مجلة جامعة دمشق للعلوم الزراعية ـ (2011) ـ المجلد (27) ـ العدد 2 ـ الصفحات: 15-30

# الخصائص المعدنية والصخرية والجيوكيميائية للرمال الأليفينية المنتشرة في منطقة تل السيس بالحماد السوري

عبد الرحمن بن محي الدين السفرجلاني[1]

## الملخص

جمعت ست عشرة عينة من الرمال الأليفينية المتوضعة على سطح الأرض في المسيلات المائية الموسمية أو المتراكمة خلف الصخور البازلتية، والمختلطة بالتربة الزراعية أو بمعادن الزيوليت أو بكليهما من منطقة تل السيس. مخبرياً عزلت حبيبات الأليفين الرملية ونقيت ثم نخلت آلياً وقدر تركيبها الحجمي الحبي، إذ يتألف من نحو 55% متوسطة الحجم، ثم الخشنة 26% ثم الناعمة 10% فالخشنة جداً 8%. تغيرت قيم الكثافة الحقيقية لتلك الحبيبات من 3.20-3.34 غ/سم³ وبلغت وسطياً 3.26غ/سم³. وهي قريبة من قيم كثافة الأليفين الفورستريتي. كذلك تشير نتائج الدراسة البتروغرافية كخصائص اللون ولون التداخل الضوئي وقرائن الانكسار المضاعف أن الأليفين غني بالمركبة الفورستريتية. وباستعمال المجس الدقيق الالكتروني حددت التراكيب الكيميائية لمعادن الأليفين في العينات المدروسة، إذ تأرجحت النسبة المئوية للمركبة الفورستريتية بين 76.6-84.0%، في حين بلغت بالنسبة للمركبة الفاياليتية بين 15.6-22.4% مع نسب ضئيلة من المونتيسيلليت والتيفروئيت. بناء على المشاهدات الحقلية ونتائج الدراسة البتروغرافية والتحاليل الكيميائية شبه المتطابقة لكل من حبيبات الأليفين في منطقة تل السيس وبلورات الأليفين الواضحة المنتشرة في تشكيلة السيس الحطامية النارية - الرسوبية، يفترض أن لهما مصدراً واحداً هو بشكل رئيس صبات الصخور البركانية البازلتية الأليفينية القلوية المنتشرة في منطقة تل السيس، وربما مع المساهمة الجزئية أيضاً للحشوات الصخرية فوق القاعدية البيريدوتية الدونيتية أو الليرزوليتية أو كلتيهما المنتشرة في صخور البازلت الأليفيني القلوي في إمداد كل من تشكيلة السيس والرمال الأليفينية بحبيبات معدن الأليفين.

**الكلمات المفتاحية:** الرمال الأليفينية، الحماد، تل السيس، المجس الدقيق الالكتروني.

[1] أستاذ في قسم علوم التربة، كلية الزراعة، ص.ب.30621، جامعة دمشق، سورية.

# Mineralogical, Petrgraphical and Geochemical Characterization of the Olivine Sands, in Tell Al-Sis Area, in Syrian Hamad

**A. Al-Safarjalani**[1]

## ABSTRACT

**Sixteen samples of friable olivine sands of Tell Al-Sis area have been collected. The samples located at the surface of low topography area along ephemeral wadies and behind basaltic rock outcrops, associated with soil and zeolites. Olivine grains have been separated from the sands and sieved to determine grain size distribution. The sand sizes were 55% medium,26% coarse,10% fine and 8% of very coarse sand. The density of olivine sands varies between 3.20 to 3.34 g/cm$^3$ with an average of 3.26 g/cm$^3$, which is comparable to forsterite. Results of petrgraphical studies such as color, index of refraction and interferences colors confirm the high forsterite content of the olivine. Electron microprobe analysis of olivine indicate that the olivine consists of forsterite (76.6-84.0%) and fayalite (15.6-22.4 %), while the monticellite and tephroite content is minor(very low). Field observation, petrographical and chemical data confirm the similarities between olivine from the sand and those olivine crystals from the pyroclastic-sedimentary Al-Sis- Formation, pointing to a common source origin region, which is the volcanic rocks of the widely distributed alkali olivine basalt of the Tell Al-Sis. These olivine crystals were librated during weathering and erosion of the basalt. Also the olivine rich ultramafic xenoliths (Dunite and Lherzolite) have contributed some of these olivine crystals.**

**Key Words**: Olivine sands, Syrian Hamad, Tell Al-Sis, Electron microprobe.

(1) Prof., Dr. Dept., Soil Sciences, Faculty of Agriculture Damascus University, P.O.Box 30621, Syria.

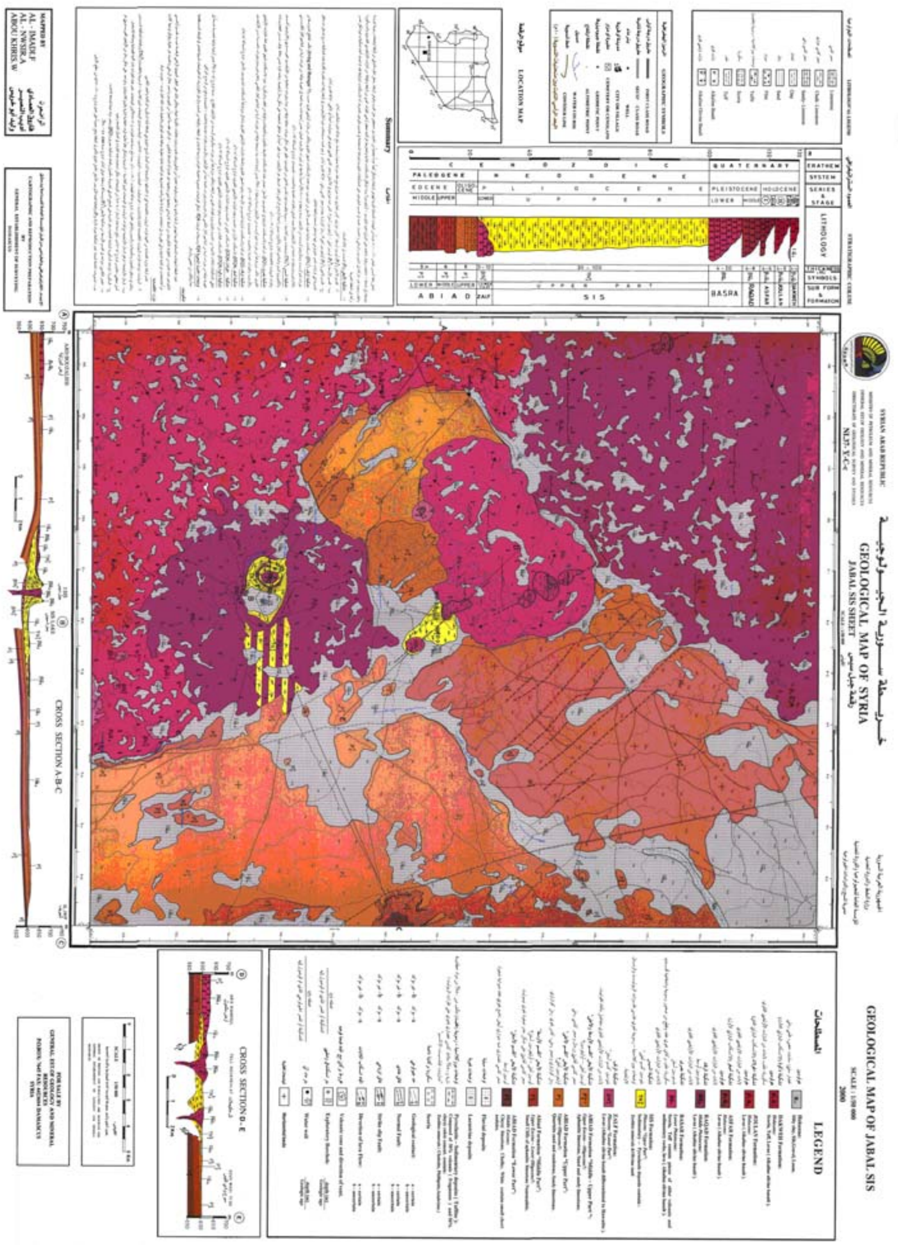
## المقدمة

تقع منطقة الدراسة في الجزء الجنوبي الغربي من نهوض الحماد (Hamad Uplift)، ضمن رقعة خارطة السيس 1:50.000 الممتدة بين الإحداثيات (37˚ 37´-30´ N15´ و33˚ 30´- 33˚ E15´)، جنوب - شرق دمشق بنحو 170كم (شكل1). تتميز المنطقة بتضاريسها المنبسطة حيث تنتشر طبقات البالیوجين والنيوجين حتى الرباعي شبه أفقية مع انحدارات طبوغرافية طفيفة 4 - 5 م/كم من أطرافها الشمالية الغربية في سائر الاتجاهات، باستثناء مجموعة من تلال المخاريط البركانية من النموذج السترامبولي ترتفع عن مستوى السطح الطبوغرافي بين 20-60م أهمها مخروط تل مكحول 749م عن سطح البحر، ومخروط تل السيس 699م عن سطح البحر (Dubertret,1940).

يتربع مخروط تل السيس البركاني في الجزء المركزي تقريباً من رقعة السيس، ويعد المصدر الرئيسي لصبات البازلت الأليفيني القلوي لتشكيلة الرقاد الرباعية البازلتية $\beta Q_2$، يبلغ ارتفاعه النسبي عن المناطق المحيطة به نحو 70م، قطر قاعدته 1.3كم، وقطر فوهته المفتوحة باتجاه الشمال الغربي 0.75 كم وعمقها 25م. تنحدر جميع جوانبه باستثناء الجانب الشمالي الغربي نحو45°، تحيط به من الجوانب الشمالية والجنوبية مسيلات مائية موسمية لها مقطع (V).

تشكل التوضعات الحطامية النارية - الرسوبية غير المتجانسة تشكيلة السيس مجمل جسم مخروط تل السيس، تعود بعمرها للجزء العلوي من البليوسين TN2b. تتوضع أسفلها تشكيلة الزلف البازلتية وتعود بعمرها للجزء الأسفل من البليوسين βN2a وتتكشف على السطح جنوبي رقعة السيس في عدة مواقع بثخانة تصل نحو 15م، بينما تغطى تشكيلة السيس في أطرافها الشرقية والشمالية بصبات تشكيلة بصرى البازلتية الرباعية «البلستوسين الأسفل» BQ1 وتشكيلة الرقاد البازلتية الرباعية «البلستوسين الأوسط» βQ2 (Mouty *et al.*,1992; Sharkov *et al.*, 1994). يشاهد في الجزء الجنوبي الشرقي من مخروط السيس مخروط بركاني آخر صغير، يبلغ قطره نحو مئة متر وارتفاعه نحو ستة أمتار، صباته البازلتية أحدث تعود لتشكيلة بصرى βQ1 تشغل مساحة محدودة تتباين ثخانتها بين 3-8م. علماً أن جميع الصبات البازلتية المذكورة آنفاً قلوية غنية بالأليفين.

يتفاوت متوسط ثخانة صخور تشكيلة السيس الحطامية النارية- الرسوبية في منطقة تل السيس بين 50-60م تصل نحو 108م، تتألف من مواد حطامية نارية يجمعها ملاط غضاري. تتكون هذه المواد بشكل رئيس من معادن أولية تعود للصبات أو الطف والرماد البازلتي أو حتى للحشوات الصخرية فوق القاعدية، كالأليفين والبلاجيوكلاز والزجاج البركاني والفلزات المعدنية كالمغنيتيت، الإلمينيت والهيماتيت تتغير نسبها بين 30-70% من مكونات الصخر، وتبلغ وسطياً 50%، تجمعها أرضية دقيقة الأبعاد بيليتية من المعادن الغضارية أو الكربوناتية فضلاً عن معادن مجموعة الزيوليت ثانوية النشأة.




**الشكل (1) خارطة موقع منطقة الدراسة، (رفعة السيس 1:50000).**

شوهد في أثناء الأعمال الحقلية انتشار تراكمات من حبات الرمال الأليفينة المفـردة، تتباين ألوانها بين الخضراء العسلية المصفرة الفاتحة إلى الخضراء الزيتونيـة القاتمـة، شفافة إلى نصف شفافة ذات بريق زجاجي أو صمغي إلى دهني، تقع أبعادها بين 0.25-3.5 مم، مزواة إلى تحت مزواة ونادراً بيضاوية كروية الشكل أو إبرية نـصلية. تنتـشر على السطح مباشرة، مختلطة بالتربة الزراعية أو بالزيوليت أو بكليهمـا، متركـزة فـي المناطق المنخفضة على امتداد المسيلات المائية الموسمية، أو خلـف الكتـل الـصخرية البازلتية (Safarjalani, 2010).

## هدف البحث

لم تحظَ الرمال الأليفينية المنتشرة في منطقة تل السيس بدراسة متكاملة، باستثناء أنها ذكرت بفقرة صغيرة لم تتجاوز بضعة أسطر في المـذكرة الإيـضاحية لرقعـة الـسيس (Imadi, 2003). ستعنى هذه الدراسة بتحديد التركيب الحجمي والحبي لهـذه الرمـال، وتحديد بعض خصائصها الفيزيائية فضلاً عن توصيفها بتروغرافيـاً وتحديـد تراكيبهـا المينرالوجية والجيوكيميائية، وتحديد مصدرها إن أمكن.

# مواد البحث وطرائقها

### العينات الصخرية وطرائق التحضير:

جمعت من منطقة تل السيس ست عشرة عينة من الرمال الأليفينية المنتـشرة علـى السطح، تباين وزن كل عينة بين 0.3–0.5 كغ. تم التخلص من الكربونات حسب الطريقة الموصوفة من قبل (Yussef,1999). غسلت العينات بعدها عدة مرات بالماء المقطر ثم ثفلت بجهاز الطرد المركزي، نقل الراسب وأضيف إليه كمية كافية من حمـض الكلـور (N=0.5)، لإذابة وحل معادن مجموعة الزيوليت إن وجدت وللتأكد من إزالة الكربونات، غسلت العينات بالماء المقطر ثم ثفلت وجفف الراسب «الرمال الأليفينية» إلـى حـرارة 60م° حتى تمام الجفاف.

### طرائق التحليل*:

حدد التركيب الحجمي الحبي للرمال باستخدام جهاز نخل هزاز آلي، ثم عمل مقـاطع رقيقة لها حيث درست بواسطة المجهر الاستقطابي. وحددت الكثافة الحقيقيـة، وصـفت الحبيبات باستخدام مجهر ثنائي العينية واختيرت حبيبات من رمال الأليفـين، وصـورت آليـاً. وللتعـرف علـى التركيـب الكيميـائي للأليفـين اسـتخدام المجـس الـدقيق

* نُفذت طرائق التحضير والتحليل هذه في مختبرات معهد المعادن وكيمياء البلورات في جامعـة شـتوتغارت ألمانيـا، 2009.

الالكتروني Electron Microprobe من نوع (Cameca-SX100) الموصول مباشـرة بالمحال من نـوع (EDAX) واتبعت الطريقة النقطية للقياس.

## النتائج والمناقشة

### التحليل الحبي:

تم التوصل إلى متوسط التركيب الحجمي الحبي لهذه الرمال، بنخلها ميكانيكياً وفرزت مكوناتها الحبية تبعاً للمجموعات المذكورة فـي (Tucker,1985) والموافقـة لتـصنيف (Wentworth,1922) المذكورة في الجدول (1). استبعدت الحبيبـات التـي تجـاوزت أبعادها 2مم والتي قلت أبعادها عن 63µm. وحسبت النسب المئويـة لكـل مجموعـة، أدرجت في الجدول (1).

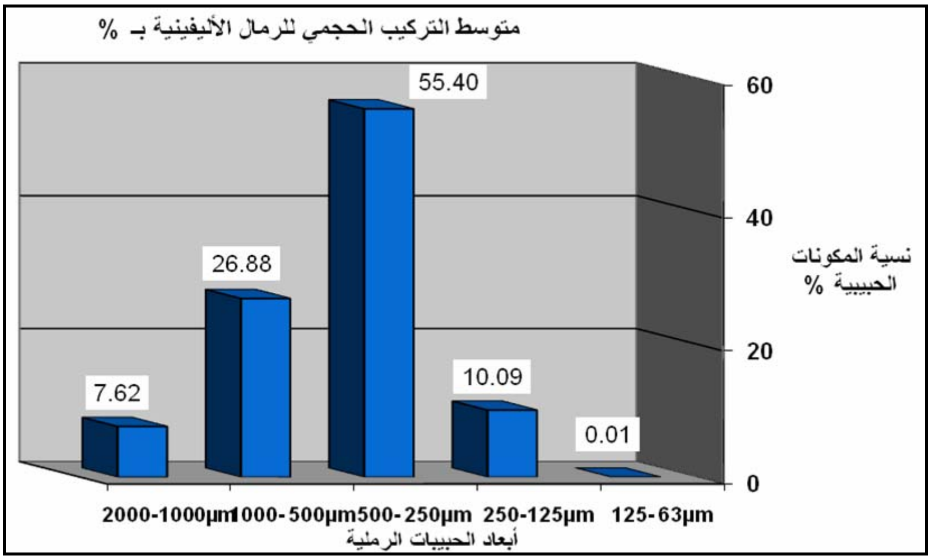
**الجدول (1) نتائج التحليل الميكانيكي (الحبي) لعينات الرمال والكثافة الحقيقية.**

| رقم العينة | خشن جداً 2000-1000 µm | خشن 1000- 500 µm | متوسط 500- 250 µm | ناعم 250-125 µm | ناعم جداً 125- 63 µm | الكثافة الحقيقية gr/cm³ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **1** | 6.18 | 24.08 | 56.25 | 13.48 | 0.01 | 13.3 |
| **2** | 6.39 | 26.52 | 55.05 | 12.03 | 0.01 | 83.2 |
| **3** | 5.59 | 32.45 | 55.08 | 6.88 | 0.00 | 13.3 |
| **4** | 7.74 | 26.50 | 55.95 | 9.80 | 0.01 | 73.2 |
| **5** | 6.57 | 22.19 | 59.04 | 12.19 | 0.01 | 3.27 |
| **6** | 8.82 | 26.81 | 54.45 | 9.91 | 0.01 | 3.29 |
| **7** | 13.03 | 30.61 | 48.84 | 7.51 | 0.00 | 3.22 |
| **8** | 8.48 | 26.89 | 57.34 | 7.27 | 0.01 | 3.21 |
| **9** | 7.66 | 26.01 | 56.39 | 9.92 | 0.01 | 3.30 |
| **10** | 7.42 | 27.12 | 56.24 | 9.21 | 0.01 | 3.21 |
| **11** | 7.77 | 29.29 | 53.78 | 9.15 | 0.00 | 3.20 |
| **12** | 10.38 | 27.65 | 55.10 | 6.86 | 0.01 | 3.21 |
| **13** | 5.24 | 26.08 | 55.17 | 13.49 | 0.03 | 3.34 |
| **14** | 5.07 | 24.69 | 56.04 | 14.19 | 0.01 | 3.21 |
| **15** | 7.61 | 26.53 | 55.80 | 10.04 | 0.01 | 3.22 |
| **16** | 8.02 | 26.62 | 55.86 | 9.48 | 0.01 | 3.30 |
| **القيم العظمى** | 13.03 | 32.45 | 59.04 | 14.19 | 0.03 | 3.34 |
| **القيم الدنيا** | 5.07 | 22.19 | 48.84 | 6.86 | 0.00 | 3.20 |
| **المتوسط** | 7.62 | 26.88 | 55.40 | 10.09 | 0.01 | 3.26 |

كما تم تمثيل نتائج التحليل الحجمي الحبي في الشكل (2). يلاحظ من النتائج المدرجة في الجدول (1) وكذلك من الشكل (2) بوضوح أن الرمال الأليفينية تتألف بشكل رئـيس من مجموعة الرمال متوسطة الحبيبة حيث تكون لها السيادة وتتباين نسبها بـين 48.84-

59.04% وسطياً 55.40%، تليها مجموعة الرمال خشنة الحبيبة وتتفاوت نسب توافرها بين 22.19-32.45% وسطياً 26.88% تليها مجموعة الرمال ذات الأبعاد الناعمة وتتأرجح نسبها بين 6.86-14.19% وسطياً 10.09%، تليها مجموعة الرمال الخشنة جداً وتتباين نسبها بين 5.07-13.03% وسطياً 7.62%. تكون نسب مجموعة الرمال الناعمة جداً مهملة لم تتجاوز نسب توافرها الـ 0.03%. كذلك بالنسبة إلى مجموعتي السلت والطين كان متوسط توافرهما ضئيلاً لم يتجاوز الـ 0.43%، أما مجموعة الحصى صغيرة الأبعاد 2-4مم، فقد تأرجحت نسب توافرها بين 1.03-2.45% وسطياً 1.53%.

عند إسقاط نسب مكونات المجموعات الحبية للعينات المدروسة على مخطط (Nieder, 2005)، تمركزت قيم جميع العينات في القطاع المخصص للتوضعات الحطامية ذات التركيب الرملي. بناء على متوسط التركيب الحجمي الحبي، وحسب نتائج دراسات كل من (Zepp, 2004) و(Durner und Nieder, 2006) فإن هذه التوضعات الرملية نقلت بشكل رئيس بالرياح.




**الشكل (2) متوسط التركيب الحبي لعينات الرمال الأليفينية.**

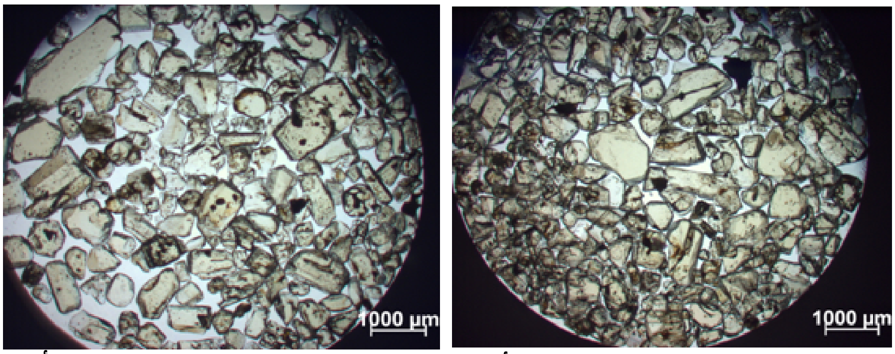
تشكل معادن الأليفين التي تنتمي لمجموعة النيزوسليكات محلولاً صلباً وسلسلة ايزومورفية بين مكونيها من معدني الأليفين الغني بالحديد الفاياليت $Fe_2SiO_4$ ويرمز له بـ Fa ومعدن الأليفين الغني بالمغنيزيوم الفورستريت $Mg_2SiO_4$ ويرمز له بـ Fo وبنسب $(Ol=FO_{70}Fa_{30})$. تتباين قيم الكثافة الحقيقية لمعدن الأليفين $(Mg,Fe)_2SiO_4$ بين 3.30-3.50 غ/سم$^3$، تنخفض قيمها في الأليفين الفورستريتي الغني بالمغنيزيوم

لتتباين بين 3.21-3.33 غ/سم³، وبشكل وسطي 3.27 غ/سم³، في حين ترتفـع بـشكل متزايد وطردي مع تزايد نسبة المركبة الفايالينية أي مع تزايد نسبة الأليفين الغني بالحديد لتتأرجح بين 4.00-4.37غ/سم³ (Roesler,1983). تفاوتت الكثافة الحقيقية بين 3.20-3.34غ/سم³، وبلغت وسطياً 3.26غ/سم³. عند مقارنة هذه النتائج بقيم الكثافـة الحقيقيـة المرجعية المحددة من قبل Deer *et al.*, (1992) تتوافق مع قيم كثافـة الفورسـتريت، وعليه يفترض أن تتألف الرمال المدروسة بشكل رئيس من الفورستيريت.

تساعد كثافة الرمال الأليفينية المرتفعة على صعوبة نقل حبيباتها الخشنة بعيـداً عـن مكان نشوئها، على خلاف الحبيبات الناعمة، ذلك يفسر تدني مكونة الرمال الناعمة جـداً إلى 0.01%، وانخفاض نسب مكونة مجموعتي السلت والطين ووجودهما بكميات ضئيلة محدودة لا تتجاوز الـ2% من مجموع التركيب الحجمي الحبي الكلي للعينات المدروسـة نتيجة نقلهم بفعل عامل الرياح إلى مسافات بعيدة، خارج منطقة الدراسة (Zepp, 2004).

**نتائج الدراسة البتروغرافية:**

شوهدت حبيبات وبلورات الأليفين في العينات بـالعين المجـردة «ميغاسـكوبياً» أو باستخدام المكبرة الحقلية البسيطة أو المجهر ثنائي العينية، مزواة إلى تحت مزواة ونادراً بيضاوية كروية أو إبرية نصلية (شكل3)، سائبة مفردة مفككة غير متماسكة، لا يربط بين حبيباتها أي أرضية، وقعت صلابتها النسبية بين 6-7 على سلم موهس، شفافة إلى نصف شفافة ذات بريق زجاجي وأحياناً صمغي إلى دهني، مع طيف لوني واسع امتد من اللون الأخضر الفاتح العسلي المصفر حتى اللون الأخضر الزيتوني القاتم. تباينت أبعاد حبيباتها من الحصى الصغيرة حتى الرمال الناعمة.

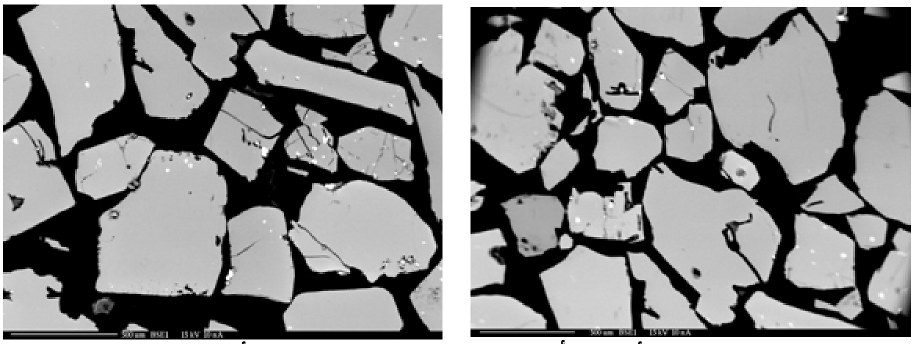



**الشكل (3) صورة مقاطع رقيقة لحبيبات الأليفين الرملية تحت عدسة المجهر ثنائي العينية،أشعة ضوئية نافذة.**

شُوهدت حبيبات الأليفين بالمجهر الاستقطابي أو من خلال صور جهاز الميكروبروب «أشعة منعكسة» غير مكتملة الأوجه وبشكل أقل إما كاملة الأوجه أو عديمـة الأوجـه،

حدودها شديدة الوضوح بسبب تضريسها «Relief» العالي، تكـون مقاطعهـا القاعديـة ثمانية أو سداسية الأحرف. أبعادها صغيرة إلى متوسطة تتفاوت بين 0.15-1.0 مم وقـد تصل إلى 2.0 مم، عديمة اللون أو أحياناً رمادية إلى بنية مصفرة أو مخـضرة شـاحبة، دون تعدد لوني.

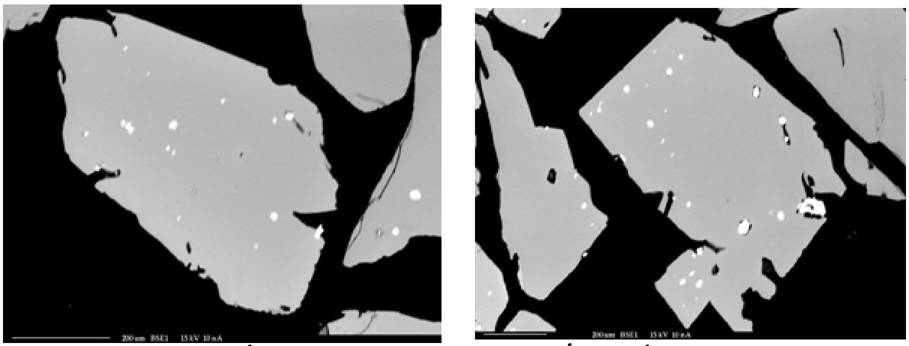
شُوهدت في العديد من الحبيبات سطوح وخطوط تهشم منحنية غيـر منتظمـة، كمـا شوهد عدد كبير منها مكسر الحافات أو محطماً إلى حبيبات أصغر (شكل4). لـم تـشاهد سطوح شبكة انفصام أو توائم أو أي مظاهر للتمنطق، تميزت بلورات الأليفـين بـألوان تداخل عالية امتدت من الأزرق فالأخضر فالأصفر حتى الأحمر مـن المرتبـة الثانيـة وانكسار مضاعف عالٍ بلغ بين 0.33- 0.42 ووسـطياً نحـو 0.035 (Pichler and Riegraf, 1993).



**الشكل (4) صورة حبيبات الأليفين مأخوذة من جهاز الميكروبروب بالأشعة المنعكـسة تـشاهد خطوط تهشم الحبيبات.**

تضمنت بعض حبيبات الأليفين المتوسطة مكتنفات معدنية فلزية قاتمـة سـوداء مـن المغنيتيت والإلمينيت والهيماتيت، صغيرة تقع بين 0.008-0.015 مم حتى 0.062 مـم، مكتملة النمو وبشكل أقل غير مكتملة النمو، تتوزع غالباً بشكل عشوائي ضـمن حبيبـات الأليفين مكونة بذلك بنيات بيكيلوتية إلى ميكروبيكيلوتية أو تتوضع على طـول خطـوط وشقوق التهشم غير المنتظمة (شكل5). يعد Wimmenauer (1985) تلك الانفـصالات من المعادن الفلزية دليل على تجوية الأليفين ونتاج مباشر لذلك.

تؤكد نتائج الدراسة البتروغرافية لخصائص اللون ولون التداخل الـضوئي وقـرائن الانكسار المضاعف أن الأليفين غني نسبياً بعنصر المغنيزيوم، ومن ثم غنـي بالمركبـة الفورستريتية، وهذا يؤكد النتائج سابقة الذكر المعتمدة على نتائج الكثافة الحقيقية.



**الشكل (5) صور حبيبات الأليفين مأخوذة من جهاز الميكروبروب بالأشعة المنعكسة، يلاحظ بوضوح المعادن الفلزية «المغنتيت، الإلمينيت والهيماتيت» بيضاء اللون.**

**نتائج الدراسة المينرالوجية - الجيوكيميائية:**

حددت التراكيب الكيميائية للأليفين المكون الرئيس للرمال من مقاطعها الرقيقة بعد طلاء سطحها الخارجي المصقول بالكربون الناقل للكهرباء باستخدام جهاز الكربنة من نوع Sputter Coaster-S150-B، أُجري التحليل بواسطة المجس الدقيق الالكتروني الماسح Electron Microprobe من نوع (Cameca-SX100) الموصول مباشرة بالمحال من نوع (EDAX)، بلغ زمن التحليل النقطي الواحد 15ثانية، كما بلغ قطر حزمة التأيين10µm، مع جهد تيار كهربائي15kV ومقاومة 15nA. اتبعت الطريقة النقطية الآلية في التحليل. تفاوت عدد نقاط التحليل في كل عينة بين 40-60 نقطة، جمعت نتائج تحليل كل عينة بشكل مستقل بعد ترشيحها، أُجريت معالجة نتائج التحليل بالحاسب الآلي من خلال برنامج جيوكيميائي هو: Calc Min-32.

تم تشكيل ثلاثة مرشحات لاختيار نتائج التحليل الأكثر دقةً: المرشح الأول استبعد كل نتائج التحليل التي زادت نسبة مركباتها المئوية على الـ 101.50% أو نقصت عن 98.50%. المرشح الثاني أخذ بالحسبان توزع العناصر الكيميائية على الجزء المركزي لبلورة الأليفين المتكونة من رباعيات الوجوه المفردة والمتمثل هنا بشكل رئيس بذرة السليسيوم حيث تكون قيمة Sum4=1، استبعدت كل نتائج التحليل التي زادت قيمها على الـ 1.050 أو نقصت عن الـ 0.950. المرشح الثالث أخذ بالحسبان أيضاً عدد وشكل توزع كاتيونات العناصر ثنائية الشحنة المعدلة لشحنة رباعي الوجوه $4^{-}$، حيث تكون قيمة Sum6=2، استبعدت كل نتائج التحليل التي تجاوزت قيمها الـ 2.050 أو قلت عن 1.950. تم أخذ متوسط القياسات النقطية المتبقية عن عملية الترشيح لكل عينة. عولجت نتائج التحليل لتحديد مركباته المعدنية بشكل دقيق، وأدرجت متوسطات نتائج التحليل للعينات المدروسة مع تحديد تراكيبها الكيميائية الدقيقة في الجدول (2).

يستنتج من الجدول (2) ما يلي: تفاوتت النسب المئوية لقيم الفورستريت بين 76.62%-84.00% وبلغت وسطياً 81.12% على العكس تماماً بلغت نسبة الفاياليت بين 15.58% - 22.42% ووسطياً 18.29%، مما يشير أن التبادل في سلسلة تفاعل المحلول الصلب الايزومورفية تم بين معدني الفاياليت والفورستريت. في حين كانت قيم النسب المئوية لكل التيفروئيت والمونتيسيلليت محدودة لم يتجاوز مجموع قيم متوسط نسبها المئوية 0.6%.

يتضح من الجدول (2) الغياب الكلي لأكسيد الكروم $Cr_2O_3$ ومن ثم تشكل معدن الكروميت (Strunz, 2001)، على العكس من ذلك يشير الجدول (2) وجود نسب ضئيلة ومحدودة من أكسيد التيتانيوم مما يفسر وجود معدن الإلمينيت $FeTiO_3$ كمعدن ثانوي مرافق لمعدني المغنيتيت والهيماتيت.

**الجدول (2) متوسط نتائج التحليل الكيميائي لأليفين العينات،تم حساب التركيب البنائي «الكيميائي البلوري» للأليفين، على أساس 4 ذرات أكسجين.**

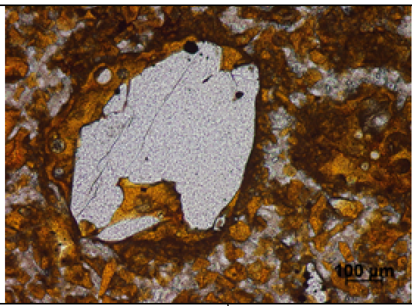
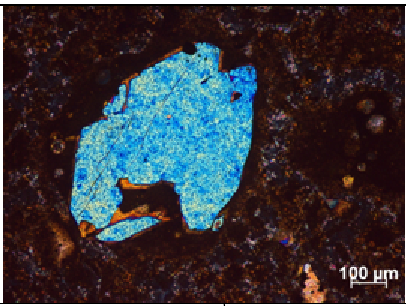
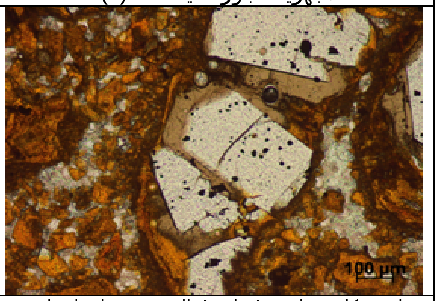
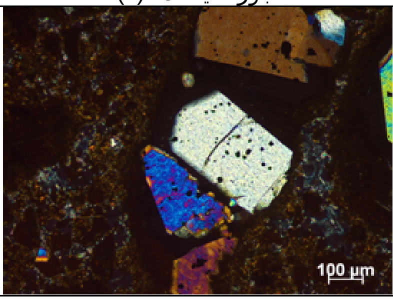
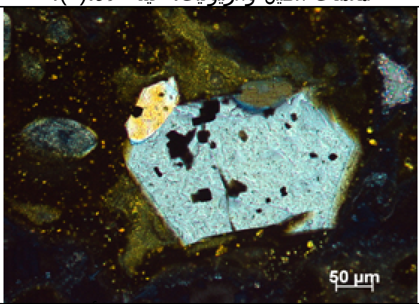
| 9 | 8 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | رقم العينة |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 39.05 | 39.64 | 38.41 | 38.89 | 39.50 | 38.67 | 39.24 | 38.84 | 37.97 | **SiO2** |
| 0.062 | 0.022 | 0.068 | 0.038 | 0.018 | 0.015 | 0.023 | 0.038 | 0.027 | **TiO2** |
| 0.009 | 0.000 | 0.019 | 0.000 | 0.801 | 0.000 | 0.000 | 0.030 | 0.036 | **Al2O3** |
| 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | **Cr2O3** |
| 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | **V2O3** |
| 20.57 | 15.23 | 18.26 | 19.99 | 18.75 | 19.04 | 18.41 | 18.48 | 18.79 | **FeO** |
| 39.43 | 45.41 | 42.00 | 41.53 | 39.57 | 41.84 | 43.34 | 42.61 | 42.11 | **MgO** |
| 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | **NiO** |
| 0.491 | 0.141 | 0.379 | 0.312 | 0.311 | 0.360 | 0.232 | 0.263 | 0.263 | **CaO** |
| 99.61 | 100.44 | 99.13 | 100.76 | 98.95 | 99.92 | 101.24 | 100.26 | 99.20 | **Total** |
| 0.991 | 0.988 | 0.985 | 0.988 | 1.025 | 0.986 | 0.984 | 0.984 | 0.974 | **Si** |
| 0.001 | 0.000 | 0.001 | 0.001 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.001 | 0.001 | **Ti** |
| 0.000 | 0.000 | 0.001 | 0.000 | 0.024 | 0.000 | 0.000 | 0.001 | 0.001 | **Al** |
| 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | **Cr** |
| 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | **V** |
| 0.992 | 0.988 | 0.987 | 0.989 | 1.049 | 0.987 | 0.984 | 0.986 | 0.975 | **sum4** |
| 0.450 | 0.317 | 0.392 | 0.425 | 0.407 | 0.406 | 0.386 | 0.392 | 0.403 | **Fe** |
| 0.006 | 0.005 | 0.004 | 0.005 | 0.005 | 0.006 | 0.004 | 0.005 | 0.004 | **Mn** |
| 1.538 | 1.686 | 1.606 | 1.573 | 1.530 | 1.591 | 1.619 | 1.610 | 1.610 | **Mg** |
| 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | **Ni** |
| 0.014 | 0.004 | 0.010 | 0.008 | 0.009 | 0.010 | 0.006 | 0.007 | 0.007 | **Ca** |
| 2.008 | 2.012 | 2.013 | 2.011 | 1.951 | 2.013 | 2.016 | 2.014 | 2.025 | **sum6** |
| 76.617 | 83.813 | 79.801 | 78.198 | 78.433 | 79.022 | 80.325 | 79.931 | 79.512 | **Fo.** |
| 22.422 | 15.766 | 19.463 | 21.121 | 20.845 | 20.174 | 19.148 | 19.442 | 19.909 | **Fa.** |
| 0.686 | 0.187 | 0.518 | 0.422 | 0.443 | 0.488 | 0.309 | 0.355 | 0.357 | **Mo.** |
| 0.275 | 0.234 | 0.217 | 0.258 | 0.279 | 0.316 | 0.218 | 0.272 | 0.222 | **Te.** |

تتمة الجدول (2)...

| **رقم العينة** | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | *متوسط | **متوسط |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **SiO2** | 39.58 | 39.49 | 39.93 | 39.55 | 39.42 | 39.42 | 39.51 | 39.19 | 39.72 |
| **TiO2** | 0.023 | 0.005 | 0.027 | 0.007 | 0.012 | 0.027 | 0.000 | 0.026 | 0.022 |
| **Al2O3** | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.008 | 0.064 | 0.000 | 0.002 | 0.061 | 0.049 |
| **Cr2O3** | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| **V2O3** | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| **FeO** | 15.93 | 16.04 | 15.85 | 15.21 | 14.71 | 15.41 | 14.87 | 17.22 | 16.90 |
| **MgO** | 43.63 | 43.69 | 43.47 | 44.54 | 44.43 | 44.05 | 44.76 | 42.90 | 42.86 |
| **NiO** | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| **CaO** | 0.257 | 0.273 | 0.270 | 0.208 | 0.214 | 0.127 | 0.148 | 0.266 | 0.264 |
| **Total** | 99.42 | 99.50 | 99.53 | 99.52 | 98.84 | 99.03 | 99.29 | 99.67 | 99.82 |
| **Si** | 1.003 | 1.000 | 1.003 | 0.997 | 0.998 | 1.000 | 0.997 | 0.994 | 0.994 |
| **Ti** | 0.000 | 0.000 | 0.001 | 0.000 | 0.000 | 0.001 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| **Al** | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.002 | 0.000 | 0.000 | 0.002 | 0.003 |
| **Cr** | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| **V** | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| **sum4** | 1.003 | 1.000 | 1.003 | 0.997 | 1.001 | 1.001 | 0.997 | 0.996 | 0.998 |
| **Fe** | 0.338 | 0.340 | 0.337 | 0.320 | 0.312 | 0.327 | 0.314 | 0.367 | 0.364 |
| **Mn** | 0.004 | 0.004 | 0.004 | 0.004 | 0.004 | 0.003 | 0.003 | 0.005 | 0.005 |
| **Mg** | 1.648 | 1.649 | 1.648 | 1.673 | 1.678 | 1.666 | 1.683 | 1.626 | 1.627 |
| **Ni** | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| **Ca** | 0.007 | 0.007 | 0.007 | 0.006 | 0.006 | 0.003 | 0.004 | 0.007 | 0.006 |
| **sum6** | 1.997 | 2.000 | 1.997 | 2.003 | 1.999 | 1.999 | 2.003 | 2.004 | 2.001 |
| **Fo.** | 82.530 | 82.468 | 82.534 | 83.537 | 83.907 | 83.317 | 84.004 | 81.122 | 81.259 |
| **Fa.** | 16.902 | 16.981 | 16.882 | 15.998 | 15.580 | 16.356 | 15.652 | 18.290 | 18.340 |
| **Mo.** | 0.350 | 0.370 | 0.369 | 0.281 | 0.291 | 0.173 | 0.200 | 0.362 | 0.300 |
| **Te.** | 0.218 | 0.181 | 0.216 | 0.184 | 0.223 | 0.154 | 0.145 | 0.226 | 0.101 |

*المتوسط: متوسط التركيب الكيميائي لأليفين عينات البحث.**المتوسط: متوسط التركيب الكيميائي لبلورات أوليفين تشكيلة السيس.

تظهر فروق واضحة لدى مقارنة نتائج تحليل الأليفين الكيميائية بنتائج تحليله كمكـون معدني رئيس ضمن الحشوات الليرزوليتية. تكون قيم دالة المغنيزيوم #Mg منخفضة في حبات الأليفين وتتفاوت بين 77.36 -84.34 مقارنة بقيمها التي تباينت بين 86.5-90.5 في الأليفين الموجود في الحشوات الليرزوليتية في صبات الـصخور البازلتيـة القلويـة المنتشرة في الأجزاء الجنوبية الغربية من سـورية (Nasir and Safarjalani, 2000)، يلاحظ الأمر عينه وبشكل جلي في محتوى الفورستريت المنخفض في أليفين الرمال الذي تباين بين 76.62-84.0 مقارنة بقيمه في معدن أليفين الحشوات الليرزوليتية الذي تفاوت بين 86.2-90.3 (Safarjalani *et al.*, 2004). على النقيض تماماً كانت نسبة أكـسيد الحديدي مرتفعة في حبيات الأليفين المدروسة وتباينت بـين 15.23-20.56%، مقارنـة بقيمها في الأليفين المتوافر في الحشوات الليرزوليتية التي تفاوتت بين 9.18-12.88%. مما يؤدي إلى رفع قيم الأليفين الفاياليتي.

| | |
|---|---|
|   |   |
| بلورة فينوكريست من الأليفين في الوسط ذات تضريس عالٍ محاطة بزجاج بركاني فقاعي (فراغي) النسيج يتضمن خليطاً من معدنات الطين والزيوليت دقيقة إلى مجهرية التبلور، عينة-43،(-). | بلورة فينوكريست من الأليفين في الوسط ذات تضريس عالٍ محاطة بزجاج بركاني فقاعي (فراغي) النسيج يتضمن خليطاً من معدنات الطين والزيوليت دقيقة إلى مجهرية التبلور، عينة-43،(+). |
|   |   |
| زجاج بركاني فقاعي (فراغي) النسيج يحيط ببلورات من الأليفين غنية بالانبثاقات المعدنية من الماغنيتيت والايلمينيت، ويتضمن معدنات دقيقة إلى مجهرية التبلور من معدنات الطين والزيوليت، عينة-59،(-). | زجاج بركاني فقاعي (فراغي) النسيج يحيط ببلورات من الأليفين غنية بالانبثاقات المعدنية من الماغنيتيت والايلمينيت، يتضمن معدنات دقيقة إلى مجهرية التبلور من معدنات الطين والزيوليت، عينة-59،(+). |
|   |   |
| زجاج بركاني فقاعي يحيط ببلورة من الأليفين غنية بالانبثاقات المعدنية من الماغنيتيت والايلمينيت، ويتضمن معدنات دقيقة إلى مجهرية التبلور من معدنات الطين والزيوليت، عينة-3،(-). | زجاج بركاني فقاعي يحيط ببلورة من الأليفين غنية بالانبثاقات المعدنية من الماغنيتيت والايلمينيت، ويتضمن معدنات دقيقة إلى مجهرية التبلور من معدنات الطين والزيوليت، عينة-3،(+). |

**الشكل (6) صور من بعض المقاطع الصخرية لتشكيلة السيس البيروكلاستية- الرسوبية، تظهر بلورات الأليفين الفينوكريست، محاطة بأرضية دقيقة إلى مجهرية التبلور مختلطة من الزجاج البركاني ومعدنات مجموعة الزيوليت.**

ذلك يدعو للتشكيك بالافتراض أن مصدر حبيبات الأليفين الـرئيس هـو الحـشوات الليرزوليتية المتضمنة في الصبات والطفوح البازلتية وإغفاله مساهمة أليفـين الـصبات البازلتية ذاتها، كما هو الحال في تجمع الرمال الخضراء الأليفينية في جزيرة هاواي نتيجة تحرره من البازلت الأليفيني القلوي. كما أن المـشاهدات الحقليـة لا تـدعم مثـل هـذا الافتراض، إذ إنه لم تشاهد أية تجمعات للرمال الأليفينية على سفوح المخاريط البركانيـة الغنية جداً بالحشوات الليرزوليتية والدونيتية كتل دنون وتل الأشـاعر وتـل حبـران... وغيرها من التلال البركانية المنتشرة في الأجزاء الجنوبية الغربية من سورية.

من ناحية أخرى تقاربت نتائج التحاليل الكيميائية لأليفين العينات لدرجة كبيـرة مـع نتائج التحاليل الكيميائية لبلورات الأليفين الكبيرة والمكتملة النمو المنتشرة ضمن توضعات تشكيلة السيس الحطامية النارية-الرسوبية والتي تباينت نسب وجودها الحجمية بـين 20-45% قد تصل إلى 60% من كامل التشكيلة (Safarjalnni *et al.*, 2010)، كما تشابهت صفاتهم الضوئية المحددة بتروغرافياً. فقد شُوهد معدن الأليفين في تشكيلة الـسيس علـى هيئة بلورات واضحة مكتملة النمو وبشكل أقل غير مكتملة النمو، وبدت مقاطعه القاعدية ثمانية أو سداسية الأحرف مع تداخل لوني امتد من الأزرق فالأخضر فالأصـفر وحتـى اللون الزهري المحمر من ألوان الترتيب الثاني (شكل6) (Safarjalani, 2010).

**كلمة شكر**

**أتقدم بالشكر الجزيل للزميل الجيولوجي الأستاذ فاروق العمادي مدير دائرة المسح الجيولوجي في المؤسسة العامة للجيولوجيا والثروة المعدنية، لتعاونه الكبير ومرافقته لي في الحقل في أثناء اختيار العينات الصخرية المدروسة. كما أتقدم بالشكر إلى كل من الأستاذ الدكتور هانس يوخائيم ماسوني والدكتور توماس تيه من معهد المعادن وكيمياء البلورات في جامعة شتوتغارت لدعوتهم لي وإتاحتهم لي جميع الإمكانات المكتبية والتجهيزات المخبرية لإنجاز هذه الدراسة.**

# REFERENCES المراجع


**Deer, W. A., Howie, R. A. and J., Zussman. (1992). An introduction to the rock-forming minerals (2nd ed.). Harlow; Longman,919pp.**

**Dubertret, L. (1940). Etude de regions volcaniques Hawran - Djebel Druze et du Diret ET Touloul (Syria). Revet- geogr - dyn. Paris. T.11. fare 4.**

**Durner, W. and R., Nieder. (2006). Bodenkundliches Praktikum1. Institut für Geoökologie, Abteilung Bodenkunde und Bodenphysik, TU Braunschweig, 56S.**

**Imadi, F. (2003). Geological map of Syria, explanatory notes. Tell-Sis sheet, scale 1:50000. GEGMR, Syria.**

**Mouty, M., M. Delataye, D. Fontignie, O. Piskin, and J. Wagner. (1992). The volcanic activity in Syria and Lebanon between Jurassic and actual. Schweitzer Mineral. Petrgr. Mitt.72, 91-105pp.**

**Nasir, S., and A. Safarjalani. (2000). Lithospheric petrology beneath the northern part of the Arabian Plate in Syria: evidence from xenoliths in alkali basalts, Journal of African Earth Sciences (30),1.,149-168pp.**

**Nieder, R. (2005). Bodenkunde 1, Grundlagen der Bodenkunde. Institut für Geoökologie, Abteilung Bodenkunde und Bodenphysik, TU Braunschweig, 268S.**

**Pichler. H. and C. Schmitt-Riegraf. (1993). Gesteinbildende Minerale im Dunnschliff. Enke.Stuttgart.,230S.**

**Roesler. H. J. (1983). Lehrbuch der Mineralogie VEB-Deut. Verlag fuer Grundstoff-industrie. Leipzig., 833S.**

**Safarjalani, A. (2010). Petrographical and Mineralogical Characterization of Zeolite Ore, in Syrian Hamad, Damascus University Journal for Agricultural Scientifics (Accepted-in Arabic).**

**Safarjalani, A., H. J. Massonne and T. Theye. (2010). Chemical composition of zeolite ore in the Al-Sis Formation outcropping in the Syrian Hamad area Alexandria Science Exchange Journal, Alexandria-Egypt, Vol.31, No.3,107, 126pp.**

**Safarjalani, A., S. Nasir and M. Mouty. (2004). Petrographical and Geochemical Study of The Basic and Ultrabasic Xenoliths Associating the Quaternary Alkali Basalts of The Shamah Volcanic Fields (Southwest-Syria) Scientific Journal of King Faisal University,Vol.5, No.1,1-41pp.**

**Sharkov, Y. V., IV. Chernyshev, Y. V. Devyatkin, A. Y. Dodonov, V. V. Ivanenko, M. I. Karpenko, Y. G. Leonov, V. M. Novikov, S. Khanna and K.Khatib. (1994). Geochronology of late Cenozoic basalts in western Syria. Petrology 2:385-394pp.**

**Strunz. H. (2001). Mineralogical Tables. 9$^{th}$-Edition, E. Schweizbartisch Verlag Buchhandlung-Stuttgart.,870pp.**

**Tucker, M. E. (1985). Einfuehrung in die Sedimentpetrologie. Enke -Verlag, Stuttgart. 314S.**

**Wentworth, C. K. (1922). A field study of the shape of river pebbles. Bull. U. S. Geol. Survey.730C,114pp.**
**Wimmenauer. W. (1985). Petrographie der magmatischen und metamorphen Gesteine. Enke Verlag.- Stuttgart.382S.**
**Yussef, A. F. (1999). Instrumental and Methods of Analysis for Soils and Waters, King Saud University,KSA.,464pp.**
**Zepp, H. (2004). Geomorpholgie. 3. Auflage, Verlag Ferdinand Schöningh, Paderborn, 354S.**

| | | |
|---|---|---|
| Received | 2010/05/23 | إيداع البحث |
| Accepted for Publ. | 2010/07/20 | قبول البحث للنشر |