تنقية رمال السيليكا لصناعة الزجاج العلمي

بان عبد الله دايخ* و سالي نعمة مهدي **

الخلاصة

هذه الدراسة اجريت لتحسين رمل زجاج ارضمة وذلك بتقليل نسبة اوكسيد الحديد (Fe_2O_3) الى دون 0.02% لاستخدامه في صناعة الزجاج العلمي وذلك باستخدام طريقة الفصل المغناطيسي و التعويم الرغوي و الاذابة بالحامض. لمعاملة الرمل بالطرق الواردة الذكر تمت غربلته على غربال ذو فتحة 850 مايكرون لأزاحة المواد الخشنة وبعد خلطه مع الماء بنسبة 1:3 (ماء:خام) لمدة نصف ساعة مرر الخليط على غربال ذو فتحة 150 مايكرون لإزاحة المواد الناعمة (اقل من 150 مايكرون). بينت النتائج انه باستخدام مرحلتين من الفصل المغناطيسي امكن تخفيض نسبة الحديد Fe_2O_3 الى حوالي 0.04 % وبمعاملة ناتج هذه العملية بأي من الحوامض (H_2SO_4 ,HCl) المخففة تم الحصول على نسبة حوالي 0.016% Fe_2O_3. بينت نتائج استخدام التعويم الرغوي امكانية تخفيض نسبة Fe_2O_3 الى حوالي 0.04% بمرحلة واحدة والى حوالي 0.024% بعد المرحلة الثانية. كذلك بينت النتائج انه بمعاملة ناتج المرحلة الاولى من عملية التعويم بالاحماض المخففة الواردة الذكر امكانية انخفاض نسبة Fe_2O_3 الى حوالي 0.016%. من ناحية اخرى امكن تخفيض محتواها من Fe_2O_3 الى حوالي0.039% و 0.03% على التوالي و ذلك بواسطة المعاملة المباشرة بالأحماض المخففة (H_2SO_4,HCl) لنماذج من الرمل من دون اجراء عمليات الغربلة و الغسل و نماذج اخرى اجريت عليها هذه العمليات.

BENEFICATION OF SILICA SAND FOR SCIENTIFIC GLASS INDUSTRY

Ban A. Dayk and Saly N. Mahdy

ABSTRACT

This study was conducted to reduce the iron oxides to less than 0.02 % for scientific glass ware manufacturing For this purpose, magnetic separation, flotation and acid leaching were employed. Therefore, the sand was first sieved on 850 μm (to discare + 850 μm) followed by washing on 150 μm sieve (to eliminate fine material) after mixing with water for 1/2 hr at 3:1 (water : sand) ratio.However, the results obtained indicated that with two stages of magnetic separation it was possible to reduce the Fe_2O_3 content to about 0.04%. While with one stage flotation the Fe_2O_3 content, of the sand, was lowered to 0.04%. By re-floatation of this material, the Fe_2O_3 percentage was lowered to about 0.024%.Consequently, acid (diluted HCl or H_2SO_4) treatment of both sand products obtained from the magnetic separation (0.04 % Fe_2O_3) and that of the first stage flotation (0.04 % Fe_2O_3) gave product containing 0.016% Fe_2O_3, each . On the other hand, it was possible to lower the Fe_2O_3 content to about 0.039% and 0.03 %, respectively by direct leaching of untreated (sieving and washing) samples and that of treated sand, with dilute HCl or H_2SO_4.

المقدمة

يعتبر رمل الزجاج (نسبة SiO_2 لاتقل فيه عن 99%) المادة الاولية الاساسية الداخلة في صناعة الزجاج المختلفة (Shereve,1967) وتبعاً لنوع الزجاج المنتج فانه يصنف الى اصناف مختلفة وهذه ايضاً تختلف وفق المواصفات القياسية للبلدان المنتجة وحسب المواصفة البريطانية (B.S 2975,1958) فان رمل الزجاج يصنف الى ثلاثة اصناف هي A ، B و C . بالنسبة للصنف A يكون الرمل ناعم ويستخدم في صناعة زجاج العدسات على ان تكون نسبة SiO_2 فيه لا تقل عن99.5 % و Fe_2O_3 لا تزيد عن 0.003 % .

الصنف B هو نوع يدخل في صناعة زجاج الديكور ويجب ان يكون محتوى SiO_2 فيه لا تقل عن 99.5% ولا تزيد نسبة اوكسيد الحديد فيه عن 0.013%. والصنف C يستخدم لصناعة زجاج العدسات غير الملونة وزجاج الحاويات للمواد الكيماوية، ويجب ان تكون نسبة SiO_2 فيه لا تقل عن % 98.5 ونسبة اوكسيد الحديد فيه لا تزيد عن 0.03%. اما بالاعتماد على المواصفة الروسية (Jajjo,et al;1977) فان خواص رمل الزجاج مقسمة الى ستة نوعيات (حسب احتواءه على السيليكا والحديد) وهي **صنف 1** ويستخدم لصناعة زجاج العدسات الطبية وتكون نسبة SiO_2 لا تقل عن 99.8 % و اوكسيد الحديد لايتجاوز 0.012%. **وصنف 2** يستخدم لصناعة الكرستال

*مهندس أقدم، الشركة العامة للمسح الجيولوجي والتعدين.

**مهندس، الشركة العامة للمسح الجيولوجي والتعدين.

والصحون والزجاج المقاوم للحرارة و وبصيلات المحارير و زجاج الموصلات الكهربائية وزجاج التعليب ذو النوعية الجيدة وتكون نسبة SiO_2 فيه لا تقل عن 99.3 % ونسبة اوكسيد الحديد فيه لا تزيد عن 0.025 %. و**صنف 3** المستخدم في صناعة المرايا وانابيب الاشعة السينية والزجاج المسلح وانابيب الاضاءة وتكون نسبة SiO_2 فيه لا تقل عن 99.3% ونسبة اوكسيد الحديد لا تقل عن 0.05%. و**صنف 4** المستخدم في صناعة زجاج النوافذ العادية وزجاج الصور والزجاج المسلح وصفائح الزجاج وتكون نسبة SiO_2 لا تقل عن98.5% ونسبة اوكسيد الحديد لا تزيد عن0.1%. و**صنف 5** يستخدم في صناعة القناني والدوارق الطبية، الزجاج العادي المستخدم للخزن والمعدات الكيميائية، الزجاج الطبي والحراري، الزجاج ذو القابلية ضد الكسر و الزجاج المقاوم للحرارة ومعدات الاضاءة تكون نسبة SiO_2 فيه لا تقل عن 98.5 % و اوكسيد الحديد فيه بنسبة لا تزيد عن 0.2 % . **صنف 6** يدخل في صناعة قناني المواد الكيماوية والزجاج الشفاف وزجاج المصابيح الكهربائية وتكون نسبة SiO_2 فيه لا تقل عن 98.5% و اوكسيد الحديد بنسبة لا تزيد عن 0.3%. ومن ملاحظة المواصفات اعلاه يتبين ان لاوكسيد الحديد اهمية كبيرة في تحديد نقاوة الزجاج المنتج وبالتالي نوع الصناعة التي تستخدم فيها. لقد اجريت العديد من الدراسات المختبرية في تنقية رمل زجاج ارضمة ورمال الكيلو 180 والكيلو 160 وشرق الرطبة لغرض استخدامه في صناعات الزجاج المختلفة. وغالبا ما تتضمن هذة العمليات الغسل،الرج والحك الميكانيكي، الاذابة الحامضية والتعويم الرغوي بالاضافة الى عمليات التصنيف الحجمي (Jajjo,et al., 1977 و British geological survey و Al-Ajeel,1987 و عبد الملك،1988).

اسلوب العمل

تضمن اسلوب العمل الخطوات التالية:-

*** نمذجة الخام**

تم جلب نموذج زنة 50 كغم من رمل زجاج منطقة ارضمة وبعد خلط النموذج جيداً تم تقسيم الخام باستخدام طريقة التقسيم والتربيع للحصول على نماذج متماثلة زنة حوالي 2/1 كغم لكل منها لغرض اجراء التجارب اللاحقة.

*** التحليل الكيميائي للخام**

بعد تهيئة نموذج ممثل من الرمل الخام ارسل الى المختبرات الكيميائية في الشركة العامة للمسح الجيولوجي والتعدين لتحليله ومعرفة محتواه بشكل اساسي من السيليكا واوكسيد الحديد وكذلك بعض العناصر الثانوية الاخرى وكما هو موضح في الجدول (1) حيث يلاحظ احتوائه على نسبة عالية من السليكا SiO_2 99.2 % ونسب قليلة من الشوائب والمتضمنة بصورة رئيسية اوكسيد الحديد Fe_2O_3 0.092% .

جدول (1) التحليل الكيميائي للخام

المكونات	النسبة المئوية(وزنا) %
SiO_2	99.2
Fe_2O_3	0.092
Al_2O_3	0.66
CaO	< 1
MgO	0.04
Na_2O	0.04
K_2O	0.03
L.O.I	0.4

*** الفحوصات الفيزيائية والمعدنية**

من خلال فحوصات الاشعة السينية للخام والموضحة في الشكل (1) يلاحظ ان رمل زجاج ارضمة يتكون بشكل رئيسي من معدن المرو (Quartz). اما من خلال الفحص المجهري يتضح احتوائه على نسب واطئة من اوكسيد الحديد والذي يوجد بصورة متداخلة مع حبيبيات الكوارتز مع وجود نسبة قليلة جداً منه بصورة حرة وهذا يعني صعوبة فصل حبيبيات الحديد عن الكوارتز بالطرق الفيزيائية التقليدية واللجوء الى طريقة الفصل المغناطيسي والتعويم الرغوي والموضحة لاحقاً .

*** التدرج الحجمي للخام**

لقد اجريت عملية التدرج الحجمي على نموذج ممثل من الخام باستخدام مناخل ذات فتحات 850،600، 250، 150، 75 مايكرون وذلك للتعرف على انتشار الحجوم الحبيبية للخام وكيفية توزيع الحديد فيها الجدول (2).و نلاحظ ان نسبة المارمن غربال 600 مايكرون يتجاوز الـ 97 % وان نسبة اوكسيد الحديد تراوحت بين (0.17–0.05) %. ومن ملاحظة الشكل(2) يلاحظ ان 80% من الرمل الخام يمر من غربال 425 مايكرون و 50% منه يمر من غربال 325 مايكرون.

تجارب التنقية

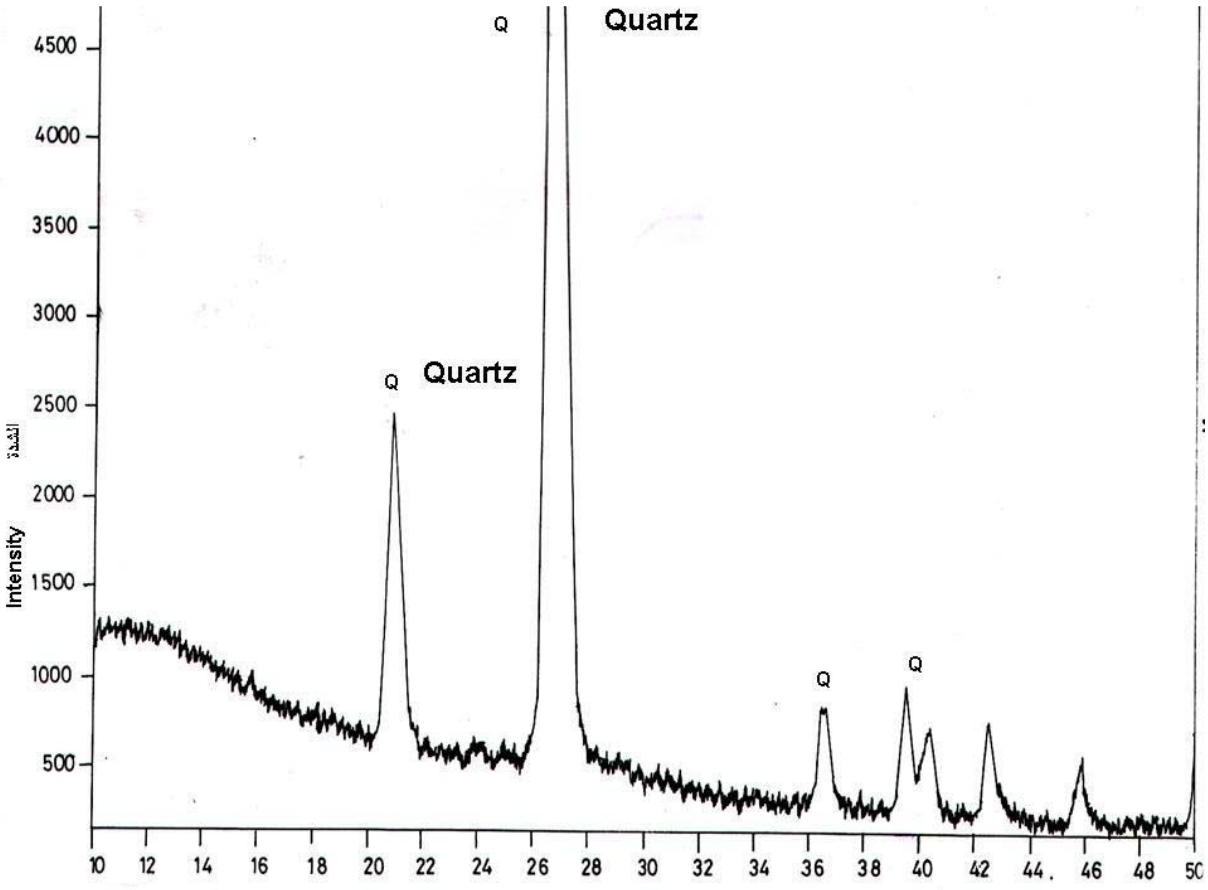
تضمنت تجارب التنقية ما يلي:-

*** تهيئة الخام**

لغرض ازاحة الجزء الحجمي الاكبر من 850 مايكرون (يمثل حوالي 1.6%من الرمل، حسب الجدول (2) ولتقليل نسبة الشوائب الموجودة في الرمل الخام تم غربلة نموذج الرمل على منخل 850 مايكرون و من ثم تم خلطه مع الماء نسبة 3:1 (خام : ماء) في وعاء اسطواني باستخدام خلاط كهربائي بسرعة 700 دورة في الدقيقة لمدة 15 دقيقة (دايخ واخرون،2005) . بعدها يغسل النموذج على غربال 150 مايكرون للتخلص من المواد الناعمة و العوالق المصاحبة للرمل (المتمثلة بالاطيان) . هذه العملية ادت الى تقليل اوكسيد الحديد Fe_2O_3 في الرمل من 0.09% الى 0.07 % . تم استخدام الرمل الناتج من هذه العملية في تجارب التنقية اللاحقة بهدف الحصول على رمل ذو محتوى من اوكسيد الحديد لا يزيد عن 0.02 % او اقل .وهذة النتائج مبينة في الجدول (3).

*** تجارب التنقية باستخدام تقنية الفصل المغناطيسي**

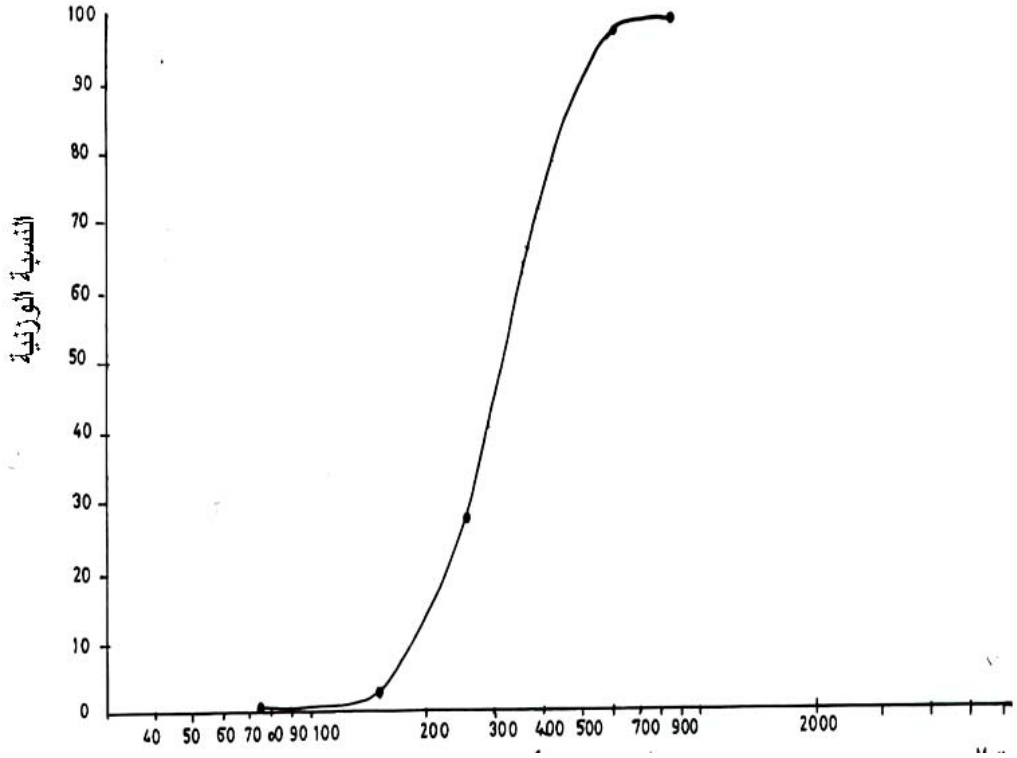
لغرض دراسة امكانية فصل حبيبات الرمل الحاملة للحديد وللوصول الى الحد الادنى من نسبة الحديد الذي يمكن الوصول اليها فقد تم اجراء عملية الفصل المغناطيسي على الخام المغسول باستخدام جهاز الفصل المغناطيسي عالي الشدة الرطب (Wet high intensity magnetic Seperation type Carpco) حيث تتم عملية الفصل المغناطيسي بامرار نموذج من لباب رمل الزجاج (مواد صلبة 20%) خلال حاوية الجهاز التي تحتوي كرات من الصلب باقطار مختلفة والتي تجذب جزيئات الحديد اليها بعد حثها كهربائياً باستخدام (7 كيلوكاوز) (Al-Ajeel,1987) .ان رمل الزجاج الناتج بعد عملية الفصل المغناطيسي هذه يحوي على نسبة اوكسيد الحديد Fe_2O_3 0.04 % وبنسبة استرجاع حوالي 98 % للخام الداخل، وقد تم اجراء عملية الفصل المغناطيسي لمرحلة اخرى وباستخدام (7كيلوكاوز) ولكن لم تؤدي المرحلة الثانية الى تقليل نسبة اوكسيد الحديد Fe_2O_3 الى اقل من 0.04%. وان نتائج تجارب الفصل المغناطيسي مبينة في الجدول(4) .



شكل(1) التركيب المعدني لخام رمل الزجاج

جدول (2) التدرج الحجمي للخام وكيفية انتشار اوكسيد الحديد فيه

الحجم الحبيبي مايكرون	النسب الوزنية %	النسب الوزنية التراكمية (للمار) %	Fe_2O_3%	نسبة توزيع اوكسيد الحديد في الخام %
+850	1.62	100	0.1	1.76
-850+600	0.75	98.38	0.05	0.408
-600+250	70.6	97.63	0.09	69.065
-250+150	26.87	27.02	0.116	33.88
-150+75	0.1	0.15	0.17	0.185
-75	0.05	0.05	0.08	0.04



شكل (2) التدرج الحجمي لخام رمل الزجاج

جدول (3) التحليل الكيميائي للخام بعد الغسل والغربلة على منخل 850 مايكرون

المكونات	النسبة المئوية وزنا %
SiO_2	99.2
Fe_2O_3	0.07
Al_2O_3	0.66
CaO	<1
MgO	0.04
Na_2O	0.04
K_2O	0.03
L.O.I	0.0

جدول (4) نتائج عملية الفصل المغناطيسي على الخام المغسول و المغربل على 850 مايكرون

Fe_2O_3	الخام	الخام المغسول	الفصل المغناطيسي المرحلة (1)	الفصل المغناطيسي المرحلة (2)
%	0.09	0.07	0.04	0.04

*** تجارب التنقية باستخدام تقنية التعويم الرغوي**

تعتبر عملية التعويم الرغوي من اكثر الطرق اهمية وانتشاراً في تكنولوجيا معاملة الخامات . وتعتبر عملية التركيز بالتعويم عملية انتقائية حيث يستخدم الفرق في الخصائص الفيزيوكيميائية السطحية للحبيبيات المعدنية المختلفة في عملية التعويم ، ويصبح الاختلاف في الخصائص السطحية بين المعادن التي توجد في لباب التعويم ظاهراً بعد معالجتها بالمحاليل. ولكي تتم عملية التعويم يجب ان تستطيع فقاعة من الهواء ان تلتصق بالحبيبية ثم ترفعها الى سطح الماء ولايمكن استخدام هذه الطريقة الا على حبيبات دقيقة نسبياً لانها لوكانت خشنة فعندها يصبح التماسك بين الحبيبات والفقاعة اقل من وزن الحبيبة مما يدفع الفقاعة الى اسقاط ماتحمله من حبيبيات . ويتحول المعدن في طريقة التركيز بالتعويم عادة الى شكل رغوي او حبيبات طافية تاركاً النفاية في المعلق وتعرف هذه الطريقة بالتعويم المباشر (Direct flotation) وهي تقابل التعويم العكسي (Reverse flotation) الذي تفصل منه حبيبيات النفاية بتطويقها وهذا ماتم العمل به في تنقية رمل الزجاج. ولا تتمكن الفقاعات الهوائية من الالتصاق بالحبيبيات المعدنية الا اذا استطاعت ازاحة الماء من سطح المعدن و لايحدث ذلك الا اذا كان المعدن يتصف بخاصية طرد الماء (water repellent or hydrophobic) وعندما تصل الفقاعات الهوائية الى السطح فانها لا تظل محتفظة بالحبيبيات المعدنية الا اذا كونت طبقة من الرغاوي المعدنية المستقرة والا فانها سوف تنفجر وتسقط الحبيبيات المعدنية. و للتوصل الى هذه الظروف ينبغي استخدام العديد من المحاليل الكيميائية التي تعرف بمحاليل التعويم (flotation reagents) وذلك لأنه ليس لغالبية المعادن خاصية طرد الماء وهي في حالتها الطبيعية، واكثر هذه المحاليل اهمية هي محاليل التجميع (Collectors) التي تغطي سطح المعدن وتحولها الى طاردة للماء (hydrophobic aerophilic) مما يسهل التصاق الفقاعات بها وتساعد المحاليل المعروفة بالمواد المرغية (frothers) على الاحتفاظ بالفقاعات في حالة مستقرة الى حد ما على السطح. وتستخدم المحاليل المنظمة (Regulators) للتحكم في عملية التطويف فهي اما تنشط او تقلل التصاق المعادن الى الفقاعات الهوائية كما انها تستخدم لتنظيم قوة الحامضية والقاعدية (pH value)

*** مرحلة التكييف**

يتم تهيئة الخام المغسول الداخل الى خلية التعويم وذلك بخلطه مع الماء بنسبة (75–70)% مواد صلبة وتعديل قيمة الدالة الحامضية pH الى (3–2.5) بواسطة حامض الكبريتيك H_2SO_4 ثم تضاف محاليل التجمع Collector والمتمثلة بـ 801 و 825 Aero وبكميات تراوحت بين (0.6–0.3)، (0.3–0.1)غم/كغم رمل، على التوالي مع الرج (Cyanamide,1989) لمدة 10 دقائق بسرعة دوران 1500 R.P.M في وعاء مقاوم للاحماض، وتعرف هذه العملية بعملية التكييف (Conditioning). وبعد الانتهاء من عملية التكييف هذه، ينقل المزيج الى وعاء خلية التعويم ويخفف بالماء الى (30–25) % مواد صلبة وتعدل الدالة الحامضية pH باضافة حامض الكبريتيك الى (3–2) وتضاف المواد المزبدة (frother) للـ (pine oil) بكمية0.1 غم لكل 1 كغم من الخام وكذلك مادة الـ fuel oil بنفس الكمية ويرج بماكنة الخلط الموجودة في الجهاز بسرعة دوران 1500 دورة/دقيقة ولمدة خمس دقائق وبعدها يتم توليد فقاعة الهواء من خلال ماكنة التدوير الخاصة بالجهاز ويتم قشط المادة المتكونة على سطح اللباب والحاوية على اكاسيد الحديد. ان عملية التعويم الرغوي تمت على مرحلتين وقد تم تقليل نسبة اوكسيد الحديد من 0.07 % Fe_2O_3 الى 0.04 % والى 0.0231 % في المرحلة الثانية وبنسبة استرجاع 99 % للخام. ومن الملاحظ من خلال التجارب ان تغيير كميات محاليل التجميع (collector) اعطى نتائج متقاربة من حيث تركيز الحديد بعد عملية التعويم الرغوي و نتائج التجارب موضحة في الجدول (5) .

جدول (5) نتائج تنقية رمل الزجاج بأستخدام تقنية التعويم الرغوي

Fe_2O_3 %	الخام المغسول	الخام الناتج من المرحلة الاولى	الخام الناتج من المرحلة الثانية
	0.07	0.04	0.025

*** تجارب التنقية باستخدام تقنية الغسل بالحامض**

تم معاملة خام ارضمة كيميائياً باستخدام حامض الهيدروكلوريك وحامض الكبريتيك (عبد الملك،1998) حيث عومل الخام قبل عملية الغسل والغربلة عليه مع الحوامض بتراكيز (2,5,10%) (wt%) وبنسبة خام1 : حامض2 وعند درجة حرارة الغرفة وبزمن 15 و 30 دقيقة، والنتائج مبينة في الجدول (6). وتشير النتائج الى ان زيادة زمن التفاعل لم تؤدي الى تقليل نسبة اوكسيد الحديد بصورة ملحوظة. كما تم معاملة الخام المغسول مع الحوامض HCl, H_2SO_4 وبتراكيز مختلفة (2,5,10)% وبنسبة خام 1: حامض 2 وعند درجة حرارة الغرفة وبدرجة الغليان. ونتائج التجارب مبينة في الجدول رقم (7) ومن ملاحظة نتائج التجارب نرى ان النتائج متقاربة لما تم الحصول عليه في جميع التغيرات التي درست .

تم معاملة الخام الناتج من عمليتي التعويم الرغوي والفصل المغناطيسي كيمائياً مع الحوامض المذكورة سابقاً وبتراكيز مختلفة من الحامض (2,5,10%) وبنسبة خام 1: حامض 2 وبزمن رج 15 دقيقة في وعاء زجاجي ثم غسل الخام بالماء جيداً. و نتائج التجارب اعلاه موضحة في الجدول (8)، اما نتائج التحليل الكيميائي للخام الناتج بعد عمليات التنقية فموضحة في الجدول (9) .

جدول (6) نتائج تجارب تنقية رمل الزجاج الخام باستخدام تقنية الغسل بالحامض

تركيز الحامض	2%	5%	10%	الزمن (دقيقة)	
H_2SO_4	Fe_2O_3%			15	30
	0.039	0.039	0.04		
HCl	Fe_2O_3%			15	30
	0.039	0.039	0.039		

جدول (7) نتائج تجارب تنقية رمل الزجاج الخام المغسول باستخدام تقنية الغسل بالحامض وبزمن رج 15 دقيقة

تركيز الحامض	2%	5%	10%
H_2SO_4	Fe_2O_3%		
بدرجة حرارة الغرفة	0.036	0.035	0.036
بدرجة الغليان	0.034	0.033	0.033
HCl	Fe_2O_3%		
بدرجة حرارة الغرفة	0.038	0.035	0.036
بدرجة الغليان	0.033	0.031	0.030

جدول (8) نتائج تجارب الغسل بالحامض بعد عمليتي الفصل المغناطيسي والتعويم الرغوي وبزمن رج 15 دقيقة

	نوع الحامض	H_2SO_4		
Fe_2O_3% الناتج من عملية الفصل النمغناطيسي	التركيز	2%	5 %	10 %
0.04	Fe_2O_3	0.017	0.016	0.016
Fe_2O_3% الناتج من عملية التعويم الرغوي		0.018	0.018	0.017`
0.04				
	نوع الحامض	HCl		
Fe_2O_3% الناتج من عملية الفصل النمغناطيسي	التركيز	2%	5 %	10 %
0.04	Fe_2O_3	0.018	0.017	0.016
Fe_2O_3% الناتج من عملية التعويم الرغوي		0.016	0.016	0.016
0.04				

جدول (9) التحليل الكيميائي لرمل الزجاج بعد عملية التنقية

المكونات	الخام	التعويم الرغوي ثم الغسل بالحامض	الفصل المغناطيسي ثم الغسل بالحامض	الغسل بالحامض
SiO_2	99.1	99.2	99.2	99.1
Fe_2O_3	0.092	0.016	0.016	0.035
Al_2O_3	0.66	0.235	0.33	0.45
CaO	<1	0.56	0.42	0.2
MgO	0.04	0.05	0.05	0.05
Na_2O	0.07	<0.01	0.02	0.01
K_2O	0.03	<0.01	<0.01	<0.01

النتائج والمناقشة

من خلال نتائج الفحوصات الكيميائية للرمل، قيد الدراسة تبين انه يحتوي بشكل اساسي على نسبة عالية من السيلكا تصل الى حدود 99.1 % وعلى نسبة عالية من اوكسيد الحديد تصل الى حدود 0.09 % وهذه الاكاسيد تعتبر المؤشرات الاساسية التي تؤخذ بنظر الاعتبار في تحديد صلاحية الرمال لاعمال الزجاج المختلفة(زجاج العدسات، زجاج الديكور ... الخ). فهذه النسب يجب ان تعالج برفع نسبة السلكيا وتقليل نسبة اوكسيد الحديد، وقد اجريت هذه الدراسة لتقليل نسبة اوكسيد الحديد الى الحدود المطلوبة لاعمال الزجاج العلمي والتي لاتزيد نسبة الحديد فيها عن 0.02 % وكاجراء اولي لتهيئة الخام بعمليات التنقية. وبعد ازاحة الجزء الحجمي الذي يزيد عن 850 مايكرون وغسل الرمل بنسبة

3 ماء: 1 خام ومن ثم الغربلة على 150 مايكرون امكن من تقليل نسبة اوكسيد الحديد الى 0.07 % والذي سيعتبر النموذج الفاعل للتعامل به في عمليات التنقية .

لقد بينت التجارب الاستطلاعية عدم جدوى استخدام طريقة الرج والحك الميكانيكي لازاحة الحديد، فبالرغم من تغير العديد من المؤشرات بهذه العملية لم تتم خفض نسبة الحديد بشكل مؤثر عما هي عليه في النموذج الداخل بهذه العمليات (Feed) وقد وضعت ثلاث طرق لمعالجة الخام والتي تضمنت عملية التعويم الرغوي، عملية الفصل المغناطيسي، والغسل بالحامض. بالنسبة لعملية التعويم الرغوي فقد اعتمد في هذه الطريقة على الدراسة التي اجريت من قبل (Jajjo and Al-Dojaili(1977 في تحديد كمية اضافات كل من المواد المجمعة والمروغة وزمن التكييف، حيث استعمل كمية تراوحت من (0.6–0.3) غم لكل 1 كغم من الخام من مادة Aero 801 و (0.3–0.1) غم لكل 1 كغم خام من مادة Aero 825 وبزمن رج 10دقائق وبسرعة دوران 1500 R.P.M. هذه بالنسبة لمواد التجميع اما المروغات فقد استخدمت مادة Pine oil و Fuel oil بنسبة 0.1 غم لكل 1 كغم من الخام. و من تطبيق هذه الظروف امكن تقليل اوكسيد الحديد(Fe_2O_3) الى 0.025 % بمرحلتي تعويم. وبالرغم من اجراء مرحلتي تعويم لم يتم الوصول الى اقل من 0.02% Fe_2O_3 وعليه فقد اعتمد اجراء عملية تعويم بمرحلة واحدة التي امكن تقليل نسبة اوكسيد الحديد الى 0.04 %. تم معالجة هذا الركاز باستخدام اي من الحامضين HCL, H_2O_4 المخففين والوصول الى نسبة اوكسيد حديد اقل من 0.02 % (الجدول 7). و كاتجاه اخر في عملية التركيز، فقد تم دراسة امكانية استخدام الفصل المغناطيسي الرطب عالي الشدة لازاحة الحديد بدلا من استخدام التعويم الرغوي فقد امكن من تقليل نسبة اوكسيد الحديد Fe_2O_3 الى 0.04 % باستخدام قوة شدة مغناطيسية 7 كيلوكاوز وبمعاملة الركاز الناتج من عملية الفصل المغناطيسي بحامض HCL او H_2SO_4 امكن تقليل نسبة الحديد الى حوالي 0.016 %.

اما باتباع طريقة معالجة الرمل بالحوامض فقط دون اللجوء الى العمليات الفيزيائية فقد بينت نتائج التجارب التي انجزت بتراكيز مختلفة من كلا الحامضين HCL او H_2SO_4 ولفترات زمنية 30 و 15 دقيقة (الجدول 5). وعند درجة حرارة الغرفة بيد ان معاملة الخام وبنفس الظروف الواردة في التجارب اعلاه وبدرجة الغليان لم يحصل تغيير فعال في تقليل نسبة الحديد حيث بلغت اوطأ نسبة لاوكسيد للحديد بحدود 0.03 % ولكافة المتغيرات الواردة في الجدول (6). وان عدم امكانية انخفاض الحديد الى دون هذا يعني ان الحديد الذي تم ازاحته هو المتواجد على سطح الحبيبات او في تشققات الحبيبات وليس في داخل حبيبة الكوارتز. مما تقدم يمكن الاستدلال على ان عملية التعويم الرغوي او عملية الفصل المغناطيسي ومن ثم الغسل بالحامض هي الطريقتين المرجحتين لتقليل نسبة اوكسيد الحديد الى الحدود المطلوبة في صناعة الزجاج العلمي، وبشكل ادق وتفصيلي فان عملية الفصل المغناطيسي وثم المعاملة بالحامض هي المفضلة في تركيز الخام، لما لعملية التعويم الرغوي من كلف عالية بسبب استخدامها العديد في المواد الكيميائية (المجمعات ، المروغات ، والحوامض ...).

الاستنتاجات

بناء على النتائج التي تم التوصل اليها بهدف تنقية رمال الزجاج (موقع ارضمة) لاغراض صناعة الزجاج العلمي نستنتج مايلي :

- ان اغلبية اوكسيد الحديد الموجود في رمال ارضمة يكون بصورة مرتبطة مع الكوارتز وموجود بنسب ضئيلة جداً بصورة حرة في الرمل ومنتشرة في كافة الحجوم الحبيبية للخام مما يؤكد صعوبة فصله بالطرق الفيزيائية البسيطة (الغربلة والغسل) .
- امكانية تقليل نسبة اوكسيد الحديد في الخام الى حوالي 0.07% Fe_2O_3 بعد اجراء عملية الغربلة على 850 مايكرون ورجه مع الماء ثم غسله على غربال 106 مايكرون.
- امكانية تقليل نسبة اوكسيد الحديد في رمال زجاج ارضمة باستعمال طريقة التعويم الرغوي بمرحلتين الى 0.025% Fe_2O_3، وبمرحلة واحدة تعويم رغوي ثم معاملة المنتوج بحامض الهيدروكلوريك او الكبريتيك المخفف للوصول الى0.017 % Fe_2O_3 لاستخدامه في الصناعات المختلفة.
- امكانية تقليل نسبة اوكسيد الحديد في رمل زجاج ارضمة بطريقة الفصل المغناطيسي ثم معاملة المنتوج مع حامض الهيدروكلوريك او الكبريتيك المخفف للوصول الى 0.016 % Fe_2O_3 لاستخدامه في الصناعات الزجاجية المختلفة.
- معاملة الخام المغسول مع الحوامض H_2SO_4، HCL وبتراكيز مختلفة عند درجة حرارة الغرفة وبدرجة الغليان حيث اعطت نتائج متقاربة في تقليل نسبة اوكسيد الحديد الى حوالي 0.03 % Fe_2O_3.

المصادر

عبد الملك، دنيا عادل، 1998. دراسة تركيز رمل زجاج ارضمة للصناعات الزجاجية التقليدية. أطروحة ماجستير، غير منشورة، الجامعة التكنولوجية، بغداد.

دايخ، بان عبد الله ومهدي، سالي نعمة، 2005. تنقية رمال السيليكا لصناعة الزجاج العلمي. الشركة العامة للمسح الجيولوجي والتعدين، رقم التقرير 2888.

Al-Ajeel, A.W. and Daykh, Ban A., 1987. Beneficiation of Iraqi Kilo180 and East Rutba Sand for glass industry. GEOSURV, int .rep. no. 1716.

British Standard specification B.S 2975, 1958 sand for making colorless glasses.

Cyanamid, 1989. Mining chemical hand book, Mineral Dressing Notes 26.1, p. 67 – 68, Published by American Cynamid Company.

Edwards, G.H. and Colpy, J.G., 1977. The Glass Industry Journal, March 1977. p. 18 – 20.

Jajjoo, .R.y., and Al-Dojaili ,Y. , 1977. Beneficiation of Iraqi silica sand from Arthuma Area, GEOSURV, int. rep. no. 883

Sherve, R.N., 1967. Chemical process industries, 3rd edition. McGraw Hill Inc., Tokyo, 195pp.

British Geological Survey Internet paper, silica sand mineral planning fact sheet ,2004