

تأثير الماء المعالج مغناطيسياً على بعض الصفات الفيزيوميكانيكية للبلاستر المحلي (جبس باريس)

علي سالم ذنون

عامر عبد الرحيم محمد علي

كلية العلوم / قسم علوم الأرض

جامعة الموصل

تاريخ القبول
٢٠١٤/٠٣/٠٥

تاريخ الاستلام
٢٠١٣/١٢/٢٣

The Effect of Magnetically Treated Water on some of the Physiomechanical Properties of a Local Plaster (Plaster of Paris)

Abstract

Magnetically treated water was used for the determination of the physiomechanical properties (setting time, water/powder ratio (W/P) and compressive strength) of a local plaster of Paris. The results were compared with that of ordinary, and non-treated water to determine the same properties.

It was found out that through using magnetically treated water, setting time has decreased by an average of (15.3 %); water powder ratio (W/P) has increased by an average of (2.4 %) and compressive strength has decreased by an average of (22.5 %) compared with the results of ordinary water. Therefore magnetically treated water may be considered as an accelerator for the plaster of Paris rather than a retarder.

الخلاصة

تم استعمال الماء المعالج مغناطيسياً لمعرفة تأثيره على بعض الخواص الفيزيوميكانيكية (زمن التجمد ، نسبة الماء إلى المسحوق (W/P) والمقاومة الانضغاطية) على البلاستر المحلي (بلاستر باريس) مقارنةً بالماء الاعتيادي غير المعالج لقياس نفس الخواص.

وقد تم ملاحظة ومن خلال استخدام الماء المعالج مغناطيسياً أن زمن التجمد قد إنخفض بمعدل (15.3 %) ونسبة الماء الى المسحوق (W/P) ازدادت بمعدل (2.4 %) وانخفضت المقاومة الانضغاطية بمعدل (22.5 %) مقارنة بالنتائج المستحصلة بالماء الاعتيادي. وبناءً على ذلك يمكن اعتبار الماء المعالج مغناطيسياً كمادة مسرّعة أو معجّلة (Accelerator) للبلاستر المحلي.

الكلمات الدالة: ماء معالج مغناطيسياً، زمن التجمد ، نسبة الماء الى المسحوق ، المقاومة الانضغاطية ، ماكنيتوترون.

المقدمة

الماء الممغنط هو الماء الذي يتم تمريره من خلال مجال مغناطيسي معين بوضع ذلك المغناطيس داخله أو بالقرب منه لفترة من الزمن [13] ، فيسبب التعرض لتأثير تلك المجالات المغناطيسية إلى تغيير كثير من خواصه. إن عملية مغنطة الماء تعمل على تقوية خواص الماء عن طريق تنظيم الشحنات بشكل صحيح (موجب _ سالب موجب _ سالب)، والماء الممغنط يحصل له تغيير في صفاته الكيميائية والفيزيائية المتعددة مثل (زيادة خاصية التوصيل الكهربائي والذالة الحامضية وزيادة نسبة الأوكسجين المذاب بالماء وزيادة القدرة على تذويب الأملاح والأحماض و التبلر والتوتر السطحي والتغير في سرعة التفاعلات الكيميائية وخاصة التبخر والتبلر والليونة) [14], [21].

أما بالنسبة لمادة البلاستر المحلي المستعملة في البحث فإن صخرة الجبسوم (Gypsum) هي المادة الخام (الأولية)، تركيبها الكيميائي $(CaSO_4 \cdot 2H_2O)$ ، وبعملية الكلسنة لمسحوق هذه الصخرة يتم إنتاج كبريتات الكالسيوم النصف مائية $(CaSO_4 \cdot 0.5H_2O)$ التي تعرف بالجبس الفني أو البلاستر المحلي (Plaster) ويسمى محلياً (البورك) عندما يصنع بطريقة الفرن الدوار المفتوح، أما إذا صُنِعَ بطريقة (الكُور) فإنه لا يخضع للسيطرة عند التصنيع و يفقد معظم مائه و يصبح أغلبه انهايديريت $(CaSO_4)$ Anhydrate وعندئذ يسمى بالجبس Juss وهو نوعية متدنية من الجبس الفني [3]. وإن مصطلح جبس باريس أو بلاستر باريس هو الاسم التجاري والعلمي المألوف للجبس أو البلاستر المكلسن الذي يُحضَّر بطريقة الجبس العراقي نفسها وذلك بحرق الجبسوم عند درجة حرارة $(120 - 170^\circ C)$ ولمدة $(3 - 1/2)$ ساعات، والنتاج هو الجبس الفني الذي يتكون بشكل رئيسي من معدن الباسانايت الصناعي (Bassanite) نوعه $(\beta\text{-Hemihydrate})$ وتركيبه الكيميائي $CaSO_4 \cdot 0.5H_2O$ [9].

وعند عمل قوالب البلاستر بمزج المسحوق مع الماء وتكوين العجينة هناك بعض الإضافات الكيميائية أو الطبيعية تدخل أثناء خلطة عجينة البلاستر مع الماء قسم منها تدعى بالمعجلات أو المسرعات Accelerators وهي عادةً ما تقلل (تقصّر) من زمن التجمد ولوحظ أنها تزيد من نسبة الماء الى المسحوق (W/P)، أما القسم الآخر فيدعى بالمبطئات Retarders وهي على العكس تطيل (تزيد) من زمن التجمد وتقلل من نسبة الماء الى المسحوق (W/P) [1].

أما عن أهمية البلاستر المحلي فهو يدخل في الكثير من الاستخدامات الصناعية والانشائية والطبية فهو يستعمل في البناء والعزل الحراري (مثل عمل السقوف الثانوية والالواح الجدارية Wall Boards وطلاء الجدران بالبياض) وصنع التماثيل وعمل جبس النماذج (Plaster Model) وقوالب الاسنان وتجبير الكسور وغيرها.
الدراسات السابقة:

هنالك العديد من المقالات المنشورة حول موضوع معالجة المياه بالمغناطيس (Magnetic Water Treatment)، ولم يقتصر توظيف هذه التقنيات المغناطيسية في المجال الطبي والزراعي ومجالات تحلية المياه، ولكن تم توظيفها في مجال الطاقة الحرارية وصناعة البترول والبتروكيميائيات والمواد الانشائية. وإن أوائل البحوث والأعمال العلمية في مجال تطبيق الطاقة المغناطيسية في صناعة الخرسانة والطابوق والخزف والمواد الصناعية الأخرى بدأت في الاتحاد السوفيتي. ففي البداية كانت هذه الأعمال تجرى في سرية تامة لأن هذا النوع من التقنية استعمل لإنتاج كتل خرسانية قوية جداً لمدج المطارات العسكرية وأرصفت الموانئ البحرية والأبنية العسكرية [18]. وقد استنتجت دراسة محلية في الإنشاءات لـ Ahmed^[7] أن المقاومة الانضغاطية للخرسانة الممزوجة بالماء الممغنط تزداد بنسبة (10-20%) بالمقارنة مع النماذج المعمولة بالماء الاعتيادي حيث أن استخدام الاسمنت المعد بالمياه الممغنطة تزداد قوته مع امكانية التوفير في مادة الاسمنت.

إن الميكانيكية المقترحة من قبل الباحث Klaus J. Kronenberg [17] التي تجعل من الماء فعالاً هي الأصرة الهيدروجينية التي تربط جزيئات الماء مع بعضها التي تكون بحالة حركة مستمرة فهي تتكسر ثم تتكون حيث أن بعض جزيئات الماء ترتبط بشكل مجاميع سابعة معاً بوجود هذه الأصرة الهيدروجينية وهي في تغير مستمر تتولد عنه طاقة تحافظ على التوازن الحركي لجزيئات الماء.

إن المعالجة المغناطيسية للماء لا تمغنط الماء في الحقيقة كما هو شائع خطأً، فالماء ليس كالمواد القابلة للمغنطة عند تعريضها إلى مجال مغناطيسي قوي، لكنه مثل حال السوائل جميعها يمتلك خواص المواد الدايا مغناطيسية (Diamagnetic)، فعندما يتعرض إلى مجال

مغناطيسي سوف ينتج الماء مجالاً مغناطيسياً ضعيفاً في الاتجاه المعاكس لذلك فإن الماء المعالج مغناطيسياً هو التعبير الصحيح لتقادي التشويش أو التزليل. [16]

والماء من المواد الدايا مغناطيسية التي تمتاز بمدارات مكتملة وإذا ما تعرضت إلى مجال مغناطيسي فإنها تتنافر مع المجال المغناطيسي تنافراً ضعيفاً وتتعامد جزئيات الماء مع خطوط فيضه^[19]. ومن الجدير بالذكر أن فعالية الماء المعالج مغناطيسياً تعتمد على كثافة الفيض المغناطيسي والفترة الزمنية لتعرض الماء لهذا المجال (أي سرعة المياه) ثم كمية المياه المتعرضة لهذا المجال، وهذه النقاط معتمدة في العديد من بحوث الماء المغناطيسي الحديثة.

المواد وطرائق العمل:

تم شراء (30 kg) من مسحوق بلاستر باريس (Plaster of Paris) من السوق المحلية علامة (القلعة) لغرض إجراء بعض التحاليل الكيميائية والفحوصات الفيزيوميكانيكية عليها.

أ- التحاليل الكيميائية: تم إجراء التحاليل الكيميائية والمتضمنة (CaO% , SO₃% , H₂O⁺% , I.R. % أي الفُضالة غير الذائبة Insoluble Residue) في مختبر الجيوكيمياء / قسم علوم الارض، وكان الهدف من إجراء التحاليل الكيميائية هو حساب كمية ماء التبلور (H₂O⁺) بدقة فيها لكي يتسنى تحديد سلوك الماء المعالج مغناطيسياً بالإضافة الى بقية الأكاسيد الأخرى، إذ تم حساب كمية أكسيد الكالسيوم (CaO%) باستعمال الطريقة الحجمية بواسطة تسحيح محلول أكسيد الكالسيوم المجهول مع محلول الـ (EDTA 0.01M) واستعمال صبغة الميروكسايد (Murexide) كدليل [20]، [6]، [2]. أما ثالث أكسيد الكبريت (SO₃%) فقد تم حسابه باستعمال الطريقة الوزنية باستعمال كلوريد الباريوم (BaCl₂) لغرض ترسيب أيون الكبريتات [20]، [4]. وتم قياس ماء التبلور (H₂O⁺) بواسطة تسخين (1gm) غم من مسحوق النموذج في فرن كهربائي بدرجة حرارة (450 °C) ولمدة ساعة وقياس فرق الوزن [8]، [5]. أما الفُضالة غير الذائبة فتم حسابها بواسطة إذابة (5 gm) من مسحوق النموذج في (10ml) من حامض الهيدروكلوريك المركز ثم تم أخذ فرق الوزن [15].

ب- الفحوصات الفيزيوميكانيكية: وتضمنت حساب ثلاثة صفات مهمة هي:

1- زمن التجمد (Setting Time): ويعرف بأنه زمن تحول بلورات الجبس جميعها إلى جبسوم، أي أن عجينة الجبس قد تصلبت بالكامل و تفاصيل الجسم الذي صُبت فيه قد تمت وكملت [1].

2- نسبة الماء إلى المسحوق (Water – Powder ratio): يمكن تعريفها بأنها كمية الماء (مقاسة بالـ ml) المضافة إلى (100 gm) من المسحوق للحصول على عجينة قياسية. وتم قياس زمن التجمد (Setting Time) ونسبة الماء الى المسحوق (Water / Powder)

(Ratio) (W/P) باستعمال جهاز فيكات (Vicat) في كلية الهندسة / قسم الهندسة المدنية / مختبر فحص المواد/ جامعة الموصل، الشكل(1) و(2) .



شكل(1) جهاز فيكات لقياس زمن التجمد



شكل (2) جهاز فيكات لقياس نسبة الماء الى المسحوق (W/P)

3- المقاومة الانضغاطية Compressive Strength : وهي مدى تحمل النموذج المتصلب للقوة أحادية المحور المسلطة عليه، وتقاس بوحدة الميغاباسكال (MPa) أو (N/ mm²)، وإنها تعتمد على عوامل عدّة منها مثل الكثافة، المسامية، الحجم الحبيبي، المزج، الإضافات الكيميائية إضافة الى نسبة الماء إلى المسحوق (W/P) والتجفيف [10] .

وقد تم حسابها باستعمال جهاز فحص المقاومة الانضغاطية أحادية المحور نوع (ELE) بريطاني المنشأ في كلية الهندسة / قسم الهندسة المدنية / مختبر الصخور / جامعة الموصل، والموضح في الشكل (3)



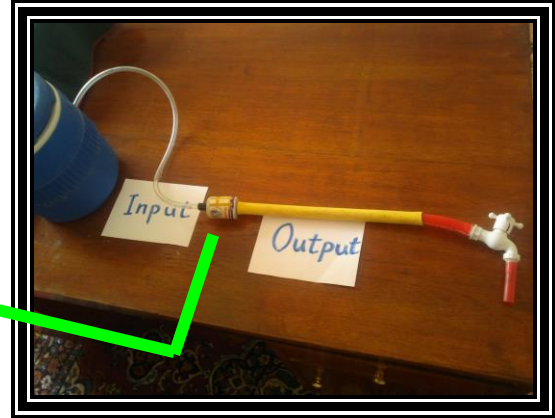
شكل (3) يوضح جهاز قياس المقاومة الانضغاطية نوع ELE

ومن جانب آخر فقد تم معالجة الماء الاعتيادي وتحويله الى ماء معالج مغناطيسياً باستعمال جهاز (الماكنيتوترون Magnetron) بقوة (1800 Gauss) وهو من إنتاج شركة الرافدين للتقنيات المغناطيسية / بغداد ، الشكل (4)



شكل (4-b) الجزء المكبر من جهاز

الماكنيتوترون



شكل (4-a) يوضح جهاز الماكنيتوترون

وقد تم فحص كثافة فيض المجال المغناطيسي (magnetic flux intensity) التي ينتجها جهاز الماكنيتوترون والتأكد منها بواسطة جهاز التسلامتر (Teslameter) الخاص بقياس شدة الفيض المغناطيسي في (قسم الفيزياء / كلية التربية / جامعة الموصل)، الشكل (5).



شكل (5) جهاز التسلاميتير (Teslameter)

النتائج والمناقشة :

إن نتائج التحاليل الكيميائية لنموذج البلاستر مبينة في الجدول (1). ويوضح الجدولان (2) و(3) نتائج الفحوصات الفيزيوميكانيكية (زمن التجمد و نسبة الماء الى المسحوق W/P والمقاومة الانضغاطية) لخمسة حجوم حبيبية مختلفة و التي أجريت على نموذج البلاستر قبل وبعد استخدام الماء المغناطيسي.

إن الهدف من إجراء التحاليل الكيميائية على نموذج بلاستر باريس والتي تم فيها حساب الأكاسيد الرئيسية والفضالة غير الذائبة (I.R.) هو للتأكد بأن النموذج هو بلاستر وكذلك السيطرة على نسبة ماء التبلور (H_2O^+) لمعرفة التغيرات الحاصلة في الصفات الفيزيوميكانيكية، ودلت التحاليل الكيميائية على أن أكسيد الكالسيوم كمعدل ($CaO = 37.87\%$) وثالث أكسيد الكبريت ($SO_3 = 53.75\%$) ونسبة ماء التبلور ($H_2O^+ = 5.29\%$) والفضالة غير الذائبة ($I.R = 2.11\%$) وهذه النتائج مشابهة لما هو عليه في بحوث الجبوري [9]، [10] و [11] .

جدول (1) : يوضح التحاليل الكيميائية للبلاستر المحلي والمتضمن حساب

($CaO\%$ و $SO_3\%$ و $H_2O^+\%$ و $I.R\%$) .

Sample	CaO%	SO ₃ %	H ₂ O ⁺ %	I.R%	Total
1	37.70	53.82	5.0	1.98	98.80
2	38.50	53.47	5.36	2.44	99.77
3	38.09	53.88	5.40	2.04	99.41
4	37.11	53.68	5.56	1.68	99.03
5	37.50	53.93	5.16	2.45	98.04
Average	37.78	53.75	5.29	2.11	98.94

أما الفحوصات الفيزيوميكانيكية فقد دلّ الجدولان (2) و(3) على أن هناك تغيراً واضحاً في الصفات الفيزيوميكانيكية للنموذج قبل وبعد استخدام الماء المعالج مغناطيسياً، علماً أنه تم إجراء كافة الفحوصات على نماذج البلاستر المحلي (القلعة) بعد أن تم نخلها باستخدام المناخل (Sieves) ذات الحجوم ($45, 63, 90, 125, 180, 250 \mu\text{m}$) ، وذلك لمعرفة تأثير الحجم الحبيبي في بعض الخواص الفيزيوميكانيكية ، إذ أن زيادة الحجم الحبيبي لها تأثيرات عدّة منها أنها تقلل المسامية Porosity وبذلك تقل كمية الماء اللازم للحصول على العجينة القياسية و بالتالي زيادة في المقاومة الانضغاطية.

ومن خلال نتائج الفحوصات الفيزيوميكانيكية للبلاستر المحلي قبل وبعد استخدام الماء المعالج مغناطيسياً لاحظنا وجود علاقات بين الصفات الفيزيوميكانيكية مع بعضها البعض ومع الحجم الحبيبي، يمكن وصفها كما يأتي:

أ- وجود علاقة طردية بين الحجم الحبيبي وصفتي زمن التجمد والمقاومة الانضغاطية ، إذ أنه كلما قل الحجم الحبيبي قل زمن التجمد وقلت المقاومة الانضغاطية .

ب- أن العلاقة بين نسبة الماء إلى المسحوق (W/P) و الحجم الحبيبي هي علاقة عكسية أي أنه بزيادة الحجم الحبيبي تقل نسبة الماء إلى المسحوق (W/P).

ج- وإن العلاقة بين نسبة الماء إلى المسحوق (W/P) والمقاومة الانضغاطية هي علاقة عكسية أيضاً إذ أنه كلما قلت نسبة الماء إلى المسحوق (W/P) زادت المقاومة الانضغاطية، وقد أشار الى هذه العلاقة الكثير من الباحثين في هذا المجال وآخروهم الجبوري وبدي^[11] .

ومن خلال القياسات المستحصلة يمكن تحليل الفحوصات الفيزيوميكانيكية للبلاستر المحلي كما يلي:

١- زمن التجمد: لوحظ وجود انخفاض (تقليل) في قيم زمن التجمد باستخدام الماء المعالج مغناطيسياً، فباستعمال الماء الاعتيادي (كان زمن التجمد = 18.26 min) كمعدل ولوحظ انخفاضه بعد استخدام الماء المعالج مغناطيسياً إلى (15.46 min) كمعدل أي بنسبة انخفاض تبلغ (15.3%) ، وعند حدوث مثل هذا التغير في زمن التجمد فلا بد أن يرافقه تغيرات أخرى في بقية الصفات الفيزيوميكانيكية.

٢- نسبة الماء إلى المسحوق (W/P) : ارتفعت نسبة الماء إلى المسحوق (W/P) من (49.79 mg/l) كمعدل لتصبح (51.00 mg/l) كمعدل أي بنسبة زيادة تبلغ (2.43%) ، والسبب أنه عند معالجة الماء مغناطيسياً ربما تزداد قوة جذب الحبيبات للماء لأن درجة استقطاب الماء الممغنط أكثر مما هو في الماء الاعتيادي وعليه تزداد نسبة الماء الى

المسحوق (W/P) للعجينة القياسية. ويرافق تغير هاتين الصفتين أيضاً تغير في المقاومة الانضغاطية.

٣- المقاومة الانضغاطية : لاحظنا أن المقاومة الانضغاطية انخفضت من (7.65 Mpa) كمعدل لتصبح (5.93 Mpa) كمعدل أي بنسبة انخفاض تبلغ (22.5%) مقارنة مع استعمال الماء الاعتيادي غير المعالج مغناطيسياً، وإن هذه النتائج تتفق مع تلك لـ Bramson[12].

جدول (2) : الفحوصات الفيزيوميكانيكية للبلاستر المحلي (قبل استخدام الماء المعالج مغناطيسياً) والمتضمنة (زمن التجمد , نسبة الماء الى المسحوق , المقاومة الانضغاطية)
لخمسة حجوم حبيبية مختلفة

Sample النموذج	Particle Size الحجم الحبيبي (μm)	Setting Time زمن التجمد (min.)	W/P نسبة الماء إلى المسحوق (ml/100 gm)	Compressive strength المقاومة الانضغاطية (Mpa)
1	(250) – (+180)	20.00	46.00	10.11
2	(180) – (+125)	19.00	49.31	8.38
3	(125) – (+90)	18.30	49.82	7.61
4	(90) – (+63)	18.00	51.80	6.64
5	(63) – (+45)	16.00	52.01	5.49
Average		18.26	49.78	7.65

جدول (3) : الفحوصات الفيزيوميكانيكية للبلاستر المحلي (باستخدام الماء المعالج مغناطيسياً) والمتضمنة (زمن التجمد و نسبة الماء الى المسحوق والمقاومة الانضغاطية)

لخمسة حجوم حبيبية مختلفة

Sample النموذج	Particle Size الحجم الحبيبي (μm)	Setting Time زمن التجمد (min.)	W/P نسبة الماء إلى المسحوق (ml/100 gm)	Compressive strength المقاومة الانضغاطية (Mpa)
1	(250) – (+180)	17.00	48.01	7.22
2	(180) – (+125)	16.30	50.74	6.06
3	(125) – (+90)	16.00	50.93	5.70

4	(+63) - (90)	15.00	52.60	5.48
5	(+45) - (63)	13.00	52.74	5.19
Average		15.46	51.00	5.93

الاستنتاجات :

1. من خلال إجراء الفحوصات الفيزيوميكانيكية على البلاستر المحلي تبين أن الماء المعالج مغناطيسياً يسلك سلوك المواد المُسرَّعة أو المُعجَّلة (Accelerator) والتي هي عادةً ما تقلل (تقصر) من زمن التجمد وتقلل من قيمة المقاومة الانضغاطية وتزيد من نسبة الماء الى المسحوق (W/P).
2. تُشير نتائج الفحوصات الفيزيوميكانيكية أن هناك انخفاضاً واضحاً في زمن التجمد باستخدام الماء المعالج مغناطيسياً، فقد كان زمن التجمد قبل المغنطة (18.26 min) كمعدل وأصبح بعد المعالجة (15.46min) كمعدل، وهذا يدل على أن هذا الماء يسلك سلوك المواد المسرعة.
3. تُظهر نتائج الفحوصات الفيزيوميكانيكية إلى أن هناك ارتفاعاً في نسبة الماء الى المسحوق (W/P) إذ ارتفعت من (49.79 mg/l) كمعدل بالماء الاعتيادي لتصبح (51.00 mg/l) كمعدل بعد المغنطة، وهذا دليل قاطع أيضاً على ان الماء المعالج مغناطيسياً مادة مسرعة وذلك لأن المواد المسرعة تعمل على زيادة هذه النسبة (W/P).
4. وتُشير نتائج الفحوصات الفيزيوميكانيكية إلى أن هناك انخفاضاً ملحوظاً في قيمة المقاومة الانضغاطية باستخدام الماء المعالج مغناطيسياً، فقد كانت باستعمال الماء الاعتيادي (Mpa 7.65) كمعدل وانخفضت بعد المغنطة لتصبح (Mpa 5.93) كمعدل، إذ أن زيادة نسبة الماء الى المسحوق (W/P) يؤدي بدوره الى إنخفاض نسبة المقاومة الانضغاطية .

المصادر العربية والانكليزية:

- [1] بدي، إبراهيم رشيد (2009) "تأثير الانضغاط والمضافات في الصفات الفيزيوميكانيكية للجبس الفني" رسالة ماجستير، كلية العلوم، جامعة الموصل.
- [2] الحديدي، بشرى عبدالله (2012) "معدنية وبتروغرافية وجيوكيميائية تكويني جركس والفتحه في مناطق شمال العراق" رسالة ماجستير. كلية العلوم، جامعة الموصل .
- [3] الرواس، عدي محمد صالح (2002) "دراسة الخواص الكيميائية و المعدنية و الفيزيوميكانيكية للجبس الفني والجبص المحلي" رسالة ماجستير، كلية العلوم، جامعة الموصل.

- [4] سليمان، ماهر داود (1990) " جيوكيميائية، صخرية ، أصل و تحويرية صخور الجبسوم في تكوين فتحة في منطقة بطمة الغربية - شمال العراق " رسالة ماجستير، كلية العلوم ، جامعة الموصل.
- [5] القره غولي، ناهدة عبد الكريم (1989)" الخواص المعدنية و الكيميائية للجبس العراقي، وحدات وطرق التصنيع وتأثيرها على جودة و نوعية الجص و البورك الناتج" مجلة الجمعية الجيولوجية العراقية، مجلد 22، رقم 2، الصفحة(172- 154).
- [6] يوسف، هشام خالد يونس (2011)" بتروغرافية ومعدنية و جيوكيميائية الانواع الثلاثة من الجبسوم (العقدي والسلينايت والاليفي)" رسالة ماجستير. كلية العلوم, جامعة الموصل.
- [7] Ahmed, S. M. (2009) "Effect of Magnetic Water in Engineering properties of Concrete " Al-Rafidain Engineering, Vol. 17, No. 1, pp. 71-82 .
- [8] Aljubouri , Z. A. (1972) "Geochemistry , Origin and Diagnosis of some Triassic gypsum deposits and associated sediments in East Midland" Ph.D. thesis Univ. of Nottingham , England .
- [9] Aljubouri , Z. A. and Al-Rawas, A. M. (2009) "Physical properties and Compressive Strength of the Technical Plaster and Local Juss" Iraqi Journal of Earth Science, Vol. 9, No. 2, pp. 49-58 .
- [10] Aljubouri , Z. A. and Baddi I. R. (2012) "Mineralogy, Petrography and Chemistry of two local plasters, Iraq" Iraqi Nat. Jour. of Earth Sci. Vol. 12, No. 2, pp. 1-16
- [11] Aljubouri , Z. A. and Dhanoon, A. S. (2012) "The Recycling of Dental Stone from its Hydration product, the gypsum" (In press).
- [12] Bramson, D. (1981) "The Performance of a Magnetic Water Conditioner Under Accelerated Scaling Conditions" Dep. Chem. Eng., Technion Inst. Technol, pp. 217-273.
- [13] Dexin, L. et. al., (1992) "Studies of Some Properties of Magnetically Treated Water," Proc. Int. Symp. Phys. Magn. Mater., Vol. 2, pp. 809-812.
- [14] Donaldson, J. D. (1986) "Magnetic Treatment of Scale Prevention and Descaling in Water Treatment and Process Systems" Prod Finish, Vol. 39, No. 9, pp. 6 -10.
- [15] Ellingboe, J. and Wilson, J. A. (1964) "Quantitative separation of non – carbonate minerals from carbonate minerals" Jour. Sed. Petrol Vol. 34, pp.412-418 .
- [16] Hoven, V. D. et. al., (1994) "Point-of-Use Treatment: Experience with Physical Water Conditioners in the Netherlands" Kiwa NV, Nieuwegein, Vol. 88, No. 3-8, pp. 281-294.
- [17] Kronenberg, K. J. (1985) "Experimental Evidence for Effects of Magnetic Fields on Moving Water" Institute of Electric and Electronic

Engineers Transactions on Magnetics, Vol. Mag. 21, No. 5, pp. 2059-2061.

[18] Katz, J. L. (1988) “ Mechanistic Study of the Effects of Magnetic Fields on Scale Formation ” Progress Report ,The John Hopkins University.

[19] Sastone, P. and Pandolfo, L. (1994) “ Magnetic Treatment of Water and Scaling ” Ann. Chim, Vol. 84, No. 5-6, pp. 271-274.

[20] Vogel , I. N. (1961) “A Text-book of quantities inorganic Analysis” 3rd edition, Longman, London, England.

[21] Wescott, R. M., (1980) “ Nonchemical Water Treating Devices ” Materials Performance, pp. 40-42.