

Extraction of some Metal Ions Residues from Burning Heavy Fuels Used in Electric Power Stations

Dr. Moein Nouaman*
Dr. Faisal Ahmed**

(Received 15 / 5 / 2023. Accepted 2 / 10 / 2023)

□ ABSTRACT □

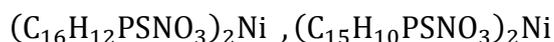
Nickel, vanadium and magnesium ions were extracted from the heavy fuel residues used in electrical power stations and heating furnaces of production units. This extraction was done by organic ester-phosphorous ligands and amputated amines. To separate these ions from the residue, a small laboratory device was designed for separation in two stages: first, base dissolution to dissolve and deposit the vanadium oxide with an ammonized, amputated compound. Second, Sour dissolution of both oxide nickel and oxide vanadium and the extraction of their ions through selective phosphoric compounds, organic soil such as:

1 - $(C_{16}H_{14}PSNO_3)$ O-(quinolin-8-yl) (o-tolyl) thio-hydrogen phosphate.

.)O-(quinolin-8-yl) (o-tolyl) hydrogen phosphate $(C_{16}H_{14}PNO_4)$ 2 -

O-phenyl O-(8-quinolin) thio hydrogen phosphate. 3 - $(C_{15}H_{12}PSNO_3)$

Which formed special complexes with nickel ions that have the following chemical formula:



The following complex was formed with the magnesium ion:



While the iron in its oxide form was separated by a magnet from the mixture and a vanadate precipitate was formed $(C_2H_5ONH_3)^+(VO_3)^-$ Through the reaction of sodium vanadate solution with monoethanolamine sulfuric acid

Keywords: Extract vanadium and nickel, liquid-liquid extraction, Magnesium Extraction

Copyright



:Tishreen University journal-Syria, The authors retain the copyright under a CC BY-NC-SA 04

* Associate Professor - Inorganic Chemistry at Ch. Dep - Faculty of Science – Tishreen University– Lattakia- Syria.

** Ph.D - Department of Chemistry- Faculty of Science -Tishreen University – Lattakia- Syria. faisalahmed@gmail.com

استخلاص بعض الأيونات المعدنية من مخلفات حرق الوقود الثقيل المستخدم في محطات الطاقة الكهربائية

د. معين نعمان*

د. فيصل أحمد**

تاريخ الإيداع 15 / 5 / 2023. قُبِلَ للنشر في 2 / 10 / 2023

□ ملخص □

استُخلصت أيونات النيكل والفاناديوم والمغنزيوم والحديد من مخلفات حرق الوقود الثقيل المستخدم في محطات الطاقة الكهربائية وأفران التسخين للوحدات الإنتاجية الموجودة في مصافي النفط باستخدام مرتببات فوسفورية عضوية استرية وأمينة ميرتة ، وصُمم جهاز مخبري صغير لفصل هذه الأيونات من المخلفات على مرحلتين :

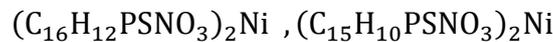
- إذابة قاعدية لإذابة أكسيد الفاناديوم وترسيبه بمركب أميني ميرتن
- إذابة حامضية لإذابة كل من اوكسيدي النيكل والمغنزيوم واستخلاص أيوناتهما باستخدام مركبات فوسفورية عضوية استرية انتقائية مثل :

1 - (C₁₆H₁₄PSNO₃) O-(quinolin-8-yl) (o-tolyl) thio-hydrogen phosphoroate.

2 - (C₁₆H₁₄PNO₄) O-quinolin-8-yl) (o-tolyl) hydrogen phosphate).

3 - (C₁₅H₁₂PSNO₃) O-pHenyl O-(8-quinolin) thio hydrogen pHospHoate.

والتي شكلت مع أيونات النيكل معقدات لها الصيغة الكيميائية التالية:



وتشكل المعقد التالي مع أيون المغنزيوم :



بينما تم فصل الحديد على شكل أوكسيده بواسطة مغناطيس عن المزيج وتشكل راسب الفانادات

$(VO_3)^- (C_2H_5ONH_3)^+$ من خلال تفاعل محلول فانادات الصوديوم مع أحادي ايتانول أمين ميرتن بحمض الكبريت

الكلمات المفتاحية : استخلاص سائل - سائل ، استخلاص النيكل و الفاناديوم ، استخلاص المغنزيوم.

حقوق النشر : مجلة جامعة تشرين- سورية، يحتفظ المؤلفون بحقوق النشر بموجب الترخيص



CC BY-NC-SA 04

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

** دكتوراه - قسم الكيمياء - كلية العلوم - جامعة تشرين - اللاذقية، سورية. faisalahmed@gmail.com

مقدمة:

تعد النفايات الصناعية أحد أهم أشكال التلوث البيئي التي تتركز المهتمين بالصناعة والبيئة ، والتي تسبب مخاطر صحية وبيئية مالم يتم إدارتها بأساليب علمية سليمة تهدف إلى إيجاد وسائل لتحويل هذه النفايات إلى مواد ذات قيمة اقتصادية وتقلل من مخاطرها البيئية ، كما أن الارتفاع المستمر في أسعار المواد الخام والاهتمام بترشيد استخدام المواد الأولية للإنتاج أدى إلى البحث عن استخدامات بيئية واقتصادية للنفايات الصناعية القابلة للتدوير وإعادة الاستخدام ، والتي تعتبر أولويات الإدارة المتكاملة بأنواعها. إن إعادة التدوير أو الاسترداد للعناصر المهمة في هذه النفايات تؤدي إلى خفض أحجام هذه النفايات والاستفادة من مكوناتها الامر الذي سيعود بفائدة بيئية واقتصادية هامة [1].

تنتج محطات الطاقة الكهربائية بقايا صلبة ناتجة عن حرق الوقود الثقيل المستخدم فيها ، وهي مواد معقدة التركيب وغير متجانسة ، يتم التخلص منها باعتبارها مخلفات للإنتاج. ويمكن اعتبارها كمنتجات صناعية ثانوية في حال وجود وسائل تقنية لتحويلها إلى مواد خام ، شريطة أن تكون قيمة المنتجات المسترجعة أكبر من تكلفة إعادة المعالجة، وبالتالي تشكل هذه النفايات مورداً جديداً يضاف للمواد الخام المستخدمة في عمليات الإنتاج [2].

أهمية البحث وأهدافه:**❖ أهداف البحث:**

استرداد عناصر النيكل (II) والمغزيوم (III) والفاناديوم (V) والحديد (III) من المخلفات الصناعية الناتجة عن حرق الفيرول الثقيل المستخدم في محطات توليد الطاقة الكهربائية في مصافي النفط بما تملكه هذه العناصر من قيمة مادية واقتصادية وتخفيف أثارها البيئية الضارة و تلويثها للمياه الجوفية.

❖ أهمية البحث:

- أهمية بيئية واقتصادية
- استخدام طرق جديدة لاستخلاص الأيونات المعدنية المذكورة في هدف البحث باستخدام طرق التعقيد الكيميائي

طرائق البحث ومواده:**1- أدوات البحث :**

جهاز تقطير بسيط ، حوجلات ، مكثفات ، مبخر دوار ، قمع بوخنر ، محرك مغناطيسي ، ميزان حرارة ، سخانة (تحريك + حرارة) ، ماصات سعة ml (1، 2، 5 ، 10)

أنابيب عدد خمسة ومدرجة (30ml) ، بياشر، مبرد عكوس ، قمع ، حامل معدني ، ورق ترشيح ، أرلينات

2- الأجهزة المستخدمة:

- جهاز مطيافية الأشعة تحت الحمراء (FT-IR).
- Jascow -Infrared Spectrophotometer Fourier Transform FT/IR- spectrum - 460 plus
- جهاز درجة الانصهار (Electrothermal Melting Point Apparatus) وهذه الأجهزة موجودة في مخابر قسم الكيمياء-جامعة تشرين و مخابر قسم الكيمياء-جامعة طرطوس.
- سخان مزود بمحرك مغناطيسي (Agimatic P- Selecta 243)

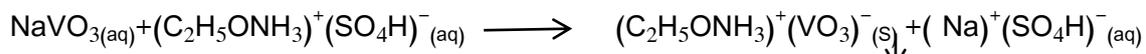
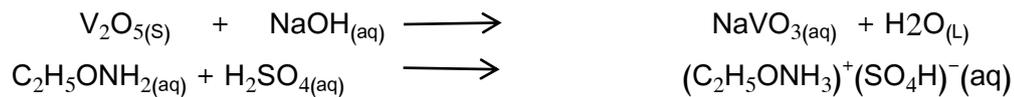
- ميزان حساس نوع (Sartorius BL- 210S)
- مقياس PH (PHMP225 – pH meter)
- جهاز الامتصاص الذري AAS (GBC- SAVANTA VAR3.11A)
- جهاز التحليل الضوئي (السبكتروفوتوميتر) (UV-visible spectrophotometer)
- الجهاز المصنع لفصل النيكل والمغنيزيوم.
- 3- مكان البحث وإجراء القياسات:
- ❖ مخبر مصفاة بانياس المركزي
- ❖ مخبر الكيمياء اللاعضوية – قسم الكيمياء – جامعة طرطوس.
- ❖ مخبر الكيمياء اللاعضوية – قسم الكيمياء – جامعة تشرين
- 4- المواد المستخدمة :

صوديوم (Na) من انتاج شركة Qualikems (نيودلهي-الهند) ، كلوريد النيكل (NiCl₂.6H₂O) وكلوريد المغنيزيوم (MgCl₂.6H₂O) من انتاج شركة merek (المانيا) ، حمض الكبريت (H₂SO₄) من انتاج شركة SCP (انكلترا) ، اوكسيد الفاناديوم V(v) من انتاج شركة BDH (انكلترا) ، تولوين من انتاج شركة Riedel (انكلترا)، أسيتون من انتاج شركة شام لاب للكيمواويات(سوريا)، كحول من انتاج شركة شام لاب للكيمواويات (سوريا)، موليبيدات الامونيوم من انتاج شركة merek (المانيا)، كبريتات الهيدرازين انتاج شركة BDH (انكلترا) .

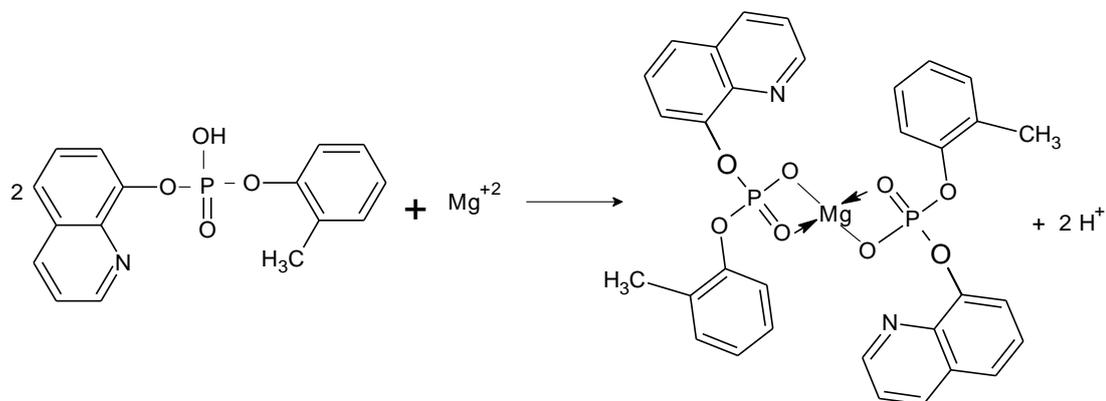
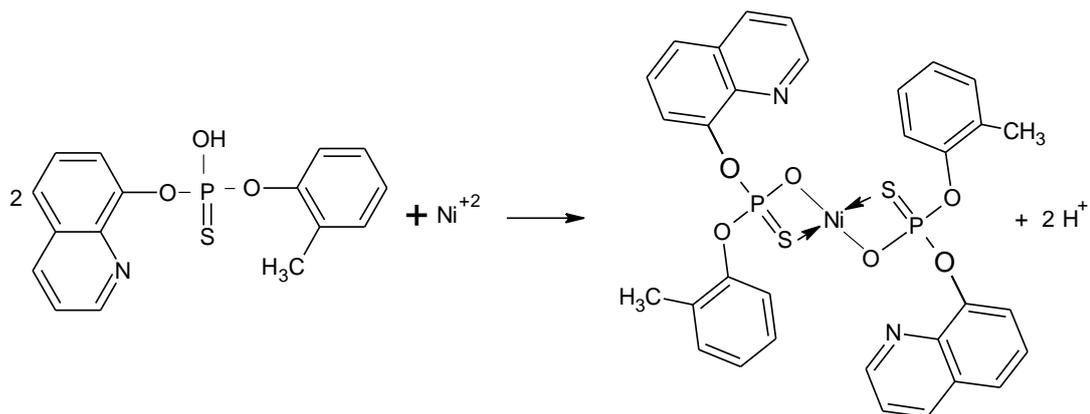
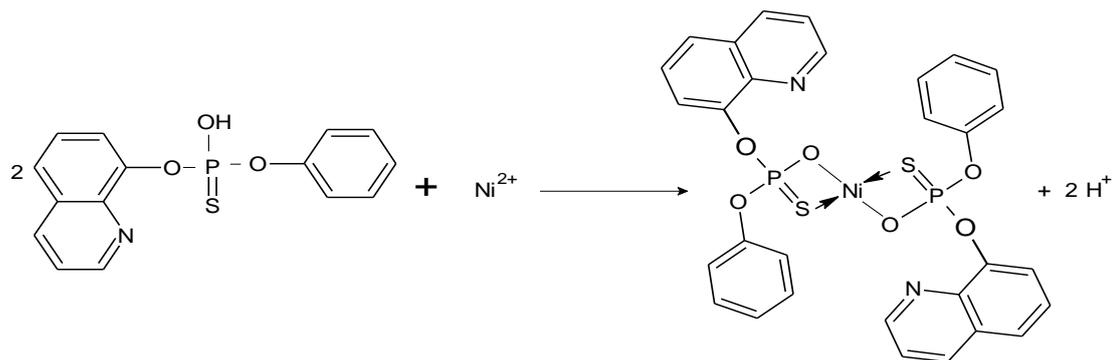
طريقة البحث:

في البداية يتم التخلص من الحديد الثلاثي بواسطة مغناطيس ، حيث يقوم هذا المغناطيس بجذب كامل الحديد الموجود في العينة على شكل أوكسيد الحديد المغناطيسي اليه بعد ذلك تطبق الإذابة على مرحلتين.

1- الإذابة القاعدية: يتم إذابة كمية موزونة من المخلفات التي تحوي على أوكسيد الفاناديوم V₂O₅ بمحلول هيدروكسيد الصوديوم NaOH ثم معاملة الناتج بأحادي ايتانول أمين مبرتن بحمض الكبريت حسب المعادلات التالية [3]:



2- الإذابة الحامضية: : يتم إذابة كمية موزونة من المخلفات التي تحوي على أوكسيدي النيكل NiO و المغنيزيوم MgO بمذيب حامضي(المياه الحامضية الناتجة عن أقسام الكبريت في مصافي النفط) لأوكسيدي النيكل (NiO) وأوكسيد المغنيزيوم (MgO) وتعقيد أيوناتهما بمرتبطات فوسفورية عضوية استرية محضرة ونوعية وموجودة في عمود فصل موضوع ضمن جهاز مخبري مصنوع لهذه المهمة حيث تشكل هذه المرتبطات مع الأيونات المراد استخلاصها معقدات حسب المعادلات التالية:



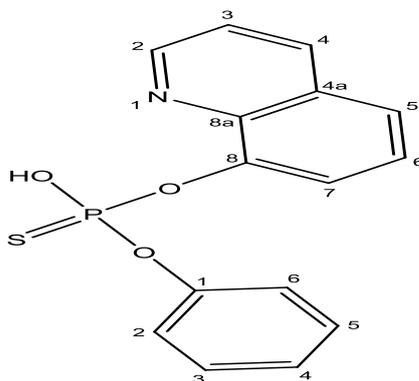
يتعدّد أيون النيكل مع المرتبطتين (HA,HB) من خلال ذرتي (O,S) كون أيون النيكل يقع على الحدود الفاصلة ما بين الحموض القاسية واللينة ضمن تقسيم الحموض نظرية بيرسون للحموض والأسس القاسية واللينة (H.S.A.B) بينما يتعدّد أيون المغنيزيوم وفقاً لنفس النظرية مع المرتبطة (HL) من خلال ذرتي الاكسجين الموجودتان فيها.

ملاحظة: المرتبطتين (HA,HB) التي ستشرح لاحقاً.

المرتبطات المحضرة:

1- المرتبطة: O-(phenyl) O-(8-quinolin) thio hydrogen phosphate

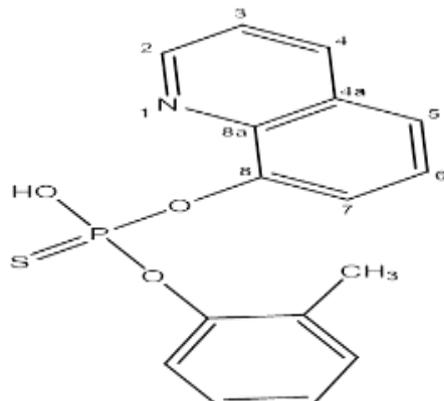
تم تحضير المركب وفقاً للمراجع المشار إليها التي يرمز لها هنا ولاحقاً بالرمز (HA) ذات الصيغة الكيميائية المنشورة التالية [5,4]:



الشكل(1): يبين الصيغة الكيميائية المنشورة للمرتبطة (HA)

2- المرتبطة : O-(quinolin-8-yl) (o-tolyl) thio-hydrogen phosphate

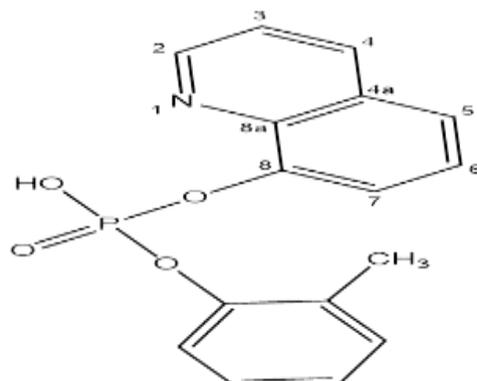
تم تحضير المركب وفقاً للمرجع المشار إليه التي يرمز لها هنا ولاحقاً بالرمز (HB) ذات الصيغة الكيميائية المنشورة التالية [6].



الشكل(2): يبين الصيغة الكيميائية المنشورة للمرتبطة (HB)

3- المرتبطة: (O-quinolin-8-yl) (o-tolyl) hydrogen phosphate

تم تحضير المركب وفقاً للمرجع المشار إليه التي يرمز لها هنا ولاحقاً بالرمز (HL) ذات الصيغة الكيميائية المنشورة التالية [7]:

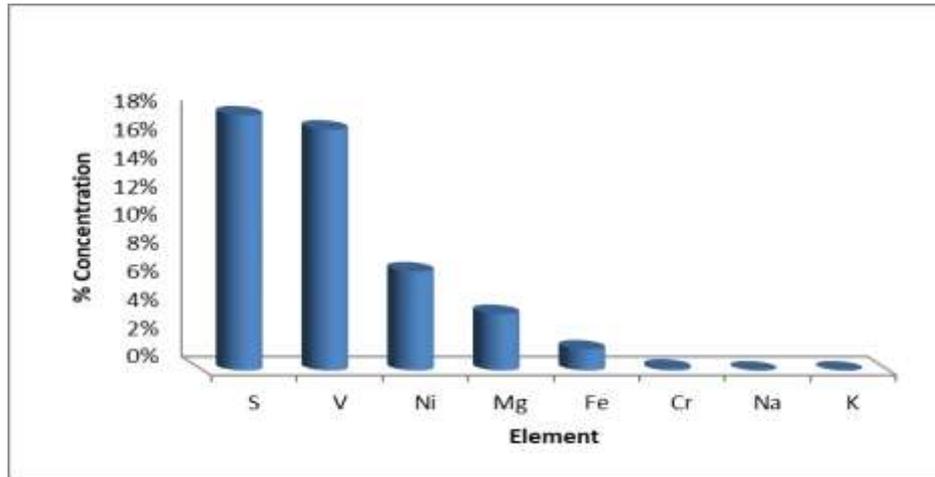


الشكل(3): يبين الصيغة الكيميائية المنشورة للمرتبطة (HL)

المواصفات الفنية للمخلفات والمياه الحامضية المستخدمة في عملية الإذابة (بيئة البحث):

1- المواصفات الفنية لمخلفات حرق الوقود الثقيل [8]:

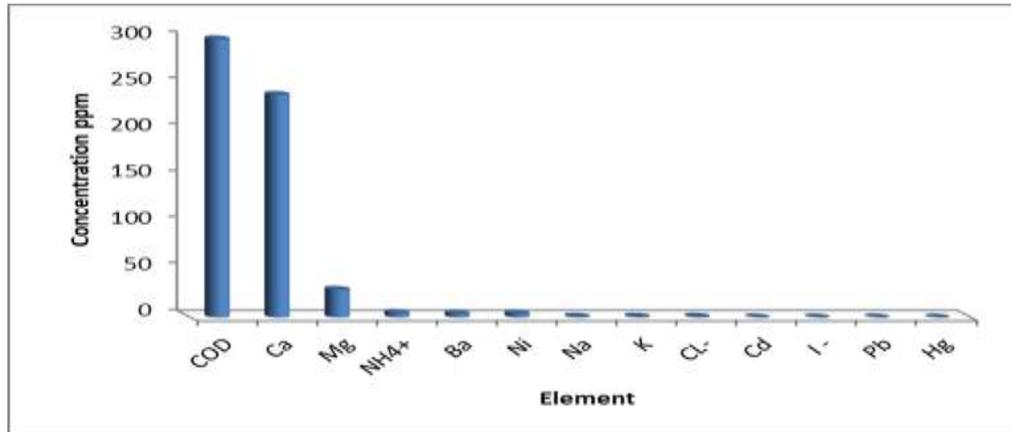
أخذت عينات من افران ومراجل في محطة الكهرباء في مصفاة بانياس ، في الوحدات الإنتاجية والمراجل في محطات الكهرباء الموجودة في مصافي النفط يوجد النيكل والمغنزيوم والفاناديوم والحديد على شكل أكاسيد النيكل (NiO) وأكسيد (MgO) وأكسيد الفاناديوم (V_2O_5) وأكسيد الحديد Fe_2O_3 كما هو موضح في الشكل (4)



الشكل(4): يبين المواصفات الفنية لمخلفات حرق الوقود الثقيل في مصفاة بانياس

2- المواصفات الفنية للمياه الحامضية الناتجة في مصفاة بانياس والمستخدم في الإذابة [8]:

تعالج وحدة المياه الحامضية المياه الملوثة بكبريت الهروجين والامونيا القادمة من الوحدات الانتاجية في المصفاة، كما هو موضح في الشكل (5).



الشكل(5): يبين المواصفات الفنية للمياه الحامضية الناتجة في مصفاة بانياس

الجهاز المستخدم لفصل أيونات النيكل (II) والمغنزيوم (II):

صُمم جهاز مخبري كما هو موضح في الشكل (6) لفصل أيونات النيكل والمغنزيوم في مرحلتين و بمرود جيد . يتكون هذا الجهاز من:

- 1- حوض الإذابة : سعة (20) لتر مجهز بخلاط وسخان كهربائي (وشبعة تسخين) ولوحة الكترونية للتحكم بدرجة الحرارة والزمن.
- 2- مضخة صغيرة : لسحب المحلول المشبع بالأيونات الموجودة في المخلفات وضخها إلى عمودي الفصل .
- 3- فلتر : يقوم بفلتر المحلول القادم من حوض الإذابة من المعلقات كي لا تؤثر هذه المعلقات على عمود الفصل حيث يمكن أن يؤثر على المرتبطات داخله
- 4- عمودان فصل: العمود الأول طوله 75cm وقطره 5cm يحوي خمس استرحات تحتوي كل استراحة على المرتبطة (HB) $C_{16}H_{14}PSNO_3$ وبسماكة قدرها 1mm وفي أعلاه قمع من أجل تعبئة المحلول وضغطه بشكل متجانس أما العمود الثاني نفس الأول ولكن يحوي على المرتبطة $C_{16}H_{14}PNO_4(HL)$.



الشكل(6): يبين جهاز لفصل النيكل والمغنيزيوم

القسم العملي:

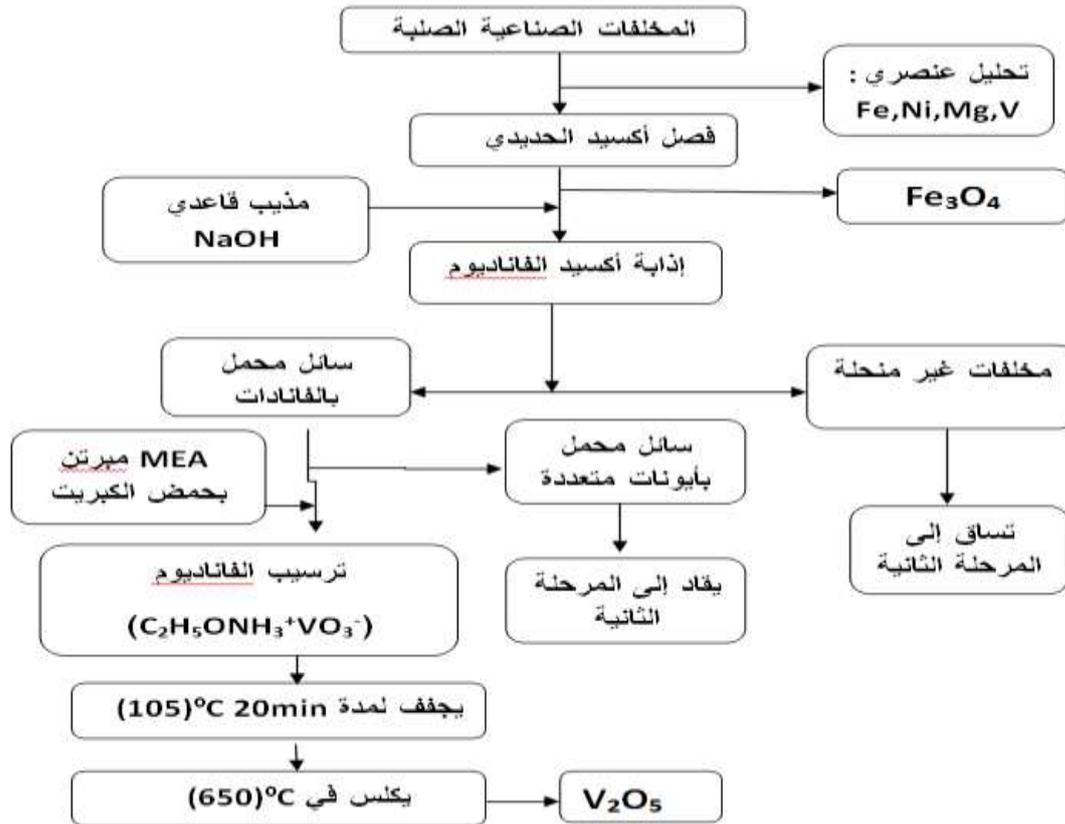
❖ المرحلة الأولى: الإذابة القاعدية (إذابة المخلفات بمحلول هيدروكسيد الصوديوم)

يتم في هذه المرحلة فصل الحديد وإذابة أكسيد الفاناديوم من المخلفات: يُزال الحديد عن طريق مغناطيس (بشكله المغناطيسي)، أما الفاناديوم فيُرسب عن طريق إضافة NaOH إلى المخلفات و تحويل أكسيد الفاناديوم الموجود فيها إلى طور مائي يحوي الفانادات ثم يُعامل الطور المائي بطور عضوي مكون من كبروسين+ أحادي ايتانول أمين مبرتن بحمض الكبريت $(C_2H_5ONH_3^+SO_4H^-)$ لتُرسب الفانادات على شكل راسب أصفر باهت $(C_2H_5ONH_3^+VO_3^-)$ ، يُجفف الراسب في الدرجة $(105^\circ C)$ ، ويُكلس في الدرجة $(650^\circ C)$ لإنتاج (V_2O_5) [9].

طُبقت هذه المرحلة على الجهاز المصمم كمايلي:

أُخذت كمية مقدارها (2000g) من المخلفات طحنت وغرلت بشكل جيد ثم قُرب من هذه الكمية مغناطيس للتخلص من أكسيد الحديد المغناطيسي حيث تم التخلص منه بنسبة (99%) بعد ذلك وُضعت الكمية في حوض الإذابة سعة (20) لتر، وأضيف إليها حوالي (10) ليتر من ماءات الصوديوم (2M) ، وسُخن الحوض ومحتوياته حتى الدرجة $(90^\circ C)$ لمدة (30) دقيقة بعدد دورات (800) دورة/دقيقة، أُخذت عينة من الحوض بُردت ورُشحت، وقيست نسبة الفاناديوم في الرشاحة كانت حوالي (16.32%) أي إن مردود الإذابة بفعل ماءات الصوديوم حوالي (96%)، بعد ذلك

سُحب الطور المائي (فانادات الصوديوم) بالمضخة من حوض الإذابة إلى حوض ثانٍ عُولج هذا الطور بمحلول أحادي إيتانول أمين ميرتن بحمض الكبريت، فكانت نسبة الفاناديوم المترسبة فكانت 92%. حسب المخطط التكنولوجي الموضح في الشكل (7) [10]:

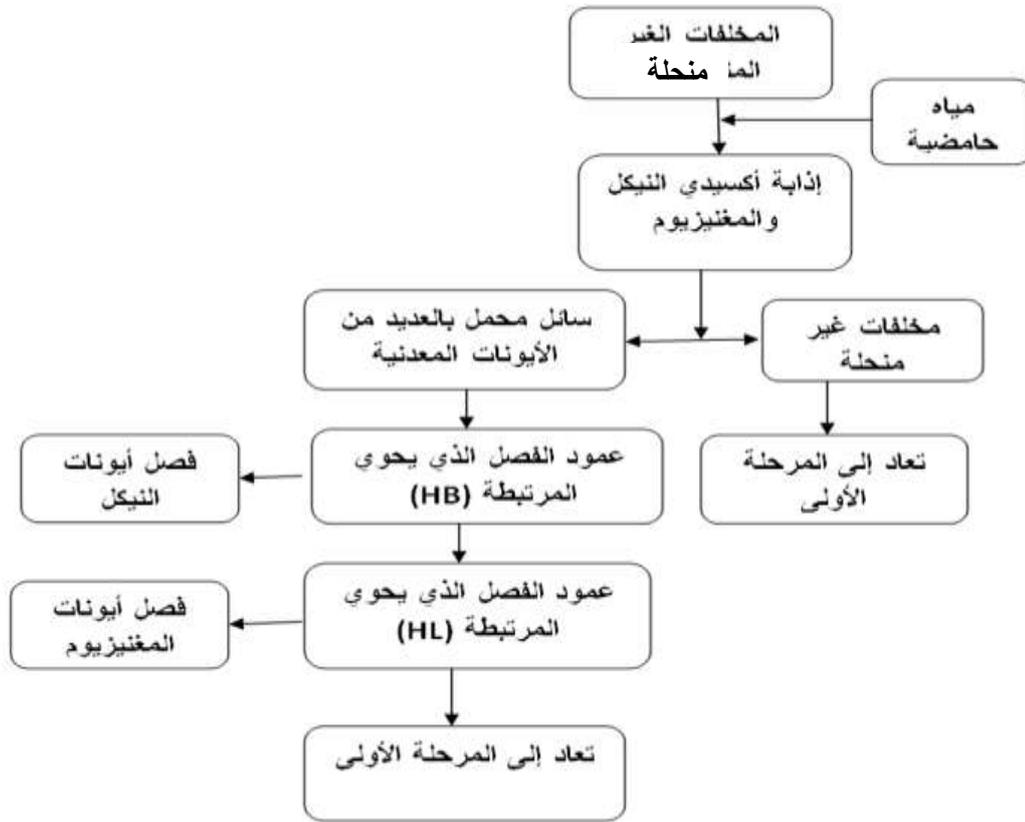


الشكل(7): يبين المخطط الصندوقي لآلية فصل الفاناديوم دون الأيونات الأخرى

❖ المرحلة الثانية: الإذابة الحامضية (إذابة المخلفات بالمياه الحامضية)

يتم في هذه المرحلة إذابة أكسيدي المغنيزيوم و النيكل من المخلفات: بعد أن تم فصل أيونات الفاناديوم يضاف إلى المخلفات غير المنحلة في المرحلة الأولى في حوض الإذابة حوالي (10) ليتر من المياه الحامضية الناتجة عن وحدة الأمين والمياه الحامضية في قسم الكبريت في مصفاة بانياس ، سُخن الحوض ومحتوياته حتى الدرجة (100°C) لمدة خمس ساعات، أخذت عينة من المحلول الموجود في الحوض ثم بردت ورشحت ، كانت نسبة النيكل في الرشاحة على شكل كبريتات النيكل حوالي (5.95%) أي إن نسبة الإذابة بفعل المياه الحامضية حوالي (85%) أما نسبة المغنيزيوم فكانت (2.32%) أي أن مردود الإذابة بفعل المياه الحامضية حوالي (58%) ، ويتم فصل أيونات النيكل والمغنيزيوم بعد إذابة الأكاسيد الموجودة في المخلفات ومن ثم سحب الطور المائي المشبع بالأيونات المعدنية بفعل المضخة إلى الفلتر الذي يقوم بتصفيته وفلترته، ثم يساق المحلول أو السائل المحمل إلى عمود الفصل الأول والذي يحوي على مرتبطة انتقائية (HB)(C₁₆H₁₄PSNO₃) لفصل أيونات النيكل حيث بلغت نسبة استخلاص النيكل 84% ثم إلى العمود الثاني والذي يحوي مرتبطة انتقائية (HL)(C₁₆H₁₄PNO₄) لفصل أيونات المغنيزيوم حيث بلغت نسبة

استخلاص المغنيزيوم 55% ، وتنشط الأعمدة السابقة بتيار حمضي عكسي بتركيز (4M) وبذلك نحصل على محلول الأيونات الموافق للحمض المنشط حسب المخطط الصندوقي الموضح في الشكل (8) [11]:



الشكل(8): يبين المخطط الصندوقي لألية فصل أيونات النيكل والمغنيزيوم

النتائج والمناقشة:

تبين من خلال العمل التجريبي ان نسب الفصل لأيونات النيكل باستخدام المرتبطات المحضرة (HB,HA) هي (84%,75%) ونسبة الفصل لأيونات المغنيزيوم باستخدام المرتبطة (HL) هي (55%) على الترتيب وهذه النسب تعتبر منخفضة مقارنة مع نسب فصلها مخبرياً مع نفس المرتبطات وذلك لوجود بعض المعوقات مثل حجم الأيونات الموجبة والسالبة الموجودة في المياه الحامضية المستخدمة في عملية الإذابة وزمن مرور السائل خلال أعمدة الفصل حيث درست هذه المعوقات كما يلي:

1- دراسة تأثير حجم الأيونات الموجبة والسالبة على استخلاص النيكل (II) والمغنيزيوم (II):

تبين من دراسة العلاقة بين نصف قطر (I.D) الأيونات الموجبة والسالبة ومعامل التوزع (D) لهذه الأيونات باستخدام المرتبطتين (HL,HB) لأن سلوكها هو نفس سلوك المرتبطة (HB) ولكن بنسبة استخلاص أقل لذلك اكتفينا بدراسة المرتبطة (HB).

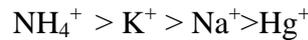
• الأيونات الموجبة:

دُرس تأثير حجم الأيونات الموجبة على قيم D ووجد أن الشكل المتوقع للاستخلاص يمكن كتابته بالمعادلة التالية:

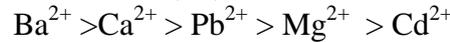


حيث M^{m+} تمثل الأيونات الموجبة الأحادية والثنائية . إن أيون النيكل (II) ذا الكهرجائية المتوسطة ووقوعه على الحد الفاصل بين الحموض القاسية واللينية وأيون المغنيزيوم (II) أيضاً ذا الكهرجائية الكبيرة لكن يعد من الحموض القاسية، فإن الصفة الأيونية هي الغالبة على الارتباط. كما أن هذه الكاتيونات تميل للارتباط مع المرتبطات المحتوية على ذرات أوكسجين وكبريت كذرات مانحة وفق بيرسون للحموض والأسس القاسية واللينية.

كما إن المركبات الفوسفورية الإسترية العضوية هي كواشف مخيلية متعددة الأسنان تُستخدم لاستخلاص أيونات المعادن، وتعد المسافة $HO.....O$ ، $HO.....S$ هي المسؤولة عن الانتقاء، وقد تبين من خلال الدراسة المرجعية أن أكثر البنى استقراراً عندما يكون البعد بين هذه الذرات قريب من قطر ذرة الأيون، وقد بين الشكل (9) أن نسبة الاستخلاص لأيونات الموجبة الأحادية تتم وفق الترتيب التالي:



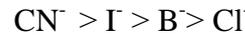
والسبب في ذلك يعود إلى أن كفاءة الاستخلاص تزداد بزيادة الحجم الأيوني للعنصر أو المعدن. أما زيادة نسبة الاستخلاص لأيونات الموجبة الثنائية كما هو مبين بالشكل (10) تكون وفق الترتيب التالي:



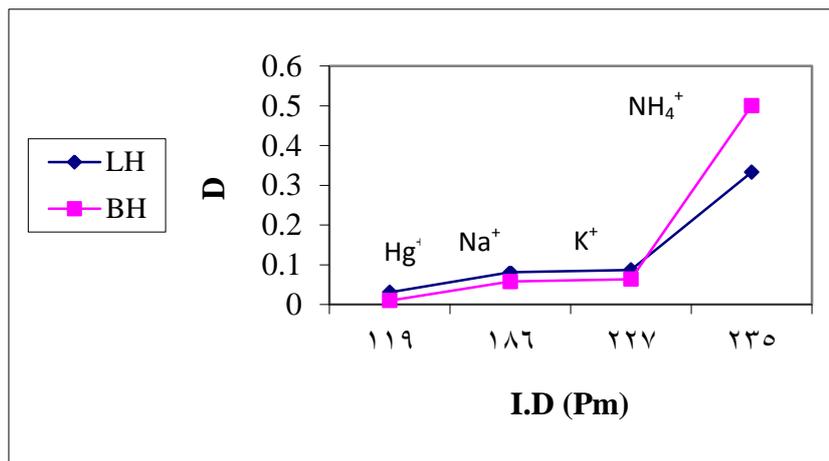
إلا أنه وبشكل عام وعند مقارنة قيم معاملات التوزع لاستخلاص النيكل والمغنيزيوم بوجود هذه الأيونات مع قيم معامل التوزع عند عدم وجودها لوحظ في الشكل أنها تسبب انخفاضاً طفيفاً في نسبة الاستخلاص ويعتقد أن السبب هنا يعود إلى الاستخلاص التنافسي الذي يحدث بين أيون $[Ba^{2+}]$ وكلاً من أيوني النيكل والمغنيزيوم الموجودين بالمحلول في الطور المائي.

• الأيونات السالبة:

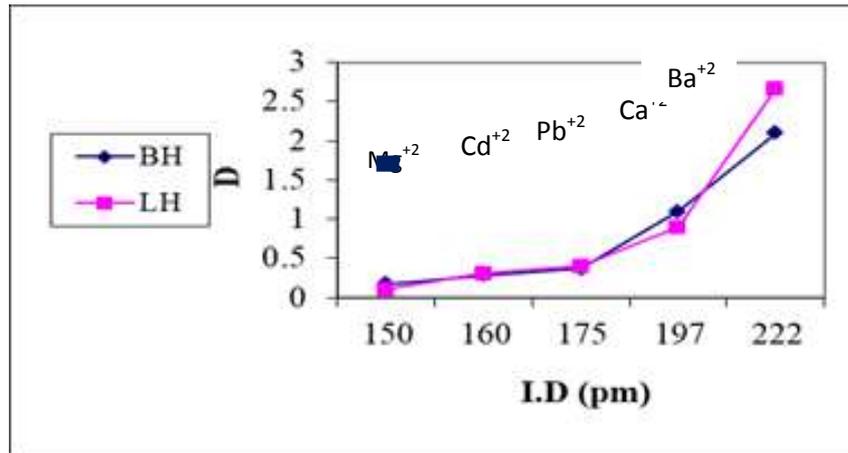
تكون نسب الاستخلاص لأيونات السالبة كما هو مبين بالشكل (11) وفق الترتيب التالي:



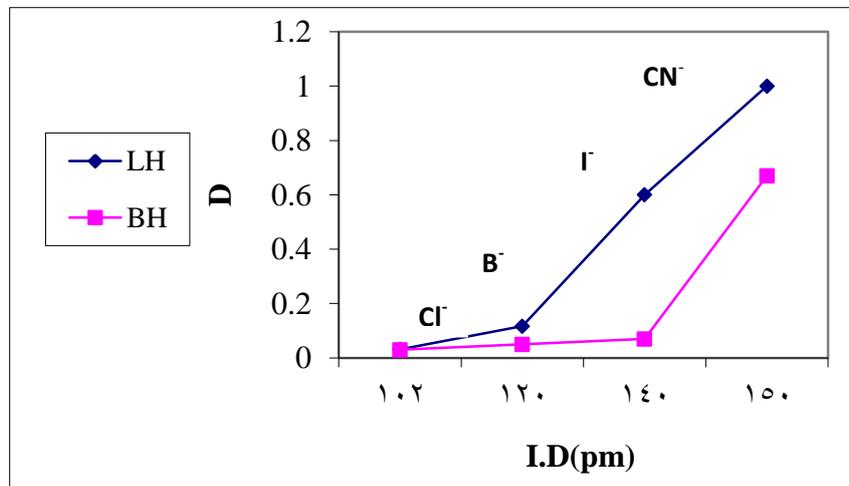
لوحظ انخفاض نسبة الاستخلاص بشكل عام عما هو عليه في حال عدم وجود هذه الأيونات وتحت نفس الشروط والسبب يعود إلى تكون معقدات جديدة للاستخلاص تنافس الأيون المراد استخلاصه مثال $[NiCl_4^{-2}]$ ، $[MgCl^{-2}]$.



الشكل(9): يبين تأثير حجم الأيونات الموجبة الاحادية على معامل استخلاصها



الشكل (10): يبين تأثير حجم الأيونات الموجبة الثنائية على معامل استخلاصها



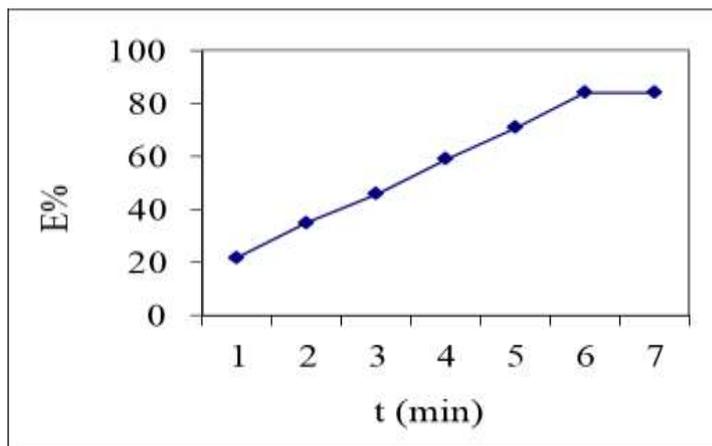
الشكل(11): يبين تأثير حجم الأيونات السالبة على معامل استخلاصها

يستنتج من ذلك الدراسة أن أكثر الأيونات الموجودة في المياه الحامضية لها تأثير سلبي على عملية استخلاص أيونات النيكل والمغنسيوم هي الأيونات التالية: NH_4^+ ، Ba^{2+} ، CN^- .

2- دراسة تأثير زمن مرور الطور السائل في عمودي الفصل على نسبة استخلاص كل من أيونات النيكل والمغنسيوم.

• عمود الفصل الأول C₁

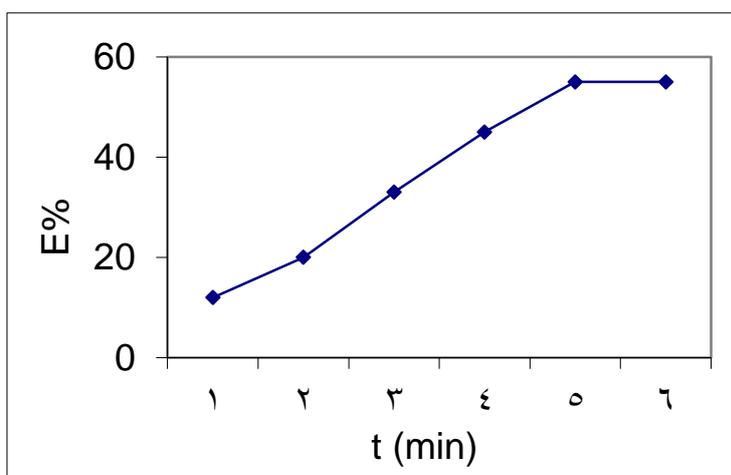
لدراسة تأثير زمن مرور الطور السائل في عمود الفصل C₁ على نسبة استخلاص أيون النيكل، تم تطبيق عدة أزمنة مرور (1-7) min باستخدام مضخة يمكن التحكم بضغطها وبالتالي بزمن المرور في عمود الفصل C₁ الحاوي على المرتبطة (HB) ضمن طبقات، يوضح الشكل(12) أن العلاقة بين زمن المرور ونسبة الاستخلاص طردية إلى أن تصل إلى عتبة الاستخلاص الحدية التي مهما زدنا بعدها زمن المرور لا تزيد نسبة الاستخلاص، وبالتالي تم اعتبار أن الزمن اللازم لأكثر نسبة استخلاص عند (6min).



الشكل (12): يبين تأثير زمن المرور في نسبة استخلاص النيكل (II)

• عمود الفصل الثاني C₂

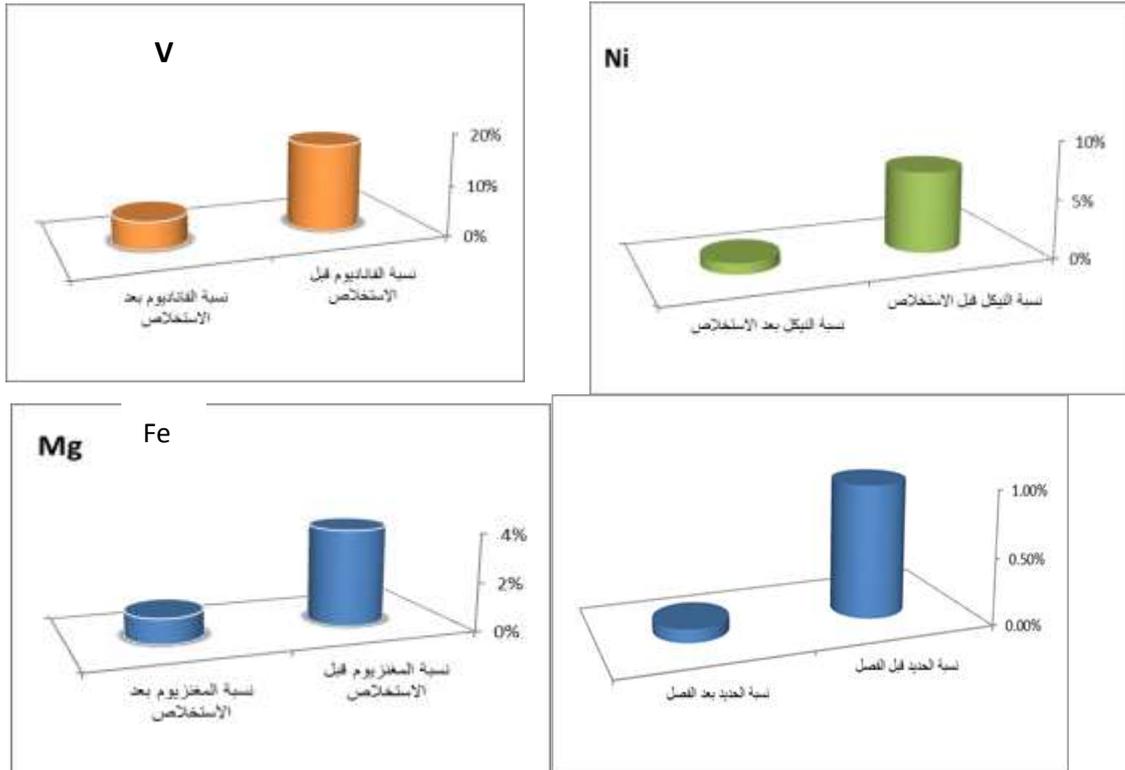
لدراسة تأثير زمن مرور الطور السائل في عمود الفصل C₂ نسبة استخلاص أيون المغنيزيوم تم تطبيق عدة أزمنة min (1-6) باستخدام مضخة يمكن التحكم بضغطها وبالتالي بزمن مروره في عمود الفصل C₂ والحاوي على المرتبطة (HL) يوضح الشكل (13) أن العلاقة بين زمن المرور ونسبة الاستخلاص علاقة طردية تزداد فيه نسبة الاستخلاص بازدياد الزمن إلى أن تصل إلى عتبة الاستخلاص الحدية التي مهما زدنا بعدها زمن المرور لا تزيد نسبة الاستخلاص، وبالتالي اعتبار أن الزمن اللازم لأكبر نسبة استخلاص عند (5min).



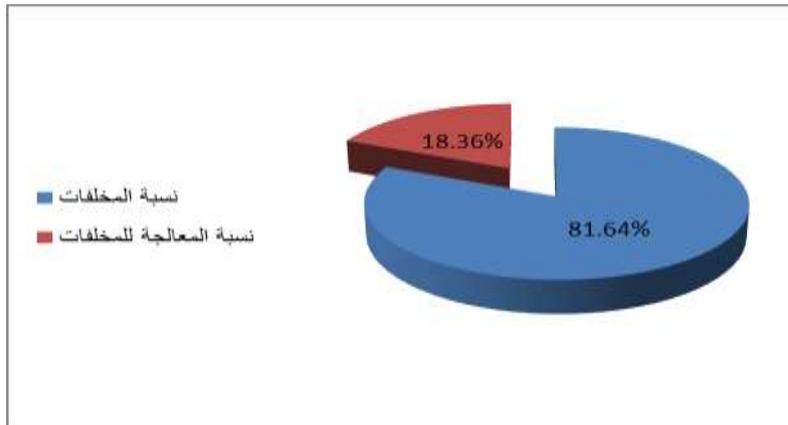
الشكل (13): يبين تأثير الزمن في نسبة استخلاص أيون المغنيزيوم (II)

دراسة الجدوى البيئية:

يوضح المخطط (14) أن المعالجة الكيميائية لبقايا حرق الوقود الثقيل قد خفضت تراكيز بعض المعادن الثقيلة الموجودة فيها بنسب (84%، 92%، 55%، 99%) لكل من (Fe, Mg, V, Ni) على الترتيب أي ما مجموعه حوالي 18.36% من نسبة المخلفات بشكل عام ومما يخفف من تأثيرها البيئي والصحي كما هو موضح بالمخطط (15).



الشكل (14): مخططات تبين النسبة المتبقية من المخلفات الصلبة للأيونات المستخلصة



الشكل (15): مخطط يبين نسبة المعالجة الكيميائية للمخلفات

الاستنتاجات والتوصيات:

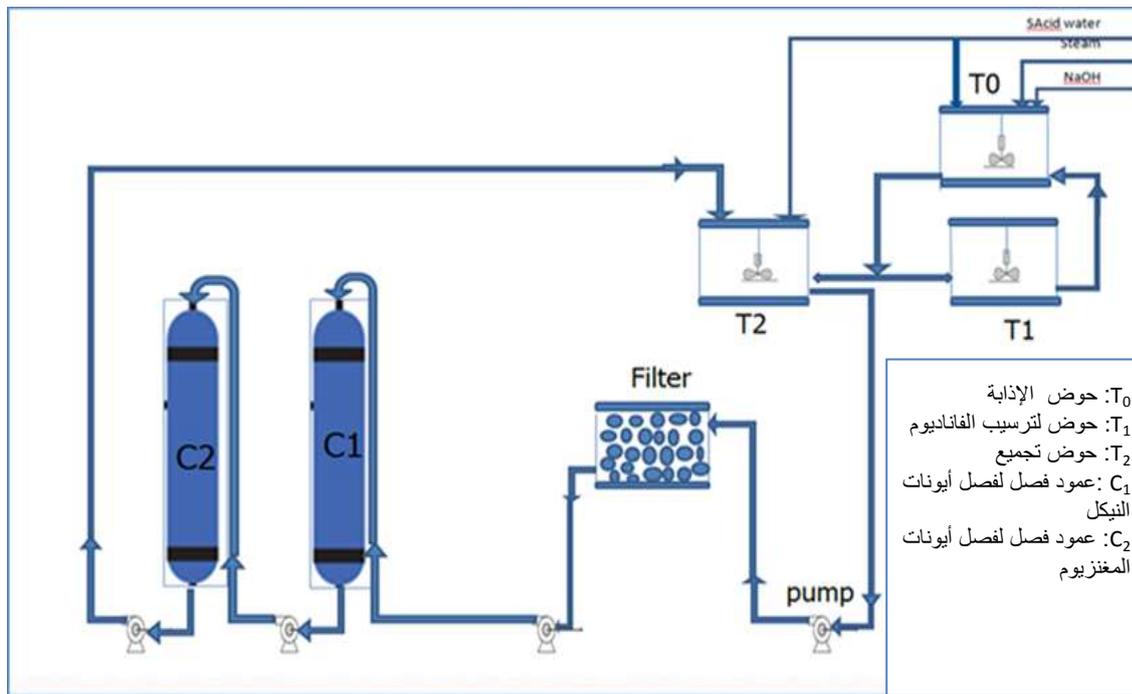
الاستنتاجات

- حضرت ثلاث مرتبطات فوسفورية عضوية استرية جديدة هي (HL, HB, HA).
- تُظهر النتائج المشار إليها سابقاً إمكانية استخدام المرتبطات المحضرة في فصل وتجميع الأيونات المدروسة.
- المرتبطات المحضرة تحتوي على ذرات أزوت وأوكسجين وكبريت مانحة للإلكترونات تساعد في تشكيل معقدات مع أيونات المغنيزيوم (II) والنيكل (II) والفاناديوم (V)
- إدخال زمرة المثيل إلى جسم المرتبطتين (HB, HL) يقلل من زمن الاستخلاص ويعود ذلك إلى أن زمرة المثيل تزيد من انحلالية المرتبطة في المذيب.

- تبين أن NaOH هيدروكسيد الصوديوم هو الأنسب في إذابة أكسيد الفاناديوم V_2O_5 وتحويله إلى محلول ميتا فانادات الصوديوم ، ثم رُسب الفاناديوم بأحادي إيتانول امين ميرتن بحمض الكبريت حيث كانت نسبة الترسيب %92.
- استخدمت المياه الحامضية الناتجة في مصفاة بانياس في إذابة أكسيدي النيكل والمغنزيوم (MgO,NiO) مما وفرت كلفة مادية واقتصادية كبيرة.
- استُخلصت أيونات النيكل باستخدام المرتبطتان (HB,HA) وكانت نسبة الاستخلاص جيدة %84 بينما استخلصت ايونات المغنزيوم باستخدام المرتبطة (HL) وكانت نسبة الاستخلاص أيضا جيدة %55.
- إن الأيونات (CN^- ، Ba^{+2} ، NH^{4+}) لها تأثير سلبي على عملية استخلاص أيونات النيكل والمغنزيوم.
- تم استرداد مانسبته %18.36 من المخلفات الصناعية بعد معالجتها كيميائياً.

التوصيات

- العمل على إيجاد طرق جديدة وغير مكلفة للتخلص من الكبريت وغيره من العناصر الأخرى.
- بناء وحدة تكنولوجية متكاملة بناءً على المخطط الصندوقي المقترح التالي:



References:

- [1] WEN, J; NING, H. *Modeling of liquid–liquid extraction of vanadium with primary amine N1923 in H_2SO_4* 177, medium Volume May 2018, Pages 57-65.
- [2] LUIS, P ; ALEX,S. *Optimization of nanofiltration for treatment of acid mine drainage and copper recovery by solvent extraction.* *Hydrometallurgy*, 2020, 195: 105361.
- [3] JING , X ;Cao, H. *Rapid selective extraction of V(V) from leaching solution using annular centrifugal contactors and stripping for NH_4VO_3 technology.* Volume 187, 31 2017, Pages407-414.
- [4] VER,A. *Deutscher verlag für Grundstoffindustrie.* Leipzig.1976VLN(152-915)29/76.

- [5] VER, A. *Deutscher verlag für Grundstoffindustrie*. Leipzig .1985 VLN(152-915)33/85.
- [6] Nouaman, M; Ahmed, F. *Synthesis of $C_{16}H_{14}PSNO_3$ and determination of some of its physical properties and extraction capacity of vanadium ions (V) and nickel (II) from their aqueous media*. Tishreen University, Lattakia, Syria (2019)6-8.
- [7] Nouaman, M ; Ahmed, F. *Synthesis of quinolin-8-yl tolyl hydrogen phosphate and determination of its extracton capacity of magnesium ions (II), vanadium (V) and nickel (II) from its aqueous media*. Tartus University – Lattakia-Syria (2020)6-8.
- [8] Baniyas Refinery Laboratory Annual Report, 2019.
- [9]- Azerbaijan chemical journal .*the study of the conditions for the recovery of vanadium, gallium and nickel from the ash residue at burning of fuel oil by sinter and leaching methods*. Azerbaijan, 1(2020)46-52.
- [10] Chen, R; Feng, C. *Stepwise separation and recovery of molybdenum, vanadium, and nickel from spent hydrogenation catalyst*. Elsevier, China, 2022, volum 213.
- [11] TENG, Q; YANG, Z; WANG, H. *Recovery of vanadium and nickel from spent-residue oil hydrotreating catalyst by direct acid leaching solvent extraction* Nonferrous Met, Soc, China 33(2023)325–336.