

أنتاج زجاج الرماد واطئ الحرارة وتطبيقاته على الأيطان الحمراء

رسالة مقدمة إلى
مجلس كلية الفنون الجميلة - جامعة بابل
وهي جزء من متطلبات نيل درجة الماجستير
فنون تشكيلية - اختصاص خزف

من قبل
﴿ سامر احمد حمزة الكراذي ﴾

إشراف
﴿ أ. د عبد الهادي محمد علي ﴾

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

خلق الإنسان من صلصال كالفخار

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ
الصلصال كالفخار

الإهداء

إلى والدي ووالدتي رمزا وجودي
وأخوتي الذين ترقبوا نجاحي
وزوجتي رفيقة صبري وكفاحي
وجنة حياتي طفلي أحمد وأندى
أهدي هذا الجهد المتواضع

ألباحث

بسم الله الرحمن الرحيم

أقرار المشرف

أشهد بأن إعداد هذه الرسالة الموسومة (أنتاج زجاج الرماد واطئ الحرارة وتطبيقاته على الأطيان الحمراء) لطالب الماجستير (سامر احمد حمزة الكراذي) قد جرى تحت إشرافي في كلية الفنون الجميلة / جامعة بابل وهي جزء من متطلبات نيل درجة الماجستير في الفنون التشكيلية .

الأستاذ الدكتور

عبد الهادي محمد علي

كلية الفنون الجميلة / جامعة بابل

٢٠٠٦ / /

توصية رئيس القسم:

بناء على التوصيات المتوافرة أرشح هذه الرسالة للمناقشة

أ . د عارف وحيد إبراهيم

رئيس قسم التربية الفنية

٢٠٠٦ / /

شكر و تقدير

أتقدم بجزيل الشكر والتقدير إلى أستاذي
الفاضل الدكتور عبد الهادي محمد علي لما
أبداه من توجيهات وإرشادات سديدة لدعم
البحث إذ كان لأرائه العلمية الفضل الكبير
في اكتمال الرسالة بهذا الشكل

شكري وتقديري واعتزازي الى أستاذي
الفاضلين حافظ كاظم و حيدر رؤوف لما
قدماه لي من الدعم والتوجيهات السديدة

ملخص البحث

شملت هذه الدراسة إمكانية استخدام الرماد (ASH) في إنتاج زجاج واطى الحرارة ينضج بثلاث درجات حرارية ($950^{\circ}\text{C} - 1000 - 1050$) ولهذا الغرض تم تحديد أربعة أنواع من الرماد (رماد سعف النخيل - قصب البردي - كوالح الذرة - تبن الشعير) وتم تحديد نوع الجسم الفخاري بطينة محافظة بابل الزراعية (طينة المحاويل). أما المواد المضافة الخافضة لدرجات الحرارة (FLUXES) فهي (كاربونات الصوديوم Na_2CO_3 - أفلسبار بوتاسيوم $\text{K}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{SiO}_2$ - أكسيد البوريك B_2O_3). أما الحدود المكانية فكانت ضمن حدود محافظة بابل.

من خلال التحليل الكيميائي لمكونات الرماد تم إخضاع الرماد إلى قانون وحدة الصيغة (UNITY FORMEL) وعلى ضوء قاعدة سيغر تم صياغة صيغة كيميائية للمكونات وكانت لـ (٢٢ خلطة زجاج) من مختلف أنواع الرماد المستخدمة في البحث. تم تفريغ مكونات الخلطات بواسطة بواق حرارية صنعت لهذا الغرض من قبل الباحث و أجريت عملية التفريغ بدرجة حرارة 1200°C وصب السائل الزجاجي الناتج في حاوية تحتوي على ماء بارد. بعدها تمت عملية طحن الزجاج الناتج بواسطة (هاون بورسيلين) وتطبيق الزجاج الناتج على الأجسام الفخارية وقد اعتمد أسلوب الحرق السريع (FAST FIRING).

أظهرت النتائج اختلاف بين أنواع زجاج الرماد من حيث درجة الإنصهارية. وكانت نماذج زجاج سعف النخيل ذات انصهارية عالية مع عتمة بيضاء كما أظهرت نماذج زجاج قصب البردي إنصهارية شديدة جدا" مع زجاج شفاف ولون عسلي إلى جوزي غامق وانصهرت جميع خلطات نماذج الزجاج بدرجة حرارة 1050°C .

لم تنجح عملية تفريغ الخلطات (٦-١٢-١٨-٢٢) والتي لم تتحول إلى سائل زجاجي بدرجة حرارة (1200°C) بسبب ارتفاع نسبة الرماد والفلسبار بوتاسيوم إلى أكثر من ٩٠% ولأحتوائها على نسبة عالية من ألسيلكا كونها مادة مقاومة للانصهار (REFRACTORY).

وقد بينت النتائج الأولية إمكانية إنتاج زجاج واطى الحرارة من استخدام الرماد (ASH) وملائمته للأجسام الفخارية الواطنة الحرارة.

المحتويات

فهرس المحتويات ❁

فهرس الجداول ❁

فهرس الأشكال ❁

فهرس نويات

رقم الصفحة	الموضوع	رقم الموضوع
	الإهداء	
	شكر وتقدير	
أ	ملخص البحث	
ب	المحتويات	
ج - هـ	فهرس المحتويات	
و - ز	فهرس الجداول	
ح - ط	فهرس الأشكال	
١ - ٤	الفصل الأول	
٢	مشكلة البحث	١ - ١
٣	حدود البحث	٢ - ١
٣	أهمية البحث	٣ - ١
٤	أهداف البحث	٤ - ١
٤	تحديد المصطلحات	٥ - ١
٣٤ - ٥	الفصل الثاني	
٦	الإطار النظري	١ - ٢
٧ - ٦	المرجعيات التاريخية	١ - ١ - ٢
١٠ - ٨	وحدة الصيغة	٢ - ١ - ٢
١٠	المكونات الرئيسية للزجاج	٣ - ١ - ٢
١٤ - ١١	السيلكا	١ - ٣ - ١ - ٢
١٦ - ١٥	الألومينا	٢ - ٣ - ١ - ٢
١٧ - ١٦	أكسيد الحديد	٣ - ٣ - ١ - ٢
١٨ - ١٧	أكسيد البوريك	٤ - ٣ - ١ - ٢
١٩ - ١٨	أكسيد الصوديوم	٥ - ٣ - ١ - ٢
٢٠ - ١٩	أكسيد الكالسيوم	٦ - ٣ - ١ - ٢
٢١ - ٢٠	أكسيد المغنيسيوم	٧ - ٣ - ١ - ٢
٢٢ - ٢١	أكسيد البوتاسيوم	٨ - ٣ - ١ - ٢
٢٢	كربونات الصوديوم	٩ - ٣ - ١ - ٢
٢٤ - ٢٢	ألفسبار	١٠ - ٣ - ١ - ٢
٢٥ - ٢٤	تفاعل الجسم مع الزجاج	٤ - ١ - ٢
٢٧ - ٢٥	تطابق الزجاج	٥ - ١ - ٢
٢٨	الأطيان	٦ - ١ - ٢
٣٠ - ٢٨	تركيب الهيكل الأنشائي	١ - ٦ - ١ - ٢
٣١ - ٣٠	الأطيان الحمراء	٧ - ١ - ٢
٣٢ - ٣١	الزجاج الجاهز	٨ - ١ - ٢
٣٢	الشد السطحي	٩ - ١ - ٢
٣٤ - ٣٣	الدراسات السابقة	٢ - ٢
٣٣	دراسة الطاهر	١ - ٢ - ٢

رقم الصفحة	الموضوع	رقم الموضوع
٣٤	دراسة ألمشايخي	٢ - ٢ - ٢

٣٥ - ٥٢	الفصل الثالث	
٣٦	المنهج المستخدم	٣ - ١
٣٦	اختيار العينات	٣ - ٢
٣٦	اختيار الطينة المطبق عليها الزجاج	٣ - ٣
٣٦	اختيار النباتات	٣ - ٤
٣٧	تهيئة المواد	٣ - ٥
٣٨	فحوصات النماذج المخبرية	
٣٨ - ٣٩	الانكماش (التقلص الطولي)	٣ - ٦
٣٩	المسامية	٣ - ٧
٣٩	التحليل الكيميائي للمواد	٣ - ٨
٤٠	حساب القانون النسبي	٣ - ٩
٤٠ - ٤١	خططات رماد سعف النخيل	٣ - ١٠
٤٢ - ٤٣	خططات رماد كوالح الذرة	٣ - ١١
٤٣ - ٤٤	خططات رماد قصب البردي	٣ - ١٢
٤٥	خططات رماد تبن الشعير	٣ - ١٣
٤٦	صناعة البودقة الحرارية	٣ - ١٤
٤٦	تهيئة خططات الزجاج	٣ - ١٥
٤٧	برنامج الحرق	٣ - ١٦
٤٧ - ٤٨	عملية التفريغ	٣ - ١٧
٤٨	طحن النماذج	٣ - ١٨
٤٨	تطبيق الزجاج على النماذج الفخارية	٣ - ١٩
٤٩	الحرق والتبريد	٣ - ٢٠
٤٩	برنامج الحرق	٣ - ٢١
٤٩ - ٥٠	الفحوصات التي أجريت على النماذج	٣ - ٢٢
٤٩	فحص مقاومة الخدش	٣ - ٢٢ - ١
٤٩	حساب معامل الشد السطحي	٣ - ٢٢ - ٢
٥٠	حساب كثافة الزجاج المحروق	٣ - ٢٢ - ٣
٥٠ - ٥٢	تقييم نتائج الزجاج	٣ - ٢٣
٥١	قيم الشفافية	٣ - ٢٣ - ١
٥١	قيم الذوبانية	٣ - ٢٣ - ٢
٥٢	قيم الخشونة	٣ - ٢٣ - ٣
٥٢	قيم اللون	٣ - ٢٤
٥٣ - ١٠٦	الفصل الرابع	
٥٤	نتائج الخواص الفيزيائية	٤ - ١
٥٤	التقلص الطولي للجسم الطيني والفخاري	٤ - ١ - ١
٥٤	فحوصات الامتصاص والمسامية الظاهرية	٤ - ١ - ٢
٥٤ - ٥٩	نتائج القانون النسبي	٤ - ٢

رقم الصفحة	الموضوع	رقم الموضوع
٦٠	نتائج فحص صلادة السطح	٤ - ٣
٦١	نتائج حساب معامل الشد السطحي	٤ - ٤
٦٢ - ٦٤	نتائج الشفافية والعتمة	٤ - ٥
٦٥ - ٦٧	نتائج الملمس	٤ - ٦

٦٨	نتائج الأنصهارية	٧ - ٤
٨١ - ٧٥	نتائج التحليل اللوني للنماذج في درجة حرارة ٩٥٠C°	
٨٨ - ٨٢	نتائج التحليل اللوني للنماذج في درجة حرارة ١٠٠٠C°	
٩٧ - ٨٩	نتائج التحليل اللوني للنماذج في درجة حرارة ١٠٥٠C°	
٩٨	نتائج التحليل الكيميائي	٨ - ٤
٩٨	نتائج التحليل الكيميائي لطينة المحاويل	١ - ٨ - ٤
٩٨	نتائج التحليل الكيميائي للرماد	٢ - ٨ - ٤
١٠٠ - ٩٩	مناقشة نتائج وحدة الصيغة	٩ - ٤
١٠١	مناقشة نتائج الشد السطحي	١٠ - ٤
١٠١	مناقشة الشفافية والعتمة	١١ - ٤
١٠٢	مناقشة نتائج الملمس	١٢ - ٤
١٠٢	مناقشة نتائج فحص الصلادة	١٣ - ٤
١٠٥ - ١٠٣	مناقشة النتائج اللونية	١٤ - ٤
١٠٦	مناقشة نتائج الأنصهارية	١٥ - ٤
١٠٧ - ١٠٦	مناقشة نتائج كثافة الزجاج	١٦ - ٤
١١٠ - ١٠٨	الفصل الخامس	
١١٠ - ١٠٩	الأستنتاجات	١ - ٥
١١٠	التوصيات	٢ - ٥
١١٠	المقترحات	٣ - ٥
١١٤ - ١١١	المصادر	
١١٢ - ١١١	المصادر باللغة العربية	
١١٤ - ١١٣	المصادر باللغة الأجنبية	
١٣٣ - ١١٥	الملاحق	

فهرس هجداول

رقم الصفحة	عنوان الجدول	رقم الجدول
٧	نسبة الرماد والمواد المضافة بشكل تقريبي	١ - ٢
١٠	قيم الأجزاء الجزئية الداخلة في صياغة الفورملة	٢ - ٢
٣٧	التحليل الكيميائي لطينة المحاويل الحمراء	١ - ٣
٣٩	التحليل الكيميائي للرماد	٢ - ٣
٤٠	الخلطة رقم (١) سعف النخيل	١ - ١٠ - ٣

٤٠	الخلطة رقم (٢) سعف النخيل	٢ - ١٠ - ٣
٤١	الخلطة رقم (٣) سعف النخيل	٣ - ١٠ - ٣
٤١	الخلطة رقم (٤) سعف النخيل	٤ - ١٠ - ٣
٤١	الخلطة رقم (٥) سعف النخيل	٥ - ١٠ - ٣
٤١	الخلطة رقم (٦) سعف النخيل	٦ - ١٠ - ٣
٤٢	الخلطة رقم (٧) كوالح الذرة	١ - ١١ - ٣
٤٢	الخلطة رقم (٨) كوالح الذرة	٢ - ١١ - ٣
٤٢	الخلطة رقم (٩) كوالح الذرة	٣ - ١١ - ٣
٤٢	الخلطة رقم (١٠) كوالح الذرة	٤ - ١١ - ٣
٤٣	الخلطة رقم (١١) كوالح الذرة	٥ - ١١ - ٣
٤٣	الخلطة رقم (١٢) كوالح الذرة	٦ - ١١ - ٣
٤٣	الخلطة رقم (١٣) قصب البردي	١ - ١٢ - ٣
٤٣	الخلطة رقم (١٤) قصب البردي	٢ - ١٢ - ٣
٤٤	الخلطة رقم (١٥) قصب البردي	٣ - ١٢ - ٣
٤٤	الخلطة رقم (١٦) قصب البردي	٤ - ١٢ - ٣
٤٤	الخلطة رقم (١٧) قصب البردي	٥ - ١٢ - ٣
٤٤	الخلطة رقم (١٨) قصب البردي	٦ - ١٢ - ٣
٤٥	الخلطة رقم (١٩) تبين الشعير	١ - ١٣ - ٣
٤٥	الخلطة رقم (٢٠) تبين الشعير	٢ - ١٣ - ٣
٤٥	الخلطة رقم (٢١) تبين الشعير	٣ - ١٣ - ٣
٤٥	الخلطة رقم (٢٢) تبين الشعير	٤ - ١٣ - ٣
٤٧	برنامج حرق الخلطات أثناء التبريد	٣ - ٣
٥٠	ثوابت معامل الشد السطحي	٤ - ٣
٥١	ثوابت الكثافة للأكاسيد	٥ - ٣
٥٤	نسبة التقلص بعد الجفاف والحرق	١ - ٤
٥٤	نتائج الفحوصات الفيزيائية للجسم الطيني والخزفي	٢ - ٤
٥٥-٥٤	خلطة (١ - ٦) نتائج وحدة الصيغة لرماد سعف النخيل	
٥٧-٥٦	خلطة (٧ - ١٢) نتائج وحدة الصيغة لرماد كوالح الذرة	
٥٨-٥٧	خلطة (١٣ - ١٨) نتائج وحدة الصيغة لرماد قصب البردي	
٥٩	خلطة (١٩ - ٢٢) نتائج وحدة الصيغة لرماد تبين الشعير	
٦٠	نتائج قياس صلادة السطح	٣ - ٤

رقم الصفحة	عنوان الجدول	رقم الجدول
٦١	نتائج قيم الشد السطحي	٤ - ٤
٦٢	قيم الشفافية والعتمة بدرجة حرارة ٩٥٠C°	٥ - ٤
٦٣	قيم الشفافية والعتمة بدرجة حرارة ١٠٠٠C°	٦ - ٤
٦٤	قيم الشفافية والعتمة بدرجة حرارة ١٠٥٠C°	٧ - ٤
٦٥	قيم الملمس بدرجة حرارة ٩٥٠C°	٨ - ٤
٦٦	قيم الملمس بدرجة حرارة ١٠٠٠C°	٩ - ٤
٦٧	قيم الملمس بدرجة حرارة ١٠٥٠C°	١٠ - ٤
٦٨	قيم نتائج الأنصهارية	١١ - ٤
٧٥	نتائج التحليل اللوني للنماذج بدرجة حرارة ٩٥٠C°	
٧٦	نتائج التحليل اللوني للنموذج (١) بدرجة حرارة ٩٥٠C°	١٢ - ٤
٧٦	نتائج التحليل اللوني للنموذج (٢) بدرجة حرارة ٩٥٠C°	١٣ - ٤

٩٧	نتائج التحليل اللوني للنموذج (٢٠) بدرجة حرارة ١٠٥٠°C	٥٣ - ٤
١٠٠	النسب المئوية للخلطات حسب وحدة الصيغة	٥٤ - ٤
١٠٣	قيم التحليل اللوني للألوان الأساسية بدرجة حرارة ٩٥٠°C	٥٥ - ٤
١٠٤	قيم التحليل اللوني للألوان الأساسية بدرجة حرارة ١٠٠٠°C	٥٦ - ٤
١٠٥	قيم التحليل اللوني للألوان الأساسية بدرجة حرارة ١٠٥٠°C	٥٧ - ٤
١٠٧	قيم الكثافة لنماذج زجاج الرماد	٥٨ - ٤

فهرس الأشكال

رقم الصفحة	عنوان الشكل	رقم الشكل
٩	العلاقة بين نسبة القواعد ودرجة الحرارة	١ - ٢
٩	المادة أحامضية والمتعادلة بدرجة الحرارة	٢ - ٢
١٢	تركيب ذرة السيلكا	٣ - ٢
١٢	طرق اتحاد الرباعيات	٤ - ٢
١٣	نقطة الانقلاب والتمدد الحراري للكوارتز والكرستوبلايت والسيلكا	٥ - ٢
١٤	نقطة الانقلاب والتمدد الحراري للثرديمايت	٦ - ٢
١٤	الانقلاب السيلكي العكسي وعدم انقلاب الزجاج	٧ - ٢
١٥	دخول الألومينا على شبك السيلكا	٨ - ٢
١٦	التوازن الطوري لنظام السيلكا والألومينا	٩ - ٢
١٨	النسبة المئوية لأوكسيد البوريك ومعامل التمدد	١٠ - ٢
١٩	جزيئة الصوديوم	١١ - ٢

٢٠	جزيئة أوكسيد الكالسيوم	١٢ - ٢
٢١	جزيئة أوكسيد المغنيسيوم	١٣ - ٢
٢٢	جزيئة أوكسيد البوتاسيوم	١٤ - ٢
٢٣	البناء الذري لجزيئة أفلسبار صوديوم	١٥ - ٢
٢٣	البناء الذري لجزيئة أفلسبار بوتاسيوم	١٦ - ٢
٢٤	البناء الذري لجزيئة أفلسبار كالسيوم	١٧ - ٢
٢٥	تفاعل الجسم مع الزجاج	١٨ - ٢
٢٦	عدم التطابق في الجسم الخزفي - التقشر	١٩ - ٢
٢٧	عدم التطابق في الجسم الخزفي - التجزع	٢٠ - ٢
٢٧	التجزع	A - ٢١ - ٢
٢٧	التقشر	B - ٢١ - ٢
٢٨	جزيئة أسيلكا	٢٢ - ٢
٢٩	جزيئة هيدروكسيد الألمنيوم جبسايت	٢٣ - ٢
٣٠	بنية الكاؤولين	٢٤ - ٢
٣١	تأثير درجة الحرارة على مسار المسامية وقوة الجسم	٢٥ - ٢
٦٩	نماذج رماد سعف النخيل بدرجة حرارة ٩٥٠°C	١ - ٤
٦٩	نماذج رماد كوالح الذرة بدرجة حرارة ٩٥٠°C	٢ - ٤
٧٠	نماذج رماد قصب البردي بدرجة حرارة ٩٥٠°C	٣ - ٤
٧٠	نماذج رماد تين الشعير بدرجة حرارة ٩٥٠°C	٤ - ٤
٧١	نماذج رماد سعف النخيل بدرجة حرارة ١٠٠٠°C	٥ - ٤
٧١	نماذج رماد كوالح الذرة بدرجة حرارة ١٠٠٠°C	٦ - ٤
٧٢	نماذج رماد قصب البردي بدرجة حرارة ١٠٠٠°C	٧ - ٤
٧٢	نماذج رماد تين الشعير بدرجة حرارة ١٠٠٠°C	٨ - ٤

رقم الصفحة	عنوان الشكل	رقم الشكل
٧٣	نماذج رماد سعف النخيل بدرجة حرارة ١٠٥٠°C	٩ - ٤
٧٣	نماذج رماد كوالح الذرة بدرجة حرارة ١٠٥٠°C	١٠ - ٤
٧٤	نماذج رماد قصب البردي بدرجة حرارة ١٠٥٠°C	١١ - ٤
٧٤	نماذج رماد تين الشعير بدرجة حرارة ١٠٥٠°C	١٢ - ٤
٤٦	صورة تبين الفرن الكهربائي والمقياس الالكتروني	١
٤٧	صور تبين ألبودقة داخل الفرن الكهربائي	٢
٤٨	صورة تبين عملية صب السائل الزجاجي في الماء	٣

ABSTRACT

THIS STUDY INCLUDED THE ABILITY OF USING ASH TO PRODUCE LOW – HEAT GLASS WHICH MATURE IN THREE TEMPERATURES (900 C° - 1000 C° - 1050 C°) THEREFORE , FOUR TYPES OF ASH WHICH ARE (BARLEG ASH , PALM - LEAVES ASH , REED ASH , CORN ASH) WERE CHOSEN AND THE TYPE OF FICTILE BODY OF BABIL PROVINCE'S AGRICULTURAL MUD (AL-MAHAWHEEL MUD) WAS CHOSEN ALSO . WHILE THE ADDITIONAL SUBSTANCES WHICH DECREASE THE TEMPERATURES (FLAXER)

ARE (SODIUM CARBONATE , BORIC OXIDE , FELDSPAR - POTASSIUM) AND THE PLACES OF THE RESEARCH WERE IN BABIL - PROVINCE BORDER .

THE ASH WAS SUBJECTED TO (UNIFORMITY – FORMAL) LAW AND IN THE LIGHT OF SEKAR BASE , THE RESEARCHER FOUND A CHEMICAL TERM FOR THE SUBSTANCE WHICH FORM THE ASH WHERE A 22 GLASS MIX OF DIFFERENT USED TYPES OF ASH WHICH USED IN THE RESEARCH WERE FORMED . THE SUBSTANCES WHICH FORM THE MIX WERE CLEARED BY THERMAL CRUCIBLES MADE BY THE RESEARCHER FOR THIS PURPOSE THE WAS MADE IN 1200C° THE PRODUCED GLASSY LIQUID WAS INFUSED IN A CONTAINER FILLED WITH COLD WATER . THEN THE PRODUCED GLASS WAS GROUND BY (PORCELAIN - MORTAR) AND IMPLEMENTED THE PRODUCED GLASS ON THE FICTILE BODIES , THE (FAST FIRING) METHOD WAS FOLLOWED IN THIS OPERATION .

THE RESULTS SHOWED THE DIFFERENCE IN THE ASH'S GLASS TYPES AS TO MELT DEGREE THE SAMPLES OF PALM LEAVES ASH SHOWED HIGH MELT DEGREE WITH WHITE DARKNESS . THE SAMPLES OF REED GLASS SHOWED VERY INTENSIVE MELT WITH TRANSPARENT GLASS WITH TOO DEEP HAZEL COLOUR . THE REST OF GLASS SAMPLES WERE MELTED IN 1050 C° . THE OPERATION OF MIX [6 - 12 - 18 - 22] WAS

FAILED AND THE MIX NEVER CHANGED TO GLASSY LIQUID IN A [C°] DEGREE DUE TO THE HIGH RATIO OF THE ASH AND [FELDSPAR - POTASSIUM] TO MORE THAN 90% WHICH LED TO A PARTIAL MELT .

THE BASIC STUDIES SHOWED THE ABILITY OF PRODUCING A LOW – HEAT GLASS BY USING ASH AND ITS MATCHING TO THE LOW – HEAT FICTILE BODIES .

LAW-HEAT ASH GLAZE AND ITS APPLICATIONS
ON READ CLAY

ATHESIS SUPMITTED TO THE COLLEGE OF FIN ARTS - BABYLON
UNWERSITY AS A PARTIAL FULFILLMENT OF MASTER DEGREE
IN PLASTIC ARTS
MIZOR POTTERY

BY
SAMER. A AL- KARADE

SUBERVISED BY
D.R PROFF
ABDUL HADI MOHAMAD ALI

الفصل الأول

- ١ - ١ مشكلة البحث
- ١ - ٢ أهمية البحث
- ١ - ٣ حدود البحث
- ١ - ٤ أهداف البحث
- ١ - ٥ تحديد المصطلحات

الفصل الأول

1-1 - مشكلة البحث

أن فن الخزف من الفنون الجميلة والجانب التقني منه يمر بمراحل عديدة ومعقدة إلا إن عملية أداءه صعبة مقارنة بالفنون التشكيلية الأخرى فهو فن يجمع بين فني النحت والرسم، إضافة إلى المتغيرات الكيميائية وتأثير تفاعلاتها التي تحصل عند الحرق والتزجيج وان عملية أداء صناعة الخزف لا يمكن أن تكون بشكلها النهائي إلا باستخدام المواد ومعالجتها أو تحويلها من حالة إلى حالة أخرى وبأدوات وطرائق مختلفة وهذا ما يمكن أن ندعوه بالتقنية أو المهارة في معالجة الخامات وبالتالي صياغتها وتشكيل عناصرها الفنية لإنتاج الخزف الفني والصناعي .

ويعد التزجيج موضوعاً مهماً ومظهراً من مظاهر تطور ورقي فن الخزف لما يمتاز به من تعدد الأساليب و الألوان وأن إطلاعي على مركبات التزجيج وأكاسيد التلوينية التي أصبح من الضروري معرفة تصرفاتها بطريقة علمية دقيقة وفقني لأختيار هذا الموضوع كما أن المعرفة التقنية للخزف تأتي من خلال معرفة الخزاف بخاماته المحلية وإمكانية إيجاد البدائل من المواد وفهمه لتصرف المواد الأولية المتوفرة محلياً فمن المعروف أن صناعة الخزف تختلف باختلاف المواد الطبيعية المتاحة والمتوفرة وتبعاً لهذا الاختلاف في الإمكانيات الطبيعية ينتج اختلاف في الأنماط والأساليب والأشكال والتقنيات وزجاج الرماد من التقنيات الجميلة لما لها من تأثيرات خاصة على القطع المنتجة بهذا الأسلوب ولتوفر الرماد وخاصة رماد المنتجات الزراعية المتوفرة محلياً. وفي نطاق محافظة بابل ولكونها من المحافظات الزراعية المتوفرة فيها عدد كبير من المحاصيل الزراعية وكذلك توفر الأطيان.

ومن خلال التجارب الاستطلاعية التي قام بها الباحث واعتماداً على بعض النتائج تتحدد مشكلة البحث الحالي بإمكانية إنتاج زجاج رماد واطيء الحرارة باستخدام الطينة الحمراء علماً أن هذا النوع من التزجيج (زجاج الرماد) يتطلب درجة حرارة عالية وهذه المشكلة تتطلب البحث والتقصي عن الطرق الكفيلة بخفض درجة الحرارة وتعديل المواصفات الخاصة لهذا النوع مع المحافظة على خصوصية كونه من أنواع الزجاج ذي التأثيرات الخاصة وتتبلور مشكلة البحث في السؤال التالي

هل يمكن تخفيض درجة حرارة زجاج الرماد وتطبيقه على الأطيان المحلية الحمراء وفي ضوء ذلك تحدد عنوان البحث في :

(إنتاج زجاج الرماد واطيء الحرارة وتطبيقاته على الأطيان الحمراء)

٢-١ - أهمية البحث:-

١ - يقتصر البحث على دراسة أربعة أنواع من الرماد وهي :-

- أ- رماد كوالح الذرة
- ب- رماد سعف النخيل
- ج- رماد تبين الشعير
- د- رماد ألقصب

٢ - الجسم الفخاري

الأطيان :- طينة الحلة (المحاويل)

٣ - المواد المضافة للرماد :-

- أ- كاربونات الصوديوم (Na_2CO_3)
- ب- فلبسبار بوتاسيوم ($\text{K}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{SiO}_2$)
- ج- أوكسيد البوريك (B_2O_3)
- د - فلنت (SiO_2)

٤ - درجة حرارة الحرق :-

- أ- الفخار (1050°C)
- ب- الزجاج ($950, 1000, 1050^\circ\text{C}$)

٥ - الحدود المكانية

أخذت أنواع الرماد ضمن حدود مدينة الحلة / قضاء المحاويل

١ - ٣ - حدود البحث

١ - تكمن أهمية البحث الحالي بتوفير زجاج الرماد الواطئ الحرارة مع احتفاظه بخصوصيته التقنية و الجمالية .

٢ - مدى استفادة الخزافين من العينة قيد الدراسة في الأغراض الفنية وبتكاليف زهيدة .

٣ - أغناء المعرفة في مجال اختصاص الخزف وتطبيقاته العملية .

١-٤ - أهداف البحث :-

يهدف البحث إلى الخروج بالأهداف الآتية :-

- ١ - الحصول على زجاج رماد واطئ الحرارة (٩٥٠ - ١٠٥٠ م°) .
- ٢ - إمكانية تطبيق زجاج الرماد على الأظيان الحمراء .

١-٥ - تحديد المصطلحات :-

١- الرماد (ASH) :

وهو مخلفات مسحوقة تتكون بعد إحراق أي مادة والرماد المستخدم هو رماد الأشجار والقش والأوراق وغيرها . وهو مستخدم بصورة شائعة في الشرق الأقصى للحصول على (٤٠ - ٦٠ %) من مكونات الزجاج في درجات الحرارة العالية (١٢٥٠°C) ويحتوي على (٤٠ - ٧٥ %) سيلكا (SiO_2) وتعتمد النسبة على نوع النبات ويحتوي على نسب مختلفة من الألومينا والمواد الصاهرة (COSENTINA. ١٩٨٥ . P. ١٠) .

٢ - الزجاج (GLAZE) :

وهو مجموعة غير منتظمة من المواد الصاهرة موزعة من خلال نظام شبك السيلكا (SILICA NETWORK) وهذا النظام يكون مرتبطاً (LINKED) أو متجسراً (PRIDGED) مع ذرات الأوكسجين (WARREN ١٩٦٣ . P. ١٥٩) .

ألفصل الثاني

الإطار النظري ١ - ٢

الدراسات السابقة ٢ - ٢

الفصل الثاني

٢ - ١ الإطار النظري

٢-١-١ نبذة تاريخية

لقد عرفت بلاد الرافدين فن الفخار منذ الألف الرابع قبل الميلاد ومن الشواهد التاريخية لأول وصفة زجاج* وطريقة استعمالها وطريقة صنعها ونسب مكوناتها قد دونت بصورة دقيقة في (اللوح المحفوظ في المتحف البريطاني) إذ تم العثور عليه في تل عمر في سلوقية حيث يعد أول وأقدم سجل تم التعرف عليه حتى الآن عن وصفات التزجيج (HARDEN.١٩٥٦.P.٣١٥).

وقد أدرك العراقيون القدماء أهمية الرماد المتخلف من احتراق بعض أنواع النباتات للحصول على ألوتاسيوم والبوديوم في صناعة الزجاج والخزف ومن هذه النباتات التي يطلق عليها نباتات الصودا التفاح البري و حشيش الضفدع والنبته المعروفة (بالقلي) كما يدعوها العرب (ليني .١٩٨٠.ص١٧١).

وقد طور الصينيون تزجيجاً" ذا درجة حرارة عالية قبل حوالي (٢٠٠٠ سنة) بعد أن اكتشفوا مصادفة بأن بعض ألقطع الفخارية عند حرقها في أثناء الحرق الأولى يظهر جزء من جوانبها مغطى بطبقة زجاج ناتجة من التصاق الرماد المتطاير من الخشب المحروق على جسم ألقطع بدرجة حرارة عالية تقدر بأعلى من (١٢٠٠م°) ويحصل نتيجة ذلك تفاعل بين الرماد و السطح الفخاري لأعطاء نوع من التزجيج (RHODES.١٩٧٥.P.٨٢).

وفي العراق لا يزال الخزافون الشعبيون في محافظة كربلاء يستعملون الطرق القديمة من خلال حرق نبات (الطرطيع) داخل حفر حتى تتجمع المواد القلوية الذائبة في قعر الحفرة ثم تترك هذه المواد لتتصلب مكونة طبقة ملحية صلبة تدعى (الكلو) وهو الاسم الشعبي لهذه المادة التي تستخدم في خلطات الزجاج الشعبي المستعمل في تزجيج البلاط الفاشاني(الطاهر .٢٠٠٢.ص٤) .

إن أملاح(كاربونات الصوديوم)المستخرجة من الرماد يطلق عليها النتر (NITRE) والتي كانت تضغط على شكل طابوق أو كتل يطلق عليها (حجر النتر) (ليني .١٩٨٠.ص٢٣٤) .

والرماد هو عبارة عن مخلفات على شكل مسحوق تتكون بعد أحراق أية مادة والرماد الذي يمكن الاستفادة منه في الخزف هو الرماد المتكون من احتراق الأشجار والنباتات أذ تكون المخلفات غير قابلة للاحتراق متكونة من مواد غير عضوية والتي تم أخذها من التربة خلال مدة حياتها (HAMER . ١٩٧٥ . p . ١٣) .

* تتكون هذه الوصفة من ٢٤٣.٣ زجاج بركاني - ٢٠.١ رصاص - ٥٨.١ نحاس - ٣.١ ملح البارود - ٥ كلس (عبد الغني . ١٩٧٧ . ص٤°)

يحتوي رماد النباتات والأشجار على كميات مختلفة من جميع العناصر المكونة للزجاج ولهذا فإن تركيبة الزجاج تختلف طبقاً لذلك وبشكل عام يحتوي على الكثير من السيلكا مع بعض الألومينا و الكالسيوم وكميات مختلفة من البوتاسيوم والصوديوم و المغنيسيوم علاوة على الحديد وبسبب النسبة العالية للسيلكا نادراً ما يستخدم في تزجيج الحرارة الواطئ (ROPERT. ١٩٧٧.P.١٣) ومن طبيعة السيلكا الموجودة في رماد النباتات هو حجم حبيباتها على أنها أدق من (mesh - ٦٠٠) لذلك فإنها تنصهر بشكل أسرع كما هو الحال في باقي الأكاسيد المكونة للرماد ولهذا تكون تلك الأكاسيد فعالة بشكل أكبر من الأكاسيد الحرة (١٠ . p. ١٩٧٥ . HAMER) , (GREEN. ١٩٦٧.P.١٢١) .

ويصنف الرمد حسب درجة إنصهاره فهي إما أن تكون عالية أو وسطاً أو واطئاً ويطبق على الأجسام الفخارية المحروقة أو غير المحروقة مباشرة ويجب أن يطبق بسمك مضاعف وذلك لوجود بعض المواد العضوية التي تتطاير بدرجات حرارة عالية وقد يضاف إلى الرمد مواد مساعدة أخرى ومعدلة كالأطيان الحمراء أو الكلس أو الفلسبار (الطاهر- ٢٠٠٢-ص١٦).

ويفضل بعض الخزافين عدم غسل الرمد وذلك للحفاظ على المواد الذائبة في الماء (ألقلويات الصاهرة) وتكون طريقة العمل بحرق كميات الرمد مع إضافة المعدلات لها في درجات الحرارة العالية وفي أوعية (بودقة) حيث تتحول ألقلويات الذائبة إلى سلكات غير ذائبة وعندها يطحن ويستعمل ويعرف هذا النوع من الزجاج بـ (زجاج الرمد الجاهز) (SILVEMAN. ١٩٩٨.P.٤١) .

و الجدول رقم (٢ - ٢) يبين نسبة الرمد والمواد المضافة بشكل تقريبي

الجدول (٢ - ١)
يبيّن نسبة الرمد والمواد المضافة بشكل تقريبي
(RHODES . ١٩٧٥ . P . ٢٩٠)

٢٠ □ to ٧٠ □ ٢٠ ٢٠ to ٧٠	النسبة المئوية (%) □ المكونات □ to ٧٠ □ ٢٠ المكونات
WHITING CaCO ₃	٥ to ٢٠
FLINT (SiO ₂)	١٥ to ٢٥
CLAY	٥ to ٢٠

(THE UNITY FORMULA)

٢-١-٢ وحدة الصيغة

قاعدة سيغر * (١٨٨٥ م) (Seger) :-

يمكن أن يعبر عن مكونات التزجيج بالأكاسيد المكونة لها ولوان هذه الأكاسيد لا توجد كأكاسيد ولكن توجد كسيليكات معقدة في طلاء التزجيج . وقد أعتمد في تصنيف مكونات التزجيج حسابات علمية دقيقة تعرف بنظام صيغة سيغر (SEGER.FORMULA) أو الصيغة التجريبية وهي قاعدة لحساب خلطات الزجاج صنفت الأكاسيد المكونة للزجاج إلى ثلاث أصناف وهي :

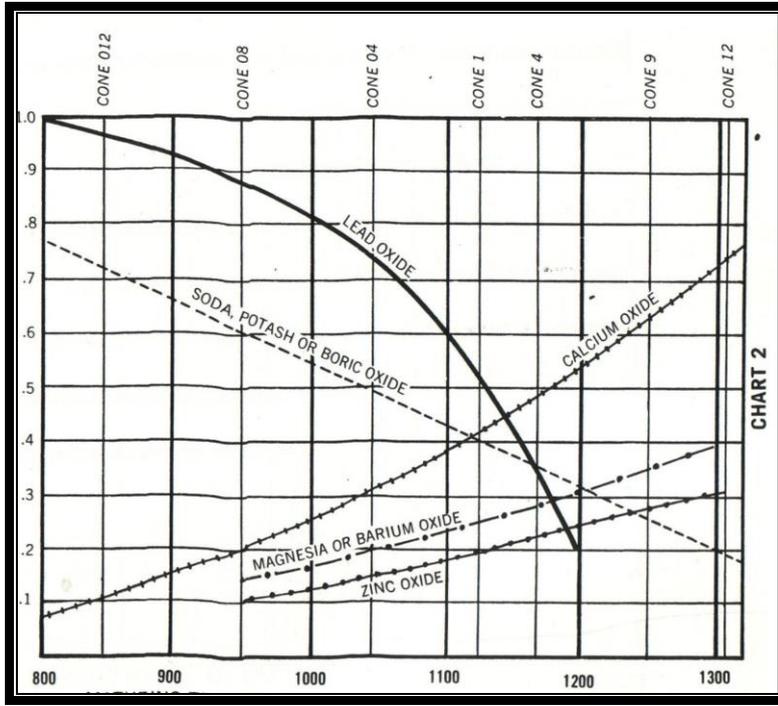
- ١- المواد القاعدية ($R_2O - RO$)
- ٢- المواد المتعادلة (R_2O_3)
- ٣- المواد الحامضية (RO_2)

والعلاقة بين هذه المواد الثلاثة تحدد درجة الحرارة و الشفافية

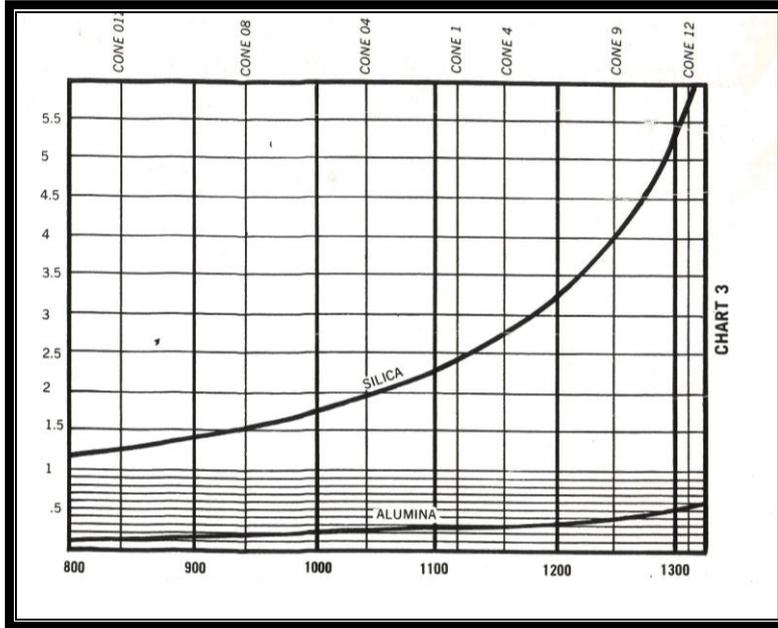
أ - **العلاقة بين المواد القاعدية و الحامضية** :- تحدد هذه العلاقة درجة الحرارة أن المواد القاعدية نسبتها ثابتة وهي (١) و المتغير هو الحامضي وكلما ازدادت المادة القاعدية انخفضت درجة الحرارة و الشكل رقم (١-٢) يبين نسبة القواعد المئوية وعلاقتها بارتفاع و انخفاض درجة الحرارة (RHODES . ١٩٧٥ . P . ١٦٥) .

ب - **العلاقة بين المادة الحامضية و المتعادلة** :- وتحدد هذه العلاقة درجة العتمة فكلما ازدادت المادة المتعادلة ازداد تركيزها في الزجاج وسببت العتمة وكلما قل تركيزها أصبح الزجاج نصف شفاف إلى شفاف وهذه العلاقة تتناسب طرديا" مع درجة الحرارة والشكل رقم (٢-٢) يوضح نسبة الحوامض و المواد المتعادلة وعلاقتها بدرجة الحرارة . (RHODES . ١٩٧٥ . P . ١٦٥) . و الأشكال الآتية (١ - ٢) و (٢ - ٢) تبين نوع تلك العلاقة

* سيغر :- عالم ألماني وضع قاعدة سميت بأسمه وهي قاعدة لحساب خلطات الزجاج



الشكل (٢ - ١)
 يبين العلاقة بين نسبة ألقواعد و درجة الحرارة
 (Rhodes - ١٩٧٥ - P . ١٦٦)



الشكل (٢ - ٢)
 يبين علاقة المادة الحامضية و المتعادلة بدرجة الحرارة
 (Rhodes - ١٩٧٥ - P . ١٦٧)

ومن أجدول رقم (٢-٢) يمكن أن نحسب مقدار الأجزاء الجزئية الداخلة في صياغة فورملة من خلال حساب درجة الحرارة المناسبة لكل من القواعد والحوامض والمواد

المتعادلة جدول (٢ - ٢)
يبين قيمة الأجزاء الجزئية الداخلة في صياغة الفورملة
(GREEN - ١٩٦٣ - P. ٩٩)

درجة الحرارة	قواعد	Al ₂ O ₃	SiO ₂
٩٠٠ C°	١	٠.٠٨٥ - ٠.٣٢٥	١.٠٦٠ - ٢.٣٥٠
٩٥٠ C°	١	٠.٠٩٥ - ٠.٣٥٠	١.١٠٠ - ٢.٥٥٠
١٠٠٠ C°	١	٠.١ - ٠.٣٩٠	١.٢ - ٢.٨٢٠
١٠٥٠ C°	١	٠.١ - ٠.٤٥٠	١.٣٧٥ - ٣.١٥٠

٣-١-٢ المكونات الأساسية للزجاج :-

١ - الأكاسيد الحامضية :-
السيكا (SiO₂)

٢ - الأكاسيد القاعدية :-

أوكسيد الصوديوم (Na₂O) - أوكسيد البوتاسيوم (K₂O)

أوكسيد الكالسيوم (CaO) - أوكسيد المغنيسيوم (MgO)

كربونات الصوديوم (Na₂CO₃) - الفلسبار

٣ - الأكاسيد المتعادلة :-

الألومينا (Al₂O₃) - أوكسيد البوريك (B₂O₃) - أوكسيد الحديد (Fe₂O₃)

١-٣-١-٢ **السيكا (SiO₂)**

تعد السيلكا او ثاني اوكسيد السيلكون من أهم العناصر في صناعة الزجاج ويوجد في الطبيعة في حالات عديدة مثل الكوارتز والصوان والرمل * .

والسيلكا هي المادة الأكثر شبيهاً بالزجاج حيث تبلغ درجة انصهارها (1710°C) لذلك نعمل على إضافة الاكاسيد الصاهرة على السيلكا لخفض درجة انصهارها (HAMER. 1970.P.265) كما تعتبر السيلكا أحد أوسع المعادن المنتشرة بالقشرة الأرضية حيث تصل فيها نسبة عنصر السيلكون (Si - 26 %) الذي لا يوجد في الطبيعة بشكل حر بل يوجد على هيئة أوكسيد السيلكون (SiO₂) أو على هيئة مركبات السيلكات ** (الزمزمي و الشيباني . ص^{١٤٨}) .

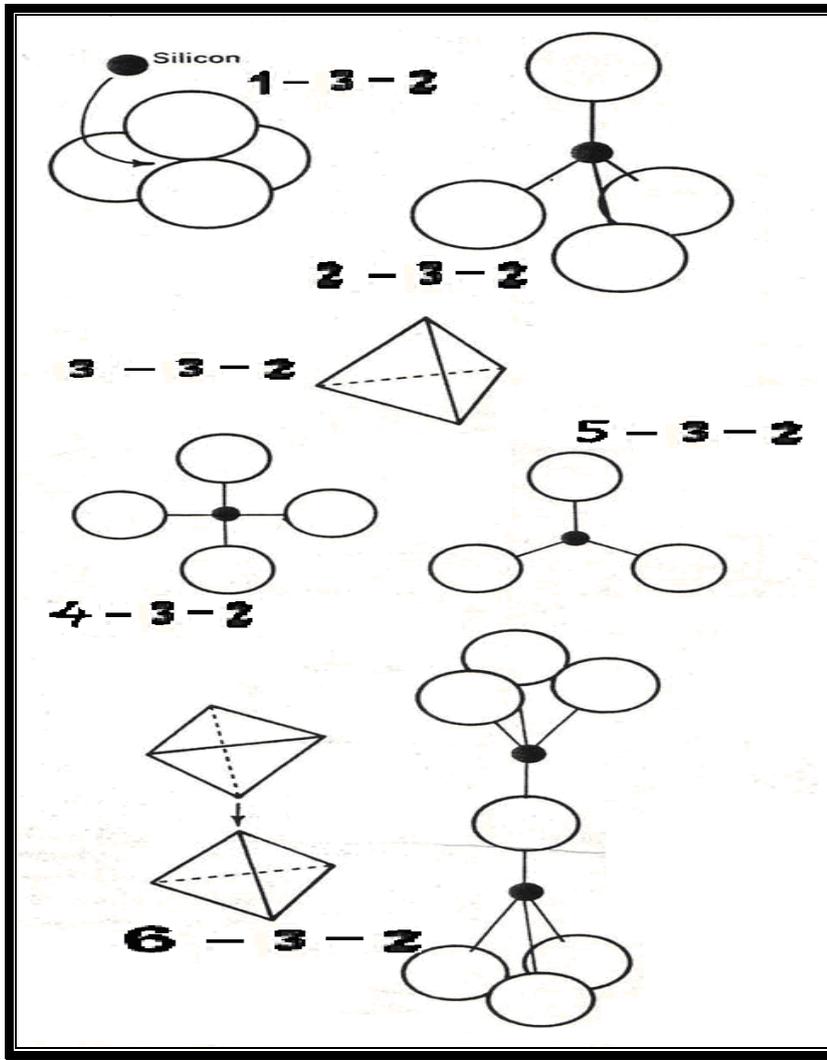
وتختلف نقاوة السيلكا من نوع إلى آخر طبيعياً حيث تصل نسبة الشوائب في الرمل إلى (10 %) وأغلبها أكاسيد الحديد وفي الصوان تبلغ نسبة الشوائب (5 %) وأنقى أنواع السيلكا هو الكوارتز إذ تبلغ نسبة السيلكا فيه (99 %) وهذه الشوائب تساعد السيلكا على الانصهار بشكل أسرع وقد تعطي هذه الشوائب بعض التأثيرات اللونية. (. SHOW . P. 41 . 1964) .

والسيلكا مادة مقاومة للانصهار (REFRACTORY) بسبب ارتفاع درجة حرارة انصهارها فأذا كانت أدق من (600 MESH) فستكون السيلكا قادرة على الانصهار بشكل أسرع وهي بذلك تكون على شكل سائل *** .

تركيب السيلكا :-

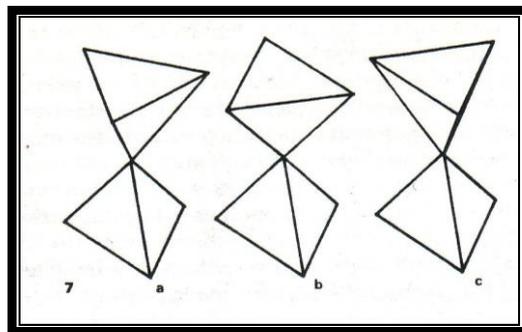
هنالك أربع ذرات أوكسجين جمعت سوياً كما في الشكل (2-3-1) ويوجد فضاء كبير بينهما لإسكان ذرة سيلكون تستوفي ذرات الأوكسجين وكما في الشكل (2-3-2) وأن مكافئات السيلكون متشعبة بارتباطها بتلك الذرات من الأوكسجين وهذا الهرم المتكون من ذرات الأوكسجين الأربعة حول ذرة السيلكون هو (SiO₄⁻⁴) . و التي تدعى بأسم رباعي سطوح السيلكا كما في الشكل رقم (2-3-3) أو كمرجع بسيط كما في الشكل رقم (2-3-4) والأوكسجين في ذرة السيلكا مشبع جزئياً للارتباط بذرة سيلكون ولذلك سوف نهمل أوكسجين القمة شكل رقم (2-3-5) وذلك لأتحاده مع رباعيات أخرى بحيث يربط كل أيون أوكسجين (O⁻²) أيونين من وحدة السيلكا (SiO₄⁻⁴ +) ويكون التركيب النهائي للسيلكا (SiO₂) كما في الشكل رقم (2-3-6) (WORRALL . P. 78 . 1964)

* وهما أسماء مختلفة لصيغة واحدة وهي SiO₂ ولكنها تختلف في أشكال ترابط ذراتها
** مثل سيليكات الصوديوم (Na₂ SiO₃) . ثنائي سيليكات الرصاص (Pb₂ SiO₃)
*** على شكل سائل أي مذابة في الماء الذي تم امتصاصه من قبل النبات



الشكل (٢ - ٣)
 يبين تركيب وحدة ألسيلكا
 (HAMER . ١٩٥٧ . P . ٢٦٥)

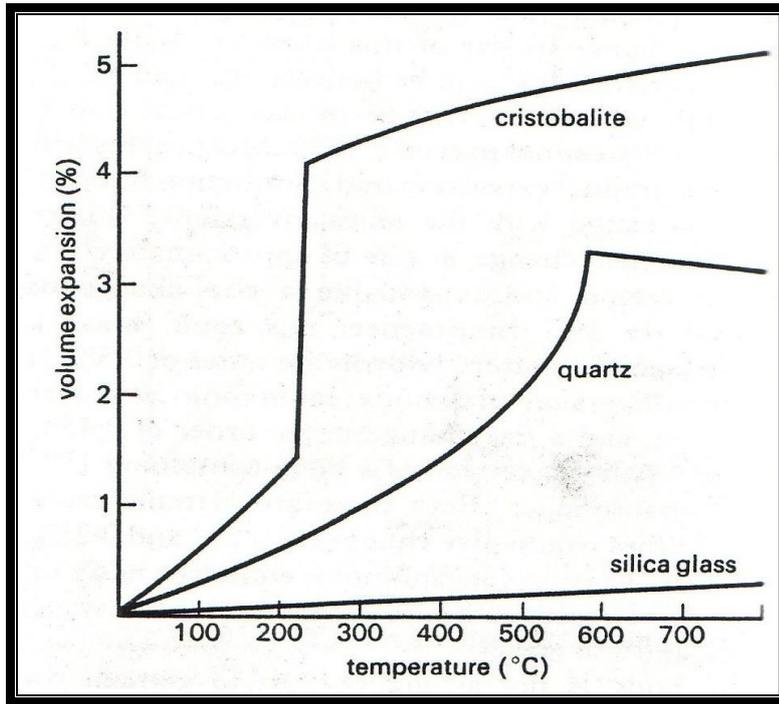
وتتحد هذه الرباعيات من خلال ذرة أوكسجين مشتركة وهناك ثلاثة مواقع محتملة للقاعدة
 المثلثية العليا والتراكيب البلورية المختلفة الثلاث هي
 A - كوارتز B - كرسنوبولايت C - تريدمائيت كما في الشكل رقم (٢ - ٤)



الشكل (٢ - ٤)
 يبين طرق اتحاد الرباعيات (A - كوارتز B - كرسنوبولايت C - تريدمائيت)
 (HAMER . ١٩٧٥ . P . ٢٦٧)

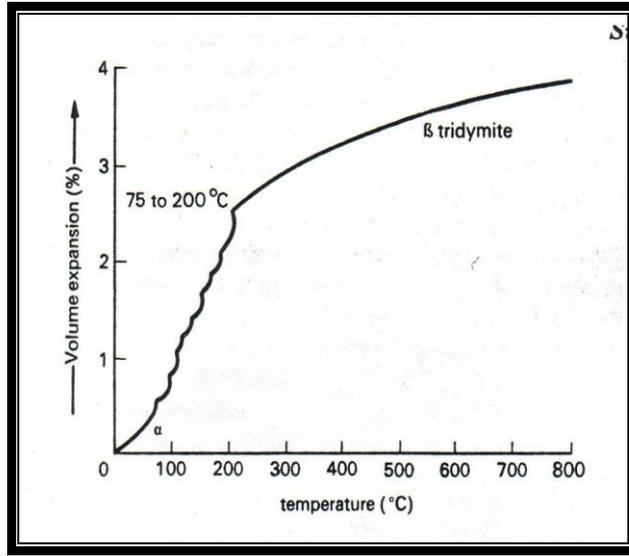
أن شكلا ألسيلكا أو النوعين من أشكال ألسيلكا واحد تحت الآخر فوق نقطة العكس (Inversion Point) يسميان ألفا وبيتا على التوالي ولكل نوع من أنواع ألسيلكا نقطة انقلاب* معينة أي درجة حرارة معينة وعلى الرغم من هذه التغيرات المصاحبة للانقلاب تعد طفيفة إلا إن الأطوار المختلفة تظهر خواص فيزيائية مختلفة (WORRALL.١٩٦٤.P.١٢) .

ويرافق الانقلاب اختلاف في التمدد الحراري** والشكل رقم (٢ - ٥) في الرسم البياني يوضح نقطة الانقلاب ومدى التمدد الحراري لكل من الكوارتز و ألكرستوبولايت . وألسيلكا الزجاجية والشكل رقم (٢ - ٦) يوضح ذلك التمدد الحراري للتريديمايت



الشكل (٢ - ٥)
رسم بياني يوضح نقطة الانقلاب والتمدد
الحراري الكوارتز و ألكرستوبولايت . وزجاج ألسيلكا
(HAMER . ١٩٧٥ . P.٢٧٢)

* نقطة الانقلاب : - وهي نقطة إنقلاب ألسيلكا من ألفا إلى بيتا وبدرجات حرارة معينة ويرافق ذلك تمدد حراري
** التمدد الحراري :- هو الزيادة الحاصلة في حجم الجسم في أثناء الانقلاب وهو السبب الرئيس في تحطم الأجسام في أثناء الحرق السريع .



الشكل (٢ - ٦)
 رسم بياني يوضح نقطة الانقلاب والتمدد الحراري للترديمايت
 (HAMER . ١٩٧٥ . P . ٢٧٢)

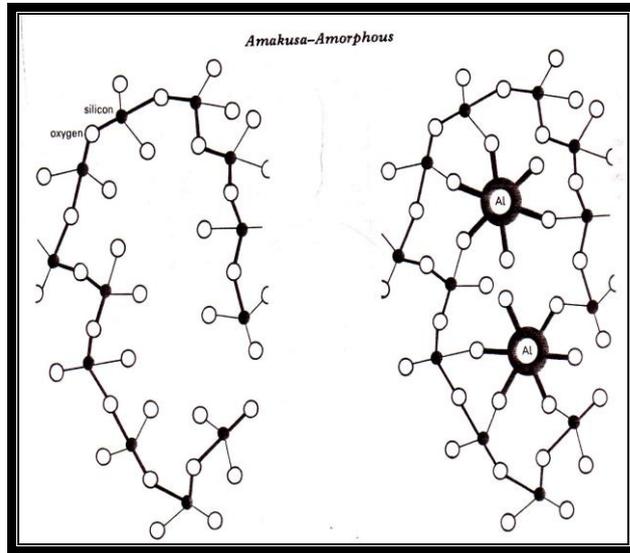
أن الزجاج غير خاضع لعكس السيليكا فعندما تنصهر السيليكا في منصهر الزجاج فإن شبك السيليكا لن يبقى لمدة طويلة بصفة شبكة كبيرة إذ تتحول إلى وحدات أصغر تتحرك بحرية أكبر بين الوحدات الصغيرة الأخرى من الأوكسيدات وهذه الوحدات المختلفة تشكل سلاسل عشوائية من الأوكسيدات وعند التبريد وحدات السيليكا لا تملك الوقت لتجديد الأتصال مع بعضها لذلك فإن الحالة الأصلية للسيليكا البلورية لا توجد في الزجاج (HAMER.١٩٧٥.P.٢٧٠)

٢ - ١ - ٣ - ٢ الألوومينا (ALUMINUM OXID) (Al_2O_3)

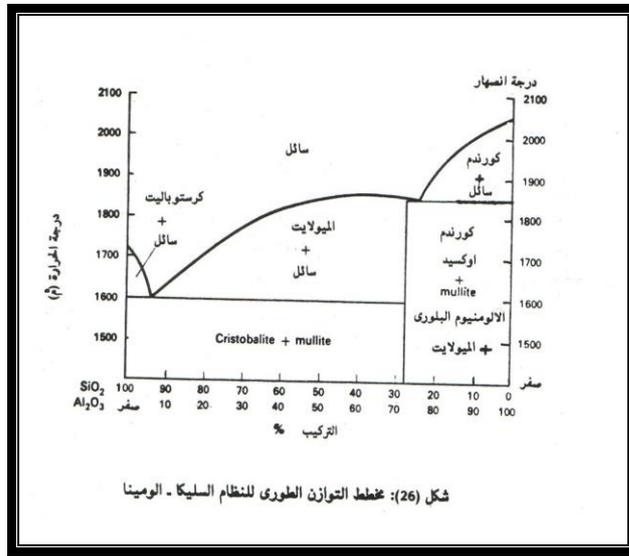
الألوومينا من الأكاسيد المهمة في زجاج الخزف وتكون متحدة مع السيلكا في البلورات الطينية أما في الزجاج فأنها من الأكاسيد ذات التفاعلين أي أنها تسلك سلوكاً قاعدياً مع الحوامض وحامضياً مع القواعد لذلك تعمل على تثبيت الزجاج على سطح الجسم ألفخاري (WORRALL. ١٩٦٤. P. ٩١) .

إن درجة انصهار الألوومينا ($2040^{\circ}C$) لذلك فهي تزيد من متانة الزجاج ودرجة نضجه كما تعمل على تقليل التمدد الحراري. إن نسبة الألوومينا في الزجاج تتراوح بين (٥ % - ١٥ %) وهذه النسبة تنصهر في الزجاج أما الكميات الأكثر من ذلك فأنها تبقى على شكل حبيبات عالقة في الزجاج مسببة العتمة وهذه النسبة الزائدة داخل السائل الزجاجي تنفصل عن الكتلة المنصهرة في أثناء التبريد لأعطاء عدم الشفافية و سطح غير لامع و الألوومينا تحتاج إلى وقت قصير لإعادة التبلور . إن نسبة السيلكا الجزئية إلى الألوومينا (٥ - ١) فما دون سوف يؤدي إلى العتمة أو الزجاج البلوري (RHODES - ١٩٧٥ - P. ٨٨) . إن زيادة نسبة الألوومينا تسبب مشاكل عديدة منها زجاج ذو تصلب عال وشد سطحي عال ولزوجة عالية و حدوث الثقوب الدبوسية وذلك بسبب دخول الألوومينا على السيلكا بشبك سداسي مما يؤدي إلى تقيد حركة السلاسل السيلكا الجزئية والشكل رقم (٢ - ٨) يوضح كيفية دخول الألوومينا على شبك السيلكا .

على الرغم من إن درجة انصهار السيلكا ($1710^{\circ}C$) و الألوومينا ($2040^{\circ}C$) فإن إضافة (٥ %) ألوومينا إلى (٩٥ %) سيلكا يخفض درجة انصهار السيلكا إلى ($1595^{\circ}C$) وأن أي زيادة أو نقصان في هذه النسب فأنها تسبب زيادة في درجة الانصهار أي أن هذا التركيب هو تركيب أيوتكتيكي (EUTECTIC) والشكل رقم (٢ - ٩) يبين التوازن الطوري لنظام السيلكا و الألوومينا (ريان . ١٩٨٦ . ص ٨٦)



الشكل (٢ - ٨)
الشكل يبين دخول الألوومينا على شبك السيلكا
(HAMER . ١٩٧٥ . P. ٧)



الشكل (٢ - ٩)
مخطط يبين التوازن الطوري لنظام السليكا - ألومينا
(ريان. ١٩٨٦ . ص ٨٦)

٢ - ١ - ٣ أوكسيد الحديد (IRON OXIDE) :-

الحديد فلز لا يوجد بشكل حر في الطبيعة نظراً لفعاليته الشديدة تجاه الماء والأوكسجين والعناصر الأخرى وتحتوي القشرة الأرضية على العديد من المعادن التي يدخل الحديد في تركيبها , وهو من أكثر الأكاسيد اللونية استقراراً (HAMER . ١٩٧٥ . P . ١٦٠) . وبسبب الأنتشار الكبير لأيوناته في الزجاج فإنه يعطي ألوان محمرة زاهية في درجات الحرارة الواطئة . وفي درجات الحرارة العالية يعطي ألواناً بنية وصفراء بسبب اتحاد الأوكسيد مع مساعدات الصهر , وقد يعطي في درجات الحرارة العالية ألوان مزرققة أو مخضرة نتيجة لتحول أوكسيد الحديدك الثلاثي التكافؤ Fe_2O_3 إلى أوكسيد الحديدوز الثنائي التكافؤ FeO (الطاهر . ٢٠٠٢ . ص ١٣) ويتصرف أوكسيد الحديد كمادة صاهرة إذ يزيد من إنصهارية الزجاج كمادة متعادلة إذ يتفاعل مع الزجاج الحامضي كقاعدة أما في الزجاج القاعدي فيعمل كمادة حامضية (علام . ١٩٦٤ . ص ١٨)

وأهم الخامات التي يمكن الحصول منها على أكاسيد الحديد هي :-

١ - الهيماتيت :- ويعرف بخام الحديد الأحمر (Fe_2O_3) .

٢ - الماكتايت :- وهو خام أسود يتكون من أوكسيد الحديد المغناطيسي (Fe_3O_4) ويكتب أيضاً " $[FeO (Fe_2O_3)]$ " .

٣ - البابرأيت :- ويعرف بالحجر الناري ويتكون من كبريتيد الحديد ذي

لون أصفر ذهبي مائل إلى الأسود (FeS₂) .

٤ - الليمونات :- ويتكون من أكاسيد الحديد المائية (Fe₂O₃- H₂O) وهو ذو لون بني غامق مائل إلى الأصفرار . وأن خلطات التزجيج قادرة على أن تذوب كمية مختلفة من أكسيد الحديد إلى حد التشبع خلال الحرق وإنصهار التزجيج و يستطيع السائل المنصهر أمتصاص أكسيد الحديد وحسب فعاليتها وفي هذه الحالة تؤثر عدة عوامل وهي :-

- أ- نسبة القواعد أو الحوامض في التزجيج
- ب- حالة أو نوع الأوكسيد
- ج- ارتفاع درجة الحرارة

٢ - ١ - ٣ - ٤ أوكسيد البوريك (BORIC OXID) (B₂O₃)

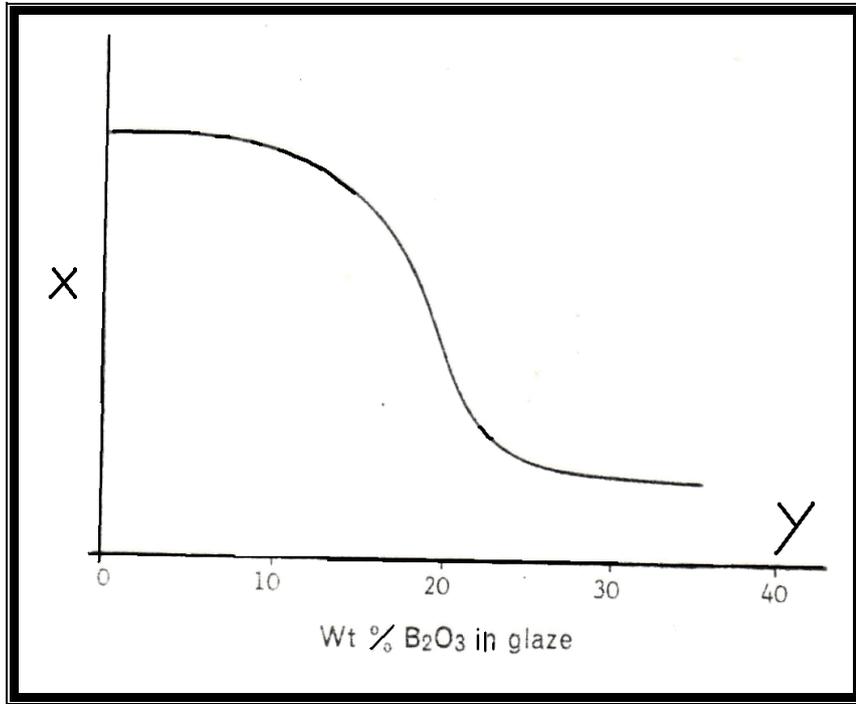
يصنف البوريك ضمن المواد المتعادلة كما انه مكون للشبك لذلك يمكن تصنيفه ضمن المواد الحامضية ويكون استخدامه في أحد هذين التقسيمين* لا يوجد البوريك في الطبيعة بشكل حر بل يوجد متحدا" مع عناصر أخرى والبوراكس هو أحد المصادر الأساسية للبوريك ويتكون البوراكس طبيعيا" في البحيرات والمستنقعات في كاليفورنيا ويطلق عليه (BORAX) أو (TINACL) . (HAMER . ١٩٧٥ . P . ١٥) .

أهم مركبات البوريك

١. Na ₂ O ٢B ₂ O ₃ ١٠H ₂ O	BORAX	بوراكس
٢. B ₂ O ₃ . ٢H ₂ O	BORIC OXIDE	أوكسيد البوريك
٣. GaO . ٣B ₂ O ₃ . ٥H ₂ O	GOLEMANITE	الكوليمانيت

إن النوع الأول والنوع الثاني سريعا الذوبان في الماء لذلك تستخدم بشكل جاهز(صناعي- FRIT) ويضاف البوريك إلى الزجاج لتقليل معامل التمدد ولا تزيد نسبة البوريك في خلطة الزجاج عن (١٥%) والشكل رقم (٢- ١٠) يوضح نسبة البوريك ومعامل التمدد. (Moynord . ١٩٨٠ . p. ٦١)

* من الممكن حساب البوريك على المواد المتعادلة أو مع المواد الحامضية وحسب الرغبة أو حاجة الفورملة

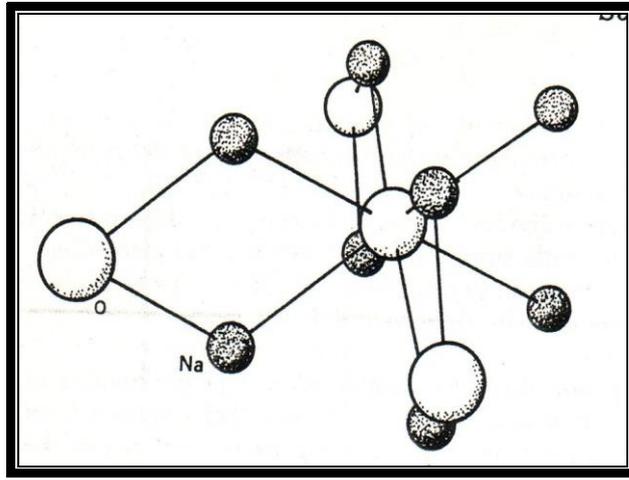


أشكال (٢ - ١٠)
يبين النسبة المئوية لأوكسيد البوريك ومعامل التمدد
(Moynord . ١٩٨٠ . p. ٦١)

٢ - ١ - ٣ - ٥ أوكسيد الصوديوم (Na₂O) (SODIUM OXID)

وهو أحد الأكاسيد القلوية المهمة في الزجاج . درجة انصهاره لوحده (٨٢٥ م °) ويعد أوكسيد الصوديوم من أفضل الأكاسيد القاعدية تفاعلا " مع السيلكا . اذ يعد اوكسيديا " انصهاريا " قويا " عند اضافته الى الزجاج ويتم استخدامه في كافة درجات الحرارة الواطئة والمتوسطة و العالية أن معامل تمدد أوكسيد الصوديوم عال جدا " لذلك اضافته إلى خلطات الزجاج يؤدي إلى زيادة معامل تمددها (GREEN . ١٩٧٥ . P. ٤٤) وأهم مركبات الصوديوم هي :

والمشكل (٢ - ١١) يوضح بنية جزيئة الصوديوم حيث ترتبط كل ذرة أوكسجين بذرتين من الصوديوم والتي بدورها ترتبط بذرتين من الصوديوم وهكذا تتكون سلاسل أوكسيد الصوديوم



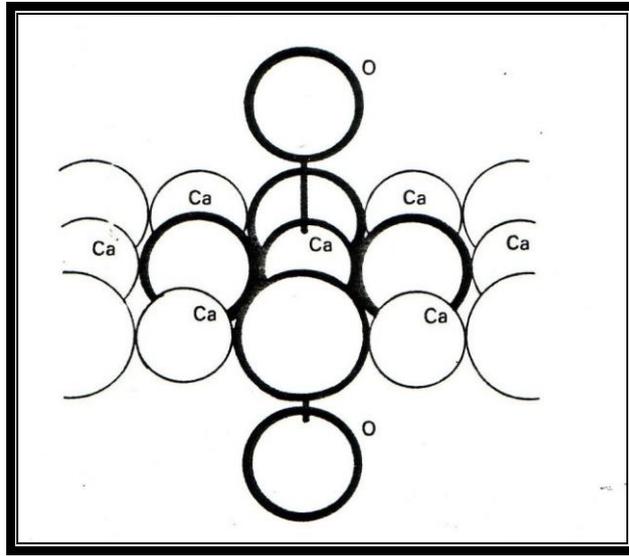
الشكل (٢ - ١١)
يبين جزيئة ألكسوديوم
(HAMER . ١٩٧٥ . P ٢٧٨ .)

٢ - ١ - ٣ - ٦ أوكسيد الكالسيوم :- (CaO) (CALCIUM OXIDE)

يستخدم ألكالسيوم حشوة في الأجسام ذات درجات الحرارة المنخفضة وصاهر في الزجاج العالي الحرارة و لا يمكن أن يستخدم في الأجسام التي تحرق فوق (1100°C) حيث يبدأ فعله الصاهر وقد يعمل على تشويه ألقطع ألقاربية أما في الزجاج فنقسم عمل أوكسيد ألكالسيوم فوق (1100°C) وتحتها ففي درجة حرارة أقل من (1100°C) يكون غير فعال كصاهر علما" إن بعض ألكميات الصغيرة قد تعطي بعض ألتفاعلات
(HAMER . ١٩٧٥ . P . ٤٣) .

أما في درجات ألقارورة ألعالية فإن إضافة أوكسيد ألكالسيوم بنسبة (٥ - ١٠ %) يمكن أن يتفاعل مع الزجاج لكن مع خسارة صغيرة في ألقمان ومثانة عالية أما أضافته بنسبة (٣٥ %) فذلك يشجع على نمو ألبلورات ويؤدي إلى العتمة في الزجاج (ألبصلي . ١٩٨٠ . ص^{١٤٨}) .

أن درجة إنصهار ألكالسيوم (Ca) لوحده (852°C) أما أوكسيد ألكالسيوم (CaO) فإن درجة إنصهاره (2570°C) والسبب في هذا ألتفاوت بين درجات إنصهار ألكالسيوم و أوكسيد ألكالسيوم هو طريقة ترابط ذرات ألوأوكسجين مع ألكالسيوم إذ أنها ترتبط بقوة والشكل (٢ - ١٢) يوضح ذلك ألترباط لذا من أالمستحيل فصل ألكالسيوم ألكامل عن ألوأوكسجين بدرجة حرارة أقل من (2200°C) لذلك يعتبر مناسبا" لكل زجاج غير متأثر بأجواء أالأختزال . (FRASTER HARRY . ١٩٧٣ . P . ١٣٨) .



الشكل (٢ - ١٢)
يبين جزيئة أوكسيد الكالسيوم
(HAMER . ١٩٧٥ . P ٢٧٨ .)

إن إضافة أوكسيد الكالسيوم إلى السيلكا يقلل من درجة إنصهارهما إلى (١٤٠٠ م°) كذلك يجب الأخذ بنظر الاعتبار إن أوكسيد الكالسيوم (CaO) مادة قاصرة* للون في الزجاج حيث إن زيادة كمية صغيرة منه يمكن أن تكون قلوية بشكل مثير للانتباه إذ تعطي أزرق من النحاس وبنفسجيا" من الكوبالت وتأثير القصر للون ملحوظ بشكل كبير مع أوكسيد الحديد الأحمر** (Fe₂O₃) وذلك لأنه يتقدم بديلا" للسيلكا وبدل من أن يتكون (CaO.SiO₂) سوف يتكون (CaO . Fe₂O₃) (HAMER . ١٩٧٥ . P . ٤٤) .

٢ - ١ - ٣ - ٧ أوكسيد المغنيسيوم (MAGNESIUM OXIDE) (MgO)

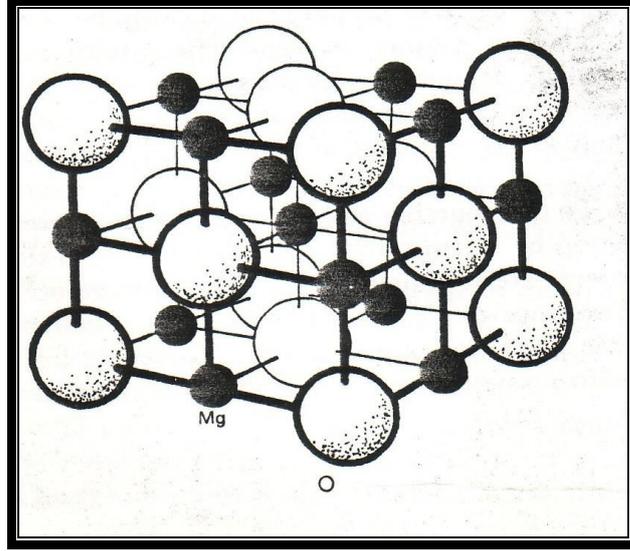
يستخدم أوكسيد المغنيسيوم صاهر في زجاج الحرارة العالية وأحيانا" بزجاج الحرارة الواطئ عندما تكون هنالك رغبة في أحداث عتمة أو سطح خشن وهو صاهر قوي في درجات الحرارة العالية كما أنه يقلل من معامل تمدد الزجاج ويفضل استخدامه مع أكاسيد قاعدية أخرى محفز*** للتفاعل إذ إن درجة دخوله للتفاعل في الزجاج (م° ١١٧٠) أعلى من هذه الدرجة يكون صاهرا" قويا" وأقل من هذه الدرجة يكون مقاوما" للصر

* مادة قاصرة للون :- تعمل على تخفيف حدة اللون حيث أن (٣%) أوكسيد الحديد تعطي لون أصفر بدل اللون العسلي المعتاد .

** لا تحدث عملية القصر مع الحديد الأسود بسبب دخول السيلكا في التفاعل مع المغنيسيوم قبله

*** المحفز :- هو إضافة نسبة لا تزيد عن (١%) من القواعد القلوية للبدء في عملية التفاعل . (RHODES . ١٩٧٥ . P.٢٢)

إن أكسيد المغنسيوم يعمل بوصفه مادة صاهرة بشكل كبير ضمن مدى فعله الصاهر ويكون ذلك بشكل سريع ومفاجيء مما يؤدي إلى حدوث عملية غليان في طبقة الزجاج ونتيجة هذه الظاهرة نلاحظ حدوث بقع لونية على سطح الزجاج (WARRALL. ١٩٦٤. P. ٩٤) إن جزيئة أكسيد المغنسيوم متكونة من ذرة مغنسيوم محاطة بست ذرات أكسجين وكل ذرة أكسجين محاطة بست ذرات مغنسيوم. كما في الشكل رقم (٢ - ١٣)



الشكل (٢ - ١٣)
يبين جزيئة أكسيد المغنسيوم
(HAMER . ١٩٧٥ . P. ١٨٨)

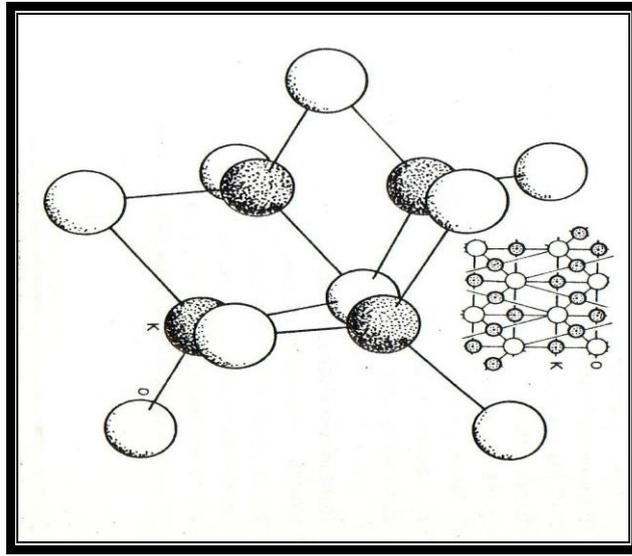
٢ - ١ - ٣ - ١ : أوكسيد البوتاسيوم (POTASSIUM OXIDE) (K₂O)

هو من الأوكاسيد القلوية التي تتصرف بشكل يشابه الصوديوم وهو يعمل على زيادة لمعان الزجاج ومعامل التمدد ويقلل من سيولة الزجاج ويزيد من مقاومة الزجاج للخدش و السوائل الكيميائية . (TALYAR . ١٩٨٦. P. ٢٢)

أهم مركبات البوتاسيوم

- | | |
|---|---------------------|
| ١. K ₂ CO ₃ → K ₂ O + CO ₂ | POTASSIUM CARBONATE |
| ٢. K ₂ O . ٣Na ₂ O . Al ₂ O ₃ . ٨SiO ₂ | MICA |
| ٣. K ₂ O . Al ₂ O ₃ . ٦SiO ₂ | POTASSIUM FELDSPAR |

والشكل (٢ - ١٤) يبين جزيئة أوكسيد البوتاسيوم



الشكل (٢ - ١٤)
يبين جزيئة أوكسيد البوتاسيوم
(HAMER . ١٩٧٥ . P . ٢٣١)

٢ - ١ - ٣ - ٩ كاربونات الصوديوم (SODIUM CARBONAT) (Na₂CO₃)

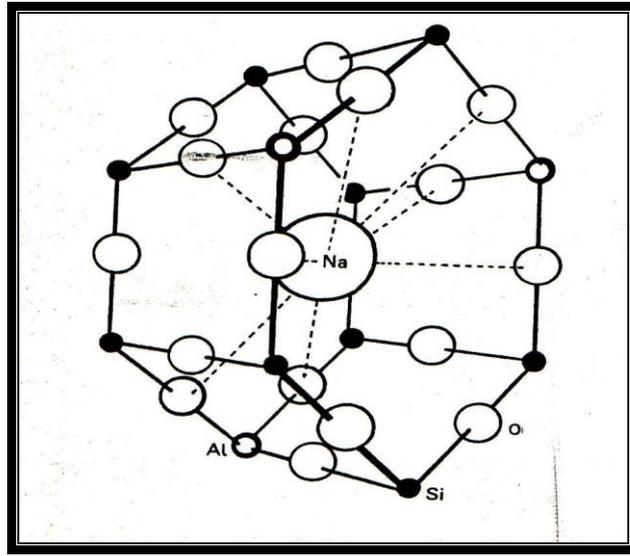
ويطلق عليها أيضا "رماد الصودا" (SODA ASH) درجة إنصهار كاربونات الصوديوم (٨٥١ C°) وله استخدامات متعددة وهو مادة صاهرة قوية وتزيد من معامل التمدد كما تستخدم في صناعة الزجاج الجاهز (FRIT) وليس في الزجاج الخام وذلك لذوبانها في الماء (ألزمزمي . أشياني . ص ١٧٦) .

٢ - ١ - ٣ - ١٠ الفلspar (FELDSPAR)

يعد الفلspar من أهم الصواهر المستخدمة في الزجاج وهو أحد معادن الصخور النارية (IGNEOUS ROCKS) ويوجد الفلspar متحدا " بصورة رئيسة مع الكوارتز وألمايگا وأهم مركبات الفلspar

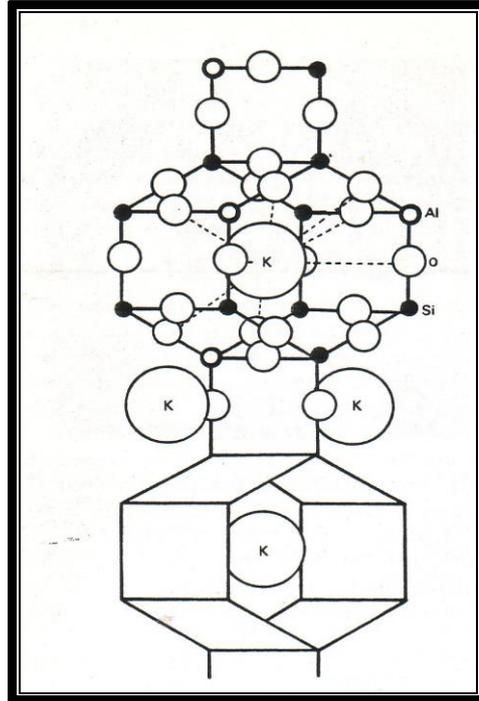
- | | |
|---|--------------------|
| ١. K ₂ O . Al ₂ O ₃ . ٦SiO ₂ | POTASSIUM FELDSPAR |
| ٢. Na ₂ O . Al ₂ O ₃ . ٦SiO ₂ | SADIUM FELDSPAR |
| ٣. CaO . Al ₂ O ₃ . ٢SiO ₂ | CALCIUM FELDSPAR |

النسيج البنائي لجزيئة الفلspar يتكون من خلال إتحاد ذرات السيلكون وذرات الأوكسجين إذ تتحدان لتكوين حلقات رباعية تحتوي كل حلقة على أربع ذرات أوكسجين وثلاث ذرات من السيلكون وذرة من الألمنيوم . وتتصل هذه الحلقات مع بعضها لتكوين سلاسل تتقاطع بدورها مع سلاسل أخرى من خلال مجموعات (سيلكون - أوكسجين - سيلكون)
(Si - O - Si) بحيث ينتج عن ذلك نسيج بنائي ثلاثي الأبعاد (HAMER - ١٩٧٥ - P . ٤) .
والشكل رقم (٢ - ١٥) يوضح البناء الذري لجزيئة الفلspar صوديوم (Na₂O . Al₂O₃) .



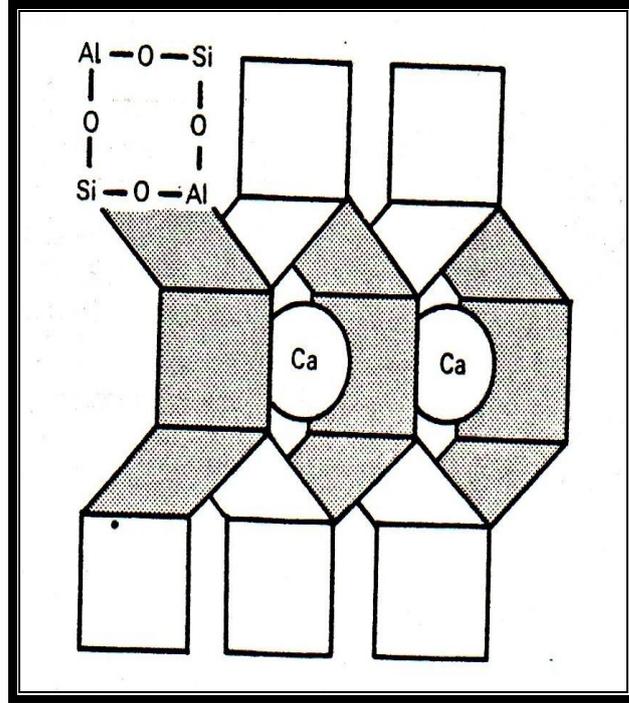
الشكل (٢ - ١٥)
 يبين البناء الذري لجزيئة أفلسبار صودا
 (HAMER . ١٩٧٥ . P . ٤)

والشكل رقم (٢ - ١٦) يبين البناء الذري لجزيئة أفلسبار بوتاسيوم ($K_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 6SiO_2$) إذ نلاحظ أنها تتشابه مع أفلسبار صودا من حيث ترابط ذرات الأوكسجين الأربعة مع ألسيلكا الثلاث وذرة الألومينا والسلاسل التي تحتضن جزيئة ألبوتاسيم



الشكل (٢ - ١٦)
 يوضح البناء الذري لجزيئة أفلسبار بوتاسيوم
 HAMER . ١٩٧٥ . P . ٢٠٨

إن الصوديوم و البوتاسيوم هما أحاديا التكاثر لذلك عند أحلال الألومينا محل السيلكا يتم الأمتزاز مع العناصر الأحادية التكاثر أما إذا تم أحلال ذرتين من الألومينا مع ذرتين من السيلكا فإن التوازن الكهربائي يتم بامتزاز عناصر ثنائية التكاثر مثل الكالسيوم (Ca) وبذلك نحصل على أفلسبار كالسيوم ($2SiO_2 \cdot Al_2O_3 \cdot GaO$) وأشكال (١٧ - ٢) يوضح البناء البلوري لجزيئة أفلسبار كالسيوم (ألزومي وأشياني ١٩٩٦. ص ١٧٧)



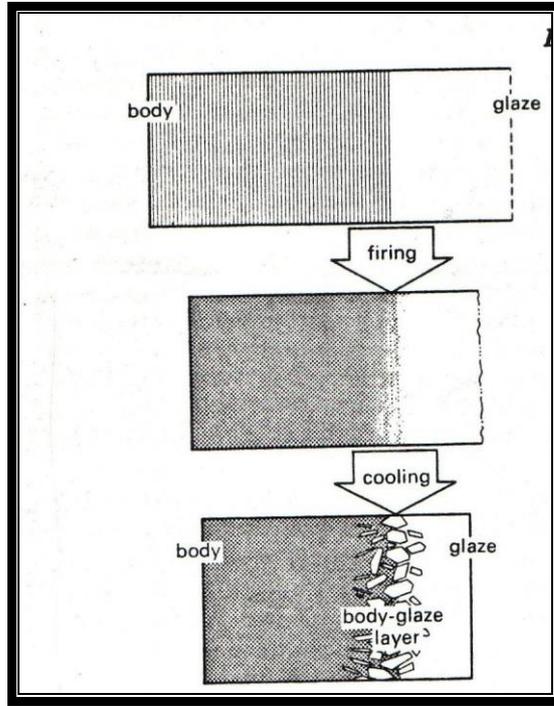
الشكل (١٧ - ٢)
يبين البناء البلوري لجزيئة أفلسبار كالسيوم
(HAMER . ١٩٧٥ . P.١٠)

٢ - ١ - ٤ السطح البيئي للجسم والزجاج

(BODY - GLAZE - LAYER)

توجد طبقة وسط بين الجسم والزجاج وتبدأ هذه الطبقة بالتشكل حالما يبدأ إنصهار الزجاج هذا الإنصهار الأولي سوف يعمل على تغليف الجزيئات المجاورة سواء كانت الجسم أم الزجاج فعندما يتحول الزجاج إلى سائل فوق سطح الجسم أفلخاري يدخل في مسامات الجسم ويعمل على صهر الجسم المحيط بالمسامات والمادة المتكونة من إنصهار الزجاج والجسم قرب المسامات يكون أغلبها حبيبات فخارية لذلك تعمل على تشكيل بلورات عند التبريد وكذلك عند فترة الانضاج (SOOKING TIME) (TALYER) (١٩٦٣. P. ٩٩) .

والطبقة المتكونة تتصرف بشكل يعمل على أمتصاص الأجهاد بين الجسم و الزجاج وهذه الطبقة تعمل على إعطاء قوة إلى الزجاج ضعف قوة الزجاج لوحده وكذلك إعطاء قوة للجسم المزجج ضعف الجسم غير المزجج والشكل رقم (١٨ - ٢) يبين تفاعل الزجاج مع الجسم أفلخاري (HAMER. ١٩٧٥ .P. ٣٠)



أشكال (٢ - ١٨)
 يبين تفاعل الجسم مع الزجاج
 (HAMER . ١٩٧٥ . p . ٣١)

٢ - ١ - ٥ تطابق الزجاج (GLAZE FIT)

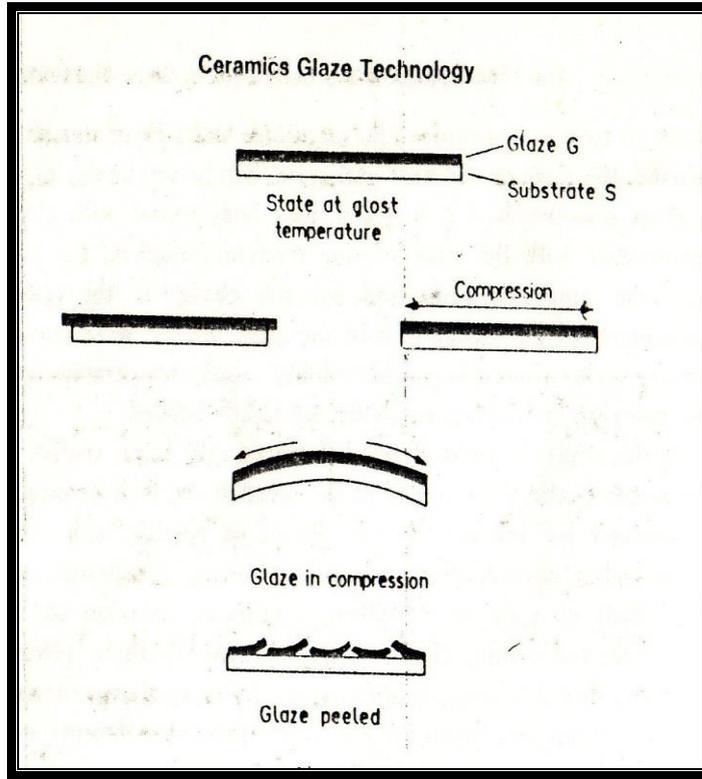
أن نظام (الجسم - زجاج) مقيد بقبالية الزجاج على تكوين تراكيب تتلائم مع معاملات التمدد الحراري (TALLYER . ١٩٦٣ . P . ٧٨) كما أن هنالك الحد الأوطأ من معاملات التمدد الحراري الذي يجب أن يعمل الزجاج ضمن نطاقه أن معاملات التمدد الحراري تعتمد على عدة عوامل وكذلك التحكم بها من خلال إضافة بعض المواد مثل Na_2O SiO_2 . B_2O_3) (الهنداوي . ١٩٩٥ . ص ٧٨) ويمكن حساب ذلك التمدد الحراري من خلال علاقات معامل التمدد للعناصر المكونة للزجاج . وعملياً لا يمكن حساب معامل التمدد للزجاج لأنها ستكون نتائج غير دقيقة وذلك بسبب إحتواء الزجاج على بلورات يمكن أن تؤدي إلى ألتناقص الملحوظ بين الأرقام الفعلية والمحسوبة (TALLYER . ١٩٦٣ . P . ٧٩) إن الغرض من شرح تطابق الزجاج هو التأكيد على ثلاث حالات للزجاج والجسم :-

١. ألتجزع (CRAZING)
٢. مطابقة نافعة (SARFACABLE)
٣. ألتقشر (PEEL)

في البدء يتم تطبيق الزجاج على سطح الجسم الفخاري وبدرجة حرارة الغرفة وعند رفع درجة الحرارة سوف يتمدد الجسم الفخاري مع إنصهار الزجاج وتحوله إلى سائل على سطح الجسم الفخاري . بعد ألتبريد يتقلص الجسم ويتصلب السائل الزجاجي ويرافق ذلك

التصلب تقلص في أطول ونتيجة المطابقة و الاختلاف في التمدد تظهر الحالات الآتية :

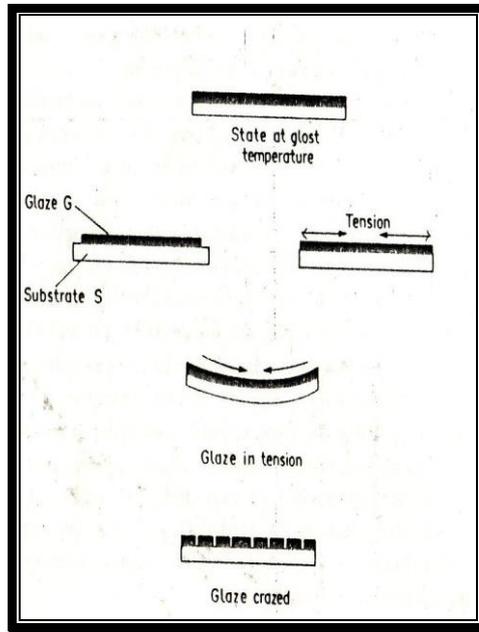
١. المطابقة ($SG = SB$) * حيث سيتقلص الزجاج والجسم في تناغم ولن يتولد أجهاد
٢. ($SG < SB$) في هذه الحالة سيختلف معامل التمدد بين الجسم و الزجاج إذ إن معامل التمدد للجسم أكبر من معامل تمدد الزجاج لذلك يتقلصان في نسب مختلفة لأن طبقة الجسم (الجسم- الزجاج) تلزم الأثنان لكي يكونان متساويين حيث يتقلص الجسم أكثر من الزجاج لذلك سوف يحدث أجهاد على طبقة الزجاج فإذا كانت طبقة (الجسم- زجاج) قوية بما فيه الكفاية لمنع الانفصال بينهما سيحدث إنحناء للجسم الخزفي إذا كان مزججا" من جهة واحدة وإذا لم تتحمل الطبقة (الجسم- الزجاج) الأجهاد سيتقشر الزجاج على سطح الجسم الفخاري كما هو موضح في الشكل (٢ - ١٩)



الشكل (٢ - ١٩)
يبين عدم تطابق في الجسم الخزفي التفتش (BEEL)
(TAYLAR . ١٩٦٣ . P . ٧٩)

٣. ($SB > SG$) هنا يحدث العكس أي بعد التبريد سوف يضغط الزجاج على الجسم بسبب معامل التمدد الأعلى أن كانت الطبقة (الجسم - الزجاج) تتحمل الأجهاد سيتقوس الجسم وإذا لم تتحمل سيتجزع الزجاج (CRAZING) والشكل (٢ - ٢٠) يوضح ذلك

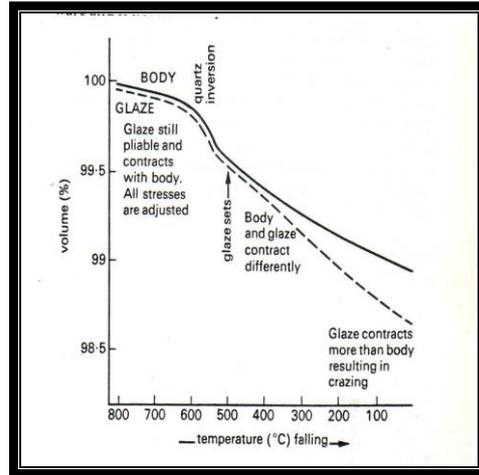
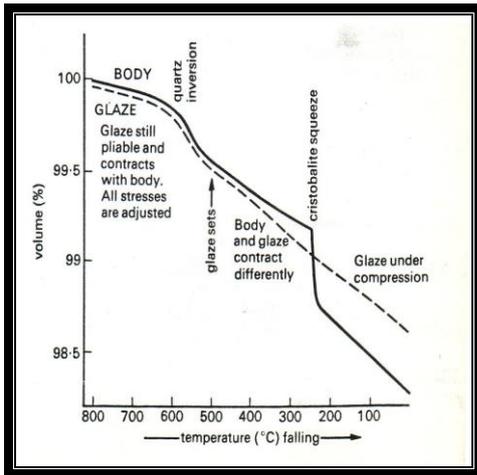
$$GLAZE SHRINKAGE = SG \quad \text{---} \quad \text{BODY SLRINKAGE} = SB \quad *$$



الشكل (٢ - ٢٠)
 يبين عدم التطابق وحدوث التمزق
 (TAYLAR . ١٩٦٣ . P . ٧٩)

والشكل (٢ - ٢١) يبين فيه الرسم البياني خط سير ألزجاج والجسم والفارق في معامل التمدد ويمثل كل من A التمزق و B التفتش

الشكل (٢ - ٢١)
 يبين فيه الرسم البياني لسير ألزجاج والجسم والفارق في معامل التمدد
 (HAMER . ١٩٧٥ . p . ٢٧١)



والشكل (٢ - ٢١ - B) التفتش

والشكل (٢ - ٢١ - A) التمزق

٦ - ١ - ٢ الأطيان (clays)

تتواجد الأطنان على سطح الأرض بشكل ترسبات وتتكون أصلاً من تحلل الصخور الأم (النارية أو المتحولة) نتيجة تفاعل العديد من عوامل التجوية الطبيعية المختلفة والأطنان علمياً هي سلكات الألمنيوم المائية وصيغتها الكيميائية
 $(Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot 2H_2O)$

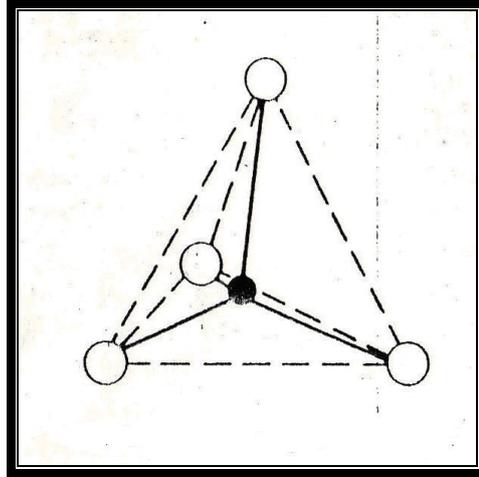
٢ - ١ - ٦ - ١ التركيب الهيكلي

(FRAME - WORK STRUCTURE)

تقوم كل ذرة من ذرات السيلكون بمشاركة ذرة سيلكون أخرى من خلال أوكسجينها الرابع لتكوين هيكل إنشائي ثلاثي الأبعاد صيغته $(SiO_4)^{-4}$ أن بنية الصفائح هي البنية الأساسية للمعادن الطينية التي تشارك فيها الرباعيات مع بعضها بمساهمة الأوكسجين لتكوين صفائح متسلسلة وتقوم بنية الطين على أساس تكثيف طبقتين :

١. الطبقة الرباعية (طبقة السيلكا)
٢. طبقة الجبسائيت $(Al(OH)_3 - GIBBSITE)$ والتي تعرف بالطبقة الثمانية

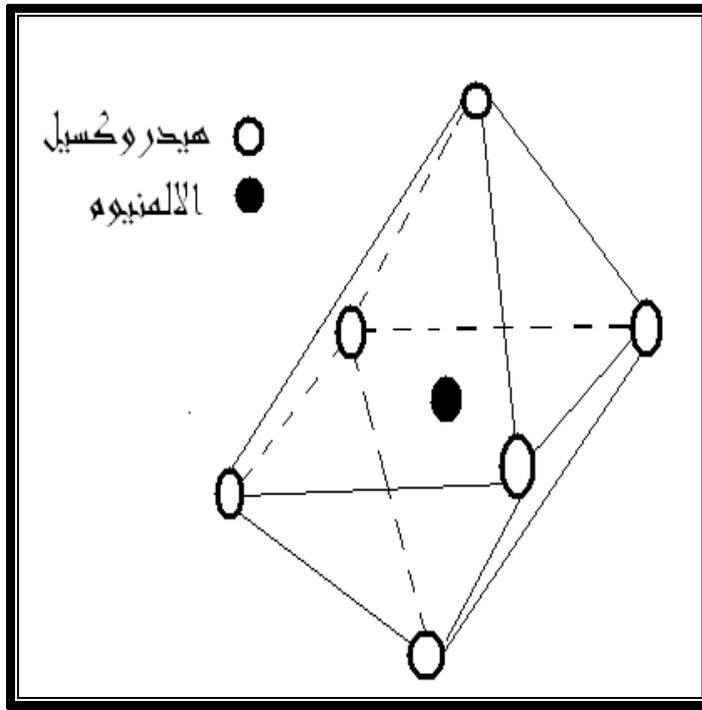
والشكل رقم (٢ - ٢٢) يبين جزيئة السيلكا



الشكل (٢ - ٢٢)
 يبين وحدة السيلكا
 (الزمزمي والشيباني . ١٩٩٦ . ص ٥٦)

ترتبط طبقة السيلكا الرباعية من خلال الأوكسجينات غير المشبعة مع هيدروكسيد الألمنيوم $(Al(OH)_3)$ الذي يعرف بالجبسائيت وهو ذو بنية أساسية تتكون من ذرة

الألمنيوم محاطة بست مجموعات هيدروكسيلية تقع في أركان شكل ثماني الأسطح كما في الشكل (٢ - ٢٣) (الزمزمي و الشيباني . ١٩٩٦ . ص ٧٥) .



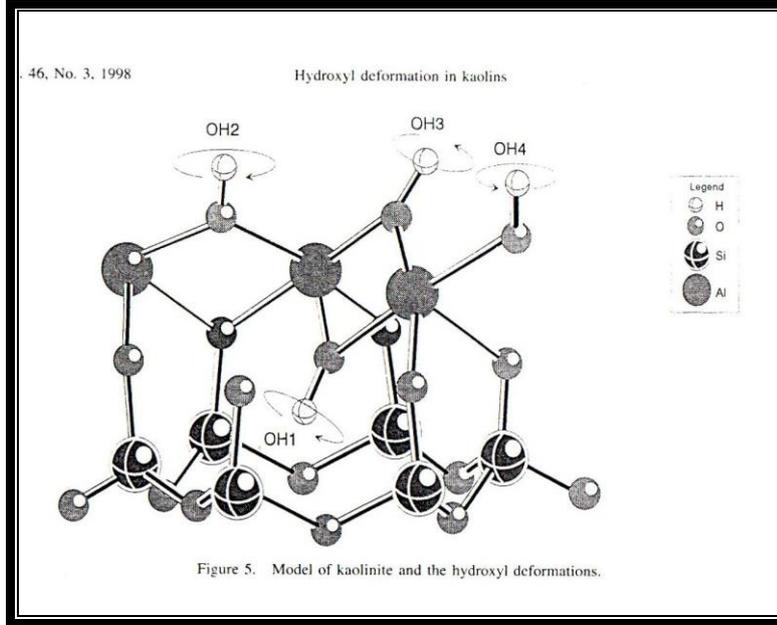
الشكل (٢ - ٢٣)
يبين جزيئة هيدروكسيد الألمنيوم الجبسايت

أن ثمانيةات الألمنيوم يمكن أن ترتبط مع بعضها بحيث تنقسم كل ذرتي ألمنيوم مجموعة هيدروكسيل واحدة وبذلك تحصل كل مجموعة هيدروكسيل على نصف تكافؤ مشترك مع ذرتي ألمنيوم ثلاثية التكافؤ وحيث إن مجموعة الهيدروكسيل أحادية التكافؤ لذلك تنتسب كل هذه المجموعة . ونتيجة لذلك يتم إحتواء كل ثماني على ذرة ألمنيوم والمشاركة النصفية لست مجموعات هيدروكسيلية حتى تصبح الصيغة الأساسية $(Al(OH)_3)$ وللجبسايت القدرة على الأمتداد إلى ما لانهاية في اتجاهين بحيث تكون حلقات متكررة .
(الزممي.أشياني.١٩٩٦. ص^٨) . ونتيجة التشابه بين أبعاد الحلقات السداسية بين صفائح السيلكا و الجبسايت يتم التكتف (COUDEASATION) بين الطبقتين باختزال مجموعة الهيدروكسيل الموجودة في الجبسايت ودخول الأوكسجينات غير المشبعة مكانها بما إن مجموعة الهيدروكسيل تحصل على نصف تكافؤ من كل من ذرتي الألمنيوم وإن الأوكسجين له مكافؤ واحد غير مشبع لذا يتحتم إرتباط هذا المكافؤ مع ذرتي الألمنيوم بالحصول على نصف تكافؤ على غرار مجموعة الهيدروكسيل (ريان.١٩٨٦. ص^{٤٦})
(WORALL.١٩٦٧.P.١٧) .

وبهذه الطريقة يتم التوازن الكهربائي للصيغة



وهذه الصيغة تمثل الصيغة البنوية للكاولين $((Al_2O_3 . 2SiO_2 . 2H_2O))$ ويلاحظ إن جزيئتي الماء موجودات كهيدروكسيلات والشكل (٢ - ٢٤) يوضح بنية الكاولين



الشكل (٢ - ٢٤)
 يوضح بنية الكاولين
 (GLAYS & CLAY MINEROLS . ١٩٩٨. P. ٢٨٥)

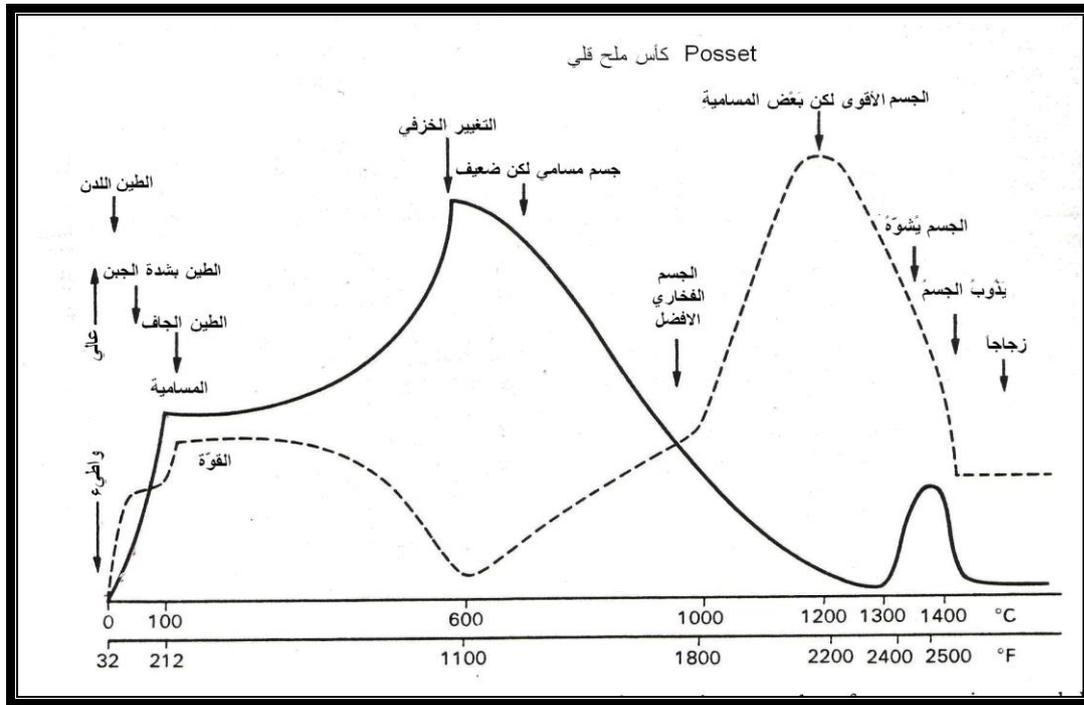
١ - ١ - ٢ الأطنان الحمراء (RED CLAYS)

وهي من أكثر أنواع الأطنان انتشاراً في الطبيعة ولهذا يمكن الحصول عليها بكميات وافرة وتعتبر مادة الفخاريين التقليديين في أماكن تواجدهم والتي أصبحت مادتها ذات تجربة من حيث نوعيتها وصلابتها للخزف . وتتميز هذه الأطنان بالدونة العالية وذلك لنعومة حبيباتها ولهذا تضاف إليها نسبة محددة من مواد غير لدنة كالرمل أو مسحوق الفخار لتقليل لدونتها وسميت بالأطنان الحمراء لارتفاع نسبة أكسيد الحديد فيها والذي يكسبها ألوان متعددة منها البني أو الأحمر أو الرمادي المخضر أو الأسمر المصفر (جون ديكسون . ١٩٨٦ . ص ٢٥) .

ويخلط أحياناً مع اطنان ذات درجات حرارة عالية لرفع درجة حرارتها . ويستخدم خزافو المشاغل الخاصة هذا النوع من الأطنان بشكل واسع في تنفيذ المشاريع والأعمال الفنية بعد عملية تحضيره وتنظيفه عدة مرات في أحواض فيها ماء للتخلص من الأملاح والشوائب (HOFSTED . ١٩٧٥ . P. ١٩) .

تمتاز كذلك باحتوائها على نسبة عالية من القلويات ($K_2O - Na_2O$) ونسبة عالية من القواعد الترابية ($MgO - CaO$) وأكسيد الحديد (Fe_2O_3) وكذلك على مواد عضوية لذلك تكون عالية المسامية بعد الحرق .

هنالك علاقة قوية بين درجة إنصهار الأطنان الحمراء والمسامية وصلابة المنتج ويمكن شرح ذلك من خلال المخطط المبين في الشكل (٢ - ٢٥) الذي يبين مسار المسامية ويرافقه قوة المنتج وصولاً إلى الدرجة المتلى في المسامية والصلابة . (الزمزي والشيباني . ١٩٩٦ . ص ١٣٥) .



الشكل رقم (٢ - ٢٥)
مخطط يبين تأثير درجة الحرارة على مسار المسامية وقوة الجسم في الأطنان
(HAMER . ١٩٧٥ . p . ٢٧٨)

٢ - ١ - ٩ الزجاج الجاهز (FRIT GLAZE)

وهو الزجاج ذو الأنصهار والتفاعل المسبق لمركبات الزجاج الداخلة ضمن خلطة الزجاج الأصلية والنتاج هو مركب جديد يختلف من حيث الصفات عن المواد المكونة للخلطة الأصلية ومثال ذلك الأكاسيد الصاهرة والتي لها القابلية على الذوبان في الماء تنصهر مع السيلكا لتتحول إلى سيليكات وتلك الأكاسيد وهي مواد جديدة تختلف عن المواد الأصلية (الخام) من حيث التركيب والصفات (GRIFFITHES. ١٩٦٥. P. ٩٠)
(DOLD. ١٩٦٤. P. ١٦٨) .

أسباب تفريت الزجاج

١. هناك بعض الأكاسيد مثل أكسيد الصوديوم Na_2O أو أكسيد البوتاسيوم K_2O أو أكسيد البوريك B_2O_3 التي لها القابلية على الذوبان في الماء لذلك ستتسرب إلى

الجسم ألفخاري عند التطبيق وذلك يؤدي إلى تشويه الجسم ألفخاري إضافة إلى حدوث نقص في خلطة الزجاج

٢. للتخلص من سمية بعض المركبات مثل الرصاص (PbO) بعد تفاعله مع السيلكا كذلك أنتيمون (Sb) أو باريوم (Br) و خارصين (Zn)

٣. للتخلص من بعض الغازات التي تتحرر أثناء الحرق مثل ثاني اوكسيد الكربون والتي قد تسبب ثقوبا" دبوسيه على سطح الزجاج

٤. للإسراع في تفاعل بعض الأوكاسيد مثل ألقواعد الترابية لأعطاء زجاج متجانس في وقت أقل ووقت نضج أقصر (GRIFFITHES . ١٩٦٥ . P . ٩١) .

٢ - ١ - الشد السطحي (SURFACE TENSION)

الشد السطحي أو الظاهري الذي بواسطته يمكن احتواء كتلة السائل الزجاجي إن الشد السطحي سببه الجذب لجزيئات المركب السائل بواسطة نفس مجموعة العناصر التي تكون المركب إذ يحدث تغير فجائي في الزجاج ذي الشد السطحي القليل على شكل تصدعات أو سطح مسامي .

وفي الزجاج العالي الحرارة وعند فقدان الشد السطحي يتجدد الزجاج وعلى شكل كرات وتدعى هذه الحالة بالانسحاب (CROWLING) (الهنداوي . ١٩٩٧ . ص ٢٤) .

يتأثر الشد السطحي بنوع المواد الداخلة في الزجاج فالقلويات تعمل على جعل الزجاج ذو شد سطحي ضعيف بسبب فعلها الصاهر القوي والتي تجعل الزجاج على شكل سائل وبعض الاكاسيد تعمل على زيادة الشد السطحي مثل الالومينا (Al_2O_3) التي تجعل الزجاج ذو لزوجة عالية و سطح متبيس . (HAMER . ١٩٧٥ . P . ٢٨٧)

وهناك علاقة بين الشد السطحي واللزوجة حيث كلما كان الشد السطحي عالي هذا يعني إن اللزوجة عالية وبالعكس وبارتفاع الشد السطحي فأن الفقاعات المتكونة نتيجة تفاعل الزجاج تنحصر ولا تستطيع النفاذ بسهولة (الطاهر . ٢٠٠٢ . ص ٢١) .

إن قيم الشد السطحي للزجاج السيليكي هو (٣٠٠ دايين / سم) أو ضمن مدى من (١٣٠ - ٥٠٠ دايين / سم) وهذه القيم بدرجة حرارة ($900^{\circ}C$) مع انخفاض أربع وحدات (دايين / سم) لكل مئة درجة حرارية . (هنداوي . ١٩٩٧ . ص ٢٥) .

٢ - ٢ الدراسات السابقة

٢ - ٢ - ١ دراسة الطاهر - ٢٠٠٢ - حيدر رؤوف

(إنتاج زجاج الرماد وتطبيقاته على الأطيان العراقية)

هدف الدراسة

يهدف الطاهر إلى التعرف على النباتات المحلية الصالحة لإنتاج رماد يصلح لإنتاج زجاج الرماد والتعرف على مواصفات هذا الزجاج كالشفافية واللون والملبس ودرجة حرارة النضج الملائمة ومدى ملائمة الأطيان العراقية لها

الإجراءات

استخدم الطاهر طينة دويخلة البيضاء وذلك لمقاومتها لدرجات الحرارة العالية كما حضر خمسة عشر نوعاً من الرماد شملت مخلفات زراعية ونباتات برية وقد استخدم الباحث الرماد بدون غسل وبدون إضافات وتم التطبيق على الأجسام الفخارية والطينية

وكانت أهم النتائج ذات العلاقة بالبحث الحالي هي :-

1. ظهور خلل بين العلاقات الجزئية للمجاميع الأوكسيدية الثلاثة
2. ارتفاع نسبة ألسيلكا في نماذج زجاج الرماد
3. ان طول مدة الإنضاج (SOOKING) أدت إلى زيادة فعالية المواد الصاهرة وخاصة القلويات
4. درجة الحرارة المثلى للإنضاج هي ($1250^{\circ}C$) .

وتختلف هذه الدراسة عن دراسة الطاهر من حيث :

1. تم إضافة كربونات الصوديوم (Na_2CO_3) والفلسبار بوتاسيوم (K_2O) و Al_2O_3 SiO_2 وأوكسيد البوريك (B_2O_3) لسد النقص في متطلبات الخلطة .
2. استخدم الزجاج بشكل جاهز وليس خام إذ تم تفريغ الخلطات .
3. طُبّق الزجاج على أجسام واطئة الحرارة (طين احمر) .
4. تم الحرق بدرجة حرارة ($1050^{\circ}C$) .

٢ - ٢ - ٢ دراسة المشايخي - حافظ جواد (أستخدام الخامات العراقية لإنتاج خزف عالي الحرارة)

هدف الدراسة

إمكانية استخدام أطيان محلية لإنتاج خزف عالي الحرارة بعد تحسين خواصها بإضافة مواد غير لدنة

الإجراءات

استخدام المشايخي طينة دويخلة من تكوين (الكعرة) وأضاف إليها المواد المحلية غير اللدنة الآتية :

١. رمل من أرضة ابيض
٢. كاربونات الكالسيوم
٣. الدولمايت (كاربونات الكالسيوم - المغنيسيوم)
٤. مسحوق الفخار

اعد الباحث ست عشر خلطة من طينة دويخلة , وقام بإضافة المواد غير اللدنة إليها . وتم تشكيل النماذج بواسطة الكبس شبه الجاف (SEMI- DRY) وحرقت النماذج بدرجات الحرارة (١٢٥٠ م° . ١١٥٠ م° . ١٠٥٠ م°) كذلك قام الباحث بتهيئة زجاج عالي الحرارة من مواد محلية للتطبيق على النماذج الفخارية فأختار زجاج رماد سعف النخيل وهو واحد من أنواع الرماد المستخدم في البحث العلمي وقام بعمل تجارب الزجاج مضيئا "كلا" من المواد الآتية إليه لتعديل مواصفاته .

١. طينة النهران
٢. كاربونات الكالسيوم
٣. فلديسبار بوتاسي .

وكانت أهم النتائج ذات العلاقة بالبحث العلمي هي :

١. إمكانية تكوين خلطات زجاج الرماد من مواد محلية حيث ظهرت النتائج متقاربة في اللون والخواص لجميع نماذج الخلطات وتوافقها مع الأجسام الخزفية وعدم ظهور مشاكل او عيوب .
٢. تميزت الوان زجاج الرماد مائلة بأنها إلى ألخاكي المخضر أو المحمر وأحيانا" يحتوي على لون عسلي .

ألفصل الثالث

- إجراءات البحث

الفصل الثالث

إجراءات البحث

٣ - ١ المنهج المستخدم :-

تم استخدام المنهج التجريبي الذي يعد أكثر أنواع البحوث العلمية دقة لكونه يقوم على أساس التجربة العلمية التي تكشف عن العلاقات السببية والتكوينية بين العوامل المتضمنة والمؤثرة فيها

٣ - ٢ اختيار العينات

تم اختيار العينات قصدياً فقد شملت :-

- مواد نباتية مختلفة من صنفين من محافظة بابل :
- نباتات برية متوفرة في المنطقة بكثرة.
- مخلفات زراعية متوفرة بكميات كبيرة في وقت الحصاد ويتم التلخص منها.

٣ - ٣ اختيار الطينة المطبق عليها الزجاج

تم اختيار طينة المحاويل الحمراء وذلك من خلال الدراسات السابقة التي أطلع عليها الباحث والمعلومات المتوفرة عن هذه الأنواع من الأطيان .

٣ - ٤ اختيار النباتات :-

تم اختيار أربعة أنواع من النباتات :-

١. القصب
٢. تبين الشعير
٣. سعف النخيل
٤. كوالح الذرة

وتم اختيار هذه الأنواع الأربعة حسب الدراسات السابقة حيث تحتوي هذه الأنواع على نسبة من المواد الصاهرة وكذلك لتوفرها بكميات كبيرة جداً "وأستناداً" على دراسة (الطاهر ٢٠٠٢) تم أخذ العينات الزراعية من المناطق نفسها .

٣ - ٥ تهيئة المواد :-

٣ - ٥ - ١ حرق النباتات وتهيئة الرماد

تم حرق النباتات في أفران بنيت لهذا الغرض بعد التأكد من خلو النباتات من أية شوائب وكذلك أرضية أفران وحرقت بدون أية مواد مساعدة للحرق وبوجود تيار هوائي وتركت لمدة أربع وعشرين ساعة لأتمام عملية الحرق وبعد التبريد تم جمع هذه المواد وغربلتها بغربال (٦٠ MESH) . وذلك للحصول على رماد خالي من أي أجسام غريبة ولغرض التأكد من احتراق جميع المواد العضوية وكذلك تساوي الحرق لجميع أجزاء الرماد وللتخلص من الكربون الناتج من الحرق الأولي تم وضع الرماد في أوعية طينية معدة لهذا لغرض وحرق الرماد داخل الفرن الكهربائي للحصول على الحرق الأنظيف لدرجة حرارة (٧٥٠ C°) بعدها تم جمع الرماد الناتج في أوعية خاصة وكل على حدة .

٣ - ٥ - ٢ الطينة

تم الحصول على ٥٠ كيلو غرام من طينة المحاويل الحمراء .

٣ - ٥ - ٣ مسحوق الفخار

تم حرق كمية من كاؤولين دويخله ألمطحون داخل فرن كهربائي وذلك بعد وضعه على رفوف ثم التأكد من خلوها من أي شوائب أذ حرق بدرجة حرارة (١٢٠٠ C°) .

٣ - ٥ - ٤ تهيئة النمادج

تم تهيئة الطينة بشكل لدن حيث تم إضافة كمية من مسحوق الفخار وذلك لتقليل نسبة التقلص وزيادة مقاومة درجات الحرارة وكان الخلط كما يأتي :-

طينة المحاويل الحمراء ٨٠ % مسحوق الفخار ٢٠ % .

وبالنظر لأن التربة المحلية المستخدمة في صناعة الخزف ذات تركيب كيميائي ومعدني متقارب فقد أظهرت نتائج التركيب ألمجهري والنظام الفراغي نتائج متقاربة لطينة بغداد الحمراء وأربيل والمحاويل إن رفع درجة حرارة الحرق لغاية (١٠٥٠ C°) لم يسبب حدوث تغيرات اساسية في الهيكل الفراغي ألمجهري (مجلس البحث العلمي . ١٩٨٩ . ص ١٩٧)

والجدول (٣ - ١) يبين التحليل الكيميائي لطينة المحاويل

%	L.O.I	Na ₂ CO ₃	K ₂ O	SO ₃	MgO	CaO	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	SiO ₂
٩٩.٦٦	١٤.٧٥	١.٣١	١.٩	١.٣٢	٤.٧٨	١٤.٣٥	٥.٩٧	١٢.٥٣	٤٢.٧٥

جدول (٣ - ١)

يبين التحليل الكيميائي لطينة المحاويل الحمراء

(الحديثي واخرون . ١٩٨٦ . ص ٢٨)

٣ - ٥ - ٥ تشكيل النمادج

بعد أن أصبحت الطينة جاهزة وبشكل لدن تم تسويتها على أرضية خشبية (BOARD) وبسمك (١.٥ سم) وطول (٩ سم) وعرض (٥ سم) وعلى شكل بلاطات .

٣ - ٥ - ٦ تجفيف النمادج

تركبت النماذج إلى اليوم الثاني وهي مغطاة بقطعة قماش وبعيدا" عن أي تيار هوائي إذ جمعت هذه ألقطع بعضها فوق بعض وتركبت وهي مغطاة بقطعة قماش وتركبت إلى أن جفت بشكل كامل

٣ - ٥ - ٧ حرق النماذج

١ - تم حرق النماذج بفرن كهربائي بقياس (٣٥ × ٣٥ × ٢٥) سم وبدرجات حرارة ما بين (٩٥٠ C° - ١٠٠٠ C° - ١٠٥٠ C°) كلا" على حدة وتم التأكد من كونها خالية من أي آثار للأنصهار والأعوجاج

٢ - وقد كان برنامج الحرق للنماذج الفخارية كما يأتي

- من حرارة الغرفة - ١٥٠ م بمعدل ساعة واحدة .
- من ١٥٠ - ١٠٥٠ بمعدل (٢٠٠°C) في كل ساعة

فحوصات النماذج المختبرية

٣ - ٦ الأنكماش (التقلص الطولي)

٣ - ٦ - ١ الجفاف

بعد تشكيل النماذج وهي رطبة يتم قياسها بواسطة القدمة الفكية لأنها بعد أن تجف يتناقص طول الأجسام الطينية بسبب خروج ألماء أفيزيائي . ومحاولة الجسم سد هذه أفرافات ويتم قياس طول النماذج بعد الجفاف وألعلقة الأتية توضح ذلك .

$$\frac{\text{الطول الطري} - \text{الطول الجاف}}{\text{الطول الجاف}} \times 100\%$$

$$B - A$$

$$100 \times \frac{B - A}{B}$$

$$A = \text{الطول الطري}$$

$$B = \text{الطول الجاف}$$

$$B$$

٣ - ٦ - ٢ الانكماش بعد أالفخر

أما بعد عملية فخر النماذج تم قياسها بواسطة القدمة الفكية نلاحظ حدوث تناقص في طول النماذج بسبب أنصهار وأحتراق ألمواد العضوية وكذلك حدوث حالة من أنصهار بعض ألمواد في الطينة ويتم حساب ذلك ألتقلص من خلال أألعلقة الأتية .

$$\frac{\text{الطول الجاف} - \text{الطول بعد أالفخر}}{\text{الطول الجاف}} \times 100\%$$

$$\frac{C - B}{B} \times 100\%$$

$$C = B \times \frac{C - B}{B}$$

- B – أطول أجاج
C – أطول بعد أأرق

٣ - ٧ المسامية

وهي أفراغات أمتكونة نتيجة أرق أجسام أطينية وتؤثر درجة حرارة أأرق بشكل كبير في مسامية الأجسام أأقارية فكلما أرتفعت درجة حرارة أأرق قلت كمية أمتصاص الماء وتزداد مقاومة الأجسام أأقارية للأجهاد أوميكانيكي وتحمل درجة الحرارة أأمفاجئة ومن أأممكن حساب المسامية من خلال أالعلاقة أآتية :-

$$\frac{B}{C} = \frac{A}{A} \times \text{---}$$

A = وزن أأموذج أأقرو مشيع بالماء

B = وزن أأموذج أأقرو أأف

C = وزن أأموذج أأقرو وهو مغمور بالماء

(NORTON . ١٩٧٣ . P . ١٧٧ . ١٧٦)

٣ - ٨ أأأليل أأيميائي للرماد

أأأول (٣ - ٢)

أبين أأأليل أأيميائي للرماد

أأاهر . ٢٠٠٢ . ص ١٥

ت	أأأاسيد	سعف أأنخيل	أأصب	كوالأ أأرة	أبن أأعير
١	SiO _٢	٦٣.٨	٥٦.١	٦٢.٧	٦٠.٤
٢	Al _٢ O _٣	٢.٤	١.٢	٦.٣	٦.٦
٣	Na _٢ O	٢.٠٣	٧.٤	٤.٧	٣.٩
٤	K _٢ O	٤.٧	٣.٠٧	٢.١٤	٦.٠٨
٥	CaO	١٦.٧	١٢.٢	١٦.١٩	١٤.٨
٦	MgO	٦.٨	٣.٢	٦.١	٦.٦
٧	Fe _٢ O _٣	٣.٦	١٦.٦	١.٣	٢.٣

٣ - ٩ حساب أأانون أأنسبي

ومن خلال أأأليل أأيميائي أمكن حساب أأانون وحدة أالصيغة من خلال أالعلاقة أأتالية:

١. نسبة الأوكسيد المئوية ÷ الوزن الجزيئي
٢. تجمع نتائج القواعد معا"
٣. تقسيم نتائج الفقرة واحد على مجموع القواعد

ومن خلال التحليل الكيميائي والعلاقات السابقة لوحدة الصيغة يتم احتساب الأجزاء الجزئية لكل نوع من أنواع الرماد وكلا" على حده

٣ - ١٠ - ٣ **خاطات سعف النخيل**

٣ - ١٠ - ١ الخطة رقم (١)

٦٢ %		رماد سعف النخيل
٣١ %	Na_2CO_3	كاربونات الصوديوم
٣.٤ %	$\text{K}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{SiO}_2$	فلسبار بوتاسيوم
٣.٢ %	B_2O_3	أوكسيد البوريك

٣ - ١٠ - ٢ الخطة رقم (٢)

٥٨.٠٣ %		رماد سعف النخيل
٢٤.١ %	Na_2CO_3	كاربونات الصوديوم
١٥.٤ %	$\text{K}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{SiO}_2$	فلسبار بوتاسيوم
٢.٣ %	B_2O_3	أوكسيد البوريك

٣ - ١٠ - ٣ الخطة رقم (٣)

٦٧ %		رماد سعف النخيل
١٧.٢ %	Na_2CO_3	كاربونات الصوديوم
١١.٦ %	$\text{K}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{SiO}_2$	فلسبار بوتاسيوم
٣.٢ %	B_2O_3	أوكسيد البوريك

الخلطة رقم (٤)

٤ - ١٠ - ٣

٦١ %		رماد سعف النخيل
١٣.٨ %	Na_2CO_3	كاربونات الصوديوم
٢١.٨ %	$\text{K}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{SiO}_2$	فلسبار بوتاسيوم
٢٠.٦ %	B_2O_3	أوكسيد البوريك

الخلطة رقم (٥)

٥ - ١٠ - ٣

٥٦.٨ %		رماد سعف النخيل
٣٠.٧ %	Na_2CO_3	كاربونات الصوديوم
١٠.٧ %	$\text{K}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{SiO}_2$	فلسبار بوتاسيوم
١.٦ %	B_2O_3	أوكسيد البوريك

الخلطة رقم (٦)

٦ - ١٠ - ٣

٥٢.٧ %		رماد سعف النخيل
٣٧.٩ %	Na_2CO_3	كاربونات الصوديوم
٨ %	$\text{K}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{SiO}_2$	فلسبار بوتاسيوم
١.٢ %	B_2O_3	أوكسيد البوريك

١١ - ٣ خلطات رماد كوالح الذرة

الخلطة رقم (٧)

١ - ١١ - ٣

٥٣.٣ %		رماد كوالح الذرة
٣٧ %	Na_2CO_3	كاربونات الصوديوم
٨.٥ %	$\text{K}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{SiO}_2$	فلسبار بوتاسيوم
٠.٧ %	B_2O_3	أوكسيد البوريك

الخلطة رقم (٨)

٢ - ١١ - ٣

% ٦٠.٨٦		رماد كوالح الذرة
% ٢٨.١٨	Na ₂ CO ₃	كاربونات الصوديوم
% ٩.٩	K ₂ O. Al ₂ O ₃ . ٦SiO ₂	فلسبار بوتاسيوم
% ٠.٨	B ₂ O ₃	أكسيد البوريك

الخلطة رقم (٩)

٣ - ١١ - ٣

% ٦٦.٦		رماد كوالح الذرة
% ٢٠.٩	Na ₂ CO ₃	كاربونات الصوديوم
% ١١.٢	K ₂ O. Al ₂ O ₃ . ٦SiO ₂	فلسبار بوتاسيوم
% ٠.٧	B ₂ O ₃	أكسيد البوريك

الخلطة رقم (١٠)

٤ - ١١ - ٣

% ٦١.٣		رماد كوالح الذرة
% ١٧.٣	Na ₂ CO ₃	كاربونات الصوديوم
% ٢٠.٣	K ₂ O. Al ₂ O ₃ . ٦SiO ₂	فلسبار بوتاسيوم
% ٠.١٩	B ₂ O ₃	أكسيد البوريك

الخلطة رقم (١١)

٥ - ١١ - ٣

% ٥٦.٤		رماد كوالح الذرة
% ١٣.٨	Na ₂ CO ₃	كاربونات الصوديوم
% ٢٩.٨	K ₂ O. Al ₂ O ₃ . ٦SiO ₂	فلسبار بوتاسيوم

الخلطة رقم (١٢)

٦ - ١١ - ٣

% ٦٧.٩		رماد كوالح الذرة
% ٨.٧	Na ₂ CO ₃	كاربونات الصوديوم

فلسبار بوتاسيوم	$K_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 6SiO_2$	٢٢.٨ %
أوكسيد البوريك	B_2O_3	٠.٢ %

٣ - ١٢ خلطات رماد القصب

١ - ١٢ - ٣ الخلطة رقم (١٣)

رماد القصب		٦٤.٤ %
كاربونات الصوديوم	Na_2CO_3	٣٢ %
فلسبار بوتاسيوم	$K_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 6SiO_2$	٣.٢ %
أوكسيد البوريك	B_2O_3	

٢ - ١٢ - ٣ الخلطة رقم (١٤)

رماد القصب		٦٠ %
كاربونات الصوديوم	Na_2CO_3	٢٥.٦ %
فلسبار بوتاسيوم	$K_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 6SiO_2$	١٤.٤ %
أوكسيد البوريك	B_2O_3	

٣ - ١٢ - ٣ الخلطة رقم (١٥)

رماد القصب		٥٥.٣ %
كاربونات الصوديوم	Na_2CO_3	٢٣.٣ %
فلسبار بوتاسيوم	$K_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 6SiO_2$	١٥.٩ %
فلنت	SiO_2	٥.٤ %

٤ - ١٢ - ٣ الخلطة رقم (١٦)

رماد القصب		٦٩.٩ %
كاربونات الصوديوم	Na_2CO_3	١٠.٥ %

١٥.٩ %	$K_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 6SiO_2$	فلسبار بوتاسيوم
٣.٥ %	B_2O_3	أوكسيد البوريك

أخلطة رقم (١٧)

٥ - ١٢ - ٣

٦٨.١ %		رماد القصب
١١ %	Na_2CO_3	كاربونات الصوديوم
١١.٥ %	$K_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 6SiO_2$	فلسبار بوتاسيوم
٩ %	SiO_2	فلنت

أخلطة رقم (١٨)

٦ - ١٢ - ٣

٦٢.٩ %		رماد القصب
١٠.٤ %	Na_2CO_3	كاربونات الصوديوم
١٦ %	$K_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 6SiO_2$	فلسبار بوتاسيوم
١٠.٦ %	SiO_2	فلنت

أخلطات رماد تبين الشعير

١٣ - ٣

أخلطة رقم (١٩)

١ - ١٣ - ٣

٥٩.٥ %		رماد تبين الشعير
٢٩.٦ %	Na_2CO_3	كاربونات الصوديوم
١٠ %	$K_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 6SiO_2$	فلسبار بوتاسيوم
٠.٥ %	B_2O_3	أوكسيد البوريك

أخلطة رقم (٢٠)

٢ - ١٣ - ٣

٧١.١ %		رماد تبين الشعير
١٦.٤ %	Na_2CO_3	كاربونات الصوديوم
١١.١ %	$K_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 6SiO_2$	فلسبار بوتاسيوم

أوكسيد البوريك	B_2O_3	٠.٢ %
----------------	----------	-------

أخلطة رقم (٢١)

٣ - ١٣ - ٣

رماد تبين أالشعير		٦٩ %
كاربونات ألسوديوم	Na_2CO_3	١٤ %
فلسبار بوتاسيوم	$K_2O. Al_2O_3. 6SiO_2$	١٨.٣ %
أوكسيد ألبوريك	B_2O_3	٠.٢ %

أخلطة رقم (٢٢)

٤ - ١٣ - ٣

رماد تبين أالشعير		٧٠.٩ %
كاربونات ألسوديوم	Na_2CO_3	٨.١ %
فلسبار بوتاسيوم	$K_2O. Al_2O_3. 6SiO_2$	٢٠.٢ %
	B_2O_3	٠.٢ %

بعد الانتهاء من نسب خلطات التزجيج أخاصة بكل نوع من أنواع الرماد وللبداء بعملية أالحرق توجب أتباع أخطوات أآتية :-

٣ - ١٤ صناعة ألبودقة أالحرارية :-

من خلال ألتجارب أأستطلاعية وأأدراسات أالسابقة تم صناعة ألبودقة من ٦٥ % كأولين و ٢٠ % أكروك و ١٥ % رمل سيليكى وبعد أن هيات هذه أخلطة بشكل لذن تم تشكيل ألبواق على العجلة أالكهربائية على شكل أسطوانات بقياس (١٢ سم x ١٢ سم) تم طلاء ألبودقة من أالداخل بمحلول متكون من ٥٠ % كأولين و ٥٠ % أالومينا نقية وذلك كي لا يتم أالتصاق أالزجاج أالداخل ألبودقة ولألتقليل من أفاعل أالزجاج مع أالجسم .

٣ - ١٥ تهيئة خلطات أالزجاج

تم وزن ٥٠٠ غرام لكل أخلطة وأخلطت أخلطا " أافا " ثم أربلت بأغربيل (mash - ١٠٠) لأغرض أفتيت أأكتل أالكبيرة ثم وضعت أأخلطات في ألبواق وبمعدل بودقة واحدة لكل أحرقة وكما في أالصورة رقم (٢) وتم أألرق في فرن كهربائي بقياس (٢٥ x ٣٥ x ٣٥) وقيست أدرجة أالحرارة فيه بواسطة مقياس كهربائي أألكتروني لأغرض أأدقة كما في أالصورة رقم (١)



صورة (١)
تبين أفرن الكهربي والمقياس الألكتروني



صورة (٢)
تبين أبودقة داخل أفرن الكهربي

٣- ١٦ برنامج الحرق :-

تم اعتماد طريقة الحرق السريع (FAST FIRING) الذي يعتمد على رفع درجة الحرارة بأقصى سرعة أو طاقة للفرن الى درجة حرارة (١٢٠٠م °)

٣- ١٧ عملية التفريت

بعد أن تم وزن الخلطات كلا" على حدة شرع بوضع أول خلطة في ألبودقة وبشكل جاف ووضعت في أفرن وبالأعتماد على برنامج الحرق تم الوصول إلى درجة الحرارة المحددة أخرجت ألبودقة من أفرن وهو بدرجة حرارة (١٢٠٠م °) بوساطة كماشة وسكب ألسائل ألزجاجي في أماء وذلك لتفتيت ألزجاج لتسهيل عملية الطحن وكذلك لمنع

أعادة بنية النظام البلوري للزجاج وأعيدت ألكرة على كل خلطات ألبحث وبالطريقة نفسها كما في الصورة رقم (٣) بعد أالأنتهاء من عملية ألتفريت تم جمع كل نوع من ألزجاج أأنتاج على حدة في أكياس كتب عليها أسم أأخلطة ومكوناتها .



صورة (٣)
تبين عملية صب ألسائل ألزجاجي في أماء

٣ - ١٨ طحن النماذج

تم الطحن بواسطة (هاون بورسيلين) لكل نوع على حدة وغربل الزجاج المطحون بغربال (١٠٠ - mash).

٣ - ١٩ تطبيق الزجاج على النماذج الفخارية

تم تطبيق السائل الزجاجي المفرت على الأجسام الفخارية بواسطة مسدس الرش (SPRAY GUN) و بواسطة الهواء المضغوط وكان سمك طبقة الزجاج حوالي (١.٥ ملم).

٣ - ٢٠ الحرق والتبريد

بعد الانتهاء من عملية التطبيق تترك النماذج لمدة (٢٤ ساعة) لكي تجف وذلك لتلافي انفصال الزجاج عن طبقة الفخار نتيجة تبخر الماء الممتص من الجسم بعدها توضع النماذج في الفرن الكهربائي .

٣ - ٢١ برنامج الحرق

بعد وضع النماذج في الفرن ولغرض التأكد من عدم وجود رطوبة في الجسم الفخاري يتم تسخين الفرن إلى (١٥٠ C°) ولمدة ساعة واحدة بعدها يتم اعتماد أسلوب الحرق السريع وصولاً إلى درجة الحرارة (٩٥٠ C°) وتترك الفرن على تلك الدرجة لمدة ساعة (SOAKING TIME) وقت إضافي ثم يتم أخراج النماذج بعد مضي (٢٤ ساعة) لغرض التبريد بعدها تم إعادة تلك العملية بنماذج أخرى وصولاً إلى درجة الحرارة (١٠٠٠ C°) وبالطريقة نفسها للنماذج الأخرى وصولاً إلى درجة الحرارة (١٠٥٠ C°).

٣ - ٢٢ الفحوصات التي أجريت على النماذج :-

٣ - ٢٢ - ١ فحص مقاومة الخدش

استخدام نظام سلم (موه) لقياس الصلادة (MOHS SCALE OF HARDNESS) والذي يقسم على (١٠) درجات وبعد خدش الزجاج بواسطة أحد المعادن ومشاهدة الأثر بالعين أو بالعدسة المكبرة ومراقبته وإذا لم يظهر يستبدل بأخر ذي صلابة أعلى

٣ - ٢٢ - ٢ حساب معامل الشد السطحي

تم حساب معامل ألتد السطحي للزجاج وذلك لمعرفة تأثير المواد أداخلة في تركيب زجاج الرماد على نسب معاملات ألتد السطحي بالأعتماد على جدول ثوابت ألتد السطحي (٣ - ٤) وفق العلاقة الأتية :-

١. النسب المئوية للأوكسيد \times معامل ألتد السطحي = X
٢. تجمع نتائج ألتد السطحي (١) لكل الأوكسيد

جدول (٣ - ٤)
يبين ثوابت معامل ألتد السطحي للمواد
في درجة حرارة 900°C داين / سم ٣
(SINGER & SINGER . ١٩٦٣ . P.٥٦)

معامل ألتد السطحي	الأوكسيد	ت
٣.٤	SiO_2	١
٦.٢	Al_2O_3	٢
٠.٨	B_2O_3	٣
٤.٥	Fe_2O_3	٤
١.٥	Na_2O	٥
٠.١	K_2O	٦
٤.٨	CaO	٧
٦.٦	MgO	٨
١.٢	PbO	٩

٣ - ٢٢ - ٣ حساب كثافة الزجاج المحروق :-

للكتافة أهمية في تحديد درجة الأنعكاس وقيمة معامل الانكسار وكتافة الزجاج هو مجموع ثوابت كثافة الأكاسيد المكونة له وتتراوح كثافة طبقات الزجاج بين (٢.١٢٥ _ ٨.١٢٠ غم / سم^٣) وتم حساب الكتافة حسب جدول ثوابت الكتافة للأكاسيد (٣ - ٥) وفق العلاقة الآتية:-

(علام - ١٩٦٤ - ص ١٣٢)

$$\text{الكتافة} = \frac{\text{النسبة المئوية للأوكسيد} \times \text{ثابت كثافة الأوكسيد}}{١٠٠}$$

الجدول (٣ - ٥)
يبين ثوابت الكتافة للأكاسيد
(الطاهر . ٢٠٠٢ . ص ٥٠)

ثابت كثافة الأوكسيد	الأكاسيد
٢.٧	SiO _٢
٣.٨	Al _٢ O _٣
١.٨	B _٢ O _٣
٥.٣	Fe _٢ O _٣
٢.٣	Na _٢ O
٢.٣٢	K _٢ O
٣.٣	CaO
٣.٥	MgO

٣ - ٢٣ - تقييم نتائج الزجاج :-

٣ - ٢٣ - ١ قيمة الشفافية حسب المقياس الآتي

١. شفاف

٢. نصف شفاف

٣. معتم

٣ - ٢٣ - ٢ قيمة الذوبان حسب المقياس الآتي :

١. بداية الذوبان

٢. ذوبان قليل

٣. ذوبان

٤. ذوبان كامل

٥. ذوبان شديد

٦. ذوبان شديد جدا"

٣ - ٢٣ - ٣ قيمة نتائج الخشونة حسب المقياس الآتي :-

١. خشن

٢. متوسط

٣. ناعم

٣ - ٢٤ قيم اللون

قيمت الدرجات اللونية بوساطة تحليل اللون في الحاسوب (computer) باستخدام البرنامج (photosope) فقد أخذت ثمانى نقاط من كل نموذج وحللت قيم الألوان الأساسية فيها وهي الأحمر والأصفر والأزرق وذلك لأعطاء الألوان قيمة رقمية حيث يقدم لنا هذا ألفتحص بيانات واضحة عن قيمة اللون ودرجته وتركيبه ليصبح كل لون عبارة عن مجموع قيم الألوان الأساسية التي يحتويها ومن ثم تم تطبيق الخطوات الآتية في التحليل:-

١. تجمع أقرءات لثمانى نقاط للنموذج الواحد

٢. تجمع النتائج للألوان الثلاثة (الأصفر و الأحمر و الأزرق) فنحصل على المجموع (X)

٣. الجزء
X
= معدل اللون المشتق من تحليل ثمان
نقاط مختلفة من سطح النموذج

ألفصل الرابع

عرض النتائج ومناقشتها

٤ - ١ نتائج الخواص الفيزيائية للنماذج الفخارية :-

٤ - ١ - ١ التقلص الطولي للجسم الطيني والفخاري

جدول (٤ - ١)

يبين نسبة التقلص بعد الجفاف والحرق

النسبة المئوية للتقلص	التقلص الطولي بعد الحرق	التقلص الطولي بعد الجفاف	النموذج
% ١٠.٧٥	% ٣.٧	% ٧.٠٥	

٤ - ١ - ٢ فحوصات الأمتصاص والمسامية الظاهرية والكثافة الحجمية للجسم الفخاري

جدول (٤ - ٢)

نتائج الفحوصات الفيزيائية للجسم الطيني والفخاري

نوع الجسم	أمتصاص الماء	المسامية الظاهرية	الكثافة غم / سم ^٣
الجسم الطيني	٢١.٢	٢٠.١	١.٨
الجسم الفخاري	٢٢.٧	١٩.١٦	٢.١٧

٤ - ٢ نتائج القانون النسبي (وحدة الصيغة) :-

تم حساب القوانين النسبية لنماذج الزجاج وذلك بالأعتماد على الأوزان الجزيئية للأكاسيد التي يحتويها الرماد ونسبها المئوية في التحاليل الكيميائية

R ₂ O - RO	R ₂ O ₃	RO ₂
Na ₂ O ٠.٤٩٨	Al ₂ O ₃ ٠.٠٢٨	SiO ₂ ١.٢
K ₂ O ٠.٠٢٢	B ₂ O ₃ ٠.٠٧٤	
CaO ٠.٣	Fe ₂ O ₃ ٠.٠١٨	
MgO ٠.١٨		
١	٠.١٢	١.٢

خطة رقم (١) سنف النخيل

R ₂ O - RO	R ₂ O ₃	RO ₂
Na ₂ O ٠.٤٤	Al ₂ O ₃ ٠.٠٧	SiO ₂ ١.٥
K ₂ O ٠.٠٦	B ₂ O ₃ ٠.٠٦	
CaO ٠.٣	Fe ₂ O ₃ ٠.٠٢	
MgO ٠.٢		
١	٠.١٥	١.٥

خطة رقم (٢) سنف النخيل

R ₂ O - RO	R ₂ O ₃	RO ₂
Na ₂ O ٠.٣٥	AL ₂ O ₃ ٠.٠٦	SiO ₂ ١.٧٥
K ₂ O ٠.٠٥	B ₂ O ₃ ٠.٠٩	
CaO ٠.٤	Fe ₂ O ₃ ٠.٠٢	
MgO ٠.٢		
١	٠.١٧	١.٧٥

خلطة رقم (٣) سنف النخيل

R ₂ O - RO	R ₂ O ₃	RO ₂
Na ₂ O ٠.٣١	AL ₂ O ₃ ٠.١	SiO ₂ ٢
K ₂ O ٠.٠٩	B ₂ O ₃ ٠.٠٨	
CaO ٠.٤	Fe ₂ O ₃ ٠.٠٢	
MgO ٠.٢		
١	٠.٢	٢

خلطة رقم (٤) سنف النخيل

R ₂ O - RO	R ₂ O ₃	RO ₂
Na ₂ O ٠.٢٧	AL ₂ O ₃ ٠.١٤٥	SiO ₂ ٢.٢٥
K ₂ O ٠.١٣	B ₂ O ₃ ٠.٠٥٥	
CaO ٠.٤	Fe ₂ O ₃ ٠.٠٢	
MgO ٠.٢		
١	٠.٢٢	٢.٢٥

خلطة رقم (٥) سنف النخيل

R ₂ O - RO	R ₂ O ₃	RO ₂
Na ₂ O ٠.٢٢٤	AL ₂ O ₃ ٠.١٨٦	SiO ₂ ٢.٥
K ₂ O ٠.١٧٦	B ₂ O ₃ ٠.٠٤٤	
CaO ٠.٤	Fe ₂ O ₃ ٠.٠٢	
MgO ٠.٢		
١	٠.٢٥	٢.٥

خلطة رقم (٦) سنف النخيل

R ₂ O - RO		R ₂ O ₃		RO ₂	
Na ₂ O	٠.٦٤٧	AL ₂ O ₃	٠.٠٩٤	SiO ₂	١.٢
K ₂ O	٠.٠٤٦	B ₂ O ₃	٠.٠١٨		
CaO	٠.١٢	Fe ₂ O ₃	٠.٠٠٨		
MgO	٠.١٦				
	١		٠.١٢		١.٢

خلطة رقم (٧) كوالح الأذرة

R ₂ O - RO		R ₂ O ₃		RO ₂	
Na ₂ O	٠.٥٩٢	AL ₂ O ₃	٠.١١٨	SiO ₂	١.٥
K ₂ O	٠.٠٥٨	B ₂ O ₃	٠.٠٢٢		
CaO	٠.١٥	Fe ₂ O ₃	٠.٠١		
MgO	٠.٢				
	١		٠.١٥		١.٥

خلطة رقم (٨) كوالح الأذرة

R ₂ O - RO		R ₂ O ₃		RO ₂	
Na ₂ O	٠.٥١	AL ₂ O ₃	٠.١٤٢	SiO ₂	١.٧٥
K ₂ O	٠.٠٧	B ₂ O ₃	٠.٠٢١		
CaO	٠.١٨	Fe ₂ O ₃	٠.٠١٢		
MgO	٠.٢٤				
	١		٠.١٧٥		١.٧٥

خلطة رقم (٩) كوالح الأذرة

R ₂ O - RO		R ₂ O ₃		RO ₂	
Na ₂ O	٠.٤٧	AL ₂ O ₃	٠.١١	SiO ₂	٢
K ₂ O	٠.١١	B ₂ O ₃	٠.٠٠٦		
CaO	٠.١٨	Fe ₂ O ₃	٠.٠١٢		
MgO	٠.٢٤				
	١		٠.٢		٢

خلطة رقم (١٠) كوالح الأذرة

R ₂ O - RO		R ₂ O ₃		RO ₂	

Na ₂ O	٠.٤٢٥	Al ₂ O ₃	٠.٢١٣	SiO ₂	٢.٢٥
K ₂ O	٠.١٥٥	B ₂ O ₃			
CaO	٠.١٨	Fe ₂ O ₃	٠.٠١٢		
MgO	٠.٢٤				
	١		٠.٢٢٥		٢.٢٥

خطة رقم (١١) كوالح أذرة

R ₂ O - RO		R ₂ O ₃		RO ₂	
Na ₂ O	٠.٣٥	Al ₂ O ₃	٠.٢٢٧	SiO ₂	٢.٥
K ₂ O	٠.١٣	B ₂ O ₃	٠.٠٠٨		
CaO	٠.٢٢	Fe ₂ O ₃	٠.٠١٥		
MgO	٠.٣				
	١		٠.٢٥		٢.٥

خطة رقم (١٢) كوالح أذرة

R ₂ O - RO		R ₂ O ₃		RO ₂	
Na ₂ O	٠.٦٦	Al ₂ O ₃	٠.٠٢	SiO ₂	١.٢
K ₂ O	٠.٠٤	B ₂ O ₃			
CaO	٠.٢	Fe ₂ O ₃	٠.١		
MgO	٠.١				
	١		٠.١٢		١.٢

خطة رقم (١٣) القصب

R ₂ O - RO		R ₂ O ₃		RO ₂	
Na ₂ O	٠.٦٢	Al ₂ O ₃	٠.٠٥	SiO ₂	
K ₂ O	٠.٠٨	B ₂ O ₃			
CaO	٠.٢	Fe ₂ O ₃	٠.١		
MgO	٠.١				
	١		٠.١٥		١.٥

خطة رقم (١٤) القصب

R ₂ O - RO		R ₂ O ₃		RO ₂	
Na ₂ O	٠.٦١	Al ₂ O ₃	٠.٠٧٥	SiO ₂	١.٧٥

K ₂ O	٠.٠٩	B ₂ O ₃	
CaO	٠.٢	Fe ₂ O ₃	٠.١
MgO	٠.١		
	١	٠.١٧٥	١.٧٥

خلطة رقم (١٥) القصب

R ₂ O - RO	R ₂ O ₃	RO ₂
Na ₂ O	AL ₂ O ₃ ٠.٠٨٢	SiO ₂ ٢
K ₂ O	B ₂ O ₃ ٠.٠١٨	
CaO	Fe ₂ O ₃ ٠.١	
MgO		
	٠.٢	٢

خلطة رقم (١٦) القصب

R ₂ O - RO	R ₂ O ₃	RO ₂
Na ₂ O	AL ₂ O ₃ ٠.٠٦٥	SiO ₂ ٢.٢٥
K ₂ O	B ₂ O ₃	
CaO	Fe ₂ O ₃ ٠.١٦	
MgO		
	٠.٢٢٥	٢.٢٥

خلطة رقم (١٧) القصب

R ₂ O - RO	R ₂ O ₃	RO ₂
Na ₂ O	AL ₂ O ₃ ٠.٠٩	SiO ₂ ٢.٥
K ₂ O	B ₂ O ₃	
CaO	Fe ₂ O ₃ ٠.١٦	
MgO		
	٠.٢٥	٢.٥

خلطة رقم (١٨) القصب

R ₂ O - RO	R ₂ O ₃	RO ₂
Na ₂ O	AL ₂ O ₃ ٠.٠٩٦	SiO ₂ ١.٢
K ₂ O	B ₂ O ₃ ٠.٠١٢	

CaO	٠.٢٤	Fe ₂ O ₃	٠.٠١٢	
MgO	٠.١٢			
	١		٠.١٢	١.٢

خلطة رقم (١٩) تبن الشعير

R ₂ O - RO		R ₂ O ₃		RO ₂
Na ₂ O	٠.٣٦٨	AL ₂ O ₃	٠.١٢٨	SiO ₂ ١.٥
K ₂ O	٠.١٥٢	B ₂ O ₃	٠.٠٠٦	
CaO	٠.٣٢	Fe ₂ O ₃	٠.٠١٦	
MgO	٠.١٦			
	١		٠.١٥	١.٥

خلطة رقم (٢٠) تبن الشعير

R ₂ O - RO		R ₂ O ₃		RO ₂
Na ₂ O	٠.٣٤٣	AL ₂ O ₃	٠.١٥٣	SiO ₂ ١.٧٥
K ₂ O	٠.١٧٧	B ₂ O ₃	٠.٠٠٦	
CaO	٠.٣٢	Fe ₂ O ₃	٠.٠١٦	
MgO	٠.١٦			
	١		٠.١٧٥	١.٧٥

خلطة رقم (٢١) تبن الشعير

R ₂ O - RO		R ₂ O ₃		RO ₂
Na ₂ O	٠.٣٣٨	AL ₂ O ₃	٠.١٩٨	SiO ₂ ٢.٥
K ₂ O	٠.١٨٢	B ₂ O ₃	٠.٠٤٦	
CaO	٠.٣٢	Fe ₂ O ₃	٠.٠١٦	
MgO	٠.١٦			
	١		٠.٢٥	٢.٥

خلطة رقم (٢٢) تبن الشعير

٤ - ٣ نتائج فحص صلادة السطح :-

للحصول على قيم صلادة السطح لطبقة الزجاج تم فحص النماذج لثلاث درجات حرارية

($950\text{ C}^\circ - 1000\text{ C}^\circ - 1050\text{ C}^\circ$) حسب مقياس (موز) للصلادة وكما في الجدول أدناه

الجدول (٤ - ٣)
يبين نتائج قياس صلادة السطح
حسب مقياس (موز) للنماذج المحروقة بدرجات الحرارة
($950\text{ C}^\circ - 1000\text{ C}^\circ - 1050\text{ C}^\circ$)

١٠٥٠	١٠٠٠	٩٥٠	الخطاة
٦	٦	٦	١
٦	٦	٦	٢
٦	٦	٥	٣
٦	٦	٥	٤
٦	٦	٤.٤	٥
٦	٤	٤	٧
٦	٤	٤	٨
٦	عدم نضج		٩
٦	عدم نضج		١٠
٦	عدم نضج		١١
٦	٦	٥	١٣
٦	٦	٦	١٤
٦	٦	٦	١٥
٦	٦	٦	١٦
٦	٦	٦	١٧
٦	٤	٤	١٩
٦	عدم نضج		٢٠
٦	عدم نضج		٢١

٤ - ٤ نتائج حساب ألتد السطحي :-

تم حساب ألتد السطحي للنماذج بدرجة حرارة ($950\text{ C}^\circ - 1000\text{ C}^\circ - 1050\text{ C}^\circ$)

الجدول (٤ - ٤)
يبين قيمة ألد السطحي للنماذج
بدرجة حرارة (٩٥٠ C° - ١٠٠٠ C° - ١٠٥٠ C°)

الخطة	٩٥٠C°	١٠٠٠C°	١٠٥٠C°
١	٢٩٨.٨٥٤ داین / سم	٢٩٦.٨٥٤ داین / سم	٢٩٤.٨٥٤ داین / سم
٢	٣٢٨.٢٥٨ داین / سم	٣٢٦.٢٥٨ داین / سم	٣٢٤.٢٥٨ داین / سم
٣	٣٢٨.٤٠٨ داین / سم	٣٢٦.٤٠٨ داین / سم	٣٢٤.٤٠٨ داین / سم
٤	٣٣٦.٩٥ داین / سم	٣٣٤.٩٥ داین / سم	٣٣٢.٩٥ داین / سم
٥	٣٤٦.١٢١ داین / سم	٣٤٤.١٢١ داین / سم	٣٤٢.١٢١ داین / سم
٧	٢٨٦.٥٤٥ داین / سم	٢٨٤.٥٤٥ داین / سم	٢٨٢.٥٤٥ داین / سم
٨	٣٠٧.٣٦١ داین / سم	٣٠٥.٣٦١ داین / سم	٣٠٣.٣٦١ داین / سم
٩	٣٢٣.٧١٨ داین / سم	٣٢١.٧١٨ داین / سم	٣١٩.٧١٨ داین / سم
١٠	٣٣١.٧٥٣ داین / سم	٣٢٩.٧٥٣ داین / سم	٣٢٧.٧٥٣ داین / سم
١١	٣٤٠.٩٨٤ داین / سم	٣٣٨.٩٨٤ داین / سم	٣٣٦.٩٨٤ داین / سم
١٣	٢٨٩.٨٢٦ داین / سم	٢٨٧.٨٢٦ داین / سم	٢٨٥.٨٢٦ داین / سم
١٤	٣٠٢.٩٧٢ داین / سم	٣٠٠.٩٧٢ داین / سم	٢٩٨.٩٧٢ داین / سم
١٥	٣٠٧.٣٧٧ داین / سم	٣٠٥.٣٧٧ داین / سم	٣٠٣.٣٧٧ داین / سم
١٦	٣١١.٥٧٧ داین / سم	٣٠٩.٥٧٧ داین / سم	٣٠٧.٥٧٧ داین / سم
١٧	٣٣٥.١٤٧ داین / سم	٣٣٣.١٤٧ داین / سم	٣٣١.١٤٧ داین / سم
١٩	٢٩٤.٢٨ داین / سم	٢٩٢.٢٨ داین / سم	٢٩٠.٢٨ داین / سم
٢٠	٣٢٣.٤٦١ داین / سم	٣٢١.٤٦١ داین / سم	٣١٩.٤٦١ داین / سم
٢١	٣٢٧.٩ داین / سم	٣٢٥.٩ داین / سم	٣٢٣.٩ داین / سم

٤ - ٥ نتائج الشفافية والعتمة :-

لمعرفة قيم الشفافية للنماذج تم التقييم بثلاث درجات حرارية (٩٥٠ C° - ١٠٠٠ C° - ١٠٥٠ C°) كما في الجدول أدناه .

أجدول (٤ - ٥)
 يبين قيم الشفافية للنماذج
 بدرجة حرارة (٩٥٠ C°)

معلم	نصف شفاف	شفاف	أخطاء
*			١
*			٢
*			٣
*			٤
*			٥
*			٧
*			٨
	عدم نضج		٩
	عدم نضج		١٠
	عدم نضج		١١
	*		١٣
	*		١٤
	*		١٥
	*		١٦
	*		١٧
*			١٩
	عدم نضج		٢٠
	عدم نضج		٢١

أجدول (٤ - ٦)
 يبين قيم الشفافية للنماذج
 بدرجة حرارة (١٠٠٠ C°)

أخطاء	شفاف	نصف شفاف	معتم
١			*
٢			*
٣			*
٤			*
٥			*
٧			*
٨			*
٩	عدم نضج		
١٠	عدم نضج		
١١	عدم نضج		
١٣	*		
١٤	*		
١٥	*		
١٦	*		
١٧	*		
١٩			*
٢٠	عدم نضج		
٢١	عدم نضج		

الجدول (٤ - ٧)
يبين قيم الشفافية للنماذج
بدرجة حرارة (١٠٥٠ C°)

أخلطة	شفاف	نصف شفاف	معتم
١		*	
٢		*	
٣			*
٤			*
٥			*
٧			*
٨			*
٩			*
١٠			*
١١			*
١٣	*		
١٤	*		
١٥	*		
١٦	*		
١٧	*		
١٩			*
٢٠			*
٢١			*

٤ - ٦ نتائج اللمس :-

لغرض معرفة قيم خشونة الأسطح تم التقييم باللمس ولثلاث درجات حرارية
(٩٥٠ C° - ١٠٠٠ C° - ١٠٥٠ C°)

الجدول (٤ - ٨)
 يبين قيم ألملمس للنماذج
 بدرجة حرارة (٩٥٠ C°)

أخطاة	خشن	متوسط	ناعم
١			*
٢			*
٣			*
٤			*
٥		*	
٧		*	
٨		*	
٩		*	
١٠		*	
١١	*		
١٣			*
١٤			*
١٥			*
١٦			*
١٧			*
١٩			*
٢٠		*	
٢١		*	

الجدول (٤ - ٩)
 يبين قيم ألملمس للنماذج
 بدرجة حرارة (١٠٠٠ C°)

أخطاء	خشن	متوسط	ناعم
١			*
٢			*
٣			*
٤			*
٥			*
٧		*	
٨		*	
٩		*	
١٠		*	
١١	*		
١٣			*
١٤			*
١٥			*
١٦			*
١٧			*
١٩			*
٢٠		*	
٢١		*	

الجدول (٤ - ١٠)
يبيّن قيم ألمس للنماذج
بدرجة حرارة (١٠٥٠ C°)

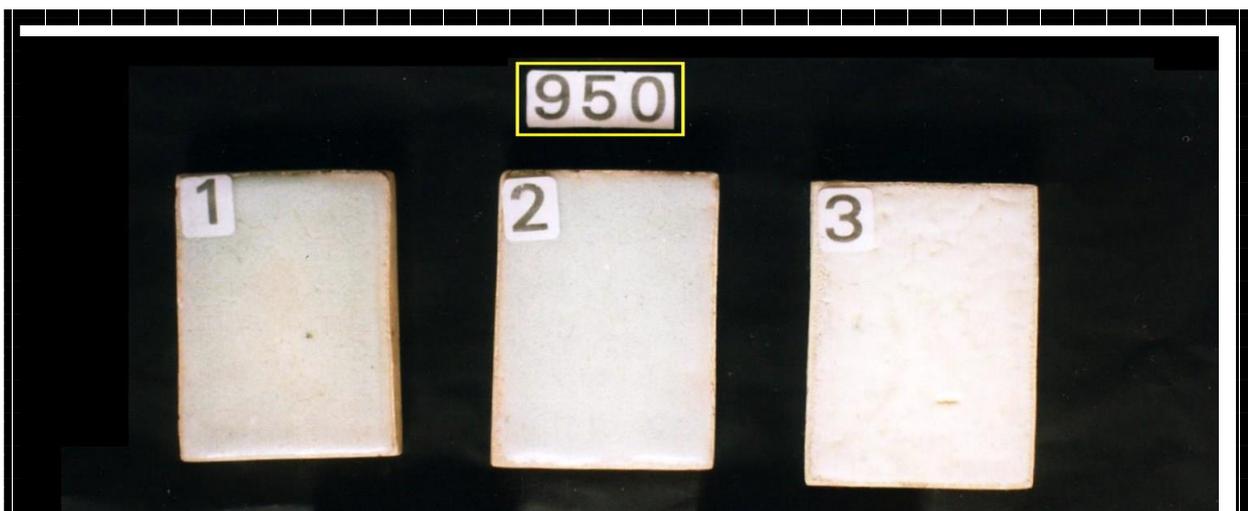
ألخاطة	خشن	متوسط	ناعم
١			*
٢			*
٣			*
٤			*
٥			*
٧			*
٨			*
٩		*	
١٠		*	
١١		*	
١٣			*
١٤			*
١٥			*
١٦			*
١٧			*
١٩			*
٢٠			*
٢١		*	

٤ - ٧ نتائج الأنصهارية :-
للتعرف على درجة الأنصهارية لأنواع الزجاج بدرجات الحرارة المختلفة وهي
(٩٥٠ C° - ١٠٠٠ C° - ١٠٥٠ C°)

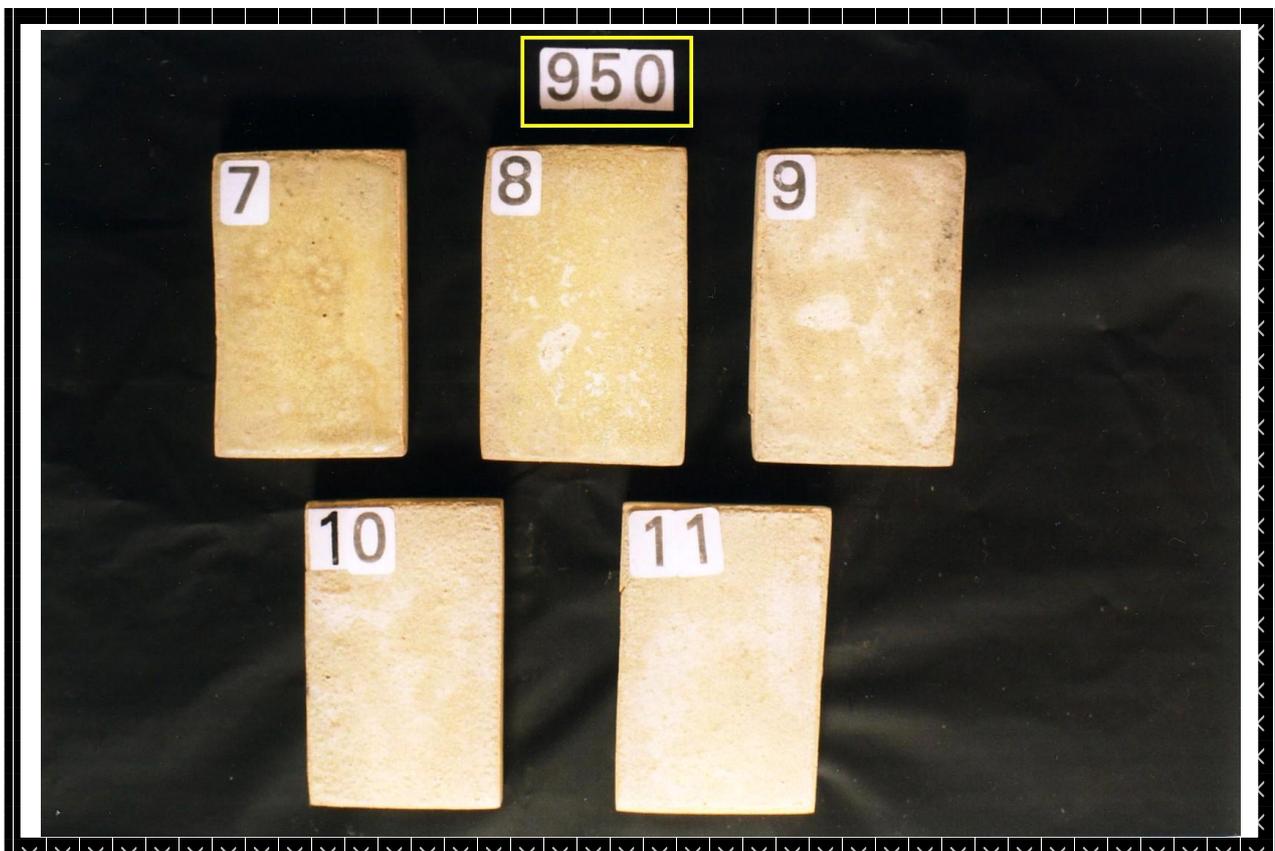
أجدول (٤ - ١١)

يبين قيم نتائج الأنصهارية

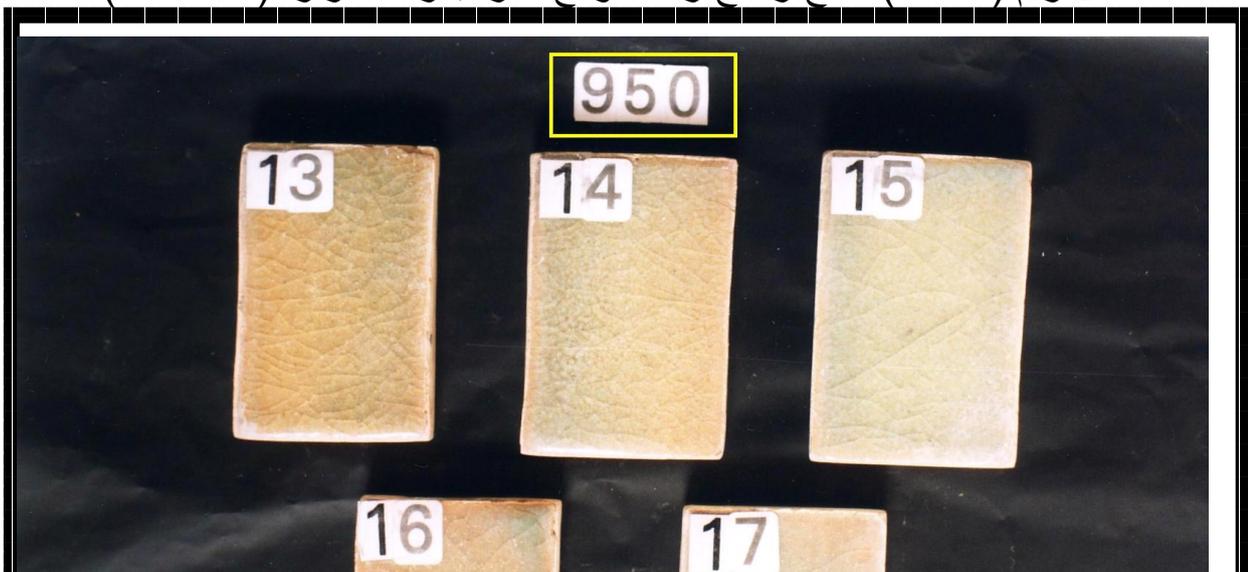
١٠٥٠ C°	١٠٠٠ C°	٩٥٠ C°	ألخطة
٦	٦	٦	١
٦	٦	٦	٢
٦	٥	٥	٣
٦	٥	٥	٤
٦	٥	٢	٥
٦	٤	٣	٧
٦	٤	٣	٨
٦	٣	٢	٩
٦	٣	٢	١٠
٦	١	١	١١
٦	٦	٦	١٣
٦	٦	٦	١٤
٦	٦	٦	١٥
٦	٦	٦	١٦
٦	٦	٦	١٧
٦	٥	٤	١٩
٦	٥	٢	٢٠
٥	١	١	٢١



أشکل رقم (٤ - ١) نتائج زجاج رماد سعف ألنخيل بدرجة حرارة (٩٥٠ C°)



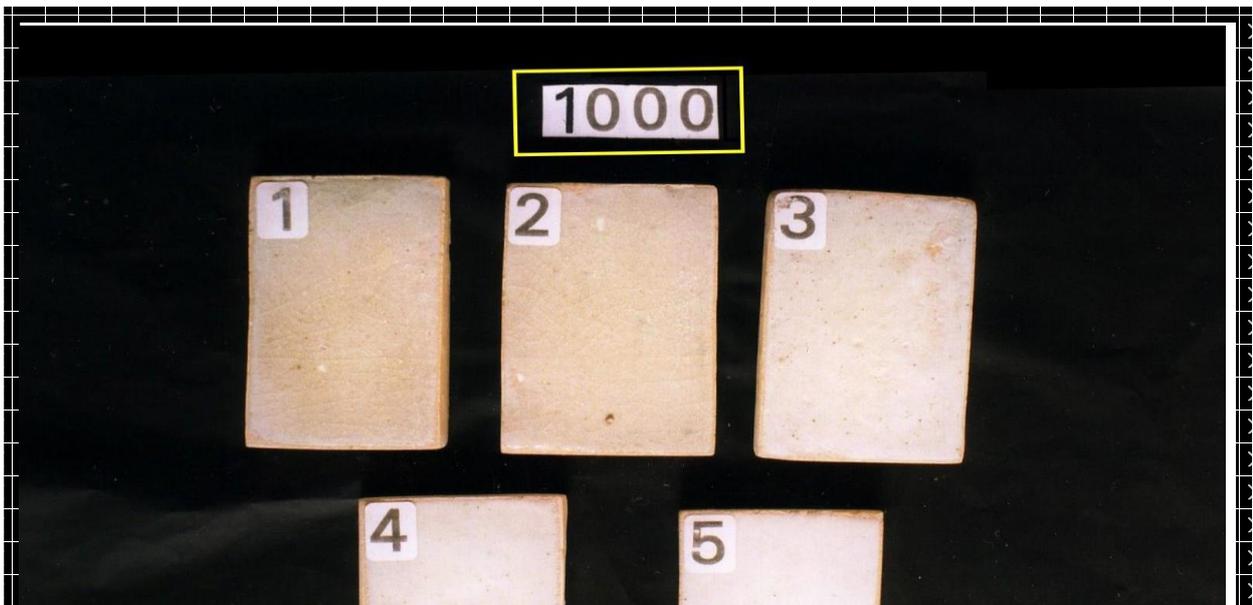
أشکل رقم (٤ - ٢) نتائج زجاج رماد كوالح ألذرة بدرجة حرارة (٩٥٠ C°)



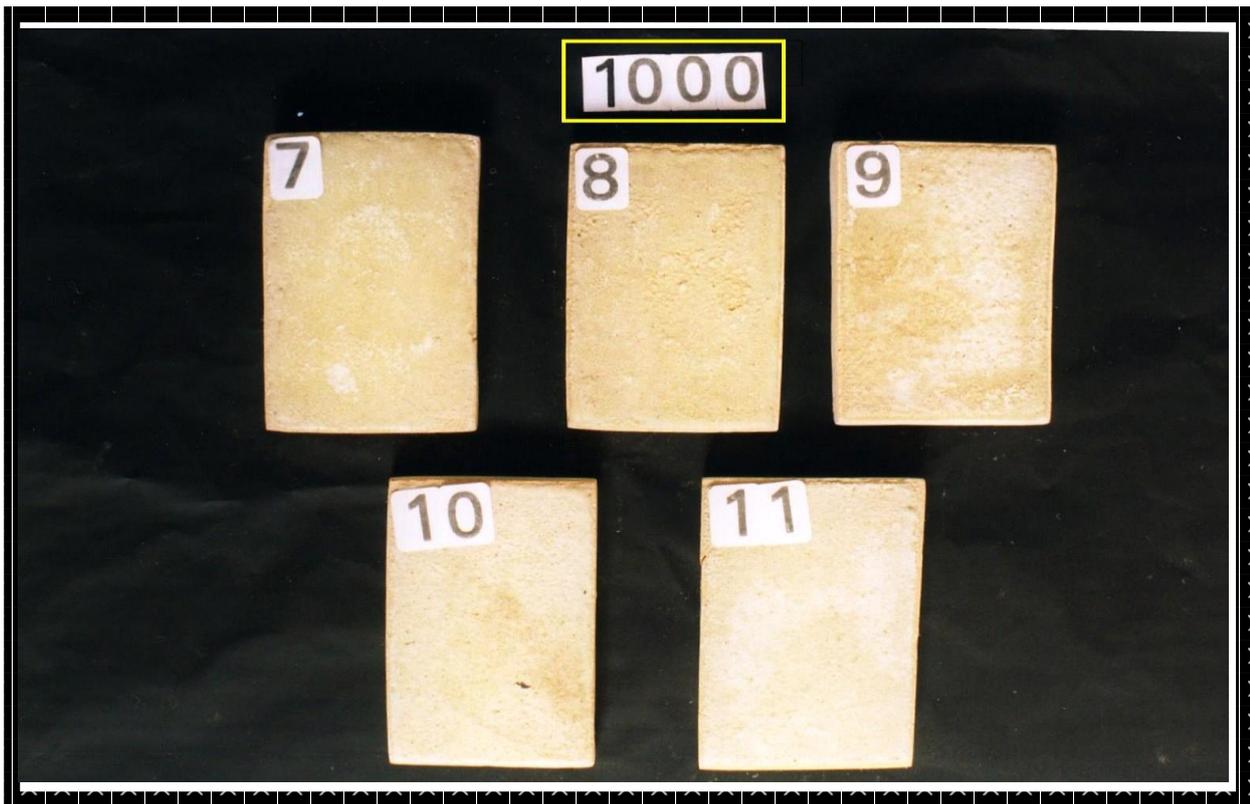
أشکل رقم (٣ - ٤) نتائج زجاج رماد القصب بدرجة حرارة (٩٥٠ C°)



أشکل رقم (٤ - ٤) نتائج زجاج رماد تبن ألسعير بدرجة حرارة (٩٥٠ C°)



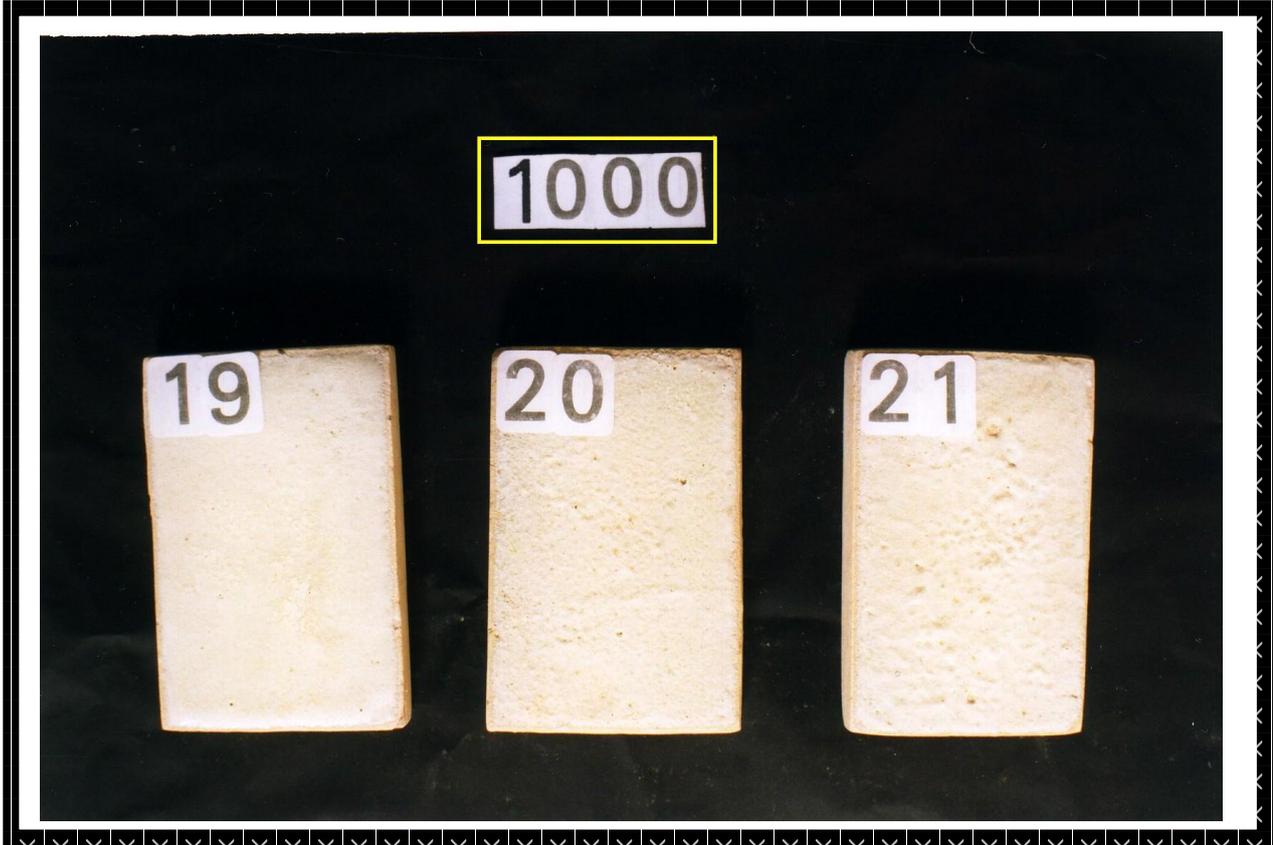
الشكل رقم (٤ - ٥) نتائج زجاج رماد سعف ألنخيل بدرجة حرارة (١٠٠٠ C°)



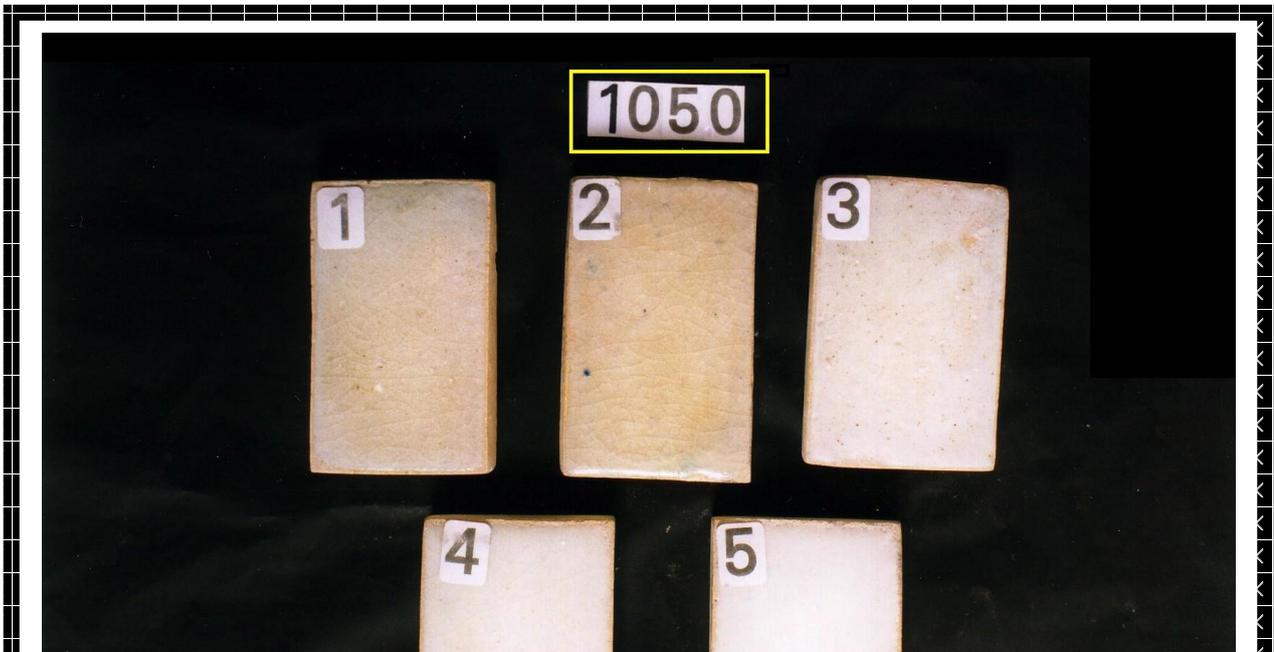
الشكل رقم (٤ - ٦) نتائج زجاج رماد كوالح ألذرة بدرجة حرارة (١٠٠٠ C°)



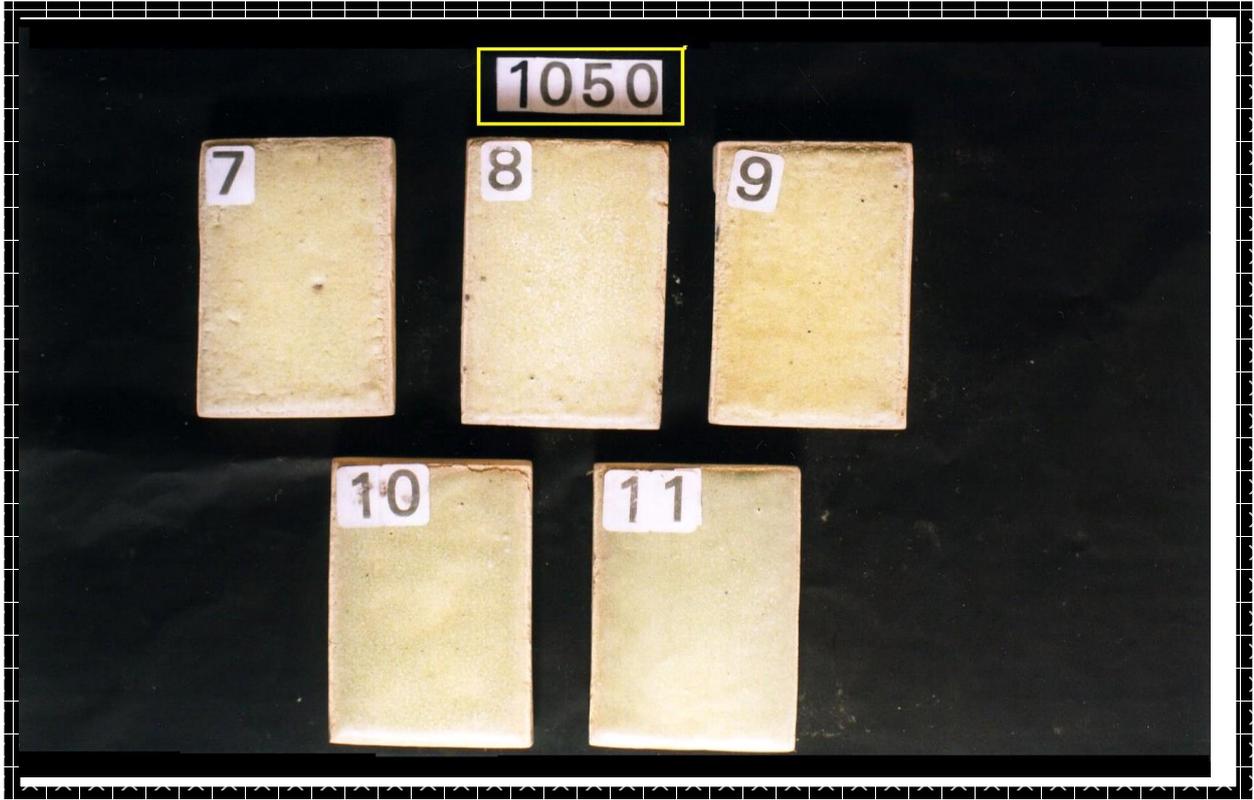
الشكل رقم (٧ - ٤) نتائج زجاج رماد القصب بدرجة حرارة (١٠٠٠ C°)



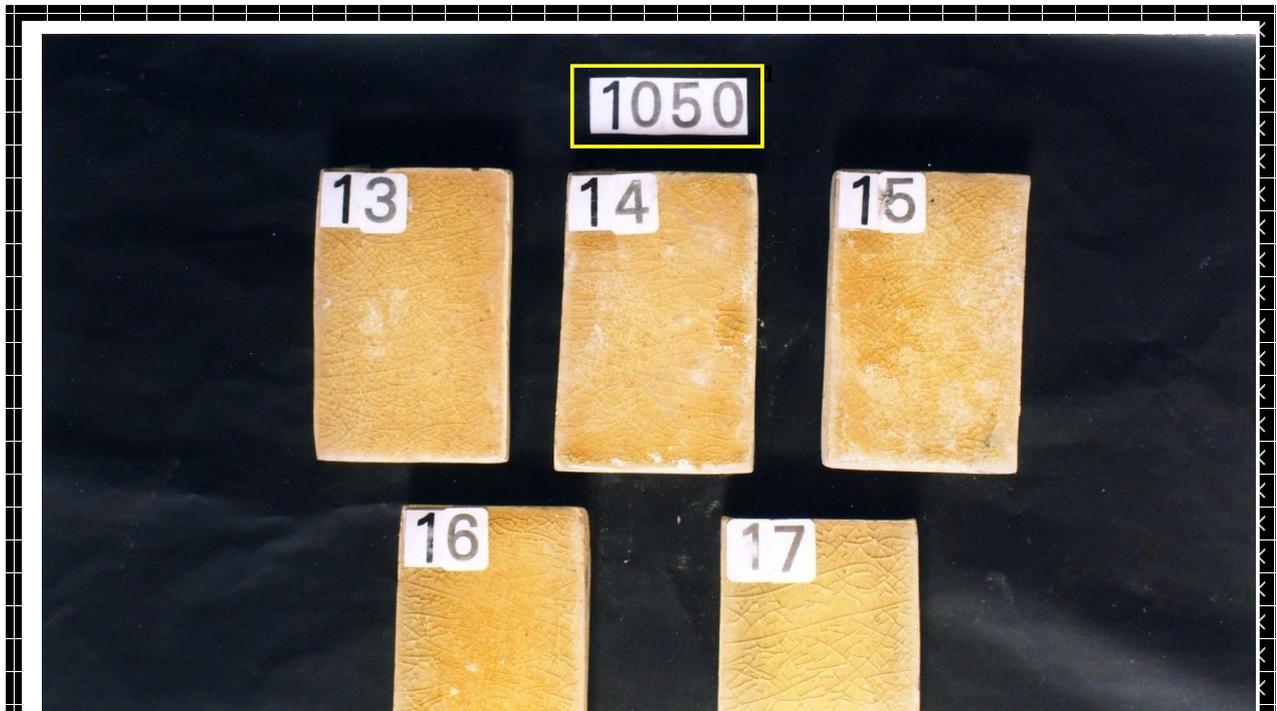
الشكل رقم (٨ - ٤) نتائج زجاج رماد تين الشعير بدرجة حرارة (١٠٠٠ C°)



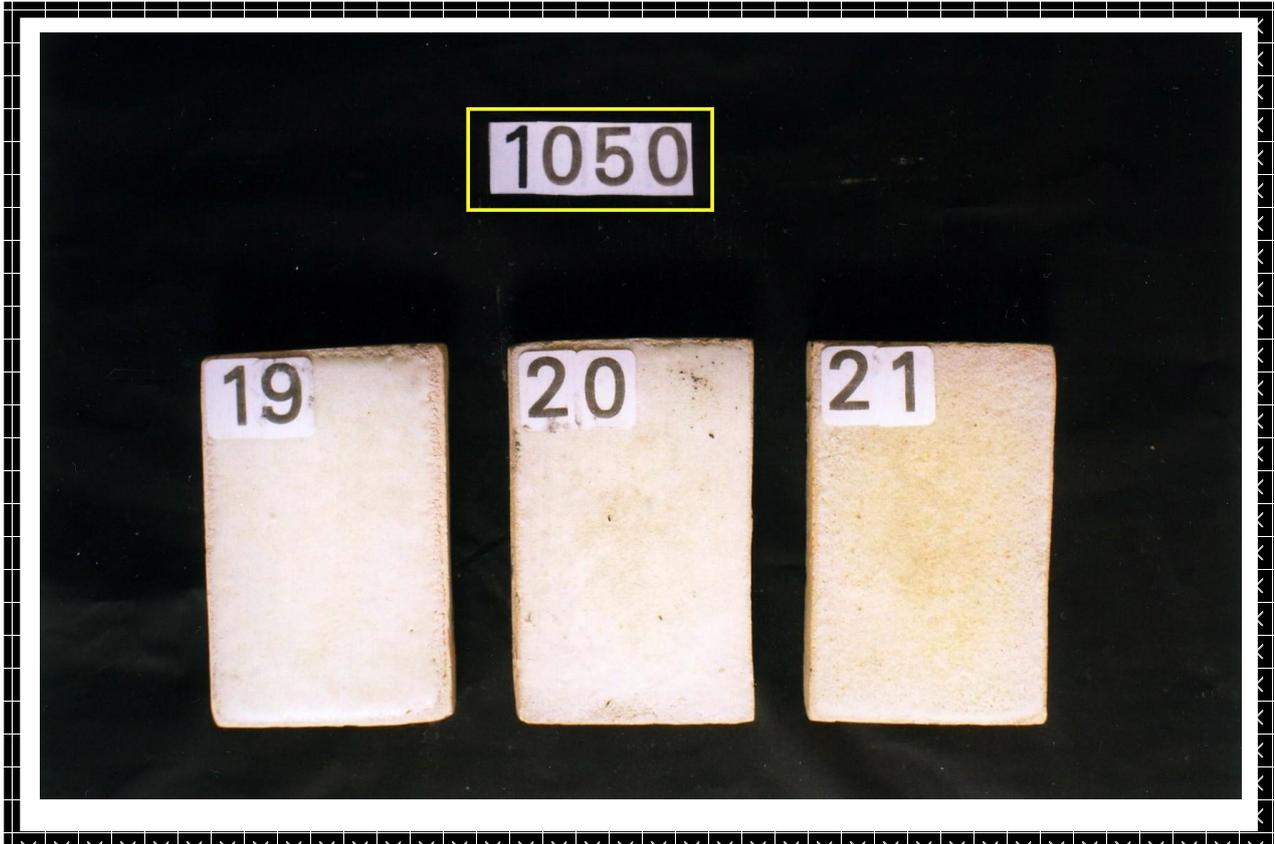
الشكل رقم (٤ - ٩) نتائج زجاج رماد سعف ألنخيل بدرجة حرارة (١٠٥٠ C°)



الشكل رقم (٤ - ١٠) نتائج زجاج رماد كوالح ألذرة بدرجة حرارة (١٠٥٠ C°)



أالشكل رقم (٤- ١١) نتائج زجاج رماد القصب بدرجة حرارة (١٠٥٠ C°)



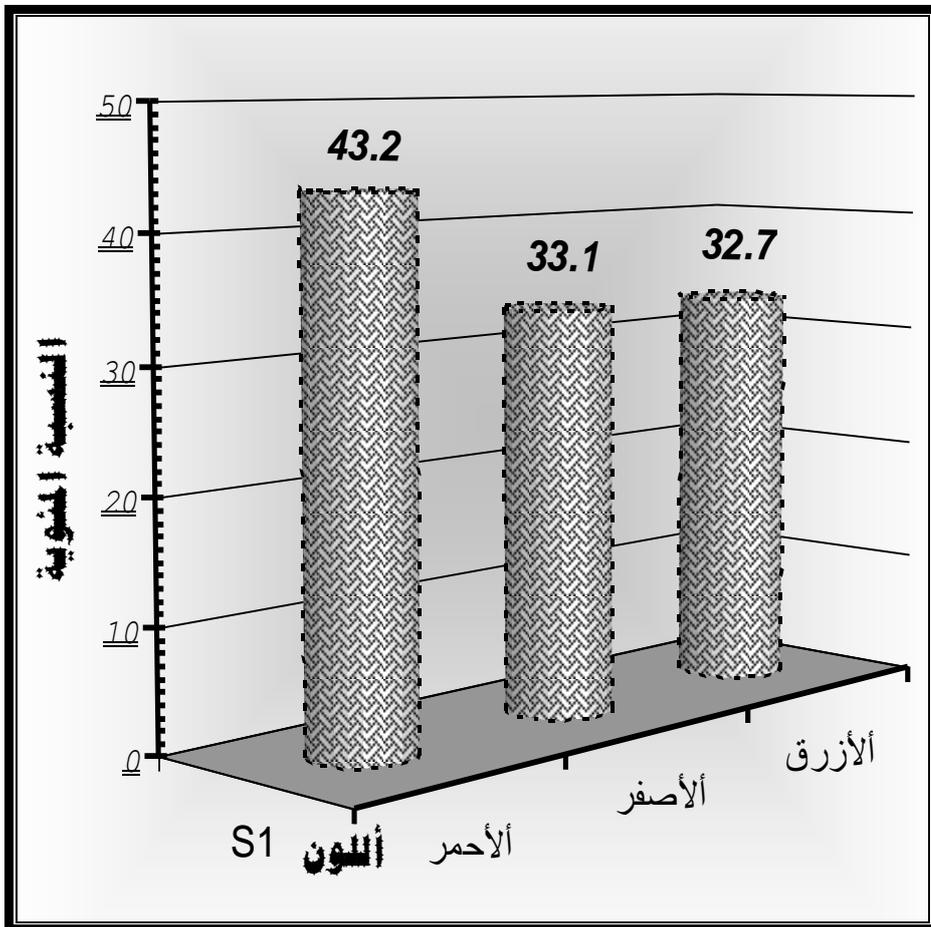
أالشكل رقم (٤- ١٢) نتائج زجاج رماد تبين الشعير بدرجة حرارة (١٠٥٠ C°)

نتائج
ألتحليل اللوني
للزجاج بدرجة حرارة

أجدول (٤ - ١٢)
 يبين نتائج التحليل ألوني للنموذج رقم (١) بدرجة (٩٥٠.°C)

أزرق	أ ح م ر	عدد النقاط
□ ٣ □ □ ١٥٨ □ ١٦٣ □ ١٦٩ □ ٢ □ ٢	١ ٥ ٢	١٦٩ □ ٢ □ ١٥٢ □ ١٥٧ □ ١٥٩ □ ١ ١٥٩
١٥٨	١ ٦	٣

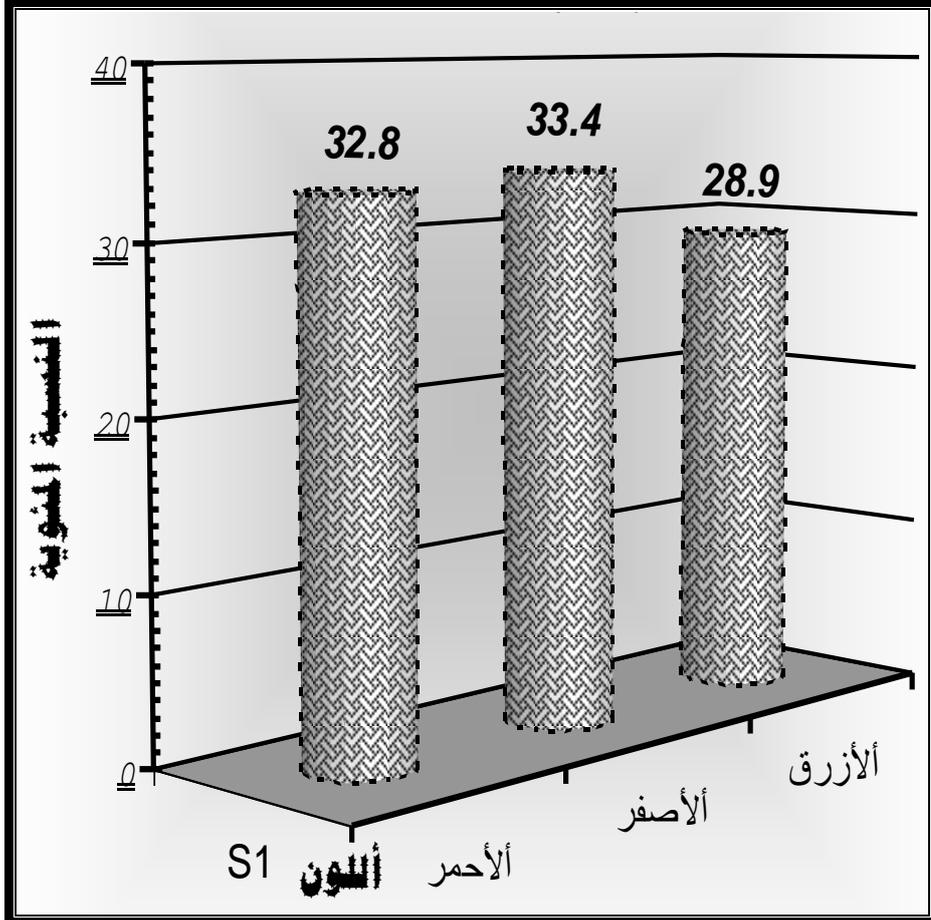
	٤	٣	
١٤٨	١ ٥ ٤	١ ٦ ٤	٤
١٥٨	١ ٦ ٣	١ ٦ ٤	٥
١٥٥	١ ٦ ٠	١ ٧ ٣	٦
١٥٤	١ ٥ ٨	١ ٦ ٦	٧
١٥٨	١ ٦ ٥	١ ٧ ٢	٨
١٢٤١	١ ٢ ٨ ٤	١ ٢ ٩ ٥	total





الجدول (٤ - ١٣)
يبين نتائج التحليل اللوني للنموذج رقم (٢) بدرجة (٩٥.٠°C)

أزرق	اصفر	أحمر	عدد النقاط
١٥٣	١٥٨	١٥٩	١
١٦٢	١٦٧	١٦٩	٢
١٥٨	١٦٢	١٦٣	٣
١٦٨	١٦٨	١٦٧	٤
١٦٤	١٦٩	١٦٨	٥
١٦٨	١٧٠	١٧٣	٦
١٦٢	١٦٧	١٦٩	٧
١٦٤	١٦٣	١٦٤	٨
١٢٩٩	١٣٢٤	١٣٣٢	total

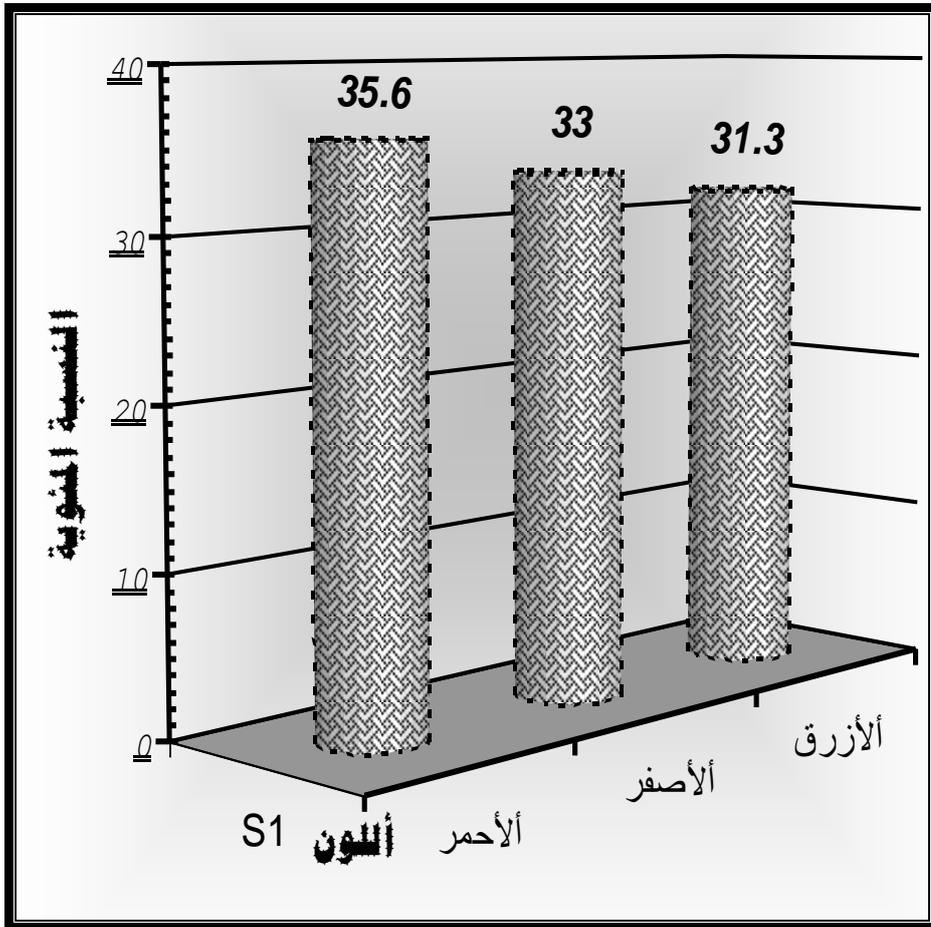




أجدول (٤ - ١٤)

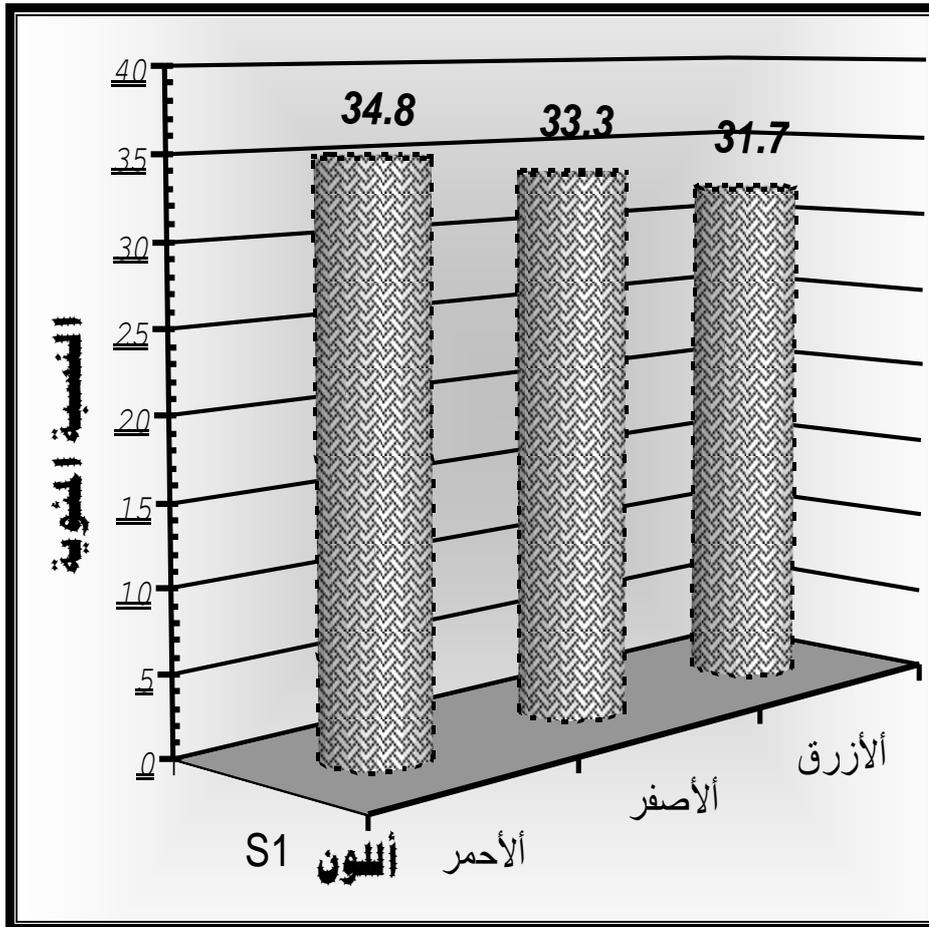
يبين نتائج ألتحليل أللوني للنموذج رقم (٣) بدرجة (٩٥٠°C)

عدد أنقاط	أحمر	اصفر	أزرق
١	٢٠٢	١٨٥	١٧٥
٢	٢٠٥	١٩٢	١٨٢
٣	٢١٣	١٨٥	١٧٥
٤	١٩٩	١٨٦	١٧٥
٥	٢٠٤	١٩٠	١٨١
٦	٢٠٨	١٩٧	١٨٧
٧	٢١٣	٢٠٥	١٩٢
٨	٢٠٢	١٨٩	١٨١
total	١٦٤٦	١٥٢٩	١٤٤٨



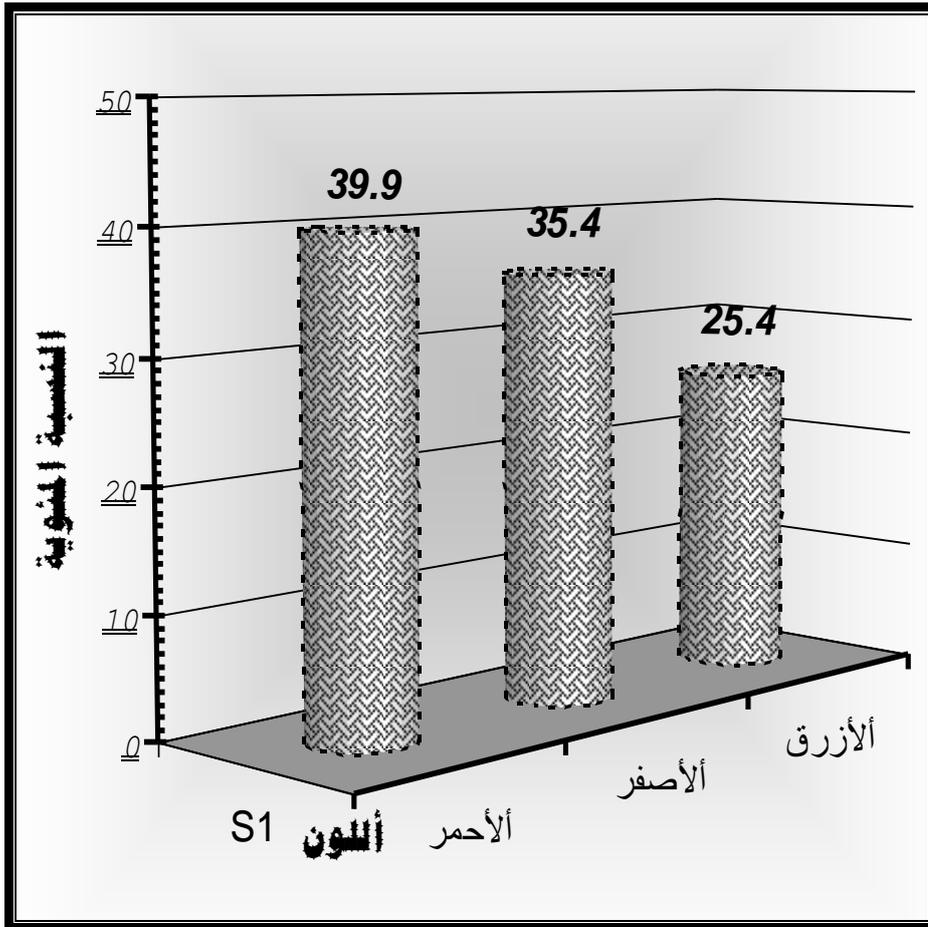
أجدول (٤ - ١٥)
يبين نتائج التحليل اللوني للنموذج رقم (٤) بدرجة (٩٥.٠°C)

عدد النقاط	أحمر	اصفر	أزرق
١	٢٠.٨	٢٠.١	١٩١
٢	٢٠.٥	١٩٧	١٨٧
٣	٢٠.٢	١٩٢	١٨٣
٤	٢١.١	٢٠.١	١٩٠
٥	٢١.٤	٢٠.٥	١٩٦
٦	٢١.٤	٢٠.١	١٩٣
٧	٢٢.٠	٢١.٢	٢٠.٣
٨	٢٠.٩	٢٠.٣	١٩٢
total	١٦٨٣	١٦١٢	١٥٣٥



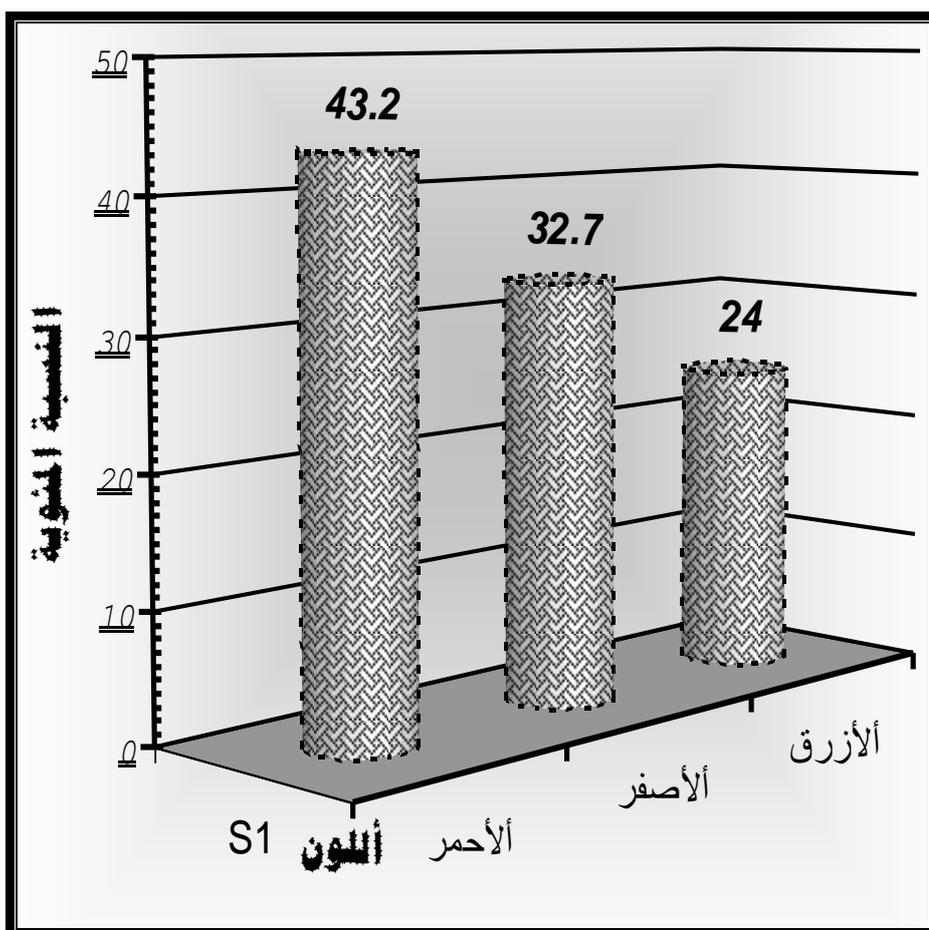
أجدول (٤ - ١٦)
 يبين نتائج التحليل اللوني للنموذج رقم (١١) بدرجة (٩٥٠.°C)

عدد النقاط	أحمر	اصفر	أزرق
١	١٨٠	١٥٩	١٠٧
٢	١٧٧	١٦٠	١١٣
٣	١٧٧	١٥٨	١١٤
٤	١٧٨	١٥٧	١١٢
٥	١٧٦	١٥٣	١١٣
٦	١٧٢	١٥٤	٩٨
٧	١٧٢	١٥١	٩٦
٨	١٨٨	١٦٨	١٢٠
total	١٤٢٠	١٢٦٠	٨٧٣



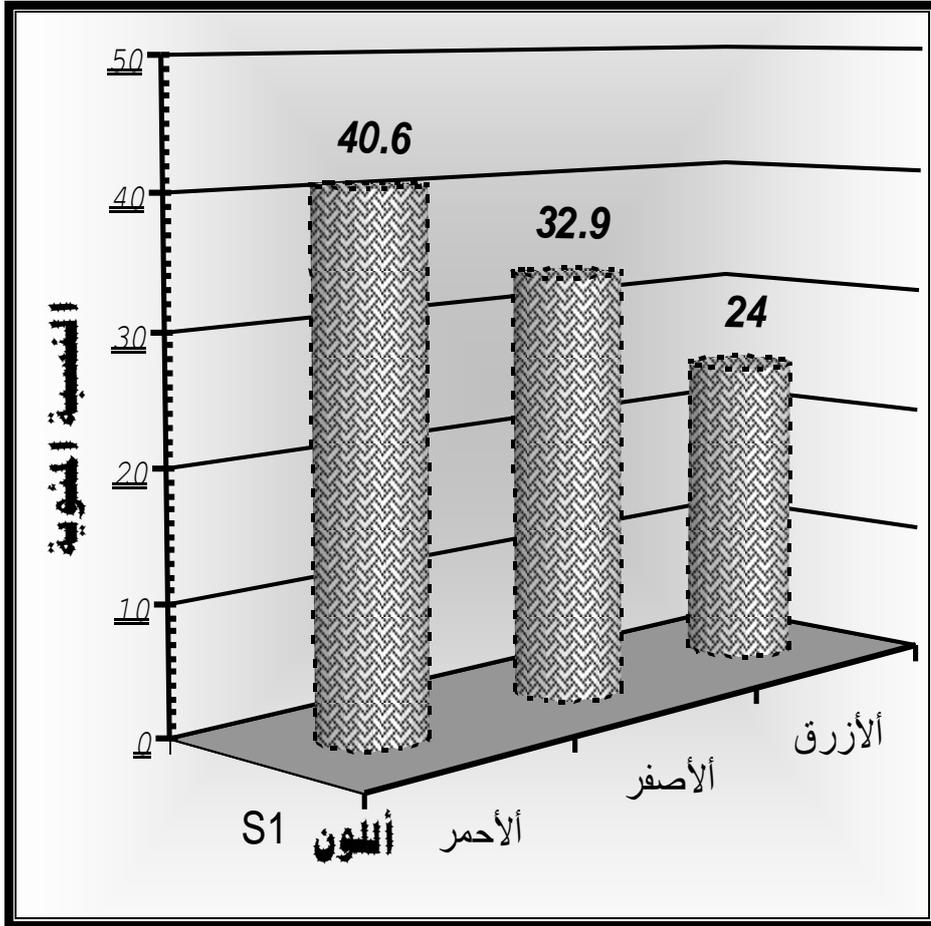
الجدول (٤ - ١٧)
يبين نتائج التحليل اللوني للنموذج رقم (١٣) بدرجة (٩٥٠.°C)

عدد النقاط	أحمر	اصفر	أزرق
١	١٢٦	٩٢	٦٤
٢	١١٩	٩٥	٧٢
٣	١٢٣	٩٧	٧٦
٤	١٣٤	١٠٠	٧١
٥	١١٥	٨٣	٥٥
٦	١٣٢	١٠٠	٧١
٧	١١٨	٩٢	٧٣
٨	١٤٢	١٠٥	٧٩
total	١٠٠٩	٧٦٤	٥٦١



أجدول (٤ - ١٨)
 يبين نتائج التحليل اللوني للنموذج رقم (١٤) بدرجة (٩٥.٠°C)

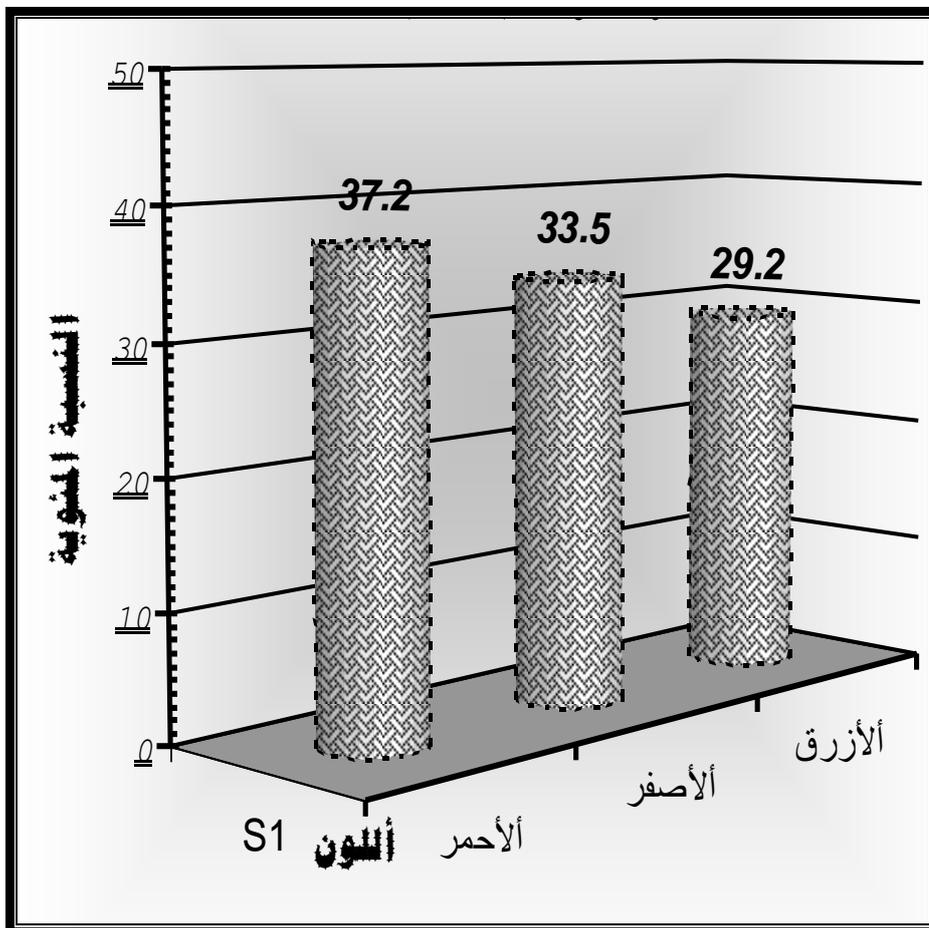
عدد النقاط	أحمر	اصفر	أزرق
١	١٢٨	١٠٧	٨٥
٢	١٣٠	١٠٩	٩٥
٣	١٣٤	١١١	٩٠
٤	١٣٦	١٠٤	٧٨
٥	١٣٤	١١٠	٩٤
٦	١٣٣	١٠٥	٨١
٧	١٣١	١٠٤	٧٩
٨	١٣٦	١١٠	٨٨
total	١٠٦٢	٨٦٠	٦٩٠



جدول (٤ - ١٩)

يبين نتائج التحليل اللوني للنموذج رقم (١٥) بدرجة (٩٥.٠°C)

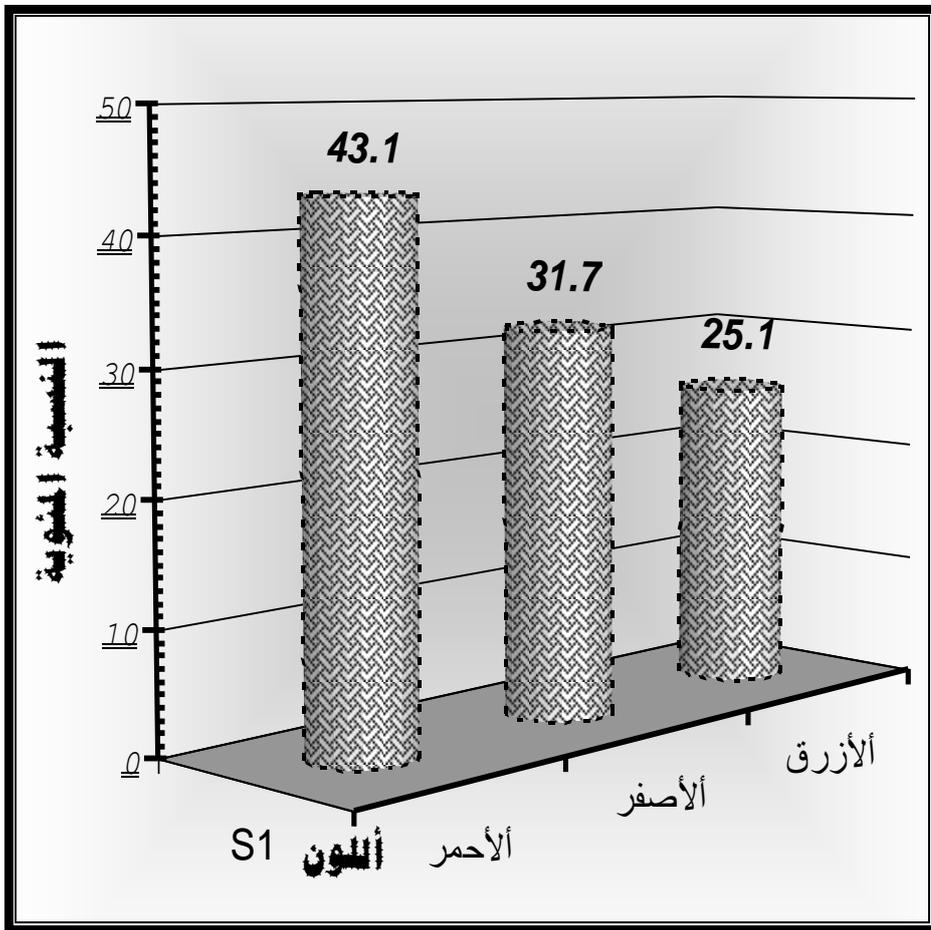
عدد النقاط	أحمر	اصفر	أزرق
١	١٣٢	١٢٥	١١٣
٢	١٣٢	١١٧	١٠١
٣	١٣٢	١١٨	١٠٢
٤	١٣١	١١٤	٩٥
٥	١٣٣	١١٩	١٠٤
٦	١٢٥	١١٦	١٠٣
٧	١٢٩	١١٧	١٠١
٨	١٣١	١١٧	١٠٢
total	١٠٥٤	٩٤٣	٨٢١



الجدول (٤ - ٢٠)

يبين نتائج التحليل اللوني للنموذج رقم (١٦) بدرجة (٩٥.٠°C)

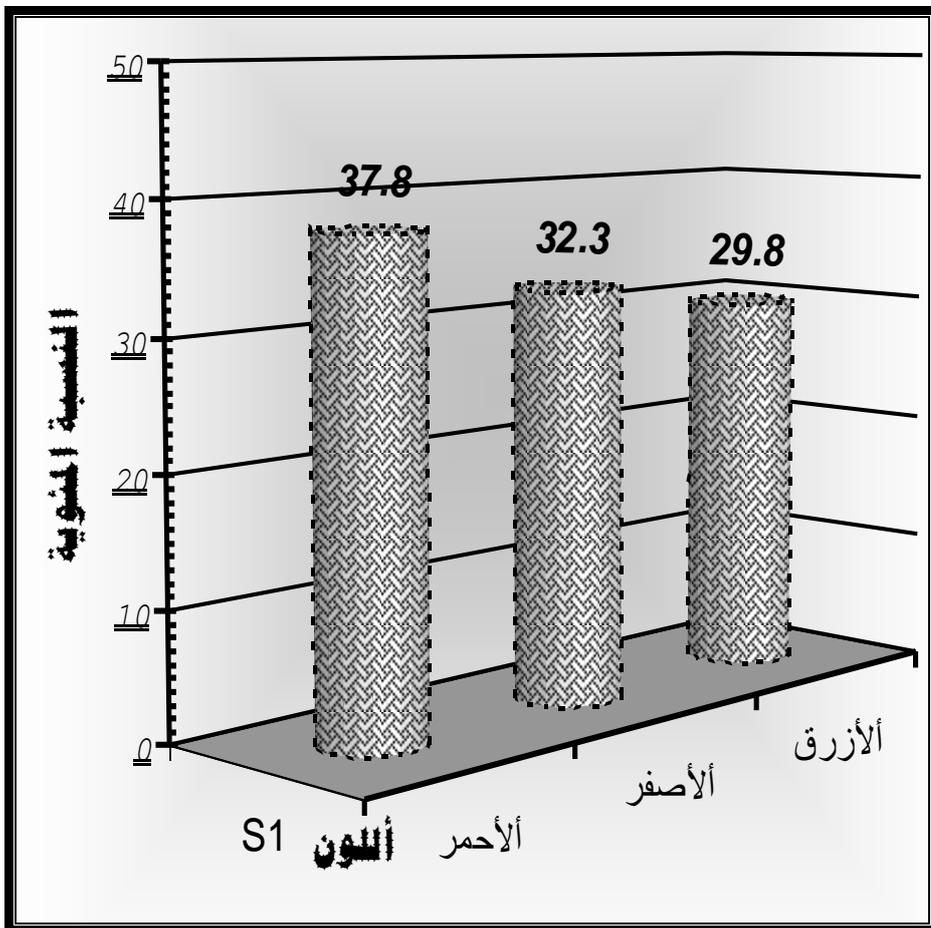
عدد النقاط	أحمر	اصفر	أزرق
١	١٣٣	٩٢	٦٧
٢	١٢٩	٩٤	٧٢
٣	١٢٩	٩٨	٨٣
٤	١١٧	٨٧	٦٨
٥	١٢٨	٩٦	٨٠
٦	١٢٧	٩٠	٧١
٧	١٣١	٩٦	٧١
٨	١٢٩	٩٩	٨٣
total	١.٠٢٣	٧٥٢	٥٩٥



الجدول رقم (١٧)

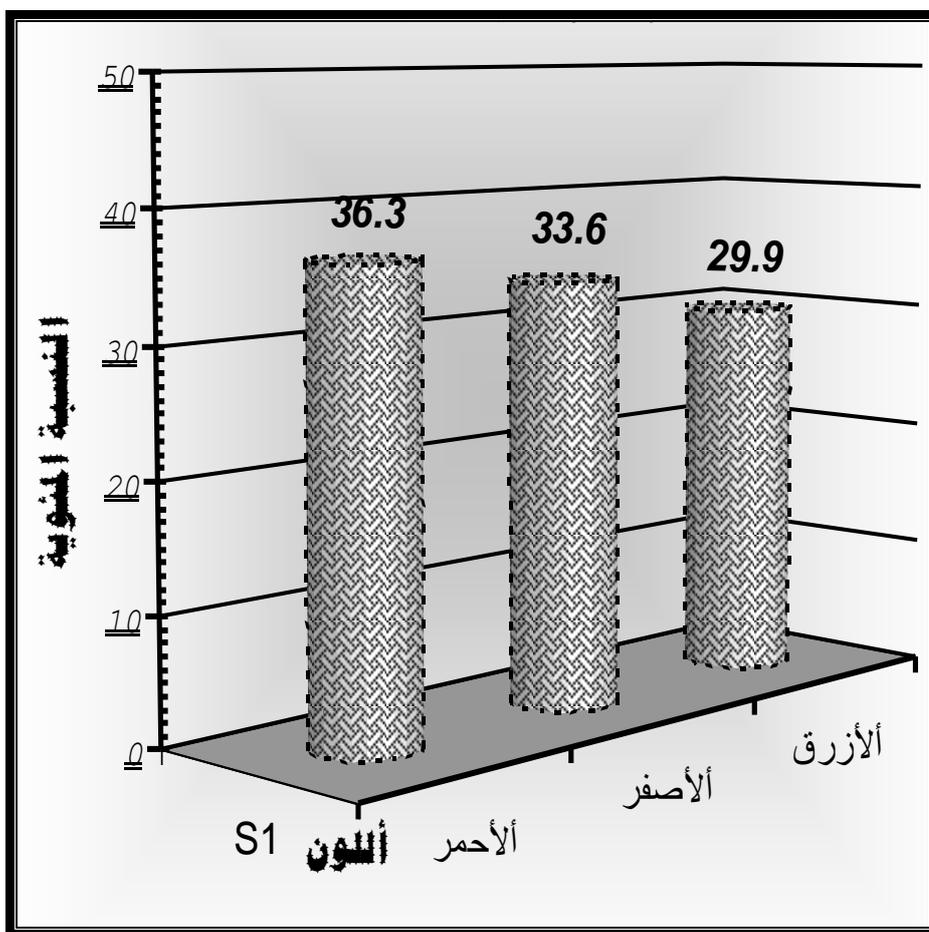
يبين نتائج التحليل اللوني للنموذج رقم (١٧) بدرجة (٩٥.٠°C)

عدد النقاط	أحمر	اصفر	أزرق
١	١١٥	١٠٣	٩٧
٢	١٢٢	١٠٧	١٠٠
٣	١١٦	٩٩	٩١
٤	١١٧	٩٥	٨٧
٥	١١٨	١٠٠	٩١
٦	١٢٢	١٠٢	٩٥
٧	١٢٦	١٠٩	١٠٢
٨	١٣٠	١٠٩	١٠٤
total	٩٦٦	٨٢٤	٧٦١



الجدول (٤ - ٢٢) يبين نتائج التحليل اللوني للنموذج رقم (١٩) بدرجة (٩٥٠°C)

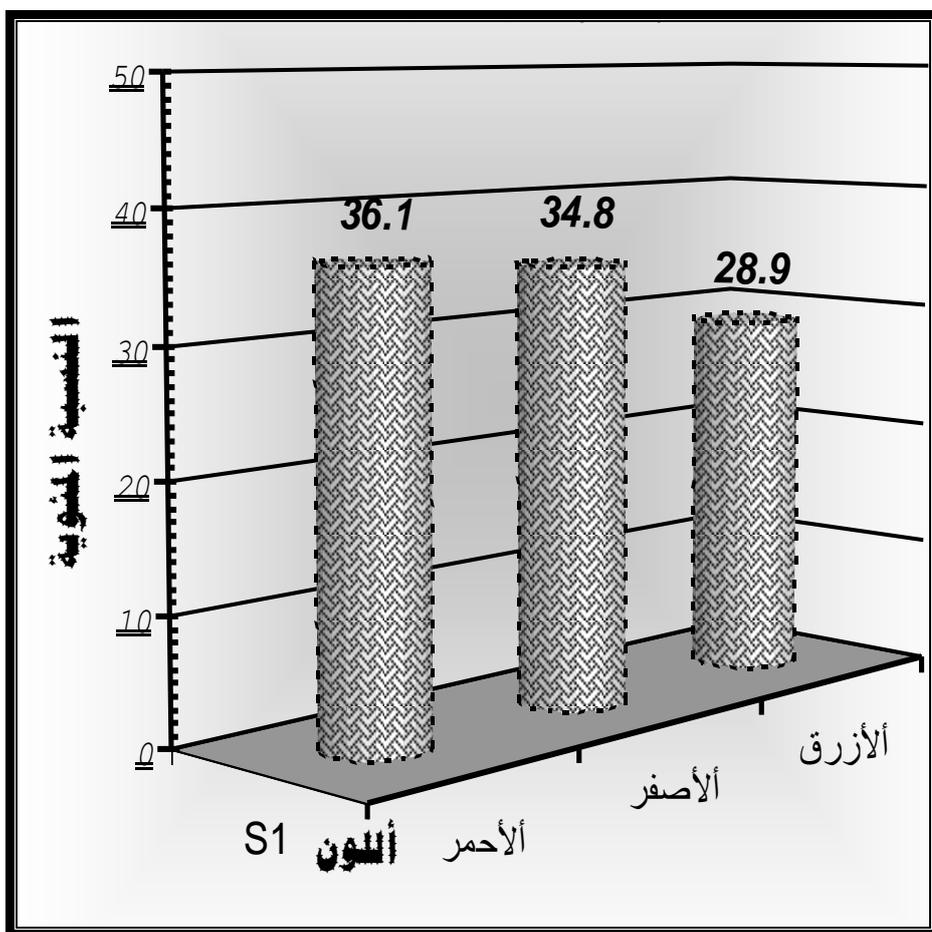
عدد النقاط	أحمر	اصفر	أزرق
١	٢٠٧	١٩٢	١٧٤
٢	٢١٤	٢٠١	١٧٥
٣	٢٠٨	١٩٣	١٧٤
٤	٢٠٣	١٨٦	١٦٨
٥	١٩٨	١٨٢	١٥٦
٦	٢١٠	١٩٤	١٧١
٧	٢٠٧	١٩٢	١٧١
٨	٢٠٥	١٨٨	١٧٢
total	١٦٥٢	١٥٢٨	١٣٦١



الجدول (٤ - ٢٣)

يبين نتائج التحليل اللوني للنموذج رقم (٢٠) بدرجة (٩٥٠°C)

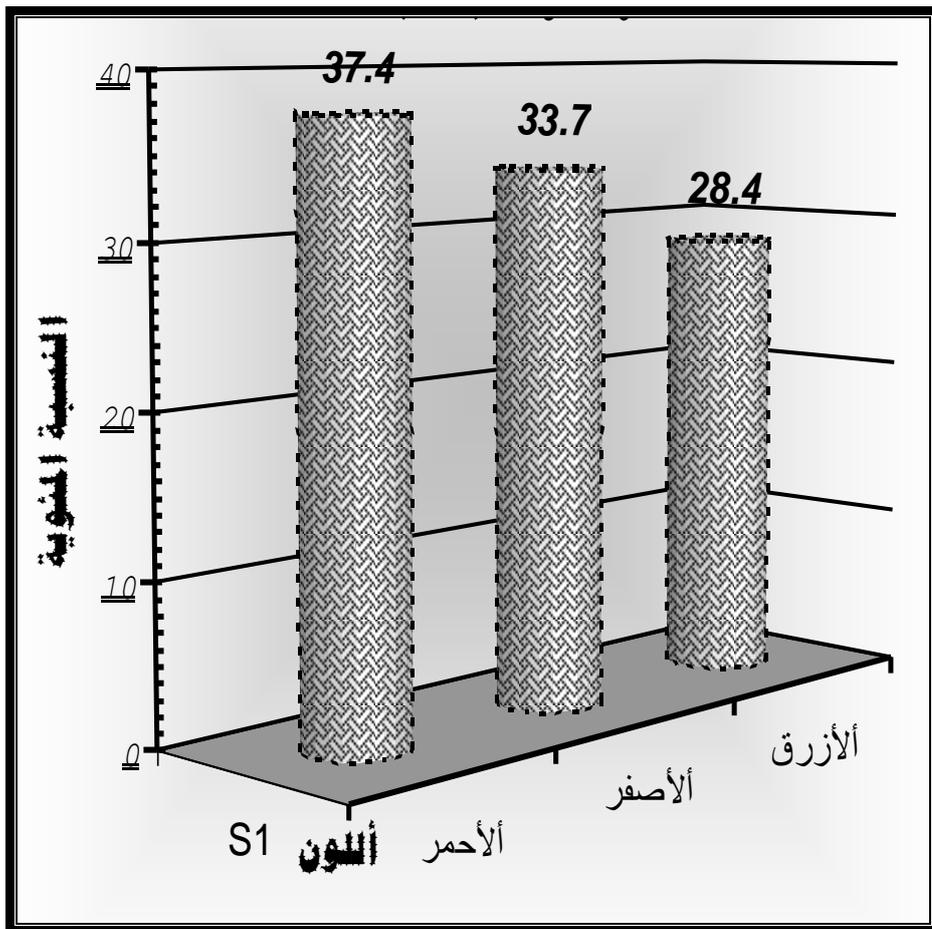
عدد النقاط	أحمر	اصفر	أزرق
١	٢٠٦	١٩٨	١٦٣
٢	٢٠٣	١٩٥	١٥٩
٣	١٩٨	١٩١	١٦٠
٤	٢٠٥	١٩٧	١٦٠
٥	١٩٥	١٨٩	١٥٧
٦	٢٠٦	١٩٩	١٧١
٧	٢٠٧	٢٠٠	١٦٦
٨	٢٠٥	١٩٩	١٦٦
total	١٦٢٥	١٥٦٨	١٣٠٢



أجدول (٤ - ٢٤)
يبين نتائج التحليل أللوني للنموزج رقم (١) بدرجة (١٠٠٠°C)

أزرق	اصفر	أحمر	عدد ألنقاط
------	------	------	------------

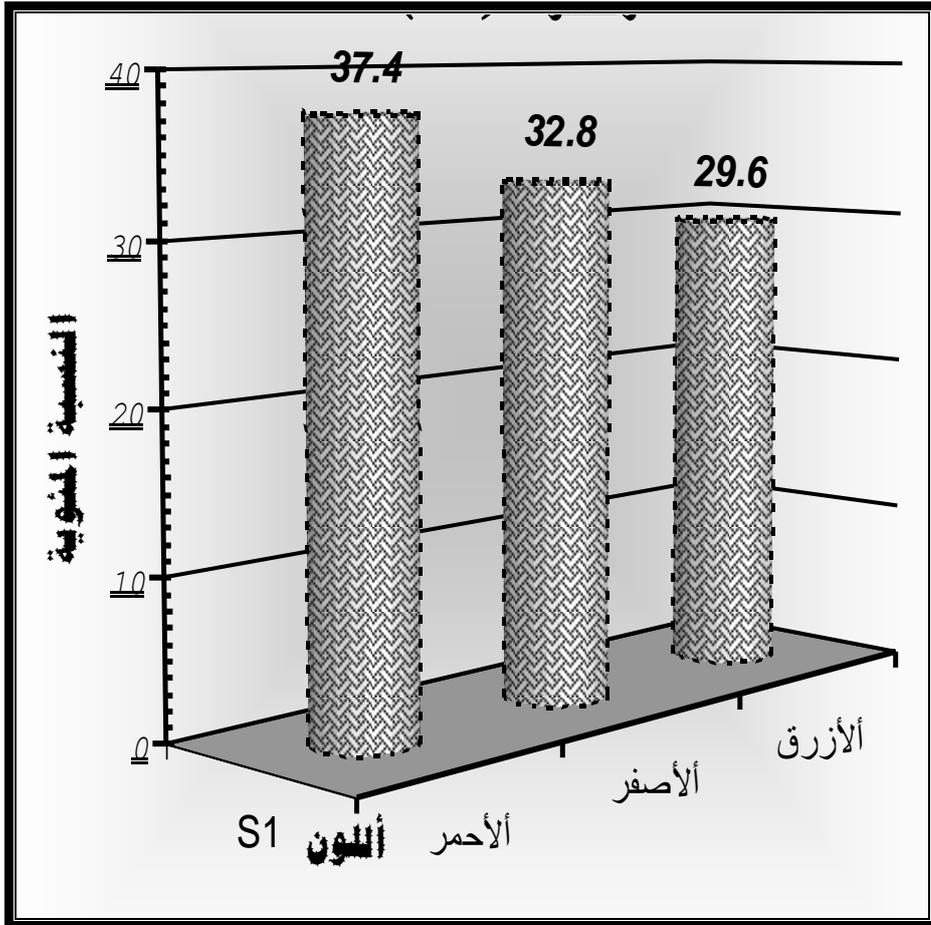
١٣١	١٤٩	١٧٠	١
١٢٩	١٥٠	١٦٩	٢
١١٩	١٤٠	١٦٦٦	٣
١٤٣	١٩١	١٧٦	٤
١٢٤	١٤٤	١٦٣	٥
١٤٥	١٦١	١٨٣	٦
١٣٣	١٥١	١٦٩	٧
١٣٠	١٥٢	١٧٥	٨
١٠٥٤	١٢٣٨	١٣٧١	total



الجدول (٤-٢٥)
يبين نتائج التحليل اللوني للنموذج رقم (٢) بدرجة (١٠٠٠°C)

عدد النقاط	أحمر	اصفر	أزرق
١	١٧١٤	١٤٧	١٣٣

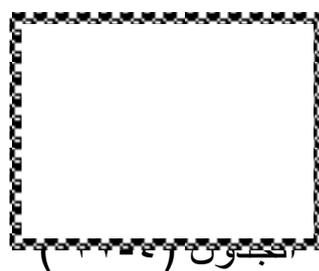
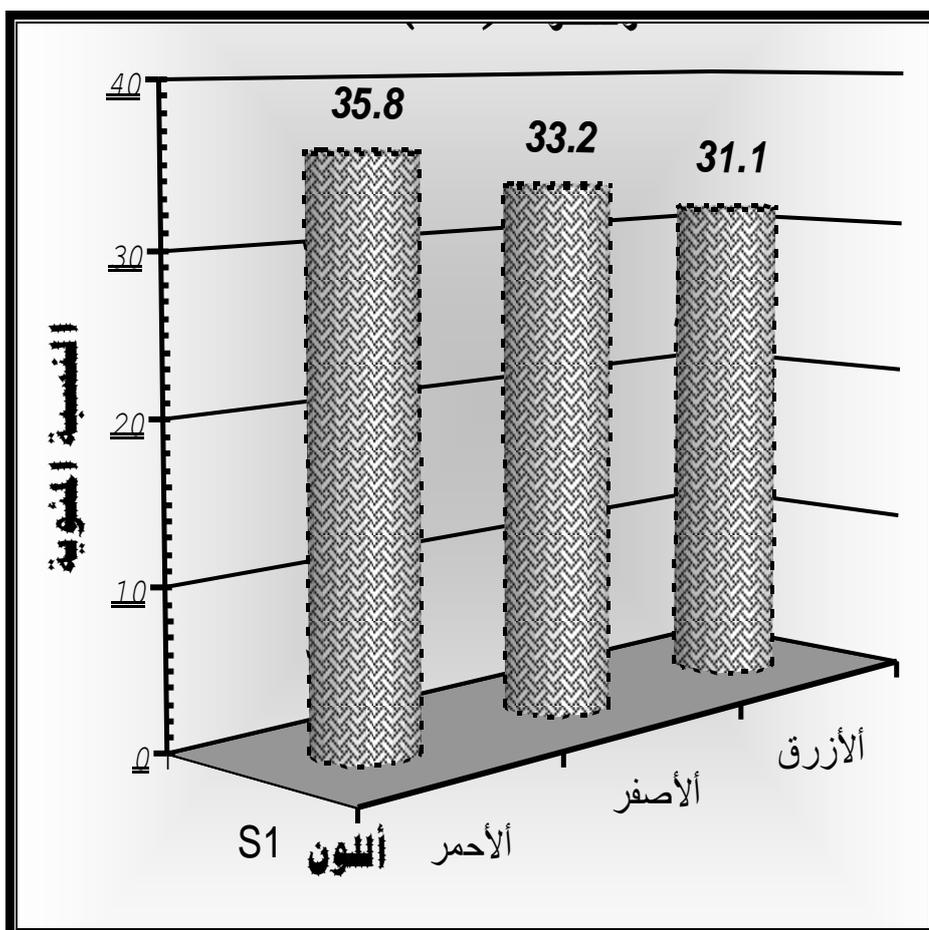
١٣٥	١٥٥	١٨١	٢
١٤٨	١٦٤	١٨٥	٣
١٣٩	١٥٣	١٦٩	٤
١٣٩	١٥٥	١٧٨	٥
١٤٣	١٥٩	١٨٠	٦
١٥١	١٦٦	١٩٠	٧
١٤٣	١٥٦	١٧٧	٨
١١٣١	١٢٥٥	١٤٣١	total



يبين نتائج التحليل اللوني للنموذج رقم (٣) بدرجة (١٠٠٠°C)

عدد النقاط	أحمر	اصفر	أزرق
١	١٩٧	١٨٥	١٧٥
٢	١٩٤	١٧٢	١٥٩

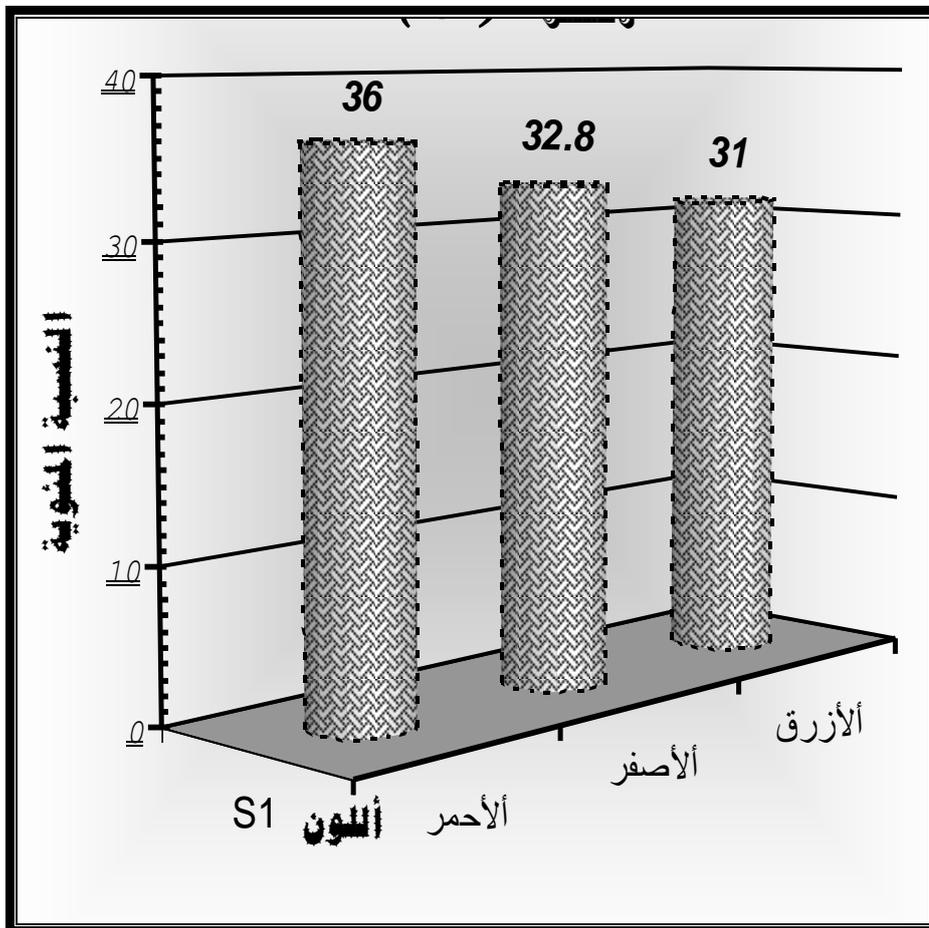
١٦١	١٧١	١٨٦	٣
١٦٥	١٨٠	١٩٢	٤
١٦٧	١٧٥	١٩٢	٥
١٧٦	١٨٧	٢٠٣	٦
١٨٥	١٩٨	٢٠٣	٧
١٧٨	١٨٨	١٩٥	٨
١٣٦٦	١٤٥٦	١٥٦٢	total



يبين نتائج التحليل اللوني للنموذج رقم (٤) بدرجة (١٠٠٠°C)

عدد النقاط	أحمر	اصفر	أزرق
١	١٩٧	١٧٧	١٦٥
٢	١٩١	١٧٥	١٦٢
٣	١٩٦	١٨١	١٦٩

١٧٤	١٨٤	٢٠٠	٤
١٧٣	١٨٣	٢٠٠	٥
١٨٦	١٩٥	٢٠٩	٦
١٧٨	١٨٨	٢٠٤	٧
١٧٢	١٨٥	٢٠٢	٨
١٣٧٩	١٤٥٨	١٥٩٩	total

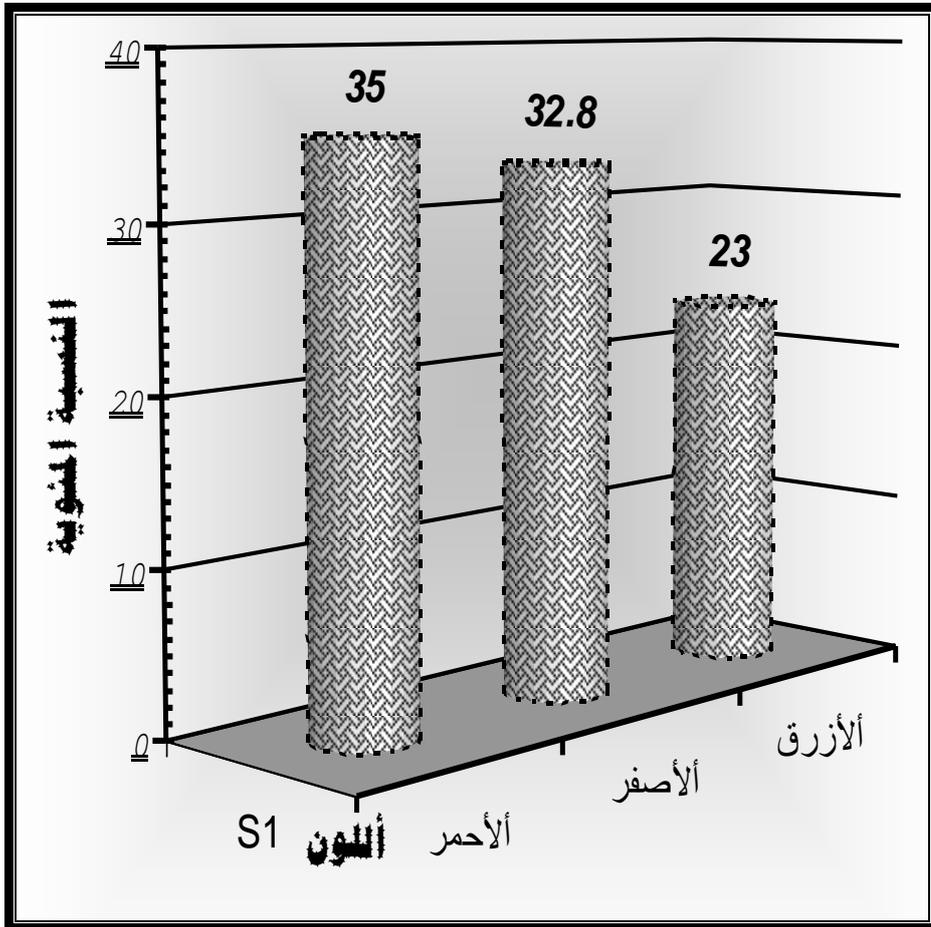


الجدول (٤-٢٨)

يبين نتائج التحليل اللوني للنموذج رقم (٥) بدرجة (١٠٠٠°C)

عدد النقاط	أحمر	اصفر	أزرق
١	١٩٧	١٨٤	١٧٨
٢	٢٠٠	١٨٤	١٧٩
٣	١٩٨	١٨٣	١٧٩

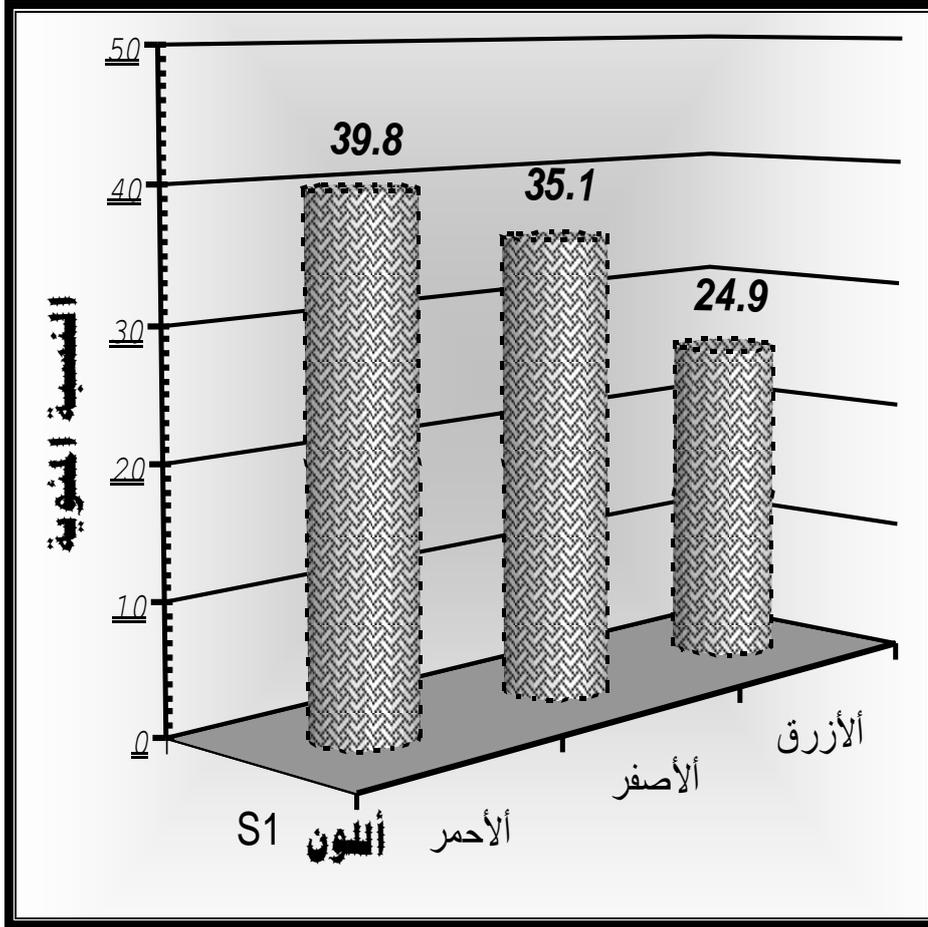
١٩٥	٢٠٠	٢٠٩	٤
١٨٣	١٨٨	١٩٧	٥
١٨٧	١٩١	٢٠٢	٦
١٨٢	١٨٧	٢٠٢	٧
١٩٠	١٩٣	٢٠٧	٨
١٤٧٣	١٥١٠	١٦١٢	total



يبين نتائج التحليل اللوني للنموذج رقم (١٠) بدرجة (١٠٠٠°C)

أزرق	اصفر	أحمر	عدد النقاط
١٢٣	١٧٢	١٩٢	١
١١٠	١٦٤	١٨٥	٢
١١٧	١٥٩	١٨١	٣
١٢٦	١٧٢	١٩٤	٤

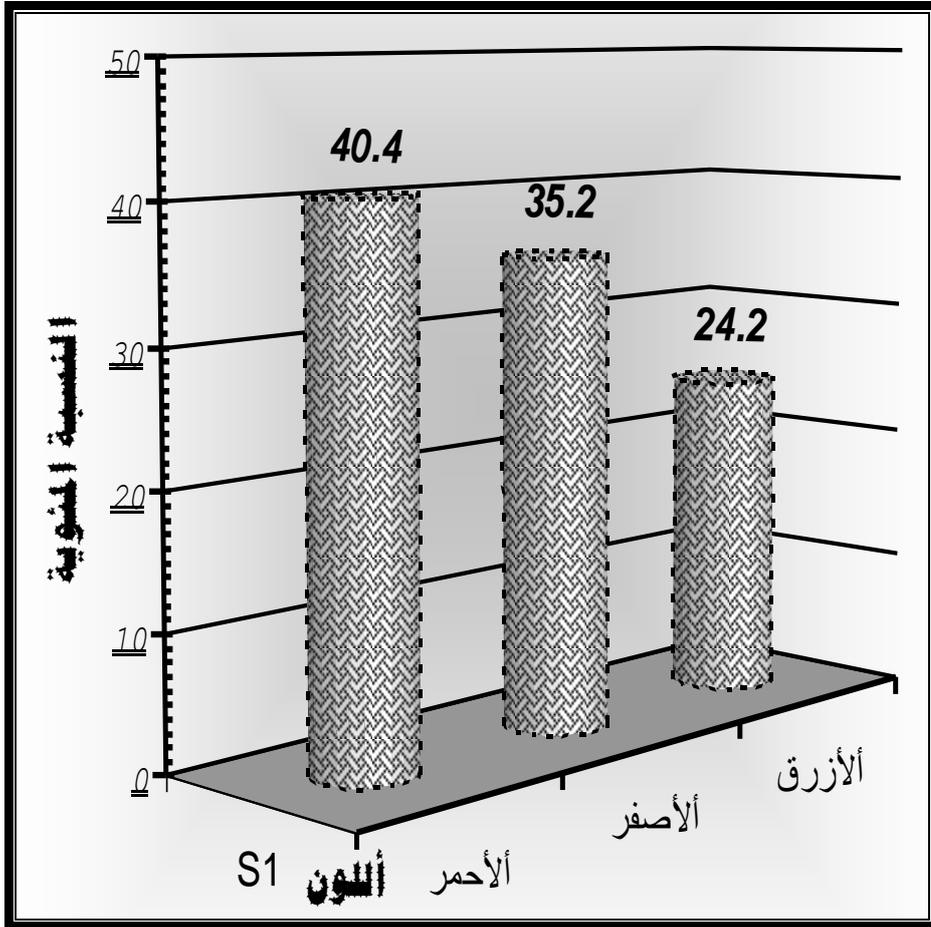
١٠٩	١٥٥	١٧٩	٥
١١١	١٦١	١٨٤	٦
١١٢	١٥٨	١٨٢	٧
١٢٠	١٦٤	١٨٥	٨
٩٢٨	١٣٠٥	١٤٨٢	total



يبين نتائج التحليل اللوني للنموذج رقم (١١) بدرجة (١٠٠٠°C)

عدد النقاط	أحمر	اصفر	أزرق
١	١٨٩	١٦٦	١١٩
٢	١٨١	١٥٤	١٠٧
٣	١٧٧	١٥٤	١٠٧
٤	١٨١	١٥٨	١٠٣
٥	١٨٣	١٦١	١١٠

١١١	١٦١	١٨٣	٦
١١٣	١٥٨	١٨١	٧
٩٩	١٥١	١٧٩	٨
٨٦٩	١٢٦٣	١٤٥١	total

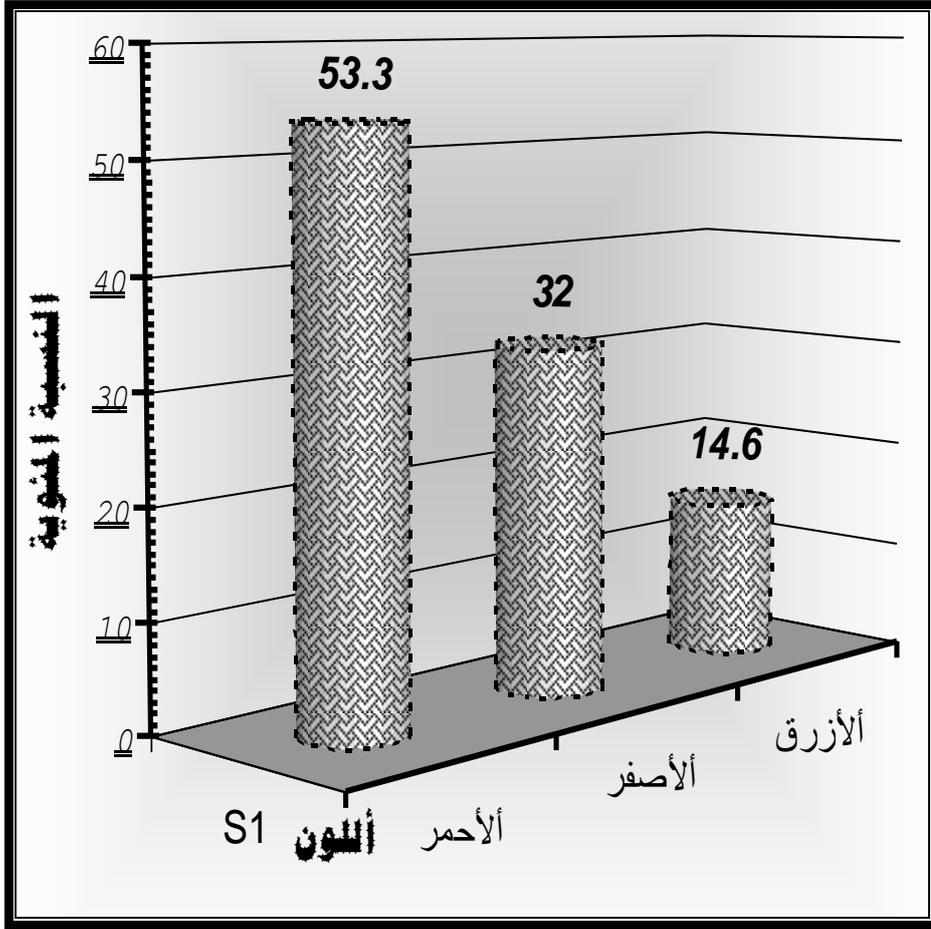


الجدول (٤-٣١)

يبين نتائج التحليل اللوني للنموذج رقم (١٣) بدرجة (١٠٠٠°C)

عدد النقاط	أحمر	اصفر	أزرق
١	١٣٥	٨٤	٣٢
٢	١٣٦	٧٨	٢٥
٣	١٤٣	٩١	٩٦
٤	١٣٩	٨٦	٣٩
٥	١٣٤	٧٥	٢٤
٦	١٣٥	٧٨	٢٠

٣٨	٨٦	١٣٦	٧
٢٦	٧٨	١٣٦	٨
٣٠٠	٦٥٦	١٠٩٤	total

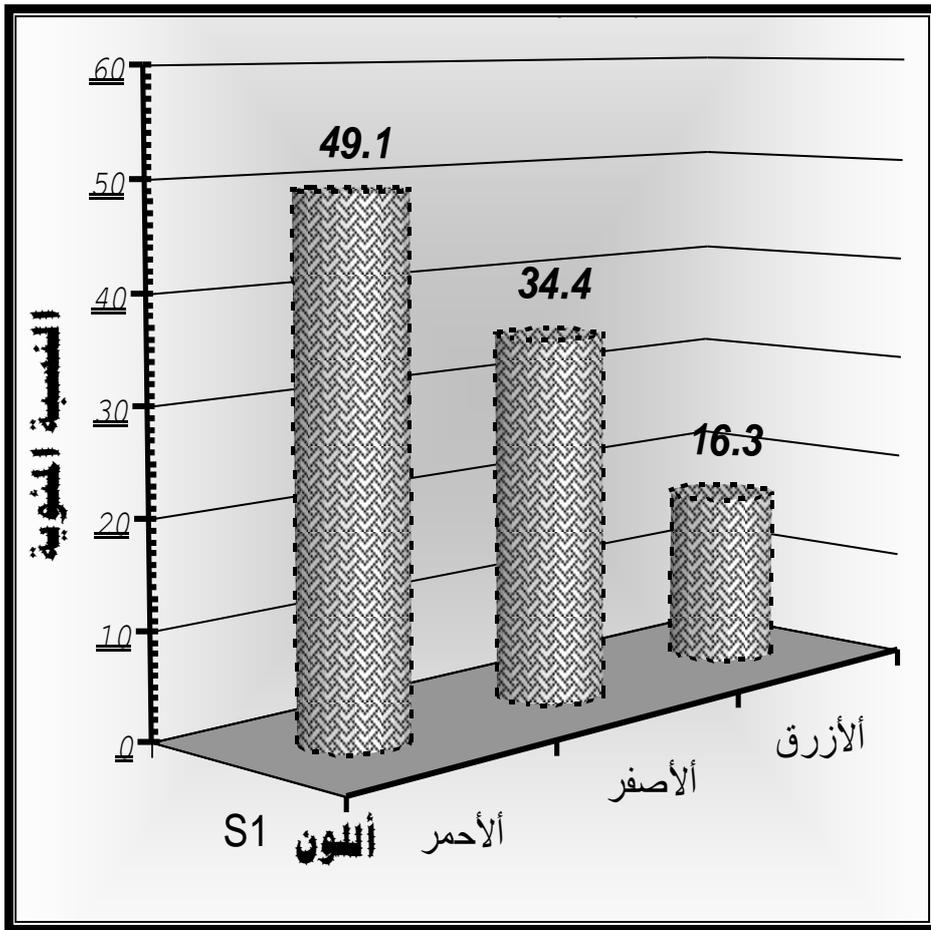


الجدول (٤-٣٢)

يبين نتائج التحليل اللوني للنموذج رقم (١٤) بدرجة (١٠٠٠°C)

أزرق	اصفر	أحمر	عدد النقاط
٤٣	٩٧	١٤٠	١
٥١	١٠٤	١٤٤	٢
٤٣	٩٩	١٤٦	٣
٤٤	٩٤	١٣٧	٤
٥٠	١٠٠	١٤٠	٥
٤٧	٩٥	١٣٥	٦
٤٩	١٠٠	١٤١	٧

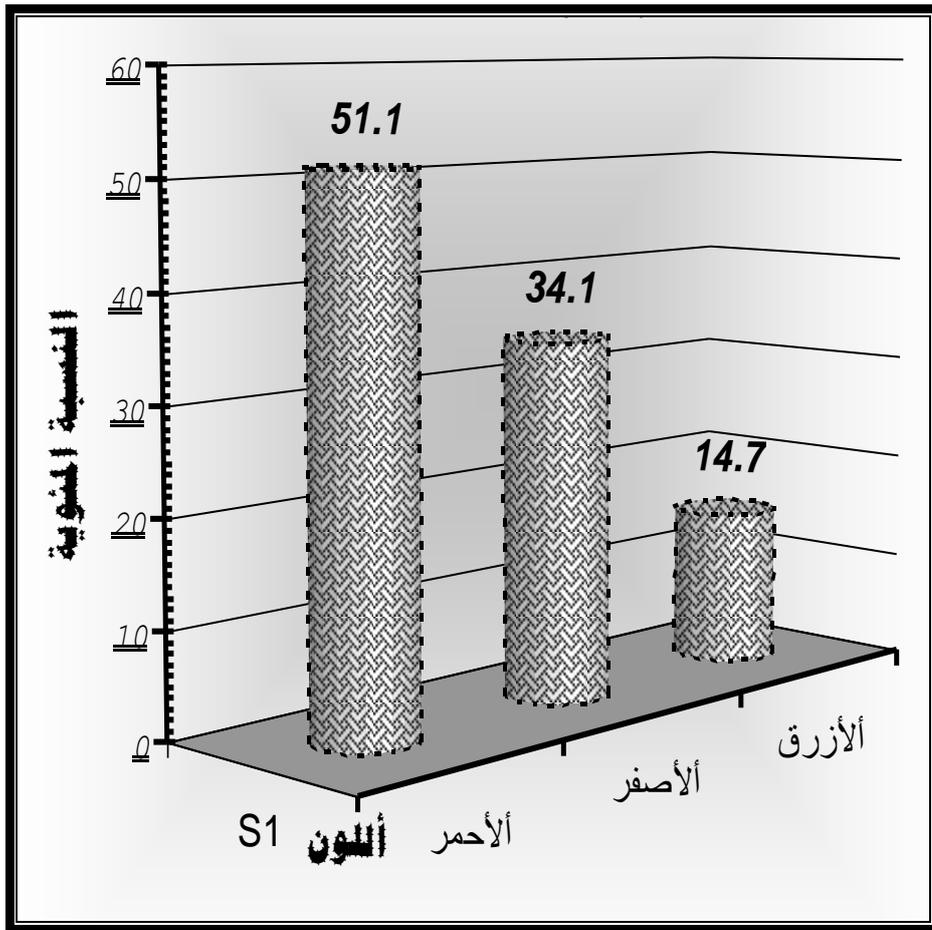
٤٥	٩٤	١٣٥	٨
٣٧٢	٧٨٣	١١١٨	total



الجدول (٤-٣٣)
 يبين نتائج التحليل اللوني للنموذج رقم (١٥) بدرجة (١٠٠٠°C)

عدد النقاط	أحمر	اصفر	أزرق
١	١٤٠	٨٧	٢٨
٢	١٤٠	٩١	٣٥
٣	١٤٣	١٠٤	٦١
٤	١٤١	١٠٠	٥٠
٥	١٤٤	٩٤	٣٥
٦	١٤١	٩١	٢٦
٧	١٤١	٩٧	٤٩

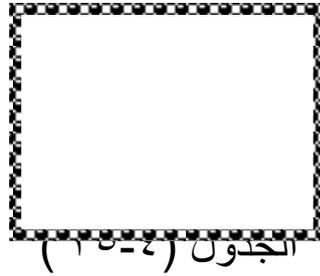
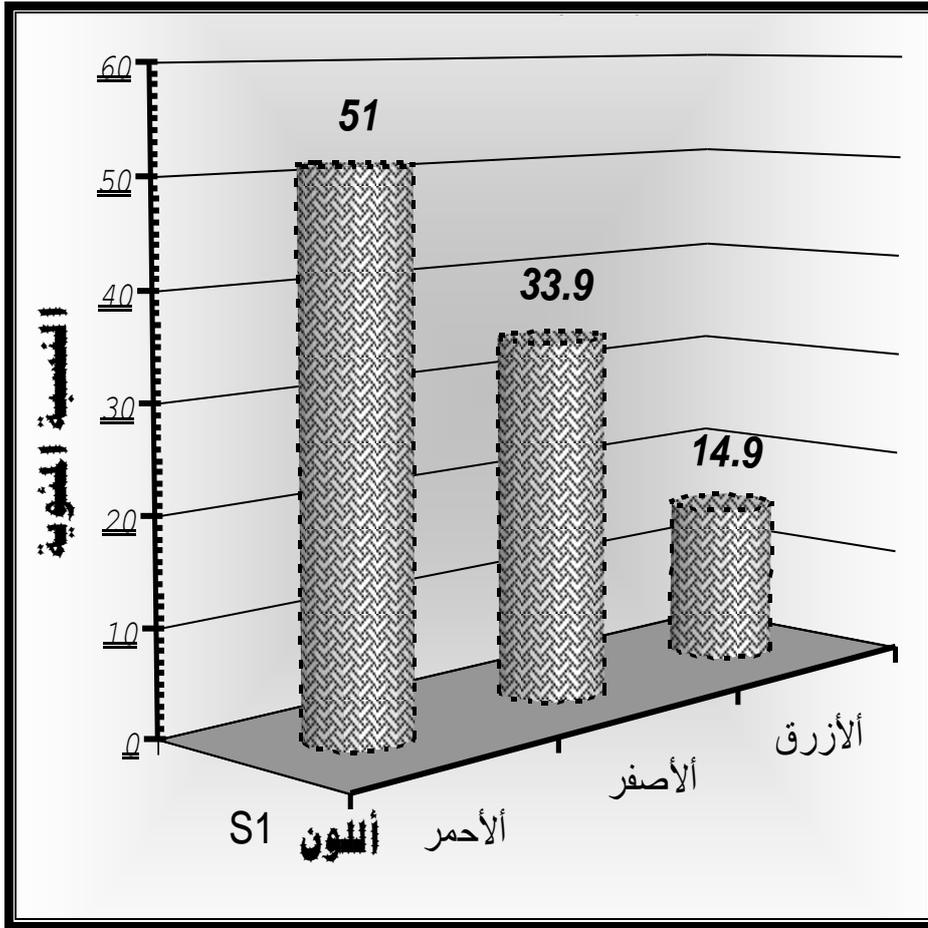
٤٣	٩٤	١٤٦	٨
٣٢٧	٧٥٨	١١٣٦	total



الجدول (٤-٣٤)

يبين نتائج التحليل اللوني للنموذج رقم (١٦) بدرجة (١٠٠٠°C)

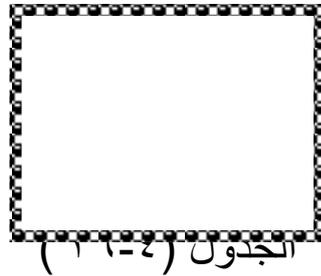
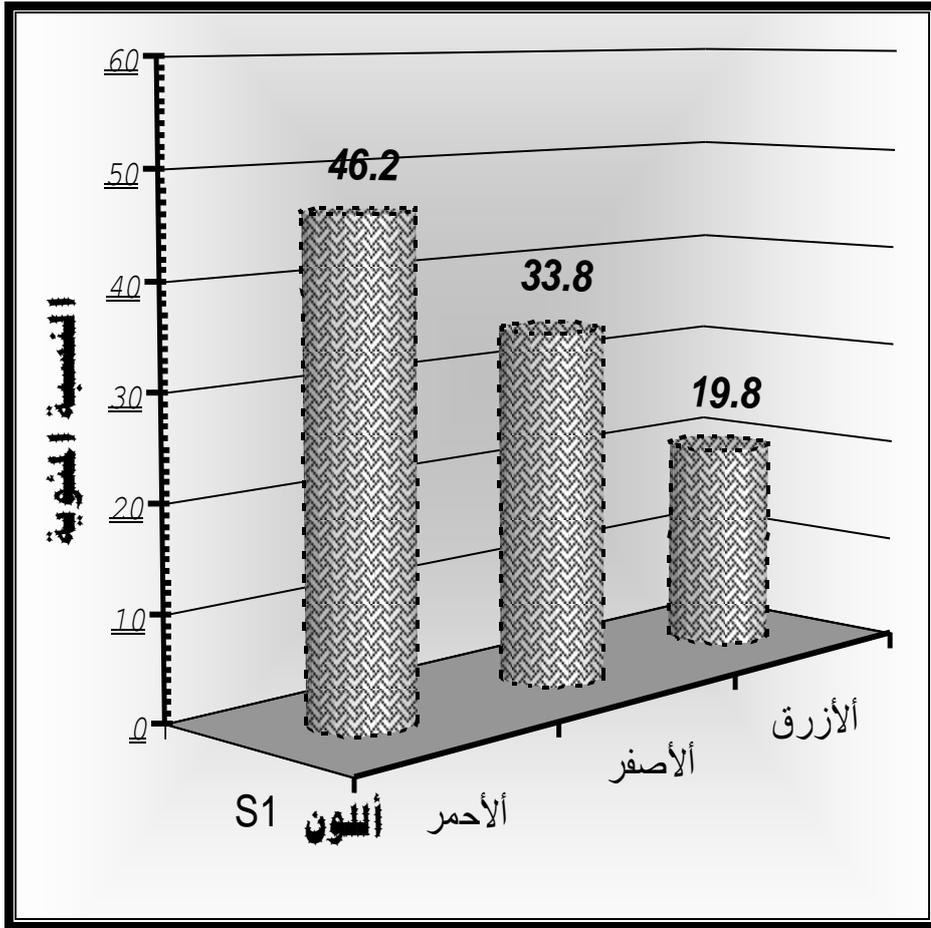
عدد النقاط	أحمر	اصفر	أزرق
١	١٣٩	٩٥	٤٧
٢	١٤٧	١٠١	٥٥
٣	١٤٠	٩٠	٣٧
٤	١٣٩	٨٩	٣١
٥	١٤٦	٩٥	٣٩
٦	١٤٢	٩٥	٣٨
٧	١٤٧	١٠٠	٤٦
٨	١٤٦	٩٧	٤٣



الجدول (٤-١٥)

يبين نتائج التحليل اللوني للنموذج رقم (١٧) بدرجة (١٠٠٠°C)

عدد النقاط	أحمر	اصفر	أزرق
١	١٤١	١٠٢	٦١
٢	١٣٥	٩٩	٥٥
٣	١٤٦	١٠٨	٦٥
٤	١٤٠	١٠٢	٦٠
٥	١٣٤	٩٦	٥٧
٦	١٣٦	٩٨	٥٤
٧	١٤٤	١٠٨	٦٥
٨	١٤٣	١٠٦	٦٢



يبين نتائج التحليل اللوني للنموذج رقم (١٩) بدرجة (١٠٠٠°C)

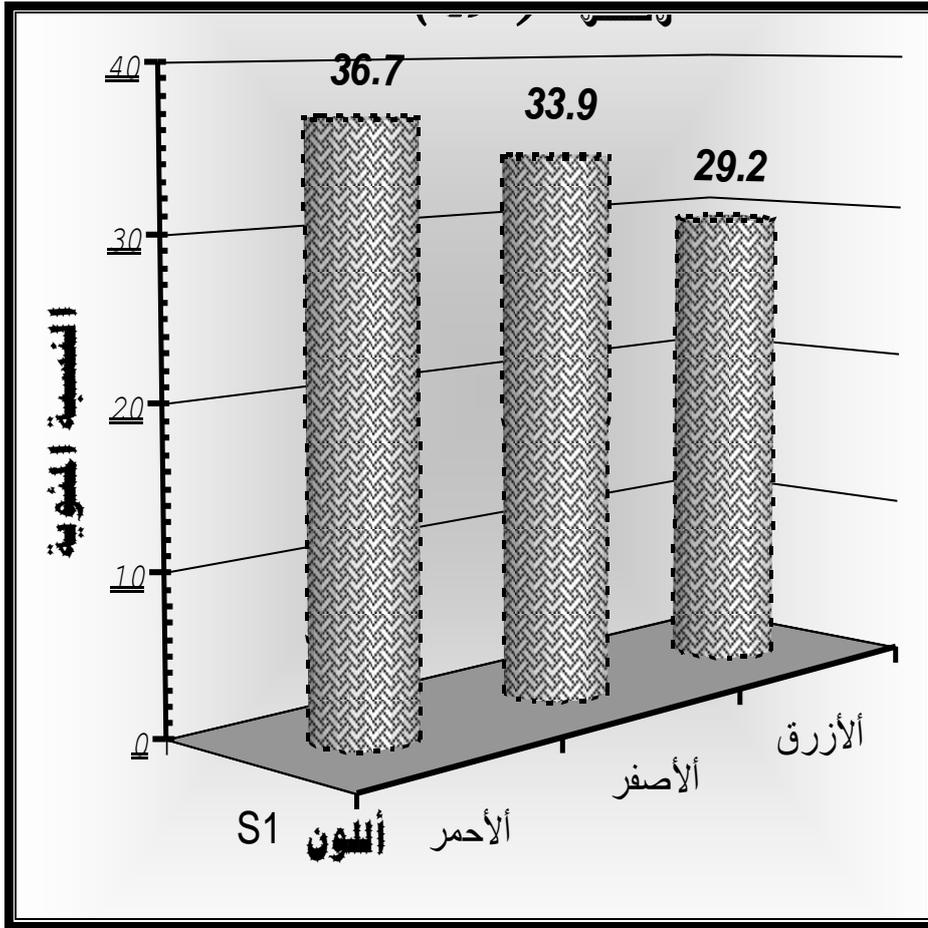
عدد النقاط	أحمر	اصفر	أزرق
١	٢٠٠	١٨٤	١٥٨
٢	٢٠٦	١٩٠	١٦٢
٣	١٩٨	١٨٢	١٥٦
٤	٢٠٠	١٨٥	١٥٨
٥	٢٠٢	١٨٨	١٦٠
٦	٢١٣	١٩٧	١٧٣
٧	٢١١	١٩٧	١٧٠
٨	٢٠٤	١٨٧	١٦١

١٢٩٨

١٥١٠

١٦٤٣

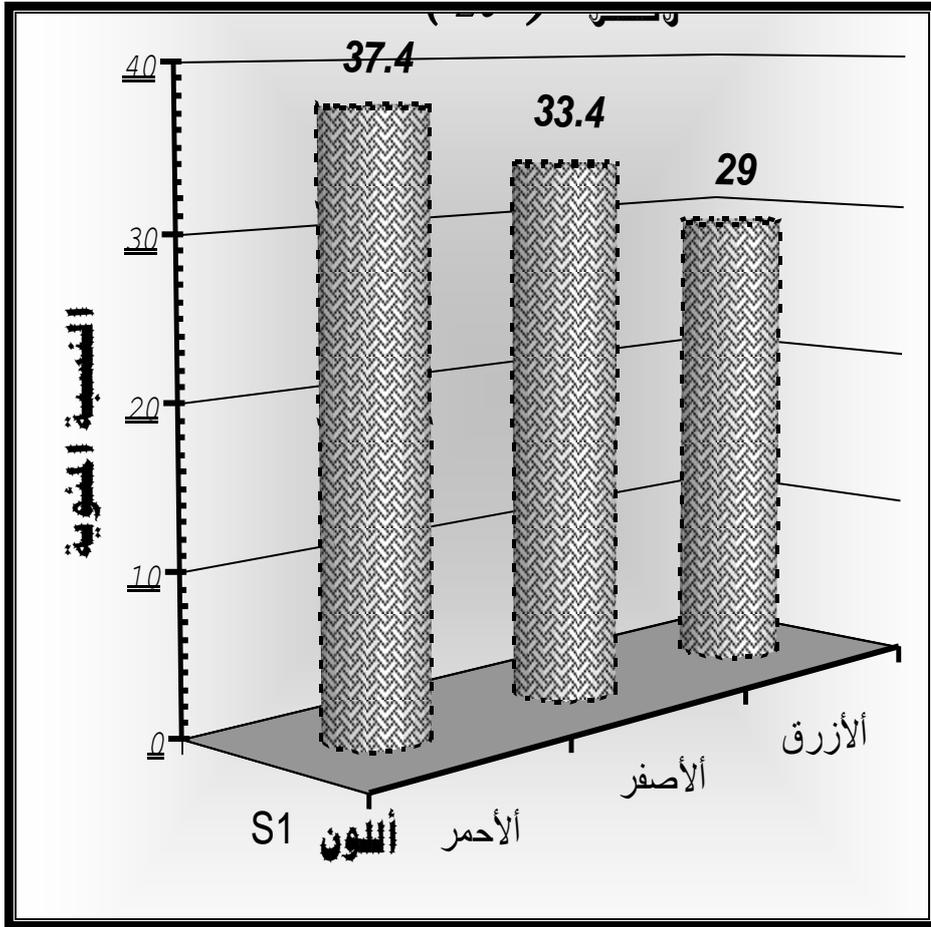
total



الجدول (٤-٣٧)

يبين نتائج التحليل اللوني للنموذج رقم (٢٠) بدرجة (١٠٠٠°C)

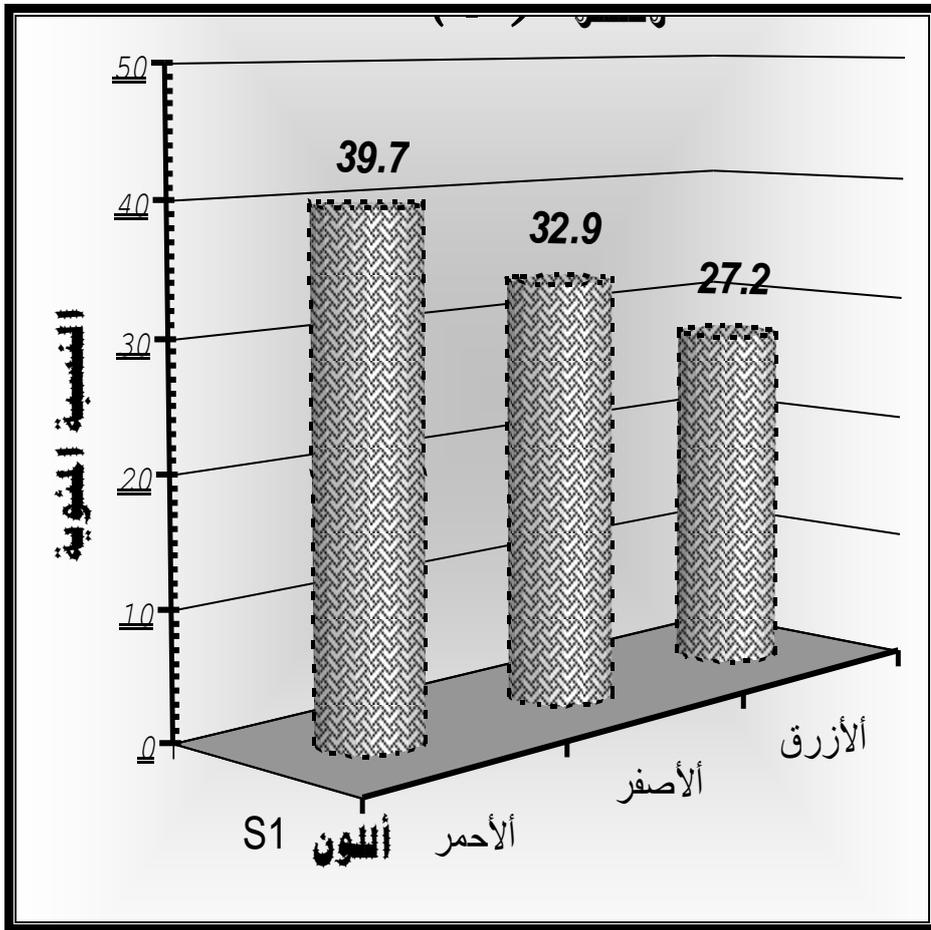
أزرق	اصفر	أحمر	عدد النقاط
١٥٢	١٨٢	١٩٩	١
١٥١	١٧١	١٩١	٢
١٤٨	١٨٢	١٩٣	٣
١٦١	١٧٨	٢٠٠	٤
١٥٥	١٨٦	٢٠٠	٥
١٦٤	١٦٧	٢٠٨	٦
١٤٤	١٧٨	١٩٠	٧
١٥٥	١٧٢	٢٠٠	٨
١٢٣٠	١٤١٦	١٥٨١	total



نتائج
التحليل اللوني
للنماذج بدرجة حرارة
(٢٥°م)

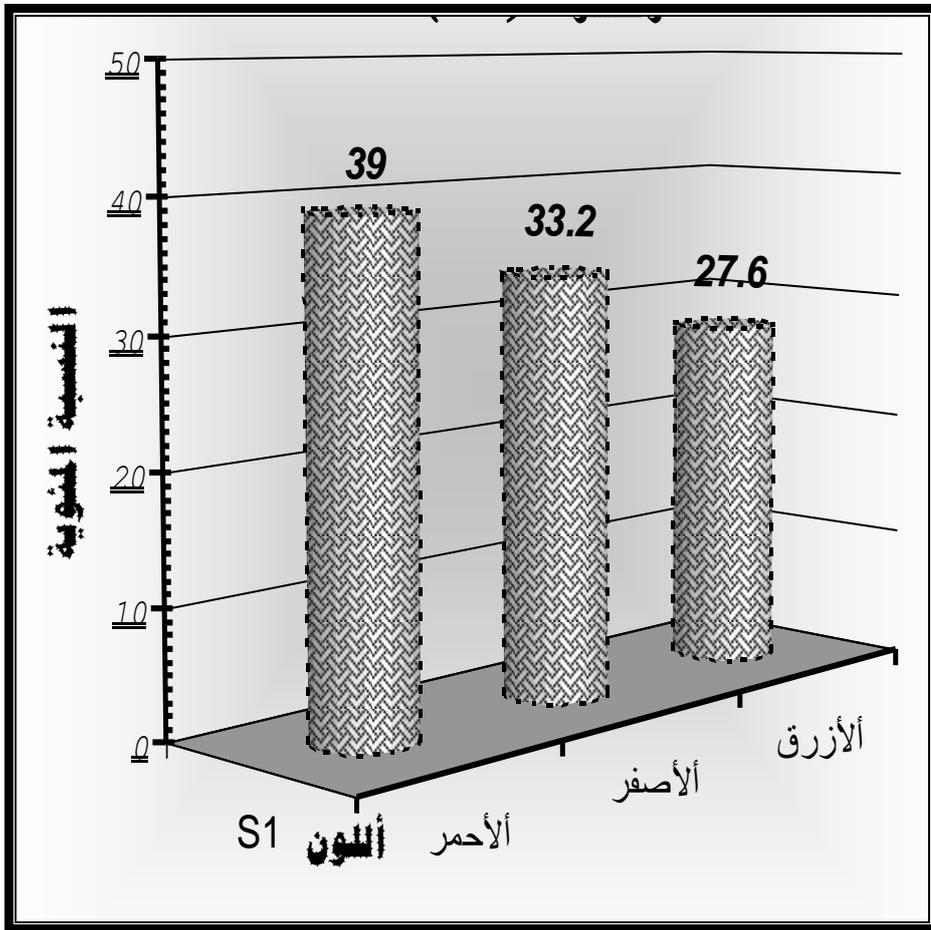
الجدول (٤-٣٨)
 يبين نتائج التحليل اللوني للنموذج رقم (١) بدرجة (١٠٥٠°C)

عدد النقاط	أحمر	اصفر	أزرق
١	١٧٣	١٤١	١٠٩
٢	١٦٦	١٤٠	١١٨
٣	١٧٢	١٤١	١١٠
٤	١٧٨	١٤٨	١٢٢
٥	١٨٦	١٥٥	١٥٤
٦	١٧٦	١٤٩	١٢٠
٧	١٧٨	١٤٤	١١٣
٨	١٧٣	١٤٣	١١٦
total	١٤٠٢	١١٦١	٩٦٢



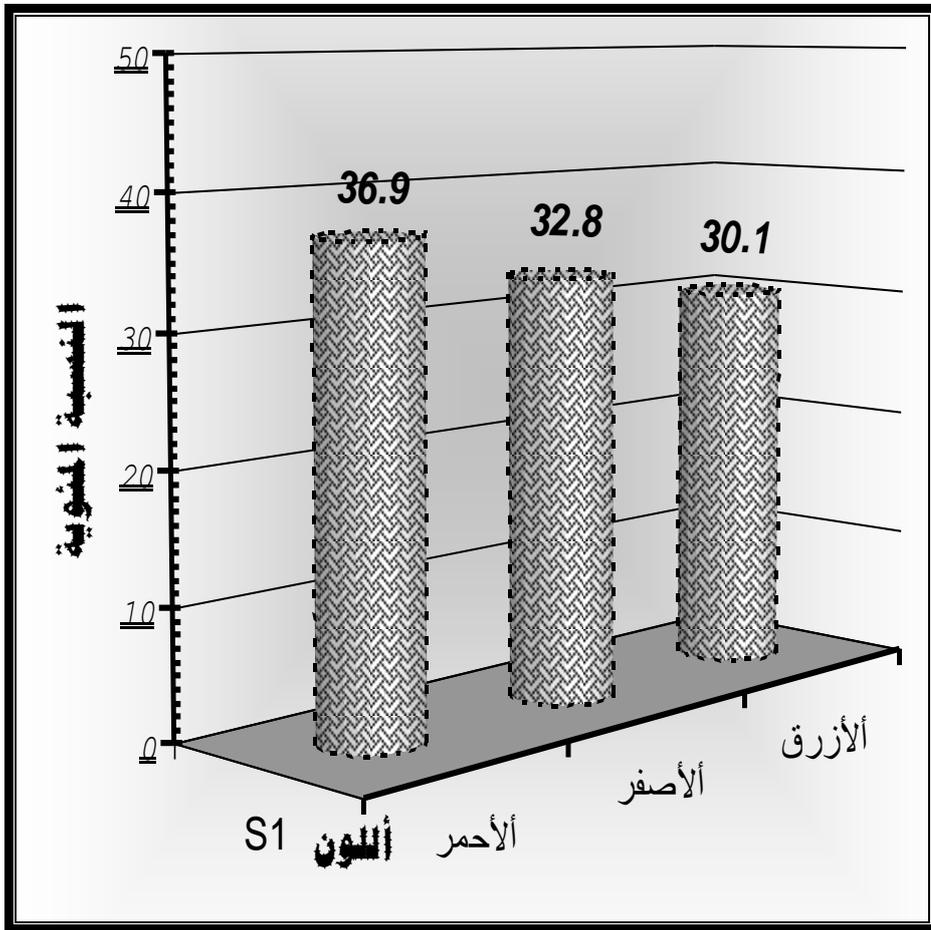
أجدول (٤-٣٩)
يبين نتائج التحليل اللوني للنموذج رقم (٢) بدرجة (١٠٥٠°C)

عدد النقاط	أحمر	اصفر	أزرق
١	١٧٥	١٤٨	١٢٨
٢	١٨٣	١٥٣	١٢٩
٣	١٧٩	١٤٨	١١٧
٤	١٧٧	١٤٥	١١٧
٥	١٧٧	١٥١	١٢٧
٦	١٨٢	١٦٢	١٣٨
٧	١٨٠	١٥٤	١٢٧
٨	١٧١	١٥٠	١٢٥
total	١٤٢٤	١٢١١	١٠٠٨



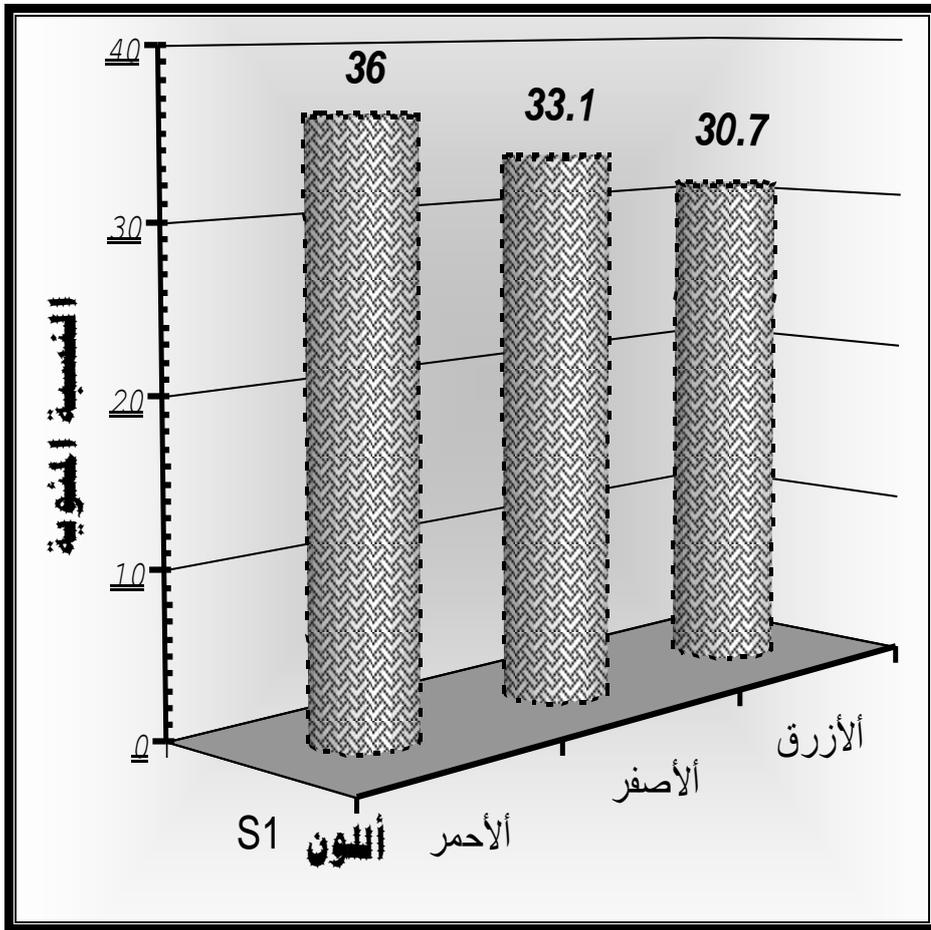
الجدول (٤-٤٠)
 يبين نتائج التحليل اللوني للنموذج رقم (٣) بدرجة (١٠٥٠°C)

أزرق	اصفر	أحمر	عدد النقاط
١٦٥	١٨٠	١٩٧	١
١٥٧	١٧٠	١٩٦	٢
١٤٤	١٥٨	١٨١	٣
١٤٩	١٦٣	١٨٥	٤
١٦١	١٧٣	١٩٥	٥
١٦٠	١٧٣	١٨٩	٦
١٥٠	١٦٦	١٨٩	٧
١٥٧	١٧١	١٩٣	٨
١٢٤٣	١٣٥٤	١٥٢٥	total



الجدول (٤-٤١)
 يبين نتائج التحليل اللوني للنموذج رقم (٤) بدرجة (١٠٥٠°C)

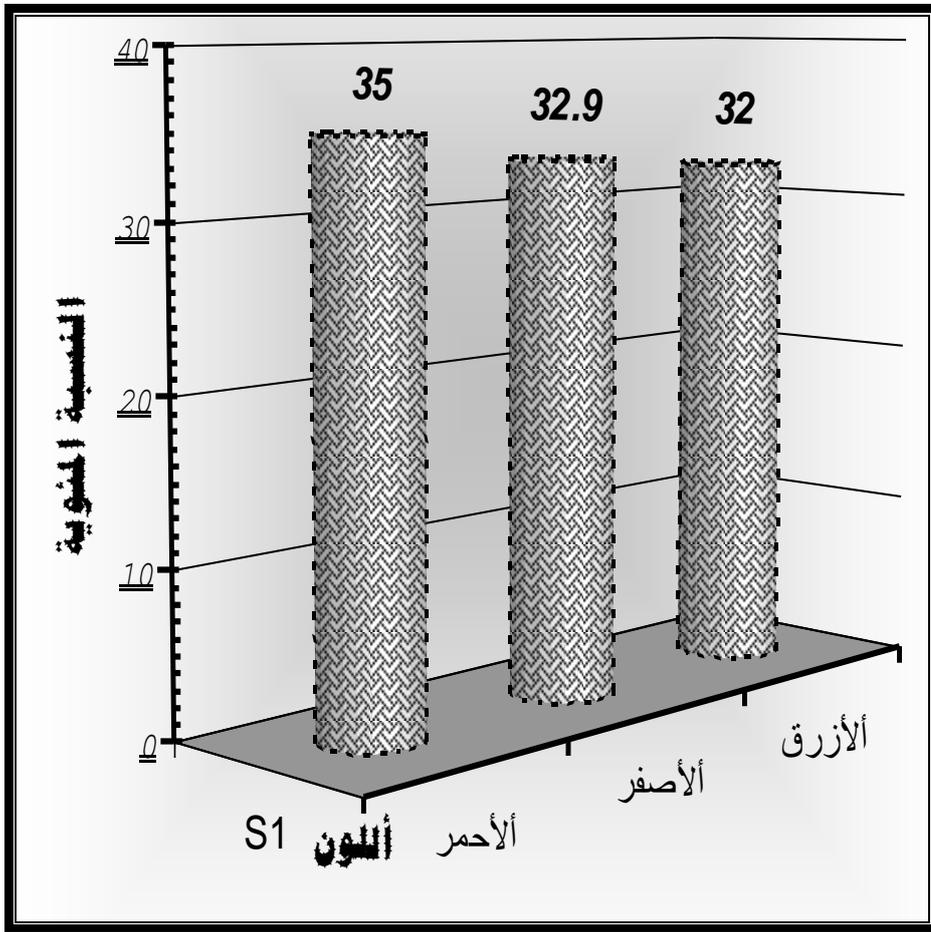
عدد النقاط	أحمر	اصفر	أزرق
١	١٩٨	١٨١	١٧١
٢	١٩١	١٧٧	١٦٦
٣	١٩٢	١٧٤	١٦١
٤	١٩٤	١٧٧	١٦٣
٥	٢٠٠	١٤٨	١٧١
٦	١٩٩	١٨٥	١٧٤
٧	١٩٢	١٧٦	١٦٣
٨	١٩٥	١٧٨	١٦٤
total	١٥٦١	١٤٣٥	١٣٣٣



الجدول (٤-٤١)

يبين نتائج التحليل اللوني للنموذج رقم (٥) بدرجة (١٠٥٠°C)

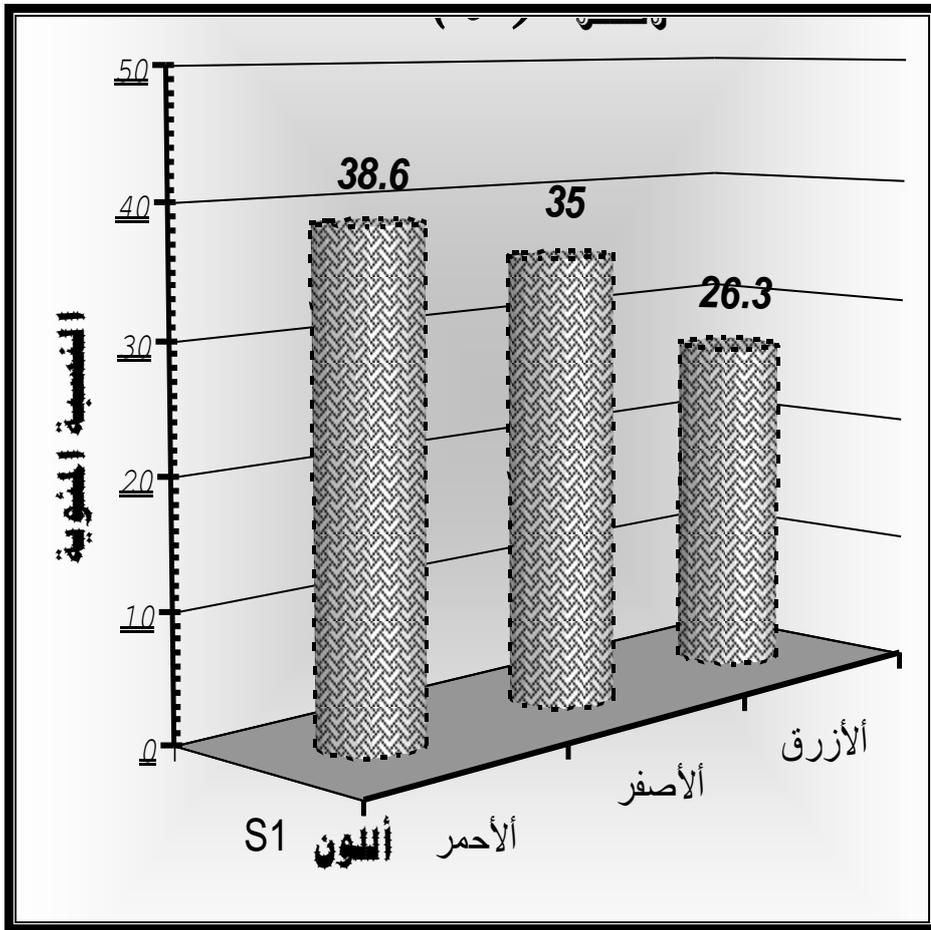
أزرق	اصفر	أحمر	عدد النقاط
١٨٠	١٨٤	٢٠٢	١
١٨٥	١٩٠	٢٠٥	٢
١٨٧	١٩٣	٢٠٢	٣
١٩٥	١٩٩	٢١٠	٤
١٧٨	١٨٤	١٩٩	٥
١٩٨	٢٠٣	٢١٢	٦
١٩٦	٢٠١	٢١٠	٧
١٨٥	١٩١	٢٠٤	٨
١٥٠٤	١٥٤٥	١٦٤٤	total



الجدول (٤-٤٣)

يبين نتائج التحليل اللوني للنموذج رقم (٨) بدرجة (١٠٥٠°C)

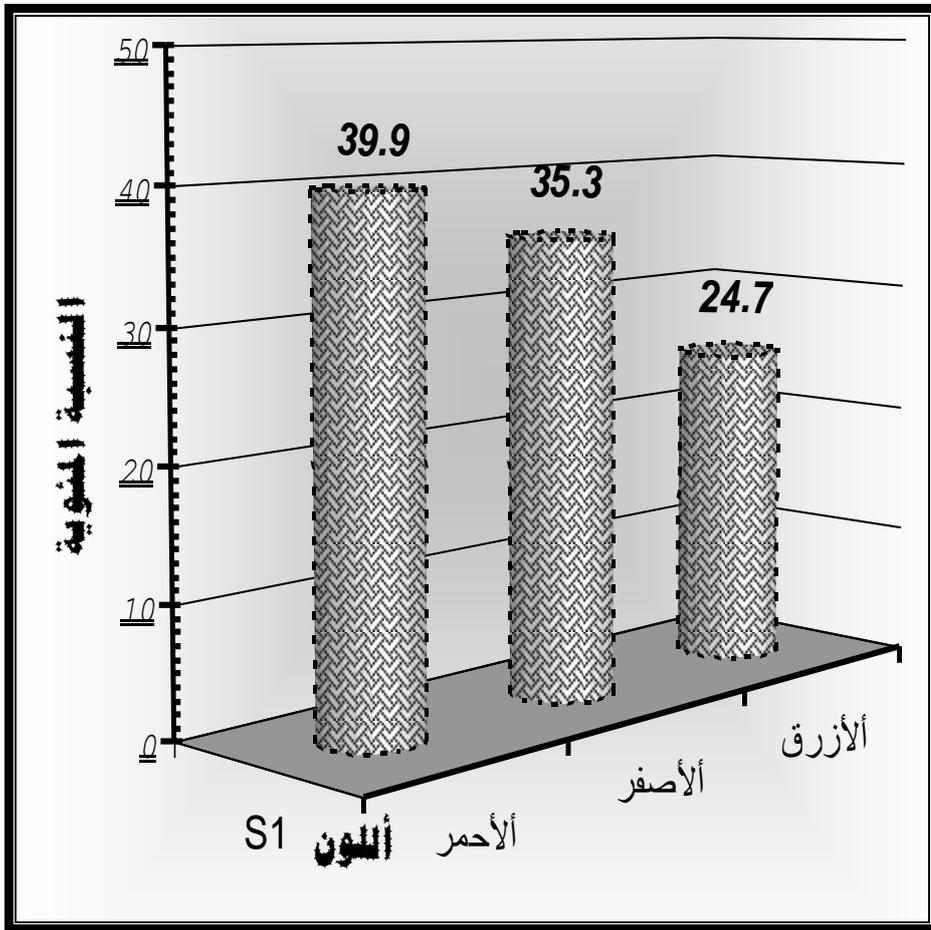
عدد النقاط	أحمر	اصفر	أزرق
١	١٧٦	١٥٩	١١٥
٢	١٩٦	١٧٨	١٣٢
٣	١٧٦	١٦١	١٦٤
٤	١٨١	١٦٦	١٢٠
٥	١٨١	١٦٤	١١٣
٦	١٧٨	١٦٢	١١٧
٧	١٨٢	١٦٣	١١٤
٨	١٨١	١٦٣	١١٧
total	١٤٥١	١٣١٦	٩٩٢



الجدول (٤-٤٤)

يبين نتائج التحليل اللوني للنموذج رقم (٩) بدرجة (١٠٥٠°C)

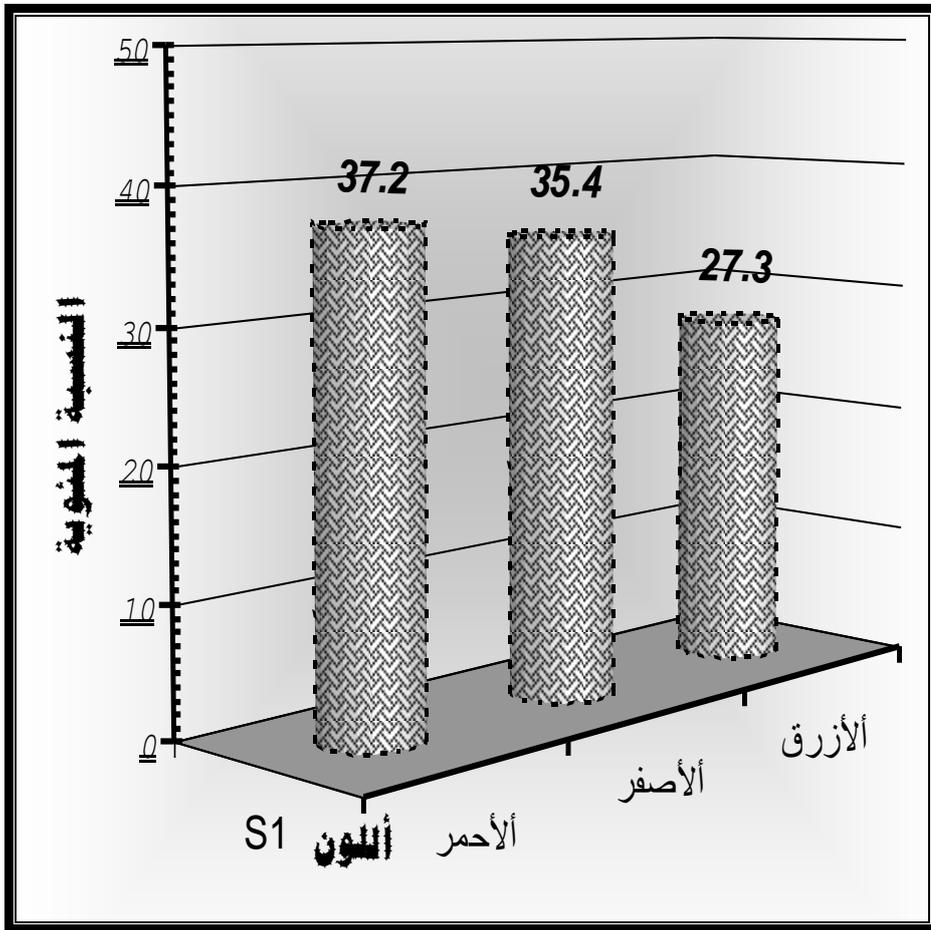
عدد النقاط	أحمر	اصفر	أزرق
١	١٩٢	١٧٢	١٢٣
٢	١٦٩	١٥٩	١٠٤
٣	١٨٨	١٦٤	١٢٢
٤	١٩٨	١٧٤	١٢٣
٥	١٩٦	١٧٦	١٢٧
٦	١٨٨	١٦٥	١١١
٧	١٨٦	١٦٢	١١٣
٨	١٨٨	١٦٦	١١٤
total	١٥١٢	١٣٣٨	٩٣٧



الجدول (٤-٤٥)

يبين نتائج التحليل اللوني للنموذج رقم (١٠) بدرجة (١٠٥٠°C)

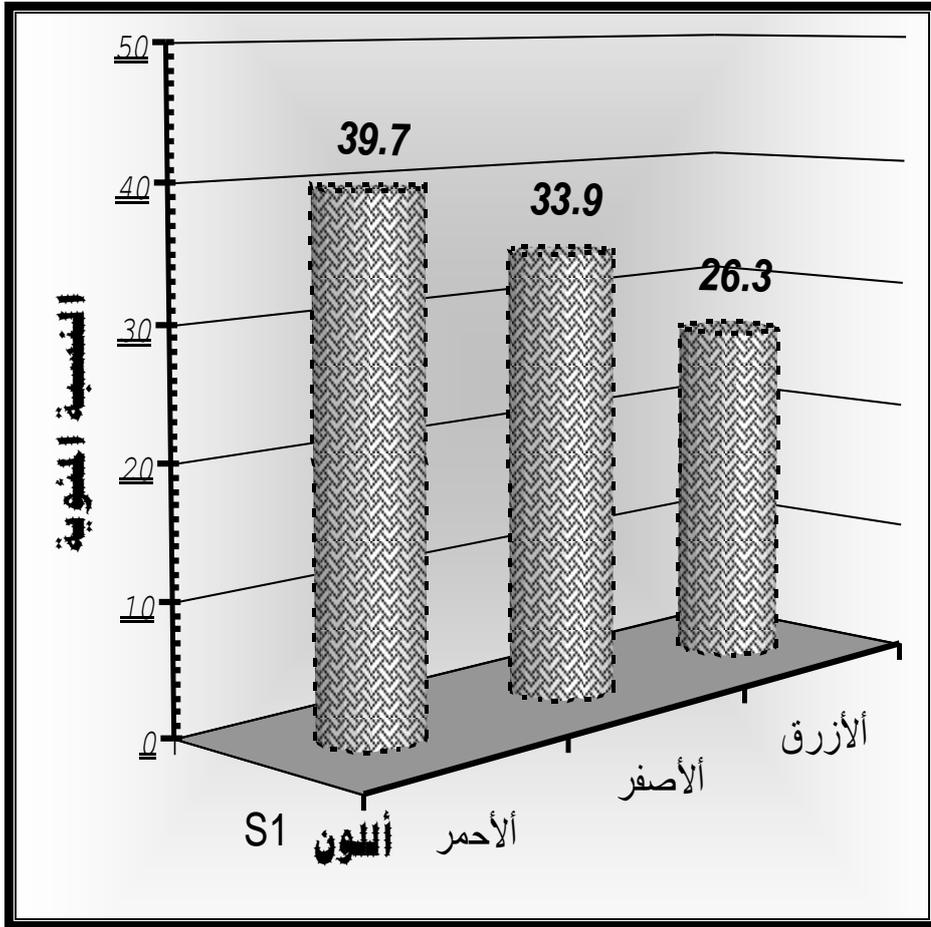
أزرق	اصفر	أحمر	عدد النقاط
١٢١	١٥٣	١٥٨	١
١٢٢	١٦١	١٧١	٢
١١٣	١٤٩	١٥٧	٣
١٢٢	١٥٩	١٦٧	٤
١١٢	١٤٢	١٥١	٥
١١٥	١٥١	١٥٧	٦
١٢٤	١٥٩	١٦٩	٧
١٢٥	١٦٤	١٧٢	٨
٩٥٤	١٢٣٨	١٣٠٢	total



الجدول (٤-٤٦)

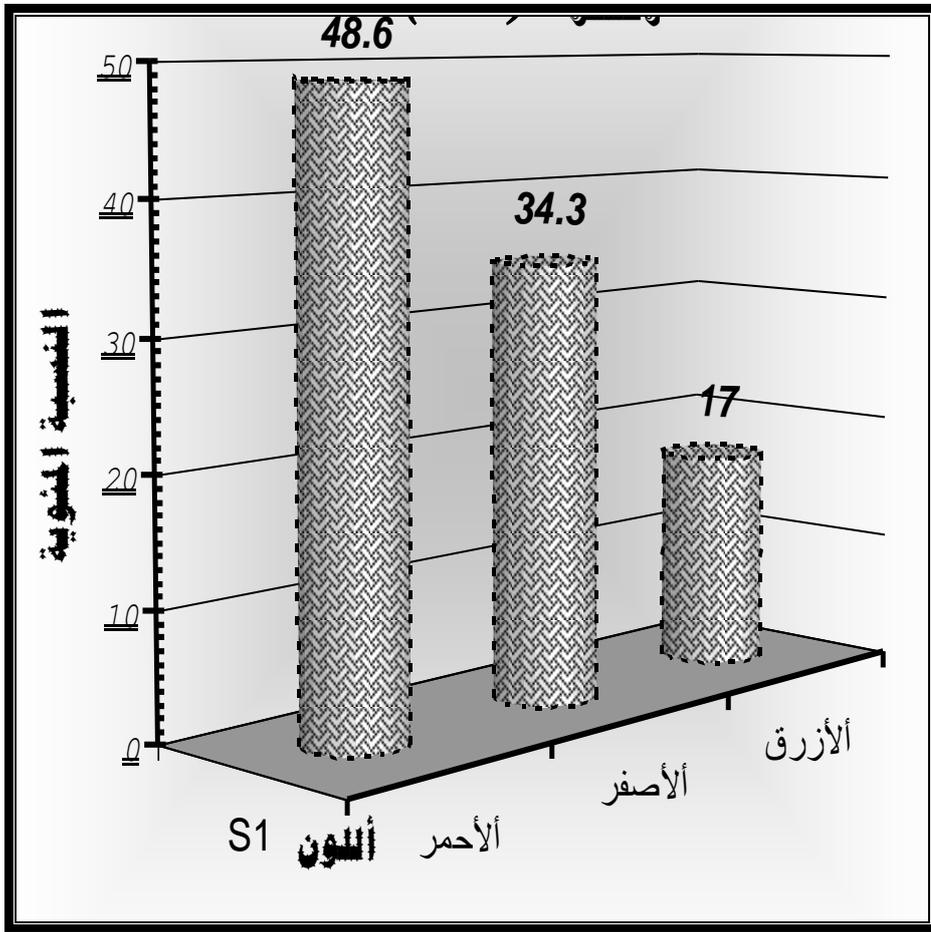
يبين نتائج التحليل اللوني للنموذج رقم (١١) بدرجة (١٠٥٠°C)

عدد النقاط	أحمر	اصفر	أزرق
١	١٤٨	١٤٣	١١٣
٢	١٤٨	١٤١	١١٠
٣	١٤٨	١٤٢	١٠٩
٤	١٤٦	١٤٠	١٠٧
٥	١٤٩	١٤٣	١١١
٦	١٥٥	١٥١	١٢١
٧	١٤٥	١٤٠	١٠٦
٨	١٤٨	١٤٠	١٠٦
total	١٣٣٢	١١٤٠	٨٨٣



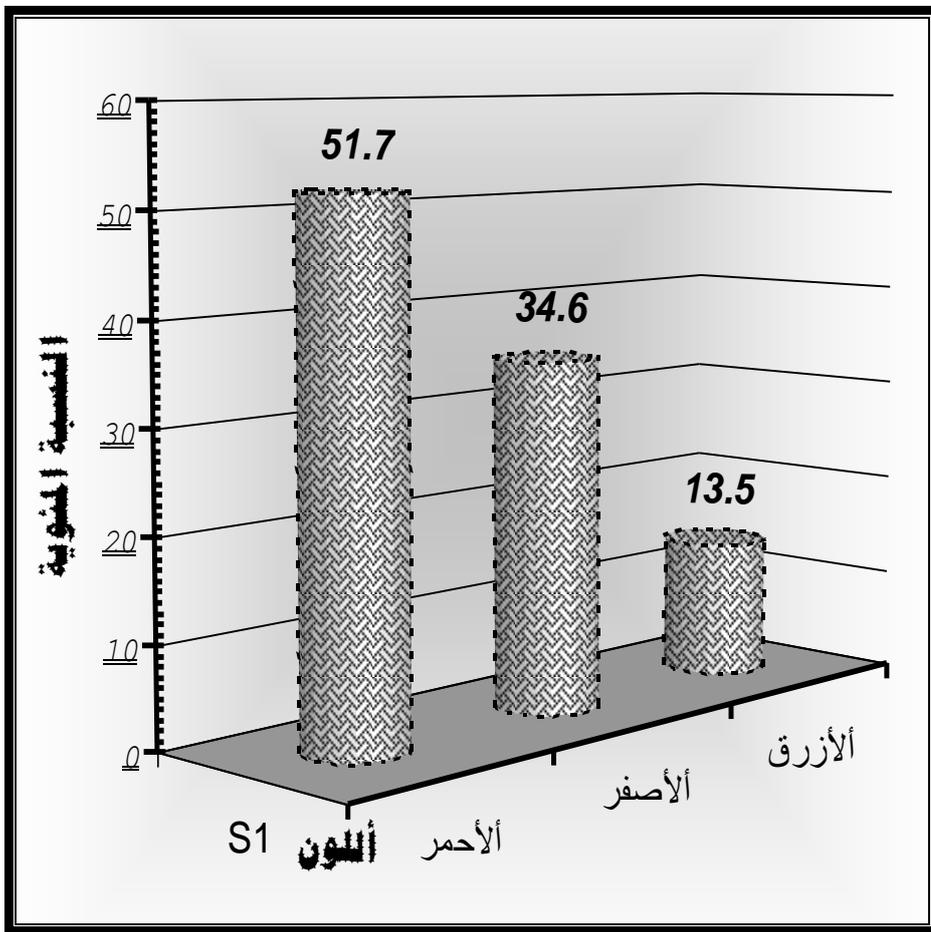
أجدول (٤-٤٧)
 يبين نتائج التحليل اللوني للنموذج رقم (١٣) بدرجة (١٠٥٠°C)

عدد النقاط	أحمر	اصفر	أزرق
١	١٥٧	١١٠	٤١
٢	١٤٨	١٠٧	٥٤
٣	١٥١	١٠٦	٤٢
٤	١٥٧	١١٥	٧١
٥	١٥٧	١٠٨	٥٥
٦	١٤٩	١٠٧	٦٠
٧	١٥٧	١١٠	٥٧
٨	١٥٧	١٠٧	٥٣
total	١٢٣٣	٨٧٠	٤٣٣



يبين نتائج التحليل اللوني للنموذج رقم (١٤) بدرجة (١٠٥٠°C)

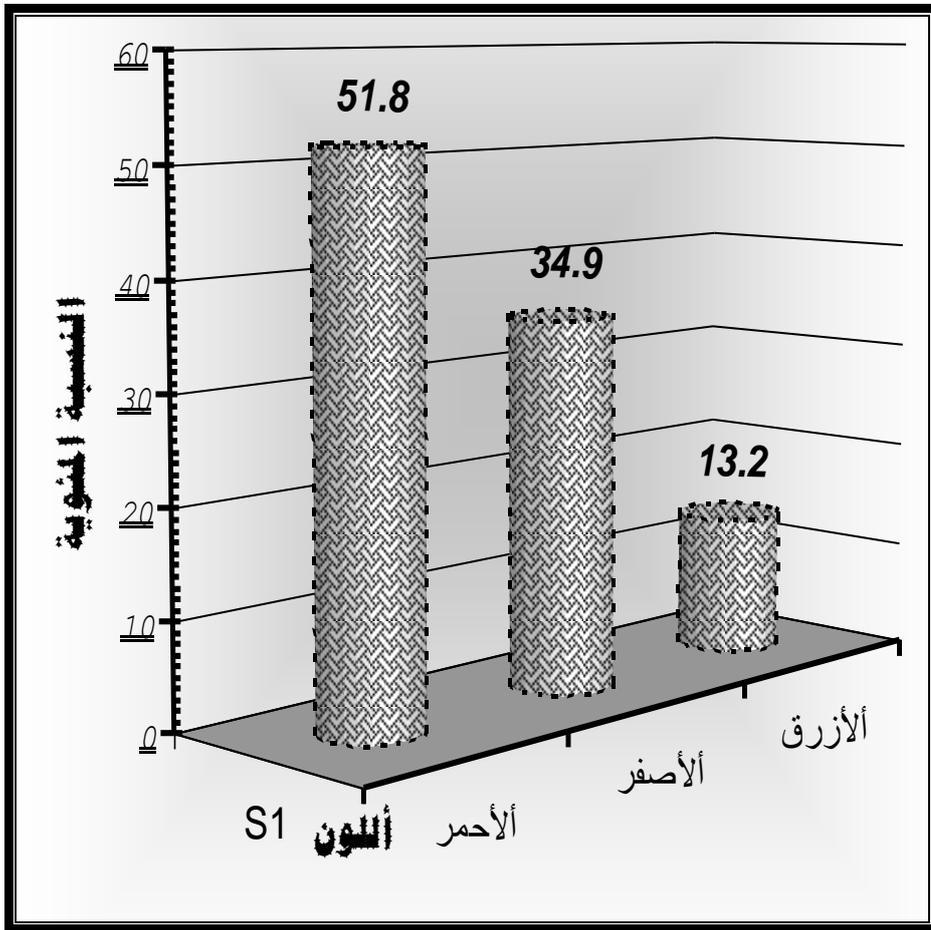
عدد النقاط	أحمر	اصفر	أزرق
١	١٥٦	١٠٣	٣٥
٢	١٤٩	٩٩	٢٦
٣	١٥٤	١٠٣	٣٤
٤	١٥٠	٩٧	٣٤
٥	١٥١	١٠٢	٤٦
٦	١٥٠	١٠٣	٤٦
٧	١٥٤	١٠٦	٥٧
٨	١٥٧	١٠٦	٤٣
total	١٢٢١	٨١٩	٣٢١



الجدول (٤-٤٩)

يبين نتائج التحليل اللوني للنموذج رقم (١٥) بدرجة (١٠٥٠°C)

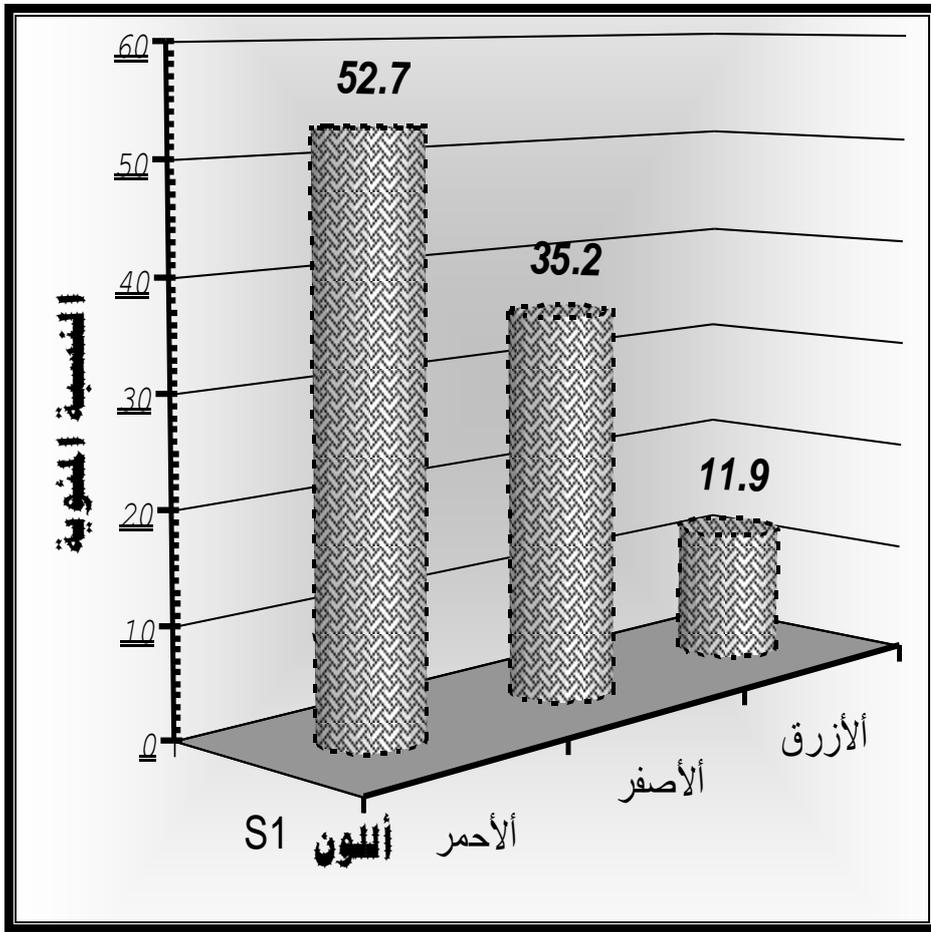
عدد النقاط	أحمر	اصفر	أزرق
١	١٤٢	٩٣	٢٨
٢	١٤٢	٩٩	٤١
٣	١٥٦	١٠٨	٣٩
٤	١٣٩	٩٦	٤٢
٥	١٤٨	٩٨	٣٧
٦	١٤٦	٩٤	٣٢
٧	١٥١	١٠٤	٣٩
٨	١٤٧	٩٦	٤٠
total	١١٧١	٧٨٨	٢٩٨



الجدول (٤- ٥٠)

يبين نتائج التحليل اللوني للنموذج رقم (١٦) بدرجة (١٠٥٠°C)

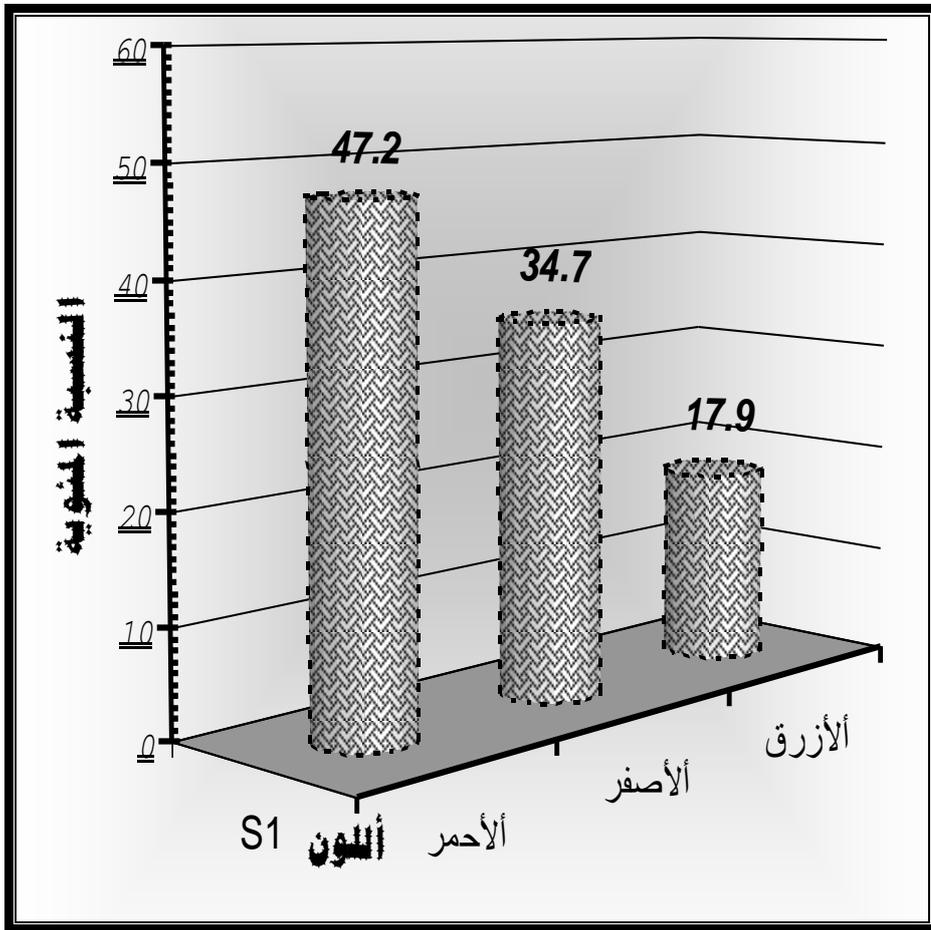
عدد النقاط	أحمر	اصفر	أزرق
١	١٦٣	١١٢	٤٤
٢	١٤٨	١٠٠	٣٤
٣	١٥١	٩٨	٣١
٤	١٤٦	١٠١	٤٠
٥	١٥٧	١٠٦	٣٢
٦	١٥٤	١٠٤	٤٢
٧	١٤٩	٩٦	٣٣
٨	١٥٥	٩٩	٢٢
total	١٢٢٣	٨١٦	٢٧٨



الجدول (٤-٥١)

يبين نتائج التحليل اللوني للنموذج رقم (١٧) بدرجة (١٠٥٠°C)

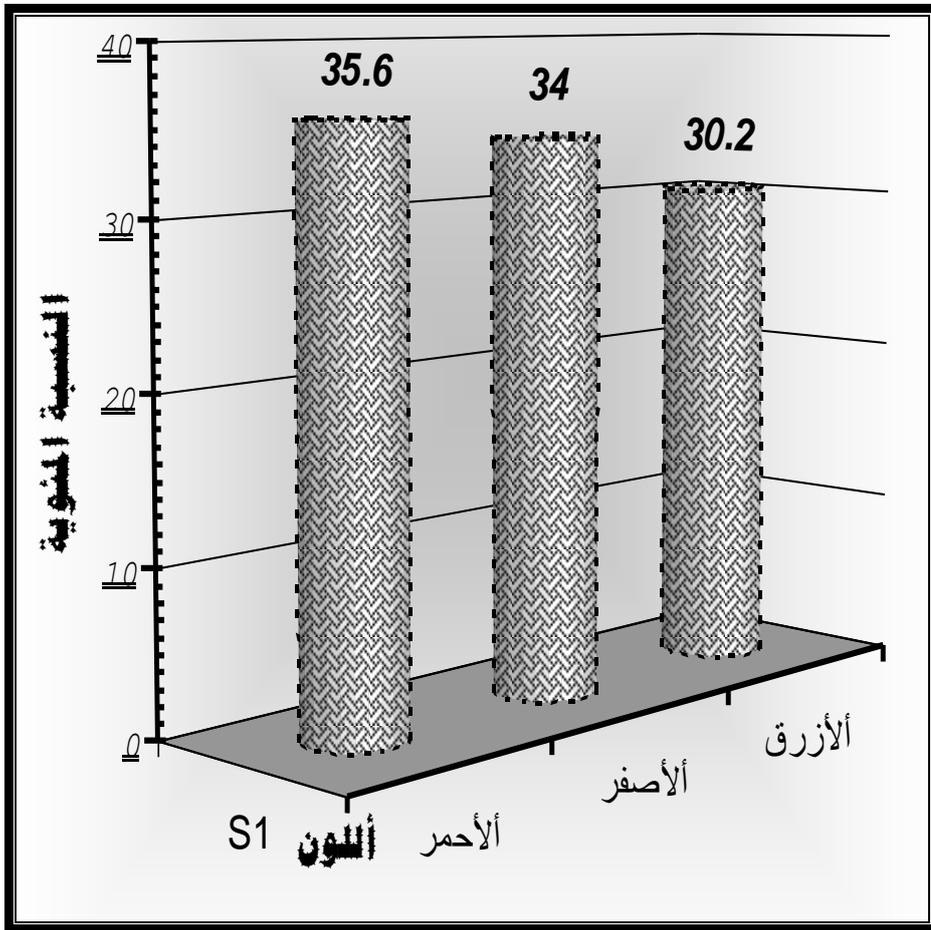
عدد النقاط	أحمر	اصفر	أزرق
١	١٤٧	١١٠	٥٩
٢	١٣٣	٩٨	٥٣
٣	١٣٩	١٠٣	٥٢
٤	١٣٨	٩٩	٥٥
٥	١٤٢	١٠٥	٥٤
٦	١٣٧	١٠٠	٥٤
٧	١٤١	١٠٥	٤٩
٨	١٤٥	١٠٥	٥١
total	١١٢٢	١٨٢٥	٤٢٧



الجدول (٤-٥٤)

يبين نتائج التحليل اللوني للنموذج رقم (١٩) بدرجة (١٠٥٠°C)

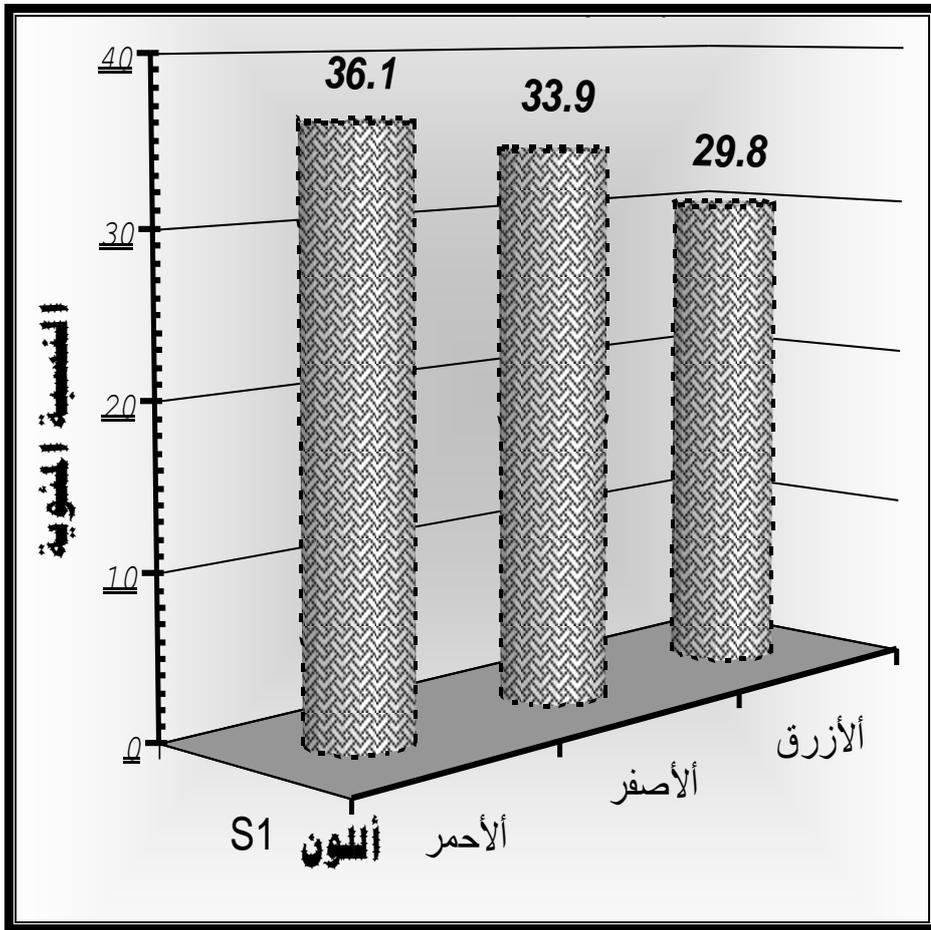
عدد النقاط	أحمر	اصفر	أزرق
١	٢١١	٢٠٢	١٧٥
٢	٢٠٥	١٩٥	١٧١
٣	٢٠٥	١٩٥	١٧٠
٤	٢٠٣	١٩٣	١٦٨
٥	١٩٢	١٨٦	١٩١
٦	٢١٥	٢٠٧	١٨٠
٧	٢٠٠	١٩٠	١٦٧
٨	٢٠٩	٢٠٢	١٧٣
total	١٦٤١	١٥٧٠	١٣٩٥



الجدول (٤-٥٣)

يبين نتائج التحليل اللوني للنموذج رقم (٢٠) بدرجة (١٠٥٠°C)

عدد النقاط	أحمر	اصفر	أزرق
١	٢١٥	٢٠٤	١٨٣
٢	٢١٢	٢٠١	١٧٦
٣	٢٠١	١٨٧	١٦٣
٤	٢١١	١٩٧	١٧١
٥	٢٠٩	١٩٧	١٧٤
٦	٢٠٧	١٩٤	١٦٨
٧	٢١١	١٩٦	١٧٣
٨	٢١٤	٢٠٢	١٧٩
total	١٦٨٠	١٥٧٨	١٣٨٧



٤ - ٨ مناقشة نتائج التحليل الكيميائي

٤ - ٨ - ١ نتائج التحليل الكيميائي لطينة المحاويل

لقد أظهرت نتائج التحليل الكيميائي وجود عناصر المكونات التالية ($\text{SiO}_2 - \text{SO}_3 - \text{Al}_2\text{O}_3$) للتركيب الكيميائي لطينة المحاويل جاءت نسبة أكسيد السيلكا ($\text{SiO}_2 = 42.75$) ونسبة أكسيد الألومينا ($\text{Al}_2\text{O}_3 = 12.53$) وقد تبين أيضا ارتفاع محتواها من الأكاسيد المساعدة على الإنصهار (FLUX . MATERILALS) إذ بلغت نسبة أكسيد الحديد ($\text{Fe}_2\text{O}_3 = 5.7$) وأكسيد البوتاسيوم ($\text{K}_2\text{O} = 1.2$) وأكسيد الكالسيوم ($\text{CaO} = 14.35$) وأكسيد المغنيسيوم ($\text{MgO} = 4.78$) وأكسيد الكبريت ($\text{SO}_3 = 1.32$) أما أكسيد الصوديوم فجاءت نسبتها ($\text{Na}_2\text{O} = 1.31$) . إن ارتفاع نسبة الأكاسيد المساعدة على الإنصهار مع انخفاض نسبة الأكاسيد المقاومة للإنصهار (REFRACTORY) يجعلها من الأطيان ذات درجات الحرارة المنخفضة وهي تصنف ضمن أطيان الفخار الترابي (EARTHENWARE . CLAY) والتي تحترق بدرجة حرارة لا تتجاوز (1100°C) (ألبديري . ٢٠٠٠ . ص ٣٨) .

٤ - ١ - ٢ نتائج التحليل الكيميائي للرماد

لقد أظهرت نتائج التحليل الكيميائي لأنواع الرماد وجود العناصر التالية ($\text{SiO}_2 - \text{Al}_2\text{O}_3$) أوكسيد السيلكا (SiO_2) حيث تراوحت بين ٦٣.٨ % في رماد سعف النخيل إلى ٥٥.٧ % في رماد كوالح الذرة وكانت نسبة أوكسيد الألومينا (Al_2O_3) تتراوح ما بين ١.٢ % في رماد قصب البردي إلى ٦.٦ % في رماد تين الشعير وبما ان أوكسيد السيلكا وأوكسيد الألومينا من الأكاسيد المقاومة للإنصهار (REFACTORY) والتي تراوحت نسبتها بين (٦٧ % إلى ٥٧.٣ %) وتعتبر هذه النسبة ملائمة لإنتاج الزجاج ولكن نلاحظ وجود خلل في نسبة القواعد (المواد الصاهرة) في تركيب الرماد اذ ان نسبة أوكسيد الصوديوم (Na_2O) لم تتجاوز (١٧.٤ %) في رماد قصب البردي ولم تتجاوز نسبة أوكسيد البوتاسيوم (K_2O) ٨.٠٨ % في رماد تين الشعير مع ارتفاع قليل في نسبة القواعد الترابية ($\text{CaO} - \text{MgO}$) إذ تراوحت نسبتها بين ١٢.٩٢ % في رماد كوالح الذرة و ٢٣.٥ % في رماد سعف النخيل .

والقواعد الترابية تعتبر من الصواهر الضعيفة ولا تدخل في التفاعل بدرجة حرارة اقل من (1100°C) لوجود الأكاسيد القلوية الصاهرة في مختلف درجات الحرارة التي تعطي حفازاً قوياً" للاكاسيد الترابية ($\text{CaO} - \text{MgO}$) ومن خلال تلك النتائج نستنتج سبب ارتفاع درجة حرارة إنصهار الرماد فوق (1250°C) (. ١٩٨٥ . COCENTINA) (P.١٠) هو انخفاض نسبة القلويات مع ارتفاع نسبة القواعد الترابية على حساب القلويات في نسبة القواعد .

٤ - ٩ مناقشة نتائج وحدة الصيغة

لقد تم إخضاع الرماد إلى قانون وحدة الصيغة من خلال أخذ نسبة من الرماد وتحويل نسبتها المئوية إلى أجزاء جزيئية وإكمال تلك الأجزاء بحسب قاعدة سيغر لدرجة الحرارة والشفافية ونلاحظ أن نسبة الرماد قد تراوحت بين ٥٣ % في الخلطة رقم (٧) و ٧١ % في الخلطة رقم (٢٠) ولم تتجح الخلطات رقم (٦ - ١٢ - ١٨ - ٢٢) وذلك لأرتفاع الرماد وألفسبار عن ٩٠ % لذلك لم تنصهر مكونات الخلطة داخل البودقة بدرجة حرارة 1200°C وقد تراوحت نسبة الرماد وألفسبار في باقي الخلطات بين ٨٧.٥ % في خلطة رقم (٥) إلى ٦١.٨ % في الخلطة رقم (٧) وسبب ذلك الأختلاف في نسب الرماد هو اختلاف نسبة السيلكا الموجودة في الرماد .

كذلك نلاحظ الأختلاف الكبير في نسبة القلويات إلى القواعد الترابية إذ تراوحت نسبة القلويات من (٦.٥ - ٧.٨٦ %) وتراوحت نسبة القواعد الترابية من (١.٥ - ٧.٨٦ %)

أما أوكسيد الحديد فقد تراوحت نسبته بين ١١.١ % في الخلطة رقم (١٦) و ٠.٧ % في الخلطة رقم (٧) أما الألومينا فقد تراوحت نسبتها بين ٥.٢ % في الخلطة رقم (٩) و ٠.٤ % في الخلطة رقم (١٥) وتراوحت نسبة أوكسيد البوريك بين ٤.٢ % في الخلطة رقم (٢) و ٠.٢ % في الخلطة رقم (٢٠) وقد تم استخدام ألفلنت (SiO_2)

(FLINET) في الخلطتين (١٥ - ١٧) بسبب حدوث نقص في كمية السيلكا ومن غير
الممكن الحصول عليها من الفلسبار
($K_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 6SiO_2$) وذلك لاكتفاء الخلطة من المواد المتعادلة ويرجع ذلك لارتفاع
نسبة أكسيد الحديد (Fe_2O_3) إلى أعلى مستوياته في الخلطتين .

٤ - ١٠ مناقشة نتائج الشد السطحي :-

أن ظاهرة الشد السطحي سببها هو شد جزيئات سطح السائل بعضها إلى بعض علما" أن هذه الجزيئات من مكونات السائل نفسها . وللشد السطحي علاقة بالزوجة وهما يتناسبان طرديا" مع بعضهما وتعد الأكاسيد القلوية الترابية من الأكاسيد ذات الشد السطحي العالي وكذلك الألومينا والسيلكا فكلما ازدادت هذه المواد ازداد الشد السطحي أن معدل قيمة الشد السطحي لزجاج الخزف هو (٣٠٠ داين / سم) أو ضمن مدى (١٥٠ - ٥٠٠ داين / سم) ومن خلال النظر إلى جدول الشد السطحي للخلطات نلاحظ انه كان ضمن مدى الزجاج الخزفي إذ لم يقل عن (٢٨٢ داين / سم) ولم يتجاوز (٣٤٦ داين / سم) وهذا الفرق في قيمة الشد السطحي تعتمد على مقدار الفارق في نسبة الأكاسيد ذات الشد السطحي العالي حيث نلاحظ في النموذج رقم (٥) وهو أعلى شد سطحي أن نسبة الأكاسيد ذات الشد السطحي العالي (٨٤.٨ %) أما في النموذج رقم (٧) وهو أقل قيمة شد سطحي نلاحظ أن نسبة الأكاسيد ذات الشد السطحي العالي هي (٥٧.١ %) كما أن ارتفاع درجة الحرارة يؤدي إلى انخفاض الشد السطحي ونلاحظ ذلك في الزجاج بدرجة حرارة (١٠٥٠ °C) حيث أصبح الزجاج أكثر سيولة في معظم النماذج وذلك لانخفاض اللزوجة والشد السطحي

٤ - ١١ مناقشة الشفافية والعتمة :-

إن سبب العتمة هو عدم النضج أو ارتفاع نسبة المواد المسببة للعتمة وهي القواعد الترابية والألومينا لذلك نلاحظ بدرجة حرارة (٩٥٠ °C) أن النماذج (٩ . ١٠ . ١١ . ٢٠ . ٢١) لم

تنضج لذلك لا يمكن وضع قيم لها لعدم إنصهارها الكامل أما النماذج (١.٢.٣.٤.٥.٧.٨.١٩) فهي معتمة وذلك لوجود مواد غير منصهرة بسبب انخفاض درجات الحرارة أما النماذج (١٣.١٤.١٥.١٦.١٧) فكانت نصف معتمة وذلك لارتفاع نسبة الحديد وأقلويات مع انخفاض في نسبة ألقواعد الترابية والألومينا مع حدوث إنصهار جزئي بسبب انخفاض درجة الحرارة أما في درجة الحرارة (١٠٠٠ °C) فكانت ألتنتائج كالأتي النموذج (١-٢-٣-٤-٥) عتمة بيضاء بسبب ارتفاع نسبة ألقواعد الترابية والألومينا والنماذج (٧-٨-١٩) معتمة بسبب عدم النضج الكامل مع ارتفاع نسبة ألقواعد الترابية والألومينا وانخفاض نسبة أوكسيد الحديد والنماذج (٩-١٠-١١-٢٠-٢١) عدم نضج لذلك لا يمكن وضع قيم للشفافية وبارتفاع درجة الحرارة تحولت النماذج (١٣-١٤-١٥-١٦-١٧) إلى شفاف بسبب إنصهار مكونات الخلطة بشكل تام وبدرجة حرارة (١٠٥٠ °C) نلاحظ أن ارتفاع درجة الحرارة تسبب في تحول النماذج (١-٢) من معتم إلى نصف شفاف بسبب الأنصهار الشديد في الخلطة كذلك تم إنضاج الخلطات (٩-١٠-١١-٢٠-٢١) مع زجاج معتم بسبب ارتفاع نسبة ألقواعد الترابية والألومينا مع إمكانية رفع درجة الحرارة للحصول على نتائج أفضل في تلك الخلطات وكذلك الخلطات (١٣-١٤-١٦-١٧) فهي ذات شفافية عالية بسبب إنصهار كافة مكونات الخلطة مع ارتفاع في نسبة الحديد وأقلويات.

٤ - ١٢ مناقشة نتائج الملمس :-

أظهرت نتائج الملمس أن النموذج (١١) خشن و النماذج (٥-٧-٨-٩-١٠-٢٠-٢١) متوسطة أخشونة بسبب عدم إنصهار الزجاج بشكل تام وذلك بسبب ارتفاع نسبة ألقواعد الترابية والألومينا أما النماذج (١-٢-٣-٤-١٣-١٤-١٥-١٦-١٧-١٩) فكانت ذات ملمس ناعم بسبب الأنصهار ألقليل وبدرجة حرارة (١٠٠٠ °C) نلاحظ أن ارتفاع درجة الحرارة لم يؤثر سوى على خلطة واحدة وهي (٥) وتحولت من نصف خشن إلى ناعم وذلك بسبب ارتفاع نسبة ألقلويات (K₂O-Na₂O) وبدرجة حرارة (١٠٥٠ °C) نلاحظ النماذج (١-٢-٣-٤-٥-٧-٨-١٣-١٤-١٥-١٦-١٧-١٩-٢٠) كانت ذات سطوح ناعمة وخالية من ألتعرجات وذلك لإنصهار مكونات الزجاج أما النماذج (٩-١٠-١١-٢١) فكانت نصف خشن بسبب عدم إنصهار مكونات الخلطة وذلك لارتفاع نسبة ألقواعد الترابية وكذلك الألومينا ألتي هي أعلى نسبة في تلك الخلطات الأربعة وذلك سبب ارتفاع درجة إنصهار هذه الخلطات ومن ذلك نستنتج أن لدرجة الحرارة الأثر الكبير في ملمس ألسطح إذ كلما أرتفعت درجة الحرارة أصبح الزجاج أكثر نعومة. أن ألقواعد الترابية والألومينا كونهما من المواد ذات المقاومة الحرارية العالية لذلك زيادة هذه المواد يؤدي إلى عدم النضج بدرجات الحرارة ألواطئة وذلك يؤدي إلى سطح خشن .

٤ - ١٣ +مناقشة نتائج فحص الصلادة :-

في درجة حرارة (٩٥٠ °C) نلاحظ النماذج (٩-١٠-١١-٢٠-٢١) أنها لم يحدث فيها أي ذوبان اما في النماذج (٥-٧-٨-١٩) نلاحظ أن صلادة ألسطح كانت منخفضة إلى

(٤) وذلك بسبب عدم النضج ألتام مع ارتفاع أالصلادة إلى (٥) في ألتماذج (٣-٤-١٣) مع حدوث ذوبانية أكثر أما في ألتماذج (١-٢-١٤-١٥-١٦-١٧) فالصلادة بلغت (٦) بسبب حدوث ذوبان شديد أما بدرجة حرارة (١٠٠٠ °C) نلاحظ عدم نضج ألتطاطات (٩-١٠-١١-٢٠-٢١) وكذلك عدم الذوبانية بشكل تام في ألتماذج (٨-٩-١٩) وأالصلادة بلغت (٤) مع ذوبانية عالية لبقية ألتماذج لتصل إلى (٦) وبدرجة حرارة (١٠٥٠) نلاحظ حدوث ذوبانية شديدة لأغلب ألتماذج وبلغت إلى (٦) ماعدا ألتنموذجين (٢٠-٢١) وذلك بسبب ارتفاع نسبة ألقواعد ألترابية .

٤- ١٣ مناقشة ألتائج ألتونية :-

من خلال ألتحليل ألكيميائي نرى أن أوكسيد أالحديد هو أالأوكسيد ألتلون أمتوفر بشكل متفاوت بين أنواع ألترماد وتصل نسبته إلى ١١.١ % في رماد ألقصب لذلك نلاحظ أن ألتطاطات ألقصب ذات لون عسلي أو جوزي أو عسلي مخضر وتراوحت نسبة أوكسيد أالحديد (Fe_2O_3) في زجاج ألترماد من (٠.٧ % - ١١.١ %) لذلك نلاحظ ارتفاع قيم ألتلون ذات ألتأثيرات ألتبنية و ألتخضرة وألتداول (٤-٥٦) (٤-٥٧) (٤-٥٨) يبين ألقيم ألتونية لألتلون ألتاساسية من خلال ألتفحص بألتاسوب (COMPUTER) .

ألتداول (٤-٥٦)
يبين قيم ألتحليل ألتوني لألتلون ألتاساسية
بدرجة حرارة (٩٥٠ °C)

ت	أحمر	اصفر	أزرق
١	٣٨.١	٣٧	٣٣
٢	٣٣.٦	٣٣.٤	٣٢.٨
٣	٣٥.٦	٣٣	٣١.٣
٤	٣٤.٨	٣٣.٣	٣١.٧
٥	عدم نضج		
٧	عدم نضج		
٨	عدم نضج		
٩	عدم نضج		
١٠	عدم نضج		
١١	٣٩.٩	٣٥.٤	٢٤.٥

٢٤	٣٢.٧	٤٣.٢	١٣
٢٦.٤	٣٢.٩	٤٠.٦	١٤
٢٩.٢	٣٣.٥	٣٧.٢	١٥
٢٥.١	٣١.٧	٤٣.١	١٦
٢٩.٨	٣٢.٣	٣٧.٨	١٧
٢٩.٩	٣٣.٦	٣٦.٣	١٩
٢٨.٩	٣٤.٨	٣٦.١	٢٠
عدم نضج			٢١

الجدول (٤ - ٥٧)
يبين قيم التحليل اللوني للألوان الأساسية
بدرجة حرارة (١٠٠٠°C)

أزرق	اصفر	أحمر	ت
٢٨.٧	٣٣.٧	٣٧.٤	١
٢٩.٦	٣٢.٨	٣٧.٤	٢
٣١.١	٣٣.٢	٣٥.٨	٣
٣١	٣٢.٨	٣٦	٤
٣٢	٣٢.٨	٣٥	٥
عدم نضج			٧
عدم نضج			٨
عدم نضج			٩
٢٤.٩	٣٥.١	٣٩.٨	١٠
٢٤.٢	٣٥.٢	٤٠.٤	١١
١٤.٦	٣٢	٥٣.٣	١٣
١٦.٣	٣٤.٤	٤٩.١	١٤
١٤.٧	٣٤.١	٥١.١	١٥

١٤.٩	٣٣.٩	٥١	١٦
١٩.٨	٣٣.٨	٤٦.٢	١٧
٢٩.٢	٣٣.٩	٣٦.٧	١٩
٢٩	٣٣.٤	٣٧.٤	٢٠
عدم نضج			٢١

الجدول (٤ - ٥٨)
يبين قيم التحليل ألوني للألوان الأساسية
بدرجة حرارة (١٠٥٠°C)

أزرق	اصفر	أحمر	ت
٢٧.٢	٣٢.٩	٣٩.٧	١
٢٧.٦	٣٣.٢	٣٩	٢
٣٠.١	٣٢.٨	٣٦.٩	٣
٣٠.٧	٣٣.١	٣٦	٤
٣٢	٣٢.٩	٣٥	٥
٢٧.٢	٣٤.٨	٣٨	٧
٢٦.٣	٣٥	٣٨.٦	٨
٢٤.٧	٣٥.٣	٣٩.٩	٩
٢٧.٣	٣٥.٤	٣٧.٢	١٠
٢٦.٣	٣٣.٩	٣٩.٧	١١
١٧	٣٤.٣	٤٨.٦	١٣

١٣.٥	٣٤.٦	٥١.٧	١٤
١٣.٢	٣٤.٩	٥١.٨	١٥
١١.٩	٣٥.٢	٥٢.٧	١٦
١٧.٩	٣٤.٧	٤٧.٢	١٧
٣٠.٢	٣٤	٣٥.٦	١٩
٢٩.٨	٣٣.٩	٣٦.١	٢٠

٤ - ١٤ مناقشة نتائج الأنصهارية :-

إن الأختلاف في درجة إنصهار النماذج لا يأتي من خلال ارتفاع أو انخفاض في نسبة السيلكا (SiO_2) كتنقص أو زيادة في الخلطة وإنما من حيث تصاعد نسبتها حسب قانون وحدة الصيغة أي إن الأختلاف في درجة إنصهار الزجاج في الخلطات الأمتشابهة في وحدة الصيغة هو الأختلاف في نسبة القواعد و الألومينا وأكسيد الحديد لذلك نلاحظ أنماذج بدرجة حرارة (950°C) (١ - ٢ - ١٣ - ١٤ - ١٥ - ١٦ - ١٧) ذات إنصهار عالٍ ومن خلال مراجعة الجدول (٤-١١) نلاحظ انخفاض نسبة السيلكا (SiO_2) في الخلطات (١-٢) ومقابل ذلك ارتفاع في نسبة القلويات ($\text{Na}_2\text{O} - \text{K}_2\text{O}$) وأوكسيد البوريك (B_2O_3) وفي أنماذج (١٣ - ١٤ - ١٥ - ١٦ - ١٧) نلاحظ حدوث إنصهار شديد والسبب هو ارتفاع نسبة القلويات مع زيادة كبير في نسبة أوكسيد الحديد الذي ساعد على إنصهار خلطات رماد القصب بصورة كبيرة إذ تصل نسبة أوكسيد الحديد إلى (١١.١ %) أما أنماذج (٣ - ٤) فدرجة إنصهارها أقل بسبب ارتفاع نسبة القواعد الترابية مع زيادة في نسبة السيلكا حسب وحدة الصيغة أما باقي الخلطات فقد كانت ذات إنصهارية قليلة جداً بسبب ارتفاع نسبة السيلكا مع القواعد الترابية ومقابل ذلك انخفاض في نسبة القلويات وأوكسيد الحديد. أما بدرجة حرارة (1000°C) فقد ارتفعت إنصهارية بعض النماذج ذات الصواهر القوية مثل (٥ - ١٩ - ٢٠ - ٨) وذلك بسبب ارتفاع درجة الحرارة أما أنماذج (١١ - ١٠ - ٩ - ٢١) فنسبة القواعد الترابية عالية حيث بلغت (١٣ %) وارتفاع نسبة الألومينا التي بلغت (٥.٢ %) لذلك لم تنصهر تلك أنماذج بدرجة حرارة (1000°C) ونلاحظ أن مع ارتفاع درجة الحرارة تزداد إنصهارية الزجاج . وبدرجة حرارة (1050°C) نلاحظ أن جميع النماذج قد أنصهرت بشكل شديد وعلى الرغم من النسب القليلة للقواعد في بعض الخلطات لكنها حفزت القواعد الترابية على الأنصهار والتفاعل مع السيلكا والألومينا لتكوين سائل زجاجي

٤ - ١٥ مناقشة نتائج كثافة الزجاج :-

تتراوح كثافة الزجاج ما بين (٢.١٢٥ - ٨.١٢٠) غم/سم^٣ والكثافة تؤثر على انعكاس و أنكسار الضوء إذ كلما ازدادت الكثافة ازداد اللمعان في الزجاج (علام . ١٩٦٤ . ص ١٣٣).

للكتافة علاقة بالظواهر الفيزيائية للضوء والتي من خلالها تحدث الاضطرابات الضوئية اذ أن زيادة ألكثافة يعني زيادة نسبة انعكاس الضوء ومن ناحية أخرى إن زيادة ألكثافة يعني زيادة معامل الانكسار (ألهنداوي . ١٩٩٧ . ص ١٩٢) .
وتبين نتائج ألكثافة أنها قد تراوحت بين (٢.٦٠٨ – ٣.٧٠٨) غم / سم^٣ وقد لوحظ إن نماذج زجاج رماد القصب هي أكثر لمعانا" وبريقا" من باقي النماذج وذلك بسبب ارتفاع ألكثافة اذ تراوحت ما بين (٢.٨٢١ – ٣.٧٠٨) .
وتراوحت كثافة زجاج رماد سعف النخيل ما بين (٢.٦٦٣ – ٢.٨٢١) لذلك كانت نماذج سعف النخيل أكثر لمعانا" من نماذج رماد كوالح الذرة ورماد وتبن الشعير .

جدول (٤ - ٥٩) يبين قيم ألكثافة نماذج زجاج الرماد

رقم الخلطة	ألكثافة
١	٢.٦٦٣
٢	٢.٧٥٩
٣	٢.٧١٣
٤	٢.٧٦٠
٥	٢.٨٢١
٧	٢.٦٠٨
٨	٢.٦٢٩
٩	٢.٦٧٣
١٠	٢.٦٩٩
١١	٢.٧٢٠
١٣	٢.٨٣٩
١٤	٣.١٣٦
١٥	٣.٤٥٢
١٦	٣.٦٢٣
١٧	٣.٧٠٨
١٩	٢.٦٦
٢٠	٢.٦٩

۲.۷۱	۲۱
------	----

ألفصل الخامس

ألاستنتاجات	١ - ٥
ألتوصيات	٢ - ٥
ألمقترحات	٣ - ٥

٥ - ١ الأستنتاجات

- ١ - من الممكن أنتاج زجاج واطئ الحرارة باستخدام رماد أنبات مع إضافة مواد أخرى مثل (NaCO_3) كاربونات الصوديوم لتعديل نسبة القواعد وألفسبار (K_2O . Al_2O_3 . 6SiO_2) لتعديل نسبة الحوامض السيلكا (SiO_2) والمواد المتعادلة (Al_2O_3) وكذلك ألبوريك (B_2O_3) لسد النقص الحاصل في نسبة المواد المتعادلة .
- ٢ - إن الزجاج واطئ الحرارة يلائم الأعمال الخزفية ذات السطوح المختلفة (المستوية - الأفقية - الجانبية والعمودية) .
- ٣ - من الممكن تطبيق هذا الزجاج على الأطيان الحمراء والتي تعرف بدرجة انصهارها ألواطئ .
- ٤ - إن زجاج رماد سعف النخيل أعطى عتمة بيضاء تصلح أن تكون بطانة للأعمال الخزفية
- ٥ - جميع الخلطات في البحث أنتجت زجاجا" واطئ الحرارة و تم تطبيقه على الأطيان الحمراء ماعدا الخلطات (٦ - ١٢ - ١٨ - ٢٢) كما تم مناقشتها في نتائج الأنصهارية ص ١٠٥ .
- ٦ - أدى ارتفاع نسبة القواعد الترابية في بعض الخلطات إلى صعوبة الأنضج إلا في درجة حرارة (1050°C) كما في الخلطات (٩-١٠-١١-٢١) .
- ٧ - إن لأوكسيد الحديد (Fe_2O_3) الأثر الكبير في سرعة إنضاج الخلطات وبخاصة قصب البردي ونلاحظ تأخر نضج الخلطات التي تحتوي على نسب قليلة من أوكسيد الحديد كما في الخلطات (١٣-١٤-١٥-١٦-١٧) .
- ٨ - إن ارتفاع نسب الألومينا (Al_2O_3) في رماد كوالح الذرة وتبن الشعير أدى إلى ارتفاع درجة الحرارة كما في الخلطات (٩-١٠-١١-٢٠-٢١) .
- ٩ - تراوحت نسبة الرماد بين (٥٣% - ٧١%) الداخلة في صياغة الصيغة التجريبية وذلك بسبب اختلاف كمية ألسيلكا والقواعد الترابية ودرجة الحرارة لكل صيغة.
- ١٠ - إن العلاقة بين ارتفاع نسبة الرماد وألفسبار هي علاقة عكسية اذ كلما تقل

نسبة الرماد تحدث زيادة في الفلسبار لتعويض ألسيلكا (SiO_2) . والرماد والفلسبار يرفعان من درجة حرارة الخلطة لذلك لم يتمكن الباحث من عمل أكثر من ثلاث خلطات رماد تبين الشعير والجدول (٣ - ١٣ - ٤) ص^{٤٥} يوضح ذلك .

١١ - ارتفاع نسبة الرماد والفلسبار أكثر من ٩٠ % أدى إلى عدم انصهار الزجاج أثناء عملية التفريغ إلا بشكل جزئي بسبب ارتفاع محتواها من ألسيلكا (SiO_2) مما أدى إلى عدم تكوين السائل الزجاجي .

٢ - ٥ التوصيات

يوصي الباحث بـ :

١. معالجة درجة حرارة تفريغ الخلطات (٦ - ١٢ - ١٨ - ٢٢) للحصول على سائل زجاجي .

٢. كما يوصي الباحث باستخدام طينة تتحمل درجات الحرارة العالية لغرض تطبيق الخلطات التي لم تنصهر بشكل جيد .

٣ - ٥ المقترحات

١. دراسة إمكانية إضافة أكاسيد تلوين إلى الخلطة وإنتاج زجاج ملون جاهز .

٢. دراسة إمكانية خلط أكثر من نوع من أنواع الرماد .

٣. دراسة إمكانية إنتاج الزجاج واطئ الحرارة من أنواع أخرى من الرماد .

المصادر

١ - المصادر باللغة العربية

القرآن الكريم

- البدرى , علي حيدر , التقنيات العلمية لفن الخزف , جامعة أليرموك , ط ١ , ٢٠٠٠ ,
- البصيلي , د. أحمد مصطفى , ود. مضر محمد محمود , المعادن الصخور , وزارة التعليم العالي والبحث العلمي مؤسسة دار الكتب , جامعة الموصل , ١٩٨٠ .
- جميل , عادل كمال , كيمياء المعادن والخامات , وزارة التعليم العالي والبحث العلمي , بغداد , ١٩٨٠ .
- الأحديثي , عادل إبراهيم وآخرون , صناعة الركام الطيني الخفيف من التراب العراقية , مركز بحوث البناء , ١٩٨٦ ,
- الأززمي , معتصم عبد الله والشيباني , مفتاح علي , تكنولوجيا السيراميك (المواد الخام) , مكتبة طرابلس العلمية العالمية , ليبيا , ١٩٨٨ .
- الطاهر , حيدر رؤوف , إنتاج زجاج الرماد وتطبيقاته على الأطنان العراقية , رسالة ماجستير غير منشورة , جامعة بابل , ٢٠٠٢ .
- المشايخي , حافظ جواد كاظم , استخدام الخامات العراقية لإنتاج خزف عالي الحرارة , رسالة ماجستير غير منشورة , جامعة بغداد , ١٩٩١ .
- المؤتمر العلمي الخامس لمجلس البحث العلمي , بغداد , ١٩٨٩ , المجلد ٤ , الجزء الأول
- الهنداوي , احمد هاشم , إمكانية استخدام خامات محلية لإنتاج زجاج خزف معتم , أطروحة دكتوراه غير منشورة , جامعة بغداد , ١٩٩٧ .
- ديكرسون , جون , صناعة الخزف , تر . هاشم الهنداوي , ط ١ , وزارة الثقافة والإعلام , دار الشؤون الثقافية العامة , بغداد , ١٩٨٦ .

- علام , محمد علام , علم الخزف , ج ١ , مؤسسة سجل العرب , ١٩٦٧ .
- عبد الغني , جعفر , أوضاع نقل التكنولوجيا , المؤتمر الثالث عشر , ٢١ - ٢٨
ك١ , ١٩٧٧ .
- ليفي , مارتن , الكيمياء والتكنولوجيا في وادي الرافدين , تر . محمود فياض
وأخرون , دار الرشيد , بغداد .
- هرمز , مازن يوسف و جميل عادل كامل , علم الصخور , وزارة التعليم
العالي والبحث العلمي , الجمهورية العراقية , ١٩٨١ .
- هودجز , هنري , الخزفيات , تر . محمد يوسف بكر , معهد الإنماء العربي
١٩٨١ .
- وسيج , حسن بطل , الترب العراقية وصلاحيتها للخزف , رسالة ماجستير
غير منشورة , جامعة بغداد , كلية الفنون الجميلة , ١٩٨٩ .

٢ - المصادر باللغة الأجنبية

- *Cosention, Peter, (Creative Pottery) , London , 1980.*
- *Doled . A.E.Dictionary of Ceramics . Newnes. 1974.*
- *Fraster , Harey , (Claves for Cefl Pottery) , London , 1973.*
- *Green , D , (Pottry Materials and echniques) , Faber and Faber , London , 1977 .*
- *Green , D , (Understanding Pottery Glazes) ^{1st} , Published London , 1977*
- *Griffithes , R. and Reford , C. , Calculation in Ceramics Marclean and Sons Ltd . England , London , 1970.*
- *Hamer , Frank . The Potter, s Dictionary of Materials and Techniques , New York , 1970 .*
- *Hofsted , Jolyon (Pottery) , London , 1977.*
- *Moynard. David. (Ceramis Glazes) , London , 1980 .*
- *Rhodes , Deniel , Clay , and Glazes for the Potter , Pitman Pub. Greet Britain , London , 1970 .*
- *Shaw , k ; Ceramic Colours and Pottery Decoration , Mclaren and Sons , London , 1987 .*
- *Silreman – Ray , Skirted . Bowl with Sprayed of Symthetig Wood Ash , Ceramic . Review ,No , 177, May / June , U.S.A , 1998*
- *Singer , F . , Singer , S. S. , Industrial Ceramics , Chemical Publishing Co. , Inc . , New York . 1973.*

- Taylor , J.R., A.C.Bull , *Ceramic Glaze Technology* , Pergamon Press , Great Britain , London , 1987.
- Worrall , W. E., *Institute of Ceramic Text Book Series , Part I, Raw Materials* , Maclaren and Sons Ltd ., London , 1974.
- Fournier , Robert . *Dictionary of Practicel Pottery , Revised-Edition* , Great Britain , 1977.

سعف النخيل
خلطة رقم (١)

درجة الحرارة ١.٢ ----- ١
الشفافية ١٠ ----- ١
مكافئ إلا لومينا ٠.١٢

R ₂ O.RO				R ₂ O ₃		RO ₂		N.	F.	M.P	M.W	P.W	%
Na ₂ O	K ₂ O	CaO	MgO	F _e O ₃	Al ₂ O ₃	B ₂ O ₃	SiO ₂						
٠.٠٣								ASH (SADIUM OXIDE)	Na ₂ O	٠.٠٣	٦٢	١.٨٦	١.١٦
	٠.٠١٢							ASH (POTASSIUM OXIDE)	K ₂ O	٠.٠١ ٢	٩٤	١.١٢٨	٠.٧٠ ٥
		٠.٣						ASH (CALCIUM OXIDE)	Ca O	٠.٣	٥٦	١٦.٨	١٠.٥
			٠.١٨					ASH (MAGNESIUM OXIDE)	MgO	٠.١٨	٤٠	٧.٢	٤.٥
				٠.٠١٨				ASH (IRON OXIDE)	F e ₂ O ₃	٠.٠١ ٨	١٦٠	٢.٨٨	١.٨
					٠.٠١٨			ASH (ALUMINA)	Al ₂ O ₃	٠.٠١ ٨	١٠٢	١.٨٣٦	١.١٤
							١.١٤	ASH (SILICAE)	SiO ₂	١.١٤	٦٠	٦٨.٤	٤٢.٧ ٥
	٠.٠١				٠.٠١		٠.٠٦	FELDSPAR POTASSIUM	K ₂ O. Al ₂ O ₃ .٦SiO ₂	٠.٠١	٥٥٦	٥.٥٦	٣.٤٧
						٠.٠٧٤		(BORON OXIDE)	B ₂ O ₃	٠.٠٧ ٤	٧٠	٥.١٨	٣.٢٣
٠.٤٦٨								SADIUM CARBONATE	Na ₂ CO ₃	٠.٤٦ ٨	١٠٦	٤٩.٦٠٨	٣١
												١٦٠.٤٥ ٢	١٠٠

(الصيغة) FORMULA = (F)
(نسبة الجزيئات) PROPORTION OF MOLECULES = (M.P)
(الوزن الجزيئي) WEIGHT OF MOLECULES = (M.W)
(نسبة الجزيئات في الوزن الجزيئي) PROPORTION OF WEIGHT = (P.W)

سعف النخيل

خلطة رقم (٢)

درجة الحرارة ١.٥ ----- ١
 الشفافية ١.٠ ----- ١
 مكافئ إلا لومينا ٠.١٥

R ₂ O.RO			R ₂ O _r		RO _r			N.	F.	M.P	M.W	P.W	%
Na ₂ O	K ₂ O	CaO	MgO	F _e O _r	Al ₂ O _r	B ₂ O _r	SiO _r						
٠.٠٣								ASH (SADIUM OXIDE)	Na ₂ O	٠.٠٣	٦٢	١.٨٦	١.٠٢
	٠.٠١ ٢							ASH (POTASSIUM OXIDE)	K ₂ O	٠.٠١ ٢	٩٤	١.١٢ ٨	٠.٦٢
		٠.٣						ASH (CALCIUM OXIDE)	Ca O	٠.٣	٥٦	١٦.٨	٩.٢٦
			٠.١٨					ASH (MAGNESIUM OXIDE)	MgO	٠.١٨	٤٠	٧.٢	٣.٩٦
				٠.٠١٨				ASH (IRON OXIDE)	F e ₂ O _r	٠.٠١ ٨	١٦٠	٢.٨٨	١.٥
					٠.٠١٨			ASH (ALUMINA)	Al ₂ O _r	٠.٠١ ٨	١٠٢	١.٨٣ ٦	١.٠١
							١.١٤	ASH (SILICAE)	SiO _r	١.١٤	٦٠	٦٨.٤	٣٧.٧
	٠.٠٦				٠.٠٦		٠.٣٦	FELDSPAR POTASSIUM	K ₂ O. Al ₂ O _r .٦SiO _r	٠.٠٦	٥٥٦	٣٣.٣	١٨.٣
						٠.٠٥٤		(BORON OXIDE)	B ₂ O _r	٠.٠٥ ٤	٧٠	٣.٧٨	٢.٠٨
٠.٤١٨								SADIUM CARBONATE	Na ₂ CO _r	٠.٤١ ٨	١٠٦	٤٤.٣	٢٤.٤
												١٨١. ٤	٩٩.٨

سعف النخيل

خلطة رقم (٣)

درجة الحرارة ١.٧٥ ----- ١
 الشفافية ١٠ ----- ١
 مكافئ إلا لومينا ٠.١٧

R ₂ O.RO				R ₂ O _r			RO _r	N.	F.	M.P	M.W	P.W	%
Na ₂ O	K ₂ O	CaO	MgO	F _e O _r	Al ₂ O _r	B ₂ O _r	SiO _r						
٠.٠٤								ASH (SADIUM OXIDE)	Na ₂ O	٠.٠٤	٦٢	٢.٤	١.٢
	٠.٠١							ASH (POTASSIUM OXIDE)	K ₂ O	٠.٠١	٩٤	٠.٩	٠.٤
		٠.٤						ASH (CALCIUM OXIDE)	Ca O	٠.٤	٥٦	٢٢.٤	١١.٧
			٠.٢					ASH (MAGNESIUM OXIDE)	MgO	٠.٢	٤٠	٨	٤.٢
	٠.٠٤				٠.٠٤		٠.٢٤	FELDSPAR POTASSIUM	K ₂ O. Al ₂ O _r .٦SiO _r	٠.٠٤	٥٥٦	٢٢.٢	١١.٦
٠.٣١								SADIUM CARBONATE	Na ₂ CO ₃	٠.٣١	١٠٦	٣٢.٨	١.٧٢
				٠.٠٢				ASH (IRON OXIDE)	F _e O _r	٠.٠٢	١٦٠	٣.٢	١.٦
					٠.٠٢			ASH (ALUMINA)	Al ₂ O _r	٠.٠٢	١٠٢	٢.٠٤	١
						٠.٠٩		(BORON OXIDE)	B ₂ O _r	٠.٠٩	٦٩	٦.٢	٣.٢
							١.٥	ASH (SILICAE)	SiO _r	١.٥	٦٠	٩٠	٤٧.٣
												١٩٠	٩٩.٤

سعف النخيل
خلطة رقم (٤)

درجة الحرارة ١ ---- ٢
الشفافية ١ ---- ١٠
مكافئ إلا لومينا ٠.٢

R ₂ O.RO				R ₂ O _r			RO _r	N.	F.	M.P	M.W	P.W	%
Na ₂ O	K ₂ O	CaO	MgO	F _e O _r	Al ₂ O _r	B ₂ O _r	SiO _r						
٠.٠٤								ASH (SADIUM OXIDE)	Na ₂ O	٠.٠٤	٦٢	٢.٤	١.١
	٠.٠١							ASH (POTASSIUM OXIDE)	K ₂ O	٠.٠١	٩٤	٠.٩	٠.٤
		٠.٤						ASH (CALCIUM OXIDE)	Ca O	٠.٤	٥٦	٢٢.٤	١٠.٨
			٠.٢					ASH (MAGNESIUM OXIDE)	MgO	٠.٢	٤٠	٨	٣.٨
	٠.٠٨				٠.٠٨		٠.٥	FELDSPAR POTASSIUM	K ₂ O. Al ₂ O _r .٦SiO _r	٠.٠٨	٥٥٦	٤٤.٤	٢١.٤
٠.٢٧								SADIUM CARBONATE	Na ₂ CO ₃	٠.٢٧	١٠٦	٢٨.٦	١٣.٨
				٠.٠٢				ASH (IRON OXIDE)	F e ₂ O ₃	٠.٠٢	١٦٠	٣.٢	١.٥
						٠.٠٨		(BORON OXIDE)	B ₂ O ₃	٠.٠٨	٦٩	٥.٥	٢.٦
							١.٥	ASH (SILICAE)	SiO ₂	١.٥	٦٠	٩٠	٤٣.٤
					٠.٠٢			ASH (ALUMINA)	Al ₂ O ₃	٠.٠٢	١٠٢	٢.٠٤	٠.٩
												٢٠.٧	٩٨

سعف النخيل
 خلطة رقم (٥)

درجة الحرارة ٢.٢٥ ----- ١
 الشفافية ١٠ ----- ١
 مكافئ إلا لومينا ٠.٢٢

R _٢ O.RO				R _٢ O _٢			RO _٢	N.	F.	M.P	M.W	P.W	%
Na _٢ O	K _٢ O	CaO	MgO	F _e O _٢	Al _٢ O _٢	B _٢ O _٢	SiO _٢						
٠.٠٤								ASH (SADIUM OXIDE)	Na _٢ O	٠.٠٤	٦٢	٢.٤	١
	٠.٠١							ASH (POTASSIUM OXIDE)	K _٢ O	٠.٠١	٩٤	٠.٩	٠.٣
		٠.٤						ASH (CALCIUM OXIDE)	Ca O	٠.٤	٥٦	٢٢.٤	٩.٩
			٠.٢					ASH (MAGNESIUM OXIDE)	MgO	٠.٢	٤٠	٨	٣.٥
	٠.١٢٥				٠.١٢٥		٠.٧٥	FELDSPAR POTASSIUM	K _٢ O. Al _٢ O _٢ .٦SiO _٢	٠.١٢ ٥	٥٥٦	٦٩.٥	٣٠.٧
٠.٢٣								SADIUM CARBONATE	Na _٢ CO _٢	٠.٢٣	١٠٦	٢٤.٣	١٠.٧
				٠.٠٢				ASH (IRON OXIDE)	F e _٢ O _٢	٠.٠٢	١٦٠	٣.٢	١.٤
					٠.٠٢			ASH (ALUMINA)	Al _٢ O _٢	٠.٠٢	١٠٢	٢.٠٤	٠.٩
						٠.٠٥٥		(BORON OXIDE)	B _٢ O _٢	٠.٠٥ ٥	٦٩	٣.٧	١.٦
							١.٥	ASH (SILICAE)	SiO _٢	١.٥	٦٠	٩٠	٣٩.٨
												٢٢٦	٩٩

كوالح الأذرة
خلطة رقم (٧)

درجة الحرارة ١.٢ ----- ١
الشفافية ١.٠ ----- ١
مكافئ إلا لومينا ٠.١٢

R ₂ O.RO				R ₂ O _r		RO _r		N.	F.	M.P	M.W	P.W	%
Na ₂ O	K ₂ O	CaO	MgO	F _e O _r	Al ₂ O _r	B ₂ O _r	SiO _r						
٠.٠٨								ASH (SADIUM OXIDE)	Na ₂ O	٠.٠٨	٦٢	٤.٩٦	٢.٩
	٠.٠٢							ASH (POTASSIUM OXIDE)	K ₂ O	٠.٠٢	٩٤	١.٨٨	١.١
		٠.١٢						ASH (CALCIUM OXIDE)	Ca O	٠.١٢	٥٦	٦.٧٢	٣.٩
			٠.١٦					ASH (MAGNESIUM OXIDE)	MgO	٠.١٦	٤٠	٦.٤	٣.٧
				٠.٠٠٨				ASH (IRON OXIDE)	F e ₂ O _r	٠.٠٠٨	١٦٠	١.٢٨	٠.٧
					٠.٠٦٨			ASH (ALUMINA)	Al ₂ O _r	٠.٠٦٨	١٠٢	٦.٩٣	٤.١
							١.٠٤	ASH (SILICAE)	SiO _r	١.٠٤	٦٠	٦٢.٤	٣٦.٩
	٠.٠٢ ٦				٠.٠٢٦		٠.١٥٦	FELDSPAR POTASSIUM	K ₂ O. Al ₂ O _r .٦SiO _r	٠.٠٢٦	٥٥٦	١٤.٤	٨.٥
						٠.٠١٨		(BORON OXIDE)	B ₂ O _r	٠.٠١٨	٧٠	١٢.٦	٠.٧
٠.٥٩٤								SADIUM CARBONATE	Na ₂ CO _r	٠.٥٩٤	١٠٦	٦٢.٩	٣٧
												١٦٩	٩٩.٥

كوالح الأذرة
خلطة رقم (٨)

درجة الحرارة ١.٥ ----- ١
الشفافية ١٠ ----- ١
مكافئ إلا لومينا ٠.١٥

R ₂ O.RO				R ₂ O ₃		RO ₂		N.	F.	M.P	M.W	P.W	%
Na ₂ O	K ₂ O	CaO	MgO	F e ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	B ₂ O ₃	SiO ₂						
٠.١								ASH (SADIUM OXIDE)	Na ₂ O	٠.١	٦٢	٦.٢	٣.٣
	٠.٠٢ ٥							ASH (POTASSIUM OXIDE)	K ₂ O	٠.٠٢ ٥	٩٤	٢.٣٥	١.٢
		٠.١٥						ASH (CALCIUM OXIDE)	Ca O	٠.١٥	٥٦	٨.٤	٤.٥
			٠.٢					ASH (MAGNESIUM OXIDE)	MgO	٠.٢	٤٠	٨	٤.٣
				٠.٠١				ASH (IRON OXIDE)	F e ₂ O ₃	٠.٠١	١٦٠	١.٦	٠.٨
					٠.٠٨٥			ASH (ALUMINA)	Al ₂ O ₃	٠.٠٢ ٥	١٠٢	٨.٦٧	٤.٦
							١.٣	ASH (SILICAE)	SiO ₂	١.٣	٦٠	٧٨	٤٢.١ ٦
	٠.٠٣ ٣				٠.٠٣٣		٠.٢	FELDSPAR POTASSIUM	K ₂ O. Al ₂ O ₃ .٦SiO ₂	٠.٠٣ ٣	٥٥٦	١٨.٤ ٣	٩.٩
						٠.٠٢٢		(BORON OXIDE)	B ₂ O ₃	٠.٠٢ ٢	٧٠	١.٥٤	٠.٨
٠.٤٩٢								SADIUM CARBONATE	Na ₂ CO ₃	٠.٤٩ ٢	١٠٦	٥٢.١ ٥	٢٨.١ ٨
												١٨٥	٩٩.٧

كوالح الأذرة
خلطة رقم (٩)

درجة الحرارة ١.٧٥ ----- ١
الشفافية ١٠ ----- ١
مكافئ إلا لومينا ٠.١٧٥

R _٢ O.RO				R _٢ O _٣			RO _٢		N.	F.	M.P	M.W	P.W	%
Na _٢ O	K _٢ O	CaO	MgO	F _e O _٣	Al _٢ O _٣	B _٢ O _٣	SiO _٢							
٠.١٢								ASH (SADIUM OXIDE)	Na _٢ O	٠.١٢	٦٢	٧.٤	٣.٧	
	٠.٠٣							ASH (POTASSIUM OXIDE)	K _٢ O	٠.٠٣	٩٤	٢.٨	١.٤	
		٠.١٨						ASH (CALCIUM OXIDE)	Ca O	٠.١٨	٥٦	١٠	٥	
			٠.٢٤					ASH (MAGNESIUM OXIDE)	MgO	٠.٢٤	٤٠	٩.٦	٤.٨	
	٠.٠٤				٠.٠٤		٠.٢٥	FELDSPAR POTASSIUM	K _٢ O. Al _٢ O _٣ .٦SiO _٢	٠.٠٤	٥٥٦	٢٢.٢	١١.٢	
				٠.٠١٢				ASH (IRON OXIDE)	F e _٢ O _٣	٠.٠١٢	١٦٠	١.٩٢	٠.٩	
						٠.٠٢١		(BORON OXIDE)	B _٢ O _٣	٠.٠٢١	٦٩	١.٤٤	٠.٧	
					٠.١٠٢			ASH (ALUMINA)	Al _٢ O _٣	٠.١٠٢	١٠٢	١٠.٤	٥.٢	
٠.٣٩								SADIUM CARBONATE	Na _٢ CO _٣	٠.٣٩	١٠٦	٤١.٣	٢٠.٩	
							١.٥	ASH (SILICAE)	SiO _٢	١.٥	٦٠	٩٠	٤٥.٦	
												١٩٧	٩٩.٤	

كوالح الأذرة
خلطة رقم (١٠)

درجة الحرارة ١ ---- ٢
الشفافية ١ ---- ١٠
مكافئ إلا لومينا ٠.٢

R _٢ O.RO				R _٢ O _٢			RO _٢		N.	F.	M.P	M.W	P.W	%
Na _٢ O	K _٢ O	CaO	MgO	F _{e٢} O _٢	Al _٢ O _٢	B _٢ O _٢	SiO _٢							
٠.١٢								ASH (SADIUM OXIDE)	Na _٢ O	٠.١٢	٦٢	٧.٤	٣.٤	
	٠.٠٣							ASH (POTASSIUM OXIDE)	K _٢ O	٠.٠٣	٩٤	٢.٨	١.٣	
		٠.١٨						ASH (CALCIUM OXIDE)	Ca O	٠.١٨	٥٦	١٠	٤.٦	
			٠.٢٤					ASH (MAGNESIUM OXIDE)	MgO	٠.٢٤	٤٠	٩.٦	٤.٤	
	٠.٠٨				٠.٠٨		٠.٥	FELDSPAR POTASSIUM	K _٢ O. Al _٢ O _٢ .٦SiO _٢	٠.٠٨	٥٥٦	٤٤.٤	٢٠.٧	
٠.٣٥								SADIUM CARBONATE	Na _٢ CO _٢	٠.٣٥	١٠٦	٣٧.١	١٧.٣	
				٠.٠١٢				ASH (IRON OXIDE)	F e _٢ O _٢	٠.٠١ ٢	١٦٠	١.٩٢	٠.٨	
					٠.١٠٢			ASH (ALUMINA)	Al _٢ O _٢	٠.١٠ ٢	١٠٢	١٠.٤	٤.٨	
						٠.٠٠٦		(BORON OXIDE)	B _٢ O _٢	٠.٠٠ ٦	٦٩	٠.٤١ ٤	٠.١٩	
							١.٥	ASH (SILICAE)	SiO _٢	١.٥	٦٠	٩٠	٤٢	
												٢١٤	٩٩	

كوالح الأذرة
خلطة رقم (١١)

درجة الحرارة ٢.٢٥ ----- ١
الشفافية ١٠ ----- ١
مكافئ إلا لومينا ٠.٢٢٥

R ₂ O.RO				R ₂ O _r			RO _r		N.	F.	M.P	M.W	P.W	%
Na ₂ O	K ₂ O	CaO	MgO	F _e O _r	Al ₂ O _r	B ₂ O _r	SiO _r							
٠.١٢								ASH (SADIUM OXIDE)	Na ₂ O	٠.١٢	٦٢	٧.٤	٣.١	
	٠.٠٣							ASH (POTASSIUM OXIDE)	K ₂ O	٠.٠٣	٩٤	٢.٨	١.٢	
		٠.١٨						ASH (CALCIUM OXIDE)	Ca O	٠.١٨	٥٦	١٠	٤.٢	
			٠.٢٤					ASH (MAGNESIUM OXIDE)	MgO	٠.٢٤	٤٠	٩.٦	٤.١	
	٠.١٢ ٥				٠.١٢٥		٠.٧٥	FELDSPAR POTASSIUM	K ₂ O. Al ₂ O _r .٦SiO _r	٠.١٢ ٥	٥٥٦	٦٩.٥	٢٩.٨	
				٠.٠١٢				SADIUM CARBONATE	Na ₂ CO ₃	٠.٠١ ٢	١٦٠	١.٩٢	٠.٨	
					٠.١٠٢			ASH (IRON OXIDE)	Fe ₂ O ₃	٠.١٠ ٢	١٠٢	١٠.٤	٤.٤	
٠.٣٠٥								ASH (ALUMINA)	Al ₂ O ₃	٠.٣٠ ٥	١٠٦	٣٢.٣	١٣.٨	
							١.٥	ASH (SILICAE)	SiO ₂	١.٥	٦٠	٩٠	٣٨.٦	
												٢٣٣	١٠٠	

قصب ألبريدي
خلطة رقم (١٣)

درجة الحرارة ١.٢ ----- ١
الشفافية ١.٠ ----- ١
مكافئ إلا لومينا ٠.١٢

R _٢ O.RO				R _٢ O _٣			RO _٢	N.	F.	M.P	M.W	P.W	%
Na _٢ O	K _٢ O	CaO	MgO	F _e O _٣	Al _٢ O _٣	B _٢ O _٣	SiO _٢						
٠.١٣٧								ASH (SADIUM OXIDE)	Na _٢ O	٠.١٣ ٧	٦٢	٨.٤٩	٤.٩
	٠.٠٣							ASH (POTASSIUM OXIDE)	K _٢ O	٠.٠٣	٩٤	٢.٨	١.٦
		٠.٢						ASH (CALCIUM OXIDE)	Ca O	٠.٢	٥٦	١١.٢	٦.٤
			٠.١					ASH (MAGNESIUM OXIDE)	MgO	٠.١	٤٠	٤	٢.٣
				٠.١				ASH (IRON OXIDE)	F e _٢ O _٣	٠.١	١٦٠	١٦	٩.٢
					٠.٠١			ASH (ALUMINA)	Al _٢ O _٣	٠.٠١	١٠٢	١.٠٢	٠.٥
							١.١٤	ASH (SILICAE)	SiO _٢	٠.٠١ ٤	٦٠	٦٨.٤	٣٩.٥
	٠.٠١				٠.٠١		٠.٠٦	FELDSPAR POTASSIUM	K _٢ O. Al _٢ O _٣ .٦SiO _٢	٠.٠١	٥٥٦	٥.٥٦	٣.٢
٠.٥٢٣								SADIUM CARBONATE	Na _٢ CO _٣	٠.٥٢ ٣	١٠٦	٥٥.٤	٣٢
												١٧٢. ٨	٩٩.٦

قصب البردي
خلطة رقم (١٤)

درجة الحرارة ١.٥ ----- ١
الشفافية ١.٠ ----- ١
مكافئ إلا لومينا ٠.١٥

R ₂ O.RO				R ₂ O _r			RO _r		N.	F.	M.P	M.W	P.W	%
Na ₂ O	K ₂ O	CaO	MgO	F _e O _r	Al ₂ O _r	B ₂ O _r	SiO _r							
٠.١٥								ASH (SADIUM OXIDE)	Na ₂ O	٠.١٥	٦٢	٩.٣	٤.٨	
	٠.٠٣							ASH (POTASSIUM OXIDE)	K ₂ O	٠.٠٣	٩٤	٢.٨	١.٤	
		٠.٢						ASH (CALCIUM OXIDE)	Ca O	٠.٢	٥٦	١١.٢	٥.٨	
			٠.١					ASH (MAGNESIUM OXIDE)	MgO	٠.١	٤٠	٤	٢	
				٠.١				ASH (IRON OXIDE)	F e _r O _r	٠.١	١٦٠	١٦	٨.٢	
					٠.٠١			ASH (ALUMINA)	Al ₂ O _r	٠.٠١	١٠٢	١.٠٢	٠.٥	
	٠.٠٥					٠.٠٥	٠.٣	ASH (SILICAE)	SiO _r	٠.٠٥	٥٥٦	٢٧.٨	١٤.٤	
							١.٢	FELDSPAR POTASSIUM	K ₂ O. Al ₂ O _r .٦SiO _r	١.٢	٦٠	٧٢	٣٧.٣	
٠.٤٧								SADIUM CARBONATE	Na ₂ CO _r	٠.٤٧	١٠٦	٤٩.٨	٢٥	
												١٩٣	١٠٠	

قصب البردي
خلطة رقم (١٥)

درجة الحرارة ١.٧٥ ----- ١
الشفافية ١٠ ----- ١
مكافئ إلا لومينا ٠.١٧

R ₂ O.RO				R ₂ O _r		RO _r		N.	F.	M.P	M.W	P.W	%
Na ₂ O	K ₂ O	CaO	MgO	F _e O _r	Al ₂ O _r	B ₂ O _r	SiO _r						
٠.١٥								ASH (SADIUM OXIDE)	Na ₂ O	٠.١٥	٦٢	٩.٣	٤.٤
	٠.٠٣							ASH (POTASSIUM OXIDE)	K ₂ O	٠.٠٣	٩٤	٢.٨	١.٣
		٠.٢						ASH (CALCIUM OXIDE)	Ca O	٠.٢	٥٦	١١.٢	٥.٣
			٠.١					ASH (MAGNESIUM OXIDE)	MgO	٠.١	٤٠	٤	١.٩
				٠.١				ASH (IRON OXIDE)	F e _r O _r	٠.١	١٦٠	١٦	٧.٩
					٠.٠١			ASH (ALUMINA)	Al ₂ O _r	٠.٠١	١٠٢	١.٠٢	٠.٤
	٠.٠٦				٠.٠٦	٠.٣٦		FELDSPAR POTASSIUM	K ₂ O. Al ₂ O _r .٦SiO _r	٠.٠٦	٥٥٦	٣٣.٣	١٥.٩
						١.٢		ASH (SILICAE)	SiO _r	١.٢	٦٠	٧٢	٣٤.٤
						٠.١٩		FLINT	SiO _r	٠.١٩	٦٠	١١.٤	٥.٤
٠.٤٦								SADIUM CARBONATE	Na ₂ CO _r	٠.٤٦	١٠٦	٤٨.٧	٢٣.٣
												٢٠.٩	٩٩.٩

قصب البردي
خلطة رقم (١٦)

درجة الحرارة ٢ ---- ١
الشفافية ٢٠ ---- ١
مكافئ إلا لومينا ٠.٢

R _٢ O.RO				R _٢ O _٣		RO _٢		N.	F.	M.P	M.W	P.W	%
Na _٢ O	K _٢ O	CaO	MgO	F _e O _٣	Al _٢ O _٣	B _٢ O _٣	SiO _٢						
٠.٢								ASH (SADIUM OXIDE)	Na _٢ O	٠.٢	٦٢	١٢.٤	٥.٣
	٠.٠٤							ASH (POTASSIUM OXIDE)	K _٢ O	٠.٠٤	٩٤	٣.٧	١.٦
		٠.٣٢						ASH (CALCIUM OXIDE)	Ca O	٠.٣٢	٥٦	١٧.٩	٧.٧
			٠.١٤٤					ASH (MAGNESIUM OXIDE)	MgO	٠.١٤٤	٤٠	٤.٥	١.٩
				٠.١٦				ASH (IRON OXIDE)	F e _٢ O _٣	٠.١٦	١٦٠	٢٥.٦	١١.١
					٠.٠١٦			ASH (ALUMINA)	Al _٢ O _٣	٠.٠١٦	١٠٢	١.٦	٠.٦
						١.٦		ASH (SILICAE)	SiO _٢	١.٦	٦٠	٩٦	٤١.٧
	٠.٠٦٦				٠.٠٦٦	٠.٤		FELDSPAR POTASSIUM	K _٢ O. Al _٢ O _٣ . ٦SiO _٢	٠.٠٦٦	٥٥٦	٣٦.٦	١٥.٩
							٠.١١٨	(BORON OXIDE)	B _٢ O _٣	٠.١١٨	٧٠	٨.٢	٣.٥
٠.٢٣								SADIUM CARBONATE	Na _٢ CO _٣	٠.٢٣	١٠٦	٢٤.٣	١٠.٥
												٢٣٠	٩٩.٨

قصب البردي
خلطة رقم (١٧)

درجة الحرارة ٢.٢٥ ----- ١
الشفافية ١٠ ----- ١
مكافئ إلا لومينا ٠.٢٢٥

R ₂ O.RO				R ₂ O _r		RO _r		N.	F.	M.P	M.W	P.W	%
Na ₂ O	K ₂ O	CaO	MgO	F _e O _r	Al ₂ O _r	B ₂ O _r	SiO _r						
٠.٢								ASH (SADIUM OXIDE)	Na ₂ O	٠.٢	٦٢	١٢.٤	٥.٢
	٠.٠١							ASH (POTASSIUM OXIDE)	K ₂ O	٠.٠٤	٩٤	٣.٧	١.٥
		٠.٣٢						ASH (CALCIUM OXIDE)	Ca O	٠.٣٢	٥٦	١٧.٩	٧.٥
			٠.١٤٤					ASH (MAGNESIUM OXIDE)	MgO	٠.١٤ ٤	٤٠	٤.٥	١.٩
				٠.١٦				ASH (IRON OXIDE)	F e ₂ O _r	٠.١٦	١٦٠	٢٥.٦	١٠.٨
					٠.٠١٦			ASH (ALUMINA)	Al ₂ O _r	٠.٠١ ٦	١٠٢	١.٦	٠.٦
						١.٦		ASH (SILICAE)	SiO _r	١.٦	٦٠	٩٦	٤٠.٦
	٠.٠٤ ٩				٠.٠٤٩	٠.٢٩٤		FELDSPAR POTASSIUM	K ₂ O. Al ₂ O _r .٦SiO _r	٠.٠٤ ٩	٥٥٦	٢٧.٢	١١.٥
٠.٢٤٧								SADIUM CARBONATE	Na ₂ CO _r	٠.٢٤ ٧	١٠٦	٢٦.١	١١
						٠.٣٢٦		FLINT	SiO _r	٠.٣٥ ٦	٦٠	٢١.٣	٩
												٢٣٦	٩٩.٦

تبن الشعير
خلطة رقم (١٩)

درجة الحرارة ١.٧٥ ----- ١
الشفافية ١٠ ----- ١
مكافئ إلا لومينا ٠.١٢

R ₂ O.RO			R ₂ O _r			RO _r		N.	F.	M.P	M.W	P.W	%
Na ₂ O	K ₂ O	CaO	MgO	F _e O _r	Al ₂ O _r	B ₂ O _r	SiO _r						
٠.٠٦								ASH (SADIUM OXIDE)	Na ₂ O	٠.٠٦	٦٢	٣.٧٢	٢.٢
	٠.٠٨ ٤							ASH (POTASSIUM OXIDE)	K ₂ O	٠.٠٨ ٤	٩٤	٧.٨٩	٤.٧
		٠.٢٤						ASH (CALCIUM OXIDE)	Ca O	٠.٢٤	٥٦	١٣.٤ ٤	٨
			٠.١٢					ASH (MAGNESIUM OXIDE)	MgO	٠.١٢	٤٠	٤.٨	٢.٨
				٠.٠١٢				ASH (IRON OXIDE)	F e ₂ O _r	٠.٠١ ٢	١٦٠	١.٩٢	١.١
					٠.٠٦٦			ASH (ALUMINA)	Al ₂ O _r	٠.٠٦ ٦	١٠٢	٦.٧٣	٤
							١.٠٢	ASH (SILICAE)	SiO _r	١.٠٢	٦٠	٦١.٢	٣٦.٧
	٠.٠٣				٠.٠٣		٠.١٨	FELDSPAR POTASSIUM	K ₂ O. Al ₂ O _r .٦SiO _r	٠.٠٣	٥٥٦	١٦.٦ ٨	١٠
						٠.٠١٢		(BORON OXIDE)	B ₂ O _r	٠.٠١ ٢	٧٠	٠.٨٤	٠.٥
٠.٤٦٦								SADIUM CARBONATE	Na ₂ CO _r	٠.٤٦ ٦	١٠٦	٤٩.٣ ٩	٢٩.٦
												١٦٦. ٦	٩٩.٦

تبين الشعير
خلطة رقم (٢٠)

درجة الحرارة ١.٥ ----- ١
الشفافية ١٠ ----- ١
مكافئ إلا لومينا ٠.١٥

R ₂ O.RO				R ₂ O _r		RO _r		N.	F.	M.P	M.W	P.W	%
Na ₂ O	K ₂ O	CaO	MgO	F _e O _r	Al ₂ O _r	B ₂ O _r	SiO _r						
٠.٠٨								ASH (SADIUM OXIDE)	Na ₂ O	٠.٠٨	٦٢	٤.٩٦	٢.٦
	٠.١١ ٢							ASH (POTASSIUM OXIDE)	K ₂ O	٠.١١ ٢	٩٤	١٠.٥	٥.٦
		٠.٣٢						ASH (CALCIUM OXIDE)	Ca O	٠.٣٢	٥٦	١٧.٩	٩.٦
			٠.١٦					ASH (MAGNESIUM OXIDE)	MgO	٠.١٦	٤٠	٦.٤	٣.٤
				٠.٠١٦				ASH (IRON OXIDE)	F e ₂ O _r	٠.٠١ ٦	١٦٠	٢.٥٦	١.٣
					٠.٠٨٨			ASH (ALUMINA)	Al ₂ O _r	٠.٠٨ ٨	١٠٢	٨.٩٧	٤.٨
							١.٣٦	ASH (SILICAE)	SiO _r	١.٣٦	٦٠	٨١.٦	٤٣.٨
	٠.٠٤				٠.٠٤		٠.٢٤	FELDSPAR POTASSIUM	K ₂ O. Al ₂ O _r .٦SiO _r	٠.٠٤	٥٥٦	٢٢.٢	١١.٩
						٠.٠٠٦		(BORON OXIDE)	B ₂ O _r	٠.٠٠ ٦	٧٠	٠.٤٢	٠.٢
٠.٢٨٨								SADIUM CARBONATE	Na ₂ CO _r	٠.٢٨ ٨	١٠٦	٣٠.٥ ٢	١٦.٤
												١٨٦	٩٩.٦

تبن الشعير
خلطة رقم (٢١)

درجة الحرارة ١.٧٥ ----- ١
الشفافية ١.٠ ----- ١
مكافئ إلا لومينا ٠.١٧٥

R _٢ O.RO			R _٢ O _٣		RO _٢		N.		F.		M.P	M.W	P.W	%
Na _٢ O	K _٢ O	CaO	MgO	F _{e٢} O _٣	Al _٢ O _٣	B _٢ O _٣	SiO _٢							
٠.٠٨								ASH (SADIUM OXIDE)	Na _٢ O	٠.٠٨	٦٢	٤٠٩ ٦	٢.٥	
	٠.١١ ٢							ASH (POTASSIUM OXIDE)	K _٢ O	٠.١١ ٢	٩٤	١٠٥ ٢	٥.٣	
		٠.٣٢						ASH (CALCIUM OXIDE)	Ca O	٠.٣٢	٥٦	١٧٠٩ ٢	٩	
			٠.١٦					ASH (MAGNESIUM OXIDE)	MgO	٠.١٦	٤٠	٦.٤	٣.٢	
				٠.٠١٦				ASH (IRON OXIDE)	F e _٢ O _٣	٠.٠١ ٦	١٦٠	٢.٥٦	١.٢	
					٠.٠٨٨			ASH (ALUMINA)	Al _٢ O _٣	٠.٠٨ ٨	١٠٢	٨.٩٧ ٦	٤.٥	
							١.٣٦	ASH (SILICAE)	SiO _٢	١.٣٦	٦٠	٨١.٦	٤١.٣	
	٠.٠٦ ٥				٠.٠٦٥		٠.٣٩	FELDSPAR POTASSIUM	K _٢ O. Al _٢ O _٣ .٦SiO _٢	٠.٠٦ ٥	٥٥٦	٣٦.١ ٤	١٨.٣	
						٠.٠٠٦		(BORON OXIDE)	B _٢ O _٣	٠.٠٠ ٦	٧٠	٠.٤٢	٠.٢	
٠.٢٦٣								SADIUM CARBONATE	Na _٢ CO _٣	٠.٢٦ ٣	١٠٦	٢٧.٨	١٤	
												١٩٧. ٢	٩٩.٥	

الجدول (٤ - ٥٥)
يبين النسب المئوية للخطات حسب وحدة الصيغة

%	FLINET	Na ₂ CO ₃	B ₂ O ₃	K ₂ O.Al ₂ O ₃ . ⁶ SiO ₂	ASH*	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MgO	GaO	K ₂ O	Na ₂ O	ت
٩٩.١٥		٣١	٣.٢	٣.٤	٦٢.٥	٤٢.٧٥	١.١٤	١.٨	٤.٥	١٠.٥	٠.٧٠٥	١.١٦	١
٩٩.٣٤		٢٤.١	٢.٣	١٥.٤	٥٨.٠٣	٤٠.٤	١.١	١.٧	٤.٤	٩.٤	٠.٥	١.٠٤	٢
٩٩.٤		١٧.٢	٣.٢	١١.٦	٦٧	٤٧.٣	١	١.٦	٤.٢	١١.٧	٠.٤	١.٢	٣
٩٩.٧		١٣.٨	٢.٦	٢١.٤	٦١	٤٣.٤	٠.٩	١.٥	٣.٨	١٠.٨	٠.٤	١.١	٤
٩٩.٨		١٠.٧	١.٦	٣٠.٧	٥٦.٨	٣٩.٨	٠.٩	١.٤	٣.٥	٩.٩	٠.٣	١	٥
٩٩.٥		٣٧	٠.٧	٨.٥	٥٣.٣	٣٦.٩	٤.١	٠.٧	٣.٧	٣.٩	١.١	٢.٩	٧
٩٩.٧٤		٢٨.١٨	٠.٨	٩.٩	٦٠.٨٦	٤٢.١٦	٤.٦	٠.٨	٤.٣	٤.٥	١.٢	٣.٣	٨
٩٩.٤		٢٠.٩	٠.٧	١١.٢	٦٦.٦	٤٥.٦	٥.٢	٠.٩	٤.٨	٥	١.٤	٣.٧	٩
٩٩.٤٢		١٧.٣	٠.١٩	٢٠.٧	٦١.٣	٤٢	٤.٨	٠.٨	٤.٤	٤.٦	١.٣	٣.٤	١٠
١٠٠		١٣.٨		٢٩.٨	٥٦.٩	٣٨.٦	٤.٤	٠.٨	٤.١	٤.٢	١.٢	٣.١	١١
٩٩.٧		٣٢		٣.٢	٦٤.٤	٣٩.٥	٠.٥	٩.٢	٢.٣	٦.٤	١.٦	٤.٩	١٣
١٠٠		٢٥.٦		١٤.٤	٦٠	٣٧.٣	٠.٥	٨.٢	٢	٥.٨	١.٤	٤.٨	١٤
٩٩.٩	٥.٤	٢٣.٣		١٥.٩	٥٥.٣	٣٤.٤	٠.٤	٧.٦	١.٩	٥.٣	١.٣	٤.٤	١٥
٩٩.٨		١٠.٥	٣.٥	١٥.٩	٦٩.٩	٤١.٧	٠.٦	١١.١	١.٩	٧.٧	١.٦	٥.٣	١٦
٩٩.٦	٩	١١		١١.٥	٦٨.١	٤٠.٦	٠.٦	١٠.٨	١.٩	٧.٥	١.٥	٥.٢	١٧
٩٩.٦		٢٩.٦	٠.٥	١٠	٥٩.٥	٣٦.٧	٤	١.١	٢.٨	٨	٤.٧	٢.٢	١٩
٩٨.٨		١٦.٤	٠.٢	١١.١	٧١.١	٤٣.٨	٤.٨	١.٣	٣.٤	٩.٦	٥.٦	٢.٦	٢٠
٩٩.٥		١٤	٠.٢	١٨.٣	٦٩	٤١.٣	٤.٥	١.٢	٣.٢	٩	٥.٣	٢.٥	٢١

* حاصل مجموع النسب المئوية لمكونات الرماد

