AL- Rafidain University College

PISSN: (1681-6870); EISSN: (2790-2293)

مجلة كلية الرافدين الجامعة للعلوم

Available online at: https://www.jrucs.iq

JRUCS

Journal of AL-Rafidain University College for Sciences

# الترابط بين خواص الجص العراقي

| م. عمار عبد الحليم مطر | أ.م.د. أسامة محمد غازي |
|---|---|
| haleemammar@uomustansiriyah.edu.iq | osama.mohammed@uomustansiriyah.edu.iq |
| قسم الهندسة المدنية - كلية الهندسة - الجامعة المستنصرية، بغداد، العراق | |
| أ.د. محمد مصلح سلمان | |
| mmsalman56@uomustansiriyah.edu.iq | |
| قسم الهندسة المدنية - كلية الهندسة - الجامعة المستنصرية، بغداد، العراق | |

**المستخلص**

يعتبر الجص من المواد البنائية الرئيسية والمهمة في العراق لكثرة وتوفر مواده الاولية (الجبسوم), حيث يعتبر الجبسوم احد المعادن المعروفة منذ زمن الاشوريين والمصريين وقد استعمله المصريون في بناء الاهرامات واستعمله الاغريق والرومان لأغراض البناء وصناعة التماثيل.

ان الجص من المواد الرابطة غير المقاومة لفعل الماء, ويعد ظهور هذه المادة متلازما ومتزامنا مع ظهور الطابوق.

تم في هذا البحث اجراء الفحوصات الفيزيائية والميكانيكية لنماذج من الجص العراقي المحلي وتشمل فحوصات مقاومة الانضغاط والليونة القياسية وزمن التماسك والنعومة وكانت معظم النتائج المستحصلة مستوفية لمتطلبات المواصفة العراقية الخاصة بالجص المستخدم في اعمال البناء, حيث كانت اعلى مقاومة انضغاط للنماذج المفحوصة هي 11.182 MPa وكانت الليونة القياسية 40 والنعومة 1.9% وزمن التماسك 11.5 دقيقة.

**معلومات البحث**

**تواريخ البحث:**

تاريخ تقديم البحث: 2022/9/28
تاريخ قبول البحث: 2024/4/21
تاريخ رفع البحث على الموقع: 2024/6/30

**الكلمات المفتاحية:**

الجص العراقي، الخصائص الفيزيائية، الخصائص الميكانيكية، المواد الرابطة

م. عمار عبد الحليم مطر
haleemammar@uomustansiriyah.edu.iq

doi: https://doi.org/10.55562/jrucs.v55i1.632

## 1. المقدمة

يتوفر الجص بوصفه مادة اولية ذات كلفة واطئة في العراق وفي اماكن مختلفة من العالم, حيث تم استخدام الجص بشكل واسع منذ القدم في وادي الرافدين إذ استعمل كمادة رابطة في اعمال بناء الدور والمعابد فضلاً عن استخدامه في اعمال الانهاء للجدران(1).

ان الجص كلمة بابلية انتقلت بتأثير هذه الحضارة إلى اللغات الاخرى وسمي بالجبسوم (Gypsum) وقد تطورت صناعته في العصور ليصل إلى ما هو عليه الان من مواصفات قياسية واثبت وجوده كمادة بنائية وانشائية (2).

الجبسوم Gypsum: مواد صخرية تتكون كيميائيا من كبريتات الكالسيوم المائية وهذه الصخور تختلف عن بعضها في الخواص الفيزيائية ويمكن استخدام الطرق الجيولوجية والفحص الميكروسكوبي للتمييز بين هذه الانواع من المعادن والجبسوم النقي يكون ذو لون ابيض وهذا المعدن يترابط مع شوائب اخرى مثل الاطيان والحجر الجيري واكاسيد الحديد ولهذا فسوف يأخذ الوانا اخرى اعتماداً على نوع وكميات الشوائب المترابطة معه فأحيانا يكون بألوان رصاصية (gray) او بني (brown) وكلما زادت درجة نقاوة الجبسوم فهذا يعني انه كامل التبلور ويميل الجبسوم النقي إلى الشفافية في اللون وذات بلورات ابرية الشكل بوزن نوعي مقداره 2,3 وصلابة (1,5-2) على مقياس موهو(3).

**2. خامات الجبسوم**

الصخور الجبسية تستخرج من مناطق وجودها اما بطريقة المقالع المفتوحة والتي تكون عادة مكشوفة او بطريقة المناجم حيث تكون الخامات الجبسية على اعماق كبيرة تحت سطح الارض وفي العراق توجد الطبقات الجبسية قريبة من سطح الارض ولهذا فإن مقالع الجبسوم في العراق هي من النوع المفتوح.

ان الخامات الجبسية تكون باشكال هندسية مختلفة فيما يخص طريقة ترتيب جزيئاتها وكذلك بالوان مختلفة وهذه تسمى بالمعادن الجبسية وان تنوع المعادن الجبسية يؤدي الى الحصول على خامات متعددة للجص وكما يلي:

**1.** المعادن الجبسية: عرفت المواصفات الامريكية ASTMC-22 الجبسوم على انه كبريتات الكالسيوم المترابطة مع جزيئتين من الماء والتعبير الكيمياوي لهذا المركب هو $CaSO_4.2H_2O$ ولا يمكن اعتبار مادة على انها جبسوم إلا إذا احتوت على الاقل على 70% من المعدن $CaSO_4\ \ 2H_2O$ اما انواع المعادن الجبسية جيولوجياً فهي:

**أ.** الصخور الجبسية: وهي صخور رسوبية تتكون من هيكل بلوري من كبريتات الكالسيوم كمادة اساسية وتحتوي على 20% ماء وقد يكون قسم منها بشكل ترسبات صخرية لامائية Anhydrate $CaSO_4$.

**ب.** سيلينات Selenite وهي صخور جبسية بلورية شفافة.

**ج.** ساتان سبار Satan Spar وهي صخور جبسية ليفية الشكل ذات بريق حديدي.

**د.** الابستر alabaster وهي جبسوم متكتل دقيق وبشكل بلورات بيضاء نقية ذات الوان خفيفة ونصف شفافة.

**ه.** جبسايات gypsite وهو خليط من الجبس والطين المتكون من مواد ترابية[4].

**2.** انواع خامات الجص: ان الخامات الجبسية تكون بعدة انواع اعتماداً على درجة نقاوتها وطريقة الحصول عليها وكما يلي:

**أ.** الجبس عالي النقاوة: ترسبات تزيد نسبة كبريتات الكالسيوم $CaSO_4$ فيها على 90% وهذه الترسبات كاملة التبلور تسمى بالصدف (تستعمل في صناعة الجص المسمى بالبورك)[5] وقسم منها كامل التبلور مثل المرمر او الفرش (يستعمل كحجر في اعمال البناء). ان الجص المنتج من هذه الترسبات يميل إلى اللون الابيض المائل إلى الرصاص لوجود الشوائب في مواده الاولية وتوجد هذه الترسبات في القسم الشمالي والشمالي الشرقي من العراق وكذلك في محافظة الانبار وتحتوي على الشوائب بنسبة 5% ويمكن انتاج جص جيد من هذه الخامات مطابق للمواصفات العراقية رقم 28.

**ب.** الجبس الثانوي: وهي ترسبات بشكل كتل هشة ومتفتتة وتحتوي على شوائب بنسبة 30-40% وهذه الشوائب تتكون بفعل الخاصية الشعرية لهذه الترسبات خلال طبقات الحصى والرمل ولهذا يميل الجص المنتج من هذه الترسبات إلى الوان مختلفة منها الرصاصي والوردي والبني وينتج هذا الجبس في وسط وجنوب العراق. ولا يمكن انتاج جص جيد من هذه الترسبات لكثرة محتواها من الشوائب والمنتج فعلياً منه يكون غير مطابق للمواصفات العراقية رقم 28(6).

**ت.** الجدول (1) ادناه يوضح التركيب الكيمياوي للجبس عالي النقاوة والجبس الثانوي(7).

**جدول (1): التركيب الكيميائي للجبس عالي النقاوة والجبس الثانوي**

| المكونات | جبس عالي النقاوة | جبس ثانوي |
|---|---|---|
| $CaO$ | 33.8-31.3 | 36.82-12.74 |
| $SO_3$ | 45.33-41.1 | 35.58-15.03 |
| $H_2O$ | 20.20-17.3 | 15.23-7 |
| $FeO_3$ | 0.17-0.1 | 0.44-0.14 |
| $Al_2O_3$ | 0.18-0.17 | 2.51-0.64 |
| $MgO$ | 0.49-0.03 | 0.8-0.2 |
| نسبة الكلور Cl | 0.09-0.02 | 0.11-0.2 |
| نسبة المواد غير الذائبة I.R | 2.4-1.19 | 57.36-1.63 |
| نسبة الفقدان عند الحرق L.O.I | 22.07-20.18 | 27.84-12 |

**3.** طرق تنقية الجبس لتقليل نسبة الشوائب غير المرغوب فيها في الجبس الثانوي هناك عدة طرق لتحقيق ذلك منها:

**أ.** طريقة الغربلة (Sieving) حيث تستعمل غرابيل لفصل وعزل الحصى والرمل والطين عن الخامات الجبسية وتعتبر هذه الطريقة غير كفوءة.

**ب.** طريقة الاختلاف في مقاومة التآكل بالحك Difference in resistance to wear حيث يتم وضع 500 غم من الجبس الثانوي في طاحونة تحتوي على كرات من البورسلين اقطارها تتراوح من 13-25 ملم ولفترات زمنية مقدارها 15,20 دقيقة وان نسبة المادة الجبسية إلى وزن الكرات هي (8/1-2/1) علماً بأن صلادة الركام (الرمل او الحصى تساوي 7 وصلادة الجبس تساوي 2 حسب مقياس موهو وهذا يعني ان الجبس سوف ينسحق ويغربل على غربيل رقم 16 وبهذا يتم التخلص من الشوائب وقد وجد ان افضل مدة للطحن هي 30 دقيقة مع استخدام نسبة جبس إلى وزن كرات مقدارها 8/1 (8) .

**4.** طرق تحسين خامات الجص: يتم خلط الخامات الجبسية النقية مع الجبس الثانوي من اجل الحصول على مواد اولية جيدة تعطي جصا جيدا ومطابقا للمواصفات العراقية وقد وجد ان الظروف المثلى للخلط هي 30% جبس نقي مع 70% جبس ثانوي وتم الحرق في نوعين من الافران وكما يلي:

أ. خليط مزيج من الجبس النقي والثانوي بالنسبة المذكورة في حالة استعمال افران حرق كهربائية ( electrical furnace calcination) وبدرجة 300° م وبمعدل رفع 40° م/ساعة مع ابقاء فترة اشباع (Soaking time) لمدة 3 ساعات وكان الجص الناتج يتصف بما يلي:

- ♦ زمن التماسك 14 دقيقة.
- ♦ مقاومة الانضغاط 70 كغم/سم$^2$.
- ♦ نسبة الكبريتات 34-42%.

وهذا يتفق مع المواصفات العراقية التي تنص على:

- زمن التماسك 12-20 دقيقة.
- مقاومة الانضغاط لا تقل عن 60 كغم/سم$^2$.
- نسبة الكبريتات لا تقل عن 40%.

ب. خلط مزيج من الجبس النقي مع الجبس الثانوي وبنفس النسبة ولكن باستخدام افران دائرية ذات خلاطة طولها 98 سم وقطرها 57 سم ومزود بزعانف لتدوير المواد الاولية وتم الحرق بدرجة 185 ± 5° م ولمدة 3.5 ساعة.

وكان الناتج يتصف بما يلي:

- زمن التماسك 17 دقيقة.
- مقاومة الانضغاط 112 كغم/سم2.

## 3. طرق صناعة الجص

يصنع الجص في العراق بطريقتين وهما:

1. الطريق القديمة: وتسمى بطريقة الكور حيث يتم تهيئة المواد الاولية (صخور الجبسوم) من المقالع وتوضع داخل الكورة (حفرة بشكل الموقد) وتحرق بدرجة حرارة غير مسيطر عليها وتكون النوعية المستحصلة غير جيدة وذلك لاختلاف كمية الحرارة التي حصلت عليها حيث يكون توزيع الطاقة الحرارية غير منتظم للمواد المحروقة كون بعضها يفقد جزءا من ماء التبلور وقسم آخر يفقد جميع ماء التبلور وقسم يبقى بشكل كبريتات الكالسيوم المائية لان الحرارة لم تصل اليه ويسمى الناتج من الحرق بالجص المحلي او الميكانيكي ويستخدم كمادة في اعمال البياض كطبقة غير نهائية او كمواد رابطة (قيمة بنائية) لربط الوحدات البنائية (اجزاء البناء).
2. الطريقة الحديثة: حيث يتم حرق الصخور الجبسية في افران مسيطر عليها وبدرجة اقل من 200°م حيث يتحول جميع الجبسوم المحروق إلى جبس نصف مائي (Hemihydrate) $CaSO_4.\frac{1}{2}H_2O$ ويطحن الناتج بطواحين خاصة ويصبح ذو نعومة عالية ويسمى محلياً بالبورك او جبس باريس ويستعمل على الاكثر في عمليات البياض كطبقة نهائية(2).

## 4. انواع الجص

1. مسحوق باريس: ويسمى أيضاً بالبورك وهو جص نقي بدون اية مضافات يحضر من حرق المواد الخام النقية الكاملة التبلور والشفافة ويستعمل في صناعة الاصباغ غير الدهنية وفي صب النقوش والزخارف والبروزات والسيراميك وكذلك يستعمل في اعمال البياض كطبقة نهائية.
2. الجص الميكانيكي: ويسمى أيضاً بالجص المحلي او الجص الاعتيادي ويتم الحصول عليه من حرق خامات الجبسوم الاعتيادية (جبس ثانوي) والحاوية على شوائب بنسبة كبيرة قد تصل إلى 30-40% وهذه الشوائب تكون اما مواد طينية او رملية او مواد جبسية غير محروقة ومطحونة وقد يحتوي على مواد كلسية لذا يكون تصلبه بطيئا إذا زادت نسبة الكلس فيه على 15% ويصبح زمن تماسكه اكثر من ساعة واحدة ويستعمل في اعمال البياض كطبقات غير نهائية او في اعمال ربط اجزاء البناء ويحضر من الكور الاعتيادية ويطحن بطواحين ميكانيكية متنقلة.
3. جص فني: يحضر من نفس خامات الجص الميكانيكي إلا انه يحرق في افران دوارة عمودية او مائلة وبدرجة حرارة ثابتة ويطحن إلى نعومة اكبر من نعومة الجص الميكانيكي ويستعمل في الطبقة الاخيرة من اعمال البياض ويخلط مع الرمل بنسبة 1:1 او 2:1 لكي يستعمل في البياض للطبقات التحتية او كقيمة بناء وينتج أيضاً من خلط نوعين من الجص وهما الجص اللامائي والجص نصف المائي بنسبة 50% لكل منهما.
4. الجص اللامائي: يحضر من تسخين الجبسوم بدرجة حرارة اكبر من 190°م وهو مادة بيضاء اللون مائلة إلى اللون الرمادي او الاحمر الفاتح الناتج عن وجود شوائب, صيغته الكيميائية $CaSO_4$ صلابته حسب مقياس موهو من (3-3.5) ووزنه النوعي 2.9.
5. الجبس اللامائي: كبريتات الكالسيوم منزوع منها جميع ماء التبلور وصيغته الكيمياوية $CaSO_4$ وهو موجود في الطبيعة في مقالع معينة وعندها يطحن ويستعمل في اعمال البياض وقد تضاف اليه مواد كيمياوية لتعديل زمن التماسك ويمكن تحضيره من حرق جبس باريس بدرجة حرارة ما بين (190-200)° م.
6. سمنت كين Keen's cement عند تسخين الخامات الجبسية إلى درجة حرارة 600°م يتحول الجبسوم إلى كبريتات الكالسيوم اللامائية ذات الطور كاما anhydrate gypsum او سمنت كين وهذه المادة وعندما تطحن فأن المادة الناتجة تتصلب خلال (1-4) ساعة وتكون مادة لينة وسهلة النشر(9).

### 5. التغيرات الحاصلة للجبس الخام اثناء الحرق

يفقد الجبس الخام ماء تبلوره بسهولة عند التسخين مكوناً مواد تختلف بعضها عن البعض الآخر من ناحية الخواص, ان درجة فقدان الجبس لماء تبلوره تتناسب ودرجة وزمن التسخين.

عند تسخين الجبس الخام إلى درجة 65°م يبدأ بفقدان ماء التبلور متحولاً وبشكل تدريجي إلى جبس مكلس حاو على نصف جزيئة ماء Hemi hydrate ويرمز له $CaSO_4.\frac{1}{2}H_2O$ ويسمى عندهـــا جبـــــس باريس Plaster of Paris وفي درجة (190-200)°م يتحـــــول إلى جبس مكلس لامائي $CaSO_4$ ويسمى Anhydrous gypsum plasters اما في درجة 600°م يتحـــــول إلى ما يسمى Keen's cement anhydrate وعند حرقه بدرجة 1100-1200°م يتحول إلى Anhydrate and lime ويسمى Estrich gips والمعادلات الكيمياوية ادناه توضح تلك التغيرات (3).

$CaSO_4 2H_2O \xrightarrow{150°C} CaSO_4 \ {}^1/_2 \ H_2O$ Hemi hydrate plaster of Paris

$CaSO_4 \ {}^1/_2 H_2O \xrightarrow{120\pm200°C} CaSO_4$ Anhydrous gypsum plasters

$CaSO_4 \xrightarrow{600°C}$ Anhydrate Keen's cement

$CaSO_4 \xrightarrow{1100-1200°C}$ Anhydrate + CaO Estrich Gips

### 6. استعمالات الجص في البناء والصناعة

1. يستعمل كمادة رابطة في اعمال البناء.
2. يستعمل في اعمال البياض ويكون اما طبقة سمراء اولية وتسمى بطبقة الاساس base coats وذات سمك مختلف او يكون طبقاً نهائية final coats ذات سمك قليل ومنتظم بحدود (3-6) ملم.
3. صناعة الالواح الجبسية المستعملة في السقوف الثانوية.
4. صناعة الجدران الجبسية والقواطع الداخلية.
5. الصناعة الانشائية حيث يضاف بنسبة تقدر من 2-3% من وزن كلنكر السمنت لكي يعمل على تأخير عملية اماهة السمنت ومنع حصول التماسك السريع بالإضافة إلى انه يسهل عملية طحن كلنكر السمنت.
6. يستعمل في تسميد التربة حيث انه يجهز النبات بالكبريت اللازم لتمثيل البوتاسيوم في التربة بالإضافة إلى انه يتفاعل مع احد المواد غير النافعة الموجودة في التربة الزراعية وهي كاربونات الصوديوم مكوناً كاربونات الكالسيوم وكبريتات الصوديوم غير الضارة.
7. يستعمل في صناعة المبيدات والاصباغ كمادة مالئة.
8. يستعمل كمادة اولية في صناعة حامض الكبريتيك وكبريتات الامونيوم.
9. يستعمل في صناعة السيراميك ولعمل التماثيل والنصب التذكارية واعمال النحت والديكورات.
10. يستعمل في صناعة الاسنان وكذلك في الكسور ويسمى بالجبس الطبي.
11. يستعمل في صناعة الورق.
12. يستعمل في صناعة الخرسانة الجبسية وهي خليط من الحصى والرمل والجبس نصف المائي (جبس باريس) وتستعمل لصب الارضيات وسطوح البناء او لصب الالواح الجبسية وتكون له قوة انضغاط معينة حسب الطلب.
13. يستعمل في اعمال البناء والتسقيف (العكاده)(10).

### 7. ابرز مميزات الجص

1. توفر المواد الاولية اللازمة لتصنيعه وكلفتها الواطئة حيث تنتشر المكامن الجبسية في العراق وأهمها:

أ. قضاء الزبير – البصرة.
ب. منطقة ناحية الطيب – العمارة – ميسان.
ج. منطقة تل اللحم وقضاء سوق الشيوخ/ ذي قار.
د. منطقة الحيرة / قضاء ابو صخير/ النجف.
ه. الفلوجة/ الرمادي/ هيت.
و. قضاء تلعفر/ الموصل.
ز. مخمور – اربيل.
ح. منطقة طوزخورماتو / التأميم.
ط. كروان / كويسنجق/ أربيل.
ي. منطقة دعيبلة/ راوه/ الانبار.
ك. المشراق – حمام العليل/ الكياره.
ل. محافظة كربلاء.

2. مادة خفيفة الوزن(11).
3. مادة كثيرة الاستعمال في البناء كمادة رابطة او في اعمال الانهاء.
4. مادة ذات صلادة بحدود (2) على مقياس موهو.
5. مادة ذات عزل حراري وصوتي جيد.
6. مادة سهلة التشكيل والقولبة وامكانية البناء فيها للجدران بدون الحاجة إلى سقالات وذلك لسرعة تماسكها.
7. يمتلك الجبسوم صفتين وحيدتين وهما انه يفقد الماء عند التسخين ويتحول إلى مسحوق ناعم ويتحد مع الماء ليتحول مرة ثانية إلى جبسوم ولهذا فهو يستخدم لحماية الاخشاب والحديد من الحريق لانه يشكل حاجزاً ضد النار.

## 8. فحوصات الجص

هناك مجموعة من الفحوصات الفيزيائية التي تعمل على الجص للتأكد من صلاحياته للاستخدام ويتم اجراء هذه الفحوصات طبقاً إلى المواصفات العراقية رقم 27(12) الخاصة بالجبس المستخدام لاغراض البناء وفيما يلي استعراضاً لاهم تلك الفحوصات المختبرية:

1. **تعيين نسبة الماء/الجص (القوام القياسي)**

يهتم هذا الفحص بأيجاد كمية الماء المثالية التي يجب ان تخلط مع الجص للحصول على عجينة ذات ليونة مناسبة سهلة النشر وسهلة التعامل في البناء او البياض.

- **الاجهزة وطريقة العمل لفحص الليونة القياسية.**

أ. تؤخذ خمسة نماذج من الجص من مواقع مختلفة لكي تمثل الجص من الاعلى والاسفل والوسط والجوانب وتخلط مع بعضها جيداً.
ب. تؤخذ عينة من هذه الكمية مقدارها 300 غم.
ج. تؤخذ كمية من الماء مقدارها 100 غم وتوضع في اناء الخلط.
د. نبدأ بنثر الجص على الماء ونستمر حتى يختفي جميع الماء الموجود في اناء الخلط.
ه. نعين مقدار الجص المنثور.
و. نعين مقدار الجص المتبقي.
ز. الليونة القياسية

$$\text{الليونة القياسية} = \frac{\text{100 غم من الماء}}{\text{300 – وزن الجص المتبقي}} \times 100$$

ح. يتم اجراء الفحص بموجب المواصفة العراقية رقم 27(12). يتم استخدام جهاز فايكت الذي فيه رأس مدبب وزنه 35 غم اما قالب النموذج فهو مخروط ناقص قاعدته من الاعلى 6 سم ومن الاسفل 7 سم وارتفاعه 4 سم وكما موضح بالشكل (1).
ط. الليونة القياسية نحصل عليها عندما يكون الاختراق للإبرة 30 ± 2 ملم.

**شكل (1): جهاز فايكت لقياس ليونة الجص وزمن التماسك**

2. **زمن التماسك:** يتم عمل عجينة من الجص بنسبة ماء / الجص المستخرجة من فحص الليونة القياسية وبملأ قالب فايكت ثم نراقب هبوط الابرة ونقيس مقدار الاختراق ونستمر بالقراءة حتى تصبح القراءة محصورة ما بين 1-2 ملم عندها نحسب الفترة الزمنية من بدء خلط الجص مع الماء لحين الحصول على الاختراق الانف الذكر والتي تمثل زمن التماسك للجص.
3. فحص قوة الانضغاط: نأخذ 700 غم من الجص مع كمية من الماء وحسب الليونة القياسية ويملأ القالب ذو المكعبات الثلاثة والتي طول ضلعها 5 سم بثلاث طبقات ثم يسوى السطح ويترك لمدة 24 ساعة وبعدها توضع النماذج في الفرن بدرجة 40° م لمدة 7 ايام ثم تفحص النماذج بجهاز tecnotest سعة الجهاز 300 KN وكما موضح بالشكل (2).

**شكل (2): جهاز فحص مقاومة الانضغاط**

4. **فحص النعومة:** تؤخذ 100 غم وتغربل على غربال رقم 16 (فتحاته 1.18 ملم) ويحسب النسبة المئوية للمتبقي على هذا الغربال لتعبر عن نعومة الجص وكما موضح في الشكل رقم (3) شكل الغربال.

**شكل (3): غربال 1.18 ملم لقياس نعومة الجص**

## 9. مواصفات الجص المحلي

لكي يكون الجص المحلي مقبولاً وصالحاً للاستعمال في اعمال البناء يجب ان يتصف بما يلي:

1. اللون: يجب ان يكون أبيضاً او مائلاً إلى السمرة او الاصفرار اعتماداً على نسبة ونوعية الشوائب الموجودة فيه.
2. درجة النعومة: يجب ان لا يزيد المتبقي على منخل رقم 1.18 ملم على 8%.
3. الوقت اللازم للتماسك:
   أ. بالنسبة للجص المستخدم في اعمال بناء الطابوق والعقادة يجب ان لا يقل زمن التماسك عن 5 دقائق ولا يزيد على 15 دقيقة.
   ب. بالنسبة للجص المستخدم في اعمال البياض الاعتيادية يجب ان الا يقل زمن التماسك عن 15 دقيقة.
4. قوة الانضغاط: يجب ان لا تقل قوة الانضغاط لمكعبات الجص طول ضلعها 5 سم عن 25 كغم / سم$^2$.

## 10. نتائج الفحص المختبري للجص المحلي العراقي

تم اجراء الفحوصات المختبرية لـ اربعة وثلاثين نموذجا مختلفا مأخوذا من معامل تأهيلية تنتج الجص المحلي المستخدم في اعمال البناء وكانت النتائج كما مبينة في الجدول (2) ادناه:

**جدول (2): نتائج الفحص المختبري لنماذج مختلفة من الجص المحلي**

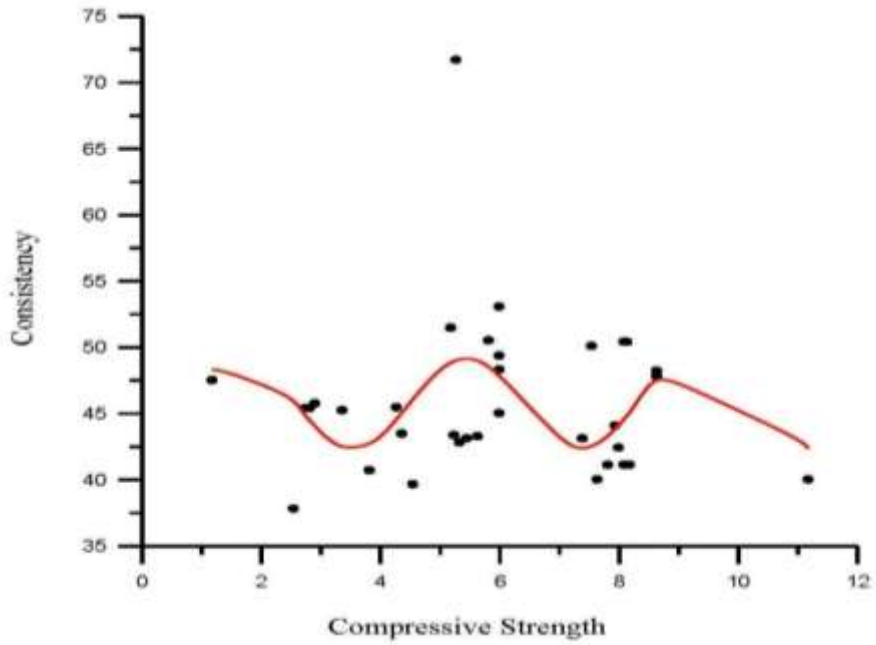
| رقم النموذج | قوة الانضغاط MPa | الليونة القياسية % | النعومة % | زمن التماسك دقيقة |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 5.45 | 43.1 | 5.3 | 8.5 |
| 2 | 7.39 | 43.1 | 3.4 | 11.3 |
| 3 | 6 | 48.3 | 2.05 | 14 |
| 4 | 4.54 | 39.64 | 2.1 | 5.5 |
| 5 | 5.23 | 43.35 | 2 | 7.5 |
| 6 | 3.81 | 40.7 | 3 | 5 |
| 7 | 7.93 | 44.06 | 1.2 | 5.5 |
| 8 | 8.18 | 41.11 | 2.4 | 8.5 |
| 9 | 8.09 | 50.39 | 2.9 | 6 |
| 10 | 2.9 | 45.75 | 3 | 8 |
| 11 | 2.72 | 45.37 | 2.5 | 13.15 |
| 12 | 2.54 | 37.8 | 5 | 12.5 |
| 13 | 7.63 | 40 | 1.2 | 5.5 |
| 14 | 8.09 | 41.11 | 2.4 | 8.5 |
| 15 | 8.13 | 50.39 | 2.9 | 6 |
| 16 | 8 | 42.4 | 3 | 10.15 |
| 17 | 7.54 | 50.08 | 1.6 | 7.1 |
| 18 | 5.18 | 51.45 | 7.9 | 11 |
| 19 | 4.27 | 45.45 | 20 | 14 |
| 20 | 5.27 | 71.7 | 13 | 15 |
| 21 | 6 | 53.05 | 2.6 | 12 |
| 22 | 6 | 45 | 6.5 | 19 |
| 23 | 1.18 | 47.5 | 4.6 | 12 |
| 24 | 5.63 | 43.26 | 5 | 12 |
| 25 | 5.33 | 42.8 | 0.25 | 0.5 |
| 26 | 3.36 | 45.22 | 3.7 | 6 |
| 27 | 2.81 | 45.4 | 1.8 | 10 |
| 28 | 4.36 | 43.46 | 1 | 6 |
| 29 | 7.81 | 41.1 | 1 | 11 |
| 30 | 11.18 | 40 | 1.9 | 11.5 |
| 31 | 8.63 | 48.2 | 1.31 | 6 |
| 32 | 8.63 | 47.8 | 4.21 | 22 |
| 33 | 6 | 49.34 | 4 | 9.3 |
| 34 | 5.81 | 50.5 | 2.5 | 13.3 |

## 11. النتائج ومناقشتها

### 11.1. مقاومة الانضغاط وعلاقتها بالليونة القياسية

الشكل (4) يمثل العلاقة بين الليونة القياسية ومقاومة الانضغاط للجص حيث ان العلاقة بشكل عام عكسية فعندما تزداد كمية الماء في الخلطة يؤدي ذلك إلى تباعد الجزيئات وزيادة المسافة البينية فيما بينها بالإضافة إلى ان قسما من ماء الخلطة الزائد عن كمية الماء اللازمة لحصول التفاعلات الكيماوية والاماهة للجص تكون فجوات بين مكونات المادة الرابطة وبالتالي تعمل على اضعاف هيكل المادة الامر الذي يؤدي إلى نقصان مقاومتها للانضغاط.

تم عمل علاقة رياضية بين الليونة القياسية ومقاومة الانضغاط للجص باستخدام البرامج الاحصائية حيث كانت العلاقة خطية وكان معامل الارتباط لها قليل وهو (0.395) والذي يؤكد على عدم وجود علاقة او كونها ضعيفة ويمكن التأكد من ذلك من خلال تعويض بعض القيم الفعلية في المعادلة الرياضية المستنبطة وكان الفرق بين النتائج الفعلية والمخمنة هو (15 %)؛ النتائج اعلاه تتطابق مع ماتوصل اليه سلمان و مجموعته (13) حيث تم اضافة الوان الاحمر و الاخضر بنسب (0، 2، 4،6)% الى جص باريس وتم فحص مقاومة الانضغاط و وجدوا ان نسبة 2% هي افضل نسبة للحصول على مقاومة انضغاط.




**Compressive Strength**
**Sinusoidal Fit**

$$y = 45.760366 + 3.386168 \times \cos(1.6442619 \times x - 2.6591727)$$

**Standard Error: 5.7798897**
**Correlation Coefficient: 0.3955632**

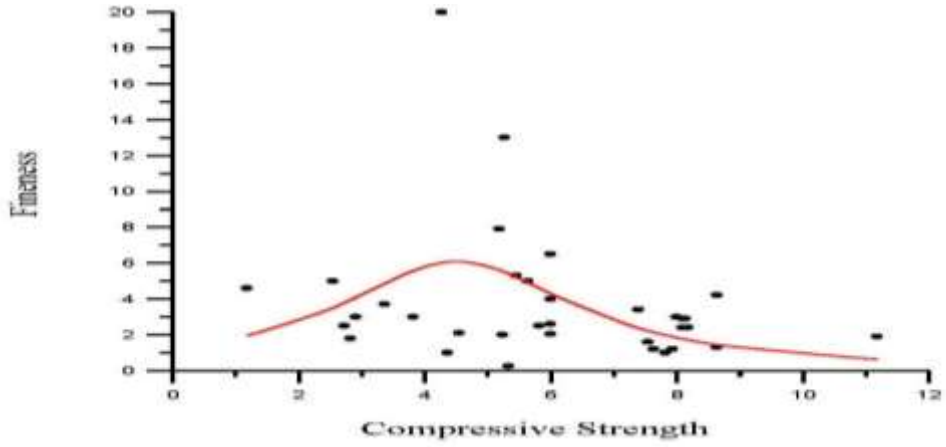
**شكل (4): العلاقة بين الليونة القياسية ومقاومة الانضغاط**

### 11.2. مقاومة الانضغاط وعلاقتها بالنعومة

الشكل (5) يمثل العلاقة ما بين مقاومة الانضغاط للجص والنعومة حيث يتضح ان كلما زادت نسبة المتبقي على غربال رقم (16) يعني ذلك قلة النعومة للجص وبالتالي زيادة نسبة المتبقي على هذا الغربال.

ان زيادة نسبة المتبقي على غربال رقم (16) يعني ان الحبيبات ذات مقاسات كبيرة (خشنة) وهذا يؤدي إلى جعل مساحتها السطحية قليلة ونتيجة لذلك تقل كميات المواد الرابطة المتكونة وهذا بدوره يقلل من مقاومة الانضغاط.

والشكل (5) يوضح وجود علاقة عكسية ما بين المتبقي على غربال رقم (16) والذي يمثل النعومة ومقاومة الانضغاط وهي علاقة ضعيفة لكون معامل الارتباط قليل ومقداره (0.366).




**Reciprocal Quadratic**

$$y = \frac{1}{0.79941988 - 0.2814235x + 0.031174159x^2}$$

**Standard Error: 3.5801739**
**Correlation Coefficient: 0.3668518**

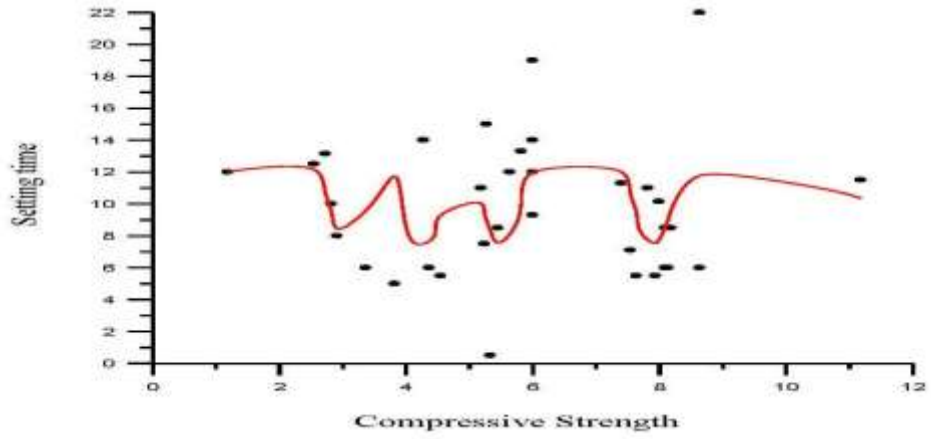
**شكل (5): العلاقة بين النعومة ومقاومة الانضغاط**

### 11.3. مقاومة الانضغاط وعلاقتها مع زمن التماسك

الشكل (6) يوضح العلاقة ما بين الوقت اللازم لتصلب عجينة الجص مع مقدار مقاومتها للإجهادات الانضغاطية. ان زيادة زمن التماسك يعني اما كبر مقاس حبيبات الجص او وجود نسبة من الشوائب فيه او الاثنين معاً.

ان زيادة نسبة المتبقي على غربال رقم (16) يعني قلة النعومة للجص المستخدم وبالتالي قلة عدد الحبيبات ذات المساحة السطحية الكبيرة المتفاعلة مع الماء الامر الذي ينعكس على قلة مقاومة العجينة المتصلبة للقوى الانضغاطية المسلطة على النماذج، وهذا يتطابق مع ما توصل اليه الباحثان عثمان و علي (14) بأن مقاومة الانضغاط تتناسب تناسبا عكسيا مع زمن التماسك و لنفس النعومة.

وكانت النتائج العملية المستحصلة مشتتة في الشكل (6) وهذا يعني وجود علاقة ضعيفة او شبه انعدامها حيث كان معامل الارتباط قليلا جداً ومقداره (0.38).



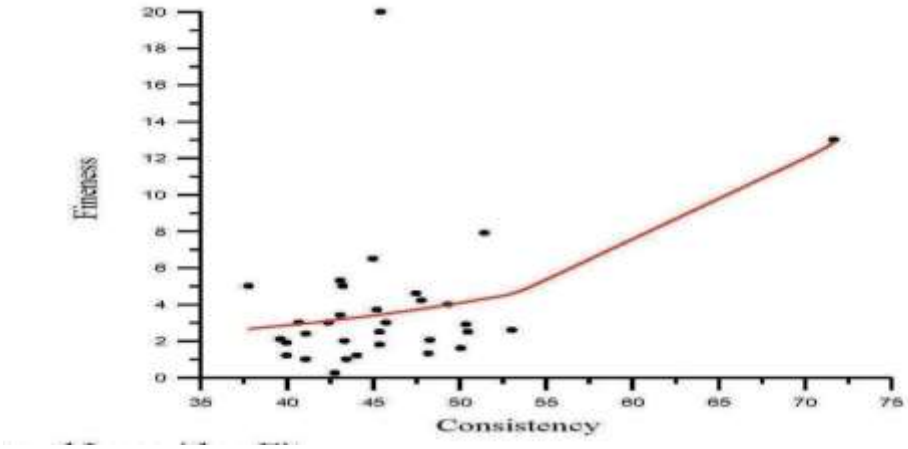

**Compressive Strength (MPa)**
**Sinusoidal Fit**

$$y = 9.8797956 + 2.3970504 \times \cos(5.2139453x - 0.38105874)$$

**Standard Error: 4.1597265**
**Correlation Coefficient: 0.3816570**

**شكل (6): العلاقة بين زمن التماسك ومقاومة الانضغاط**

### 11.4. علاقة النعومة مع الليونة القياسية




**Reciprocal Logarithm Fit**

$$y = \frac{1}{2.0624316 - 0.46457667 \ln x}$$

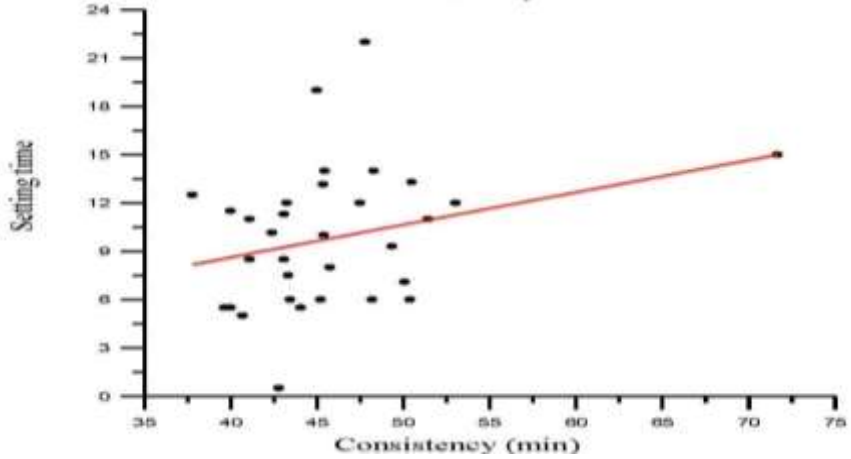
**Standard Error: 3.3903616**
**Correlation Coefficient: 0.4459569**

**شكل (7): العلاقة بين النعومة والليونة القياسية**

الشكل (7) يوضح العلاقة ما بين نسبة المتبقي على غربال (16) والذي يعتبر بمثابة النعومة والليونة القياسية والتي تعبّر عن درجة وسهولة تفاعل خليط الجص (مونة الجص) حيث كانت النقاط متجمعة ومتقاربة جداً وهناك علاقة عكسية بين المتغيرين إلا انها ضعيفة لكون معامل الارتباط لها ذو مقدار صغير جداً (0.445) حيث ان زيادة النعومة تؤدي إلى نقصان المساحات السطحية للحبيبات الموجودة ضمن كتلة محددة وبالتالي تقل الليونة القياسية.

### 11.5. العلاقة بين زمن التماسك مع الليونة القياسية

يمثل الشكل (8) علاقة الزمن اللازم لتماسك عجينة الجص مع مقدار الليونة لها حيث كلما زادت الليونة القياسية فأن ذلك سيؤدي إلى زيادة زمن التصلب وكانت العلاقة طردية بين المتغيرين وهي ضعيفة لكون معامل الارتباط قليل جداً.




**Power Fit**

$$y = 0.26051017x^{0.9486278}$$

**Standard Error: 4.1788605**

**Correlation Coefficient: 0.2833785**

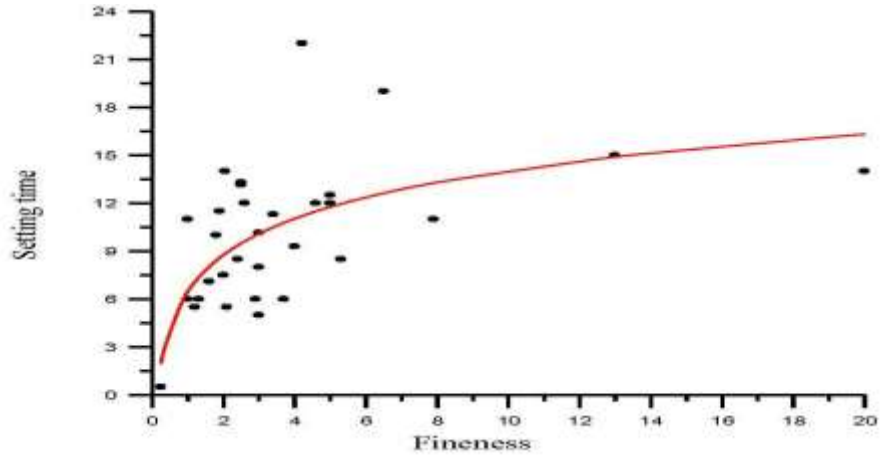
**شكل (8): العلاقة بين زمن التماسك والليونة القياسية**

### 11.6. علاقة النعومة مع زمن التماسك

يمثل الشكل رقم (9) علاقة النعومة مع زمن التماسك للجص حيث كانت العلاقة طردية وكان معامل الارتباط لها هو (0.604) وهي قيمة معتدلة مقارنة مع القيم السابقة وتدل على وجود علاقة طردية بين المتغيرين ويمكن تفسير ذلك إلى ان زيادة النعومة تعني زيادة عدد الحبيبات الناعمة ذات المساحات السطحية الكبيرة ضمن كتلة محددة من الجص وهذه تحتاج إلى زمن اطول لاكمال تفاعلاتها الامر الذي يؤدي إلى زيادة زمن التصلب.

ويرى الباحثان ان سبب عدم وجود علاقات رياضية قوية بين المتغيرات التي تم استعراضها سابقاً يعود إلى الاسباب التالية:

**أ.** اختلاف التركيب الكيمياوي للمواد الاولية المستخدمة في انتاج الجص وحتى ولو كانت من نفس المقلع.
**ب.** اختلاف نسب الشوائب ونوعيتها المتواجدة في الجص المنتج.
**ج.** قلة عدد النتائج المستخدمة في بناء النماذج الرياضية المستنبطة.
**د.** قلة او انعدام البحوث ذات الصلة لهذه الدراسة حسب علم الباحثين.
**ه.** يعتبر الباحثون ان هذا البحث هو بداية لبحوث اخرى ذات الصلة بالموضوع مع اجل الوصول إلى نتائج افضل.




Logarithm Fit

$$y = 6.4972739 + 3.2735972 \ln x$$

Standard Error: 3.4698483

Correlation Coefficient: 0.6049063

**شكل (9): العلاقة بين زمن التماسك والنعومة**

## 12. الاستنتاجات

يعتبر الجص من المواد الرابطة غير المقاومة لفعل الماء، ويحضر الجص من حرق خامات الجبسوم في افران خاصة او في افران قديمة (كور). يستخدم الجص المحلي في اعمال البياض غير النهائي او كمادة رابطة.

زمن تماسك الجص قليل ولهذا لا يمكن خلطه ميكانيكاً. وجود الشوائب في الجص تؤثر على مقاومته للانضغاط حيث انها تقل كلما زادت نسبة الشوائب منه. ومن الفحوصات في اعلاه نستنتج النقاط التالية:

1. كانت اعلى مقاومة انضغاط للنماذج المفحوصة هي 11.18 MPa وكانت الليونة القياسية لها 40 والنعومة 1.9% وزمن التماسك 11.5 دقيقة.
2. كانت قيم مقاومة الانضغاط للنماذج المفحوصة تتراوح ما بين 2.54 MPa – 11.182 باستثناء القيمة ( 1.182 MPa) وهذا يدل على ان القيمة المستحصلة مطابقة للمواصفات العراقية الخاصة بالجص رقم 28.
3. كانت قيم النعومة تتراوح ما بين 0.25-6.5 وهي مستوفية لمتطلبات المواصفة العراقية.
4. كانت قيم الليونة تتراوح ما بين 37.8-71.7% وهي قيم معقولة حيث لا توجد محددات لهذه الخاصية في المواصفات العراقية المحلية.
5. كانت قيم زمن التماسك ما بين 5-22 دقيقة باستثناء القيمة (0.5) دقيقة التي تعتبر غير معقولة علماً بأن معظم القيم تقع ضمن المدى المسموح به بموجب المواصفة العراقية والتي ورد فيها بأن يجب ان لا يقل زمن التماسك عن (5) دقائق ولا يزيد عن (15) دقيقة.
6. كانت نتائج معظم الفحوصات ناجحة وضمن الحدود التي تسمح بها المواصفات العراقية بأستثناء نتائج فحص عدد (2) التي كانت نسبتها (5.88)% من مجموع النماذج الكلية المفحوصة.

**المصادر**


**[1]** النعيمي، يعرب هاني ابراهيم، "الالواح الجصية المسلحة بالألياف السليلوزية"، رسالة ماجستير، جامعة بغداد، تموز، 2002.

**[2]** رؤوف، زين العابدين محمد والرمضاني، خيرية عبد الله وعبد الوهاب، سعد، "الجص العراقي – انتاجه وتطوير استخداماته في البناء"، المؤتمر الكيميائي العربي الحادي عشر، بغداد، تشرين الثاني، 2000.

**[3]** Chong, C.V.Y., Properties of Materials, M and E Hand Book, 1981.

**[4]** العبيدي، هديل خالد عواد، "تحسين خواص الجص باستخدام المضافات"، رسالة ماجستير، جامعة بغداد، حزيران 2010.

**[5]** الشيباني، عبد الحليم رؤوف، "تحسين مواصفات الجص العراقي باستخدام المواد المضافة"، بحث دبلوم في هندسة السيطرة النوعية على مواد البناء، الجامعة التكنولوجية، حزيران 2000.

**[6]** ليفون آرتين وساكو زهير، إنشاء المباني، الطبعة الاولى، 1983.

**[7]** المواصفة القياسية العراقية (م.ق.ع/1988/28)، الجهاز المركزي للتقييس والسيطرة النوعية.

**[8]** السهيري، عاطف محارب، انشاء المباني، 1991.

**[9]** الدواف، يوسف، انشاء المباني والمواد البنائية، الطبعة السادسة، 1982.

**[10]** حسن، رائد خالص والملا، اكرام فرعون، "تحسين خواص الجص باستخدام المضافات"، بحث دبلوم في هندسة السيطرة النوعية على مواد البناء، الجامعة التكنولوجية، تموز، 1999.

**[11]** Raouf, Z.A. and Abood, R.H. and Metti, N.A and Naji, B.T., "Structural Qualities of glass fiber Reinforced Gypsum joists", Forth Scientific Conferenced, Scientific Research Council, Vol. 4, Port 1, October, 1986.

**[12]** المواصفة القياسية العراقية (م.ق.ع/1988/27)، الجهاز المركزي للتقييس والسيطرة النوعية.

**[13]** Ali Abd Salman, Mohammed Ali Abdulrehman, and Ismail Ibrahim Marhoon, "Studying the possibility of producing self-colored plaster of Paris (POP) as an alternative to traditional paints". Measurement: Sensors, Volume 27, June 2023, 100765, https://doi.org/10.1016/j.measen.2023.100765.

**[14]** Saja K. Othman, and Abbas R. Ali, "Suitability of Dental Stone Preparation Using Local Gypsum ". Iraqi Geological Journal, 2023, 56(2B), pp.175-180.

Journal of AL-Rafidain University College for Sciences (2024); Issue 55; pp. 72-83

AL- Rafidain University College

PISSN: (1681-6870); EISSN: (2790-2293)

Journal of AL-Rafidain University College for Sciences

Available online at: https://www.jrucs.iq

JRUCS

Journal of AL-Rafidain University College for Sciences

# Correlation Between the Properties of Iraqi Juss

| Lec. Ammar A. Muttar | Assist. Prof. Dr. Osamah M.G. Al- Kerttani |
|---|---|
| haleemammar@uomustansiriyah.edu.iq | osama.mohammed@uomustansiriyah.edu.iq |
| Department of Civil Engineering-College of Engineering - Mustansiriyah University,Baghdad,Iraq | |
| **Prof. Dr. Mohammed M. Salman** | |
| mmsalman56@uomustansiriyah.edu.iq | |
| Department of Civil Engineering-College of Engineering - Mustansiriyah University,Baghdad,Iraq | |

**Article Information**

**Article History:**
Received: September, 28, 2022
Accepted: April, 21, 2024
Available Online: June, 30, 2024

**Keywords:**
Iraqi juss, Physical properties, Mechanical properties, Bonding materials.

**Correspondence:**
Lec. Ammar A. Muttar
haleemammar@uomustansiriyah.edu.iq

## Abstract

*Due to the regular availability of raw materials, local juss is regarded as the primary and significant building material in Iraq (Gypsum). Gypsum has been regarded as a renowned metal since the time of Assyrian and Egyptian. Gypsum was used by the Greeks and Romans to make statues and was also used by the Egyptians to build the pyramids. Juss was considered a bonding material because it is not resistant to water action. Juss appearance is inseparable and synchronous with the appearance of bricks. This study mechanically and physically tested the compressive strength, consistency, setting time, and fineness of the local Juss specimen from Iraq. Every examination result achieved satisfies the Iraqi Juss standard requirements. The specimen under examination has the greatest compressive strength of 11.182 MPa, consistency of 40%, fineness of 1.9%, and setting time of 11.5 minutes.*

doi: https://doi.org/10.55562/jrucs.v55i1.632