تركيز خام الهيماتايت بالفصل المغناطيسي الرطب

م.م. فائزة علي سمير*
تاريخ التسلم: ٢٠٠٤/٨/٤
تاريخ القبول: ٢٠٠٥/٤/١٨

الخلاصة

تتضمن الدراسة امكانية تركيز خام الحديد العراقي المتوفر في منطقة الكعرة بطريقة الفصل المغناطيسي الرطب بعد اختزال خام الهيماتايت إلى مغنتايت بطريقة التحميص التمغنطي. وبعد دراسة بعض المتغيرات والمتمثلة بدرجة حرارة التحميص وزمن التحميص وكمية الفحم المضافة لغرض اتمام عملية الأختزال ، تبين ان أعلى نسبة لركاز الحديد المعزول بطريقة الفصل المغناطيسي الرطب كانت ٨٥% عند ٧٦٠°م وزمن تحميص خمسة عشر دقيقة وكمية فحم الأختزال ١ غرام مع ثبوت المتغيرات الأخرى والمتمثلة بسرعة عمود الأدارة (المازج) لجهاز الفصل المغناطيسي الرطب وهي ٢٥٠ دورة /دقيقة وزمن فصل (١٠) دقيقة وحجم حبيبي (-٢٥) ماكرون وكمية ماء الفصل للدفعة الواحدة (٥٠٠) ملي لتر.

Concentration of Hematite By wet magnetic Separation

Abstract

The research include the capability of Iraqi iron ore concentration which is available in AL-GARAA region by wet magnetic separation method after Hematite ore reduction to (magnetite) by magnetic roasting method, and after studying some variables which are the roasting temperature ,the roasting time , the coal quantity that is added for completion of reduction operation it had been cleared that greater percent of separated iron concentrate was 85% at 760°c and the time of roasting was (15)min . and coal roasting quantity was (1)gm with stabling of other variables which are impeller speed of wet magnetic separation instrument which was (250) cycle/min, and the time of separation was (10)min, and the particle size was (-25)micron, and the quantity of separation water for (1)jet was (500) milliliter.

المقدمة

يوجد الحديد في الطبيعة بصورة متحدة لا لفته العالية للاتحاد مع الأوكسجين والعناصر الأخرى، وتكون خاماته واسعة الانتشار بشكل (اكاسيد، كربونات وكبريتدات) ولكن

* قسم هندسة الأنتاج والمعادن / الجامعة التكنولوجية

https://doi.org/10.30684/etj.24.3A.13
2412-0758/University of Technology-Iraq, Baghdad, Iraq
This is an open access article under the CC BY 4.0 license http://creativecommons.org/licenses/by/4.0

أكاسيد الخام هي المصدر الأكثر أهمية للحديد وتكون الكربونات والكبريتدات المصدر الثانوي للحديد وعادة ما توجد خامات الحديد مختلطة بمركبات كيمياوية أخرى تؤثر على قيمتها الأقتصادية وتعرف هذه المركبات بالشوائب ومن أهمها أكاسيد السليكون والكالسيوم والألمنيوم والمغنيسيوم والفسفور والكبريت.[١]

يقع خام حديد منطقة الكعرة على بعد (٦٥ كم) شمال مدينة الرطبة على الحافة الشمالية الشرقية للعتبة الغربية وهي محصورة في الطرف الجنوبي لمنطقة الكعرة. خامات الحديد عدسية الشكل صغيرة الحجم، وهذا يعزى إلى طبيعة تكوين الخامات في أحواض بحرية والغسل المتكرر الذي تعرضت له الرواسب بعد التكوين.

وقد تبين من الدراسة المعدنية للخام بأنه من نوع خامات الحديد الرملية بشكل كتلي صلب ويتراوح لونه بين البني أو القهوائي الغامق إلى الأسود وهذا يعتمد على مقدار تركيز أوكسيد الحديد فيه وذو سطح غير مستوي بسبب عوامل التعرية والتآكل.[٢،٣]

تهدف الدراسة إلى زيادة تركيز الحديد في الخام المتكون من الهيمتايت والسليكا من نوع الكوارتز (SiO_2) كمكونات أساسية للحديد إلى مغنتايت بطريقة التحميص ثم فصل الأخير بالطريقة المغناطيسية الرطبة لرفع نسبة الحديد، فإذا تم الحصول على مركزات ذات رتبة عالية فيصبح من الممكن التفكير في انشاء مصنع لمعالجة وتركيز خام الحديد العراقي ليغطي جزءاً من حاجة المشاريع التي تنشأ مستقبلاً لانتاج الحديد والصلب.

تتضمن عملية التحميص تحويل الخام غير المغناطيسي إلى خام مغناطيسي أي تعريض الخامات الضعيفة الأستجابة للتقنيات التقليدية مثل التعويم الرغوي أو الفصل المباشر إلى عملية إختزال في درجة حرارة مناسبة مثلاً تحويل الهميتايت إلى المغنتايت. هذه التقنية يرجع تاريخها إلى القرن التاسع عشر أو ربما قبل ذلك. ويعتمد معدل عملية التحميص على كل من مكونات الغاز المختزل وعلى درجة حرارة التحميص، فإذا كانت درجة الحرارة عالية فإن تركيز أول أوكسيد الكربون (العامل المختزل)، سيقل لذلك ستقل كفاءة التحميص. ويمكن أيضاً أن يزداد معدل التفاعل بزيادة المساحة السطحية للحبيبات وهذا يمكن ان يتم عن طريق تقليل حجم حبيبات الخام[٤،٦].

تصنيف طرق الفصل المغناطيسي إعتماداً على شدة المجال المغناطيسي المستخدم حيث توجد فواصل مغناطيسية ذات شدة عالية وتستخدم لفصل المواد ذات المغناطيسية الواطئة. كما تصنف إلى نوعين: الفصل الجاف والفصل الرطب ويستخدم الفصل الجاف في فصل المواد ذات المغناطيسية العالية (كالمغنتايت) وللفصل الرطب تطبيقات كثيرة ويستخدم بشكل خاص لخامات الحديد ومزاياه واضحة عند استخدامه لمعالجة المواد الناعمة حيث يؤدي الماء إلى توزيع الدقائق بشكل متجانس وبالتالي سهولة فصلها والحصول على ركاز ذات رتبة عالية بينما يعطي الفصل الجاف رتبة قليلة نتيجة تكتل الدقائق مع بعضها البعض[٥،١١].

طريقة العمل

المعالجة الأولية للخام

وتضمنت ثلاثة مراحل أساسية هي التكسير الأولي بكسارات الدرفلة للحصول على حجم حبيبي ببضعة سنتمترات يتبعه تكسير ثانوي باستخدام كسارات فكية ولغاية (١) ملم ثم عملية طحن باستخدام طاحونة دوارة لغاية حد حجمي (75-100) مايكرون وأخيراً استخدام طاحونة كرات بورسيلينية رطبة بنسبة طول : القطر يساوي (1.5) مع استخدام كرات ذات أقطار مختلفة تتراوح ما بين (8-6) ملم وبنسب وزنية (2:1) خام إلى كرات (للوصول إلى حد حجمي (25-) مايكرون) ، بعد تهيئة الخام يتم خلطه بالاستعانة بخلاطة جون (Johns Riffle) وذلك بهدف أخذ عينات التحليل ، ثم قياس الوزن النوعي للخام بطريقة قنينة الكثافة وكان معدل القراءة لثلاث نماذج هو (3.09) وكما مبين في الجدول (1) وان نسبة الخطأ في قيم الوزن النوعي ضمن الكسور العشرية وارد مع اختلاف حجم قنينة الكثافة أو عند ثبوت حجم القنينة وإعادة الفحص تكراراً ويدخل ذلك ضمن عملية الوزن للماء والخام خلال الفحص ، لذا يتم الفحص لأكثر من مرة وأخذ المتوسط الحسابي للقيم المأخوذة .

حجم قنينة الكثافة cm^3	الوزن النوعي
٥٠	٣,٠٨
٢٥	٣,٠٩٧
١٠	٣,٠٥

جدول رقم (١) حساب الوزن النوعي لخام الهيمتايت

ثم أخذت ثلاث عينات من الخام الأصلي لغرض تحليلها كيميائياً والجدول (2) يوضح ذلك كما أجري التحليل الفيزياوي بالأشعة السينية الحائدة لنموذج واحد من الخام الأصلي ، وقد تبين في الشكل (1) أن المعادن الرئيسية المكونة للنسيج الصخري عبارة عن الكوارتز (SiO2) والغوثايت (Fe2O3.nH2O) وكمية قليلة من الهيمتايت (Fe2O3).

Fe_2O_3%	SiO_2%	Al_2O_3%	TiO_2%	CaO%	MgO%	L.O.I%
45.1	44.2	1.56	0.48	0.7	0.25	6.1

جدول رقم (٢) التحليل الكيميائي لخام الهيمتايت

التحميص والفصل المغناطيسي

بعد عمليات التكسير والطحن والنمذجة تؤخذ عينة الاختبار التي وزنها (15) غم وبحجم حبيبي (25-) مايكرون وتوضع داخل بودقة خزفية ثم توضع في الفرن ويتم تسخينها تدريجياً لغاية(670) درجة مئوية وزمن مكوث (15) دقيقة ثم يتم إخراجها من الفرن وتوضع داخل (Desiccator) وتترك لفترة زمنية حتى تبرد ثم يتم إخراجها ووضعها داخل وعاء يحتوي على كمية ثابتة من الماء قدره (500)ملي لتر ثم يلحق بجهاز الفصل المغناطيسي الرطب المختبري ، وبعد فترة فصل لمدة (10) دقيقة يخرج المغناطيس بعد التصاق الذرات عليه ويتم غسلها في وعاء آخر غسلا تاما وترشح وتجفف وتوزن وتحلل بعد ذلك كيميائياً وتستمر بنفس الطريقة لبقية الاختبارات حيث تم دراسة المتغيرات الآتية :-

أ- درجة حرارة التحميص

ب- زمن التحميص

ج- كمية الفحم المضاف

مع ثبوت كل من:

أ- السرعة الدورانية 250) rpm)

ب- زمن الفصل (١٠) دقيقة

ج- الحجم الحبيبي (-25 µm)

د- كمية الماء المضاف للفصل (٥٠٠ ملي لتر)

تأثير درجة حرارة التحميص على عملية الفصل المغناطيسي الرطب وتركيز أوكسيد الحديد:

تم اجراء عملية التحميص عند مديات حرارية ما بين (670-790) °م للحجم الحبيبي (25-) مايكرون كما يبين الشكل رقم (٢) إن المدى الحراري (200-500) °م لا يكون كافي لتحويل الهميتايت إلى ماغنتايت مهما كانت كمية الفحم المضافة وقد يكون السبب هو اعتماد عملية الاختزال على انتشار العامل المختزل (CO) خلال الحبيبات، وعملية الانتشار وكما هو معلوم عملية حرارية لا يمكن ان تحدث عند الدرجات الحرارية الواطئة في حين القابلية للانتشار تزداد مع زيادة درجة الحرارة[٤،٧] وهذا ما حصل في المدى الحراري (670-760) °م حيث عند درجة حرارة (760) °م تكون عملية الأختزال أفضل ما يمكن وعندها يتم الحصول على أعلى نسبة مئوية من أوكسيد الحديد والتي هي ٨٥% (ونسبة الاستخلاص ٦٢%) وتقل هذه النسبة (Fe_2O_3%) بعد ذلك بزيادة درجة الحرارة لأعلى من (760) °م وذلك لنقصان تركيز العامل المختزل مع ارتفاع درجة الحرارة ويعود السبب في ذلك إلى انخفاض كفاءة الأختزال بغاز أول أوكسيد الكربون عند درجة حرارة تقارب (800) °م وهذا ما أكده العالم (Gilchrist 1980) [٧،٨] الذي بين إن عملية التحميص تعتمد على درجة حرارة العامل المختزل وسرعة التفاعل تزداد مع زيادة درجة الحرارة ولكن تركيز العامل المختزل ينخفض عند الدرجات الحرارية العالية مما يؤدي إلى انخفاض في كفاءة عملية التحميص.

تأثير زمن التحميص على عملية الفصل المغناطيسي الرطب وتركيز أوكسيد الحديد:

تم دراسة تأثير زمن التحميص ضمن المدى (٥-٦٠) دقيقة وعند درجة حرارة (760) °م وبأضافة ١ غرام من الفحم إلى كل (١٠) غرامات خام أوكسيد الحديد، وقد لوحظ ان الفصل المغناطيسي لم يمكن اجراءه للنماذج المحمصة عند فترات زمنية لا تتعدى العشرة دقائق فهذا يؤكد ان هذه الفترة الزمنية غير كافية لعملية الأختزال . كما يتضح من الشكل (٣) ان زمن التحميص الأمثل هو (15) دقيقة عند درجة حرارة (760) درجة مئوية بإضافة (1) غم من الفحم وكانت النسبة المئوية للتركيز هي (٨٥%) ونسبة الاستخلاص (٦٢%)، ولكن مع زيادة فترة التحميص تبدأ النسبة المئوية للتركيز تقل في حين تزداد نسبة الاستخلاص وهذا يستمر حتى فترة تحميص مقدارها (٤٥) دقيقة وتكون نسبة التركيز (58.3%) ونسبة الاستخلاص (85%) بعدها تبدأ كل من نسبة التركيز والاستخلاص تنخفض قيمهما أي عند زمن (٦٠) دقيقة تكون Fe_2O_3 44.2% و ٦٧% نسبة الاستخلاص حيث ان الناتج لم يكن ممغنط ويعود السبب في ذلك إلى أكسدة المغنتايت حيث أكد الباحث[٩] انه يتكون مركب جديد يدعى الماغهمايت ($\gamma.Fe_2O_3$) الذي يمتلك نفس البنية التشابكية (Lattice structure) التي يمتلكها المغنتايت ولكن تركيز الفجوات فيه تكون عالية جداً ولو استمرت عملية

التحميص لتحول مرة ثانية إلى الهميتايت الذي ابتدأت به العملية[٩،١٠]

تأثير كمية الفحم المضافة على عملية الفصل المغناطيسي الرطب وتركيز أوكسيد الحديد

تم دراسة تأثير كمية الفحم ضمن المدى (1-0.25) غرام ويبين الشكل رقم (٤) انه عند ١ غرام فحم نحصل على أعلى نسبة مئوية لتركيز أوكسيد الحديد وهي (٨٥%) ونسبة الاستخلاص (٦٢%) حيث نلاحظ ان تفاعل التحميص لا يحتاج فقط لدرجات حرارية عالية بل هو تفاعل ماص للحرارة يحتاج كميات كبيرة من العامل المختزل لذلك ستكون كمية الفحم المطلوبة لعملية التحميص كبيرا أيضا، وعند زيادة كمية الفحم إلى (٢) غم لوحظ بأن النسبة المئوية لتركيز أوكسيد الحديد لم تتغير بشكل واضح وهذا مما يثبت ان كمية الفحم المناسبة هي (١) غم.

الأستنتاجات

نلاحظ من الشكل رقم (٢) أن أفضل درجة حرارة للتحميص هي (760) ^{o}م وبزمن تحميص (١٥) دقيقة وكمية الفحم المضافة (١) غرام حيث كانت النسبة المئوية لتركيز أوكسيد الحديد هي (٨٥%) ونسبة الاستخلاص (٦٢%).

المقترحات

١- دراسة تأثير حجوم الدقائق في كفاءة عملية الفصل
٢- دراسة تأثير سرعة دوران المازج للجهاز
٣- بيان تأثير استخدام الفرن الأنبوبي الدوار على كفاءة عملية التحميص

المصادر

١- عادل كمال، علي فليح، (كيمياء المعادن والخامات)، ١٩٨٠ وزارة التعليم العالي والبحث العلمي ص٦.

٢- رائد كاظم (تركيز خام الحديد العراقي بالفصل المغناطيسي) أطروحة ماجستير ١٩٨٤، الجامعة التكنولوجية قسم هندسة الانتاج والمعادن، ص ١، ٢، ٣.

3- Alaska Resource Data File, Skagway Quardrangle, Alaska, Thomas C. Crafford 2001. VS.Dept. of the Interior U.S. Geological Survey.

4- Taconite iron ore processing , federal register Dec. 18, 2002 (Vol. 67 No. 243 proposed rules , P.77561.

٥- د. إبراهيم محمود منصور ،د.نوال عزت (استخلاص المعادن الحديدية واللاحديدية) وزارة التعليم العالي والبحث العلمي الجامعة التكنولوجيا ١٩٩٠ ص ٢٠١.

6- Processed by fine grinding and wet magnetic separation , R.P.Nolan, AM Langer & Richard Wilson, Vol. 96, Issue 7,3412-3419 March 30,1999 .

7- Roasting process Murray basin mineral conference April 21-23, 1999 Mildura, Victoria, Australia .

8- Gilchrist, J. D., 1980, Extractive Metallurgy, Pergaman .

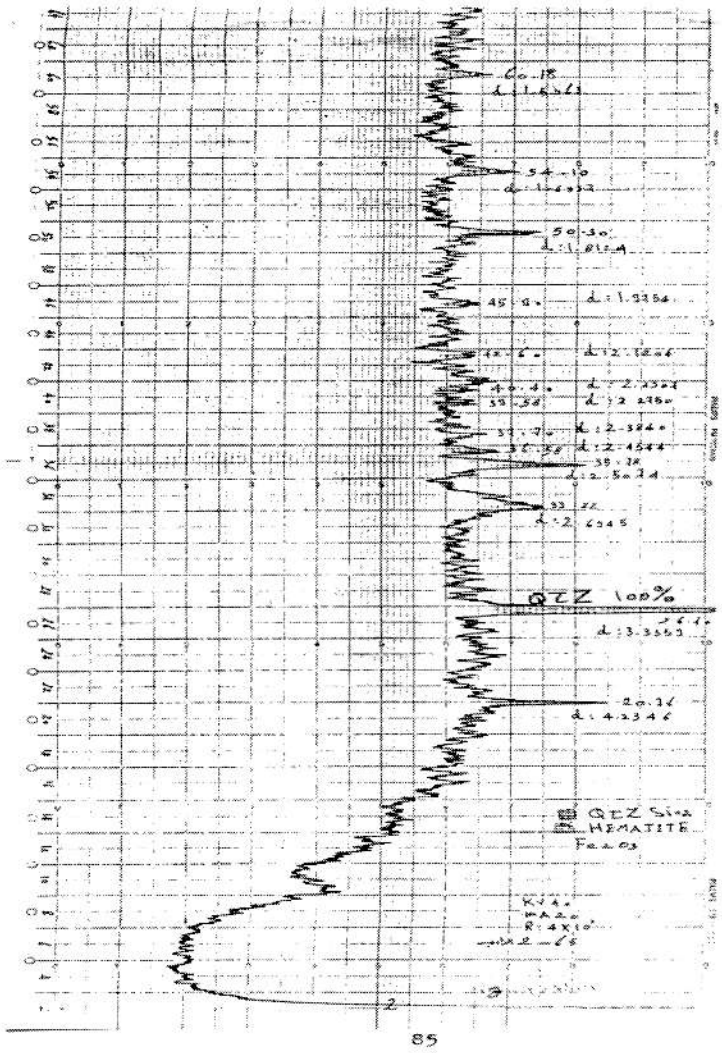
9- Removal of petrochemicals from water using magnetic

filtration , Trad,Dept.of chemistry Oklahoma state Univ.

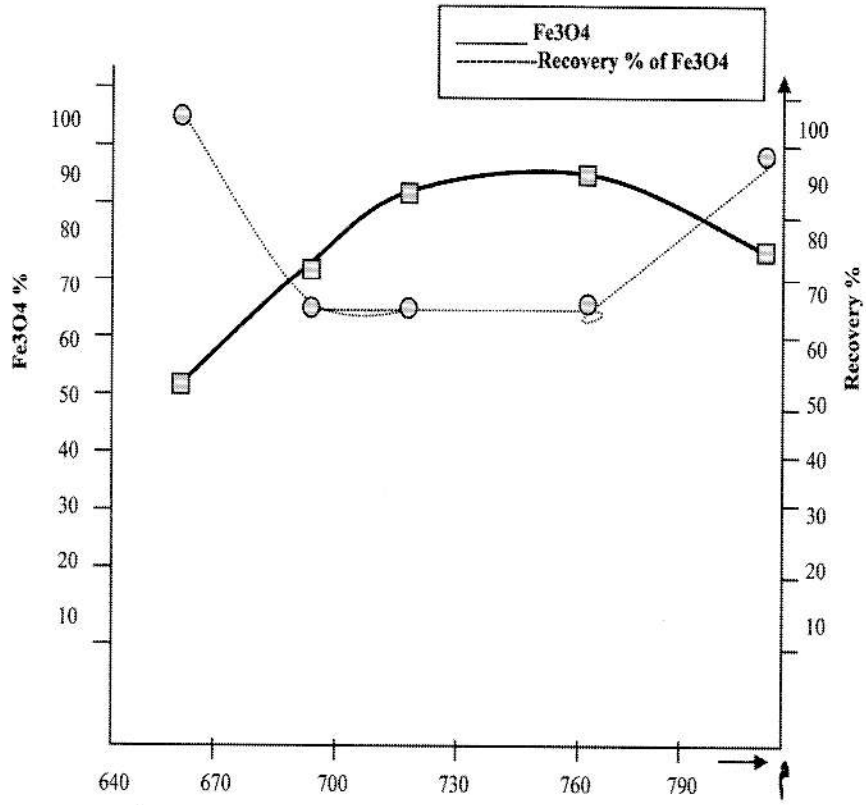
10- Environmental Impacts of LKAB pelletizing and pellets . Andress Lindholm, Kenneth Nordstorm ,Knut Sorensen Dag Thulin presented at the "IISI" Seminor on sinter and pellets , June 1-2 ,1999 in Brussels .

11- Separation of minerals by selective magnetic fluidization . U.Andress and W.O.Reilly,powder technology , 69,1992 .279-284 .

١٢- فائزة علي (تركيز خام الحديد العراقي بمنطقة الكعرة بالتعويم الرغوي) أطروحة ماجستير الجامعة التكنولوجيا ١٩٩٦ ص(15,49,56).

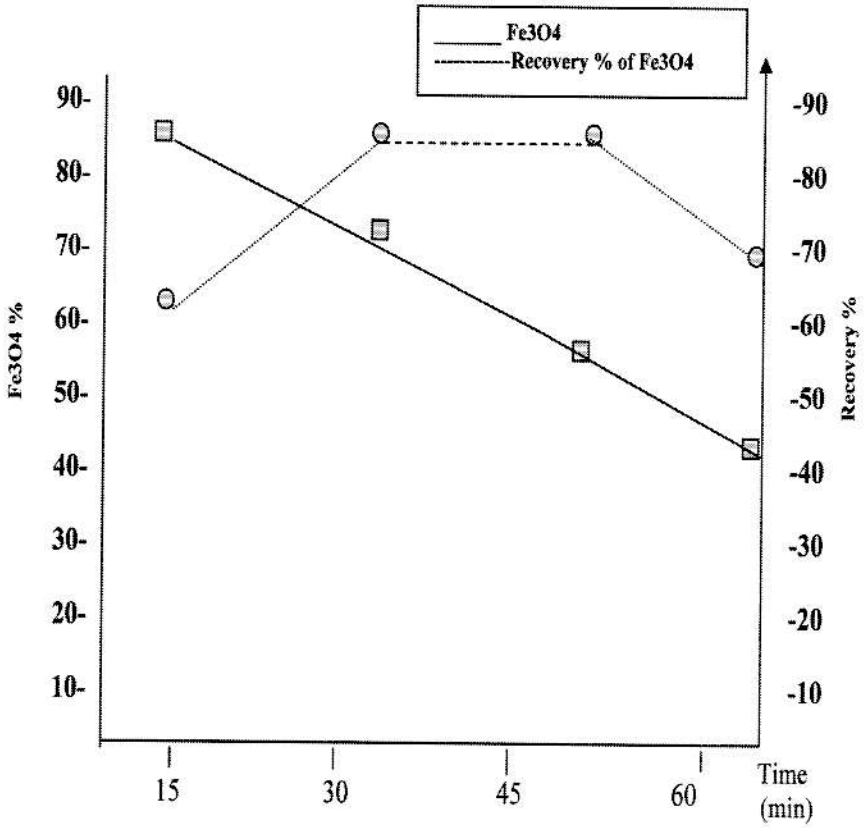


الشكل رقم (١) يوضح تحليل الأشعة السينية الحائدة.
– جهاز الأشعة السينية المستخدم من نوع Philips.– أنبوب الأشعة السينية نحاسي
– مقدار القوة الكهربائية ٤٠ فولت – مقدار التيار الكهربائي ٢٠ أمبير
– المدى (Range) $4*10^2$ –الزاوية 2θبكل نموذج



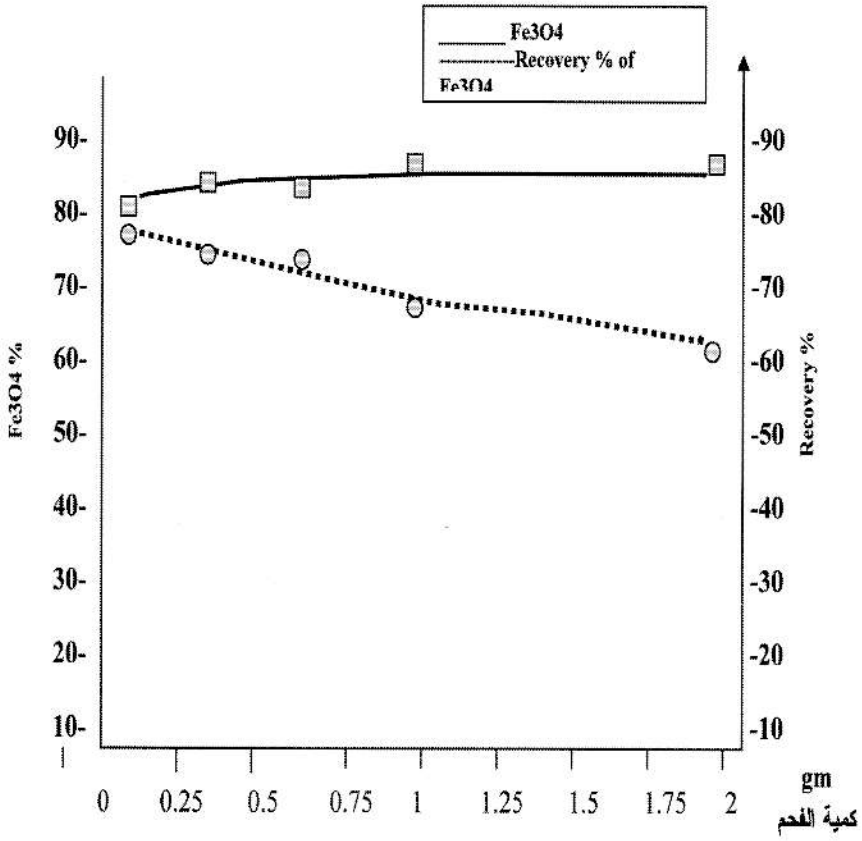
الشكـل (٢) تأثير درجة حرارة التحميص على النسبة المئوية لتركيز واستخلاص أوكسيد الحديد

Time of Roasting: (15) min
Temp. of Roasting: (670-790)°C
Fe_3O_4/CO: (10/1)gm
Particle size: -25 υm
Impeller speed: 250 r.p.m
Time of separation: 10 min
Water type: tap water
Ouantity of water: 500 ml



الشكـــل (٣) تأثير زمن التحميص على النسبة المئوية لتركيز واستخلاص أوكسيد الحديد

Time of Roasting : (15,30,45,60) min
Temp. of Roasting : 760°C
Fe3O4/CO: (10/1) gm
Particle size : -25 um
Impeller speed : 250 r.p.m
Time of separation :10 min
Water type : tap water
Quantity of water : 500 ml



الشكـــل (٤) تأثير كمية خلط الفحم إلى الخام على النسبة المئوية لتركيز واستخلاص أوكسيد الحديد

Time of Roasting : (15) min
Temp. of Roasting : 760°C
Fe3O4/CO: (10:0.25),(10:0.50),(10:0.75),(10:1),(10:2) gm
Particle size : -25 υm
Impeller speed : 250 r.p.m
Time of separation :10 min
Water type : tap water
Quantity of water : 500 ml