مجلة جامعة تشرين للدراسات و البحوث العلمية _ سلسلة العلوم الأساسية المجلد (20) العدد (7)1998
Tishreen University Journal for Studies and Scientific Research- Basic Science Series Vol (20) No (7) 1998

تأثير 2-اتيل هكسانول وتري بوتيل فوسفات على استخلاص الكوبالت والنيكل والتوتياء بواسطة حمض دي (2-اتيل هكسيل) الفوسفور

الدكتور أحمد رجب*

(قبل للنشر في 1998/8/27)

□ الملخّص □

تمت دراسة تأثير إضافة 2- اتيل هكسانول (2EH) والتري بوتيل فوسفات (TBP) على جملة استخلاص (سائل - سائل) : حمض دي (2-اتيل هكسيل) الفوسفور (HDEHP) - دوديكان - ماء - حمض كبريت .
وقد تم تحديد الفعل التآزري Synergie والتنافري Antagonism للمركبات (2EH) و (TBP) على جملة الاستخلاص وكذلك على البنية الفراغية للمعقدات المستخلصة في الوسط العضوي.
إن وجود التري بوتيل فوسفات أو 2-اتيل هكسانول في جملة الاستخلاص لا يمنع تشكل الطور الثالث (3em Phase) فحسب بل يؤثر على القوة الاستخلاصية لعناصر الكوبالت والنيكل والتوتياء تبعاً لتراكيز هذه المركبات في الوسط العضوي .

*أستاذ مساعد في قسم الكيمياء كلية العلوم - جامعة تشرين-اللاذقية - سورية .

مجلة جامعة تشرين للدراسات و البحوث العلمية _ سلسلة العلوم الأساسية المجلد (20) العدد (7)1998
Tishreen University Journal for Studies and Scientific Research- Basic Science Series Vol (20) No (7) 1998

Influence du 2-ethylhexanol (2EH) et du phosphate de Tributyle (TBP) sur L' extraction ducobalt , du Nickel et du zinc par l' acide di(2-ethylhexyl) Phosphorique (HDEHP) en milieu sulfurique.

Dr. Ahmad RAJAB*

(Accepted 27/8/1998)

□ Resumé □

Les effets de l'ajout de 2-ethylhexanol (2EH) et de phosphate de tributyle (TBP) sur le système d'extraction: acide di(2-ethylhexyl) phosphorique (HDEHP) -dodecane -eau- acide sulfurique ont été étudiés.

Des phenomenes de synergie et d'antagonisme ont été mis en evidence;l'influence du 2EH et TBP sur la structure des complexes extraits en phase organique a été determinée .

La présence de 2-Ethylhexanol ou de phosphate de tribuyle Dans la phase organique n'a pas pour seul l'effet d'éliminer la formation de la troisième phase. Le 2-éthylhexanol est en fait un coextractant qui présente un phénomène de synegie avec L'acide di(2-éthylhexeyl) phosphorique pour l'extraction Des metaux Le phosphate de tributyle présente le même phenomène qui est masqué par son interaction avec les molecules de l'extractant (HDEHP). Cette interaction a pour effet de diminuer la concentration de l extractant libre et aboutit a un effet antagoniste.

***Professeur assistant Département de chimie Faculté des sciences Université de Teshrine**

المقدمة

لقد أجريت دراسات عديدة حول استخلاص (سائل – سائل) لعناصر الكوبالت والنيكل والتوتياء ، وذلك بهدف الوصول إلى فصل هؤلاء العناصر لما لها من أهمية في المجالات الصناعية والطبية .

صناعياً : تضاف كميات قليلة بحدود (5%) من 2- اتيل هكسانول أو تري بوتيل فوسفات في الوسط العضوي لتحاشي فصل هذا الأخير إلى طورين مشكلاً الطور الثالث (3^{cm} phase) [1.2] . هذا وإن تأثير هذه المركبات على استخلاص عناصر الكوبالت والنيكل والتوتياء لم تعرف بشكل جيد .

وإذا كان التري بوتيل فوسفات مستخلصا لبعض العناصر الانتقالية لكنه لا يلعب أي دور في استخلاص عناصر الكوبالت والنيكل والتوتياء . أما 2- اتيل هكسانول فقد تبين أنه لا يبدي أي فعل استخلاصي لأي عنصر انتقالي من أوساطه المائية [3] .

لقد كان اهتمامنا مركزاً حول استخلاص عناصرالكوبالت والنيكل والتوتياء من وسط حمضي (حمض الكبريت) بوساطة حمض دي (2- اتيل هكسيل) الفوسفور الممدد بمحلات عضوية : (دوديكان و2- اتيل هكسانول) ، (دوديكان وتري بوتيل فوسفات) .

أهمية البحث وأهدافه:

تأتي أهمية هذا البحث في الحصول على عناصر الكوبالت والنيكل والتوتياء بشكل نقي اعتباراً من فلذاتها الطبيعية وإذا كانت البحوث العالمية مهتمة إلى درجة كبيرة لفصل العناصر الانتقالية عن بعضها فالسبب يعود لما لهذه العناصر من أهمية في النواحي الصناعية والطبية.

نهدف من هذه الدراسة تحديد تأثير وجود 2EH و TBP في الوسط العضوي على القوة الاستخلاصية لحمض دي (2- اتيل هكسيل) الفوسفور على عناصر الكوبالت والنيكل والتوتياء من أوساطها المائية من جهة ، وكذلك على طبيعة المركبات المعقدة المستخلصة لهذه العناصر في الوسط العضوي من جهة أخرى . لهذا الهدف كان لابد لنا بالبدء من دراسة تغيير عوامل توزيع العناصر الثلاث D_{Co} ، D_{Ni} ، D_{Zn} بدلالة أوساط مختلفة من التراكيز للتري بوتيل فوسفات و2- اتيل هكسانول في الوسط العضوي ، ومن ثم أجراء دراسة طيفية لتحديد طبيعة المعقدات المستخلصة في الوسط العضوي .

1 – الجزء العملي:

. الحمض دي (2- اتيل هكسيل) الفوسفور ماركة Sigma اخضع لعملية تنقية .

. المحلات العضوية دوديكان ، 2-اتيل هكسانول ، تري بوتيل فوسفات ماركة Merk تبلغ نقاوتها 99% كحد أدنى .

. أملاح الكوبالت النيكل والتوتياء على شكل كبريتات ماركة Merk تبلغ نقاوتها 99% كحد أدنى .

1 - 1 تحضير المحاليل العضوية

تمت تنقية الحمض دي (2- اتيل هكسيل) الفوسفور بحسب الطريقة الموضوعة من قبل العالم جونسون [4] . وقد تمت معايرته باستخدام ماءات الصوديوم في وسط كحولي وبلغت نقاوته 99.5% تقريباً .

1 - 2 تحضير المحاليل المائية

حضرت المحاليل المائية بإذابة أملاح كل من كبريتات الكوبالت $CoSO_4 .7H_2O$ وكبريتات النيكل $Ni\ SO_4.7H_2O$ وكبريتات التوتياء $Zn\ SO_4.\ 7\ H_2O$ في ماء ثنائي التقطير وضبطت تراكيزها بحيث تصبح من رتبة 10^{-4} M

1 - 3 استخلاص سائل – سائل

تجري عملية الاستخلاص في أوعية زجاجية خاصة ثنائية الجدران تسمح بمرور تيار مائي بين جداري الوعاء . توصل الأوعية مع منظم حراري (ترموستات) لتنظيم درجة حرارة عند 25 درجة مئوية . تتم عملية خلط الوسط المائي مع العضوي بواسطة خلاط كهربائي لمدة ساعة واحدة. تضبط حموضة الوسط بإضافة ماءات الأمونيوم المركز أو حمض الكبريت أثناء عملية الاستخلاص وتقاس بواسطة pH متر . نسبة حجم الوسط العضوي الى الوسط المائي هو 2/5 .

تجري عملية إعادة الاستخلاص (Rextraction) للعنصر في الوسط العضوي بواسطة حمض الكبريت (0.5M) لتتم معايرته بعدئذٍ في الأوساط المائية.

1 - 4 قياس التراكيز

. تم تحديد تراكيز عناصر الكوبالت والنيكل والتوتياء في الأوساط المائية بالطرق المطيافية اللونية .

. تم تحديد تراكيز الماء في الأوساط العضوية بطريقة كارل فيشر ، وضبط الجهاز باستخدام طرطرات الصوديوم (ماركة Merk) التي تضم 15.66% جزيئة ماء .

. أجريت الطيوف في المجال المرئي فوق البنفسجي بواسطة مقياس المطيافية من نوع CARY – 17 .

2 - النتائج التجريبية:

العامل المستخلص هو حمض دي (2- اتيل هكسيل) الفوسفور بتركيز 0.3M . الوسط المحل هو مزيج من الدوديكان و2-اتيل هكسانول أو الدوديكان وتري بوتيل فوسفات . تراكيز التري بوتيل فوسفات و2- اتيل هكسانول تتراوح في المحل بين 5% إلى 100% بالنسبة لتركيز الحمض العضوي HDEHP .

2 - 1 حساب عامل التوزيع (D)

نذكر بأن عامل التوزيع لعنصر M هو نسبة تركيزه في الوسط العضوي إلى تركيزه في الوسط المائي ، أي :

$[M]$ يرمز إلى تركيز العنصر في الوسط العضوي .

$$D_M = \frac{[M]}{[M]aq}$$

الأشكال (1) و (2) و (3) تمثل تغيير عامل التوزيع(D) لعناصر الكوبالت والنيكل والتوتياء بدلالة تغيير تراكيز التري بوتيل فوسفات و2- اتيل هكسانول في الوسط العضوي عند PH تتراوح بين 2 و4 .

يلاحظ من الأشكال أن تأثير 2EH وTBP على القدرة الاستخلاصية للعناصر المذكورة تأخذ أهمية اكبر بزيادة pH الوسط المائي بالنسبة لنفس العنصر. وتكون أهميتها كذلك اكبر عند عنصر التوتياء مقارنة مع عنصري الكوبالت والنيكل .

2 - 2 طيف الامتصاص في المجال المرئي

a) النيكل:

معقدات النيكل المستخلصة في الوسط العضوي ذات لون اخضر كما هو الحال عليه في أوساطها المائية وهذا اللون يبقى ثابتا مهما كانت النسبة المئوية المضافة لمركبات التري بوتيل فوسفات أو 2- اتيل هكسانول في جملة الاستخلاص [5] .

b) التوتياء:

معقدات التوتياء تكون عديمة اللون في الأوساط المائية والعضوية وتبقى على ما هو عليه مهما كانت نسبة التري بوتيل فوسفات أو 2-اتيل هكسانول المضافة إلى الوسط العضوي، مما يدل على عدم حدوث تغيير في عصابات الامتصاص في المجال المرئي وفوق البنفسجي [5] .

c) الكوبالت:

لمعقدات الكوبالت في الوسط العضوي لون ازرق غامق عندما يكون المحل هو الدوديكان فقط. عند إضافة التري بوتيل فوسفات أو 2-اتيل هكسانول بنسب عالية جداً مع محل الدوديكان فإن لون الوسط العضوي يصبح زهري فاتح

ويترافق تغيير اللون هذا مع تغيير في الطيف في المجال المرئي وفوق البنفسجي كما هو مبين بالشكل (4) .

إن الطيف المرئي لمعقدات الكوبالت ، زرقاء اللون ، تبدي ثلاثة عصابات امتصاص عند أطوال الموجة 625nm ، 580nm ، 540nm . عندما تزداد نسبة التري بوتيل فوسفات أو 2- اتيل هكسانول في الوسط العضوي فإن عصابات الامتصاص الثلاث المذكورة تختفي بالتدريج ليظهر مكانها عصابة امتصاص واحدة عند طول الموجة 510nm .

3 - مناقشة النتائج:

3 - 1 الفعل التآزري والتنافري للتري بوتيل فوسفات و2- اتيل هكسانول

3 - 1 - 1 مناقشة كيفية

نتائج الاستخلاص لعناصر الكوبالت والنيكل والتوتياء بوجود (2EH) و (TBP) في جملة الاستخلاص موضحة بالأشكال (1) و (2) و (3) .

a) 2-اتيل هكسانول (2EH)

نسبة 2EH أخفض من 5%

الأشكال (1) و (2) و(3) تبين تناقص عامل توزيع عنصري الكوبالت والتوتياء عندما يزداد تركيز 2- اتيل هكسانول في الوسط العضوي من 0% ⟵ 5% .

تبدو هذه النتيجة منطقية إذا أخذنا بعين الاعتبار قطبية المحل (وجود 2EH) التي تنقص من عامل التوزيع تبعاً لمبدأ العالم Taube [6].

أما بالنسبة لعنصر النيكل فالأمر يبدو مختلفاً تماماً حيث يلاحظ ازدياد

عامل التوزيع من 0% ⟵ 5% . يمكن القبول مبدئياً بهذه النتيجة بالنظر إلى

البنية الفراغية الثمانية الوجوه لمعقدات النيكل ، في حين تكون معقدات الكوبالت والتوتياء ذات بنية فراغية رباعية الوجوه.

نسبة 2EH أعلى من 5% :

اعتباراً من 5% تقريباً من 2EH في الوسط العضوي ، يلاحظ ازدياد عامل توزيع الكوبالت بشكل تدريجي وهذه النتيجة تعزى إلى التغير الحاصل في البنية الفراغية للمعقدات المستخلصة في الوسط العضوي حيث تتحول من بنية رباعية الوجوه في وسط الدوديكان إلى بنية ثمانية الوجوه بوجود 2- اتيل هكسانول مع محل الدوديكان . نؤكد تغيير البنية هذه من ملاحظة تغيير لون الوسط العضوي الذي يتحول من الأزرق (بغياب 2EH) إلى الزهري (بوجود 2EH) من جهة . وكذلك بواسطة الدراسة الطيفية لهذه الأوساط من جهة أخرى (سنعود إلى ذلك فيما بعد) .

أما بالنسبة لعنصر التوتياء فيلاحظ ثبات نسبي لعامل التوزيع ، وهنا نشير إلى عدم تغير في البنية رباعية الوجوه لمعقدات التوتياء مهما كانت النسبة المئوية المضافة من (2EH) في الوسط العضوي ، وتبقى من جهة أخرى تأثير قطبية الوسط عند التراكيز المرتفعة من (2EH) محدوداً .

يستمر عامل التوزيع بالأخذ بالزيادة بالنسبة لعنصر النيكل بزيادة تراكيز (2EH) في الوسط العضوي . يمكن أن تعزى هذه النتيجة إلى وجود عامل تآزري للمركب (2EH) ناجمة عن الخاصة الإحاطية من جزيئات هذا الأخير لجزيئات المعقدات المستخلصة في الوسط العضوي .

إن 2- اتيل هكسانول لا يغير النسبة الفراغية ثمانية الوجوه لمعقدات النيكل مهما كان تركيز 2EH في الوسط العضوي

b) تري بوتيل فوسفات (TBP)

نسبة TBP أخفض من 5% تقريباً :

يلاحظ من الأشكال (1) و (2) و (3) بأن سلوك التري بوتيل فوسفات مشابه لسلوك 2- اتيل هكسانول من الناحية الاستخلاصية للعناصر الثلاث وذلك ضمن هذه النسبة من تركيز TBP . إن انخفاض عامل التوزيع للكوبالت والتوتياء يعود إلى الخاصية القطبية للتري بوتيل فوسفات وبهذه النسبة من التركيز (5%) يكون التري بوتيل فوسفات غير قادراً على التغيير البنيوي لمعقدات الكوبالت المستخلصة (بنية رباعية الوجوه) .

أما تزايد عامل توزيع النيكل المتوافق مع زيادة تركيز (TBP) في الوسط العضوي فيترجم بالخاصة الإحاطية أيضاً من جزيئات (TBP) لمعقدات النيكل المستخلصة في الوسط العضوي (بنية ثمانية الوجوه) .

نسبة TBP أعلى من 5% :

يتناقص بشكل عام، اعتباراً من هذه النسبة، عامل توزيع العناصر الثلاث (كوبالت، نيكل، توتياء) . وهنا نشير إلى أن لون معقدات الكوبالت في الأوساط العضوية ضمن هذه التراكيز من التري بوتيل فوسفات هو وردي كما هو الحال عليه عند وجود2 – اتيل هكسانول في الوسط العضوي . نعلل هذه النتائج كما يلي :

معقدات الكوبالت في وسط الاستخلاص لها نفس البنية الفراغية ثمانية الوجوه كما هو الحال عليه بوجود 2- اتيل هكسانول في الوسط العضوي .

إن التأثير المتبادل (Interaction) بين جزيئات التري بوتيل فوسفات (تركيز عال) والحمض دي (2-اتيل هكسيل) الفوسفور يؤدي إلى خفض تركيز هذا الأخير

في الوسط العضوي [10- 7] (عمل تنافري) . هذا الانخفاض يقلل بدوره من القوة الاستخلاصية للوسط العضوي .

3 - 1 – 2 مناقشة بشكل كمي

نذّكر بأن وجود التري بوتيل فوسفات أو 2- اتيل هكسانول في الوسط العضوي (HDEHP – دوديكان) لا يؤثر على البنية الفراغية ثمانية الوجوه لمعقدات النيكل [11] ، ورباعية الوجوه لمعقدات التوتياء [12] ، بينما يؤدي وجود التري بوتيل فوسفات أو 2- اتيل هكسانول في الوسط العضوي إلى تغيير في البنية الفراغية لمعقدات الكوبالت . هذا وإن طيف الامتصاص في المجال المرئي (شكل 4) الذي يبين البنية الفراغية لمعقدات الكوبالت عند تراكيز 0% حتى 100% لـ 2- اتيل هكسانول في الوسط العضوي يدل على تواجد البنية الرباعية والثمانية الوجوه لمعقدات الكوبالت وذلك تبعاً لتركيز 2EH في الوسط العضوي .هذه البنية الفراغية رباعية الوجوه تعطي طيف امتصاص في المجال المرئي يتميز بوجود ثلاث قيم امتصاص عند أطوال الموجات

625 nm. 580 nm. 540 nm..

أما البنية الفراغية ثمانية الوجوه لمعقدات الكوبالت (وسط 2EH أو TBP) فتتميز طيوفها بوجود عصابة امتصاص عند طول الموجة 530nm.

يمكن حساب نسبة تراكيز البنية الفراغية ثمانية الوجوه إلى البنية الفراغية رباعية الوجوه للكوبالت في أوساط عضوية مختلفة التراكيز من التري بوتيل فوسفات و 2- اتيل هكسانول كما هي مبينة في الجدول التالي:

% 2- ethylhexanol	0	5	15	35	65	100
بنية ثمانية وجوه %	0	12	46	73	91	98
بنية رباعية وجوه %	100	88	54	27	9	2
رباعي وجوه/ ثماني وجوه	–	0.14	0.85	2.7	10.1	49

إذا افترضنا أن تغيير البنية الفراغية يحدث نتيجة تأثير 2- اتيل هكسانول ، يمكننا تخيل التوازنات التالية :

بنية رباعية الوجوه + n (2- اتيل هكسانول) ⟷ بنية ثمانية الوجوه

إذا رسمنا المنحني البياني k والذي يمثل لوغاريتم نسبة تراكيز البنية الفراغية ثمانية الوجوه إلى البنية الفراغية رباعية الوجوه بدلالة تراكيز 2- اتيل هكسانول ، يمكننا استنتاج من الشكل (5) أن قيمةn تساوي 2 . أي أن جزيئتين من 2-اتيل هكسانول تلزم لتحويل البنية الفراغية الرباعية الوجوه للكوبالت إلى البنية الفراغية ثمانية الوجوه أي :

$$Co(DEHP)_2 + 2(2EH) \longrightarrow Co(DEHP)_2(2EH)_2$$

كذلك الأمر بالنسبة للتري بوتيل فوسفات فإننا نحصل على البنية ثمانية الوجوه للكوبالت بإحاطة البنية الفراغية رباعية الوجوه بجزيئتين من TBP أي نحصل على $Co(DEHP)_2(TBP)_2$.

إن معايرة الماء في الوسط العضوي بينت مع أن تركيز الماء في هذا الأخير يساوي تركيز 2EH أو TBP وبذلك يمكننا أن نكتب بشكل نهائي التفاعل التالي:

$$Co^{2+} + 2H(DEHP) + 2(2EH) + 2H_2O \longrightarrow Co(DEHP)_2(2EH)_2(H_2O)_2 + 2H^+$$

النتيجة :

يمكن تلخيص ما توصلنا إليه بالنقاط التالية :

1 - لقد برهنا على أن وجود 2- اتيل هكسانول (2EH) أو التري بوتيل فوسفات (TBP) في الوسط العضوي (جملة الاستخلاص) لا يقتصر فقط على منع حدوث تشكل الطور الثالث (3^{em} phase) كما عرفت سابقا ، بل يؤثر على القوة الاستخلاصية لعناصر الكوبالت والنيكل والتوتياء تبعاً لتراكيز هذه المركبات في الوسط العضوي. يكون هذا

التأثير كبيراً كلما كانت قيم pH كبيرة ، ويأخذ ايضاً أهمية معتبرة عند استخلاص عنصر التوتياء مقارنةً مع عنصري الكوبالت والتوتياء

2 - يتعلق الدور الذي يلعبه 2- اتيل هكسانول بطبيعة الذرة المركزية ، فهو يشكل مع الوسط العضـــوي (دوديكـــان - HDEHP) جملة استخلاص تزيد من قدرة الوسط الاستخلاصية لعنصر النيكل (فعل تآزري: Effet synergie) نتيجة الإحاطة الجزيئية للمركب 2EH لمعقدات النيكل ثمانية الوجوه الفراغية ، أما المعقدات التي تحافظ على بنيتها الفراغية رباعية الوجوه كالكوبالت مثلاً (عند تراكيز منخفضة من 2EH) أو التوتياء ، فإن وجـــود 2- اتيـــل هكســـانول فـــي الوســـط العضـــوي

(دوديكان – HDEHP) يزيد من قطبية هذا الوسط مؤدياً إلى خفض قدرته الاستخلاصية .

3 - يلعب التري بوتيل فوسفات ، من الناحيـــة الاستـــخلاصية ، دوراً مشـــــابهاً

لـــ 2- اتيـــل هكسانول إلا أن للـــ (TBP) خاصية تفاعلية مع جزيئات الحمض HDEHP تؤدي إلـــى خفـــض تراكيز هذا الأخير في الوسط العضوي وبالتـــالي خفض عامـــل التوزيع للعناصـــر الثـــلاثة (عامل تنـــافري: Effet Antagonism).

4 – إن وجود التري بوتيل فوسفات أو 2- اتيل هكسانول في جملة الاستخلاص (دوديكان - HDEHP) يـــؤدي إلـــى تغيير البنية الفراغية لمعقدات الكوبالت، ولقد برهنا على أن هذا التغيير من بنية فراغية رباعية الوجوه إلى بنية فراغية ثمانية الوجوه يتم بإحاطة جزيئة من المعقد $Co(DEHP)_2$ بجزيئتين من TBP أو 2EH بالإضافة إلى جزيئتي ماء .

تم إجراءبعض القياسات لهذا البحث في مدرسة السنترال بباريس .

المراجع:

.....

1) COOKL.F. and SZMOKALUK. Soc. Chem. Ind. P: 451 (1971)

2) RITCEY G.M. and ASHBROOK A.W. Conf. Min. Metall. Bull.

3) RAJAB AHMAD. These de doctorat d Etat, Paris 1985

4) PARTRIDGE and JENSEN R.C. J. Inorg. Nuc1. Chem. 31,2587 (1969)

5) TAICHI SATO and MASANORI . J. appl. Chem. Biotechnol 28(85-94) 1978

6) TAUBE. M. J. Inorg. Nucl. Chem. 12 , 174 (1959)

7) BAKAR H.T. and BAES C.F. J. Inorg. Nucl. Chem. 24, 1277 (1962)

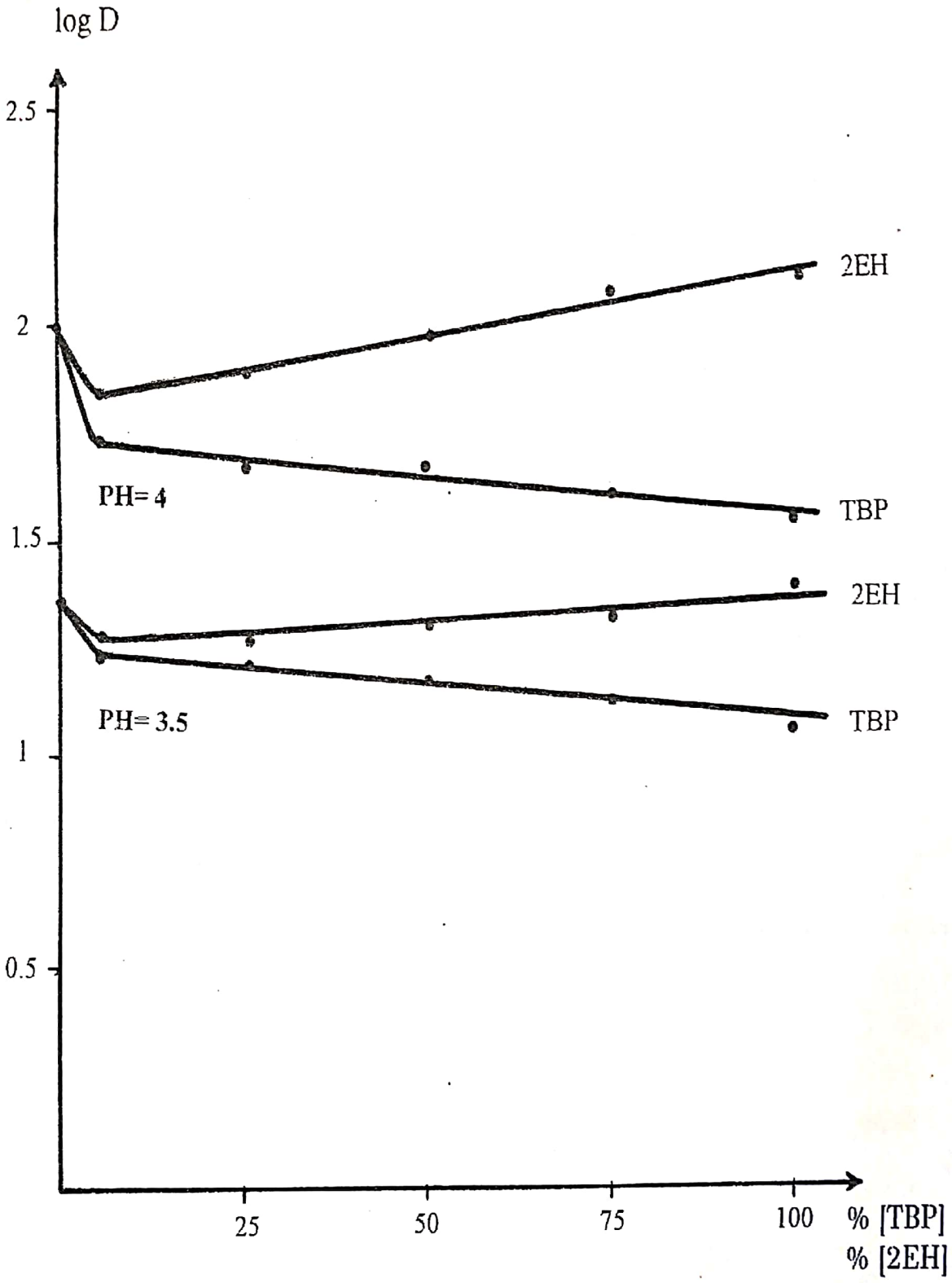
8) DYRSSEN D. and HAY L. D. Act. Chem. Scand. 14 , 109 (1960)

9) HARY C.J. and SCARGILL D. J. Inorg. Nucl. Chem. 11 , 128 (1959)

(10) د. أحمد رجب و د. نصوح علايا
مجلة بحوث جامعة تشرين - العدد16 ص9 عام 1993

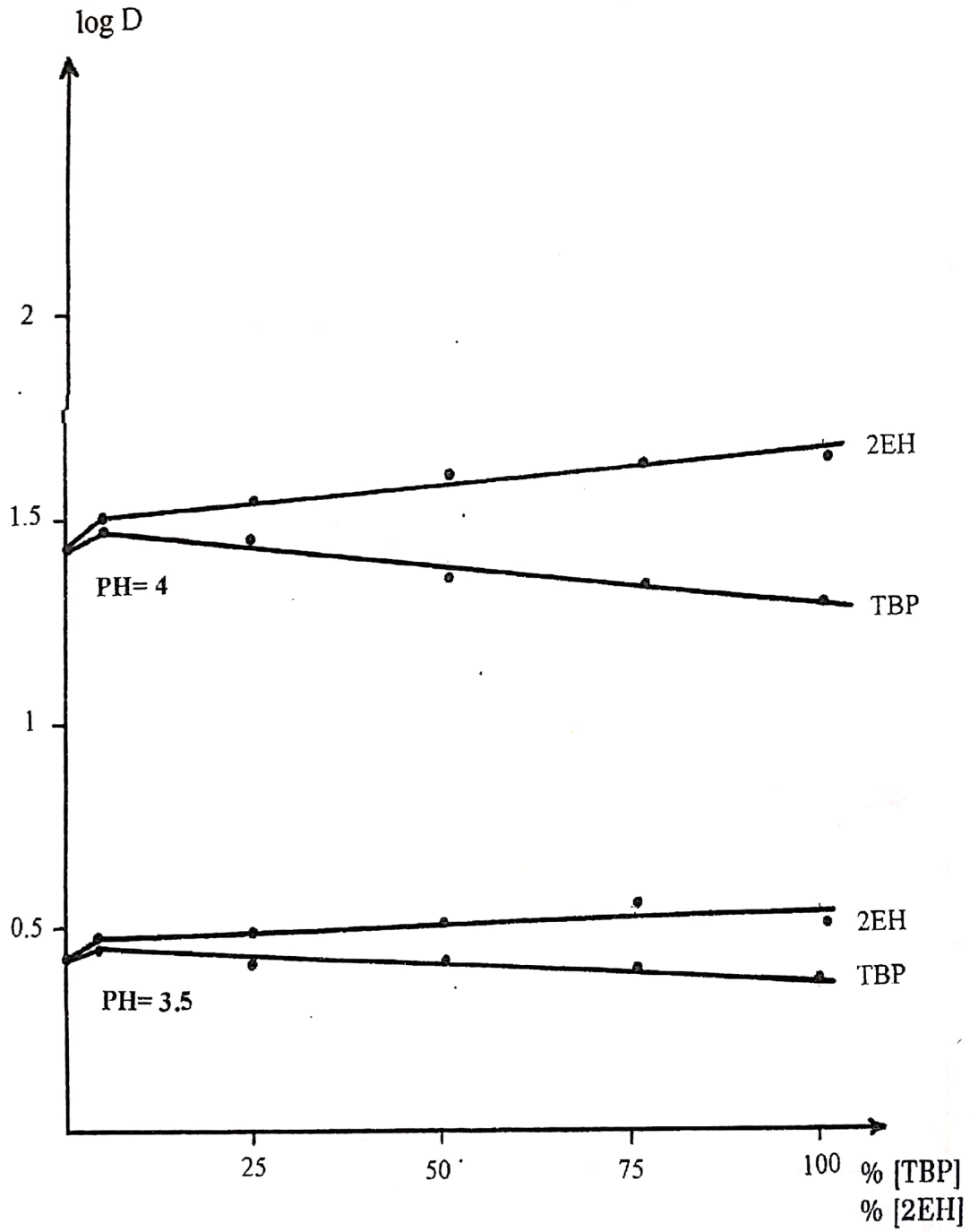
(11) د. أحمد رجب مجلة بحوث جامعة تشرين - العدد16 ص159 عام 1993

12) R. Crimm and Z.Kolorik. J.inorg. Nul. Chem. 12, 1493 (1976)



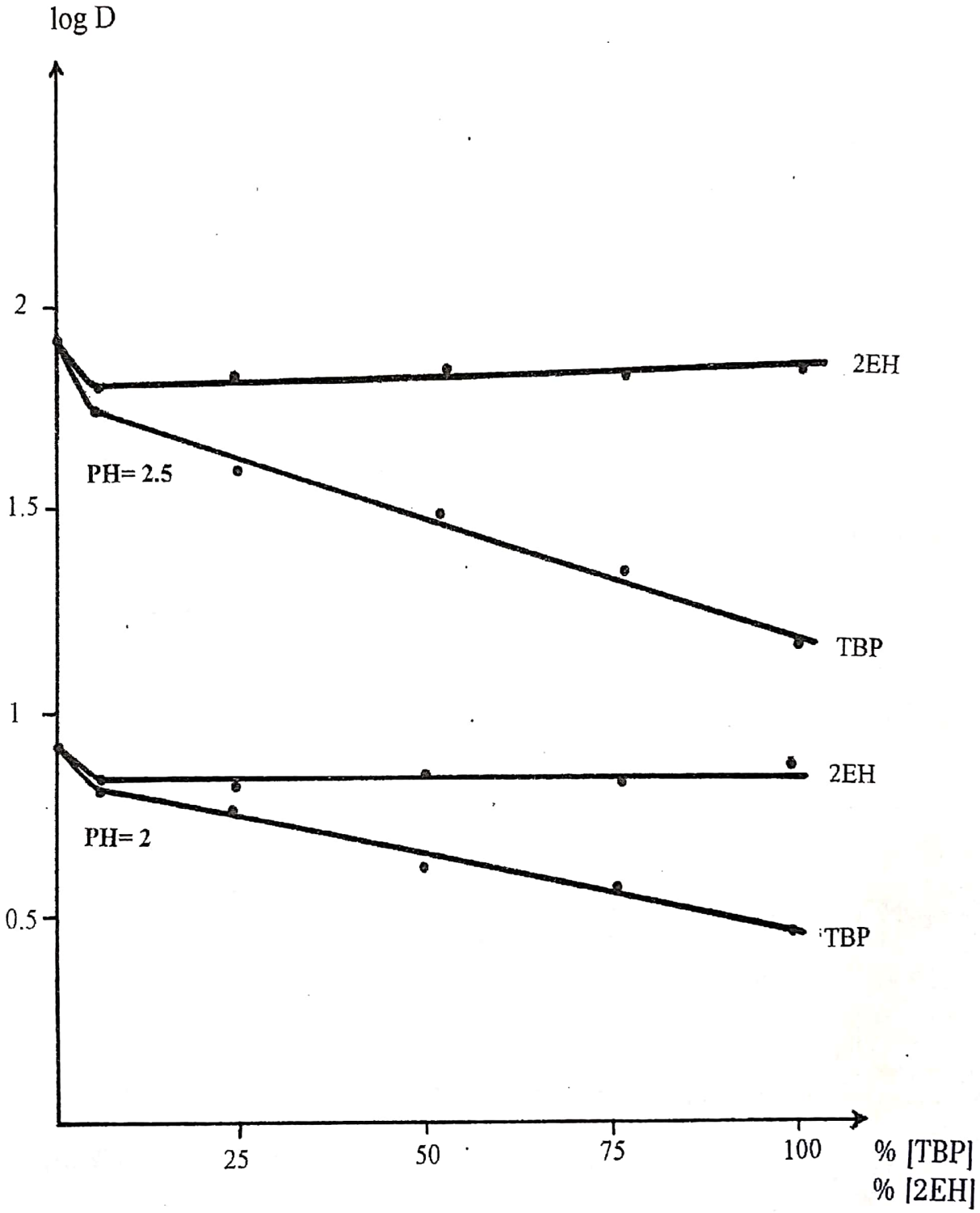
شكل(١): تغيير عامل التوزيع (D) للكوبالت بدلالة تغيير تراكيز (2EH) و (TBP) في الوسط العضوي

$[Co^{2+}] = 10^{-4}$ M/l
[HDEHP] = 0.3 M/l
$\theta^{o} = 25\ c^{o}$
org/aq = 2/5



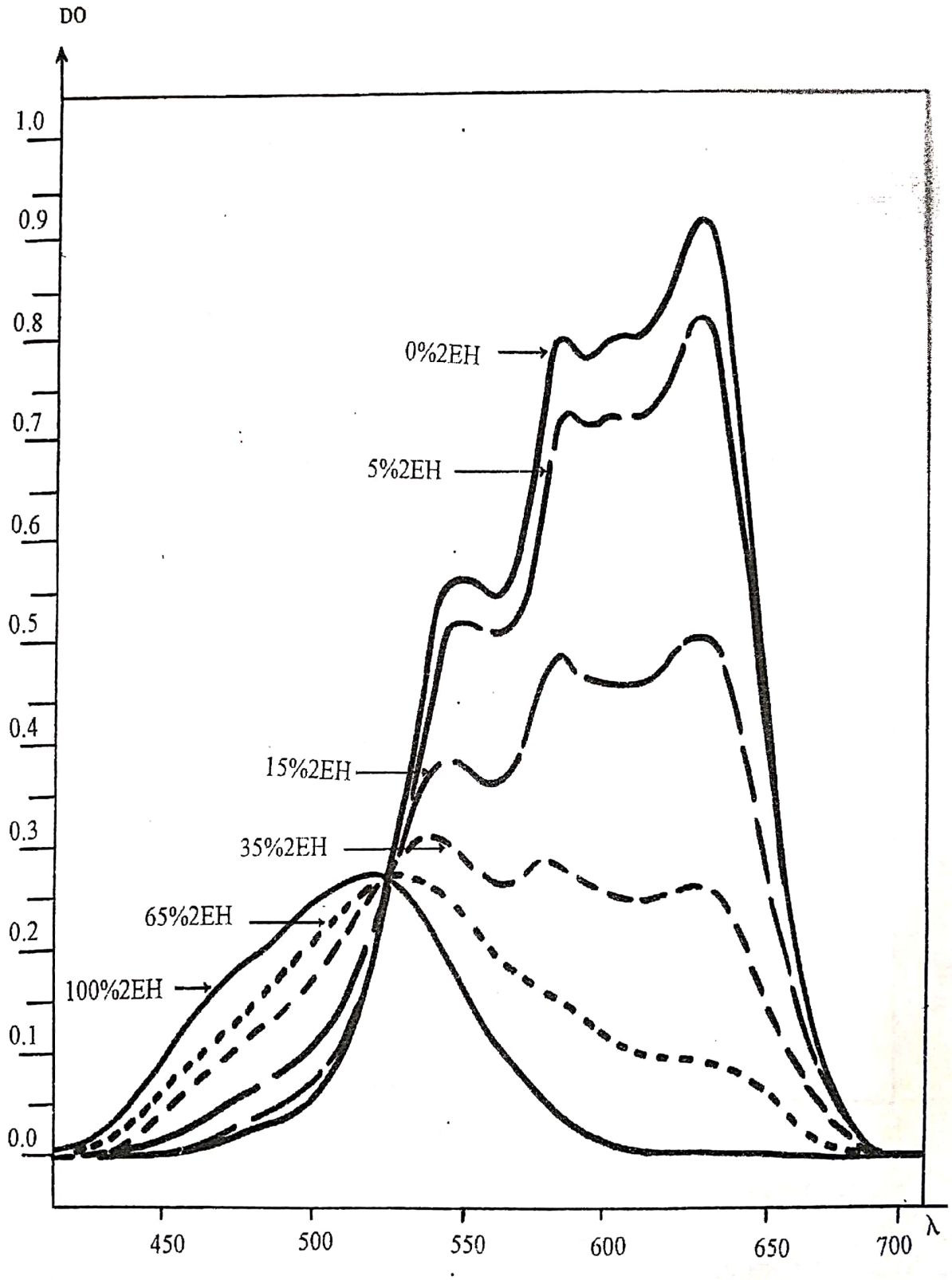
شكل(٢): تغيير عامل التوزيع (D) للنيكل بدلالة تغيير تراكيز (2EH) و (TBP) في الوسط العضوي

$[Ni^{2+}] = 10^{-4}$ M/l
[HDEHP] = 0.3 M/l
$\theta^{o} = 25\ c^{o}$
org/aq = 2/5

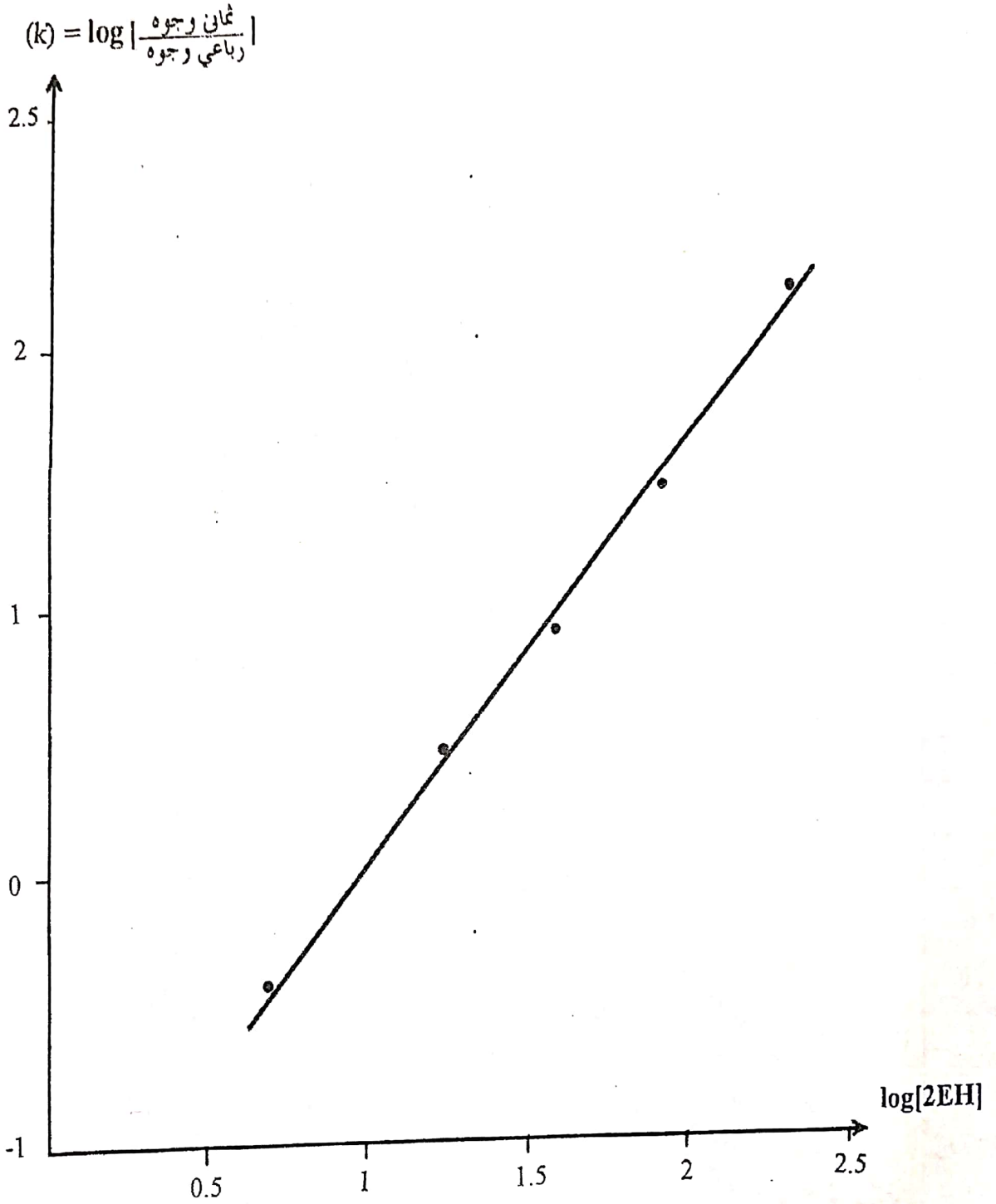


شكل(٣): تغيير عامل التوزيع (D) للتوتياء بدلالة تغيير تراكيز (2EH) و (TBP) في الوسط العضوي

$[Zn^{2+}] = 10^{-4}$ M/l
[HDEHP] = 0.3 M/l
$\theta^{o} = 25\ c^{o}$
org/aq = 2/5



شكل (٤): طيف الامتصاص المرئي وفوق البنفسجي لمعقدات الكوبالت Co- HDEHP بدلالة تغيير تراكيز ٢-اتيل هكسانول المضاف إلى الوسط العضوي



شكل (٥): تغيير نسبة تراكيز معقدات الكوبالت ثمانية الوجوه إلى رباعية الوجوه (k) بدلالة تغيير تراكيز 2- إيثيل هكسانول في الوسط العضوي .