العوامل المؤثرة في صنف الطابوق الآجر المصنوع من ترسبات العصر الرباعي في مناطق مختلفة من العراق

رافع زائر جاسم[1] و علي طه دبي[2]

الاستلام: 20/ 01/ 2013، القبول: 29/ 05/ 2013
الكلمات الدالة: أطيان الطابوق، المعادن الطينية، التزهر، صنف الطابوق، العراق

المستخلص

تناولت هذه الدراسة تقييم البيانات والعلاقات بين المكونات الكيميائية والتدرج الحجمي والمواصفات الفيزيائية والميكانيكية للأطيان المستخدمة في صناعة الطابوق ونتائج االفحوصات الميكانيكية للطابوق المصنع منها. شملت هذه الدراسة 268 عينة طينية جمعت من قبل هيأة المسح الجيولوجي العراقية من الأطيان التي تعود لترسبات العصر الرباعي التي تعتبر المصدر التقليدي لأطيان الطابوق في معظم مناطق العراق، لغرض دراسة صلاحيتها للاستخدام في صناعة الطابوق وتوزعت مواقع النمذجة على مناطق مختلفة من العراق. تم تطبيق التحليل الإحصائي الذي شمل الارتباطات الثنائية والتحليل العاملي لبيان المتغيرات المؤثرة على صنف الطابوق. إن العلاقات بين أكاسيد العناصر الكيميائية قد توضح المحتوى المعدني للأطيان وبالتالي تأثيرها على الصفات الفيزيائية والميكانيكية للطابوق المصنع منها. تشير العلاقة الموجبة بين كل من CaO و MgO مع مفقودات الحرق (L.O.I.) الى تواجد المعادن الكاربوناتية في الأطيان الخام والتي تؤثر بدورها على الانكماش الطولي والحجمي للطابوق وزيادة إمتصاصيته للماء التي بدورها تؤثر سلبا على صنف الطابوق. تستخدم الألومينا (Al_2O_3) لحساب نسبة المعادن الطينية التي عندما ترتبط بأوكسيد البوتاسيوم فإنها تشير إلى وجود معدن الإلايت الطيني، ومع MgO إلى وجود معدن الپاليگورسكايت الطيني (الذي تؤدي زيادته بنسبة كبيرة الى تدني صنف الطابوق أو فشله) والكالسيوم أو الصوديوم الى وجود معدن المونتموريلونايت الطيني. كما أن الإرتباط الموجب بين CaO و SO_3 يشير إلى وجود معدن الجبسم المؤثر سلبا على الطابوق أثناء الحرق، كما أنه يؤدي إلى التزهر الذي يؤدي إلى تدني صنف الطابوق. تشير العلاقة الموجبة بين كل من Na_2O و MgO مع Cl^- يشير إلى وجود أملاح الكلوريدات وبين Na_2O و SO_3 إلى وجود كبريتات الصوديوم التي تؤدي جميعها الى التزهر وتدني صنف الطابوق. تتحلل كاربونات الكالسيوم عند تواجدها في أطيان الطابوق لدى حرقها بدرجة أعلى من 850 °م الى CaO و CO_2. عند امتصاص أوكسيد الكالسيوم (الجير الحي) للماء يتحول الى هيدروكسيد الكالسيوم (الجير المطفئ) الأكبر حجما مما يؤدي الى تقشر وتكسر الطابوق، أما ثاني أوكسيد الكربون فيؤدي الى تولد فجوات تؤدي إلى زيادة المسامية وازدياد امتصاص الطابوق للماء. الزيادة الكبيرة في نسبة حجم الرمل في هذه الأطيان تؤدي إلى تدني قوة مقاومة الانضغاط للطابوق في حين إن الزيادة الكبيرة في نسبة حجم الطين يؤدي الى تكسر الطابوق خلال عملية التجفيف بالهواء.

FACTORS AFFECTING CLAY BRICKS GRADE MANUFACTURED FROM QUATERNARY SEDIMENTS FROM DIFFERENT PARTS IN IRAQ

Rafa'a Z. Jassim and Ali T. Dabby

ABSTRACT

In this study, the data of chemical analysis, grain size analysis and physical and mechanical properties of 268 clay samples collected and studied thrir suitability for bricks manufacturing, from different parts of Iraq were evaluated. Statistical analyses (correlation coefficient and factor analysis) were applied to correlate between these data to determine the effective variables that affect the bricks grade. The clays of Quaternary sediments, which are the traditional source of clays for bricks manufacturing, are used in most parts of Iraq. Since

[1] خبير، هيأة المسح الجيولوجي العراقية
[2] رئيس جيولوجيين، هيأة المسح الجيولوجي العراقية

the studied samples were chosen from assorted parts of Iraq, therefore the results of this study could be applied as a general rules for the bricks manufacturing. The study revealed that the efflorescence and the mineralogical composition plays an important role and affects bricks grade.

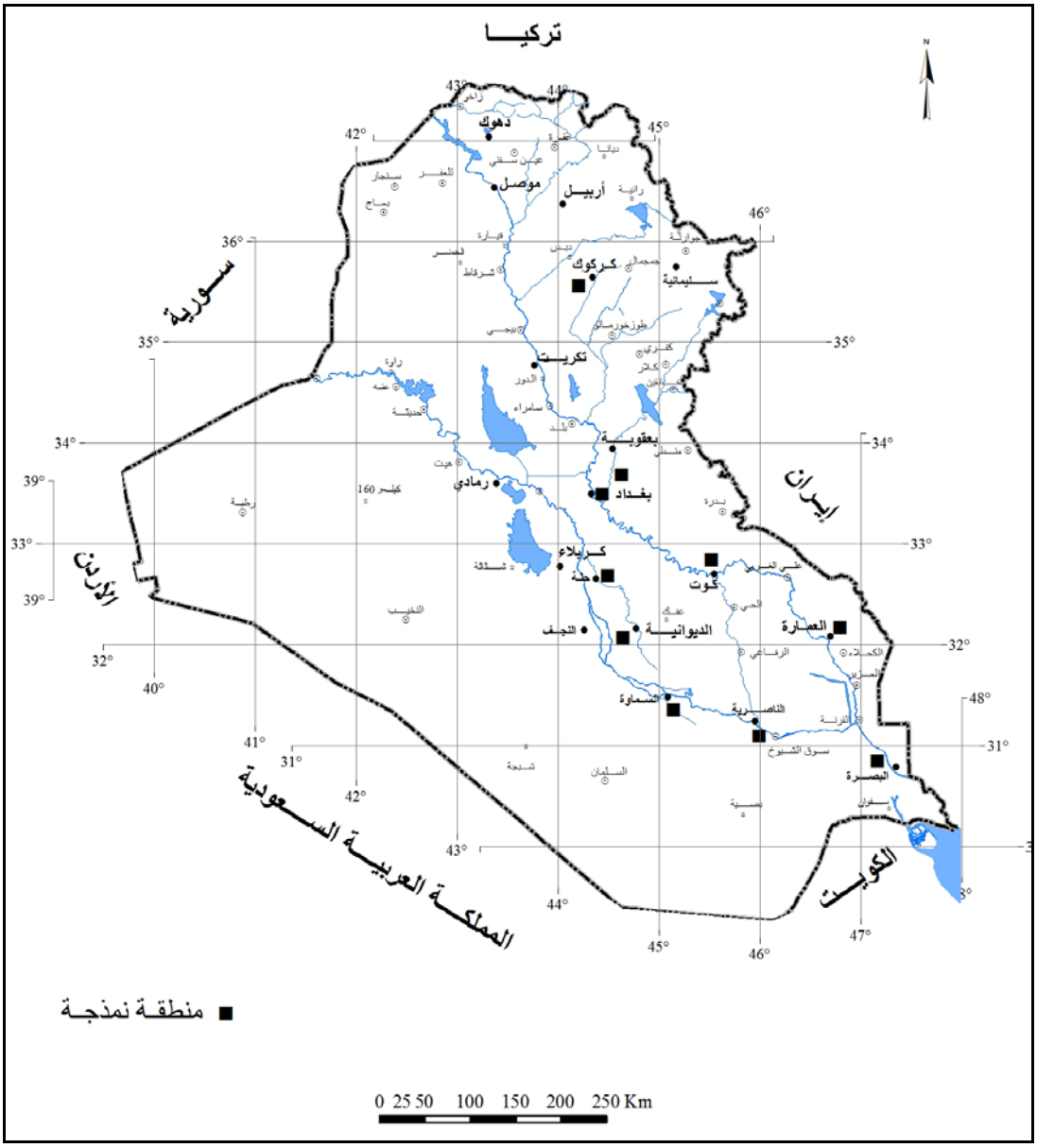
The relationships between the chemical oxides could explain the mineral content and then its effect on the physical properties of bricks manufactured from them. The positive relationships between CaO, MgO and L.O.I., reflect presence of the carbonate minerals in the raw clay, which affects the longitudinal and volumetric shrinkage and water absorption, which in turn affects the bricks grade. Al_2O_3 is used to calculate the percentage of the clay minerals, which incorporate K_2O in illite, MgO in palygorskite and CaO in montmorillonite. The presence of large quantities of palygorskite reduces the bricks grade and might lead to their failure. Also the presence of CaO and SO_3 with positive relationship between them indicates the presence of gypsum, which causes the efflorescence and affects the bricks during firing at high temperatures. Na_2O, MgO and Cl^- indicate for the chloride salts and Na_2O with SO_3 indicate the presence of sodium sulphate salt, which all cause efflorescence of the bricks. Carbonate minerals produces CaO and CO_2 during the bricks firing. CaO, when absorbs water turns to $Ca(OH)_2$, which has larger volume, leading to disintegration and breakage of the bricks. While CO_2 produces pores, leading to an increase in porosity and water absorption and reduces the compressive strength. The high increase in the sand size percentage will decrease the compressive strength of the bricks and the high increase in the clay size percentage will lead to fracturing of the bricks during the drying process in air.

المقدمة

تناولت الدراسة البيانات المتاحة في هيأة المسح الجيولوجي العراقية عن الأطيان العائدة لترسبات العصر الرباعي من مناطق مختارة من العراق، وبشكل رئيسي أطيان السهل الرسوبي (الشكل 1). تعود معظم ترسبات الأطيان الصالحة لصناعة الطابوق الى العصر الرباعي وتتواجد في منطقة السهل الرسوبي، فضلا عن بعض المناطق المحدودة جدا خارجه. تحتوي هذه الرسوبيات على نسب مختلفة من الرمال والغرين والأطيان وكذلك على نسب متفاوتة من الأملاح وقد أنتجت أصناف متعددة من الطابوق (الجدول 1). هناك العديد من المتغيرات المؤثرة في صناعة الطابوق منها ما يتعلق بالمواد الأولية المستخدمة (أطيان الطابوق) المتمثلة بالتدرج الحجمي للمواد الأولية الداخلة في صناعة الطابوق، إضافة الى أن للمكونات المعدنية لأطيان الطابوق أهمية كبيرة في تحديد نجاح أوفشل الطابوق وكذلك تحديد صنفه. كما أن هناك العديد من الصفات الفيزيائية والميكانيكية الأخرى التي من خلالها يمكننا تحديد صنف الطابوق المنتج أو فشله، وتتمثل بقوة مقاومة الانضغاط والتغير الطولي والحجمي والتزهر وامتصاص الماء (بموجب مواصفات الجهاز المركزي للتقييس والسيطرة النوعية 1969 و 1988).

جدول 1: مناطق النماذج قيد الدراسة مع صنف الطابوق

المحافظة	العمر	عدد النماذج لكل صنف				مجموع النماذج
		A	B	C	فاشل	
التأميم	العصر الرباعي	–	17	6	38	61
ديالى	العصر الرباعي	81	9	–	–	90
واسط	العصر الرباعي	42	8	5	–	55
بابل	العصر الرباعي	2	7	6	–	15
القادسية	العصر الرباعي	6	–	–	–	6
المثنى	العصر الرباعي	7	10	7	–	24
ميسان	العصر الرباعي	–	6	–	–	6
ناصرية	العصر الرباعي	–	–	4	–	4
بصرة	العصر الرباعي	–	–	3	4	7
						268



الشكل 1: خريطة موقعية تبين مناطق النمذجة

نظرا للحاجة المتزايدة للطابوق في مناطق مختلفة من العراق، فقد توجه العديد من الباحثين الى دراسة الترسبات الطينية في أجزاء مختلفة من العراق لمعرفة صلاحية هذه الترسبات في صناعة الطابوق، منها ما يتعلق باحتياطيات الأطيان ونوعيتها مثل، بطرس (1979 و 1980)، المبارك (1979 و 1980)، توما (1980a, b, c, d and e)، جبوري (1980a and b و 1981a and b و 1984)، شفيق (1981)، حميد (1981)، الكومي (1981)، شاكر (1983)، القزاز وآخرون (2005a and b)، Al-Sinawi (1973) و Al-Rawi *et al.* (1977). كذلك دراسات أخرى تناولت الظروف التصنيعية وعلاقتها بصنف الطابوق (القس والرمضاني، 1984 و Aqrawi, 1993، قدوري وآخرون، 1999 وحسن، 2007). كما أن هناك دراسات جيوكيميائية ومعدنية لدراسة بعض الأطيان إضافة الى حصر المحددات التي تتحكم بصنف الطابوق أو فشله (الهلالي، 1980، شناوة، 2000، بني، 2001، البصام، 2004، الزبيدي، 2004 وجاسم وآخرون، 2010)، ودراسات تناولت التحسينات في أطيان الطابوق لغرض ملائمتها لصناعة الطابوق (الخفاجي وآخرون، 2012).

اسلوب الدراسة ومصادر النماذج

في هذه الدراسة، تم جمع وتحليل البيانات لـ 268 نموذجا من رسوبيات العصر الرباعي من مناطق مختلفة من العراق والتي كانت قد نمذجت من قبل كوادر هيأة المسح الجيولوجي العراقية منذ عام 2000 ولغاية عام 2012 وتم فحص تدرجها الحجمي وقياس حدود أتربرك (حد السيولة وحد اللدونة ومعامل اللدونة) ودراسة صلاحيتها لأغراض صناعة الطابوق في مختبراتها. تم تشكيل نماذج الطابوق من الترب قيد الدراسة، من دون تعريضها للطحن، بطريقة البثق الرطب وبعدها التجفيف بالهواء ومن ثم التجفيف بالفرن بدرجة 110 °م وحرق النموذج بعد جفافه بدرجة حرارة 950 °م بصعود 4 °م/دقيقة وساعتين إنضاج (إبقاء عند درجة الحرارة القصوى)، بعد وصول درجة الحرارة المطلوبة، ثم إطفاء الفرن تركت النماذج لتبرد الى اليوم التالي، أي بمعدل نزول في درجة الحرارة بلغ حوالي 1 °م/دقيقة. بعد ذلك، تم قياس أبعاد قطع الطابوق ومن ثم غمرت بالماء لقياس قوة مقاومة الانضغاط وامتصاص الماء والتزهر والذي تم إعطائه قيمة رقمية بدلا من الحالة الوصفية: معدوم = 1، خفيف = 4، متوسط = 7 وعالي = 10 لأغراض المعاملات الإحصائية. ومن هذه البيانات، تم تحديد المدى والمعدل للأكاسيد الكيميائية والمواصفات الفيزيائية والميكانيكية لكل صنف من أصناف الطابوق المنتج من هذه الرسوبيات، إضافة الى إخضاع هذه البيانات الى المعاملات الإحصائية، مثل المدى والمعدل والمضاهاة والتحليل العاملي نمط R، الذي يحصر المجموعة الأكثر تأثيرا من بين التحاليل الكيميائية للأطيان والفحوصات الفيزيائية والميكانيكية للطابوق المنتج منها، في محاولة لحصر العوامل المؤثرة على صنف الطابوق أو فشله. صنفت البيانات حسب مصدر ال وصنف الطابوق المنتج مختبريا وكما في الجدول (1).

تحتوي ترسبات العصر الرباعي على ترسبات الهولوسين وهي عبارة عن ترسبات فيضية لنهري دجلة والفرات وروافدهما وترسبات المنحدرات في المناطق المتموجة وترسبات الوديان والفيضات في الصحاري العراقية والتي يتم استغلالها في أغلب الأحيان للأغراض الزراعية (Jassim and Goff, 2006). تتصف الرسوبيات الحديثة باحتوائها على نواتج تعرية الصخور المتكشفة في أحواض الأنهار أو الوديان التي تجلبها الى حوض الترسيب. بالنسبة لنهري دجلة والفرات فإن محتويات رواسبهما هي نتاج تعرية المتكشفات الصخرية على طول مسارهما ومسار روافدهما في تركيا وسوريا وإيران والعراق والتي تحوي على صخور نارية ومتحولة ورسوبية، أما الرسوبيات غير المرتبطة بالأنهار، فأنها نتاج التجوية والتعرية للمتكشفات الصخرية في المناطق العالية والتي تترسب في المناطق المنخفظة التي تحتها وهي بذلك تكون رسوبيات غير ناضجة لقصر مسافة النقل (البصام، 2004).

النتائج والمناقشة

- **أطيان محافظة التأميم**

تمثلت أطيان ترسبات العصر الرباعي في محافظة التأميم المستخدمة لأغراض صناعة الطابوق بـ 61 نموذج، والجدول (2) يبين المدى والمعدل للتحاليل الكيميائية لهذه الأطيان والفحوصات الفيزيائية والميكانيكية للطابوق المنتج في محافظة التأميم. يبين الجدول (2) أن هذه الأطيان تصلح للصنفين B و C من الطابوق مع وجود أطيان فشلت في استخدامها لأغراض صناعة الطابوق. نلاحظ أن التحسن في صنف الطابوق من C الى B يترافق مع زيادة حد اللدونة للأطيان، ومع انخفاض نسبة الرمل والغرين يتحسن صنف الطابوق نتيجة الزيادة الناتجة في قوة مقاومة الانضغاط للطابوق، كما إن تدني نسبة الطين دون تؤدي الى فشل النماذج.

تعكس المضاهاة بين الصفات الفيزيائية والميكانيكية والتحاليل الكيميائية للنماذج قيد الدراسة، إن Al_2O_3 و SiO_2 لهما علاقة ضعيفة مع MgO و Na_2O و K_2O مما يعكس وجود وسيادة معدن الكاؤولينايت الطيني، في حين أن العلاقة السالبة بين MgO و CaO أشارت الى وجوده ضمن معدن الدولومايت. إن وجود العلاقة الموجبة بين CaO و Na_2O و K_2O مع SO_3 هي نتيجة ارتباطها ضمن معادن الكبريتات ($CaSO_4$ و Na_2SO_4 و K_2SO_4)، كما أظهرت التحاليل وجود زيادة واضحة في تركيز Na_2O و K_2O في النماذج التي أنتجت صنف طابوق B وتقل في الصنف C وتقل جدا في النماذج الفاشلة، حيث تكون العلاقة بينهما وبين الطابوق موجبة قوية، وهذا يشير الى أن تواجدهما على الأغلب يكون ضمن معدن الفلدسبار الذي يعد من المواد المساعدة للانصهار ويؤدي الى خفض درجة التلبيد (Bates, 1969)، كما أن وجود الفلدسبار يؤدي الى تكون الطور الزجاجي مع الكوارتز عند تعرضهما لدرجات الحرارة العالية وهذه المادة الزجاجية عند التبريد تعطي المتانة للطابوق (الحكيم، 1998).

بين التحليل العاملي تأثير أربعة عوامل على الأطيان والطابوق المنتج (الجدول 3) وقد تمثلت بوجود الفلدسبار (كما تبينه العلاقة الموجبة بين السليكا والصوديوم) وانخفاض نسبة SO_3 المسببة للتزهر، وزيادة نسبة الأطيان مع زيادة نسبة معدن الكالسايت وانخفاض نسبة حجم الرمل وزيادة نسبة حجم الغرين المرتبطة بزيادة في مفقودات الحرق المرتبطة بشكل أساسي بالمعادن الكاربوناتية، وأخيرا التأثير السالب لوجود MgO المرتبط بمعدن الپاليگورسكايت الطيني لكون المغنيسيا تولد اجهادات عند الحرق.

جدول 2: المدى والمعدل لنتائج فحوصات أطيان الطابوق والطابوق المنتج (من ترسبات الأطيان في محافظة التأميم)

الخصائص	الأوكسيد أو الفحص	الصنف B		الصنف C		فاشل	
		المدى	المعدل	المدى	المعدل	المدى	المعدل
خصائص الأطيان	SiO_2%	32.28 – 44.88	37.71	32.38 – 43.18	36.41	34.62 – 44.62	40.8
	Al_2O_3%	7.08 – 12.74	8.75	6.14 – 10.15	8.15	8.26 – 12.28	9.76
	Fe_2O_3%	2.7 – 5.66	3.4	2.44 – 3.82	3.02	3.45 – 6.345	4.74
	CaO%	10.92 – 22.52	18.56	16.8 – 23.04	19.98	2.1 – 19.78	16.99
	MgO%	4.5 – 5.7	4.99	3.6 – 5.8	4.7	1.9 – 5.43	4.61
	Na_2O%	1.15 – 3.72	1.68	0.78 – 1.66	1.25	0.011 – 2.48	0.22
	K_2O%	0.68 – 2.46	1.26	0.76 – 1.33	1.02	0.009 – 1.39	0.118
	SO_3%	0.25 – 11.2	4.01	0.8 – 12	6.14	0.05 – 4.2	0.34
	Cl^-%	–	–	–	–	0.01 – 0.95	0.071
	T.S.S.%	–	–	–	–	0.272 – 0.69	0.392
	L.O.I.%	13.31 – 21.49	16.48	16.29 – 18.4	16.9	17.16 – 19.9	18.33
	حجم الرمل%	5 – 39	20.17	5 – 45	28	2.5 – 49	28.31
	حجم الغرين%	21 – 58	38	22 – 25	32	28 – 49	40.25
	حجم الطين%	30 – 64	40.05	29 – 56	40.6	12.5 – 57	17.05
	معامل اللدونة	11.05 – 24.89	17.86	15.44 – 24	19.5	–	–
	حد السيولة	27.25 – 54.69	35.27	23.31 – 41.79	32.95	–	–
	حد اللدونة	8.52 – 24.13	17.64	5.65 – 22.31	13.12	–	–
خصائص الطابوق المنتج من الأطيان	امتصاص الماء%	20 – 24	21.7	20 – 24	22.2	–	–
	الانكماش الطولي%	– 0.7 – 1.2	0.35	– 1.2 – 1.4	0.5	–	–
	الانكماش الحجمي%	– 1.7 – 4.9	1.9	– 2.3 – 3.8	1.8	–	–
	مقاومة الانضغاط (نيوتن/ملم^2)	122 – 198	157.7	82 – 219	144.5	–	–
	النزهر	4 – 7	6.64	7 – 10	8	–	–

ملاحظة: العلامة (–) تشير الى عدم توفر معلومات لهذا الصنف

جدول 3: يبين عوامل التحليل العاملي لنمط R على أطيان محافظة التأميم والطابوق المنتج مختبريا

الأوكسيد أو الفحص	العوامل			
	1	2	3	4
SiO_2%	– .824	.174	– .110	.294
Al_2O_3%	– .639	.648	– .185	.157
Fe_2O_3%	– .871	.281	– .113	– .004
CaO%	.328	– .814	–.161	.348
MgO%	.241	.524	.259	– .713
Na_2O%	.797	.329	.299	.244
K_2O%	.815	.432	– .004	.205
SO_3%	.852	– .204	– .272	– .205
L.O.I.%	.007	– .327	.792	– .135
حجم الرمل%	– .281	– .756	– .115	– .204
حجم الغرين%	– .298	.236	.661	.377
حجم الطين%	.403	.660	– .345	– .005
الصنف	.812	.119	– .002	.353
القيمة الذاتية (Eigen value)	5.026	2.987	1.513	1.214
نسبة التمثيل	38.665	22.976	11.641	9.339

القيمة الحدية = 0.294

- **أطيان محافظة ديالى**

تمثلت هذه الأطيان بـ 90 نموذجا من أطيان ترسبات العصر الرباعي في محافظة ديالى وتضمنت تحاليل أطيان النهروان وفحص الطابوق المنتج مختبريا والذي كان من الصنفين B و C، والجدول (4) يبين المدى والمعدل لنتائج اللتحاليل الكيميائية لأطيان ترسبات العصر الرباعي والفحوصات الفيزيائية والميكانيكية للطابوق المنتج في محافظة ديالى. أظهر امتصاص الماء زيادة من (19.3 – 22.41) % وزنا للصنفين B و C على التوالي. أظهرت نماذج الصنف B تقلصا طوليا وحجميا، بينما أظهر الصنف C تمددا، كما أن قوة مقاومة الانضغاط تتناقص مع تدني صنف الطابوق من B الى C، على التوالي. كما أن النماذج من الصنف B أظهرت تزهرا متوسطا والذي هو أعلى من الصنف C الذي يظهر تزهرا قليلا، إلا أنه لم يكن العامل المؤثر في تحديد صنف الطابوق بل كانت نسبة الطين في التدرج الحجمي وقوة مقاومة الانضغاط هي الأخرى فعالة في تحديد صنف الطابوق (البصام، 2004).

أظهرت المضاهاة تناسبا عكسيا بين نسبة حجم الرمل مع صنف الطابوق، فعند زيادة محتوى اطيان الطابوق من نسب حجوم الرمل والغرين معا مقتربة من 80% تدنى صنف الطابوق الى ان يصبح فاشلا، بينما أظهرت نسبة حجم الطين علاقة طردية مع تحسن صنف الطابوق في أطيان محافظة ديالى. كما أظهرت نسبة الرمل علاقة موجبة مع SiO_2 التي تمثل رمل السيليكا في حين كانت علاقته سالبة مع محتوى الطين و MgO و Na_2O. أما الغرين، فقد أظهر علاقة طردية مع T.S.S. و SO_3 و Cl^-، وحيث أن العلاقة بين CaO و SO_3 موجبة فإن ذلك يشير الى وجود معدن الجبس ضمن حجم الغرين. أما Cl^- الذي يكون جزء من الاملاح الكلية الذائبة فانه كلما زادت نسبته انخفض صنف االطابوق، حيث كان معدل Cl^- في الصنف B 0.29% بينما في الصنف C 0.77%. أظهرت المضاهاة أن نسبة الأطيان قد أظهرت علاقة طردية مع صنف الطابوق والتقلص الطولي والحجمي وكذلك علاقة طردية مع K_2O، في حين أظهرت علاقة عكسية (سالبة) مع نسبة حجم الغرين، حيث بديهيا بزيادة النسبة المئوية لاحد المكونات تقل نسبة المكون الآخر والعكس صحيح، وكذلك نسب T.S.S. و SO_3 و Cl^-. أظهرت السيليكا (SiO_2) علاقة طردية متوسطة مع التقلص الطولي والحجمي وكذلك مع قوة مقاومة الانضغاط، حيث أنه مع زيادة نسبة الـ SiO_2 تزداد قوة مقاومة الانضغاط ولكن الى حد معين (50% كحد أقصى)، وفوق ذلك يكون الطابوق أكثر هشاشة لتدني المواد الرابطة (الأطيان).

جدول 4: المدى والمعدل لنتائج فحوصات الأطيان والطابوق المنتج في محافظة ديالى

الخصائص	الأوكسيد أو الفحص	الصنف B		الصنف C	
		المدى	المعدل	المدى	المعدل
خصائص الأطيان	SiO_2%	37.16 – 45.25	40.85	35.78 – 45.58	38.88
	Al_2O_3%	9.2 – 11.92	9.85	6.7 – 11.09	9.03
	Fe_2O_3%	4 – 6.06	4.99	3.6 – 4.91	4.24
	CaO%	13.74 – 19.88	16.6	15.26 – 20.75	18.3
	MgO%	4.3 – 5.8	4.8	2.3 – 5.2	4.14
	Na_2O%	0.68 – 1.46	1.01	0.01 – 1.25	0.25
	K_2O%	1.08 – 1.73	1.46	0.002 – 1.13	0.06
	TiO_2%	0.5 – 0.65	0.57	0.55 – 0.65	0.56
	SO_3%	0.08 – 3.7	1.15	0.17 – 4.24	2.6
	Cl^-%	0.044 – 0.55	0.29	0.11 – 1.88	0.77
	T.S.S.%	0.84 – 8.56	3.28	0.2 – 8.86	5.7
	L.O.I.%	–	–	16.09 – 19.84	17.83
	حجم الرمل%	7 – 34	21.7	10 – 47	24.79
	حجم الغرين%	25 – 40	33.6	24 – 86	54.35
	حجم الطين%	36 – 53	44.5	2 – 42	21.3
خصائص الطابوق المنتج من الأطيان	امتصاص الماء%	18 – 22	19.3	15 – 23.8	22.41
	الانكماش الطولي%	0.1 – 1.54	0.5	– 1.9 – 0.88	– 0.47
	الانكماش الحجمي%	0.8 – 5.7	2.81	– 5.27 – 3.75	– 1.86
	مقاومة الانضغاط (نيوتن/ملم^2)	232 – 384.8	300	141 – 653	258.8
	التزهر	7	7	1 – 10	4.48

ملاحظة: العلامة (–) تشير الى عدم توفر معلومات لهذا الفحص أو التحليل

أظهرت الألومينا (Al_2O_3) علاقة موجبة قوية مع Fe_2O_3 و K_2O ، دلالة على إن المعادن الطينية الحاوية على معدن الإلايت اقل نسبة من الپاليگورسكايت، لكون علاقة MgO مع Al_2O_3 علاقة موجبة وضعيفة نوعا ما. في حين أظهرت الألومينا علاقة عكسية (سالبة) مع CaO الذي يتواجد كمعادن الكاربونات والتي تمثل بالعلاقة الموجبة بين CaO و .L.O.I وكذلك معدن الجبس المتمثل بالعلاقة الموجبة بين CaO و SO_3. يرتبط أوكسيد الحديد (Fe_2O_3) طرديا (علاقة موجبة) مع صنف الطابوق، حيث أن وجوده يعد من المواد المساعدة على الانصهار وبالتالي الوصول الى درجة التلبيد في درجة حرارة أقل ويرتبط أوكسيد الحديد بعلاقة موجبة مع الألومينا أيضا وذلك لترافقه مع الأطيان، حيث أن CaO يدخل ضمن الجبس والكاربونات فإنه يؤثر بشكل سلبي على التقلص الطولي والحجمي وقوة المقاومة الانضغاطية. إن العلاقة الموجبة بين CaO و SO_3 و .L.O.I، تشير الى الجبس والكاربونات التي لها دور في زيادة التزهر، وكذلك تحلل الكاربونات الذي يؤدي الى انتفاخ الطابوق وبالتالي الى فشله، وهذه الأكاسيد بدورها تعكس علاقة موجبة ضعيفة مع نسبة حجم الغرين، أي أن تواجد هذه المعادن يكون جزئيا في حجم الغرين أكثر مما هو في الحجوم الأخرى (الرمل والطين).

بين التحليل العاملي تأثير خمسة عوامل (الجدول 5) تمثلت بتأثير الحجوم الناعمة والمعادن الطينية في صفات الطابوق (التقلص وقوة المقاومة الانضغاطية) وبالتالي على صنف الطابوق، كما أثرت الأملاح الذائبة الكلية (.T.S.S) و SO_3 و CaO و.L.O.I ونسبة الغرين وامتصاص الماء بشكل سلبي على صنف الطابوق المنتج، وكذلك تأثير نسبة حجم الرمل بشكل سلبي، إذ أن زيادته في بعض النماذج أثر سلبا في صنف الطابوق. تدني نسبة الغرين والمعادن الطينية أدى الى زيادة نسبة الرمل وبالتالي تأثيره سلبا على قوة مقاومة الانضغاط في بعض النماذج. كما كان تدني نسبة Fe_2O_3 في بعض النماذج تشير الى تدني نسبة الاطيان لارتباط اوكسيد الحديد معها، مما يؤدي الى زيادة في نسبة حجم الرمل. وأخيرا وبشكل قليل تدني نسبة Na_2O و MgO التي ترتبط بالأملاح، وبالتالي تدني التزهر الذي يؤدي بالإضافة الى عوامل أخرى في الحصول على صنف طابوق جيد.

جدول 5: يبين عوامل التحليل العاملي لنمط R المؤثرة على أطيان محافظة ديالى والطابوق المنتج منها

الأوكسيد أو الفحص	العوامل				
	1	2	3	4	5
SiO_2%	.325	– .731	.336	– .336	– .143
Al_2O_3%	.834	– .114	– .07	-.02	.403
Fe_2O_3%	.673	.357	– .02	.602	– .185
CaO%	-.807	.213	.127	.179	– .04
MgO%	.394	.694	.242	.455	– .215
Na_2O%	.527	– .430	– .401	.368	.292
K_2O%	.715	– .403	– .300	.365	.121
TiO_2%	.436	– .08	.481	– .103	.353
SO_3%	– .123	.591	– .580	.08	.08
L.O.I%	– .744	.528	– .307	.01	–.08
معامل اللدونة	.217	.851	.248	– .208	.04
حد السيولة	.515	.574	.423	– .179	.193
حد اللدونة	– .393	– .171	– .616	– .316	– .09
حجم الرمل%	– .702	– .02	.406	.04	.419
حجم الغرين%	– .464	– .496	.297	.514	–.243
حجم الطين%	.736	.294	– .429	– .364	– .07
الصنف	.624	– .06	.182	– .224	– .657
القيمة الذاتية (Eigen value)	5.716	3.597	2.198	1.627	1.217
نسبة التمثيل	33.625	21.161	12.929	9.571	7.162

القيمة الحدية = 0.338

- **أطيان محافظة واسط**

تعود أطيان ترسبات العصر الرباعي لمحافظة واسط الى رسوبيات السهل الرسوبي، مثلت هذه المنطقة بـ 55 نموذجا التي أجريت عليها التحاليل الكيميائية والفحوصات الفيزيائية والميكانيكية. كانت أصناف الطابوق المنتجة مختبريا تقع ضمن الأصناف A وB و C (جدول 6)، ونظرا لعدم وجود فحوصات التدرج الحجمي والتزهر للصنف A، فقد تم إجراء المعاملات الإحصائية بحذف هذه الفحوصات بالرغم من أهميتها، ومع ذلك ستتم مناقشة فحوصات التدرج الحجمي بالاعتماد على المدى والمعدل للصنفين B و C.

إن المدى والمعدل لنسب حجوم الرمل والغرين والطين والتزهر للصنفين B و C مدرجة في الجدول (6)، وقد بينت بأنه كان معدل نسبة حجم الرمل للصنف B 18.29% بينما للصنف C كان 26.6%، أي أنه بزيادة مجموع نسبة حجمي الرمل والغرين الى 80% يؤدي الى انخفاض صنف الطابوق، ولم يظهر معدل نسبة حجم الغرين في الصنفين تغيرا يذكر، حيث كان معدل نسبته في الصنف B 39.22% بينما في الصنف C 38.44%. أما نسبة حجم الطين، فقد ظهر أنه بانخفاض نسبة حجم الطين دون 20% يتدنى صنف الطابوق، حيث كان معدل نسبته في الصنف B 42.48% وفي الصنف C 35%. أما التزهر، فقد كان بين قليل ومتوسط للصنف B وعالي للصنف C. ويتبين أن التزهر كان عاملا حاكما في تحديد صنف الطابوق لكونه يؤدي عند تواجد الأملاح في الترسبات الى ظهورها على سطح الطابوق إضافة الى تقشره.

أظهر معدل قيم التقلص الطولي والحجمي لنماذج الطابوق المنتجة من أطيان محافظة واسط للأصناف A وB و C انخفاضا واضحا ولكن ليس كبيرا، حيث كان معدل التقلص الطولي 1.03% و 0.5% و 0.38% على التوالي، وللتقلص الحجمي 2.55% و 2.35% و 2.06% على التوالي. بالرغم من أن زيادة التقلص الطولي والحجمي تساهم في تدني صنف الطابوق، إلا أنه في هذه الحالة كانت الفروقات قليلة مما جعل عامل التزهر هو العامل المؤثر في تصنيف الطابوق (الجدول 6). أظهرت المضاهاة إن نسبة التقلص الحجمي لها علاقة طردية مع قوة مقاومة الانضغاط وعكسية مع امتصاص الماء فقط ولم تظهر لها أي علاقة ثنائية مؤثرة مع أي من المتغيرات الكيميائية والفيزيائية الأخرى. أظهرت قوة مقاومة الانضغاط علاقة موجبة متوسطة مع التقلص الحجمي وعلاقة عكسية مع امتصاص الماء و Na_2O وبشكل أضعف مع K_2O و Cl^-، أي أنه كلما زادت نسبة الأملاح في الطين كلما انخفضت قوة مقاومة الانضغاط للطابوق.

أظهرت التحاليل الكيميائية لأطيان محافظة واسط أنه بزيادة نسبة .T.S.S ينخفض صنف الطابوق، حيث كانت قيم معدله للأصناف A و B و C هي 2.85% و 3.2% و 4.16%، على التوالي (الجدول 6). كما أظهرت نسبة .T.S.S علاقة سالبة متوسطة مع SiO_2 دلالة على عدم ترافق الأملاح مع حجم الرمل، وعلاقة موجبة قوية مع SO_3 ومتوسطة مع Na_2O و Cl^- (أي مع ملح الطعام NaCl). أظهرت نسبة SiO_2 علاقة موجبة ضعيفة مع صنف الطابوق (الجدول 6)، حيث أنه يدل وبشكل ضعيف على تحسين صنف الطابوق مع زيادة نسبة SiO_2 الذي يدخل في رمل السيلكا عند الحرق في درجة حرارة 950 °م (إلا أن الارتفاع في درجة حرارة الحرق يؤدي الى تكون الطور الزجاجي الذي يعطي صلادة للطابوق وبالتالي تأخذ العلاقة الموجبة بالازدياد). كما أن السليكا أظهرت علاقة سالبة ضعيفة مع Al_2O_3 و Fe_2O_3 وذلك بسبب دخولهما في تركيب المعادن الطينية التي تتناسب عكسيا مع نسبة السليكا سواء كان في حجم الرمل أو حجم الغرين. وأظهر كلاهما (Al_2O_3 و Fe_2O_3) علاقة عكسية مع صنف الطابوق، وحيث أن كلاهما من مكونات المعادن الطينية فأنهما يتناسبان عكسيا مع CaO الذي يتواجد كمعادن كاربوناتية في حجوم الرمل والغرين، التي تعكس علاقة موجبة مع مفقودات الحرق (L.O.I.). بمعنى آخر، أن زيادة نسبة المعادن الطينية الموجودة في حجم الطين يؤثر عكسيا على نسبة المعادن الكاربوناتية الموجودة بحجم الغرين والرمل، وهنا يجدر الإشارة الى انه كلما قلت نسب المعادن الكاربوناتية، كلما قلت فرص فشل الطابوق بسبب انتفاخ الكاربونات عند الحرق نتيجة امتصاص الماء من قبل CaO الناتج عن حرق الكاربونات. أظهرت MgO علاقة موجبة قوية مع Al_2O_3و Fe_2O_3 دلالة على وجود معدن الپاليگورسكايت الطيني. أما نسبة Na_2O فقد أظهرت علاقة موجبة مع K_2O و Cl^- لوجودهما كأملاح كلوريد الصوديوم والبوتاسيوم التي تؤثر سلبا على صنف الطابوق (الجدول 6).

أظهر التحليل العاملي نمط R على أطيان محافظة واسط (الجدول 7) أن هناك ثلاثة عوامل تؤثر على هذه الأطيان وهي المعادن الطينية التي تمثل المادة الرابطة في الطابوق، والمعادن الكاربوناتية (حيث أن وجودها بنسبة عالية يؤدي الى تدني صنف الطابوق) وزيادة الأملاح التي تؤدي الى التزهر وعلى العكس أدى نقصانها الى الحصول على طابوق من صنف A.

جدول 6: المدى والمعدل لنتائج فحوصات الأطيان والطابوق المنتج في محافظة واسط

الخصائص	الأوكسيد أو الفحص	الصنف A		الصنف B		الصنف C	
		المدى	المعدل	المدى	المعدل	المدى	المعدل
خصائص الأطيان	SiO_2%	37.13 – 41.68	39.31	36.22 – 40.4	38.17	36.94 – 38.68	37.5
	Al_2O_3%	8.26 – 10.77	8.94	8.18 – 10.86	9.99	10.38 – 10.86	10.54
	Fe_2O_3%	3.25 – 6.17	4.12	4.16 – 6.3	5.41	5.66 – 6.45	5.9
	CaO%	15.8 – 19.28	18.25	15.54 – 20.3	17.29	15.84 – 17.36	16.62
	MgO%	3.88 – 7.52	4.4	4.3 – 6.9	5.77	5.94 – 6.16	6.03
	Na_2O%	0.044 – 0.98	0.44	0.14 – 2.3	0.71	0.25 – 0.46	0.34
	K_2O%	0.011 – 0.43	0.074	0.25 – 1.19	0.62	0.3 – 0.41	0.34
	SO_3%	0.07 – 1.83	0.86	0.25 – 2.5	1.12	1.2 – 2.4	1.92
	Cl^-%	0.17 – 0.96	0.617	0.175 – 1.28	0.50	0.21 – 0.51	0.3
	T.S.S.%	0.66 – 5.74	2.85	1.8 – 6.94	3.2	3.5 – 5.03	4.16
	L.O.I.%	16.9 – 19.71	18.50	15.54 – 20.5	17.68	16.3 – 17.6	17.02
	حجم الرمل%	–	–	8 – 33	18.29	22 – 37	26.6
	حجم الغرين%	–	–	28 – 51	39.22	35 – 42	38.4
	حجم الطين%	–	–	31 – 61	42.48	28 – 42	35
خصائص الطابوق المنتج من الأطيان	امتصاص الماء%	13 – 21	17.77	14.87 – 23	18.34	15.77 – 17.5	16.68
	الانكماش الطولي%	0.4 – 2	1.03	0.0 – 1.0	0.5	0.2 – 0.5	0.38
	الانكماش الحجمي%	0.8 – 4.1	2.55	0.2 – 5.4	2.35	0.93 – 3.8	2.06
	مقاومة الانضغاط (نيوتن/ملم^2)	271 – 682	448	194.5 – 605	384.33	268 – 518	392.8
	التزهر	–	–	4 – 7	6.55	10	10

ملاحظة: العلامة (–) تشير الى عدم توفر معلومات لهذا الصنف

جدول 7: عوامل التحليل العاملي لنمط R المؤثرة على الأطيان الحديثة والطابوق المنتج، محافظة واسط

الأوكسيد او الفحص	العوامل		
	1	2	3
SiO_2%	– 0.406	– 0.558	– 0.289
Al_2O_3%	0.942	0.05	0.08
Fe_2O_3%	0.943	0.08	– 0.201
CaO%	– 0.900	0.07	– 0.158
MgO%	0.917	0.238	– 0.133
Na_2O%	– 0.170	0.859	– 0.09
K_2O%	0.253	0.703	– 0.536
SO_3%	0.392	0.528	0.580
Cl^-%	– 0.475	0.584	0.425
L.O.I.%	– 0.787	0.116	0.02
T.S.S.%	0.107	0.709	0.612
الانكماش الحجمي%	0.321	– 0.539	0.334
مقاومة الانضغاط (نيوتن/ملم^2)	0.329	– 0.732	0.296
امتصاص الماء%	– 0.459	0.715	– 0.153
الصدف	– 0.648	– 0.439	0.284
القيمة الذاتية (Eigen value)	9.43	3.62	1.22
نسبة التمثيل	36.9	28.5	11

القيمة الحدية = 0.312

- **أطيان محافظة بابل**

تمثلت هذه الأطيان بـ 15 نموذجا أنتجت طابوق من أصناف A، B و C. نتائج التحاليل الكيميائية للأطيان والصفات الفيزيائية والميكانيكية للطابوق مبينة في الجدول (8). أظهرت نماذج الطابوق لجميع الأصناف قوة مقاومة انضغاط عالية وامتصاص ماء متدنية نسبيا، حيث كانت العلاقة بينهما عكسية، كما أظهرت قوة مقاومة الانضغاط زيادة مع زيادة نسبة

التقلص الطولي والحجمي وانخفضت مع زيادة نسبة Na_2O وامتصاص الماء. أما صنف الطابوق فقد تحسن مع نقصان التزهر.

بين التدرج الحجمي للنماذج معدل متدني لنسبة حجم الرمل، بينما كانت نسبة حجم الغرين عالية نسبيا. أما نسبة الطين فقد ازدادت مع تحسن صنف الطابوق (الجدول 8)، وقد أظهرت نسبة الرمل علاقة سالبة مع نسبة الطين في حين أن نسبة الغرين أظهر علاقة سالبة مع CaO، أي أن المعادن الكاربوناتية تقل كلما ازدادت نسبة الغرين. أظهرت نسبة السيليكا (SiO_2) والألومينا (Al_2O_3) تدني ضعيف مع تدني صنف الطابوق (الجدول 8) دلالة على تدني نسبة المعادن الطينية والتي تمثل المواد الرابطة. أظهرت السيليكا علاقة موجبة مع نسبة الرمل وفي نفس الوقت علاقة عكسية مع نسبة الطين نظرا لوجود السيليكا ضمن الرمال التي تظهر علاقة سالبة مع نسبة الطين.

يلاحظ أيضا، أن زيادة نسبة الألومينا (التي تعكس المعادن الطينية) تؤدي الى تدني امتصاص الماء وتظهر أيضا علاقة سالبة مع CaO و L.O.I. والتزهر، الذي يعكس تواجد الجبس ضمن الاجزاء الخشنة. أما نسبة MgO فقد أظهرت علاقة موجبة قوية مع L.O.I.، أي أن تواجده يكون ضمن معدن الدولومايت الكاربوناتي. أظهرت نسبة Na_2O علاقة موجبة مع نسبة Cl^- دلالة على وجوده كأملاح الصوديوم. لم يظهر صنف الطابوق أية علاقة قوية تذكر سوى مع التزهر الذي عكس علاقة سالبة معه، حيث أنه كلما ازداد التزهر تدنى صنف الطابوق، وهذا مؤشر بديهي في صناعة الطابوق.

جدول 8: المدى والمعدل لنتائج فحوصات الأطيان والطابوق المنتج في محافظة بابل

الخصائص	الأوكسيد أو الفحص	الصنف A		الصنف B		الصنف C	
		المدى	المعدل	المدى	المعدل	المدى	المعدل
خصائص الأطيان	SiO_2%	38.45 – 43.31	40.88	37.48 – 42.23	39.86	37.61 – 40.48	38.51
	Al_2O_3%	11.33 – 12.52	11.925	9.91 – 10.86	10.43	10.68 – 11.33	9.19
	CaO%	12.97 – 13.23	13.1	13.4 – 15.6	14.62	13.04 – 16.75	15.18
	MgO%	5.5 – 6.04	5.77	5.9 – 6.7	6.25	5.4 – 6.26	5.985
	Na_2O%	0.08 – 0.73	0.405	0.2 – 2.16	1.22	0.11 – 0.73	0.5
	Cl^-%	0.03 – 0.35	0.19	0.18 – 2.12	0.92	0.11 – 1.45	0.578
	L.O.I.%	14.45 – 16.84	15.645	16.01 – 18.16	19.97	16.43 – 18.74	17.626
	حجم الرمل%	8 – 23	15.5	13 – 27	19.57	12 – 18	15.33
	حجم الغرين%	50 – 52	51	38 – 45	40.85	38 – 45	41.16
	حجم الطين%	29 – 42	35.5	34 – 48	39.57	34 – 45	41.83
خصائص الطابوق المنتج من الأطيان	امتصاص الماء%	15.1 – 19.2	17.15	16.59 – 22	19.35	16.09 – 18.23	17.04
	الانكماش الطولي%	0.3 – 0.78	0.54	0.0 – 1.1	0.428	0.15 – 1.14	0.715
	الانكماش الحجمي%	3.2 – 3.6	3.4	0.7 – 3.67	2.148	1.34 – 4.05	2.97
	مقاومة الانضغاط (نيوتن/ملم^2)	568.6 – 623.6	596.1	138 – 872.4	362.4	534.1 – 730.7	603.5
	التزهر	4 – 7	5.5	4 – 7	5.7	7 – 10	9.5

ملاحظة: العلامة (–) تشير الى عدم توفر معلومات لهذا الصنف

يبين التحليل العاملي نمط R على أطيان ترسبات العصر الرباعي في محافظة بابل (الجدول 9)، أن هناك أربعة عوامل أثرت على النماذج. تمثل العامل الاول بالتأثير الموجب لنسبة Na_2O (المتمثلة بأملاح كلوريد الصوديوم) وامتصاص الماء، حيث أن هذه النماذج تتصف بتأثير هذين المتغيرين، حيث سجلت زيادة لهما مع تدني صنف الطابوق. كما تمثل بالتأثير السالب للصفات الفيزيائية والميكانيكية المتمثلة بالتقلص الطولي والحجمي وقوة مقاومة الانضغاط. والعامل الثاني تمثل بتأثير حجم الطين والتزهر والمعادن الكاربوناتية المتمثلة بـ CaO، MgO و L.O.I التي تؤثر زيادتها سلبا على صنف الطابوق، وتأثر صنف الطابوق تأثرا ايجابيا بنسبة الغرين. والعامل الثالث بتأثير نسبة MgO التي تقترب من القيمة الحدية (0.58) والتي تؤثر سلبا في صنف الطابوق والتي يعزى تأثيرها الى تواجدها في معدن الپاليگورسكايت الطيني. والعامل الرابع تمثل بانخفاض نسبة أملاح الكلوريدات وتمثل بالتأثير الموجب للكلور، حيث أظهر انخفاضا حادا في النماذج التي نتج منها طابوق من صنف A.

جدول 9: يبين عوامل التحليل العاملي لنمط R المؤثرة على أطيان محافظة بابل والطابوق المنتج

الأوكسيد او الفحص	العوامل			
	1	2	3	4
SiO_2%	.5620	-0.708	– 0.110	– 0.223
Al_2O_3%	– 0.456	-0.680	– 0.04	0.269
CaO%	– 0.474	0.596	– 0.400	0.05
MgO%	0.319	0.605	0.586	0.326
Na_2O%	0.923	0.272	0.133	0.115
Cl^-%	0.518	0.408	0.203	0.651
L.O.I.%	– 0.370	0.867	– 0.02	– 0.165
حجم الرمل%	0.570	– 0.403	– 0.437	0.324
حجم الغرين%	– 0.07	– 0.677	0.455	– 0.321
حجم الطين%	– 0.333	0.668	0.458	– 0.103
امتصاص الماء%	0.726	0.316	0.255	–0.491
الانكماش الطولي%	– 0.862	0.08	0.159	– 0.01
الانكماش الحجمي%	– 0.765	– 0.206	0.231	– .04
مقاومة الانضغاط (نيوتن/ملم^2)	– 0.933	– 0.04	– 0.04	0.131
التزهر	0.419	0.601	– .370	– 0.356
الصنف	0.270	– 0.611	0.532	0.02
القيمة الذاتية (Eigen value)	5.523	4.631	1.750	1.303
نسبة التمثيل	34.516	28.947	10.935	8.141

القيمة الحدية = 0.592

- **أطيان محافظة القادسية (الديوانية)**

تمثلت هذه الأطيان بستة نماذج فقط وقد كانت من صنف A. يبين الجدول (10) مدى ومعدل نتائج التحاليل الكيميائية والفحوصات الفيزيائية والميكانيكية للأطيان والطابوق المنتج. أظهرت النتائج (الجدول 10) تقلصا حجميا قليلا وامتصاص الماء كان أقل من 20% وزنا وكان معدل قوة مقاومة الانضغاط عاليا. وأن معدل الرمل كان 31.16% والغرين 56% والأطيان 12.8% أظهرت نسبة الرمل علاقة عكسية (سالبة) مع نسبة الغرين ونسبة الطين وهذا طبيعي إذ أن زيادتهما تؤثر في نسبته المئوية في النموذج. أظهرت نسبة CaO علاقة موجبة ضعيفة مع نسبة حجم الغرين ونسبة حجم الطين لتواجده على الأغلب في معادن الكاربونات ومعدن المونتموريلونايت الطيني (لكونه أظهر علاقة موجبة مع الألومينا)، على التوالي. أما حجم الطين، فقد أظهر علاقة موجبة ضعيفة مع Fe_2O_3 لإحلال الحديد محل الألومينا في تركيب المعادن الطينية إضافة الى تكوينها طبقة على سطوح المعادن الطينية. ولأوكسيد الحديد علاقة موجبة ضعيفة مع مفقودات الحرق وربما يكون السبب هو تواجدهما في معدن السدرايت (كاربونات الحديد) (الجدول 10).

أظهرت المضاهاة علاقة موجبة ضعيفة للسيليكا مع الألومينا بالرغم من دخولها في تركيب المعادن الطينية، إلا أن ارتباطه الأكبر يكون مع الرمال، وللسليكا والألومينا علاقة ضعيفة مع، CaO دلالة على وجود معدن المونتموريلونايت الطيني ضمن المعادن الطينية. أظهرت نسبة SO_3 علاقة موجبة قوية مع .T.S.S، إذ أن الاملاح الذائبة قد تتواجد كأملاح الصوديوم، حيث أن علاقته مع CaO (لكي تكون الجبس) جاءت ضعيفة، وتناسب SO_3 عكسيا (سالب) مع Al_2O_3 المرتبط بالمعادن الطينية. كما أظهرت الألومينا والسيليكا (أي الأطيان) علاقة طردية ضعيفة مع التقلص الطولي. أما العلاقات الأخرى للمتغيرات فلم تكن ذات أهمية لكون نسبة مضاهاتها ضعيفة سلبا أو إيجابا.

أظهر التحليل العاملي نمط R ثلاثة عوامل مهمة تؤثر على أطيان ترسبات العصر الرباعي في القادسية (الجدول 11) بلغ تأثيرها على 85% من مجموع النماذج. تمثل العامل الاول بالتأثير الموجب للأطيان والتأثير السالب للتزهر، حيث كان تأثير الألومينا و CaO مؤثرا بشكل إيجابي و .T.S.S و SO_3 مؤثر بشكل سلبي، أي أن قلة نسبة التزهر كانت صفة واضحة في هذه الأطيان. والعامل الثاني بالتأثير الموجب الواضح لنسبة الطين وتأثير سالب لنسبة الرمل وكذلك تأثيرا ضعيفا للحديد ومفقودات الحرق. وأخيرا العامل الثالث تمثل بالتأثير الضعيف الموجب لامتصاص الماء ونسبة MgO وبشكل أضعف مع Fe_2O_3، ويعد هذين الأوكسيدين من العوامل المساعدة على الانصهار وأن امتصاص الماء للطابوق المنتج تأثرت تبعا لوجودهما ولو بشكل ضعيف.

جدول 10: المدى والمعدل لنتائج فحوصات الأطيان الحديثة والطابوق المنتج في محافظة القادسية

الخصائص	الأوكسيد أو الفحص	الصنف A	
		المدى	المعدل
خصائص الأطيان	SiO_2%	38.4 – 41.84	39.64
	Al_2O_3%	10.86 – 11.56	11.2
	Fe_2O_3%	0.07 – 6.38	6.23
	CaO%	14.5 – 15.21	14.93
	MgO%	5.33 – 5.58	5.45
	SO_3%	0.7 – 2.21	1.31
	T.S.S.%	1.2 – 4.6	2.65
	L.O.I.%	14.48 – 16.52	15.35
	حجم الرمل%	18 – 45	31.16
	حجم الغرين%	47 – 64	56
	حجم الطين%	8 – 18	12.8
خصائص الطابوق المنتج من الأطيان	امتصاص الماء%	18.3 – 21.2	19.68
	الانكماش الطولي%	0.4 – 0.8	0.5
	الانكماش الحجمي%	1.1 – 2.7	1.74
	مقاومة الانضغاط (نيوتن/ملم^2)	175 – 417	261.6

جدول 11: يبين عوامل التحليل العاملي لنمط R المؤثرة على أطيان محافظة القادسية والطابوق المنتج

الأوكسيد أو الفحص	العوامل		
	1	2	3
SiO_2%	0.681	– 0.689	– 0.205
Al_2O_3%	0.963	– 0.03	– 0.02
Fe_2O_3 %	0.006	0.662	0.690
CaO%	0.903	– 0.108	0.134
MgO%	– 0.493	– 0.404	0.753
SO_3 %	– 0.912	0.006	– 0.374
L.O.I.%	– 0.135	0.726	0.416
T.S.S.%	– 0.940	0.02	– 0.339
حجم الرمل%	– 0.387	– 0.880	– 0.006
حجم الغرين%	0.582	0.635	– 0.04
حجم الطين%	0.03	0.992	0.07
امتصاص الماء%	0.158	– 0.578	0.708
الانكماش الطولي%	0.688	– 0.120	– 0.530
الانكماش الحجمي%	0.102	0.437	0.286
مقاومة الانضغاط (نيوتن/ملم^2)	– 0.164	0.577	– 0.698
القيمة الذاتية (Eigen value)	5.207	4.649	2.897
نسبة التمثيل	34.714	30.991	19.317

القيمة الحدية = 0.882

- **أطيان محافظة المثنى**

تمثلت أطيان محافظة المثنى لصناعة الطابوق بـ 24 نموذجا شملت الأصناف A، B و C. المدى والمعدل لنتائج فحوصات الأطيان وتحاليلها الكيميائية والفحوصات الفيزيائية والميكانيكية للطابوق مبينة في الجدول (12). الذي يظهر أن العامل الذي تحكم بصورة أساسية في صنف الطابوق هو التزهر.

أظهرت المضاهاة بين نتائج المتغيرات الكيميائية والفيزيائية والميكانيكية ، أن نسبة الرمل تؤثر تأثيرا طرديا مع نسبة SiO_2 لكون هذه الرمال سيليكية، إذ تظهر السيليكا في التحليل الكيميائي فائضا فوق تشبيع الالومينا في الصيغة الكيميائية للأطيان. كانت نسبة السيليكا عكسية (سالبة بشكل مؤثر وقوي) مع التقلص الطولي والتقلص الحجمي ونسبة الغرين ونسبة الطين و .T.S.S و CaO و MgO و .L.O.I، حيث تمثلت CaO و .L.O.I بمعادن الكاربونات ونسبة قليلة من الجبس لاحتواء النماذج على تركيز قليل من الـ SO_3، كما ويدخل MgO في كلوريد المغنيسيا، بينما أظهرت نسبة Na_2O علاقة موجبة مؤثرة بشكل بسيط مع نسبة Cl^- للدلالة على ارتباطهما في ملح كلوريد الصوديوم. وأظهرت نسبة Na_2O علاقة موجبة قوية مع تسبة SO_3 لارتباطهما في ملح كبريتات الصوديوم. أما علاقة نسبة Na_2O القوية مع نسبة MgO و K_2O فإن ذلك يعود الى تواجدهما ضمن الـ .T.S.S الذي يرتبط معها جميعا بعلاقة موجبة قوية. ارتبط أوكسيد الحديد (Fe_2O_3) طرديا مع قوة مقاومة الإنضغاط لترافقه مع الأطيان، وأيضا يعمل كمساعد للانصهار وهو يظهر علاقة عكسية (سالبة) مع SO_3 و .T.S.S و MgO و Na_2O و K_2O (المكونات الملحية). أما نسبة Al_2O_3، فقد أظهرت علاقة موجبة مؤثرة واحدة فقط وهي مع Fe_2O_3 لترافقهما في تركيب الأطيان، حيث يقوم الحديد بالإحلال محل الألومينا في التركيب البلوري أو يكون ممدصا على سطوح المعادن الطينية أو يكون غطاء عليها. وأظهرت الألومينا علاقة سالبة مع نسبة CaO و .L.O.I (معادن الكاربونات)، حيث كان زيادته على حساب المكونات الأخرى (رمل السيليكا والأطيان). أظهر صنف الطابوق علاقة ضعيفة جدا مع جميع المتغيرات الكيميائية والفيزيائية والميكانيكية عدا التزهر الذي أظهر علاقة عكسية قوية جدا معه فقد كان العامل المؤثر في تحديد صنف الطابوق.

جدول 12: المدى والمعدل لفحوصات الأطيان والطابوق المنتج في محافظة المثنى

الخصائص	الأوكسيد او الفحص	الصنف A		الصنف B		الصنف C	
		المدى	المعدل	المدى	المعدل	المدى	المعدل
خصائص الأطيان	SiO_2%	36.57 – 43.02	38.45	33.54 – 42.48	37.69	37.47 – 45.24	39.49
	Al_2O_3%	10.15 – 11.09	10.48	9.68 – 11.09	10.39	10.39 – 11.56	10.88
	Fe_2O_3%	5.27 – 6.4	5.86	4.9 – 6.23	5.55	5.2 – 6.39	5.91
	CaO%	15.21 – 16.47	15.84	14.39 – 17.63	15.87	14.16 – 16.49	15.37
	MgO%	4.7 – 5.7	5.3	4.94 – 7	5.94	4.9 – 5.5	5.2
	Na_2O%	0.11 – 1.33	0.84	0.4 – 2.4	1.45	0.334 – 2.9	0.948
	K_2O%	0.01 – 0.04	0.024	0.02 – 1.46	0.64	0.02 – 0.05	0.03
	TiO_2%	–	–	0.52 – 0.58	0.54	–	–
	Cl^-%	0.12 – 2.23	0.97	0.44 – 1.44	0.97	0.2 – 0.72	0.5
	T.S.S.%	0.51 – 5.43	3.45	1.87 – 10.5	5.46	1.86 – 5.36	3.3
	L.O.I.%	14.91 – 19.15	17.68	14.64 – 19.5	17.61	14.17 – 17.43	16.13
	حجم الرمل%	12 – 46	20.1	10 – 38	18.3	14 – 50	29
	حجم الغرين%	34 – 50	44.14	38 – 46	41.7	28 – 51	42.5
	حجم الطين%	20 – 45	35.7	22 – 49	39	15 – 45	29
خصائص الطابوق المنتج من الأطيان	امتصاص الماء%	17.27 – 190.2	18.35	17.25 – 24	19.13	11.8 – 18.7	16.95
	الانكماش الطولي%	– 0.01 – 0.57	0.398	0.129 – 1.13	0.59	0.028 – 0.67	0.35
	الانكماش الحجمي%	– 0.5 – 4.69	1.83	– 0.0 – 3.99	1.96	– 0.29 – 2.98	1.47
	مقاومة الانضغاط (نيوتن/ملم^2)	245 – 640	417	149 – 500	250.9	139 – 567	350.8
	التزهر	4	4	7	7	10	10

أظهر التحليل العاملي نمط R (جدول 13) خمسة عوامل مؤثرة وتؤثر على 88.5% من مجموع النماذج، وحيث أن نسبة تاثير المتغيرات في العاملين الرابع والخامس واطئة من مجموع النماذج البالغة 24 نموذجا، فقد تم إهمالهما (6.4% و 6.1%، على التوالي). تمثل العامل الاول بالتأثير الموجب القوي لنسبة حجم الطين و SO_3، T.S.S، MgO، Na_2O، K_2O و .L.O.I، وبشكل أضعف قليلا مع CaO وكذلك التأثير السالب القوي لنسبة حجم الرمل و SiO_2 وبصورة اضعف مع Al_2O_3 و Fe_2O_3. إذ يشير هذا العامل الى تأثير الأحجام الناعمة (حجم الطين) الذي تترافق معه الأملاح الكبريتاتية ومعادن الكاربونات. وتمثل العامل الثاني بالتأثير الموجب العالي لقوة مقاومة الانضغاط التي تأثرت بشكل موجب ومتوسط بزيادة الحديد (Fe_2O_3) المرتبط بالاطيان، وكذلك بنسبة الغرين الذي أظهر تمثيلا موجبا متوسطا. أما التقلص الحجمي فقد كان تأثيره موجبا ضعيفا، وهذا العامل يشير الى تأثير حجم الغرين في المواصفات الفيزيائية والميكانيكية للطابوق المنتج. وأخيرا تمثل العامل الثالث بالتأثير الموجب القوي للتزهر والتأثير السالب القوي لصنف الطابوق، وهذا يعني أن زيادته تؤثر سلبا في صنف الطابوق (تؤدي الى تدني صنف الطابوق).

جدول 13: عوامل التحليل العاملي لنمط R المؤثرة على أطيان ترسبات العصر الرباعي والطابوق المنتج في محافظة المثنى

العوامل					الأوكسيد أو الفحص
5	4	3	2	1	
0.341	0.009	– 0.119	– 0.299	– 0.849	SiO_2%
0.007	0.592	0.452	0.180	– 0.508	Al_2O_3%
– 0.230	0.247	0.170	0.697	– 0.493	Fe_2O_3 %
– .212	– .632	– 0.006	0.202	0.634	CaO%
0.186	0.163	0.186	– 0.208	0.894	MgO%
– .167	.189	– .116	– .390	.858	Na_2O%
.240	.151	.151	– .458	.805	K_2O %
– .475	.554	– .515	– 0.005	.314	Cl^-%
– 0.160	– 0.007	0.318	– 0.503	0.725	SO_3 %
– 0.195	0.004	– 0.139	0.335	0.874	L.O.I.%
– 0.232	0.006	0.005	– 0.367	0.840	T.S.S.%
0.03	– 0.006	– 0.106	– 0.536	– 0.811	حجم الرمل%
– 0.141	0.111	0.199	0.776	0.311	حجم الغرين%
0.002	0.002	0.004	0.317	0.852	حجم الطين%
0.397	0.192	– 0.254	– 0.102	0.577	امتصاص الماء%
0.344	0.01	0.367	0.194	0.759	الانكماش الطولي%
0.382	0.007	0.316	0.544	0.558	الانكماش الحجمي%
– 0.001	– 0.006	0.103	0.930	– 0.169	مقاومة الانضغاط (نيوتن/ملم^2)
– 0.225	– 0.003	0.840	– 0.329	– 0.240	التزهر
0.225	0.003	– 0.840	0.329	0.240	الصنف
1.226	1.292	2.483	3.972	8.745	القيمة الذاتية (Eigen value)
6.131	6.462	12.413	19.860	43.723	نسبة التمثيل

القيمة الحدية = 0.49

- **أطيان محافظة ميسان**

تمثلت هذه الأطيان بستة نماذج فقط كانت جميعها ضمن صنف B لذلك ستتم مناقشة المتغيرات وعلاقتها فيما بينها ضمن هذا الصنف، ولن تعكس العلاقة مع صنف الطابوق. نتائج التحاليل الكيميائية والصفات الفيزيائية والميكانيكية للأطيان والصفات الفيزيائية للطابوق المنتج منها مبينة في الجدول (14).

أظهرت النماذج قيمة جيدة لحد اللدونة تراوحت بين (17.16 - 24.08) % وبمعدل 20.34%، وكذلك بالنسبة لحد السيولة حيث أنها تراوحت بين (31.26 – 39.34) % وبمعدل 32.83%. أما بالنسبة للطابوق فقد كان امتصاص الماء دون المعدل المذكور في المواصفة القياسية العراقية رقم 25 لسنة 1969 لصناعة الطابوق الآجر، حيث كان معدله في هذه الدراسة 22.16% وزنا وفي المواصفة 24% وزنا. أما معدل قوة مقاومة الانضغاط فقد بلغ 225.16 نيوتن/ملم^2 بينما في المواصفة العراقية كان 130 نيوتن/ملم^2. أظهرت قوة مقاومة الانضغاط والتقلص الطولي والحجمي وامتصاص الماء علاقات ثنائية ضعيفة فيما بينها ومع نتائج التحاليل الكيميائية للأطيان.

كانت معدلات نسب حجوم الرمل والغرين ضمن الحدود المبينة في المواصفة القياسية العراقية رقم 25 لسنة 1969 وقد كانت 26.16% و 36% على التوالي (الجدول 14). أما بالنسبة لحجم الطين فقد كان معدله 37.8% لنماذج الدراسة وهو أعلى من المعدل بموجب المواصفة العراقية لكنه ضمن مواصفات البصام (2004)، حيث توصل الى أن الحد الأدنى لنسبة حجم الطين في خلطة الطابوق هو 35%.

أظهرت نتائج التحاليل الكيميائية أن هناك فائضا في السيلكا (SiO_2) عن إشباع الألومينا لتكوين المعادن الطينية وهذا الفائض يكون على شكل رمال سليكا. كما أن التركيز العالي لـ MgO الفائض عن تكوين الأملاح يكون ضمن المعادن الطينية (الپاليگورسكايت) والدولومايت. ونسبة الكالسيا (CaO) الفائضة عن تكوين الجبس (ولو بنسبة قليلة لانخفاض تركيز SO_3) فتكون الدولومايت والكالسايت والفائض عن ذلك يدخل في تكوين معدن المونتموريلونايت الطيني. أما Cl^- فقد ارتبط مع Na_2O ليكون ملح كلوريد الصوديوم (NaCl).

نظرا لكون عدد النماذج لهذه المحافظة قليل جدا (ستة نماذج) لذا لايمكن إجراء المعاملات الإحصائية مثل المضاهاة والتحليل العاملي.

جدول 14: المدى والمعدل لنتائج فحوصات الأطيان والطابوق المنتج في محافظة ميسان

الخصائص	الأوكسيد أو الفحص	الصنف B	
		المدى	المعدل
خصائص الأطيان	SiO_2%	39.66 - 42.16	40.38
	Al_2O_3%	9.44 -11.48	10.46
	Fe_2O_3%	4.68 - 5.74	5.06
	CaO%	15.4 - 17.61	16.64
	MgO%	5.7 - 7.4	6.45
	Na_2O%	0.97 - 1.59	1.36
	K_2O%	0.85 - 1.2	1.01
	TiO_2%	0.6 - 0.7	0.65
	SO_3%	0.4 - 1.24	0.65
	Cl^-%	0.28 - 2.26	1.28
	T.S.S.%	0.9 - 4.58	3.85
	L.O.I.%	16.25 - 19.69	17.86
	حجم الرمل%	20 - 39	26.16
	حجم الغرين%	22 - 51	36
	حجم الطين%	20 - 45	37.8
	معامل اللدونة	9.91 - 18.51	12.37
	حد السيولة	31.26 - 39.34	32.83
	حد اللدونة	17.66 - 24.08	20.34
خصائص الطابوق المنتج من الأطيان	امتصاص الماء%	21 - 23	22.16
	الانكماش الطولي%	0.0 - 1.05	0.36
	الانكماش الحجمي%	0.7 - 4.4	2.31
	مقاومة الانضغاط (نيوتن/ملم^2)	166 - 290	225.16
	التزهر	7 - 10	7.66

ملاحظة: العلامة (–) تشير الى عدم توفر معلومات لهذا الصنف

- **أطيان محافظة ذي قار**

تمثلت هذه المنطقة بأربعة نماذج فقط وقد كان الطابوق المنتج ضمن صنف C، ومدى ومعدل الفحوصات الفيزيائية والميكانيكية مدرجة في الجدول (15). كان معدل التقلص الطولي قليلا وقد أظهر علاقة موجبة مع مفقودات الحرق وسالبة مع محتوى السليكا (SiO_2)، أي أنه كلما زادت نسبة الرمل كلما قل التقلص الطولي (الجدول 15)، في حين أن التقلص الحجمي كان كبيرا (2.35%) وقد تأثر هذا التقلص إيجابيا بنسبة Na_2O وسلبا مع نسبة حجم الطين والمعادن الطينية المتمثلة بأوكسيد الألمنيوم (Al_2O_3) (الجدول 15). أما معدل قوة مقاومة الانضغاط فقد كانت واطئة (166.5 نيوتن/ملم^2)، حيث أظهرت علاقة موجبة مع امتصاص الماء، وأظهرت نسبة MgO علاقة سالبة مع نسبة الغرين ونسبة السليكا ونسبة K_2O. أما معدل امتصاص الماء فقد كان 21.75% وقد تأثر بعلاقة موجبة مع التزهر ونسبة MgO، وبعلاقة عكسية (سالبة) مع نسبة السليكا والى حد أقل مع K_2O (الجدول 15).

أظهرت نسبة حجم الرمل معدلا واطئا (14.75%) وقد تراوحت نسبته في النماذج بين (11 – 16) % (الجدول 15) وهذه القيمة تعتبر واطئة جدا مقارنة بالمواصفة القياسية العراقية رقم 25 لسنة 1969 ولكنها ضمن المعدل الذي اقترحه البصام (2004)، وهو أن تكون نسبة حجم الرمل 20% كحد أقصى، وقد ارتبط بعلاقة ثنائية طردية مؤثرة

مع قوة مقاومة الانضغاط ونسبة الحجم الحبيبي الطيني وTiO_2 وهذا يعني أن معادن التيتانيوم تتواجد مع حجم الطين وليس لها اي تأثير في صنف الطابوق لقلة تركيزه. أما نسبة الغرين فقد كان بين (31 – 42) % وبمعدل 37% وهي ضمن قيم المواصفة القياسية العراقية والقيم المقترحة من قبل البصام (2004)، وقد ارتبطت بعلاقة موجبة مع K_2O (ربما لوجود معدن الفلدسبار) وعلاقة عكسية مع التزهر أي أنه كلما زادت نسبة الغرين قلت نسبة الجبس المسببة للتزهر لارتباط المعادن المسببة للتزهر مع حجم الرمل. كانت نسبة حجم الطين عالية فقد كانت بين (47 – 54) % وبمعدل 50.75% وقد تناسب طرديا مع Al_2O_3 المكون للمعادن الطينية. كان التزهر لهذه النماذج بين (7 – 10) أي متوسط الى عالي حيث كان المعدل 8.5 وقد أثر طرديا على قوة مقاومة الانضغاط وامتصاص الطابوق للماء. أظهرت المواد الذائبة الكلية (T.S.S.) علاقة سالبة مع مفقودات الحرق و TiO_2 التي تترافق مع حجم الرمل. أظهرت نسبة SO_3 علاقة سالبة مع CaO دلالة على أنه لم يتواجد كمعدن الجبس وإنما كأملاح المغنيسيا.

بوجه عام، نظرا لكون عدد النماذج لهذه المحافظة قليل جدا (أربعة نماذج) لذا لايمكن إجراء المعاملات الإحصائية مثل المضاهاة والتحليل العاملي وسيتم الاعتماد على الجدول (15) في تفسير النتائج. أظهرت النتائج في هذا الجدول أن هناك سليكا حرة ضمن حجمي الرمل والغرين حيث أن هناك فائض عن إشباع الألومينا لتكون المعادن الطينية. كما أن هناك كمية قليلة من ملح كلوريد الصوديوم ناتجة عن تشبيع نسبة Na_2O بما يكافئها من نسبة Cl^-. كما أن المعادن الكاربوناتية (الكالسايت والدولومايت) تتواجد من إشباع CaO و MgO مع مفقودات الحرق والباقي من المغنيسيا يرتبط مع المعادن الطينية ضمن معدن الپاليكورسكايت.

جدول 15: المدى والمعدل لفحوصات أطيان الطابوق من ترسبات العصر الرباعي في محافظة ذي قار

الخصائص	الأوكسيد أو الفحص	الصنف C	
		المدى	المعدل
خصائص الأطيان	SiO_2%	38.68 – 40.16	39.52
	Al_2O_3%	9 – 10.82	10.14
	Fe_2O_3%	5.2 – 6.05	5.75
	CaO%	15.05 – 16.82	16.06
	MgO%	6 – 7.8	6.92
	Na_2O %	0.88 – 1.87	1.32
	K_2O %	1.01 – 1.46	1.19
	TiO_2%	0.6 – 0.65	0.63
	SO_3%	0.3 – 0.5	0.4
	Cl^-%	0.7 – 0.84	0.77
	T.S.S.%	2.2 – 3	2.65
	L.O.I.%	17.16 – 18.47	17.93
	حجم الرمل%	11 – 16	14.75
	حجم الغرين%	31 – 42	37
	حجم الطين%	47 – 54	50.75
خصائص المنتج من الأطيان الطابوق	امتصاص الماء%	20 – 24	21.75
	الانكماش الطولي%	0.28 – 0.6	0.32
	الانكماش الحجمي%	0.51 – 4	2.35
	مقاومة الانضغاط (نيوتن/ملم^2)	90 – 227	166.5
	التزهر	7 – 10	8.5

- **أطيان محافظة البصرة**

تقع منطقة البصرة ضمن السهل الرسوبي وقد مثلت أطيانها بسبعة نماذج، ثلاثة منها تعود للصنف C وأربعة نماذج فاشلة سيتم المقارنة بينها من حيث المدى والمعدل (جدول 16). أظهرت النتائج ارتفاعا في قيم التزهر بشكل عام مع ارتفاع قيم امتصاص الماء في النماذج الفاشلة، قوة مقاومة الانضغاط هي الأخرى تدنت مع تدني صنف الطابوق من الصنف C الى فاشل حيث كانت 107 نيوتن/ملم^2 و 81.75 نيوتن/ملم^2، على التوالي. على العكس من ذلك ازداد امتصاص الماء، حيث كان بمعدل 23% وزنا للصنف C و 25.75% وزنا للطابوق الفاشل (الجدول 16). نظرا لكون عدد النماذج قليل لهذه المحافظة فلم يتم إجراء المعاملات الإحصائية لها.

أظهر حجم الرمل تدنيا في نسبته في الاطيان التي نتج منها طابوقا فاشلا عن نسبته في الطابوق من صنف C، حيث كانت قيمته 21.5% و 28.6% على التوالي، في حين أن حجم الغرين لم يظهر فارقا كبيرا، حيث كان 34.3% في الصنف C و 35.5% في أطيان الطابوق الفاشل. بينما أظهر حجم الطين نسبة أعلى في أطيان الطابوق الفاشل، حيث كانت نسبته 42.25% و 37% في الصنف C (جدول 16). كان التزهر في الصنف C والطابوق الفاشل بين متوسط (7) وعالي (10) (قيمة وصفية)، ولم يظهر أي ارتباط مع أي من المتغيرات.

أظهرت نسبة السليكا انخفاضا في معدلها من الصنف C الى الطابوق الفاشل. كما أظهرت نسبة SiO_2 زيادة مع النقصان في L.O.I. لكونها تمثل مفقودات حرق المعادن الكاربوناتية والجبس. لم يظهر أوكسيد الحديد وأوكسيد الألمنيوم أية ترافقات مع أي من المتغيرات لكونهما يمثلان المعادن الطينية. أما نسبة CaO فقد ازداد معدلها من 18.4% في الصنف C الى 23.36% في أطيان الطابوق الفاشل لكونها تواجدت ضمن المعادن الكاربوناتية التي يؤدي تواجدها الى فشل الطابوق. نستنتج من هذا، إن أطيان البصرة تحوي على نسبة من المعادن الكاربوناتية (كاربونات الكالسيوم) الذي يؤثر سلبا على خواص الطابوق بعد الحرق وذلك لتفككه متحولا الى CaO، الذي يتحول الى هيدروكسيد الكالسيوم بعد تعرضه للجو الرطب مؤديا الى تهشم الطابوق، و CO_2 الذي ترك فجوات ادت الى زيادة امتصاص الطابوق للماء.

جدول 16: المدى والمعدل لنتائج فحوصات أطيان الطابوق من ترسبات العصر الرباعي في محافظة البصرة

الخصائص	الأوكسيد أو الفحص	الصنف C		فاشل	
		المدى	المعدل	المدى	المعدل
خصائص الأطيان	SiO_2%	34.94 – 35.46	31.88	29.8 – 31.7	29.5
	Al_2O_3%	8.02 – 8.73	8.33	6.14 – 8.02	7.37
	Fe_2O_3%	3.78 – 4.82	4.23	3.05 – 5.81	4.3
	CaO%	17.36 – 19.1	18.4	18.76 – 27.5	23.36
	MgO%	505 – 7.4	6.4	4.48 – 6.5	5.52
	Na_2O%	0.73 – 1.16	0.96	0.98 – 1.35	1.19
	K_2O%	1.48 – 2.62	1.92	1.69 – 2.62	2.06
	SO_3%	0.74 – 1.72	1.36	0.2 – 0.86	0.49
	Cl^-%	1.93 – 2.5	2.22	1.05 – 2.5	1.56
	T.S.S.%	0.69 – 0.70	0.70	3.3 – 4.1	3.35
	L.O.I.%	21.42 – 23.64	22.16	21.79 – 26.17	24.34
	حجم الرمل%	14 – 38	28.6	7 – 27	24.50
	حجم الغرين%	27 – 40	34.3	30 – 41	35.5
	حجم الطين%	30 – 46	37	33 – 54	42.25
خصائص الطابوق المنتج من الأطيان	امتصاص الماء%	20 – 25	23	24 – 28	25.75
	الانكماش الطولي%	-0.1 – 0.1	0.03	-0.9 – 0.8	-0.1
	الانكماش الحجمي%	-1.1 – 1	0.13	-4.9 – 1.7	-0.95
	مقاومة الانضغاط (نيوتن/ملم^2)	94 – 120	107.6	44 – 122	81.15
	التزهر	7 – 10	8	7 – 10	8.5

أظهر التحليل العاملي نمط R (الجدول 17) على أطيان محافظة البصرة ان هناك خمسة عوامل تؤثر على 95.8% من مجموع النماذج. العامل الوحيد الذي أظهر قيمة مؤثرة فوق القيمة الحدية هو العامل الأول، إذ أظهر تأثيرا موجبا للمركب SO_3 لتدني تركيزه في النماذج، أن وجود SO_3 بتراكيز عالية أدى الى زيادة التزهر نتيجة وجوده ضمن معدن الجبس الذي يسبب إجهادات أثناء الحرق وكذلك املاح كبريتات الصوديوم التي تؤدي بالتالي الى تدني صنف الطابوق أو فشله. كما ان نفس العامل يعكس تواجد معادن الكربونات التي تتواجد على حساب نسبة الجبس ووجودها يؤدي الى تفككها أثناء الحرق مما يؤدي الى فشل الطابوق.

جدول 17: يبين عوامل التحليل العاملي لنمط R المؤثرة على أطيان ترسبات العصر الرباعي والطابوق المنتج منها في محافظة البصرة

العوامل					الأوكسيد أو الفحص
5	4	3	2	1	
-0.007	-0.248	0.152	-0.765	0.564	SiO_2%
-.0272	-0.215	0.454	0.505	0.645	Al_2O_3%
-0.249	-0.514	0.804	-0.002	-0.108	Fe_2O_3 %
-0.158	0.278	0.356	-0.577	-0.610	CaO%
0.375	-0.410	-0.429	-0.234	0.558	MgO%
0.172	0.272	-0.432	0.737	-0.406	Na_2O %
0.315	0.254	0.550	0.244	-0.689	K_2O %
0.146	0.009	-0.531	0.666	0.489	Cl^-%
-0.162	-0.002	0.135	0.002	0.977	SO_3 %
0.192	-0.298	-0.281	-0.001	-0.877	L.O.I.%
0.153	-0.390	-0.009	0.257	0.803	T.S.S.%
-0.113	0.346	-0.191	-0.351	0.815	حجم الرمل%
-0.203	-0.338	-0.659	0.165	-0.535	حجم الغرين%
0.257	-0.164	0.581	0.357	-0.654	حجم الطين%
-0.532	0.167	-0.605	-0.003	-0.565	امتصاص الماء%
-0.180	0.613	0.004	0.609	0.457	الانكماش الطولي%
0.004	0.306	0.540	0.681	0.366	الانكماش الحجمي%
0.003	0.408	0.003	-0.320	0.751	مقاومة الانضغاط (نيوتن/ملم^2)
0.441	0.490	-0.002	-0.734	0.157	التزهر
0.159	-0.393	-0.009	0.255	0.799	الصنف
1.202	2.324	3.539	4.159	7.944	القيمة الذاتية (Eigen value)
6.010	11.620	17.693	20.796	39.721	نسبة التمثيل

القيمة الحدية = 0.83

الاستنتاجات

- التزهر من أهم العوامل التي تتحكم في صنف الطابوق.
- التركيب المعدني يؤثر على نوع الطابوق، فزيادة المعادن الكاربوناتية تؤدي الى تمدد الطابوق بسبب تفكك الكاربونات وتحولها الى أوكسيد الكالسيوم وثاني أوكسيد الكربون أثناء الحرق.
- الحجم الحبيبي للأطيان يلعب دورا أساسيا في تحديد مواصفات الطابوق.
- قلة المعادن الطينية تؤدي الى تدني المواصفات الفيزيائية والميكانيكية للطابوق لكون المعادن الطينية هي المادة الرابطة بين الحبيبات.
- زيادة نسبة الأطيان عن 50% يؤدي الى فشل الطابوق.
- بالنسبة للتدرج الحجمي لوحظ أن زيادة مجموع نسبة حجم الرمل والغرين بنسبة كبيرة (أكثر من 80%) تؤدي إلى تدني قوة مقاومة الانضغاط وفشل الطابوق وفي هذه الحالة يفضل إضافة الطين الى الترب التي ينتج عنها طابوق ذو سطح خشن ومفتت بعد التجفيف بالهواء أو المتهشم أثناء الحرق أو ذا مقاومة انضغاطية واطئة.
- زيادة نسبة الأملاح الذائبة تؤثر سلبا على صنف الطابوق بسبب اسهامها في زيادة التزهر.
- زيادة نسبة الجبس في الأطيان (في حجم الطين) يؤدي الى زيادة حد السيولة وبالتالي زيادة معامل اللدونة. أما زيادته في حجم الرمل فيؤدي الى تقليل السيولة و تقليل معامل اللدونة.
- زيادة المغنيسيا (MgO) المرتبطة بالألومينا تشير الى زيادة معدن الپاليگورسكايت الطيني الذي أدى الى تدني صنف الطابوق أو فشله كون المغنيسيا تولد إجهادات اثناء الحرق.
- وجود الكاربونات في الأطيان يؤدي الى تقليل حد السيولة ومن ثم الى تقليل معامل اللدونة وهذا يؤدي الى تشوه الطابوق عند التشكيل.

- توصلت هذه الدراسة الى أنه لا يمكن الاعتماد على تحليل كيميائي محدد من دون إجراء الفحوصات الأخرى في تحديد صنف الطابوق.
- تميزت أطيان ترسبات العصر الرباعي في محافظة التأميم بارتفاع نسبة الطين والمعادن الكاربوناتية وانخفاض في نسبة الغرين مما أدت الى انخفاض قوة المقاومة الانضغاطية، وهذه مع ارتفاع نسبة التزهر أدت الى تدني صنف الطابوق.
- أظهرت أطيان محافظة ديالى (النهروان) تدنيا في نسبة الطين وزيادة نسبية في نسبة الرمل والكاربونات والجبس، مما أدى الى تمدد الطابوق المصنوع منه وارتفاع نسبة امتصاص الماء، وبالتالي تدني صنف الطابوق.
- أظهرت أطيان محافظة بابل زيادة في التزهر وتدني صنف الطابوق وزيادة المعادن الكاربوناتية ونسبة حجم الطين.
- أظهرت أطيان محافظة الديوانية تدني في نسبة حجم الطين وزيادة واضحة في الغرين وزيادة بسيطة في نسبة الرمل كما ازدادت أملاح الكبريتات.
- أثرت زيادة التزهر في أطيان محافظة المثنى الى تدني صنف الطابوق.
- أظهرت أطيان محافظة واسط تدني في صنف الطابوق مع زيادة نسبة رمل السيليكا كذلك أثرت أملاح كبريتات الصوديوم ومجموع الأملاح الذائبة في صنف الطابوق سلبا لكونها تؤدي الى زيادة التزهر.
- أظهرت أطيان محافظة ميسان ارتفاعا في تركيز كلوريد الصوديوم بسبب تاثرها بالاهوار التي يكون التبخر فيها عاليا، وزيادة نسبة المعادن الكاربوناتية (القادمة من الحدود الإيرانية) والتي أدى وجودها الى زيادة امتصاص الماء في الطابوق نتيجة خلق فجوات ناتجة عن تحرر غاز ثاني أوكسيد الكاربون أثناء الحرق وتكون CaO الذي يمتص الماء والرطوبة ويزداد حجمه مما يؤدي الى تهشم الطابوق.
- أظهرت أطيان محافظة ذي قار زيادة في نسبة حجم الطين وتدني نسبة حجم الرمل، كون نهر الفرات يكون ذو طاقة قليلة لا تكفي لحمل الفتاتيات بحجم الرمل)، كما أن التزهر كان بين متوسط وعالي مما أثر في تدني صنف الطابوق.
- احتوت أطيان محافظة البصرة على نسبة عالية من معادن كاربونات الكالسيوم التي مصدره الفتاتيات القادمة من ايران بواسطة السيول الموسمية، فضلا عن نسب الأملاح الكلوريدية، مؤدية الى تدني صنف الطابوق.

المصادر

البصام، خلدون صبحي، 2004. تقيم المواصفات الفيزيائية والكيميائية للمواد الأولية المستعملة في صناعة الطابوق المفخور (الآجر). هيأة المسح الجيولوجي العراقية. تقرير داخلي رقم 2373.

الجهاز المركزي للتقيس والسيطرة النوعية، 1969. المواصفة القياسية العراقية رقم 25 الطابوق المصنوع من الطين (الآجر).

الجهاز المركزي للتقيس والسيطرة النوعية، 1988. تحديث المواصفة القياسية رقم 25 الطابوق المصنوع من الطين (الآجر).

الحكيم، فرهاد عبد الأمير، 1998. تقيم بعض أطيان النيوجين من شمال العراق للأغراض السيراميكية. رسالة ماجستير غير منشورة، كلية العلوم، جامعة بغداد، 100 صفحة.

الخفاجي، ستار جبار، السعد، حارث عبد الحليم والعلي، صفاء حسين، 2012. تحسين خواص الترسبات الطينية لأغراض صناعة طابوق البناء في محافظة ميسان، جنوب العراق. مجلة الجيولوجيا والتعدين العراقية، المجلد 8، العدد 1، الصفحات 41 - 56.

الزبيدي، عقيل عباس، 2004. دراسة معدنية وجيوكيميائية لصخور تكوين إنجانة من مواقع مختارة وسط العراق وإمكانية استخدامها للصناعات السيراميكية. رسالة دكتوراه غير منشورة، كلية العلوم، جامعة بغداد، 140 صفحة.

القس، رائد متي والرمضاني، خيرية، 1984. تأثير حرارة الحرق محليا على خواص الطابوق الطيني. تقرير غير منشور، مركز بحوث البناء، 29 صفحة.

القزاز، دريد وبولص، كوركيس ميخو وجبوري، وليد وشفيق، شذى، 2005a. إعادة تقيم احتياطي الأتربة الصالحة لصناعة الطابوق الفخاري، معمل طابوق القادسية. هيأة المسح الجيولوجي العراقية، تقرير داخلي رقم 19، 62 صفحة.

القزاز، دريد وبولص، كوركيس ميخو، جبوري، وليد وشفيق، شذى 2005b. إعادة تقيم احتياطي الأتربة الصالحة لصناعة الطابوق الفخاري، معمل المحاويل. هيأة المسح الجيولوجي العراقية، تقرير داخلي رقم 18، 41 صفحة.

الكومي، محمد إبراهيم، 1981. تقرير عن ترسبات الأطيان بمنطقة الدهيسية، محافظة المثنى لغرض صناعة السمنت. هيأة المسح الجيولوجي العراقية، تقرير داخلي رقم 1108.

الهلالي، مصعب عبد الحميد، 1980. دراسة بعض الخواص الجيوكيميائية والفيزيائية لأطيان منطقة بلدروز، محافظة ديالى. رسالة ماجستير غير منشورة، جامعة بغداد.

المبارك، قيس خضير، 1979. الترسبات الطينية الصالحة لصناعة الطابوق في منطقة الدهيسية مقاطعة رقم 16، ناحية الشافعية، محافظة القادسية. هيأة المسح الجيولوجي العراقية، تقرير داخلي رقم 899.

المبارك، قيس خضير، 1980. التحري حول الأطيان الصالحة لصناعة الطابوق في منطقة الطويسات، الخميسية، قضاء الحي، محافظة واسط. هيأة المسح الجيولوجي العراقية، تقرير داخلي رقم 987.

إبراهيم، جرجيس بطرس، 1979. تقرير عن ترسبات الأطيان الصالحة لصناعة الطابوق في الصويرة، محافظة واسط. هيأة المسح الجيولوجي العراقية، تقرير داخلي رقم 973.

إبراهيم، جرجيس بطرس، 1980. تقرير عن نتائج التحريات للأطيان الصالحة لصناعة الطابوق في السوير، محافظة المثنى. هيأة المسح الجيولوجي العراقية، تقرير داخلي رقم 1026.

بني، ثائر جرجيس، 2001. التاريخ الرسوبي والمناخ القديم لمنخفض بحر النجف في إثناء العصر الرباعي المتأخر. أطروحة ماجستير غير منشورة، جامعة بغداد.

مراد، نصري توما، 1980a. تقرير عن نتائج التحريات للأطيان الصالحة لصناعة الطابوق في محافظة بابل، المحاويل والقاسم. هيأة المسح الجيولوجي العراقية، تقرير داخلي رقم 1930.
مراد، نصري توما، 1980b. تقرير عن نتائج التحريات للأطيان الصالحة لصناعة الطابوق في محافظة القادسية، مقلع أطيان الدهيسية. هيأة المسح الجيولوجي العراقية، تقرير داخلي رقم 1031.
مراد، نصري توما، 1980c. تقرير عن نتائج التحريات للأطيان الصالحة لصناعة الطابوق في محافظة البصرة. هيأة المسح الجيولوجي العراقية، تقرير داخلي رقم 1032.
مراد، نصري توما، 1980d. الترسبات الطينية لأغراض صناعة الطابوق في محافظة ديالى. هيأة المسح الجيولوجي العراقية، تقرير داخلي رقم 1034.
مراد، نصري توما، 1980e. تقرير عن نتائج التحريات للأطيان الصالحة لصناعة الطابوق في محافظة ذي قار. هيأة المسح الجيولوجي العراقية، تقرير داخلي رقم 1033.
صالح، صاحب جبوري، 1980a. تقرير عن أعمال التحري الإستطلاعي والتفصيلي وعن طبيعة الترسبات الطينية الصالحة لصناعة الطابوق الفني مع احتساب الاحتياطي في منطقة النهروان، محافظة ديالى. هيأة المسح الجيولوجي العراقية، تقرير داخلي رقم 1939.
صالح، صاحب جبوري، 1980b. تقرير أولي عن طبيعة الترسبات واحتساب الاحتياطي التقريبي للأطيان الصالحة لصناعة الطابوق الفني في المقاطعة 6، الجزيرة (قضاء الصويرة). هيأة المسح الجيولوجي العراقية، تقرير داخلي رقم 1040.
صالح، صاحب جبوري، 1981a. تقرير عن أعمال التحري عن الأطيان الصالحة لصناعة الطابوق العادي في المقاطعة 6، الجزيرة (قضاء الصويرة) محافظة واسط. هيأة المسح الجيولوجي العراقية، تقرير داخلي رقم 1048.
صالح، صاحب جبوري، 1981b. تقرير عن نتائج التحريات الأولية عن الترسبات الطينية لصناعة الطابوق الفني في المقاطعة 123، جزيرة النهروان، ناحية العزيزية، محافظة واسط. هيأة المسح الجيولوجي العراقية، تقرير داخلي رقم 1120.
صالح، صاحب جبوري، 1984. تقرير عن الترسبات الطينية الصالحة لصناعة الطابوق في منطقة الحميدية، محافظة واسط. هيأة المسح الجيولوجي العراقية، تقرير داخلي رقم 1317.
عبد، سهاد حسن، 2007. دراسة معدنية وجيوكيميائية وفيزيائية لترسبات منطقة النهروان واثرها في صناعة طابوق الطين (الآجر). رسالة ماجستير غير منشورة، كلية العلوم، جامعة بغداد.
الياس، جعفر حميد، 1981. تقرير عن نتائج التحريات عن الأطيان الصالحة لصناعة الطابوق بصنفي C1 و C2 لترسبات الجمشة والكسرة/ ناحية العزير، محافظة ميسان. هيأة المسح الجيولوجي العراقية، تقرير داخلي رقم 1099.
شاكر، مديحة محمد، 1983. تقرير عن الأطيان الصالحة لصناعة الطابوق في النهروان، الجزء الثأني. هيأة المسح الجيولوجي العراقية، تقرير داخلي رقم 1311.
الخفاف ، شذى شفيق، 1981. تقرير عن الأطيان الصالحة لصناعة الطابوق، منطقة الرياض، قضاء الحويجة، محافظة التأميم. هيأة المسح الجيولوجي العراقية، تقرير داخلي رقم 1143.
شناوة، حيدر ثامر، 2000. تأثير الأوكسيدات الكيميائية للطين على خصائص الطابوق الطيني في العراق. رسالة دبلوم عالي غير منشورة. 50 صفحة.
قدوري، علي اشرف، رزوقي، هاني يوسف وسلطان، علي محمد، 1999. صناعة الطابوق، حاجتها وحاضرها في القطر. الشركة العامة للصناعات الإنشائية.

Al-Rawi, I.K., 1977. Sedimentological study of the alluvial plain deposits in Diwaniya area. Unpub. M.Sc. Thesis, University of Baghdad, 138pp.
Al-Sinawi, S., Saadallah, A., Al-Rawi, S. and Al-Jassim, J., 1973. A general survey of clay minerals occurrences in Iraq and their geological consideration. Brick Seminars, Building Research Center, Baghdad 27 – 31/ 1/ 1973.
Aqrawi, A., 1993. Recent sediments of the Tigris – Euphrates delta. The southern marshland (Ahwar). Unpub. Ph.D. Thesis, Univ. of London.
Bates, R.L., 1969. Geology of the industrial rocks and minerals. Dover Publication INC., New York, 459pp.
Jassim, S.Z. and Goff, J.C. (Eds.), 2006. Geology of Iraq. Dolin, Prague and Moravian Museum, Brno. 525pp.

About the Authors

Dr. Rafa'a Zair Jassim, B.Sc. in geology from University of Baghdad in 1975; M.Sc. in Geochemistry and Ore mineralogy from Strathclyde University, U.K. in 1979 and Ph.D. in Geochemistry and mineralogy from University of Baghdad in 1997. Head of Geochemistry department in GEOSURV (1980 – 1985), member of the editorial board of the Journal of Geology edited by the geological Union for the years (1990 – 1994). Currently, head of Geological Laboratories Division and the secretary of the editorial board of the Bulletin of Geology and Mining in GEOSURV and was nominated as an Expert in 2006. He has 19 documented technical reports in GEOSURV's library and 15 published articles in different geological aspects.
e-mail: rafaazair@geosurviraq.com; rzjassim@yahoo.com
Mailing address: Iraq Geological Survey, P.O. Box 986, Baghdad, Iraq

Mr. Ali Taha Dabby, B.Sc. In geology from University of Mosul in 1981 worked in different geological Projects as a field geologist in Iraq GEOSURV, he has 5 documented technical reports in GEOSURV's library.