 الدارسة ورسم الأطياف الالكترونية المختلفة بمذيب الماء وضمن المدى المحصور 900– 190ولقد كانت الخلايا المستعملة في كلا الجهازين من الكوارتز في المنطقة الفوق البنفسجية وخلايا زجاجية في المنطقة المرئية .

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

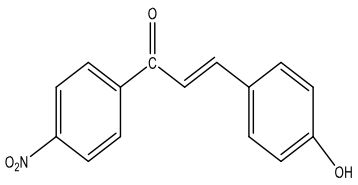
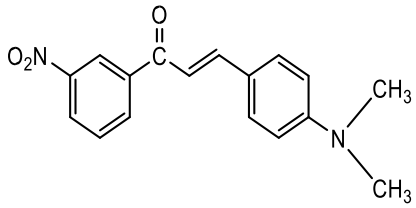
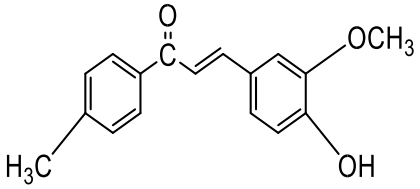
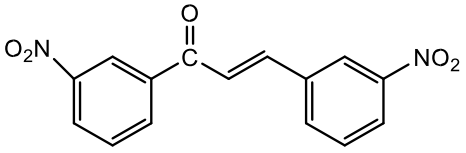
يتم اذابة 0.720 غرام من بارا فينلين ثنائي الأمين في 50مليلتر من الماء المقطر ثم يضاف 10 مليلتر من حمض الهيدروكلوريك ثم يسخن المحلول ليذوب ثم ينقل الخليط الى قنينة حجمية سعته٢٥٠ مليلتر بعد ذلك يبرد الى درجة حرارة معينة تتتراوح بين $0-5C^o$ في حمام ثلجي

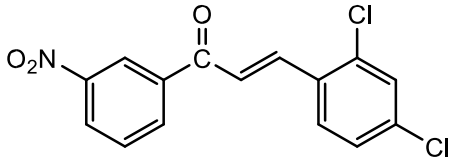
, ثم يضاف 8.65 مليلتر 1%من $NaNO_2$ ثم يمزج , وبعد مرور 5دقائق يكمل المحلول بالماء المقطر الى حد العلامة , ويتم حفظ المحلول بقنينة غامقة في الثلاجة ويبقى مستقرا لمدة 24ساعة .

4-2تحضير 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 ١٠٠مليلتر ، ويكمل بالإيثانول الى حد العلامة للحصول على المحاليل المطلوبة لتحضير اصباغ الآزو – جالكون ودراسة استقراريتها العوامل المؤثرة فيها .

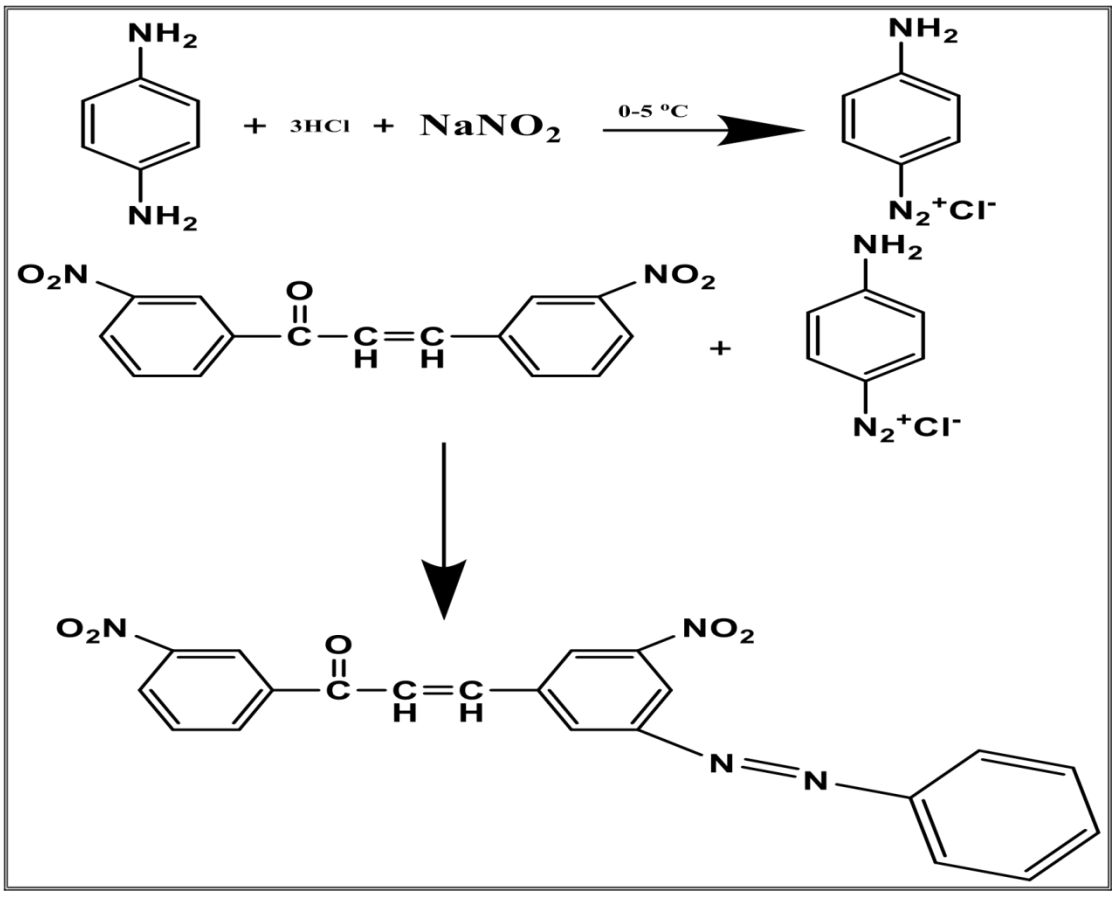
الجدول(1) الأسماء والرموز والتراكيب الكيميائية للجالكونات المحضرة :

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 الآزو العطرية :

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



مخطط معادلة تكوين معقد الازو - جالكون

طرق تحديد هوية المركبات المحضرة :

1- الطرق الكيميائية : وذلك عن طريق اجراء اختبارات للكشف عن التفاعلات الكيميائية للمعقدات اذ لم يتكون راسب اسود مع التولوين وكان موجبا مع الليكندات .

NO.	Optimal conditions for azo dyes	λ_{max} nm
HPNPP+P-PhDA	0.5ml Na_2CO_3 +0.5ml (ch) + 0.3ml Reagent	442
PNPP+PhDA	0.5ml Na_2CO_3 +0.5ml (ch) + 0.3ml Reagent	396
HMPNPP+ p-PhDA	0.5ml (ch) + 0.5ml Na_2CO_3 + 0.3ml Reagent	368
DMPTPA+ p-PhDA	0.5ml (ch) + 0.3ml Reagent+0.3ml.Reagent	350
DMNPD+ p-phDA	0.5ml Na_2CO_3 +0.5ml (ch) + 0.3ml Reagent	354

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 والناتجة التي تم الحصول عليها بواسطة الاشعة فوق البنفسجية والمرئية .

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

NO	The name	M.Wt	The color	Melting point^{o}C
1	(E)-3-(4-hydroxyphenyl)-1-(4nitrophenyl)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 الآزو – جالكون :

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

١- أفضل طول موجي للصبغة.

٢- أفضل حجم للكاشف.

٣- أفضل حجم للملح القاعدي.

٤- أفضل طول موجي (λ_{max})الذي يعطي أعلى امتصاص للمعقد الملون الناتج عند الظروف المثلى .

حساب

$$A+D \rightleftharpoons AD \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(1)$$

ويمكن كتابة معادلة حساب ثابت الاتزان بالشكل الاتي

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

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

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

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[c(١-α)] تمثل تركيز معقد الآزو -جالكون المتكون، ويمكن كتابة معادلة ثابت الاستقرار (K) بالشكل التالي:

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

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

تحسب قيمة(α) من المعادلة رقم(3) ، ويمكن إيجاد قيمة(K) من المعادلة رقم(5) . إذ تم حساب ثابت الاستقرار معقد الآزو إيمين الناتج باتباع الطريقة التالية: -

أ- وقد تم تحضير محلول معقد الآزو- 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 الاول ولكن بوجود زيادة من الكاشف ، اي بالظروف المثلى واستنادا إلى الجدول(4) ، وفي هذه الحالة يكون استقرار المعقد الناتج بصورة اكثر وبامتصاصية اعلى نجد فيها(Am)، على شرط أن تقاس(*As* و *Am*) لكل محلول مقابل المحلول الصوري له ، وبعدها تطبق المعادلة(3) لأيجاد قيمة(α) ، ومن ثم المعادلة(5) لإيجاد قيمة (K)

الجدول(4)قيم ثوابت الاستقرار لصبغات الآزو - 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	.1424	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

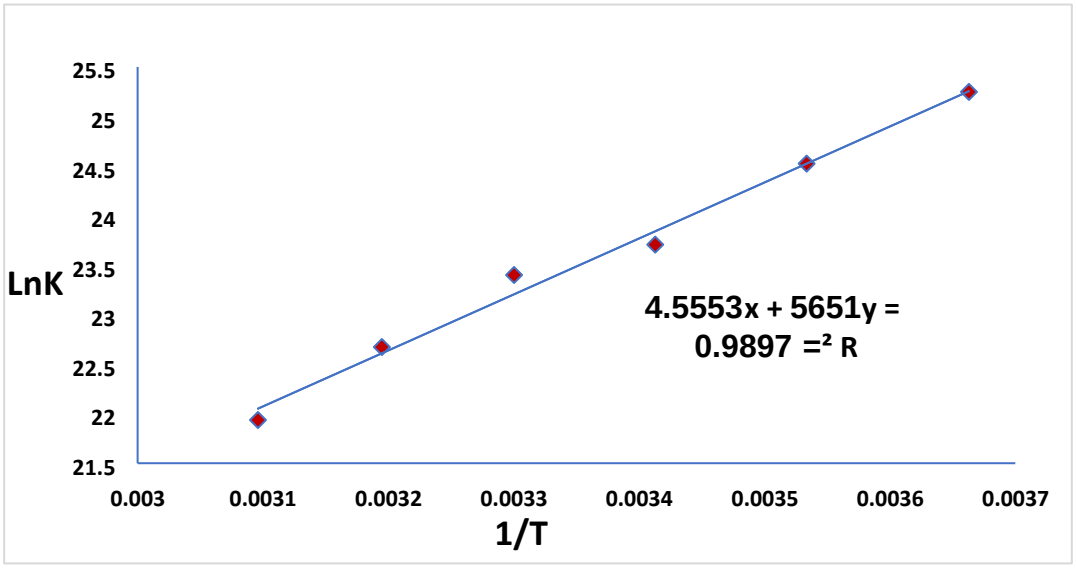
الأستنتاجات

1-ان قيم درجة التكتل التي هيα في تزايد منتظم ومعاكسة تماماً لقيم ثوابت الاستقرار K وهذا ويشير هذا الى ان الحرارة تزيد من تفكك المركب الناتج وذلك لان التفاعل باعث للحرارة والتبريد يزيد من استقرار الناتج .

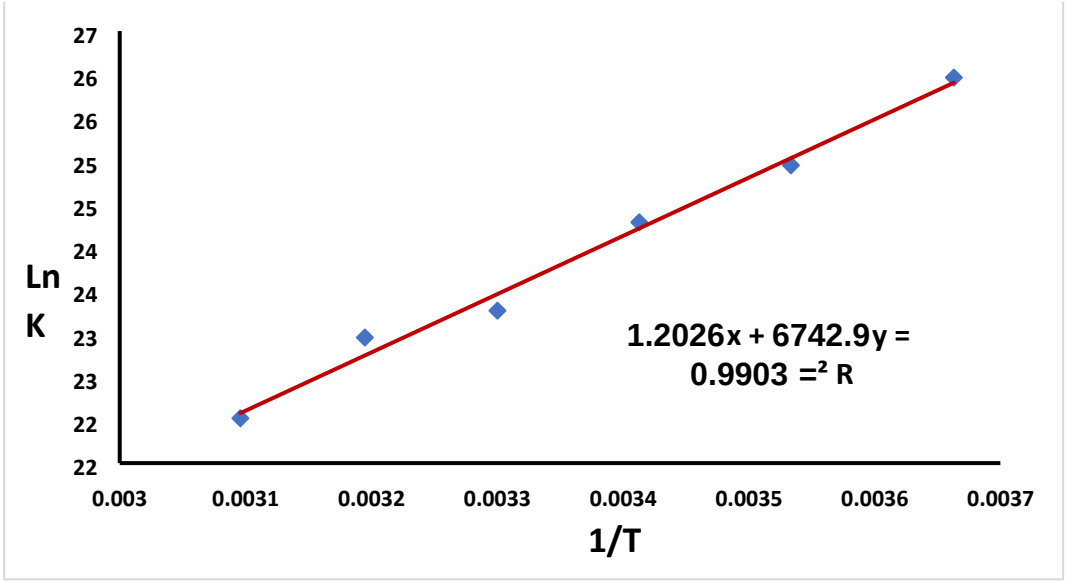
2- نلاحظ ان قيم Am دائماً أكبر من قيم As فنتج عن ذلك قيم موجبة لدرجة التكتل α والناتج قيم ثابت الاستقرار، و دل ذلك على ان هذه التفاعلات مستقرة ضمن هذة المدى من درجات الحرارية 323 k−372.

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 يأثر على مجموعة المعوضة ويقلل من قيمة ثابت الاستقرار.

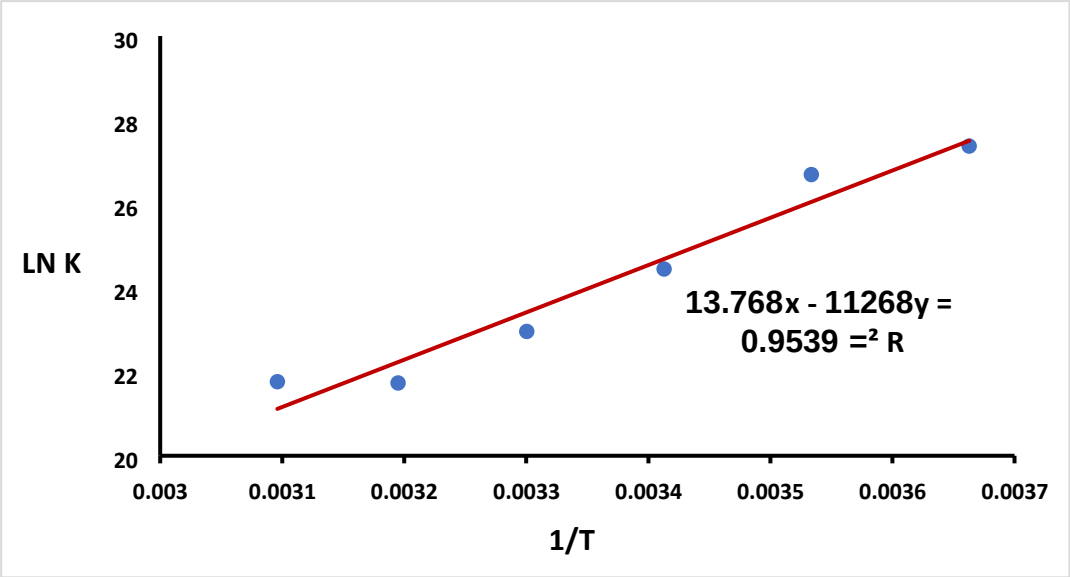
ويوضح الجدول السابق على ان قيم الاستقرار لمركبات الازو-جالكون يتم تحديده من خلال العلاقة المباشرة الناتجة من الرسم البياني بين كل من (LnK) ضد مقلوب درجات الحرارة المطلقة (1/T), كما موضح في الاشكال التالية :



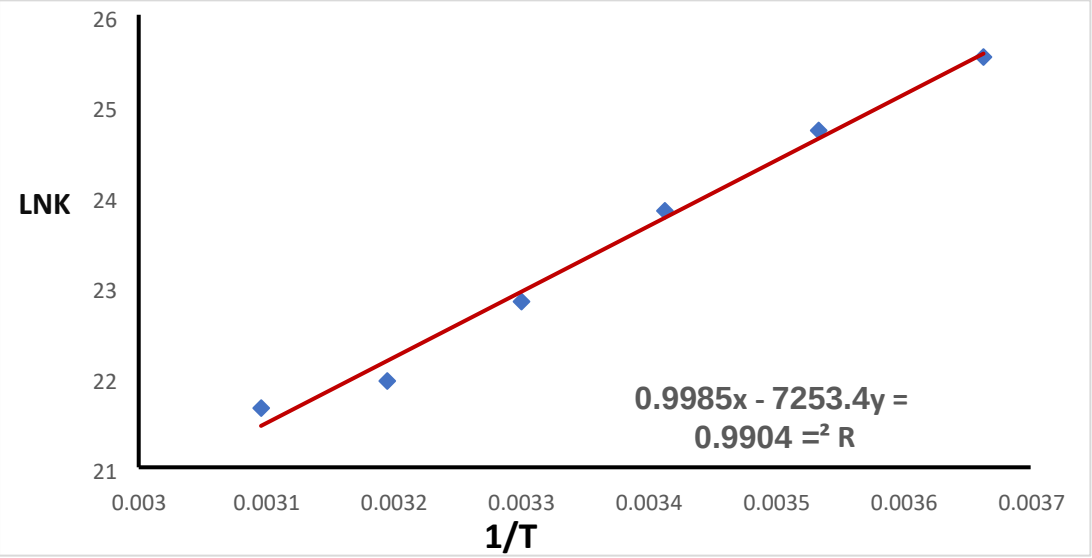
الشكل (1) تاثير درجات الحرارة على مركبات الازو–جالكون الناتجة عن تفاعل (HPNPP) مع الكاشف (p-Paraaminophenaylen)



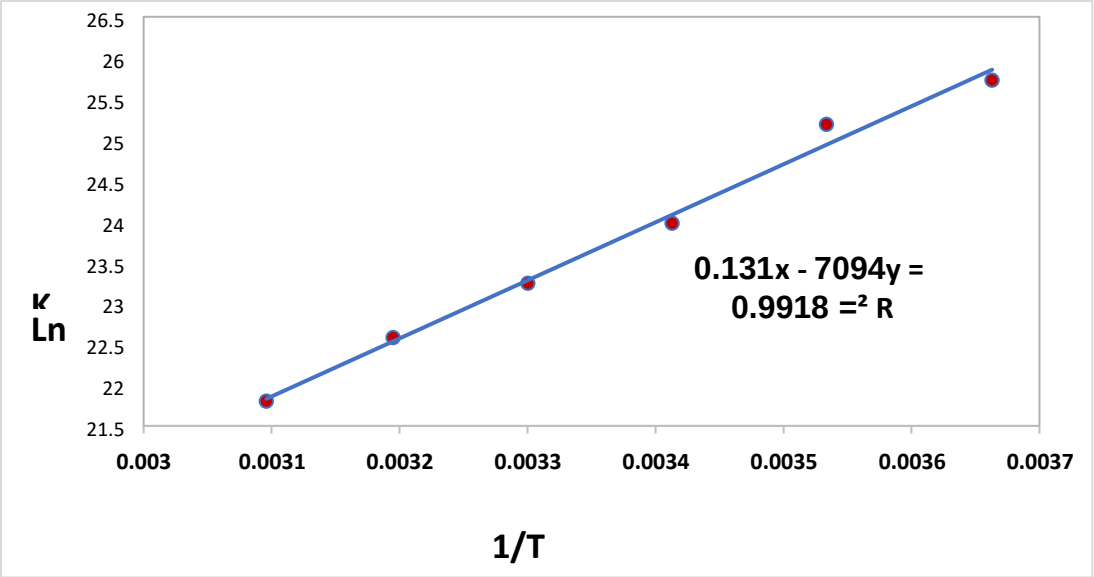
الشكل(2) تأثير درجات الحرارة على مركبات الآزو-جالكون الناتجة عن تفاعل (PNPP) مع الكاشف (P-Phenylenediamine)



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



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



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

الجدول (5) تأثير درجات الحرارة في ثابت استقرار تفاعل تكوين صبغات الآزو – جالكون والمتغيرات الثرموداينميكية في دالات حامضية الطبيعية

NO.	Symbol of Dye	T(K)	Ln(K)	ΔG (J/mol^{-1})	ΔH (J/mol^{-1})	ΔS^{o} (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 الآزو – 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 التكوين لصبغات الآزو - جالكون هي تفاعلات باعثة الحرارة(Exothermic).

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

$$\Delta G^{\circ} = - RT \, LnK \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (6)$$

إن قيم($\Delta G°$) السالبة والموضحة في الجدول(5) تؤكد على إن تفاعل تكوين صبغة الآزوت-جالكون هو تفاعل تلقائي(Spontaneous) .

واخيراً فإن التغير في قيمة انتروبي التفاعل ($\Delta S°$) والذي قد تم حسابه من المعادلة المعروفة التالية

$$\Delta G^{\circ} = \Delta H - T. \Delta S^{\circ} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (7)$$

وإن الاشارة الموجبة للمتغير الثرموديناميكي($\Delta S°$) تعني إن قيم ΔS_2 يجب أن تكون أكبر من ΔS_1 اما الإشارة السالبة لنفس المتغير تعني أن تكون قيمS_1 أكبر من ΔS_2 إذ أن ($\Delta S°$) من الناحية النظرية يجب أن تكون سالبة ، وأن هذا ينسجم مع بعض المركبات المدروسة وعند الدالات الحامضية المختلفة . أما المركبات التي أعطت قيماً موجبة فأنه يعزى سبب الإشارة الموجبة لهذه المركبات الى قوة (Pimental & Mecellellan , 1960) الأواصر الهيدروجينية البينية التي تتكون بين المواد المتفاعلة اي جالكون والكاشف المؤزوت والوسط ايثانول اذ 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 الآزو-جالكون قيد الدارسة. ولهذا فلا غاربة من الحصول على القيم الموجبة لـ(ΔS°) .

وذلك بسبب اختلاف الهيئات 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. (٢٠١٨). **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 (٢٠١٨) **دراسة ثرموداينميكية وحركية لامتزاز عدد من اصباغ الأزو على أنواع مختلفة من الأطيان المنشطة حراريا** ، أطروحة دكتوراه كلية التربية للعلوم الصرفة ، **جامعة الموصل.**

دنيا بطرس توما بطرس ال بكزو،(٢٠٢١)."دراسة عملية ونظرية لثوابت استقرارية بعض المعقدات الإيمينية الأروماتية ". أطروحة دكتوراه ، كلية التربية للعلوم الصرفة ، جامعة الموصل .

سلومي, عصام جرجيس (١٩٨٩). **الكيمياء التناسقية**, جامعة الموصل, كلية التربية, ص ٣٣٩-٣٦٠.

شرف, محسن يوسف (٢٠١١) **الكيمياء العضوية**.

ع.ع.الحيدري, (**١٩٩٢**)."**التحليل الآلي**", جامعة بغداد, ص١٧٤-١٧٦

ع.م.رمضان ، خ.أ.الغنام و أ.ع.ذنون (**١٩٩١**). "**الكيمياء والتلوث الصناعي**" ، مطبعة دار الحكمة للطباعة والنشر ، الموصل .

عبدالمجيد محمد الدباغ (٢٠١٠)."الحركيات الكيميائية" ، مطبعة جامعة الموصل ، الموصل – العراق.

المرسومي، أحمد حسين، (٢٠٢١). **دراسة ثرموداينميكية لاستقرار بعض المعقدات الآزو الايمين الاروماتية عملياً ونظرياً** ، رسالة ماجستير، كلية التربية للعلوم الصرفة ، جامعة الموصل.

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

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

1- Kumar N., Jain J. S., Sinha R., Gary V. K. and Bansal S. K., Scholars Research Library Journal 1(1).

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". 1 nd 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". 5 th 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 acide." 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.