تركيز الفلدسبار من رمال تكوين الدبدبة لمنطقة النجف بطريقة التعويم الرغوي

عبد الوهاب العجيل* وبان عبد الله** وعادل الكعبي* ودواليا خالد***

المستخلص

أجريت تجارب مختبرية لتركيز وفصل معدن الفلدسبار من رمال تكوين الدبدبة لمنطقة النجف الحاملة للفلدسبار بنسبة 14% (يحتوي على 0.75 % Na_2O و 1.35 % K_2O) بطريقة التعويم الرغوي حيث تم دراسة تأثير كل من نوع وكمية المادة المجمعة (Collector) والدالة الحامضية على عملية تعويم وفصل الفلدسبار من حيث نوعية الركاز ونسبة الاسترجاع. بينت النتائج المستحصلة انه باستخدام مثيل ايزوبيوتيل كاربينول (MIBC) و خلات شحم أميني (Tallow Amine Acetate) وحامض الهيدروفلوريك أمكن الحصول على ركاز تصل نسبة الفلدسبار فيه إلى حوالي 85% حاويا على حوالي 0.85 % Fe_2O_3، 4.2 % Na_2O و 8.4 % K_2O وبنسبة استرجاع تصل الى حوالي 84%.

BENEFICIATION OF FELDSPAR FROM SANDS OF DIBDIBBA FORMATION IN AL-NAJAF AREA BY FROTH FLOTATION

ABSTRACT

Beneficiation tests of feldspar from sands of Dibdibba Formation in Al-Najaf vicinity containing 14.0 % feldspar (1.35 % K_2O and 0.75 % Na_2O) have been carried out. The effect of collector type, collector quantity and pH on feldspar flotation with respect to grade and recovery were examined. Mixed fatty amine and primary fatty amines were used as collectors. MIBC was used as frother in the presence of kerosene. The results obtained indicate that a feldspar concentrate (85 % feldspar) containing 8.4 % K_2O , 4.2 % Na_2O and 0.85 % Fe_2O_3 can be obtained with a recovery of about 84 %.

المقدمة

ان الفلدسبار هو احد المواد الأولية التي يتم استيرادها من الخارج لأغراض صناعة الزجاج والسيراميك وبالأخص تلك المتعلقة بإنتاج المواد الصحية حيث يعتبر من أهم المواد اللازمة للتزجيج وتحسين الخواص الميكانيكية والحرارية للمنتج السيراميكي(Sikalids et al.,1997; Crazier,1990). إن الفلدسبار المستخدم في هذه الصناعة تكون نسبة K_2O وNa_2O فيه عالية (نسبة K_2O تتراوح ما بين 5%-14%).

يوجد الفلدسبار في العراق مع الترسبات الرملية لمنطقة هضبة النجف وهو جزء من تكوين الدبدبة (الخفاجي والقويزي ،1999). وهذه الترسبات الرملية الحاملة للفلدسبار ذات حجوم مختلفة، الجزء الحصوي منها (أكثر من 2 ملم) والرمال الخشنة يتراوح حجمها مابين (0.5-2) ملم والرمال المتوسطة الحجم (0.25-0.5) ملم ومن ثم الحجوم الناعمة (اقل من 0.25) ملم وهذه لا تشكل أكثر من 7% من الترسيب كمعدل (الكعبي و عبد الله ، 1999).

لم تجري أي دراسات سابقة في العراق حول إمكانية فصل وتنقية الفلدسبار لاستخدامه في الصناعة الوطنية وعليه فان البحث الحالي يعتبر رائداً في موضوعه وهو يهدف الى دراسة إمكانية فصل وتركيز الفلدسبار من الرمال الحاملة له لمنطقة هضبة النجف باستخدام الطرق الميكانيكية التي تعتمد على الفروقات الفيزيائية والفيزيوكيميائية لمعدن الفلدسبار والشوائب المصاحبة له وبالأخص حبيبات الرمل.

* خبير، الشركة العامة للمسح الجيولوجي والتعدين، ص. ب. 986، بغداد، العراق.
** ر. مهندسين، الشركة العامة للمسح الجيولوجي والتعدين، ص. ب. 986، بغداد، العراق.
*** مهندس، الشركة العامة للمسح الجيولوجي والتعدين، ص. ب. 986، بغداد، العراق.

طريقـة العمـل

النمذجـة

تم الحصول على نموذج زنة (50 كغم) من الرمال الحاملة للفلدسبار من موقع الاستخراج في هضبة النجف من قبل الفرقة الحقلية العاملة في الموقع. تم غربلة النموذج على غربال ذو فتحة (19ملم) وتكسير المواد المتخلفة على الغربال لجعلها تمر منه. مزجت المواد وقسمت بعد ذلك الى أجزاء متماثلة زنة الواحدة منها (1كغم) باستخدام جهاز التقسيم والتربيع المختبري (Jones Riffle Sampler) ومن هذه النماذج أخذت عينات ممثلة لأغراض الفحوصات الكيميائية والمعدنية والتدرج الحجمي.

الفحوصات الكيميائية والمعدنية والتدرج الحجمي

أجريت جميع التحاليل الكيميائية والفحوصات البتروغرافية في الشركة العامة للمسح الجيولوجي والتعدين وفق سياقات العمل المتبعة أما التدرج الحجمي فقد اجري باستخدام مجموعة من مناخل قياسية (ASTM) ذات فتحات تراوحت مابين 4ملم و0.075 ملم. تم تحليل المواد المتبقية على كل منخل كيميائيا لمعرفة نسبة كل من Na_2O وK_2O ومنها تم حساب نسبة الفلدسبار كما في المعادلة أدناه : (Malghan, 1981)

$$\%\ \text{Feldspar} = \left[\%K_2O / 16.9 + \%Na_2O / 11.8\right] \times 100$$

التحليل الكيميائي والمعدني

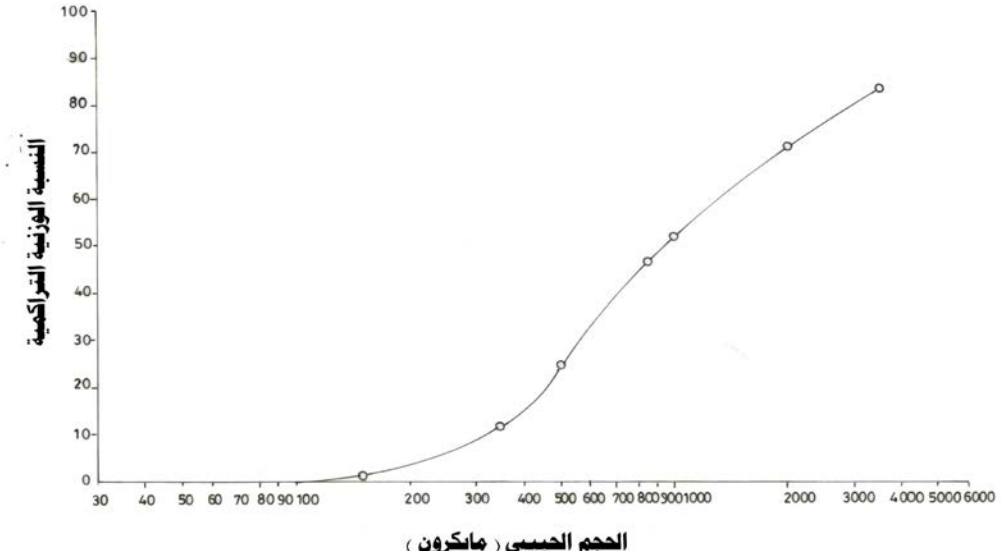
نتائج التحليل الكيميائي للرمل الخام الحامل للفلدسبار مبينة في الجدول (1) وهي توضح بأنه يحتوي على 1.35% K_2O و 0.75 % Na_2O وهذه النسب تدل بان نسبة محتوى الفلدسبار في الرمال هي بحدود 14% حسب المعادلة أعلاه وان المكونات الأساسية الأخرى هي السليكا (SiO_2) والتي تصل نسبتها الى حوالي 90% وتمثل حبيبات الكوارتز النسبة الرئيسية منها كما أبدت تلك الفحوصات الصخارية (البتروغرافية) التي بينت أيضا بان المكونات الأساسية للرمل الحامل للفلدسبار هي الكوارتز (SiO_2) ومن ثم الفلدسبار مع معادن ضئيلة أخرى من الكالسايت و الدولومايت و الجبسم واكاسيد الحديد. كما وأشارت هذه الفحوصات إلى أن اغلب اكاسيد الحديد تقع ضمن حبيبات الفلدسبار من النوع البوتاسي (الاورثوكليس) أولا ثم الصوديومي (البلاجيوكليس) وهذا جاء متفقا مع التحاليل الكيميائية التي يلاحظ فيها ارتفاع نسبة K_2O على نسبة Na_2O (الجدول 1).

جدول (1): نتائج التحليل الكيميائي للرمل الخام

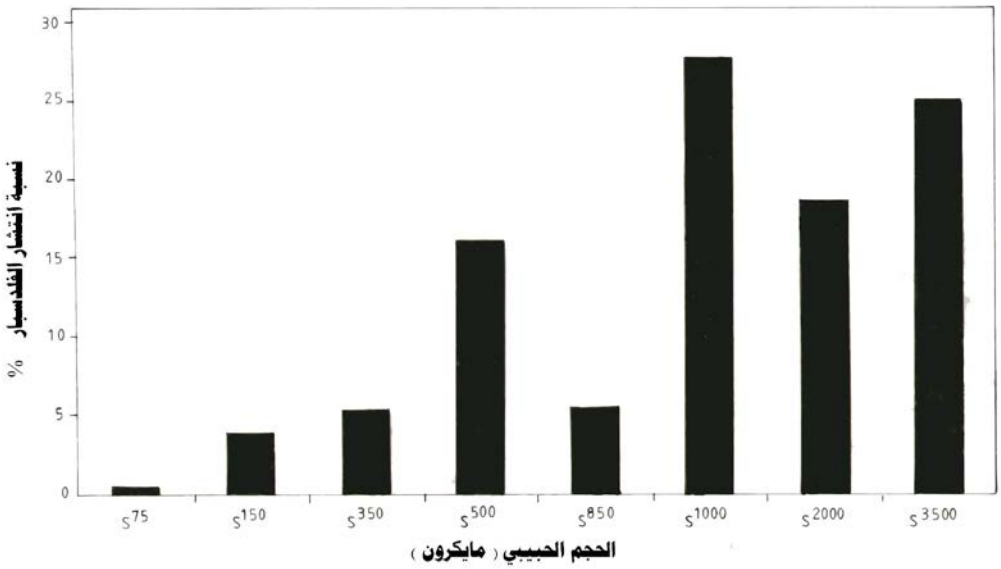
SiO_2%	Fe_2O_3%	Al_2O_3%	CaO%	Na_2O%	K_2O%	L.O.I
90.14	0.45	4.11	1.62	0.75	1.35	1.05

التدرج الحجمي

نتائج التدرج الحجمي للرمل الخام الحامل للفلدسبار ومحتوى أجزاءه الحجمية من K_2O وNa_2O ونسبة الفلدسبار وكذلك كيفية انتشار هذا المعدن ضمن الأجزاء الحجمية مبينة في الجدول (2) وممثلة بالشكلين (1 و 2). يبين الشكل (1) كيفية انتشار حبيبيات الرمل ضمن الأجزاء الحجمية التي تم دراستها (العمود1و3 من الجدول 2) ومنه يستدل على أن الرمل هو من النوع الخشن حيث أن (50%) منه اصغر من 0.7 ملم و(25%) أقل من 0.4 ملم والشكل (2) يبين بشكل واضح عدم انتظام انتشار الفلدسبار ضمن الأحجام الحبيبية للرمل ولكنه بشكل عام يتركز في الأجزاء الحجمية الخشنة حيث بلغت



شكل (1): التدرج الحجمي لنموذج الخام



شكل (2): انتشار الفلدسبار في النموذج الخام

أعلى قيم للفلدسبار عند الحجوم الحبيبية (3.5،2،1،0.5) ملم حيث يبلغ معدل نسبة انتشار الفلدسبار فيها بحدود (19%) في حين ان نسبة الانتشار ضئيلة جدا في الأحجام الحبيبية الأقل من 0.150 ملم وبالتالي يمكن إهمالها.

تجارب الفصل والتركيز

اعتمدت التجارب أعلاه على استغلال الفروقات في الخواص المغناطيسية والسطحية بين الفلدسبار والكوارتز والشوائب الأخرى إذ استخدمت عملية الفصل المغناطيسي لفصل الدقائق الحاملة لاكاسيد الحديد الموجودة في الرمل الخام والتعويم الرغوي لفصل وتركيز الفلدسبار وقد تمت معاملة الرمل الخام وتهيئته بما يتناسب مع عمليات الفصل وخصوصا التعويم.

المعاملة الأولية للخام

استنادا إلى نتائج التدرج الحجمي للرمل وكيفية انتشار الفلدسبار ضمن الحجوم المختلفة (الجدول2) فقد أجريت عملية تهيئة نماذج الخام ذو الحجم الحبيبي (-19ملم) كما يلي:-

أ- غربل النموذج على منخليين ذو فتحات (0.5) ملم و (0.15) ملم وأهمل الجزء المار من المنخل 0.15 ملم بسبب محتواه العالي من الأطيان والتي تؤثر بشكل سلبي على عملية التعويم وكذلك لمحتواه الضئيل من الفلدسبار حيث أن نسبته في هذا الجزء لا تتعدى 0.59% وكما مبين في الجدول (2).

جدول (2): نتائج التدرج الحجمي والتحليل الكيميائي للخام

7	6	5	4	3	2	1
النسبة المئوية لانتشار الفلدسبار %	النسبة المئوية للفلدسبار %	Na_2O %	K_2O %	النسبة الوزنية التراكمية %	النسبة الوزنية %	حجم المنخل (ملم)
14.0	20.6	1.07	1.96	88.59	11.35	3.5+
17.13	26.1	1.3	2.58	77.61	10.98	2.0+3.5-
28.56	28.77	1.38	2.9	16.01	16.6	1.0+2-
7.1	26.44	1.3	2.62	56.51	4.6	0.850+1-
17.34	14.1	0.76	1.3	36.01	20.5	0.500+.850-
8.11	7.72	0.44	0.68	18.41	17.6	0.350+0.500-
7.13	6.72	0.41	0.56	0.75	17.66	0.150+0.350-
0.45	12.59	0.68	1.16	0.15	0.6	0.075+0.150-
0.14	15.7	0.88	1.4	---	0.15	0.075-

ب- طحن الجزء المتبقي على الغربال (0.5) ملم ومرر بالكامل من نفس الغربال وجمع مع الجزء الحجمي المحصور بين (0.5) ملم و(0.15) ملم (-0.5 + 0.15) ملم الناتج من عملية الغربلة السابقة.

ج- أجريت عملية رج وحك ميكانيكي للجزء الحجمي (-0.5+0.15)ملم الناتج من العملية (ب) بمزجه مع الماء بنسبة (60-70)% صلب ولمدة 15 دقيقة في خلية مختبرية مخصصة لهذا الغرض وبسرعة رج حوالي 1500 دورة/دقيقة وذلك لتنظيف سطوح حبيبات الفلدسبار من الأطيان وأكاسيد الحديد.

د- غربل الناتج من العملية (ج) على منخل (0.045-) ملم غربلة رطبة للتخلص من المواد الناعمة جدا (السلايم) التي قد تتكون نتيجة الرج والحك الميكانيكي ولما لهذا الحجم من تأثير سلبي على عملية التعويم. تم تحليل المواد الناتجة من العملية (د) كيميائيا لمعرفة محتواها من الاكاسيد K_2O ، Na_2O و Fe_2O_3 والنتائج مبينة في الجدول (3).

جدول (3): نسبة K_2O, Na_2O و Fe_2O_3 في نواتج الحجوم الحبيبية التي تم الحصول عليها بعد عملية التهيئة

الأجزاء الحجمية (ملم)	وزن المادة (غم)	% Na_2O	% K_2O	% Fe_2O_3
0.150 + 0.500 -	100	0.95	1.65	0.48
0.045 + 0.500 -	83.7	0.9	1.5	0.34
0.045 -	16.27	1.5	2.7	2.1

الفصل المغناطيسي

أجريت عملية الفصل المغناطيسي بالحالة الرطبة (Wet Magnetic Separation) باستخدام الفاصل المغناطيسي عالي الشدة نوع "Carpco" وذلك لعدم إمكانية انجذاب الحبيبات الحاملة للحديد في هذه الرمال بالمغانط ضعيفة الشدة بسبب طبيعتها المعدنية وتم إمرار مزيج الرمل الحامل للفلدسبار والماء (نسبة الصلب فيه 20%) إلى حاوية جهاز الفصل (سعة 1/2 لتر مثقبة من الأسفل) الموضوعة بين ملفين كهربائيين بعد أن يتم ملئها بمكورات من الصلب ذو أقطار مختلفة (لا تزيد عن 2 سم) ويتم توليد القوة المغناطيسية بعد توصيل الجهاز إلى التيار الكهربائي عبر جهاز تحكم الفولتية والتي منه يتم التحكم في القوة المغناطيسية المتولدة داخل الحاوية. حيث استخدمت قوة مغناطيسية بحدود 7 كيلوكاوز. وفي هذه العملية فأن المواد غير الممغنطة تمر خلال الحاوية و تجمع في وعاء من أسفل الحاوية، أما الحبيبات الممغنطة فتلتصق بالكرات داخل الوعاء والتي تزاح من الجهاز بواسطة الماء بعد غلق المجال المغناطيسي بقطع التيار الكهربائي، وبعد تجفيف ووزن النواتج أخذت عينة من كل منهما وحللت كيميائيا لمعرفة نسبة Fe_2O_3 ، K_2O و Na_2O_3 والنتائج مبينة في الجدول (4).

جدول (4): النسب المئوية ونسب الاسترجاع للنموذج بعد الفصل المغناطيسي

	Na_2O %	K_2O %	Fe_2O_3 %	نسبة استرجاع الفلدسبار %	نسبة إزاحة الحديد %
الجزء غير المنجذب للمغناطيس	0.65	1.25	0.25	83	56
الجزء المنجذب للمغناطيس	2.2	3.25	5.7		

التعويم الرغوي

عملية التعويم تمت أولا بخلط نموذج الرمل الخام الحامل للفلدسبار مع الماء (بنسبة صلب 50-60%) والمواد اللازمة للتعويم لمدة 4-5 دقائق باستخدام خلاط ميكانيكي وتعرف هذه العملية بالتكييف (Conditioning) بعد ذلك نقلت المواد الى خلية التعويم (خلية مختبرية نوع Denver سعة 1 لتر) وخففت بالماء الى نسبة صلب تتراوح بين 25-35 % مع المزج بماكنة الخلية بسرعة تصل الى حوالي 1500 دورة/دقيقة ومن ثم أضيفت المادة المرغية (Frother) وشرع بتوليد فقاعة الهواء داخل اللباب (عن طريق صنبور مرتبط بعمود ماكنة التدوير). وجمعت الرغوة التي تكونت على سطح اللباب الموجود

في الخلية الحاوية على ركاز الفلدسبار. فصل بعد ذلك ركاز الفلدسبار بالترشيح ،وجفف وحلل كيميائيا لمعرفة محتواه من Fe_2O_3 ، K_2O و Na_2O_3. ولقد أجريت جميع تجارب التعويم باستخدام نموذج زنة (300غم) ذو حجم حبيبي (- 0.5 + 0.15 ملم) الناتج من عملية الفصل المغناطيسي.

النتائج والمناقشة

الفصل المغناطيسي

يبين الجدول (4) نتائج الفصل المغناطيسي حيث تشير هذه النتائج إلى أن نسبة الحديد التي تمت إزاحته في عملية الفصل المغناطيسي بمرحلتين هي 56 % وان مقدار الفقدان في المحتوى الكلي للفلدسبار في الجزء الممغنط بحدود 7% وعند فحص هذه الأجزاء بالمجهر العاكس والمستقطب تبين ان الحديد يوجد بشكل أساسي ضمن حبيبات الفلدسبار (وهذه النتيجة جاءت مطابقة لما بينته الفحوصات البتروغرافية للرمل الخام وهذا ما يفسر سبب احتواء الجزء الممغنط على نسبة عالية من الفلدسبار) مع وجود نسبة قليلة منه بشكل حبيبات صغيرة. هذه الأجزاء الممغنطة على الرغم من محتواها العالي للحديد فانه بالإمكان دراسة الاستفادة منها في صناعة المواد الحاكمة (Taggart, 1927) سيما وان نسبة الفلدسبار فيها مرتفعة.

تجارب التعويم الرغوي

المرحلة الأولى

بسبب عدم توفر مادة المجمع المتخصصة بتعويم الفلدسبار محليا وقت إجراء هذا البحث والمتمثلة بإحدى المواد المبينة أدناه (Crazier, 1990, Cyanamid, 1989, Clark,1984):-

Fatty Mono Amine
Tallow Amine Acetate
CoCo Amine Hydrochlorid

فقد أجريت تجارب مستفيضة لغرض معرفة إمكانية استخدام مواد امينية مختلفة متوفرة محليا بشكل منفرد أو مزيج منها كبديل عن مادة المجمع الواردة أعلاه وقد تضمنت هذه المواد ما يلي:-

Triethanol Amine
Ethanol Amine
Amonium Acetate
Tallow Fatty Acid
Ethyl Acetate + Tallow Fatty Acid
Ethanol Amine + Tallow Fatty Acid
Mixed Primary Amine J.M.T.

كما استخدمت المواد أدناه كمواد مرغية بدلا من مادة MIBC (مثيل ايزوبيوتايل كاربينول) (Cyanamid, 1984):-

CoCo Mono Amide
Pine Oil
PolyProplen Glycol

استخدم حامض الهيدروفلوريك (HF) أيضا كمادة مهبطة (depressor) للكوارتز (Crazier, 1990, Cyanamid, 1989, Clark,1984) وكذلك لتعديل الدالة الحامضية (pH).

نتائج التجارب بينت صلاحية مادة (Mixed Primary Amine) فقط في تعويم الفلدسبار وفصله عن الرمل وباستخدام مزيج من (CoCo Mono Amide, PolyProplen Glycol) كمادة مرغية. أمكن الحصول على ركاز للفلدسبار (بمرحلتي تعويم) يحتوي على Na_2O %4.2, K_2O % 8.4 و Fe_2O_3 %0.85، علما أن جميع التجارب أجريت عند pH=2 .

يلاحظ في ركاز الفلدسبار ارتفاع نسبة Fe_2O_3 أيضا عما هو عليه في نموذج الرمل الخام قبل عملية التعويم وهذا ما يؤكد مرة أخرى نتائج الفحوصات البتروغرافية التي أشارت بكون اغلب أكاسيد الحديد موجودة ضمن حبيبات الفلدسبار.

تجارب المرحلة الثانية

بناءا على النتائج الايجابية التي تم الحصول عليها من تجارب المرحلة الأولى، أجريت مجموعة أخرى من التجارب تم فيها إلغاء عملية الفصل المغناطيسي، واستخدام مادة (MIBC) كمادة مرغية بديلا من المادة التي استخدمت في تجارب المرحلة الأولى حيث تم دراسة تأثير كمية المادة المجمعة والدالة الحامضية (pH) على عملية تعويم الفلدسبار من حيث نسبة استرجاعه ونوعية الركاز .

تأثير كمية المادة المجمعة

مجموعة تجارب التعويم التي أجريت تضمنت تغيير كمية مادة المجمع (Mixed Primary Amine) المضافة وعلى مرحلتين، وكانت كمية المجمع المضافة في المرحلة الثانية نصف الكمية المستعملة في المرحلة الأولى وقد استخدمت الكميات (0.77, 0.67, 0.57, 0.47) كغم/طن رمل بالحالة الجافة. أجريت جميع التجارب بعد عملية التكييف عند (pH=2). الركاز الناتج من مرحلتي التعويم يمزج ويجفف ويحلل كيميائيا لتحديد نسب كل من Fe_2O_3 ، K_2O و Na_2O_3 والنتائج مبينة في الجدول (5). هذه النتائج تبين بان رتبة ركاز الفلدسبار الذي تم الحصول عليه تقل بشكل ملحوظ عند زيادة كمية المجمع وهذا يعني نقصان الفعالية الانتقائية للمجمع لتعويم الفلدسبار حيث كان واضحا للعيان زيادة كمية حبيبات الكوارتز في الركاز بازدياد كمية المجمع المضافة ، وعليه فانه بإضافة كمية (0.47 و0.235) كغم/طن من المجمع على مرحلتين يمكن الحصول على ركاز للفلدسبار يحتوي على Na_2O % 4.2، K_2O % 8.4 و Fe_2O_3 % 0.85 (نسبة 85% فلدسبار ونسبة استرجاع حوالي 84%) . كما تجدر الإشارة إلى أن نسبة اوكسيد الحديد في الركاز تقع ضمن حدود المواصفات المعتمدة لدى الشركة العامة لصناعة الزجاج والسيراميك والتي تشير إلى نسبة (Fe_2O_3) في الفلدسبار يجب أن لا تزيد عن 1%. ونتيجة إلى ذلك فانه بالإمكان انجاز عملية التعويم مباشرة دون اللجوء إلى عملية الفصل المغناطيسي.

جدول (5): نتائج تجارب التعويم الرغوي للرمل الحاوي على الفلدسبار

كمية المجمع كغم/ طن رمل جاف		نسبة الاكاسيد في ركاز الفلدسبار%			نسبة الفلدسبار في الركاز %	نسبة الاسترجاع %
المرحلة الأولى	المرحلة الثانية	Na_2O	K_2O	Fe_2O_3		
0.47	0.235	4.2	8.4	0.85	85	84
0.57	0.285	3.8	7.7	0.85	74	81
0.67	0.335	3.44	7	0.89	70	80.5
0.77	0.385	2.5	8.8	0.8	65	71.5

تأثير الدالة الحامضية (pH)

اعتمادا على الأدبيات (Cyanamide,1989) والدراسات (Crazier, 1990 , Clarke, 1984 (The Document Compilation of Air Pollutant Emission Factors (Ap-42),1995 الخاصة بتركيز الفلدسبار بطريقة التعويم الرغوي والتي تشير إلى أن مديات الدالة الحامضية الفعالة لعملية التعويم هي (2-3) pH . وعليه فقد أجريت ثلاث تجارب ضمن حدود هذه الدالة الحامضية لمعرفة مدى تأثير ذلك على نقاوة ونسبة استرجاع الفلدسبار والنتائج مبينة في الجدول (6).

جدول (6): تأثير الدالة الحامضية pH على تعويم الفلدسبار

قيمة pH	Na_2O %	K_2O %	Fe_2O_3 %	نسبة الفلدسبار %	نسبة الاسترجاع % R
2	4.2	8.4	0.85	85	84
2.5	3.9	8.4	0.82	82.7	82
3	3.9	8.5	0.83	82.4	82

يلاحظ من النتائج (الجدول 6) أن تغيير الدالة الحامضية بالمدى الوارد الذكر ليس له تأثير فعال على رتبة الفلدسبار في الركاز ونسبة استرجاعه من الرمل وعليه فان عملية التكييف يمكن أن تتم ضمن حدود (2-3) pH لانجاز عملية التعويم.

الاستنتاجات

من النتائج التي تم التوصل إليها في هذه الدراسة بهدف فصل وتركيز معدن الفلدسبار من نماذج الرمل التي تمت معالجتها وما صاحبها من فحوصات كيميائية وفيزيائية يمكن استنتاج ما يلي:-

- عدم انتظام انتشار معدن الفلدسبار ضمن الأحجام الحبيبية للرمل قيد الدراسة حيث يتركز بشكل أساسي في الجزء الحجمي (0.710 +) ملم.
- إمكانية استخدام مادة (Mixed Primary Fatty Amine) كمادة مجمعة لتعويم الفلدسبار بدلا من مادة (Tallow Fatty Amine).
- إمكانية الحصول على ركاز الفلدسبار ذو محتوى حديد (Fe_2O_3 %0.85) ضمن المواصفات المطلوبة من قبل الشركة العامة لإنتاج الزجاج والسيراميك دون الحاجة إلى إجراء عملية الفصل المغناطيسي.
- إن كمية المجمع الملائمة والمضافة على مرحلتين للحصول على رتبة عالية للفلدسبار (85% فلدسبار) هي (0.47 و 0.235) كغم/ طن رمل .
- لا يوجد تأثير فعال على رتبة ركاز الفلدسبار ونسبة استرجاعه بزيادة الدالة الحامضية خلال مرحلة التكييف من 2 pH إلى 3 pH .حيث تراوحت نسبة الفلدسبار مابين (82-85) % ونسبة الاسترجاع مابين (82-84) % .

المصادر

الكعبي،عادل وعبد الله ، وفاء ،1999. اكتشاف رمال حاملة للفلدسبار ضمن تكوين الدبدبة في شمال غرب النجف وتحديد الاحتياطي لها. الشركة العامة للمسح الجيولوجي والتعدين ، تقرير رقم 2517.

الخفاجي، عبدالحسن علي و القويزي،مضر محمد علي، 1999. التحري الاستكشافي عن معدن السلستايت في تكويني انجانة والدبدبة منطقة النجف-كربلاء. الشركة العامة للمسح الجيولوجي والتعدين ، تقرير رقم 2518.

American Cyanamid Company, 1989. Mining Chemical Hand Book. U.S.A, 110 pp.

Clarke G., 1984. Industrial mineral processing. Industrial Minerals, No. 201, p. 35-49.

Crazier, R. D., 1990. Non-metallic mineral flotation. Industrial Minerals, No. 269, p. 55-65.

Malghan, S. G., 1981. Effect of process variables in feldspar flotation using non-hydrofluoric acid system. Mining Engineering, No. 232, p. 1616-1623.

Sikalidis, C. A., Kassoli-Fournaraki, A., Filippidis, A., 1997. Feldspar from the Paranesti pegmatite veins (NE Greece) for the ceramic and glass industry. Interceram, Vol. 46, No.4, p. 227-231.

Taggart, A.F., 1927. Hand Book of Mineral Dressing Ores and Industrial Minerals. John Wiley and Sons, Inc., P.(8-01),(8-161),(14-01),(14-24),(3-26), (3-30).

The Document Compilation of Air Pollutant Emission Factors (Ap-42), 1995. Feldspar Processing, Mineral Products Industry, U.S. Environmental Protection Agency (EPA) since 1972, p. 11.27 – 1 – 11.27 – 4.