

تطبيقات طيف الأشعة السينية المفلورة للعناصر الأساسية والضئيلة في عينات من خام السيراميك الليبي

الأستاذ / سالم محمد البهباخ¹

مقدمة:

تعتبر أشعة إكس من أهم الطرق المستخدمة في التحليل الكيفي والكمي وخاصة في العينات المتعددة العناصر . تعتمد هذه الطريقة أساساً على حساب طاقة وشدة أشعة إكس الصادرة من العينة بعد تشعيعها بأشعة إكس الصادرة من أنبوبة الكاثód .

إنتاج السيراميك لمختلف المتطلبات من أهم الأهداف التي أنشاء من أجلها مجمع السيراميك بمدينة غريان في ليبيا ، هذه التقنية تعتمد على توفر الموارد المحلية مثل هذه الصناعات. الهدف الرئيسي لهذه الدراسة هو استخدام أشعة إكس المفلورة لتقدير العناصر المتعددة الموجودة في الموارد المحلية من عينات الطين ومقارنة العناصر الموجودة بها بالمواصفات المعتمدة ومقارنتها صلاحيتها مثل هذه الصناعات . كذلك مقارنة المواد الأولية الليبية بالمواد المستوردة من تونس وأسبانيا من ناحية جودتها وصلاحيتها مثل هذه الصناعات. شملت الدراسة طرق أخذ العينات من المحاجر ومعالجتها.

صناعة الفخار من أقدم الصناعات التي عرفتها البشرية ومنها الأواني الخزفية المستخدمة في الأكل والشرب وهي أواني اغلبها يصنع من الأطيان مضاف اليها بعض المواد الأخرى مثل السيليكا والفلسبار. تحرف الأواني بين 950 إلى 1300 درجة مئوية . وتعرف عملية الحرق باسم الحرق، و التي وتعطي للجسم مسامية عالية من الضروري طلائه خارجياً لفرض سد المسamas ورفع كفاءتها ومقاومتها للأحماس زد على ذلك الناحية الجمالية [1]. الطلاء الرصاصي من أشهر الطلاءات وذلك لاحتوائه على مركبات الرصاص وهو شائع الاستخدام منذ القدم لما له من مزايا مثل انخفاض لزوجته ، ومدى حراري جيد بالإضافة الى اعطاء السطح سطحاً ناعماً ودرجة لمعان عالية [2]. أصبح الان الطلاء الرصاصي من المشاكل التي تواجه صناعة الخزف في وقتنا الحاضر وذلك لتسرب هذا العنصر من سطح الاناء الحاوي للمواد الغذائية وذلك نتيجة لذوبانه في بعض الاحماس التي تحتويها المواد الغذائية ووصوله للجسم . وهو مادفع الحكومة البريطانية في سنة 1949 م الي منع استخدام هذا النوع من الطلاء وخاصة في الأواني المستخدمة في الأكل والشرب. اول مؤتمر دولي عقد حول سلامة أواني الطعام الخزفية بجنيف في نوفمبر 1974 - 14 سنة 1974 م . أما احدث الاختبارات فكان من قبل ادارة الأدوية والمؤكولات الأمريكية (F.D.A) سنة 1974 م التي حددت نسبة تسرب هذا العنصر لا تتعدي [3] 6 ppm .

¹ قسم الفيزياء - كلية الآداب والعلوم - زليتن - جامعة المرقب

**تطبيقات طيف الأشعة السينية المفلورة للعناصر
الأساسية والضئيلة في عينات من خام السيراميك الليبي**

تتميز منطقة جبل نفوسة في ليبيا منذ القدم بصناعة المواد السيراميكية الأولية البدائية . وتتركز في منطقتي غريان والقواسم ويوجد بهما عدة مصانع للمواد السيراميكية مثل مصنع المواد المنزليه و الصحيه ومصنع البلاط الأرضي . ويرجع وذلك الي توفر المواد الاولية بكثبيات هائلة في عدة محاجر . في هذه الورقة تمت دراسة بعض المحاجر في كل من محجر القواسم للطين الخضراء ، ابوغيلان للطين الحمراء ، السدادة ، كاولين سبها ، سيليكا العزيزية وتحليل مكونات خاماتها الأولية . وذلك لغرض المساعدة في عملية تطوير مثل هذه الصناعات والرفع من كفاءتها وجودة انتاجها حتى تصاهي المنتجات العالمية الأخرى . وكذلك تمت دراسة السيراميك (البسكويت) المصنوع محليا في مصنع كل من أبورشادة ، مصنع بلاط غريان و السيراميك التونسي والأسباني.

لقد تم استخدام جهاز الأشعة السينية المفلورة (X-LAB-2000) لتعيين تراكيز العناصر الأساسية لمكونات السيراميك المحلي والخارجي وكذلك العناصر المصاحبة لها لكل المحاجر . هذه النوعية من التحاليل تمتاز بالتحليل المباشر للعينات الصلبة دون إحداث أي تلف أو استهلاك للعينات . من أهم مميزات التحليل بأنّه يلائم الاختلافات الشاسعة بين تراكيز العناصر المختلفة لعينة السيراميك وكذلك سرعة زمن التحليل وقلت تكاليف التحليل [4]. النتائج المتحصل عليها باستخدام منظومة الأشعة السينية لعينات المحاجر المحلية تم مقارنتها مع الموصفات العالمية (الجدول رقم 1) كذلك تم مقارنة المواد السيراميكية المصنعة في مصانع محلية مع عينات من عدة دول أخرى وذلك بهدف المقارنة بين الصناعتين والاستفادة منها في تحسين الانتاج المحلي.

جدول (1) يوضح مواصفات الوكالة الدولية للطاقة الذرية للطينات مرجعية عالمية (TB , TB1)

العنصر	TB(µg/g)	TB1(µg/g)	العنصر	TB(µg/g)	TB1(µg/g)
Na	9791.76	9570.00	Cr	82.00	92.00
Mg	11637.90	11220.00	Mn	387.25	364.00
Al	109189.73	108500.00	Fe	48258.6	48650.00
Si	281515.03	282300.00	Ni	40.00	39.00
P	436.30	414.00	Cu	49.00	49.00
K	32124.87	32000.00	Zn	94.00	94.00
Ca	-----	1430.00	Sn	6.00	5.00
Ti	5575.35	5575.00	Ba	780.00	649.00
V	107.00	96.00	Pb	8.00	7.00

طرق جمع العينات وأعداد العينات:

من أهم النقاط التي تؤخذ في عين الاعتبار عند أخذ العينة هو أن العينة يجب أن تكون ممثلة بمعنى أن العينة المأخوذة يجب أن تعكس التركيب الكلي لمحتويات العينة المقاسه [5] وإذا كان بالإمكان فان المحلل نفسه يجب أن يتأكد من عدم حدوث تغير في مكونات هذه العينة أثناء النقل أو التخزين ، وإذا ليس بالإمكان تحقيق ذلك الشرط فيجب على الأقل أن تكون هناك معلومة أو معرفة لأصل و تاريخ العينة ، وعموماً فإن جزء صغير جداً من مجموع المادة هو الذي يستخدم لإعطاء نوعية التحليل والذي من خلاله يمكن التعرف على تركيز العنصر وحساب كمياته. الطرق المختلفة لأخذ العينات تعتمد على نوع المادة المقاسه بما في ذلك أن أقل حجم للعينة المأخوذة يجب أن يعكس نفس الخواص لمجموع المحتويات ، وهي وبالتالي تعتمد على الكثافة النوعية المختلفة لمكونات العينة وحجم العينة وعدد و أشكال الحبيبات للمواد ومتوسط كمية العنصر المقاس وقيمة الخطاء المسموح. الجيوكيميائيين وجدوا على سبيل المثال أن يضع جرامات مثلثاً من الحمم البركانية يمكن أن تكون متماثلة في حين أن المئات من الكيلوجرامات من الجرانيت اللازمه لحساب بعض العناصر أو المعادن مثل (Nb,Mo) في مصهور العينات ربما تكون غير كافية . من المهم الأخذ في عين الاعتبار أن الخطاء الناتج خلال عملية أخذ العينات يساوي قيمة الخطاء الناتج أثناء عملية التحليل [6]. عملية تجميع العينات من المساحات الواسعة مثل المحاجر وغيرها تم على أساس تقسيمات على هيئة خطوط معينة أو قطاعات توزيعية شريطة أن تكون العينات مقيدة من الناحية الإحصائية . وبعد تجميع العينات الحجرية فان عملية الطحن و التوزيع للمواد المطحونة كانت حسب طريقة الهرم التوزيعي [7] . وقد أخذ في عين الاعتبار أن استخدام الطاحونات والكسارات المصنوعة من الفولاذ يمكن أن تسبب في تلوث لبعض العناصر مثل (Zr,Co,V,Mg,Cr,W) وغيرها.

الترابة هي في الحقيقة ذات تركيب غير متجانس وكذلك تختلف في المكونات مع العمق ، وعادة فان توزيع بعض العناصر الضئيلة عند عمق الي حدود 50cm وهو المطلوب للدراسة مثلاً ، فإن حركة العناصر الضرورية والعناصر الخطيرة وعملية ترسباتها تكون حالة خاصة في حالة كونها عينة ملوثة . لذلك فعند حفر الموقع فان التربة يجب أن توضع في جهة واحدة وبذلك فان حائط الحفر يعتبر حافظ لغرض أخذ العينات وبعد أخذ العينة فان المخلفات المصاحبة للعينة من مواد عضوية وبقايا أعشاب وغيرها يجب ان تمحى ، العينات المراد أخذها لغرض التحليل المعملي تم جمعها في اواني من الزجاج النظيف أو اكياس من البلاستيك ، ثم تخزن في درجة حرارة 4 درجة مئوية حتى لا تحدث عليها تغيرات في التركيب الناتج عن النشاط البيولوجي أو الحيوي.

العينات جفت هوايا بمكان نظيف ثم طحنت لتكسير جزيئات أو محتويات العينة ، العينات المطحونة مبدئياً قسمت باستخدام طريقة المربعات [8] والعينات المأخوذة بهذه الطريقة يعاد طحنها

تطبيقات طيف الأشعة السينية المفلورة للعناصر الأساسية والضئيلة في عينات من خام السيراميك الليبي

الي بودرة لإنتاج عدد من الجزيئات من المواد غير المجانسة ، وبعدها مررت خلال غريل ذو حجم 60 ميكرومتر ، البقايا أعيد طحنها حتى لا تبقى هناك حبيبات أكبر 60 ميكرومتر لقد تم استعمال غرابيل مصنوعة من النايلون [9] وذلك لفادي تلوت هذه العينات باستخدام غرابيل أخرى . أخذ جزء صغير 100gm من العينات لإجراء التحاليل والقياسات المطلوبة.

طرق أعداد العينات للقياس :

هناك عدة طرق لأعداد العينات لمنظومة الأشعة السينية المفلورة ، تعتمد هذه الطرق جلها على نوع وطبيعة العينة من حيث كونها سائلة أو صلبة. وننطرأً لكون أن العينات المستخدمة في هذه الورقة هي عينات طينية (أي صلبة) من المحاجر بالإضافة إلى عينات السيراميك المصنعة محلياً أو مستوردة من دول أخرى الخاضعة للدراسة . وأهم الطرق المستخدمة هي طريقة الأقراص المضغوطة (Pellet Method) التي تم استخدامها في هذه الورقة يتم تحضير القرص المضغوط وذلك بوزن 4gm من العينة المطحونة والناعمة بحيث لا يزيد حجم حبيبات في هذه العينة عن 60 ميكرومتر ، ثم يتم وزن حوالي 0.9gm من (HWC) الذي يستخدم (Binder) رابط ثم يتم تجانس المادتين باستخدام آلة التجانس وبعد مجانسة المادتين يتم وضعها في قالب (Die) الخاص بكبس العينات ، وبعدها يتم وضع القالب في آلة الضغط حيث يتم ضغط القالب إلى 15 ton وذلك لضمان من التكسير وتفریغها من الهواء ، علماً بأن القرص المتحصل عليه بهذه الطريقة يكون قطرة 32mm وزنه حوالي 4.8gm .

الأجهزة والمعدات :

الأجهزة المستخدمة لقياس هذه العينات هي منظومة الأشعة السينية المفلورة (XRF) هذه المنظومة تعتبر من أحدث منظومات الأشعة السينية الوميضية المصنعة من شركة (Spectro XLAB2000) في المانيا وتكون هذه المنظومة من:

مصدر الإثارة وهي عبارة عن أنبوبة الأشعة السينية قدرتها 400watt تبرد عن طريق الزيت وتشتغل من 5-14 KV و 13 mA نوع الانبوبة (Rh) ويستخدم هذا العنصر كمصدر. ولضمان إثارة جميع نوبيات عناصر هذه العينات الفخارية فقد تم تركيب 8 أهداف في منظومة الأشعة السينية ، وستستخدم هذه الأهداف كمصادير ثانوية والأهداف المستخدمة في الورقة هي :

بلورة (HOPG) وهي عن بلورة مستقطبة وتستخدم لإثارة العناصر التالية.

[Al,Si,P,S,K,Ca,Ti,V,Cr,Mn,Fe] [Aluminum Secondary] الألومنيوم ثانوي الهدف [F,Na,Mg] ويستخدم هذا الهدف لإثارة العناصر التالية [Target]

البورون ثائي الهدف [Boron Secondary Target] ويستخدم هذا الهدف لإثارة العناصر التالية [Th الى Y وكذلك من Fe الى] الكوبالت ثائي الهدف [Cobalt Secondary Target] ويستخدم هذا الهدف لإثارة العناصر التالية [من Cl,S الى K وكذلك Mn].

المولبدينيوم ثائي الهدف [Molybdenum Secondary Target] ويستخدم هذا الهدف لإثارة العناصر التالية [معظم العناصر ما بين Ca الى Ag] بالإضافة الى أهداف ثانوية مثل التيتانيوم وأكسيد الألومنيوم وغيرها من الأهداف الثانوية الأخرى التي تستعمل في عدة تطبيقات أخرى.

تم تزويدمنظومة الأشعة السينية بكافش أشباه الموصلات نوع [Si/Li] وذلك لقياس الطاقات المizza لعناصر العينات المراد قياسها . و يتميز هذه النوع من الكواشف عن غيره من الكواشف الأخرى وذلك لقياس الطاقة المنخفضة ، بالإضافة الى ذلك بأنه ذو كفاءة عالية تقدر بحوالي 148 eV عند طاقة عنصر المنجنيز [MnK α = 148 eV , 1000 cps]. بالإضافة الى ذلك هناك عدة مكونات اليكترونية مثل محلل متعدد القنوات ، المضخم الابتدائي ، والمضخم النهائي وغيرها. ويتم التحكم في منظومة الأشعة السينية آلياً وذلك باستخدام جهاز حاسوب نوع (Dell-Optiplex Gs) كذلك تم تزويد هذه المنظومة ببرنامج متكمال وذلك لقياس وحساب تركيز عناصر العينات المراد قياسها . ومن الجدير بالذكر هنا ان منظومة الأشعة السينية تعتبر من المنظومات السريعة في اجراء مثل هذه التحاليل وبفضل هذه المنظومة فإن بالإمكان تحabil ما يقارب 60 عنصر في زمن لا يتتجاوز 100 ثانية .

النتائج و المناقشة :

بعد إتمام تحضير عشرة (10) عينات لكل مجهر من المحاجر المحلية وكذلك عينات السيراميك المصنوع محلياً و المستورد وذلك بطريقة الأفراص المضغوطة. وإن معايرة جهاز الأشعة السينية المفلورة قد تم باستخدام مجموعة من العينات المعيارية مثل [CAS7,AN-31,CAS16,SARM-9,GSR-10] تم باستخدام العينات المعيارية تم إثارتها بواسطة بلورة (HOPG, 300s) وكذلك بلورة ثائي الألومنيوم (Al) - تركيز العناصر قد تم حسابها باستخدام برنامج X-LAB^{PRO} الموزع من قبل الشركة.

المحاجر المحلية :

دللت النتائج المتحصل عليها في الجدولين (2و4) أن أغلب الأطياب في المحاجر المحلية ، غنية بالعناصر الأساسية التي تدخل في صناعة السيراميك وهذه العناصر هي السيلكون والألمانيوم كعناصر أساسية

**تطبيقات طيف الاشعة السينية المفلورة للعناصر
الأساسية والضئيلة في عينات من خام السيراميك الليبي**

وهي في حدود المواصفات العالمية ، إلا في طينة دولومايت السدادة حيث كانت نسبة السيلكون والألومنيوم بسيطة ، ولذلك لا ينصح باستخدامها في صناعة السيراميك ، وكذلك و كذلك نسبة تركيز الكالسيوم والمغنيسيوم مرتفعة في هذه الطينة ، وكذلك نسبة تركيز الألومنيوم في طينة سيليكا غريان كانت بسيطة ، كانت نسبة تركيز القلويات والقلويات الأرضية والتيتانيوم والحديد في الطينات المحلية في حدود المواصفات العالمية تقريبا باستثناء عينة كاولين سبها القواسم كانت نسبة الحديد مرتفعة، وقد تم حساب تركيز العناصر الثقيلة والضئيلة المتمثلة في العناصر التالية : الفسفور ، الكبريت ، الكلور ، الفانديوم ، الكروم ، الكوبالت ، النikel ، النحاس ، الخارصين ، الجاليوم ، الريبيديوم ، السترنشيوم ، الزركونيوم ، الباريوم ، الثنائيوم ، وغيرها من العناصر الذي كان تركيزها بسيط ولم يتعرض اليها ، كذلك بالنسبة إلى العناصر السامة حيث اظهرت النتائج أن عنصر الزئبق كان مدى تركيزه ($\mu\text{g/g}$) (2.3-6.63) ، أما عنصر الرصاص ($\mu\text{g/g}$) (16.07-37.70) و أعلى تركيز في طينة كاولين سبها وكانت التراكيز في الطينات المحلية أعلى من مواصفات الوكالة الدولية الجدول رقم (1) ، أم العناصر المشعة المتمثلة في عناصر البزموت ، الذي تركيزه يتراوح بين ($\mu\text{g/g}$) (1.70-4.80) ، عنصر الثوريوم تركيزه يتراوح بين ($\mu\text{g/g}$) (1.96-16.18) وكان أعلى تركيز في عينة الطينة الحمراء ابوغيلان ، أما عنصر اليورانيوم يتراوح تركيزه (7.15 - 3.95) ($\mu\text{g/g}$) . ولذلك فإن الطينات المحلية المدروسة تمتاز بمواصفات جيدة وأن تركيز العناصر الضئيلة و السامة والمشعة فيها صغير وحسب الحد المسموح به بالنسبة إلى صناعة السيراميك.

البلاط المحلي والمستورد :

بمقارنة البلاط المحلي مع بلاط كل من تونس واسبانيا وبالنظر في الجدولين (3) و (5) نلاحظ أن نسبة العناصر السامة والمشعة كانت أقل في البلاط المحلي ولذلك فإن البلاط الليبي يتمتع بمواصفات تفوق حتى المنتجات العالمية الأخرى. وهو ما يؤكّد نجاحه في حالة دخوله الأسواق العالمية

جدول رقم (2) النسبة المئوية لمتوسط نتائج تحليل منظومة الأشعة السينية المفلورة للعناصر الأساسية للطينات المحلية والضئيلة بطريقة الأقراص المضغوطة

العناصر	الطينة الحضراء القواسم	سيليكا غريان	دولومايت السداة	الطينة الحمراء أبوجيلان	كاولين سوها القواسم
Na	0.23±0.01	0.21±0.01	0.22±0.005	0.23±0.01	0.26±0.03
Mg	1.38±0.40	0.51±0.35	6.68±0.06	1.32±0.40	0.08±0.02
Al	7.54±0.45	7.55±0.91	0.64±0.01	7.74±0.77	12.91±1.71
Si	24.59±1.61	23.77±2.40	1.75±0.02	23.91±1.43	17.02±2.27
K	2.80±0.55	1.34±0.64	0.02±0.00	2.93±0.67	0.42±0.07
Ca	1.18±1.11	1.84±1.27	28.44±0.21	1.80±0.86	0.13±0.02
Ti	0.60±0.05	0.52±0.10	0.04±0.005	0.61±0.06	0.52±0.09
Mn	0.03±0.01	0.01±0.01	0.01±0.00	0.03±0.01	23.73±11.18
Fe	3.71±0.51	1.94±0.76	0.21±0.002	4.27±0.48	23.73±11.18

جدول رقم (3) النسبة المئوية لمتوسط نتائج تحليل منظومة الأشعة السينية المفلورة للعناصر الأساسية للبلاط المحلي والمستورد والضئيلة بطريقة الأقراص المضغوطة

العناصر	بلاط مصنع غريان	بلاط أبورشادة	بلاط تونسي	بلاط إسباني
Na	0.43±0.13	0.36±0.12	2.12±0.09	0.25±0.15
Mg	1.47±0.06	0.61±0.07	0.71±0.33	1.33±0.42
Al	6.63±0.04	7.14±0.04	6.97±0.42	8.53±0.48
Si	23.70±0.07	24.13±0.07	21.09±0.06	25.10±0.07
K	2.83±0.03	2.65±0.03	1.82±0.02	2.60±0.03
Ca	7.82±0.04	7.02±0.04	7.60±0.04	5.19±0.03
Ti	0.54±0.01	0.57±0.01	0.34±0.01	0.48±0.01
Mn	0.02±0.00	0.03±0.00	0.04±0.00	0.03±0.00
Fe	3.45±0.01	3.50±0.01	2.12±0.01	3.97±0.01

**تطبيقات طيف الأشعة السينية المفلورة للعناصر
الأساسية والضئيلة في عينات من خام السيراميك الليبي**

جدول رقم (4) متوسط نتائج تحليل منظومة الأشعة السينية المفلورة للعناصر الأساسية للطينات المحلية والضئيلة بطريقة الأقراد المضغوطة مقاسه (μg/g)

العناصر	الطينة الخضراء القواسم	سيليكا غربان	دولومايت السدادة	الطينة الحمراء أبوجيلان	كاولين سبها القواسم
P	548.80±69.92	830±288.38	123±22	598.40±86.50	1267.50±327.5
S	93.210±308.8	226.75±92.78	30±0.00	632.11±754.53	204.15±18.65
Cl	-----	80.96±18.27	40.33±0.04	385.13±213.37	39.00±0.00
V	161.62±23.85	139.00±19.05	43.50±0.50	167.88 ±40.40	243.50±33.50
Cr	91.00±38.43	293.14±120.78	21.60±9.80	95.60 ±30.16	85.00±12.00
Co	51.88±5.27	35.50±7.98	16.00±0.00	56.50±3.57	165.00±65.00
Ni	27.96±7.46	6.42±2.06	6.66±0.09	31.84±6.12	42.50±1.20
Cu	13.71±4.80	5.21±1.88	1.80±0.30	15.61±6.22	17.25±0.95
Zn	33.96±5.54	24.17±7.26	11.33±0.81	40.06±7.30	90.65±25.35
Ga	17.51±1.95	11.91±3.64	3.85±1.45	18.40±2.40	25.75±10.55
As	3.61±1.54	3.14±1.30	2.10±0.50	3.61±1.64	22.65±9.15
Rb	95.42±17.21	43.65±21.33	4.09±0.37	103.10±17.30	25.45±6.05
Sr	255.27±31.22	312.44±83.87	31.93±0.88	331.55±75.05	131.95±40.35
Zr	531.77±158.49	988.70±339.44	130.53±0.83	517.33±225.06	93.50±23.90
Ba	435.61±149.26	432.62±109.65	75.53±3.69	347.45±73.57	134.95±34.35
La	32.13±5.79	41.81±16.94	12.00±0.00	32.13±9.53	42.40±5.90
Hg	5.07±5.80	2.68±0.66	2.30±0.63	6.63±4.06	6.10±2.90
Pb	20.28±2.90	16.07±3.43	35.66±0.12	31.65±6.12	37.70±2.60
Bi	1.87±0.18	1.70±0.10	1.97±0.37	2.07±1.18	4.80±2.20
Th	13.30±3.51	9.87±2.76	1.96±0.04	16.18±3.02	12.10±2.10
U	3.95±0.25	4.53±1.07	4.10±4.31	7.15±4.31	5.06±1.70

جدول رقم (5) متوسط نتائج تحليل منظومة الأشعة السينية المفلورة للعناصر المصاحبة للبلاط المحلي والمستورد بطريقة الأقراص المضغوطة مقاسه ($\mu\text{g/g}$)

العناصر	بلاط مصنع غريان	بلاط أبورشادة	بلاط تونسي	بلاط اسباني
P	3898±44	2090±35	1973±32	1032±24
S	1099±12	1798±8.0	691.30±8.0	116.5±2.2
Cl	46±2.50	50±4.33	435±22	359±12
V	72±46	269±49	93±37	149±43
Cr	20±0.00	63±13	109±16	75±13
Co	50±44	53±34	51±1.20	56±1.20
Ni	23.10±3.30	27.70±3.30	35.50±3.30	34.40±3.40
Cu	9.20±1.30	30.20±2.30	532.20 ±8.70	29.70±2.40
Zn	44.10±2.40	54.90±2.60	470.60±7.00	100.80±3.40
Ga	16.70±1.60	16.70±1.60	22.80±1.60	21.40±1.80
As	5.00±1.70	6.70±2.10	21.60±2.10	24.70±0.80
Rb	96.80±1.30	90.50±1.30	89.40±1.30	139.50±1.60
Sr	299.80±2.10	244.10±1.90	532.90±2.90	161.80±1.50
Zr	477.60±9.20	339.80±7.90	389.50±8.90	443.90±4.00
Ba	407.70±6.60	381.40±6.60	595.90±7.60	341.50±6.90
La	28.70±5.30	29.60±5.30	26.90±5.10	22.10±1.80
Hg	2.80±1.20	2.70±0.80	2.30±0.40	2.20±0.60
Pb	60.60±2.20	17.60±1.60	70.80±2.70	89.00±2.00
Bi	2.00±0.40	1.80±0.70	2.00±0.50	2.40±0.90
Th	11.00±1.00	12.10±1.10	8.10±0.90	11.80±0.50
U	3.70±0.50	4.30±0.80	4.30±1.00	21.00±1.60

المراجع:

- [1]. م . ع الزمرمي ، م . ع . الشيباني وأ.م. الزنداح (تكنولوجيا السيراميك - المواد الخام) مكتبة طرابلس العالمية ، طرابلس - ليبيا (1995).
- [2]. م . ش . عبد المحسن و ف. ب . عيسى (الصناعات الكيميائية ، هيئة المعاهد الفنية ، دار التقني للطباعة و النشر ، البصرة العراق (1989).
- [3]. C927-80 (1999): (Standard Test Method for Lead and Cadmium Extracted from lip and Rim Area of Glass tumblers Externally decorated

**تطبيقات طيف الاشعة السينية المفلورة للعناصر
الأساسية والضئيلة في عينات من خام السيراميك الليبي**

with Ceramic Glass Enamels) American Societyfor Testing and Materials, West conshohockem,PA,(20).

[4]. R.L.Lehman,S.K. El-Rahaiby, and J.B.Wachtman ; Handbook on Continous Fiber-Reinfoced Matrix Composites, P.495,York(1995)

[5]. V.Valkovic, Sample Preparation Techniques in Trace element Analysis by X-Ray Emission Spectroscopy: ,IAEA-TECDOC-300,International Atomic Energy,Vinna(1983).

[6]. B.Holynska, X-Ray Spectrom. Vol, P.192(1993).

[7]. IAEA-TECDOC-950: Sampling, Stroage andSample Preparation Procedures For X-Ray Fluorescence Analysis of Environmental Materials: International Atomic Energy Agency Vienna (1997).

[8]. Lyengar S. S.:Sample Preparation for Clays in Preparation of Specimens for X-Ray Fluorescence and X-Ray Diffraction Analysis: Eds V.E. Bahrkel,R. Jenkins and D.K. Smith, Wiley VCH,NY.(1997)

[9]. J.Injuk and R. Van Grieken : Sample Preparation for XRF : , In Handbook of X-Ray Spectrometry, Methods and Techniques. Eds.Van Grieken R.E. and Marcel Inc,New York, P. 657-692 (1993).