Grouting of soil Decreases the Engineering problems by changin the Water table of Al-Abbas Holy Shrine

أعمال حقن التربة تقلل من المشاكل الهندسية لتغير مناسيب المياه الجوفية في العتبة العباسية المقدسة

د.عمار جاسم محمد الخفاجي
جامعة كربلاء /كلية العلوم
عضو مجلس
مركز الكفيل للدراسات والبحوث والاستشارات الهندسية
في العتبة العباسية المقدسة
القي البحث في المؤتمر البيئي الاول لكلية العلوم في جامعة كربلاء عام 2011

الملخص

ارتفاع مناسيب المياه الجوفية في السرداب الذي يضم قبر ابي الفضل العباس عليه السلام في عقد التسعينيات من القرن الماضي.

تم اعتماد نتائج المسوح الجيوفيزيائية والحفر لرسالة الدكتوراه المقدمة من قبل الباحث عام (2010) والتي حددت فيها مواقع الفجوات وانطق الضعف التحت سطحية وتحت أسس السور الخارجي للصحن والحرم الطاهر في العتبة العباسية المطهرة في إعداد برنامج حقن التربة حول الحرم الطاهر والسور الخارجي داخل الصحن الشريف ، وبلغت كميات الاسمنت المقاوم للأملاح المحقونة أكثر من (1146) طن وحجم المادة المضافة المسرعة للتصلب (12657) لتر وبلغ عدد الآبار المحفورة والمحقونة إلى (179) بئر ولعمق لم يتجاوز (9)متر من سطح الأرض .ولم تحصل أية مشاكل تذكر من جراء الحقن. وقد كان منسوب المياه الجوفية في منطقة الدراسة في عام 2008 قبل الحقن (29,44)متر فوق مستوى سطح البحر وأصبح (28,69) متر في عام 2011.

Abstract

The water table was increasing in the subsoil of Al-Abbas holy Shrine during 1990, Al-Khafaji in 2010 determined from In-situ information, boring, drilling, sampling, and geophysical survey (such as seismic cross hole and GPR surveys) the spreading excavation and weak zones phenomena underground surface within the soil of study area, and he recommended to improve the geotechnical properties (Rigidity, stiffness, . . etc) of the subsoil underneath the foundation, grouting techniques with special precautions should be taken to ensure that these soft soils are not disturbed during grouting operations and must be sure that the depth of grouting don't crossing the clay layer, borehole not exceed (9)m. for the present site. The total amount of cement material(Portland cement) where injected to more than (1146)ton and mixed with suitable chemical material (Interplast HE50) reach's to (12657)litters through (179) boreholes. According to mixed design cement, water and interplast HE50 make. The water table is (29.44)m. depth above sea level(S.L) before grouting in 2008 and become (28.69)m after it in 2011.

المقدمة Introduction

من الآراء حول أصل كلمة كربلاء ومعناها ألأرض الرخوة .وتعني التقرب للرب ،وتعني الحياة لذلك تكون كربلاء مدينة إنقاذ الحياة ، وضمن معانيها الأخرى تعني (الأمان) على وفق اللغات العراقية القديمة لذلك يعني الاحتمال الأخير إن اسم كربلاء يعني بلد الأمان. اكتسبت مدينة كربلاء أهمية كبيرة لدى المسلمين بسبب وجود مرقد الإمام الحسين بن علي بن أبي طالب(ع) ومرقد أخيه العباس(ع) وقبور أصحابه الذين استشهدوا معهم في واقعة الطف عام 61هـ/ 680م. (اللوحة1)، وللمرقد تسعة مداخل تؤدي إلى داخل الصحن موزعة ..ويتوسط الصحن تقريباً حرم العباس(ع)وبناء المرقد متين مشيد بالطابوق والجص [1].لمرقد العباس(ع) سور مستطيل ضخم لا تنتهي أركانه بزوايا قائمة ،أضلاعه مستقيمة عدا الضلع الجنوبي إذ يشكل جدار السور فيه شكلا منحنيا.

اللوحة(1): العتبة العباسية المقدسة

إن تاريخ بناء مرقد العباس يكتنفه الكثير من الغموض لندرة المعلومات التاريخية عنه بشكل عام. إن أقدم إشارة تاريخية جاءت على ذكر صحن مرقد العباس(ع) تعود إلى عام 1032هـ/1622م.وفي عام 1302هـ/1884م بإنشاء الأركان الأربعة للطابق العلوي المطلة على الصحن.وفي عام 1306هـ / 1888م بإعادة بناء السقيفة بالخشب الصاج والزان.يحيط حرم مرقد العباس من جهاته الأربعة صحن ذو شكل مربع.إذ إن أقدم إشارة تاريخية وردت حول مئذنتي المرقد جاءت عام 1221هـ/1806م ،إن أول أشارة تاريخية ذكرت عمارة قبة سيدنا العباس(ع) جاءت في عام (1032هـ /1622م) بتزيين قبة مرقد العباس(ع) بالبلاطات الخزفية وهو ما يؤكد وجود القبة قبل تلك الفترة [2].تقع قبة مرقد العباس وسط الحرم فوق مساحة مربعة تستند على أربع أكتاف ضخمة بشكل الحرف (L). ان ارتفاع مناسيب المياه الجوفية في السرداب الذي يضم قبر ابي الفضل العباس عليه السلام في عقد التسعينيات من القرن الماضي أثارت المخاوف على هذا الصرح الديني والتاريخي الكبير من الانهيار. أن هذه الدراسة البحثية توضح نتائجها بالتوصل إلى انخفاض مناسيب هذه المياه في موقع الدراسة [3]،[4]،[5].

فقد بدأت العديد من المشاكل الإنشائية في الظهور للعيان مثل تشقق وهبوط الأبنية settlement وتخسف الطرق وانتفاخها والتكسر في القباب والجدران (اللوحة 1،2،3) لذا أصبح من الضروري جدا إعطاء كل الاهتمام للدراسات التي تتناول العوامل التي تؤثر على إقامة المشاريع الهندسية من النواحي التصميمية والتنفيذية وكذلك العوامل التي تساعد على الحفاظ على ديمومة المشاريع والمنشات الهندسية المقامة وتعتبر التربة soil من أهم هذه العوامل التي تكتسب الأولوية في مثل هذه الدراسات . كان لابد من المعالجة للتربة من خلال ملا الفجوات ومناطق الضعف فيها لتحسين المواصفات الهندسية للتربة قبل القيام بمشروع التسقيف الهندسي من خلال تنفيذ مشروع حقن التربة للعتبة العباسية المقدسة [4].

اللوحة 2
تشقق في جدار السور الخارجي
باب الإمام موسى الكاظم (ع)

اللوحة3
التشققات في الجدار الخارجي
قرب باب المضيف

اللوحة 4
تشققات في القبة عند باب
الإمام موسى الكاظم (ع)

موقع الدراسة Location of study area

تقع مدينة كربلاء غربي الفرات وضمن منطقة السهل الرسوبي Mesopotamian Zone ،وفيها قبر الامام الحسين بن علي عليهما السلام .

أما موقع المدينة الحالي فهي تقع إلى الجنوب الغربي من مدينة بغداد بمسافة (105كم) أما بالنسبة إلى موقعها الفلكي فتقع على دائرتي عرض (37، 32 شمالا) وخط طول (01، 45 شرقا) إن لهذا الموقع أهمية حيوية بالنسبة إلى نشأة المدينة ونموها إذ لا يمكن أن تتطور أي مدينة حضارياً وعمرانياً واقتصاديا من دون أن يتوفر لها موقع متميز، فالموقع يمثل مركزية المدينة وعلاقاتها بالمناطق المجاورة التي تقع خارج حدودها المعمورة . الشكل (1). إن لصفات مدينة كربلاء الطبيعية وموقعها الجغرافي

اثر في جعلها موطناً قديماً للإنسان وحضارته وظهور المستقرات البشرية فيها منذ وقت مبكر [2] .

الشكل(1): خارطة العراق موضح عليها موقع الدراسة(Al-Khafaji,2010)

العمل الحقلي Field Work

تضمن العمل في هذه المرحلة إعداد برنامج الحقن وفق نتائج المسوح الجيوفيزيائية والجيوتكنيكية التي تضمنتها رسالة الدكتوراه للباحث(Al-Khafaji,2010) [4] والتي حددت من خلالها مواقع الفجوات وانطق الضعف وأعماقها التحت سطحية لتربة العتبة العباسية المقدسة وقد اتصف برنامج الحقن بما يلي :

1. إعداد مخطط العتبة المطهرة حدد عليه شبكة من الآبار تمتد بموازاة للسور الخارجي للصحن من الداخل وحول الحرم الطاهر ،بلغ قطر هذه الآبار (3 أنج) ولغاية العمق (9)متر،وبمسافة بينية (5)متر بين كل بئرين متجاورين. الشكل (2).
2. تبطين الآبار بأنابيب بلاستيكية ذات الضغط العالي (PVC) وتشريح الأمتار الخمسة الأخيرة من هذه الأنابيب.
3. تحديد نوع المادة المضافة المسرعة للتصلب .
4. التأكيد على ضرورة التحديث لبرنامج الحقن وفق متطلبات العمل والمراقبة المستمرة عند تنفيذ البرنامج وتقييم النتائج اليومية لأعمال الحقن.

وقد أجريت أعمال الحقن ضمن مرحلتين هما المرحلة التجريبية التي مثلت الفترة من 2009/6/24 ولغاية 2009/7/19 وشمل النطاق المحدد للحقن التجريبي منطقة المضيف وباب الإمام موسى الكاظم (ع) ولغاية باب الإمام صاحب الزمان (ع) وبلغ عدد الآبار التي حقنت في هذه المرحلة (7)آبار قطر كل بئر (3) انج والمسافة بين بئر وآخر (5)متر وقد استخدمت عدة خلطات بالنسب التالية :

ت	نسب الخلط			الملاحظات
	اسمنت (كغم)	ماء (لتر)	مادة مضافة (لتر)	1. تم تجربة نوعين من المواد المضافة في هذه الخلطات وكل نوع على استخدم على حدة .
1	400	150	8	2. كمية الماء تراوحت في هذه الخلطات مابين (120 -150) لتر.
2	400	150	7	
3	400	150	5	
4	350	150	4.4	

وبلغت كمية الاسمنت المحقون في هذه المرحلة (64.800)طن والمادة المضافة (600)لتر نوع (Interplst –HE50) و(323) لتر نوع (Sika Rabid) .

اللوحة 5
اعمال الحفر لابار الحقن داخل الصحن الشريف قرب باب الامام موسى الكاظم(ع)

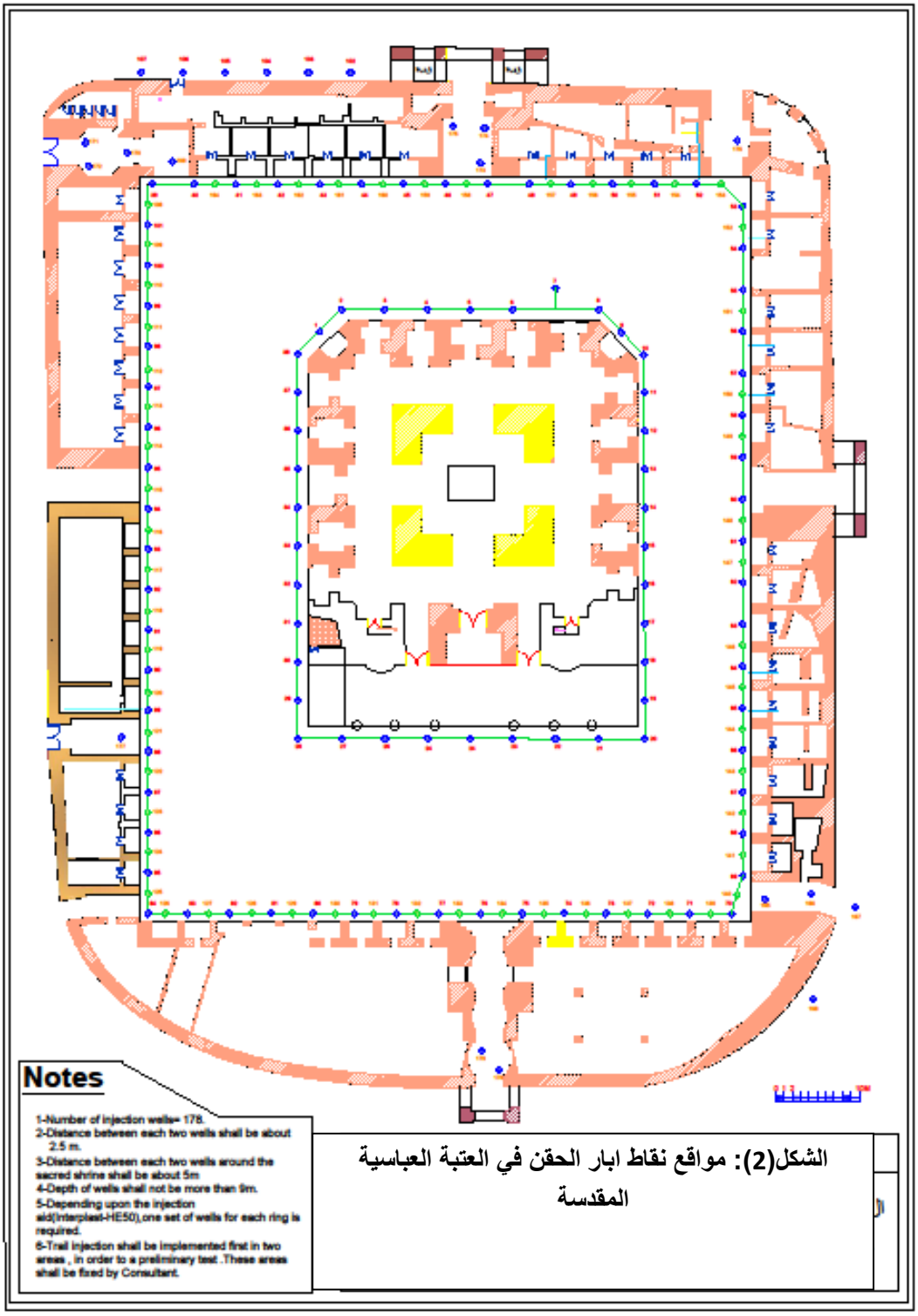
اللوحة 6
الحاقنة والمادة المضافة Interplast HE50

اللوحة 7
خرطوم الحقن اثناء عملية الحقن لاحد ابار الجناح الغربي داخل الصحن الشريف

الجدول(1): المعلومات الفنية لأعمال الحقن لعدد من الآبار في صحن العتبة العباسية المقدسة (تقرير غير منشور)

الامانة العامة للعتبة العباسية المقدسة — مشروع حقن التربة — 2009 / 7 / 18

رقم البئر	عمق الحفر (متر)	وقت الشروع			وقت الختام			الوقت الكلي للعمل		الكميات (كغم)		الضغط (بار)		الملاحظات
		دقيقة	ساعة	التاريخ	دقيقة	ساعة	التاريخ	دقيقة	ساعة	الاسمنت	مضافات	البداية	الختام	
39	9	30	8 صباحا	7/14	30	8 مساءا	7/14	00	11	13400	194 HE50	0.0	5	1. العمل متواصل خلال 24ساعة.
40	9	00	10 ليلا	7/14	15	4 صباحا	7/15	15	6	7600	104 HE50	0.0	5	2. تم اعتماد الخلطة موقعي.
41	9	15	4 صباحا	7/15	30	4 مساءا	7/15	15	12	15200	232 HE50	0.0	5	3. تم اخذ نماذج من الخلطة على شكل مكعبات من قبل مختبر كربلاء الإنشائي لغرض الفحص ألمختبري.
100	9	00	7 مساءا	7/15	15	3 صباحا	7/16	15	8	9200	70 HE50+68 Rabid	0.0	5	4. تم حقن كمية 350 كغم من مادة الاسمنت فقط في البئر 39 في بداية العمل كتجربة أولية.
99	9	30	3 صباحا	7/16	00	3 عصرا	7/16	30	12	10800	135 Rabid	0.0	5	
101	9	30	5 مساءا	7/18	50	7 مساءا	7/18	20	2	4000	60 Rabid	0.0	5	5. البئر 42 لم يستقبل الحقن لامتلائه بمواد الحقن من خلال حقن الآبار الأخرى.
44	9	50	8 مساءا	7/18	30	2 صباحا	7/19	40	5	5600	60 Rabid	0.0	5	
المجموع	63	--	--	--	--	--	--	15	59	65800	600 HE50 +323 Rabid	--	--	



الشكل(2): مواقع نقاط ابار الحقن في العتبة العباسية المقدسة

المناقشة Discussion

لقد بينت العديد من الدراسات في مجالات تحريات التربة والهيدروجيولوجية التي نفذت حول حرم أبي الفضل العباس (عليه السلام) من قبل العديد من المراكز العلمية البحثية ورسائل الماجستير والدكتوراه الجامعية حول الحائر العباسي في عقد التسعينيات من القرن الماضي خاصة بعد ارتفاع مناسيب المياه الجوفية في السرداب الذي يضم قبر أبي الفضل العباس عليه السلام ونتيجة للتذبذب في هذه المناسيب بسبب السحب المستمر (Dewatering)كحالة طبيعية رافقت أعمال البناء والأعمار في تلك الفترة للمناطق المجاورة للحائر العباسي مما ساعد ذلك على انتشار التكهفات في التربة تحت سطح الأرض وخاصة في التربة للمرقد الشريف.وقد أوضحت نتائج الدراسات أن أسباب ارتفاع مناسيب المياه الجوفية في يعود إلى النضح والتسرب في شبكات مياه الإسالة والتصريف لمياه الأمطار والصرف الصحي خاصة كما وان هذه الشبكات قديمة ولم يحصل عليها التجديد والتطوير ،وقد أوصت بعض الدراسات الى ضرورة القيام بأعمال الحقن للتربة لملا الفجوات المنتشرة فيها خاصة في منطقة حول الصحن الشريف .

أن التربة في الموقع مقسمة إلى أربعة طبقات تتمثل بـ :

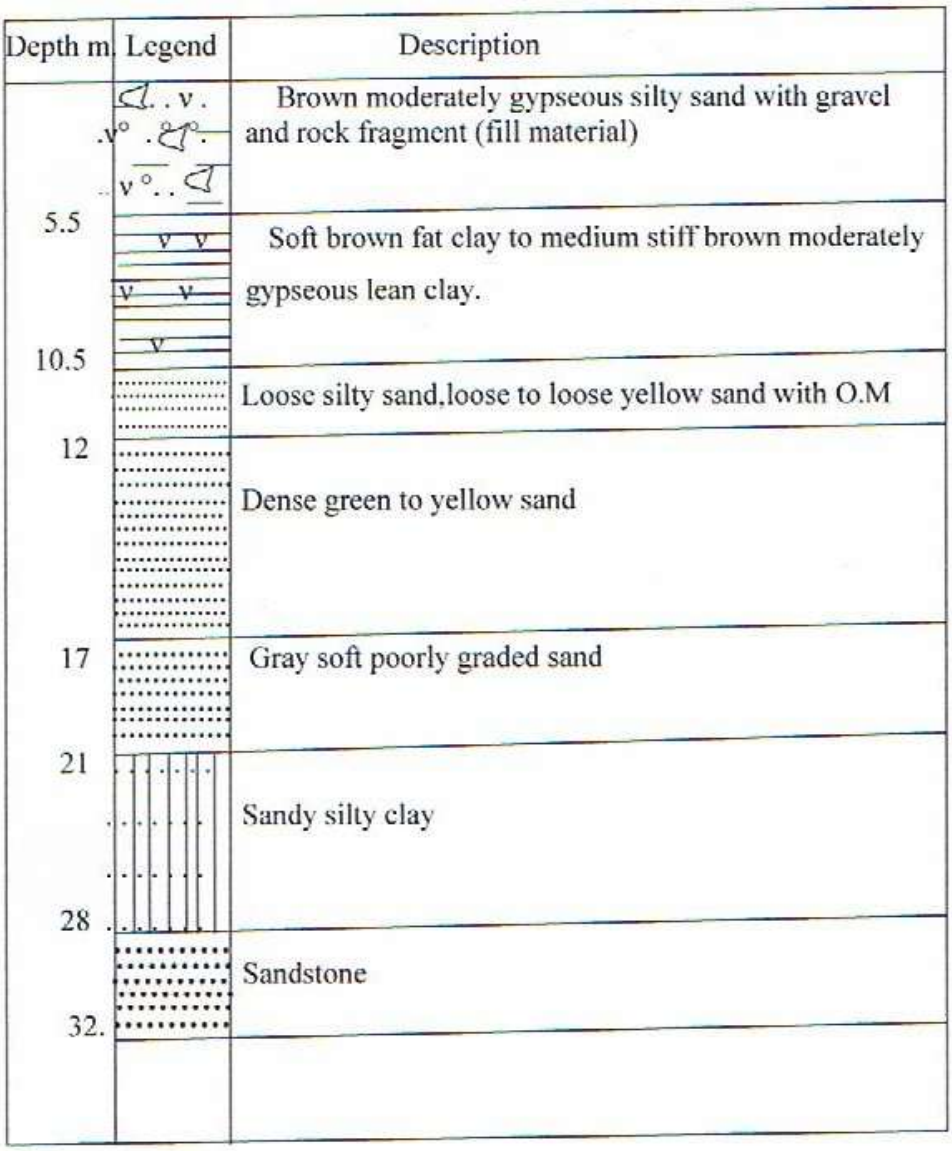
- طبقة الكونكريت تبدأ من سطح الأرض ولغاية (0.8) متر،تليها (2) طبقة الاملائيات (الدفن) تصل إلى عمق 5 متر ،ثم تعقبها (3) طبقة طينية يصل سمكها إلى 5.5 متر وتمتد إلى عمق (10.5)متر ،وتنتشر التكهفات وأماكن الضعف ضمن طبقة الاملائيات والطين وحددت مواقعها مع العمق من قبل الباحث.

بالإضافة إلى ذلك بينت كل من (Al-Khafaji,2010) والجمعية العلمية العراقية للموارد المائية عام(1999)إلى وجود خزانين للمياه الجوفية تكون الطبقة الطينية العازلة بينهما ويعودان إلى مصدرين مختلفين للمياه ،يعود مصدر المياه في الخزان الأول الغير المحصور إلى النضوحات من شبكة مياه الإسالة والصرف الصحي ومياه الأمطار التي تغذي هذا الخزان والواقع فوق الطبقة الطينية وبلغ منسوب المياه الجوفية (water table)(1.5) مترأي (29,44)متر فوق مستوى سطح البحر. أما المصدر الثاني للمياه التي يتغذى منها الخزان الثاني شبه المحصور للمياه الجوفية (confined or semi confined aquifer) الذي يقع تحت الطبقة الطينية والذي حدد بنطاق ضعيف هش ضمن طبقة الرمل كطبقة واطئة السرعة الزلزالية (LVL) يكون خارج المدينة ،ويصل منسوب الماء فيه إلى (10.36) متر أي (20.64) متر فوق مستوى سطح البحر[3]، [4] .

وبموجب ذلك كانت الضرورة إلى وجود مادة كعامل مساعد يسرع من عملية التصلب لخلطة الحقن تحت التربة أثناء تواجدها ضمن ظروف تربة مشبعة مع حركة للمياه الجوفية لذلك استخدم نوعين من المواد المضافة هما (Inter plast HE50) و(Sika Rabid) وبناءا على نتائج الفحص المختبري لفحص الانضغاط الذي اجري على الخلطات بعد تصلبها بوجود المادة المضافة . وبلغ معدل قيمة مقاومة الانضغاط لثلاث نماذج بعمر ثلاث أيام (21,5) نيوتن/ملم^2 للخلطة التي استخدم فيها مادة (Inter plast HE50) و(Sika Rabid) بينما بلغ معدل قيمة مقاومة لانضغاط يعمر سبعة أيام (39) و(42) نيوتن/ملم^2 على التوالي للمادتين المذكورة آنفا. علما بان النمذجة والفحص أنجز من قبل كوادر مختبر كربلاء الإنشائي . وبناءا على هذه النتائج تم اعتماد المادة (Interplast HE50) كمادة مضافة إلى خلطة الحقن الاسمنتية لإتمام أعمال الحقن للتربة،نظرا لما تمتلكه هذه المادة من مواصفات جيده من الوقت السريع للتصلب والمقاومة وعزل الماء عن المونة.وتم اعداد برنامج الحقن والذي امتاز بالتغير والتجديد حسب متطلبات العمل الموقعي ،و تم اعتماد خلطة الحقن بنسب :

اسمنت 400كغم ماء 150 لتر مادة مضافة 4,5 لتر وبناءا على متطلبات العمل وخصوصية الموقع وخاصة حول الحرم تم اعتماد المسافة بين بئر وآخر 2,5 متر والضغط لا يتجاوز القيمة مابين (2,5 -3)بار وأحيانا اقل من هذه القيمة كذلك أن الخلطة تم تقليل المادة المضافة بالتدريج إلى أن وصلت إلى 2 لتر .وقد بدا الحقن للجناح الشمالي ثم الجناح الشرقي ويليه الغربي ثم الجانب الشمالي والشرقي والغربي ومن ثم الجنوبي للحرم الطاهر وأخيرا الجناح الجنوبي للصحن الشريف وبمسافة تبعد 1 متر عن كل جدار . وبعد ذلك تم حقن مداخل الأبواب (الكف – موسى الكاظم(ع) – محمد الجواد(ع) – والحسين(ع) – علي الهادي(ع)). وقد بلغت كميات الاسمنت المحقونة أكثر من (1146) طن .لاحقا.

-



الشكل(2): مقطع عمودي للتربة في موقع مركز كربلاء المقدسة(Al-Khafaji,2010)

الجدول(3): المعلومات الفنية النهائية لاعمال الحقن في صحن العتبة العباسية المقدسة (تقرير غير منشور)

الأمانة العامة للعتبة العباسية المقدسة مشروع حقن التربة 10 / 7 / 2010

ت	أيام العمل			كميات الاسمنت	كميات المادة المضافة (لتر) المحقونة		عدد الآبار	
	الكلي	العمل	التوقف	(طن)	Inter plast HE50	Sika Rabid	المحفورة	المحقونة
1	361	165	196	1146,250	12275	382	179	140

وفد وصل عمق الحفر لجميع الآبار الى 9 متر.ماعدا البئرين المرقمين 179,178 ا.وفد بلغ عدد الآبار المحفورة 179 بئر ، وكان اعتماد الخلطة موقعيا بالنسب التالية: اسمنت مقاوم :350كغم : ماء 125 لتر: ومادة مضافة(4.5 لتر) أما فيما يخص مناسيب المياه الجوفية فقد كان المنسوب داخل الصحن الشريف وعند الحائر العباسي في يوم (2008/8/27) من عام 2008 يصل إلى (29,44) متر عن مستوى سطح البحر قبل تنفيذ مشروع الحقن ،بينما بلغ المنسوب بعد الانتهاء منه الى(28,69) متر داخل الصحن الشريف ووصل الى (28,90)متر خارج الصحن عند الحائر أمام باب القبلة،معنى ذلك أن ملا الفجوات التحت سطحية لتربة العتبة العباسية المقدسة وإنشاء شبكة جديدة مغلقة لمياه الغسيل والأمطار داخل الصحن العباسي حدت من تغلغل المياه ضمن نطاق التربة وبنسبة عالية جعل هذا الانخفاض في المنسوب للمياه الجوفية والفرق البالغ (20)سنتيمترا مابين داخل الصحن (المنسوب الاوطا)عن خارجه (المنسوب الاعلى).

اللوحة 10
الباحث اثناء قياسه لمنسوب المياه
الجوفية داخل صحن العتبة العباسية المقدسة

اللوحة 11
نماذج التربة كما توضحها آلات الحفر(الاوكر)
للأعماق (1-9)متر

التوصيات Recommendations

بموجب المشاهدات والنتائج الموقعية والمختبرية التي أجريت في تنفيذ برنامج الحقن لمعالجة التربة والكميات النهائية للاسمنت التي حقنت وبعد الانتهاء من هذه الأعمال نوصي ما يلي:

1. ضرورة القيام بتنفيذ المرحلة ما بعد الحقن والمتضمنة إعادة المسوح الزلزالية الجسية (Crosshole) والتي نفذت في المرحلة ما قبل الحقن للوقوف على نسب التحسن التي حصلت للتربة من جراء الحقن وبيان مدى حاجة التربة إلى تنفيذ أعمال حقن ومعالجة إضافية في ما لو وجدت مناطق ضمن أعماق معينة تحتاج إلى تكرار لأعمال الحقن لكميات إضافية من الاسمنت والمادة المضافة لملا الفجوات ومناطق الضعف في التربة للأعماق التي قد تبدي نتائج المسوح الحاجة إلى حقنها مرة أخرى .
2. ضرورة القيام بالعمل الدوري لقياس مناسيب المياه الجوفية وإجراء التحاليل المختبرية لنماذج المياه لبيان مدى تأثير الحقن على المناسيب والتركيز لنسب الايونات السالبة والموجبة للعناصر والأملاح الذائبة في الماء الجوفي.

المصادر العربية References

1. البدري، السيد سامي ، علم آثار القرآن الكريم ، محاضرة القيت في ديوان الكوفة في لندن 2000م ،ص 15-18.
2. نصرالله،ميثم،مرتضى(2010).تخطيط وعمارة المراقد الدينية في مدينة كربلاء المقدسة حتى نهاية الفترة العثمانية. أطروحة دكتوراه ،كلية التربية – جامعة بغداد (غير منشورة).
3. الجمعية العلمية العراقية للموارد المائية (1998): تخفيض المناسيب للمياه الجوفية في منطقة الروضتين.(تقرير غير منشور).

المصادر الاجنبية

4. Al-Khafaji.Ammar Jasim(2010): Geophysical and Geotechnical Investigations of Soil Underneath the Foundation of Al-Abbas Holy Shrine Site in Kerbala`a Governorate. Doctor Philosophy College of Science University of Baghdad.(unpublished).
5. NCCL (1992).Geophysical investigation for Al-Abbas shrine. Report. (Un published).