



سنة ١٤٠٩ هـ

الجزء الأول والثاني - المجلد الثامن والثلاثون

١٩٨٢

دراسة حول صيانة الاسوار والمباني الاسلامية في سامراء

صادق عبد الحميد الراوي
مركز بحوث البناء

المقدمة :

بناء على طلب المؤسسة العامة للآثار والتراث (مشروع تطوير مدينتي سامراء والمتوكلية الاثريتين) بكتابها المرقم ١٧٩ في ١٩٨٢/١/٢٦ وكتابها المرقم ٥٣٦ في ١٩٨٢/٣/١٧ فقد تم القيام بزيارة المواقع الاثرية في منطقة سامراء ، بغية الاطلاع على المباني الاثرية ، والتعرف على المواد البنائية لها . على ضوء ما تقدم تم الطلب من قسم الصيانة : ارسال عينات من مواد المباني الاثرية ، ومواد اولية متواجدة في الموقع وقد تم تجهيزنا بـ (١٤) عينة من المواد الانشائية المستعملة قديماً ، ونموذجين من المواد المتواجدة في الموقع نفسه .

كما تمت مناقشة مسؤول قسم الصيانة حول المباني التي يراد ادامتها خلال الفترة الحالية ، وقد تبينت حسب الخطة الموضوعية من قبلهم اهمية ادامة و ترميم سور عيسى ، حيث العمل جار فيه حالياً وقد اقترحت ارسال عينات ممثلة للمواد الاولية التي يراد استخدامها بغية دراستها . لتحديد نسب الخلط ، لايجاد افضل نسبة لذلك من ناحية القوة والمتانة . وقد تفضلوا بارسال نماذج من الجص والحصى ومادة من الموقع نفسه .

وتشمل هذه الدراسة تحديد مكونات المواد المرسله من الناحيتين الكيميائية والمعدنية ، باستخدام طرق تحليل مختلفة ، كذلك تحضير نماذج من هذه المواد ، ونسب خلط مختلفة بغية الوصول الى احسن الخلطات من ناحية قوة التحمل . ومقاومة الانضغاط عند الغمر في الماء . لكي يمكن الاسترشاد بها عند اجراء الترميمات والصيانة لهذه الآثار .
التجارب والنتائج :

١-المواد المستخدمة :

- أ- مواد انشائية من الجبس والركام الخشن والناعم في مباني الآثار .
- ب- مواد انشائية من جدران مباني الآثار من الطين (لبن)
- ج- الجبس (جص)
- د- ركام خشن (حصى) من نفس المنطقة
- هـ- مادة جبسية من مباني الآثار تستخدم كمادة مالئة تم غربلها في الموقع .

٢-التركيب المعدني للمواد الانشائية والمواد الاولية :

- لقد تم تعيين التركيب المعدني لمواد الصيانة موضوع دراستنا . باستخدام مجموعة عمليات تحليل حراري تفاضلي (الشكل رقم (١)) . وباستخدام جهاز الاشعة السينية وقد تبين بان المكونات المعدنية هي :
- أ - تحتوي النماذج رقم (١٣.١٢.١١.١٠.٨.٧.٥.٤.٣.٢.١) على نسبة عالية من معدن الجبس ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) ونسب مختلفة من الكربونات (CaCO_3) والكوارتز (SiO_2) بالإضافة الى معادن الطين (الكائولينات والمونتمورلونيت واللايت) جدول رقم (١) .
- ب - تحتوي النماذج رقم (١٤.٩.٦) على نسب عالية من المعادن الطينية (كاولينات . مونتمورلونيت . اللايت) بالإضافة الى الكوارتز (SiO_2) والكربونات (CaCO_3) والفلدسبار . جدول رقم (١) .

ج- المنحني رقم (١) يمثل نموذج الجص وقد بين التحليل الحراري التفاضلي احتوائه على معدن البورك ($\text{CaSO}_4 \cdot \frac{1}{2}\text{H}_2\text{O}$) والجص الالامائي (CaSO_4) مع احتوائه على كمية قليلة من الجبس ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) والمواد العضوية و قليل من الطين وحجر الكلس (CaCO_3) .

د- كما بين المنحني رقم (٢) في الشكل رقم (١) ان المادة المائنة تتكون اساساً من معدن الجبس ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) مع نسب متفاوتة من معادن الطين والمواد العضوية اضافة الى حنجر الكلس (CaCO_3)

٣-المكونات الكيميائية :

تم تعيين المكونات الكيميائية بطريقة جهاز التحليل الطيفي بالاشعة السينية والجدول رقم (٢) يبين نتائج هذا التحليل .

انظر الملحق

كما وتم تعيين النسبة المثوية للفقدان بالحرق والكبريتات بطريقة التحليل الكيميائي لإيجاد النسبة المثوية للجبس والجبس اللامائي . وكاربونات الكالسيوم والمغنيسيوم والجدول رقم (٣) يبين نتائج هذا التحليل .

٤-الاختبارات والنتائج :

على ضوء ما تقدم فقد تم عمل ٤ مكعبات ٥×٥×٥ سم لكل خلطة وفق نسب الخلط المكونة من الجص والحصى والمادة المائلة او الرمل او الطين كما وتم حرق المادة المائلة على درجة حرارة (١٥٠-٢٠٠) م لمدة ٢٤ ساعة لعمل ٤ مكعبات بنفس الأبعاد السابقة وقد اضيف الماء بنسبة ٦٠٪ بالنسبة الى الجص لكل الخلطات .

وقد تم ايجاد قوة التحمل لثلاثة مكعبات وتأثير الغمر في الماء لمدة ٢٤ ساعة على قوة تماسك النماذج . والجدول رقم (٤) يبين نسب الخلط والنتائج التي تم الحصول عليها .

وقد تم تقسيم درجة التأثير بالغمر في الماء الى اربع درجات: عديم التأثير ، بطيء التأثير ، متوسط التأثير ، سريع التأثير .

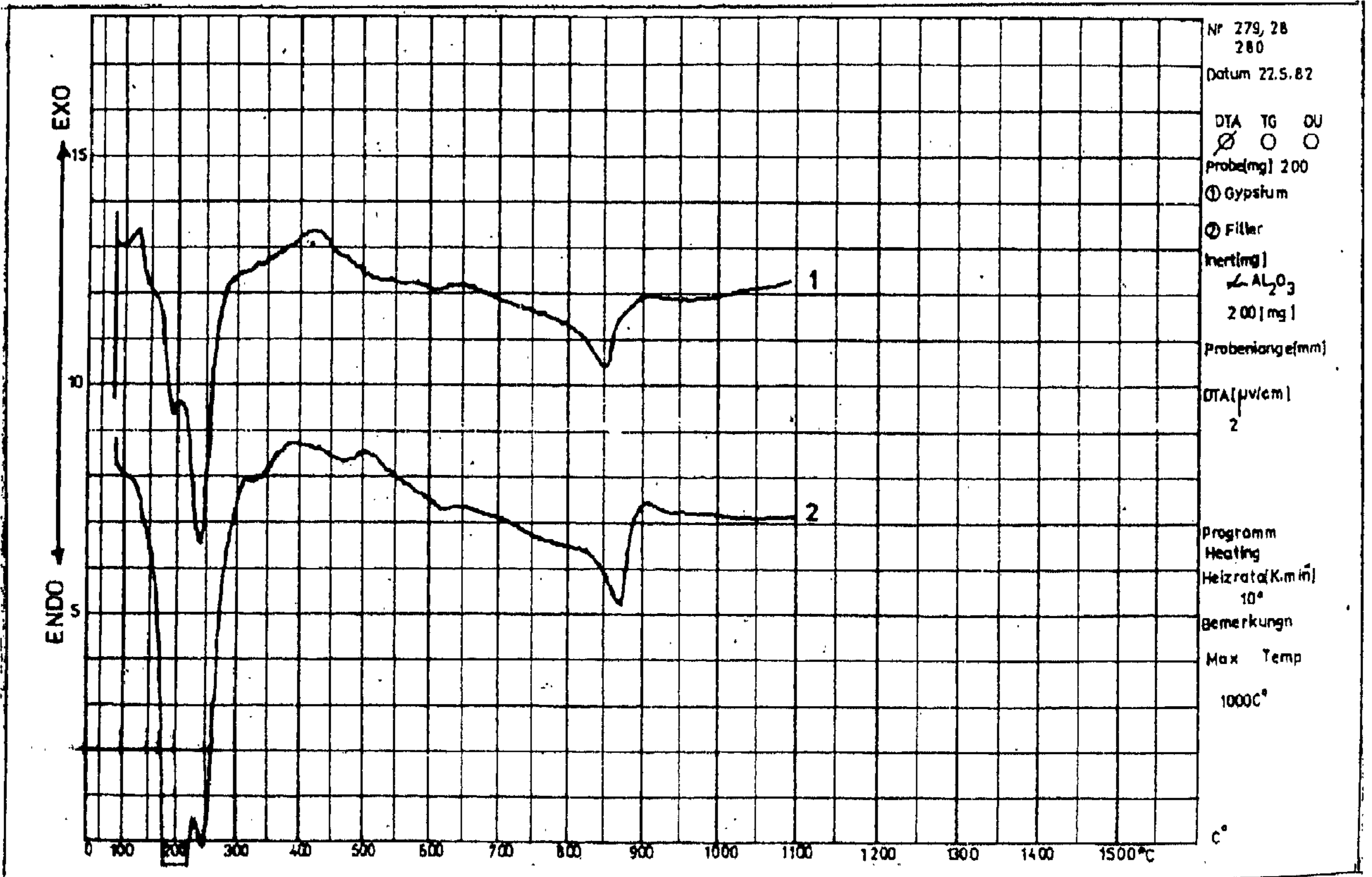
٥-مناقشة النتائج :

عند اضافة الماء الى المواد المخلوطة وفق النسب المطلوبة يتحد الماء كيميائياً مع مكونات الجص الفعال مكوناً معدن الجبس ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) الذي يتصلب خلال فترة زمنية اقل من ٢٠ دقيقة ويشتج عن ذلك جسم

متماسك يمثل الجبس المادة الرابطة التي تعمل على ربط المواد المائلة المضافة للخلطة بعد عملية التصلب تفتح القوالب لإخراج النماذج وتوضع مباشرة في فرن عند درجة حرارة ٤٥ م لمدة ٢٤ ساعة لتجفيفها ثم يجري عليها فحص قوة التحمل . وتأثير الغمر في الماء لمدة ٢٤ ساعة .

أ- مقاومة الانضغاط : يتضح من النتائج في الجدول رقم (٤) بأن مقاومة الانضغاط للخلطات ارقام (٨ . ٩ . ١٠) تتراوح بين ٧٠-٨٠ كغم/سم^٢ وهي اعلى مما يمكن الحصول عليه من خلال الخلطات موضوع الدراسة وذلك عكس الخلطات ارقام (١ . ٢ . ٣ . ٤) والتي تتراوح قوة التحمل فيها بين (٢٥ - ٤٥) كغم/سم^٢ او الخلطات ارقام (٣ . ٤ . ٥ . ٦ . ٧ . ٨ . ٩ . ١٠) فكانت متوسطة المستوى من حيث مقاومة الانضغاط . حيث تراوحت بين (٥٠ - ٦٢) كغم/سم^٢ ويعزى ارتفاع قوة التحمل في الخلطات المجموعة الاولى الى عدم وجود المادة المائلة التي يبينها التحليل المعدني بانها تتكون اساساً من الجص المائي والطين وهي مواد تتميز بانخفاض قوة تماسكها تحت الظروف التي اجريت عليها التجارب . اما في المجموعتين الثانية والثالثة فقد انخفضت معدل قوة التحمل بصورة موازية لزيادة نسبة المادة المائلة في الخلطات .

ب- تأثير الغمر في الماء : في الجدول رقم (٤) يبين بان تأثير النماذج عند الغمر في الماء يأتي موازياً مع زيادة او نقصان معدل قوة التحمل . اي تزداد مقاومة النماذج بالغمر بزيادة قوة التحمل والعكس صحيح . ويقل المعدل بانخفاض معدل القوة . ويمكن ان يعزى ذلك ايضا لزيادة نسبة المادة المائلة التي ليس لها القدرة على التماسك عند الغمر في الماء



شكل رقم (١) منحنيات التحليل الحراري التفاضلي لنموذجي الجص والمادة المائلة

جدول رقم (١) بين المركبات المعدنية للنماذج المرسلة

رقم النموذج	المعادن الطينية						معادن أخرى	
	مونت موريلونايت	الإلايت	كازولينات	جيس	كوارتز	فلدسبار	كلسايت	دولومايت
١	-	-	-	+	-	-	+	-
٢	+	+	+	+	+	+	+	-
٣	+	+	+	+	-	+	+	+
٤	+	+	+	-	+	+	-	-
٥	+	+	+	+	+	+	+	-
٦	+	+	+	-	+	+	+	-
٧	+	+	+	+	+	-	+	-
٨	-	+	-	+	+	+	+	-
٩	+	+	+	-	+	+	+	-
١٠	+	+	+	+	+	+	+	-
١١	+	+	+	+	+	+	-	-
١٢	+	+	-	+	+	+	+	+
١٣	-	+	-	+	+	+	+	-
١٤	+	+	+	-	+	+	+	-
١٥	-	+	-	+	-	-	+	-
١٦	-	+	-	+	-	-	+	-

جدول رقم (٢) بين التحليل الكيميائي للنماذج المرسلة

رقم النموذج	المكونات الكيميائية								الفقدان في الوزن
	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	SO ₃	
١	١١ ر ١	١ ر ٨	١ ر ٣٧	٣٣ ر ٩	٣ ر ٣	٠ ر ٨٣	٠ ر ٢٦		
٢	٢٥ ر ٩	٥ ر ٣	٣ ر ٥٨	٢٠ ر ٧٥	٣ ر ٤	١ ر ٢٥	٠ ر ٦٦		
٣	٢٢ ر ٦	٤ ر ٣	٢ ر ٨٨	٢٣ ر ٧	٢ ر ٦	١ ر ٨	٠ ر ٥٧		
٤	٣٤ ر ٢	٨ ر ١١	٤ ر ٦١	١٩ ر ٤	٣ ر ٧	٠ ر ٠٨	٠ ر ٩٣		
٥	٣٣ ر ٧١	٦ ر ٢٨	٤ ر ٠٢	١٩ ر ٨	٣ ر ٥	٠ ر ٨٨	٠ ر ٧٨		
٦	٤٦ ر ٩٣	١٠ ر ٨	٦ ر ٣٩	١٤ ر ٦	٤ ر ٦	٠ ر ١٩	١ ر ٢٥	٠ ر ٧٢	١٤ ر ٢٦
٧	٢٥ ر ٠٩	٤ ر ٦	٢ ر ٩٩	٢٢ ر ٥	٣ ر -	٠ ر ٠٨	٠ ر ٥٦		
٨	٢٥ ر ٠	٥ ر -	٣ ر ٠٨	٢٠ ر ٤	٢ ر ٩١	٠ ر ٠٨	٠ ر ٥٩		
٩	٤٧ ر ٤	٩ ر ٦	٦ ر ١٩	١٥ ر ١٨	٤ ر ٨٤	٠ ر ٥٦	١ ر ٢	٢ ر ٢٤	١٤ ر ٧٥
١٠	٢٩ ر ٨٤	٦ ر ٥	٣ ر ٨٦	٢٠ ر ٥٥	٣ ر ٢	٠ ر ١٨	٠ ر ٧٧		
١١	١٣ ر ٦٤	٢ ر ٢	١ ر ٦٧	٢١ ر ١	١ ر ٩٩	أقل	٠ ر ٣٤		
١٢	٢٩ ر ٦١	٦ ر -	٣ ر ٥٥	٢٥ ر ٣	٣ ر ١١	من	٠ ر ٦٧		
١٣	١٦ ر ٧٧	٢ ر ٩	٤ ر ٠٨	٢٢ ر ٦٩	٢ ر ٤	٠ ر ٠٨	٠ ر ٤٤		
١٤	٤٢ ر ٩٣	١٠ ر ٥٤	٦ ر ٠٧	١٦ ر ٢٣	٥ ر ١		١ ر ٤٦	١ ر ٥٦	١٥ ر ٦٩
١٥	٢٩ ر ١	١٠ ر ٥	٣ ر ٥٤	٢٠ ر ٦٨	٣ ر ١		٠ ر ٦٨		
١٦	١٧ ر ٥٩	٥ ر ٤	٢ ر ٣٢	٢٣ ر ٨	٢ ر ٤٥		٠ ر ٤٦		

جدول رقم (٣) المكونات المعدنية للنماذج المرسله

المكونات المعدنية						
رقم النموذج	الجبس	الجبس اللامائي	اوكسيد السليكون	اوكسيد الحديد والالمنيوم	كاربونات الكالسيوم	كاربونات المغنسيوم
١	٣١ر١٧	٠ر٠٧	١١ر١١	٣ر١٧	٤١ر٩٨	٩ ر ٦
٢	٥٠ر٩٣	٦ ر ٦	٢٥ر٠٩	٨ر٨٨	٢ر٥٦	١ ر ٦
٣	٤٢ر٤٢	١٠ر٣٧	٢٢ ر ٦	٧ر١٨	١٠ر٠١	٥ر٤٤
٤	٢٢ر٢٥	٠ر١٥	٣٤ ر ٢	١٢ر٧١	٢٠ ر ٩	٧ر٤٧
٥	٣٦ر٨٨	١ر١٦	٣٣ر٧١	١٠ ر ٣	١٣ر٠٥	٧ر٠٧
٧	٥١ر٢٦	١ر٢١	٢٥ر٠٩	٥ر٥٩	٩ر٤٦	٦ر٠٦
٨	٥٥ ر ٩	٠ر٠٢	٢٥ر٠٠	٨ر٠٨	٣ر٢٥	٥ر٨٨
١٠	٢٩ر٢٢	٠ر٢٧	٢٩ر٨٤	١٠ر٣٦	١٣ر٦٩	٦ر٤٦
١١	٤٥ر٤٩	٨ر٣٣	١٣ر٦١	٣ر٩٧	١ر٣٢	٤ر٠١
١٢	٣١ر٨٢	٨ر١٧	٢٩ر٦١	٩ر٥٥	١٢ر٤٦	٦ر٢٨
١٣	٦٣ر٩٨	٤ر٦٩	١٦ر٧٧	٤ر٩٨	٠ر٠٢	٤ر١٦
١٥	٤٥ر٦٧	٠ر٥٣	٢٩ ر ٠	١٤ر٠٤	٩ر٩١	٦ر٢٦
١٦	٦١ر٠١	٤ر٠٣	١٧ر٥٩	٧ر٧٢	٤ر٢٣	٤ر٩٤

جدول رقم (٤) يبين نسب المكونات وقوة التحمل وتأثير الغمر في الماء لمدة ٢٤ ساعة

مكونات الخلطة						
رقم الخلطة	جص	حصى	مادة مالئة	رمل	ترية	قوة التحمل كغم / سم ^٢
١	١	٢	١	—	—	٣ ر ٣٤
٢	١	١	٢	—	—	٤ ر ٢٩
٣	١	١	١	—	—	١٠ر٥١
٤	٢	١	١	—	—	٢٠ر٥٩
٥	٣	١	١	—	—	١٠ر٦٢
٦	٣	١	٢	—	—	٩٠ر٤٣
٧	٣	٢	١	—	—	١ ر ٥٣
٨	١	٢	—	—	—	٦ ر ٧٠
٩	١	—	—	—	—	٢ ر ١١٠
١٠	٢	١	—	١	—	٦ ر ٨١
١١	٣	١	٥ ر ٠	٥ ر ١	—	٩ ر ٥٩
١٢	٣	١	١١	١	—	٢ ر ٥٣
١٣	٤	١	٥ ر ١	٥ ر ١	—	٧ ر ٥٢
١٤	٤	٢	—	١	١	٩ ر ٤٤
متوسط التأثير						

التوصيات :

- ٣- نقطة رقم (١) الشارع الاعظم عينة من الجدران الداخلية غرفة قرب الحمام
- ٤- نقطة رقم (٢) الشارع الاعظم عينة من جدران داخلية
- ٥- سور عيسى الجزء الاسفل
- ٦- عينة تراب من منطقة ارض مجاورة الى تل العليج القشرة الارضية
- ٧- خليط عينة من بناء الجزء الاعلى من سور اشناس
- ٨- الجزء الاسفل من الجدار الداخلي لسور اشناس
- ٩- نقطة رقم (٢) الشارع الاعظم لبنة من احد الجدران الداخلية الوحدة البنائية الرابعة الحجرة رقم (١٦)
- ١٠- نقطة رقم (٢) الشارع الاعظم بياض الجدران الداخلية
- ١١- نقطة رقم (٢) الشارع الاعظم عينة من جدار الساحة المركزية
- ١٢- سور عيسى الجزء الاعلى ابتداء من ارتفاع ٢م فوق مستوى الارض
- ١٣- قطع جصية رابطة في السور الشمالي لقصر الخليفة
- ١٤- لبنة من السور الشمالي لقصر الخليفة
- ١٥- عينة من الجزء الاسفل من سور اشناس
- ١٦- نموذج من جدار قصر الخليفة خلف السور الشمالي

بغداد / ١٩٨٢

- بناء على ماتقدم نوصي بما يلي :
- ١- يمكن استخدام الخلطات رقم (١٠.٩.٨) للحصول على احسن النتائج
 - ٢- يمكن استخدام الخلطات رقم (١١.٧.٥.٤)
 - ٣- يمكن استخدام الخلطات رقم (١٤.١٣.١٢.٣)
 - ٤- لانوصي باستخدام الخلطات رقم (٦.٢.١) وذلك للأسباب التي تم ذكرها سابقا فقرة في حالة تطبيق توصية رقم (١) بعد دراسة جدواها الاقتصادية . يمكن اضافة مادة ملونة بنسبة قليلة لتكون متجانسة مع لون الجدار الاصلي . ونقترح استخدام حجر الكلس المعجون لهذا الغرض وينسب مدروسة . اما اذا اريد استخدام المادة المائلة فيمكن ذلك بعد اعادة تنشيطها . وذلك بواسطة تسخينها عند درجة حرارة تتراوح بين ١٥٠-٢٠٠م

ملحق يبين ارقام النماذج ومواقعها

- ١- نقطة رقم (٢) الشارع الاعظم غطاء ارضية وجدران الحجرة رقم (٢٠)
- ٢- نموذج من جدار خندق محفور من قبل الزراعة في منطقة قصر الخليفة

