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

# استخلاص أيونات الزنك من المحاليل المائية باستخدام الغشاء السائل المستحلب النفوذ

الدكتور صادق عميش*

( قبل للنشر في 1997/3/31)

## □ الملخّص □

يكمن الهدف الرئيسي من التجارب التي أجريت في دراسة تأثير مختلف المتغيرات على كفاءة استخلاص أيونات الزنك من المحاليل المائية. لقد تم دراسة تأثير النسب الحجمية للأطوار، ودرجة الحموضة، ونوع مادة السطح الفعال (surfactant). إن العملية التي تم استخدامها هي عملية الغشاء العضوي السائل المعلق. يعتبر هذا العمل مهماً من أجل استخدام هذه التقنية الحديثة في استرجاع أيونات الزنك من مياه الصناعة العادمة.

*مدرس في قسم الهندسة الكيميائية – كلية عمان الجامعية للهندسة التطبيقية – عمان – الأردن.

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

# Extraction of zinc ions from aqueous solutions using emulsion liquid membrane permeation

**Dr.Sadek Omesh***

**(Accepted 31/3/1997)**

## □ ABSTRACT □

The main aim of the experiments carried out was to study the effect of different parameters on the extraction efficiency of zinc ions from aqueous solutions.

The effects of volume ratio of the three phases, pH, and the type of the surfactant were studied, using a one liter batch reactor.

A volume ratio of 500:50:10 resulted in an extraction efficiency of 98.9%, and this is adequate for industrial applications of the process.

A pH of 11 seems to be convenient for the process. Tween-20 or span-80 can be used as surfactants to carry out the process. An emulsification time of five minutes seems to be enough to form droplets less than one micron in diameter, and this is sufficient to generate a great mass transfer area in order to increase the extraction efficiency of zinc ions from aqueous solutions. The process being used is liquid membrane permeation (LMP).

*prof at faculty in Jordan .

## 1- المقدمة

تعتبر عملية الاستخلاص سائل-سائل عملية فصل اساسية في استرجاع أيونات المعادن الثقيلة من محاليلها. وهناك بالطبع بعض المساوئ والمحددات لعملية الفصل هذه، ومقارنة مع تقنية الغشاء العضوي السائل المعلق فانه يمكن ذكر المساوئ التالية:

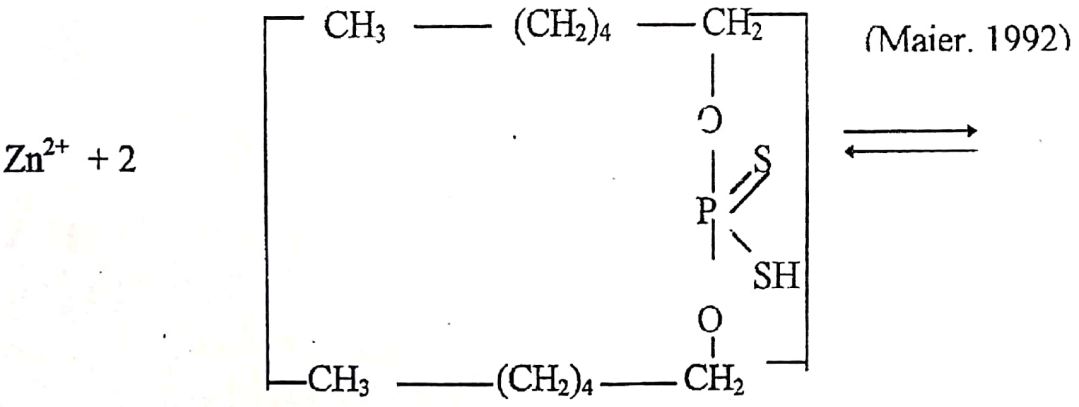
1- المستوى الاقتصادي لاسترجاع المذيب.

2- استهلاك المذيب في العملية.

وهناك بدائل لعلمية الاستخلاص سائل-سائل، بعضها مناسب اذا كان تركيز المحاليل منخفضاً. ان تقنية الغشاء العضوي السائل المعلق هي أحدى هذه البدائل المناسبة، وهي مبنية على نفس المبادئ الكيميائية بطريقة فيزيائية مختلفة (Emeish, 1990)

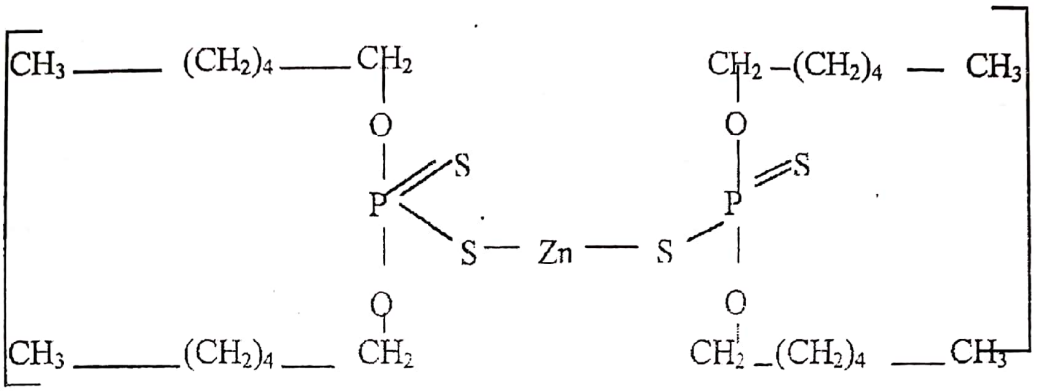
لقد كان Li (Li, 1968) أول من قام بتطوير تقنية الغشاء العضوي السائل المعلق

والشكل (1) يلخص مفهوم هذه العملية. إن الغشاء العضوي يبدو كطبقة رقيقة يفصل بين طورين قابلين للامتزاج. وان المادة المذابة (وبسبب الظروف السائدة في المحلولين على طرفي الغشاء العضوي وفي خلال الغشاء نفسه) تستطيع الانتقال خلال الغشاء العضوي، وتصلح هذه الطريقة لاستخلاص أيونات الزنك. إن آلية انتقال المادة هي كما يبينها الشكل (1) (Draxler,1988) تنتشر أيونات الزنك على السطح الخارجي لقطرة المستحلب، وتتفاعل مع الحامل العضوي (Carrier) مكونة معقداً ويتم اطلاق أيونات الهيدروجين ($H^+$) بشكل معاكس حسب التفاعل الكيميائي التالي:




(Maier. 1992)

DHDTPA (Dihexyl dithiophosphoric acid)

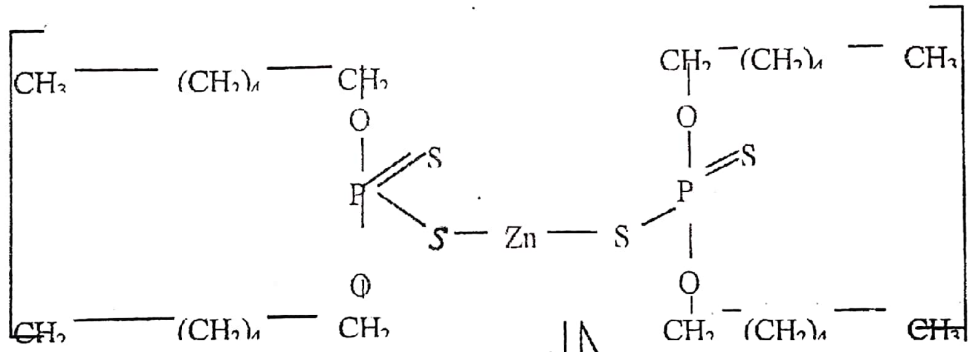



.....(1)

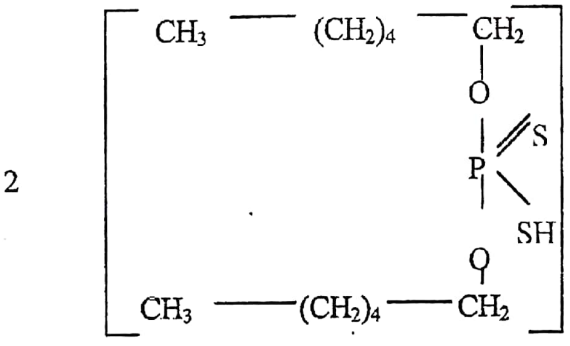
$+ 2H^+$

COMPLEX (معقد عضوي)

ينتشر المعقد العضوي الذي يشتمل على أيونات الزنك خلال الغشاء العضوي حتى يصل الى السطح الفاصل بين الطور الداخلي والطور العضوي ويتفكك المعقد حسب التفاعل الكيميائي التالي:




$H_2SO_4$




$+ ZnSO_4$.....(2)

ثم يقوم الحامل العضوي بنقل أيونات الهيدروجين الى السطح الخارجي لقطرة المستحلب وتبدأ العملية مرة أخرى.

إن التدرج العالي في التركيز لأيونات الهيدروجين تولد القوة الدافعة الرئيسية للعملية ولهذا فانه من الممكن نقل المذاب ضد فرق تركيزه من مستوى مغم/لتر حتى مستوى غم/لتر. هذه الآلية الغريبة مع آلية التفاعل السريعة تجعل من هذه التقنية فعالة لدى معالجة المحاليل المخففة، تقسم تقنية (LMP) إلى ثلاثة أجزاء كما يبين الشكل (2).

(WEISS,1992 ; WEISS, 1995)

1- تحضير المستحلب في خلاط.

2- انتقال المادة في برج أو في مفاعل.

3- تحطيم المستحلب في مجال كهربائي.

## 2- المواد والتجهيزات المستخدمة في البحث

استخدمت المواد الكيميائية التالية في البحث:

أ- الحامل العضوي (DHDTPA) " Dihexyl dithiophosphoric acid "

درجة نقاوته 99% ومصدره من مختبرات جامعة مارتن لوثر الألمانية

ب- مواد السطح الفعال مثل Tween-20 (polyoxy ethylene sorbiton mono laurate) كثافته 1.106 kg/L والمصدر شركة Fluka السويسرية و Span - 80 (Sorbitan monostearate) والمصدر شركة Fluka السويسرية.

ج- المذيب (White Spirit). ومصدره شركة مصانع البتروكيماويات الوسيطة – الأردن ويحتوي على 17% مواد عطرية (Aromatics).

د- حمض الكبريتيك وتركيزه % 97-95 ، كثافته 1.84 kg/L ومصدره شركة - Riedel de Haën.

أما بالنسبة للتجهيزات التي تم استخدامها فهي:

I – خلاط مخبري نوع RW - 20 ومصدره شركة Janke & Kunkel الألمانية.

II – مفاعل مخبري حجمه لتر واحد مع فتحة لأخذ العينات ومصدره محلي.

III – مطياف الإمتصاص الذري (AAS) ومصدره شركة Pyeunicam البريطانية.

## 3- التجارب

تم اجراء التجارب باستخدام خلاط مخبري ومفاعل حجمه لتر واحد. الجدول(1) يبين تركيب المستحلب المتعدد (W/O/W ) والجدول(2) يبين الظروف المخبرية.

جدول (1) تركيب المستحلب (W/O/W)

| | |
|---|---|
| الطور الخارجي (III) $V_3$ | 75 ppm $Zn^{2+}$ (محلول مائي) |
| الطور العضوي (II) $V_2$ | 3 Vol% Carrier (ناقل) |
| | 2 Vol% Surfactant (Tween20, Span80) |
| | 95 Vol% Solvent (مذيب) White Spirit |
| الطور الداخلي (I) $V_1$ | 5N $H_2SO_4$ |

جدول (2) ظروف التجربة

| | |
|---|---|
| السرعة لدى تكوين المستحلب | 2500 RPM |
| السرعة أثناء العملية | 600 RPM |
| زمن الاستحلاب | 5 دقيقة |
| النسب الحجمية للأطوار | $V_3 : V_2 : V_1$ |
| | 10 : 1 : 1 |
| | 100 : 10 : 1 |
| | 200 : 20 : 1 |
| | 500 : 50 : 5 |
| | 500 : 50 : 10 |
| زمن أخذ العينة | 1,3,5,10,15,20 دقيقة |
| درجة الحموضة (pH) | 9, 10 , 11 |

بعد تكوين المستحلب من الطورين العضوي والداخلي فانه يتم نقل المستحلب المتكون الى مفاعل يحتوي على الطور الخارجي المحتوي على أيونات الزنك المراد استخلاصها.

تم اجراء التجارب في المفاعل عند سرعة خلط مقدراها 600RPM وتم تحليلها باستخدام مطياف الامتصاص الذري (AAS) ومعايرة EDTA. وبعد كل تجربة تمت عملية تحطيم المستحلب في مجال كهربائي وذلك باستخدام خلية فصل كهربائية تعمل بجهد كهربائي مقداره 1.5 kv وتردد عالٍ مقداره 10 kHz.

تم حساب كفاءة عملية الاستخلاص كما يلي

$$E = \frac{C_3^{\cdot} - C_3}{C_3^{\cdot}} = 1 - \frac{C_3}{C_3^{\cdot}} \quad \text{.....(3)}$$

حيث أن

E = كفاءة عملية الإستخلاص

$C^0_3$ = التركيز البدائي لإيونات المعدن الثقيل (الزنك) في الطور الخارجي (mg/L)

$C_3$ = التركيز النهائي لأيونات المعدن الثقيل (الزنك) في الطور الخارجي (mg/L)

وتعرف كفاءة عملية الإستخلاص هنا بإنها تركيز أيونات المعدن الثقيل (الزنك) في الطور الخارجي بعد إجراء عملية الإستخلاص مقسوماً على التركيز البدائي لإيونات المعدن الثقيل (الزنك) في نفس الطور قبل إجراء عملية الإستخلاص.

الجدول (3) يبين النتائج

جدول (3) نتائج التجارب

| رقم التجربة | زمن الخلط لتكوين المستحلب (دقيقة) | زمن أخذ العينة (دقيقة) | كفاءة الاستخلاص E% | النسب الحجمية $V_3: V_2: V_1$ | pH | مادة السطح الفعال surfactant |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 5 | 1 | 87.4<br>91.8<br>90.13<br>95.6<br>97.81<br>97.81 | 10:1:1 | 10 | Tween-20 |
| 2 | 5 | 1 | 86.3<br>98.9<br>95.6<br>93.4<br>96.7<br>96.7 | 100:10:1 | 10 | Tween-20 |
| 3 | 5 | 1 | -<br>96.7<br>93.42<br>92.42<br>95.6<br>94.52 | | 9 | Tween-20 |
| 4 | 5 | 1 | -<br>98.4<br>99.5<br>97.8<br>97.8<br>97.8 | 100:10:1 | 11 | Tween-20 |
| 5 | 5 | 1 | 94.5<br>95.61<br>96.71 | 200:20:1 | 9 | Tween-20 |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 97.8<br>97.8<br>97.8 | | | |
| Tween-20 | 10 | 200:20:1 | 96.71<br>96.71<br>97.81<br>97.81<br>98.9 | 1 | 5 | 6 |
| | | | 98.9 | | | |
| Tween-20 | 11 | 200:20:1 | 96.71<br>96.71<br>97.81<br>98.9<br>98.9 | 1 | 5 | 7 |
| | | | 98.9 | | | |
| Tween-20 | 9 | 500:50:5 | 95.6<br>95.1<br>95.6<br>96.71<br>96.0<br>97.3 | 1 | 5 | 8 |

| مادة السطح الفعال surfactant | pH | النسب الحجمية $V_3$: $V_2$:$V_1$ | كفاءة الاستخلاص E% | زمن أخذ العينة (دقيقة) | زمن الخلط لتكوين المستحلب (دقيقة) | رقم التجربة |
|---|---|---|---|---|---|---|
| tween-20 | 10 | 500:50:5 | 96.71<br>95.6<br>96.7<br>96.6<br>96.2<br>97.81 | 1 | 5 | 9 |
| Tween-20 | 11 | 500:50:5 | 97.81<br>96.7<br>97.81<br>97.5<br>97.3<br>97.8 | 1 | 5 | 10 |
| Tween-20 | 9 | 500:50:10 | 95.6<br>96.7<br>97.8<br>97.8<br>97.8<br>97.8 | 1 | 5 | 11 |
| Tween-20 | 10 | 500:50:10. | 96.7<br>97.8<br>98.9<br>98.9<br>98.9<br>98.9 | 1 | 5 | 12 |
| Tween-20 | 11 | 500:50:10 | 97.8<br>98.9<br>98.9<br>98.9<br>98.9<br>98.9 | 1 | 5 | 13 |
| Span-80 | 9 | 500:50:10 | 95.6<br>95.6<br>96.71<br>97.8<br>97.8<br>97.8 | 1 | 5 | 14 |
| Span-80 | 10 | 500:50:10 | 96.71<br>96.71<br>97.81<br>98.9<br>98.9<br>98.9 | 1 | 5 | 15 |

| مادة السطح الفعال surfactant | pH | النسب الحجمية $V_3$: $V_2$:$V_1$ | كفاءة الاستخلاص E% | زمن أخذ العينة (دقيقة) | زمن الخلط لتكوين المستحلب (دقيقة) | رقم التجربة |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Span-80 | 11 | 500:50:10 | 97.81<br>97.81<br>98.9<br>98.9<br>98.9<br>98.9 | 1 | 5 | 16 |
| Span-80 | 9 | 500:50:5 | 93.42<br>94.52<br>96.71<br>97.81<br>97.81<br>97.81 | 1 | 5 | 17 |
| Span-80 | 10 | 500:50:5 | 94.5<br>96.71<br>96.71<br>98.9<br>98.9<br>98.9 | 1 | 5 | 18 |
| Span-80 | 11 | 500:50:5 | 95.6<br>97.81<br>97.81<br>98.9<br>98.9<br>98.9 | 1 | 5 | 19 |
| Span-80 | 9 | 500:50:10 | 95.6<br>96.71<br>97.81<br>97.81<br>97.81<br>97.81 | 1 | 10 | 20 |
| Span-80 | 10 | 500:50:10 | 96.71<br>97.81<br>97.81<br>98.9<br>98.9<br>98.9 | 1 | 10 | 21 |
| Span-80 | 11 | 500:50:10 | 97.81<br>97.81<br>98.4<br>98.9<br>98.9<br>98.9 | 1 | 10 | 22 |

## 4- النتائج

لقد تم دراسة تأثير النسب الحجمية للأطوار، درجة الحموضة، ونوع مادة السطح الفعال (Surfactant) على كفاءة عملية استخلاص أيونات الزنك من المحاليل المائية في مفاعل غير مستمر (Batch) حجمه لترواحد.

ان تأثير النسب الحجمية للأطوار على كفاءة عملية استخلاص أيونات الزنك تبينه الأشكال (3-7) إن النسبة بين الطور الثالث المستمر والطور العضوي هي 10:1 في كل التجارب وهي النسبة الكفيلة بتكوين مساحة سطح فعال بين هذين الطورين وتقدر هذه المساحة بحوالي $4000m^2/m^3$ مما ينعكس ايجابياً على كفاءة عملية الاستخلاص.

ان الحصول على كفاءة استخلاص مقدارها 98.9٪ عند نسبة حجمية مقدارها 500:50:10 يعني أنه بالامكان تنفيذ عملية الاستخلاص لأيونات الزنك عندما تكون سرعة تدفق الطور الخارجي تعادل تقريباً عشرة أضعاف سرعة تدفق المستحلب، وهذا يعتبر ايجابياً من حيث قلة استهلاك المواد الكيميائية وامكانية تنفيذ العملية على مستوى صناعي.

تبين الأشكال (4-7) تأثير درجة الحموضة للطور الخارجي على كفاءة عملية الاستخلاص باستخدام مادة السطح الفعال Tween-20 وزمن استحلاب مقدراه 5 دقائق.

لدى المقارنة بين الاشكال المشار إليها سابقاً فإنه يتبين أن درجة الحموضة (11) هي المثالية لعملية الاستخلاص وذلك لأن درجة حموضة الطور الداخلي تتراوح بين 1 و 2 وبالتالي فان هناك قوة دافعة كافية لانتقال أيونات الهيدروجين من الطور الداخلي الى الطور الخارجي مما يجعل العملية تعمل كمضخة أيونية الأمر الذي يؤدي الى زيادة كفاءة عملية الاستخلاص.

لدى المقارنة بين الشكلين (8,7) يتبين ان استخدام Tween-20 أو Span-80 عند درجة حموضة (11) ونفس النسب الحجمية للاطوار 500:50:10 يؤديان كفاءة استخلاص متماثلة وهذا يعني انه بتثبيت العوامل الأخرى فانه يمكن استخدام Tween-20 او Span-80 في استخلاص أيونات الزنك.

من الشكلين (10,9) يتبين أن 5 دقائق هي فترة زمنية كافية لتكوين مستحلب قطر قطراته أقل من 1 ميكرون وهذا يتبين من كفاءة الاستخلاص العالية (98.9٪) وبالتالي توفر مساحة سطح انتقال للمادة كبير جداً (حوالي $100000m^2/m^3$)، أي أنه لا حاجة لزيادة زمن الاستحلاب الى 10 دقائق.

لدى مقارنة هذه المجموعة من التجارب بتجارب أخرى من المراجع العالمية (Weiss,1995) وجد أن هذه المجموعة من التجارب قد تميزت بمايلي:

أ. ارتفاع كفاءة عملية الاستخلاص عند الدقيقة الأولى من التجربة وهذا يعود الى مساحة سطح انتقال المادة الكبير الناتج عن صغر حجم القطرات.

ب. ثباتية هذه العملية حتى الدقيقة 15 وهذا يعود الى نوعية الحامل العضوي ومادة السطح الفعال (Surfactant).

## 5- الاستنتاجات

أ- إن تأثير درجة الحموضة في عملية استخلاص أيونات الزنك واضح جداً حيث أن درجة حموضة مقدارها (11) تعد مثاليةً من أجل تأمين القوة الدافعة اللازمة لسير العملية من أجل استخلاص أيونات الزنك.

ب - إن زمن استحلاب مقداره 5 دقائق كافٍ لتكوين مستحلب يؤدي استخدامه الى عملية استخلاص ذات كفاءة عالية.

ج. إن النسبة 10:1 بين الطور الثالث المستمر والطور العضوي تجعل عملية الاستخلاص ذات كفاءة عالية.

د . إن نسبة حجمية بين الاطوار الثلاث مقدارها 500:50:10 مناسبة من أجل تنفيذ العملية على مستوى صناعي.

هـ. إن هذه الطريقة يمكن استخدامها لاستخلاص أيونات الزنك من مياه الصناعة العادمة.

**الرموز**

| | |
|---|---|
| التركيز البدائي لأيونات المعدن الثقيل في الطور الخارجي | $C_3^\circ$ |
| التركيز النهائي لأيونات المعدن الثقيل في الطور الخارجي | $C_3$ |
| كفاءة عملية الاستخلاص | E |
| حجم الطور الخارجي | $V_3$ |
| حجم الطور العضوي | $V_2$ |
| حجم الطور الداخلي | $V_1$ |
| Polyoxy ethylene sorbitan monolaurate | Tween-20 |
| Sorbitan monostearate | Span-80 |
| Dihexyl dithiophosphoric acid | DHDTPA |

**إعتراف (ACKNOWLEDGMENT)**

يشكر المؤلف المجلس الأعلى للعلوم والتكنولوجيا على الدعم المادي الذي قدمه وكذلك الجمعية العلمية الملكية الأردنية لتعاونها العلمي مما جعل هذا العمل ممكناً.

## 4- النتائج

لقد تم دراسة تأثير النسب الحجمية للأطوار، درجة الحموضة، ونوع مادة السطح الفعال (Surfactant) على كفاءة عملية استخلاص أيونات الزنك من المحاليل المائية في مفاعل غير مستمر (Batch) حجمه لترواحد.

ان تأثير النسب الحجمية للأطوار على كفاءة عملية استخلاص أيونات الزنك تبينه الأشكال (3-7) إن النسبة بين الطور الثالث المستمر والطور العضوي هي 10:1 في كل التجارب وهي النسبة الكفيلة بتكوين مساحة سطح فعال بين هذين الطورين وتقدر هذه المساحة بحوالي $4000m^2/m^3$ مما ينعكس ايجابياً على كفاءة عملية الاستخلاص.

ان الحصول على كفاءة استخلاص مقدارها 98.9٪ عند نسبة حجمية مقدارها 500:50:10 يعني أنه بالامكان تنفيذ عملية الاستخلاص لأيونات الزنك عندما تكون سرعة تدفق الطور الخارجي تعادل تقريباً عشرة أضعاف سرعة تدفق المستحلب، وهذا يعتبر ايجابياً من حيث قلة استهلاك المواد الكيميائية وامكانية تنفيذ العملية على مستوى صناعي.

تبين الأشكال (4-7) تأثير درجة الحموضة للطور الخارجي على كفاءة عملية الاستخلاص باستخدام مادة السطح الفعال Tween-20 وزمن استحلاب مقدراه 5 دقائق.

لدى المقارنة بين الاشكال المشار إليها سابقاً فإنه يتبين أن درجة الحموضة (11) هي المثالية لعملية الاستخلاص وذلك لأن درجة حموضة الطور الداخلي تتراوح بين 1 و 2 وبالتالي فان هناك قوة دافعة كافية لانتقال أيونات الهيدروجين من الطور الداخلي الى الطور الخارجي مما يجعل العملية تعمل كمضخة أيونية الأمر الذي يؤدي الى زيادة كفاءة عملية الاستخلاص.

لدى المقارنة بين الشكلين (8,7) يتبين ان استخدام Tween-20 أو Span-80 عند درجة حموضة (11) ونفس النسب الحجمية للاطوار 500:50:10 يؤديان كفاءة استخلاص متماثلة وهذا يعني انه بتثبيت العوامل الأخرى فانه يمكن استخدام Tween-20 او Span-80 في استخلاص أيونات الزنك.

من الشكلين (10,9) يتبين أن 5 دقائق هي فترة زمنية كافية لتكوين مستحلب قطر قطراته أقل من 1 ميكرون وهذا يتبين من كفاءة الاستخلاص العالية (98.9٪) وبالتالي توفر مساحة سطح انتقال للمادة كبير جداً (حوالي $100000m^2/m^3$)، أي أنه لا حاجة لزيادة زمن الاستحلاب الى 10 دقائق.

لدى مقارنة هذه المجموعة من التجارب بتجارب أخرى من المراجع العالمية (Weiss,1995) وجد أن هذه المجموعة من التجارب قد تميزت بمايلي:

أ. ارتفاع كفاءة عملية الاستخلاص عند الدقيقة الأولى من التجربة وهذا يعود الى مساحة سطح انتقال المادة الكبير الناتج عن صغر حجم القطرات.

ب. ثباتية هذه العملية حتى الدقيقة 15 وهذا يعود الى نوعية الحامل العضوي ومادة السطح الفعال (Surfactant).

## 5- الاستنتاجات

أ- إن تأثير درجة الحموضة في عملية استخلاص أيونات الزنك واضح جداً حيث أن درجة حموضة مقدارها (11) تعد مثاليةً من أجل تأمين القوة الدافعة اللازمة لسير العملية من أجل استخلاص أيونات الزنك.

ب - إن زمن استحلاب مقداره 5 دقائق كافٍ لتكوين مستحلب يؤدي استخدامه الى عملية استخلاص ذات كفاءة عالية.

ج. إن النسبة 10:1 بين الطور الثالث المستمر والطور العضوي تجعل عملية الاستخلاص ذات كفاءة عالية.

د . إن نسبة حجمية بين الاطوار الثلاث مقدارها 500:50:10 مناسبة من أجل تنفيذ العملية على مستوى صناعي.

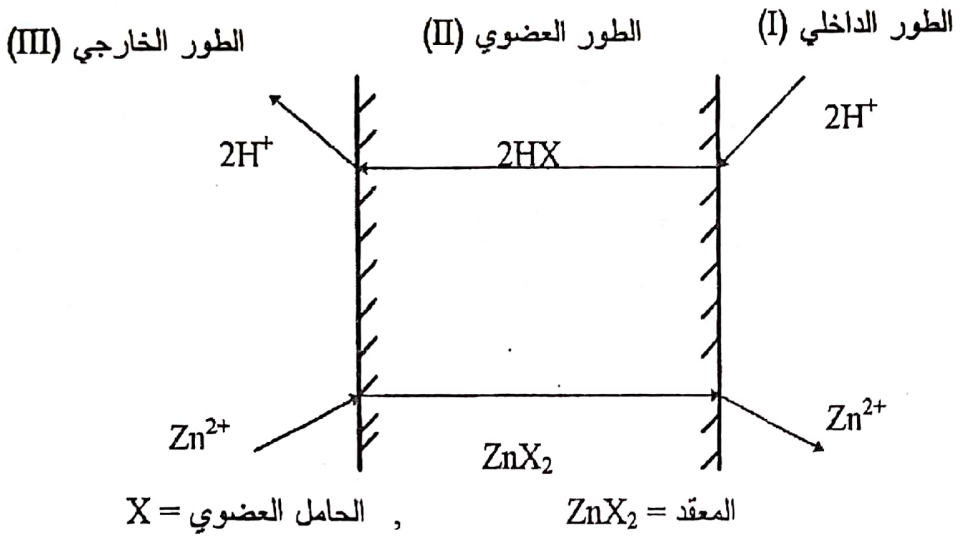
هـ. إن هذه الطريقة يمكن استخدامها لاستخلاص أيونات الزنك من مياه الصناعة العادمة.

**الرموز**

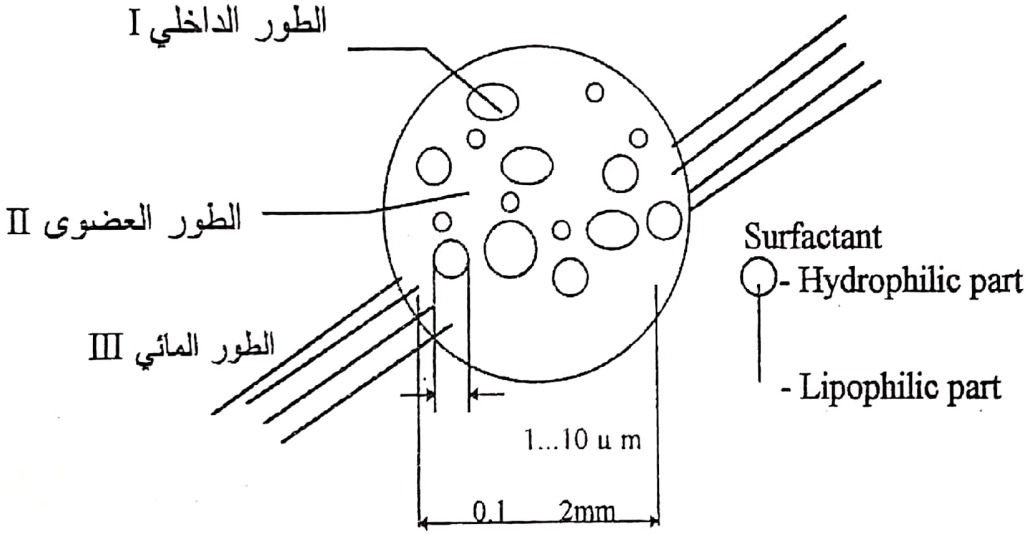
| | |
|---|---|
| $C_3^{\circ}$ | التركيز البدائي لأيونات المعدن الثقيل في الطور الخارجي |
| $C_3$ | التركيز النهائي لأيونات المعدن الثقيل في الطور الخارجي |
| E | كفاءة عملية الاستخلاص |
| $V_3$ | حجم الطور الخارجي |
| $V_2$ | حجم الطور العضوي |
| $V_1$ | حجم الطور الداخلي |
| Tween-20 | Polyoxy ethylene sorbitan monolaurate |
| Span-80 | Sorbitan monostearate |
| DHDTPA | Dihexyl dithiophosphoric acid |

**إعتراف (ACKNOWLEDGMENT)**

يشكر المؤلف المجلس الأعلى للعلوم والتكنولوجيا على الدعم المادي الذي قدمه وكذلك الجمعية العلمية الملكية الأردنية لتعاونها العلمي مما جعل هذا العمل ممكناً.



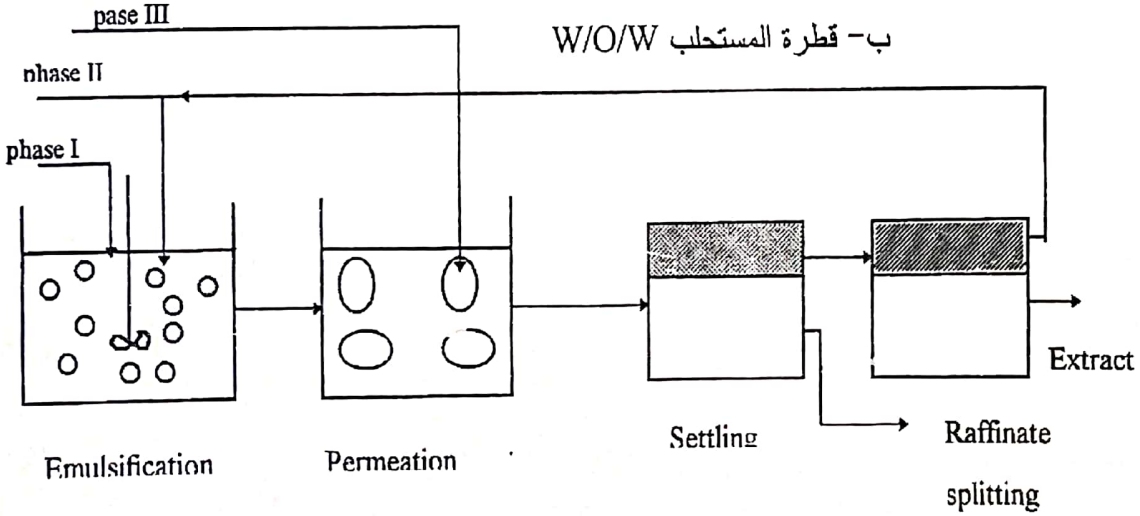

أ) أنتقال أيونات الزنك




ب) قطرة المستحلب W/O/W

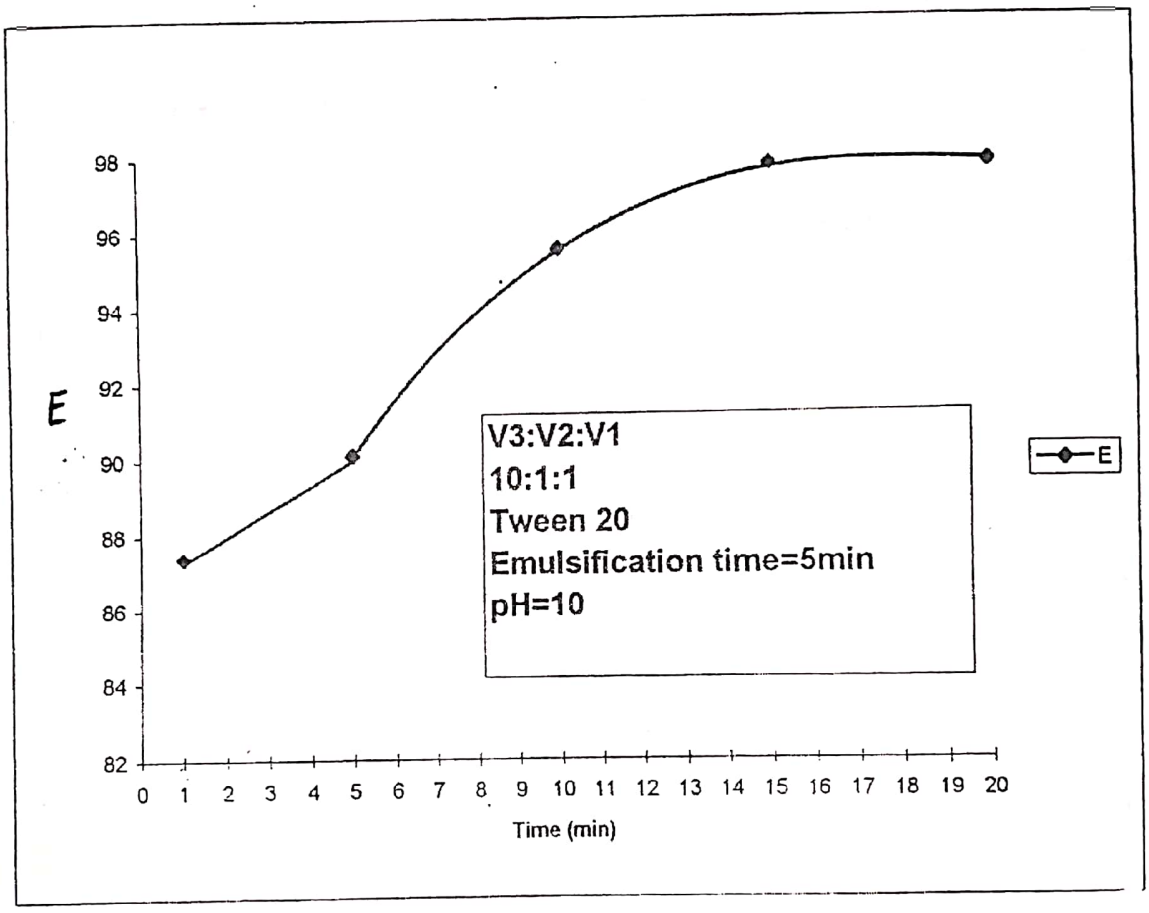
شكل (1) أ- انتقال أيونات الزنك

ب- قطرة المستحلب W/O/W



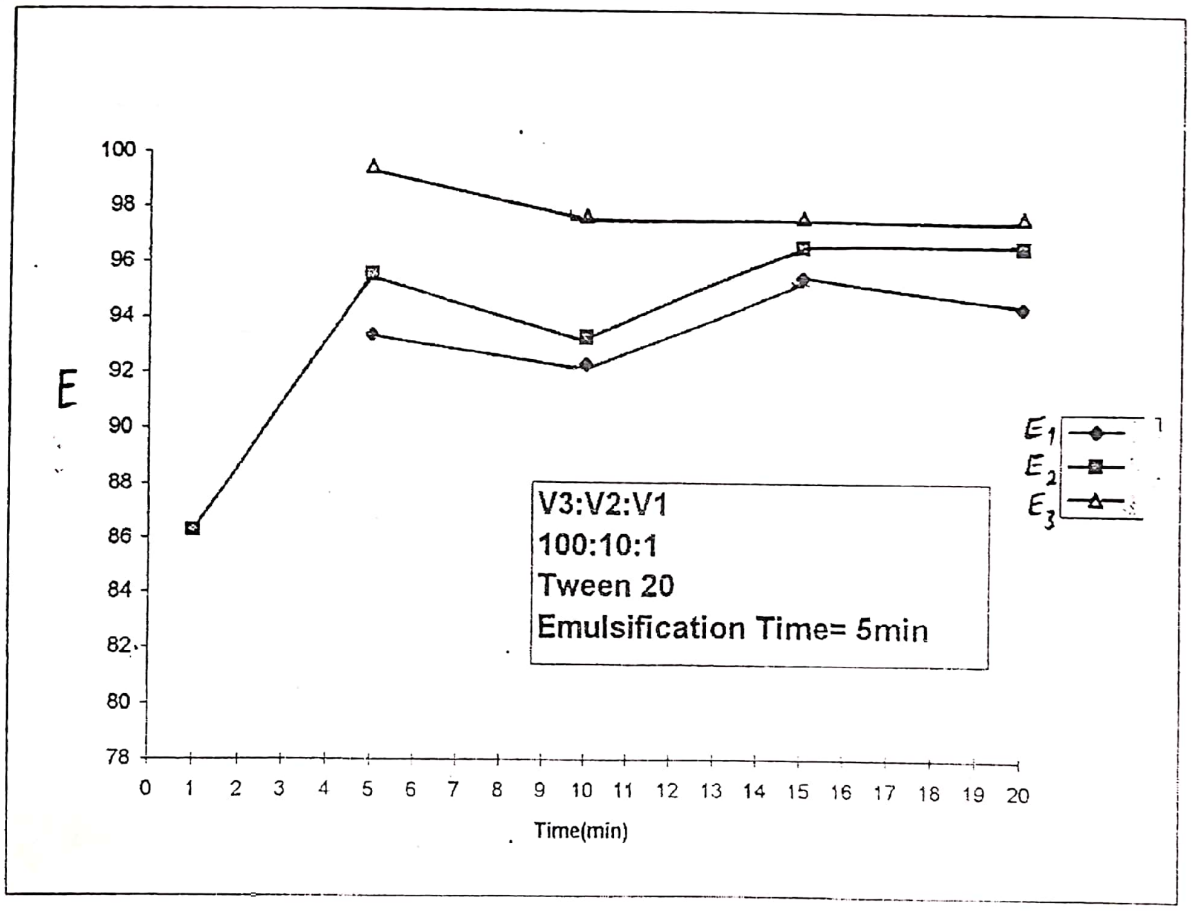

شكل (2) مراحل عملية الأستخلاص.

| Time(min) | E |
|---|---|
| 1 | 87.4 |
| 5 | 90.13 |
| 10 | 95.6 |
| 15 | 97.81 |
| 20 | 97.81 |



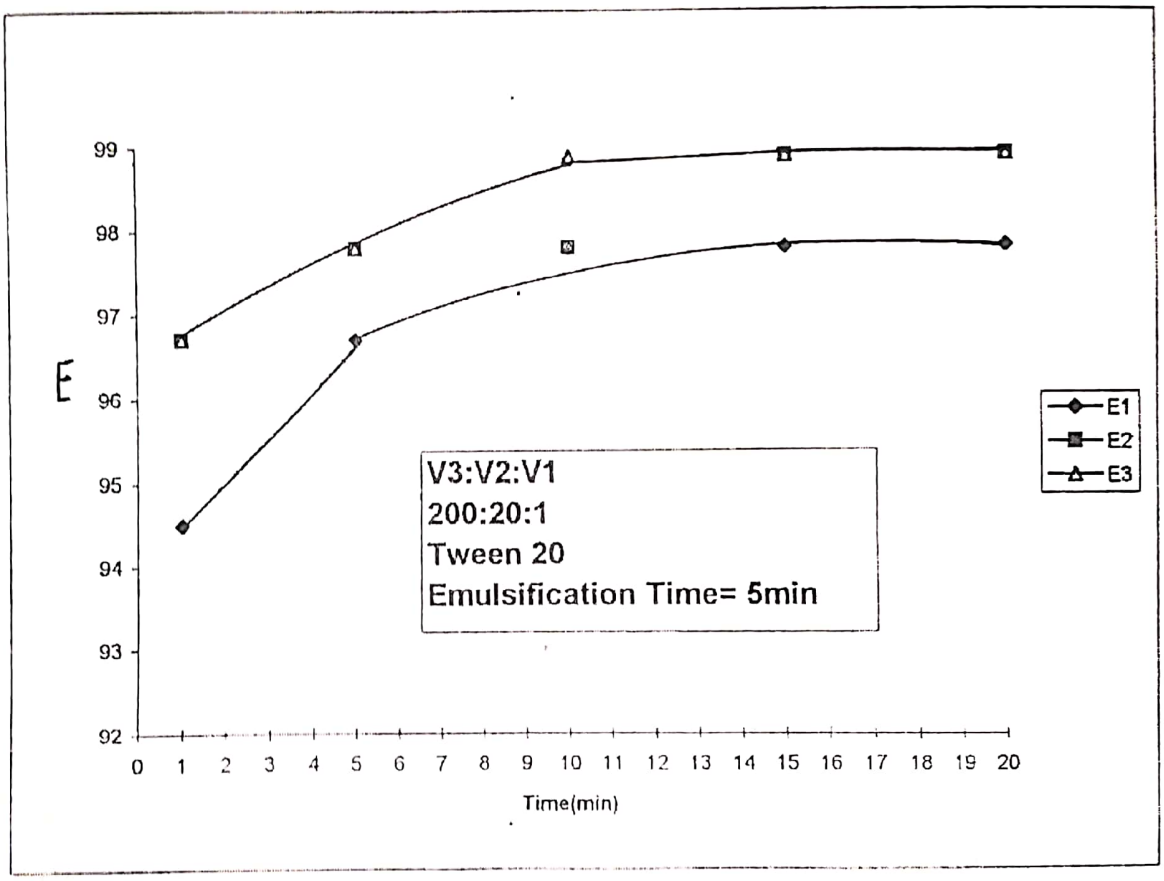

شكل (3) كفاءة استخلاص أيونات الزنك عند نسبة حجمية مقدراها10:1:1

| | pH=9 | pH=10 | pH=11 |
|---|---|---|---|
| Time(min) | E1 | E2 | E3 |
| 1 | — | 86.3 | — |
| 5 | 93.42 | 95.6 | 99.5 |
| 10 | 92.42 | 93.4 | 97.8 |
| 15 | 95.6 | 96.7 | 97.8 |
| 20 | 94.52 | 96.7 | 97.8 |



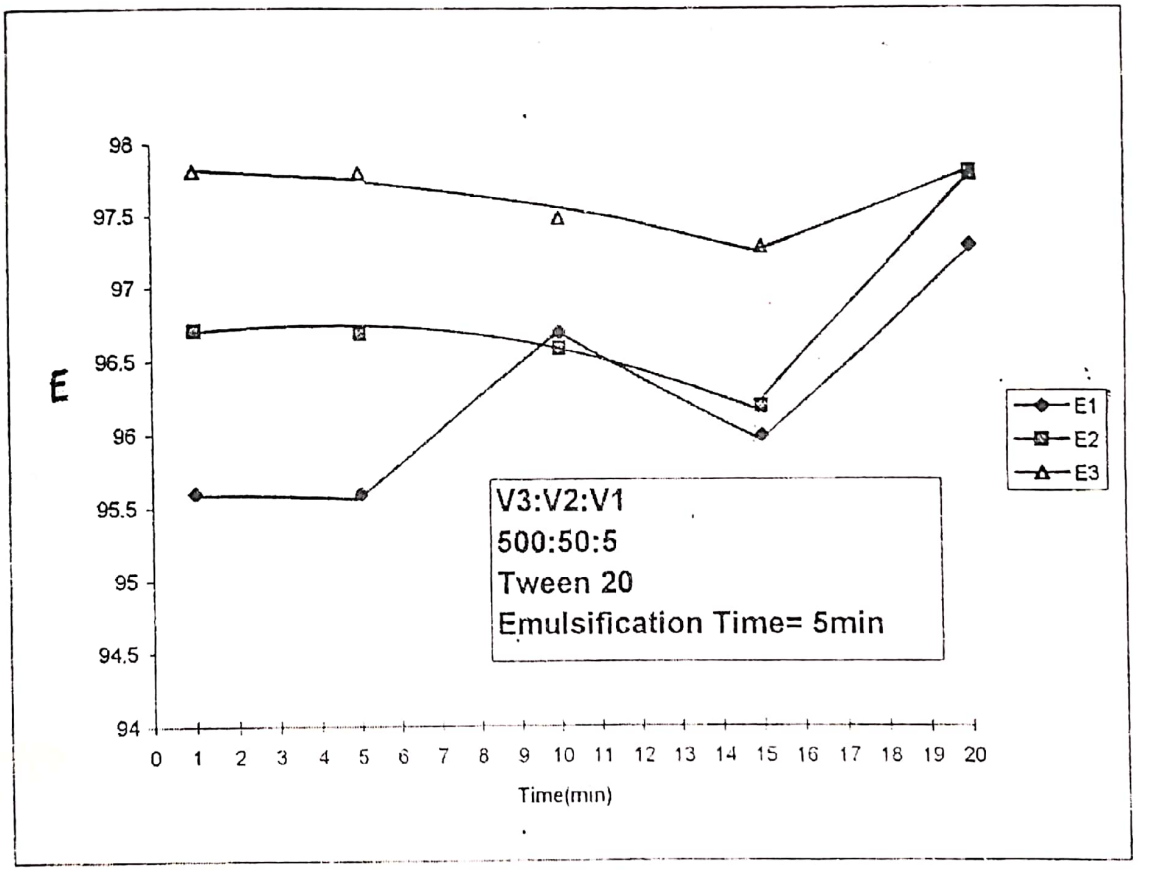

شكل (4) تأثير درجة الحموضة على كفاءة استخلاص أيونات الزنك عند نسبة حجمية مقدراها 100:10:1

| | pH=9 | pH=10 | pH=11 |
|---|---|---|---|
| Time(min) | E1 | E2 | E3 |
| 1 | 94.5 | 96.71 | 96.71 |
| 5 | 96.71 | 97.81 | 97.81 |
| 10 | 97.8 | 97.81 | 98.9 |
| 15 | 97.8 | 98.9 | 98.9 |
| 20 | 97.8 | 98.9 | 98.9 |



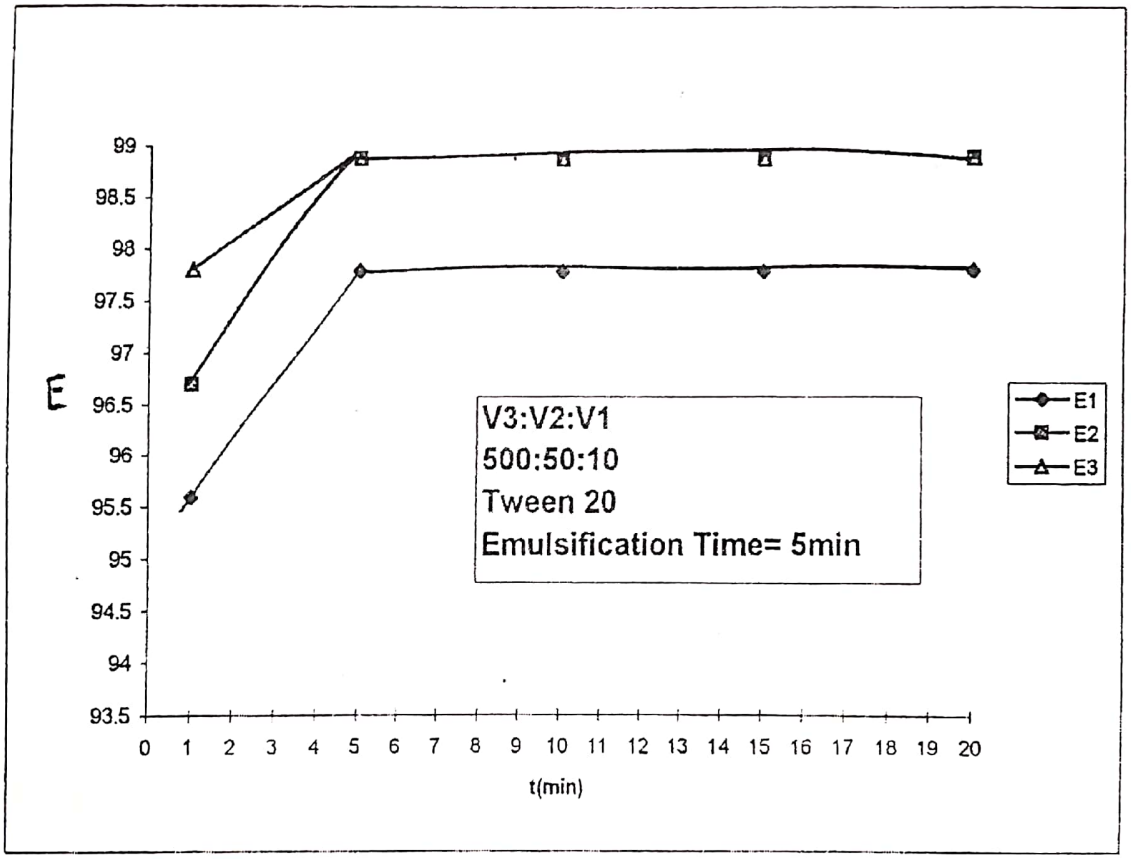

شكل (5) تأثير درجة الحموضة على كفاءة استخلاص أيونات الزنك عند نسبة حجمية مقدراها 200:20:1

| | pH=9 | pH=10 | pH=11 |
|---|---|---|---|
| Time(min) | E1 | E2 | E3 |
| 1 | 95.6 | 96.71 | 97.81 |
| 5 | 95.6 | 96.7 | 97.81 |
| 10 | 96.71 | 96.6 | 97.5 |
| 15 | 96 | 96.2 | 97.3 |
| 20 | 97.3 | 97.81 | 97.8 |



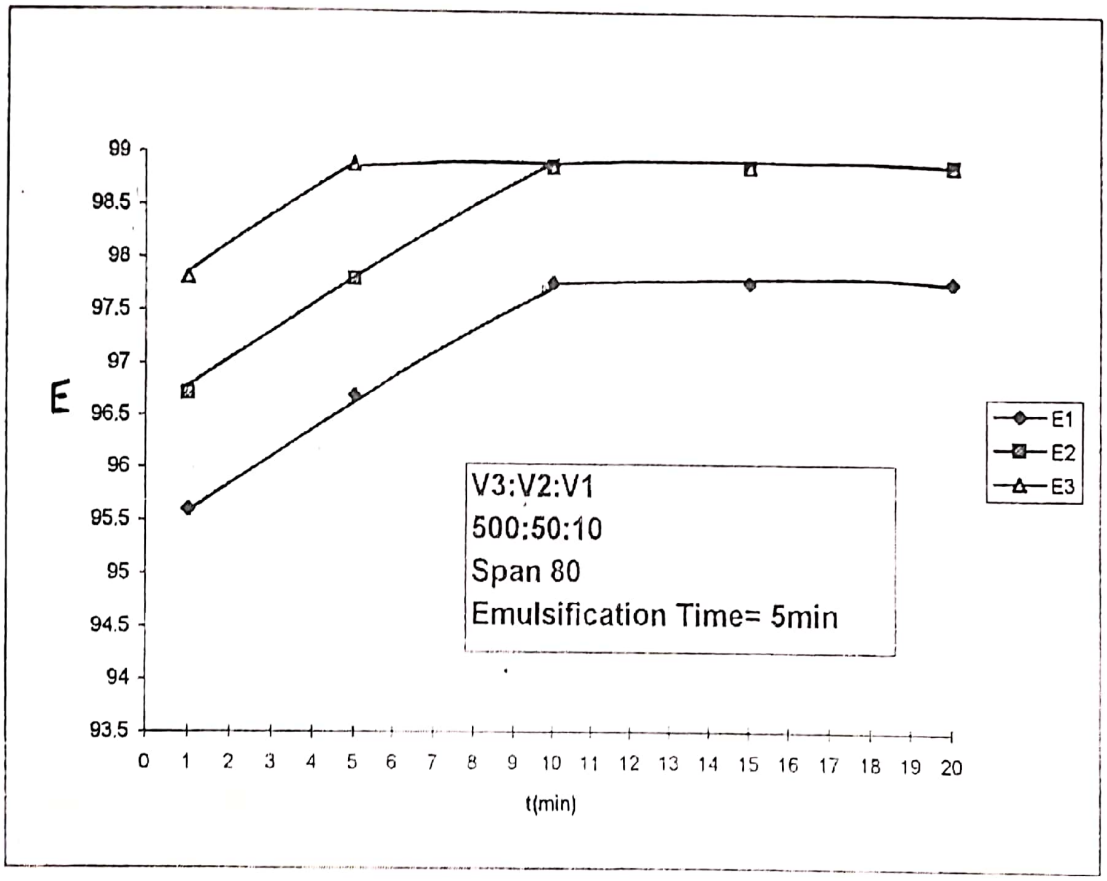

شكل (6) تأثير درجة الحموضة على كفاءة استخلاص أيونات الزنك عند نسبة حجمية مقدارها 500:50:5

| | pH=9 | pH=10 | pH=11 |
|---|---|---|---|
| Time(min) | E1 | E2 | E3 |
| 1 | 95.6 | 96.7 | 97.8 |
| 5 | 97.8 | 98.9 | 98.9 |
| 10 | 97.8 | 98.9 | 98.9 |
| 15 | 97.8 | 98.9 | 98.9 |
| 20 | 97.8 | 98.9 | 98.9 |



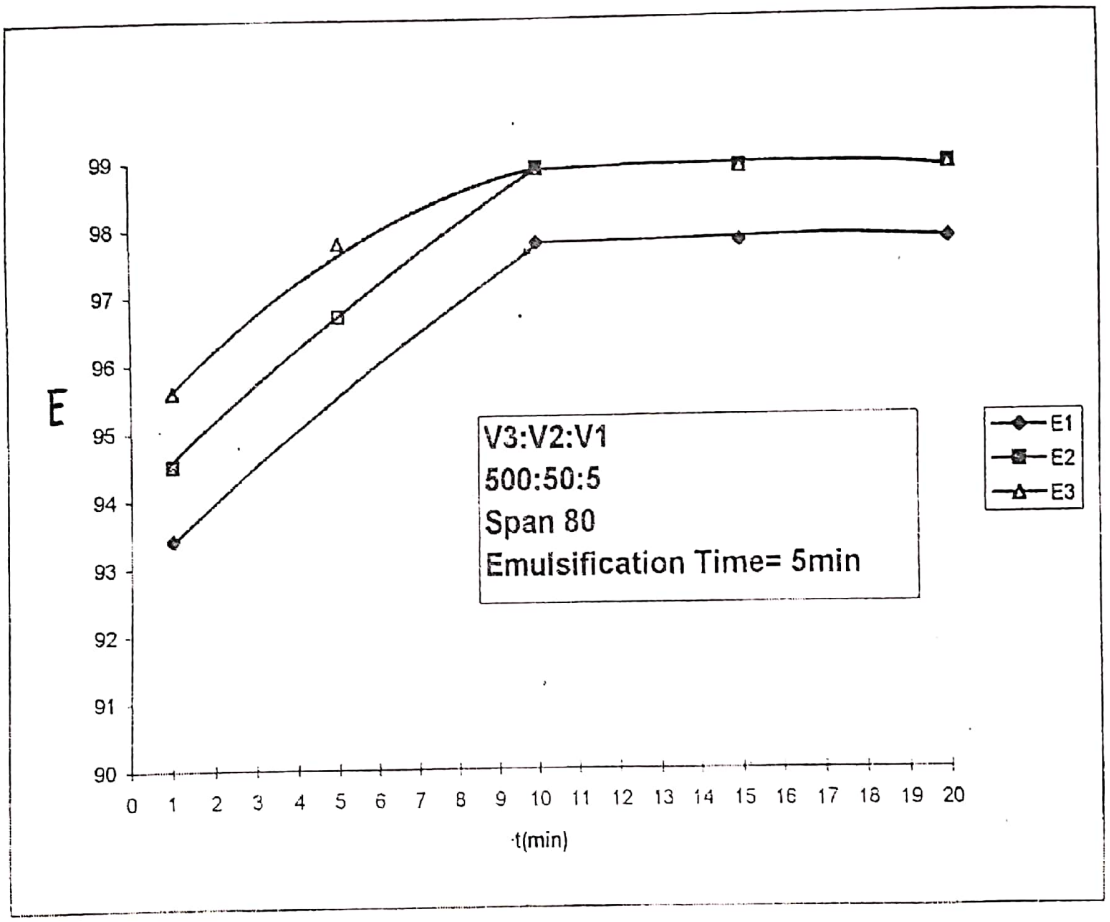

شكل (7) تأثير درجة الحموضة على كفاءة استخلاص أيونات الزنك عند نسبة حجمية مقدارها 500:50:10

| | pH=9 | pH=10 | pH=11 |
|---|---|---|---|
| Time(min) | E1 | E2 | E3 |
| 1 | 95.6 | 96.71 | 97.81 |
| 5 | 96.71 | 97.81 | 98.9 |
| 10 | 97.8 | 98.9 | 98.9 |
| 15 | 97.8 | 98.9 | 98.9 |
| 20 | 97.8 | 98.9 | 98.9 |



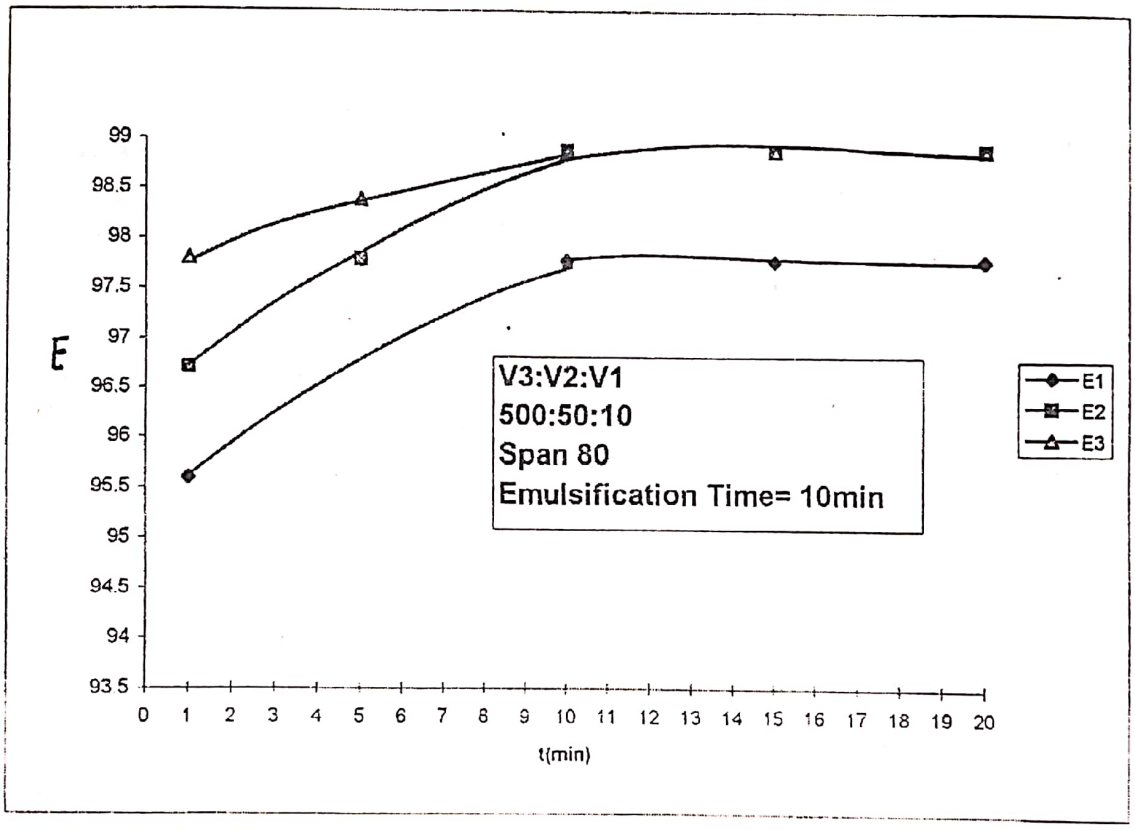

شكل (8) تأثير درجة الحموضة على كفاءة استخلاص أيونات الزنك عند نسبة حجمية مقدراها 500:50:10 وباستعمال مادة السطح الفعال (Span-80)

| | pH=9 | pH=10 | pH=11 |
|---|---|---|---|
| Time(min) | E1 | E2 | E3 |
| 1 | 93.42 | 94.5 | 95.6 |
| 5 | 96.71 | 96.71 | 97.81 |
| 10 | 97.81 | 98.9 | 98.9 |
| 15 | 97.81 | 98.9 | 98.9 |
| 20 | 97.81 | 98.9 | 98.9 |




شكل (9) تأثير درجة الحموضة على كفاءة استخلاص أيونات الزنك عند نسبة حجمية مقدراها 500:50:5 وزمن استحلاب مقداره 5 دقائق

| | pH=9 | pH=10 | pH=11 |
|---|---|---|---|
| Time(min) | E1 | E2 | E3 |
| 1 | 95.6 | 96.71 | 97.81 |
| 5 | 97.81 | 97.81 | 98.4 |
| 10 | 97.81 | 98.9 | 98.9 |
| 15 | 97.81 | 98.9 | 98.9 |
| 20 | 97.81 | 98.9 | 98.9 |




شكل (10) تأثير درجة الحموضة على كفاءة استخلاص أيونات الزنك عند نسبة حجمية مقدارها 500:50:10 وزمن استحلاب مقداره 10 دقائق

# المراجع:


1- Draxler, J., Fuerst, W., Marr, R., Separation of metal species by emulsion liquid membranes, J. Membr. Sci 38(1988)3, 281-293

2- Emeish, S. Dissertation, THLM Merseburg, Germany 1990.

3- Li, N., N. , 1968 Us-Patent 3410794

4- Maier, S., Weiss, S., Arlt, R., 1992. Chem. -Ing.- Tech., 64(10), 926.

5- Weiss, S., Maier., Mass transfer and reaction Kinetics of Zinc in a column with liquid membranes. Department of chem Eng, Martin-Luther University of Halle-Wittenberg 1995, Germany.

6- Weiss, S., Ruble, F., Maier, S. 1992 J. Fachkongress fur Umwelttechnik, 29.-31.10.1992. Magdeburg, Kongressband, Page 36.

7- Weiss, S., Arlt, R., Emeish, S. : Liquid Membrane Permeation in the Recovery of Metallic Ions from waste water, 4th world congress of Chem. Eng. Preprints IV, Karlsruhe (1991), 10.2.-10.27. Germany.