استخدام الدايبرون كاشفاً اقترانياً في التقدير الطيفي للأنيلين بوجود ميتابيريودايت الصوديوم في المحلول المائي

الهام سعد الله الطالبي **ميسم حسام الفخري**

قسم الكيمياء

كلية التربية

جامعة الموصل

ABSTRACT

A simple rapid and specific method was developed for the determination of aniline .The method depends on the organic oxidative coupling reaction of dipyrone (metamizole sodium) with aniline in the presence of sodium metaperiodate in aqueous solution to form purple product measured at 530 nm. Beer's law is obeyed in the concentration range 0.04-8 $\mu g ml^{-1}$ with accuracy (average recovery) of 99.94% and precision (RSD) is less than 2.5% .The molar absorptivity is 20312 $l.mol^{-1}.cm^{-1}$ with LOD 0.012 $\mu g.ml^{-1}$ and LOQ 0.038 $\mu g.ml^{-1}$ .The method has been successfully applied to determine aniline .

الخلاصة

طورت طريقة سهلة وسريعة وانتقائية لتقدر الانيلين اعتمدت الطريقة على تفاعل الاقتران التأكسدي العضوي بين الدايبيرون (ميتاميزون صوديوم) بوصفه كاشفاً اقترانياً جديداً في المحلول المائي وبوجود العامل المؤكسد ميتابيريوداتالصوديوم .لتكوين الناتج ذي اللون الارجواني الذي اعطى اعلى امتصاص عند الطول الموجي530 نانوميتر .وتتبع الطريقة قانون بير ضمن المدى 0.04–8 مايكروغرام.مل$^{-1}$وبدقة جيدة (نسبة الاسترجاع) 99.94% وتوافق (الانحراف القياسي النسبي) أقل من 2.5% وبلغت الامتصاصية المولارية20312 لتر.مول$^{-1}$. سم$^{-1}$ بحدود كشف 0.012 ميكروغرام. مول$^{-1}$ وتقدير كمي 0.038 ميكروغرام. مل$^{-1}$ والتي تشير الى حساسية الطريقة في تقدير الانيلين.

* ***Presented at the second conference on Chemistry, University of Mosul, college of Education, 17-18 Novamber-2013.***

المقدمة

يعد الانيلين المادة الأساسية الفعالة في تصنيع الاصباغ (صبغة انديكو indigo) وراتنجات الانيلين فورمالديهايد والبوليمبرات المترابطة ومعجلات المطاط، كما يدخل في صناعة المركبات الدوائية (الباراسيتامول وعقاقير السلفا) والمبيدات سواء أكانت مبيدات الحشرات (insecticides) اما مبيدات الفطريات (fungicides) ام مبيدات الافات الزراعية (pesticides)[1، 2]

وفي الوقت ذاته يعد الانيلين من المواد الملوثة للبيئة بسبب تأثيراتها السمية العالية على الاحياء المائية [3، 4] كما تؤدي الى تكوين مواد محدثة للسرطان [5، 6].

وهناك العديد من الطرق التحليلية التي استخدمت لتقدير الانيلين منها طرائق طيفية كتفاعلات تكوين معقدات الشحنة المنتقلة [7، 8] وتفاعلات الازوتة والاقتران [9] وطريقة حركية (Kinetic Method)، وعن طريق تكوين صبغة الازو[10]، وطبقت مطيافية- الطور الصلب (Solid-Phase Spectrophotometry) على المياه الصناعية[11]. وطبقت تفاعلات الاقتران التأكسدي العضوي[12، 14] وكذلك مطيافية المشتقة [15] وتفلوريا[16].

كما استخدمت طرائق كهربائية لتقدير الانيلين منها بقياس الجهد الكهربائي[17]، وطبقت تقنية الحقن الجرياني-الفولتامتري في التقدير الغير مباشر للانيلين[18]، وتمكن Seymour واخرون[19] من تقدير الانيلين في مياه الأنهار على مبدأ التفاعل الكهروكيميائي.

وايضاً طرائق كروماتوغرافية استخدمت منها كروماتوغرافيا السائل في المياه الملوثة[20] وكروماتوغرافيا التبادل الكايتوني لفصل وتقدير الانيلين في المياه الصناعية[21] وكروماتوغرافيا الامتزاز (sorption-chromatography) وفي بحثي هذا طورت طريقة بسيطة وسريعة وحساسة لتقدير الانيلين في الوسط المائي باستخدام كاشف الاقتران التأكسدي الدايبرون وبوجود العامل المؤكسد ميتابيريودات الصوديوم.

الجزء العملي

الأجهزة المستخدمة

تمت قياسات الامتصاص بوساطة جهاز مطياف احادي الحزمة نوع CECIL Single Beam CE 1021 وجهاز مطياف مزدوج الحزمة نوع Double-beam Spectrophotometer Shimadzu UV-210 واستخدمت خلايا السليكا ذات سمك 1 سم.

الكواشف والمواد الكيميائية والكواشف المستخدمة

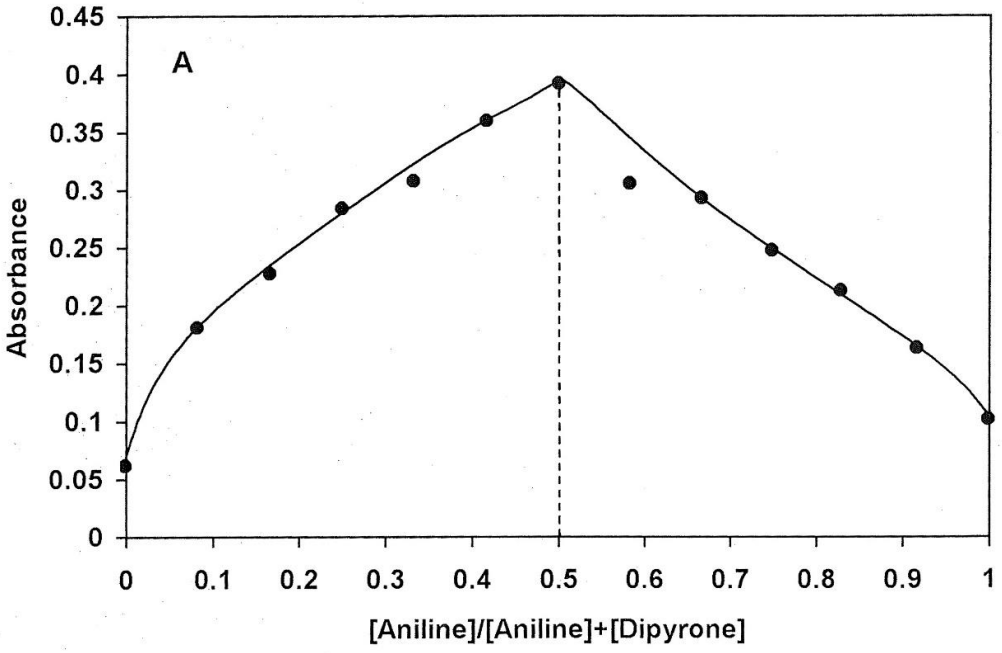
كانت جميعها على درجة عالية من النقاوة. محلول الانيلين القياسي: يحضر محلول اولي بتركيز 1000 مايكروغرام.مل$^{-1}$ من الانيلين بأذابة 0.1 غم من المادة بصيغتها النقية في 10 مللتر ايثانول ثم يكمل الحجم بالماء المقطر الى 100 مللتر ومنه يتم تحضير محلول بتركيز 100 مايكروغرام.مل$^{-1}$ ومحاليل مخففة عند الحاجة.

محلول الدايبرون: يحضر المحلول بتركيز $5*10^{-3}$ مولاري بإذابة 0.4393 غم من المادة النقية في 250 مللتر من الماء المقطر ويحفظ المحلول في قنينة معتمة في مكان بارد.

محلول ميتابيريودات الصوديوم: يحضر بتركيز $5*10^{-2}$ مولاري بأذابة 2.6736غم من المادة النقية في 250 من الماء المقطر.

طريقة العمل المنحنى القياسي

تضاف الى مجموعة من قنان حجمية سعة 25 مللتر حجوم متزايدة(مللترات) من محاليل قياسية من الانيلين لتغطية مدى التركيز 0.04– 8 مايكروغرام. مل$^{-1}$ ثم تضاف الكمية المثلى من محلول الرايبون $5*10^{-3}$ مولاري ومحلول بيريودات الصوديوم $5*10^{-2}$ مولاري ويكمل الحجم الى حد العلاقة بالماء المقطر. ويقاس امتصاص المحلول مقابل محلول الصوري عن الطول المجي 530نانومتر. ومن خلال رسم الامتصاص مقابل التركيز ثم الحصول على المنحنى القياسي الموضح في الشكل(1) والذي يشير الى ان الطريقة تطيع قانون بير ضمن المدى 0.04– 8 مايكروغرام. مل$^{-1}$ للاثيلين الذي تم تقديره، تدل قيمة معامل الارتباط احصائياً والتي هي اكبر من 0.99 على ان المنحنى القياسي يمتلك مواصفات خطية ممتازة.



الشكل(1) المنحنى القياسي لتقدير الانيلين

إذ بلغت الامتصاصية المولارية للانيلين 20312لتر. مول$^{-1}$.سم$^{-1}$ وحد الكشف 0.012 مايكروغرام.مـل$^{-1}$ والتقـدير الكمـي 0.038 مـايكروغرام مـل$^{-1}$ وحساسـية سـاندل 0.0046 مايكروغرام. سم$^{-2}$ والتي تشير الى حساسية الطريقة في تقدير الانيلين

النتائج والمناقشة

تم اجراء جميع التجارب باستخدام 0.5 مللتر من محلول الانيلين (بوصفة أنموذجاً) بتركيز 100 مايكروغرام/ مللتر في حجم نهائي 25 مللتر وقيس امتصاص المحاليل عند الطول الموجي 530 نانوميتر مقابل المحلول الصوري.

اختيار العامل المؤكسد

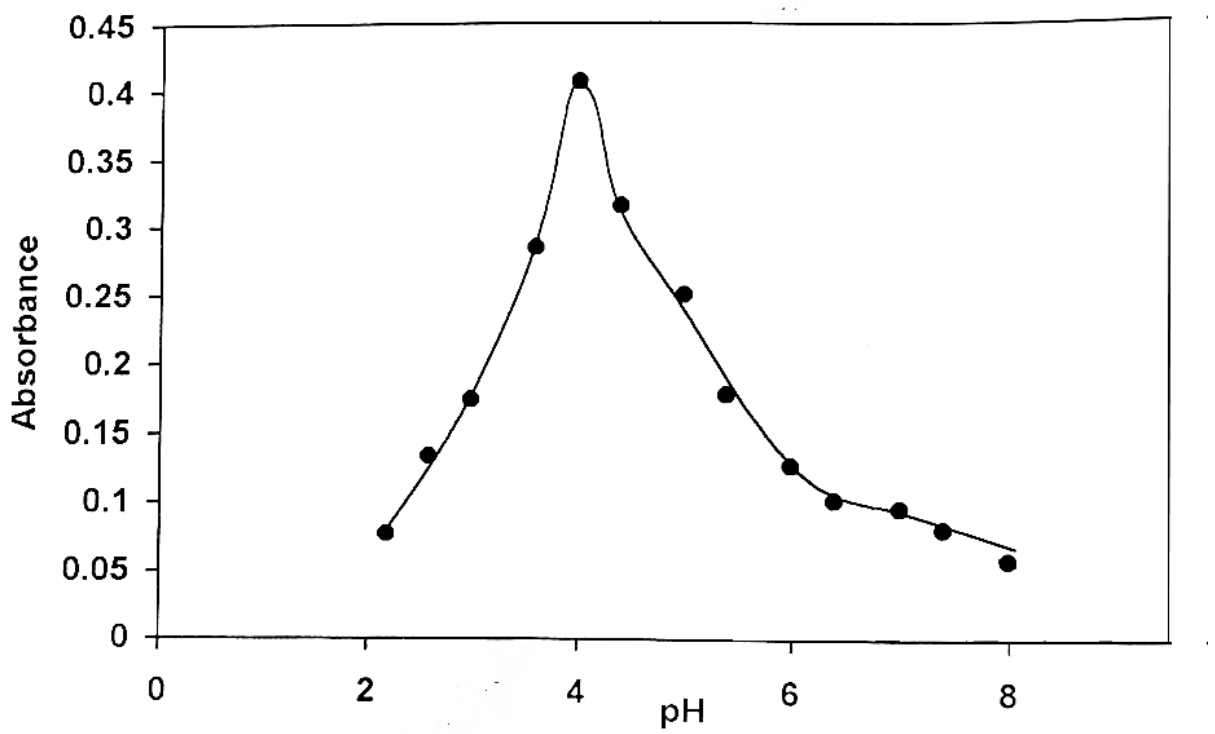
الجدول (1): اختيار العامل المؤكسد

Oxidizing agent (5 x 10^{-2}M)	λ_{max}(nm)	**Absorbance* After 15 min**	**Molar absorptivity l.mol^{-1}.cm^{-1}**
N-Bromosuccinimide	420	0.102	4749
Ferric chloride	400	0.053	2468
Ferric perchlorate	400	0.014	1909
Potassium hexacyanoferrat (III)	500	0.132	6145
Sodium metaperiodate	530	0.427	19879

* of μg/ml aniline

تأثير الدالة الحامضية

تمت دراسة تأثير الدالة الحامضية في شدة امتصاص الناتج المتكون بتحضير محاليل تحتوي على تراكيز متساوية من الانيلين (2 مايكروغرام/ مللتر) و 3مللتر من 5*10^{-3} مولاري من محلول الدايبرون و 1 مللتر من محلول المنظم (حامض الستريك- فوسفات ثنائي الصوديوم الحامضية) المحضر بمختلف الدوال الحامضية (2.2-8) و 3 مللتر من 5*10^{-2} مولاري من محلول ميتابيرودات الصوديوم، وقياس امتصاصات المحاليل عند 530 نانوميتر مقابل محاليلها الصورية، فضلاً عن ذلك تم قياس الدالة الحامضية النهائية لكل محلول والمتكون أدرجت نتائج الدراسة في الشكل (2) والجدول (2) وقورنت مع شدة امتصاص الناتج المتكون في المحلول المائي بدون إضافة المحلول المنظم.



الشكل (2) تأثير الدالة الحامضية في امتصاص الناتج الملون

الجدول (2) تأثير الدالة الحامضية في حساسية ناتج الاقتران التأكسدي

PH*	Molar absorptivity $l.mol^{-1}.cm^{-1}$
2.2	3539
2.6	6147
3.0	8056
3.6	13225
4.0	18906
4.4	14622
5.0	11548
5.4	8149
6.0	5774
6.4	4610
7.0	4331
7.4	3632
8.0	2608
Without	20210

*Citric acid, disodium hydrogen phosphate buffer

يتبين النتائج أعلاه تأثير الدالة الحامضية في تكوين وحساسية الناتج الملون وان افضل دالة حامضية لتكوينه هي 4.400 عند استخدام المحلول المنظم PH_4 اذ تتوافق هذه القيمة ولكن بحساسية اقل مع الدالة الحامضية (4.110) للتفاعل في المحلول المائي بدون إضافة المحلول المنظم، وعليه اعتمد وسط التفاعل الأخير في تكوين الناتج الملون لتقدير الانيلين في الدراسات اللاحقة.

اجريت دراسة لثبيت الكمية المثلى من كاشف الاقتران الدايبرون ذي التركيز $5x10^{3-}$ مولاري والتي تعطي افضل حساسية للطريقة بمنحنى قياسي يمتلك مواصفات خطية ممتازة. إذ اشارت النتائج الموضحة في الجدول(3) ان 5 مللتر من الدايبرون بتركيز $5x10^{3-}$ مولاري الافضل في التقدير إذ بلغت قيمة الامتصاصية المولارية 20089 لتر.مول$^{-1}$.سم$^{-1}$ ومعامل الارتباط 0.9999 وعليه استخدام هذا الحجم في التجارب اللاحقة.

الجدول(3) تأثير كمية الدايبرون في تقدير الانيلين.

Volume of $5x10^{-3}$ Dipyrone	Absorbance/µg of aniline present in final volume of 25 ml					Correlation coefficient	Molar absorptivity $l.mol^{-1}.cm^{-1}$
	0.8	2.0	4.0	6.0	8.0		
1.0	0.144	0.318	0.354	0.507	0.609	0.9764	5581
2.0	0.184	0.325	0.554	0.805	0.988	0.9990	10554
3.0	0.188	0.424	0.754	1.246	1.587	0.9981	18343
4.0	0.214	0.438	0.803	1.274	1.635	0.9989	18644
5.0	0.201	0.445	0.840	1.276	1.766	0.9999	20089
6.0	0.203	0.450	0.831	1.303	1.756	0.9999	20076

تأثير كمية ميتابيريودات الصوديوم:

تمت دراسة تأثير حجوم مختلفة من العامل المؤكسد ميتابيريودات الصوديوم بتركيز $5*10^{-2}$ مولاري في امتصاص ناتج الاقتران التأكسدي المتكون من إضافة كميات مايكروغرامية مختلفة من الانيلين، اذ يتضح من النتائج المستحصل عليها من الجدول (4) ان الحجم 2 مللتر اعطى اعلى حساسية للطريقة (الامتصاصية المولارية 20512 لتر.مول$^{-1}$.سم$^{-1}$) ومعامل ارتباط للمنحنى القياسي (r = 0.99990)، وعليه عد الحجم الأمثل في التقدير.

الجدول (4): تأثير كمية ميتابيريودات الصوديوم في تقدير الانيلين

Volume of $5x10^{-2}$ $Nalo_4$	Absorbance/µg of aniline present in final volume of 25 ml					Correlation coefficient	Molar absorptivity $l.mol^{-1}.cm^{-1}$
	0.1	1.6	2.0	4.0	8.0		
0.5	0.069	0.208	0.244	0.359	0.408	0.9110	3707
1.0	0.062	0.290	0.422	0.766	1.305	0.9960	14704
1.5	0.064	0.337	0.445	0.756	1.632	0.9980	18392
2.0	0.075	0.351	0.447	0.854	1.801	0.9990	20512
2.5	0.069	0.340	0.422	0.803	1.788	0.9974	20404
3.0	0.059	0.381	0.486	0.874	1.760	0.9990	19967
4.0	0.073	0.396	0.471	0.841	1.778	0.9989	19979

تأثير درجة الحرارة في زمن تكوين الناتج الملون واستقراريته تمت دراسة تاثير درجات حرارية مختلفة تراوحت بين الصفر المئوي و 50°م في شدة امتصاص الناتج الملون المتكون واستقراريته عند تقرير الانيلين باستخدام الظروف المثلى المستحصل عليها من التجارب السابقة، وقد أظهرت النتائج في الجدول (5) ان اقصى حساسية للناتج ذي اللون الارجواني كانت عند درجة حرارة الغرفة، اذ تم الحصول على اقصى امتصاص بعد (5) دقائق وبزمن استقرار 180 دقيقة وعليه اخذت الامتصاصات في التجارب اللاحقة بعد 10 دقائق من التخفيف الى العلامة.

الجدول (5) تأثير درجة الحرارة في زمن تكوين الناتج الملون واستقراريته.

Temp.(°C)	Absorbance/min standing time															
	5	10	15	20	25	30	40	50	60	75	90	120	150	180	240	Over night
0	0.425	0.440	0.458	0.467	0.477	0.487	0.487	0.485	0.482	0.482	0.482	0.480	–	–	–	–
Room temp.	0.485	0.480	0.481	0.480	0.479	0.479	0.480	0.481	0.482	0.480	0.478	0.478	0.475	0.475	0.463	0.420
40	0.499	0.443	0.442	0.419	0.416	0.405	0.392	0.373	0.376	0.349	0.329	0.296	–	–	–	–
50	0.461	0.466	0.432	0.423	0.411	0.392	0.377	0.354	0.328	–	–	–	–	–	–	–

تأثير تسلسل الإضافة

من اجل اختيار افضل تسلسل للمواد المتفاعلة فقد اختيرت التسلسلات الموضحة في الجدول (6) فوجد من النتائج المدونة ان معظم الترتيبات ملائمة لتكوين ناتج ملون بأقصى امتصاص وعليه اختير الترتيب (I) في التجارب اللاحقة.

محلول الانيلين (S) + الدايبرون (R) + ميتابيريودات الصوديوم (O).

الجدول (6) تأثير تسلسل الإضافة في شدة امتصاص الناتج الملون.

Order number	Reaction components	Absorbance
I	S + R + O	0.482
II	S + O + R	0.480
III	R + S + O	0.485
IV	R + O + S	0.479
V	O + S + R	0.437
VI	O + R + S	0.474

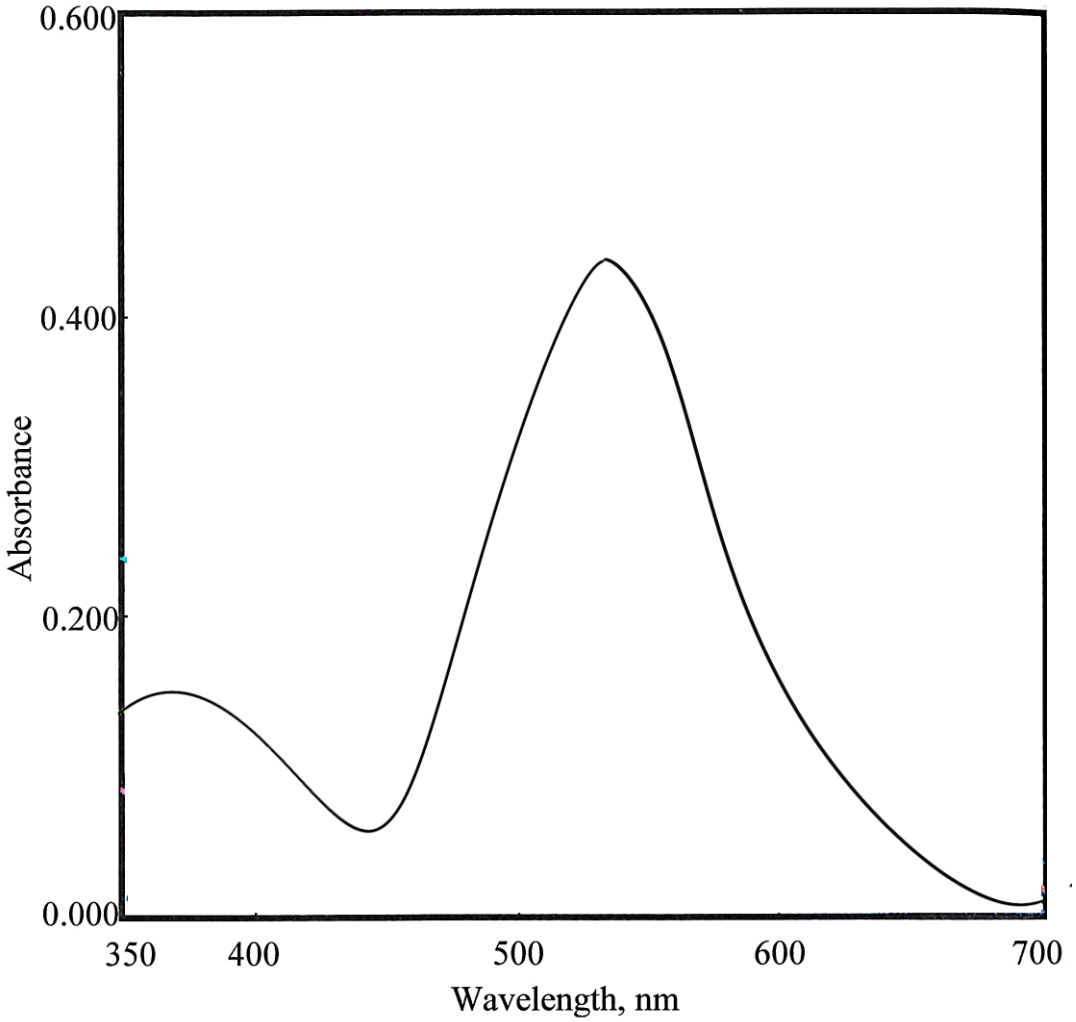
ملخص الظروف المثلى لتقدير الانيلين

الجدول (7) ملخص الظروف المثلى لتقدير الانيلين.

Experimental conditions	Aniline	o-Bromoaniline	o-Chloroaniline	m-Chloroaniline	m-Toluidine
λ_{max} (nm)	530	530	545	530	523
Dipyrone $5x10^{-3}$ M amount (ml)	5	5	5	5	5
Sodium metaperiodate $5x10^{-2}$M amount (ml)	2	2	2	2	3
Temperature (°C)	25	25	25	25	25
Development time (min)	10	10	15	10	5
Stability period (min)	180	120	120	180	240

طيف الامتصاص النهائي:

بعد تثبيت الظروف المثلى للانيلين والواردة في أعلاه، ورسم طيف الامتصاص النهائي لناتج الاقتران التأكسدي الملون عند اطوال موجية تراوحت بين 350–700 نانوميتر مقابل المحلول الصوري فقد اظهر الناتج المتكون اقصى امتصاص عند الطول الموجي 530 نانوميتر في حين لم يعط المحلول الصوري امتصاصية واضحة عند الطول الموجي أعلاه، الشكل (3).



الشكل (3) طيف امتصاص الانيلين

دقة الطريقة وتوافقها

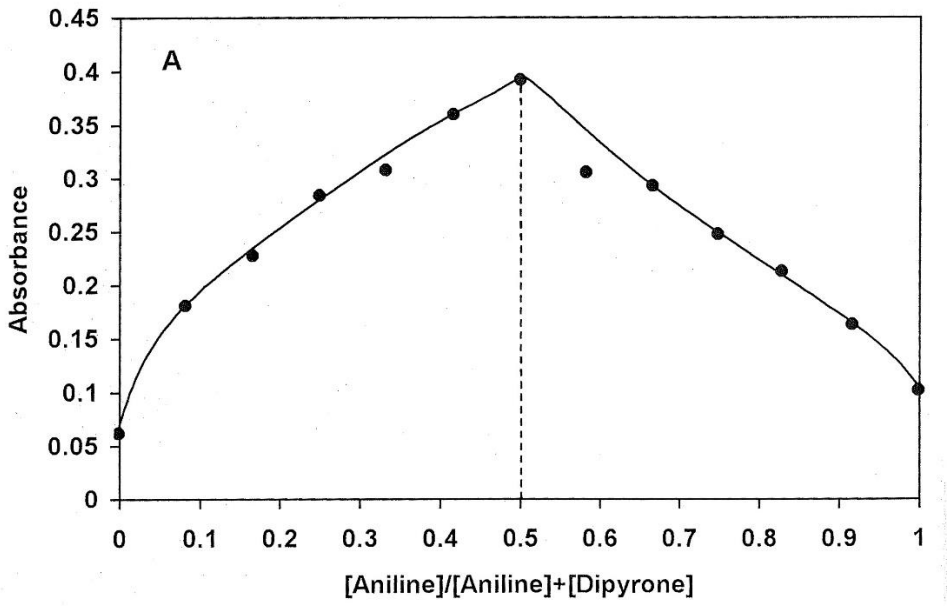
لفحص دقة الطريقة وتوافقها تم احتساب نسبة الاسترجاع والانحراف القياسي النسبي باستخدام ثلاثة تراكيز مختلفة، ويضم الجدول (8) النتائج المستحصل عليها والتي تشير الى ان الطريقة ذات دقة جيدة اذ بلغ معدل نسبة الاسترجاع 99.99% وذات توافق جيد اذ ان RSD اقل من 2.50%.

الجدول (8) دقة الطريقة وتوافقها

Compound	Amount ($\mu g/ml$)		Recovery* (%)	Average recovery (%)	RSD* (%)
	added	Found			
Aniline	0.8	0.77	96.25		0.82
	4.0	3.91	97.75	98.04	0.77
	8.0	8.01	100.13		1.37
o-Bromoaniline	2.0	1.93	96.50		0.75
	8.0	7.78	97.25	98.17	0.27
	16	16.12	100.75		0.46
o-Chloroaniline	4.0	4.11	102.75		2.06
	24	24.44	101.83	101.80	1.10
	80	80.67	100.84		0.29
m-Chloroaniline	2.0	2.06	103.00		0.80
	8.0	7.94	99.25	101.13	0.27
	14	14.16	101.14		0.35
m-Toluidine	0.04	0.041	102.50		1.43
	2.0	1.98	99.00	100.58	1.07
	4.0	4.01	100.25		0.25

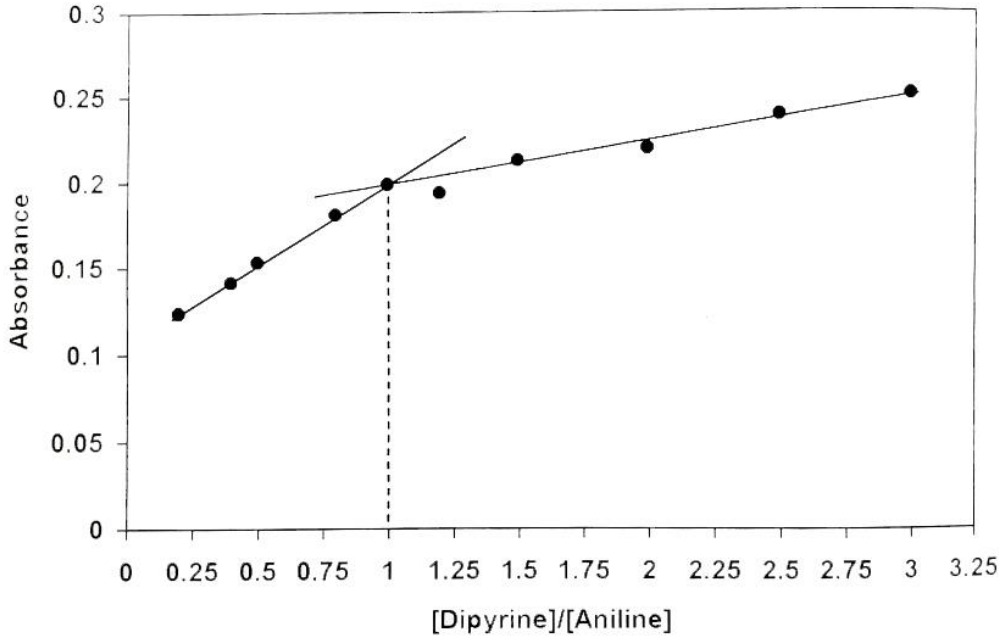
دراسة طبيعة الناتج الملون المتكون:

استخدمت طريقتا التغيير المستمر والنسبة المولية لدراسة النسبة التركيبية المولية للناتج الملون المتكون من الانيلين مع الدايبرون بوجود ميتابيريودات الصوديوم، اذ يبين الشكل (4) رسم التغيير المستمر للتخفيفين من المحاليل بحيث يكون التركيز الكلي لمحلول الانيلين ومحلول الدايبرون 6 مللتر من محلول $1*10^{-3}$ مولاري في حجم نهائي 25 مللتر.



الشكل (4) رسم التغيير المستمر للناتج الانيلين – دايبرون

ويوضح الشكل (5) رسم النسبة المولية لناتج الانيلين الملون بوصفه أنموذجاً والحاصل بأضافة حجوم متزايدة (0.2 – 3 مللتر) من محلول الدايبرون بتركيز $1*10^{-3}$ مولاري الى حجم ثابت (1 مللتر من $1*10^{-3}$ مولاري) من الانيلين في حجم نهائي 25 مللتر.

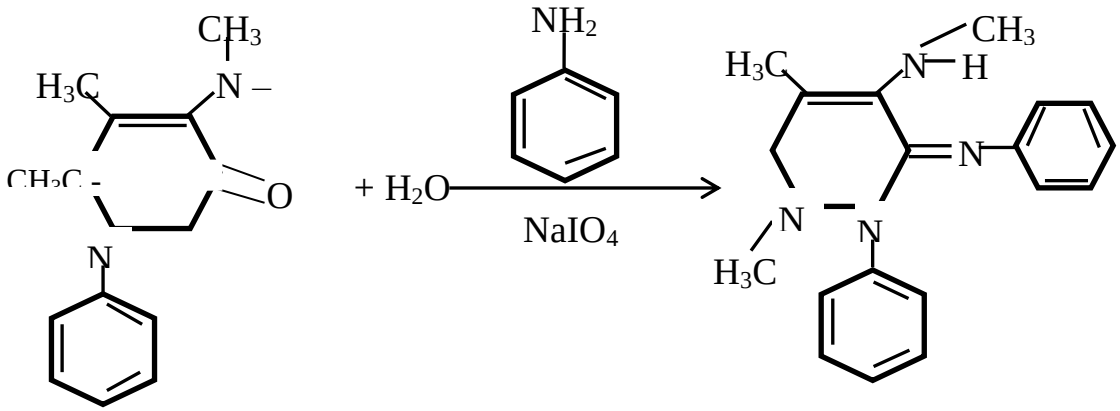


الشكل (5) رسم النسبة المولية لناتج الانيلين –دايبرون

ويستدل من النتائج المستحصل عليها من طريقتي التغير المستمر والنسبة المولية الى الناتج الملون تتكون من اقتران الانيلين مع كاشف الدايبرون بنسبة 1:1 وبناءً على ذلك يمكن توضيح الاتي من اجل اقتراح التفاعل الكيميائي المتضمن تكوين الناتج الملون:

اثبتت الدراسة الطيفية الحالية إمكانية استخدام الدايبرون كاشفاً اقترانياً في تكوين ناتج ذو لون ارجواني مع الانيلين بوجود ميتابيريودات الصوديوم في المحلول المائي، اذ اعطى الناتج حزمة امتصاص عند الطول الموجي 530 نانوميتر.

ودلت نتائج طريقتي التغيير المستمر والنسبة المولية التركيبية المولية للناتج كانت 1:1 (انيلين: كاشف)، وعليه يمكن ان تعد قاعدة شيف ناتج تفاعل الاقتران التأكسدي كما في الميكانيكية المقترحة ادناه:



تأثير المتداخلات:

من اجل فحص انتقائية الطريقة بهدف الفائدة من إمكانية تطبيقها على عينات مختلفة تمت دراسة تأثير وجود عدد من المركبات العضوية النتروجينية وغير النتروجينية والفينولية والاملاح في تقدير 50 مايكروغرام/25 مللتر من الانيلين وباتباع الظروف المثلى للتقدير وادرجت النتائج المستحصل عليها في الجدول (9)

الجدول (9) تأثير المتداخلات

Foreign compound	Recovery (%) of 50 μg aniline per μg Foreign added						
	50	100	400	1000	2000	4000	8000
p-Chloroaniline	100.37	101.48	102.03	102.70	103.70	104.31	104.27
2,4-Dichloroaniline	100.33	101.63	101.51	100.84	98.66	95.81	94.63
2,4-Dinitroaniline	99.66	99.43	98.31	97.15	98.49	102.36	98.70
p-Aminophenol	99.67	97.33	99.83	108.33	108.89	115.00	Turbid
2,4-Dinitrophenol	100.18	99.83	103.93	114.31	111.74	110.45	85.13
Sulphanilamide	101.33	103.00	103.74	103.58	106.34	105.00	108.36
n-Butylamine	98.31	98.06	100.93	102.35	102.12	103.00	103.52
Acetamide	101.11	97.95	99.44	99.07	95.47	97.34	101.84
Potassium chloride	102.60	99.67	101.83	100.00	96.30	99.26	98.16
Starch	98.82	98.48	96.47	101.82	97.31	102.70	97.88

تشير النتائج المدونة في الجدول (9) الى انتقائية الطريقة في تقدير الانلين، كما لا يوجد أي تداخل ملحوظ يمكن ان تحدثه معظم المركبات الفينولية باستثناء التداخل الإيجابي للفينول والامينوفينول في حالة وجودها بتراكيز عالية بتكوين ناتج ذو لون قهوائي وربما يعزى السبب الى سهولة اكسدتها بوجود ميتابيريودات الصوديوم. وبشكل عام فان اغلب المواد كانت ضمن التداخل المسموح به ($\pm 5\%$) مما يجعل إمكانية تطبيق الطريقة لتقدير المركبات المدروسة في نماذج لعينات مختلفة (مياه وهواء واغذية) مستقبلاً.

المقارنة مع طرائق أخرى:

يبين الجدول (10) مقارنة المتغيرات التحليلية للطريقة المطورة لتقدير الانيلين مع طريقتين طيفيتين تعتمدان على تفاعل الاقتران التأكسدي واعطت المقارنة المؤشرات الاتية:

1. تمتاز الطريقة المطورة بالحساسية العالية والسرعة في التقدير بالمقارنة مع الطرائق الأخرى فضلاً عن كونها لا تحتاج الى ضبط الدالة الحامضية، الا انها متفقة في المديات التقديرية والدقة والتوافق .
2. تعد الطريقة المطورة ذات انتقائية في تقدير الانيلين.

الجدول (15) مقارنة نتائج الطريقة المطورة لتقدير الانيلين بوصفه أنموذجاً مع نتائج عدد من الطرائق الأخرى.

Analytical parameters	Oxidative coupling method		
	Sodium metaperiodate system Present method	Promethazine. HCL – hypochlorite system (44)	4- Amino-N, N-dimthylanline dichromate system (45)
λ_{max} (nm)	530	590	545
PH	Aqueous medium	3.5 % Acetic acid	Acidic medium
Temperature (°C)	R.T	R.T	R.T
Development time (min)	10	60	60
Molar absorptivity (1. Mol^{-1}. cm^{-1})	20312	17400	7540
Beer's law range	0.04-8	0.4 – 6.4	0.5-21
Average recovery (%)	98-04	99.60	98.13
RSD (%)	<1.5	<2.5	< 4.5
Compound determined	o- and m- subtitled anline	p-substituted aniline	p-substituted aniline

الاستنتاج:

بالاعتماد على تفاعل الاقتران التأكسدي استخدم الدايبرون بوصفه كاشفاً اقترانياً جديداً في تطوير طريقة طيفية سريعة وانتقائية لتقدير الانيلين بوجود العامل المؤكسد ميتابيريودات الصوديوم في المحلول المائي اذ امكن تقدير كميات مايكروغرامية من الانيلين قيد الدراسة بامتصاصية مولارية 20312 لتر.مول$^{-1}$.سم$^{-1}$ واظهرت النتائج المستحصلة ان الطريقة ذات دقة (معدل نسبة الاسترجاع) 99.94 وتوافق (الانحراف القياسي النسبي) اقل من 2.50% وتمت دراسة طبيعية النتائج الملون المتكون من تفاعل الانيلين مع كاشف الدايبرون بتطبيق طريقتي المتغير المستمر والنسبة المولية وقد وجد ان النسبة التركيبية المولية هي 1:1. كما درس تأثير كميات مختلفة لعدد من المركبات العضوية النيتروجينية والفينولية والتي يمكن وجودها في نماذج لعينات مختلفة، وبينت النتائج عدم حدوث تداخل ملحوظ لمعظم المواد باستثناء تداخل الفينول والامينوفينول في حالة وجود تراكيز عالية منها.

تمتاز هذه الطريقة ببساطتها اذ انها لا تحتاج الى تنظيم الدرجة الحرارية والدالة الحامضية وخطوات الاستخلاص بالمذيب اذ نجح التفاعل في الوسط المائي

المصادر:

1. "The American Heritage dictionary", 4th Ed. Houghton Mifflin Company, Columbia. (2004)
2. Shaolin M., "Catechol sensor using poly (aniline- Co- o- aminophenol) as electron transfer mediator", Biosensors and Bioelectronics, 21:1237-1243. (2006)
3. U.S. Environmental Protection Agency, "Integrated Risk Information System (IRIS) on Aniline. Environmental Criteria and Assessment office, office of Health and Environmental Assessment", Office of Research and Development Cincinnati, OH. (1993)
4. Amoore J. E. and Hautala E., "Odor as an aid to chemical safety. Order thresholds compared with thresholds limit values and volatilities for 214 industrial chemicals in air and water dilution", J. Appl. Toxicology, 3, 272-290 (1993)
5. Jurgen P., "Concentration-dependence of aniline induced methemoglobinemia in dogs: A derivation of an acute reference concentration", 214, 140-150 (2005),
6. Hejtmancik M.R., Trela B.A., Kurtz P.J., Persing R.L., Ryan M.J., Yarrington J.T. and Chhabra R.S., "Comparative Gavage Subchronic Toxicology studies of O-Chloroaniline and m-chloroaniline in F344 Rats and B6C3Fl Mice", Toxicol, Sci., 69, 234-243 (2002)
7. Al-Ghabsha T.S., Rahim S.A. and Townsherd, "spectrophotometric determination of microgram amounts of amines with chloranil", Anal. Chim. Acta, 85, 189-194 (1976)
8. Al-Sabha T.N., "spectrophotometric micro determination of some organic nitrogen compounds (amines and aldoximes) and their binary mixture with chloranil", M. Sc. Thesis, Mosul University, pp. 18-48. (1984),
9. Norwitz P. G. and keliher N., "continued investigation of the diazotization and coupling spectrophotometric technique for the determination of aromatic amines with 8-amino-1-hydroxy-naphthalene-3, 6-disulphonic acid and N-(1-apthyl) ethylene diamins as coupling agents", Talanta, 33, 311-320 (1986)
10. Copolovic L. and I. Baldea, "kinetic determination of aromatic amines at millimolar level", Antal. Bioanal. Chem. 374, 10-13. (2002)
11. Velikorodnyi A. A. and Morosanova E.I.M., "Test determination of aniline in solutions based on azo coupling with J. Anal. Chem. 550, 1061-9348 (2000)
12. Krishna R.R. and Sastry C.S.P., "A new aromatic amines", Talanta, 26, 861-865 (1979)

13. Al-Sharrok M. M., "spectrophotometric determination of aniline and its substituente in aqueous solution via oxidative coupling reaction", M. Sc. thesis, Mosul University (1995)
14. Hama sur M.T.K., "physical and analytical studies on some chemiluminescence and oxidative coupling organic reactions", Ph. D. Thesis, Baghdad University, pp. 43-86 (2000)
15. Zhou. Q Y. N. NI, X. and P.Q. "simultaneous determination of phenol and aniline in wastewater by absorbance ratio derivative method", Guang Pu Xue Yu Guany Pu Fen Xi, 24: 118-21. (2004)
16. Chen X-L., B.Li Z-, Y Zhu. X. and Xu J. G., "Sensitive fluorimetric method for the determination of aniline by using tetra- substituted amino aluminum phthalocyanine", Anal. Chim. Acta, 505, 283-287. (2004)
17. Yaping D. and Qingsheng Wn., "Determination of super trace aromatic amines in environmental water samples with oscillographic potentiometric kinetic method", Nanjing Nongye oxue, 21, 107; Chem. Abs., (1999), 30, 186843h.
18. foggard A. G. Bsebsu N. K., "Indirect flow injection coltametric determination of aromatic amines by monitoring at a diazotization", Analyst, 107, 1462-1467 (1982)
19. Seymour E. H. , Lawrence N. S., Beckett E. L., Davis J. and Compton R.C., "Electrochemical detection of aniline: an electrochemically initiated reaction pathway", Talanta, 57: 233-242 (2002)
20. Djozan D. and M.A. Faraj-Zaden, "Liquid chromatographic determination of aniline and derivatives in environmental waters at nanogram per litre levels using fluorescamine pre-column derivatization, Chromatogr., 41, 56: 568-572 (1995)
21. Yan Z., Muhua W., Huangyon D., Fang W. and Shifen M., "Determination of aromatic amines and aromatic disocyanate by cation-exchange chromatography with amperometric detection", J. Chromatogr. A, 956: 215-220 (2003)
22. Evgenev M.I., Evgeneva I.I., Garmonov S.Y. and Ismailova R. N "sorption-chromatographic determination of aniline, 4- chloroaniline and 2, 5- dichloroaniline in air", J. Anal. Chem. 58: 542-547. (2003).