تواجد البوزولانا الطبيعي العراقي في منطقة انجانة، جبل حمرين الجنوبي، وسط العراق

خلدون عباس معلة * و نوال احمد السعدي ** و حسام حميد عبد الله ***

المستخلص

يتناول هذا البحث التحقق من مطابقة الصخور المصهورة طبيعيا في منطقة انجانة ضمن جبل حمرين الجنوبي لصفات البوزولانا الطبيعي ، وبيان اصلها ونوعها اعتماداعلى الفحوصات المعدنية والكيميائية والمقاومة الانضغاطية وحساب الفعالية البوزولانية والشواهد الحقلية .

بينت الظواهر الجيولوجية بالتظافر مع الفحوصات المعدنية ان الترسبات الفتاتية لتكوين انجانة تعرضت لعمليات الطي والتصدع والاحتراق المفاجيء للمواد الهيدروكاربونية على امتداد 3.5 كيلومتر لسطح صدع انجانة العكسي بفعل صواعق طبيعية خلال فترات عصر البلايستوسين . وقد تأثرت الترسبات الطينية بعملية الصهر في درجات تتراوح بين (950 - 1360)°م التي سببت اعادة بناء مكوناتها المعدنية وصفاتها النسيجية ، وبناءا على ذلك اعتبرت صخور متحولة . ان تبريد المنصهر ادى الى تكوين اجهادات نتج عنها شقوق دقيقة ، مغلقة ومفتوحة ،غير منتظمة التوزيع ملئت بعضها فيما بعد بمادتي الجبس وجبس باريس في ظروف مناخية جافة وبتراكيز لايزيد عن 5 % .

بينت الفحوصات المختبرية ، ولأول مرة في العراق ان الصخور المصهورة طبيعيا في منطقة انجانة تتمتع بصفات البوزولانا الطبيعي العالمي من نوع الاطيان المحروقة من حيث فعاليته البوزولانية البالغة 88.7 % ومطابقته الصفات الكيميائية للبوزولانا الطبيعي العالمي مع زيادة في الكالسيوم والمغنيسيوم الموجودان في المعادن الطينية. اضافة الى كفائته في انتاج السمنت البوزولاني العراقي بنسب خلط 65 % سمنت مع 35 % بوزولانا ولعمر 28 يوم ومقاومة انضغاطية 17.6 نيوتن/ملم^2.

نتيجة لمقاومة الصخورالمصهورة لعوامل التعرية الشديدة وجدت البوزولانا الطبيعية في قمم ستة تلول منعزلة وبدون طبقات غطائية، يفصلها عن الطبقات التحتية سطح تماس حاد. التقدير الاولي لكمية الصخور المصهورة هو حوالي 17200 طن .

FINDING OF THE IRAQI NATURAL POZZOLANA IN INJANA AREA, HEMRIN SOUTH, CENTRAL IRAQ

Khaldoun A. Ma`ala , Nawal A. Al – Sa`di and Husam H. Abdul Allah

ABSTRACT

This paper deals with the ascertaining of the natural fused rocks at Injana area , Hemrin South and its coincidence with the properties of natural Pozzolana, their origin and kind, depending on the chemical, mineralogical, compressive strength and activity as well as field observations.

The geological evidences combined with X-ray test indicate that the detrital deposits of Injana Formation were subjected to folding, faulting and sudden combustion of hydrocarbons along 3.5Km of a reverse fault plane, during Pleistocene. The claystone beds are baked and fused at temperature ranging between (950 – 1360)°C, which changed their mineralogical composition and texture characteristics ,consequently they are considered as altered rocks. The cooling of the natural fused rocks lead to non systematic distribution of microfractures, open and closed, which are later filled partly by gypsum and plaster of Paris, under dry conditions, with concentration less than 5 %.

* خبير، الشركة العامة للمسح الجيولوجي والتعدين، ص. ب. 986، بغداد، العراق
** رئيس كيميائين اقدم(متقاعدة)، الشركة العامة للمسح الجيولوجي والتعدين
*** فيزيائي، الشركة العامة للمسح الجيولوجي والتعدين

The results of this study indicate that the natural fused rocks in Injana area have the properties of the international natural Pozzolona of burnt clay type, for the first time in Iraq . The Pozzolana's activity is 88.7 % and its chemical composition corresponds to the Italian and American natural Pozzolana, with more calisia and magnesia, due to clay minerals . In addition, its qualification for production of Pozzolana cement with mixed ratio of 65 % cement and 35 % pozzolana and maturation of 28 days to have compressive strength of 17.6 N/ mm^2 .

The Iraqi natural Pozzolana was found in Injana to cap six isolated mesas and without overburden, due to their high resistance to erosion. The quantity, in Injana area, is estimated to be 17200 tones.

المقدمة

البوزولانا (Pozzolana) هي مادة سليكية أو سليكية الومينيه فعالة لا تمتلك لوحدها صفات رابطة ولكن عندما تطحن ناعما تتفاعل كيميائيا مع الجير وبوجود الماء في درجات الحرارة الاعتيادية تتكون مركبات واطئة الإذابة ولها خواص سمنتية (الخلف ويوسف، 1984) .

يطلق مصطلح البوزولانا على صخور ال Pyroclastic الناتجة من تجمع وترسيب الحبيبيات الصلبة التي تطايرت من فوهات البراكين وقذفت الى مسافات متباينة ، وتشمل التوفة البركانية ، والبريشيا البركانية، والاكلومريت، وكذلك الصخور الاوبالية الرخوة (Opaline shales)، وتعود تسميتها بالبوزولانا نسبة الى منطقة Pozouli في إيطاليا.

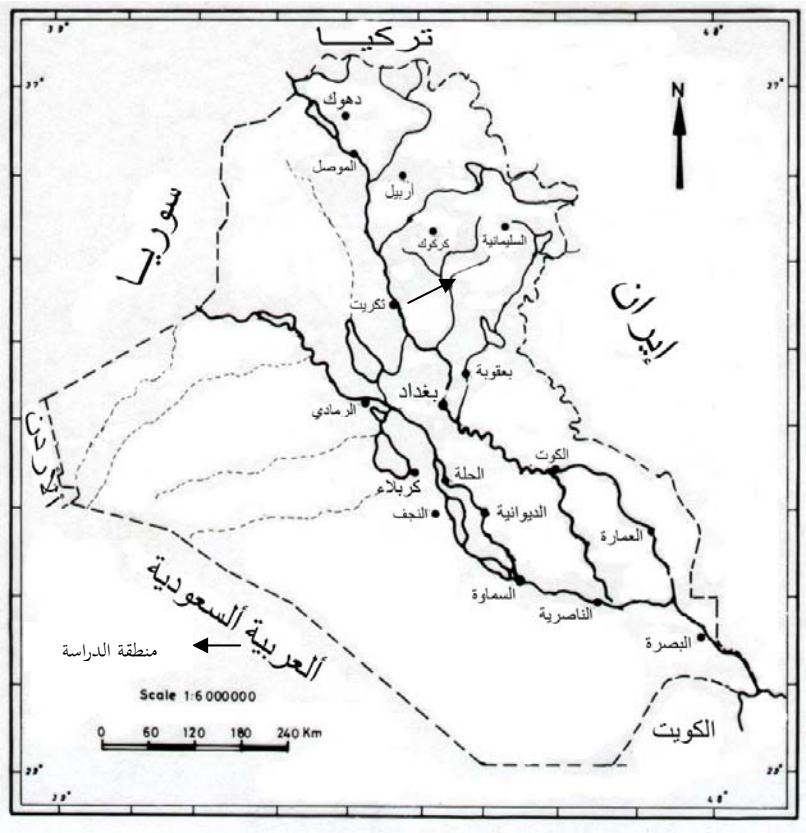
اصبح ألان مصطلح البوزولانا يطلق بصورة عامة على عدد من المواد الطبيعية والمواد المحضرة صناعيا مثل االطين المحروق (Burnt clay) شرط ان يحتوي على سليكا غير متبلورة (Amorphous) لتكون ذات فعالية عالية، وان تكون لدرجة عالية من النعومة لتتمكن من التفاعل مع الجير بوجود الماء.

من المعروف ان تفاعل الجير مع السليكا غير المتبلورة هو اساس تحديد فعالية البوزولانا عند استخدامها في بناء المنشأت ذات الكتل الكونكريتية الضخمة مثل بناء السدود الكونكريتية والموانئ وذلك للخاصية التي يملكها السمنت البوزولاني المتمثل بالمقاومة العالية للمؤثرات الكيميائية وبالاخص ماء البحر.

نظرا" لعدم توفر التوفة البركانية والبريشيا البركانية والاكلومريت في العراق، فقد وجد المؤلفون امكانية التحقق من مدى مطابقة الصخور المصهورة طبيعيا والموجودة في جبل حمرين الجنوبي عند منطقة انجانة لصفات البوزولانا الطبيعي (العالمي) اضافة الى تقييم نوعها واصلها.

الصخور المصهورة هو مصطلح محلي أطلقه (1932) Mcldntock على الصخور التي تعرضت لعملية الحرق الطبيعي نتيجة احتراق الأطيان بواسطة التدفق الطبيعي للنفط والغازات في ايران . بينما Less and Richardson (1940) أطلقا على مثل هذه الصخور في ايران مصطلح الصخور المحروقة. كما أن Basi and Jassim (1974) أطلقا مصطلح الصخور الحويصلية (Vesicular Rocks) على مثل هذه الصخور في العراق (منطقة الدراسة الحالية). ان الصخور المصهورة وجدت كذلك في كاليفورنيا وكندا وبريطانيا. اختار المؤلفون مصطلح الصخور المصهورة في هذه الدراسة لكونه مصطلح شامل يعبر عن عملية الاحتراق في درجات الحرارة العالية وتشكيل الحويصلات الغازية في الصخور ذات الألوان المختلفة.

تقع منطقة الدراسة في الجزء الشمالي من محافظة ديالى وبالتحديد على السفح الجنوبي لجبل حمرين الجنوبي منطقة انجانة والتي تبعد عن مدينة بغداد بحدود 140 كيلومتر باتجاه مدينة كركوك(الشكل 1).



شكل (1): خريطة موقعية لمنطقة الدراسة

إسلوب العمل

اعتمدت هذه الدراسة على الاستقصاء الحقلي للتلال المحروقة ، والتي هي عبارة عن ستة تلال من نوع الموائد المنعزلة (mesas) وقد وصف كل تل محروق الذي يتكون من الصخور المصهورة ذات الالوان المتعددة في القمة والصخور الرسوبية التي لم تتعرض للصهر في القاعدة . وبنمذجة الصخور المصهورة ،حيث التقط 31 نموذج انتقائي من كافة التلال المحروقة ، واختير النموذج على أساس اللون . خضعت النماذج الصخرية للفحوصات المختبرية التالية :

الفحص المعدني ل 31 نموذج بواسطة الحيود السيني باستخدام منظومة الأشعة السينية الحائدة نوع (Phillips,PW1840) وباستخدام الهدف Cu والطول الموجي Kcx ومرشح نيكل وسرعة درجة لكل سم ، لغرض التأكد من مطابقة الصخور المصهورة للبوزولانا الطبيعي العالمي .

التحليل الكيميائي لعينة تمثل مجموع نماذج الصخور المصهورة (اي الاطيان المحروقة طبيعيا) لتحديد نسب المكونات التالية لغرض التأكد من مطابقة الصخور المصهورة للبوزولانا الطبيعي العالمي :

$$SiO_2, AL_2O_3, Fe_2O_3, CaO, MgO, K_2O, SO_3, L.O.I$$

فحص الوزن النوعي ل 31 نموذج لغرض استخدامه في حساب النسب الوزنية للخلط مع السمنت.

فحص الكثافة لغرض التقدير الاولي لكمية الصخور المصهورة .

فحص مقاومة الانضغاط الذي جرى في مركز بحوث البناء ، حيث أخذت عينة تمثل مجموع نماذج الصخور المصهورة لتشكل وزن 2 كغم وطحنت ناعما" الى درجة 0.075 ملم ، واستعملت نسب وزنية للمونة هي 1:3 لتهيئة النموذج المكعب بابعاد (50x50x50) ملم ولعمر 28 يوم .

فحص كفاءة البوزولانا ،طحنت صخور البوزولانا الى حجم حبيبي يصل الى أقل من 0.075 ملم لغرض تهيأتها للخلط مع السمنت البورتلاندي ، وعمل نماذج من الخلطة المرجعية باستخدام السمنت البورتلاندي ونماذج البوزولانا وبتعويض قدره 35 % حيث كانت النسب الوزنية لخلط البوزولانا الطبيعي العراقي الى السمنت البورتلاندي الاعتيادي هي 65:35 وقد اختيرت هذه النسبة لكثرة استعمالها في الخلطات العالمية .

حسب المواصفة الامريكية ASTM C109 يخلط 250 غم من السمنت البورتلاندي الاعتيادي مع 687.5 غم من الرمل "اوتاوة " المدرج مع كمية من الماء للحصول على انسياب (100– 115) % لكل الحالات وهذه النسب تمثل المونة المرجعية ، اما بالنسبة للمونة المضموخة فيخلط 162.5 غم من السمنت البورتلاندي مع نسب من البوزولانا وحسب المعادلة التالية :

$$\left(\frac{\text{الكثافة النوعية للبوزولانا}}{\text{الكثافة النوعية للسمنت}} \times 87.5 \right) \text{غم}$$

مع 687.5 غم من رمل أوتاوه المدرج مع نسبة من الماء للحصول على انسياب (100 – 115) %

حفظ النماذج

بعد صب المادة في قوالب مكعبة حفظت لمدة 24 ساعة في غرفة رطبة وبدرجة حرارة 23 ± 1.7 مئوية مع بقاء سطح القالب مكشوفا ولكن غير معرض للماء إلى أن تجف المادة .

ترفع النماذج من القالب وتوضع في حاويات مغلقة وتحفظ بدرجة حرارة 37.8±1.7 مئوية لمدة 27 يوم ، وبعدها تترك لتبرد بدرجة حرارة 23±1.7 مئوية قبل ان تفحص . وقد حسبت فعالية البوزولانا حسب المعادلة التالية :

$$\text{فعالية البوزولانا} = \frac{A}{B} \times 100$$

A = معدل مقاومة الانضغاط للمونة المضغوطة الحاوية على البوزولانا

B = معدل مقاومة الانضغاط للمونة المضغوطة الحاوية على السمنت فقط

النتائج

توجد ستة تلال محروقة ومنعزلة من نوع الموائد تمتد باتجاه شمال غرب – جنوب شرق على هيئة استطالة طوبوغرافية و كل تل محروق (Burnt hill) يتألف من كتلة صخرية مصهورة طبيعيا وصلبة وغير متطبقة وبوضع أفقي في القمة ، وصخور رسوبية متطبقة ومائلة بدرجات تتراوح بين (44^o – 90^o)، ولم تتعرض لعملية الصهر في الجزء الاسفل الذي يعود الى تكوين انجانة (المايوسين الاعلى) .

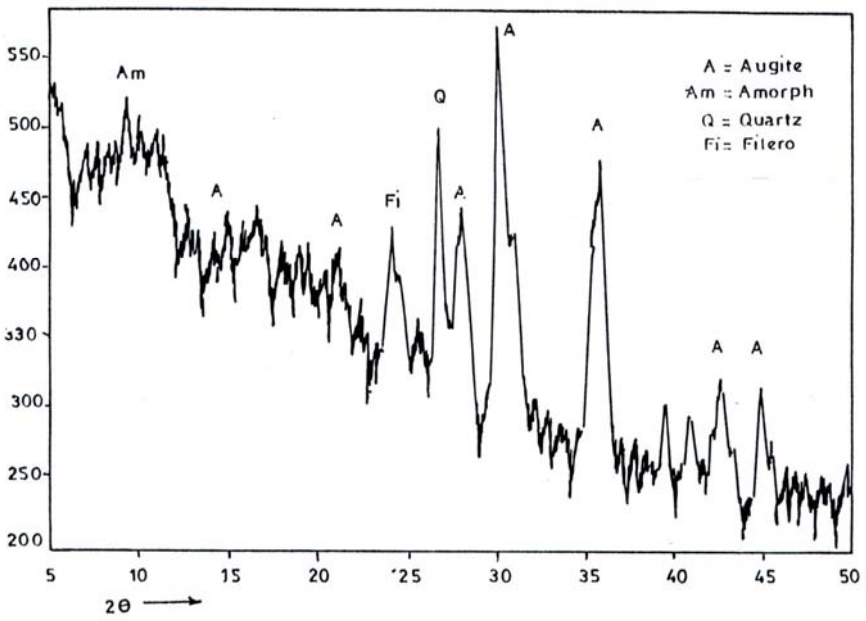
الجدول (1) يبين الكثافة الكلية لنماذج الصخور المصهورة وتتراوح بين (1.76 – 2.54) غم / سم^3 وبمعدل 1.95 غم / سم^3 . وان الوزن النوعي لنفس النماذج يتراوح بين (2.30 – 2.90) وبمعدل 2.46 وهو اقل من الوزن النوعي للسمنت الذي يصل وزنه النوعي 3.15 حسب الخلف ويوسف(1984).

بين فحص الاشعة السينية الحائدة (XRD) ان معدن ال Augite وهو احد معادن البيروكسين سائد في كافة النماذج الانتقائية للصخور المصهورة طبيعيا. اضافة الى وجود الكوارتز والسليكا غير المتبلورة

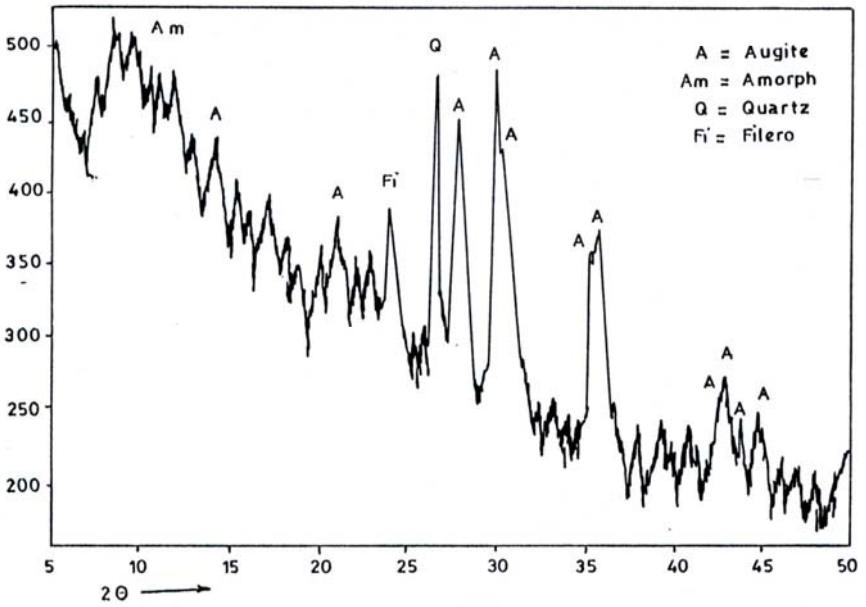
(Filero) (الشكلين 2 و 3) . كما ان الفحص المعدني بين احتواء بعض النماذج على تراكيز متباينة من الجبس الثانوي ، وبتوزيع غير متجانس في التل المحروق .وفي حالة احتساب محتوى الجبس في جميع النماذج فأن نسبة الجبس الثانوي لاتزيد على 5% كمعدل، وان نسبة SO_3 لاتزيد على 2.6 %.

جدول (1): نتائج فحوصات الكثافة الكلية والوزن النوعي للصخور المصهورة طبيعيا

رقم التل	رقم النموذج	اللون	الكثافة الكلية (غم/سم^3)	الوزن النوعي
1	1	اصفر	1.92	2.90
	2	اسود	2.25	2.40
	3	احمر	2.23	2.77
	4	رصاصي	1.98	2.42
	5	بني محمر	2.11	2.61
	6	اخضر	2.27	2.44
2	1	اصفر	1.900	2.74
	2	اسود	2.02	2.57
	3	احمر	1.77	2.75
	4	رصاصي	1.92	2.59
3	1	اصفر	1.97	2.71
	2	اسود	1.81	2.44
	3	احمر	1.82	2.77
	4	رصاصي	1.77	2.74
	5	بني محمر	1.09	2.72
4	1	اصفر	1.78	2.74
	2	اسود	1.42	2.67
	3	احمر	2.01	2.70
	4	رصاصي	1.97	2.61
	5	بني محمر	2.15	2.48
5	1	اصفر	2.13	2.59
	2	اسود	2.54	2.73
	3	احمر	2.03	2.65
	4	رصاصي	2.00	2.30
	5	بني محمر	1.76	2.70
6	1	اصفر	1.97	2.82
	2	اسود	1.85	2.58
	3	احمر	1.68	2.67
	4	رصاصي	1.84	2.81
	5	بني محمر	1.94	2.42
	6	اخضر	2.02	2.32



شكل (2): مخطط الحيود السيني للبوزولانا الطبيعي العراقي من نوع الطين المحروق



شكل (3): مخطط الحيود السيني للبوزولانا الطبيعي العراقي من نوع الطين المحروق

جرى التحليل الكيميائي لعينة تمثل مجموع النماذج للصخور المصهورة (الاطيان المحروقة) وان مكوناتها الكيميائية مبينة في الجدول (2) .

جدول (2) : التحليل الكيميائي لعينه تمثل مجموع نماذج الصخور المصهورة طبيعيا

SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	CaO	MgO	K_2O	Na_2O	SO_3	L.O.I
51.65	17.76	6.5	10.0	5.0	1.7	1.7	1.3	3.0

بين الجدول (3) نتائج فحص المقاومة الانضغاطية ومقارنة نتائجه مع نموذج اعتمد مرجعيا (المقصود بالنموذج المرجعي هو السمنت بدون إضافة و الذي يعتمد لتقييم المادة العراقية)، وقد تمت المعايرة بالأوزان المبينة في الجدول (4) .

جدول(3): نتائج فحص المقاومة الانظغاطية

نسبة الخلط 3:1 (سمنت : بوزولانا)	المقاومة الانضغاطية (نيوتن/ ملم^2) لعمر 28 يوم	الفعالية البوزولانية (%)	الحدود الدنيا للمواصفة (%)
المونة المرجعية	19.8		---
المونة البوزولانية	17.6	88.7	75

جدول (4) : المعايرة بالأوزان

	المرجعية	المادة البوزولانية
الاسمنت	250 غم	162.5 غم
الرمل	687.5 غم	687.5 غم
المادة	---	15غم
الماء	135	151
Flow	200	200

اما محددات المواصفة هي :
المحددات الكيميائية : مثبتة في الجدولين 1 و 2
المحددات الفيزيائية : متمثلة بالمقاومة الانضغاطية
المحددات الهندسية : متمثلة بالكفاءة

نتائج التحليل الكيميائي للسمنت البوزولاني العراقي المحضر بنسبة خلط 65 % سمنت مع 35 % بوزولانا، تشير الى تقاربه في المعدلات العامة مع التحليل .

المناقشة

ان الهيئة التضاريسية لجبل حمرين الجنوبي تعكس تاثير الحركات التكتونية الالبية الاخيرة التي كونت طية حمرين الجنوبي المحدبة باتجاه شمال غرب – جنوب شرق وقد رافقها صدع معكوس، وان الاخير صاحب هذه الحركات في عصر البلايو – بلايستوسين ولم يحدث تغيير ملحوظ في سمك الطبقات التي قطعها ، اي انه لم يقترن بفترات الترسيب .

ان امتداد التلال المحروقة الستة يشكل استطالة طوبوغرافية (Topographic lineament) طولها 3.5كيلومتر ، تكونت نتيجة تعرض منطقة الدراسة للتعرية الشديدة خلال العصر الرباعي . وان هذه الاستطالة ترافق امتداد صدع انجانة العكسي مما يؤكد علاقتها مع هذا الصدع (الشكل 4).

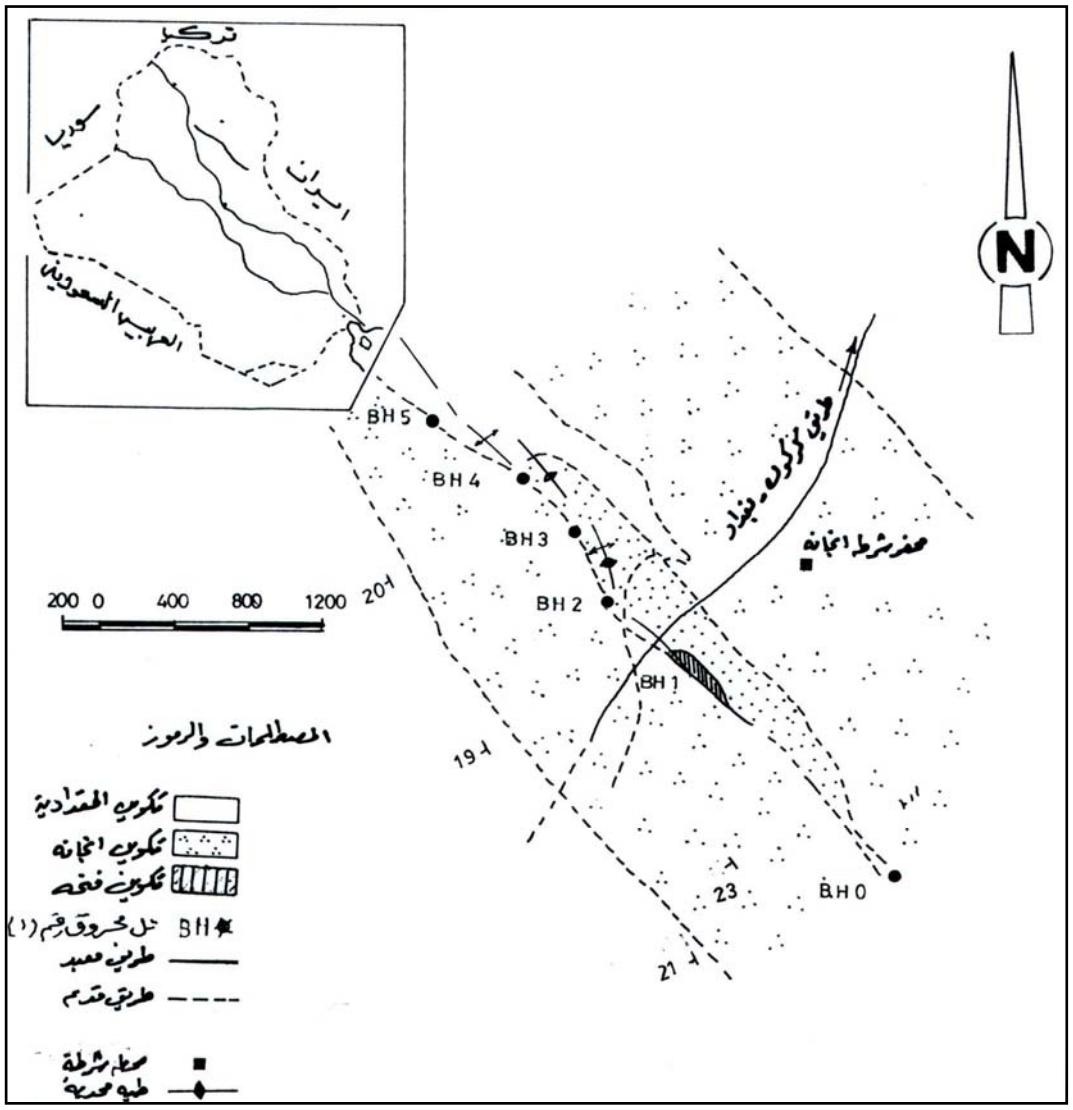
التتابع الصخاري لتكوين انجانة يتألف من سحنات فتاتية قارية الاصل ، تتمثل بتعاقب صخور الوحل الرملي مع الصخور الرملية . ولما كانت قواعد التلال المحروقة تتالف من الصخور الرملية ، التي لم تتعرض لعملية الصهر ، فلابد ان تكون الصخور المصهورة التي تليها للاعلى هي من اصل صخور الوحل الرملي وحسب التتابع الصخاري لتكوين انجانة(Jassim, 1976 Abud Al-Lateef, 1974 ,1975; Basi and Jassim و معله وآخرون ، 2001).

ان وجود بقايا الزفت المتصلب حول صدع انجانه العكسي (معلة وآخرون ،2001) واحتواء الصخور المصهورة على الفناديوم (Basi and Jassim , 1974) وتدفق المياه المالحة الحاوية على NaCl وSr (معله وآخرون ، 2001) جميعها دلائل تشير الى تدفق مواد هيدروكاربونية من الاعماق بواسطة صدع انجانة العكسي كناقل لهذه المواد ، ومن البديهي ان يرافقها غازات قابلة للاشتعال بفعل الصواعق كما هو الحال في منطقة بابا كركر في كركوك .

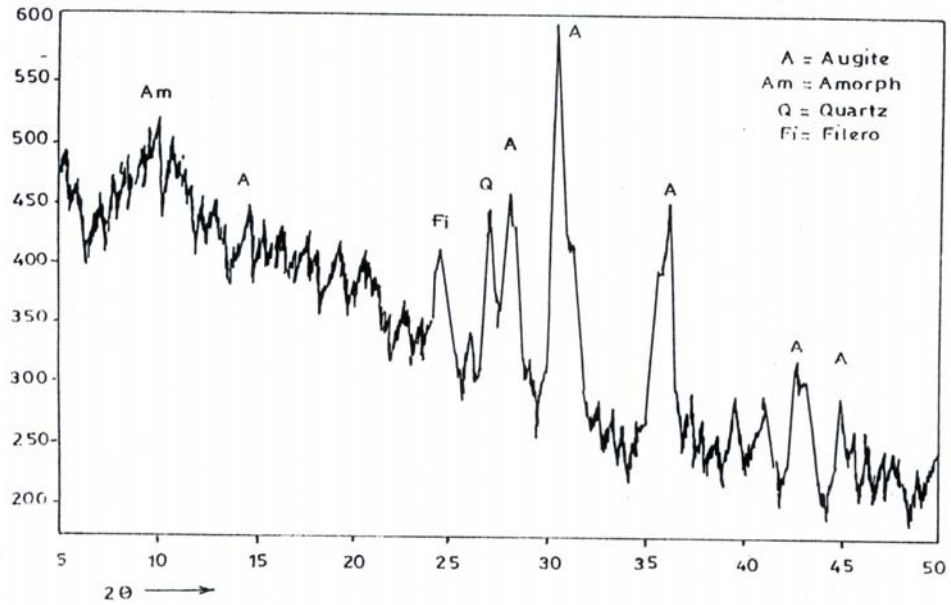
بينت مخططات الحيود السيني في الشكلين(5 و6) احتواء الصخور المصهورة على معدن الAugite والسليكا . فقد اعتبر (Lea) 1980 معدن ال Augite احد المعادن الرئيسية لتركيب البوزولانا الطبيعي من نوع الاطيان المحروقة (Burnt clay) . واعتبر رفعت واخرون (1983) وجود السيلكا (الذي هو من المعادن المستقرة اثناء تحولها في درجات الحرارة المختلفة) ناتج من تحول الفتات السليكي (Arenaceous clastics) .من خلال مقارنة مخططات الحيود السيني للصخور المصهورة في الشكلين 5 و6 مع مخططات الحيود السيني للطابوق الطيني من صنف أ في الشكلين(2 و3) تشير الى التشابه الكبير بينهما مع وجود جزء من الطين المحروق بحالة غير متبلورة بدلالة وجود منحنيات بصورة عريضة ومشوشة في منطقة 2θ من ($5^{\circ} - 21^{\circ}$) .

ان احتواء الصخور المصهورة المتصلبة على تراكيب العقد الغروية يعتبر دليل على الانصهار والانظغاط من خلال ثقوب ربما تكونت في قشرة الصخور المصهورة . كما ان وجود الشقوق الدقيقة (الشعرية) المفتوحة والمغلقة في الصخور المتصلبة ربما تكونت نتيجة الاجهادات الناتجة من تبريد المنصهر ، وقد ملئت هذه الشقوق بعد انتهاء عملية الصهر بالجبس الثانوي من نوع جبس باريس على هيئة عروق غير متجانسة التوزيع . ان هذ النوع من الجبس يتكون في درجة حرارة (190-200) درجة مئوية (Kraus et al,1959) . وهذا يشير الى ان هذه العروق تكونت نتيجة التبخر في ظروف مناخية قارية جافة خلال فترات عصر البلايستوسين .

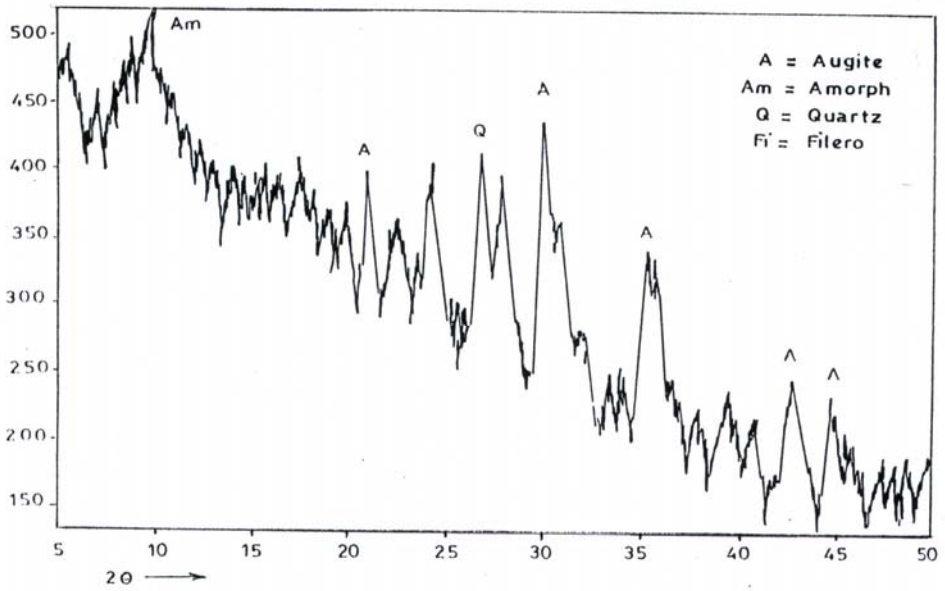
بين (Basi and Jassim (1974 احتواء الصخور المصهورة على تراكيز عالية من الفناديوم تتراوح ما بين (250-8363) جزء بالمليون ، وهي اعلى من معدل محتوى الصخور النارية الذي يصل 315 جزء بالمليون ، واعلى من محتوى صخور السجيل (Shale) 120 جزء بالمليون كما ذكره



شكل (4): خريطة جيولوجية لمنطقة إنجانة (Basi and Jassim, 1974)



شكل (5): مخطط الحيود السيني للطابوق المحروق بدرجة حرارة 950 ºم ومن الصنف ا



شكل (6): مخطط الحيود السيني للطابوق المحروق بدرجة حرارة 950 ºم ومن الصنف ا

(Rankman and Sahama,(1964 . وكذلك تراكيز الفناديوم في نفط كركوك 47 جزء بالمليون (Al-Shahristany، 1972) . ان التراكيز العالي للفناديوم في الصخور المصهورة يعود الى تراكمه خلال عملية حرق المواد الهيدروكاربونية المسؤولة عن صهر الترسبات الطينية لتكوين انجانه .

قدر (1974) , Basi and Jassim درجة حرارة الصهر، من الناحية النظرية ، تتراوح بين (1360-1260) درجة مئوية حسب نظام (diopside – anorthite – silica) تحت الظغط الجوي . بينما درجة حرارة حرق الطابوق هي 950 درجة مئوية (معلة واخرون ، 2001) . ان الفرق بين درجة حرارة الصهر ودرجة حرارة حرق الطابوق ربما يعود الى قلة وجود ملح الطعام (NaCl) مع وجود حامض الكبريتيك وغازات متنوعة كانت ترافق تدفق الهيدروكاربونات . لان وجود كميات كبيرة منNaCl سيقلل من درجة حرارة الصهر وبناء على ذلك فان درجة حرارة الصهر تتراوح بين (1360-950) درجة مئوية . وإن الصهر الشديد ادى الى اختفاء سطوح التطبق في الصخور الطينية لتكوين انجانة.

من خلال مقارنة نتائج التحليل الكيميائي للصخور المصهورة العراقية (الاطيان المحروقة) (الجدول 2) مع التحليلات الكيميائية العالمية المعتمده للبوزولانا الطبيعي من نوع الاطيان المحروقة فإن التحليل الكيميائي للبوزولاني الامريكي يقارب نتائج البوزولانا العراقي (الجدول 5).

جدول (5) : التحليل الكيميائي للسمنت البوزولاني الأمريكي والسمنت البوزولاني العراقي (بعد خلط سمنت بورتلاندي مع بوزولانا بنسبة1:3.مصدر المعلومات عن السمنت البوزولاني الأمريكي والسمنت البورتلاندي الأمريكي (Kalousek and Jumper, 1979)

المركبات الكيميائية (%)	سمنت بوزولاني امريكي				سمنت بورتلاندي امريكي	سمنت بورتلاندي عراقي	سمنت بوزولاني عراقي من خلط نسبة 1:3
SiO_2	28.2	28.1	33.3	31.2	21.8	19.66	30.8
Fe_2O_3	3.7	0.9	5.3	5.3	2.7- 5.3	2.22	3.7
Al_2O_3	8.2	10.7	13.3	7.1	6- 4.5	5.25	9.6
CaO	48.6	55.6	39.7	49.8	63	63.68	44.89
MgO	3.5	2.2	2.1	2.0	3.3 - 1	4.16	4.45
SO_3	1.8	0.8	1.9	1.5	1.9- 1.6	2.71	2.27
L.O.I	5.8	___	2.7	0.8	2.1 - 0.8	1.35	1.93
Na_2O	___	___	0.04	1.6	_____	____	0.595
K_2O	____	____	1.24	0.93	_____	____	0.595

الجدول (6) يبين تقارب التركيب الكيميائي للبوزولانا الطبيعي في المعدلات العامة للبوزولانا الطبيعي الايطالي مع وجود زيادة في CaO وMgO الموجودان في المعادن الطينية . اما النقص الواضح في مجموعة $K_2O + Na_2O$ بين البوزولانا العراقي والبوزولانا الايطالي فليس له تأثير على خواص السمنت البوزولاني حيث ان مصدر المكونات الكيميائية للسمنت البوزولاني الامريكي لم يذكر , K_2O Na_2O بل ترك مجالها فارغا.

جدول (6): يبين التحليل الكيمياوي للبوزولانا الطبيعي العالمي والبوزولانا الطبيعي العراقي
مصدر المعلومات عن البوزولانا الإيطالي (Lea, 1980)

Wt. %	Burnt clay (1)	Burnt clay (2)	Italian Pozzolans	Iraqi Pozzolans
SiO_2	60.2	50.52	55.2	51.65
Al_2O_3	17.72	38.35	18.25	17.76
Fe_2O_3	7.58	2.35	4.00	6.5
CaO	2.68	0.75	2.75	10.0
MgO	2.50	0.91	1.13	5.0
K_2O	3.20	0.78	10.96	1.7
Na_2O	1.03	0.52		1.7
SO_3	2.53	0.4	0.99	1.3
L.O.I	1.29	4.03	5.85	3.0

Burnt clay (1) & (2) : يعني التحليل الكيميائي لبوزولانا طبيعي نموذجي تم الحصول عليه من المصدر (Building Research ,Technical Paper No. 27)

الاستنتاجات

- ان المواد الهيدوكاربونية المتسربة عبر صدع انجانة العكسي خلال عصر البلايو – بلايستوسين هي المسؤولةعن حرق الترسبات الطينية لتكوين انجانة .
- تأثرت الترسبات الطينية بعملية الحرق في درجات حرارة تراوحت بين (950 – 1360) درجة مئوية .
- تعتبر الصخور المصهورة صخور متحولة بفعل الحرارة التي ساعدت على التغيرات الكيميائية والمعدنية وتكوين انسجة جديدة بما فيها الشقوق المفتوحة والمغلقة المتكونة بسبب تبريد المنصهر .
- تلوث الصخور المصهورة بمادتي الجبس الثانوي وجبس باريس بتراكيز لاتزيد عن 5% بعد انتهاء عملية الحرق وفي ظروف مناخية جافة خلال عصر البلايستوسين .
- تمتع الصخور المصهورة طبيعيا بصفات البوزولانا الطبيعي العالمي من نوع الاطيان المحروقة من حيث فعاليته البوزولانية البالغة88.7 %. ومطابقته لصفاتها الكيميائية مع زيادة في الكالسيا والمغنيسيا الموجودان في المعادن الطينية .
- كفاءة الصخور المصهورة طبيعيا في انتاج السمنت البوزولاني العراقي ذو مقاومة انضغاطية 17.6 نيوتن/ ملم^2 بنسب خلط 65 % سمنت مع 35 % بوزولانا ولعمر 28 يوم.

- نتيجة للمقاومة العالية للصخور المصهورة لعوامل التعرية الشديدة شغلت هذه الصخور قمم ستة تلول، وبدون طبقات غطائية، يفصلها عن الطبقات التحتية سطح تماس حاد .
- التقدير الاولي لكمية الصخور المصهورة هو حوالي 17200 طن .

المصادر

الخلف ، مؤيد نوري ويوسف ، هناء عبد ، 1984 . تكنولوجيا الخرسانة ، إصدار الجامعة التكنولوجية، مركز التعريب والنشر .

رفعت ، عادل محمد وعبد الله ، زينب محمد ، 1983 . المعادن والصخور . الطبعه الاولى في دار الالفة، الكويت .

معلة ، خلدون عباس وسعود ، قيس جاسم وخميس ، ضياء بدر والسعدي ، نوال احمد ، 2001 . التقييم النوعي والكمي للترب الطينية المتطبقة لاغراض صناعة طابوق البناء الطيني في منطقة انجانة، محافظة ديالى . الشركة العامة للمسح الجيولوجي والتعدين، تقرير رقم 2715 .

معلة ، خلدون عباس وخميس ، ضياء بدر وسعود ، قيس جاسم والسعدي ، نوال احمد ، 2001 . اكتشاف شواهد لمعدن السليستايت في جبل حمرين الجنوبي منطقة انجانة . الشركة العامة للمسح الجيولوجي والتعدين، تقرير رقم 2730.

REFERENCES

Abud Al-Lateef, A.S., 1975. The Geological Mapping of Hemrin Range from Al-Fatha to Ain Layla Area. GEOSURV, int. rep. no. 1381.

Al-Shahristani , H. ,1972. Relation Between the Concentration of Vanadium and Nickel and the Origin and Migration of Iraqi Crude Oil , Atom and Soci. Publ. of the Nuclear Research Institute, No. 2.

Basi, M.A. and Jassim , S.Z., 1974. Baked and Fused Miocene Sediments from Injana Area, Hemrin South, Iraq, Jour. of the Geol. Soci. of Iraq, Vol. VII, 1974.

Gipps, R. Dev. and Britton, Att., 1960. Local Pozzolana used in concrete for Kombooloomba Dam. Civil Engineering Transaction, Institution of Engineers, Australia. Vol. CE. 2, No.2.

Jassim, S.Z., 1976. Hydrocarbon Explosion Craters, Injana Area, Hemrin South, Iraq, 1976. Jour, of Geol. Soci of Iraq, Vol. IX.

Kalousek, G. L. and Jumper , C.H., 1972. Concrete Technology, Vol. 1. Porperties of material , by Ochard.

Kraus, E.H., Hunt, W.F. and Ramsdell, L.S., 1959. Mineralogy. Fifth Edition.

Lea, F.M., 1980. Chemistry of Cement and Concrete, Department of Scientific and Industerial Research, Building Research Center.

Rankama, K. and Sahama, T. G., 1964. Geochemistry. The University of Chicago Press, Chicago and London.