Journal of Education and Scientific Studies Chemistry Science
JESCS Vol. 16, No. 5, August 2020, ISSN 2413 - 4759

تحديد النطاق التطتوني ومصدر الترسبات للصخور الرملية لتكوين تانجيرو (Early –Late Maastrichtian) في مقاطع مختارة من محافظة اربيل – شمال العراق

اية الطيف جاسم ، سوسن حميد الهزاع
جامعة تكريت / كلية العلوم - قسم علوم الارض التطبيقية

خلاصة :

تمت دراسة تكوين تانجيرو في مقطع شقلاوة (قرية مجران) ومقطع في خليفان في محافظة اربيل - اقليم كردستان . تتألف تتابعات التكوين من تعاقب من الحجر الرملي والحجر الطيني الاخضر الزيتوني اللون والحجر الجيري مع طبقات من المدملكات بسمك يتراوح 1-3 m في المقاطع قيد الدراسة . بينت الدراسة البتروغرافية للعينات الرملية المختارة وجود الكوارتز بنوعيه الاحادي والمتعدد التبلور بوصفه احد المكونات الاساسية ، وتكون نسبة الكوارتز الأحادي التبلور اكثر شيوعا من الكوارتز المتعدد. كما تبين الدراسة غلبة الفلدسبار (البلاجيوكليس) على الفلدسبار البوتاسي ووجود القطع الصخرية (الرسوبية والمتحولة والنارية) وشكلت القطع الصخرية نسبة كبيرة من المكونات الاساسية. وتبين ان الصخور الرملية لتكوين تانجيرو تكون من نوع الليثاريناىت غير الناضجة فيزيائياً وكيميائياً تكون غالبيتها رسوبية غنية بالقطع الكاربوناتية. ويعكس ذلك وجود صخور رسوبية ونارية ومتحولة بمكان قريب من حوض الترسيب حيث حافظت القطع الصخرية على تركيبها مما يعني انها لم تنقل لمسافات بعيدة وتبين ان مصدر الفتاتيات لتكوين تانجيرو قيد الدراسة هو من القوس البركاني الذي يتكون نتيجة تصادم الصفائح او من الاوفيولايت شرقا في ايران حيث جزء منه منكشف في تللك الفترة والذي يتألف من صخور الكابرو والحجر الجيري البلاجي والبازلت. بينت دراسة المعادن الثقيلة وجود وسيادة المعادن المعتمة اما المعادن غير المعتمة فقد سادت نسبة المعادن غير المستقرة مثل هورنبلند والكلورايت والسربنتين التي تدل على اشتقاقها من الصخور النارية القاعدية والمتحولة . وتم تحديد النطاق التكتوني وهو الحافة النشطة تكتونياً وهذا يعود الى حافة الصفيحة العربية الشمالية الشرقية هي في حالة تصادم مع الحافة الغربية للصفيحة الايرانية وهذا الوضع التكتوني انعكس على انواع المعادن الثقيلة المترسبة في تكوين تانجيرو قيد الدراسة. وتميزت حبيبات المعادن الثقيلة في الصخور الرملية لتكوين تانجيرو قيد الدراسة باشكال مختلفة نسبة قليلة منها متعرضة الى التاكل والقسم الاخر ناقصة الاوجه والاخرى ذات استطالة وكل ذلك يشير الى تعدد مصادر هذه الترسبات واختلاف مسافة النقل وسرعة الترسيب وان التجوية الكيميائية كانت غير شديدة بدليل شيوع المعادن غير المستقرة .

كلمات مفتاح: تكوين تانجيرة ، معادن ثقيلة ، نطاق تكتوني ، صخور مصدرية .

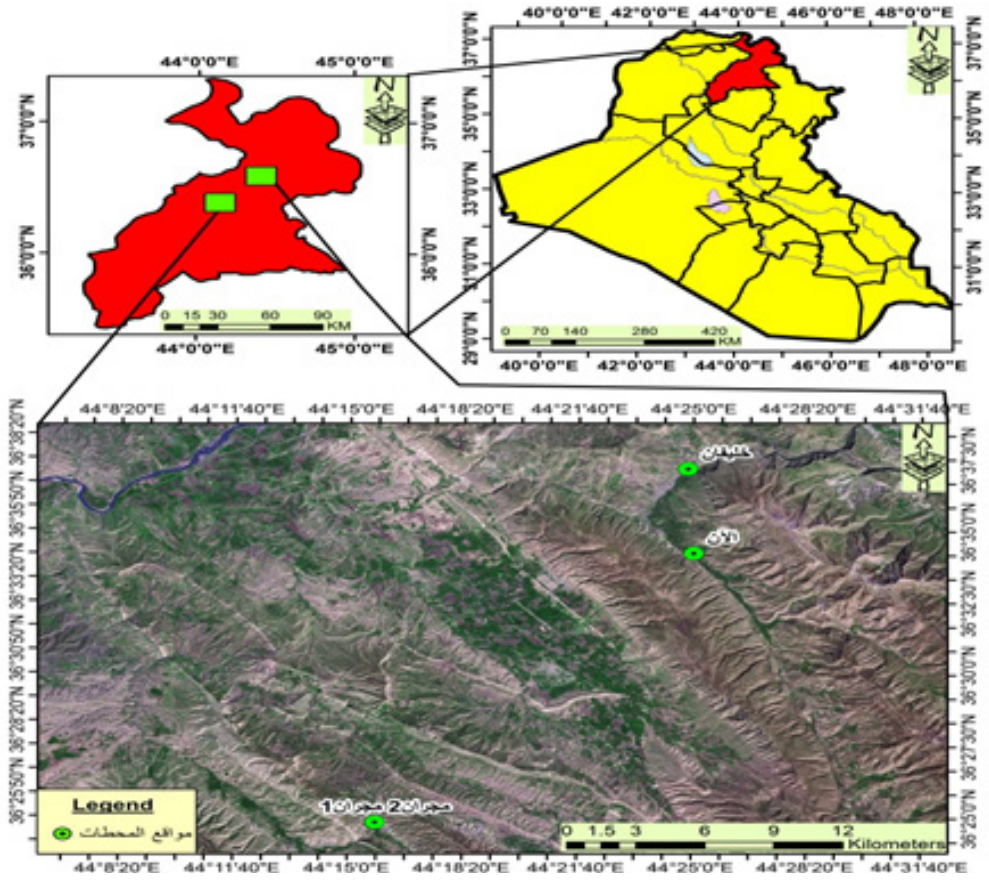
Abstric :

The formation of Tanjiero has been studied in three Shaqlawa section (Majeran and Khalifan section in the governorate of Erbil - Kurdistan Region. The Tanjero Formation consist of a succession of sandstone, olive green clay stone, and limestone with layers of conglomerate with a thickness of 1 - 3m in the sections under study. The lurk study showed that the composition is composed of three rock thrust which are sandstone facies, clay stone facies, limestone facies, and conglomrite facies .

المقدمة
INTRODUCTION

يعد تكوين تانجيرو احد التكوينات المهمة في العمود الطباقي في العراق ، وهو عبارة عن وحدة صخرية تعود الى حقبة الكريتاسي الاعلى بالتحديد من عمر (Early –Late Maastrichtian).وتقع مكاشفه ضمن نطاق الطيات والتراكيب العالية في شمال شرق العراق وتمتد مكاشفه كنطاق باتجاه شمال غرب – جنوب شرق على امتداد الحدود الايرانية (Buday) (High Folded zone, 1987) و(Buday and Jassim, 2006) .

تقع منطقة الدراسة التي ينكشف فيها تكوين تانجيرو في الجناح الشمال الشرقي من طية بيرمام ضمن منطقة الطيات العالية (High folded zone) . و كذلك في الشمال الشرقي من طية سفين ، وتمتد مكاشفة كنطاق باتجاه شمال غرب – جنوب شرق على امتداد الحدود الايرانية وتم تحديد مقطعين في محافظة أربيل هي مقطع شقلاوه (مجران) وخليفان (شكل 1).حيث يظهر التكوين بسمكات عالية نسبيا وحدود طباقية واضحة .

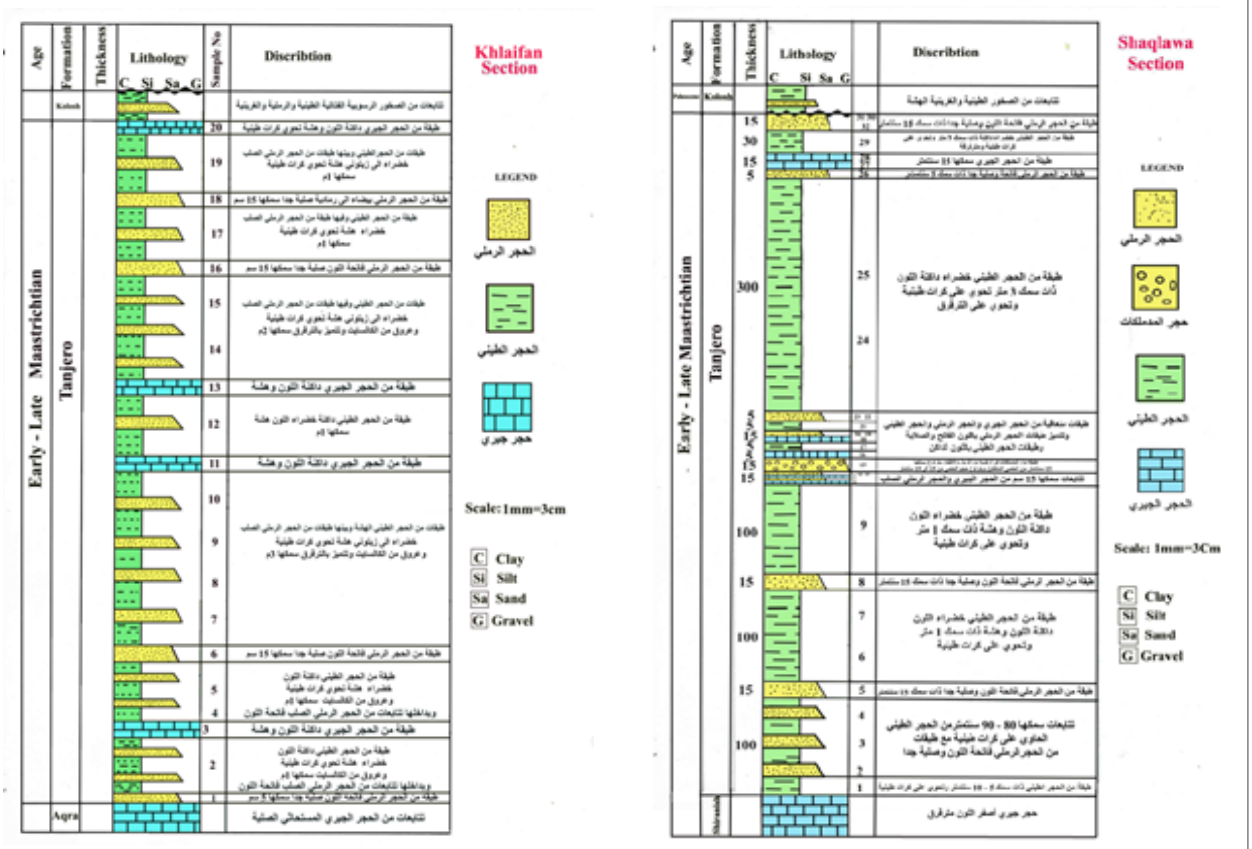


شكل (1): خارطة وصورة مرئية لمقاطع تكوين تانجيرو قيد الدراسة

تم دراسة التكوين من قبل عدة باحثين حيث درس (Sharbazheri, 2008) للطباقية الحياتية للفورامنيفرا الطافية والبيئة القديمة للحد الفاصل بين الكريتاسي – الباليوجين ضمن مقاطع سطحية مختارة في منطقة السلمانية هي (سيروان و دوكان و سامقولي) شمال شرق العراق بينت استمرارية

الترسيب خلال فترة الانتقال بين الكريتاسي و الباليوجين من خلال تحديد الانطقة الحياتية الدالة على ذلك اذ سجلت تكاملا في انظمة التنطق للماسترخيتان المتاخر - الدانيان المبكر. كذلك (Ismaeal et al., 2011) درسوا عن الطباقية الحياتية للترسبات المارل الازرق في تكوين تانجيرو في محافظة السلمانية وبينوا ان عمر التكوين هو (Early Late Maastrichtian) وذلك بعد ان قسموا التكوين الى اربعة انطقة حياتية. و قام (كاظم، 2018) بدراسة السحنات الصخرية والتراكيب الرسوبية لتكوين تانجيرو (Campanian - Maastrichtian) لمكاشف التكوين في منطقة هيران شرق مدينة شقلاوة شمال العراق.بينما (Sleabi, 2009) درست معدنية وجيوكيميائية الترسبات الفتاتية لتكوين تانجيرو في منطقة حسن باك وقلندر شمال كردستان وبينت من الدراسة الجيوكيميائية ان مصادر الرسوبيات هي منطقة التصادم ومن صخور الجبة المنكشفة في شرق المنطقة.

تمثل سحنات تكوين تانجيرو قيد الدراسة سحنات الفلش Fulsh faciest التابعة لحوض Foreland وتتألف من تعاقب منتظم من الحجر الرملي الكلسي و الحجر الطيني الاخضر الزيتوني اللون والحجر الغريني الطيني بسمك يتراوح 1-3 m للطبقة الواحدة مع وجود الحجر الجيري الابيض اللون في المقاطع قيد الدراسة . (شكل 2). يحد تكوين تانجيرو قيد الدراسة من الاسفل في منطقة خليفان بحد لاتوافقي مع تكوين عقرة وبحد توافقي مع تكوين شيرانيش في منطقة شقلاوة (مجران). ويحده من الاعلى لا توافقيا تكوين كولوش .



شكل (2) المقطع الطباقي لتكوين تانجيرو قيد الدراسة في منطقة شقلاوة (مجران) ومنطقة خليفان .

اهداف الدراسة Aims of the study

تحديد صخور المصدر من خلال دراسة المعادن الثقيلة و الدراسة البتروغرافية للصخور الرملية. تحديد النطاق التكتوني الذي ترسب فيه التكوين .

طريقة العمل والمواد

Methods and material

وتشمل العمل الحقلي والتحليل المختبري حيث شمل العمل الحقلي على تحديد الاقسام الطباقية الممثلة والتي تغطي مكاشف التكوين وجمع العينات وحسب التغير الصخاري وتقدير النسبي لسماكة كل طبقة ورسم مقطع طباقي ووضع مواقع كل عينة على ان تتضمن الصفات لكل التفاصيل والتراكيب الرسوبية اما التحاليل المختبرية تشمل تحضير شرائح رقيقة عدد 8 من الصخور الرملية موزعة على 4 عينات من مقطع شقلاوة و4 عينات من مقطع خليفان و دراسة بتروغرافية للشرائح تحت المجهر كذلك فصل المعادن الثقيلة لـ (6) عينات منها ودراسة وتشخيص المعادن الثقيلة وتحديد نسبتها وتصويرها وتم العمل في مختبرات جامعة بغداد (المختبر الالماني).

بتروغرافية الصخور الرسوبية الرملية

Petrography of Sandstone

تم جمع 8 عينات من الحجر الرملي وتم دراستها تحت المجهر وتم تمييز مكونات هذا الحجر الرملي وتم حساب نسب المكونات باستعمال طريقة العد النقطي وحسب الطريقة المقترحة من قبل (Chayes 1949) ، حيث تم عد 400 إلى 500 حبيبة في كل شريحة صخرية . تم تشخيص حبيبات الكوارتز والقطع الصخرية والفلدسبار ومكونات اخرى وبنسب مختلفة كما موضح في الجدول (1) وفي ما يلي وصف هذه المكونات:-

جدول (1): النسب المئوية لمكونات الحجر الرملي في تكوين تانجيرو قيد الدراسة (مقطع خليفان K مقطع شقلاوة S)

المكونات	ارقام العينات									
	K1	K6	K16	K18	S22	S26	S32	S30	المدى	المعدل
الكوارتز احادي التبلور	18.5	10.4	10.1	8.5	8.8	6.5	3.9	4.5	18.5 – 3.9	8.90
الكوارتز متعدد التبلور	2.4	2.2	1.8	1.7	3.4	2.0	0.8	1.3	3.4 – 0.8	1.95
الفلدسبار البوتاسي	1.8	1.6	2.3	2.7	1.3	1.8	1.4	1.7	2.7 – 1.3	1.83
البلاجيوكليس فلدسبار	3.4	2.8	3.7	3.0	2.9	3.6	1.9	1.8	3.7 – 1.9	2.89
القطع الصخرية الكربوناتية	31.8	51.3	46.6	54.2	15.4	52.4	9.7	17.7	54.2 –15.4	34.76
قطع الصوان الصخرية	4.8	3.9	4.7	3.8	4.6	4.8	3.8	4.7	4.8 – 3.8	4.39
قطع الصخور النارية	5.9	3.7	5.8	3.8	7.8	5.9	4.7	4.3	5.9 – 3.7	5.24
قطع الصخور المتحولة	7.2	3.1	4.9	3.2	37.6	4.2	33.8	30.6	37.6 –3.1	15.58
السمنت الكربوناتي	12.7	10.7	8.5	8.0	9.2	8.9	30.5	23.1	30.5 – 8.0	13.95
الحشوة	9.3	8.2	9.2	8.6	7.2	8.2	7.2	8.1	9.3 – 7.2	8.25
المكونات الأخرى	2.2	2.1	2.4	2.5	1.8	2.2	2.4	2.2	2.5 –2.1	2.26

الكوارتز احدي التبلور

(Monocrystalline Quartz)

يعرف الكوارتز احادي التبلور على انه معدن مكون من بلورة واحدة (Tucker, 1985) تتراوح نسبة الكوارتز احادي التبلور بين (3.9 – 18.5)٪، بمعدل (8.9 ٪) . تتميز حبيباته بان حجمها تدرج من الحجم الناعم جدا الى الحجم الخشن وبأشكال زاوية ذو فرز واطئ جدا (اللوحة1–1,1–2). هذا النوع من الكوارتز احادي التبلور يعكس الاصل الناري لصخور المصدر (Pettijohn, 1957; and Garzanti , 2019).

الكوارتز المتعدد التبلور

(Polycrystalline Quartz)

يعرف الكوارتز المتعدد البلورات على انه حبيبة لمعدن الكوارتز مؤلفة من عدة بلورات وتحصل حالة العتمة عند ادخال المحلل لكل بلورة بصورة مختلفة عن بقية البلورات بسبب كون كل بلورة لها اتجاه محاور يختلف عن البقية (Tucker, 1985). يمتاز الكوارتز المتعدد البلورات في العينات قيد الدراسة بكونه يحوي حافات وزوايا واحجامه متنوعة من الحجم الناعم الى الخشن (اللوحة 1–3). يتراوح وجوده بين (0.8 - 3.4)٪، بمعدل (1.95 ٪).يشير وجوده الى الصخور المتحولة التي تعرضت الى عوامل التحول من ضغط وحرارة (Conolly, 1965).

الفلدسبار البوتاسي (Potash Feldspar)

يعتبر الفلدسبار البوتاسي احد مجاميع الفلدسبار الرئيسية وهو يتألف بصورة اساسية من معدن المايكروكلاين والاورثوكليس (Kerr, 1958) . تم ملاحظة وجود معدن الاورثوكليس في عينات الحجر الرملي لتكوين تانجيرو تراوحت نسبة وجوده بين (2.7–1.3 ٪) بمعدل (1.83 ٪). يحوي معدن الاورثوكليس على درجات من التحلل وكانت البلورات ناقصة الى عديمة الاوجه (اللوحة 1–4 , 1–5) . يشير وجودة الى تجوية كيميائية بسيطة ومسافة نقل قريبة وسرعة ترسيب (Akinlua et al.,2015) .

البلاجيوكليس فلدسبار

(Plagioclase Feldspar)

البلاجيوكليس يمثل المجموعة الثانية من مجموعة الفلدسبار، ويمتاز البلاجيوكليس تحت المجهر المستقطب باحتوائه على التؤامة المتعددة (Kerr, 1958)، تتراوح نسبة معادن البلاجيوكليس بين (1.9 – 3.7)٪. بمعدل البلاجيوكليس لكافة العينات المدروسة فهو بنسبة (2.89 ٪) .تتميز حبيبات البلاجيوكليس بتعرضها الى درجات مختلفة من التحلل و يعتمد على مسافة النقل ودرجة التجوية الكيميائية (Garzanti , 2019).. بلورات البيلاجيوكليس بصورة عامة كانت ناقصة الاوجه (اللوحة 1–6 , اللوحة2–1).

القطع الصخرية الكربوناتية

(Carbonate Rock Fragment)

تعتبر من المكونات الرئيسية في الحجر الرملي لتكوين تانجيروقيد الدراسة تتراوح نسبها بين (54.2 – 15.4)٪ وبمعدل (34.76) ٪ . تم تمييز انواع منها كانت من نوع الحجر الجيري المتبلور (Crystalline Limestone) (اللوحة 2–2)، وقسم منها كان من نوع الحجر الجيري المستحاثي (Fossiliferous Limestone) (اللوحة 2–3)، وقسم منها كانت على شكل قطع من المتحجرات (Fossils) (اللوحة 2–4 , 2–5). يؤشر وجود القطع الصخرية الكربوناتية حالة التجوية الميكانيكية اكثر من التجوية الكيميائية مع مسافة نقل قليلة كون هذه القطع لا تتحمل مسافات نقل

طويلة وكونها غير مستقرة (Pettijohn et al., 1987, Garzanti , 2019).

قطع صخور الصوان (Chert Rock Fragment)

تم ملاحظة قطع صخور الصوان في اغلب عينات الحجر الرملي لتكوين تانجيرو وتتراوح نسبة تواجدها بين (3.8-4.8 ٪)، وبمعدل (4.39٪). تميزت قطع الصوان بدرجات قليلة من الاستدارية (Angular) (اللوحة 2-6) وهذا بسبب كون هذه القطع ذات صلابة عالية ويشر شكلها ووجودها الى مسافة النقل قليلة (Akinlua et al., 2015). بصورة عامة قطع حجر الصوان كانت من نوع كالسيدوني .

قطع الصخور النارية

(Igneous Rock Fragment)

تم ملاحظة قطع الصخور النارية ضمن الحجر الرملي لتكوين تانجيرو، يتراوح وجودها بين (3.7 - 5.9 ٪)، وبمعدل (5.24 ٪) وكانت في الغالب من صخور نارية بركانية من نوع اندسايت (صخور نارية بركانية متوسطة).

قطع الصخور المتحولة

(Metamorphic Rock fragment)

تعد قطع الصخور المتحولة مكونًا اساسياً في عدد من العينات قيد الدراسة للحجر الرملي لتكوين تانجيرو وخاصة قطع من صخور السربنتينايت المتحولة يتراوح وجودها بين (3.1 - 37.6 ٪) ، بمعدل (15.58 ٪) (جدول 1). ان هذا النوع من الصخور المتحولة يعد شائعا في شمال شرق العراق.

السمنت الكربوناتي (Carbonate Cement)

تم تمييز المادة الرابطة لمكونات الحجر الرملي لتكوين تانجيرو وكانت من نوع السمنت الكاربوناتي (Carbonate Cement)، يتراوح وجوده بين (0.8-30.5 ٪)، بمعدل (13.95 ٪) (جدول 1). يتألف من معدني الكالسايت والدولومايت . بين (Garzanti, 2019) ان مصدر السمنت الكربوناتي هو محاليل مشبعة بالكربونات ترسبت بين الحبيبات او اذابة للقطع الصخرية الكربوناتية ومن ثم ترسيب هذه المواد الذائبة كمواد سمنتية رابطة .

الحشوة (Matrix)

يقصد بالحشوة هي المواد الناعمة التي تكون انعم من احجام الرمل ضمن صخور الحجر الرملي أي من ضمن حجم الطين والغرين (Folk,1974)، يتراوح وجوده h بين (7.2 - 9.3 ٪) بمعدل (8.25 ٪) (جدول 1) . ان تواجد هذه المواد في الحجر الرملي تعكس مسافة النقل القليلة .

المواد الأخرى Others

المواد الاخرى هي مجموعة من الحبيبات كان تميزها تحت المجهر صعب جدا ويعود ذلك بسبب كون بعض الحبيبات متعرضة الى حالة تحلل شديد يجعل تشخيصها صعبا نوعا ما أتتراوح وجودها بين (2.1-2.5 ٪)، بمعدل (2.26 ٪).

3-1 المعادن الثقيلة Heavy Minerals

تُعرف المعادن الثقيلة على انها مجموعة من المعادن لها وزن نوعي اكبر من الوزن النوعي لمعدن الكوارتز والكلسايت والفلدسبارات أويتم فصل هذه المعادن باستعمال السوائل الثقيلة ومن أشهر هذه السوائل هو سائل البروموفورم الثقيل ذو الوزن النوعي 2.89 (Webster et al., 2003). تعتبر من المعادن المهمة وذلك لكونها تعطي معلومات عن الصخور المصدرية للرواسب الفتاتية وفي احيان اخرى اذا تجمعت بكميات كبيرة

قد تكون ذات اهمية اقتصادية (Dill, 1998).

تم اختيار ستة عينات من صخور الحجر الرملي لتكوين تانجيرو قيد الدراسة وتم فصل المعادن الثقيلة وحسب الطريقة المقترحة من قبل (Folk, 1974) ويبين الجدول (2) انواع المعادن ونسب تواجدها ومعدلاتها في العينات قيد الدراسة وفي ما يأتي وصف لهذه المعادن .

الجدول (2) نسب المعادن الثقيلة (٪) في الصخور الرملية لتكوين تانجيرو قيد الدراسة

رقم العينة	المعادن ٪		Chlorites	Chromium Spinel	Serpentine	Pyroxene Group		AmphiboleGroup	
	معتمة	غير معتمة				Orthoyroxen	Clinopyroxee	Hornblende	Actinolite
S3	42.4	57.6	8.5	3.3	3.7	2.8	4.2	7.6	2.5
S11	39.8	60.2	9.7	4.2	2.8	3.3	5.7	7.8	3.6
S20	43.2	57.8	11.6	3.1	2.9	2.9	4.6	6.5	2.4
S31	41.6	58.1	9	4.9	3.1	3.6	4.7	6.6	2.4
K4	42.1	57.9	9.2	3.3	3.7	2.8	4.2	7.6	2.5
K2	40.8	59.2	11.1	3.8	3.2	2.5	5.5	7.9	2.2

Mica Group		Zircon	Garnet	Epidote	Tourmaline	Kyanite	Rutile	Staurolite	Others
Muscovite	Biotite								
1.3	4.1	1.2	2.9	6.3	1.8	2.7	0.9	2.6	1.2
1.3	4	1.2	1.9	6.3	1.8	2.6	0.8	2.2	1
1.5	4.2	0.4	1.6	6.8	1.5	2.4	0.8	2.7	0.9
1.4	5.3	1.3	1.7	6.6	1.8	2.4	0.6	2.6	0.4
1.3	4.1	1.2	2.9	6.3	1.8	2.7	0.9	2.6	1.3
1.2	5.2	0.7	1.4	6.8	1.6	2.1	0.6	2.9	0.5

1. مجموعة المعادن المعتمة

(Opaques Mineral Group)

يقصد بمجموعة المعادن المعتمة المعادن التي لا ينفذ الضوء من خلالها تحت المجهر المستقطب النافذ وتبدو كحبيبات سوداء اللون لا تظهر اي صفات بصرية تحت المجهر، وتشمل هذه المعادن عدة معادن تنتمي الى مجاميع الاكاسيد والهيدروكسيدات والكبريتيدات، يتراوح وجودها في العينات قيد الدراسة بين(39.8-43.2)٪ بمعدل (41.65)٪، تتواجد اشكال متنوعة من عديمة الاوجه الى ناقصة الاوجه وقسم منها شبه مستديرة الى زاوية (اللوحة 3-1).

نسبة تواجد هذه المجموعة هي الاعلى مقارنة مع بقية المعادن الثقيلة التي تم تشخيصها وهذا

يعود لكون هذه المعادن توجد وتتبلور في كافة انواع الصخور النارية والرسوبية والمتحولة (Neese, 2000) . ولكن عموماً وجودها بنسبة عالية تشير الى كونها مشتقة من صخور نارية او فوق القاعدية (Pandy, 2017).

2. **مجموعة معادن الكلورايت (Chlorites Group)**

مجموعة معادن الكلورايت تمثل المجموعة الثانية من ناحية نسب التواجد وهذه المجموعة تنتمي الى مجموعة المعادن السليكاتية (Kerr, 1958) وتحوي هذه المجموعة على عدة معادن تم تميز عدة انواع من هذه المجموعة ضمن المعادن الثقيلة تكوين تانجيرو.النوع الاول هو كلورايت بني اللون يحوي على بقع من اكاسيد الحديد وذي اشكال صفائحية وملونة بلون بني وعديم التغير اللوني وذي الوان تداخل واطئة (اللوحة 3-2). النوع الثاني فهو كلورايت اخضر اللون وذو شكل صفائحي وعديم التغير اللوني ويحوي على بقع من اكاسيد الحديد وذو الوان تداخل واطئة (اللوحة 3-3). يتراوح وجود هذه المجموعة (8.5 - 11.5 ٪) بمعدل (9.85 ٪).

يشير وجود الكلورايت الى انه من الصخور المتحولة التي يكثر تواجده فيها في شدة تحول واطئة من حرارة وضغط في التحول الاقليمي وخاصة في سحنة الشست الاخضر التي تتميز بمعدن الكلورايت (Neese, 2000)، اما المصدر الاخر للكورايت فهو يتنج من عمليات التحلل الحاصلة على المعادن الفرومغنيسية مثل البايوتايت والبايركسينات والامفيبولات والتي تحدث في ظروف جوية اعتيادية (Kerr, 1958).

3. **معدن الكروميان سبنل (Chromian Spinel)**

معدن الكروميان سبنل يكون متجانساً بصريا حيث لا يظهر صفات بصرية عند اخال المحلل الخاص بالمجهر ويكون ذا لون احمر داكن جدا واشكاله متساوية الابعاد بسب كونه يتبلور في نظام المكعبي (اللوحة 3-4)، يتراوح وجود هذا المعدن بين (3.1-4.9)٪ وبمعدل (3.75 ٪).

4. **معدن السربنتين (Sepentine)**

معدن السربنتين هو احد المعادن المؤلفة للصخور المتحولة في الشدة الواطئة وقد لوحظ هذا المعدن في كل العينات قيد الدراسة يتميز بلون بني فاتح ويحوي على بقع من اكاسيد الحديد (اللوحة3-5) وتكون الوان التداخل لهذا المعدن عند ادخال محلل المجهر واطئة تعود للرتبة الاولى ويعد هذا المعدن من المعادن غير المستقرة (Folk.)(Kerr,1959 1975). تتراوح نسبة تواجد هذا المعدن بين (2.8-3.8)٪ بمعدل (3.25)٪.

5. **مجموعة معادن البايروكسينات (Pyroxenes Group)**

تم ملاحظة البايروكسينات في كل العينات قيد الدراسة وهذه المجموعة تنقسم الى مجموعينين هما:

أ. مجموعة الاورثو بايركسين التي تتبلور بنظام المعيني القائم ومن ضمن هذه المجموعة تم تشخيص معدن الانستاتايت وكان لون هذا المعن هو عديم اللون ويمتلك استطالة في الشكل وكان شكله هو ناقص الاوجه البلورية (اللوحة 3-6)، تتراوح نسبة تواجد هذا المعدن بين (1.6-3.6)٪ بمعدل (3.78)٪.

ب. مجموعة الكلاينوبايروكسنات التي تتبلور بنظام احادي الميل ومن ضمن هذه المجموعة تم تشخيص معدن الاجيرين الذي يكون بلون اخضر وذي تغير لوني خفيف وكانت اشكاله ناقصة الاوجه ويتلك استطالة واضحة (اللوحة 4-1) تتراوح نسبة تواجد هذا المعدن بين (3.5-5.7)٪ .

تتألف الصخور التي منها البايروكسنات وهي صخور نارية القاعدية وفوق القاعدية من هذه

المعادن (Kerr, 1958) ، (Neese, 2000) وهذه الصخور تتواجد في شمال شرق العراق.

6. مجموعة معادن الامفيبولات (Amphiboles Group)

الامفيبولات هي مجموعة من المعادن وقد تم ملاحظة معادنها في اغلب العينات قيد الدراسة وتمتاز الامفيبولات بانها تحوي مستويين للتشقق وذات هيئة بلورية مميزة معينية الشكل وقد تم تمييز نوعين من الامفيبولات وكما يلي:

1 – معدن الهورنبلند (Hornblende) : وهو من المعادن الشائعة ويمتاز بلونه الاخضر ويمتلك تغير لوني عند تدوير مسرح المجهر ويحوي على مستويين للتشقق وجلاء عالي، من الناحية الشكلية امتاز الهورنبلند بكونه ناقص الاوجه ويمتلك استطالة (اللوحة 4–2) . تتراوح نسبة تواجد هذا المعدن بين (6.5–7.9)٪، وبمعدل (7.29)٪. يعتبر من المعادن الاساسية والمؤلفة للصخور النارية القاعدية (Hibbard, 2002).

2 – معدن الاكتينولايت (Actinolite) : الاكتينولايت هو احد معادن مجمعة الامفيبول ويكون عديم اللون وذا جلاء متوسط ويحوي على اتجاهي التشقق الخاص بمجموعة الامفيبول وكانت اشكاله معينية ناقصة الاوجه (اللوحة 4–3) تتراوح نسبة تواجد هذا المعدن بين (2.2–3.65)٪ ، وبمعدل (2.72)٪. يتبلور في الصخور المتحولة تحولا اقليميا وبظروف تحول واطئة الشدة وضمن سحنة الشست الاخضر (Rymond, 2010) .

7. مجموعة معادن المايكا (Mica Group)

تعتبر مجموعة المايكا من السليكات الصفائحية وهي من المعادن التي تتبلور وتؤلف الصخور النارية وتكون ذات اشكال صفائيحية وتمتلك مستوي تشقق واحد وقد تمييز نوعين من هذه المعادن في العينات قيد الدراسة وكما يلي:

أ. معدن المسكوفايت (Muscovite) : معدن المسكوفايت يكون عديم اللون وذو أشكال صفائحية ويمتلك مستوي تشقق واحد (اللوحة 4–4)، تتراوح نسبة تواجد هذا المعدن بين (1.2–1.6) ٪، وبمعدل (1.39)٪.

ب. معدن البايوتايت (Biotite) : معدن البايوتايت يكون ذا لون بني ويمتلك تغير لوني ويكون ذا أشكال صفائحية ويحوي مستوي تشقق واحد (اللوحة 4–5)، حبيبات هذا المعدن في بعض العينات نقية وفي عينات اخرى متعرضة الى درجات من التحلل بسبب كون هذا المعدن يعتبر من المعادن غير المستقرة (Hibbard, 2002). تتراوح نسبة تواجد هذا المعدن بين (4.0 – 5.4)٪، وبمعدل (4.7)٪.

8. معدن الزركون (Zircon)

الزركون معدن عديم اللون وذو جلاء عالي جدا وأشكاله كانت متساوية الابعاد وناقصة الى كاملة الأوجه (اللوحة 4–6)، يعتبر هذا المعدن من المعادن فوق المستقرة والذي يتحمل ظروف التجوية والتعرية ولعدة دورات ترسيبيه وكانت نسبة تواجده في العينات قيد الدراسة قليلة نسبياً، تتراوح نسبة تواجد هذا المعدن بين (0.4–1.3)٪، وبمعدل (0.88)٪. ويدل وجوده على الصخور النارية الحامضية.

9. معدن الكارنت (Garnet)

الكارنت هو مجموعة معدنية وقد تميز معدن الكروزولارايت في العينات قيد الدراسة. يتصف المعدن بانه متجانس بصريا لأنه يتبلور في نظام المكعبي لذلك لا يظهر صفات بصرية عند ادخال

محلل المجهر المستقطب ويتواجد بأشكال متساوية الابعاد وذا جلاء عالي ويكون ناقص الاوجه في اغلب الحالات اللوحة (5-1)، تتراوح نسبة تواجد هذا المعدن بين (1.4-2.9)٪، وبمعدل (1.88)٪ ويشير وجوده الى ان الصخور المصدرية هي الصخور المتحولة أو الرسوبية.

10. معدن الابيدوت (Epidote)

يتميز بلون بني فاتح وذا جلاء عالي أبأشكال متساوية الابعاد وعديم الاوجه البلورية في اغلب الحالات (اللوحة 5-2)، تتراوح نسبة تواجد هذا المعدن بين (6.3-7.7)٪، وبمعدل (6.75)٪. يعتبر الابيدوت من المعادن التي تتبلور في الصخور المتحولة وفي ظروف تحول متوسطة الى واطئة الشدة (Kerr, 1958).

11. معدن التورملين (Tourmaline)

يمتاز معدن التورمالين بلون عسلي مميز ويمتلك تغير لوني شديد عند تدوير المسرح وذو جلاء عالي ويكون الشكل البلوري له ناقص الاوجه وذو درجة متوسطة من الاستدارة ويكون ناقص الاوجه (اللوحة 5-3)، ان هذا المعدن يعتبر من المعادن فوق المستقرة والذي يتحمل ظروف التجوية والتعرية ولعدة دورات ترسيبيه وكانت نسبة تواجده في العينات قيد الدراسة قليلة نسبيا تتراوح بين (1.5-1.8)٪ ، وبمعدل (1.7)٪.

12. معدن الكيانايت (Kyanite)

الكيانايت من المعادن المؤلفة للصخور المتحولة يتميز بانه عديم اللون تحت المجهر وذي استطالة واضحة بشكله البلوري ناقص الاوجه وذو جلاء عالي (اللوحة 5-4)، تتراوح نسبة تواجده بين (2.1-2.7)٪ ، وبمعدل (2.47)٪.

13. معدن الروتايل (Rutile)

يمتاز معدن الروتايل بلونه الاحمر الغامق جدا وجلائه العالي وشكله البلوري المميز بالاستطالة (اللوحة5-5)، يعتبر المعدن من المعادن فوق المستقرة والذي يتحمل ظروف التجوية والتعرية ولعدة دورات ترسيبيه .وكانت نسبة تواجده في العينات قيد الدراسة قليلة نسبياً حيث تراوحت بين (0.6-0.8)٪ ، وبمعدل (0.73)٪.

14. معدن الشترولايت (Staurolite)

يتميز معدن الشترولايت بلونه الذهبي المميز ويمتلك تغير لوني عند تدوير المسرح وذو جلاء عالي أبأشكال في اغلب الحالات ناقصة الاوجه وغير متساوية الابعاد أتتراوح نسبة تواجده بين (2.2-2.9)٪، وبمعدل (2.63)٪.

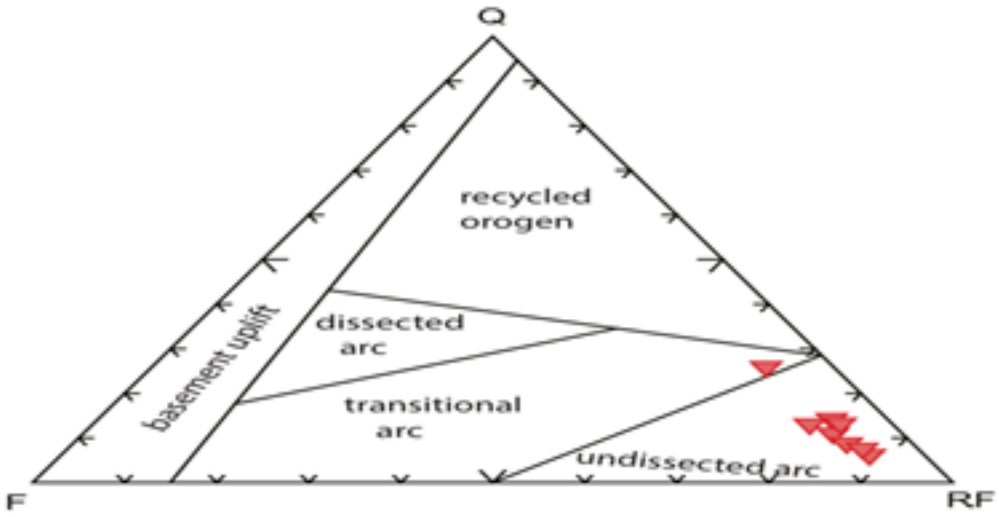
15. المعادن الأخرى (Others)

عند دراسة المعادن الثقيلة للعينات قيد الدراسة تحت المجهر المستقطب كان هناك مجموعة من المعادن صعبة التشخيص ولا تمتلك صفات بصرية واضحة ويعود سبب ذلك لكون هذه المعادن تعرضت الى درجات متفاوتة من التحلل والتأكل لكونها غير مستقرة ولا تقاوم ظروف التجوية والتعرية لذلك كان تشخيصها صعبا نوعا ما أتتراوح نسبة تواجد هذه المعادن بين (0.4-1.4)٪، وبمعدل (0.9)٪.

الصخور المصدرية والنطاق التكتوني
Source Rocks and Tectonic Provenance

تشير جميع الدلائل من الدراسة البتروغرافية للصخور الرملية والمعادن الثقيلة الى تعدد مصادر فتاتيات تكوين تانجيرو قيد الدراسة حيث ان الكوارتز موجود بنوعيه احادي التبلور ومتعدد التبلور ويؤيد تعدد المصادر وجود انواع مختلفة من القطع الصخرية التي تمثل المكون الاكثر تواجدا من الحبيبات الهيكلية حيث تتواجد قطع من الصخور الجيرية والمتحولة والنارية ويعكس ذلك

وجود صخور رسوبية ونارية ومتحولة بمكان قريب من حوض الترسيب حيث حافظت القطع الصخرية على تركيبها مما يعني انها لم تنقل لمسافات بعيدة وعند اسقاط المكونات الهيكلية على مرتسم مصدر الفتاتيات شكل (3) لـ (Dickinson et al.,1983) تبين ان مصدر الفتاتيات لتكوين تانجيرو قيد الدراسة هو من القوس البركاني الذي يتكون نتيجة تصادم الصفائح او من الاوفيولايت شرقا في ايران حيث جزء منه منكشف في تلك الفترة والذي يتألف من صخور الكابرو والحجر الجيري البلاجي والبازلت (Moghadam and Stem, 2015) .



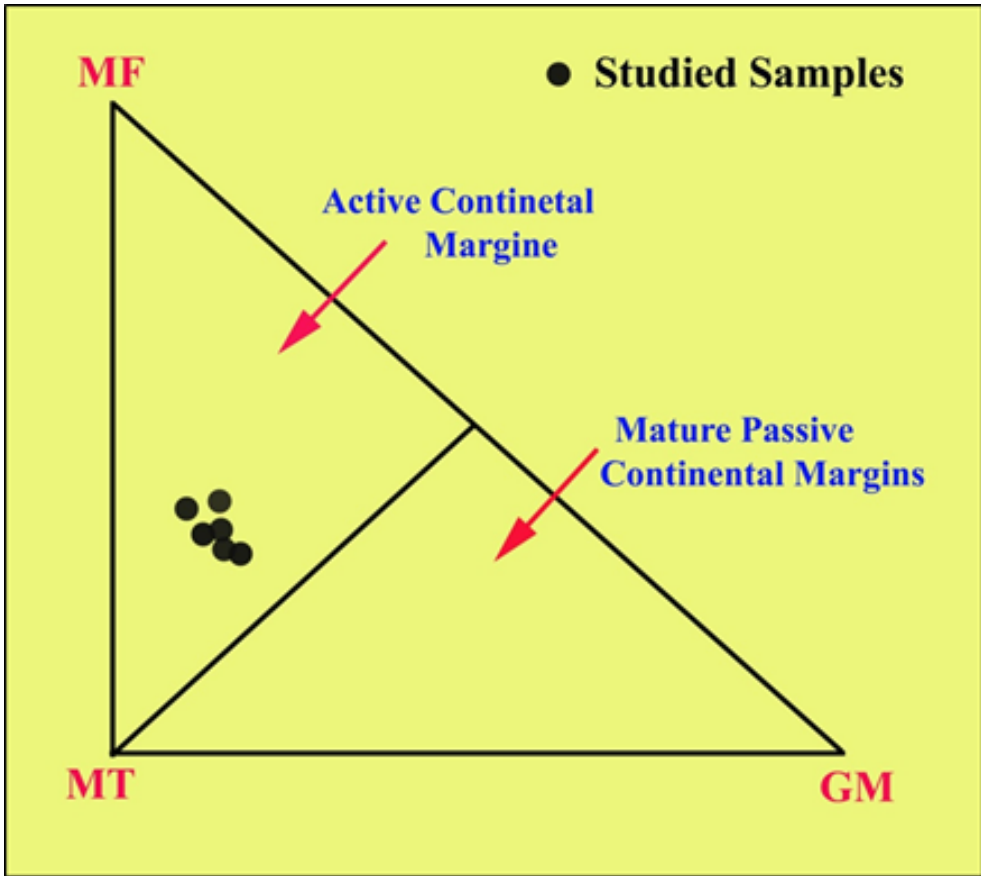
شكل (3) تحديد الصخور المصدرية للصخور الرملية لتكوين تانجيرو قيد الدراسة حسب (Dickinson et al., 1983)

تعد المعادن الثقيلة من الدلائل المهمة في تحديد نوع صخور المصدر (He et al., 2017) ان معادن الكيانايت والتورمالين والابيدوت والشترولايت والروتايل والكلورايت والسربنتين والكروميان سبنل تعتبر من المعادن التي تتبلور في الصخور المتحولة وتحت ظروف تحولية من ضغط وحرارة (Neese, 2000)، وان قسم من هذه المعادن تعتبر من المعادن الدالة على ظروف وسحن التحول (Neese, 2000). ان معادن البايروكسين والهورنبلند تعد من المعادن الاساسية لتكون الصخور النارية القاعدية، بينما الزركون والتورمالين تعد من المعادن المساعدة في الصخور النارية الحامضية. ان نسبة المعادن المعتمة كانت عالية في كافة العينات المدروسة وهذا يعود سببه ان هذه المعادن تأتي من كافة انواع الصخور النارية والرسوبية والمتحولة.

يتضح من تحليل المعادن الثقيلة للعينات قيد الدراسة وجود نوعين من المعادن وهي المعادن المعتمة والمعادن غير المعتمة كما موضحة مسبقاً في الجدول (2) . تتألف المعادن المعتمة بصورة اساسية من معدني المغنتايت والالمنايت . تعتمد نسبة المعادن الثقيلة وتركيزها على الظروف الهيدروداينامية

مثل تدفق الترسبات (Sediment Influx) من الصخور الام المتجوية، طاقة الامواج (Wave Energy) وسرعتها (Velocity) وعلى التيارات سواء المائية او الهوائية (Pandy) (Roq et al., 2017،) (2001) .

اما المعادن غير المعتمة فتتألف من كلورايتاً زركون، ابيدوت، تورمالين، روتايل. وهذه المعادن تختلف في شكلها وحجمها بين مدور وشبه زاوية مستطيلة أو PRISMATIC كما في لوحة (3-4-5) ولغرض تحديد الصخو المصدرية Johnsson et al., 1991 ((Ramadan et al., 2012)) لهذه المعادن الثقيلة في ترسبات تكوين تانجيرو قيد الدراسة هناك علاقات متبادلة بين نسبة معادن هي (زركون، روتايل، تورمالين، كارنت، شترولايت، وابيدوت) يتم حساب نسبها حسب الجدول (4) هذه العلاقات تستخدم للدلالة على الاستقرارية وصخور المصدر Stability and Source Index حيث نلاحظ عدم انتظام واختلاف كبير في النسب و يكون مؤشر ZR و ZRT (جدول 5) عالياً في بيئات الترسيب ولكونه يتحمل مسافات نقل كبيرة ويقاوم عمليات التجوية ويشتق من الصخور الحامضية النارية ويدل ايضا على شدة عمليات التجوية (مناخ رطب). وقد كانت نسبها قليلة في العينات قيد الدراسة مما يدل على قصر مسافة النقل وتنوع الصخور المصدرية. واعتماداً على (Nechaev and Isphording, 1993) تم حساب (جدول 5) اسقاط المعاملات التي تمثل MT وMF و GM حيث تمثل MF نسبة المعادن الثقيلة التي هي البايروكسين والهورنبلند والاولفين بينما تمثل MT معادن الابيدوت والكارنت والكلوكوفين و GM تمثل المعادن الترمالين والزركون والروتايل والكيانايت والشترولايت.ويبين الشكل (3) ان العينات قيد الدراسة تقع ضمن النطاق التكتوني الحافة النشطة تكتونياً وهذا يعود الى حافة الصفيحة العربية الشمالية الشرقية هي في حالة تصادم مع الحافة الغربية للصفيحة الايرانية وهذا الوضع التكتوني انعكس على انواع المعادن الثقيلة المترسبة في تكوين تانجيرو قيد الدراسة. ان شكل حبيبات المعادن الثقيلة يعكس مسافة النقل وشدة عمليات التجوية ومصدر هذه المعادن وتميزت حبيبات المعادن الثقيلة في الصخور الرملية لتكوين تانجيرو قيد الدراسة باشكال مختلفة نسية قليلة منها متعرضة الى التاكل والقسم الاخر ناقصة الاوجه والاخرى ذات استطالة واضحة وكل ذلك وحسب (Yue et al., 2019) يشير إلى تعدد مصادر هذه الترسبات واختلاف مسافة النقل وسرعة الترسيب وان التجوية الكيميائية كانت غير شديدة بدليل شيوع المعادن غير المستقرة .



شكل (4) تحديد الوضع التكتوني من خلال العلاقة بين **MF–MT–Gm**
للمعادن قيد الدراسة 1993 **\Nechoev and Isphording**

جدول (3) العلاقة بين المعادن الثقيلة الستة في النماذج قيد الدراسة

Non opaque heavy mineral ration					رقم العينة
ST /G	T /Ep	T /G	Z /T	Z /R	
0.89	0.28	0.62	0.66	1.3	S3
1.56	0.22	0.94	0.29	0.71	K4
1.68	0.22	0.93	0.26	0.5	S20
2.07	0.23	1.14	0.43	1.16	C2
1.15	0.28	0.94	0.66	1.5	S11
1.52	0.27	1.05	0.72	2.16	S31

Z;Zircon , T:Tourmaline, R:Rutile , St:Staurolite, G:Garnet, Ep:Epidote

جدول (4) العلاقة بين المعادن المستقرة وغير المستقرة المشخصة في العينات قيد الدراسة

Metastable / Ultra-stable	Ultra-stable minerals			Metastable minerals			رقم العينة
	Zircon	Tourmaline	Rutile	Garnet	Epidote	Staurolite	
3.02	1.2	1.8	0.9	2.9	6.3	2.6	S3
4.24	0.5	1.7	0.7	1.8	7.7	2.8	K4
4.11	0.4	1.5	0.8	1.6	6.8	2.7	S20
3.82	0.7	1.6	0.6	1.4	6.8	2.9	C2
2.73	1.2	1.8	0.8	1.9	6.3	2.2	S11
2.94	1.3	1.8	0.6	1.7	6.6	2.6	S31

جدول (5) حساب نسب ومعاملات بعض المعادن الثقيلة لتحديد النطاق التكتوني.

ZRT	٪GM	٪MT	٪MF	GM	MT	MF	O /NO	٪O	رقم العينة
3.9	18.56	43.17	38.25	8.3	19.3	17.1	0.73	42.4	S3
2.9	17.59	46.29	36.11	7.6	20	15.6	0.72	42.1	K4
2.7	17.19	42.50	40.29	7	17.3	16.4	0.74	43.2	S20
2.9	16.7	41.87	41.41	7.3	18.3	18.1	0.68	40.8	C2
3.8	16.31	41.00	42.67	7.8	19.6	20.4	0.66	39.8	S11
3.7	18.96	40.51	40.51	8.1	17.3	17.3	0.71	41.6	S31

O:**Opaques** , **No**: **Non Opaquse**

جدول (6) نسب المعادن المستخدمة في تحديد النطاق التكتوني لصخور تكوين تانجيرو قيد الدراسة.

Heavy minerals	S3%	K4%	S20%	C2%	S11%	S31%
Orthoyroxen	19	13	21	16	20	24
Clinopyroxee	29	28	33	34	34	32
Hornblende	52	59	46	50	46	44

الاستنتاجات

Conclusions

1 – بينت الدراسة البتروغرافية للصخور الرملية لتكوين تانجيرو وجود نسب عالية من القطع الصخرية الكاربونايتية والمتحولة مما يدل على قصر مسافة النقل والترسيب السريع ومناخ جاف نسبيا .

2 – ان وجود نوعين من الكوارتز الاحادي والمتعدد البلورات دليل على اختلاف صخور المصدر .

3 – ان مصدر الفتاتيات لتكوين تانجيرو قيد الدراسة هو من القوس البركاني .

4 – وجود نسبة عالية من المعادن المعتمة اكبر من المعادن غير المعتمة دلالة ان مصدرالترسبات من الصخور القاعدية وفوق القاعدية .

5 – وجود نسبة عالية من المعادن غير المستقرة دلالة على قرب الصخور المصدرية وسرعة الترسيب .

6 – ان وجود نسب من المعادن المختلفة المستقرة وغير المستقرة وفوق المستقرة دليل على تعدد مصادر وانواع الصخور لهذه الترسبات

7 – اشتقت المعادن الثقيلة لتكوين تانجيرو من الصفيحة النشطة نتيجة عملية تصادم الصفيحتين الايرانية والعربية.

المصادر

- Akinlua ,A. ngola ,A . Fadipe , O. A. and Adekola , S.A.2015 . Petrography and geochemistry of sandstone sauples of Vischkuil Formation ,Karoo Super group ,South Africa. J. Petrol Expl . prod Technal . 2 - 10 .
- Bjorlykk, K., 1983, Digenetic reactions in sandstone. In: sedimentary digenesis (ED.by A. Parker and B. W. Sellwood), PP. 169214-, NATO ASI Series C; V. 115. Reidel, Dordrecht.
- Boggs, S. Jr., 1995, Principles of Sedimentology and Stratigraphy, Prentice Hall, New Jersey, 774P.
- Brindly, G.W. and Brown, G., (1980): Crystal structure of clay minerals and their X-Ray identification. Min. Soc. No.5, London, 495p.
- Buday, T. and Jassim, S. Z., 1987, The regional geology of Iraq, Tectonism, Magmatism and Metamorphism, V. 2, GEOSURV, Baghdad.
- Buday, T. and Jassim, S.Z. (1987). The regional geology of Iraq. Tectonism, magmatism and metamorphism. V.2,D.G. of geology Survey and mineral investigation Bagdad, Iraq .352P.
- Chayes, F. 1949, A simple point counter for thin section analysis: Am. Min., V. 34, P. 1 -11.
- Conolly, J. R., 1965. The Occurrence and Polycrystallinity and Undulatory Extinction in Quartz in Sandstone: Jour. Sed. Petrol, V. 35, P. 116 - 135.
- Dickinson, W. R. Beard, L.S., Brakenridge, G.R.,Erjavec, J.L., Ferguson, R.C., Inman, K.F.,Knepp, R.A., Lindberg, F.A. and Ryberg, P.T.,

Geology of Iraq, Dolin, Prague and Moravian Museum,Bmo.pp. 169 - 184.

- Johnsson, M.J., R.F Stallard and N. Lundberg, 1991. Controls on the Composition of fluvial sands from a tropical weathering environment: Sand of the Orinoco drainage basin, Venezuela and Colombia. Bull. Geol. Soc.Am.,103: 1622 - 1647.Jour. of Geology,27:115 - 131.
- Kadhium, Lafta. (2018). Lithofacies and sedimentary structures of Tanjero Formation at Heeran area North Iraq.
- Kerr, P.F., 1958. Optical Mineralogy, McGraw-Hill., New York. 442P.
- Marcia,G.,2010.provence of heavy minerals in the piranhas. Acu. River, Northeast Birazil. Ravista Biasileria de Geociencias 30(3): 453 - 456.
- Moghadam, Hi ,S. and stem , R(2015):ophiolites of Iran :Key to and evstanding the tectonic evolution of SW Asia (I I)Mesozoic ophiolite .J.of Asian Earth sciences .100, 31 - 59 .
- Nechaev, V.P., Isphording, W.C., 1993. Heavy-mineral assemblages of continental margins as indicators of plate-tectonic environments. Journal of Sedimentary Petrology 63, 1110–1117.
- Nesse, W. D., 2000. Introduction to Mineralogy, Oxford University press, New York, 442P.
- Pandey, A. S., 2017. Heavy mineral Analysis and Provences studies of Surma Sedimants in and Around Nungba, Tamenlong District Manipur, Northeast. India, Int. J.. of Res. (IJRIAS) vol.II, Issue III, 1 -9 pp.
- Pettijohn, F. J., 1957, Sedimentary rocks, 2nd Ed: Harper and Row, New York, 718P.

(1983). Provenance of North American Phanerozoic sandstone in relation to tectonic setting. Geol.Soc.America Bull., Vol.94, pp.222 – 235 .

- Dill, H. D., 1998, A review of heavy minerals in clastic sediments with case studies from the alluvial fan through to the nearshore marine environment. Earth. Sci. Rev, V. 45, P. 103 - 132.
- Flugel, E., (2004): Microfacies of Carbonate Rock, Analysis, Interpretation and Application. Springer-Verlag, Berlin, 976 P.
- Folk, R., 1974, Petrology of sedimentary rocks. Hamphill, Texas, 182P.
- Folk, R.L. and Land, L.S.,(1975): Mg/ Ca Ratio and Salinity: to Controls Over Crystallization of Dolomite, A.A.P.G :Bull., Vol. 59,pp. 60 - 68.
- Garzanti ,E .and Ando, S.,2019Heavy Minerals for Junior woodchucks MDPI. Minerals ,9,148, 2 - 25p .

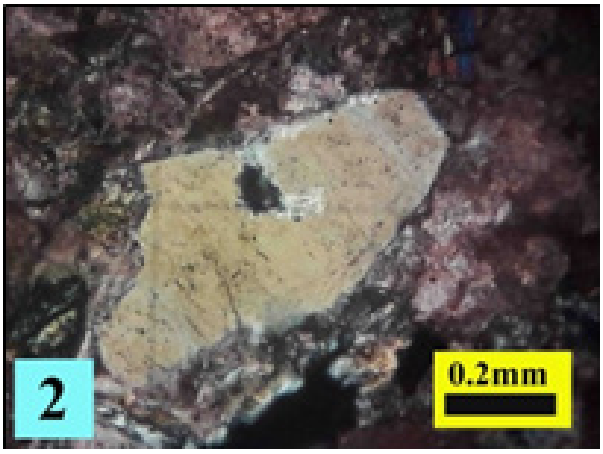
  Garzanti ,E.2019, Petrography classification of sand and sandstone. Earth sci .vol .192, 545
- He, M ., Zharg, L. , yao , Jend Li ,Q.2017. Heavy minerals characteristics and their implication for provenance of the middle Triassie Basin , North China Earth Sci ,Research ,vol .6. No .2: 65 -75
- Hibbard, M, J., 2002, Mineralogy, McGraw-Hill, 572P.
- Ismael et al., 2011. Biostratigraphy of Bluish Marl Succession (Maastrichtian) in Sulaimanyia, Area, Kurdistan Region NE-Iraq, INJOE Sci. 11(2): 81 - 99pp.
- Jassim SZ, and Buday T (2006).Latest Eocene-Recent Megasequence AP11In: Jassim SZ ,Goff JC (eds)

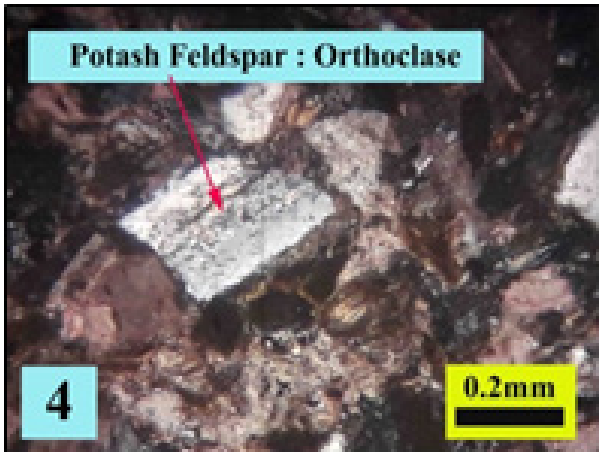
- Thorez, J., 1976: Practical Identification of clay Minerals, Gitlelotle, Belgium, 89 p.

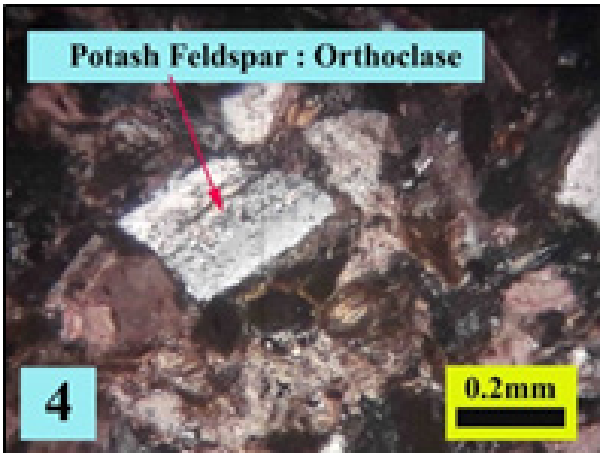
Tucker, M. E., (edits). 1988, Techniques in sedimentology. Black Well. Oxford. 394P.

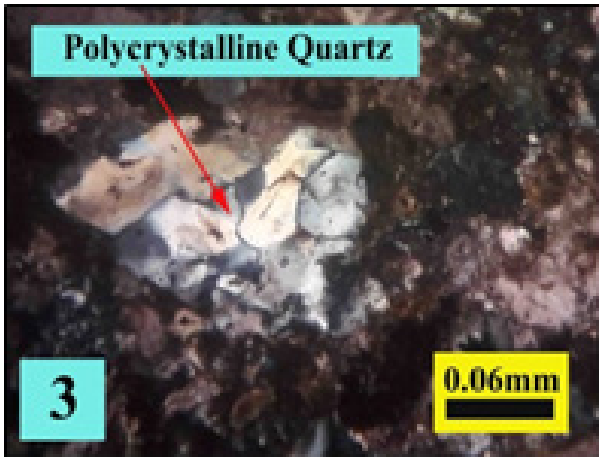
- Tucker, M. E., 1985. Sedimentary Petrology, An Introduction. Blackwell Scientific Publ, Oxford, 252P.
- Webster. J. R., Kight. R. P., Winburn. John R. S., and Christopher. A. C., 2003. Heavy Minerals Analysis of Sandstones by Rietveid Analysis., International Centre for Diffraction Data 2003, Advances in X-ray Analysis, V. 46, P.198 - 203.
- Yue, W., Yue. Panwar, S.,Z hang ,L. and Jin, B., 2019. The chemical composition and surface texture of transparent heavy minerals from core LQ24 in the changjiang .J. Minerals. Vol,9, Issue7, 454 - 470.
- Pettijohn, F. J., Potter, P. E., and Siever, R., 1987, Sand and sandstone, Springer-Verlag, New York, 553P.
- Pettijohn, F.J. (1975): Sedimentary Rocks. (3rd ed.), Harper and Row, New York, 628p.
- Ramadan, F., Zalamah, A. and Saad, A.2012. provenanance of heavy minerals in some occurreuces of placer deposits along tip of Egyption Mediterranean Coastal Plain, J. App. Sci. Res. 8(11): 5322 – 5332.
- Rao, R.G.,P. Sahoo, N.K. Panda,2001. Heavy mineral Sand deposit of Orissa. Exploration and Research for Atomic Minerals., 13:23 -52.
- Raymond, L. A., 2010, Petrology: The study of igneous, sedimentary, and metamorphic rocks, Wm. C. Brown publishers, 510P.
- Sciunnach , D.2001 Heavy minerals provences as a tool for paleogeographic reconstruction : A case study from the Buntsandstein of Nurra (NW Sardinia Italy).Ecological geo . Helv. 94.197.211
- Selley, R. C, 1982, An Introduction to sedimentology, Acadimic Press, London, 362P.
- Sharbazheri, K. M. 2008. Biostratigraphy and Paleoecology of the Cretaceous/ Tertiary Boundary in the sulaimani Region, Kurdustan, NE-Iraq. Unpublished PhD. Thesis, University of sulaimani, 200p.
- Sleabi, R. (2009): Mineralogy and Geochemistry of Clastic Rocks Associated with Walash – Naopudan Groups in Hasanbag and Qalander Areas, Kurdistan Region. MSc. University of KirKuk. Unp. 108.pp.

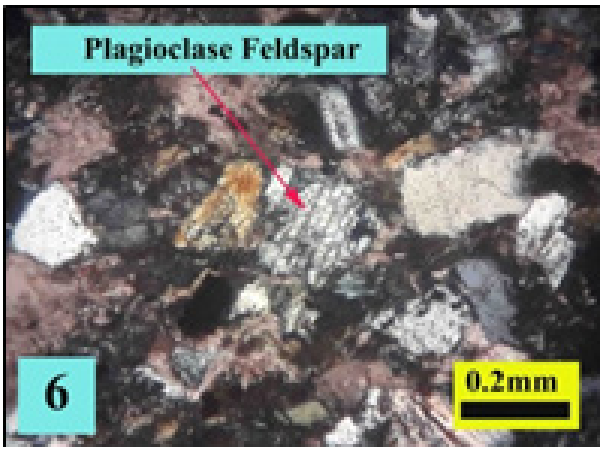
اللوحـة 1

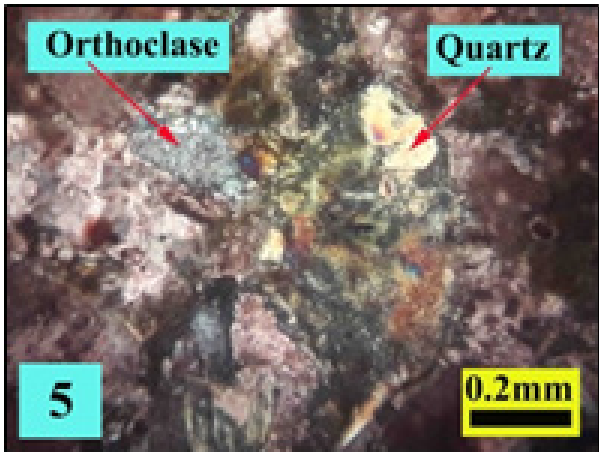








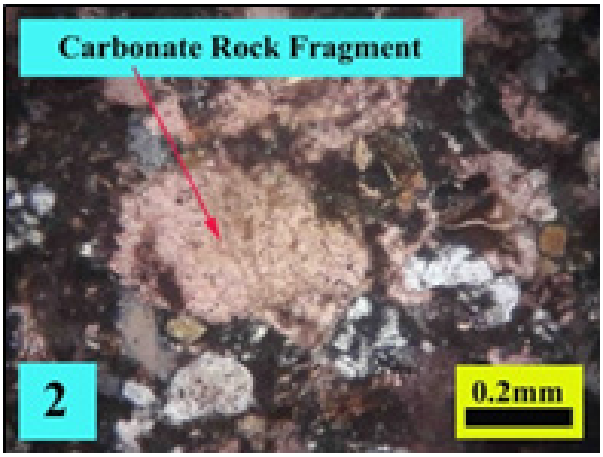


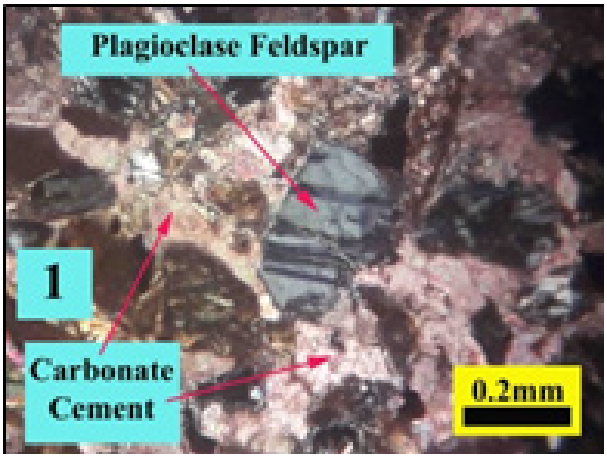


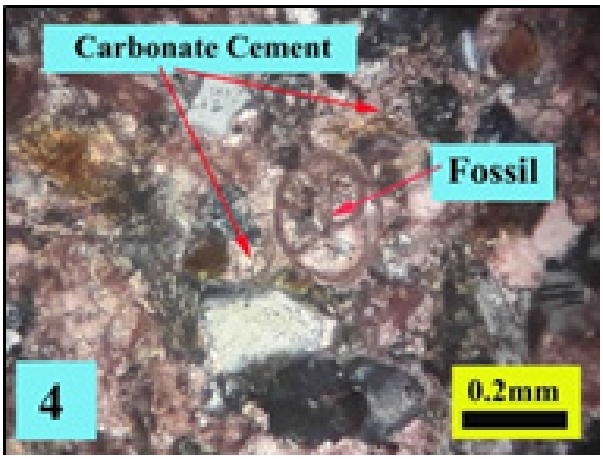
اللوحة 1–1 : كوارتز احادي التبلور .
اللوحة 1–2 : كوارتز احادي التبلور .
اللوحة 1–3 : كوارتز متعدد التبلور .

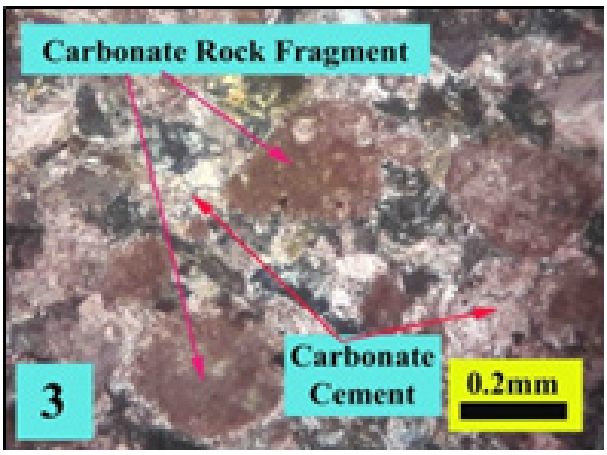
اللوحة 1–4 : فلدسبار بوتاسي (اورثوكليس) متحلل .
اللوحة 1–5 : فلدسبار بوتاسي (اورثوكليس) .
اللوحة 1–6 : بلاجيوكليس فلدسبار متحلل .

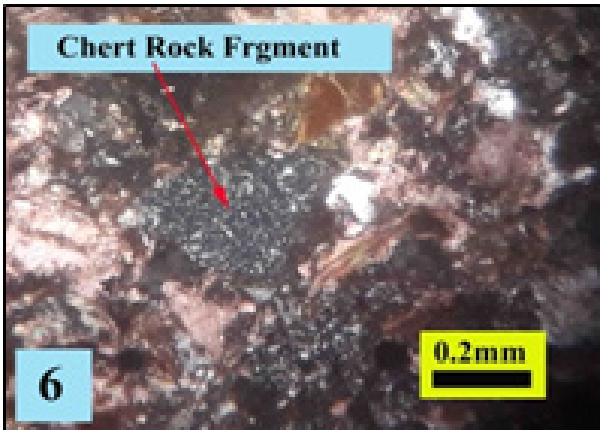
اللوحة 2

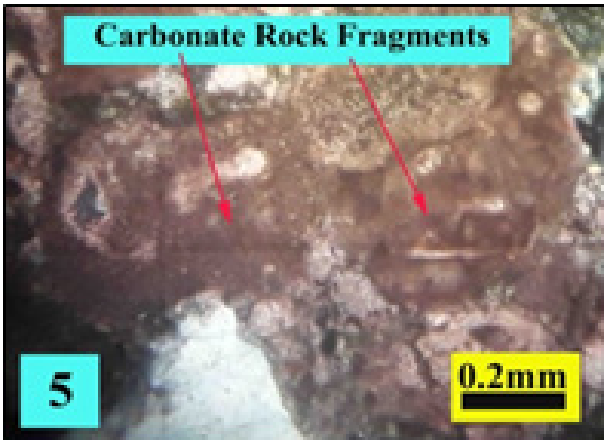








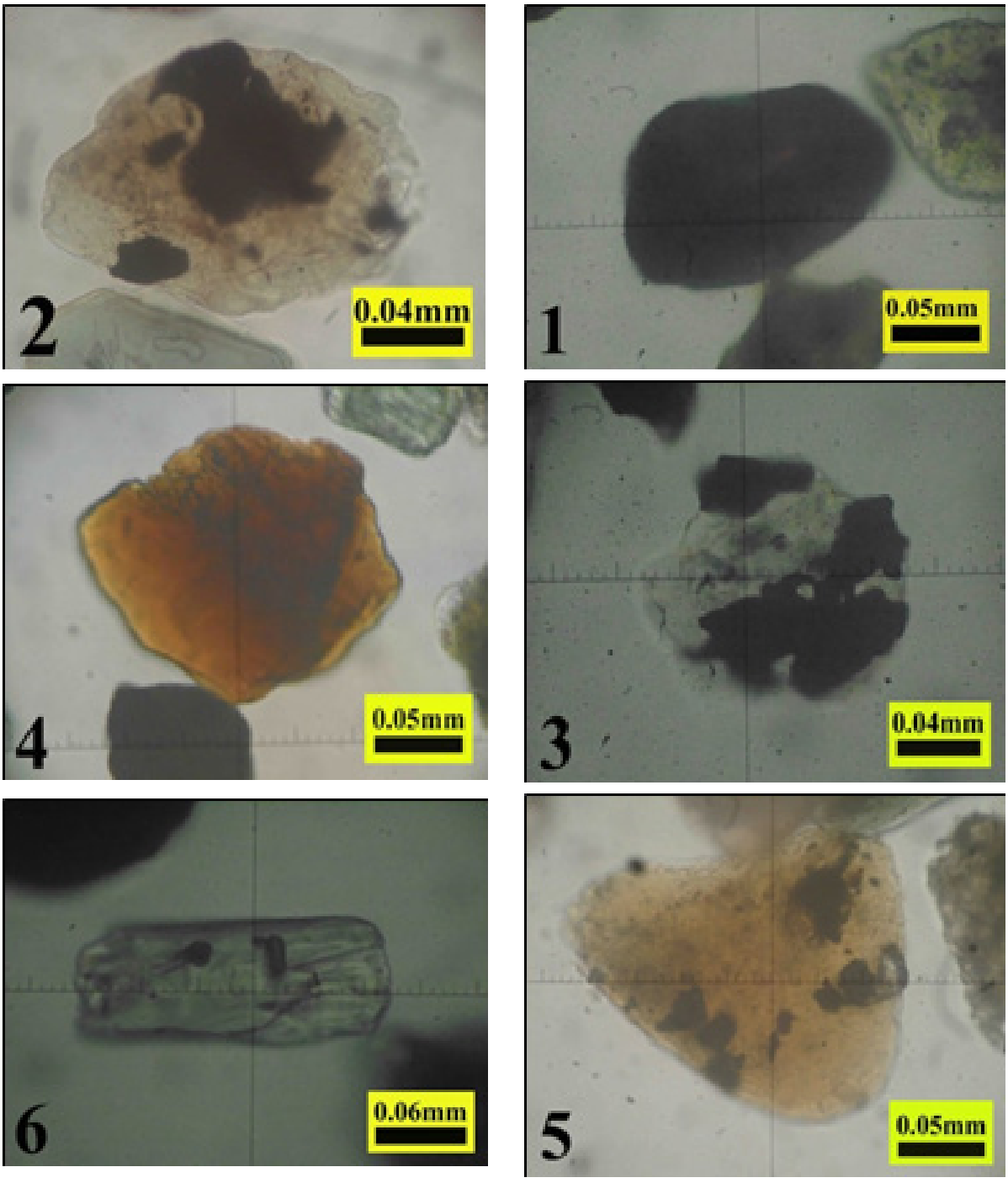




اللوحة 2–1 : حبيبة نقية لمعدن البلاجيوكليس .
اللوحة 2–2 : حبيبة من القطع الصخرية الكربوناتية ، وهي لايمستون متبلور .
اللوحة 2–3 : حبيبة من الحجر الجيري المستحاثي .

اللوحة 2–4 : حبيبة من القطع الصخرية الكربوناتية وهي عبارة عن قطعة متحجر .
اللوحة 2–5 : حبيبة من الحجر الجيري المستحاثي .
اللوحة2–6 : حبيبة من قطع صخور الصوان ذات حافات حادة ، حبيبة من الحجر الجيري المستحاثي.

اللوحـة 3



اللوحة 3–1 : حبيبة شبه مستدريه لمعدن من مجموعة المعادن المعتمة .

اللوحة 3–2 : حبيبة بنية اللون مع وجود بقع من اكاسيد الحديد لمعدن من مجموعة الكلورايت .

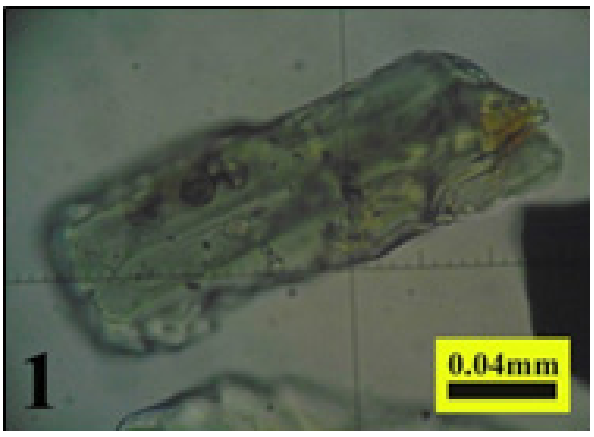
اللوحة 3–3 : حبيبة خضراء اللون وذات شكل صفائحي مع وجود بقع من اكاسيد الحديد لمعدن من مجموعة الكلورايت.

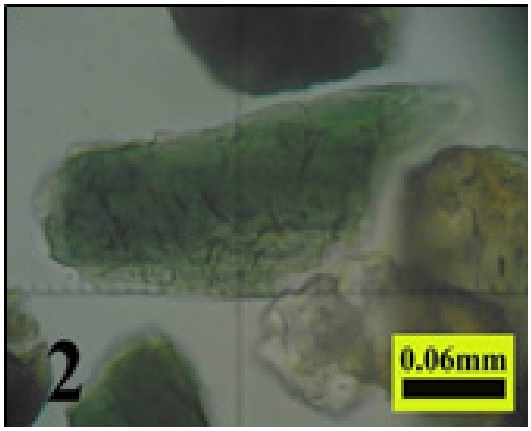
اللوحة 3–4 : حبيبة ذات جلاء عالي ولون بني غامق جدا ومتجانسة بصريا لمعدن الكروميان سبنل .

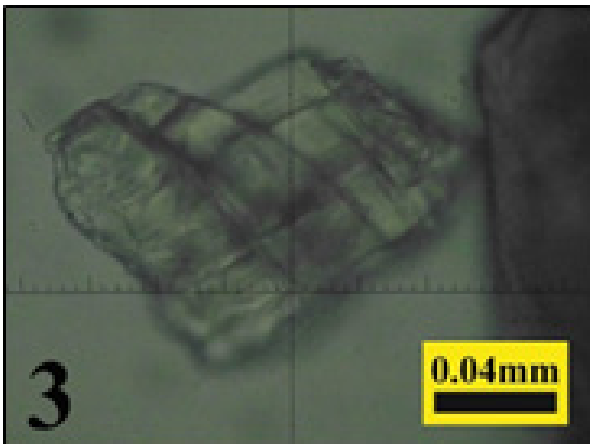
اللوحة 3–5 : حبيبة بنية اللون مع وجود بقع من اكاسيد الحديد لمعدن السربنتين.

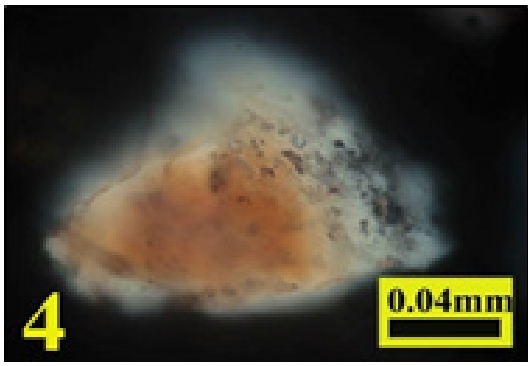
اللوحة 3–6 : حبيبة ذات استطالة وعديمة اللون لمعدن الانستاتايت من مجموعة الاورثوبايروكسين .

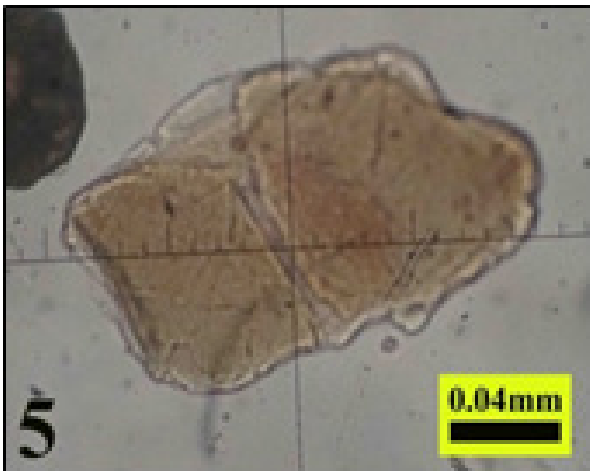
اللوحة 4

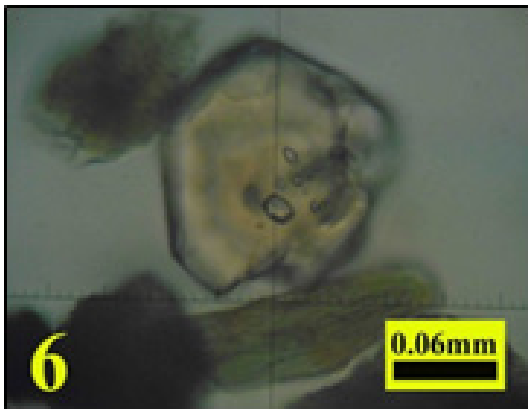












اللوحة 4–1: حبيبة ذات استطالة واضحة ولون اخضر فاتح لمعدن الاجيرين من مجموعة الكلاينوبايروكسين L.

اللوحة 4–2: حبيبة ذات استطالة واضحة ولون اخضر فاتح وتغير لوني لمعدن الهورنبلند من مجموعة الامفيبول .

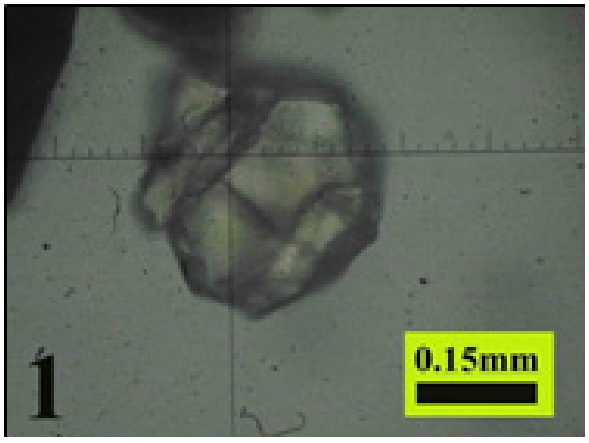
اللوحة 4–3: حبيبة ذات عديمة اللون وذات اتجاهين للتشقق لمعدن الاكتينولايت من مجموعة الامفيبول.

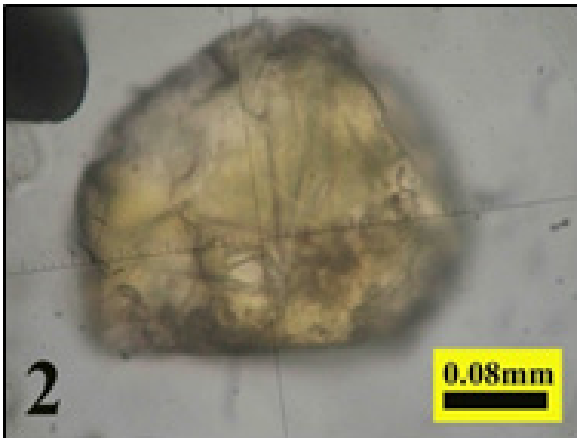
اللوحة 4–4: حبيبة ذات شكل صفائحي لمعدن المسكوفايت من مجموعة معادن المايك

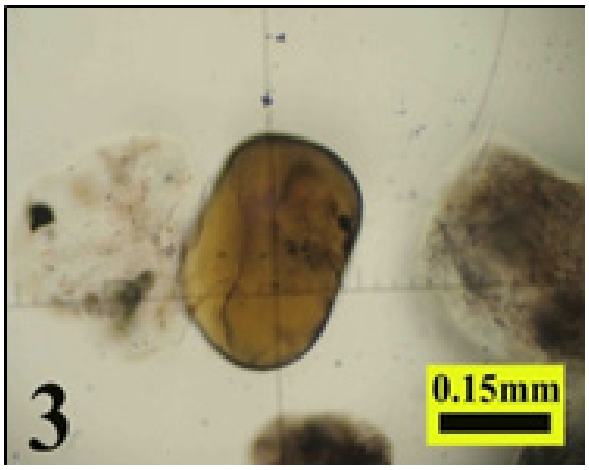
اللوحة 4–5: حبيبة ذات لون بني وتغير لوني وشكل صفائحي امعدن البايوتايت من مجموعة معادن الماكا.

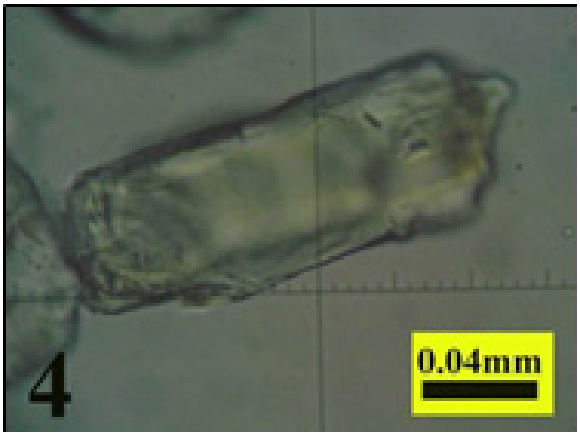
اللوحة 4–6: حبيبة ذات جلاء عالي وناقصة الاوجه لمعدن الزركون.

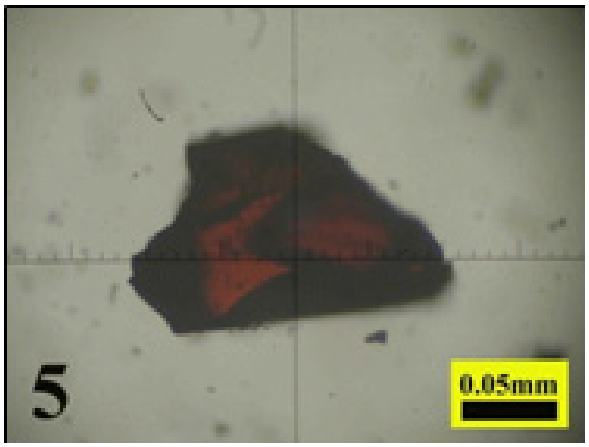
اللوحـة 5

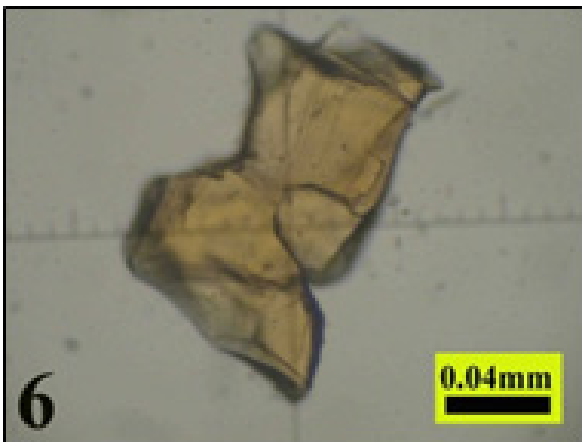












اللوحة 5-1: حبيبة ذات جلاء عالي وناقصة الاوجه وعديمة اللون لمعدن الكارنت.اللوحة 5-2: حبيبة ذات جلاء عالي وناقصة الاوجه وذات لون بني لمعدن الابيدوت.
اللوحة 5-3: حبيبة ذات جلاء عالي وناقصة الاوجه وذات لون عسلي وتغير لوني شديد لمعدن التورمالين.

اللوحة 5-4: حبيبة ذات جلاء عالي وناقصة الاوجه وذات استطالة واضحة وعديمة اللون لمعدن الكيانايت.
اللوحة 5-5: حبيبة ذات جلاء عالي وناقصة الاوجه وذات لون لحمر غامق جدا لمعدن الروتايل.
اللوحة 5-6: حبيبة ذات جلاء عالي وعديمة الاوجه وذات لون اصفر ذهبي لمعدن الشترولايت.