وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

جامعة ديالى

كلية العلوم

قسم الكيمياء

دراسة مقارنة في كفاءة استرداد Ni^{+2} و Cd^{+2} من بطاريات نيكل–كادميوم باستخدام طرائق كيميائية مختلفة وتحديد الظروف المثلى

رسالة مقدمة الى

مجلس كلية العلوم–جامعة ديالى

وهي جزء من متطلبات الحصول على درجة

الماجستير في علوم الكيمياء

من قبل

محمد جبار محمد السعدي

بكالوريوس علوم في الكيمياء/ جامعة ديالى 2014

بإشراف

م.د. اريج علي جار الله

أ.م.د.احمد مهدي سعيد

1438ه

2017 م

بسم الله الرحمن الرحيم

((ظهر الفساد في البر والبحر بما كسبت
أيدي الناس ليذيقهم بعض الذي عملوا
لعلهم يرجعون))

صدق الله العظيم

سورة الروم

الآية (41)

أقرار المشرفين

نقّر بأنّ إعداد الرسالة الموسومة (دراسة مقارنة في كفاءة استرداد Ni^{+2} و Cd^{+2} من بطاريات نيكل-كادميوم باستخدام طرائق كيميائية مختلفة وتحديد الظروف المثلى) المقدمة من قبل الطالبة محمد جبار محمد قد جرت تحت إشرافنا في كلية العلوم - جامعة ديالى وهي جزء من متطلبات نيل شهادة الماجستير في علوم الكيمياء.

المشرف الاول

التوقيع:

الاسم: د. أريج علي جار الله

المرتبة العلمية: مدرس

التاريخ / / 2017

المشرف الثاني

التوقيع:

الاسم: د. احمد مهدي سعيد

المرتبة: أستاذ مساعد

التاريخ / / 2017

أقرار رئيس قسم علوم الكيمياء

بناء على التوصيات المتوافرة أرشح هذه الرسالة للمناقشة

التوقيع:

الاسم. د. وسن باقر علي

المرتبة العلمية: مدرس

التاريخ: / /2017

اقرار المقوم اللغوي

أشهد بان هذه الرسالة الموسومة (دراسة مقارنة في كفاءة استرداد Ni^{+2} وCd^{+2} من بطاريات نيكل-كادميوم باستخدام طرائق كيميائية مختلفة وتحديد الظروف المثلى) للطالب محمد جبار محمد قد تمت مراجعتها من الناحية اللغوية والتعبيرية، وبذلك أصبحت الرسالة مؤهلة للمناقشة قدر تعلق الامر بسلامة الاسلوب وصحة التعبير.

التوقيع:

الاسم: د. اسراء ابراهيم محمد

المرتبة العلمية: مدرس

التاريخ : / /2016

اقرار المقوم العلمي

أشهد أني راجعت الرسالة الموسومة (دراسة مقارنة في كفاءة استرداد Ni^{+2} و Cd^{+2} من بطاريات نيكل-كادميوم باستخدام طرائق كيميائية مختلفة وتحديد الظروف المثلى) من الناحية العلمية، وبذلك أصبحت الرسالة مؤهلة للمناقشة قدر تعلق الامر بسلامة المادة العلمية.

التوقيع :

الاسم: د. عبد السلام عبد الكريم

المرتبة العلمية : استاذ مساعد

التاريخ: / /2016

أقرار لجنة المناقشة

نحن أعضاء لجنة المناقشة،نشهد بأننا اطلعنا على هذه الرسالة الموسومة (دراسة مقارنة في كفاءة استرداد Ni^{+2} و Cd^{+2} من بطاريات نيكل-كادميوم باستخدام طرائق كيميائية مختلفة وتحديد الظروف المثلى) وقد ناقشنا الطالب محمد جبار محمد في محتوياتها وفيما لها علاقة بها، ونعتقد بأنها جديرة بالقبول لنيل درجة ماجستير في علوم الكيمياء .

رئيس اللجنة

التوقيع:

الاسم: د. ساجد محمود لطيف

المرتبة العلمية: أستاذ

التاريخ: / / 2017

عضو اللجنة

التوقيع:

الاسم: د. احمد حسين اسماعيل حمادي

المرتبة العلمية: استاذ مساعد

التاريخ: / /2017

عضو اللجنة

التوقيع :

الاسم: د. صلاح الدين جاسم

المرتبة العلمية: أستاذ مساعد

التاريخ : / /2017

عضو اللجنة(المشرف)

التوقيع:

الاسم: د. اريج علي جار الله

المرتبة العلمية: مدرس

التاريخ: / /2017

عضو اللجنة(المشرف)

التوقيع :

الاسم : د. احمد مهدي سعيد

المرتبة العلمية : أستاذ مساعد

التاريخ: / /2017

مصادقة عمادة الكلية

التوقيع:

الاسم: د. تحسين حسين مبارك

المرتبة العلمية: استاذ مساعد

التاريخ: / / 2017

الاهداء

الى من ارسله الله رحمة للعالمين سيدي ونور قلبي

محمد صلى الله عليه واله وسلم

إلى من كلله الله بالمهيبة والوقار

إلى من علمني العطاء بدون انتظار

والدي العزيز

إلى ملاكي في الحياة الى عطر الخلود واجمل شيء في الوجود

أمي الغالية

إلى القلوب التي احبتنا في الله واحببناها في الله

أحبتي وأصدقائي

ألى أرواح شهداء العراق الابطال

الى كل اللذين رددوا لي دعوات التوفيق والنجاح

إلى كل من ساعدني

إلى هؤلاء اقدم جهدي المتواضع

محمد

شكر وتقدير

الحمد لله رب العالمين حمدا طيبا مباركا كما امر والصلاة والسلام على نبينا محمد سيد البشر وعلى اله واصحابه الميامين الغرر . يطيب لي وانا انهي كتابة رسالتي ان اقدم جزيل شكري وتقديري لأستاذي الفاضلين الاستاذ المساعد الدكتور احمد مهدي سعيد والدكتورة اريج علي جار الله لجهدهما المتواصل و توجيهاتهما العلمية السديدة في اعداد هذه الرسالة والاشراف المتواصل على سير العمل والاقتراحات الثمينة والبناءة والملاحظات الدقيقة والقيمة التي اضاءت الطريق امام رسالتي هذه حيث ذللت لي صعوبة البحث التي واجهتني والمعوقات التي اعترضتني فجزاهما الله خير الجزاء .

كما اتقدم بالشكر الجزيل الى عمادة كلية العلوم ورئاسة قسم الكيمياء وجميع أعضاء الهيئة التدريسية لدعمهم المتواصل طيلة فترة الدراسة .

واقدم شكري وامتناني الى اهلي لدعمهم المادي والمعنوي المتواصل لإتمام الرسالة وزملائي الاعزاء والى جميع طلبة الدراسات العليا لمواقفهم الطيبة . ختاما تحية امتنان واعتزاز الى كل من مد يد العون وتفضل قلبي عن ذكر أسمائهم وأرجو أن يتقبلوا شكري وتقديري وارجو من الله ان يوفقني على رد جميلهم والحمد لله رب العالمين.

محمد

الخلاصة

يتضمن البحث عملية استرداد الكادميوم والنيكل من البطاريات القاعدية المستهلكة باستخدام نوعين من المحاليل الحامضية المختلفة. النوع الأول هو حامض النتريك والذي تم استخدامه لعملية استرداد الكادميوم، أما النوع الثاني فهو حامض الكبريتيك والذي تم استخدامه لاسترداد النيكل. لقد تم دراسة عدد من العوامل التي تؤثر على عملية الاسترداد مثل تركيز الحامض، الحجم، الزمن، الوزن و درجة الحرارة. كذلك تم دراسة العوامل التي تؤثر على عملية ترسيب العناصر من محلول الاسترداد مثل الدالة الحمضية، زمن الترسيب، التركيز و درجة الحرارة. حيث وجد ان نسبة استرداد النيكل والكادميوم تزداد بزيادة تركيز الحامض حيث بلغت اعلى نسبة استرداد للنيكل 89.2 % عندما يكون تركيز حامض الكبريتيك 6 M ونسبة استرداد الكادميوم 78.30% عندما يكون تركيز حامض النتريك 6 M. لقد وجد ان نسبة استرداد النيكل والكادميوم تزداد بزيادة حجم الحامض حيث بلغت نسبة استرداد النيكل 89.30% عندما يكون حجم حامض الكبريتيك المستخدم 25ml كذلك نسبة استرداد الكادميوم بلغت 90.20% عندما يكون حجم حامض النتريك المستخدم 20mlأما عند دراسة عامل الزمن فقد وجد ان نسبة استرداد النيكل والكادميوم تزداد بزياد زمن الاسترداد حيث بلغت نسبة استرداد النيكل 95.69% عندما كان الزمن 180 دقيقة أما نسبة استرداد الكادميوم فقد بلغت 90.50% عندما كان الزمن 120 دقيقة ، كذلك وجد أن نسبة استرداد الكادميوم والنيكل تنخفض بزيادة وزن النموذج حيث بلغت نسبة استرداد النيكل 99.06% عندما كان وزن النموذج 0.5g أما نسبة استرداد الكادميوم فقد بلغت 98% عندما كان وزن النموذج 0.1g. لقد تم دراسة درجة الحرارة وأظهرت النتائج أن نسبة استرداد النيكل والكادميوم تزداد بزيادة درجة الحرارة حيث بلغت نسبة استرداد النيكل 99.01% عند درجة حرارة 80 درجة مئوية أما نسبة استرداد الكادميوم فقد بلغت 98.5% عندما كانت درجة الحرارة 70 درجة مئوية .

لقد تم أجراء عملية الترسيب باستخدام هيدروكسيد الصوديوم بتركيز 2 M و كانت نسب الترسيب للعناصر هي 98.6%، 99.1% للكادميوم والنيكل على التعاقب. تم اجراء عملية التنقية باستخدام الماء المقطر حيث كانت نسبة النقاوة للنواتج هي98.08%، 98.23 لكل من هيدروكسيد الكادميوم وهيدروكسيد النيكل على التعاقب.

قائمة المختصرات

المختصر	العبارة الكاملة
AAS	Atomic Absorption spectrometry
Versatic 10	Decanoic acid
Cyanex 301	Dithiophosphinic acid
D2EHPA	Di-(2ethylhexyl) phosphoric acid
EDTA	Ethylenediaminetetraacetic acid
Na2EDTA	Ethyenediaminetetraacetic acid disodum salt
Mcd	Modified ceratophyllumDemersum
Aliquat 336	Mixter of tri-n-octyl and tri-n-decyl methyl ammonium chloride
Lix984	Mixture of 2-hydroxy-5-nonylacetophenone and 5-dodecylsalicylaldoxime
mL	milliliter
mg	milligram
Alamin 336	NIN-dioctaloctan-l-amine
Ncd	Natural ceratophyllumDemersum
PH	Power of hydrogen
Cyanex 272	Phosphinic acid
Alamin 304	Tri-n-dodecylamine
TBP	Tributyl phosphate
cyphosIL	(tetradecyl)phosphonium chloride
WHO	World Health organization
Lix84	2-hydroxy-5-nonylacetophenone
Isodecan	2-methylnonane
Lix860	5-dodecylsalicylaldoxime
Mex	5-nonyl salicylaldoxime,5-nonyl-2-hydroxyacetophenone

الخلاصة

يتضمن البحث عملية استرداد الكادميوم Cd^{+2} والنيكل Ni^{+2} من البطاريات القاعدية المستهلكة باستخدام نوعين من المحاليل الحامضية المختلفة. النوع الأول هو حامض النتريك والذي تم استخدامه لعملية استرداد الكادميوم، أما النوع الثاني فهو حامض الكبريتيك والذي تم استخدامه لاسترداد النيكل. لقد تم دراسة عدد من العوامل التي تؤثر على عملية الاسترداد مثل تركيز الحامض، الحجم، الزمن، الوزن و درجة الحرارة. كذلك تم دراسة العوامل التي تؤثر على عملية ترسيب العناصر من محلول الاسترداد مثل الدالة الحمضية، زمن الترسيب، التركيز و درجة الحرارة. حيث وجد ان نسبة استرداد النيكل والكادميوم تزداد بزيادة تركيز الحامض حيث بلغت اعلى نسبة استرداد للنيكل % 89.2 عندما يكون تركيز حامض الكبريتيك 6 M ونسبة استرداد الكادميوم 78.30% عندما يكون تركيز حامض النتريك 6 M. لقد وجد ان نسبة استرداد النيكل والكادميوم تزداد بزيادة حجم الحامض حيث بلغت نسبة استرداد النيكل 89.30% عندما يكون حجم حامض الكبريتيك المستخدم 25ml كذلك نسبة استرداد الكادميوم بلغت 90.20% عندما يكون حجم حامض النتريك المستخدم 20ml أما عند دراسة عامل الزمن فقد وجد ان نسبة استرداد النيكل والكادميوم تزداد بزياد زمن الاسترداد حيث بلغت نسبة استرداد النيكل 95.69% عندما كان الزمن 180 دقيقة أما نسبة استرداد الكادميوم فقد بلغت 90.50% عندما كان الزمن 120 دقيقة ، كذلك وجد أن نسبة استرداد الكادميوم والنيكل تنخفض بزيادة وزن النموذج حيث بلغت نسبة استرداد النيكل 99.06% عندما كان وزن النموذج 500mg أما نسبة استرداد الكادميوم فقد بلغت 98% عندما كان وزن النموذج 100mg. لقد تم دراسة درجة الحرارة وأظهرت النتائج أن نسبة استرداد النيكل والكادميوم تزداد بزيادة درجة الحرارة حيث بلغت نسبة استرداد النيكل 99.01% عند درجة حرارة 80 درجة مئوية أما نسبة استرداد الكادميوم فقد بلغت 98.5% عندما كانت درجة الحرارة 70 درجة مئوية . لقد تم أجراء عملية الترسيب باستخدام

هيدروكسيد الصوديوم بتركيز 2 M و كانت نسب الترسيب للعناصر هي 98.6%، 99.1% للكادميوم والنيكل على التعاقب. تم اجراء عملية التنقية باستخدام الماء المقطر حيث كانت نسبة النقاوة للنواتج هي98.08%، 98.23 لكل من هيدروكسيد الكادميوم وهيدروكسيد النيكل على التعاقب.

المحتويات

الفقرة	الموضوع	الصفحة
	الفصل الاول – المقدمة واستعراض المراجع	
1	المقدمة	1–29
1-1	العلاقة بين الإنسان والبيئة	1
2-1	المشاكل البيئية وأسبابها	2
3-1	انواع التلوث	2
1-3-1	التلوث حسب درجة الخطورة	2
2-3-1	التلوث حسب الوسط	3
3-3-1	التلوث حسب مصدر الملوثات	4
4-3-1	التلوث الصناعي	5
4-1	النفايات	6
1-4-1	النفايات الصلبة	7
2-4-1	تصنيف النفايات الصلبة	7
3-4-1	النفايات الصناعية	8
4-4-1	طرق معالجة النفايات الصلبة	10
5-1	المعادن الثقيلة	10
1-5-1	مصادر المعادن الثقيلة	11
2-5-1	التلوث بالمعادن الثقيلة	12
3-5-1	النيكل	12
4-5-1	مصادر التلوث بالنيكل	13
5-5-1	الكادميوم	14
6-5-1	أهم التطبيقات التي يدخل الكادميوم في صناعتِها	14
7-5-1	التسمم بالكادميوم	15
8-5-1	مصادر التلوث بالكادميوم	16

6-1	البطاريات	16
1-6-1	مكونات البطارية	17
2-6-1	بطارية نيكل كادميوم	17
3-6-1	أنواع بطارية نيكل – كادميوم	17
4-6-1	استخدامات بطارية نيكل – كادميوم	18
5-6-1	الطرائق المتبعة لتخلص من البطاريات	18
6-6-1	إعادة تدوير بطارية نيكل – كادميوم	19
7-6-1	الشروط الواجب إتباعها لأعادة تدوير بطارية نيكل كادميوم	20
7-1	الكيمياء الخضراء	20
1-7-1	مبادئ الكيمياء الخضراء	20
8-1	الدراسات السابقة	21
9-1	الهدف من البحث	29
الفصل الثاني المواد وطرق العمل		
2	الجزء العملي	30-45
1-2	المواد الكيميائية المستخدمة	30
2-2	الأجهزة المستعملة	30
3-2	تحضير العينات	31
2- 4	تحضير المحاليل	33
1-4-2	تحضير 6M (H_2SO_4)	33
2-4-2	تحضير 2M (HCl)	33
3-4-2	تحضير 6M (HNO_3)	34
4-4-2	تحضير 2M (NaOH)	34
5-4-2	تحضير 2M KOH	34
6-4-2	تحضير 2M Na_2CO_3	34
7-4-2	تحضير 2M $NaHCO_3$	34

8-4-2	تحضير NH_4OH (20%)	35
5–2	استرداد النيكل	35
1-5-2	استرداد النيكل باستخدام محاليل كيمائية مختلفة	35
2–5–2	تأثير تغير تركيز حامض الكبريتيك على عملية استرداد النيكل	35
3–5–2	تأثير تغير حجم حامض الكبريتيك على عملية استرداد النيكل	36
4–5–2	تأثير تغير الزمن على عملية استرداد النيكل	36
5–5–2	تأثير تغير وزن النموذج على عملية استرداد النيكل	36
6-5-2	تأثير تغير درجة الحرارة على عملية استرداد النيكل	36
6–2	ترسيب الحديد من محلول استرداد النيكل	37
1–6–2	ترسيب الحديد من محلول استرداد النيكل باستخدام محلول 20% هيدروكسيد الامونيوم	37
2-6-2	ترسيب الحديد من محلول استرداد النيكل باستخدام محلول 1M هيدروكسيد الصوديوم	37
7–2	ترسيب النيكل من محلول الاسترداد	37
1–7–2	تأثير تغير الدالة الحامضية على عملية ترسيب النيكل	37
2-7-2	تغير الزمن على عملية ترسيب النيكل	38
3–7–2	تأثير تركيز المادة المرسبة على عملية ترسيب النيكل	38
4–7–2	تأثير درجة الحرارة على عملية ترسيب النيكل	38
8–2	تنقية راسب هيدروكسيد النيكل $Ni(OH)_2$	39
1–8–2	تأثير الزمن على عملية الغسل(التنقية) للتخلص من كبريتات الصوديوم	39
2–8–2	تأثير درجة الحرارة على عملية الغسل للتخلص من كبريتات الصوديوم	39
3–8–2	تأثير عدد مرات الغسل على عملية تنقية هيدروكسيد النيكل	40
4-8-2	استرداد النيكل على هيئة هيدروكسيد النيكل الثنائي $Ni(OH)_2$ عند تطبيق الظروف المثلى	40
9-2	استرداد الكادميوم	41

2–9–1	استرداد الكادميوم باستخدام محاليل كيمائية مختلفة	41
2-9-2	تأثير تغير تركيز حامض النتريك على عملية استرداد الكادميوم	41
2-9-3	تأثير تغير الزمن على عملية استرداد الكادميوم	41
2–9–4	تأثير تغيرحجم حامض النتريك على عملية استرداد الكادميوم	41
2–9–5	تأثير تغير وزن النموذج على عملية استرداد الكادميوم	42
2-9-6	تأثير تغير درجة الحرارة على عملية استرداد الكادميوم	42
2–10	ترسيب الحديد من محلول استرداد الكادميوم	42
2–10–1	ترسيب الحديد من محلول استرداد الكادميوم باستخدام محلول 20% هيدروكسيد الامونيوم	42
2–10–2	ترسيب الحديد من محلول الكادميوم باستخدام NaOH (1M)	43
2-11	ترسيب الكادميوم من محلول استرداد الكادميوم	43
2-11-1	تأثير تغير الدالة الحامضية على عملية ترسيب الكادميوم	43
2-11-2	تأثير تغير الزمن على عملية ترسيب الكادميوم	43
2-11-3	تأثير تركيز المادة المرسبة على عملية ترسيب الكادميوم	44
2-11-4	تأثير درجة الحرارة على عملية ترسيب الكادميوم	44
2-12	تنقية راسب هيدروكسيد الكادميوم$Cd(OH)_2$	44
2-12-1	تأثير الزمن على عملية الغسل (التنقية) للتخلص من نترات الصوديوم	45
2-12-2	تأثير درجة الحرارة على عملية الغسل للتخلص من نترات الصوديوم	45
2-12-3	تأثير عدد مرات الغسل على عملية تنقية هيدروكسيد الكادميوم	45
2-13	ترسيب الكادميوم على هيئة هيدروكسيد الكادميوم الثنائي عند تطبيق الظروف المثلى	45
الفصل الثالث النتائج والمناقشة		
3	النتائج والمناقشة	47-89
3– 1	استرداد النيكل	47
3–1–1	استرداد النيكل باستخدام محاليل كيمائية مختلفة	47

3-1-2	تأثير تغير تركيز حامض الكبريتيك على عملية استرداد النيكل	49
3-1-3	تأثير تغير حجم حامض الكبريتيك على عملية استرداد النيكل	50
3-1-4	تأثير تغير الزمن على عملية استرداد النيكل	52
3-1-5	تأثير تغير وزن النموذج على عملية استرداد النيكل	53
3-1-6	تأثير تغير درجة الحرارة على عملية استرداد النيكل	55
3-2	ترسيب الحديد من محلول استرداد النيكل	56
3-2-1	ترسيب الحديد من محلول استرداد النيكل باستخدام محلول 20% هيدروكسيد الامونيوم	56
3-2-2	ترسيب الحديد من محلول استرداد النيكل باستخدام محلول هيدروكسيد الصوديوم	57
3-3	ترسيب النيكل من محلول استرداد النيكل باستخدام هيدروكسيد الصوديوم	59
3-3-1	تأثير تغير الدالة الحامضية على عملية ترسيب النيكل من محلول الاسترداد	59
3-3-2	تأثير تغير الزمن على عملية ترسيب النيكل من محلول الاسترداد	60
3-3-3	تأثير تركيز المادة المرسبة على عملية ترسيب النيكل	61
3-3-4	تأثير درجة الحرارة على عملية ترسيب النيكل	63
3-4	تنقية راسب هيدروكسيد النيكل $Ni(OH)_2$	64
3-4-1	تأثير الزمن على عملية الغسل(التنقية) للتخلص من كبريتات الصوديوم	64
3-4-2	تأثير درجة الحرارة على عملية الغسل(التنقية) للتخلص من كبريتات الصوديوم	66
3-4-3	تأثير عدد مرات الغسل على عملية تنقية هيدروكسيد النيكل	67
3-5	استرداد الكادميوم	68
3-5-1	استرداد الكادميوم باستخدام محاليل كيمائية مختلفة	68
3-5-2	تأثير تغير تركيز حامض النتريك على عملية استرداد الكادميوم	69
3-5-3	تأثير تغير الزمن على عملية استرداد الكادميوم	71

3-5-4	تأثير تغير حجم حامض النتريك على عملية استرداد الكادميوم	72
3-5-5	تأثير تغير وزن النموذج على عملية استرداد الكادميوم	73
3-5-6	تأثير تغير درجة الحرارة على عملية استرداد النيكل	75
3-6	ترسيب الحديد من محلول استرداد الكادميوم	76
3-6-1	ترسيب الحديد من محلول الكادميوم باستخدام محلول 20% هيدروكسيد الامونيوم	76
3-6-2	ترسيب الحديد من محلول الكادميوم باستخدام محلول هيدروكسيد الصوديوم:	78
3-7	ترسيب الكادميوم من محلول الاسترداد	79
3-7-1	تأثير تغير الدالة الحامضية على عملية ترسيب الكادميوم	79
3-7-2	تغير الزمن على عملية ترسيب الكادميوم	81
3-7-3	تأثير تركيز المادة المرسبة على عملية ترسيب الكادميوم	82
3-7-4	تأثير درجة الحرارة على عملية ترسيب الكادميوم	83
3-8	تنقية راسب هيدروكسيد الكادميوم $Cd(OH)_2$	85
3-8-1	تأثير الزمن على عملية الغسل(التنقية) للتخلص من نترات الصوديوم	85
3-8-2	تأثير درجة الحرارة على عملية الغسل(التنقية) للتخلص من نترات الصوديوم	86
3-8-3	تأثير عدد مرات الغسل على عملية تنقية هيدروكسيد الكادميوم	88
3-8-4	حساب الجدوى الاقتصادية	89
3-9	الاستنتاجات	90-92
3-10	الاعمال المستقبلية	93
3-11	المصادر	94-107

قائمة الجداول

رقم الجدول	العنوان	الصفحة
1	بعض الخواص الفيزيائية والحدود المسموح بها لتسمم بالمعادن الثقيلة	15
2	المواد الكيميائية المستخدمة	30
3	تحاليل اقطاب النيكل والكادميوم	33
4	استرداد النيكل باستخدام محاليل كيميائية مختلفة	48
5	استرداد النيكل باستخدام تراكيز مختلفة من حامض الكبريتيك	50
6	النتائج المستحصلة من دراسة استرداد النيكل باستخدام حجوم مختلفة من حامض الكبريتيك	51
7	استرداد النيكل بفترات زمنية مختلفة للاسترداد	52
8	استرداد النيكل باستخدام اوزان مختلفة لعجينة النيكل	54
9	استرداد النيكل باستخدام درجات حرارة مختلفة للاسترداد	55
10	ترسيب الحديد من محلول الاسترداد باستخدام محلول 20% هيدروكسيد الامونيوم	57
11	ترسيب الحديد من محلول الاسترداد باستخدام محلول هيدروكسيد الصوديوم	58
12	تأثير الدالة الحمضية على ترسيب النيكل من محلول الاسترداد باستخدام هيدروكسيد الصوديوم	59
13	تأثير الزمن على ترسيب النيكل من محلول الاسترداد باستخدام هيدروكسيد الصوديوم	61
14	تأثير تركيز المادة المرسبة على ترسيب النيكل من محلول الاسترداد باستخدام هيدروكسيد الصوديوم	62
15	تأثير درجة الحرارة على ترسيب النيكل من محلول الاسترداد باستخدام هيدروكسيد	63

	الصوديوم	
16	تحليل راسب هيدروكسيد النيكل $Ni(OH)_2$ قبل التنقية	39
17	تأثير الزمن على عملية غسل راسب النيكل باستخدام الماء المقطر	65
18	تأثير درجة الحرارة على عملية غسل راسب النيكل (التنقية) باستخدام الماء المقطر	66
19	تأثير عدد مرات الغسل على عملية غسل راسب النيكل (التنقية) باستخدام الماء المقطر	68
20	استرداد الكادميوم باستخدام محاليل مختلفة	69
21	استرداد الكادميوم باستخدام تراكيز مختلفة من حامض النتريك	70
22	استرداد الكادميوم بفترات زمنية مختلفة للاسترداد	72
23	استرداد الكادميوم باستخدام حجوم مختلفة من حامض النتريك	73
24	استرداد الكادميوم باستخدام اوزان مختلفة لعجينة الكادميوم	74
25	استرداد الكادميوم باستخدام درجات حرارة مختلفة للاسترداد	76
26	ترسيب الحديد من محلول الاسترداد باستخدام محلول 20% هيدروكسيد الامونيوم	77
27	ترسيب الحديد من محلول الاسترداد باستخدام محلول هيدروكسيد الصوديوم	78
28	تأثير الدالة الحمضية على ترسيب الكادميوم من محلول الاسترداد باستخدام هيدروكسيدالصوديوم	80
29	تأثير الزمن على ترسيب الكادميوم من محلول الاسترداد باستخدام هيدروكسيد الصوديوم	81
30	تأثير تركيز المادة المرسبة على ترسيب الكادميوم من محلول الاسترداد باستخدام هيدروكسيد الصوديوم	83
31	تأثير درجة الحرارة على ترسيب الكادميوم من محلول الاسترداد باستخدام هيدروكسيد الصوديوم	84
32	تحليل راسب هيدروكسيد الكادميوم $Cd(OH)_2$ قبل التنقية	44
33	تأثير الزمن على عملية غسل راسب الكادميوم (التنقية) باستخدام الماء المقطر	86
34	تأثير درجة الحرارة على عملية غسل راسب الكادميوم (التنقية) باستخدام الماء المقطر	87

35	تأثير عدد مرات الغسل على عملية غسل راسب الكادميوم باستخدام الماء المقطر	88
36	حساب الجدوى الاقتصادية	89

قائمة الإشكال

رقم الشكل	العنوان	الصفحة
1	خطوات تجهيز الاقطاب لغرض الاسترداد	32
2	منحني المعايرة للنيكل والكادميوم باستخدام الامتصاص الذري	48
3	العلاقة بين نوع محلول الاسترداد ونسبة استرداد النيكل	49
4	العلاقة بين نسبة استرداد النيكل مع تركيز حامض الكبريتيك	50
5	العلاقة بين نسبة استرداد النيكل مع حجم حامض الكبريتك	51
6	العلاقة بين نسبة استرداد النيكل مع زمن الاسترداد	53
7	العلاقة بين نسبة استرداد النيكل مع وزن عجينة النيكل	54
8	العلاقة بين نسبة استرداد النيكل مع درجة حرارة الاسترداد	56
9	العلاقة بين نسبة فقدان النيكل ونسبة ترسيب الحديد مع الدالة الحامضية	57
10	العلاقة بين نسبة النيكل والحديد مع الدالة الحامضية	58
11	العلاقة بين نسبة النيكل المترسبة والمفقودة مع الدالة الحامضية	60
12	العلاقة بين نسبة النيكل المترسبة والمفقودة مع الزمن	61
13	العلاقة بين نسبة النيكل مع تركيز المادة المرسبة	62
14	العلاقة بين نسبة النيكل مع درجة الحرارة	64
15	العلاقة بين نسبة التخلص من الصوديوم مع زمن الغسل	65
16	العلاقة بين نسبة التخلص من الصوديوم مع درجة الحرارة	67
17	العلاقة بين كمية الصوديوم قبل وبعد وفي محلول الغسل مع عدد مرات الغسل	68
18	العلاقة بين نسبة استرداد الكادميوم مع نوع محلول الاسترداد	69
19	العلاقة بين نسبة استرداد الكادميوم مع تركيز حامض النتريك	71
20	العلاقة بين نسبة استرداد الكادميوم مع زمن الاسترداد	72

21	العلاقة بين نسبة استرداد الكادميوم مع حجم الحامض	73
22	العلاقة بين نسبة استرداد الكادميوم مقابل وزن العجينة	75
23	العلاقة بين نسبة استرداد الكادميوم مع درجة حرارة	76
24	العلاقة بين نسبة ترسيب الحديد ونسبة فقدان الكادميوم مع الدالة الحامضية	77
25	العلاقة بين نسبة فقدان الكادميوم ونسبة ترسيب الحديد مع الدالة الحامضية	79
26	العلاقة بين نسبة الكادميوم مع الدالة الحامضية	80
27	العلاقة بين نسبة الكادميوم مع الزمن	82
28	العلاقة بين نسبة فقدان وترسيب الكادميوم مع تركيز المادة المرسبة	83
29	العلاقة بين نسبة الكادميوم مع درجة الحرارة	85
30	العلاقة بين نسبة التخلص من الصوديوم مع زمن الغسل	86
31	العلاقة بين درجة الحرارة مقابل نسبة التخلص من الصوديوم	87
32	العلاقة بين كمية الصوديوم مع عدد مرات الغسل	89

1-1 العلاقة بين الأنسان والبيئة

أن العلاقة السلبية بين الأنشطة البشرية والبيئة في العصور المتقدمة أدت إلى أنتشار ظاهرة خطيرة من ظواهر البيئة والتي أدت إلى تسارع اهتمام العالم بها ورغبته في التعرف عليها وتقليل إخطارها التي تصيب المجتمع الأنساني والبيئة التي يعيش فيها إذ معاملة الأنسان منذ بدايته تختلف عن معاملته في وقتنا هذا خصوصا عند عدم علمه أو معرفته للأضرار الناتجة والتي يمكن أن تسبب خلل في التوازن البيئي وتقلل أو تأثر على موارده الطبيعية ومن هذه الظواهر مثل ظاهرة استنزاف الأوزون والاحتباس الحراري وزيادة الملوحة في التربة وتسمم الكائنات الحية وغيرها من الظواهر الخطرة التي يمكن أن تنتج من تلوث البيئة[1]. ويمكن تعريف البيئة بأنها "العوامل الخارجية التي يستجيب لها الفرد أو المجتمع استجابة فعلية اجتماعية كالعوامل الجغرافية والمناخية من حرارة ورطوبة والعوامل الثقافية والاجتماعية التي تسود وتؤثر على حياة الفرد والمجتمع"[2]. ويعرف التلوث بأنه "عملية تدنيس العالم الطبيعي بملوثات ناتجة من نشاطات البشر التي تتغلغل أو تتمركز في البيئة إذ يحتمل أن تسبب أضرار للبشر أوالكائنات الحية"[3]. وهنالك تعريف يقول بأن التلوث"هو أضافه المواد أو مصادر الطاقة الضارة إلى البيئة والتي تؤدي على نحو مباشر أو غير مباشر إلى تعرض صحة الأنسان ورفاهيته إلى الخطر" [4]. كما يعرف التلوث على أنه" التغيرات التي تطرأ على عنصر أواكثر من عناصر البيئة ويكون من شأنه الإضرار بحياة الكائن الحي ويضعف من قدرة البيئة على مواصله أنتاجها"[5]. ويمكن تعريفه ايضا بأنه عبارة عن "التأثيرات غير المرغوب بها والتي توثر على مكونات البيئة الفيزيائية والكيميائية والحيوية وبالتالي تؤثر على السلسلة الغذائية وما يتبعها من أضرار في صحة الأنسان بصورة مباشرة أو غير مباشرة" [6]. أو هو "أي تغيير في المواصفات الطبيعية لعناصر البيئة الرئيسة على اثر ترسيب مركبات كيمياوية معقدة يصعب تحليلها بالتربة خلال حركة المياه أو ترسيب مواد

مشعة اصطناعية تقوم برفع المستوى الاشعاعي للاشعاع الطبيعي بشكل يؤدي إلى اضطراب التوازن الطبيعي مما يؤثر على حياة الكائنات الحية ومحيطها البيئي[7].

1-2 المشاكل البيئية وأسبابها

أن العصر الذي نعيشه الأن والذي يزداد فيه التطور الصناعي والتقنيات الالكترونية أدى إلى زيادة التقدم الهائل في الصناعة أو ما يعرف بالثورة الصناعية والتي تشمل الأجهزة الالكترونية كالحاسبات، والهواتف واثناء تطور هذه الثورة ظهرت مشكلة مرافقة لهذا التطور وهي مشكلة التلوث البيئي واستنزاف مصادر الثروة في مختلف أنحاء العالم وخاصة في الدول التي يكثر فيها الأنتاج الصناعي أما بسبب حدوث أخطاء في تصنيع المواد الكيميائية أو أنعدام التقنيات التي تهتم بمعالجة المخلفات الناتجة من نشاطات الأنسان المختلفة[8]. إذ تعد الأنشطة الصناعية التي يقوم بها البشر على سطح الأرض من اسباب التلوث البيئي خصوصا نتيجة إزدهار هذا العصر بسبب التقدم الذي أحرزته الصناعة التي أوصلت العالم إلى مستوى علمي وحضاري[9]. وتزداد المشكلة بازدياد اعداد السكان والتي تؤثر على موارد الطبيعة مثل عملية أزاله مساحات كبيرة من الغابات لتوفير المسكن كذلك عملية استخدام الأسمدة الكيماوية بصورة غير صحيحة مما ينتج عنها العديد من التأثيرات السلبية على البيئة [10].

1-3 أنواع التلوث

1-3-1 التلوث حسب درجة الخطورة

يمكن تصنيف التلوث حسب درجة الخطورة إلى ثلاث أصناف ، الصنف الأول التلوث المقبول وهذا النوع من التلوث ينتشر بصورة كبيرة على جميع مناطق الكرة الأرضية ولا

تصاحبه تأثيرات ضارة حتى القرن العشرين ويوجد في أمكان متعددة من العالم نظرا" لسهولة نقل هذا النوع من الملوثات بوسائل النقل سواء كانت وسائل بشرية أو مناخية ويمكن أن يصدر هذا النوع من التلوث نتيجة الأنشطة البشرية والتي ينتج عنها تلوث غير مؤذي لدرجة كبيرة وقابل للمعالجة بسهولة مثل الأنشطة الصناعية التي تنتج تلوث غير ملحوظ أو ملوثات عضوية يمكن معالجتها والتخلص منها بسهولة بواسطة عمليات المعالجة وذلك من الممكن أن تتواجد مثل هذه العمليات الصناعية داخل المدن وفي أي مكان، الصنف الثاني هو التلوث الخطر؛ وهذا النوع من التلوث سائد في كثير من الدول الصناعية التي تزداد فيها أنشطة التعدين مثل الدول التي تعتمد على مصادر الفحم والبترول كوقود ويمكن القول أن هذا النوع من التلوث له تأثير ضار وخطر على البيئة وعلى الكائنات الحية ودرجته أعلى من درجة التلوث المقبول ، والصنف الثالث من التلوث هو التلوث القاتل أو المدمر ويمكن أن نعد هذا النوع من التلوث من أخطر الملوثات على البشر إذ يفوق هذا النوع من التلوث الخطير والمقبول ويصل إلى حد القتل ومن أمثلة هذا النوع من التلوث هي الأنشطة شديدة الخطورة مثل المعامل الصناعية الضخمة التي أخذت مساحات واسعة وبالتالي تلحق ضررا" خطيرا" بالبيئة "كما حدث عند تفجير معامل تشرنوبيل عام 1986" [11].

1-3-2 التلوث حسب الوسط

يمكن تقسيم التلوث حسب الوسط إلى ثلاث أقسام تلوث الهواء، تلوث الماء، تلوث التربة. ويقصد بتلوث الهواء هو ذلك التلوث الحاصل نتيجة تلوث الهواء بالأبخرة والغازات والحرائق التي تنتج من المصانع والمدافئ المنزلية إذ يمكن تقسيم تلوث الهواء إلى قسمين، القسم الأول يمثل الغازات مثل غاز ثنائي أوكسيد الكاربون CO_2، غاز ثنائي أوكسيد

النيتروجين NO_2، وغاز ثنائي أوكسيد الكبريت SO_2، والمركبات الهيدروكاربونية، والقسم الثاني من التلوث هي الدقائق العالقة في الجو. اما تلوث الماء؛ فيمكن أن يتلوث الماء من مصادر عديدة منها الصناعة ، النفط، استخدام المبيدات والأسمدة الكيماوية، والأمطار الحمضية، والحروب، وفضلات الحيوانات وينقسم إلى أربع أصناف؛ تلوث فسلجي، تلوث كيميائي، تلوث إحيائي ،تلوث فيزيائي، ويقصد بالتلوث الفيزيائي تغير في اللون والكثافة وغيرها أما التلوث الفسلجي مثل تغير بالطعم والرائحة، اما التلوث الكيميائي يمثل التلوث بالمواد العضوية وغير العضوية إذ تعدُ المواد العضوية مستهلكة للأوكسجين أما المواد غير العضوية مثل المعادن الثقيلة والأملاح التي تمييز بتأثير السمية[12]. أما التلوث بالتربة فينتج هذا النوع من التلوث من الاستخدام المفرط في الاسمدة والمبيدات الحشرية كذلك ينتج هذا النوع من التلوث من المواد الكيمياوية والمركبات العضوية والمعادن الثقيلة وعمليات الصهر والتي تصيب الطبقة الرقيقة من التربة وبالتالي تؤثر على المحاصيل الزراعية وتؤدي إلى تدميرها [5] .

1-3-3 التلوث حسب مصدر الملوثات

يمكن تقسيم التلوث اعتمادا على المصدر الذي يصدر منه إلى ست أنواع، التلوث الصناعي، التلوث الزارعي، التلوث الناتج من مصادر الصرف الصحي، التلوث الناتج من مياه الأمطار الملوثة، والتلوث الناتج من المفاعلات النووية، والتلوث الناتج من تسرب البترول إلى مياه البحار والمحيطات. ويمكن أن ينتج التلوث بمياه الصرف الصحي نتيجة المياه التي تنتج من المجاري والتي تكون سبب في المشاكل التي تصيب الصحة العامة في معظم الدول بسبب عدم تكامل شبكات مياه الصرف الصحي أو أنها غير موجودة أصلا، ومما لاشكٌ فيه أن هذه

المياه تحتوي على نسبة عالية من المركبات العضوية والكائنات الدقيقة وهذه الكائنات والمركبات لها تأثير سلبي على كمية الأوكسجين أن ألقيت في مياه البحار والتي تسبب وفٌيات العديد من الكائنات المتواجدة في مياه البحار بسبب الاختناق. اما التلوث الزراعي فيمكن أن ينتج من خلال الزراعة كالتلوث بالأملاح مثل كلوريد الصوديوم أو التلوث العضوي ،التلوث بالمبيدات الكيميائية. اما التلوث الناتج من مياه الأمطار، يمكن أن ينتج هذا النوع من التلوث نتيجة لسقوط مياه الإمطار الملوثة أو الممزوجة بالملوثات من الهواء مثل اكاسيد النيتروجين واكاسيد الكبريت التي تنتج من المناطق الصناعية على التربة مما يتسبب بتلوثها . التلوث الناتج من المفاعلات النوويه؛ يمكن أن ينتج هذا النوع من التلوث بسبب المفاعلات النووية أو محطات توليد الطاقة. التلوث الناتج عن تسرب البترول إلى البحار والمحيطات؛ ينتج هذا النوع من التلوث نتيجة لغرق السفن والناقلات في المياه ونتيجة لعمليات التنظيف[13]، ويعدُ التلوث الصناعي احد أنواع التلوث الذي يصيب المدن وذلك نتيجة لزيادة الأنتاج الصناعي وزيادة الحاجة إلى كثير من المواد الأولية مثل المعادن ومصادر الطاقة وغيرها إذ تطرح الصناعات (2100) مليون طن من المخلفات الصلبة و(338) مليون طن من النفايات الخطرة وهذه النفايات الناتجة من هذه الصناعات تعد نفايات خطرة جدا على صحة البشر وعلى المياه والهواء والتربة بسبب استخدام هذه المصأنع كميات كبيرة من المياه والتي تطرح بعد الاستعمال إلى الأنهار والبحيرات من غير معالجة مما يؤدي إلى تسبب أثار ضارة جدا بسبب احتواء هذه المياه على مواد سامة ومركبات عضوية [14].

1-3-4 التلوث الصناعي

تنتج الأنشطة الصناعية مواد ملوثة تختلف في أحجامها وأنواعها وتأثيرها على الأنسان والبيئة لذلك من الضروري الاطلاع على الحالة المادية لهذه الأنواع من الملوثات إذ يمكن تقسيم الملوثات الصناعية إلى ثلاث أصناف، الصنف الأول الملوثات الغازية مثل الادخنه والغازات

والأبخرة الناتجة من العمليات الصناعية، الصنف الثاني النفايات الصلبة والشبه الصلبة التي تنتج من عمليات الاستخلاص للمواد الأولية من مصادرها والمخلفات الصناعية الناتجة من عمليات التصنيع وعمليات توليد الطاقة وغيرها، الصنف الثالث الملوثات السائلة يشمل هذا النوع جميع النفايات السائلة مثل مياه المنظفات والتعقيم والتبريد والغسيل التي تنتج من الأنشطة الصناعية [15]، والتي يمكن أن يحدث أضرار في البيئة ولاسيما الماء والهواء إذ أن الأنشطة لها تأثير ضار على البيئة بسبب الأبخرة والغازات والأتربة الناتجة عنها كذلك الحوامض والدهون التي تنتج منها وتذهب عن طريق الأنهار إلى الأراضي الزراعية أو تستقر على التربة مما يغير من خصائصها، ويمكن أن يسبب التلوث الصناعي تلوث الهواء كالتلوث الناتج عن صناعة الاسمنت والطابوق إذ تبعث هذه الصناعات ملوثات مختلفة إلى الجو مثل أول أوكسيد الكربون وثنائي وكسيد الكربون والغاز المتطاير[16].

1-4 النفايات

يمكن عدّ النفايات من أهم المشاكل في الوقت الحاضر التي تواجهه أكثر دول العالم إذ أن زيادة أعداد النفايات يساهم بصورة مباشرة في زيادة التلوث البيئي والذي يتبعه مختلف المشاكل والأضرار على صحة الأنسان وموارده إذ أن هذه المشاكل أو النفايات تساعد على زيادة وأنتشار الإمراض المعدية وتقلل مستوى الرفاهية وزيادة نسبة الوفيات. ويمكن تعريف النفايات حسب اختلاف الدراسات التي تخص موضوع النفايات منها" هي المواد أو الأجسام المتعلقة بمختلف أوجه النشاط الأنساني والتي

يجب التخلص منها لأنهمار الحاجة منها أو هي المواد الصلبة أو شبه الصلبة المتولدة في المناطق السكنية والتجارية والصناعية والمرافق الرئيسية والخدمات البلدية وعمليات الأنشاء والهدم التي يتم التخلص منها على أنها عديمة النفع أو غير صالحة للاستعمال" [17]. ومنهم من يقول" بأنها مادة ذات قيمة اقتصادية معدومة أو

سالبة من وجهة نظر صاحبها في وقت زماني معين" ويمكن تقسيم النفايات إلى ثلاث أقسام النفايات الصلبة والسائلة والغازية، ويقصد بالنفايات السائلة مثل تلك النفايات أو الفضلات التي تخرج من بعض الأسواق والمحلات أو المستشفيات. أما النفايات الغازية فيمكن تمثيلها على شكل أبخرة متصاعدة من المعامل الصناعية أو التي تنطلق من عملية حرق الوقود وغيرها. أما النفايات الصلبة فتعدُ من أكثر النفايات المسببة للمشاكل في هذا الزمان ولا يمكن معالجتها وتصنيفها بسهولة[18].

1-4-1 النفايات الصلبة

يستخدم مصطلح النفايات الصلبة لوصف كافة النفايات بما في ذلك جميع المواد التي تكون نهايتها أو التخلص منها في مواقع المدافن أو أماكن اخرى فضلا عن المواد التي يتم فصلها أو أستردادها وأعادة تدويرها لأستخدامها مرة ثانيه [19]. وهنالك عدد من التعاريف يبين مفهوم النفايات الصلبة منها ما يقول بأنها "تلك المواد التي يتم التخلص منها عند مصادر تولدها كمخلفات ليس ذات قيمة تستحق الاحتفاظ بها ولكن يمكن أن يكون لها قيمة اقتصادية في موقع أخر" [20]. أو أنها "أي مادة ترمى من قبل الأنسان لأنتفاء الحاجة أليها ولم تعد صالحة للاستعمال من قبله في ذلك المكان وفي ذلك الوقت على الرغم من أمكانية الأستفادة من تلك المواد المرمية في مكان أخر وفي وقت أخر"، "كما عرفتها منظمات الصحة العالمية بأنها بعض الأشياء التي أصبح صاحبها لا يريدها في مكان ووقت ما والتي لم تعد لها أهمية أو قيمة" [21]. أو أنها بقأيا ومخلفات المواد الغير مرغوب بها أو المنتجات التي لم تعد هناك حاجة لاستخدامها[22].

1-4-2 تصنيف النفايات الصلبة

يمكن تصنيف النفايات الصلبة إلى أنواع مختلفة اعتمادا على مصدرها، النفايات المنزلية وتتمثل بنفايات البلديات، النفايات الصناعية مثل النفايات التي تكون شديدة السمية والخطورة[23]، مثل البطاريات والمبيدات والمعدات المحتوية على المعادن السامة[19]، النفايات المعدية مثل نفايات المستشفيات أو النفايات الطبية، إذ أن بعد ترسب المواد التي تحتويها هذه النفايات على الأرض إثناء ملامستها للرطوبة أو المياه تسبب في تلوث المحاصيل الزراعية وبالتالي تدخل إلى جسم الأنسان أثناء تناوله هذه المنتجات وتسبب مجموعه واسعة من المشاكل الصحية بما في ذلك إعراض تنفسية ،تهيج الجلد والأنف والعيون ومشاكل في الجهاز الهضمي وغيرها[23]. أو قد تكون نفايات ورقية ،نفايات نايلون، نفايات الخشب، نفايات المخلفات المعدنية، نفايات البلاستك، نفايات الأدوات الالكترونية وغيرها[24].

1-4-3 النفايات الصناعية

بسبب التقدم الهائل الذي يعيشه العالم نتيجة التطبيقات الصناعية أو الأنشطة الصناعية تظهر مشكلة مرافقة لذلك التطور وهي مشكلة المخلفات الصناعية التي تنتج من تلك الأنشطة وهذه المشكلة تسبب أضرار متفاوتة في البيئة تعتمد على حجم المخلفات التي تطرح من المصانع[25]. تشمل النفايات أو الفضلات الصناعية عدد من الخصائص منها، خاصية التآكل، وتمثل النفايات التي تكون حوامض أو قواعد التي تكن قادرة على تآكل الحاويات المعدنية ، خاصية الفعالية، وتشمل النفايات التي تكون غير مستقرة في الطبيعة تسبب أنفجارات وتنتج أبخره سامة عند تسخينها، خاصية السمية ؛وهي الفضلات التي تقتل عند تناولها أو أستنشاقها[26]. ويمكن تعريف النفايات الصناعية بأنها جميع المواد المتخلفة من العمليات الصناعية والمعامل، مثل معامل الأسمنت، محطات توليد الطاقة الكهربائية، مجمع البتروكيمياويات والمبيدات و مصافي النفط وغيرها بعضها يكون سام والبعض الأخر يكون مواد

عضوية مختلفة التراكيب والتي بدورها تكون محملة بالكثير من العناصر الثقيلة [27]. تعدُ هذه النفايات صورة من صور التلوث الذي يؤثر على الموارد المائية والذي ينتج خلال عملية التخلص من الفضلات ورميها في المياه أو التربة وهي في حالتها الصلبة ومعرضه للهواء وعندما تلامس هذه المخلفات الماء يؤدي إلى تحلل البعض منها مما يؤدي إلى تسربها إلى المياه الجوفية وبالتالي تؤدي إلى تلوّثها والبعض الأخر يذهب إلى الموارد المائية وهذا بدوره يولد العديد من المشاكل بسبب خطورة هذه المواد وتراكيزها العالية[28]. تحتوي النفايات الصناعية على العديد من المركبات الكيميائية التي تعدُ خطرا على جميع الكائنات الحية من أهم المركبات في هذه المجموعة هي :

1- مركبات الهيدروكربونية: تتكون هذه المركبات في الماء أساسا باستعمال الكلور في تنقية الماء، ومن أمثلة هذه المركبات الكلوروفورم والبروموفورم وتكمن خطورة هذه المركبات في أنها قد تسبب الإصابة بسرطان القولون والمستقيم والمثانة.

2- مركبات الهيدروكربونية العطرية: وهي مركبات تستخدم في بعض الصناعات مثل صناعة الورق،وتعدُ هذه المركبات من أخطر ملوثات التربة والماء، إذ تمثل ضررا على الأنسان والحيوانات والكائنات المائية.وهناك أيضا مركبات الكلورو فينول التي تستعمل في حفظ الأخشاب، كما يستخدم بعضها في صناعة الصابون ومزيلات الروائح الكريهة، تعدُ هذه المركبات من أخطر ملوثات الماء.

3- المعادن الثقيلة: تعدُ المعادن الثقيلة مثل الزئبق، الرصاص، الزرنيخ، الكادميوم، السيلنيوم، من المواد الاكثر خطورة ويكون مصدر هذه المعادن المخلفات ونفايات المصانع، وصهر المعادن، واحتراق الفحم، وعوادم السيارات، والمبيدات التي تحتوي على عنصر الزرنيخ.

4- مركبات الديوكسين: قد يؤدي تعرض البشر على المدى المتوسط لمستويات عالية من الديوكسينات إلى إصابتهم بآفات جلدية ،مثل العد الكلوري أو أسمرار الجلد اللطخي، واختلال وظيفة الكبد أما

التعرض لتلك الديوكسينات على المدى الطويل فيؤدي إلى حدوث اختلال في الجهاز المناعي والجهاز الصمأوي وعرقلة تطور الجهاز العصبي والوظائف الأنجابية وعلى العموم فان هذه المادة تمتلك مواصفات عالية السمية[29].

1-4-4 طرائق معالجة النفايات الصلبة

1- الحرق: وتتم عملية حرق النفايات الصلبة من قبل لجان رقابية مكلفة بهذه العملية أو عن طريق الأهالي بوجود الهواء (الأوكسجين) عند درجة حرارة أعلى من 1000 درجة مئوية لأنتاج الغازات ومواد متبقية غير قابلة للاحتراق وهذه الطريقة بالرغم من تأثيراتها الضارة على البيئة ألا أن لها صفة جيدة وهي تقليل الحجم الأصلي للنفايات الصلبة بنسبة (80-90%).

2- الضغط أو الكبس: يتم فيها ضغط أو كبس النفايات الصلبة ويتم تكسير الأجزاء الكبيرة منها وهذه العملية يتم تطبيقها بصورة طبيعية أثناء معالجة نفايات السيارات .

3- الأنحلال الحراري: ويعرف بالتقطير المدمر للنفايات بغياب الأوكسجين ويكون مجهز بمصدر خارجي للحرارة لأن معظم المواد العضوية غير مستقرة حراريا وتتم عملية التسخين في جو خالي من الأوكسجين إذ تتم عملية التكسير لهذه النفايات.

4- تحويلها إلى غاز: وتتم هذه العملية بالاحتراق الجزئي للنفايات وتجري بوجود الأوكسجين ولأيتم حرقها

بالعامل المؤكسد لتنتج غازات قابلة للاحتراق (وقود غاز) الغنية بأول أوكسيد الكربون والهيدروجين .

5- تحويلها إلى سماد: تعدُ هذه الطريقة الحل التقني للعديد من البلدان النامية وتعود الفائدة للتربة وخصوصا التربة ذات المناخ الجاف تكون في حاجة شديدة إلى المكملات الغذائية العضوية[26].

1-5 المعادن الثقيلة

لم يتم تعريف العناصر الثقيلة بشكل ثابت ألا أنها بصورة عامة مواد تمتلك تشابه في الخواص الفيزيائية مثل العناصر الأنتقالية، الاكتينات ،اللأنثنايدات. هنالك محاولات متعددة لتعريف العناصر الأنتقالية بعضها يعتمد على الوزن الذري وبعضها يعتمد على الوزن الذري أو الكثافة ومستوى السمية أو الخصائص الكيميائية إذ عد الاتحاد الدولي للكيمياء البحتة والتطبيقية (IUPAC) مصطلح العناصر

الثقيلة مصطلح (مضلل) بسبب وجود تعريفات مختلفة وعدم وجود قاعدة ثابتة [30]. ويمكن القول أن المعادن الثقيلة هي أي عنصر كيميائي معدني يحتوي على كثافة عالية نسبيا سواء كان ساما أو غير سام بتراكيز عالية أو منخفضة وتشمل المعادن الثقيلة الرصاص ،الكاديوم، الكوبالت وغيرها من العناصر ومن المعلوم أن المعادن الثقيلة تؤثر على الأنسان عندما يستهلك الحد الموصى به وتسبب مختلف الإمراض مثل تعطيل الأجهزة والغدد الحيوية مثل القلب والكلى والدماغ والعظام والكبد وتحل محل المعادن الغذائية الحيوية [31]، وهذه المعادن لها خاصية التراكم التي لها تأثير ضار جدا على الكائنات الحية ومنها التراكم في أنسجة الأسماك التي تعد من الوجبات الغذائية المفضلة وبالتالي تسبب تسمم للأنسان إثناء تناولها [32]، وبعض هذه العناصر يكون ضروري للأفعال الحيوية مثل عنصر الحديد والبعض الاخر يكون سام مثل الرصاص، الزئبق، الكاديوم وتنتج هذه المعادن من أنشطة الأنسان المختلفة مثل التعدين، الطلاء الكهربائي، الصهر وغيرها [33].

1-5-1 مصادر المعادن الثقيلة

يمكن للمعادن الثقيلة أن تنتج من احد هذه المصادر والتي تقسم إلى خمس أقسام القسم الأول المناجم إذ أن معظم المعادن الثقيلة التي تستخدم في الصناعات المختلفة يكون مصدرها من المناجم لذلك يمكن أن تنتقل للبيئة عن طريق معالجة الصخور التي تحتوي عليها، أما القسم الثاني الكيميائيات الزراعية،

وسيكون مصدر المعادن الثقيلة من هذا القسم من أربع أوجه الوجه الأول من الأسمدة الفوسفاتية والعضوية، والمعادن المتواجدة في هذا الوجه هي النحاس والخارصين والرصاص والكادميوم، الوجه الثاني المبيدات الحشرية يمكن أن يحتوي هذا الوجه من المعادن الثقيلة كالرصاص والزئبق والزرنيخ، الوجه لثالث المعادن التي تستخدم لحفظ الأخشاب من الآفات مثل النحاس والزرنيخ، والوجه الرابع المواد المستخدمة في التحفيز لزيادة الوزن كما في الدواجن مثل الزرنيخ، القسم الثالث الوقود يمكن أن تنتج المعادن من هذا القسم إثناء تصاعد أبخرة الوقود التي تحتوي على جزيئات هذه المعادن والتي يمكن أن تتساقط على التربة والمسطحات المائية. القسم الرابع هي الصناعات المعدنية إذ أن هناك الكثير من الصناعات التي تشمل المعادن الثقيلة وهذه الصناعات يمكن أن تزيد من نسبة المعادن الثقيلة في الطبيعة مثل صناعة الفولاذ والسبائك. القسم الخامس النفايات يمكن أن تعدُ النفايات من أهم المصادر التي تزيد من نسبة تلوث البيئة بالمعادن الثقيلة [34].

1-5-2 التلوث بالمعادن الثقيلة

تأخذ المعادن الثقيلة مكان واسع من التلوث سواء كان تلوث مائي أو تلوث رسوبي ولها تأثير أيضا على الغلاف الجوي ولها تأثير سلبي على التربة والهواء والماء وتتواجد هذه العناصر أما بصورة ذائبة أو متحدة أو مرتبطة مع غيرها من العناصر مكونة معقدات [35]. وبسبب التلوث الناتج من هذه العناصر في الصناعة والزراعة وغيرها قد تم تطبيق العديد من التقنيات لإزالة أيونات المعادن الثقيلة من مياه الصرف الصحي مثل الامتزاز على السطوح الصلبة ومنها الكربون المنشط، التسريب الكهربائي، التناضح العكسي، التحلل الكهربائي، والتبادل الأيوني وغيرها [36]. ومما لا شك فيه أن فوائد المعادن الثقيلة في التربة والمياه يعود بالنفع للأنسان والنبات ولكن يجب أن يكون ضمن قياسات محدودة ولا يمكن أن نتعداها لأنها إذا زادت عن الحد المسموح أدت إلى التسمم وتدمير الكائنات

الحية[37]، بسبب قدرتها على الدخول في جسم الكائن الحي من خلال (الماء- الهواء- الغذاء) فمثلا عنصر الكادميوم له تأثير ضار وسام على الكائنات الحية عند تواجده في المياه بتراكيز عالية وينتج عنه إمراض عديدة مثل الفشل الكلوي [38].

1-5-3 النيكل

النيكل هو عنصر انتقالي فضي اللون مائل إلى الابيض ويمكن أن يتحد مع عناصر اخرى مثل الحديد

النيكل هو عنصر انتقالي فضي اللون مائل إلى الابيض ويمكن أن يتحد مع عناصر اخرى مثل الحديد

والكروم والنحاس وغيرها لتشكيل السبائك التي لها استعمالات واسعة مثل المبادلات الحرارية، الصمامات، والنقود المعدنية، وفي صناعة الفولاذ الذي يقاوم الصدأ ويمكن أن يتحد النيكل مع عناصر أخرى مثل الكلور والكبريت أو الأوكسجين لتكوين مركبات النيكل، العديد من مركبات النيكل تذوب بسهوله في الماء وتتميز باللون الأخضر وتستخدم بعض مركبات النيكل في تلوين السيراميك، أنتاج البطاريات ،وتعرف مركبات النيكل بالمواد الحفازة التي تزيد من معدل التفاعلات الكيميائية[39] مثلا يدخل النيكل كعامل محفز في العمليات التكنولوجية مثل (hydrogenation)، (hydrorefining) (hydrodesulphurization)، والتي تتضمن عمليات تكرير الهيدروجين، أنتاج الميثان وغيرها [40]. يشكل النيكل 0.008% من القشرة الأرضية وهو خامس عنصر الأكثر وفرة في الأرض وقد تم تحديد النيكل لأول مرة من قبل الصيدلي السويدي اكسل فردريك وكان يستخدم في الدرجة الأولى في الطلاء وصناعة السبائك وتعدُ الدول مثل روسيا وكندا واستراليا وكالدونيا هي أكثر خمس دول منتجين للنيكل وبسبب النمو الاقتصادي ازداد استهلاك والطلب لهذا العنصر[41]. يستخدم النيكل في الصناعات الهندسية، والزخرفة، الكهربائية لأنه يقاوم درجات الحرارة والتآكل بنسبة عالية وهو من الفلزات المفضلة بسبب قابليته على تشكيل السبائك مع المعادن الأخرى ومنتجات قابلة للاستخدام [42]. ومن أهم

خصائصه، درجة أنصهاره عالية 1453 درجة مئوية، يقأوم التآكل، الليونة العالية، سهل الترسيب الكهربائي، يعمل كالمحفزات في كثير من التفاعلات، ويمتلك خاصية فيرو مغناطيسية [41].

1-5-4 مصادر التلوث بالنيكل

الطلاء الكهربائي، التعدين، بطارية النيكل – كادميوم، الصناعة الكيماوية، الأجهزة الالكترونية، الحواسيب، المواد الملونة، السبائك، والأسمدة وعند التعرض للنيك لفترة طويلة فأنه يسبب مختلف المشاكل مثل الحساسية في الجهاز التنفسي والرئة وأمراض الكلى وتهيج الجهاز الهضمي وأمراض القلب والأوعية الدموية [43].

1-5-5 الكادميوم

الكادميوم هو عنصر فلزي غير أنتقالي اكتشف عام 1817 من قبل فريدريك (ألمانيا) وهو عنصر لين قابل للسحب لونه ازرق يميل إلى البياض والكادميوم يذوب في الحوامض ولا يذوب في القلويات[44]. ويتوفر الكادميوم في القشرة الأرضية ويكون مرتبط مع خامات لمعادن أخرى مثل النحاس والرصاص ويتواجد هذا العنصر في البيئة بسبب الأنشطة الصناعية التي يبتكرها الأنسان [45].

1-5-6 أهم التطبيقات التي يدخل الكادميوم في صناعتِها

يدخل الكادميوم في تطبيقات مختلفة منها صناعة البطاريات [46]. ويمكن أن يدخل الكادميوم في صناعة السبائك ويستعمل كذلك غطاءً واقيا للفلزات الأخرى. وكثيراً مايستعمل الكادميوم بدلاً من الزنك في جلفنة الحديد والفولاذ (طليها بغطاء رقيق للحماية). ويوفر حماية طويلة المدى، ولكنها أقل مما يوفره الزنك، إلا أنه يحتفظ بألوان أكثر إشراقاً لمدة أطول، وتستعمل قضبان الكادميوم في المفاعلات النووية للتحكم في التفاعلات النووية لميله الكبير إلى التفاعل مع النيوترونات، إذ تستخدم قضبانه لتنظيم سير التفاعل النووي المتسلسل، كما يدخل في تركيب العديد من السبائك، وتزيد إضافة الكادميوم إلى

النحاس من متانة النحاس مع المحافظة على ناقليته الكهربائية العالية، فيستخدم في صناعة الأسلاك الكهربائية التي تتعرض للاحتكاك المستمر، كما أن إضافته إلى سبيكة القصدير والرصاص المستعملة في صنع أحرف الطباعة تزيد من أمد استعمال هذه الأحرف. وتستعمل بعض مركبات الكادميوم، خاصة الكبريتيد، لصنع اصباغ معدنية.[47]

1-5-7 التسمم بالكادميوم

يمثل الكادميوم واحد من المعادن الثقيلة التي تمتلك مخاطر صحية كبيرة على البشر وهو يحتل المرتبة السابعة من بين المواد السامة الخطرة على صحه الأنسان التي صنفتها الولايات المتحدة[48]. إذ يدخل الكادميوم في مجموعه كبيرة من التطبيقات وبالتالي يتم تفريغ كميات كبيرة من الكادميوم ومن مصادر مختلفة إلى البيئة [49]. وتحدث عملية التسمم بالكادميوم أو مركباته عن طريق الابتلاع والاستنشاق[50]، تختلف درجات التسمم بالكادميوم فمثلا في الإحياء المائية تعتمد سمية الكادميوم على عوامل الماء ومن بينها عسرة الماء (التي تعتمد على تركيز أيونات Ca^{+2}،Mg^{+2}) ومن الملا حظ أن العلاقة عكسية بين عسرة المياه وبين التركيز الكلي للكادميوم هذا يعني أن الكائنات المتواجدة في المياه الصالحة للشرب تتأثر بالكادميوم بنسبة اقل من الكائنات المتواجدة في المياه التي تحتوي على نسبة ملوحة عاليه وكذلك تعتمد درجة التسمم بالكادميوم على فصيلة الكائن الحي ،حجمه وعلى الوقت الذي يتعرض له الكائن لذلك

نجد اختلاف واضح في درجات التسمم بالكادميوم في الكائنات الحية[44]. يبين الجدول (1) بعض الخواص الفيزيائية والحدود المسموح بها لتسمم بالمعادن الثقيلة[51].

جدول(1) بعض الخواص الفيزيائية والحدود المسموح بها للتسمم بالمعادن الثقيلة

Metal	Symbol	Atomic number	Atomic Mass g/mol	Density at 20 C^o g/cm^3	MP C^o BP C^o	TLC µg.L^{-1} WHO(2008) / USEPA(2008)
Cadmium	Cd	48	112.4	8.7	320.8 765	3 / 5
Nickel	Ni	28	58.69	8.90	1455 2730	30 / 75

1-5-8 مصادر التلوث بالكادميوم

من بين اهم المصادر التي ينتج عنها التلوث بالكادميوم هو بطارية نيكل– كادميوم المستنفذة، أنشطة التعدين، حرق الوقود [49]، التصوير الفوتوغرافي، مبيدات الحشرات التي يمكن أن تزيد من مستويات الكادميوم في البيئة [52]، كذلك عمليات الصهر،طلاء المعادن،الأسمدة الفوسفاتية، مياه المجاري التي تختلط مع مياه الصرف الصحي ،صناعه السبائك، الاصباغ، ويسبب الكادميوم عدد من الامراض مثل عدد من الاضطرابات المزمنة والحادة، تلف الكلى، أنتفاخ الرئة، ارتفاع ضغط الدم، نظرا لقدرته على الاستبدال مع الحديد في الدم[53]. تهشم العظام، تسمم الكائنات الحية، تدمير النظام البيئي [54].

1-6 البطاريات

منذ نهاية القرن السابع عشر و بداية القرن الثامن عشر بدء التفكير في أنتاج الطاقة الكهربائية من خلال تفاعلات الأكسدة والاختزال التي تمثل فقدان واكتساب الالكترونات وبعد ظهور وأنتشار الخلية الكلفانية وبعد التمكن من قياس فرق الجهد بين أقطابها بدء التفكير بتركيب مجموعة من الخلايا الكهربائية معا لتكوين ما يسمى بالبطارية. في عام (1859) تم تصنيع أول خلية من قبل (planet) ثم قام توماس أديسون بتطوير هذا النوع من الخلايا عام (1908) ثم تبعهم بعد ذلك محاولات عديدة

لتجهيز بطاريات قابلة للخزن باستخدام محاليل الكتروليتية وأقطاب اخرى غير حامض الكبريتيك والرصاص، من خلال عدد من البحوث التي تهدف لتطوير هذا النوع من البطاريات تمكن العالم السويدي (Jangner) من تطوير خلايا عكسية لاتتغير مكوناتها أثناء عملية الشحن والتفريغ، أما العالم أديسون في الولايات المتحدة تمكن من استخدام بطارية نيكل – كادميوم لكونها بطارية متطورة وملائمة أكثر من غيرها من البطاريات المستخدمة[55].

1-6-1 مكونات البطارية

بصورة عامة البطارية هي جهاز كهروكيميائي قادر على تحويل الطاقة الكيميائية إلى طاقة كهربائية، وتتكون البطاريات بصورة عامة من المكونات الاتية وهي الأنود، الكاثود، الالكتروليت، العوازل، الأوعية الخارجية، إذ أن الاختلاف الرئيس بين البطاريات يكون من حيث المواد المستخدمة في الأقطاب والالكتروليت والذي يحدد الخصائص المميزة للبطارية، العوازل المستخدمة في البطارية تصنع من مواد بوليمرية، أما الأوعية الخارجية فيتم صنعها من الفولاذ أو مواد بوليمرية، اما بالنسبة للاقطاب والالكتروليت فأنها تكون متغيرة حسب تطبيقات البطارية المختلفة. وهنالك نوعين اساسيين من البطاريات النوع الأول البطاريات الأولية، هذه البطاريات تستخدم مرة واحدة ولا يمكن اعادة شحنها ومن الامثلة على هذا النوع من البطاريات بطارية، Zin-Carbon وبطارية Manganese–alkaline، النوع الثاني من البطاريات هي البطاريات الثانوية، هذا النوع من البطاريات قابل لاعادة الشحن ومن هذه البطاريات بطارية نيكل كادميوم – وبطارية Ni-M-H وبطارية أيون الليثيوم[56].

1-6-2 بطارية نيكل– كادميوم

تتكون بطارية نيكل– كادميوم من قطبين القطب الأول هو قطب النيكل الموجب الذي يمثل الكاثود والقطب الثاني قطب الكادميوم السالب الذي يمثل الأنود، والالكتروليت هيدروكسيد البوتاسيوم الذي يفصل بينهما وهذه البطارية لها عدة استخدامات ومن أهم هذه الاستخدامات في الأقمار الصناعية إذ أن معظم الأقمار الصناعية تستخدم بطارية نيكل– كادميوم لخزن الطاقة الزائدة الناتجة عن الطاقة الشمسية خلال فترات التعرض للشمس[57].

1-6-3 أنواع بطارية نيكل – كادميوم

يمكن تقسيم بطارية نيكل– كادميوم إلى قسمين، القسم الأول بطارية نيكل– كادميوم مفتوحة، والقسم بطارية نيكل– كادميوم مغلقه إذ تستخدم بطارية نيكل – كادميوم المفتوحة عادة في التطبيقات الصناعية أما بطارية نيكل– كادميوم المغلقة تستخدم عادة في التطبيقات المنزلية ويمكن تصنيفها اعتمادا على شكلها إلى مستطيلة، اسطوانية أو على شكل كرية معدنية. [58]

1-6-4 استخدامات بطارية نيكل – كادميوم

بطارية نيكل – كادميوم تكون مناسبة لمختلف التطبيقات مثل الهواتف الخلوية واللاسلكية ، كاميرات الفيديو، الأجهزة الكهربائية، كذلك تستخدم في أجهزة الكمبيوتر المحمولة نظرا لقدرتها على تقديم تيارات عالية[59]. وفي عالم الالكترونيات فأن بطارية نيكل–كادميوم الثنائية تفضل على أنواع البطاريات الابتدائية الأخرى وذلك لأنها قابلة لإعادة الشحن، قابلة للنقل، تحتفظ بالشحن لمدة طويلة، حجمها اصغر. ولكن بعد فترة معينة من استخدام هذا النوع من البطاريات فأن كفاءة الشحن والتفريغ تقل بصورة تدريجية وفي النهاية تصبح هذه البطاريات كنفايات يمكن التخلص منها أن عملية التخلص من هذا النوع من النفايات مهمة جدا بسبب احتواء هذه البطاريات على معادن سامة مثل الكادميوم، النيكل، الكوبالت[60].

1-6-5 الطرائق المتبعة للتخلص من البطاريات

هنالك الطرائق مختلفة للتخلص من البطاريات منها: طريقة مدافن القمامة إذ يتم التخلص من معظم البطاريات المنزلية بإرسالها إلى مدافن النفايات الصلبة للتخلص منها، امالطريقة الثانية فهي طريقة العزل أو الاستقرار إذ تشمل هذه الطريقة تجنب اتصال نفايات البطارية مع معادن أخرى في البيئة في مواقع طمر النفايات وهذه الطريقة ليست كثيرة الاستخدام بسبب التكاليف الباهضة، والطريقة الثالثة هي الحرق إذ يتم التخلص من البطاريات المنزلية عن طريق الحرق عندما يتم إرسالها إلى أماكن مخصصة لحرق النفايات الصلبة وهذه الطريقة خطرة بسبب أنبعاث أبخرة المعادن الثقيلة مثل الزئبق والرصاص والكادميوم وغيرها إلى البيئة، فضلا عن الطريقة الرابعة وهي إعادة التدوير إذ يمكن استخدام عملية (pyrometallurgy) وعملية (hydrometallurgy) لإعادة تدوير الفلزات الموجودة في البطاريات وهذه العملية تستخدم بشكل واسع في الوقت الحاضر في أجزاء مختلفة من العالم إذ تعدُ البطاريات المصدر الثانوي للعناصر التي تتكون منها [56] .

1-6-6 إعادة تدوير بطارية نيكل – كادميوم

إعادة تدوير نفايات البطاريات هي قضية مهمة ليس فقط من وجهة نظر معالجة النفايات الخطرة ولكن أيضا مهمة من ناحيه أسترداد المواد القيمة إذ أن هذا النوع من البطاريات يحتوي على كمية كبيرة من المعادن الثقيلة مثل الزئبق والرصاص والنيكل والزنك والكوبالت بالإضافة إلى ذلك فأن هذا النوع من البطاريات يستهلك في جميع أنحاء العالم وتصنف نفايات هذا النوع من البطاريات كنفايات خطرة بسبب محتوى الكادميوم العالي لذلك يجب إعادة تدويرها قبل الأنواع الأخرى من البطاريات ومن أهم الأساليب المستخدمة في إعادة تدوير البطاريات هي (pyrometallurgy)، (hydrometallurgy) [61]. وتعدُ طريقة (pyrometallurgy) من أقدم مجالات استخلاص الفلزات، وهي طريقة استخلاص

جافة تُجرى في درجة حرارة عالية مثل الأكسدة و الاختزال و الكلورة و الصهر و تكوين الخبث و غيرها، وغالبا ما تشمل عمليات صهر للمعادن وفصل للمكونات القيّمة في الحالة السائلة، ومن الخامات النموذجية لهذه المعالجة خامات الحديد و النحاس والرصاص، أما طريقة(hydrometallurgy) هي طريقة حديث نسبيا فى استخلاص الفلزات و يشمل الالطرائق المائية (تسمى أيضا الطرائق هيدروفلزية) التي تُجرى عادة في

درجة حرارة الغرفة أو بالقرب من نقطة غليان الماء، وتشمل عمليات ترسيب الفلزات أو مركباتها من المحاليل المائية بالإضافة إلى الطرائق العزل و التنقية مثل تبادل الأيونات واستخلاص المذيبات. ومن المعادن النموذجية لهذه التكنولوجيا معادن الذهب واليورانيوم [62]. تعدُ الطريقة الأولى (pyrometallurgy) طريقة خطرة جدا على البيئة لأنها تحرر جزء كبير من أبخرة المعادن في الغلاف الحيوي، أما الطريقة الثانية (hydrometallurgy) تعدُ الحل الأمثل لهذا النوع من النفايات لأنها منخفضة الطاقة[61]، كذلك تتميز الطريقة الثانية بعدم أطلاق غازات المعادن الثقيلة إلى الغلاف الجوي وما يصاحبه من إضرار على الصحة والبيئة، مناسبة للتطبيقات الصناعية الخطرة، عدم استخدام كواشف مكلفه وتكنولوجيات معقدة [63].

1-6-7 الشروط الواجب إتباعها لإعادة تدوير بطارية نيكل- كاديوم

أن عملية اعادة التدوير يجب أن تكون نظيفة وآمنة نسبيا، وينبغي استعاده نسب عاليه من المكونات القيمة الموجودة في مكونات البطارية، كما يجب أن تكون المعدات المستخدمة بسيطة قدر الإمكان وذات كلفة واطئة، وأن المخلفات الناتجة من عملية التدوير قليلة وليست ذات اثر على البيئة وسهولة التعامل معها،إذ يجب أن تكون عمليات التدوير متلائمة مع متطلبات الكيمياء الخضراء[64].

1-7 الكيمياء الخضراء

يتم التعرف على مفهوم الكيمياء الخضراء على نطاق واسع في المختبرات الكيميائية لقياس الأثر البيئي الناتج من العمليات الكيميائية بشكل صحيح [65]. ويمكن تعريف الكيمياء الخضراء بأنها فرع من فروع علوم الكيمياء وقد استخدم هذا المصطلح أول مرة من قبل (poult) عام (1991) تهتم بالإضرار البيئية التي تنتج من صنع الأنسان ويمكن أن تتمثل الكيمياء الخضراء بأي شيء يقلل من النفايات الصلبة ويتخلص منها بالطريقة الصحيحة ويجب أن تكون طريقة التخلص من النفايات الصلبه بطريقة صحيحة وغير مؤذية للبيئة والكائنات الحية وهذا ماتتضمنه المبادئ الاثنى عشر للكيمياء الخضراء التي اخترعها (Warner،Anastas)[66].

1-7-1 مبادئ الكيمياء الخضراء

1- منع تكوين النفايات بدلا من محاولة معالجتها وتنقيتها بعد تكوينها.

2- إتباع طرائق تعطي أكبر قدر ممكن لاتحاد المواد الكيميائية في تكوين المنتج.

3- اختيار مواد كيميائية تهدف إلى أنعدام وتقليل السمية على البيئة وصحة الأنسان قدر الامكان.

4- اختيار وتصميم مواد كيميائية أكثرا أمنا وغير سامة.

5- الاستغناء عن المذيبات ومواد الفصل التي تكون ضارة أو جعلها قليلة الخطورة قدر الإمكان.

6- يتم اختيار متطلبات الطاقة اعتمادا على مدى تأثيرها على صحة الأنسان والبيئة حاول قدر الإمكان خفض الكمية المستهلكة منها.

7- استرجاع وإعادة تدوير مواد الخام قدر الإمكان.

8- تجنب استخدام المواد المثبطة والمواد المحورة للصفات الكيميائية والفيزيائية.

9- اختبار أفضل كواشف محفزة إذا أمكن.

10- اختيار مواد كيميائية قابلة للتلاشي والتحلل إلى مكونات غير ضارة في البيئة.

11- الوقاية الأنية من المواد الملوثة قبل بدئها بتكوين مواد ضارة.

12- يجب أن تكون المواد الكيميائية أكثر أمنا لتجنب االأنفجارات والحرائق [67].

1-8 الدراسات السابقة

لقد أنجزت العديد من الدراسات والبحوث في مجال عمليات أسترداد وتدوير المخلفات الصلبة والتي تشمل أسترداد الفلزات القيمة من هذه النفايات مثل البطاريات القاعدية ،صفائح النيكل ،خامات النيكل،الدوائر الالكترونية وغيرها من المخلفات، وكان الهدف من هذه البحوث والدراسات ليس فقط أسترداد الفلزات القيمة وأنما التخلص من التلوث الناتج من هذه المخلفات .

قام كل من D. N.Priya وB. R. Reddy بأسترداد وفصل الكوبالت والكادميوم والنيكل من محلول الإذابة بحامض الهيدروكلوريك لبطارية نيكل – كادميوم المستهلكة بطريقة الاستخلاص بالمذيب باستخدام Cyanex 923، cyanex272 المخففة بالكيروسين، وتمكن من عملية فصل الكادميوم، النيكل، الكوبالت بنسبة اقل من 99% [68].

قام الباحث Archana Agraewalt وأخرون بأسترداد المعادن القيمة من البطارية نيكل–كادميوم المستهلكة باستخدام طريقة الاستخلاص بالمذيب.، باستخدام حامض الكبريتيك، 20% D2EHPA 5%isodecano، هيدروكسيد الصوديوم، هيدروكسيد البوتاسيوم. تمكن من استخلاص الكادميوم والكوبالت والنيكل بنسب استخلاص، 89.2% 85.4%، 89.2% على التوالي [59] .

كما قام الباحثA.Fernandes واخرون بأسترداد النيكل والكوبالت والكادميوم من بطارية نيكل – كادميوم المستهلكة باستخدام TBP، Alamine 336، Alamine 304 المخفف بالكيروسين، أوكزولات الامونيوم، حامض الكبريبتيك، حامض الهيدروكلوريك، هيدروكسيد الصوديوم، حامض النتريك، تمكن الباحث من أسترداد الكادميوم والكوبالت بعد عزل النيكل على شكل أوكزالات بنسبة 99.7%، 99.5t% للكادميوم والكوبالت[69].

كذلك قام الباحث A.Babakhani واخرون بفصل النيكل والكادميوم من محلول الكبريتات لبطارية نيكل– كادميوم المستهلكة باستخدام مزيج منD2EHPA، Cyanex302، ولاحض أن نسبة استخلاص النيكل والكادميوم تكون افضل عند استخدام مزيج من D2EHPA+cyanex 302 من استخدام مستخلص D2EHPA بصورة منفردة [70].

كما قام الباحثJ.Gega واخرون باختيار الظروف المثلى لعملية اذابة بطارية نيكل– كادميوم المستهلكة كخطوة أولى لعملية المعالجة المائية hydrometallurgical . وقد استخدم الباحث حامض الكبريتيك، كانت نتائج الدراسة تشير إلى امكانيه استخدام حامض الكبريتيك في عملية الإذابة يصل إلى تركيز 2M وبدرجة حرارة الغرفة وتحت هذه الظروف تكفي لعملية الإذابة كأول خطوة في عملية hydrometallurgical [71].

قام الباحثN. Randhawa بدراسة حركية الإذابة بحامض الكبريتيك لبطارية نيكل – كادميوم المستهلكة مع بيرو كسيد الهيدروجين لأسترداد النيكل والكادميوم بطريقة المحاليل المائية hydrometallurgical. قام الباحث باستخدام بطارية نيكل– كادميوم المستهلكة، حامض الكبيرتيك، بيروكسيد الهيدروجين، وتمكن من أسترداد الكادميوم والنيكل بنسبة 99.5%، 96% على التوالي[72].

كذلك قام الباحث E. Rudnik وM.Nikie بأسترداد النيكل والكادميوم من بطارية نيكل– كادميوم المستهلكة بطريقة المعالجة المائية hydrometallurgical وسحب الكادميوم والنيكل كهربائيا بعد ازالة الحديد. مستخدما حامض الكبريتيك، حامض النتريك، بيروكسيدالهيدروجين، هيدروكسيد الصوديوم. وقد تبين أن عملية إذابة الفلزات بواسطة حامض الكبريتيك بتركيز 20% كانت أكثر مقاومة وتحتاج إلى أكسدة أكثر وبالتالي فأن إضافة بيرو كسيد الهدروجين يساعد على إذابة المعادن الموجودة في القطب وقد

حصل على أعلى نسبة أسترداد للكادميوم 92% وللنيكل 62% وتم بعد ذلك ترسيب الحديد على شكل هيدروكسيد الحديد(II) [73].

قام الباحث D. C. R. Espinosa و J. A. S. T. ´Orio بإعادة تدوير بطارية نيكل –كادميوم باستخدام الفحم كعامل مختزل وتم الحصول على درجة عالية من النقاوة بالنسية للكادميوم 99.92% مع نسبة قليلة من الشوائب ولأحظ أن درجة الحرارة 900 درجة مئوية كافية لعملية الاختزال وأسترداد الكادميوم ولاحظ أيضا عند استخدام درجات حرارة واطئة تقل سرعه التفاعل [58].

كما قام الباحث Q.Guan واخرون بأسترداد النيكل والكوبالت بوجود المغنيسيوم والكالسيوم من محلول الكبريتات باستخدام (versatic 10) ومزيج منcyanex30, versatic 10. قام الباحث باستخدام Verstic 10، cyanex 301، هيدروكسيد الصوديوم NaoH، حامض الكبريتيك. إذ تمكن الباحث من استخلاص النيكل والكوبالت بنسبة 98.26% ، 96.88% على التوالي استخدام (versatic 10) اما عملية النزع فقد تمت وبنسبة نزع 99.46%، 99.84% للكوبالت والنيكل على التوالي باستخدام حامض الكبريتيك[74] .

قام الباحث L. Li واخرون باستخدام طريقة جديدة لأسترداد النيكل وإزالة الفسفور من محلول صفائح النيكل الالكترونية المستهلكة باستخدام طريقة التبادل ألأيوني مع الفحم البني brown coal وقام الباحث باستخدام، الفحم، هيدروكسيد الكالسيوم، كلوريد الكالسيوم، كاربونات الكالسيوم. ولاحظ أن عملية أسترداد النيكل تعتمد على الدالة الحمضية للمحلول ولاحظ أن كفاءة النيكل تقل 46% عندما تستخدم محلول صفائح النيكل دون السيطرة على الدالة الحمضية وبعد عمليه المعالجة بالفحم تمكن من الحصول على نسبة استخلاص النيكل 62% وتمكن من إزالة الفوسفات باستخدام كربونات الكالسيوم بنسبة 94.8%[75].

كذلك قام الباحثL.Meng واخرون بأسترداد Mn، Mg، Ni، Co من خامات النيكل (Laterite) باستخدام الأكسدة القلوية والإذابة بحامض الهيدروكلوريك HCl. وكانت أفضل نسبة أسترداد Mg، Mn، Co، Ni في عملية الأكسدة القلويةهي100% ،85.46% ،92.90% ،99.88% على التوالي، اما عند استخدام الإذابة بحامض HCl تم الحصول على نسبة أسترداد للعناصر Mg، Mn، Co، Ni 100% ،93.07% ،93.7% ،99.07 على التوالي [76].

قام الباحثL.Liqing واخرون بأسترداد النحاس (II) والنيكل (II) من المياه الناتجة من الطلاء المعدني بطريقة الاستخلاص بالمذيب وقد استخدم الباحث Lix984N كمستخلص ولاحظ أن أفضل كفاءة لاستخلاص النيكل الثنائي والنحاس الثنائي هي 93.0% ،92.9% على التوالي [77].

وقام كل من الباحث V. Sridhar وJ.K.verma بأسترداد النيكل والنحاس والخارصين من محلول الكبريتات بواسطة الاستخلاص بالمذيب باستخدام LIX 984N المذاب بالكيروسين كمستخلص. قام الباحث باستخدام Lix984N، مزيج من Lix84 ،Lix860 ،حامض الكبريتيك، إذ بعد عملية الاستخلاص تمت عملية النزع بحامض الكبريتيك لكل من النحاس والنيكل والخارصين وبكفاءة 99% [79].

كما قام الباحث ليث يوسف يعقوب واخرون باستخلاص النيكل من مخلفات حرق الوقود الثقيل بالطريقة المائية (hydrometallurgy) وترسيب الفلز كهربائيا. حصل على نسبة استخلاص75% من النيكل[80].

قام الباحث Ozar وPatels بأسترداد النيكل من محفزات النيكل المستهلكة Ni/Al_2O_3 باستخدام تقنيات Acid leaching، chelating، Ultrasonication بطريقة المعالجة المائية hydrometallurgy. واستخدام حامض الكبريتيك،هيدروكسيد الصوديوم، EDTA، حامض النتريك،

كلوريد الامونيوم، كاربونات الامونيوم، حامض الهيدروكلوريك، ولأحظ أن التقنية الأخيرة Ultrasonicationتسترد أملاح النيكل بشكل اسرع وبنقاوة اعلى من التقنيات الأخرى [80].

وقام كل من الباحثH. A.Gzar ،M.Geatea . بأنتزاع المعادن الثقيلة من التربة الملوثة باستخدام EDTA، HCl كمحاليل استخلاص. وقد اظهرت النتائج أن الحد الأقصى لكفاءة لإزالة هي 99% ،88% ،24% للكادميوم والرصاص والنيكل على التوالي عند استخدام EDTA بينما الحد الأقصى لكفاءة إزالة هي 55%، 94%، 98% على التوالي باستخدام حامض HCL[81].

قام الباحثG.Gavris واخرون بإجراء دراسة مقارنة لأسترداد الكادميوم والرصاص من مياه الفضلات باستخدام الترسيب الكيميائي لأيونات الرصاص والكادميوم الثنائية. إذ تمكن من ترسيب أيونات الرصاص والكادميوم على هيئة أوكزالات الرصاص غير المائية، واكزولات الكادميوم المائية، وكانت كفاءة استخلاص الرصاص تساوي 99% اما الكادميوم اقل منه حوالي 70%[82].

كما قام الباحث J. M. Dahbab واخرون بإزالة الكادميوم من مياه الصرف الصناعي باستخدام CD العراقية. وقام الباحث باستخدام المواد التالية، محلول كادميوم، EDTA، هيدروكسيد الصوديوم، حامض الهيدروكلوريك، NCD، MCD إذ لاحظ أن عملية ازالة أيونات الكادميوم من مياه الفضلات تمت بنجاح عند استخدامMCD، NCD وبنسبة 95.3% عند استخدام NCD و98.8% عند استخدامMCD [83].

قام الباحثV. Kumarواخرون باستخلاص الكادميوم من محلول الكبريتات بطريقة الاستخلاص بالمذيب بوجودdi-2-ethylhexyl phosphoricacid المخفف بالكيروسين. واستخدم الباحث، حامض الكبريتيك، محلول هيدروكسيد الصوديوم، Cyanex272، Cyanex923، D2EHPA

وتحققت عملية الاستخلاص حسب الترتيب CYANEX923 > 272CYANEX > D2EHPA[84].

كذلك قام الباحثE.Bidari واخرون بأسترداد وفصل الكادميوم والنحاس من محلول الكبريتات باستخدام المستخلصات التالية D2EHPA Oxim (MEX) إذ تمكن من استخلاص الكادميوم والنحاس باستخدام مستخلص D2EHPA لأنه أكثر كفاءة[85].

قام الباحثS. S. Swain باستخلاص الكادميوم من محلول الكبريتات باستخدام السوائل الأيونية CyphoslL 101، Aliquat 336 المخففة بالكيروسين كمستخلصات، وكانت نسبة استخلاص أيون الكادميوم 99% عند استخدام CyphoslL 101 ،Aliquat336[86].

وقام كل من H.H.AL-Taweel وS.A.Jassium باسترداد اليورونيوم والبلوتونيوم بميكانيكية التمذوب بواسطة تراي بيوتيل فوسفاتTBP والأيون المرافق تراي أوكتيل امين TOA. وقد تم أسترداد عناصر الاكتينات بواسطة عمليات الأنتزاع باستخدام محلول مخفف من حامض النتريك وتم أسترداد البلوتونيوم بواسطة ثالث أوكتيل امين في مخفف المستلين وقد وجد أن اليوراونيوم المستخلص بوساطة 2.5% ثالث أوكتيل امين قليل جدا في هذه الظروف وبمستوى اجزاء من المليون [87].

كما قام الباحث E.Ntumba-malenga واخرون بأسترداد النيكل باستخدام هيدروكسيد الصوديوم، NaOH هيدروكسيد البوتاسيوم KOH، هيدروكسيد الامونيوم NH_4OH بوجود EDTA، وكبريتيد الصوديوم من ترسيب الجاروسيت من صفيحه PGM وقد استخدم الباحث، حامض الكبريتيك، حامض الهيدروكلوريك، وقد بلغت نسبة أسترداد النيكل 95.6% باستخدام H_2SO_4[88].

قام الباحثE.Yoheeswaran واخرون بأسترداد معدن الرصاص من بطارية الرصاص الحامضية باستخدام الطريقة المائية hydromsetallurgieal مستخدما حامض النتريك بتركيز 2M في عملية الاذابة، وبلغت نسبة الأسترداد اكثر من 90% [89].

وقام الباحث J. Yang واخرون بأستردادالأنديوم واليتيريوم من نفايات شاشات العرض المسطحة باستخدام طريقة الاستخلاص بالمذيب وقد تم أسترداد الأنديوم من CYANEX923 باستخدام حامض النتريك اما اليتيريوم فقد تم أسترداده من DEHPA باستخدام حامض الهيدروكلوريك[90].

كذلك قام الباحث G.Pandey واخرون بأسترداد HF، Zr من نفايات الطين من محطة تنقية الزركونيوم باستخدام الاستخلاص بالمذيب وقد استخدم الباحث TBP، MAEO، حامض النتريك نموذج من نفايات الطين، حامض الأوكزاليك، وقد تمت عملية أسترداد Hf والمعادن القيمة من المحلول بوساطة هذه العملية [91].

قام الباحثX. Yun واخرون بأسترداد الاتربة النادرة من محلول الاذابة الحامضية لبطايرية H-M-Ni باستخدام الاستخلاص بالمذيب وقد استخدم الباحث المواد الاتية، حامض الكبريتيك، بيروكسيد الهيدروجين،امين أولي، أيزوأوكتانال، حامض الهيدروكلوريك، حامض الأوكزاليك، إذ تمكن الباحث من استخلاص العناصر النادرة أو الاتربة النادرة بنسبة 99.98% مع نسبة قليل من الشوائب [92] .

وقام الباحثM.Hutton-Ashkenny واخرون باسترداد النيكل والكوبالت من محلول الاذابة لخامات النيكل (Laterite) بحامض النتريك بطريقة الاستخلاص بالمذيب، إذ تمكن الباحث من فصل النيكل والكوبالت عن المنغنيز والمغنيسيوم بكفاءة عالية [93].

كما قام الباحثC.Hazzotte واخرون بأسترداد النيكل والكاديوم من بطارية نيكل– كاديوم بالاذابة الكهربائية (electroassisted) والترسيب الكهربائي (electrodeposition) في خلية واحدة وقد استخدم المواد التالية، مسحوق بطارية نيكل – كاديوم، خلية منفردة، مصدر تيار كهربائي، وبعد اتمام العملية تمكن الباحث من أستردادالنيكل والكاديوم[94].

قام الباحث L.A.Castro وA.H.Martins بأسترداد القصدير والنحاس بواسطة اعادة تدوير اللوحات الالكترونية في الحواسيب القديمة بطريقة الترسيب. باستخدام المواد الاتية، الدوائر الالكترونية PCBS ،حامض الكبريتيك، هيدروكسيد الصوديوم، حامض النتريك، حامض الهيدروكلوريك واظهرت النتائج أن نسبة أسترداد النحاس93% والقصدير98%[95].

كذلك قام الباحثK.Tanong واخرون بأسترداد المعادن القيمة من مزيج مختلف من البطاريات المستهلكة بواسطة العملية المائية hydrometallurgieal، حامض الكبريتيك، حامض الهيدروكلوريك حامض الأوكزاليك، هيدروكسيد الصوديوم، حامض الاستيك، كلوريد الامونيوم، EDTA، إذ تمكن الباحثون من أسترداد المنغنيز بنسبة 65%، والكاديوم بنسبة 99.9%، والخارصين بنسبة 100% والنيكل بنسبة 64%، والكوبالت بنسبة 74%[96] .

1-9 الهدف من البحث

نظرا لأهمية بطارية نيكل- كادميوم في مجالات مختلفة لكفائتها وقدرتها العالية على تقديم التيار الكهربائي وماتحتويه من عناصر قيمة مثل النيكل والكادميوم والكوبالت وجد من المستحسن اعادة تدويرها واختيار الطرق والاساليب غير المكلفة في اعادة تدوير هذا النوع من البطاريات ليس فقط لأسترداد المعادن القيمة ولكن أيضا للتقليل من مستوى التلوث الناتج من هذه العناصر خصوصا اذا تجاوز الحد المسموح به لذلك تهدف هذه الدراسة إلى

1-اعادة تدوير بطارية نيكل – كادميوم واستخدامها في مجالات مختلفة

2-اختيار اساليب وطرائق غير مكلفة في اعادة تدوير البطاريات

3-التقليل من مستوى التلوث الناتج من هذه النفايات وخصوصا التلوث الناتج من معدن الكادميوم

4- زيادة الوارد الاقتصادي.

2-1 المواد الكيميائية Chemical materials

ان جميع المواد الكيميائية التي تم استخدامها في انجاز هذا البحث هي ذات نقاوة عالية ومن مناشـــىء عالمية وكما مبين في الجدول(2).

جدول (2): المواد الكيميائية المستخدمة

اسم المادة	الصيغةالكيميائية	النقاوة	الشركة المجهزة
Ammonium hydroxid	NH_4OH	37%	China
Cd - standard	$Cd(NO_3)_2$	100%	Germany
Fe - standard	$Fe(NO_3)_2$	100%	Germany
Hydrochloric acid	HCl	38%-35%	BDH
Ni - standard	$Ni(NO_3)_2$	100%	Germany
Nitric acid	HNO_3	72%	BDH
Potassium hydroxid	KOH	98%	GCC
Sodium hydroxide	NaOH	99%	GCC
Sodium carbonate	Na_2CO_3	98%	GCC
Sodium bicarbonate	$NaHCO_3$	99.1%	GCC
Sulfuric acid	H_2SO_4	98%	BDH

2-2 الاجهزة Apparatus

1-ميزان حساس (**Balance**) نوعSartorius، AZ – 214 ألماني المنشأ.

2-جهاز قياس الدالة الحامضية (pH – meter) نوع lnolab/WTW/ 7110 ألماني المنشأ.

3–جهاز تسخين وتحريك (Stirring hot plate) نوع Labtech، 1003 كوري المنشأ.

4- حمام مائي (bath Water) نوع YCW-012S، GEMMYCO تايواني المنشأ.

5-فرن تجفيف (Oven) نوع S-NO 104544، Termaks الماني المنشأ.

6– جهاز الأمتصاص الذري (Atomic absorption) نوع AURORA ، A1200 – Canada في جامعة ديالى كلية العلوم قسم الكيمياء.

7- جهاز الانبعاث الذري (Emission absorption) نوع M500N، FPI ياباني المنشأ، في كليـــة التربية ابن الهيثم.

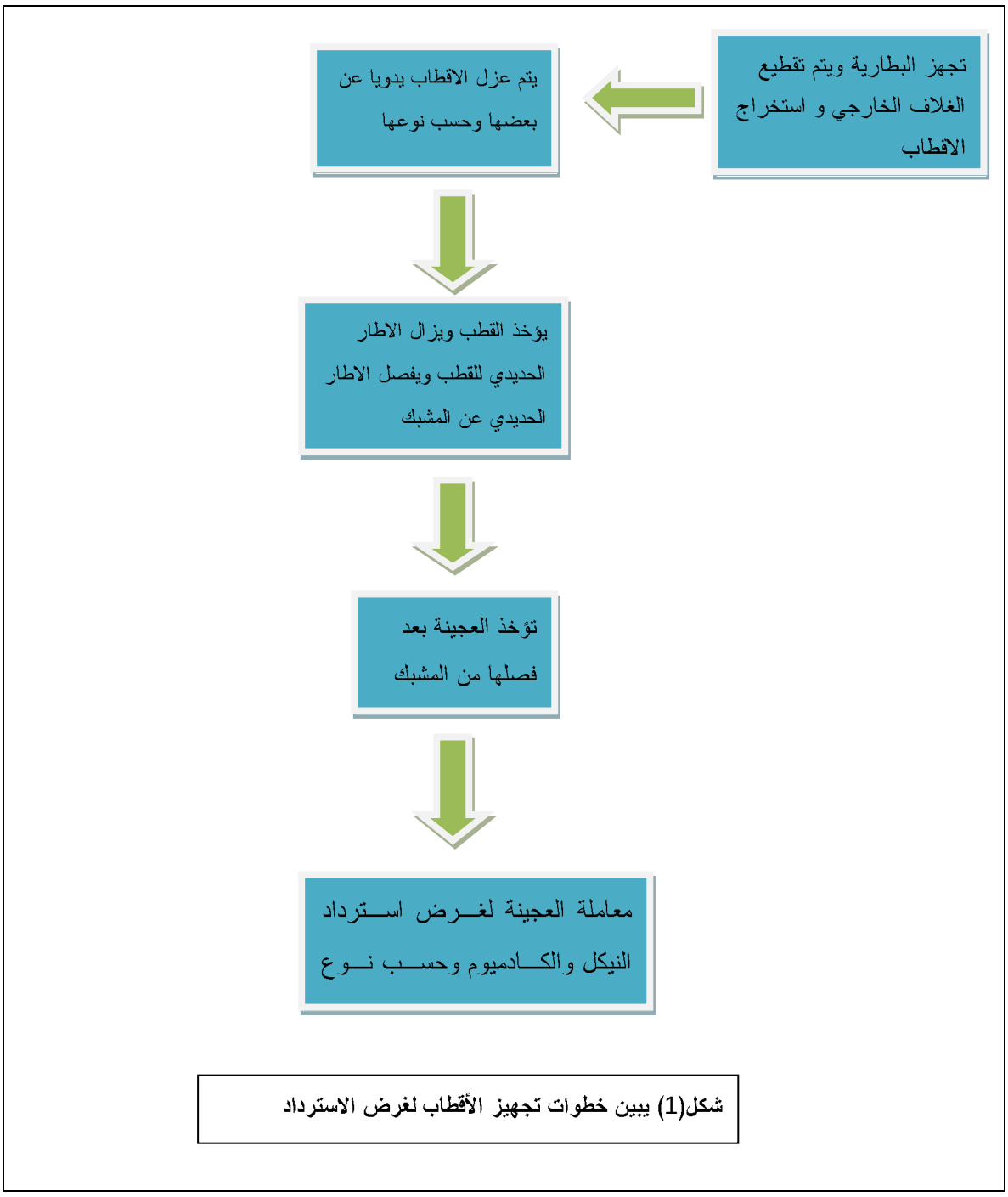
8– جهاز هزاز (shaker) مختبري، يستخدم لغرض مزج المحاليل السائلة.

9– جهاز تم تصنيعه محليا مزود بثرموستات، يستخدم لاغراض انجاز التجارب بـــدرجات حـــرارة مختلفة وثابتة كما موضح في الصورة الاتية.

جهاز تم تصنيعه محليا يستخدم لانجاز التجارب بدرجات حرارة مختلفة

3-2 تحضير العينات Preparation of samples

تم في هذه ال استعمال اقطاب بطارية نيكل–كادميوم القاعدية المستهلكة بعد الحصول على البطاريـــة من المحطات الكهربائية. اذ تتم المعاملة للبطارية حسب الخطوات الموضحة في الشكل(1):



شكل(1) يبين خطوات تجهيز الأقطاب لغرض الاسترداد

تحتوي البطارية الواحدة على (400g) من النيكل و(350g) من الكادميوم وحسب نتائج تحليل اقطاب بطارية النيكل والكادميوم كما مبين في الجدول (3).

الجدول (3): نتائج تحاليل اقطاب النيكل والكادميوم

النموذج	النسبة المئوية %		
	النيكل	الكادميوم	الحديد
عجينة النيكل	43	----------	0.5
مشبك النيكل	1	----------	95
عجينة لكادميوم	---------	50	1.5
مشبك الكادميوم	---------	5	95

2-4 **تحضير المحاليل** Preparation of solutions

تم تحضير المحاليل اللازمة لانجاز التجارب في هذا البحث باستخدام المواد الكيمائية المبينة في الجدول (2) تم تطبيق قانون التخفيف($M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2$) لتحضير تراكيز المحاليل السائلة بعد معرفة التركيز المولاري الاصلي لكل مادة من خلال تطبيق القانون ($M = \% \times d \times 1000/M.wt$)، اما بنسبة لتحضير تراكيز المواد الصلبة تم تطبيق القانون التالي ($M = wt/M.wt \times 1000/Vml$).

2-4-1 **تحضير** 6M H_2SO_4

يؤخذ (326 ml) من حامض الكبريتيك المركز18M ويوضع في قنينة حجمية سعة 1لتر(حاوية على كمية من الماء المقطر) ويكمل الحجم بالماء المقطر إلى حد العلامة. يستخدم هذا المحلول لتحضير المحاليل المخففة المطلوبة للتجارب اللاحقة.

2-4-2 **تحضير** 2M HCl

يؤخذ (113ml) من حامض الهيدروكلوريك المركز17M ويوضع في قنينة حجمية سعة 1لتر ويكمل الحجم بالماء المقطر إلى حد العلامة. يستخدم هذا المحلول لتحضير المحاليل المخففة المطلوبة

المطلوبة للتجارب اللاحقة.

2-4-3 تحضير 6M HNO_3

يؤخذ (359ml) من حامض النتريك المركز16M ويوضع في قنينة حجمية سعة 1لتر ويكمل الحجم بالماء المقطر إلى حد العلامة. يستخدم هذا المحلول لتحضير المحاليل المخففة المطلوبة للتجارب اللاحقة.

2-4-4 تحضير 2M NaOH

يؤخذ (80g) من هيدروكسيد الصوديوم ويوضع في بيكر لغرض أذابته بكمية من الماء المقطر ثم ينقل المحلول إلى قنينة حجمية سعة 1لتر ويكمل الحجم بالماء المقطر إلى حد العلامة. يستخدم هذا المحلول لتحضير المحاليل المخففة المطلوبة للتجارب اللاحقة.

2-4-5 تحضير 2M KOH

يؤخذ (112g) من هيدروكسيد البوتاسيوم ويوضع في بيكر لغرض اذابته بكمية من الماء المقطر ثم ينقل المحلول إلى قنينة حجمية سعة 1 لتر ويكمل الحجم بالماء المقطر إلى حد العلامة. يستخدم هذا المحلول لتحضير المحاليل المخففة المطلوبة.

2-4-6 تحضير 2M Na_2CO_3

يؤخذ (212g) من كاربونات الصوديوم ويوضع في بيكر لغرض أذابتها بكمية من الماء المقطر ثم ينقل

المحلول إلى قنينة حجمية سعة 1لتر ويكمل الحجم بالماء المقطر إلى حد العلامة. يستخدم هذا المحلول لتحضير المحاليل المخففة المطلوبة.

2-4-7 تحضير 2M $NaHCO_3$

يؤخذ (168g) من بيكاربونات الصوديوم ويوضع في بيكر لغرض أذابتها بكمية من الماء المقطر ثم ينقل المحلول إلى قنينة حجمية سعة 1لتر ويكمل الحجم بالماء المقطر إلى حد العلامة. يستخدم هـذا المحلول لتحضير المحاليل المخففة المطلوبة.

2-4-8 تحضير 20% NH_4OH

يؤخذ (200ml) من محلول هيدروكسيد الامونيوم (نسبة الامونيا 37%) المركز ويوضع فـي قنينـة حجمية سعة 1لتر ويكمل الحجم بالماء المقطر إلى حد العلامة.

2-5 استرداد النيكل

2-5-1 استرداد النيكل باستخدام محاليل كيمائية مختلفة

تم إجراء هذه التجربة بأخذ وزن 5g من عجينة النيكل وأذابتها في بيكر سعة 100ml باستخدام محاليل مختلفة من (Na_2CO_3، KOH، $NaHCO_3$، NaOH، HCl، HNO_3، H_2SO_4) بتركيز2M ينقل المحلول إلى دورق مخروطي ويوضع في هزاز لمدة اربع ساعات وبدرجة حرارة المختبر25 درجة مئوية. يرشح محلول الأسترداد ويؤخذ الراشح لغرض قياس كمية النيكل المستردة باستخدام جهاز الأمتصاص الذري اللهبي، بعد تطبيق منحنى المعايرة المستخدم لتقدير تركيز ايونات النيكل والكادميوم في المحلول، النتائج مبينة في الجدول (4) والشكل (2،3).

2-5-2 تأثير تغير تركيز حامض الكبريتيك على عملية استرداد النيكل

تم إجراء هذه التجربة بأخذ وزن 2g من عجينة النيكل وأذابتها في بيكر سعة 100ml باستخدام 25ml من حامض الكبريتيك بتراكيز مختلفة (1 M ،2 ،3 ،4 ،5 ،6)، ينقل المحلول إلى دورق مخروطي ويوضع في هزاز لمدة ساعة وبدرجة حرارة المختبر25 درجة مئوية. يرشح محلول الأسترداد ويؤخذ الراشح لغرض قياس كمية النيكل المستردة. النتائج مبينة في الجدول (5) والشكل (4).

2-5-3 تأثير تغير حجم حامض الكبريتيك على عملية استرداد النيكل

تم إجراء هذه التجربة بأخذ وزن 2g من عجينة النيكل وأذابتها في قناني حجمية باستخدام حجوم مختلفة(5 ml ،10 ،15 ،20 ،25) من حامض الكبريتك بتركيز5M، ينقل المحلول إلى دورق مخروطي ويوضع في هزاز لمدة ساعة وبدرجة حرارة المختبر25 درجة مئوية. يرشح محلول الأسترداد ويؤخذ الراشح لغرض قياس كمية النيكل المستردة. النتائج مبينة في الجدول (6) والشكل(5).

2-5-4 تأثير تغير الزمن على عملية استرداد النيكل

تم إجراء هذه التجربة بأخذ وزن 2g من عجينة النيكل وأذابتها في دورق مخروطي باستخدام حجم (20ml) من حامض الكبريتك بتركيز 5M، يوضع المحلول في هزاز لمدة(15 ،30 ،60 ،90 ،120 ،180) دقيقة وبدرجة حرارة المختبر25 درجة مئوية. يرشح محلول الأسترداد ويؤخذ الراشح لغرض قياس كمية النيكل المستردة. النتائج مبينة في الجدول (7) والشكل (6).

2-5-5 تأثير تغير وزن النموذج على عملية استرداد النيكل

تم إجراء هذه التجربة بأخذ اوزان مختلفة من عجينة النيكل (100 mg ،500 ،1000 ،1500 ، 2000 ،3000) وأذابتها في 20ml من حامض الكبريتيك بتركيز 5M، يوضع المحلول في هزاز لمدة ساعتين وبدرجة حرارة المختبر25 درجة مئوية. يرشح محلول الأسترداد ويؤخذ الراشح لغرض قياس كمية النيكل المستردة. النتائج مبينة في الجدول (8) والشكل (7).

2-5-6 تأثير تغير درجة الحرارة على عملية استرداد النيكل

تم إجراء هذه التجربة بأخذ وزن 2g من عجينة النيكل وأذابتها في دورق مخروطي باستخدام حجم 20ml من حامض الكبريتك بتركيز 5M، يوضع المحلول في هزاز لمدة ساعتين وبدرجات حرارة مختلفة (25 ،40 ،50 ،60 ،70 ،80) درجة مئوية، يرشح محلول الأسترداد ويؤخذ الراشح لغرض قياس كمية النيكل المستردة. النتائج مبينة في الجدول (9) والشكل(8).

2-6 ترسيب الحديد من محلول استرداد النيكل

2-6-1 ترسيب الحديد من محلول استرداد النيكل باستخدام محلول 20% هيدروكسيد الامونيوم

تم إجراء هذه التجربة بأخذ 100ml من محلول الاسترداد الحاوي على النيكل بمقدار 100mg والحديد بمقدار8.9mg وبزمن ترسيب ساعة واحدة عند درجة حرارة المختبر25 درجة مئوية، واستخدام قيم مختلفة للدالة الحامضية 1 ،2 ،3 ،pH=4 يرشح المحلول بعد الترسيب ويؤخذ الراشح لغرض قياس كمية النيكل والحديد.النتائج مبينة في الجدول (10) والشكل (9).

2-6-2 ترسيب الحديد من محلول استرداد النيكل باستخدام محلول 1M هيدروكسيد الصوديوم

تم إجراء هذه التجربة بأخذ 100ml من محلول الاسترداد الحاوي على النيكل بمقدار 100mg والحديد بمقدار 8.9mg وبزمن ترسيب ساعة واحدة عند درجة حرارة المختبر25 درجة مئوية، واستخدام قيم مختلفة للدالة الحامضية 1 ،2 ،3 ،pH=4 يرشح المحلول بعد الترسيب ويؤخذ الراشح لغرض قياس كمية النيكل والحديد. النتائج مبينة في الجدول (11) والشكل(10).

2-7 دراسة ترسيب النيكل من محلول الأسترداد

تم استخدام هيدروكسيد الصوديوم لترسيب النيكل بالاعتماد على نتائج ترسيب الحديد السابقة الذكر.

2-7-1 تأثير تغير الدالة الحامضية على عملية ترسيب النيكل

تم إجراء هذه التجربة بأخذ 100ml من محلول الاسترداد الحاوي على النيكل بمقدار100mg والـــذي تم ترسيب الحديد منه وتعدل قيم الدالة الحامضية للمحلول باستخدام هيدروكسيد الصوديوم 1M إلـــى 7 ،8 ،9 ،10 ،pH=11، يترك المحلول بزمن ترسيب ساعة واحدة عند درجة حـــرارة المختبـــر25 درجة مئوية. يرشح المحلول بعد الترسيب ويؤخذ الراشح لغرض قياس كمية النيكل المتبقـــي.النتـــائج مبينة في الجدول(12) والشكل(11).

2-7-2 تغير الزمن على عملية ترسيب النيكل

تم إجراء هذه التجربة بأخذ 100ml من محلول الاسترداد الحاوي على النيكل بمقدار100mg والذي تم ترسيب الحديد منه وتعدل قيمة الدالة الحامضية للمحلول باستخدام هيدروكسيد الصوديوم 1M إلى pH=11، يترك المحلول بازمان ترسيب مختلفة (15 ،30 ،60 ،120 ،180) دقيقة عند درجة حرارة المختبر25 درجة مئوية. يرشح المحلول بعد الترسيب ويؤخذ الراشح لغرض قياس كمية النيكل المتبقي.النتائج مبينة في الجدول (13) والشكل(12).

2-7-3 تأثير تركيز المادة المرسبة على عملية ترسيب النيكل

تم إجراء هذه التجربة بأخذ 100ml من محلول الاسترداد الحاوي على النيكل بمقدار 100mg والذي تم ترسيب الحديد منه وتعدل قيمة الدالة الحامضية للمحلول إلى pH=11 باستخدام تراكيز مختلفة من هيدروكسيد الصوديوم (0.1 M ،0.5 ،1 ،1.5 ،2) يترك المحلول بزمن ترسيب ساعتين عند درجة حرارة المختبر. يرشح المحلول بعد الترسيب ويؤخذ الراشح لغرض قياس كمية النيكل المتبقي. النتائج مبينة في الجدول (14) والشكل (13).

2-7-4 تأثير درجة الحرارة على عملية ترسيب النيكل

تم إجراء هذه التجربة بأخذ 100ml من محلول الاسترداد الحاوي على النيكل بمقدار 100mg والذي تم ترسيب الحديد منه وتعدل قيمة الدالة الحامضية للمحلول إلى pH=11 باستخدام هيدروكسيد الصوديوم 2M، يترك المحلول بزمن ترسيب ساعتين عند درجات حرارة مختلفة (15 ،20 ،25 ، 30،40) درجة مئوية. يرشح المحلول ويؤخذ الراشح لغرض قياس كمية النيكل المتبقي.النتائج مبينة في الجدول(15) والشكل (14).

2-8 تنقية راسب هيدروكسيد النيكل $Ni(OH)_2$

تم إجراء هذه التجارب باستخدام الراسب الذي تم الحصول عليه من تطبيق الظروف المثالية للترسيب وبنقاوة (97.51%) وكانت نتائج تحليل الراسب قبل إجراء عملية التنقية هي كما في الجدول (16).

الجدول(16): نتائج تحليل راسب هيدروكسيد النيكل $Ni(OH)_2$ قبل التنقية

المركب	نسبة النقاوة	نسبة الحديد	نسبة الصوديوم	نسبة النيكل
$Ni(OH)_2$	97.51%	0.1%	0.775%	61.72%

2-8-1 تأثير الزمن على عملية الغسل (التنقية) للتخلص من كبريتات الصوديوم

تم إجراء هذه التجربة بأخذ 2g من الراسب هيدروكسيد النيكل $Ni(OH)_2$ والحاوي على الصوديوم بمقدار 15.5mg واضيف له 25ml من الماء اللا أيوني، وضع المحلول في هزاز عند درجة حرارة المختبر25 درجة مئوية وبأزمان مختلفة (15،30 ،60 ،90 ،120) دقيقة، يرشح المحلول بعد الغسل ويؤخذ الراشح لغرض قياس كمية الصوديوم باستخدام جهاز الانبعاث الذري اللهبي.النتائج مبينة في الجدول (17) والشكل (15).

2-8-2 تأثير درجة الحرارة على عملية الغسل للتخلص من كبريتات الصوديوم

تم إجراء هذه التجربة بأخذ 2g من الراسب هيدروكسيد النيكل$Ni(OH)_2$ والحاوي على الصوديوم بمقدار 15.5 mg واضيف له 25ml من الماءاللا أيوني، وضع المحلول في هزاز عند درجات حرارة مختلفة 10 ،20 ،30 ،40 ،50 درجة مئوية لمدة ساعة، يرشح المحلول بعد الغسل ويؤخذ الراشح لغرض قياس كمية الصوديوم. النتائج مبينة في الجدول (18) والشكل (16).

2-8-3 تأثير عدد مرات الغسل على عملية تنقية هيدروكسيد النيكل

تم إجراء هذه التجربة بأخذ 2g من الراسب هيدروكسيد النيكل $Ni(OH)_2$ والحاوي على الصوديوم بمقدار 15.5 mg واضيف له 25ml من الماء اللا أيوني، وضع المحلول في هزاز عند درجة حرارة المختبر25 درجة مئوية، بعدد مرات غسل مختلفة 1 ،2 ،3 ،4 مرة ولمدة ساعة واحدة لكل مرة، يرشح المحلول بعد الغسل ويؤخذ الراشح لغرض قياس كمية الصوديوم. النتائج مبينة في الجدول (19) والشكل(17).

2-8-4 استرداد النيكل على هيئة هيدروكسيد النيكل الثنائي$Ni(OH)_2$عند تطبيق الظروف المثلى

تم إجراء هذه التجربة بأخذوزن 20g من عجينة النيكل وأذابتها باستخدام حامض الكبريتيك بتركيز 5M في بيكر سعة 500 ml، يترك المحلول في هزاز بزمن ساعتين عند درجة حرارة 70 درجة مئوية. يرشح المحلول ويتم ترسيب الحديد باستخدام هيدروكسيد الصوديوم بتركيز 1M عند دالة حامضية pH=3 بزمن ترسيب ساعة ودرجة حرارة 25 درجة مئوية. يرشح المحلول مرة ثانية ثم يتم ترسيب النيكل باستخدام هيدروكسيد الصوديوم بتركيز 2M عند دالة حامضية pH=11 بزمن ترسيب ساعتين ودرجة حرارة 25 درجة مئوية. يرشح المحلول بعد الترسيب ويؤخذ الراسب ويجفف عند درجة حرارة 150 درجة مئوية لغرض استخدامه لعمليات الغسل والتنقية بعد عملية الترسيب حيث

يغسل الراسب للتخلص من كبريتات الصوديوم بتطبيق الظروف المثلى التي تم التوصل اليها. حيث يتم غسل العجينة باستخدام 25ml من الماء المقطر بفترة زمنية مقدارها 60 دقيقة عند درجة حرارة 40 درجة مئوية وتعاد عملية غسل العجينة اربع مرات بنفس الظروف اعلاه.

2-9 استرداد الكادميوم

2-9-1 استرداد الكادميوم باستخدام محاليل كيمائية مختلفة

تم إجراء هذه التجربة بأخذ وزن 5g من عجينة الكادميوم وأذابتها في بيكر سعة 100ml باستخدام محاليل مختلفة من (Na_2CO_3، KOH، $NaHCO_3$، NaOH، HCl، HNO_3، H_2SO_4) بتركيز2M، ينقل المحلول إلى دورق مخروطي ويوضع في هزاز لمدة 4 ساعة عند درجة حرارة المختبر25 درجة مئوية. يرشح محلول الأسترداد ويؤخذ الراشح لغرض قياس كمية الكادميوم المستردة باستخدام جهاز الأمتصاص الذري اللهبي. النتائج مبينة في الجدول (20) والشكل (18).

2-9-2 تأثير تغير تركيز حامض النتريك على عملية استرداد الكادميوم

تم إجراء هذه التجربة بأخذ وزن 2g من عجينة الكادميوم وأذابتها في بيكر سعة 100ml باستخدام 20ml من محاليل مختلفة التركيز من حامض النتريك (1M ،2 ،3 ،4 ،5 ،6)، ينقل المحلول إلى دورق مخروطي ويوضع في هزاز لمدة ساعة عند درجة حرارة المختبر25 درجة مئوية. يرشح المحلول ويؤخذ الراشح لقياس كمية الكادميوم المستردة. النتائج مبينة في الجدول (21) والشكل (19).

2-9-3 تأثير تغير الزمن على عملية استرداد الكادميوم

تم إجراء هذه التجربة بأخذ وزن 2g من عجينة الكادميوم وأذابتها في دورق مخروطي باستخدام حجم 20ml من حامض النتريك بتركيز 5M، يوضع المحلول في هزاز عند درجة حرارة المختبر25

درجة مئوية لمدة(15 ،30 ،60 ،90 ،120 ،180) دقيقة. يرشح محلول الأسترداد ويؤخذ الراشح لغرض قياس كمية الكادميوم المستردة. النتائج مبينة في الجدول (22) والشكل(20).

2-9-4 تأثير تغير حجم حامض النتريك على عملية استرداد الكادميوم

تم إجراء هذه التجربة بأخذ وزن 2g من عجينة الكادميوم وأذابتها في قناني حجمية باستخدام حجوم مختلفة (5 ml ،10 ،15 ،20 ،25) من حامض النتريك بتركيز 5M، ينقل المحلول إلى دورق مخروطي ويوضع في هزاز لمدة ساعتين وبدرجة حرارة المختبر25 درجة مئوية. يرشح محلول الأسترداد ويؤخذ الراشح لغرض قياس كمية الكادميوم المستردة. النتائج مبينة في الجدول (23) والشكل(21).

2-9-5 تأثير تغير وزن النموذج على عملية استرداد الكادميوم

تم إجراء هذه التجربة بأخذ اوزان مختلفة من عجينة الكادميوم (100 mg، 500 ،1000 ،1500 ، 2000 ،3000) وأذابتها في 20ml من حامض النتريك بتركيز 5M، يوضع المحلول في هزاز لمدة ساعتين وبدرجة حرارة المختبر25 درجة مئوية، يرشح محلول الأسترداد ويؤخذ الراشح لغرض قياس كمية الكادميوم المستردة. النتائج مبينة في الجدول (24) والشكل (22).

2-9-6 تأثير تغير درجة الحرارة على عملية استرداد الكادميوم

تم إجراء هذه التجربة بأخذ وزن 2g من عجينة الكادميوم وأذابتها في دورق مخروطي باستخدام حجم 20ml من حامض النتريك بتركيز 5M، يوضع المحلول في هزاز لمدة ساعتين وبدرجات حرارة مختلفة (25 ،40 ،50 ،60 ،70 ،80) درجة مئوية، يرشح محلول الأسترداد ويؤخذ الراشح لغرض قياس كمية الكادميوم المستردة. النتائج مبينة في الجدول (25) والشكل(23).

2-10 ترسيب الحديد من محلول استرداد الكادميوم

2-10-1 ترسيب الحديد من محلول استرداد الكادميوم باستخدام محلول 20% هيدروكسيد الامونيوم

تم إجراء هذه التجربة بأخذ 100ml من محلول الاسترداد الحاوي على الكادميوم بمقدار100mg والحديد بمقدار13mg وبزمن ترسيب ساعة عند درجة حرارة المختبر25 درجة مئوية، واستخدام قيم مختلفة للدالة الحامضية 1 ،2 ،3 ،pH=4 يرشح المحلول بعد الترسيب ويؤخذ الراشح لغرض قياس كمية الكادميوم والحديد باستخدام جهاز الأمتصاص الذري اللهبي.النتائج مبينة في الجدول (26) والشكل(24).

2-10-2 ترسيب الحديد من محلول الكادميوم باستخدام NaOH (1M)

تم إجراء هذه التجربة بأخذ 100ml من محلول الاسترداد الحاوي على الكادميوم بمقدار100mg والحديد بمقدار 13mg وبزمن ترسيب ساعة عند درجة حرارة المختبر25 درجة مئوية، واستخدام قيم مختلفة للدالة الحامضية1 ،2 ،3 ،pH=4 يرشح المحلول بعد الترسيب ويؤخذ الراشح لغرض قياس كمية الكادميوم والحديد.النتائج مبينة في الجدول (27) والشكل (25).

2-11 ترسيب الكادميوم من محلول استرداد الكادميوم

تم استخدام هيدروكسيد الصوديوم لترسيب الكادميوم وبالاعتماد على نتائج ترسيب الحديد السابقة الذكر.

2-11-1 تأثير تغير الدالة الحامضية على عملية ترسيب الكادميوم

تم إجراء هذه التجربة بأخذ 100ml من محلول الاسترداد الحاوي على الكادميوم بمقدار 100mg والذي تم ترسيب الحديد منه وتعدل قيم الدالة الحامضية للمحلول باستخدام هيدروكسيد الصوديوم 1Mإلى (7 ،8 ،9 ،10.5 ،11)، يترك المحلول بزمن ترسيب ساعة بدرجة حرارة المختبر25

درجة مئوية. يرشح المحلول بعد الترسيب ويؤخذ الراشح لغرض قياس كمية الكادميوم المتبقي. النتائج مبينة في الجدول (28) والشكل (26).

2-11-2 تأثير تغير الزمن على عملية ترسيب الكادميوم

تم إجراء هذه التجربة بأخذ 100ml من محلول الاسترداد الحاوي على ايون الكادميوم بمقدار100mg والذي تم ترسيب الحديد منه وتعدل قيمة الدالة الحامضية للمحلول باستخدام هيدروكسيد الصوديوم إلى pH=10.5، يترك المحلول بازمان ترسيب مختلفة (15 ،30 ،60 ،120 ،180) دقيقة بدرجة حرارة المختبر25 درجة مئوية. يرشح المحلول بعد الترسيب ويؤخذ الراشح لغرض قياس كمية الكادميوم المتبقي. النتائج مبينة في الجدول (29) والشكل(27).

2-11-3 تأثير تركيز المادة المرسبة على عملية ترسيب الكادميوم

تم إجراء هذه التجربة بأخذ 100ml من محلول الاسترداد الحاوي على الكادميوم بمقدار 100mgوالذي تم ترسيب الحديد منه وتعدل قيمة الدالة الحامضية للمحلول إلى pH=10.5 باستخدام تراكيز مختلفة من هيدروكسيد الصوديوم (0.1 M ،0.5 ،1 ،1.5 ،2)، يترك المحلول بزمن ترسيب ساعتين عند درجة حرارة المختبر25 درجة مئوية. يرشح المحلول بعد الترسيب ويؤخذ الراشح لقياس كمية الكادميوم المتبقي. النتائج مبينة في الجدول (30) والشكل(28).

2-11-4 تأثير درجة الحرارة على عملية ترسيب الكادميوم

تم إجراء هذه التجربة بأخذ 100ml من محلول الاسترداد الحاوي على الكادميوم بمقدار 100mgوالذي تم ترسيب الحديد منه وتعدل قيمة الدالة الحامضية للمحلول إلى pH=10.5 باستخدام هيدروكسيد الصوديوم 2M، يترك المحلول بزمن ترسيب ساعتين وبدرجات حرارة مختلفة (10 ،

25،20 ،30) درجة مئوية. يرشح المحلول بعد الترسيب ويؤخذ الراشح لقياس كمية الكادميوم المتبقي. النتائج مبينة في الجدول (31) والشكل(29).

2-12 تنقية راسب هيدروكسيد الكادميوم $Cd(OH)_2$

تم إجراء هذه التجارب باستخدام الراسب الذي تم الحصول عليه من تطبيق الظروف المثالية للترسيب وبنقاوة (97.84%) وكانت نتائج تحليل الراسب قبل إجراء عملية التنقية هي كما في الجدول (32)

الجدول (32): نتائج تحليل راسب هيدروكسيد الكادميوم $Cd(OH)_2$ قبل التنقية

نسبة الكادميوم	نسبة الصوديوم	نسبة الحديد	نسبة النقاوة	المركب
75.11%	0.80%	0.08%	97.84%	$Cd(OH)_2$

2-12-1 تأثير الزمن على عملية الغسل (التنقية) للتخلص من نترات الصوديوم

تم إجراء هذه التجربة بأخذ 2g من الراسب هيدروكسيد الكادميوم $Cd(OH)_2$ والحاوي على الصوديوم بمقدار16 mg واضيف له 50ml من الماءاللا أيوني، وضع المحلول في هزاز بدرجة حرارة المختبر25 درجة مئوية، وبأزمان مختلفة (10 ،15 ،20 ،25 ،30) دقيقة. يرشح المحلول بعد الغسل ويؤخذ الراشح لغرض قياس كمية الصوديوم باستخدام جهاز الانبعاث الذري اللهبي. النتائج مبينة في الجدول (33) والشكل(30).

2-12-2 تأثير درجة الحرارة على عملية الغسل للتخلص من نترات الصوديوم

تم إجراء هذه التجربة بأخذ2g من الراسب هيدروكسيد الكادميوم $Cd(OH)_2$ الحاوي على الصوديوم بمقدار 16mg واضيف له 50ml الماءاللا أيوني، وضع المحلول في هزاز عند درجات حرارة مختلفة (30 ،40 ،50 ،60) درجة مئوية بزمن 25 دقيقة. يرشح المحلول بعد الغسل ويؤخذ الراشح لغرض قياس كمية الصوديوم. النتائج مبينة في الجدول (34) والشكل (31).

2-12-3 تأثير عدد مرات الغسل على عملية تنقية هيدروكسيد الكادميوم

تم إجراء هذه التجربة بأخذ 2g من الراسب هيدروكسيد الكادميوم $Cd(OH)_2$ الحاوي على الصوديوم بمقدار16mg واضيف له 25ml من الماءاللا أيوني، وضع المحلول في هزاز بدرجة حرارة 50درجة مئوية بعدد مرات غسل مختلفة 1 ،2 ،3 مرة ولمدة ساعة واحدة لكل مرة. يرشح المحلول بعد الغسل ويؤخذ الراشح لقياس كمية الصوديوم. النتائج مبينة في الجدول (35) والشكل (32).

2-13 ترسيب الكادميوم على هيئة هيدروكسيد الكادميوم الثنائي $Cd(OH)_2$عند تطبيق الظروف المثلى.

تم إجراء هذه التجربة بأخذ 20g من عجينة الكادميوم وأذابتها باستخدام حامض النتريك بتركيز 5M في

بيكر سعة 500 ml، يترك المحلول في هزاز لمدة ساعتين عند درجة حرارة 70 درجة مئوية. يرشح المحلول ويتم ترسيب الحديد باستخدام هيدروكسيد الصوديوم بتركيز 1M عند دالة حامضية pH=3 بزمن ترسيب ساعة واحدة وبدرجة حرارة 25 درجة مئوية. يرشح المحلول مرة ثانية ثم يتم ترسيب الكادميوم باستخدام هيدروكسيد الصوديوم بتركيز 2M عند دالة حامضية pH=10.5 بزمن ترسيب ساعتين وبدرجة حرارة 25 درجة مئوية. يرشح المحلول بعد الترسيب ويؤخذ الراسب فيتم تجفيفه بدرجة حرارة 150 درجة مئوية لغرض استخدامه لعمليات الغسل والتنقية بعد عملية الترسيب حيث يغسل الراسب بتطبيق الظروف المثلى التي تم التوصل اليها للتخلص من نترات الصوديوم حيث تم غسل العجينة باستخدام 25ml من الماء المقطر بفترة زمنية مقدارها 25 دقيقة عند درجة حرارة 50 درجة مئوية يعاد غسل العجينة ثلاث مرات بنفس الظروف اعلاه.

3-1 استرداد النيكل

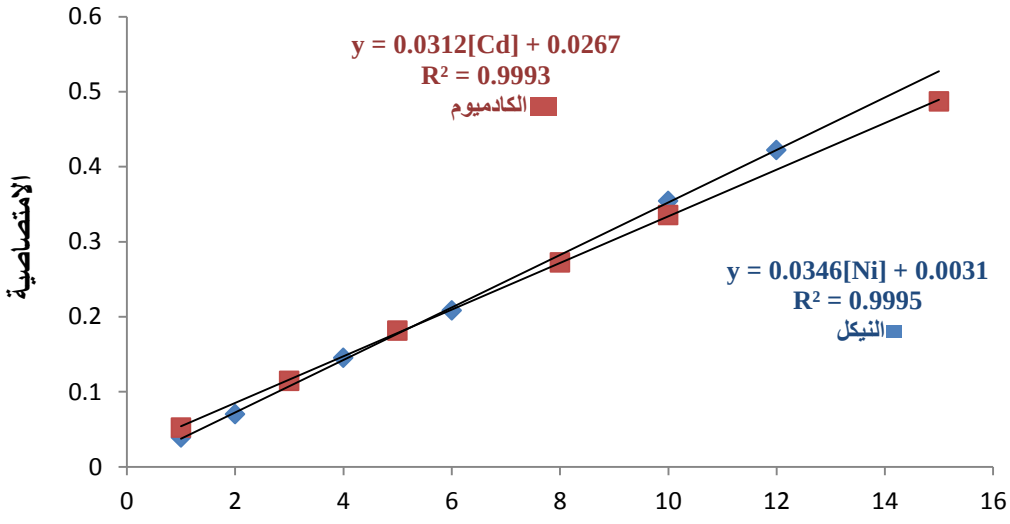
3-1-1 استرداد النيكل باستخدام محاليل كيمائية مختلفة

تم أجراء هذه الدراسة باستخدام محاليل مختلفة حمضية وقاعديـــة (H_2SO_4، HNO_3، HCl، NaOH، $NaHCO_3$، KOH، Na_2CO_3) لاسترداد النيكل من عجينة النيكل.تم قياس كمية النيكل المستردة في المحلول باستخدام جهاز الامتصاص الذري أللهبي، الشكل (2) يبين منحنى المعأيرة المستخدم لتقـــدير تركيز أيونات النيكل الكادميوم في المحلول من خلال تطبيق معادلة الخط المســـتقيم الموضـــحة فـــي الشكل. النتائج المستحصلة والموضحة في الجدول (4) تبين أن كمية النيكل المستردة تكون عند أعلى قيمة لهاعندما يكون نوع المحلول حامض وتقل عندما يكون نوع المحلول قاعدة وتبلغ أعلـــى كميـــة للنيكل المسترد عندما يكون نوع المحلول حامض الكبريتيك واقل كمية للنيكل المسترد عندما يكون نوع المحلول كاربونات الصوديوم. أما الشكل (3) يوضح العلاقة بين نسبة استرداد النيكل ونوع المحلـــول إذ نلاحظ أن أعلى نسبة استرداد كانت عند استخدام محلول حامض الكبريتيك واقل نســـبة أالســـترداد عندما يكون نوع المحلول هو كاربونات الصوديوم أي أن نسبة استرداد النيكل كانت عالية باســـتخدام المحاليل الحامضية بينما كانت نتائج الاسترداد واطئة في المحاليل القاعدية وذلك لأن النيكل يكون على شكل هيدروكسيد النيكل الذي يترسب في المحاليل القاعدية [97،98]. أما محلول بيكاربونات وكاربونات الصوديوم فأن النيكل يترسب على شكل كاربونات النيكل قليلة الذوبان[99]، كما في المعادلات الاتية اذ تمثل M الفلز المسترد.

$$M(OH)_{2\,(S)} + 2HCL \longrightarrow MCL_{2\,(L)} + 2H_2O$$

$$M(OH)_{2\,(S)} + 2HNO_3 \longrightarrow M(NO_3)_{2\,(L)} + 2H_2O$$

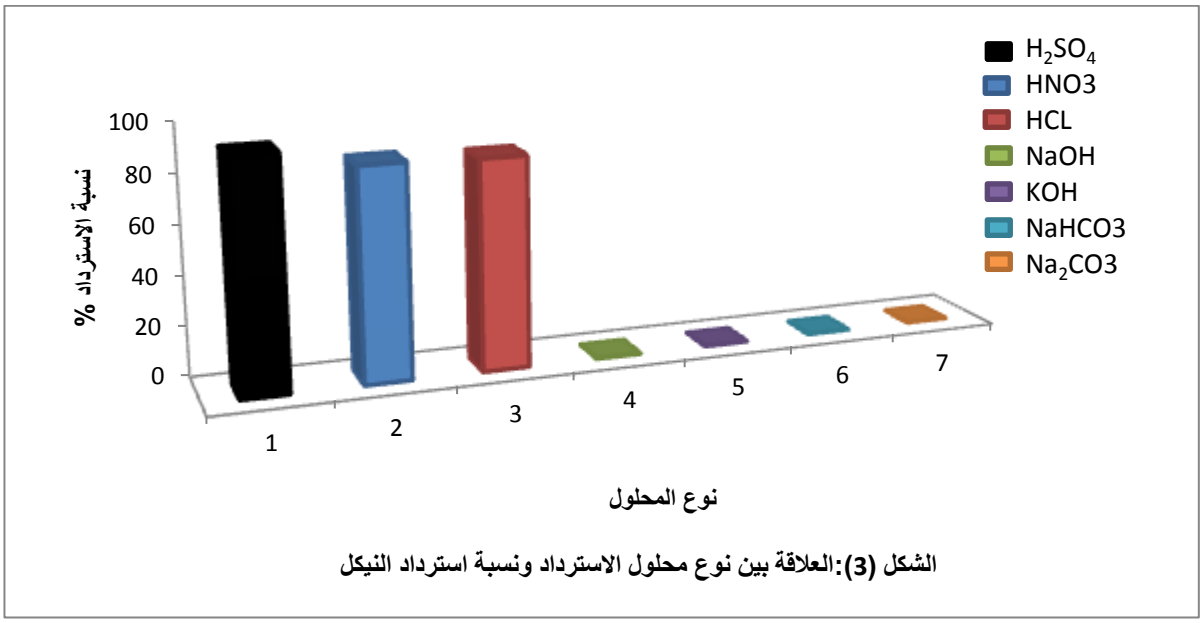
$$M(OH)_{2\,(S)} + H_2SO_4 \longrightarrow MSO_{4\,(L)} + 2H_2O$$



الشكل(2) منحنى المعايرة للنيكل والكادميوم

جدول(4):نتائج دراسة استرداد النيكل باستخدام محاليل كيميائية مختلفة

نوع المحلول	كمية النيكل في النموذج mg	كمية النيكل المستردةmg	كمية النيكل المتبقية mg
H_2SO_4	2150	1989	161
HNO_3	2150	1840	310
HCl	2150	1821	329
NaOH	2150	2.6	2147.4
KOH	2150	0.34	2149.66
$NaHCO_3$	2150	0.036	2149.96
Na_2CO_3	2150	0.010	2149.99



الشكل (3):العلاقة بين نوع محلول الاسترداد ونسبة استرداد النيكل

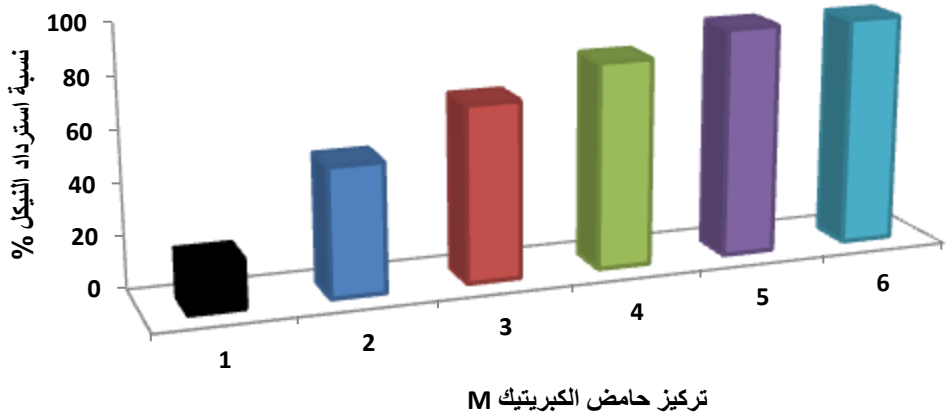
3-1-2 تأثير تغير تركيز حامض الكبريتيك على عملية استرداد النيكل

تم استخدام محلول حامض الكبريتيك بتراكيز مختلفة (1 M، 2، 3، 4، 5، 6) لاسترداد النيكل من عجينة النيكل. النتائج المستحصلة والموضحة في الجدول (5) تبين إن كمية النيكل المستردة تكون عند أعلى قيمة عندما يكون تركيز حامض الكبريتيك 6M وتقل كمية النيكل المستردة عندما يكون تركيز حامض الكبريتيك 1M. أما الشكل (4) يبين العلاقة بين نسبة استرداد النيكل مقابل تراكيز مختلفة من حامض الكبريتيك، إذ نلاحظ من خلال الشكل أن نسبة استرداد النيكل تزداد بزيادة تركيز حامض الكبريتيك إذ تبلغ اعلى نسبة لاسترداد النيكل عندما يكون تركيز حامض الكبريتيك 6M واقل نسبة استرداد عندما يكون تركيز حامض الكبريتيك 1M. اعتمد تركيز الحامض5M كأفضل تركيز وذلك لأن الفرق في نسبة الاسترداد قليل عن نسبة الاسترداد عند تركيز الحامض 6M وذلك

لاعتبارات الجدوى الاقتصادية وكذلك أن زيادة تركيز الحامض يؤدي إلى حصول زيادة في تركيز أيون الكبريتات في المحلول وبالتالي يؤثر في عمليات ترسيب الحديد والنيكل باستخدام هيدروكسيد الصوديوم إذ يؤدي إلى حصول زيادة في تركيز كبريتات الصوديوم مما يوثر في عمليات التنقية اللاحقة للراسب المتكون.

الجدول(5):نتائج دراسة استرداد النيكل باستخدام تراكيز مختلفة من حامض الكبريتيك

تركيز الحامض M	كمية النيكل في النموذج mg	كمية النيكل المستردة	كمية النيكل المتبقية mg
1	860	162.5	697.5
2	860	430	430
3	860	587	273
4	860	688	172
5	860	766.2	93.8
6	860	767.1	92.9



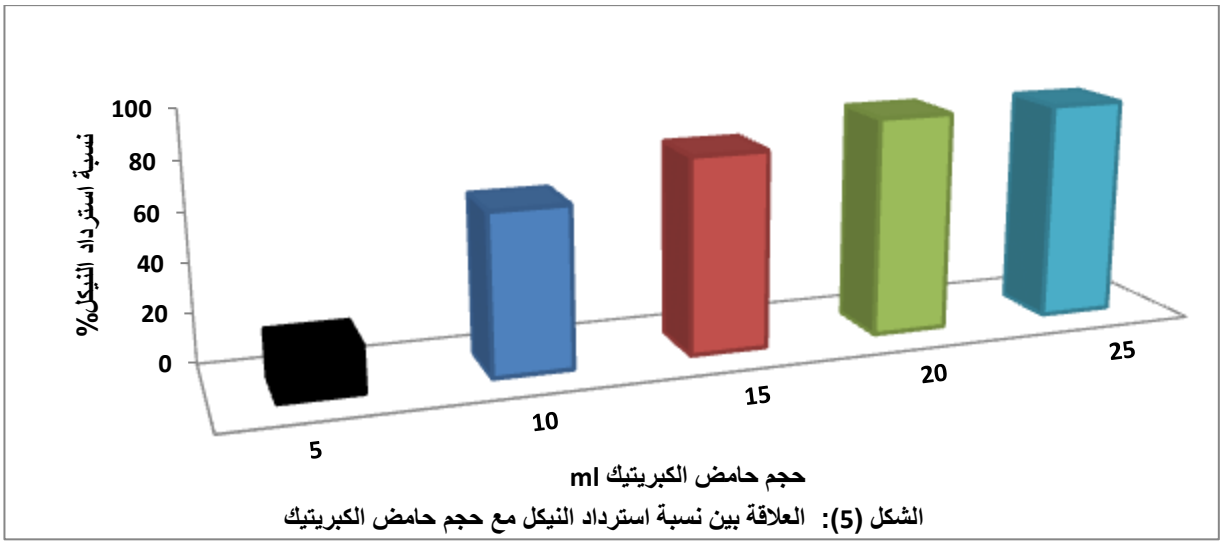
الشكل (4): العلاقة بين نسبة استرداد النيكل مع تركيز حامض الكبريتيك

3-1-3 تأثير تغير حجم حامض الكبريتيك على عملية استرداد النيكل

تم أجراء هذه الدراسة باستخدام محلول حامض الكبريتيك بتركيز 5M وحجوم مختلفة من الحامض (5ml، 10، 15، 20، 25) لاسترداد النيكل من عجينة النيكل. النتائج الموضحة في الجدول (6) تبين أن كمية النيكل المستردة تكون عند أعلى قيمة عندما يكون حجم حامض الكبريتيك (25 ml) وتقل كمية النيكل المستردة عندما يكون حجم حامض الكبريتيك (5ml). أما الشكل (5) يبين العلاقة بين نسبة استرداد النيكل مقابل حجوم مختلفة من حامض الكبريتيك، نلاحظ من خلال الشكل ان نسبة استرداد النيكل تزداد بزيادة حجم حامض الكبريتيك المستخدم إذ تبلغ أعلى نسبة استرداد للنيكل عندما تكون حجوم حامض الكبريتيك (20ml، 25ml) على التوالي، وتبلغ اقل قيمة لنسبة استرداد النيكل عندما يكون حجم حامض الكبريتيك (5 ml). لقد اعتمد حجم الحامض (20ml) كأفضل حجم وذلك لأن الفرق في نسبة الاسترداد قليل عن نسبة الاسترداد عند الحجم (25ml) وذلك لاعتبارات الجدوى الاقتصادية وكذلك أن زيادة الحجم تودي إلى حصول عملية تخفيف محلول الاسترداد وبالتالي يقل نسبة الترسيب في العمليات اللاحقة لاسترداد النيكل.

الجدول (6):نتائج دراسة استرداد النيكل باستخدام حجوم مختلفة من حامض الكبريتيك

حجم حامض الكبريتيك ml	كمية النيكل في النموذجmg	كمية النيكل المستردة mg	كمية النيكل المتبقية mg
5	860	161.3	698.7
10	860	557.6	302.4
15	860	685.1	174.9
20	860	767	93
25	860	768	92



الشكل (5): العلاقة بين نسبة استرداد النيكل مع حجم حامض الكبريتيك

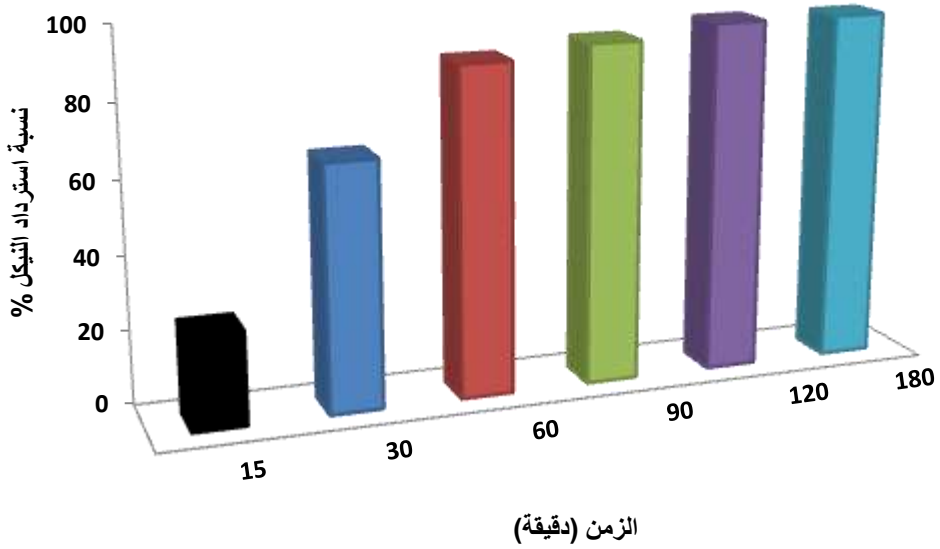
3-1-4 تأثير تغير الزمن على عملية استرداد النيكل

تم أجراء هذه الدراسة باستخدام محلول حامض الكبريتيك بتركيز 5M وبفترات زمنية مختلفة (15، 30، 60، 90، 120، 180) دقيقة لاسترداد النيكل من عجينة النيكل. النتائج الموضحة في الجدول (7) تبين أن كمية النيكل المستردة تكون عند أعلى قيمة عندما يكون زمن الاسترداد (180) دقيقة، وتقل كمية النيكل المستردة عندما يكون زمن الاسترداد (15) دقيقة. أما الشكل (6) يبين العلاقة بين نسبة استرداد النيكل مع الزمن، إذ نلاحظ من خلال الشكل أن نسبة استرداد النيكل تزداد بزيادة زمن الاسترداد إذ تبلغ أعلى نسبة استرداد للنيكل عندما يكون زمن الاسترداد هو (180) دقيقة، وتبلغ اقل قيمة لنسبة استرداد النيكل عندما يكون زمن الاسترداد (15) دقيقة. لقد تم اعتماد زمن الاسترداد (120) دقيقة كأفضل زمن وذلك لأن الفرق في نسبة الاسترداد قليل عن نسبة الاسترداد عند زمن (180) دقيقة.

جدول (7):نتائج دراسة استرداد النيكل بفترات زمنية مختلفة باستخدام حامض الكبريتيك

الزمن دقيقة	كمية النيكل في النموذجmg	كمية النيكل المستردةmg	كمية النيكل المتبقية mg
15	860	218	642
30	860	570	290
60	860	767	93

90	860	794	66
120	860	822	38
180	860	823	37



الشكل (6): العلاقة بين نسبة استرداد النيكل مع الزمن باستخدام حامض الكبريتيك

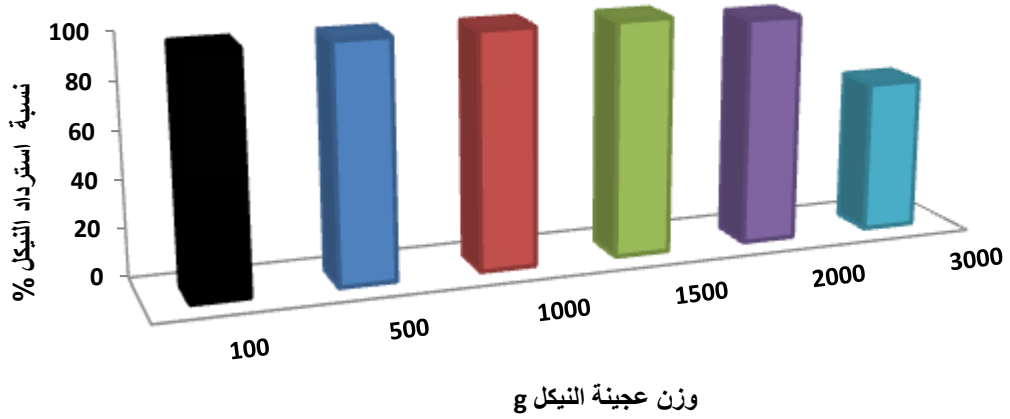
3-1-5 تأثير تغير وزن النموذج على عملية استرداد النيكل:

تم استخدام محلول حامض الكبريتيك بتركيز5M واستعمال أوزان مختلفة من عجينة النيكل (100mg، 500، 1000، 1500، 2000، 3000) لاسترداد النيكل من عجينة النيكل. النتائج الموضحة في الجدول (8) تبين أن كمية النيكل المستردة تكون عند أعلى قيمة عندما يكون وزن العجينة هو(3000mg) وتقل كمية النيكل المستردة عندما يكون وزن العجينة

هو(100mg). أما الشكل (7) يبين العلاقة بين نسبة استرداد النيكل مقابل وزن العجينة، إذ نلاحظ أن نسبة استرداد النيكل تقل بزيادة وزن العجينة إذ تبلغ أعلى نسبة استرداد عندما يكون وزن العجينة هو (500mg). وتبلغ أقل قيمة لنسبة استرداد النيكل عندما يكون وزن العجينة (3000mg). لقد تم اعتماد وزن العجينة (2000mg) كأفضل وزن وذلك لأن الفرق في كمية النيكل المستردة قليلة عن كمية النيكل المستردة عند استخدام وزن العجينة(3000mg) وذلك لاعتبارات الجدوى الاقتصادية، كما أن نسبة استرداد النيكل عندما يكون وزن عجينة النيكل (2000mg) تكون أعلى من نسبة استرداد النيكل عندما يكون وزن العجينة (3000mg) كذلك كمية النيكل المتبقية عند استخدام (2000mg) من عجينة النيكل تكون قليلة بينما تكون كمية النيكل المتبقية عالية عند استخدام وزن عجينة (3000mg) وهذا يعود إلى أن استخدام وزن أكبر يحتاج استخدام حجم أكبر.

الجدول (8):نتائج دراسة استرداد النيكل باستخدام أوزان مختلفة لعجينة النيكل باستخدام حامض الكبريتيك

وزن النموذج المتبقي gm	كمية النيكل المتبقية mg	كمية النيكل المستردة mg	كمية النيكل في النموذجmg	وزن المادة mg
0.001	0.5	42.5	43	100
0.001	2	213	215	500
0.001	4	426	430	1000
0.009	8	637	645	1500
0.040	69	821	890	2000
1.050	468	822	1290	3000



الشكل (7): العلاقة بين نسبة استرداد النيكل مع وزن عجينة النيكل باستخدام حامض الكبريتيك

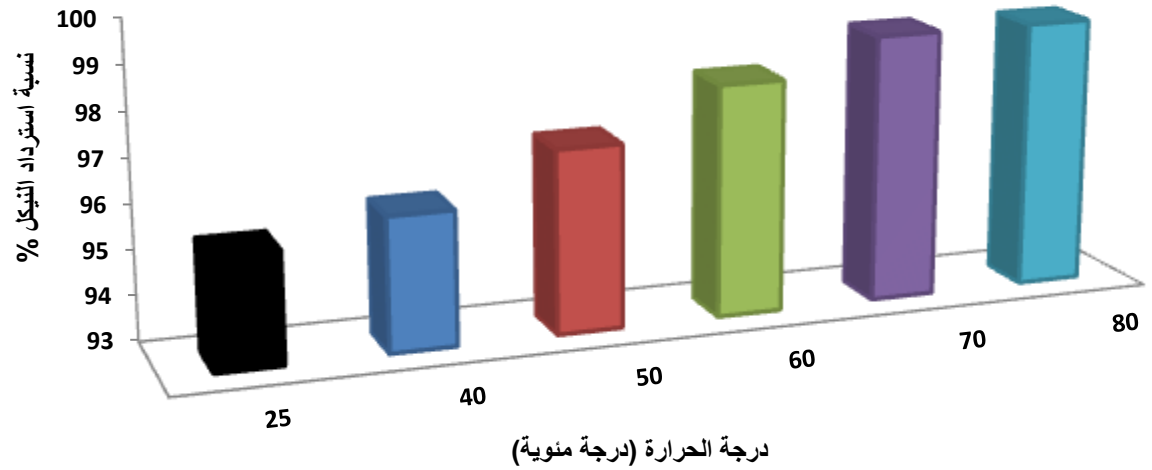
3-1-6 تأثير تغير درجة الحرارة على عملية استرداد النيكل:

تم أجراء هذه الدراسة باستخدام محلول حامض الكبريتيك بتركيز 5M عند درجات حرارة مختلفة (25، 40، 50، 60، 80، 70) درجة مئوية لاسترداد النيكل من عجينة النيكل. النتائج الموضحة في الجدول (9) تبين أن كمية النيكل المستردة تزداد بزيادة درجة الحرارة إذ تبلغ أعلى كمية للنيكل المستردة عندما تكون درجة الحرارة (80) درجة مئوية واقل كمية للنيكل المسترد عند درجة الحرارة (25) درجة مئوية. الشكل (8) يبين العلاقة بين نسبة استرداد النيكل مقابل درجة الحرارة إذ نلاحظ من خلال الشكل أن نسبة استرداد النيكل تزداد بزيادة درجة الحرارة إذ تبلغ أعلى نسبة استرداد للنيكل عندما تكون درجة الحرارة (80) درجة مئوية وتبلغ اقل قيمة لنسبة استرداد النيكل عندما تكون درجة الحرارة (25) درجة مئوية. لقد تم اعتماد درجة حرارة (70) درجة مئوية كأفضل درجة حرارة للاسترداد وذلك لأن الفرق في نسبة الاسترداد قليل عن نسبة الاسترداد عند درجة حرارة

(80) درجة مئوية كما أنه عند هذه الدرجة يحصل فقـــدان جـــزء مـــن محلـــول الاســـترداد نتيجـــة التبخر إضافة لاعتبارات الجدوى الاقتصادية.

الجدول (9): نتائج دراسة استرداد النيكل باستخدام درجات حرارة مختلفة بوجود حامض الكبريتيك

درجة الحرارة درجة مئوية	كمية النيكل في النموذجmg	كمية النيكل المستردة mg	كمية النيكل المتبقية mg
25	860	821	39
40	860	825.6	34.4
50	860	835.0	25
60	860	844.5	15.5
70	860	851.4	8.6
80	860	851.5	8.5



الشكل (8): العلاقة بين نسبة استرداد النيكل مع درجة الحرارة باستخدام حامض الكبريتيك

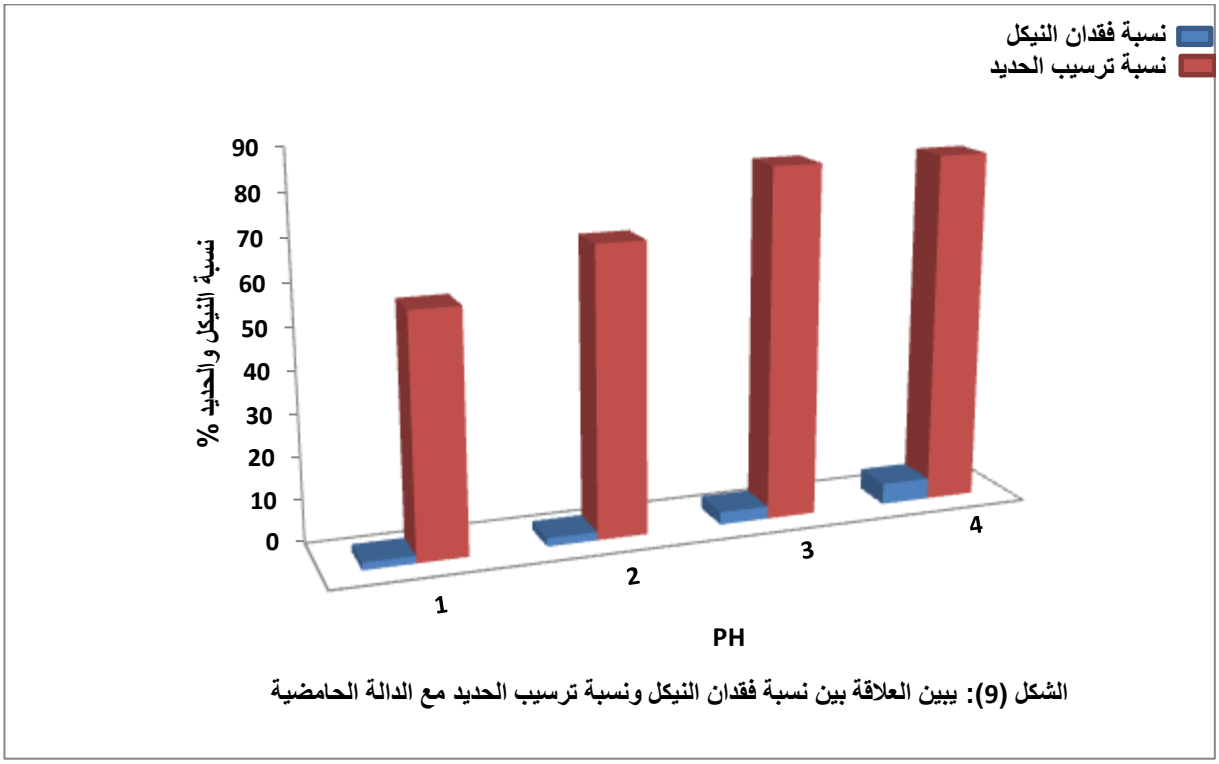
3-2 ترسيب الحديد من محلول استرداد النيكل

3-2-1 ترسيب الحديد من محلول استرداد النيكل باستخدام هيدروكسيد الامونيوم

تم أجراء تجربة ترسيب الحديد من محلول استرداد النيكل باستخدام هيدروكسيد الامونيوم بتركيز 20% وبدوال حامضية مختلفة للمحلول (1 ،2 ،3 ، 4 =pH . النتائج الموضحة في الجدول (10) تبين أن كمية النيكل والحديد المتبقية في المحلول تقل بزيادة الدالة الحامضية باتجاه التعادل عند الدالة الحامضية pH=4. أما الشكل (9) يبين العلاقة بين نسبة فقدان النيكل ونسبة ترسيب الحديد مقابل الدالة الحامضية، اذ نلاحظ من خلال الشكل ان نسبة ترسيب الحديد تزداد بزيادة قيمة الدالة الحامضية وتبلغ اعلى نسبة ترسيب عندما تكون الدالة الحامضية pH=4،3 وتبلغ اقل قيمة لنسبة ترسيب الحديد في المحلول الحامضي القوي عند الدالة pH=1، كما نلاحظ أن نسبة فقدان النيكل من المحلول تزداد بزيادة قيمة الدالة الحامضية إذ تبلغ اعلى نسبة فقدان لنيكل عند الدالة الحامضية (pH=4) وذلك بسبب ترسب النيكل على شكل ملح كبريتات النيكل – امونيوم المائية [100].

الجدول (10): نتائج دراسة ترسيب الحديد من محلول الاسترداد باستخدام محلول 20% هيدروكسيد الامونيوم

pH المحلول	كمية الحديد المتبقيmg	كمية النيكل المتبقيmg
1	3.6	98.2
2	2.8	98
3	1.5	97
4	1.5	95



الشكل (9): يبين العلاقة بين نسبة فقدان النيكل ونسبة ترسيب الحديد مع الدالة الحامضية

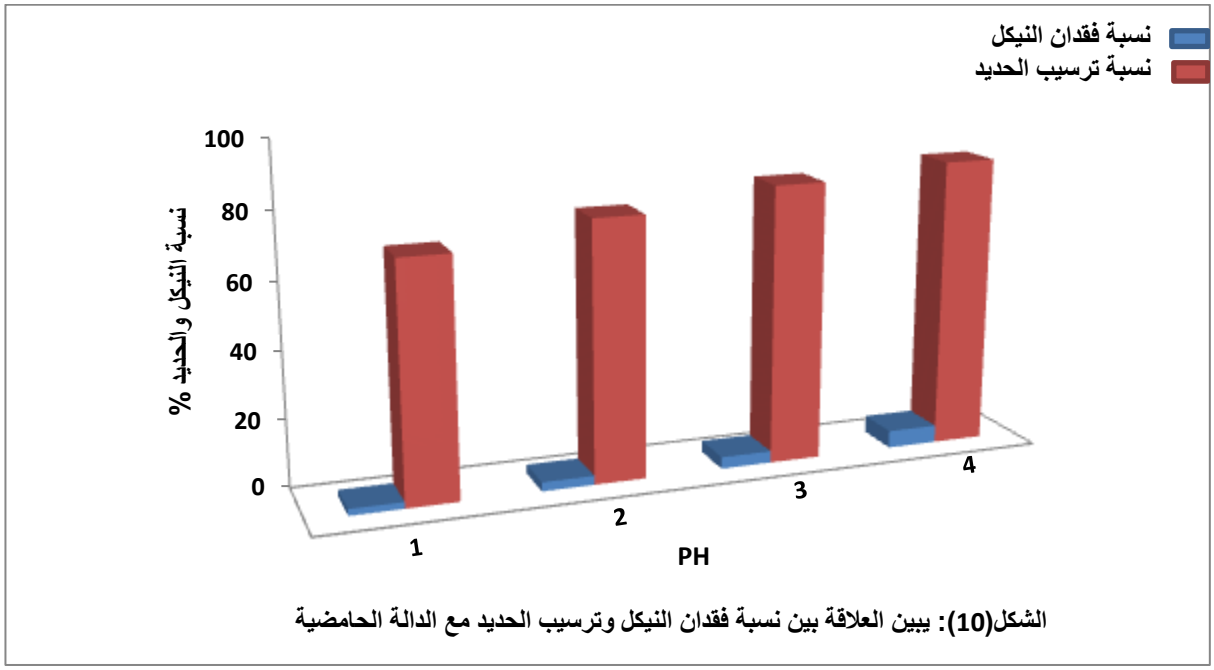
3-2-2 ترسيب الحديد من محلول استردادالنيكل باستخدام هيدروكسيدالصوديوم

تم ترسيب الحديد من محلول استرداد النيكل باستخدام محلول NaOH بتركيز1M وبدوال حامضية مختلفة 1،2 ،3 ،pH=4. النتائج الموضحة في الجدول (11) تبين أن كمية النيكل والحديد المتبقية في المحلول تقل بزيادة قيمة الدالة الحامضية. أما الشكل (10) فيبين العلاقة بين نسبة فقدان النيكل ونسبة ترسيب الحديد مقابل الدالة الحامضية، اذا نلاحظ ان نسبة ترسيب الحديد تزداد بزيادة قيمة الدالة الحامضية إذ تبلغ أعلى نسبة ترسيب للحديد عندما تكون الدالة الحامضية pH=4 وتبلغ اقل قيمة لنسبة

ترسيب الحديد في المحلول الحامضي القوي عند الدالة pH=1. كما نلاحظ أن نسبة فقدان النيكل من المحلول تزداد بزيادة قيمة الدالة الحامضية إذ بلغت اعلى نسبة فقدان للنيكل عند الدالة الحامضية (pH=4) وذلك بسبب بداية ترسب النيكل على هيئة هيدروكسيد النيكل[101]. لقد تم اعتماد قيمة الدالة الحامضية (pH=3) لغرض ترسيب الحديد في التجارب وذلك لتقليل الفقدان في كمية النيكل، كما أنه الفرق بين كمية الحديد المتبقية عند الدالة (PH=4،3) قليل، وكذلك لتقليل استهلاك المحاليل التي تؤدي إلى زيادة الشوائب في المحلول والذي يستخدم في عمليات ترسيب النيكل اللاحقة.

الجدول (11): نتائج دراسة ترسيب الحديد من محلول الاسترداد باستخدام محلول NaOH

pH المحلول	كمية الحديد المتبقيmg	كمية النيكل المتبقيmg
1	2.6	98
2	2.0	97.3
3	1.5	96.5
4	1.2	94.8



الشكل(10): يبين العلاقة بين نسبة فقدان النيكل وترسيب الحديد مع الدالة الحامضية

3-3 ترسيب النيكل من محلول استرداد النيكل باستخدام هيدروكسيد الصوديوم

تم اعتماد هيدروكسيد الصوديوم كمادة مرسبة للحديد والنيكل من محلول استرداد النيكل وذلك لتجنب تكون ملح النيكل الامونياكي وكذلك تجنب الرائحة النفاذة لهيدروكسيد الامونيوم إذ أن عملية الترسيب تحتاج إلى ظروف خاصة من سحب وتفريغ للأبخرة المتولدة كما موضح في المعادلة الاتية.

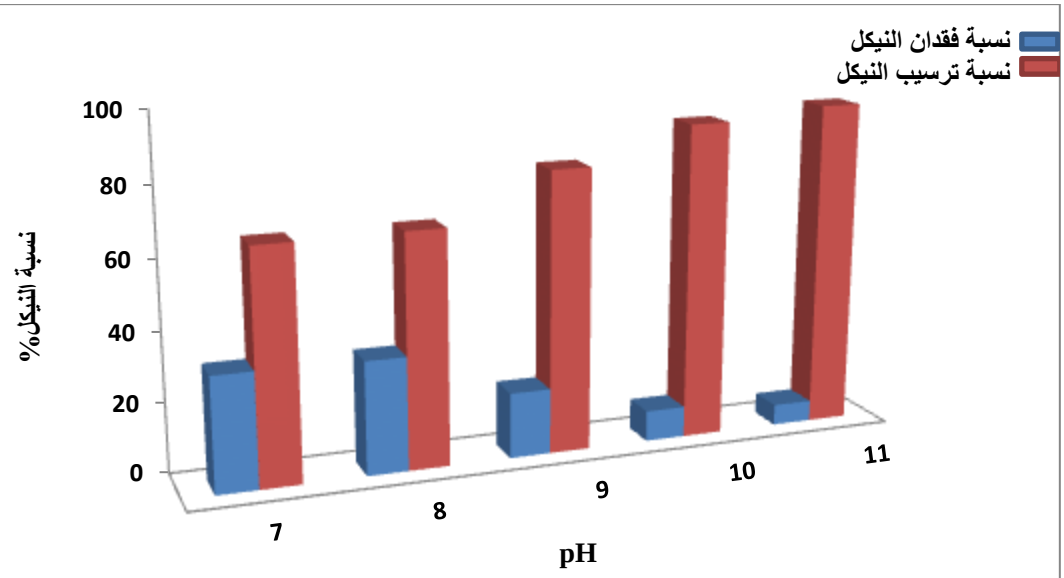
$$MSO_4 + NaOH \longrightarrow M(OH)_2 + Na_2SO_4$$

3-3-1 تاثير تغير الدالة الحامضية على ترسيب النيكل من محلول الاسترداد

تم ترسيب النيكل من محلول استرداد النيكل باستخدام محلول NaOH بتركيز1M وبدوال حامضية مختلفة7، 8، 9، 10، pH=11. النتائج الموضحة في الجدول (12) تبين ان كمية النيكل المترسبة والمتبقية مقابل الدالة الحامضية، إذ نلاحظ من خلال الجدول أن كمية النيكل المتبقية في المحلول تقل بزيادة الدالة الحامضية إذ بلغت اقل قيمة للنيكل المتبقي في المحلول عند الدالة الحامضية pH=11، بينما تبلغ اعلى كمية للنيكل المتبقي عند الدالة الحامضية pH=7. اما الشكل (11) يبين العلاقة بين نسبة فقدان وترسيب النيكل مقابل الدالة الحامضية، اذ نلاحظ من خلال الشكل بزيادة قيمة الدالة الحامضية تزداد نسبة ترسيب النيكل إذ تبلغ أعلى نسبة ترسيب للنيكل عندما تكون الدالة الحامضية (pH=11) وتبلغ اقل نسبة عند الدالة الحامضية (pH=7).كما نلاحظ أن نسبة فقدان النيكل في المحلول تقل بزيادة الدالة الحامضية. أي أن عملية ترسيب النيكل تزداد كلما كأن وسط الترسيب اكثر قاعدية.

الجدول(12):نتائج دراسة تاثير الدالة الحامضية على ترسيب النيكل باستخدام محلول NaOH

PH المحلول	كمية النيكل المترسبةmg	كمية النيكل المتبقية mg
7	66.9	33.1
8	67.4	32.6
9	81.1	18.9
10	91.1	8.9
11	94.0	6



الشكل (11): العلاقة بين نسبة النيكل المترسبة والمفقودة مع الدالة الحامضية

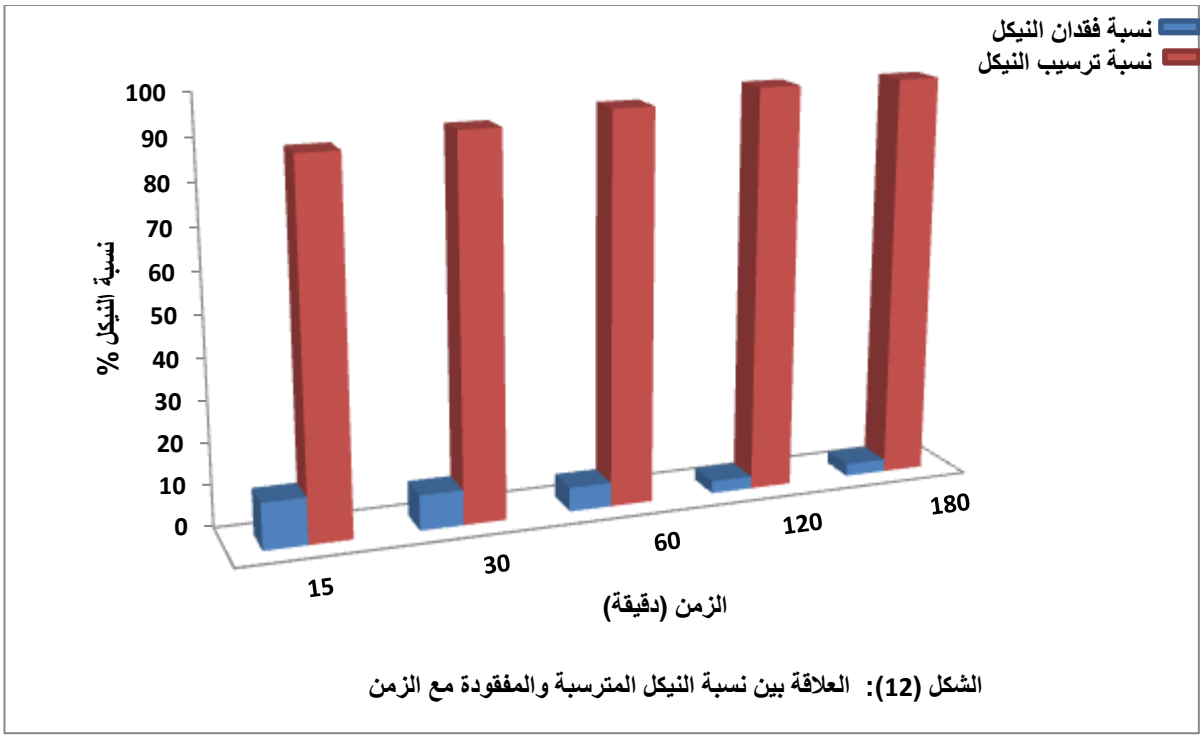
3-3-2 تأثير تغير الزمن على ترسيب النيكل من محلول الاسترداد

تم أجراء هذه التجربة لترسيب النيكل من محلول استرداد النيكل باستخدام محلول هيدروكسيد الصوديوم بتركيز1Mعند فترات زمنية مختلفة (15،30، 60، 120، 180) دقيقة. تم ضبط الدالة الحامضية عند pH=11. النتائج الموضحة في الجدول (13) يبين كمية النيكل المترسبة و المتبقية مقابل زمن الترسيب، إذ نلاحظ من خلال الجدول أن كمية النيكل المتبقية في المحلول تقل بزيادة زمن الترسيب يقابلها زيادة في كمية النيكل المترسبة، إذ بلغت اقل قيمة لنيكل المتبقي واعلى قيمة لنيكل المترسب عند زمن ترسيب (120) دقيقة، بينما تبلغ اعلى كمية للنيكل المتبقي واقل قيمة لنيكل المترسب عند زمن ترسيب (15) دقيقة. اما الشكل (12) يبين العلاقة بين نسبة فقدان النيكل ونسبة ترسيب النيكل مقابل زمن الترسيب، نلاحظ من خلال الشكل ان نسبة ترسيب النيكل تزداد بزيادة الزمن الترسيب إذ تبلغ أعلى نسبة ترسيب للنيكل عند زمن ترسيب (120) دقيقة وتبلغ اقل قيمة لنسبة ترسيب النيكل عند زمن ترسيب (15) دقيقة، كما نلاحظ أن نسبة فقدان النيكل في المحلول تقل بزيادة

زمن الترسيب. اظهرت النتائج أن عملية ترسيب النيكل تصل قيمتها القصوى عند الزمن (120) دقيقة لذلك تم اعتماده لترسيب النيكل.

الجدول (13):نتائج دراسة تاثير الزمن على ترسيب النيكل باستخدام محلول NaOH

الزمن دقيقة	كمية النيكل المترسبةmg	كمية النيكل المتبقية mg
15	88.7	11.3
30	91.5	8.5
60	94.2	5.8
120	97.0	3.0
180	97.0	3.0



الشكل (12): العلاقة بين نسبة النيكل المترسبة والمفقودة مع الزمن

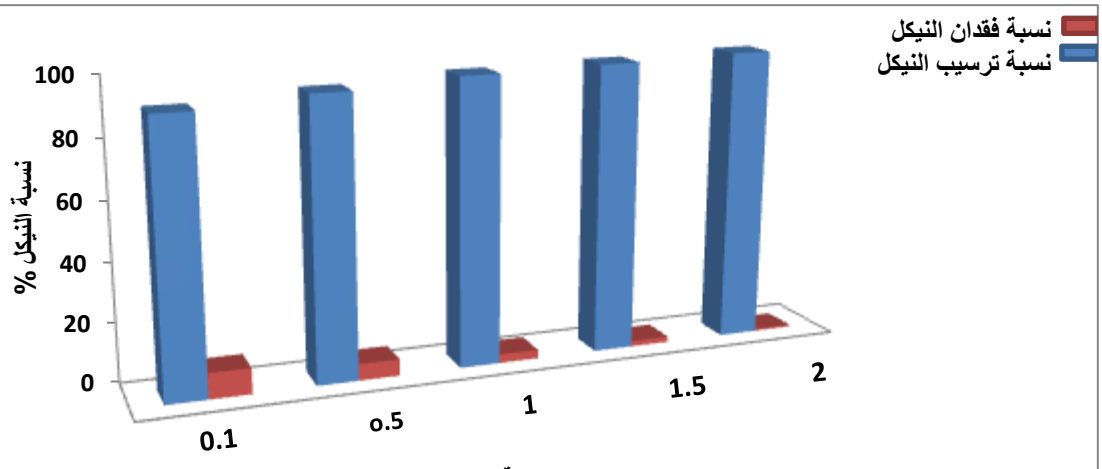
3-3-3 تاثير تركيز المادة المرسبة على عملية ترسيب النيكل

تم أجراء هذه التجربة لترسيب النيكل من المحلول باستخدام هيدروكسيد الصوديوم بتراكيز مختلفة (0.1 M، 0.5، 1، 1.5، 2) عند (120) دقيقة. تم ضبط الدالة الحامضية عند (pH=11). تم قياس تركيز النيكل المتبقي في المحلول بعد الترسيب بواسطة جهاز الامتصاص الذري اللهبي. النتائج

الموضحة في الجدول (14) تبين ان كمية النيكل المترسبة وكمية النيكل المتبقية مقابل تركيز المادة المرسبة، إذ نلاحظ من خلال الجدول أن كمية النيكل المتبقية في المحلول تقل بزيادة تركيز المادة المرسبة إذ بلغت اقل كمية لنيكل المتبقي عندما يكون تركيز المادة المرسبة 2M، بينما تبلغ اعلى كمية لنيكل المتبقي عندما يكون تركيز المادة المرسبة 0.1M. الشكل (13) يبين العلاقة بين نسبة فقدان النيكل ونسبة ترسيب النيكل مقابل تركيز المادة المرسبة، اذ نلاحظ من خلال الشكل بزيادة تركيز المادة المرسبة هنالك زيادة في نسبة ترسيب النيكل إذ تبلغ أعلى نسبة ترسيب للنيكل عندما يكون تركيز المادة المرسبة (2M) وتبلغ اقل نسبة ترسيب للنيكل عندما يكون تركيز المادة المرسبة 0.1M. كما نلاحظ أن نسبة فقدان النيكل في المحلول تقل بزيادة تركيز المادة المرسبة.

الجدول (14):نتائج دراسة تاثير تركيز المادة المرسبة على ترسيب النيكل من محلول الاسترداد باستخدام هيدروكسيد الصوديوم

تركيزالمادة المرسبةM	كمية النيكل المترسبة mg	كمية النيكل المتبقية mg
0.1	91.3	8.7
0.5	94.4	5.6
1	97.1	2.9
1.5	98.2	1.8
2	99.4	0.6



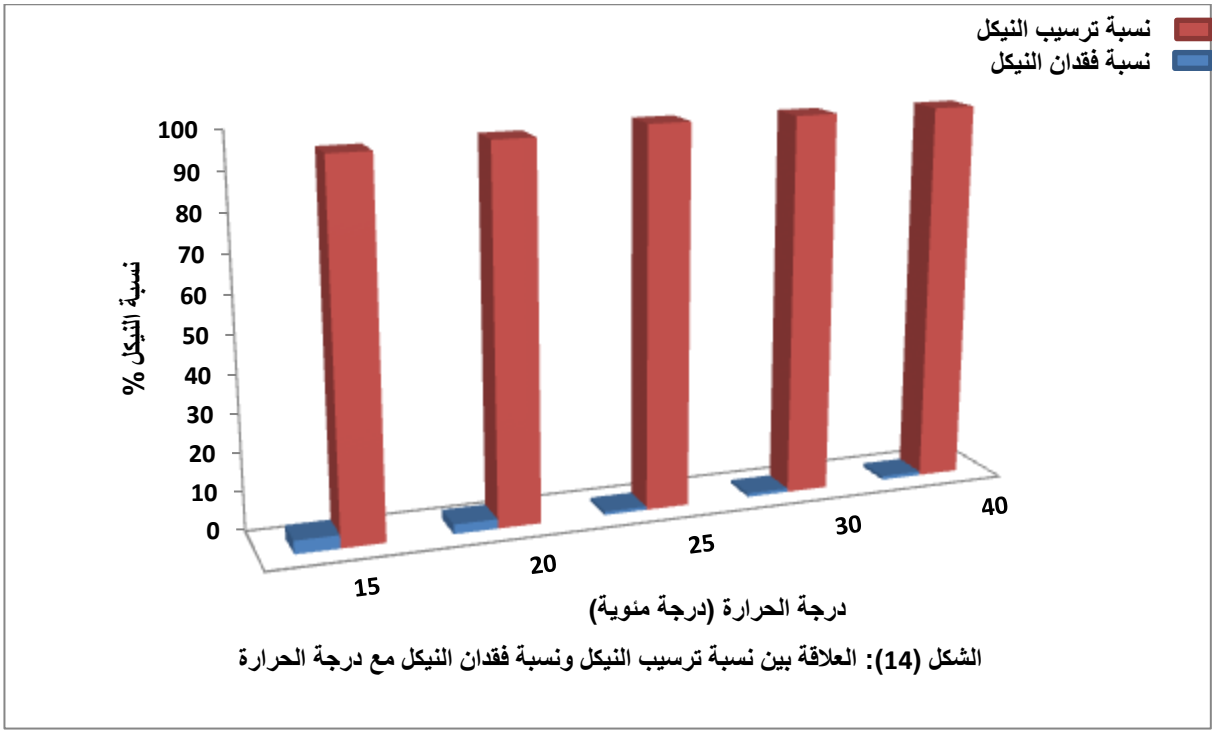
الشكل (13): العلاقة بين نسبة فقدان النيكل ونسبة ترسيب النيكل مع تركيز المادة المرسبة

4-3-3 تأثير درجة الحرارة على عملية ترسيب النيكل

تم ترسيب النيكل من محلول استرداد النيكل باستخدام NaOH بتركيز 2M عند درجات حرارة مختلفة(15،20 ،25 ،30 ،40) درجة مئوية. تم ضبط الدالة الحامضية عند pH=11. النتائج الموضحة في الجدول (15) تبين ان كمية النيكل المترسبة والمتبقية مقابل درجة الحرارة، نلاحظ من خلال الجدول أن كمية النيكل المتبقية في المحلول تقل بزيادة درجة الحرارة إذ بلغت اقل كمية لنيكل المتبقي عند درجة حرارة (25) درجة مئوية، بينما تبلغ أعلى كمية لنيكل المتبقية عند درجة حرارة (15) درجة مئوية. الشكل (14) يبين العلاقة بين نسبة فقدان ونسبة ترسيب النيكل مقابل درجة الحرارة، نلاحظ من الشكل بالزيادة درجة الحرارة تزداد نسبة ترسيب النيكل إذ تبلغ أعلى نسبة ترسيب للنيكل عندما تكون درجة حرارة الترسيب (25) درجة مئوية وتبلغ اقل قيمة لنسبة ترسيب النيكل عندما تكون درجة الحرارة (15) درجة مئوية، كما نلاحظ أن نسبة فقدان النيكل في المحلول تقل بزيادة درجة الحرارة ثم تبدأ بالارتفاع مرة ثانية عند درجات الحرارة أعلى من (25) درجة مئوية، أن الانخفاض الطفيف بنسبة الترسيب عند درجات الحرارة أعلى من (25) درجة مئوية قد يكون عائد إلى ذوبان هذا الجزء من الراسب مرة ثانية بسبب ارتفاع درجة الحرارة[102].

الجدول (15): نتائج دراسة تاثير درجة الحرارة على ترسيب النيكل من محلول الاسترداد باستخدام هيدروكسيد الصوديوم

درجة الحراة درجة مئوية	كمية النيكل المترسبةmg	كمية النيكل المتبقيةmg
15	96.5	3.5
20	97.5	2.5
25	99.3	0.7
30	99.1	0.9
40	99	1



الشكل (14): العلاقة بين نسبة ترسيب النيكل ونسبة فقدان النيكل مع درجة الحرارة

3-4 تنقية راسب هيدروكسيد النيكل $Ni(OH)_2$

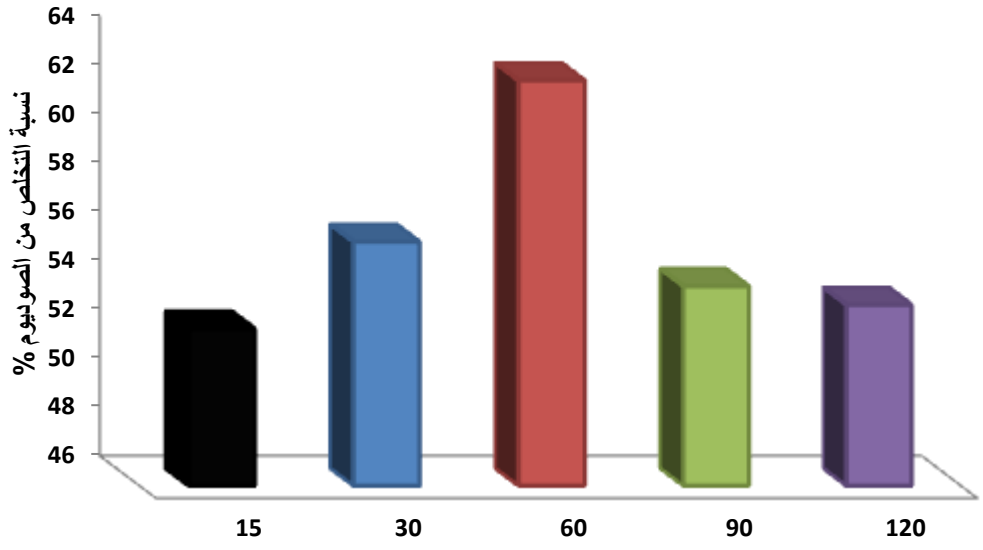
3-4-1 تأثير الزمن على عملية الغسل (التنقية) للتخلص من كبريتات الصوديوم

أجريت هذه التجربة للتخلص من الصوديوم على هيئة كبريتات الصوديوم من راسب $Ni(OH)_2$ باستخدام الماء المقطر عند فترات زمنية مختلفة (15، 30، 60، 90، 120) دقيقة للغسل. تم قياس تركيز الصوديوم في المحلول بواسطة جهاز الانبعاث الذري أللهبي. النتائج الموضحة في الجدول (17) تبين كمية الصوديوم في المحلول وكمية الصوديوم المتبقية في الراسب مقابل زمن الغسل. إذ تبين النتائج أن كمية الصوديوم المتبقية في الراسب تقل بزيادة الزمن يقابلها زيادة في كمية الصوديوم بالمحلول إذ بلغت اقل كمية لصوديوم المتبقي في الراسب وأعلى كمية لصوديوم في المحلول عند زمن الغسل (60) دقيقة، بينما تبلغ أعلى كمية لصوديوم المتبقي في الراسب يقابلها اقل كمية لصوديوم في المحلول عند زمن غسل (15) دقيقة، كما أظهرت النتائج أن كمية الصوديوم في المحلول تقل عند زمن غسل أكثر من (60) دقيقة وهذا قد يكون عائد إلى حصول عملية امتزاز لمادة كبريتات

الصوديوم على راسب $Ni(OH)_2$ الذي لايذوب في هذه الظروف عند بقاء محلول الغسل بتماس مع الراسب لفترة طويلة (حصول عملية ترسيب مشارك). الشكل (15) يبين العلاقة بين نسبة التخلص من الشوائب مقابل زمن الغسل، نلاحظ من خلال الشكل بزيادة زمن الغسل يؤدي إلى زيادة نسبة التخلص من الصوديوم إذ تبلغ أعلى نسبة للصوديوم في المحلول عند زمن غسل (60) دقيقة وتبلغ اقل نسبة للصوديوم في المحلول عند زمن (15) دقيقة.

الجدول (17): نتائج دراسة تاثير الزمن على عملية غسل راسب النيكل باستخدام الماء المقطر

الزمن دقيقة	كمية الصوديوم في المحلول mg	كمية الصوديوم المتبقية mg
15	8.1	7.4
30	8.7	6.8
60	9.7	5.8
90	8.4	7.1
120	8.3	7.2



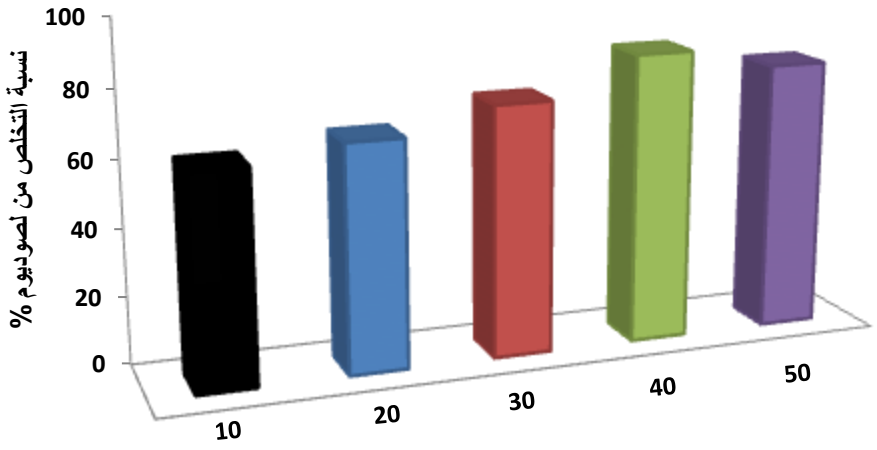
الشكل (15): العلاقة بين نسبة التخلص من الصوديوم مع زمن الغسل

3-4-2 تأثير درجة الحرارة على عملية الغسل للتخلص من كبريتات الصوديوم

أجريت هذه التجربة للتخلص من الصوديوم على شكل كبريتات الصوديوم من راسب النيكل على هيئة هيدروكسيد النيكل باستخدام الماء المقطر عند درجات حرارة مختلفة (10 ،20 ،30 ،40، 50) درجة مئوية. النتائج الموضحة في الجدول (18) تبين كمية الصوديوم في المحلول وكمية الصوديوم المتبقية في الراسب مقابل درجة الحرارة. إذ نلاحظ من خلال الجدول أن كمية الصوديوم المتبقية في الراسب تقل بزيادة درجة الحرارة إذ بلغت اقل قيمة عند (40) درجة مئوية، بينما تبلغ أعلى كمية للصوديوم المتبقي عند درجة حرارة (10) درجة مئوية. كما أظهرت النتائج أن كمية الصوديوم في المحلول تقل عند درجة حرارة أكثر من (40) درجة مئوية وهذا قد يكون عائدا" إلى حصول عملية إعادة ترسب لمادة كبريتات الصوديوم مع راسب هيدروكسيد النيكل الذي لايذوب في هذه الظروف علما أن ذوبانية كبريتات الصوديوم تقل عند ارتفاع درجات الحرارة[103]. أما الشكل (16) يبين العلاقة بين نسبة التخلص من الشوائب مقابل درجة الحرارة، نلاحظ من خلال الجدول بزيادة درجة الحرارة تزداد نسبة التخلص من الصوديوم إذ تبلغ أعلى نسبة للصوديوم في المحلول عند (40) درجة مئوية وتبلغ اقل نسبة عند درجة حرارة (10) درجة مئوية.

الجدول(18): نتائج دراسة تاثير درجة الحرارة على عملية غسل راسب النيكل (التنقية) باستخدام الماء المقطر

درجة الحرارة (درجة مئوية)	كمية الصوديوم في المحلول mg	كمية الصوديوم المتبقية mg
10	9.73	5.77
20	10.40	5.1
30	11.52	3.98
40	13.30	2.2
50	12.37	3.13



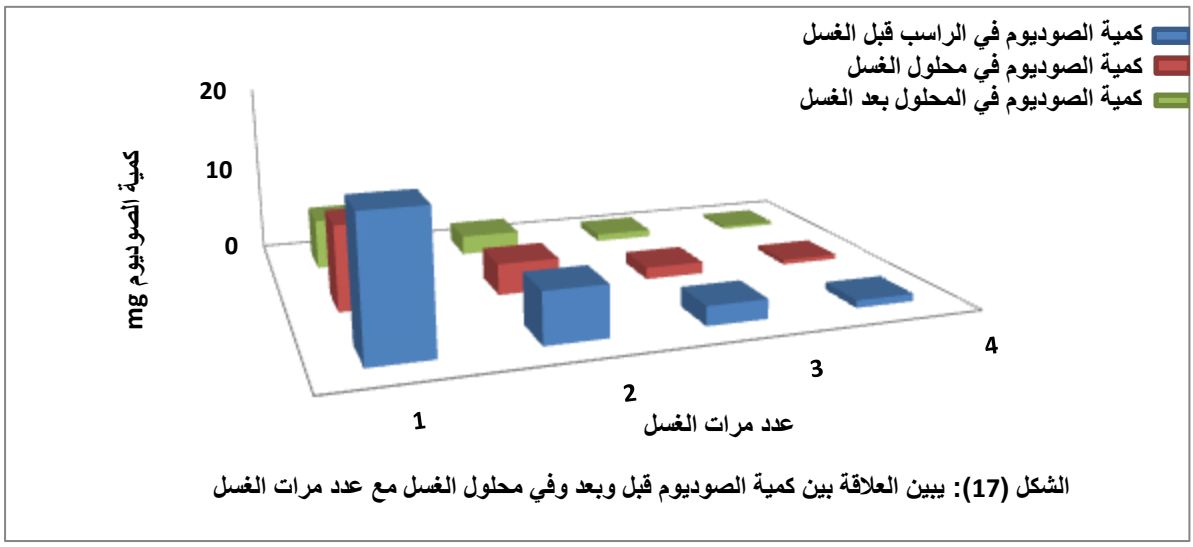
الشكل (16): العلاقة بين نسبة التخلص من الصوديوم مع درجة الحرارة

3-4-3 تأثير عدد مرات الغسل على عملية تنقية هيدروكسيد النيكل

تم أجراء هذه التجربة للتخلص من الصوديوم على شكل كبريتات الصوديوم من راسب النيكل على هيئة هيدروكسيد النيكل باستخدام الماء المقطر بتكرار عدد مرات الغسل لنفس الراسب عند درجة حرارة المختبر. النتائج الموضحة في الجدول (19) تبين أن كمية الصوديوم في المحلول تقل بازدياد عدد مرات الغسل يقابلها نقصان في كمية الصوديوم في الراسب. اذ تبلغ أعلى قيمة لكمية الصوديوم في المحلول عند الغسل للمرة الأولى بينما كانت كمية الصوديوم في المحلول عند اقل قيمة لها عند الغسل للمرة الرابعة لنفس الراسب. الشكل (17) يبين العلاقة بين كمية الصوديوم في المحلول وكمية الصوديوم المتبقية في الراسب وكمية الصوديوم في النموذج مقابل عدد مرات الغسل. لقد بينت النتائج أن تكرار عملية الغسل لنفس الراسب وبظروف المختبر أعطت نتائج مشجعة إذ وصلت نسبة التخلص من الصوديوم النهائية (97.94%).

الجدول (19):نتائج دراسة تاثير عدد مرات الغسل على عملية غسل راسب النيكل (التنقية) باستخدام الماء المقطر

عدد مرات الغسل	كمية الصوديوم في النموذج mg	كمية الصوديوم في المحلولmg	كمية الصوديوم المتبقية mg	نسبة التخلص من الشوائب%
1	15.5	9.7	5.8	62.58
2	5.8	3.58	2.22	85.67
3	2.22	1.37	0.85	94.52
4	0.85	0.53	0.32	97.94



الشكل (17): يبين العلاقة بين كمية الصوديوم قبل وبعد وفي محلول الغسل مع عدد مرات الغسل

3-5 استرداد الكادميوم:

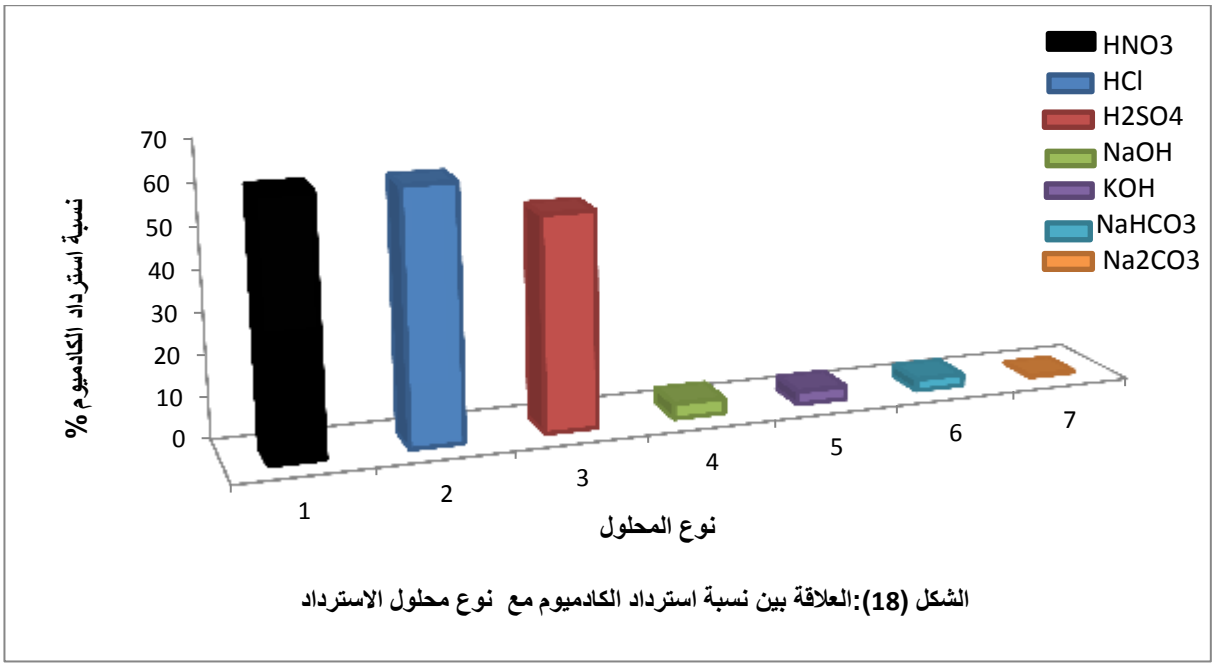
3-5-1استرداد الكادميوم باستخدام محاليل كيمائية مختلفة

تم أجراء هذه الدراسة باستخدام محاليل مختلفة حامضية وقاعدية(H_2SO_4، HNO_3، HCl، NaOH، $NaHCO_3$، KOH، Na_2CO_3) لاسترداد الكادميوم من عجينة الكادميوم.النتائج الموضحة في الجدول (20) تبين أن كمية الكادميوم المستردة تكون أعلى عندما يكون نوع المحلول حامض وتقل عندما يكون نوع المحلول قاعدة وتبلغ أعلى كمية للكادميوم المستردة عندما يكون نوع المحلول حامض النتريك واقل كمية عندما يكون نوع المحلول كاربونات الصوديوم.أما الشكل (18) يوضح العلاقة بين نسبة استرداد الكادميوم ونوع المحلول إذ نلاحظ أن أعلى نسبة استرداد للكادميوم كانت

عند استخدام محلول حامض النتريك واقل نسبة استرداد عندما يكون نوع المحلول هو كاربونات الصوديوم.أي أن نسبة استرداد الكادميوم كانت عالية باستخدام المحاليل الحامضية، فيما كانت نتائج الاسترداد واطئة في المحاليل القاعدية وذلك بسبب أن الكادميوم يكون على شكل هيدروكسيد الكادميوم الذي يترسب في المحاليل القاعدية.

الجدول(20):نتائج دراسة استرداد الكادميوم باستخدام محاليل مختلفة

نوع المحلول	الكادميوم في النموذج mg	كمية الكادميوم المستردة mg	كمية الكادميوم المتبقية mg
HNO_3	2500	1530	970
HCl	2500	1525	975
H_2SO_4	2500	1300	1200
NaOH	2500	91	2409
KOH	2500	79	2421
$NaHCO_3$	2500	70	2430
Na_2CO_3	2500	6	2494



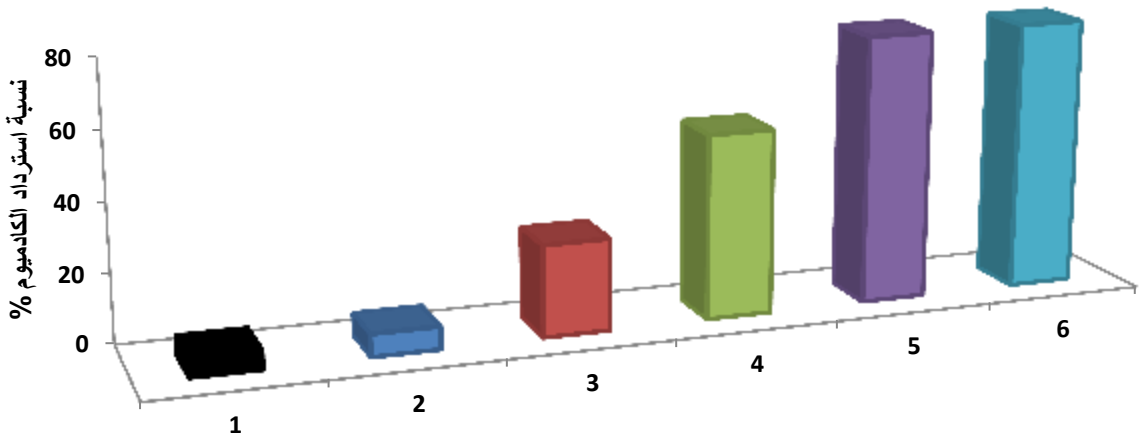
الشكل (18):العلاقة بين نسبة استرداد الكادميوم مع نوع محلول الاسترداد

3-5-2 تأثير تغير تركيز حامض النتريك على عملية استرداد الكادميوم

تم استخدام محلول حامض النتريك بتراكيز مختلفة(1M، 2، 3، 4، 5، 6) لاسترداد الكادميوم من عجينة الكادميوم. النتائج الموضحة في الجدول (21) يبين العلاقة أن كمية الكادميوم المستردة تكون عند أعلى قيمة عندما يكون تركيز الحامض6M وتقل كمية الكادميوم المستردة عندما يكون التركيز 1M. الشكل (19) يبين العلاقة بين نسبة استرداد الكادميوم مقابل تراكيز مختلفة من الحامض النتريك إذ نلاحظ أن نسبة استرداد الكادميوم تزداد بزيادة تركيز حامض النتريك اذا تبلغ اعلى نسبة استرداد عندما يكون تركيز الحامض 6M واقل نسبة استرداد عندما يكون تركيز الحامض 1M. لقد اعتمد تركيز الحامض5M كافضل تركيز وذلك لأن الفرق في نسبة الاسترداد قليل عن نسبة الاسترداد عند تركيز الحامض 6M وذلك لاعتبارات الجدوى الاقتصادية وكذلك أن زيادة تركيز الحامض يؤدي إلى حصول زيادة في تركيز أيون النترات في المحلول وبالتالي يوثر في عمليات ترسيب الحديد والكادميوم باستخدام هيدروكسيد الصوديوم إذ يؤدي إلى حصول زيادة في تركيز نترات الصوديوم مما يوثر في عمليات التنقية اللاحقة للراسب المتكون.

الجدول(21): نتائج دراسة استرداد الكادميوم باستخدام تراكيز مختلفة من حامض النتريك

تركيز حامض النتريك M	كمية الكادميوم في النموذجmg	كمية الكادميوم المستردةmg	كمية الكادميوم المتبقية
1	1000	55	945
2	1000	65	935
3	1000	265	735
4	1000	535	465
5	1000	780	220
6	1000	783	217



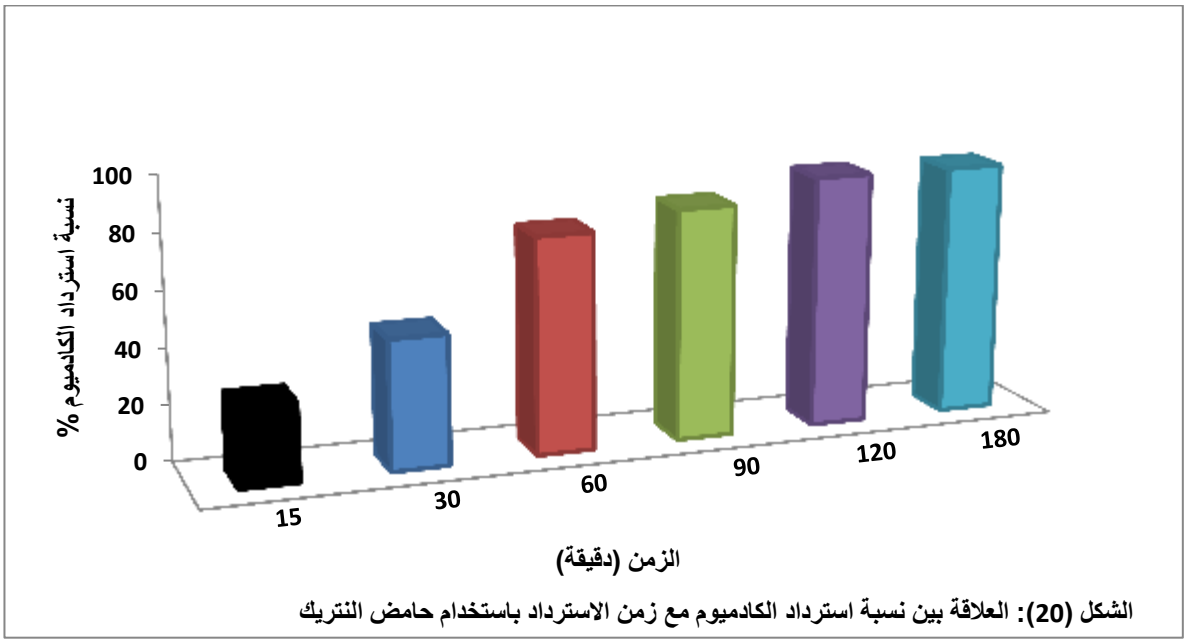
الشكل (19): العلاقة بين نسبة استرداد الكاديوم مع تركيز حامض النتريك

3-5-3 تأثير تغير الزمن على عملية استرداد الكادميوم

تم استخدام محلول حامض النتريك (HNO_3) بتركيز 5M وبزمن استرداد مختلف يتراوح بين (15، 30، 60، 90، 120، 180) دقيقة لاسترداد الكادميوم من عجينة الكادميوم. النتائج الموضحة في الجدول (22)، إذ تبين النتائج أن كمية الكادميوم المستردة تكون عند أعلى قيمة عندما يكون زمن الاسترداد 120 دقيقة وتقل كمية الكادميوم المستردة عندما يكون زمن الاسترداد (15) دقيقة إذ تبلغ. أما الشكل (20) يبين العلاقة بين نسبة استرداد الكادميوم مقابل زمن الاسترداد إذ نلاحظ من خلال الشكل أن نسبة استرداد الكادميوم تزداد بزيادة زمن الاسترداد إذ تبلغ أعلى نسبة استرداد للكادميوم عند(120) دقيقة وتبلغ اقل قيمة لنسبة استرداد الكادميوم عندما يكون زمن الاسترداد (15) دقيقة .

الجدول (22): نتائج استرداد الكادميوم بفترات زمنية مختلفة باستخدام حامض النتريك

الزمن بالدقائق	كمية الكادميوم في النموذج mg	كمية الكادميوم المستردة mg	كمية الكادميوم المتبقيةmg
15	1000	280	720
30	1000	465	535
60	1000	775	225
90	1000	830	170
120	1000	905	95
180	1000	903	97



الشكل (20): العلاقة بين نسبة استرداد الكادميوم مع زمن الاسترداد باستخدام حامض النتريك

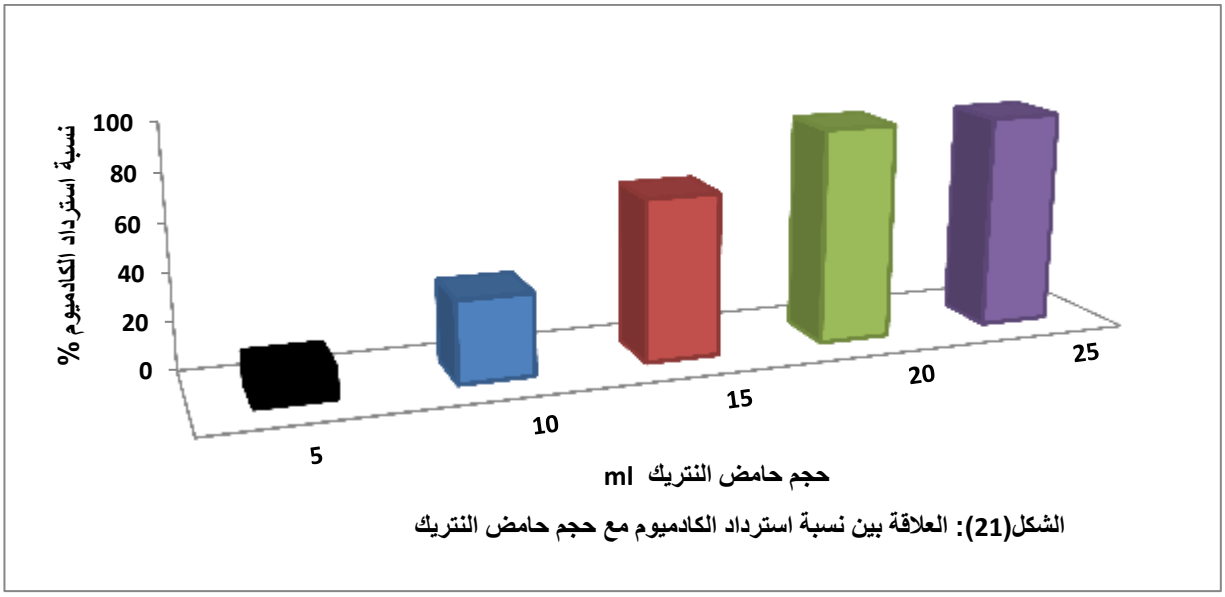
3-5-4 تأثير تغير حجم حامض النتريك على عملية استرداد الكادميوم

تم استخدام محلول حامض النتريك بتركيز5M وحجوم مختلفة (5ml، 10، 15، 20، 25) لاسترداد الكادميوم من عجينة الكادميوم.تبين النتائج الموضحة في الجدول (23) تبين أن كمية الكادميوم

المستردة تكون عند أعلى قيمة عندما يكون حجم حامض النتريك (20ml) وتقل كمية الكادميوم المستردة عندما يكون حجم حامض النتريك (5ml).أما الشكل الشكل (21) يبين العلاقة بين نسبة استرداد الكادميوم مقابل حجوم مختلفة من حامض النتريك إذ نلاحظ ان نسبة استرداد الكادميوم تزداد بزيادة حجم حامض النتريك المستخدم إذ تبلغ أعلى نسبة استرداد للكادميوم عندما يكون حجم حامض النتريك (20ml)، وتبلغ اقل قيمة عندما يكون حجم حامض النتريك(5ml) . أما نسبة الاسترداد عند الحجم 20ml كانت أعلى من نسبة الاسترداد عند الحجم (25 ml) للحامض وهذا قد يكون عائد إلى أن زيادة الحجم تودي إلى حصول عملية تخفيف محلول الاسترداد.

الجدول(23):نتائج دراسة استرداد الكادميوم باستخدام حجوم مختلفة من حامض النتريك

حجم حامض النتريكml	كمية الكادميوم في النموذج mg	كمية الكادميوم المستردةmg	كمية الكادميوم المتبقيةmg
5	1000	130	870
10	1000	340	660
15	1000	676	324
20	1000	902	98
25	1000	901	99



الشكل(21): العلاقة بين نسبة استرداد الكادميوم مع حجم حامض النتريك

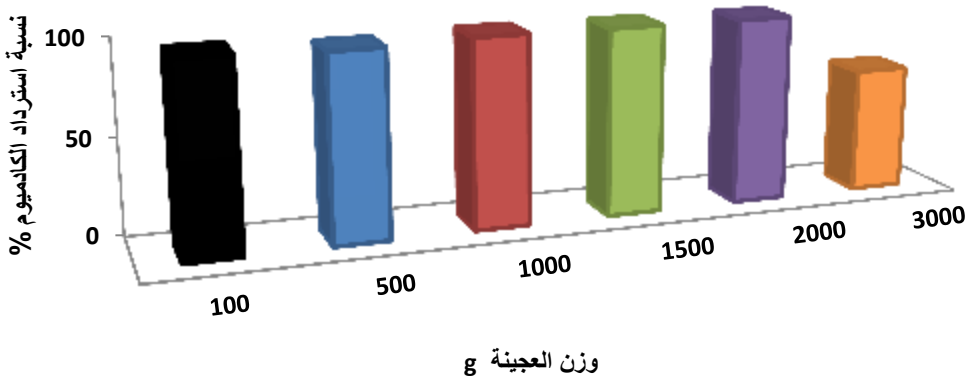
3-5-5 تأثير تغير وزن النموذج على عملية استرداد الكادميوم

تم استخدام محلول حامض النتريك بتركيز5M واستعمال اوزأن مختلفة من عجينة الكادميوم (100mg ،500 ،1000 ،1500 ،2000 ،3000) لاسترداد الكادميوم من العجينة. تبين النتائج الموضحة في الجدول (24) أن كمية الكادميوم المستردة تكون عند أعلى قيمة عندما يكون وزن العجينة هو (3000mg) وتقل كمية الكادميوم المستردة عندما يكون وزن العجينة هو (100mg).أما الشكل (22) يبين العلاقة بين نسبة استرداد الكادميوم مقابل وزن العجينة إذ نلاحظ من خلال الشكل أن نسبة استرداد الكادميوم تقل بزيادة وزن العجينة إذ تبلغ أعلى نسبة استرداد للكادميوم عندما يكون وزن العجينة (100mg)، وتبلغ اقل قيمة عندما يكون وزن العجينة (3000mg). لقد تم اعتماد وزن العينة (2000mg) كافضل وزن وذلك لأن الفرق في كمية الكادميوم المستردة قليل عن كمية الكادميوم المستردة عند استخدام وزن العجينة (3000mg) وذلك لاعتبارات الجدوى الاقتصادية ، كما أن نسبة استرداد الكادميوم تكون أعلى من نسبة استرداد الكادميوم عندما يكون وزن العجينة (3000mg) وكمية الكادميوم المتبقية تكون قليلة مقارنتا مع كمية الكادميوم المتبقية عند استخدام (3000mg) وهذا يعود إلى أن استخدام وزن اكبر يحتاج حجم اكبر.

الجدول (24): نتائج دراسة استرداد الكادميوم باستخدام اوزأن مختلفة لعجينة الكادميوم بوجود حامض النتريك

كمية النموذج المتبقيةgm	كمية الكادميوم المتبقيةmg	كمية الكادميوم المستردةmg	كمية الكادميوم في النموذج mg	وزن المادة mg
0.001	1	49	50	100
0.001	10	240	250	500
0.002	11	489	500	1000

1500	750	730	20	0.003
2000	1000	970	30	0.01
3000	1500	971	529	1.06



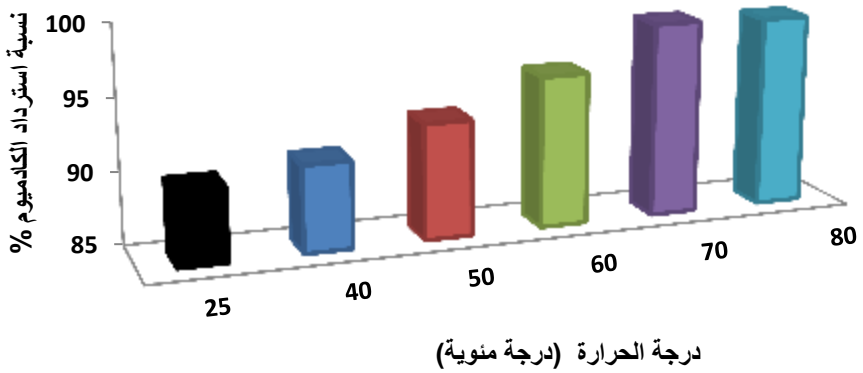
الشكل(22): يبين العلاقة بين نسبة استرداد الكادميوم مقابل وزن العجينة باستخدام حامض الكبريتيك

3-5-6 تأثير تغير درجة الحرارة على عملية استرداد الكادميوم

تم أجراء هذه الدراسة باستخدام محلول حامض النتريك(HNO_3) بتركيز5M عند درجات حرارة مختلفة (25،40، 50، 60، 70، 80) درجة مئوية لاسترداد الكادميوم من عجينة الكادميوم. النتائج الموضحة في الجدول (25) تبين أن كمية الكادميوم المستردة تزداد بزيادة درجة الحرارة إذ تبلغ أعلى كمية للكادميوم المستردة عندما تكون درجة الحرارة (70) درجة مئوية واقل كمية للكادميوم المستردة عندما تكون درجة الحرارة (25) درجة مئوية. أما الشكل (23) يبين العلاقة بين نسبة استرداد الكادميوم مقابل درجة الحرارة إذ نلاحظ من خلال الشكل أن نسبة استرداد الكادميوم تزداد بزيادة درجة الحرارة إذ تبلغ أعلى نسبة استرداد للكادميوم عندما تكون درجة الحرارة (70) درجة مئوية وتبلغ اقل قيمة لنسبة استرداد الكادميوم عندما تكون درجة الحرارة (25) درجة مئوية.

الجدول (25): نتائج دراسة استرداد الكادميوم باستخدام درجات حرارة مختلفة بوجود حامض النتريك

درجة الحرارة(درجة مئوية)	كمية الكادميوم في النموذجmg	كمية الكادميوم المستردةmg	كمية الكادميوم المتبقية mg
25	1000	901	99
40	1000	910	90
50	1000	930	70
60	1000	955	45
70	1000	985	15
80	1000	983	17



الشكل (23): العلاقة بين نسبة استرداد الكادميوم مع درجات الحرارة باستخدام حامض النتريك

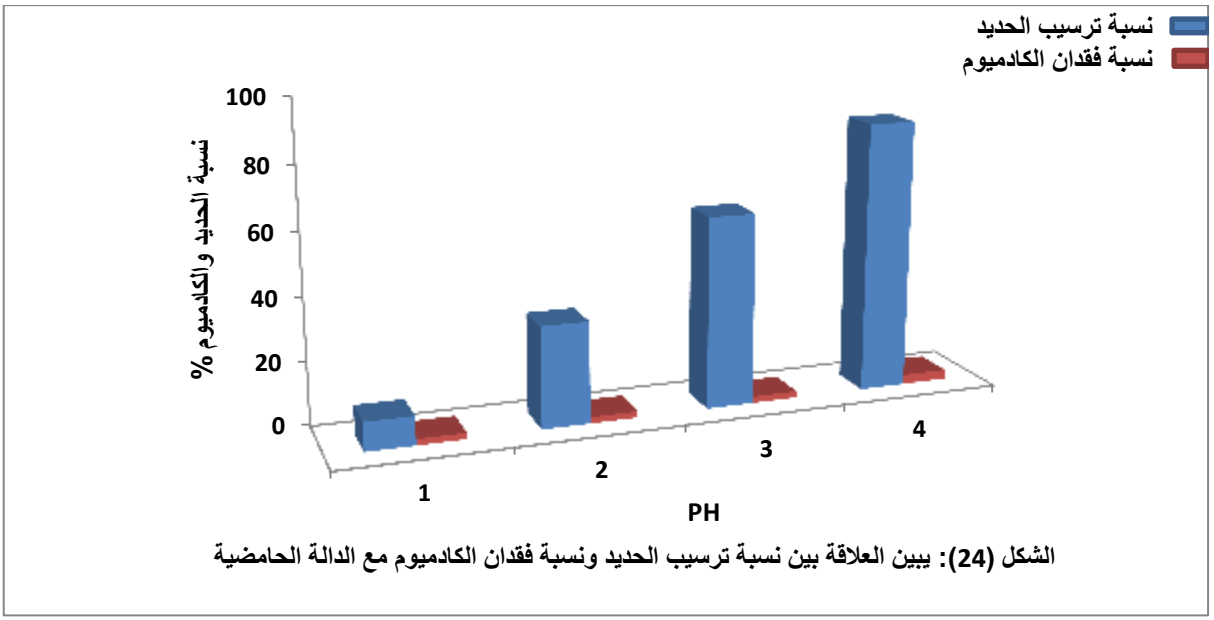
3-6 ترسيب الحديد من محلول استرداد الكادميوم

3-6-1 ترسيب الحديد من محلول الكادميوم باستخدام محلول 20% هيدروكسيد الامونيوم

تم أجراء هذه التجربة لترسيب الحديد من محلول استرداد الكادميوم باستخدام هيدروكسيد الامونيوم بتركيز 20% وبدوال حامضية مختلفة ضمن مدى pH=4، 3، 2،1 . النتائج الموضحة في الجدول (26) تبين كمية الكادميوم المتبقية وكمية الحديد المتبقية مقابل الدالة الحامضية. إذ نلاحظ من خلال الجدول أن كمية الكادميوم والحديد المتبقية في المحلول تقل بزيادة الدالة الحامضية باتجاه التعادل عند الدالة الحامضية pH=4. اما الشكل (24) يبين العلاقة بين نسبة فقدان الكادميوم ونسبة ترسيب الحديد مقابل الدالة الحامضية، نلاظ من خلال الشكل بازيادة الدالة الحامضية تزداد نسبة ترسيب الحديد إذ تبلغ أعلى نسبة ترسيب للحديد عندما تكون الدالة الحامضية pH=4 وتبلغ اقل قيمة لنسبة ترسيب الحديد في المحلول الحامضي القوي عند الدالة PH=1. كما نلاحظ أن نسبة فقدان الكادميوم من المحلول تزداد بزيادة قيمة الدالة الحامضية إذ بلغت اعلى نسبة فقدان للكادميوم عند الدالة الحامضية PH=4.

الجدول (26): نتائج دراسة ترسيب الحديد من المحلول باستخدام محلول هيدروكسيد الامونيوم

pH المحلول	كمية الحديد المتبقي mg	كمية الكادميوم المتبقيmg
1	11.8	98
2	8.80	98
3	5.07	98
4	1.80	97



الشكل (24): يبين العلاقة بين نسبة ترسيب الحديد ونسبة فقدان الكادميوم مع الدالة الحامضية

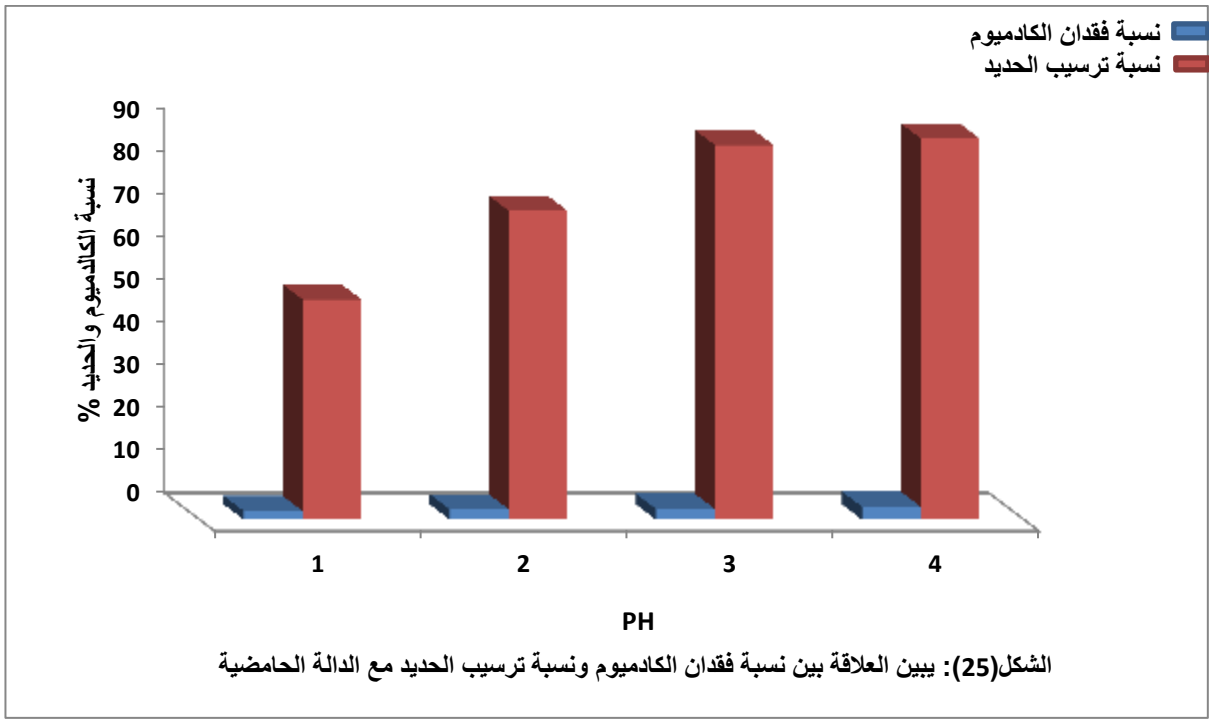
3-6-2 ترسيب الحديد من محلول الكادميوم باستخدام محلول هيدروكسيد الصوديوم

تم ترسيب الحديد من محلول استرداد الكادميوم باستخدام هيدروكسيد الصوديوم بتركيز1M وبدوال حامضية مختلفة ضمن مدى 1،2 ،3 ،pH=4. النتائج الموضحة في الجدول (27) تبين كمية الكادميوم المتبقية وكمية الحديد المتبقية مقابل الدالة الحامضية، إذ تبين النتائج أن كمية الكادميوم والحديد المتبقية في المحلول تقل بزيادة الدالة الحامضية إذ بلغت اقل كمية للكادميوم المتبقي والحديد المتبقي في المحلول عند الدالة الحامضية pH=4. لقد تم اعتماد قيمة الدالة الحامضية pH=3 لغرض ترسيب الحديد وذلك لتقليل الفقدان في كمية الكادميوم، كما أنه الفرق بين كمية الحديد المتبقية عند الدالة pH= 4،3 قليل، وكذلك لتقليل استهلاك المحاليل التي تؤدي إلى زيادة الشوائب في المحلول والذي يستخدم فيعمليات ترسيب الكادميوم اللاحقة. أما الشكل(25) يبين العلاقة بين نسبة فقدان الكادميوم ونسبة ترسيب الحديد مقابل الدالة الحامضية. اذ نلاحظ من الشكل بازيادة قيمة الدالة الحامضية تزداد نسبة ترسيب الحديد إذ تبلغ أعلى نسبة ترسيب للحديد عند الدالة الحامضية pH=4 وتبلغ اقل نسبة ترسيب للحديد في المحلول الحامضي القوي عند الدالة pH=1. كما نلاحظ أن نسبة فقدان الكادميوم

من المحلول تزداد بزيادة قيمة الدالة الحامضية إذ بلغت اعلى نسبة فقدان للكادميوم عند الدالة الحامضية pH=4.

الجدول(27): نتائج دراسة ترسيب الحديد من المحلول باستخدام محلول هيدروكسيد الصوديوم

PH المحلول	كمية الحديد المتبقي mg	كمية الكادميوم المتبقيmg
1	6.3	98
2	3.6	97.6
3	1.6	97.5
4	1.4	97.0



الشكل(25): يبين العلاقة بين نسبة فقدان الكادميوم ونسبة ترسيب الحديد مع الدالة الحامضية

3-7 ترسيب الكادميوم من محلول الاسترداد

تم اعتماد هيدروكسيد الصوديوم كمادة مرسبة للحديد والكادميوم من محلول استرداد الكادميوم وذلك لتجنب تكون ملح الامونيوم وكذلك لتجنب الرائحة النفاذة لهيدروكسيد الامونيوم إذ أن عملية الترسيب تحتاج إلى ظروف خاصة من سحب وتفريغ للابخرة المتولدة.

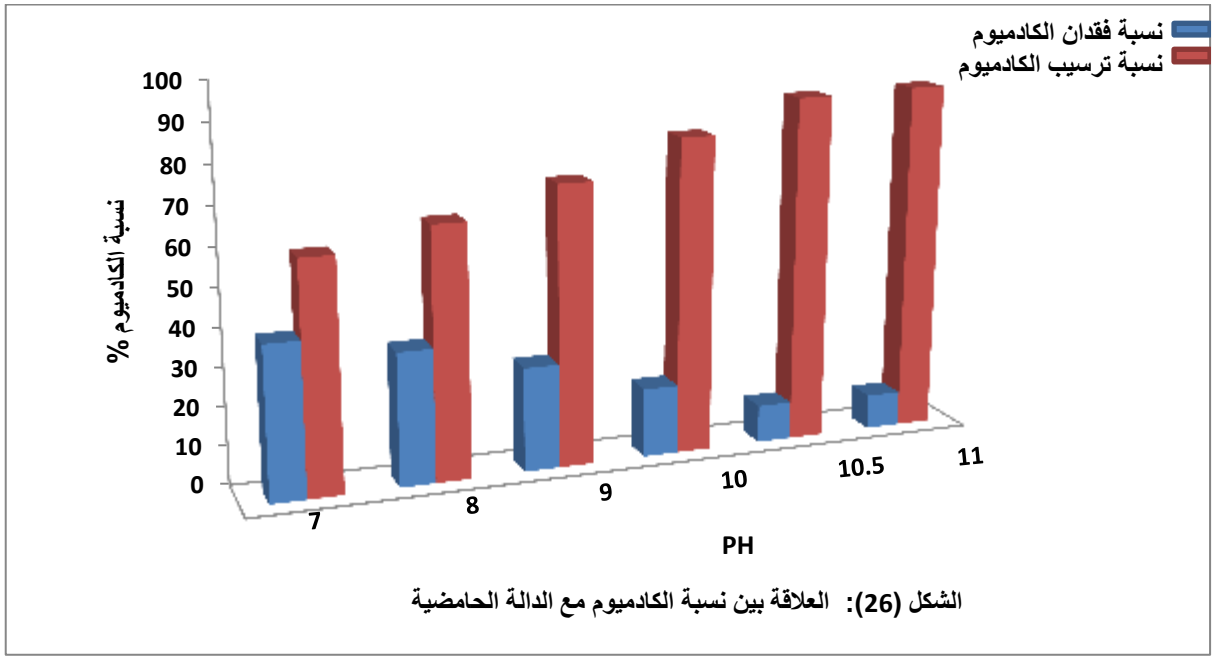
3-7-1 تأثير تغير الدالة الحامضية على عملية ترسيب الكادميوم

تم أجراء هذه التجربة لترسيب الكادميوم من محلول استرداد الكادميوم باستخدام هيدروكسيد الصوديوم بتركيز1M وبدوال حامضية مختلفة 11 ،10.5 ،10 ، 9 ،8 ،PH=7 . النتائج الموضحة في الجدول (28) تبين كمية الكادميوم المترسبة وكمية الكادميوم المتبقية مقابل الدالة الحامضية. إذ تبين النتائج أن كمية الكادميوم المتبقية في المحلول تقل بزيادة قيمة الدالة الحامضية إذ بلغت اقل كمية للكادميوم في المحلول عند الدالة الحامضية pH=11، بينما تبلغ اعلى كمية للكادميوم المتبقي عند الدالة الحامضية pH=7. اما الشكل (26) يبين العلاقة بين نسبة فقدان الكادميوم ونسبة ترسيب الكادميوم مقابل الدالة الحامضية، اذ نلاحظ من خلال الشكل تزداد نسبة ترسيب الكادميوم بازيادة الدالة الحامضية إذ تبلغ أعلى نسبة ترسيب للكادميوم عندما تكون الدالة الحامضية pH=11 وتبلغ اقل قيمة لنسبة ترسيب الكادميوم عند الدالة الحامضية pH=7. كما نلاحظ أن نسبة فقدان الكادميوم في المحلول تقل بزيادة قيمة الدالة الحامضية. أي أن عملية ترسيب الكادميوم تزداد كلما كأن وسط الترسيب اكثر قاعدية. تم اعتماد الدالة الحامضية للترسيب عند pH=10.5 وذلك لتقليل كمية المواد المضافة وبالتالي تقليل كمية الشوائب التي تؤثر على عملية التنقية لاحقا.

الجدول(28): نتائج دراسة تاثير الدالة الحامضية على ترسيب الكادميوم من المحلول باستخدام هيدروكسيد الصوديوم

pH المحلول	كمية الكادميوم المتبقية mg	كمية الكادميوم المترسبة mg
7	40	60
8	34.6	65.4

9	27.1	72.9
10	18	82
10.5	9.8	90.2
11	9.4	90.6



الشكل (26): العلاقة بين نسبة الكادميوم مع الدالة الحامضية

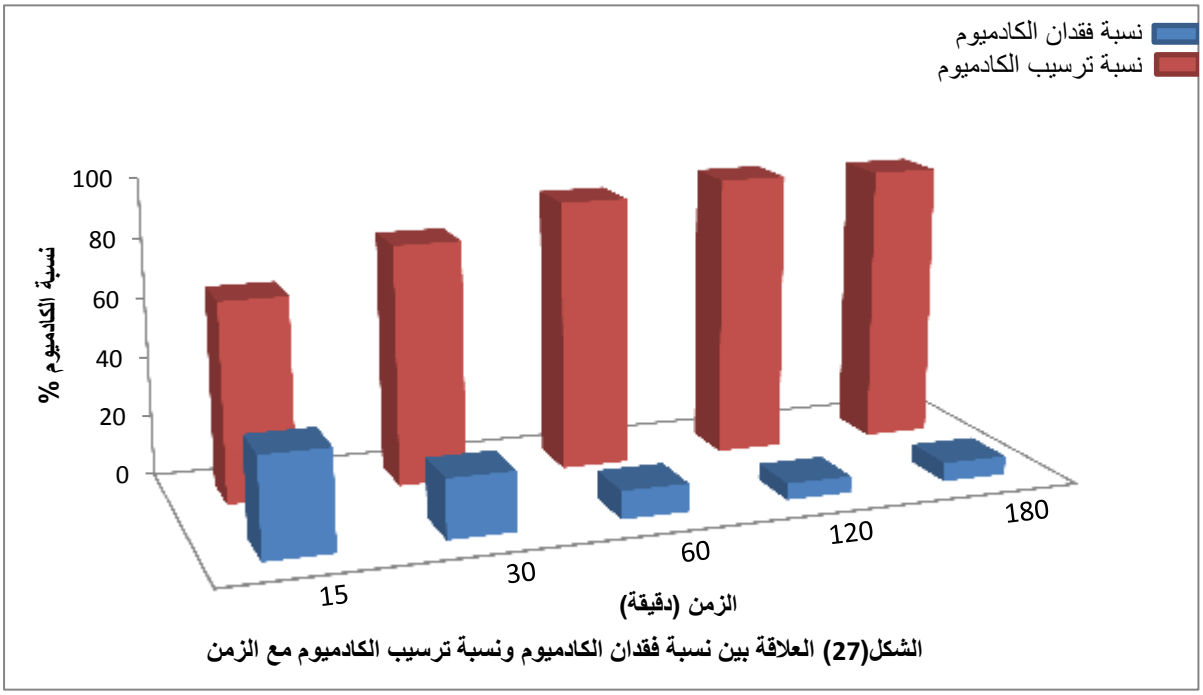
3-7-2 تأثير تغير الزمن على عملية ترسيب الكادميوم

تم أجراء هذه التجربة لترسيب الكادميوم من محلول استرداد الكادميوم باستخدام هيدروكسيد الصوديوم بتركيز 1M عند فترات زمنية مختلفة 15، 30، 60، 120، 180 دقيقة، تم ضبط الدالة الحامضية عند pH=10.5. النتائج الموضحة في الجدول (29) تبين كمية الكادميوم المترسبة وكمية الكادميوم المتبقية مقابل زمن الترسيب إذ تبين النتائج أن كمية الكادميوم المتبقية في المحلول تقل بزيادة قيمة زمن الترسيب إذ بلغت اقل كمية للكادميوم المتبقي عند زمن الترسيب (120) دقيقة، بينما تبلغ اعلى كمية للكادميوم المتبقيي عند زمن ترسيب (15) دقيقة. أما الشكل (27) يبين العلاقة بين نسبة فقدان الكادميوم ونسبة ترسيب الكادميوم مقابل زمن الترسيب، اذ نلاحظ من خلال الشكل تزداد نسبة ترسيب الكادميوم بزيادة الزمن إذ تبلغ أعلى نسبة ترسيب للكادميوم عندما يكون زمن الترسيب (120) دقيقة

وتبلغ اقل قيمة لنسبة ترسيب الكادميوم عندما يكون زمن الترسيب (15) دقيقة. كما نلاحظ أن نسبة فقدان الكادميوم في المحلول تقل بزيادة قيمة زمن الترسيب. اظهرت النتائج أن عملية ترسيب الكادميوم تصل قيمتها القصوى عند الزمن (120) دقيقة.

الجدول (29): نتائج دراسة تاثير الزمن على ترسيب الكادميوم من المحلول باستخدام NaOH

الزمن (دقيقة)	كمية الكادميوم المتبقية mg	كمية الكادميوم المترسبة mg
15	33.3	66.7
30	9.6	80.4
60	9.4	90.6
120	5.5	94.5
180	6.3	93.7



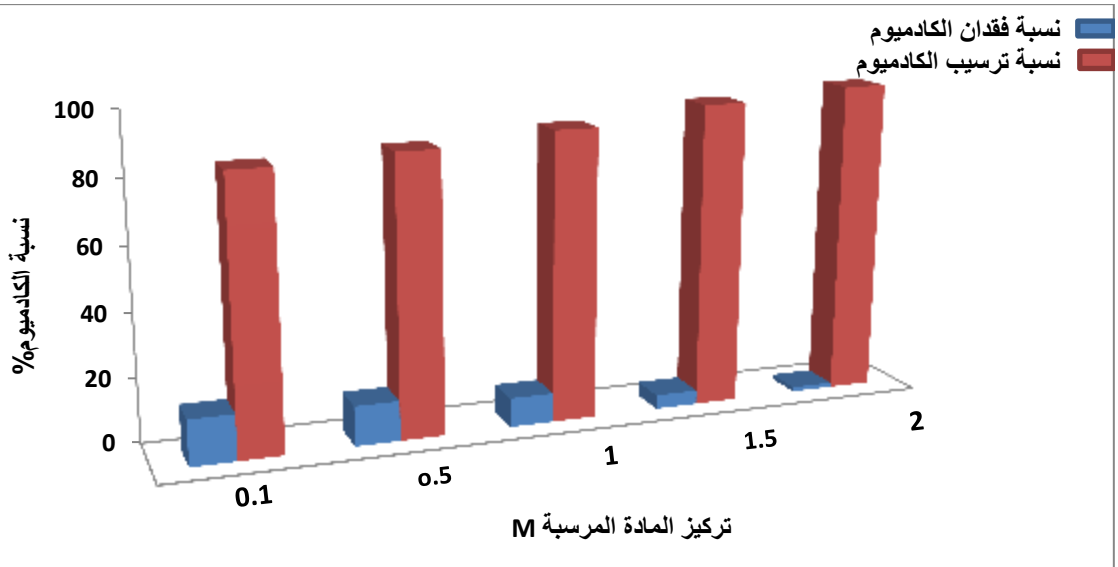
الشكل(27) العلاقة بين نسبة فقدان الكادميوم ونسبة ترسيب الكادميوم مع الزمن

3-7-3 تأثير تركيز المادة المرسبة على عملية ترسيب الكادميوم

تم أجراء هذه التجربة لترسيب الكادميوم من محلول استرداد الكادميوم باستخدام هيدروكسيد الصوديوم بتراكيز مختلفة (0.1M ،0.5 ،1 ،1.5 ، 2) عند زمن ترسيب (120) دقيقة، تم ضبط الدالة الحامضية عند pH=10.5. النتائج الموضحة في الجدول (30) تبين العلاقة بين كمية الكادميوم المترسبة وكمية الكادميوم المتبقية مقابل تركيز المادة المرسبة، إذ تبين النتائج أن كمية الكادميوم المتبقية في المحلول تقل بزيادة تركيز المادة المرسبة إذ بلغت اقل قيمة للكادميوم في المحلول عندما يكون تركيز المادة المرسبة 2M، بينما تبلغ اعلى كمية للكادميوم المتبقي عندما يكون تركيز المادة المرسبة 0.1M. الشكل (28) يبين العلاقة بين نسبة فقدان الكادميوم ونسبة ترسيب الكادميوم مقابل تركيز المادة المرسبة، نلاحظ من خلال الشكل بزيادة تركيز المادة المرسبة تزداد نسبة ترسيب الكادميوم إذ تبلغ أعلى نسبة ترسيب للكادميوم عندما يكون تركيز المادة المرسبة 2M وتبلغ اقل قيمة لنسبة ترسيب الكادميوم عندما يكون تركيز المادة المرسبة 0.1M. كما نلاحظ أن نسبة فقدان الكادميوم في المحلول تقل بزيادة تركيز المادة المرسبة.

الجدول(30): نتائج دراسة تاثير تركيز المادة المرسبة على ترسيب الكادميوم من محلول الاسترداد باستخدام هيدروكسيد الصوديوم

تركيز المادة المرسبةM	كمية الكادميوم المتبقية mg	كمية الكادميوم المترسبة mg
0.1	14.50	85.5
0.5	12.55	87.45
1	9.20	90.80
1.5	4.40	95.60
2	1.40	98.60



الشكل (28): العلاقة بين نسبة الكاديوم مع تركيز المادة المرسبة

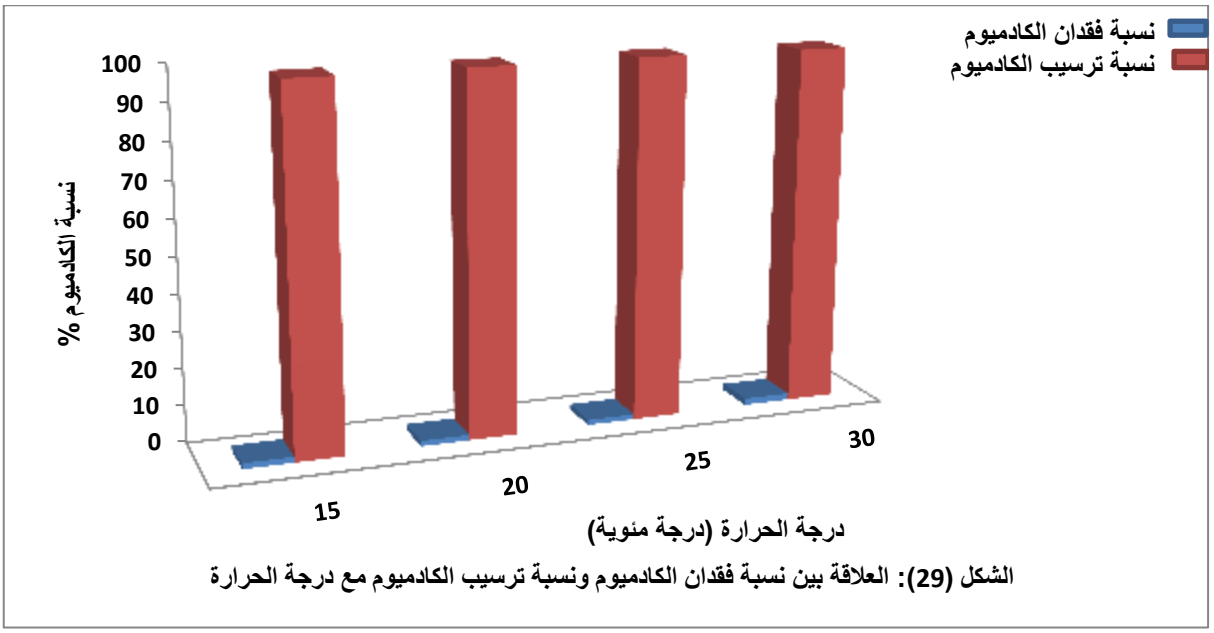
3-7-4 تأثير درجة الحرارة على عملية ترسيب الكاديوم

تم أجراء هذه التجربة لترسيب الكاديوم من محلول استرداد الكاديوم باستخدام هيدروكسيد الصوديوم بتركي 2M عند درجات حرارة مختلفة 15، 20، 25 ، 30 درجة مئوية، تم ضبط الدالة الحامضية عند pH=10.5. النتائج الموضحة في الجدول (31) تبين العلاقة بين كمية الكاديوم المترسبة والمتبقية مقابل درجة الحرارة، إذ تبين النتائج أن كمية الكاديوم المتبقية في المحلول تقل بزيادة درجة الحرارة إذ بلغت اقل قيمة للكاديوم المتبقي عند درجة حرارة 25 درجة مئوية، بينما تبلغ اعلى كمية للكاديوم المتبقي عند درجة حرارة 15 درجة مئوية. الشكل (29) يبين العلاقة بين نسبة فقدان الكاديوم ونسبة ترسيب الكاديوم مقابل درجة الحرارة، اذ نلاحظ من خلال الشكل بازيادة درجة الحرارة تزداد نسبة ترسيب الكاديوم إذ تبلغ أعلى نسبة ترسيب للكاديوم عند 25 درجة مئوية وتبلغ اقل قيمة لنسبة ترسيب الكاديوم عند 15 درجة مئوية. كما نلاحظ أن نسبة فقدان الكاديوم في المحلول تقل بزيادة درجة الحرارة ثم تبدأ بالارتفاع مرة ثانية عند درجات الحرارة أعلى من (25)

درجة مئوية. أن الأنخفاض الطفيف بنسبة الترسيب عند ارتفاع درجة الحرارة قد يكون عائد إلى ذوبان هذا الجزء من الراسب مرة ثأنية بسبب ارتفاع درجة الحرارة.

الجدول (31):نتائج دراسة تاثير درجة الحرارة على ترسيب الكاديوم من محلول الاسترداد باستخدام هيدروكسيد الصوديوم

كمية الكاديوم المترسبة mg	كمية الكاديوم المتبقية mg	درجة الحراة (درجة مئوية)
94.4	5.60	15
96.5	3.50	20
98.6	1.40	25
98.2	1.80	30



الشكل (29): العلاقة بين نسبة فقدان الكاديوم ونسبة ترسيب الكاديوم مع درجة الحرارة

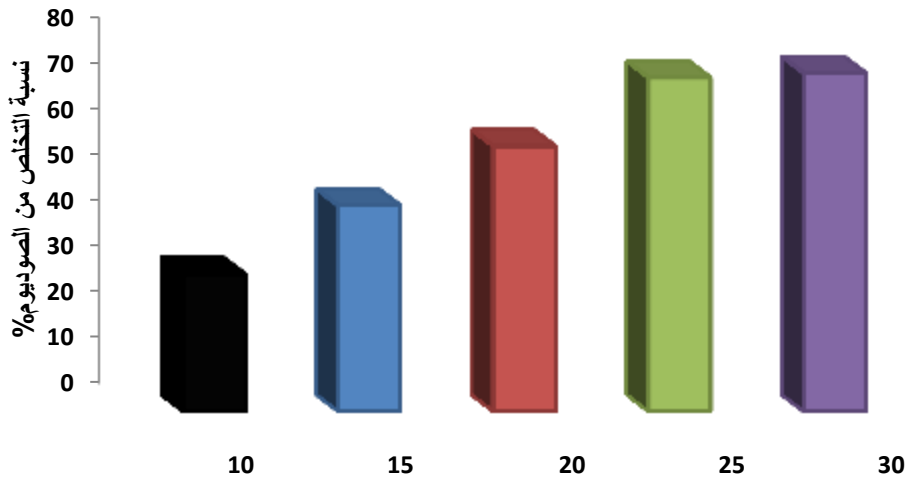
3-8 تنقية راسب هيدروكسيد الكادميوم $Cd(OH)_2$

3- 8-1 تأثير الزمن على عملية الغسل (التنقية) للتخلص من نترات الصوديوم

تم أجراء هذه التجربة للتخلص من الصوديوم على شكل نترات الصوديوم من راسب الكادميوم على هيأة هيدروكسيد الكادميوم باستخدام الماء المقطر عند فترات زمنية مختلفة 10،15 ،20 ،25 ،30 دقيقة للغسل، تم قياس تركيز الصوديوم في المحلول بعد الغسل بواسطة جهاز الأنبعاث الذري اللهبي. النتائج الموضحة في الجدول (33) تبين العلاقة بين كمية الصوديوم في المحلول وكمية الصوديوم المتبقية في الراسب مقابل زمن الغسل إذ تبين النتائج أن كمية الصوديوم المتبقية في الراسب تقل بزيادة زمن الغسل إذ بلغت اقل كمية للصوديوم في الراسب عند زمن الغسل 25 دقيقة، بينما تبلغ اعلى كمية للصوديوم المتبقي في الراسب عند زمن غسل 10 دقيقة. أما الشكل(30) يبين العلاقة بين نسبة التخلص من الشوائب مقابل زمن الغسل، اذ نلاحظ من خلال الشكل بازيادة زمن الغسل تزداد نسبة التخلص من الصوديوم إذ تبلغ أعلى نسبة للصوديوم في المحلول عند زمن غسل 25 دقيقة وتبلغ اقل قيمة لنسبة الصوديوم في المحلول عند زمن غسل (10) دقيقة. لقد تم الأعتماد على زمن الغسل 25 دقيقة في عملية التنقية لأن نسبة التخلص من الشوائب متساوية مع زمن الغسل 30 دقيقة.

الجدول(33): نتائج دراسة تأثير الزمن على عملية غسل راسب الكادميوم باستخدام الماء المقطر

الزمن (دقيقة)	كمية الصوديوم في المحلول mg	كمية الصوديوم المتبقي mg
10	4.8	11.2
15	7.2	8.8
20	9.28	6.72
25	11.68	4.32
30	11.68	4.32



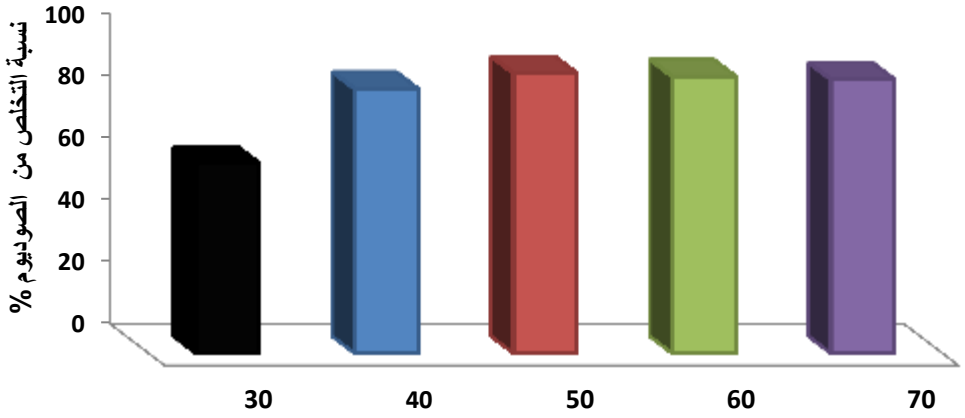
الشكل (30): العلاقة بين نسبة التخلص من الصوديوم مع زمن الغسل

3-8-2 تأثير درجة الحرارة على عملية الغسل للتخلص من نترات الصوديوم

تم أجراء هذه التجربة للتخلص من الصوديوم على شكل نترات الصوديوم من راسب الكادميوم على هيأة هيدروكسيد الكادميوم باستخدام الماء المقطر عند درجات حرارة مختلفة 30، 40، 50، 60 درجة مئوية للغسل، النتائج الموضحة في الجدول (34) يبين العلاقة بين كمية الصوديوم في المحلول وكمية الصوديوم المتبقية في الراسب مقابل درجة الحرارة، إذ تبين النتائج أن كمية الصوديوم المتبقية في الراسب تقل بزيادة درجة الحرارة إذ بلغت اقل كمية للصوديوم المتبقي في الراسب عند درجة حرارة 50 درجة مئوية، بينما تبلغ اعلى كمية للصوديوم المتبقي عند درجة حرارة 30 درجة مئوية. أما الشكل (31) فيبين العلاقة بين نسبة التخلص من الشوائب مقابل درجة الحرارة، اذ نلاحظ من خلال الشكل بازيادة درجة الحرارة تزداد نسبة التخلص من الصوديوم إذ تبلغ أعلى نسبة للصوديوم في المحلول عند درجة حرارة 50 درجة مئوية وتبلغ اقل قيمة لنسبة الصوديوم في المحلول عند درجة حرارة 30 درجة مئوية. لقد تم اعتماد درجة حرارة 50 درجة مئوية لأن نسبة التخلص من الشوائب متساوية مع درجة حرارة 60 درجة مئوية.

الجدول (34): نتائج دراسة تاثير درجة الحرارة على عملية غسل راسب الكاديوم باستخدام الماء المقطر

درجة الحرارة (درجة مئوية)	كمية الصوديوم في المحلول mg	كمية الصوديوم المتبقي mg
30	9.76	6.24
40	13.6	2.4
50	14.4	1.6
60	14.4	1.6



الشكل (31): العلاقة بين درجة الحرارة مقابل نسبة التخلص من الصوديوم

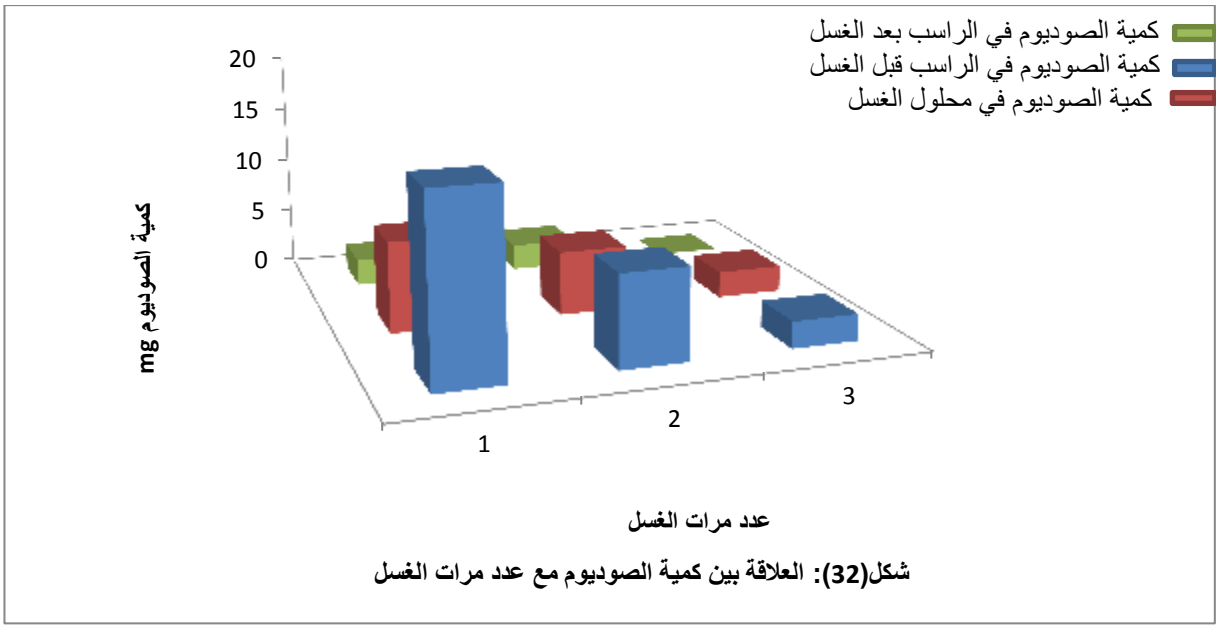
3-8-3 تأثير عدد مرات الغسل على عملية تنقية راسب هيدروكسيد الكاديوم

تم أجراء هذه التجربة للتخلص من الصوديوم على شكل نترات الصوديوم من راسب الكاديوم على هيأة هيدروكسيد الكاديوم باستخدام الماء المقطر بتكرار عدد مرات الغسل لنفس الراسب بدرجة حرارة المختبر. النتائج الموضحة في الجدول (35) تبين أن كمية الصوديوم في المحلول تقل بازياد عدد مرات الغسل يقابلها نقصأن في كمية الصوديوم في الراسب. تبلغ أعلى قيمة لكمية الصوديوم في المحلول (8mg) عند الغسل للمرة الاولى بينما كانت كمية الصوديوم في المحلول عند اقل قيمة لها

(2.33 mg) عند الغسل للمرة الرابعة لنفس الراسب. الشكل (32) يبين العلاقة بين كمية الصوديوم في المحلول وكمية الصوديوم المتبقية في الراسب وكمية الصوديوم في النموذج عند كل غسلة مقابل عدد مرات الغسل. لقد بينت النتائج أن تكرار عملية الغسل لنفس الراسب وبظروف المختبر قد اعطت نتائج مشجعة إذ وصلت نسبة التخلص من الصوديوم النهائية (98.73%).

الجدول (35): نتائج دراسة تاثير عدد مرات الغسل على عملية غسل راسب الكاديوم باستخدام الماء المقطر

عدد مرات الغسل	كمية الصوديوم في النموذجmg	كمية الصوديوم في المحلول mg	كميـة الصـوديوم المتبقي mg	نسبة التخلص من الشوائب %
1	16	8	8	50
2	8	5.64	2.36	70.5
3	2.36	2.33	0.03	98.73



شكل(32): العلاقة بين كمية الصوديوم مع عدد مرات الغسل

3-9 حساب الجدوى الاقتصادية

ان تكلفة تحضير 1Kg من كل من عجينة هيدروكسيد النيكل وهيدروكسيد الكادميوم يحتاج الى 300.000 دينار مواد تشغيلية في حين يبلغ سعر 1Kg من عجينة النيكل 500.000 دينار بينما يبلغ سعر 1Kg من عجينة هيدروكسيد الكادميوم 1000000 دينار في الاسواق المحلية لذلك يمكن القول ان عملية استرداد النيكل والكادميوم تمت بأقل كلفة ممكنة. النتائج الموضحة في جدول (36).

جدول(36) نتائج الجدوى الاقتصادية

المادة	الكمية المستخدمة	سعر الوحدة دينار	السعر الكلي دينار
H_2SO_4	3.5 L	25.000	90.000
HNO_3	4L	30.000	120.000
NaOH	1Kg	16.000	16.000
مواد تشغيلية	ــــــــــ	ــــــــــ	74.000
			المجموع الكلي/300.000

3-9 الاستنتاجات Conclusion

بعد أن تناولنا موضوع رسالتنا الموسومة (دراسة مقارنة في كفاءة استرداد Ni^{+2} و Cd^{+2} باستخدام طرائق كيميائية مختلفة وتحديد الظروف المثلى لعمليات الاسترداد) وبعد إجراء التجارب العملية تم التوصل إلى الاستنتاجات الاتية.

1- أن أفضل محلول لاسترداد النيكل هو محلول حامض الكبريتيك أما عملية استرداد الكادميوم فقد وجد أن أفضل محلول تم استخدامه لاسترداد الكادميوم هو محلول حامض النتريك.

2- أن نسبة استرداد الكادميوم والنيكل تزداد بزيادة تركيز الحامض أذ وجد أن أفضل نسبة استرداد للنيكل عندما كان تركيز حامض الكبريتيك 5M وأفضل نسبة استرداد للكادميوم عندما كان تركيز حامض النتريك 6M.

3- أن نسبة استرداد الكادميوم والنيكل تزداد بزيادة حجم الحامض عند ثبوت الوزن كما تزداد بزيادة زمن الاسترداد أذ وجد أن أفضل نسبة لاسترداد النيكل عند 180 دقيقة وأفضل نسبة لاسترداد الكادميوم عند 120 دقيقة.

4- أن نسبة استرداد الكادميوم والنيكل تقل بزيادة وزن النموذج أذ وجد أن أفضل نسبة لاسترداد النيكل والكادميوم عندما كان وزن النموذج 2000mg .

5- أن نسبة استرداد الكادميوم والنيكل تزداد بزيادة درجة الحرارة أذ وجد أن أفضل نسبة لاسترداد النيكل عند درجة حرارة 80 درجة مئوية وأفضل نسبة لاسترداد الكادميوم عند 70 درجة مئوية.

6- أن نسبة ترسيب الحديد من محلول الكادميوم والنيكل المسترد تزداد بزيادة الدالة الحمضية أذ وجد أفضل (pH) لترسيب الحديد من محلول النيكل المسترد (3,4) وأفضل pH لترسيب الحديد من محلول الكادميوم المسترد هي (4) باستخدام 1M هيدروكسيد الصوديوم.

7- تزداد نسبة ترسيب الكادميوم والنيكل من محلول الاسترداد بزيادة الدالة الحمضية أذ وجد أن أفضل دالة حمضية لترسيب النيكل والكادميوم من محلول الاسترداد هي pH=11 باستخدام 1M هيدروكسيد الصوديوم.

8- تزداد نسبة ترسيب الكادميوم والنيكل من محلول الاسترداد عند زيادة زمن الترسيب أذ وجد أن أفضل زمن لترسيب النيكل والكادميوم من محلول الاسترداد هو 120 دقيقة.

9- تزداد نسبة ترسيب الكادميوم والنيكل من محلول الاسترداد بزيادة تركيز المادة المرسبة أذ تم الحصول على افضل نسبة عندما كان تركيز هيدروكسيد الصوديوم المستخدم 2M .

10- وجد أن درجة الحرارة 25 درجة مئوية تكون مناسبة لترسيب النيكل والكادميوم من محلول الاسترداد.

11- أفضل مدة زمنية لإزالة كبريتات الصوديوم من عجينة هيدروكسيد النيكل عند غسلها بالماء هي 60 دقيقة وأفضل مدة زمنية لإزالة نترات الصوديوم من عجينة هيدروكسيد الكادميوم عند غسلها بالماء هي (25,30) دقيقة .

12- وجد أن درجة الحرارة (50, 60) درجة مئوية هي افضل درجة حرارة للتخلص من نترات الصوديوم المتواجدة ضمن عجينة هيدروكسيد الكادميوم و (40) درجة مئوية هي أفضل درجة حرارة للتخلص من كبريتات الصوديوم المتواجدة ضمن عجينة هيدروكسيد النيكل اثناء عملية غسل الراسب.

13- أن زيادة عدد مرات الغسل تقلل من نسبة الشوائب المتواجدة في عجينة هيدروكسيد النيكل وهيدروكسيد الكادميوم .

14- خلال النتائج التي تم التوصل أليها يمكن اعتبار البطاريات القاعدية المستهلكة هي مصدر ثانوي لمركبات النيكل والكادميوم.

3-10 الأعمال المستقبلية Future works

1- استرداد وفصل معادن أخرى من البطاريات القاعدية بمختلف انواعها والتي تحتوي على الكوبالت والليثيوم والفضة....الخ .

2- إعادة تدوير نفايات الأجهزة الكترونية واسترداد المعادن القيمة منها.

3- بناء معامل لإعادة تدوير النفايات الصلبة باستخدام طرائق وتقنيات متقدمة.

4- استرداد معدن الذهب من الهواتف النقالة.

11-3 المصادر References

1- الرشيدي وليد عايد عوض.(2012)،" **المسئولية المدنية الناشئة عن تلوث البيئة دراسة مقارنة**". رسالة ماجستير في القانون الخاص، جامعة الشرق الأوسط كلية الحقوق قسم القانون الخاص.

2- حسين وحيد عزيز. (2015)، "**التنمية والتلوث**"، مجلة كلية التربية الأساسية للعلوم التربوية والإنسانية جامعة بابل، 9; 116-107.

3- الجصاني نسرين عواد عبدون.(2011)، "**التلوث الهوائي في البيئة العراقية مسببات ونتائج**"، مجلة القادسية للعلوم الإنسانية كلية التربية للبنات /جامعة الكوفة، 14(2); 319-273.

4- رشيد سالم نعمة.، شريف سلام مؤيد. (2015)، "**الحماية الجنائية للبيئة من التلوث (دراسة مقارنة)**"، مجلة جامعه كربلاء العلمية، 13 (2); 112-94.

5- خليف مصطفى غرايبة. (2010)، "**التلوث البيئي مفهومه وإشكاله كيفية التقلل من خطورته**"، مجلة الدراسة البيئية قسم العلوم الأساسية-جامعة البلقاء التطبيقية، الأردن، 3; 121-133.

6- علي فائزة عزيز محمود، حمودي أنوار فخري ذنون. (2008)، " **تحديد كميات بعض العناصر الثقيلة في بعض النباتات البقولية المزروعة في ترب ملوثة**"، مجلة التربية والعلم، 21(3); 65-53.

7-حارث حازم أيوب.، فراس عباس فاضل. (2010)، "**التلوث البيئي معوقا للتنمية ومهددا للسكان**"، المجلة العراقية لبحوث السوق وحماية المستهلك جامعه الوصل، 2(3); 270-244.

8- سليمان مزاهرة.، علي فالح شوابكة.(2010)، "**البيئة والمجتمع**". الطبعة الثانية. عمان-الأردن: دار الشروق للنشر والتوزيع; 26.

9- ميسون عمر علي. (،2010) " **دراسة التلوث بالعناصر الثقيلة في بعض مناطق بغـداد**". مجلـة بغداد للعلوم كلية العلوم جامعة بغداد، 7(2); 962-955.

10- ابو العجين رامي. (2011)، "**تقييم ادارة النفايات الصلبة في محافظة دير البلح**"، دراسة فـي جغرافية البيئة بحث مقدم استكمالاً لمتطلبات الحصول على درجة الماجستير في الجغرافيا من كليـة الآداب بالجامعة الإسلامية – غزة.

11– رقية مرشد حميد. (2009)، "**العوامل المؤثرة في التلوث الصناعي**"، مجلـة ديـالى للبحـوث الإنسانية، 40; 553-595.

12– إزهار جابر. (2011)، "**تلوث الهواء والماء أنواعه، مصادره، أثاره**"، مجلة جامعة بابل للعلوم الإنسانية، 19 (2); 14-1.

13- هاشم نوار جليل. (2005)، "**مشكلة تلوث المياه في العراق وآفاقها المستقبلية**"، مجلة مركـز المستنصرية للدراسات العربية والدولية قسم الدراسات الجغرافية، 17; 169-186.

14- كنعان عبد الغفور حسن. (2011)، "**اثر التلوث الصناعي على الانسان والطبيعه دراسة خاصة عن حقل كبيرت المشارق**"، تنمية الرافدين كلية الإدارة والاقتصـاد –جامعـه الموصـل، 33(107) 110-99.

15- عادل ذاكر النعمة، حمودي وجدان حسن.(2012)، "**الإنتاج الأنظف منهج عمل للتقلىل مـن التلوث الصناعي بالتطبىق على الشركة الوطنىة لصناعة الأثاث المنزلي بالموصل**"، تنمية الرافدين كلية الإدارة والاقتصاد –جامعه الموصل، 34 (107); 83-65.

16- محمّد جواد عبّاس شبع. (2008)، "**التلوث الصناعي في محافظة النجف الأشرف**"، مجلة اداب الكوفة، 3(1); 194-174.

17-محمد يوسف حاجم.، هشام توفيق جميل. (2012)، "**دور القطاع الخاص في ادارة النفايات الصلبة في المدن دراسة بين النظرية والتطبيق –مع قراءة لتجارب تطبيقية عربية**"، مجلة كلية التربية الأساسية، 8; 240-223.

18– قوارح مصطفى. (2015)، "**أثر تسيير النفايات الصناعية على المحيط البيئي**"، دراسة حالة المؤسسة الوطنية للأشغال في أبار حاسي مسعود في الفترة الممتدة مابين (2015-2013)، مذكرة مقدمة الاستكمال متطلبات شهادة ماستر أكاديمي الطور الثاني في ميدان: علوم اقتصادية والتسيير وعلوم تجارية; 6-3.

19- Guide Q. R. (2007),**" National Park Service solid waste management**", National Park Service - Solid Waste Management Quick Reference Guide; 1-2 5 .

20– عبد الله سالم الماكي.، امال صال الكعبي. (2011)، "**مشكلة النفايات الصلبة في مدينة البصرة وتأثيراتها البيئية**"، مجلة آداب البصرة، 59; 268-269 .

21– كريم كاظم حمادي.،عبد الصاحب ناجي.، محمد علي الانباري.(2011)، "**دراسة تحليلية لمشكلة المخلفات الصلبة :حالة الدراسة : مناطق مختارة من مدينة الحلة**"، مجلة كلية التربية للبنات للعلوم الانسانية، 13; 38-13.

22-Mensah P.O., Adjaottor A.A. and Boateng G. O. (2014), **"Characterization of solid waste in the twima-nwablagya district of the ashantiregion, kumasi-ghana".** International Journal of Waste Management and Technology, 2 (1); 1- 14.

23-Abul S. (2010), "**Environmental and health impact of solid waste disposal at mangwaneni dumpsite in manzini: swazlland",** Journal of Sustainable Development in Africa, 12(7); 64-78.

24- Babayemie J. and Dauda O. (2009),**"Evaluation of solid waste generation, categories and disposal options in developing countries: A case study of nigeria",** J. Appl. Sci. Environ. Manage, 13(3); 83 – 88.

25- وفاء عبد الأمير احمد. (2012)، "**تأثير الري بمياه المخلفات الصناعية في محتوى النحـــاس والرصاص في النبات وجاهزيتهما في التربة**", مجلة أبحاث البصرة **((**العلميات**))** كلية الزراعة ، قسم علوم التربية ، والموارد المائية ، جامعة البصرة, 53; 63-53.

26- Alam P. and Ahadep K. (2013), **"Impact of solid waste on health and the environment"**, International Journal of Sustainable Development and Green Economics, 2 (2), 165-166.

27- الهام خزعل ناشور. (2013), "**مصدر التلوث البيئي في محافضة البصـــرة**"، مجلـــة أبحـــاث ميسان، جامعة البصرة- مركز دراسات البصرة؛ 9 (18); 325-320.

28-هالة صلاح ألحديثي.، علي صلاح ياسين. (2012), "**روءيا قانونية بقضاية التلـــوث البيئـــي**". **مجلة جامعة تكريت للعلوم القانونية والسياسية**, 4 (13); 285-49.

29- Clecio S. R. (2013), "**Development and validation of a headspace gas chromatographic method for determination of residual solvents in five drug substances** ", International Journal of Pharmaceutical Science Invention, 2(3); 39-41.

30–ليث جمعة عبد علي.(2013), "**دراسة التلوث بالعناصر الثقيلة و بعض العوامل الفيزيائية و الكيميائية في نهر دجلة منطقة الكريعات مدينة بغداد**" رسالة مقدمة إلى قسم الكيمياء في كلية التربية ابن الهيثم للعلوم الصرفة ،جامعة بغداد ؛ كجزء من متطلبات نيل شهادة ماجستير في علوم الكيمياء.

31- سامي زبار.، شاكر محمود مربط.(2009)، "**تلوث مياه الشرب بالعناصر الثقيلة في مدينة بيجي**" مجلة كلية مدينة العلم الجامعة بغداد– عراق, 1 (1); 36-27 .

32- Rasheed R. O. (2012), **"Assessment of some heavy metals in muscle tissue of silurus triostegus from derbendikhan reservoir, kurdistan region –iraq"**, J. Sci., 23(1); 11-18.

33 – دينا عبد السلام المالكي.، علي هاشم الموسوي. (2015)،" **الاستصلاح البيولوجي للترب الملوثة بالنيكل والرصاص باستعمال نبات الباقلاء** Vicia faba L **وفطر المايكورايزا** Glomus mosseae" مجلة بغداد للعلوم, 12(2); 260.

34- الشحات حسن عبد اللطيف ناشي. (2011), "**الملوثات الكيميائية وأثارها على الصحة والبيئة:المشكلة والحل**", الطبعة الأولى, القاهرة : دار النشر للجامعات, 56-36 .

35- اقبال عوفي الطائي.، عباس حميد البيضاني.، حامد طالب السعد. (2015) ،" **تقيم تلوث رواسب هور العظيم بالعناصر الثقيله : محافظه ميسان جنوب العراق". مجلة علوم ذي قار**", 5(2) ; 18-11.

36- Sedik A. K., Sufyan M.,Shartooh., Ahmed A., Hadi., Rafid H., Obaid., Ahmed A. and Abdulmajeed. (2014),**"Lettuce leaves as biosorbent material to remove heav metal ions from industerial wastewater"**, Baghdad Science Journal ,11(3) ; 1164-1170.

37- أمال احمد محمود. (2015)," **قياس بعض المعادن الثقيلة في مياه أبار منتخبة في مدينة البصرة –عراق**"، مجلة علوم ذي القار قسم الكيمياء البحرية–مركز علوم البحار–جامعة البصرة عراق, 5 (2); 33-24.

38- صفاء عبد الرحمن. (2006)، "**مستويات المعادن الثقيلة في أبار مياه الشرب لمدينة لحج وماحولها–اليمن**", جامعة تكريت– كلية التربية، سامراء قسم الكيمياء, 3 (3); 163-162.

39-Adbulhussain I. A., Angham O. Z. and Rifat M**.** (2011), **"Determination of heavy metals concentration in drinking water from different sources of basrah city**"، journal of Engineering Printed in Iraq, 3(1); 49-61.

40- Miazga B. and Mulak W**.** (2008)**,"Leaching of nickel from spent catalysts in hydrochloric acid solutions",** Physicochemical Problems of Mineral Processing, in Poland, 42; 177-184.

41- Salcedo A. F. M., Ballesreros F. C. J., and Lum. C. (2015),**"Recovery of nickel from industrial waste water by homogeneous fluibzed-bed ranulation effects of influent nickel concentration,Co_3: Ni ration and PH of the precipitant",**Proceedings of the International Conference on Environmental Science and Technology Rhodes, Greece ; 1-5.

42- Davidson J. (2010),**"Removal of nickel from aqueous solutions by polymer-Enhanced ultra filtration ",** A Major Qualifying Project submitted to the faculty of Worcester polytechnic institute in partial fulfillment of the requirements for the Bachelor of Science Degree; Shanghai; 1-73.

43- Aryal M. (2015),**"Removal and recovery of nickel Ions from aqueous solutions using bacillus sphaericus biomass** ", J. Environ. Res, 9(4); 1147-1156.

44-شيماء خلف غاطي. (2011), " **دراسة مقارنة –ازالة الكادميوم (II) من محلوله المائي بواسطة الكاربون المنشط (الجاركول)، طين الاتابلكايت ومسحوق ورق سعف النخيل (الخوص)**", رسالة مقدمة إلى كلية التربية–ابن الهيثم –جامعة بغداد وهي جزء من متطلبات نيل درجة ماجستير علوم الكيميـــاء

45– عبد علي ذاكر.،اسماء عبد السلام .، علي شنيار فارس. (2014)," **تأثير الماء المعـــالج علـــى سمية الكادميوم في كبد اناث الفئران البيض السويسرية** BULB/C". مجلة الانبار للعلوم الزراعية كلية العلوم – جامعه الانبار وزارة العلوم والتكنلوجيا – دائرة البحوث وتكنلوجيا – البيئة والمياه، بحث المؤتمر العلمي الرابع, 12 ; 355-343.

46-Manis K. J., Vinay K., Jinki J**.** and Jae C.L. (2012)**,"Review on solvent extraction of cadmium from various solutions"**, Hydrometallurgy; 1-9.

47-Robert L., Joseph F. and Alexander A. (2008),**"Fisher's Contact Dermatitis"**, BC Desker Ins. USA.

48-Natasha D., Surajit B. and Mrinal K. M. (2016)**,"Enhanced cadmium accumulation and tolerance in transgenic tobacco over expressing rice metal tolerance protein gene OsMTPI is promising for phytoremediation"**, journal Plant Physiology and Biochemistry, 105; 297-309.

49-Chen H., Zhong C., Berkhouse H., Zhang Y.,Yao L.,Wanyu L., Yang Y. and Zhou J. (2016),**"Removal of cadmium by bioflocculant produced by Stenotrophomonas maltophilia using phenol-containing wastewater",** journal Chemosphere, 155; 163-164.

50-Safarzadeh M. S., Bafghi M. S., Moraekhani G. and Ojaghi M. (2007)**,"A review on hydrometallurgical extraction and recovery of cadmium from various resources",** Minerals Engineering, 20; 211-212.

51- احمد مهدي سعيد. (2013), "**دراسة كفاءة احتواء بعض الايونات الفلزية في حبيبات الماء البلورية باستخدام طرائق طيفية مختلفة**"، اطروحة مقدمة الى كلية العلوم-جامعة بغداد كجزء من متطلبات نيل درجة دكتوراه فلسفة في الكيمياء التحليلية.

52- Mahdi H. A. (2012**),"Effect of heavy metals in wastewater effluents of textile factory – hilla on the characteristics of hilla river",** Jornal of Kerbala Univeristy, 10 (3) ; 5-16.

53- Tilaki D. and Ali R. (2003),**" Study on removal of cadmium frome water environmentby adsorption on GAC, BAC and biofilter"**Environmental Health Engineering Department, Faculty of Health, Mazandaran University of Medical Sciences diffuse, pollution conference Dublin; p 8-35.

54- Liu Y., Xiao T., Perkins R. B., Zhu J., Zhu Z., Xiong Y. and Ning Z. (2016), **"Geogenic cadmium pollution and potential health risks , with emphasis on black shale",** Journal of Geochemical Exploration, 16; 1-37.

55- احمد سعيد عثمان .شاكر محمود سعيد .،وهناء ياسين مهدي. (2006),"**دراسة العوامل المؤثرة على كفاءة بطاريات الخزن القلوية نيكل –كادميوم**". مجلة تكريت للعلوم الصرفة؛ 11(2); 34-28.

56- Bernardes A. M., Espinosa D. C. R. and Tenorio J. A. S. (2004)**, "Recycling of batteries: a review of current processes and technologies",** Journal of Power Sources, 130; p 294.

57- Zahran M. and Atefa A. (2006**),"Electrical and thermal properties of NiCd battery for low earth orbit satellite's applications",** Proceedings of the Wseas International Conference on Power Systems, Lisbon, Portugal; 122-130.

58- Espinosa D. C. R. and Tenorio J. A.S.T. (2006),**"Recycling of nickel–cadmium batteries using coal as reducing agent"**, Journal of Power Sources, 157; 600–604.

59- Agrawal A., Pathak P., Mishra D. and Sahu K. K. (2010), **'Recovery of metal values from spent nickel-cadmium rechargeable batteries by solventextraction route"**, Proceedings of the XI International Seminar on Mineral Processing Technology Editors: R. Singh, A. Das, P.K. Banerjee, K.K. Bhattacharyya and N.G. Goswami ; 1195–1201.

60- Agrawal A., Pathak P., Mishra D. and Sahu K.K. (2012)**,"Solvent mediated interactions for the selective recovery of Cadmium from Ni–Cd battery waste",** Journal of Molecular Liquids, 173; 77–84.

61-Huang K., Jia L**.** and Zhenming X. (2010),**"Characterization and recycling of cadmium from waste nickel–cadmium batteries",** Waste Management, 30; 2292–2298.

62- Ruhmeq W. T. (1997), **"The recovery of sulphur,uranium and gold from residues",** J. of south afri. ins. of Min. and Met; 134-142.

63- Nogueiraa C.A. and Margaridob F. (2004),**"Leaching behaviour of electrode materials of spent nickel–cadmium batteries in sulphuric acid media"**, Hydrometallurgy, 72 ; 111– 118.

64- Barashev A. R., Karelov S. V., Mamyachenkov S. V. and . Anisimova O. S. (2013),**"Status of the organized recycling of cadmium-bearing secondary raw materials",** Metallurgist, 57; 244-246.

65- Tobiszewski M., Marc M., Gałuszka A. and Namiesnik J**.** (2015**), "Green chemistry metrics with special reference to green analytical chemistry",** journal Molecules, 20; 10928-10946.

66- Suresh D.D. (2013), "**Applications of green chemistry principlesin every day life".** International Journal of Research in Pharmacy and Chemistry**,** 3(3); 518.

67- Albrecht M. A., Evans C. W. and Raston C. L. (2006**),"Green chemistry and the health implications of nanoparticles",** This Journal is The Royal Society of Chemistry, 8; 417–432 .

68- Reddy B. R. and Priya D. N. (2006),**"Chloride leaching and solvent extraction of cadmium, cobalt and nickel from spent nickel–cadmium, batteries using Cyanex 923 and 272",** Journal of Power Sources 161; 1428–1434.

69- Fernandes A., AfonsoJ.C., and Dutra A. J. B. (2012),**"Hydrometallurgical route to recover nickel, cobalt and cadmium from spent NieCd batteries"**. Journal of Power Sources, 220; 286 -291.

70-Babakhani A., Rashchi F., Zakeri A. and Vahidi E. (2014)**,"Selective separation of nickel and cadmium from sulfate solutions of spent nickelecadmium batteries using mixtures of D2EHPA andCyanex 302"**, Journal of Power Sources, 247; 127-133.

71- Gega J.,Walkowiak W., Kosarga E. and Otrembska P. (2010), **"Leaching of nickel and cadmium from spente Ni-Cd batteries",** XXV ARS separatora–Torun, Poland; 355-358 .

72- Randhawa N. S., Gharami K., and Kumar M**.** (2015),**" Leaching kinetics of spent nickel–cadmium battery in sulphuric acid",** Hydrometallurgy; 1-8.

73-Rudnik E. and Nikiel M. (2007),**"Hydrometallurgical recovery of cadmiu m and nickel from spent Ni–Cd batteries"**, Hydrometallurgy, 89; 61–71.

74- guan Q. J., Sun W., Zhou G., Liu J. and Yin Z . (2016),**"Recovery of cobalt and nickel in the presence of magnesium and calcium from sulfate solutions by versatic 10 and mixtures of versatic 10 and cyanex 301"**, Trans, Nonferrous Met. Soc. China, 26; 865−873.

75- Li L., Takahashi N., Kaneko K., Shimizu T. and TakaradaT**.** (2015) **, "A novel method for nickel recovery and phosphorus removal from spent electroless nickel-plating solution",** Separation and Purification Technology, 147; 237–244.

76- Meng L., Qu J., Guo Q., Xie K., Zhang P., Han L., Zhang G., Qi T. (2015),**"Recovery of Ni, Co, Mn, and Mg from nickel laterite ores using alkaline oxidation and hydrochloric acid leaching"**, Separation and Purification Technology, 15; 1-43.

77- Liqing L., Zhanfang Z. H. C., and L Y. (2011),**"Recovery of Copper(II) and nickel(II) from plating wastewater by, solvent extraction"**, Separation Science and Engineering Chinese Journal of Chemical Engineering, 19(6); 926-930.

78- Sridhar V. and Verma J. K. (2011)**,"Recovery of copper, nickel and zinc from sulfate solutions by solvent extraction using LIX 984N",** E- Journal of Chemistry, 8(I); 434-438.

79- عماد أيوب يوسف.، مؤيد كاصد جلهوم.، ليث يوسف يعقوب. (2007)، "**استخلاص النيكل من مخلفات حرق الوقود الثقيل بالإذابة المائية وترسيب فلزه كهربائياً**". مجلة الهندسة والتكنلوجيا 25(3) ; 143-158.

80- Oza R. and Patel S. (2012),**"Recovery of nickel from spent Ni/Al2O3 catalysts using acid leaching, chelation and ultrasonication",** Research Journal of Recent ScienceS, 1; 434-443.

81-Gzar H.A. and Gatea I.M. (2015**),"Extraction of heavy metals from contaminated soils using EDTA and HCl"**, Journal of Engineering, 21(1); 45-61 .

82- Gavris G., Stoia M., Stanasel O. and Hodisan S. (2010)**,"Comparative study on lead (II) and cadmium (II) recovery from solutions by chemical precipitation"**, Chem.Bull. "Politehnice" Univ, (Timisoara), 55(69) ; 143-147.

83- Dhabab J. M., Hussien K. A. and Nasser T. (2012)**,"Removal of cadmium ions from industrial wastewater using iriqi ceratophyiium demersum",** AL-Mustansiriyah J.Sci, 23(8); 17-80.

84-Kumar V., Kumar M., Jha M.K., Jeong J. and Lee J. (2009**),"Solvent exteraction of cadmium from sulfate solution with di-(2-ethylhexyl) phosphoric acid diluted in kerosene"**, Hydrometallurgy, 96; 230-234.

85- Bidari E., Irannejad M. and Gharabaghi M**.** (2013),**" Solvent extraction recovery and separation of cadmium and copper from sulphate solution",** Journal of Environmental Chemical Engineering, 1; 1269–1274.

86- Swain S.S., Nayak B., Devi N., Das S. and Swain N. (2016**),"Liquid–liquid extraction of cadmium (II) from sulfate medium using phosphonium and ammonium based ionic liquids diluted in kerosene"**, Hydrometallurgy,16; 1-25.

87- Al-Taweel H. H. and Jassim S. A. (2011),**"Uranium and plutonium recovery by tributyl phosphate solvation and trioctylamine ion association mechanisms",** Baghdad Science Journal, 8(3); 788-795.

88-Ntumba E., Mulaba A.F. and Nheta W. (2014),**"Ni recovery using KO H , NaOH, and NH4OH in the presence of EDTA and Na2S from jarosite precipitated from a PGM Plant"**, International Platinum Conference, 'Platinum–Metal for the Future, The Southern African Institute of Mining and Metallurgy; 95-106.

89- Yoheeswaran E., Govindaradjane S. and Sundararajan T. (2013)**,"Recovery of lead metal from lead acid battery by hydrometallurgical method",** International Journal of Engineering Science and Innovative Technology, 2(1); 354-356.

90-Yang J., Retegan T., Steenari B. and Ekberg C. (2016),**"Recovery of indium and yttrium from flat panel display waste using solvent extraction",** Journal Separation and Purification Technology, 166 ; 117–124.

91-Pandey G., Mukhopadhyay S., Renjith A.U., Joshi J.M. and Shenoy K.T. (2016) ,**"Recovery of Hf and Zr from slurry waste of zirconium purification plant using solvent extraction",** Hydrometallurgy, 16; 1-22.

92- Yun X., Jiying L. X. T., Zhaoyang L. and Li Z. (2015),**"Recovery of rare earths from acid leach solutions of spent nickel-metal hydride batteries using solvent extraction"**, Journal of Rare Earths, 33 (12); 1348.

93- Hutton M., Ibana D. and Barnard K.R. (2015),**"Reagent selection for recovery of nickel and cobalt from nitric acid nickel laterite leach solutions by solvent extraction",** Journal Minerals Engineering, 77; 42–51.

94-Hazotte C., Leclerc N., Meux E., ois F.L. (2016),**"Direct recovery of cadmium and nickel from Ni-Cd spent batteries by electro assisted leaching and electrodeposition in a single-cell process"**, Hydrometallurgy, 162; 94-103.

95- Castro L. A. and Martins A. H. (2009),**"Recovery of tin and copper by recycling of printed circuit boards from obsolete computers",** Brazilian Journal of Chemical Engineering, 26(4); 649 – 657.

96- Tanong K., Coudert L., Mercier G. and Blais J. B. (2016),**"Recovery of metals from a mixture of various spent batteries by a hydrometallurgical process",** Journal of Environmental Management,181; 95-**107.**

97- Ramesh T.N. and Kamath P. V**.** (2006),**"Synthesis of nickel hydroxide: effect of precipitatio conditions on phase selectivity and structural disorder",** Journal of Power Sources, 156; 655–661.

98- Vilarinho C., Ribeiro A.,Carneiro C. and Castro F. (2012**),"Recovery of copper and nickel hydroxiode from galvanic sludge-pilot scale xperiments"**, International Conference on Engineering for Waste and Biomass Valorisa tion, 1561-1567.

99- Edificio E. and Garcilaso. I. (2005)," **Information Exchanged on the Production of Soluble Inorganic Salts of Nickel**", European commission directorate-general JRC Institute for Prospective Technological Studies Sustainability in Industry, Energy and Transport, 1-29.

100- Ahmed M. S. and Mathel D. A. (2008),**"Recovery of nickel from burned fuel waste"**, Journal of the College of Basic Education; 55; 58 – 68.

101- Mubarok. M. Z. and Lieberto. J. (2013)," **Precipitation of nickel hydroxide from simulated and atmospheric-Leach solution of nickel laterite Ore"**, Procedia Earth and Planetary Science, 6 ; 457 – 464.

102- Ramesh T.N. and Kamath P. V., (2006**)," Synthesis of nickel hydroxide: effect of precipitation conditions on phase selectivityand tructural disorder",** Journal of Power Sources, 156 ;655–661

103- Daucik K. and Jensen J. P. (2004), " **Solubility of sodium sulphate in the vicinity of the critical point**",International Conference on the Properties of Water and Steam in Kyoto, 53; 618-621.

Abstract

The present research was dealing with recovery of cadmium and nickel study from spent alkaline batteries which was conducted by two different acidic solutions. The first one is nitric acid, which was used for cadmium recovery; the other is sulfuric acid, which was used for nickel recovery. Many factors affected the recovery process were studied, such as concentration, volume, time, weight and temperature.The parameters which effect on the precipitation of metal ion from leaching solution were also studied, such as pH, time, concentration and temperature.The obtained results indicate that the recovery percentages were increased as the concentration of solutions of acid was increased until reaching 5 M, after that the value of increasing being small or near constant value. The highest recovery percentage was 89.2% for nickel when the concentration of sulfuric acid 6M and rate of recovery of cadmium amounted to 78.30% when the nitric acid concentration of 6M. The results obtained from the volume study revealed that the recovery percentages were increased as the volume of solutions of acid was increased until reaching 20 ml, after that the value of increasing being small or near constant value. The highest percentages were 89.30% for nickel and 90.20% for cadmium. The recovery of nickel and cadmium was increasing as the recovery time was increased until reaching the recovery percentage of 95.69% for nickel and 90.50% for cadmium, at the time of 180 and 120 minutes respectively.The results obtained from the weight study revealed that the metals in samples were recovered with high recovery percentages until reached 2 gm weight of sample and then the recovery percentages were decreased as samples weight increase, the nickel recovery percentage was found to be 99.06% when the sample weight 0.5g and the recovery of cadmium found 98% when the sample weight of 0.1g. The results from temperature study showed that the recovery of nickel and cadmium percentages were increasing with the temperature increased until

reaching99.01% at the temperature of 80 °C either and 98.5% of the temperature was 70 ^{o}C for nickel and cadmium respectively. A precipitation process using sodium hydroxide concentration of 2M, was applied for the precipitation of metal ions. The percentages of precipitation are 98.6%, 99.1% for cadmium and nickel respectively. Purification process was conducted using distilled water, the proportion of the purity of the products is 98.08%, 98.23 the cadmium hydroxide and nickel hydroxide, respectively.

Ministry of Higher Education and Scientific Research
University of DiyalaCollege of Science
Department ofChemistry

Comparative study of Ni^{+2} and Cd^{+2} recovery efficiency from nickel-cadmium batteries using different chemical methods and determine the optimal conditions

A Thesis Submitted to

The council of the college of Science, University of Diyala

In partial fulfillment of the Requirement for the Degree

of Master in Chemistry

by

Mohammed Jabbar Mohammed Assadi

B.Sc.in the science Chemistry/ Diyala University 2014

Supervised by

Lect. Dr. Areej Ali Jarullah **Assist. Prof Dr. Ahmed Mahdi Saeed**

1438*A.H* 2017*A.D*

الفصل الأول

Chapter One

المقدمة

Introduction

الفصل الثاني

Chapter Two

الجزء العملي

Experimental Part

الفصل الثالث

Chapter Three

النتائج و المناقشة

Results & Discussion

المصـــادر

References