



وزَارَةُ الطَّاقَةِ وَالثَّوَرَةِ المَعْدُنِيَّةِ

المسح الجيوكيميائي
الشمالي لجبل سمر الطبيعة

الشاذة الجيوكيميائية

“ARAGEO-2”

2024

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



وزَارَةُ الطَّاقَةِ وَالثَّوَرَةِ الْمَعَدِنِيَّةِ

المسح الجيوكيميائي التبعي لجبل سمر الطيبة
(الشاذة الجيوكيميائية ”ARAGEO-2“)

إعداد

الجيولوجي محمد عبويني

قسم المسوحات الجيولوجية والجيوكيميائية

مديريّة دراسات المصادر الطبيعية

أيلول - 2024

فريق العمل

رئيس القسم	د. أحمد الغرابية	قسم المسوحات الجيولوجية والجيوكيميائية
الجيولوجي	عماد المومني	قسم المسوحات الجيولوجية والجيوكيميائية
الجيولوجي	محمد عبويني	قسم المسوحات الجيولوجية والجيوكيميائية
الجيولوجي	غيث الشرادقة	قسم المسوحات الجيولوجية والجيوكيميائية
الجيولوجي	قاسم المساعد	قسم المسوحات الجيولوجية والجيوكيميائية
الجيولوجي	وائل أبو زيتون	قسم المسوحات الجيولوجية والجيوكيميائية
الجيولوجي	أحمد درادكة	قسم المسوحات الجيولوجية والجيوكيميائية
الجيولوجي	طارق الخالدي	قسم الدراسات التقييبة

المحتويات

iv	الجدوال
iv	الأشكال
v	الملحقات
vi	شكر وتقدير
vii	الخلاصة
1	أ. مقدمة
1	أ-1. الهدف من المسح الجيوكيميائي التبعي
2	أ-2. الدراسات السابقة وأهمية المنطقة
4	أ-3. الموقع
5	أ-4. جيولوجية وطبوغرافية منطقة الدراسة
9	ب. طريقة العمل
9	ب-1. تحديد أحواض التصريف المائي
12	ب-2. خطة المعاينة
14	ب-3. طريقة المعاينة المثلث
14	ب-3-1. تحديد الحجم الأمثل لرسوبيات الأودية
15	ب-3-2. كيفية المعاينة
16	ب-4. طرق التحليل الكيميائي والمخبرات
18	ج. مناقشة النتائج
18	ج-1. المختبرات ونتائج التحاليل المخبرية
18	ج-1-1. عينات ضبط الجودة
19	ج-1-2. عينات رسوبيات الأودية التوجيهية
19	ج-1-3. العينات الجيوكيميائية

ج-2. تفسير نتائج التحاليل المخبرية.....	20
ج-2-1. مدى المقاربة في نتائج التحاليل.....	20
ج-2-2. عينات رسوبيات الأودية.....	25
ج-2-3. عينات المعادن الثقيلة.....	31
ج-2-4. العينات الصخرية	32
ج-2-5. مناطق الأهمية وطبيعة العمل المطلوب.....	40
د. الاستنتاجات والتوصيات.....	43
د-1. الاستنتاجات	43
د-2. التوصيات	44
الملحقات.....	45

الجدول

جدول 1: العناصر الماتحة للتحليل في مختبرات وزارة الطاقة والثروة المعدنية وهيئة الطاقة الذرية.....	18
جدول 2: مقارنة المعايير الإحصائية للنتائج بين مختبرى هيئة الطاقة الذرية ووزارة الطاقة.....	24
جدول 3: العناصر التي تم تحليلها لرسوبيات الأودية مع التركيز على العناصر الهامة بالأحمر.	27
جدول 4: ملخص المعايير الإحصائية لنتائج تحليل عينات رسوبيات الأودية.....	27
جدول 5: فحص السوية للعناصر العشرة الهامة قبل وبعد التحويل إلى اللوغاريتم الطبيعي.....	28
جدول 6: معامل الارتباط للعناصر الهامة في نتائج عينات رسوبيات الأودية.....	29
جدول 7: ملخص المعايير الإحصائية لنتائج تحليل العينات الصخرية.....	33
جدول 8: فحص السوية لبيانات العينات الصخرية مصنفة حسب السحنة الصخرية.....	34
جدول 9: معامل الارتباط للعناصر الهامة في نتائج العينات الصخرية.....	38
جدول 10: تحليل العوامل لبيانات عينات رسوبيات الأودية والصخور.	41

الأشكال

شكل 1: توزيع عينات الدراسة السابقة (BRGM).....	3
شكل 2: موقع منطقة الدراسة (جبل سمر الطيبة).....	4
شكل 3: جيولوجية موقع الدراسة.....	5
شكل 4: شكل وتوزيع صخور الأحimer البركانية.....	7
شكل 5: طبيعة الصخور المكسرة ونواتج التغيير المعدني.....	8
شكل 6: مناسبات الارتفاع بفترة ارتفاع مقدارها 10 م في منطقة جبل سمر الطيبة.....	8
شكل 7: تصنیف أحواض التصريف المائي في منطقة الدراسة بناء على أهميتها.....	11
شكل 8: أحواض التصريف المائي الثانوية.....	12
شكل 9: العينات المقترحة لرسوبيات الأودية.....	13
شكل 10: العينات المقترحة للمعادن الثقيلة.....	13
شكل 11: موقع العينات الجيوكيميائية في منطقة الدراسة.....	19
شكل 12: نتائج عينات الرقابة في مختبرات هيئة الطاقة الذرية الأردنية.....	21
شكل 13: نتائج عينات الرقابة في مختبرات وزارة الطاقة والثروة المعدنية.....	21
شكل 14: المقارنة بين نتائج العينات بين مختبرى هيئة الطاقة الذرية ووزارة الطاقة.....	23
شكل 15: مقارنة المتوسط والانحراف المعياري للعناصر بين مختبرى هيئة الطاقة الذرية ووزارة الطاقة.....	24

شكل 16: مدى المقاربة في عينات الرقابة الصخرية ولرسوبيات الأودية.	25
شكل 17: نتائج التحاليل باستخدام حجمي تخيل لتحديد الحجم الأمثل لمعاينة رسوبيات الأودية.	26
شكل 18: منحنيات التشتت لنتائج عينات رسوبيات الأودية.	29
شكل 19: علاقة الخارجيين والنحاس والرصاص والباريوم مع الزركونيوم عند قيمه المنخفضة.	30
شكل 20: توزيع عينات رسوبيات الأودية ذات قيم الزركونيوم المتعدنة.	31
شكل 21: شواز تراكيز الذهب والخارجيين والنحاس والرصاص في عينات رسوبيات الأودية.	32
شكل 22: معدل التجوية (أعلى) ونوعه (أفلا) من خلال حساب معاملات التجوية.	34
شكل 23: أنواع الصخور السائنة في منطقة الدراسة من خلال تحليل الأكسيد الرئيسية.	36
شكل 24: مخططات التشتت لبيانات العينات الصخرية عند قيم الزركونيوم الأقل من 100 جم.	37
شكل 25: توزيع عينات رسوبيات الأودية والعينات الصخرية ذات قيم الزركونيوم المتعدنة.	37
شكل 26: مخططات التشتت لبيانات العينات الصخرية عند قيم الزركونيوم الأكبر من 100 جم.	38
شكل 27: شواز تراكيز الخارجيين والنحاس والرصاص في العينات الصخرية.	39
شكل 28: نتائج تحليل عينات صخرية تحتوي على عروق كلاسية رفيعة.	40
شكل 29: تراكيز الليثيوم والباريوم والخارجيين بالاعتماد على السحنة الصخرية.	42

الملحقات

ملحق 1: نتائج التحاليل لعينات رسوبيات الأودية والمعادن الثقيلة من قبل BRGM.	46
ملحق 2: ملخص أحواض التصريف المائية الرئيسية والثانوية وعدد العينات المقترحة ضمن منطقة الدراسة.	48
ملحق 3: نتائج عينات رسوبيات الأودية التوجيهية من مختبرات هيئة الطاقة الذرية ووزارة الطاقة.	50
ملحق 4: نتائج تحليل العينات الجيوكيميائية.	52
ملحق 5: خارطة مدى أهمية أحواض التصريف المائي بالاعتماد على نتائج التحليل.	65
ملحق 6: خارطة مدى أهمية أحواض التصريف المائي موضحاً عليها نتائج طريقة تحليل العوامل الإحصائية.	66

شكر وتقدير

ننقدم بالشكر إلى معالي وزير الطاقة والثروة المعدنية الدكتور المهندس صالح الخرابشة على اهتمامه ودعمه المستمر لمشاريع قسم المسوحات الجيولوجية والجيوكيميائية.

الشكر الموصول إلى مدير مديرية دراسات المصادر الطبيعية الجيولوجي هشام الزيود لمرونته ودعمه لأعمال القسم والتسهيلات اللوجستية الحاضرة ومن أهمها تهيئة مركز ميدان بئر مذكور لخدمة مشاريع وادي عربة.

كما وننوجه بالشكر الجليل إلى رئيس قسم المسوحات الجيولوجية والجيوكيميائية د. أحمد الغرابية على مساعدته ونصائحه وتهيئة الأرضية المناسبة لتنفيذ أعمال الاستكشاف الجيوكيميائي ، والشكر الموصول لرئيس قسم الحفر م. محمد أبو كشك على توظيف كامل طاقته لدعم وإسناد المشروع بالرغم من ظروف العمل وطبيعة المنطقة الصعبة.

التقدير والعرفان لجميع من دعم وشارك في تنفيذ مشروع المسح الجيوكيميائي التتبعي لمنطقة جبال سمر الطيبة من الجيولوجيين والفنين والسائلين والعمال من داخل وخارج القسم.

كما نشكر موظفي مديرية المختبرات لحرصهم على تحقيق أقصى درجات الدقة من خلال تحضير وتحليل العينات الجيوكيميائية ضمن أفضل الممارسات المعيارية.

الخلاصة

يقدم هذا التقرير نتائج المسح الجيوكيميائي التبعي لمنطقة جبال سمر الطيبة في جنوب المملكة الأردنية استناداً إلى الدراسات الجيوكيميائية الإقليمية السابقة من قبل (BRGM) التي أظهرت وجود تراكيز شديدة لعناصر اقتصادية هامة مثل الذهب والزنك والرصاص. تهدف هذه الدراسة إلى تتبع مصادر تلك التراكيز باستخدام تقنيات معاينة رسوبيات الأودية والمعادن الثقيلة والعينات الصخرية وتحديد أماكنها ليتم استكشافها بشكل تفصيلي أكثر.

تم تقسيم المنطقة إلى أحواض تصريف مائية وتحديد الموضع الجيوكيميائي المهمة وتنفيذ الاستكشاف عبر مسح تفصيلي لرسوبيات الأودية والمعادن الثقيلة إلى جانب معاينة الصخور المحلية. تم تحليل العناصر النادرة والعناصر الرئيسية باستخدام تقنيتي التحليل الطيفي (ICP-OES) والأشعة السينية (XRF) على التوالي في كنترولات وزارة الطاقة والثروة المعدنية وذلك لتحديد العناصر الدالة المرتبطة بعمليات التمعدن كما تم تحليل الذهب في مختبرات "SGS" الكندية بواسطة التحليل الطيفي بالامتصاص الذري "AAS" بعد عملية فحص النار (Fire Assay).

أظهرت النتائج وجود تراكيز فوق طبيعية لعناصر مثل النحاس والرصاص والخارصين والذهب مما يعزز الفرضية القائلة باحتمالية وجود نظام تمعدن حراري (epithermal system) في المنطقة.

كما كشفت الدراسة عن وجود حالات جيوكيميائية في رسوبيات الأودية تشير إلى عمليات تغييرات معدنية مما يؤكد على أهمية المنطقة كموقع محتمل لموارد معدنية ذات جدوى اقتصادية.

تم تحديد مدى أهمية أحواض التصريف المائي بالاعتماد على تواجد العناصر الاقتصادية بتراكيز شديدة والتي بناءً عليه قد تم تحديد طبيعة الأعمال الاستكشافية التالية لتحديد موقع التمعدن بدقة.

توصي الدراسة بتنفيذ المسح الجيوكيميائي التفصيلي المنتظم وغير المنتظم لأحواض التصريف المائي بحسب أهميتها وتحليل طيف أوسع من العناصر بالإضافة إلى إعداد خرائط جيولوجية ومعدنية تفصيلية وتنفيذ المسوحات الجيوفизيائية التفصيلية لإجراء الحفر التأكدي من أجل تحديد عمق وانتشار التمعدن.

أ. مقدمة

أ-1. الهدف من المسح الجيوكيميائي التبعي

بناء على مرحلة الاستكشاف الجيوكيميائي الإقليمية من قبل BRGM والتي توصلت إلى تحديد منطقة جبال سمر الطيبة كهدف محتمل لتوارد تمعدنات مؤملة أهمها خام الذهب فإن هذه الدراسة الجيوكيميائية التبعية هدفت إلى استكمال العمل على تتبع مصدر هذه الشوادج الجيوكيميائية وتحديد其ها بشكل أدق من أجل دراستها وتقديرها.

بالتالي فقد بدأت أعمال المسح الجيوكيميائي التبعي لمنطقة جبال سمر الطيبة في منتصف شهر تشرين الأول 2022 وانتهت في شهر آذار 2024.

تنتشر صخور وحدة الأحimer البركانية الريوليتية والتي تعتبر الصخور الهدف لكونها هدفاً محتملاً لتوارد خام الذهب والفلزات الأساسية (base metals) ضمن مساحة تبلغ حوالي 6.5 كم^2 مما يجعل من مهمة الاستكشاف بمعاينة الصخور أمراً صعباً ومكلفاً جداً ويحتاج لوقت طويل نظراً للحجم الكبير للعينات الصخرية التي يجب جمعها لحصر مصدر الشوادج المعدنية. لذا فإن معاينة رسوبيات الأودية هي الخيار الأمثل في مثل هذه الظروف.

يعتبر أسلوب الاستكشاف الجيوكيميائي بمعاينة رسوبيات الأودية أسهل الطرق وأرخصها لتتبع مصادر التمعدنات وحصرها. ونظراً لأن رسوبيات الأودية تمثل حالة انتشار جيوكيميائية ثانوية تلي مرحلة تكوين التمعدنات فلا بد من تحديد حالة الانتشار الجيوكيميائية الأولية التي ترافقت مع تكوين هذه التمعدنات. يتفاوت حجم حالة الانتشار الجيوكيميائي الأولية بالاعتماد على ظروف نشأة وتكوين الخام وفي جميع الأحوال تعتبر صغيرة إذا ما قورنت بحالة الانتشار الجيوكيميائي الثانوية ومعظم مكوناتها هي ما يتم رصده في رسوبيات الأودية نظراً لتوفرها بكميات معقولة ولسهولة تفككها ومن ثم نقلها وانتشارها بواسطة المياه في مجاري الأودية وتعرف بالعناصر الدالة (pathfinder) كما يمكن رصد مكونات من نفس الخام كالذهب وغيرها ويعتبر دالاً كذلك (indicator).

إن عملية تحرر العناصر الدالة وانتشارها في حالة التشتت الثانوية تفاس بالجزء من المليون (جمم ppm) أي غرام لكل طن متري. وبشكل طبيعي فإن تركيز العناصر الدالة يزداد بالقرب من المصدر (أي حالة التشتت الأولية) ويقل بالبعد عنه.

أ-2. الدراسات السابقة وأهمية المنطقة

تم تنفيذ الاستكشاف الجيوكيميائي العام للمناطق الحاوية على تكتشفات صخور الركية في جنوب المملكة بالإضافة إلى الاستكشاف الجيوكيميائي شبه التفصيلي والتفصيلي لبعض المناطق من قبل قسم المسوحات الجيوكيميائية وبالتعاون مع هيئة المسح الجيولوجي الفرنسية (BRGM) وإعداد التقرير النهائي في العام 1994.

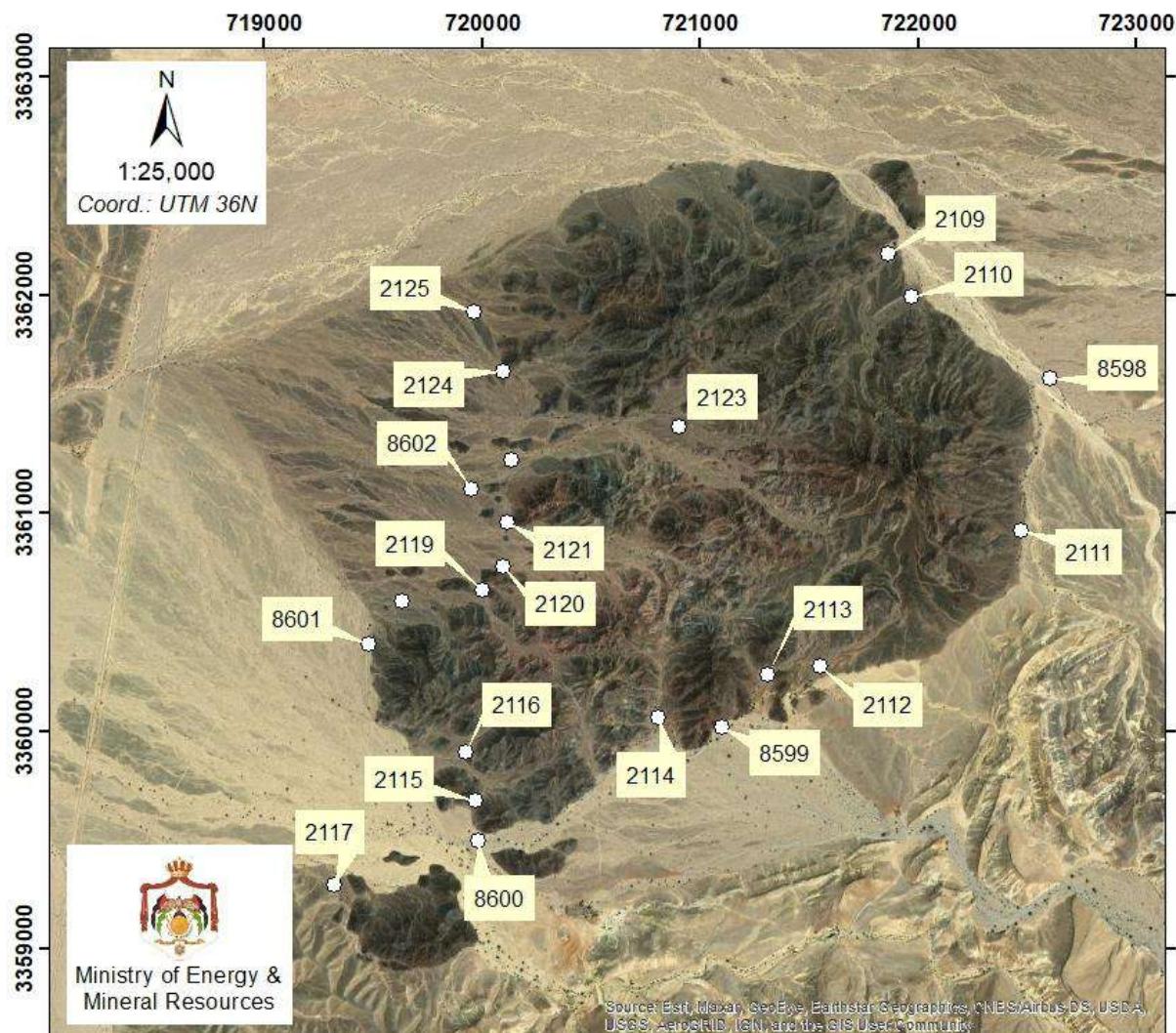
اعتمدت الدراسة بشكل رئيسي على معاينة رسوبيات الأودية (عينات رسوبية ومعادن ثقيلة) وقليل من المعاينة الصخرية والتربة لبعض المناطق لتحديد التراكيز الشاذة للعناصر الاقتصادية والدالة على التمعدنات والتي انتشرت في مجاري الأودية نتيجة لعمليات التجوية والتعرية التي أدت إلى تفككها وتحررها من مصدرها ونقلها بواسطة المياه كعامل رئيس في هذه البيئة ومن ثم توضعها مع رسوبيات الأودية. يعرف هذا النوع من انتشار العناصر عبر مجاري الأودية بالهالة الجيوكيميائية الثانوية وهي أحد أهم أدوات الاستكشاف الأولي والإقليمي.

نتج عن هذا الاستكشاف عدد من المناطق في جنوب المملكة ووادي عربة تحتوي على عناصر بتراكيز فوق اعتيادية أو بما يعرف بالشاذة الجيوكيميائية والتي أوصت الدراسة بمتابعة استكشافها بشكل تفصيلي. وتعتبر منطقة جبال سمر الطيبة أحد هذه المناطق ضمن وادي عربة وتعرف بحسب BRGM بمنطقة الشاذة ARAGEO-2.

تم جمع سبعة عشر (17) عينة رسوبية وخمس (5) عينات معادن ثقيلة من قبل BRGM موزعة على شبكة الأودية من الدرجة الثانية ضمن منطقة الدراسة مغطية بذلك مساحة تبلغ حوالي 2.8 كم^2 من مساحة أحواض التصريف المائية الكلية للكشف الصخور البركانية (الأحimer) والبالغة حوالي 4.5 كم^2 وبكثافة معاينة تبلغ حوالي 4 عينات/ كم^2 وتعتبر الدراسة بذلك شبه تفصيلية (شكل 1).

تحتوي منطقة جبال سمر الطيبة على تراكيز لعناصر فوق اعتيادية وهي الزنك والرصاص بالإضافة إلى شواهد للذهب (ملحق 1). إن تواجد مثل هذه العناصر مجتمعة في منطقة ما وبتراكيز فوق اعتيادية يجعلها ذات أهمية من الناحية الاقتصادية ولا يجب إهمالها بل يجب دراستها بشكل تفصيلي لتحديد مصدر هذه الشوادج الجيوكيميائية وتقديرها.

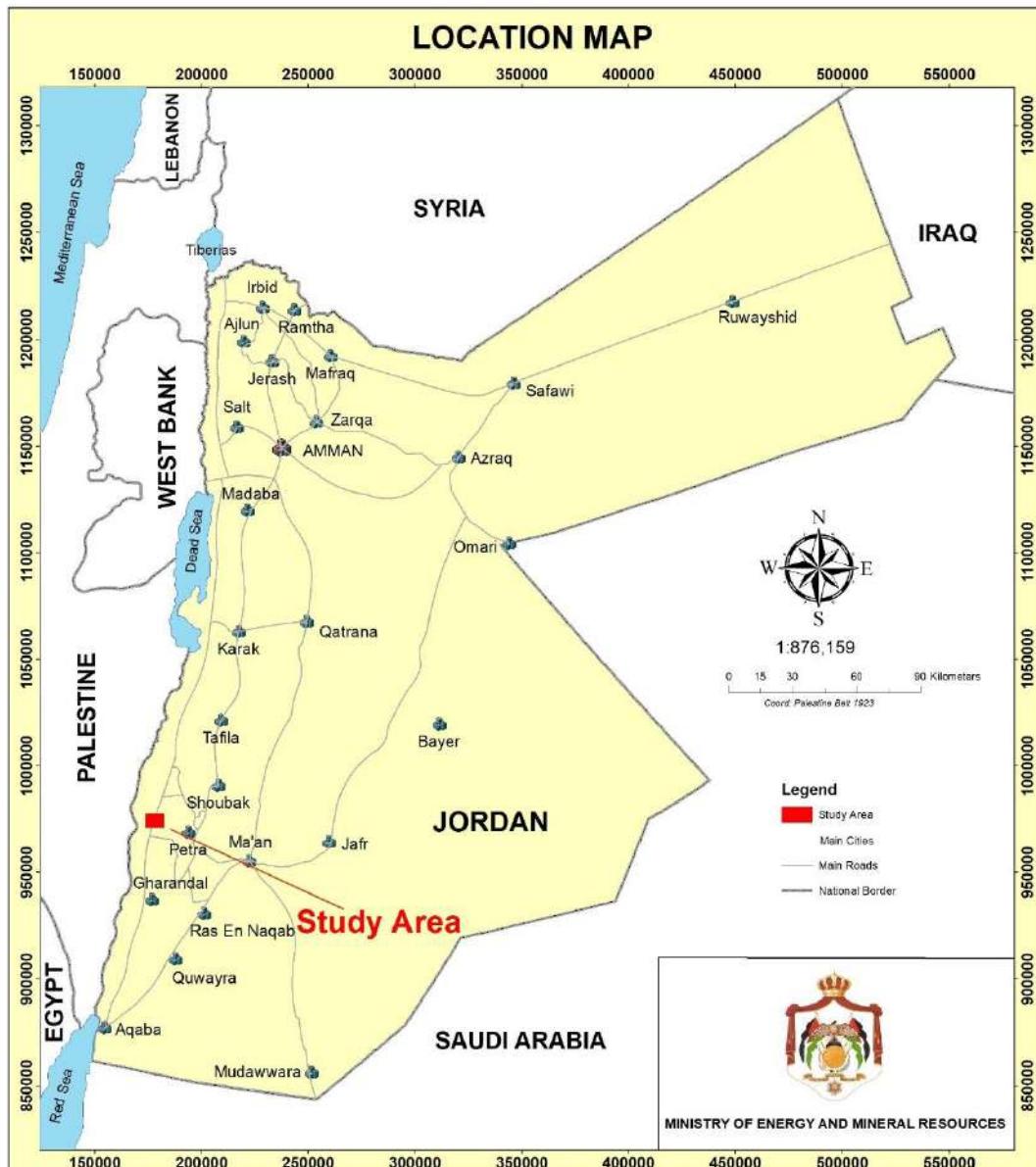
JIBAL SUMR ET TAYYIBA
"Follow-up Geochemical Prospecting"



شكل 1: توزيع عينات الدراسة السابقة .(BRGM)

أ-3. الموقع

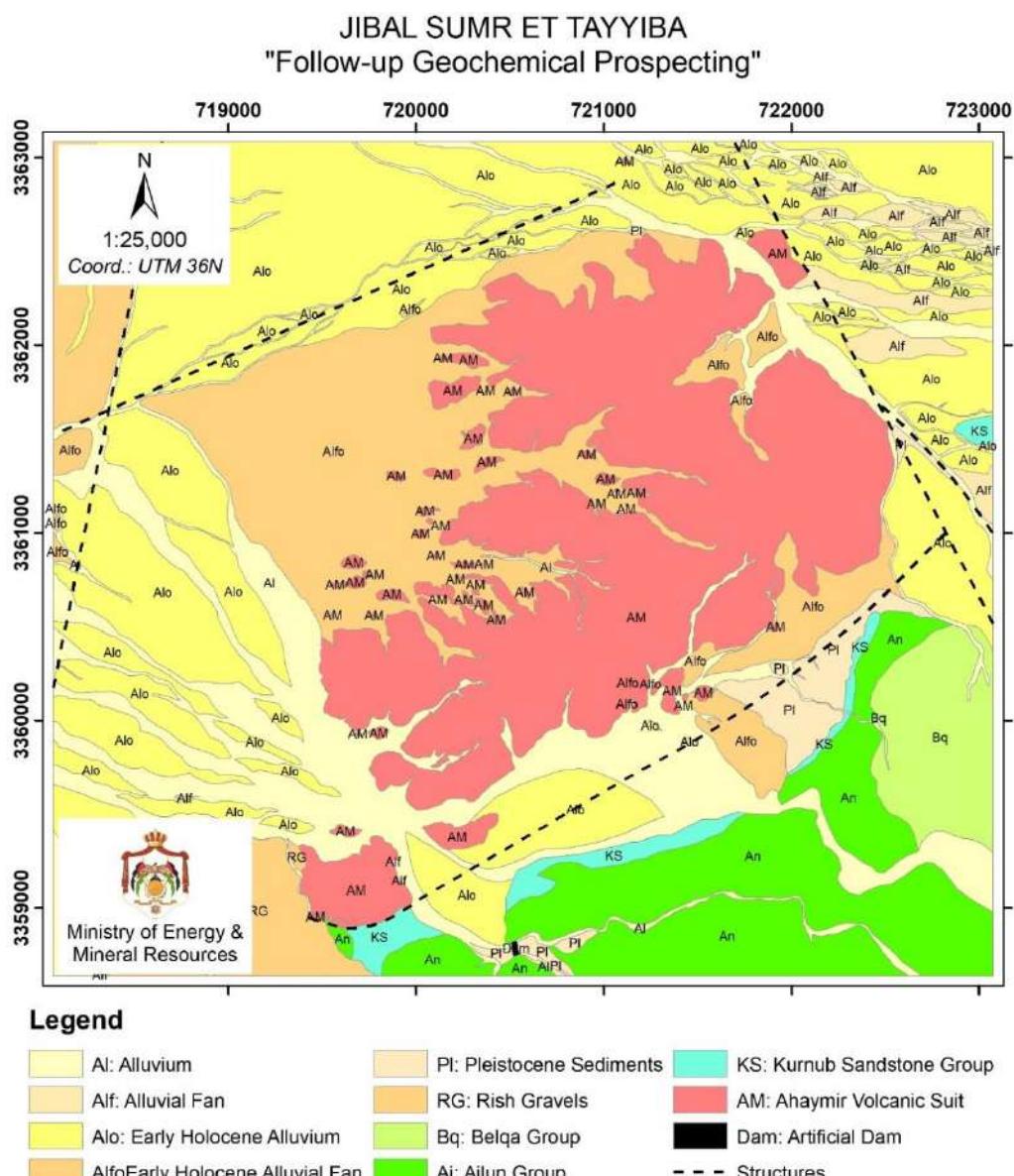
تقع منطقة الدراسة في وادي عربة على بعد حوالي 230 كم جنوب عمان على طريق وادي عربة- العقبة و حوالي 9 كم جنوب قرية بئر مذكور و حوالي 3 كم شرق طريق وادي عربة- العقبة ويمكن الوصول إليها عبر طرق ترابية (شكل 2). بالإضافة إلى الطرق الترابية الموجودة فقد تم استحداث طرق ترابية جديدة بواسطة آليات قسم الحفر - وزارة الطاقة والثروة المعدنية لتسهيل عملية التنقل عبر المنطقة.



شكل 2: موقع منطقة الدراسة (جبل سمر الطيبة).

أ-4. جيولوجية وطبوغرافية منطقة الدراسة

من الناحية الجيولوجية تتكون جبال سمر الطيبة بمجملها من صخور الأحيمير البركانية الريوليتية والحطامية الإجنبريتية الملتحمة (welded ignimbrite) التي تكون صلدة جداً أحياناً وغير الملتحمة (non-welded ignimbrite) التي تكون مفككة وجميع الصخور عالية التكسير ويخللها العديد من القواطع النارية الريوليتية والقاعدية كما أنها محاطة بتكونيات رسوبية أحدث تفصلها حدود تركيبية (شكل 3). تحيط رسوبيات الأودية والرسوبيات الفيوضية الحديثة بمنطقة الدراسة من ثلاثة جهات هي الشرق والغرب والشمال بينما يحدها من الجنوب تكاوين رسوبية تتكون من الحجر الرملي والصخور الكلسية والمرمية والغضارية والفوسفاتية والصوانية وتمتد من عمر الكريتاسي الأعلى وحتى الباليوسين وتفصل بينهما رسوبيات الأودية.



شكل 3: جيولوجية موقع الدراسة.

تحد الفووالق الرئيسية المصاحبة لفالق البحر الميت التحويلي صخور الأحimer البركانية من الجهات الأربع لتجعل منها موقعاً مستقلاً وبتضاريس مغايرة لما حولها.

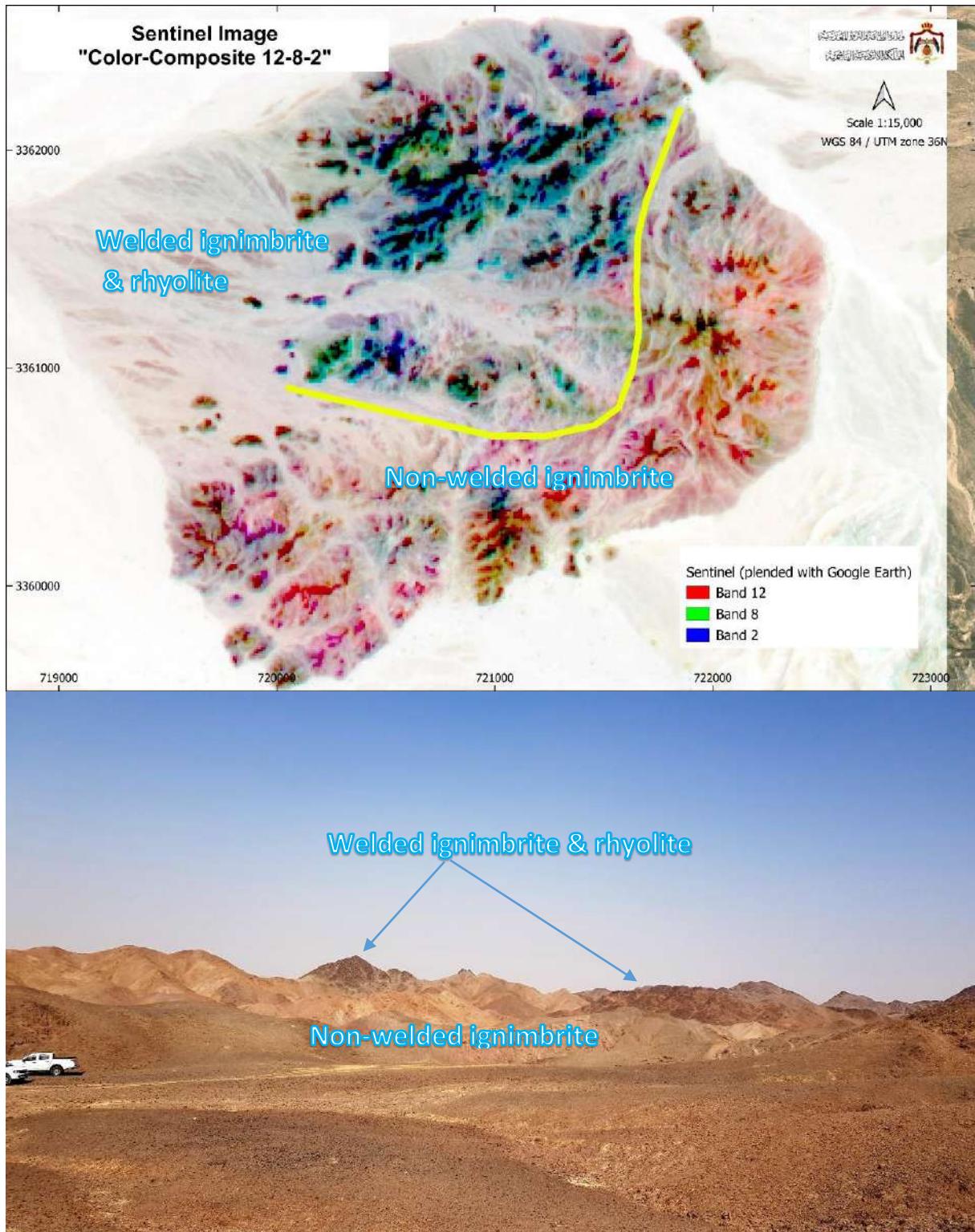
تتوزع صخور الأحimer البركانى بشكل شبه دائري وتنظر في صورة الأقمار الاصطناعية (Sentinel) المعالجة بطبعتين حيث تحد الصخور الإجنبيريتية غير الملتحمة صخور الريوليت والإجنبيريت الملتحمة الأكثر صلادة من جهتي الشرق والجنوب (شكل 4).

تخترق منطقة صخور الريوليت والإجنبيريت الملتحمة العديد من القواطع الريوليتية المتوجهة شمال شرق-جنوب غرب وعادة ما تدل صخور الإجنبيريت الملتحمة على قرب مصدر الحم البركانية على خلاف صخور الإجنبيريت غير الملتحمة.

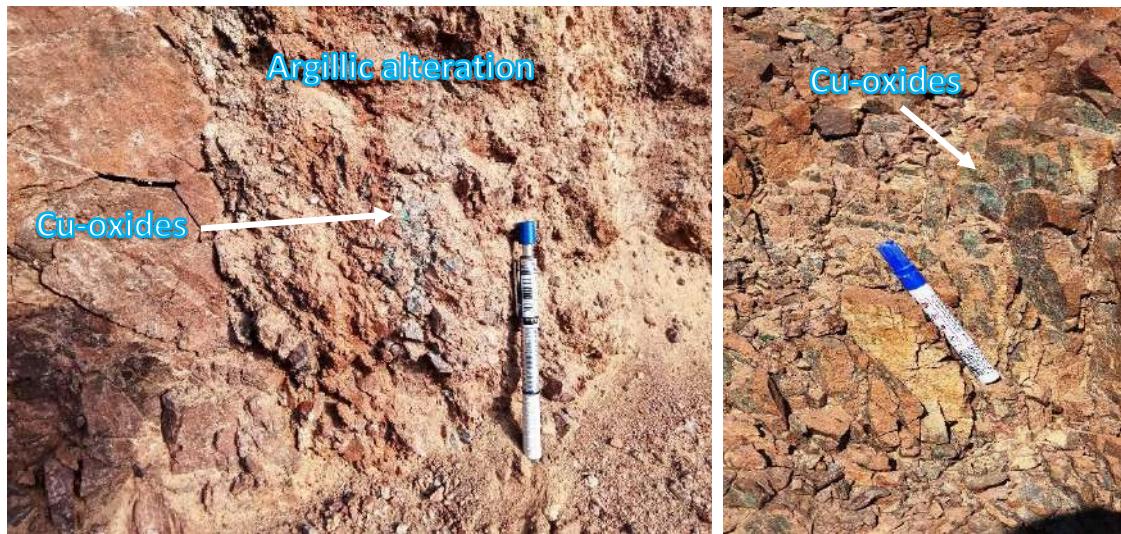
تمتاز صخور المنطقة بشدة التكسير وتتأثر أجزاء منها بعمليات التغيير المعدني (alteration) حيث نواتج المعادن الطينية وأكاسيد النحاس خصوصاً في أنطقة التصدع (شكل 5). يمكن ملاحظة شدة تأثر صخور القواطع النارية القاعدية بعمليات التجوية أكثر من صخور الريوليت وفي بعض الأحيان يمكن تفتيتها بسهولة بواسطة اليد كما يمكن رؤية نواتج عملية التجوية كمعادن الكلورايت والقليل من الإبيدوت عبر الصدوع والفوائل إضافة إلى العروق المحتوية على الطين والجير.

تبعد صخور الأحimer عن أقرب تكشف لنفس الوحدة الصخرية في منطقة أبو خشيبة حوالي 6 كم وهي أخفض ارتفاعاً منها بحوالي 200 م وقد يعود السبب في هبوطها إلى نظمي فالق القويرة والبحر الميت التحويلي.

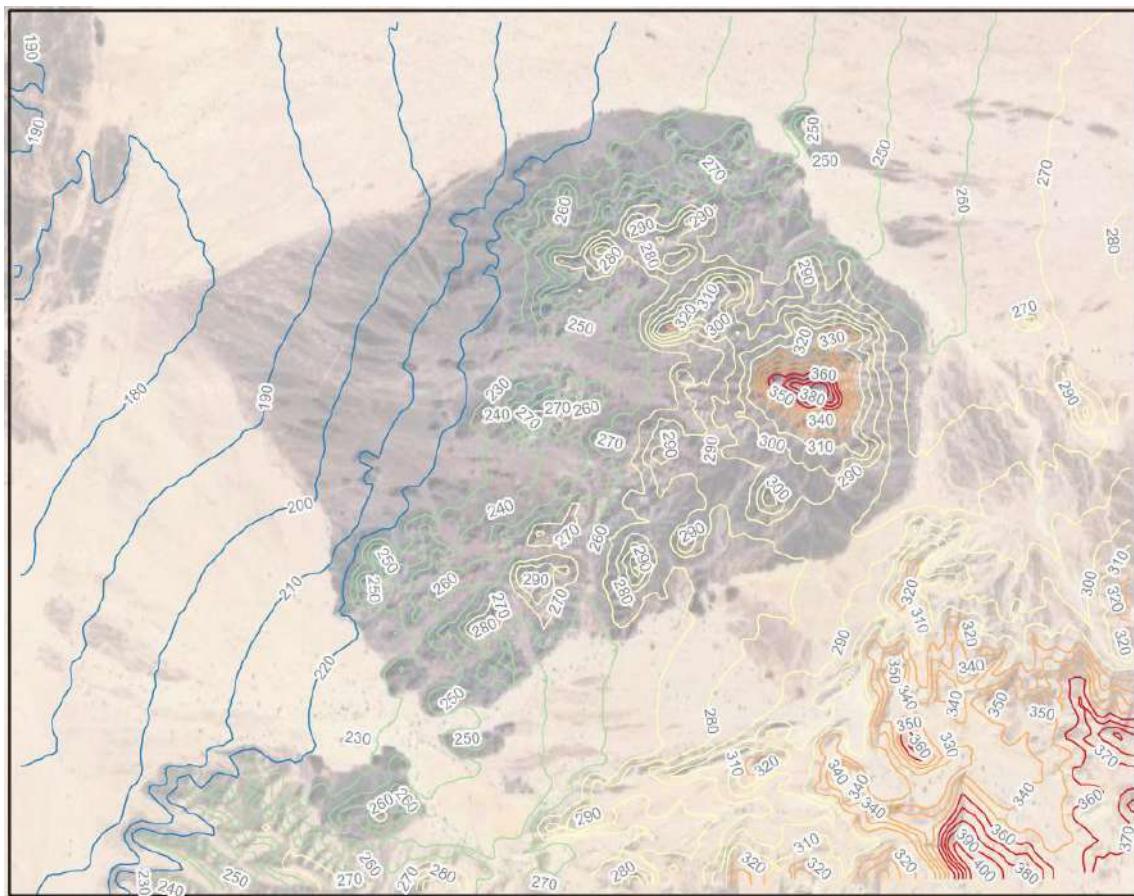
يبلغ ارتفاع أدنى نقطة في منطقة الدراسة حوالي 175 م فوق سطح البحر في أقصى غرب منطقة الدراسة بينما يصل ارتفاع أعلى نقطة إلى حوالي 400 م فوق سطح البحر في شرق المنطقة أي بفارق يبلغ حوالي 225 م (شكل 6). تمتاز منطقة الدراسة بتضاريس سهلية (فيضية) في أغلب المناطق تخترقها شبكة معقدة من مجاري الأودية الحديثة بالإضافة إلى الرسوبيات الحديثة (البليستوسين) وتشكل حوالي نصف مساحة منطقة الدراسة بينما تقع المناطق المرتفعة الجبلية في وسط منطقة الدراسة مشكلة صخور الأحimer البركانية وفي الزاوية الجنوبية الشرقية مشكلة تكوينات رسوبية من مجموعة الكرنب الرملي ومجموعتي عجلون والبلقاء الكليتين. الانحدار بشكل عام نحو الغرب وهو قليل في معظم مناطق المنطقة ويزداد بالقرب من سفوح الجبال ليبلغ أقصاه في شرق المنطقة حيث الارتفاع أعلى. يبلغ معدل الانحدار ضمن المناطق السهلية بمقدار 4 درجات بينما يزداد في الأودية عبر الجبال إلى حوالي 6 درجات وعلى سفوح الجبال العالية إلى 9-15 درجة.



شكل 4: شكل وتوزيع صخور الأحimer البركانية.



شكل 5: طبيعة الصخور المكسرة ونواتج التغيير المعدني.



شكل 6: مناسب الارتفاع بفترة ارتفاع مقدارها 10 م في منطقة جبال سمر الطيبة.

ب. طريقة العمل

ب-1. تحديد أحواض التصريف المائي

تم الاستعانة بصور الأقمار الاصطناعية والخرائط الطبوغرافية للبتراء (مقياس رسم 1:50000) لتحديد حدود أحواض التصريف المائي في منطقة الدراسة ورقمتها ضمن قاعدة بيانات.

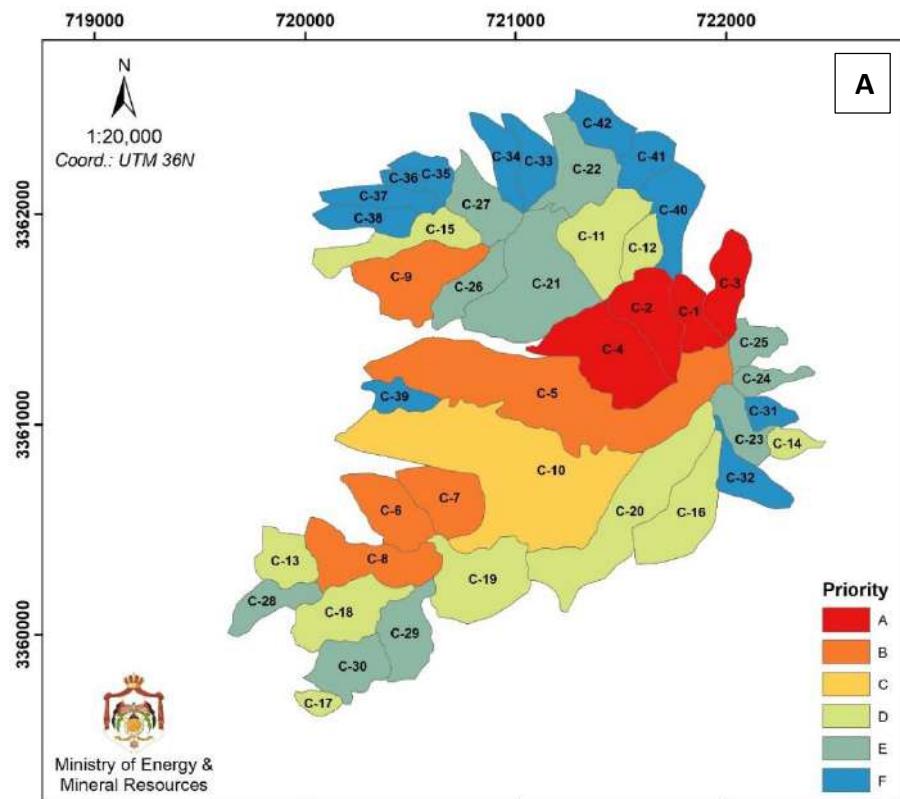
بلغ عدد الأحواض المائية الرئيسية 42 حوضاً منها 14 حوضاً مائياً يحتوي على تكتشفات صخرية صغيرة الحجم كما وأنها تقع على طرف التكتشفات الصخرية في منطقة الدراسة.

كما تم تصنيف أحواض التصريف المائي من حيث الأهمية بناء على نتائج الدراسة شبه التفصيلية (BRGM) بالنسبة لتركيز عناصر الذهب والزنك والرصاص (شكل 7).

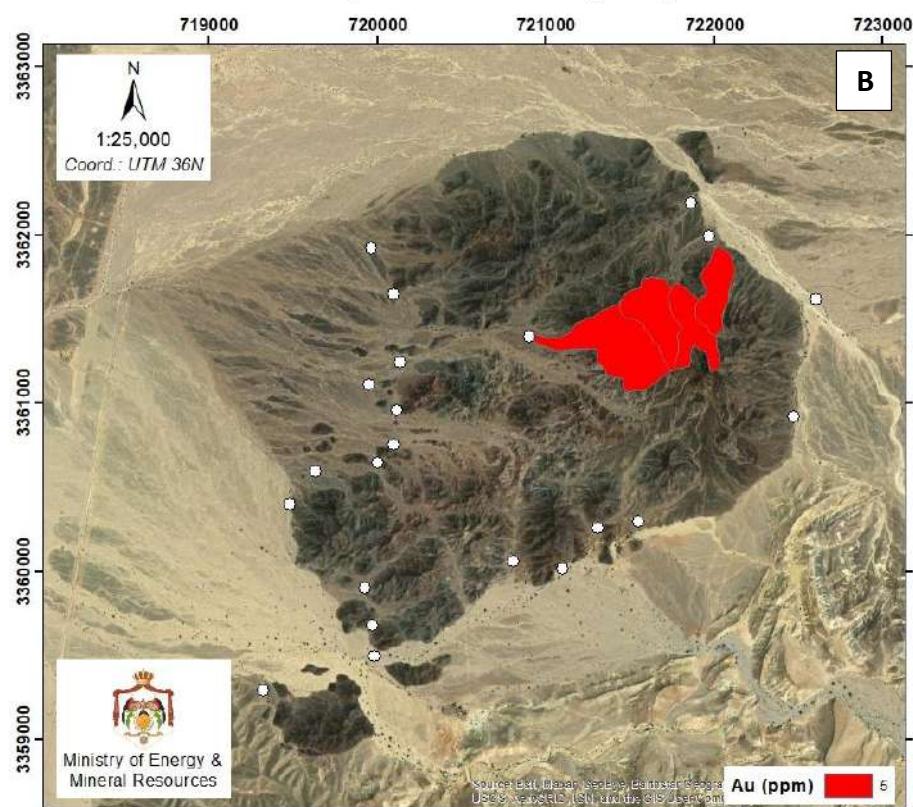
لا تعني أحواض التصريف المائية المصنفة ضمن الفئتين E و F بأنها قليلة الأهمية ولكن لعدم توفر بيانات حولها حيث لم تشملها خطة المعاينة السابقة ولذلك سيتم معاينتها ضمن الخطة الحالية للتعرف على مدى أهميتها.

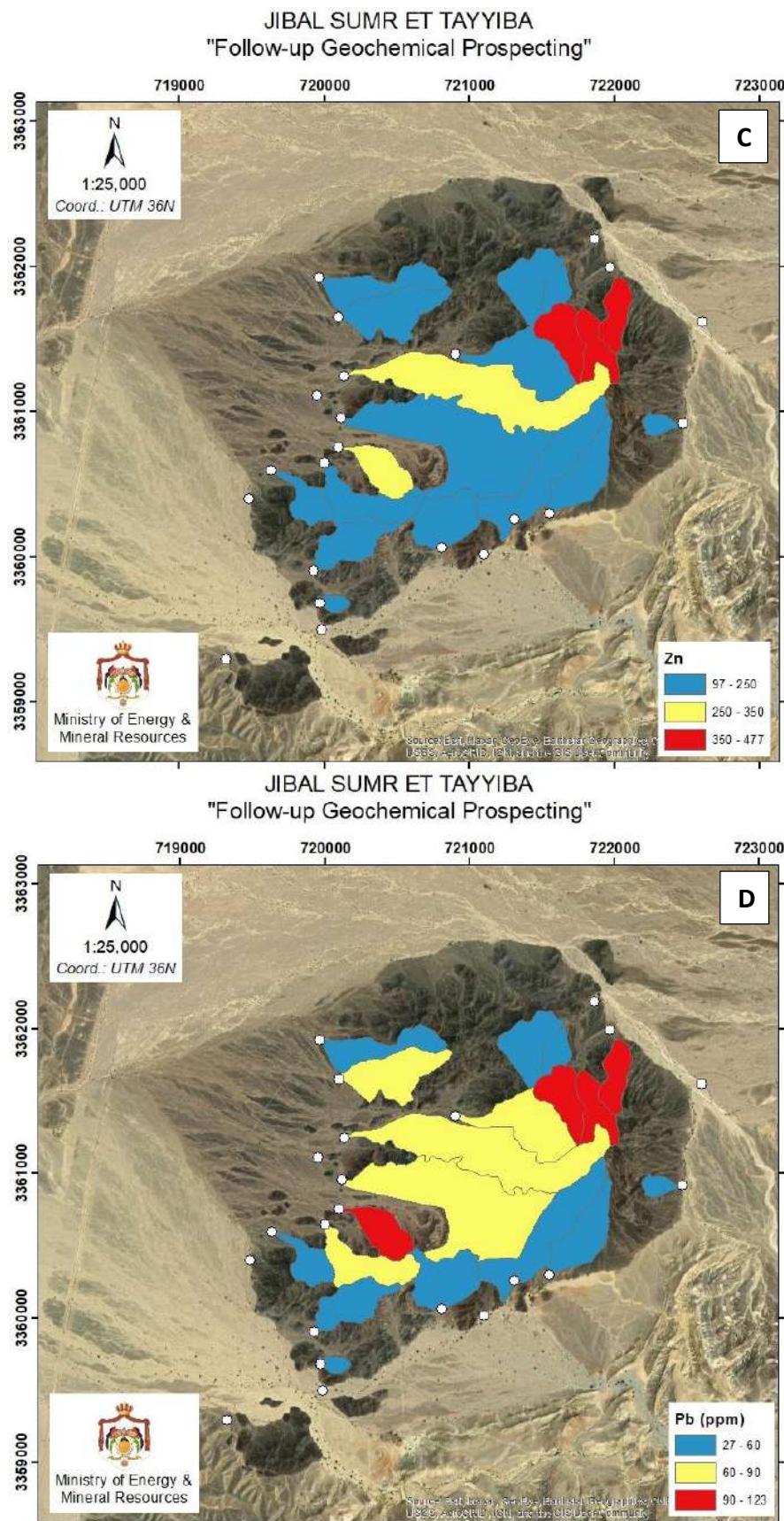
بالنسبة للأحواض المائية الرئيسية المهمة وتلك التي تحتوي على مجاري أودية طويلة نسبياً فقد تم تكثيف عدد العينات فيها ليتشكل لدينا أحواض تصريف ثانوية (sub-catchment) ضمن الرئيسية وعدها 24 حوضاً ثانوياً (شكل 8).

JIBAL SUMR ET TAYYIBA
"Follow-up Geochemical Prospecting"



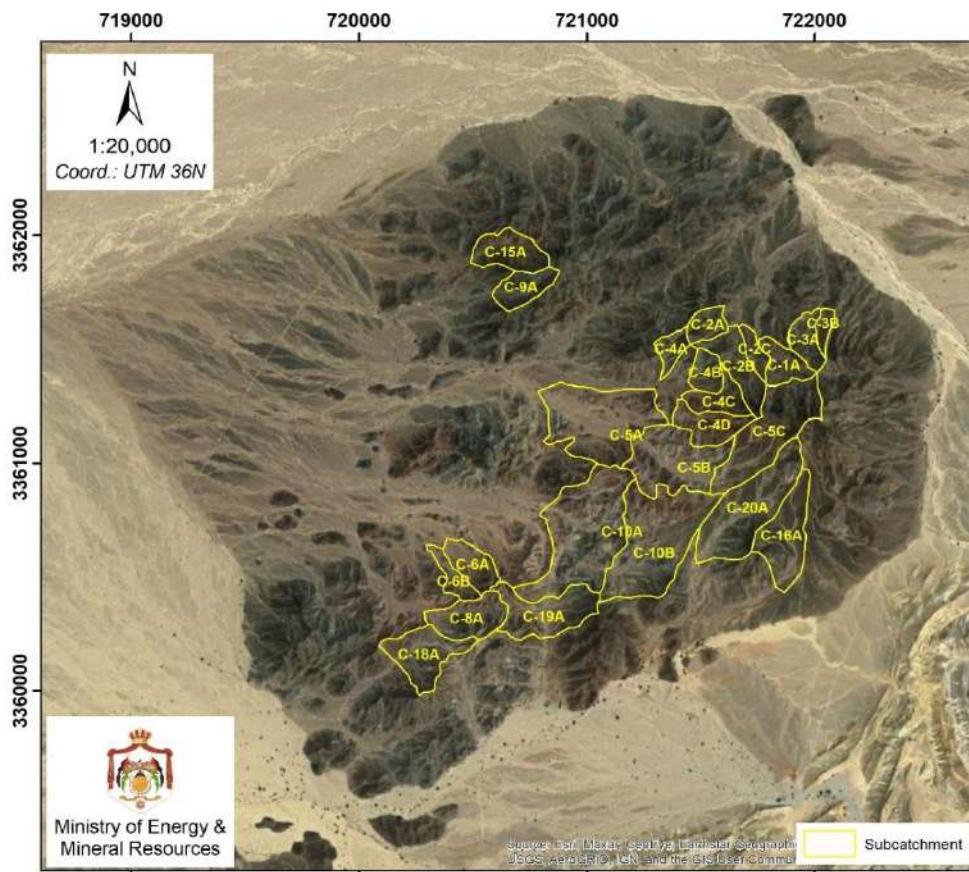
JIBAL SUMR ET TAYYIBA
"Follow-up Geochemical Prospecting"





شكل 7: تصنیف أحواض التصريف المائي في منطقة الدراسة بناء على أهميتها (A) من حيث تراکیز الذهب (B) والزنک (C) والرصاص (D).

JIBAL SUMR ET TAYYIBA
"Follow-up Geochemical Prospecting"

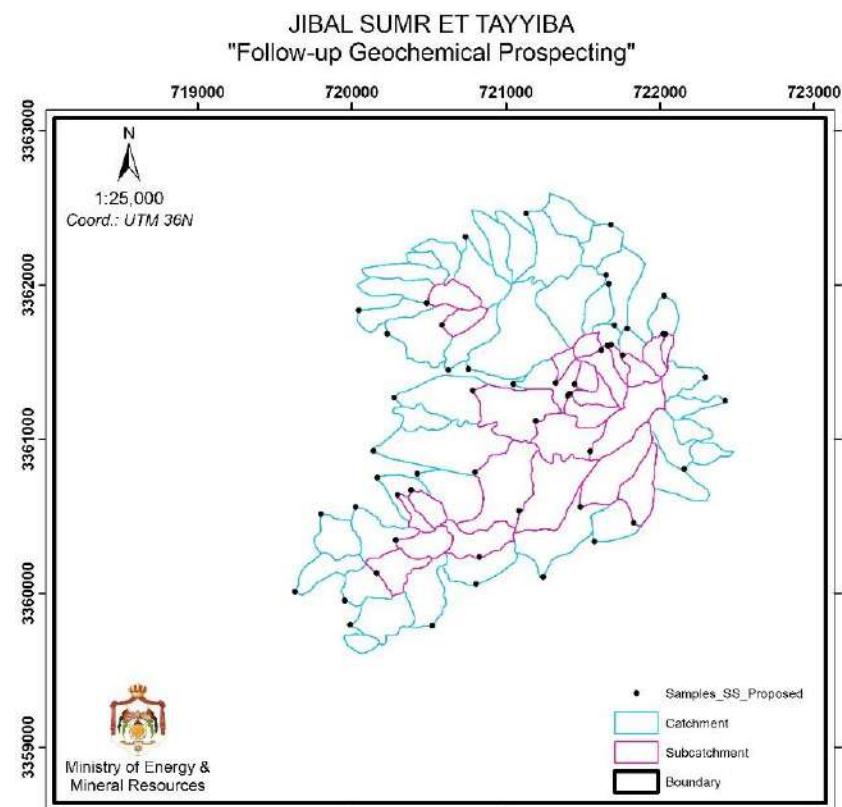


شكل 8: أحواض التصريف المائي الثانوية.

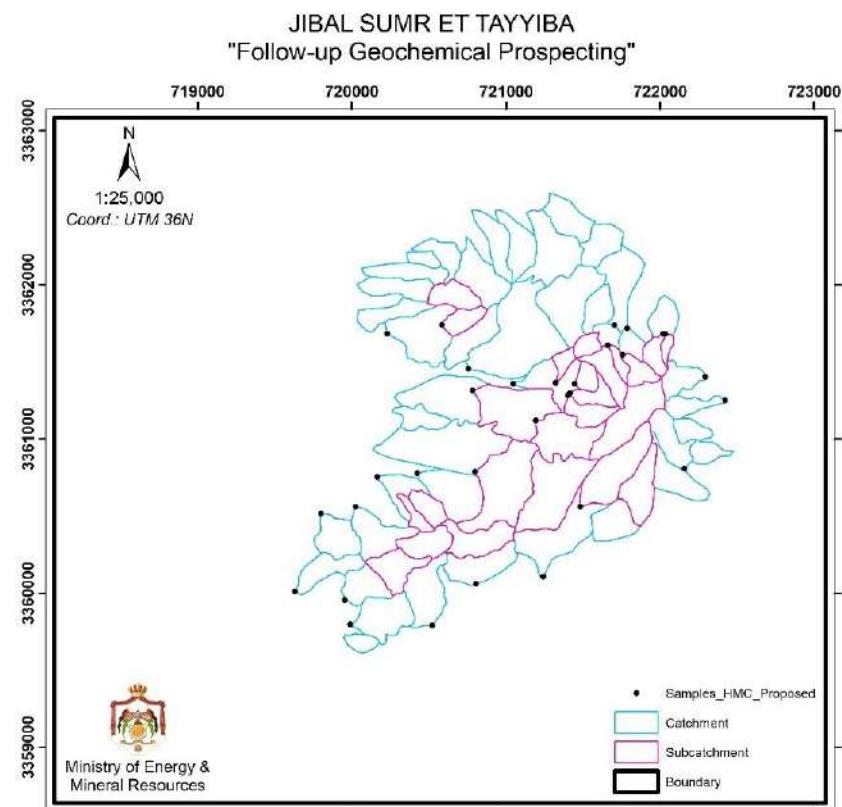
ب-2. خطة المعاينة

بناء على أهمية أحواض التصريف المائي (بالاعتماد على نتائج BRGM) تم تحديد كثافة العينات المقترحة لرسوبيات الأودية بمعدل حوالي 11 عينة/كم².

بلغ عدد عينات رسوبيات الأودية المقترحة ما مقداره 53 عينة موزعة ضمن منطقة الدراسة على طول مجاري الأودية (شكل 9). بالإضافة إلى عينات رسوبيات الأودية سيتم جمع عدد من عينات المعادن الثقيلة من نفس موقع عينات رسوبيات الأودية وبناء على مدى أهمية حوض التصريف المائي وقد يصل عددها إلى 31 عينة (شكل 10). وبالتالي يصبح العدد الإجمالي لعينات رسوبيات الأودية والمعادن الثقيلة حوالي 84 عينة (ملحق 2). بينما يعتمد عدد العينات الصخرية على مدى التغير في السحنات الصخرية وخصوصا وجود تغيرات معدنية (alteration). سيتم جمع عينات صخرية من الأحواض المائية التي تحتوي على تكتشفات صخرية صغيرة ومحدودة. بالإضافة إلى ذلك سيتم جمع عينات صخرية من موقع عينات رسوبيات الأودية وعلى جانبي الوادي.



شكل 9: العينات المقترحة لرسوبيات الأودية.



شكل 10: العينات المقترحة للمعادن الثقيلة.

ب-3. طريقة المعاينة المثلث

تم الاعتماد على الدراسة السابقة (BRGM) فيما يتعلق بطريقة معاينة رسوبيات الأودية والمعادن الثقيلة والتي تم خلالها تقييم المناطق التي تمت معايتها بالاعتماد على البيئة الجيولوجية من حيث وجود غطاء رسولي من عدمه فوق صخور الركizza (النارية) ومدى تأثير الرمال الريحية (aeolian sand) على نتائج التحاليل المخبرية نظرا لأن عملية المزج التي تتم بين هذه الرسوبيات وصخور الركizza والمعادن إن وجدت تحدث ما يعرف بالتشوش في نتائج التحاليل الكيميائية مخفية بذلك وجود أي أثر أو توجه نحو المعادن.

وقد أظهرت نتائج تقييم الدراسة السابقة بأن البيئة الجيولوجية في وادي عربة تمتاز بشكل عام بوجود غطاء رسولي يعلو صخور الركizza ولذلك فقد تم حينها اعتماد الحجم الحبيبي 500-250 ميكرون لمعاينة رسوبيات الأودية بينما تم اعتماد الحجم الحبيبي الأقل من 1 مم (1 mm) لمعاينة المعادن الثقيلة في منطقة وادي عربة.

وفيما يتعلق بمنطقة جبال سمر الطيبة فهي تمتاز بانعزاليتها عن البيئة المحيطة بها أي بعدم تداخلها مع الرسوبيات القادمة عبر الأودية المحيطة بها ، كما أنها تخلو من وجود أي غطاء رسولي يعلو صخور الريوليت البركانية والذي يؤثر سلبا على مكونات الرسوبيات المتداقة عبر الأودية ، وبالتالي يبقى التأثير الوحيد على المنطقة هو ما تجلبه العواصف الرملية من رمال محمولة إلى المنطقة بالإضافة إلى الدقيق الغبارية محمولة مع الهواء ، ويعتقد بأن تأثير كليهما ضئيل ويمكن إهماله ضمن منطقة الدراسة وهذا يظهر من خلال نتائج التحاليل الكيميائية للعينات التي قد تم جمعها سابقا حيث أن نسبة ثاني أكسيد السيليكون (SiO_2) في معظم العينات مطابقة للنسبة الموجودة في صخور الريوليت البركانية ، أي أن معظم مكونات عينات رسوبيات الأودية التي تم جمعها هي نتاج عمليات الحف والتعريمة لصخور المنطقة نفسها دون تأثير خارجي يذكر.

ب-3-1. تحديد الحجم الأمثل لرسوبيات الأودية

بناء على ما تقدم كان لا بد من تحديد الحجم الحبيبي الأمثل لمعاينة رسوبيات الأودية بالخصوص من خلال المعاينة باستخدام المنخل رقم 80 (#80 mesh) ذو الحجم الحبيبي 177 ميكرون بالإضافة إلى المنخل المستخدم في الدراسة السابقة ذو الحجم الحبيبي 250 ميكرون والمقارنة بين نتائج التحليل لكليهما لاختيار الطريقة الأنسب في معاينة رسوبيات الأودية ليتم تعميمها على باقي المنطقة حيث التشابه في البيئة الجيولوجية. وأما بالنسبة للمعادن الثقيلة فقد تم اعتماد الحجم الحبيبي نفسه المستخدم في الدراسة السابقة كونها لا تتأثر باختلاف البيئات الجيولوجية.

ب-3-2. كيفية المعاينة

نظراً لأن عملية الاستكشاف باستخدام رسوبيات الأودية والمعادن الثقيلة تهدف إلى تتبع الزيادة في تراكيز العناصر الدالة بالجزء من المليون فإن عملية المعاينة بظروف معايرة ومضبوطة مهمة جداً كما هو الحال بالنسبة إلى طرق التحليل الكيميائي وجودة المختبرات.

بناء على الدراسة السابقة من قبل BRGM فإن الحجم الحبيبي الأنسب لمعاينة رسوبيات الأودية في منطقة وادي عربة وفي حال عدم وجود غطاء رسولي يعلو صخور الركية هو ما بين 500-250 ميكرون ، وبالنسبة لعينات المعادن الثقيلة فهو أقل من 1 ملم.

بالنسبة لعينات رسوبيات الأودية سيتم بداية استخدام الحجم الموصى به من قبل BRGM في هذا المسح الجيوكيميائي التتبعي والذي يقابل المنخل رقم #60 (250 ميكرون) والمستخدم عالمياً بالإضافة إلى المنخل رقم #80 (177 ميكرون) والمستخدم عالمياً أيضاً وذلك على مجموعة من العينات ضمن الأودية التي تم تحديد وجود شواهد للذهب فيها.

ويعود السبب في استخدام المنخل رقم #80 ذو الحجم الحبيبي الأقل إلى احتمالية وجود الذهب بأحجام صغيرة قد لا تتم ملاحظتها عند استخدام المنخل رقم #60 ذو الحجم الحبيبي الأكبر ، بالإضافة إلى أن المنطقة شبه منعزلة ومعظم المواد في مجرى الأودية هي نتاج عمليات الحت والتعرية لصخور الأحimer الريوليتية وما يصاحبها من قواطع نارية مختلفة وتغيرات معدنية.

ستكون عملية مقارنة النتائج باستخدام المنخلين في بداية المشروع لاعتماد الطريقة الأمثل من أجل تعميمها على باقي المنطقة. سيتم معاينة رسوبيات الأودية ذات المجرى المائي الأحدث وذلك بإزالة الطبقة الرملية العليا للوصول إلى الطبقة السفلية حيث مكامن العناصر الدالة. ستؤخذ العينة الواحدة من ثلاثة مواقع بالقرب من بعضها البعض (5-10 م) على طول المجرى المائي ومن ثم تخليها للحصول على الحجم المطلوب وبوزن حوالي 200-250 غم.

بالنسبة لعينات المعادن الثقيلة ذات الأهمية للكشف عن تواجد الذهب في هذه المنطقة سيتم أخذها من مكامن المعادن الثقيلة ومنحنيات الأودية أو من خلال الحفر للوصول إلى الطبقة الصخرية أسفل المجرى إن أمكن ذلك حيث تجتمع المعادن الثقيلة أو بأخذ العينة على عمق يقارب 0.5-1م. سيتم أخذ العينة من ثلاثة مواقع بحجم يصل إلى حوالي 24 لتر وتخليها على حجم 1 مم ومن ثم عمل تصوير (panning) للعينة الناتجة باستخدام مياه البحر في العقبة للتخلص من المعادن الخفيفة والحصول على المركز والذي من المتوقع أن يكون بوزن حوالي 200-250 غم. بعد ذلك سيتم غسل العينة بمياه الصنبور وتجفيفها.

فيما يتعلق بالعينات الصخرية فسيتم معاينة الصخور المجواة وغير المجواة لتحديد الموصفات الجيوكيميائية لصخور المنطقة وتحديد المستويات الطبيعية للعناصر. سيتم أخذ عينتين مماثلتين على جانبي الوادي بالقرب من كل عينة رسوبية لأغراض المقارنة. أما بالنسبة لأحواض التصريف التي لن يتم جمع عينات رسوبية منها نظراً لصغر حجم التكتشفات الصخرية فيها ووقوعها على طرف المنطقة فسيتم جمع عينات صخرية مماثلة من مختلف السحنات الصخرية خصوصاً عالية التجوية وبوزن حوالي 2 كغم لكل عينة.

بالإضافة إلى العينات المقترحة سيتم أخذ عينات لأغراض الجودة بواقع 10% من مجموع العينات للتأكد من مدى المقاربة (precision) في نتائج التحاليل بالإضافة إلى فحص مدى التباين الطبيعي (variability) في المنطقة.

سيتم تتصيف جميع العينات ليحتفظ بالنصف الأول كمرجع في مستودع مركز ميدان الرشيدية ول يتم إرسال النصف الآخر لأغراض التحليل المخبري.

جميع عينات رسوبيات الأودية والمعادن الثقيلة سيتم تحضيرها وتقسيمها في مركز ميدان الرشيدية مع قياس الأوزان قبل إرسالها للتحليل إلى المختبر المعتمد بوزن حوالي 100 غم. العينات الصخرية سوف يتم جرثها إلى الحجم 0.5 سم ومن ثم تقسيمها وإرسال حوالي 250 غم للتحليل المخبري.

ب-4. طرق التحليل الكيميائي والمختبرات

في هذه المرحلة من الاستكشاف نحتاج إلى تحليل العينات إلى عناصر أثر متعددة (multi-element analysis) وتتراوح ما بين 32-45 عنصراً (بحسب المختبر) باستخدام الحمض الملكي (aqua regia) والفحص بجهاز ICP-OES بالإضافة إلى تحليل الذهب باستخدام جهاز AAS والأكسيد الرئيسية (major oxides) بواسطة جهاز XRF. كما أن هنالك اليوم طرقاً مستحدثة قادرة على تحليل أدنى أثر للذهب وعناصر الأثر في التربة ورسوبيات الأودية (super trace gold and multi-element in soils & sediments) حيث يبلغ الحد الأدنى الذي يمكن تحليله للذهب 0.1 جزء من المليار (0.1 ppb or 0.0001 ppm ICP-MS) وذلك باستخدام السيانيد والحمض الملكي والفحص على جهاز XRD أو جهاز EPMA إن دعت الحاجة لتحديد نوع المعدن.

أهم ما يميز هذه المرحلة هو الحاجة الماسة إلى مدى التقارب في نتائج التحاليل كون أن التراكيز التي يتم التعامل معها تفاس بأجزاء من المليون وربما بالجزء من المليار (ppb) وخصوصاً أن نتائج العينات مهمة جداً ليس في قيمتها فحسب وإنما في الغرض الحقيقي لها وهو عملية التوجيه نحو مصدر الشوائب الجيوكيميائية من حيث التزايد أو التناقص على طول مجرى الأودية. ولتحقيق ذلك (بالإضافة إلى القواعد الصارمة في جمع العينات) لا بد من اختيار مختبر معتمد ذو جودة عالية وتتوفر فيه جميع أنواع التحاليل لمعظم العناصر الهامة والدالة في عملية الاستكشاف ومنها As ، Bi ، Zn ، Pb ، Cu ، Sb ، Ni ، Hg ، Sn وظروف التكوين وجيولوجية وكميائية المنطقة.

كما لا بد من التأكيد على استمرار التحاليل في نفس المختبر لتجنب حصول تباين (variability) في نتائج التحاليل بين المختبرات المختلفة ، إذ أن التباين في النتائج في حال التراكيز المنخفضة وارد حتى بين المختبرات العالمية والمعتمدة. يمكن تحليل العينات التي تعطي نتائج عالية في مختبرات أخرى معتمدة للتأكد من مدى الدقة (accuracy) إذ لا يتوقع أن يكون التباين في هذه الحالة ملحوظاً عند التراكيز العالية.

ج. مناقشة النتائج

ج-1. المختبرات ونتائج التحاليل المخبرية

تم اعتماد مختبرات وزارة الطاقة والثروة المعدنية لتحليل الأكسيد الرئيسية (major-oxides) للعينات الصخرية من خلال تحليل الحبات المصهورة (fused beads) باستخدام جهاز XRF ، بالإضافة إلى تحليل العناصر المتعددة (multi-element analysis) لعينات رسوبيات الأودية والعينات الصخرية من خالل هضم العينات بواسطة أحماض الهيدروفلوريك (HF) والبيركلوريك (HClO₄) بحسب ISO 14869-1 وتحليلها باستخدام جهاز ICP-OES (ISO 22036). وتم اعتماد مختبرات SGS الكندية لتحليل الذهب في عينات المعادن الثقيلة من خالل الاستخلاص بطريقة DIBK وتحليلها باستخدام جهاز AAS بعد عملية فحص النار (Fire Assay). كما سيتم اعتماد مختبرات وزارة الطاقة والثروة المعدنية للدراسات البتروغرافية والمعدنية باستخدام الميكروскоп المستقطب وجهاز XRD. عند الضرورة سيتم اللجوء إلى مختبرات أخرى محلية أو خارجية لدراسة المحتوى المعدني باستخدام جهاز EMPA.

بداية تم إرسال ست عشرة عينة (16) من رسوبيات الأودية إلى مختبرات هيئة الطاقة الذرية الأردنية (JAEC) لتحليلها إلى عناصر متعددة ونظرًا لعدم توفر معظم العناصر الهامة لديهم مقارنة مع تلك الموجودة في مختبرات وزارة الطاقة والثروة المعدنية (جدول 1) فقد تم الاقتصار فقط على هذه المجموعة من العينات والتي سيتم استخدام نتائجها لأغراض المقارنة مع نتائج مختبرات وزارة الطاقة والثروة المعدنية.

جدول 1: العناصر المتاحة للتحليل في مختبرات وزارة الطاقة والثروة المعدنية وهيئة الطاقة الذرية.

العناصر المتاحة للتحليل	المختبر
Ba-Cd-Cu-Cr-Ga-Li-Mn-Ni-Pb-Sr-Zn-Hf-Mo-Nb-Sb-Sn-W-Zr-Cs-Rb-V-Ce-Dy-Gd-Ho-La-Nd-Pr-Sc-Sm-Y-Yb-Er-Tb	وزارة الطاقة والثروة المعدنية
Ba-Bi-Cd-Co-Cr-Cu-La-Li-Mo-Ni-Pb-Th-U-W-Y-Zn-Zr	هيئة الطاقة الذرية

ج-1-1. عينات ضبط الجودة

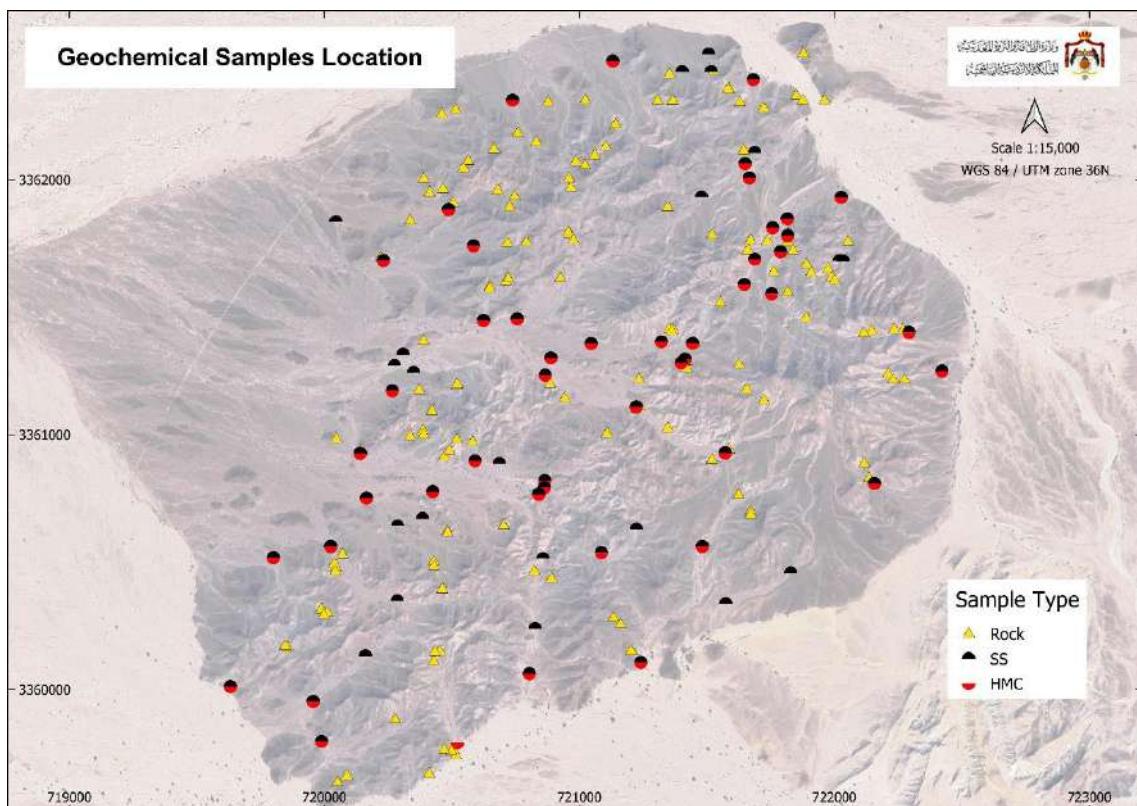
تم في بداية المرحلة إدراج عينتي رقابة لأغراض ضبط الجودة في دفععة العينات الست عشرة (16) من رسوبيات الأودية التي قد تم إرسالها إلى مختبرات هيئة الطاقة الذرية ووزارة الطاقة والثروة المعدنية وهم ST-S-5a و ST-S-5 المماثلتين (replica) للعينتين ST-S-4 (250 ميكرون) و ST-S-3a (177 ميكرون) على التوالي وذلك للتحقق من مدى الانضباطية أو المقاربة (precision) في نتائج التحليل والتي تتعكس على مدى التناقض (consistency) في العمل.

ج-1-2. عينات رسوبيات الأودية التوجيهية

اشتملت العينات الست عشرة (16) الأولى على سبع (7) عينات تم جمعها على الحجم 250 ميكرون (منخل 60) وسبع (7) عينات تم جمعها من نفس المكان على الحجم 177 ميكرون (منخل 80) وذلك من أجل تحديد الحجم الأمثل لمعاينة رسوبيات الأودية وتحديد الفارق في النتائج بين الحجمين بالإضافة إلى عينتين لضبط الجودة. تم تحليل مجموعة العينات هذه في مختبرى هيئة الطاقة الذرية الأردنية ووزارة الطاقة والثروة المعدنية لأغراض المقارنة بين المختبرين (ملحق 3).

ج-1-3. العينات الجيوكيميائية

تم جمع ستة وسبعون (76) عينة من رسوبيات الأودية واثنتان وثلاثون (32) عينة من المعادن الثقيلة موزعة على أودية المنطقة بمسافات بينية بين 100-300 متر كحد أقصى ، كما تم جمع مئة وسبعون (170) عينة صخرية ليصل مجموع العينات المأخوذة من منطقة الدراسة إلى مئتين وثمانين وسبعين عينة (شكل 11).



شكل 11: موقع العينات الجيوكيميائية في منطقة الدراسة.

ولأغراض ضبط الجودة فقد تم تحضير عينات مماثلة (replica) بما يعادل حوالي 10% من عدد العينات المجموعة حيث تم تحضير سبع (7) عينات من رسوبيات الأودية وثلاث (3) عينات من المعادن الثقيلة وثلاث عشرة (13) عينة من العينات الصخرية بمجموع إجمالي مقداره ثلثة وعشرون (23) عينة.

المجموع الكلي للعينات المجموعة والمماثلة هو ثلاثة وواحد (301) وهو عدد العينات التي تم إرسالها إلى المختبرات (ملحق 4).

جميع عينات رسوبيات الأودية والعينات الصخرية قد تم فحصها في مختبرات وزارة الطاقة والثروة المعدنية بالإضافة إلى عدد من العينات الصخرية قد تم فحصه في مختبرات SGS الكندية لأغراض تحديد الذهب. أما عينات مركبات المعادن الثقيلة فقد تم تحليلها جميعاً في مختبرات SGS الكندية لتحديد تركيز الذهب.

ج-2. تفسير نتائج التحاليل المخبرية

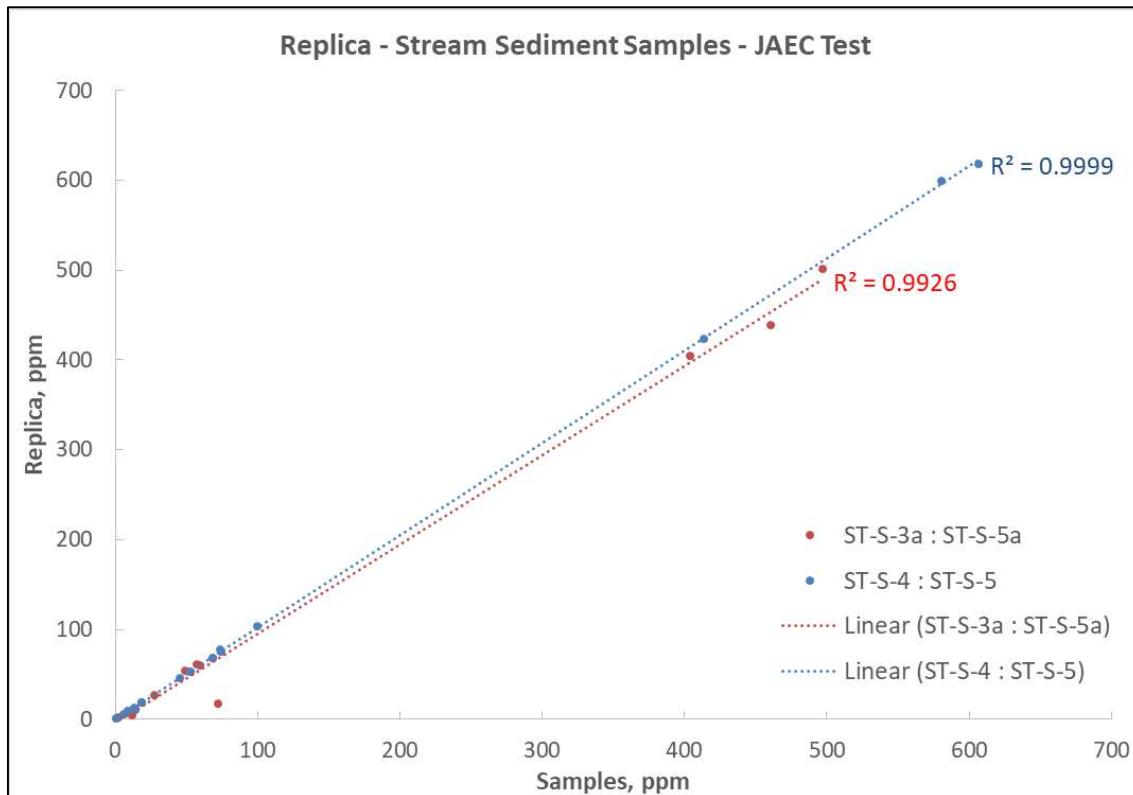
يتمحور تفسير التحليل الكيميائي المخبري في المسح الجيوكيميائي حول تحديد الشوائب الجيوكيميائية ويتطلب التفسير الدقيق دمج البيانات الكيميائية مع المعلومات الجيولوجية المحلية لمنطقة الدراسة للتمييز بين الشوائب الجيوكيميائية الحقيقية والتغيرات في التراكيز العامة (background levels). يساعد التوزيع المكاني لهذه الشوائب بالإضافة إلى البيانات الجيولوجية في تحديد المناطق المستهدفة لمزيد من الاستكشاف مثل المسح الجيوفизيائي والحفري.

يعتمد تحديد دقة التفسير على تحديد مدى مصداقية النتائج من خلال فحص مدى المقاربة (precision) وعلى الدقة في المنهجية المتبعة في عملية المعاينة الجيوكيميائية.

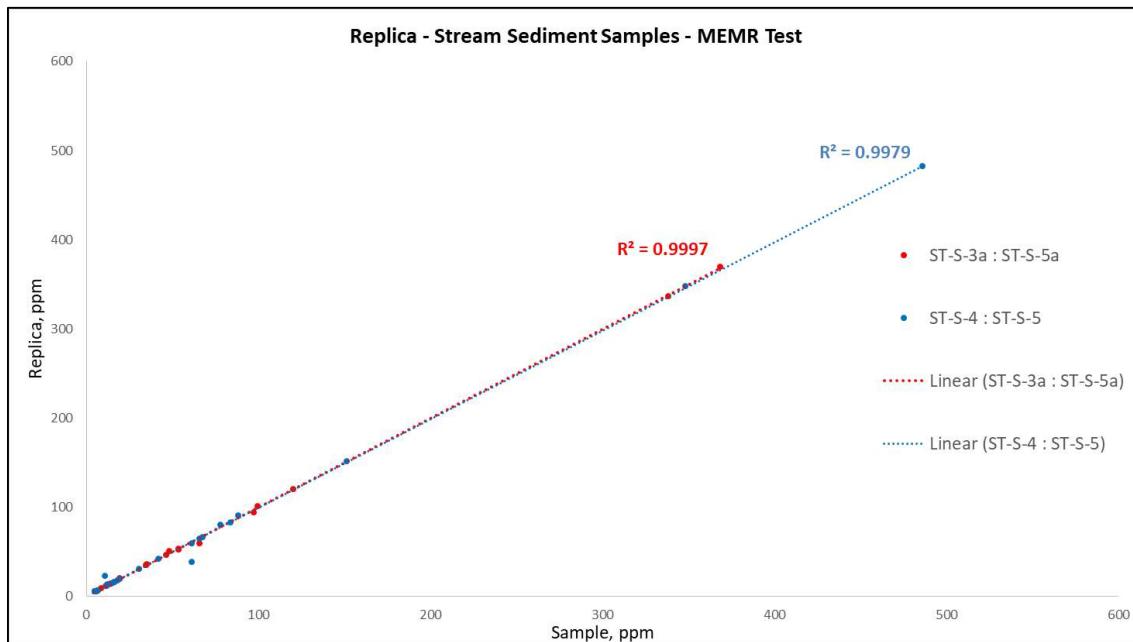
ج-2-1. مدى المقاربة في نتائج التحاليل

من أجل الحصول على تفسير دقيق ومنطقي لنتائج التحليل المخبري تم إدراج عينات رقابة في بداية المشروع لاختيار المختبر المناسب وخلال عمر المشروع للتأكد من الاستقرارية في تناسق العمل.

أظهرت تحاليل عينتي الرقابة (ملحق 3) اللتين تم إدراجهما في بداية المشروع لتحديد مدى كفاءة كل من مختبرى هيئة الطاقة الذرية الأردنية ووزارة الطاقة والثروة المعدنية تطابقاً مثالياً في النتائج بمدى مقاربة ممتاز مما يعني مصداقية عالية لكلا المختبرين (شكل 12 ، 13).



شكل 12: نتائج عينات الرقابة في مختبرات هيئة الطاقة الذرية الأردنية.



شكل 13: نتائج عينات الرقابة في مختبرات وزارة الطاقة والثروة المعدنية.

وللمقارنة بين نتائج المختبرين (شكل 14) تم تحليل ستة عشر (16) عنصراً في مختبر هيئة الطاقة الذرية الأردنية منها أربعة عناصر أعطت نتائج دون حد كشف الجهاز لجميع العينات وهي Bi (<18.29) و Cd (<136.2) و Mo (<1.81) و Li (<36.96).

بنفس الطريقة ، فقد تم إرسال العينات المرتجلة من مختبرات هيئة الطاقة الذرية الأردنية إلى مختبرات وزارة الطاقة والثروة المعدنية وتم تحليل ثلاثين (30) عنصراً منها ثمانية عناصر أعطت نتائج دون حد كشف الجهاز وهي Be, Cd, Mo, Nb, Sb, Sn, W, and Ho وكلها أقل من 5 غرام للطن (ppm).

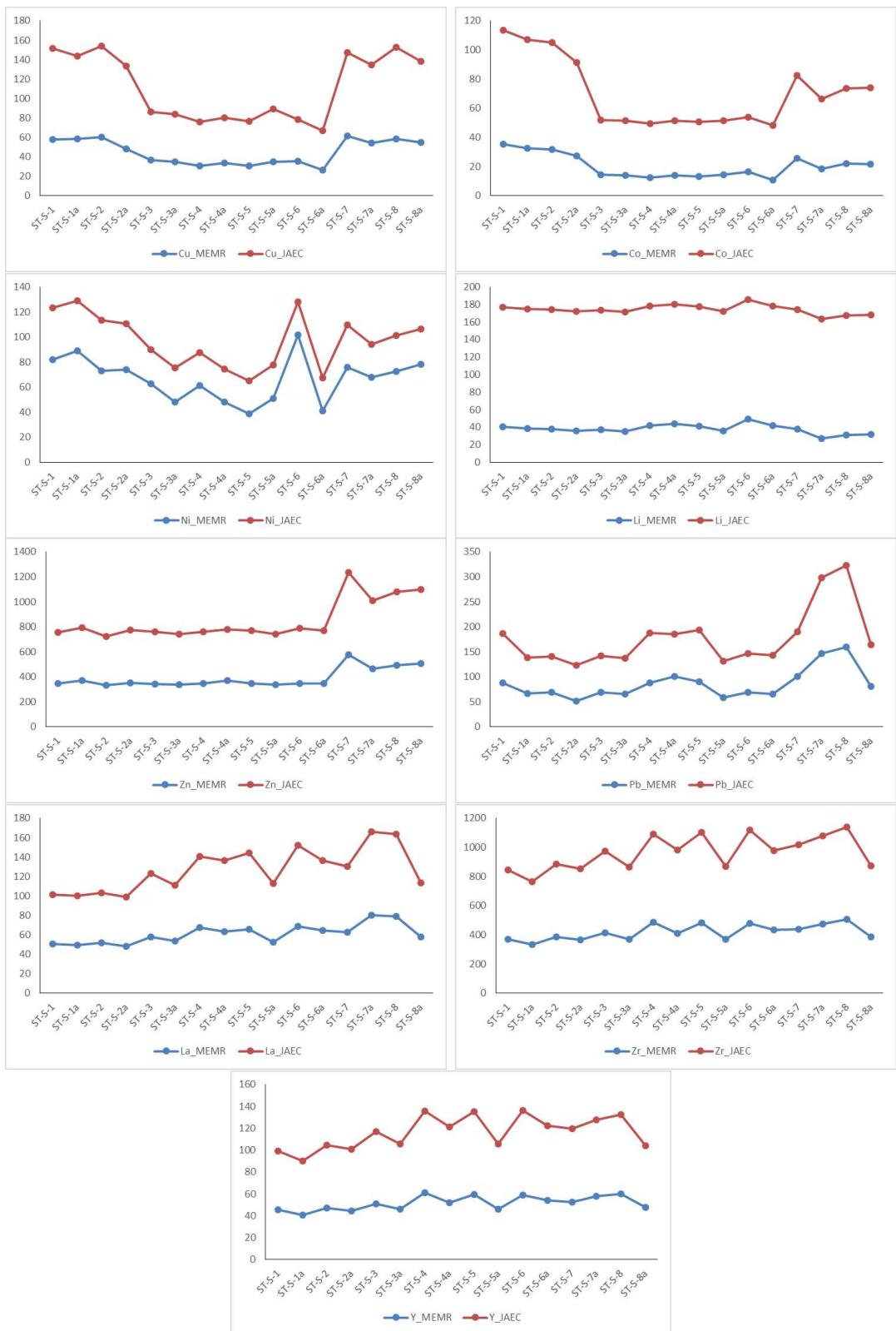
بمقارنة حد الكشف لأجهزة التحليل (detection limit) بين المختبرين (ملحق 3) نجد بأن حد الكشف أقل في مختبر وزارة الطاقة والثروة المعدنية خصوصاً الليثيوم والذي يعد أداة مهمة في الاستكشاف الجيوكيميائي.

يمكن ملاحظة وجود فرق بين نتائج المختبرين لكل عنصر وهذا يعود إلى الطريقة المتبعة في تحضير العينة على الرغم من استخدام نفس طريقة التحليل (ICP-OES).

على الرغم من وجود اختلافات بين النتائج لكل عنصر إلا أنها تتبع نفس النسق من حيث الزيادة والنقصان وهذا هو المهم في عملية الاستكشاف الجيوكيميائي وليس الفرق.

يمكن تحديد مدى الاختلاف من خلال مقارنة المعايير الإحصائية (جدول 2) (شكل 15) حيث يبلغ أدنى وأعلى فرق في متوسط القيم تقريرياً ما بين 5-127 جم ويبلغ أدنى وأعلى فرق في الانحراف المعياري تقريرياً ما بين 2-12 جم.

من خلال مقارنة معامل التباين (CV) يمكن ملاحظة عدم وجود فرق وبالتالي الاستنتاج بأن كلا المختبرين لديه نفس الانضباطية.

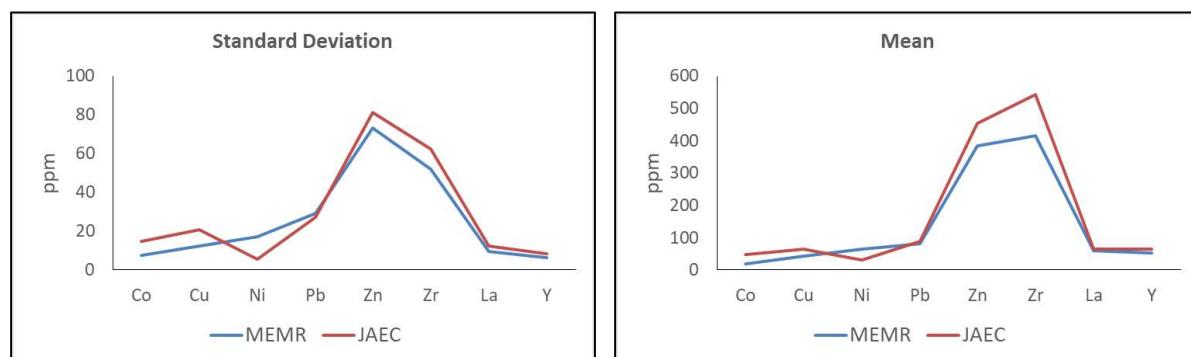


شكل 14: المقارنة بين نتائج العينات بين مختبرى هيئة الطاقة الذرية ووزارة الطاقة.

جدول 2: مقارنة المعايير الإحصائية للنتائج بين مختبرى هيئة الطاقة الذرية ووزارة الطاقة.

Co, ppm		Cu, ppm		Ni, ppm		Pb, ppm	
MEMR	JAEC	MEMR	JAEC	MEMR	JAEC	MEMR	JAEC
Mean	18.8	47.9	43.1	63.9	64.2	30	81.6
SD	7.7	14.8	12.5	20.9	17.2	5.6	29.2
CV	0.4	0.3	0.3	0.3	0.3	0.2	0.4
CI₉₅	15 - 22.6	40.7 - 55.2	37 - 49.3	53.6 - 74.1	55.8 - 72.7	27.3 - 32.8	67.3 - 95.9
Zn, ppm		Zr, ppm		La, ppm		Y, ppm	
MEMR	JAEC	MEMR	JAEC	MEMR	JAEC	MEMR	JAEC
Mean	382.8	454.1	415.5	542.9	60.2	65.1	51.3
SD	73.3	81.3	52	62.3	9.6	12.4	6.3
CV	0.2	0.2	0.1	0.1	0.2	0.2	0.1
CI₉₅	346.9 - 418.7	414.2 - 494	390 - 441	512.4 - 573.4	55.5 - 64.9	59 - 71.2	48.2 - 54.3

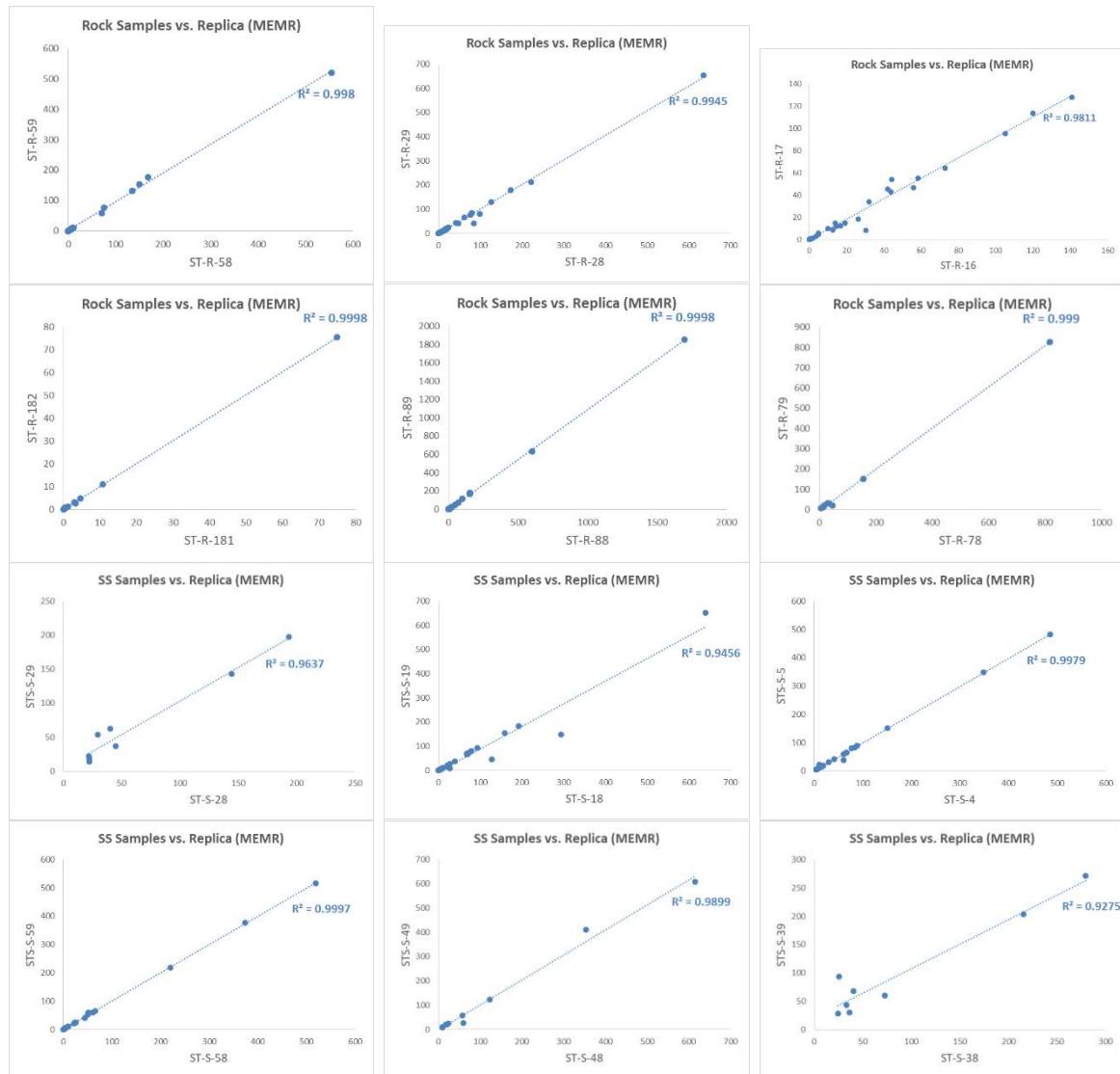
St. Dev: Standard deviation, CV: Coefficient of variation, CI₉₅: Confidence interval at 95% confidence.



شكل 15: مقارنة المتوسط والانحراف المعياري للعناصر بين مختبرى هيئة الطاقة الذرية ووزارة الطاقة.

خلاصة يمكن القول بأن كلا المختبرين لديه انضباطية عالية جداً ويمكن الاختيار بينهما لإجراء التحليل مع موثوقية عالية في تفسير النتائج وقد تم اعتماد مختبرات وزارة الطاقة والثروة المعدنية للأفضلية من حيث عدد العناصر التي يمكن تحليلها وفي حد الكشف الأقل أي القدرة على تحديد التراكيز المنخفضة.

كما استمرت عملية ضبط الجودة لمختبرات وزارة الطاقة والثروة المعدنية على طول فترة المشروع من خلال إدراج عينات مماثلة صخرية ومن رسوبيات الأودية لضمان الحصول على نتائج يمكن تفسيرها بموثوقية عالية وكانت النتائج دائماً بانضباطية عالية (شكل 16).

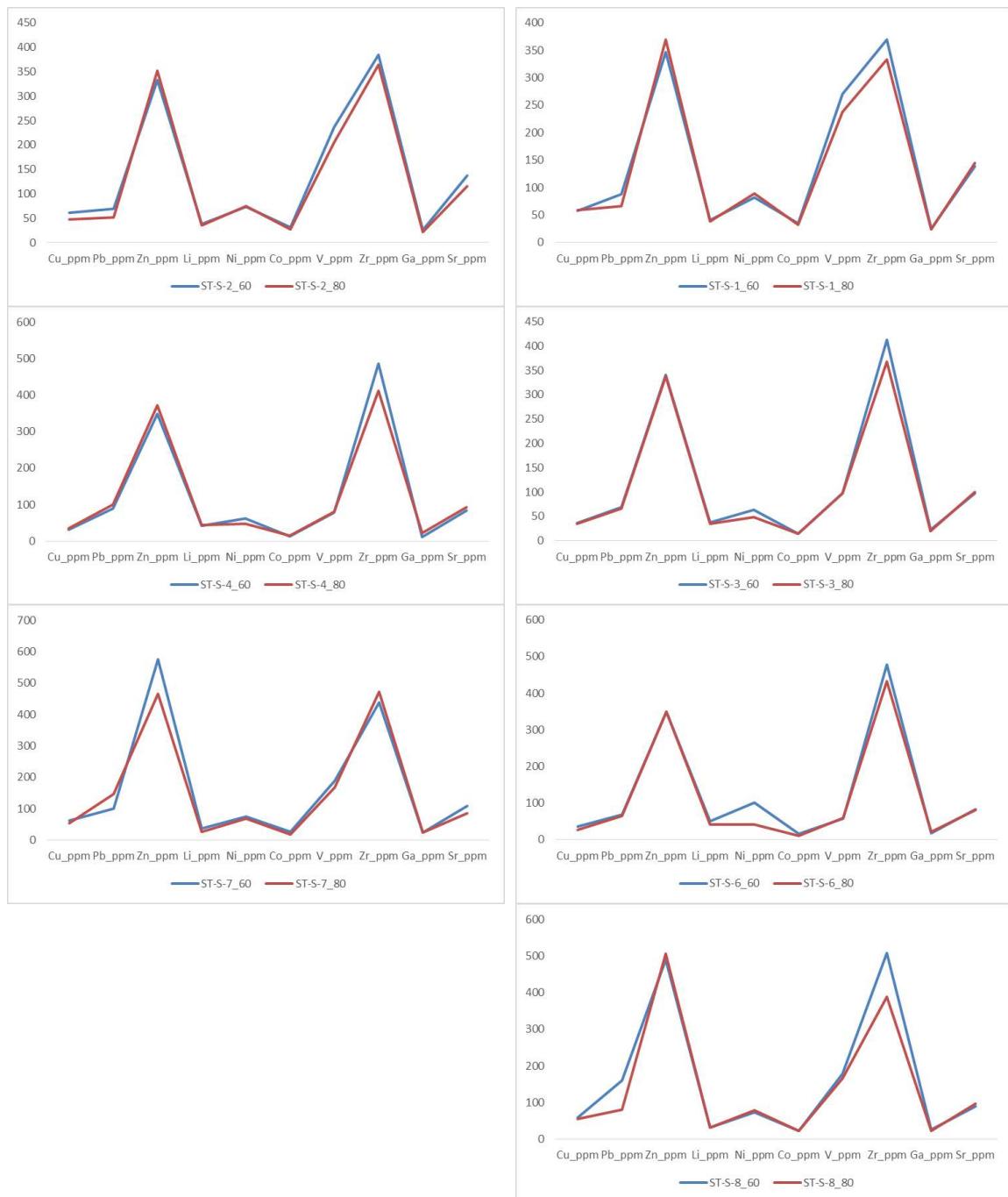


شكل 16: مدى المقاربة في عينات الرقابة الصخرية ورسوبيات الأودية.

ج-2-2. عينات رسوبيات الأودية

أظهرت نتائج عينات رسوبيات الأودية التوجيهية التي تم جمعها في بداية المشروع من الحجمين 177-500 مم و 250-500 مم تطابقاً كثيراً في قيم التراكيز لجميع العناصر ويتناقض كبير مما يعني إمكانية استخدام أي من المنخلين وبفاءة عالية لمعاينة رسوبيات الأودية (شكل 17).

وبما أن الحجم ما بين 250-500 مم أظهر تراكيز أعلى على الرغم من أن الفرق لا يكاد يذكر فقد تم اعتماده في عملية معاينة رسوبيات الأودية للمشروع نظراً لأنه أسهل في عملية التتخيل فلا يحتاج لوقت طويل للحصول على العينة. يعود السبب في هذا التطابق لعدم وجود غطاء رسوبى فوق الصخور البركانية في منطقة الدراسة والذي يعمل على تشویش النتائج الجيوكيميائية.



شكل 17: نتائج التحاليل باستخدام حجمي تخيل لتحديد الحجم الأمثل لمعاينة رسوبيات الأودية.

بداية تم تحليل جميع العناصر المتوفرة في مختبرات وزارة الطاقة والثروة المعدنية وعددها أربعة وثلاثون (34) عنصراً لرسوبيات الأودية وذلك من أجل تحديد العناصر الهامة في منطقة المشروع واستثناء العناصر التي قيمها متدنية دون حد الكشف (ملحق 4) (جدول 3). تم تحديد عشرة (10) عناصر تعتبر هي الأكثر أهمية كما أن قيمها تعطي مدلولات على التمعدنات مثل Ba, Li, Cu, Pb, Zn وعلى طبيعة السحنة الصخرية مثل .Cr, Ni, Zr, Ga, Sr

جدول 3: العناصر التي تم تحليلها لرسوبيات الأودية مع التركيز على العناصر الهاامة بالأحمر.

Ba	Li	Pb	Rb	V	Cs	Bi	Be	Cd
Cr	Ga	Zn	Co	Mo	Nb	Sb	Sn	Yb
Ni	Sr	Hf	W	Ce	Dy	Gd	Ho	
Zr	Cu	La	Nd	Pr	Sc	Sm	Y	

من خلال فحص الانحراف (skewness) يتضح بأن تراكيز العناصر العشرة الهاامة تتبع توزيعاً غير طبيعياً أو سوي (جدول 4) مما يعني عدم القدرة على تحليلها إحصائياً ولذلك فقد تم تحويل البيانات إلى اللوغاريتم الطبيعي للحصول على توزيع سوي يمكن تحليله إحصائياً.

جدول 4: ملخص المعايير الإحصائية لنتائج تحليل عينات رسوبيات الأودية.

	Ba	Cu	Pb	Zn	Li
	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
Min	87.60	2.50	5.90	36.80	6.80
Max	549.60	62.60	161.10	576.20	85.20
Mean	228.12	21.07	40.11	174.46	23.41
SD	83.84	16.01	31.25	115.11	12.39
Skew.	1.12	0.94	1.75	1.16	1.53
Kurt.	2.74	0.07	3.77	0.92	5.36
1st Qr	193.05	14.45	26.08	122.58	17.35
Median	236.80	21.40	41.35	165.05	23.45
3rd Qr	265.65	33.20	60.30	255.13	34.43
CI ₉₅	205.11-251.13	16.98-25.15	33.08-47.13	148.58-200.34	20.63-26.20
Threshold	309.40	40.15	75.58	297.60	40.53
	Cr	Ni	Ga	Sr	Zr
	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
Min	19.10	12.40	0.40	28.00	19.20
Max	664.70	199.70	27.10	202.80	639.70
Mean	76.62	45.95	20.23	79.23	294.90
SD	123.47	34.57	4.62	35.45	179.30
Skew.	2.17	1.90	-2.63	1.06	-1.19
Kurt.	6.71	4.93	9.03	1.32	0.28
1st Qr	31.80	33.50	20.95	57.70	369.03
Median	78.40	45.55	23.00	83.50	454.05
3rd Qr	172.55	66.50	24.10	102.35	514.75
CI ₉₅	42.73-110.50	38.18-53.73	19.01-21.45	69.86-88.60	254.59-335.21
Threshold	219.15	78.55	26.15	128.15	599.78

بشكل عام يُظهر عنصري الخارصين "Zn" و"الرصاص" "Pb" تراكيز عالية غير طبيعية كما يُظهر النحاس "Cu" تراكيز فوق طبيعية بينما باقي العناصر فهي تمثل تراكيز طبيعية أو عامة (background) تعكس

السخنة الصخرية في منطقة الدراسة والتي تشمل الصخور الريوليتية البركانية والصخور القاعدية القاطعة لها.

بالتالي سيتم التعبير عن عناصر الخارصين والرصاص والنحاس بعناصر التمعدنات لكونها الأكثر تمثيلاً لاحتمالية وجود تمعدنات في منطقة الدراسة والتي تكون بالغالب على شكل أنظمة حرمانية (epithermal systems) ضمن عروق في صخور الريوليت البركانية ، بينما سيتم التعبير عن باقي العناصر لتمثل طبيعة السخنة الصخرية.

من خلال فحص السوية (t-test) لقيم العناصر بعد تحويلها إلى اللوغاريتم الطبيعي أظهرت سبعة عناصر توزيعاً سوياً بينما اقترب عنصر الكروم من التوزيع السوي وأما عنصري الزركونيوم والجاليوم فقد ابتعدتا أكثر عن التوزيع السوي حيث قيم الاحتمالية (p-value) لها أقل من 5% عند الثقة 95% (جدول 5).

جدول 5: فحص السوية للعناصر العشرة الهامة قبل وبعد التحويل إلى اللوغاريتم الطبيعي.

Element	p-value	
	Raw Data	Natural Log-Transformed Data
Cu	8.36E-05	0.123
Pb	6.66E-08	0.078
Zn	4.49E-06	0.349
Li	1.2E-05	0.491
Ba	0.004389	0.495
Ni	6.74E-08	0.895
Sr	0.001273	0.532
Cr	7.63E-08	0.003
Zr	1.5E-08	6E-13
Ga	5E-07	4.81E-10

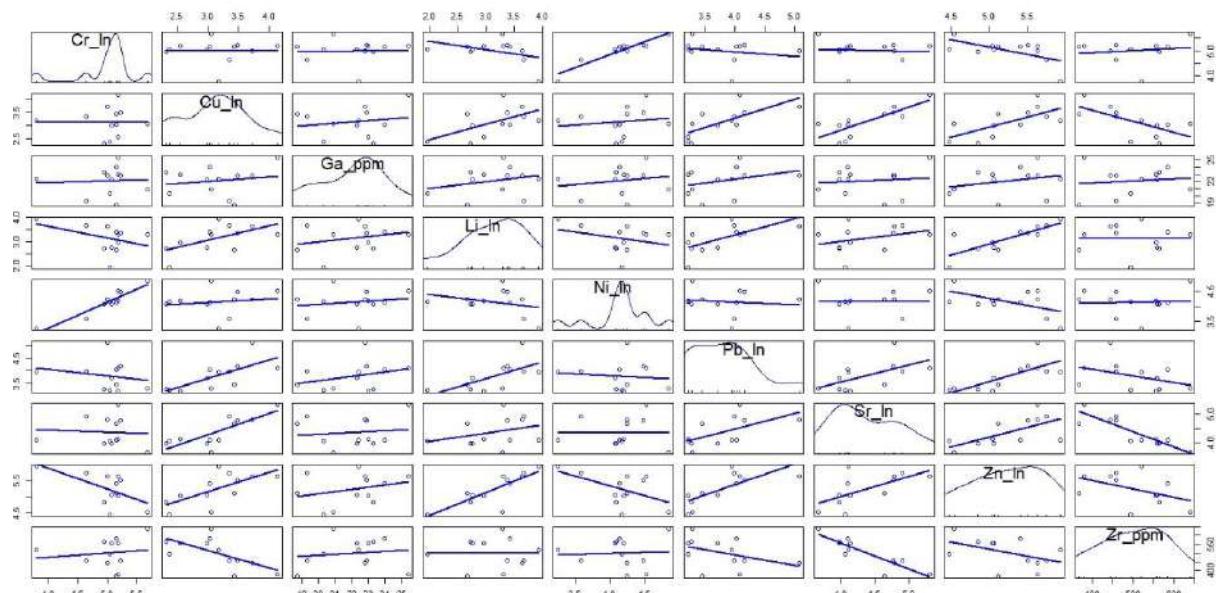
من خلال قيم الاحتمالية نلاحظ بأن جميع القيم قد تم تحسين توزيعها عدا عنصري الزركونيوم والجاليوم ولهذا سيتم استخدام البيانات الأصلية لهما على خلاف العناصر الأخرى حيث سيتم استخدام البيانات المحولة.

كما تم حساب معامل الارتباط (correlation coefficient) بين العناصر العشرة ومن خلال فحص الارتباط (correlation test) تم تحديد العلاقات ذات الأهمية الإحصائية فقط (جدول 6).

جدول 6: معامل الارتباط للعناصر الهامة في نتائج عينات رسوبيات الأودية.

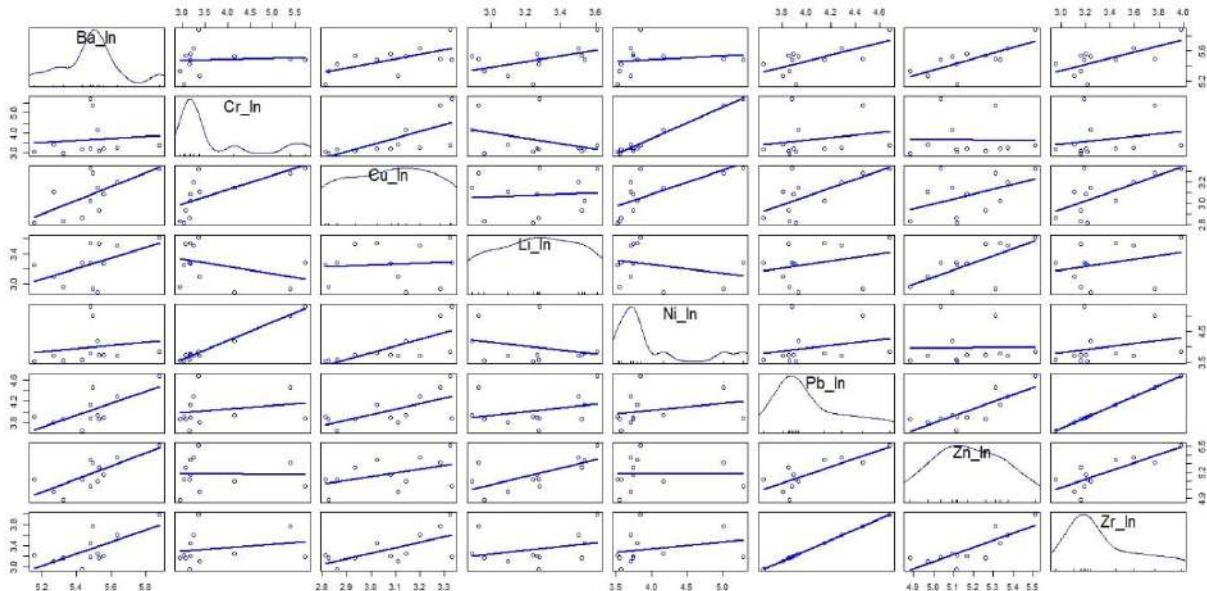
Pearson Correlations							
Ba_In	Cr_In	Cu_In	Ga_ppm	Li_In	Ni_In	Pb_In	Sr_In
Cr_In							
			0.72				
		0.80	0.52				
			0.77			0.71	0.38
				0.81		0.45	0.42
					0.82	0.44	0.86
Zn_In							
Zr_ppm			0.52				-0.53

تُظهر عناصر التمعدنات مثل الخارصين والنحاس والرصاص ارتباطاً طردياً قوياً ببعضها البعض كما تُظهر عناصر السحنة الصخرية القاعدية مثل الكروم والنيكل ارتباطاً قوياً ببعضها البعض مع وجود تداخلات بين مجموعتي العناصر كارتباط النحاس والخارصين بالنikel والسترونتيوم والليثيوم وهذه العناصر توجد بوفرة في الصخور القاعدية مما يعكس مدى تأثيرها على رواسب الأودية حيث توجد هذه الصخور بوفرة في منطقة الدراسة على شكل قواطع نارية. يرتبط عنصري الزركونيوم والجاليوم ببعضهما ارتباطاً طردياً متوسطاً وهما يمثلان السحنة الصخرية الريوليتية الحامضية ويوضح هذا من خلال العلاقة العكسية بين الزركونيوم والسترونتيوم. كما يمكن فحص العلاقات من خلال منحنيات التشتت (شكل 18).



شكل 18: منحنيات التشتت لنتائج عينات رسوبيات الأودية.

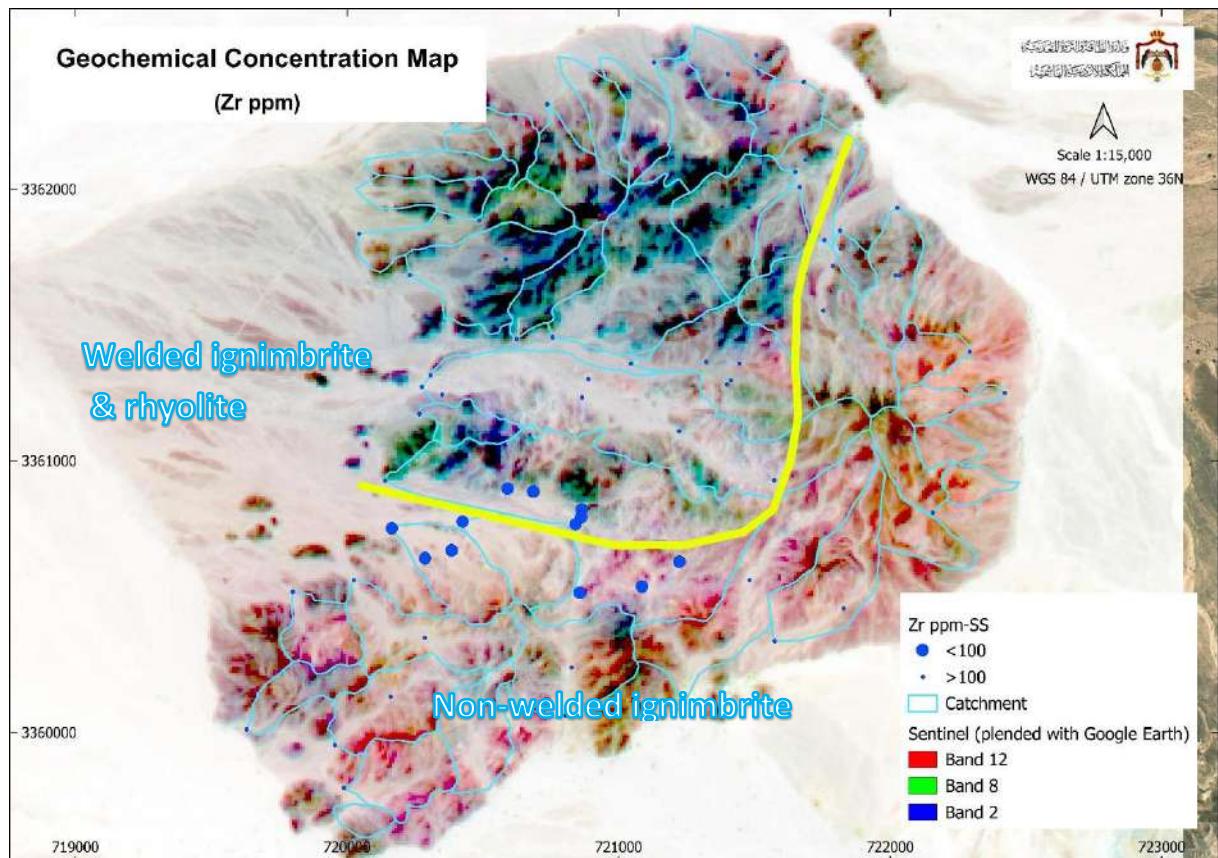
عند تراكيز الزركونيوم المنخفضة الأقل من 100 جم تصبح العلاقة بين الزركونيوم والرصاص والخارصين طردية قوية بشكل ملحوظ وذلك يدل على وجود مجتمعين منفصلين لمصدر الزركونيوم. عند فصل المجتمعين تصبح قيم الزركون المتدنية بتوزيع طبيعي بعد تحويلها إلى اللوغاريتم الطبيعي ويمكن النظر في علاقتها مع باقي العناصر من خلال منحنيات التشتت (شكل 19).



شكل 19: علاقة الخارجيين والنحاس والرصاص والباريوم مع الزركونيوم عند قيمه المنخفضة.

تعد قيم الزركونيوم هذه المتدنية في عينات رسوبيات الأودية ظاهرة غير طبيعية في منطقة الدراسة مقارنة مع معدل تركيز الزركونيوم في باقي العينات والبالغ حوالي 496 جم كما أنها محصورة ضمن الأحواض الرسوبية الجنوبية على الحد بين صخور الإمبرجينيت الملتحمة وغير الملتحمة (شكل 20).

قد يعود السبب في تدني تركيز الزركونيوم إلى طبيعة المصدر الماغماتي عندما يكون في مراحل متأخرة (late stage) حيث أن معظم الزركونيوم قد استنفذ في مراحل التبلور الأولى (early crystallization) كما يشير الارتباط الوثيق مع الرصاص والخارصين إلى عملية التركيز أثناء التمايز الماغماتي (stage) وأن عملية إعادة التوزيع بعد النشاط الماغماتي كانت ضئيلة ، مما يعني أن هذه العناصر تعكس العمليات الماغماتية بشكل أساسي وليس عمليات التغيير المعدني اللاحقة. كما قد يعزى السبب إلى طبيعة السحنة الصخرية السائدة كالقواطع فوق القاعدية الفقيرة بالزركونيوم أو نتيجة لعمليات تغيير معدني أدت إلى ترشيح الزركونيوم والذي يعتبر من العناصر الغير قابلة للحركة إلا في ظروف تغير معدني مناسبة بوجود المياه الحرمانية ذات درجات الحرارة المرتفعة والمحموضة أو القلوية العالية.

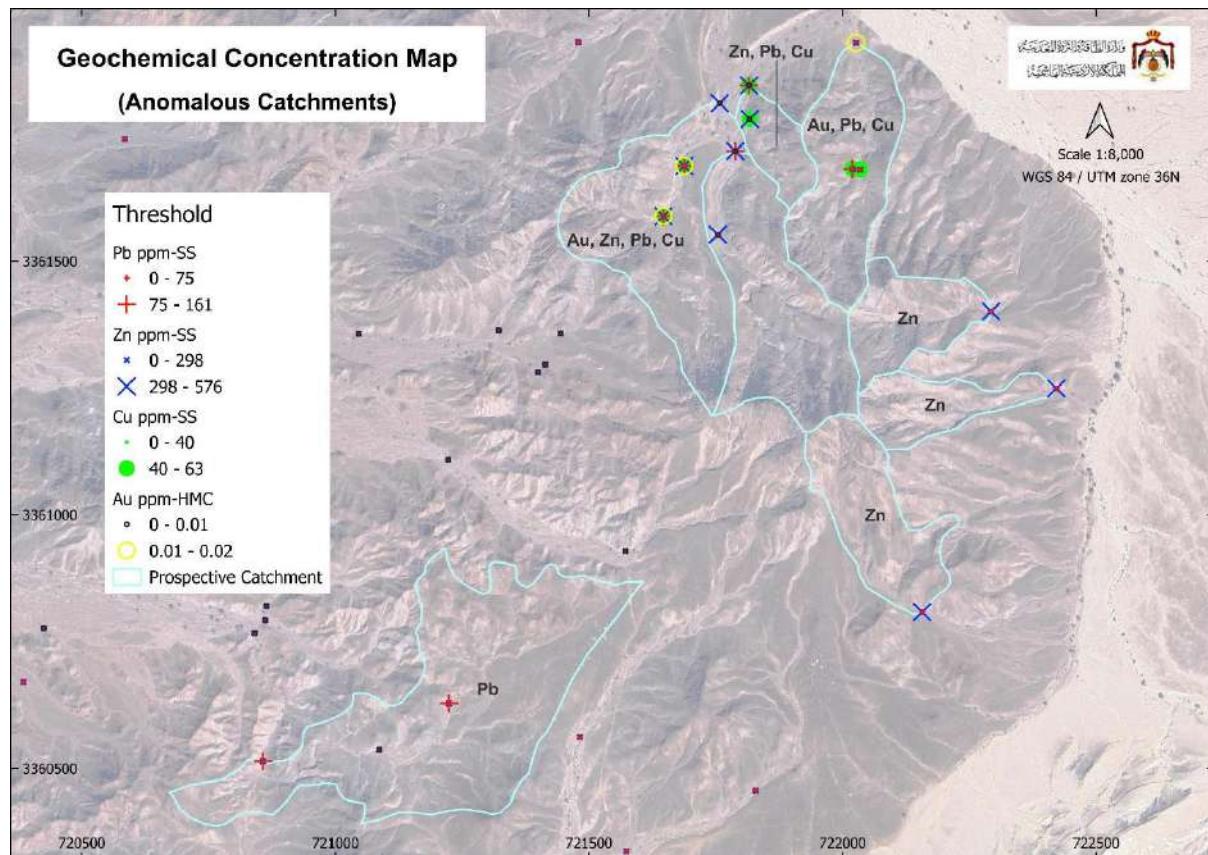


شكل 20: توزيع عينات رسوبيات الأودية ذات قيم الزركونيوم المتدنية.

ج-2-3. عينات المعادن الثقيلة

ثلاث (3) عينات فقط من أصل اثنان وثلاثون (32) عينة من المعادن الثقيلة التي تم تحليلها في مختبرات SGS الكندية أعطت نتيجة للذهب بتركيز 0.02 جم والباقي أقل من حد الكشف أي أقل من 0.01 جم (ملحق 4).

تتركز نتائج الذهب ضمن حوضي تصريف مياه وهي مترافقه مع شوادن من الخارصين والرصاص والنحاس في عينات رسوبيات الأودية (شكل 21).



شكل 21: شواد تراكيز الذهب والخارصين والنحاس والرصاص في عينات رسوبيات الأودية.

ج-2-4. العينات الصخرية

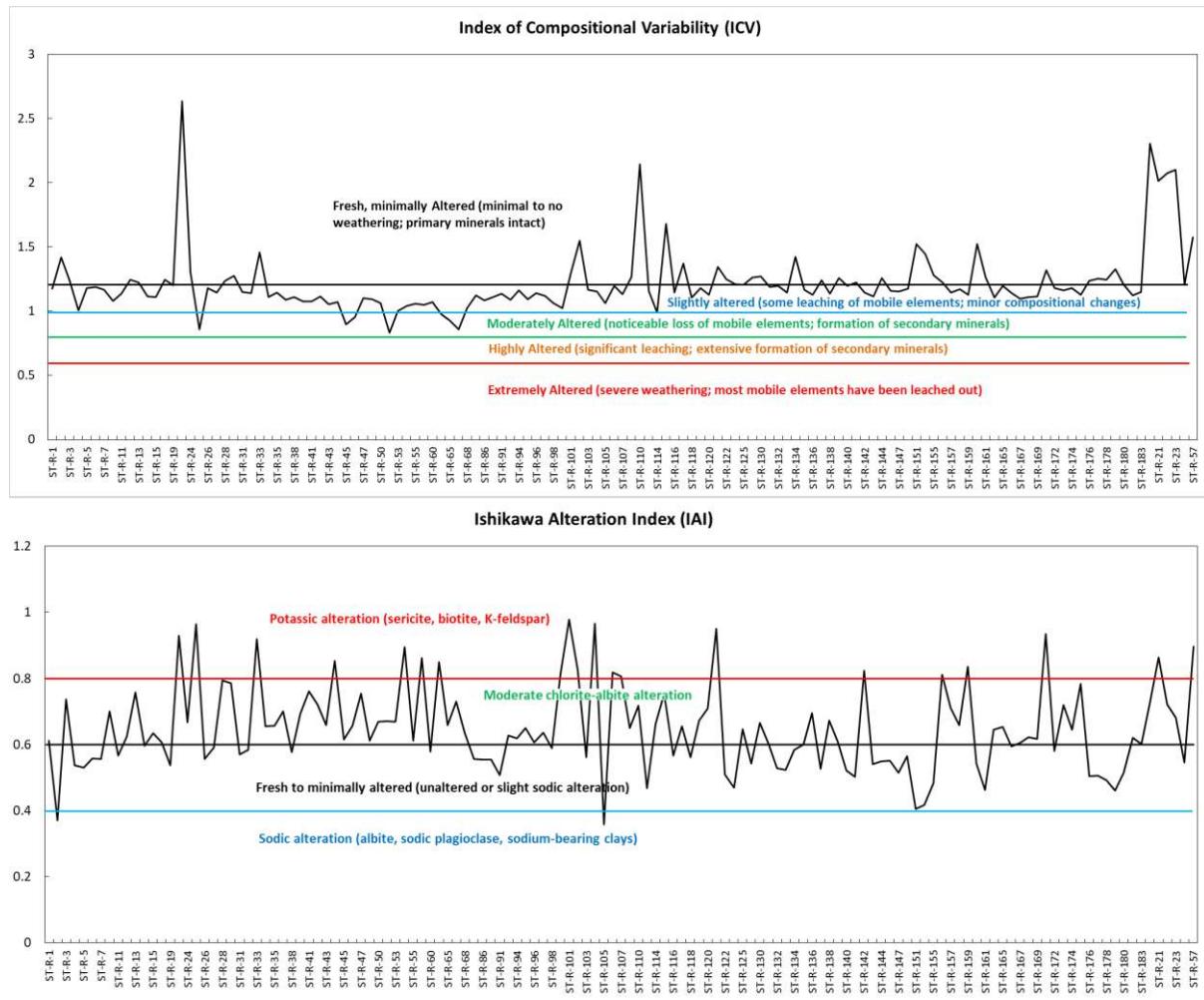
تم معاينة مختلف السحنات الصخرية المجواة وغير المجواة من أحواض التصريف المائي لتحديد المواقف الجيوكيميائية لصخور المنطقة وتحديد المستويات الطبيعية أو العامة للعناصر كما تم الاعتماد بشكل كبير عليها في أطراف المنطقة حيث التكتشفات الصخرية صغيرة الحجم ومجاري المياه عريضة بشكل يصعب من معاينة رسوبياتها.

تم تحليل أكاسيد العناصر الرئيسية واثني عشر من العناصر النادرة في مختبرات وزارة الطاقة والثروة المعدنية (ملحق 4).

على خلاف عينات رسوبيات الأودية ، الانحراف (skewness) في معظم البيانات للعينات الصخرية كبير بشكل واضح (جدول 7) كنتيجة للتباين في السحنات الصخرية وتأثير عوامل التجوية والتغيير المعدني التي طرأت على الصخور. من خلال معامل التجوية (IAI & ICV) يتضح بأن معظم العينات الصخرية غير مجواة أو قد تأثرت بمستوى بسيط إلى متوسط من التجوية من خلال تشكيل معادن الكلورايت والألبait والقليل من التغيير المعدني البوتاسي (Potassic alteration) (شكل 22).

جدول 7: ملخص المعايير الإحصائية لنتائج تحليل العينات الصخرية.

	Fe₂O₃	MnO	TiO₂	CaO	K₂O	P₂O₅
	%	%	%	%	%	%
Min	0.67	0.01	0.00	0.09	1.22	0.03
Max	13.46	1.64	4.46	42.00	9.20	1.21
Mean	3.23	0.05	0.25	0.90	4.47	0.07
SD	2.61	0.17	0.76	4.84	1.32	0.24
Skew.	2.52	6.10	3.21	6.35	0.36	3.03
Kurt.	5.73	49.32	10.99	46.58	1.85	8.70
1st Qr	2.81	0.03	0.18	0.45	4.25	0.03
Median	3.05	0.03	0.20	0.73	4.59	0.06
3rd Qr	3.26	0.08	0.23	1.60	5.24	0.06
CI₉₅	2.82 - 3.46	0.02 - 0.07	0.13 - 0.37	0.14 - 1.66	4.27 - 4.68	0.03 - 0.1
Threshold	3.51	0.09	0.25	1.87	5.58	0.09
	SiO₂	Al₂O₃	MgO	Na₂O	SO₃	LOI
	%	%	%	%	%	%
Min	19.30	1.93	0.01	0.17	0.02	0.43
Max	77.67	17.11	11.13	7.58	18.70	31.99
Mean	68.65	10.80	0.39	2.67	0.15	1.84
SD	11.17	1.88	2.04	1.27	1.83	4.04
Skew.	-2.21	0.13	2.68	0.18	8.30	4.69
Kurt.	4.65	6.25	6.89	0.99	80.77	28.64
1st Qr	72.15	10.44	0.14	2.39	0.06	1.09
Median	74.66	10.68	0.30	3.02	0.11	1.45
3rd Qr	75.83	11.06	0.63	3.81	0.25	2.85
CI₉₅	66.9 - 70.41	10.5 - 11.09	0.07 - 0.71	2.47 - 2.87	-0.17 - 0.47	1.2 - 2.47
Threshold	78.33	11.30	0.79	4.43	0.30	3.21
	Cu	Pb	Zn	Li	Ba	Ni
	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
Min	2.50	2.50	20.00	2.50	15.50	2.50
Max	7443.00	237.60	1731.00	361.70	1056.00	711.60
Mean	14.07	24.64	152.34	17.40	126.73	32.05
SD	604.08	27.16	320.55	59.41	205.41	93.25
Skew.	11.91	4.23	2.85	3.28	1.83	5.35
Kurt.	146.81	24.58	7.83	11.51	3.29	33.32
1st Qr	5.00	17.70	104.35	9.20	60.90	10.00
Median	10.40	22.50	134.20	13.60	111.80	36.00
3rd Qr	26.30	32.08	171.65	25.35	250.00	61.98
CI₉₅	-81.97 - 110.1	20.56 - 28.72	104.15 - 200.53	8.47 - 26.33	95 - 158.46	18.03 - 46.07
Threshold	31.70	36.88	201.50	29.75	300.90	87.98
	Cr	Zr	Ga	Sr	V	W
	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
Min	10.00	6.70	2.50	5.00	2.50	10.00
Max	2017.00	894.70	36.70	622.30	246.70	198.50
Mean	57.46	454.87	24.26	32.06	7.41	65.98
SD	219.05	213.38	5.12	104.20	58.37	48.33
Skew.	6.46	-0.93	-1.53	3.30	2.78	0.34
Kurt.	49.98	0.15	4.50	11.57	7.28	-0.41
1st Qr	25.60	443.30	22.28	17.00	2.50	46.20
Median	64.50	600.10	26.85	26.70	5.00	86.40
3rd Qr	140.95	701.45	28.80	46.05	12.20	115.55
CI₉₅	21.56 - 93.36	422.79 - 486.95	23.41 - 25.11	13.94 - 50.19	-8.61 - 23.43	54.41 - 77.56
Threshold	179.85	858.25	33.38	55.75	14.70	155.75



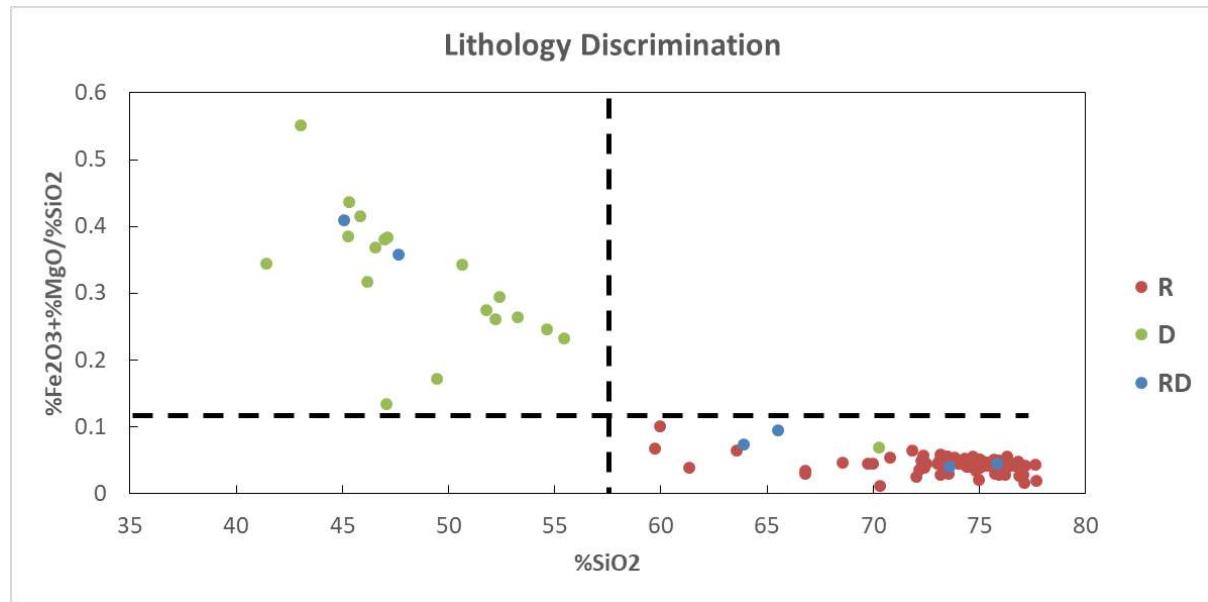
شكل 22: معدل التجوية (أعلى) ونوعه (أسفل) من خلال حساب معاملات التجوية.

وللقليل من تأثير التوزيع غير السوي للبيانات فقد تم فصلها بحسب السحنة الصخرية وفحص السوية لها من أجل تحديد كيفية التعامل معها بحيث يتم تحويل القيم ذات التوزيع غير السوي إلى اللوغاريتم الطبيعي. تم تقسيم السحنات الصخرية إلى الريوليتية "R" والقاعدية "D" وتلك التي قد تم جمعها على الحد بينهما (جدول 8) "RD".

من خلال نتائج تحليل الأكسيد الرئيسية يتضح بأن صخور الريوليت والقاعدية هي الأنواع السائدة في منطقة الدراسة (شكل 23). كما يمكن ملاحظة مدى تأثر صخور الريوليت المحاذية للقواطع النارية القاعدية ولذلك فقد وقعت عينتين ضمن منطقة تصنيف الصخور القاعدية.

جدول 8: فحص السوية لبيانات العينات الصخرية مصنفة حسب السحة الصخرية.

Shapiro-Wilk normality test (p-value)				
	Raw Data	Log-Transformed	Raw Data	Log-Transformed
	Zn		Cr	
D	0.522	0.037	0.001	0.088
R	< 2.22e-16	1.65E-07	< 2.22e-16	5.28E-05
RD	1.52E-04	0.013	0.750	0.978
	Pb		Sr	
D	2.58E-05	0.002	0.266	0.330
R	< 2.22e-16	1.06E-06	< 2e-16	4.14E-04
RD	0.161	0.673	0.176	0.665
	Cu		V	
D	0.003	0.225	0.259	0.404
R	< 2.22e-16	2.44E-11	7.22E-08	4.76E-05
RD	0.244	0.940	0.022	0.967
	Ba		W	
D	0.185	0.055	0.001	0.001
R	6.29E-12	0.447	0.139	0.139
RD	0.943	0.412	0.329	0.329
	Li		Ga	
D	0.955	0.002	0.316	0.635
R	< 2e-16	3.36E-08	2.49E-08	< 2e-16
RD	0.272	0.929	0.391	0.403
	Ni		Zr	
D	0.084	0.047	0.254	0.029
R	< 2.22e-16	7.32E-07	7.91E-09	< 2e-16
RD	0.002	0.017	0.323	0.408
	SiO ₂		MgO	
D	0.015	0.112	0.818	0.517
R	1.50E-14	2.33E-15	7.13E-10	8.91E-07
RD	0.305	0.221	0.026	0.259
	Al ₂ O ₃		CaO	
D	0.328	0.050	0.164	0.503
R	1.53E-08	3.16E-10	< 2e-16	0.006
RD	0.172	0.266	0.488	0.005
	Fe ₂ O ₃		Na ₂ O	
D	0.157	0.001	0.090	0.503
R	2.89E-10	6.13E-15	0.012	3.85E-12
RD	0.040	0.192	0.761	0.309
	TiO ₂		K ₂ O	
D	0.006	0.011	0.147	0.629
R	1.41E-09	< 2e-16	1.48E-10	2.50E-08
RD	0.010	0.057	0.966	0.878
	MnO		SO ₃	
D	0.000	0.499	4.67E-05	0.181
R	< 2.22e-16	4.52E-11	< 2.22e-16	7.5899E-07
RD	0.572	0.960	0.510	0.521
	P ₂ O ₅		LOI	
D	0.091	0.010	0.153	0.530
R	< 2.22e-16	8.08E-16	< 2e-16	6.70E-06
RD	0.010	0.037	0.379	0.010



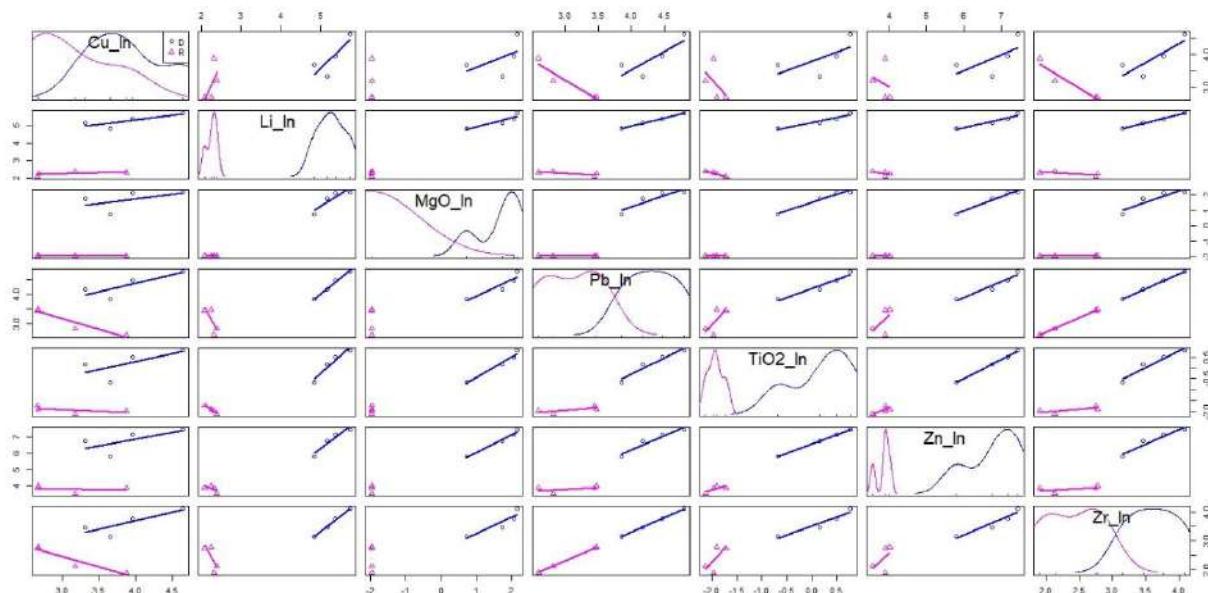
شكل 23: أنواع الصخور السائدة في منطقة الدراسة من خلال تحليل الأكاسيد الرئيسية.

تم تحديد ثلاثة عناصر أو أكاسيد عناصر هامة من حيث السخنة الصخرية وهي MgO , TiO_2 , Li , Zr بحيث يمثل الزركونيوم السخنة الريوليتية بينما باقي العناصر تمثل السخنة القاعدية ، كما تم تحديد ثلاثة عناصر هامة من حيث التمعدنات وهي Cu , Pb , Zn على الرغم من أن النحاس أقلها أهمية نظراً لتدخله الكبير مع عناصر السخنة الصخرية.

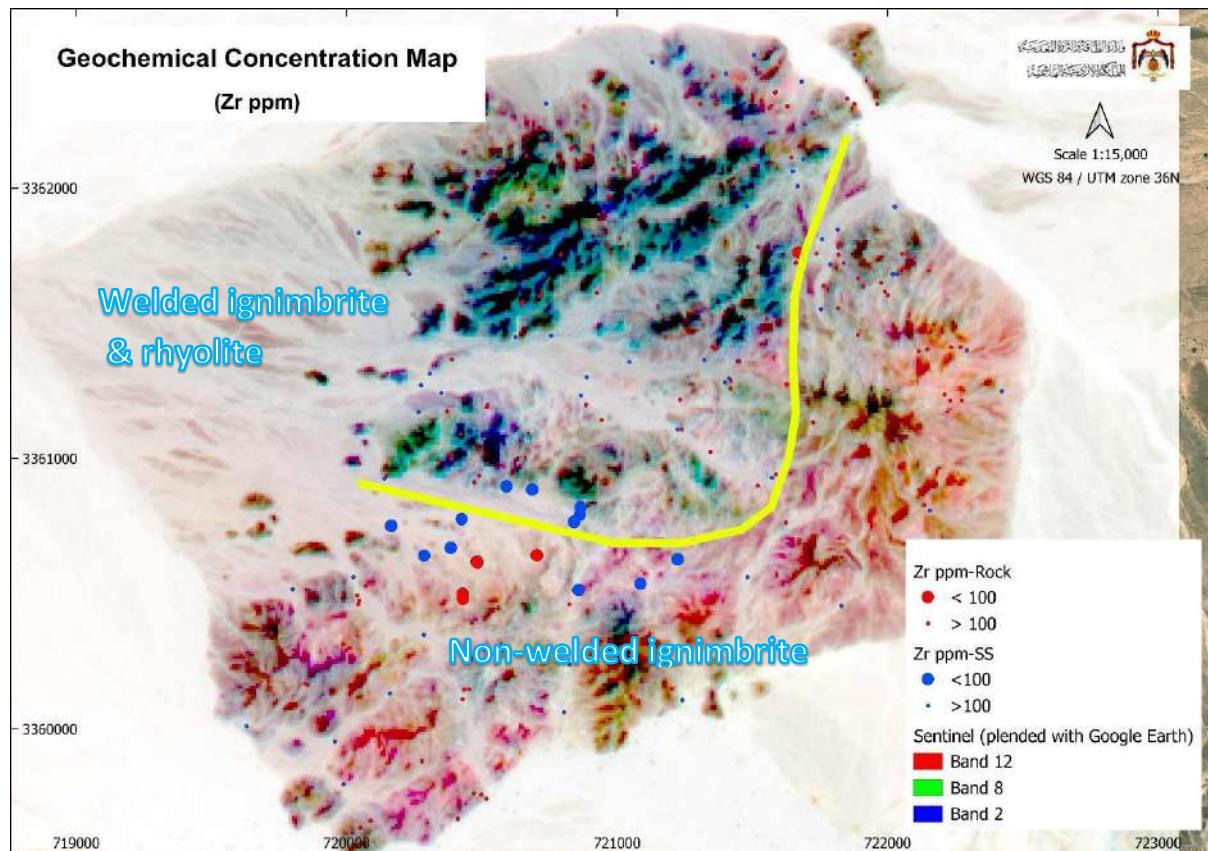
وكما هو الحال في عينات رسوبيات الأودية ، عند تراكيز الزركونيوم المنخفضة الأقل من 100 جم تصبح العلاقة بين الزركونيوم والعناصر الأخرى خصوصاً الخارصين والرصاص والنحاس والليثيوم طردية قوية بشكل ملحوظ وذلك لعينات الصخور القاعدية بينما هي طردية قوية مع الرصاص وعكسية قوية مع النحاس في الصخور الريوليتية ، كما أن التراكيز الشاذة للخارصين والرصاص والنحاس تقع ضمن الصخور القاعدية (شكل 24).

من الجدير باللحظة بأن العينات الصخرية وعينات رسوبيات الأودية ذات قيم الزركونيوم الأقل من 100 جم تقع جميعها في جنوب المنطقة على الحد بين صخور الريوليت والإجنبريت الملتحمة وغير الملتحمة ما يعكس مدى دقة تمثيل نتائج عينات رسوبيات الأودية للسخنة الصخرية السائدة المكتشفة ضمن أحواض التصريف المائي المأخوذة منها (شكل 25).

وكما تم التعامل مع بيانات عينات رسوبيات الأودية فقد تم فصل العينات الصخرية إلى مجتمعين بناء على عنصر الزركونيوم وحساب معامل الارتباط لها (جدول 9).



شكل 24: مخططات التشتت لبيانات العينات الصخرية عند قيم الزركونيوم الأقل من 100 جم.



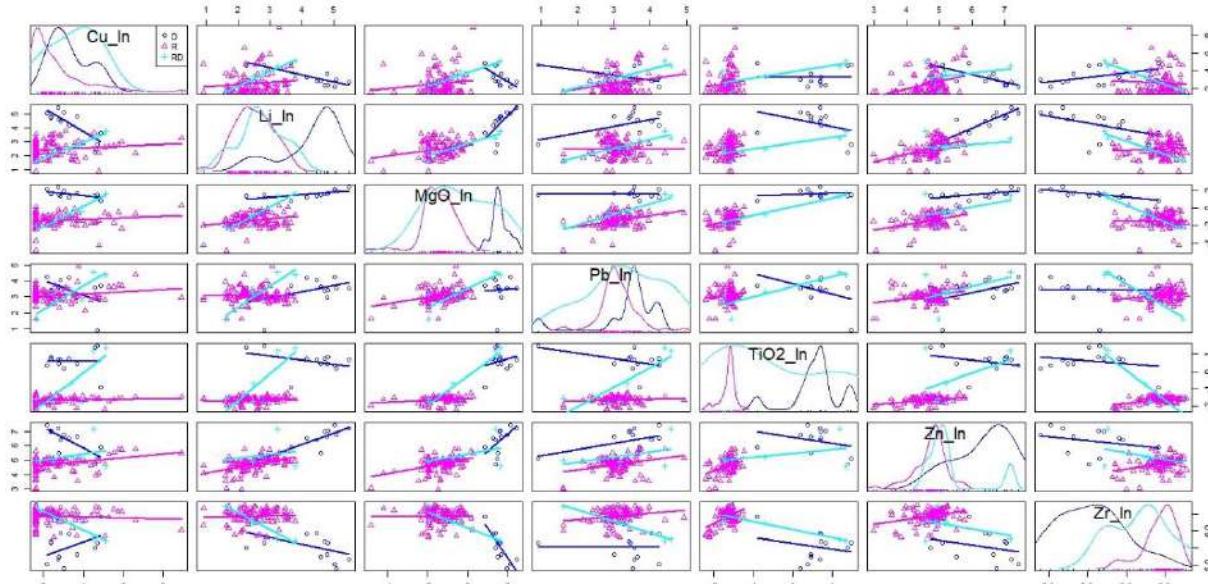
شكل 25: توزيع عينات رسوبية والأودية والعينات الصخرية ذات قيم الزركونيوم المتدنية.

جدول 9: معامل الارتباط للعناصر الهامة في نتائج العينات الصخرية.

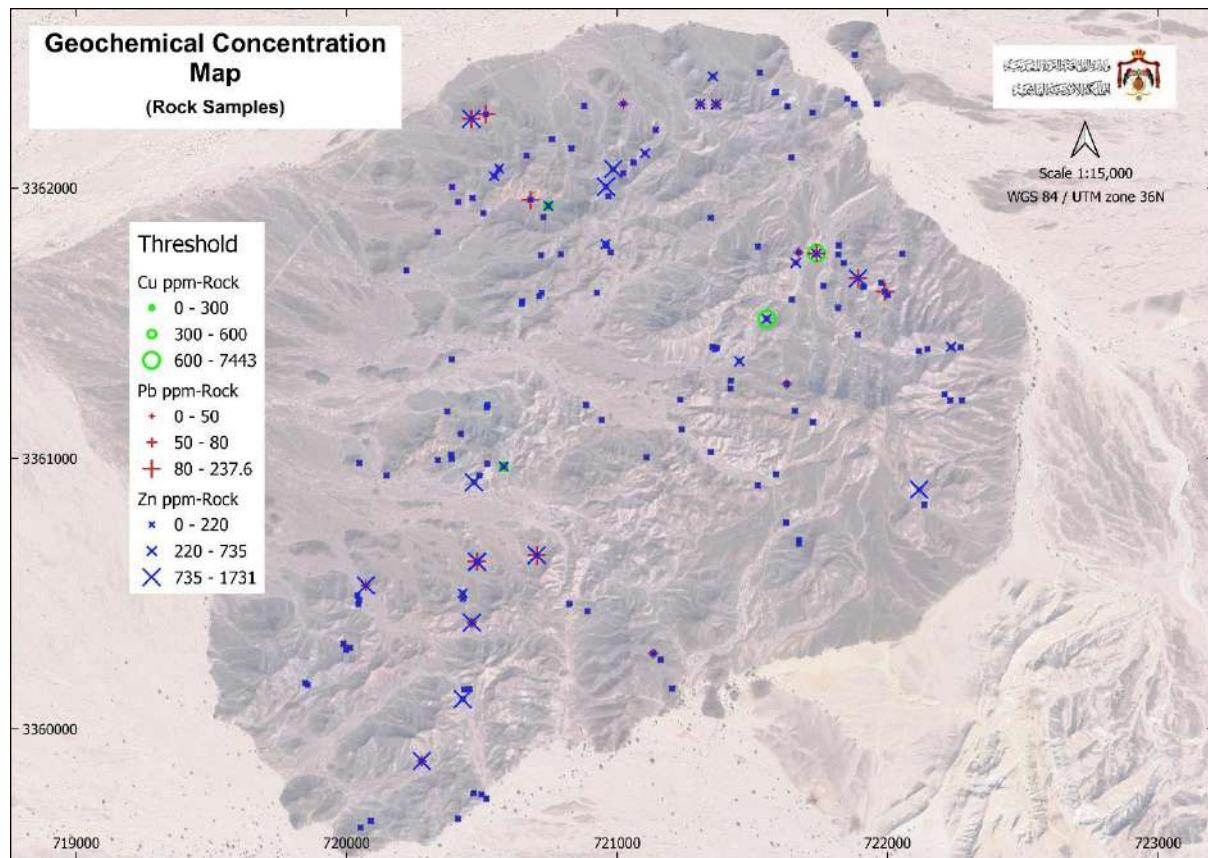
		Pearson correlations					
		Cu_In	Li_In	MgO_In	Pb_In	TiO2_In	Zn_In
	Li_In	0.19					
	MgO_In	0.25	0.70				
	Pb_In	0.23	0.39	0.41			
	TiO2_In	0.25	0.66	0.80	0.33		
	Zn_In	0.29	0.78	0.73	0.45	0.69	
	Zr_In	-0.25	-0.65	-0.66	-0.32	-0.71	-0.56

من خلال معامل الارتباط يمكن تأكيد مدى قوة الارتباط الطردية بين أكسidi الماغنيسيوم والتيتانيوم كممثلين للسحنة القاعدية وعلاقة الزركونيوم العكسية معهما كممثل لسحنة الريوليت الحامضية. كما يرتبط عنصري الليثيوم والخارصين طرديا وبقوة مع أكسidi الماغنيسيوم والتيتانيوم نظراً لميولهما للتواجد في الصخور القاعدية. تقل قوة الارتباط الطردي بين الرصاص والخارصين لتصبح متوسطة بينما تصبح العلاقة ضعيفة مع النحاس. كذلك يمكن تمثيل العلاقات بين مجموعة العناصر من خلال منحنيات التشتت (شكل 26).

يتضح من خلال قوة ارتباط عناصر التمعدنات بالسحنة الصخرية إلى أن غالبية البيانات تتبع العينات الصخرية غير المتمعدنة وأن عدد العينات الصخرية المتمعدنة قليل ويمكن ملاحظة ذلك من خلال توزيع التراكيز في منطقة الدراسة (شكل 27).



شكل 26: مخططات التشتت لبيانات العينات الصخرية عند قيم الزركونيوم الأكبر من 100 جم.



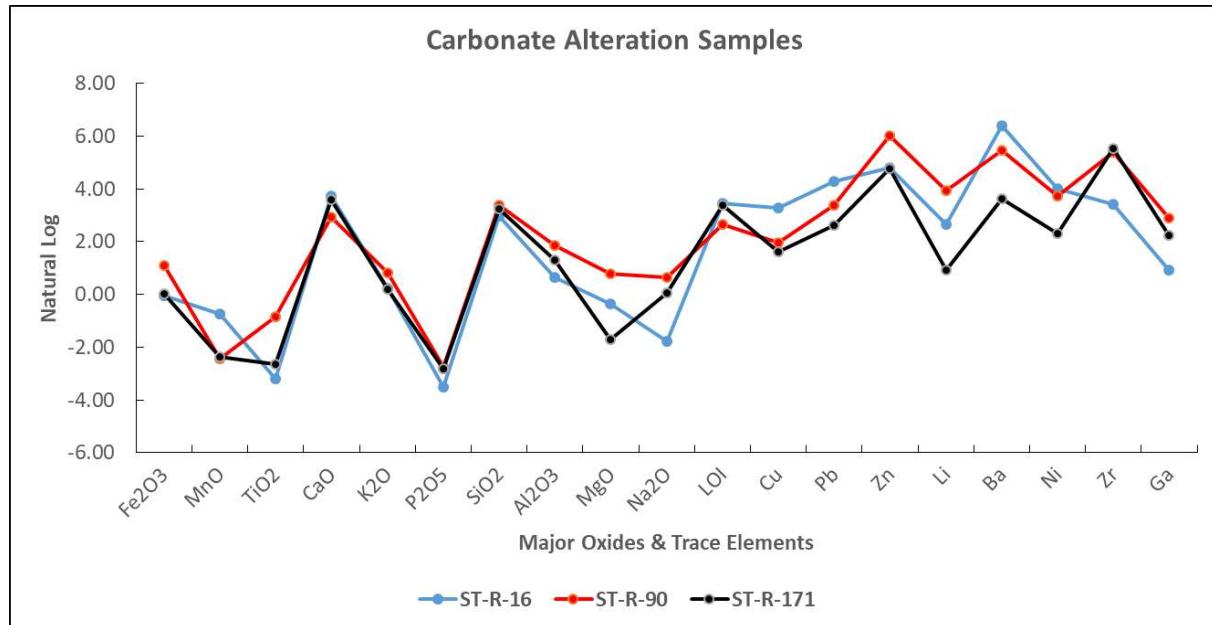
شكل 27: شواد تراكيز الخارجين والنحاس والرصاص في العينات الصخرية.

يظهر في مخططات التشتت مدى تأثير القواطع النارية القاعدية على صخور الريوليت المحاذية لها "RD" حيث تم إثراء الريوليت بالليثيوم والنحاس والرصاص والزنك.

وبالمقارنة مع الشواد الجيوكيميائية لعينات رسوبيات الأودية تنتشر الشواد الجيوكيميائية للعينات الصخرية بشكل أكبر حيث تشمل أحواض التصريف المائي على أطراف المنطقة التي تخلو من عينات رسوبيات الأودية بالإضافة إلى أحواض تصريف مائي لم تكشفها عينات رسوبيات الأودية.

قد يعود السبب في وجود شواد جيوكيميائية للعينات الصخرية ضمن أحواض التصريف المائي التي لم تكشفها عينات رسوبيات الأودية إلى طبيعة التمعدنات الصخرية والتي قد تكون صغيرة الحجم ومحدودة الانتشار بشكل لم يؤثر على نواتج عملية التجوية وبالتالي لم تظهر في حالة التشتت الجيوكيميائي الثانوية أي في رسوبيات الأودية. وقد يعود السبب أيضاً إلى طبيعة التصريف المائي في المنطقة حيث يسود نظام الأودية المتفرعة والمتشاركة بشكل معقد وهذا ما يميز رسوبيات المرابح الحصوية مما يصعب من تحديد المجرى المائي الأنسب لعملية المعالجة بالإضافة إلى ضياع وتشتت العناصر ضمن هذه المجاري المائية مما يؤدي إلى تخفيفها لظهور ضمن القيم العامة.

من بين العينات الصخرية ثلاثة عينات صخرية قد تم جمعها من عروق كلسية رفيعة قاطعة للصخور الريوليتية كنتيجة لعمليات التغيير المعدني توضح إداتها ارتفاعاً في الخارصين والأخرى ارتفاعاً في الرصاص وهذا يعكس طبيعة التمعدنات في منطقة الدراسة (شكل 28).



شكل 28: نتائج تحليل عينات صخرية تحتوي على عروق كلسية رفيعة.

ج-2-5. مناطق الأهمية وطبيعة العمل المطلوب

يمكن تحديد مدى أهمية أحواض التصريف المائي بناءً على عدد ونتائج عناصر التمعدنات كالذهب والخارصين والرصاص والنحاس والتي من خلالها يمكن تحديد طبيعة الخطة الاستكشافية القادمة. فأحواض التصريف المائي التي تحتوي على ثلاثة أو أربعة شواد جيوكيميائية من ضمنها الذهب تعتبر الأكثر أهمية والتي لا تحتوي على الذهب تعتبر هامة بينما تلك التي تحتوي على عنصرين تعتبر متوسطة الأهمية وأما تلك التي تحتوي على عنصر واحد فقط تعتبر متدنية الأهمية.

بالعتماد على مدى الأهمية تم تحديد الأولويات لأحواض التصريف المائي كالقصوى والعلالية والمتوسطة والمتدنية (ملحق 5).

تعكس الأولويات طبيعة المرحلة القادمة من حيث طبيعة المعاينة والمسافات بينية وطبيعة الدراسة. فأحواض التصريف المائي ذات الأولوية القصوى والعلالية بحاجة إلى إعداد خطة معاينة جيوكيميائية شبكية (grid sampling) للصخور والتربة ضمن مسافات بينية قصيرة لا تتجاوز الخمسين متراً (50 م) لحصر حالات التشتت الأولية ولتنفيذ مسوحات جيوفизيائية تفصيلية لتحديد موقع حفر الآبار بعناية.

بينما أحواض التصريف المائي ذات الأولوية المتوسطة فبحاجة إلى تكثيف للمعاينة الصخرية ولمعاينة رسوبيات الأودية من الرتبة الثانية أو الأولى لتحديد موقع الشوادج الجيوكيميائية ليتم تنفيذ مسوحات جيوكيميائية شبكة منتظمة تليها المسوحات الجيوفيزائية وأعمال حفر الآبار ، وكذلك فيما يتعلق بأحواض التصريف المائي ذات الأولوية المتدنية مع كثافة معاينة صخرية أقل.

بالإضافة إلى تحليل البيانات لتحديد مناطق الأهمية فقد تم استخدام طريقة تحليل العوامل (Factor Analysis) الإحصائية للحصول على أفضل تمثيل للعناصر بالاعتماد على مدى ترابطها على الرغم من أن عدد المتغيرات بسيط ولكن لأغراض تأكيد ما تم التوصل إليه سابقاً.

طريقة تحليل العوامل في الاستكشاف الجيوكيميائي هي تقنية إحصائية تُستخدم لتقليل عدد المتغيرات الجيوكيميائية وتحليل العلاقات بينها لتحديد العوامل الرئيسية التي تؤثر على توزيع العناصر الكيميائية في منطقة ما. هذه الطريقة تساعد في تفسير البيانات الجيوكيميائية المعقدة عن طريق تجميع المتغيرات المرتبطة بعضها البعض في عوامل مشتركة مما يتيح تحديد الأنماط الجيوكيميائية المرتبطة بوجود المعادن أو الخامات المعdenية مما يساهم في توجيه جهود الاستكشاف بشكل أكثر كفاءة.

يتفق تحليل العوامل مع ما تم التوصل إليه في تحليل بيانات رسوبيات الأودية والصخور حيث تم فصل عناصر السحنة الصخرية عن عناصر التمعدنات (جدول 10).

جدول 10: تحليل العوامل لبيانات عينات رسوبيات الأودية والصخور.

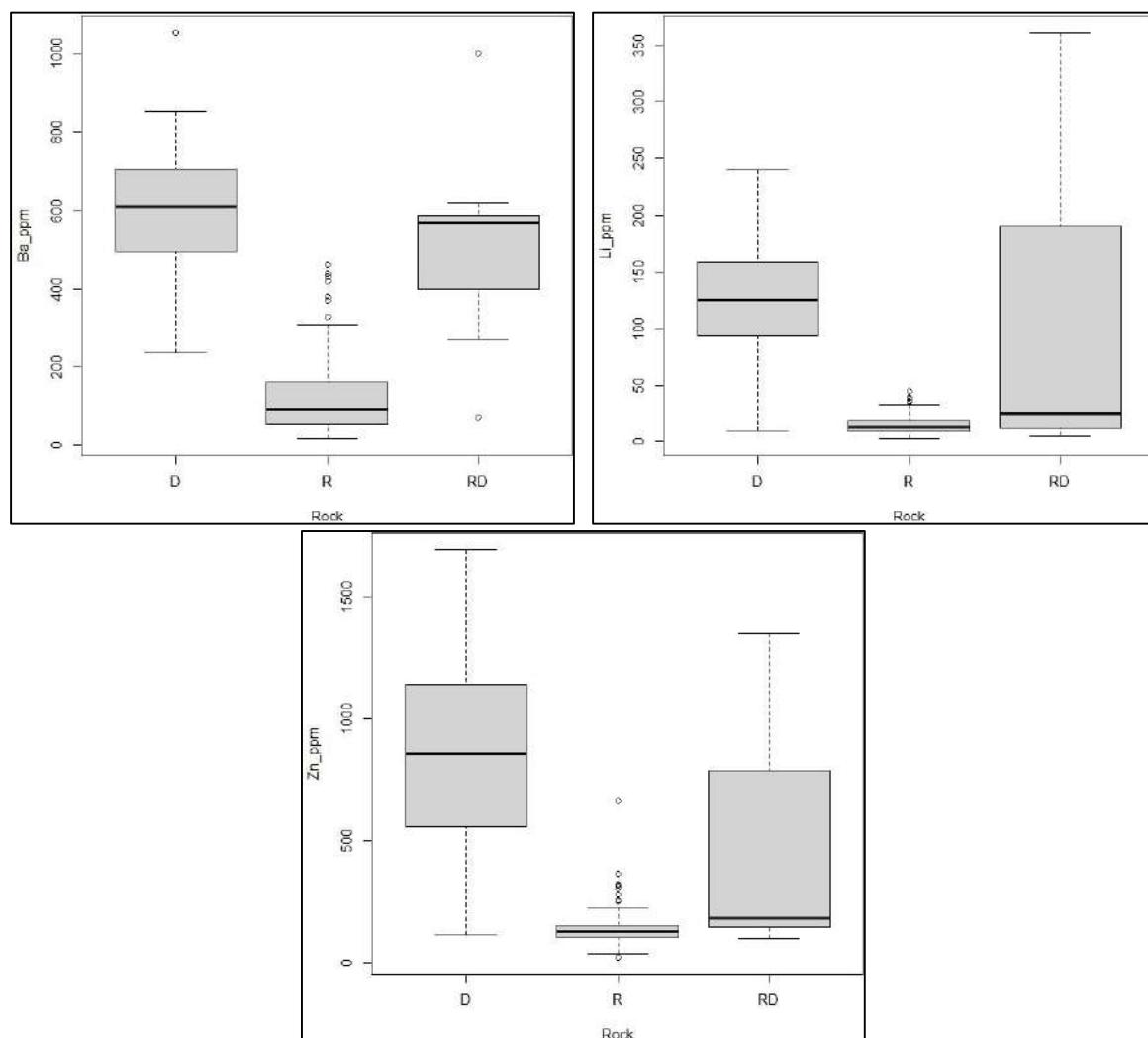
العينات الصخرية			عينات رسوبيات الأودية		
Element	Factor1	Factor2	Element	Factor1	Factor2
Ba_ppm	0.775	-0.292	Cr_ppm		0.789
Pb_ppm	0.471	-0.218	Cu_ppm	0.655	0.302
SiO2	-0.644	0.56	Li_ppm	0.789	-0.203
TiO2	0.752	-0.339	Ni_ppm		0.997
Zn_ppm	0.635	-0.393	Pb_ppm	0.566	
Zr_ppm	-0.306	0.776	Zn_ppm	0.973	-0.161

يمثل العاملين الأول (Ba-Ti-Zn-Pb) في عينات رسوبيات الأودية والعامل الأول (Zn-Li-Cu-Pb) في العينات الصخرية مجتمع التمعدنات بينما تمثل العوامل الأخرى مجتمع السحنة الصخرية.

يتضح من تحليل العوامل مدى تداخل العناصر فيما بينها بين مجموعتي التمعدنات والسحنات الصخرية مما يعكس مدى تأثير السحنة الصخرية كعناصر الليثيوم والباريوم والخارصين والتي تظهر مقترنة مع

الفتئين خصوصاً في العينات الصخرية (شكل 29). فمع وجود النسب المرتفعة من الليثيوم والباريوم والخارصين في الصخور القاعدية نجدها موجودة بتركيز شاذة في صخور الريوليت التي طرأ عليها تغيير معدني وخصوصاً القريبة من القواطع النارية القاعدية.

كما يتضمن تحليل العوامل تقييم كل عينة من خلال وزنها بالاعتماد على مقدار مشاركتها في كل عامل. ومن خلال تمثيل أوزان العينات على الخارطة الجيوكيميائية لأولوية أحواض التصريف المائي يمكن ملاحظة مدى التطابق الكبير مع ما قد تم استنتاجه سابقاً مما يؤكّد مدى صحة الاستنتاج (ملحق 6).



شكل 29: تراكيز الليثيوم والباريوم والخارصين بالاعتماد على السحنة الصخرية.

د. الاستنتاجات والتوصيات

د-1. الاستنتاجات

- يمكن الاعتماد من خلال هذه الدراسة على عناصر الذهب والخارصين والرصاص والنحاس والليثيوم لتمثيل أنطقة التغيير المعدني والمعادن ، وعناصر الزركونيوم والجاليوم ليتمثل السحنة الصخرية الريوليتية الحامضية ، وعناصر النikel والكروم وأكسيد التيتانيوم والماغنيسيوم لتمثل السحنة الصخرية القاعدية.
- تقع العينات الصخرية وعينات رسوبيات الأودية ذات قيم الزركونيوم الأقل من 100 جم ضمن نفس أحواض التصريف المائي ما يعكس مدى دقة تمثيل نتائج عينات رسوبيات الأودية للسحنة الصخرية السائدة المتكشفة.
- توجد تراكيز الزركونيوم المتدنية الأقل من 100 جم ضمن عدد محدود من عينات رسوبيات الأودية والعينات الصخرية التي تقع في جنوب المنطقة على الحد بين صخور الريوليت والإجنبريت الملتحمة وغير الملتحمة وبعضاً مصحوب بارتفاع في تراكيز الرصاص والخارصين والليثيوم والباريت.
- تتركز نتائج الذهب ضمن حوض تصريف مياه وهي مترافقه مع شواد من الخارصين والرصاص والنحاس في عينات رسوبيات الأودية.
- تأثرت صخور الريوليت المحاذية للقواطع النارية القاعدية والتي طرأ عليها تغيير معدني بحيث تم إثراوها بالليثيوم والباريوم والخارصين.
- كشفت العينات الصخرية عن شواد جيوكيميائية لم تكشفها عينات رسوبيات الأودية.
- أهمية أحواض التصريف المائي تعتمد على عدد وتراكيز عناصر المعادن فالتي تحتوي على ثلاثة أو أربعة شواد جيوكيميائية من ضمنها الذهب تعتبر الأكثر أهمية والتي لا تحتوي على الذهب تعتبر هامة بينما تلك التي تحتوي على عناصر تعتبر متوسطة الأهمية وأما تلك التي تحتوي على عنصر واحد فقط تعتبر متدنية الأهمية.
- بالاعتماد على مدى الأهمية تم تحديد الأولويات لأحواض التصريف المائي كالقصوى والعالية والمتوسطة والمتدنية.
- التطابق في تفسير البيانات بالطريقتين التقليدية وباستخدام تحليل العوامل يؤكّد على صحة الاستنتاج حول مدى أهمية أحواض التصريف المائي.

- التفسير الأولي لنتائج التحليل يشير إلى أن المنطقة مؤملة لاحتمالية وجود خام للخارصين والرصاص مع أو بدون نحاس وذهب ضمن توضعات حرمائية حرارية (Zn-Pb, \pm Cu & Au epithermal deposit).

د-2. التوصيات

- تأكيد العمل ضمن منطقة تراكيز الزركونيوم المنخفضة من خلال تكثيف عدد العينات الجيوكيميائية لمختلف السحنات الصخرية نظراً لقلة عدد العينات المجموعة وعند ثبوت وجود تمعدنات للرصاص والخارصين يتم إعداد خطة معاينة جيوكيميائية شبكة (grid sampling) ضمن مسافات بينية قصيرة وذلك لحصر مناطق الشذوذ الجيوكيميائي بدقة أكبر وتنفيذ المسوحات الجيوفизيائية لتحديد موقع حفر الآبار بعناية.
- إعداد خطة استكشاف جيوكيميائية شبكة تفصيلية من خلال المعاينة الجيوكيميائية المنتظمة للصخور والتربة (كل 50 م) ضمن أحواض التصريف المائي ذات الأولوية القصوى والعالية وبعد تحديد منطقة التمعدنات يتم تنفيذ المسوحات الجيوفизيائية لتحديد موقع حفر الآبار بعناية.
- إعداد خطة استكشاف جيوكيميائية من خلال تكثيف المعاينة الصخرية لأنطقة التجوية والتغيير المعدني ومعاينة رسوبيات الأودية مع تقليل المسافات بينية لأحواض التصريف المائي ذات الأولوية المتوسطة وبمسافات بينية أكبر لأحواض التصريف المائي ذات الأولوية المتدنية وبعد تحديد مناطق الشذوذ يتم إعداد خطة استكشاف جيوكيميائية شبكة تفصيلية.
- التركيز على المناطق الحدودية بين القواطع النارية والصخور الريوليتية.
- يمكن الاستفادة من كون الوحدات الصخرية متكتفة من خلال تنفيذ مسح جوي للتصوير متعدد الأطيف (airborne multispectral imaging) كطريقة سريعة لعمل خرائط معدنية يتم فيها تحديد أنطقة التغيير المعدني وحصر الأهداف المحتملة.
- إعداد خرائط جيولوجية ومعدنية تفصيلية وتحديد المحتوى المعدني باستخدام المجهر المستقطب والمسح الإلكتروني المجهري (SEM or EPMA).
- تحليل أكبر عدد ممكن من العناصر خصوصاً الفضة والزرنيخ (As) والأنثيمون (Sb) لتحليل أكثر شمولية خصوصاً وأن مثل هذا النوع من الخامات قد يحتوي على الفضة.

الملحقات

ملحق الجداول

ملحق 1: نتائج التحاليل لعينات رسوبيات الأودية والمعادن الثقيلة من قبل BRGM

S_ID	X_UTM	Y_UTM	Type	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	K ₂ O	MnO	TiO ₂	P
2109	721863	3362188	SS	84.4	8.9	4.6	4.5	1.3	3.6	0.1	0.72	1764
2110	721970	3361991	SS	103	12.7	11.4	5.5	2.4	4.9	0.3	2.19	2795
2111	722476	3360920	SS	73	8.6	4.1	11.9	1.6	3.5	0.1	0.68	2206
2112	721549	3360293	SS	81.2	9.8	5.5	7	1.5	4.1	0.1	1.16	2831
2113	721310	3360257	SS	91.4	9.6	2.9	4.8	0.4	4.9	0.1	0.26	527
2114	720804	3360062	SS	93.1	10.3	3.1	3.4	0.6	5.2	0.1	0.34	597
2115	719967	3359680	SS	76.9	8.6	3.2	2.5	0.5	-0.1	0.1	0.29	477
2116	719921	3359901	SS	74.7	7.1	3.2	3.8	0.3	3	0.1	0.24	403
2117	719318	3359288	SS	80.6	2.3	1.6	7.5	0.2	1.4	0	0.11	1066
2118	719632	3360593	SS	74.8	7.7	3.7	2.9	0.4	2.9	0.1	0.29	435
2119	720001	3360646	SS	70.4	8.3	4.6	2.5	1	3.2	0.1	0.56	774
2120	720098	3360754	SS	71.2	8.7	5	2.4	1.2	3.1	0.1	0.58	1011
2121	720114	3360958	SS	73.3	8	5.4	2.8	0.8	3.4	0.1	0.91	1379
2122	720136	3361245	SS	69.6	8.6	6.3	4.2	1.8	3.6	0.2	1.07	1758
2123	720903	3361394	SS	76.8	7.8	4.8	2.9	0.8	3.1	0.1	0.56	948
2124	720093	3361650	SS	76	7.8	5.4	2.5	1	3.4	0.1	0.74	1208
2125	719959	3361925	SS	82.8	9.5	3.5	2.8	0.9	3.6	0.1	0.39	614
8598	722605	3361620	HMC	45.7	1	10.3	20.6	3.5	0.3	0.2	2.31	61503
8599	721101	3360017	HMC	85.4	0.8	3.6	7.4	0.8	0.3	0	0.41	3561
8600	719979	3359495	HMC	80.9	0.7	4.7	7	0.7	0.3	0	0.46	4098
8601	719478	3360400	HMC	83.3	0.9	3.8	7.1	0.7	0.4	0.1	0.54	3392
8602	719951	3361108	HMC	66.1	3.3	21	3.5	1.7	0.9	0.5	8.7	2442
S_ID	Li	Be	B	V	Cr	Co	Ni	Cu	Zn	As	Sr	Y
2109	28	6	32	42	25	14	25	16	206	-31	105	68
2110	57	9	37	125	31	23	34	35	477	-34	142	91
2111	27	4	32	40	24	18	29	14	168	-6	193	52
2112	20	5	32	64	38	14	26	16	134	1	195	68
2113	14	5	32	20	11	10	20	10	97	-26	92	75
2114	19	5	30	24	12	9	21	20	113	-33	83	74
2115	-2	6	37	28	7	-3	10	6	126	46	5	61
2116	12	6	36	21	12	15	25	5	116	83	73	68
2117	5	2	36	16	13	14	26	24	41	33	54	24
2118	17	6	35	30	15	16	27	5	188	78	52	74
2119	28	5	33	54	20	19	30	8	237	100	64	60
2120	31	6	31	61	32	18	32	14	289	100	67	60
2121	16	5	31	66	16	20	31	12	172	92	67	65
2122	22	5	31	87	32	22	43	15	308	111	78	61
2123	15	7	34	49	24	19	33	9	207	81	51	77
2124	16	6	35	53	20	19	29	13	208	97	49	75
2125	21	6	37	35	12	-4	9	19	166	-16	87	70
8598	11	2	48	224	133	18	98	32	241	60	639	56

المسح الجيوكيميائي التبعي لجبال سمر الطيبة

8599	5	1	41	49	28	8	35	23	76	54	110	21
8600	5	1	59	56	28	20	44	17	105	78	101	27
8601	6	1	47	42	23	24	45	12	98	71	132	23
8602	18	3	41	485	49	46	70	25	687	104	91	50
S_ID	Nb	Mo	Ag	Sn	Ba	La	Ce	W	Pb	Bi	Zr	Au
2109	44	12	0.6	21	271	69	146	22	39	30	784	
2110	74	19	0.5	30	511	105	228	40	124	14	917	5
2111	34	16	0.8	28	403	49	128	22	35	28	575	
2112	48	18	0.4	24	436	73	170	30	44	8	822	
2113	45	14	0.6	20	337	73	172	31	34	57	809	
2114	46	15	0.4	22	368	75	170	27	39	20	779	
2115	42	-4	-0.4	5	227	60	144	64	39	-25	628	
2116	52	5	1.4	25	333	62	153	68	50	-21	854	
2117	20	0	1.2	20	224	25	63	49	37	-1	317	
2118	53	7	1.2	25	145	71	175	68	56	-3	830	
2119	47	7	1.2	27	302	58	144	79	76	6	633	
2120	47	7	1.2	25	304	60	143	80	100	9	615	
2121	55	8	1.4	26	227	63	163	76	63	10	776	
2122	49	6	1.4	30	310	53	132	79	61	-9	685	
2123	57	7	1.4	28	180	69	167	76	61	-3	915	5
2124	58	7	1.3	29	152	76	178	79	63	14	889	
2125	43	-4	-0.7	7	203	67	147	39	27	13	732	
8598	36	0	0.1	4	4376	50	59	29	104	-8	146	
8599	21	6	0.2	19	488	28	31	27	53	-8	935	
8600	28	17	1.1	26	698	34	42	32	52	-18	1658	
8601	26	18	1.3	34	342	35	52	28	56	-10	1298	
8602	99	28	0.6	35	265	67	129	48	81	-43	2020	

ملحق 2: ملخص أحواض التصريف المائي الرئيسية والثانوية وعدد العينات المقترحة ضمن منطقة الدراسة.

أحواض التصريف المائي الرئيسية (Catchment)								
Catchment ID	Priority	BRGM Results (ppm)			Area (sq.m)	No. of Samples		Notes
		Au	Pb	Zn		SS*	HMC*	
C-1	A	5	123	477	53542	2	2	Zn, Pb, (Au) anomalies
C-2	A	5	123	477	101691	4	2	Zn, Pb, (Au) anomalies
C-3	A	5	123	477	74271	3	2	Zn, Pb, (Au) anomalies
C-4	A	5	61	207	173625	5	5	Zn, Pb, (Au) anomalies
C-5	B	-	61	308	458458	4	2	Zn, Pb anomalies
C-6	B	-	100	289	93069	3	1	Zn, Pb anomalies
C-7	B	-	100	289	97133	1	1	Zn, Pb anomalies
C-8	B	-	76	237	125321	2	1	Zn, Pb anomalies
C-9	B	-	63	208	140435	2	2	Zn, Pb anomalies
C-10	C	-	63	172	512066	3	1	Pb anomaly & high Zn background
C-11	D	-	39	206	124213	1	0	Zn anomaly
C-12	D	-	39	206	42483	1	0	Zn anomaly
C-13	D	-	56	188	62301	1	1	High Zn & Pb background
C-14	D	-	35	168	26468	0	0	Rock sampling prospecting
C-15	D	-	27	166	91815	2	0	Moderate Zn & low Pb background
C-16	D	-	44	134	128326	2	0	Zn & Pb shows
C-17	D	-	39	126	19544	0	0	Rock sampling prospecting
C-18	D	-	50	116	113072	2	1	Zn show & high Pb background
C-19	D	-	39	113	145440	2	1	Zn show & high Pb background
C-20	D	-	34	97	235055	2	2	Zn show & moderate Pb background
C-21	E	-	-	-	228064	1	1	Close to gold shows
C-22	E	-	-	-	109409	1	0	Close to gold shows
C-23	E	-	-	-	57319	1	1	Close to gold shows
C-24	E	-	-	-	32737	1	1	Close to gold shows
C-25	E	-	-	-	41172	1	1	Close to gold shows
C-26	E	-	-	-	62352	1	0	Close to Zn & Pb anomalies
C-27	E	-	-	-	79401	1	0	Close to Zn & Pb anomalies
C-28	E	-	-	-	55710	1	1	Close to Zn & Pb anomalies
C-29	E	-	-	-	86044	1	1	Close to Zn & Pb anomalies
C-30	E	-	-	-	83557	1	1	Close to Pb anomaly
C-31	F	-	-	-	27856	0	0	Rock sampling prospecting
C-32	F	-	-	-	61454	0	0	Rock sampling prospecting
C-33	F	-	-	-	60093	0	0	Rock sampling prospecting
C-34	F	-	-	-	54304	0	0	Rock sampling prospecting
C-35	F	-	-	-	37651	0	0	Rock sampling prospecting
C-36	F	-	-	-	16857	0	0	Rock sampling prospecting
C-37	F	-	-	-	49843	0	0	Rock sampling prospecting

C-38	F	-	-	-	53243	0	0	Rock sampling prospecting
C-39	F	-	-	-	37758	0	0	Rock sampling prospecting
C-40	F	-	-	-	86403	0	0	Rock sampling prospecting
C-41	F	-	-	-	52725	1	0	Rock sampling prospecting
C-42	F	-	-	-	57160	0	0	Rock sampling prospecting
Sum		53	31					

SS*: عينات رسوبيات الأودية؛ HMC: عينات المعادن الثقيلة.

أحواض التصريف المائي الثانوية (Subcatchment)						
Catchment ID	Priority	BRGM Results (ppm)			Area (sq.m)	Notes
		Au	Pb	Zn		
C-1A	A	5	123	477	29238	Zn, Pb, (Au) anomalies
C-2A	A	5	123	477	20750	Zn, Pb, (Au) anomalies
C-2B	A	5	123	477	45883	Zn, Pb, (Au) anomalies
C-2C	A	5	123	477	14590	Zn, Pb, (Au) anomalies
C-3A	A	5	123	477	26249	Zn, Pb, (Au) anomalies
C-3B	A	5	123	477	10543	Zn, Pb, (Au) anomalies
C-4A	A	5	61	207	16922	Zn, Pb, (Au) anomalies
C-4B	A	5	61	207	22089	Zn, Pb, (Au) anomalies
C-4C	A	5	61	207	30456	Zn, Pb, (Au) anomalies
C-4D	A	5	61	207	39067	Zn, Pb, (Au) anomalies
C-5A	B	-	61	308	341856	Zn, Pb anomalies
C-5B	B	-	61	308	206772	Zn, Pb anomalies
C-5C	B	-	61	308	108049	Zn, Pb anomalies
C-6A	B	-	100	289	33531	Zn, Pb anomalies
C-6B	B	-	100	289	19458	Zn, Pb anomalies
C-8A	B	-	76	237	50799	Zn, Pb anomalies
C-9A	B	-	63	208	31723	Zn, Pb anomalies
C-10A	C	-	63	172	318250	Pb anomaly & high Zn background
C-10B	C	-	63	172	153237	Pb anomaly & high Zn background
C-15A	D	-	27	166	44689	Moderate Zn & low Pb background
C-16A	D	-	44	134	70289	Zn & Pb shows
C-18A	D	-	50	116	59196	Zn show & high Pb background
C-19A	D	-	39	113	71202	Zn show & high Pb background
C-20A	D	-	34	97	114654	Zn show & moderate Pb background

ملحق 3: نتائج عينات رسوبيات الأودية التوجيهية من مختبرات هيئة الطاقة الذرية ووزارة الطاقة.

هيئة الطاقة الذرية الأردنية								
Sample ID	Ba	Bi	Cd	Co	Cr	Cu	La	Li
	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
ST-S-1	528.29	<18.29	<1.81	78.03	<105.89	93.38	<50.62	<136.20
ST-S-1a	479.38	<18.29	<1.81	74.86	<105.89	85.04	<50.62	<136.20
ST-S-2	491.52	<18.29	<1.81	73.52	<105.89	93.26	51.34	<136.20
ST-S-2a	482.69	<18.29	<1.81	64.36	<105.89	85.09	<50.62	<136.20
ST-S-3	471.79	<18.29	<1.81	<37.38	<105.89	49.98	65.06	<136.20
ST-S-3a	460.87	<18.29	<1.81	<37.38	<105.89	49.42	57.30	<136.20
ST-S-4	580.86	<18.29	<1.81	<37.38	<105.89	45.33	73.41	<136.20
ST-S-4a	551.30	<18.29	<1.81	<37.38	<105.89	46.49	72.85	<136.20
ST-S-5	599.00	<18.29	<1.81	<37.38	<105.89	45.69	78.28	<136.20
ST-S-5a	438.75	<18.29	<1.81	<37.38	<105.89	54.63	60.85	<136.20
ST-S-6	512.49	<18.29	<1.81	<37.38	<105.89	42.77	83.46	<136.20
ST-S-6a	465.72	<18.29	<1.81	<37.38	<105.89	40.20	72.05	<136.20
ST-S-7	545.70	<18.29	<1.81	56.52	<105.89	85.79	67.62	<136.20
ST-S-7a	644.48	<18.29	<1.81	47.90	<105.89	80.15	86.02	<136.20
ST-S-8	808.05	<18.29	<1.81	51.66	<105.89	94.26	84.19	<136.20
ST-S-8a	469.57	<18.29	<1.81	52.32	105.97	83.78	55.30	<136.20
Sample ID	Mo	Ni	Pb	Y	Zn	Zr	Th	U
	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
ST-S-1	<36.96	41.25	98.18	53.72	411.57	474.57	55.90	7.00
ST-S-1a	<36.96	40.06	<71.93	49.58	426.19	432.76	<8.75	<4.78
ST-S-2	<36.96	40.40	<71.93	57.41	391.58	500.03	8.96	<4.78
ST-S-2a	<36.96	36.51	<71.93	56.00	424.21	489.50	<8.75	<4.78
ST-S-3	<36.96	27.03	72.92	65.69	419.30	560.11	9.88	<4.78
ST-S-3a	<36.96	27.22	72.34	59.44	403.94	497.04	11.46	<4.78
ST-S-4	<36.96	<26.31	99.80	74.43	413.40	606.57	13.66	6.15
ST-S-4a	<36.96	<26.31	84.56	69.19	406.33	571.06	9.06	4.89
ST-S-5	<36.96	<26.31	103.81	75.59	423.63	618.82	10.42	5.36
ST-S-5a	<36.96	26.62	<71.93	59.81	404.52	501.68	<8.75	<4.78
ST-S-6	<36.96	<26.31	77.94	77.60	441.10	640.10	11.30	5.67
ST-S-6a	<36.96	<26.31	77.93	67.72	418.72	545.20	<8.75	<4.78
ST-S-7	<36.96	33.98	89.16	67.29	656.73	582.04	8.80	<4.78
ST-S-7a	<36.96	<26.31	152.16	69.73	541.85	607.66	<8.75	<4.78
ST-S-8	<36.96	28.85	163.02	72.45	591.02	630.60	10.47	5.11
ST-S-8a	<36.96	28.15	83.45	56.30	592.42	486.46	<8.75	<4.78

وزارة الطاقة والثروة المعدنية

S.ID	Be	Cd	Co	Cs	Cu	Ga	Li	Ni	Pb	Sr	V	Zn	Hf	Mo	Nb
	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
ST-S-1	<5	<5	35.30	5.10	58.20	25.50	40.40	82.00	88.30	139.30	270.60	346.60	8.70	<5	<5
ST-S-1a	<5	<5	32.30	<5	58.80	23.80	38.60	88.80	66.30	144.80	237.50	369.30	7.70	<5	<5
ST-S-2	<5	<5	31.50	<5	60.50	26.30	37.70	72.90	69.30	137.20	236.50	333.10	9.30	<5	<5
ST-S-2a	<5	<5	27.10	<5	48.10	22.30	35.80	74.10	51.50	115.30	205.20	351.40	8.40	<5	<5
ST-S-3	<5	<5	14.40	5.80	36.50	22.20	37.50	62.80	69.10	96.80	96.70	340.80	9.50	<5	<5
ST-S-3a	<5	<5	13.90	5.60	34.70	19.30	35.00	48.30	65.50	99.70	97.30	338.40	8.40	<5	<5
ST-S-4	<5	<5	12.20	6.60	30.70	10.90	41.90	61.20	88.40	83.60	77.70	348.20	11.50	<5	<5
ST-S-4a	<5	<5	14.00	6.20	33.80	22.20	44.20	48.00	100.50	92.40	79.70	371.50	9.50	<5	<5
ST-S-5	<5	<5	13.20	6.50	30.80	22.70	41.40	38.50	90.10	82.90	80.10	348.00	11.30	<5	<5
ST-S-5a	<5	<5	14.20	5.50	35.00	19.80	36.00	50.90	59.00	100.70	93.90	336.50	8.50	<5	<5
ST-S-6	<5	<5	16.30	6.70	35.50	17.20	49.50	101.90	69.10	83.30	56.80	348.90	11.30	<5	<5
ST-S-6a	<5	<5	10.80	6.30	26.60	20.70	42.10	40.90	65.50	81.30	59.20	349.50	10.10	<5	<5
ST-S-7	<5	<5	25.80	7.80	61.80	24.90	37.60	75.80	100.90	108.50	188.60	576.20	11.00	<5	<5
ST-S-7a	<5	<5	18.40	8.10	54.30	23.90	27.20	68.00	146.20	85.30	167.50	465.60	11.30	<5	<5
ST-S-8	<5	<5	21.90	8.50	58.50	25.50	31.00	72.40	160.20	89.80	177.80	490.50	11.70	<5	<5
ST-S-8a	<5	<5	21.50	7.10	54.70	21.60	32.00	78.10	81.20	97.10	165.30	505.90	9.20	<5	<5
S.ID	Sb	Sn	W	Zr	Ce	Dy	Gd	Ho	La	Nd	Pr	Sc	Sm	Y	Yb
	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
ST-S-1	<5	<5	<5	369.70	115.40	21.40	21.90	<5	50.80	53.70	15.90	10.70	17.20	45.50	5.70
ST-S-1a	<5	<5	<5	333.20	110.10	6.00	20.00	<5	49.30	52.20	15.10	10.60	16.40	40.70	5.20
ST-S-2	<5	<5	<5	384.20	112.90	10.30	21.50	<5	52.10	55.10	15.80	10.40	17.80	47.20	5.70
ST-S-2a	<5	<5	<5	364.40	106.20	9.10	18.90	<5	48.20	50.40	13.80	9.20	15.60	44.70	5.30
ST-S-3	<5	<5	<5	412.60	130.10	12.30	17.20	<5	58.20	57.40	15.30	6.10	14.00	51.20	5.40
ST-S-3a	<5	<5	<5	368.40	120.30	11.30	16.00	<5	53.50	53.50	14.40	6.10	12.90	46.30	<5
ST-S-4	<5	<5	<5	485.90	151.40	16.00	19.40	<5	67.40	65.90	17.80	<5	15.20	61.20	6.40
ST-S-4a	<5	<5	<5	411.80	145.10	13.20	17.70	<5	63.60	63.00	16.30	5.40	14.00	52.10	5.50
ST-S-5	<5	<5	<5	482.40	151.00	15.40	19.10	<5	65.80	64.70	17.30	<5	14.90	59.60	6.20
ST-S-5a	<5	<5	<5	369.40	120.20	11.60	16.10	<5	52.30	53.10	14.30	6.10	12.90	46.00	<5
ST-S-6	<5	<5	<5	477.70	154.60	14.50	18.10	<5	68.50	66.70	18.10	<5	14.70	58.90	6.10
ST-S-6a	<5	<5	<5	433.40	102.70	12.40	16.40	<5	64.50	62.60	17.20	<5	14.00	54.40	5.60
ST-S-7	<5	<5	<5	438.30	143.20	12.00	21.40	<5	62.70	63.80	17.00	9.00	18.10	52.50	6.10
ST-S-7a	<5	<5	<5	473.00	181.00	7.00	22.40	<5	80.00	79.40	21.40	6.80	20.10	58.10	6.80
ST-S-8	<5	<5	<5	507.20	182.60	6.40	24.40	<5	79.30	76.80	21.50	7.20	19.60	60.10	7.10
ST-S-8a	<5	<5	<5	387.90	129.90	12.00	18.70	<5	58.10	58.60	15.70	8.20	17.20	47.60	5.40

نتائج عينات رسوبيات الأودية من مختبرات وزارة الطاقة والثروة المعدنية.

S.ID	Fe2O3	MnO	TiO2	CaO	K2O	P2O5	SO3	SiO2	Al2O3	MgO	Na2O	BaO	LOI	Ba	Bi	Be	Cd	Co	Cr	Cs	Cu	Ga	Li	Ni	
	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	
ST-S-1														<5	<5	35.30		5.10	58.20	25.50	40.40	82.00			
ST-S-1a														<5	<5	32.30		<5	58.80	23.80	38.60	88.80			
ST-S-2														<5	<5	31.50		<5	60.50	26.30	37.70	72.90			
ST-S-2a														<5	<5	27.10		<5	48.10	22.30	35.80	74.10			
ST-S-3														<5	<5	14.40		5.80	36.50	22.20	37.50	62.80			
ST-S-3a														<5	<5	13.90		5.60	34.70	19.30	35.00	48.30			
ST-S-4														<5	<5	12.20		6.60	30.70	10.90	41.90	61.20			
ST-S-4a														<5	<5	14.00		6.20	33.80	22.20	44.20	48.00			
ST-S-5														<5	<5	13.20		6.50	30.80	22.70	41.40	38.50			
ST-S-5a														<5	<5	14.20		5.50	35.00	19.80	36.00	50.90			
ST-S-6														<5	<5	16.30		6.70	35.50	17.20	49.50	101.90			
ST-S-6a														<5	<5	10.80		6.30	26.60	20.70	42.10	40.90			
ST-S-7														<5	<5	25.80		7.80	61.80	24.90	37.60	75.80			
ST-S-7a														<5	<5	18.40		8.10	54.30	23.90	27.20	68.00			
ST-S-8														<5	<5	21.90		8.50	58.50	25.50	31.00	72.40			
ST-S-8a														<5	<5	21.50		7.10	54.70	21.60	32.00	78.10			
ST-S-9	7.11	0.18	1.48	5.24	3.19	0.30	ND	61.01	10.03	2.32	2.21	ND	6.95			16.50	186.40	<5.0	32.60	22.90	29.40	88.20			
ST-S-10	8.87	0.26	1.68	5.81	2.98	0.32	ND	58.11	10.02	2.64	2.09	ND	7.23			21.90	148.80	<5.0	41.60	22.80	38.40	69.10			
ST-S-11	11.04	0.26	3.25	6.40	2.37	0.58	ND	50.73	11.87	3.97	1.85	ND	7.69			28.70	178.50	<5.0	62.60	25.40	27.40	91.60			
ST-S-12	3.68	0.07	0.30	3.12	4.20	0.06	ND	71.81	9.67	0.76	2.37	ND	3.96			<10.0	140.20	<5.0	10.30	23.30	15.30	59.60			
ST-S-13	4.20	0.07	0.42	3.52	3.93	0.09	ND	70.18	9.37	1.09	2.23	ND	4.89			<10.0	177.70	<5.0	12.90	23.00	19.20	66.00			
ST-S-14	6.16	0.08	0.42	3.52	3.92	0.08	ND	67.97	9.36	1.11	2.13	ND	5.26			<10.0	142.00	<5.0	11.00	0.40	19.90	52.80			
ST-S-15	4.60	0.11	0.67	2.72	3.92	0.11	ND	71.93	8.80	1.08	1.90	ND	4.16			<10.0	159.40	<5.0	19.80	22.30	15.80	59.20			
ST-S-16	6.18	0.12	0.16	5.00	2.32	0.25	ND	66.97	7.78	1.91	1.39	ND	6.53			13.60	172.70	<5.0	30.70	18.70	14.40	69.20			
ST-S-17	5.45	0.22	0.41	2.49	4.68	0.11	ND	69.92	9.83	1.31	1.67	ND	3.92			<10.0	172.40	5.30	20.70	24.00	30.50	62.50			
ST-S-18	3.55	0.06	0.23	2.23	5.55	<0.06	ND	73.81	9.39	0.54	1.03	ND	3.58			<10.0	293.30	5.30	21.40	20.90	26.90	127.10			
ST-S-19	3.53	0.06	0.23	2.05	5.56	<0.06	ND	74.19	9.34	0.52	1.11	ND	3.36			<10.0	148.70	5.30	14.00	20.50	9.40	46.50			
ST-S-20	3.74	0.06	0.25	3.96	5.14	0.05	ND	70.55	9.35	0.59	1.32	ND	5.00			<10.0	155.20	<5.0	10.80	20.30	7.10	64.50			
ST-S-21														253.30			438.00		34.00			17.60	120.70		
ST-S-21a														261.30			375.20		25.80			20.40	95.60		
ST-S-21b														241.60			212.70		14.40			22.20	53.30		
ST-S-22														259.40			222.50		14.50			32.10	53.80		
ST-S-23														248.30			184.70		15.90			16.60	48.60		
ST-S-24														220.20			664.70		20.30			19.10	173.30		
ST-S-25														207.50			160.70		10.20			12.10	36.70		
ST-S-26														222.40			124.00		21.20			14.40	54.90		
ST-S-27														215.50			114.00		18.00			24.70	53.70		
ST-S-28														193.50			29.60		22.40			22.10	40.40		
ST-S-29														197.40			53.60		14.20			21.80	62.60		
ST-S-30														252.80			21.60		18.80			33.90	42.00		

ST-S-31											258.50					24.20		21.80		26.20	41.90	
ST-S-32											228.00					23.80		17.50		26.40	35.30	
ST-S-33											205.30					19.10		16.90		19.30	34.60	
ST-S-34											357.90					28.70		27.70		37.00	46.70	
ST-S-35											250.10					63.30		23.20		18.00	64.60	
ST-S-36											243.00					218.20		26.70		18.70	150.40	
ST-S-37											239.30					303.70		27.90		26.60	199.70	
ST-S-38											279.50					25.70		24.50		33.30	40.30	
ST-S-39											271.00					93.30		28.50		42.90	68.10	
ST-S-40											172.70					21.00		16.70		25.60	33.70	
ST-S-41											239.20					24.10		20.60		34.40	44.40	
ST-S-42											296.80					11.30		8.80	23.30	22.10	28.10	
ST-S-43											318.20					10.10		9.70	23.60	20.50	34.30	
ST-S-44											87.60					<5		<5	12.00	6.80	36.80	
ST-S-45											219.30					11.10		9.20	24.40	19.60	40.90	
ST-S-46											236.80					8.00		6.90	23.40	12.40	32.90	
ST-S-47											180.80					8.40		5.50	23.90	10.10	25.60	
ST-S-48											353.50					9.80		8.90	24.20	17.40	59.60	
ST-S-49											410.10					8.30		9.40	24.10	20.80	27.40	
ST-S-50											270.00					7.60		7.20	23.30	11.70	25.70	
ST-S-51											454.90					9.60		18.20	23.00	10.50	17.80	
ST-S-52											549.60					11.30		16.50	23.00	15.70	39.80	
ST-S-53											334.80					<5		10.40	7.40	12.20	33.70	
ST-S-54											192.60					<10	25.40	<10	23.20	13.90	12.40	
ST-S-55											333.70					12.20	98.70	<10	20.40	20.50	38.40	
ST-S-56											327.90					<10	78.40	<10	21.80	17.20	26.30	
ST-S-57	8.57	0.24	1.57	3.83	3.64	0.32		60.53	10.30	2.70	1.67	5.70	348.10			13.00	102.50		28.50	19.30	39.40	35.90
ST-S-58	5.76	0.37	0.53	2.84	4.02	0.16		66.29	10.26	1.79	2.27	4.77	220.80			<10	44.00		24.00	22.40	51.00	25.80
ST-S-59	6.54	0.46	0.54	2.67	3.99	0.15		65.42	10.28	1.75	2.23	4.84	219.10			<10	39.60		25.20	21.50	52.20	24.50
ST-S-60												353.40					15.50	49.20	<10	27.10	85.20	34.40
ST-S-61												163.10					<10	37.70	<10	24.10	22.20	26.10
ST-S-62												251.10					12.20	37.30	<10	24.80	37.50	26.10
ST-S-63												204.60					<10	34.10	<10	20.80	26.80	20.60
ST-S-67												205.00					<10	29.30	<10	21.70	17.00	16.30
ST-S-68												151.20					11.90	41.60	<10	25.20	34.50	27.70
ST-S-69												146.80					<10	28.00	<10	25.40	23.60	17.20
ST-S-70												226.00					<10	34.80	<10	24.10	21.60	24.30
ST-S-71												134.30					<10	28.40	<10	26.90	21.40	17.40
ST-S-72												155.70					15.40	40.60	<10	25.30	39.90	39.00
ST-S-73												167.20					12.00	84.50	<10	25.90	25.60	53.40
ST-S-74												102.30					<10	28.20	<10	21.90	17.90	20.50
ST-S-75												138.40					<10	34.00	<10	19.20	12.90	18.00
ST-S-76												165.10					<10	34.90	<10	21.30	14.70	16.70
ST-S-77												135.00					<10	48.20	<10	21.00	24.80	23.90

S.ID	Pb	Sr	Rb	V	Zn	Hf	Mo	Nb	Sb	Sn	W	Zr	Ce	Dy	Gd	Ho	La	Nd	Pr	Sc	Sm	Y	Yb
	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
ST-S-1	88.30	139.30		270.60	346.60	8.70	<5	<5	<5	<5	<5	369.70	115.40	21.40	21.90	<5	50.80	53.70	15.90	10.70	17.20	45.50	5.70
ST-S-1a	66.30	144.80		237.50	369.30	7.70	<5	<5	<5	<5	<5	333.20	110.10	6.00	20.00	<5	49.30	52.20	15.10	10.60	16.40	40.70	5.20
ST-S-2	69.30	137.20		236.50	333.10	9.30	<5	<5	<5	<5	<5	384.20	112.90	10.30	21.50	<5	52.10	55.10	15.80	10.40	17.80	47.20	5.70
ST-S-2a	51.50	115.30		205.20	351.40	8.40	<5	<5	<5	<5	<5	364.40	106.20	9.10	18.90	<5	48.20	50.40	13.80	9.20	15.60	44.70	5.30
ST-S-3	69.10	96.80		96.70	340.80	9.50	<5	<5	<5	<5	<5	412.60	130.10	12.30	17.20	<5	58.20	57.40	15.30	6.10	14.00	51.20	5.40
ST-S-3a	65.50	99.70		97.30	338.40	8.40	<5	<5	<5	<5	<5	368.40	120.30	11.30	16.00	<5	53.50	53.50	14.40	6.10	12.90	46.30	<5
ST-S-4	88.40	83.60		77.70	348.20	114.50	<5	<5	<5	<5	<5	485.90	151.40	16.00	19.40	<5	67.40	65.90	17.80	<5	15.20	61.20	6.40
ST-S-4a	100.50	92.40		79.70	371.50	9.50	<5	<5	<5	<5	<5	411.80	145.10	13.20	17.70	<5	63.60	63.00	16.30	5.40	14.00	52.10	5.50
ST-S-5	90.10	82.90		80.10	348.00	11.30	<5	<5	<5	<5	<5	482.40	151.00	15.40	19.10	<5	65.80	64.70	17.30	<5	14.90	59.60	6.20
ST-S-5a	59.00	100.70		93.90	336.50	8.50	<5	<5	<5	<5	<5	369.40	120.20	11.60	16.10	<5	52.30	53.10	14.30	6.10	12.90	46.00	<5
ST-S-6	69.10	83.30		56.80	348.90	11.30	<5	<5	<5	<5	<5	477.70	154.60	14.50	18.10	<5	68.50	66.70	18.10	<5	14.70	58.90	6.10
ST-S-6a	65.50	81.30		59.20	349.50	10.10	<5	<5	<5	<5	<5	433.40	102.70	12.40	16.40	<5	64.50	62.60	17.20	<5	14.00	54.40	5.60
ST-S-7	100.90	108.50		188.60	576.20	11.00	<5	<5	<5	<5	<5	438.30	143.20	12.00	21.40	<5	62.70	63.80	17.00	9.00	18.10	52.50	6.10
ST-S-7a	146.20	85.30		167.50	465.60	11.30	<5	<5	<5	<5	<5	473.00	181.00	7.00	22.40	<5	80.00	79.40	21.40	6.80	20.10	58.10	6.80
ST-S-8	160.20	89.80		177.80	490.50	11.70	<5	<5	<5	<5	<5	507.20	182.60	6.40	24.40	<5	79.30	76.80	21.50	7.20	19.60	60.10	7.10
ST-S-8a	81.20	97.10		165.30	505.90	9.20	<5	<5	<5	<5	<5	387.90	129.90	12.00	18.70	<5	58.10	58.60	15.70	8.20	17.20	47.60	5.40
ST-S-9	64.10	118.50	100.50	113.10	246.00			57.30		<5.0	<10.0	458.10	99.60				47.70	51.00				44.10	
ST-S-10	161.10	119.90	96.00	140.70	277.80			60.40		<5.0	<10.0	444.20	114.60				57.30	59.30				44.50	
ST-S-11	59.40	202.80	65.00	232.60	277.40			63.30		<5.0	<10.0	379.70	95.50				45.30	52.80				38.50	
ST-S-12	26.20	53.20	148.00	22.30	126.60			54.20		<5.0	10.40	563.80	119.00				49.40	50.80				53.80	
ST-S-13	24.80	62.30	131.50	33.20	154.70			54.10		<5.0	<10.0	556.70	104.00				<5.0	<5.0				<5.0	
ST-S-14	42.10	67.30	125.00	36.20	152.40			75.30		<5.0	16.00	569.10	121.10				54.00	36.70				<5.0	
ST-S-15	40.60	52.90	133.00	49.40	158.00			64.90		<5.0	10.10	557.00	114.20				49.70	52.00				57.80	
ST-S-16	31.40	104.10	67.50	115.70	167.00			48.60		<5.0	<10.0	368.80	90.70				39.80	44.50				41.00	
ST-S-17	55.80	60.00	163.00	36.50	221.10			78.00		<5.0	11.10	584.00	143.60				69.20	67.60				55.60	
ST-S-18	26.70	38.90	192.00	9.30	93.30			79.20		<5.0	11.10	639.70	158.30				68.10	68.60				68.20	
ST-S-19	27.90	37.80	184.00	8.60	92.90			79.80		<5.0	11.30	650.70	153.60				66.10	66.50				70.10	
ST-S-20	24.90	57.60	177.50	12.40	87.20			46.40		<5.0	11.90	494.90	14.24				65.30	63.70				53.40	
ST-S-21	28.40				204.20							486.90											
ST-S-21a	33.70				184.60							494.70											
ST-S-21b	25.30				162.10							467.10											
ST-S-22	24.60				201.60							416.70											
ST-S-23	28.60				145.70							526.10											
ST-S-24	28.60				135.80							513.20											
ST-S-25	35.60				102.60							584.60											
ST-S-26	21.40				176.20							300.40											

المسح الجيوكيميائي التبعي لجبال سمر الطيبة

ST-S-35	51.10				163.00						25.60											
ST-S-36	86.50				203.10						43.30											
ST-S-37	48.30				154.20						24.20											
ST-S-38	72.70				215.20						36.30											
ST-S-39	59.90				203.50						29.90											
ST-S-40	49.90				167.30						24.90											
ST-S-41	63.00				208.20						31.50											
ST-S-42	34.20	60.70			125.40						443.80											
ST-S-43	42.60	57.00			154.70						471.80											
ST-S-44	8.20	28.00			59.50						303.80											
ST-S-45	31.90	51.60			152.10						534.00											
ST-S-46	20.90	51.10			89.20						493.00											
ST-S-47	20.10	42.30			65.90						449.10											
ST-S-48	20.30	56.90			122.80						615.20											
ST-S-49	20.70	57.10			122.40						608.50											
ST-S-50	22.10	53.70			87.80						548.10											
ST-S-51	23.60	55.60			75.60						553.80											
ST-S-52	25.30	72.80			116.00						512.50											
ST-S-53	5.90	114.60			36.80						130.20											
ST-S-54	26.00	55.00	137.70	11.60	81.70						575.70											
ST-S-55	31.60	150.00	80.10	118.30	115.70						431.70											
ST-S-56	24.00	179.90	82.70	97.30	98.40						405.00											
ST-S-57	53.80	136.00			312.00						458.80											
ST-S-58	51.60	60.40			374.30						519.40											
ST-S-59	60.50	59.50			376.20						516.10											
ST-S-60	47.20	95.40	102.80	57.50	385.00						488.00											
ST-S-61	23.60	57.80	117.90	17.20	121.90						524.20											
ST-S-62	47.00	85.60	92.00	74.20	213.20						492.70											
ST-S-63	53.70	83.50	82.60	41.70	187.10						461.00											
ST-S-67	29.50	91.70	88.10	28.80	101.50						481.00											
ST-S-68	56.00	60.00	110.60	24.00	181.90						579.80											
ST-S-69	48.10	54.70	102.90	23.30	177.00						592.30											
ST-S-70	27.10	100.60	93.30	65.40	166.80						478.10											
ST-S-71	32.80	48.90	129.10	36.80	148.80						597.50											
ST-S-72	47.80	73.60	118.00	29.10	163.40						561.60											
ST-S-73	27.40	61.10	124.80	29.50	146.90						554.70											
ST-S-74	26.20	58.80	71.10	11.60	120.90						399.60											
ST-S-75	21.00	90.30	59.90	18.30	90.00						433.10											
ST-S-76	19.10	111.30	62.80	22.00	77.20						450.00											
ST-S-77	16.10	84.10	93.50	27.20	113.40						429.10											

نتائج العينات الصخرية من مختبرات وزارة الطاقة والثروة المعدنية.

S.ID	Fe2O3	MnO	TiO2	CaO	K2O	P2O5	SiO2	Al2O3	MgO	Na2O	SO3	BaO	LOI	Ba	Bi	Rb	Be	Cd	Co	Cr	Cs	Cu
	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
ST-R-1	3.06	0.05	0.21	0.34	5.16	<0.06	75.56	10.60	0.25	3.44	0.11	0.02	1.12		<10		<5	<5	21.70	173.40	<5	117.60
ST-R-2	1.68	<0.051	0.11	0.79	3.91	<0.06	66.81	10.32	0.56	7.58	0.47	0.03	8.00		<10		<5	<5	10.00	91.60	<5	159.90
ST-R-3	2.98	<0.051	0.21	1.14	5.95	<0.06	74.77	10.46	0.43	2.28	0.20	0.04	1.51		<10		<5	<5	41.00	90.00	<5	36.00
ST-R-4	2.33	<0.051	0.16	0.40	4.46	<0.06	76.17	11.42	0.15	3.98	0.12	0.02	0.69		<10		<5	<5	19.90	98.10	<5	31.50
ST-R-5	3.08	<0.051	0.21	0.39	4.50	<0.06	76.36	10.49	0.10	4.07	0.09	ND	0.52		<10		<5	<5	15.00	106.80	<5	370.90
ST-R-6	3.04	<0.051	0.22	0.56	4.60	<0.06	75.82	10.43	0.19	3.80	0.12	0.02	1.10		<10		<5	<5	15.30	99.70	<5	17.30
ST-R-7	3.10	<0.051	0.22	0.31	4.59	<0.06	76.40	10.52	0.22	3.85	0.06	0.02	0.58		<10		<5	<5	11.43	90.90	<5	15.90
ST-R-8	3.20	<0.051	0.23	0.32	5.09	<0.06	76.81	10.78	0.44	2.37	0.05	0.04	1.01		<10		<5	<5	11.20	142.20	<5	11.60
ST-R-9	13.09	0.18	4.46	7.10	1.79	1.00	45.29	17.11	4.32	2.90	0.08	0.06	2.56		<10		<5	<5	38.50	92.90	<5	112.40
ST-R-10	13.13	0.32	3.31	5.40	3.73	0.78	47.66	14.03	3.90	2.85	0.05	0.10	4.69		<10		<5	<5	21.80	84.10	<5	90.40
ST-R-11	2.93	<0.051	0.20	0.48	4.52	<0.06	76.34	10.44	0.16	3.57	0.08	0.02	1.08		<10		<5	<5	8.10	86.90	<5	9.60
ST-R-12	3.67	0.05	0.23	0.49	4.49	<0.06	76.29	9.95	0.51	3.01	0.05	0.03	1.09		<10		<5	<5	13.50	108.60	<5	743.20
ST-R-13	2.82	0.08	0.20	1.78	5.45	<0.06	74.47	10.29	0.45	1.88	0.20	0.03	2.38		<10		<5	<5	9.30	88.90	<5	9.50
ST-R-14	2.95	<0.051	0.20	0.21	4.76	<0.06	77.04	10.46	0.19	3.36	0.02	0.04	0.60		<10		<5	<5	10.00	137.00	<5	255.10
ST-R-15	3.02	<0.051	0.20	0.36	4.87	<0.06	76.53	10.51	0.24	2.95	0.06	0.02	1.07		<10		<5	<5	12.90	661.90	<5	17.30
ST-R-16	0.97	0.47	0.04	42.00	1.25	<0.06	19.30	1.93	0.70	<0.34	0.04	0.06	31.99		<10		<5	<5	<5	140.80	<5	26.30
ST-R-17	0.77	0.39	0.03	45.60	0.86	<0.06	14.60	1.50	0.75	<0.34	0.05	0.04	34.12		<10		<5	<5	<5	127.80	<5	18.30
ST-R-18	3.10	0.26	0.21	1.19	4.27	<0.06	76.00	9.78	0.38	3.01	0.07	0.03	1.59		<10		<5	<5	13.70	146.70	<5	8.30
ST-R-19	3.06	0.06	0.21	0.42	4.59	<0.06	76.05	10.43	0.14	4.09	0.06	0.02	0.74		<10		<5	<5	16.80	331.40	<5	10.40
ST-R-20	2.68	0.32	0.23	10.44	5.30	<0.06	59.74	7.76	1.28	0.50	0.06	0.05	10.40		<10		<5	<5	5.20	268.90	<5	7443.00
ST-R-21	5.50	0.10	0.17	5.16	6.48	<0.06	65.52	9.51	0.69	1.14	0.02	0.06	5.48		<10		<5	<5	7.40	128.60	<5	49.70
ST-R-22	13.46	0.18	3.91	4.07	2.82	0.92	45.09	15.55	4.98	3.02	0.03	0.06	5.80		<10		<5	<5	30.00	226.30	<5	166.60
ST-R-23	4.16	0.14	0.50	7.34	4.65	0.11	63.88	9.30	0.47	2.40	0.05	0.04	6.85		<10		<5	<5	5.30	138.90	<5	29.50
ST-R-24	3.23	0.08	0.28	1.99	5.03	<0.06	73.10	10.49	0.39	2.71	0.06	0.03	2.46		<10		<5	<5	7.30	138.70	<5	14.00
ST-R-25	3.05	<0.051	0.21	0.81	4.39	<0.06	75.68	10.46	0.33	<0.34	0.09	0.02	1.49		<10		<5	<5	14.60	151.30	<5	29.50
ST-R-26	3.00	<0.051	0.20	0.73	4.42	<0.06	75.99	10.37	0.18	3.68	0.05	0.02	1.17		<10		<5	<5	14.60	137.00	<5	8.70
ST-R-27	3.05	<0.05	0.21	0.47	4.48	<0.06	76.65	10.32	0.30	3.30	ND	ND	1.18		ND	179.10	6.30	<5	22.10	39.10	<5	7.70
ST-R-28	2.61	<0.05	0.18	1.52	5.97	<0.06	75.67	9.93	0.33	1.64	ND	ND	2.11		ND	221.50	<5	<5	18.00	47.00	<5	7.90
ST-R-29	2.66	<0.05	0.18	1.72	5.92	<0.06	75.24	9.95	0.46	1.74	ND	ND	2.07		ND	211.30	<5	<5	14.20	41.20	<5	6.10
ST-R-30	2.66	<0.05	0.18	1.72	5.92	<0.06	75.24	9.95	0.46	1.74	ND	ND	2.07		ND	171.40	5.90	<5	14.50	38.20	<5	194.40
ST-R-31	2.87	0.06	0.20	0.67	4.48	<0.06	75.70	10.68	0.39	3.68	ND	ND	1.25		ND	165.20	6.40	<5	20.80	19.40	<5	7.00
ST-R-32	2.94	<0.05	0.20	0.46	4.41	<0.06	76.93	10.16	0.25	3.31	ND	ND	1.30		ND	251.70	5.80	<5	11.50	28.10	<5	40.60
ST-R-33	2.39	1.64	0.17	2.73	7.22	0.08	72.41	9.27	0.35	0.66	ND	ND	3.08		ND	194.60	5.50	<5	13.20	23.20	<5	7.30
ST-R-34	2.63																					

المسح الجيوكيميائي التبعي لجبال سمر الطيبة

المسح الجيوكيميائي التبعي لجبال سمر الطيبة

ST-R-93	2.71	< 0.050	0.18	1.09	4.78	< 0.060	75.02	10.86	<0.28	2.92	0.32		1.85	92.60									6.80
ST-R-94	2.40	<0.050	0.14	2.09	4.52	< 0.060	72.19	10.47	<0.28	2.87	1.18		3.50	55.90									9.30
ST-R-95	2.73	0.14	0.17	0.85	4.94	< 0.060	76.05	10.57	<0.28	2.73	0.16		1.47	202.20									13.20
ST-R-96	2.66	<0.050	0.16	1.57	4.50	< 0.060	73.41	10.58	<0.28	3.02	0.97		2.58	53.10									6.60
ST-R-97	2.76	0.32	0.17	1.21	4.64	< 0.060	74.44	10.40	<0.28	2.73	0.81		2.26	73.70									15.40
ST-R-98	2.97	<0.050	0.19	0.47	4.67	0.33	75.74	11.10	<0.28	3.35	0.08		1.03	65.10									12.10
ST-R-99	2.40	< 0.050	0.16	1.08	4.41	< 0.060	74.16	10.45	<0.28	2.98	1.14		2.53	61.90									7.40
ST-R-100	1.83	0.03	0.12	0.75	6.25	< 0.060	75.94	10.44	0.23	1.49	0.06		1.92	438.10					<10	41.70			<10
ST-R-101	1.78	0.04	0.14	2.37	9.20	< 0.060	72.04	10.61	0.01	0.20	0.12		2.55	268.10					<10	34.60			<10
ST-R-102	3.49	0.06	0.15	3.61	4.74	< 0.060	63.59	8.84	0.57	1.11	4.82		8.05	76.80					<10	39.50			<10
ST-R-103	3.19	0.05	0.22	1.03	4.50	< 0.060	74.02	10.84	0.12	3.60	0.10		1.44	65.00					<10	36.10			<10
ST-R-104	2.45	0.04	0.20	0.39	8.93	< 0.060	74.84	10.68	0.02	0.31	0.05		1.17	182.00					<10	39.00			120.50
ST-R-105	3.09	0.03	0.20	1.11	2.08	0.06	75.29	10.50	0.33	4.33	0.15		1.94	137.80					<10	33.30			10.40
ST-R-106	3.00	0.06	0.21	0.57	6.68	< 0.060	74.56	10.67	0.69	1.63	0.12		0.88	275.40					<10	33.00			<10
ST-R-107	1.77	0.04	0.12	1.40	6.18	< 0.060	73.16	9.99	0.30	1.55	1.50		3.15	57.50					<10	35.90			<10
ST-R-108	1.70	0.02	0.11	3.33	4.51	< 0.060	66.81	9.86	0.26	2.57	3.85		6.10	48.60					<10	31.10			<10
ST-R-109	2.13	0.05	0.13	0.29	6.88	< 0.060	75.00	11.43	0.16	1.79	ND		1.22	53.50					<10	36.10			<10
ST-R-110	2.27	0.30	0.16	10.16	4.92	< 0.060	61.35	9.13	0.09	1.97	0.07		8.68	53.20					<10	35.90			<10
ST-R-111	2.81	0.06	0.19	0.72	3.74	< 0.060	74.42	10.32	0.11	4.39	0.59		1.73	26.10					<10	36.80			<10
ST-R-112	1.23	0.23	2.33	5.50	2.28	0.95	47.08	13.70	5.07	2.98	0.84		8.02	648.30					20.40	128.50			10.80
ST-R-113	3.73	0.18	2.05	5.10	2.47	0.88	49.43	13.57	4.73	2.98	0.65		7.38	507.10					18.00	105.70			10.80
ST-R-114	2.04	0.06	0.14	0.27	5.41	< 0.060	75.75	10.92	0.12	2.83	0.24		1.31	84.10					<10	49.50			<10
ST-R-115	3.70	0.06	0.40	3.23	4.27	<0.12	59.98	9.57	2.32	2.15	1.50		10.18	256.00					<20	<20			131.20
ST-R-116	2.84	0.04	0.19	1.04	4.46	<0.12	74.43	10.74	0.19	3.56	0.50		1.60	32.70					<20	<20			<10
ST-R-117	2.96	0.28	0.20	2.00	5.46	<0.12	72.52	10.08	0.20	2.98	0.22		2.72	158.50					<20	196.70			10.30
ST-R-118	2.08	< 0.020	0.13	0.95	5.35	<0.12	73.57	11.67	0.10	4.27	0.05		1.26	89.50					<20	27.70			<10
ST-R-119	2.75	0.05	0.18	1.16	4.75	<0.12	72.28	10.47	0.80	2.71	1.21		3.02	35.40					<20	61.90			15.50
ST-R-120	2.91	0.11	0.19	0.51	5.31	<0.12	75.01	10.80	0.75	2.48	0.12		1.36	41.50					<20	<20			<10
ST-R-121	3.04	0.05	0.18	1.41	8.00	<0.12	73.58	10.18	0.61	0.45	0.04		1.88	308.40					<20	<20			16.50
ST-R-122	3.29	0.04	0.21	0.72	4.49	<0.12	74.53	10.73	0.18	4.49	0.11		0.96	127.10					<20	<20			<10
ST-R-123	10.73	0.15	2.05	5.45	2.16	1.21	51.76	15.24	3.44	4.03	0.03		3.01	791.60					24.70	69.30			26.20
ST-R-124	3.30	0.03	0.22	0.52	4.18	< 0.12	74.28	10.76	<0.050	4.75	0.40		1.11	37.50					<20	43.20			<10
ST-R-125	3.07	0.05	0.22	1.11	5.09	<0.12	74.13	10.74	0.45	3.02	0.10		1.50	139.10					22.10	<20			<10
ST-R-126	10.09	0.29	2.02	4.28	2.53	1.14	53.24	14.98	3.96	3.26	0.05		3.59	758.20					25.30	76.40			17.20
ST-R-127	2.98	0.04	0.22	0.85	4.21	< 0.12	74.27	10.83	0.39	4.15	0.06		1.50	79.80					<20	<20			<10
ST-R-128	3.19	0.03	0.21	0.60	4.37	< 0.12	74.31	10.48	0.62	4.22	0.09		1.26	76.90					<20	41.10			<10
ST-R-129	3.08	< 0.020	0.20	0.61	4.29	0.04	74.86	10.50	0.54	4.23	0.07		1.10	107.20					34.90	<20			<10
ST-R-130	3.26	0.03	0.21	1.49	4.83	< 0.12	73.44	10.48	0.73	2.80	0.18		2.02	139.70					<20	<20			<10
ST-R-131	3.17	0.04	0.22	0.83	4.67	< 0.12	74.72	10.71	0.45	3.37	0.07		1.20	203.60					<20	<20			<10
ST-R-132	3.12	< 0.020	0.21	0.45	3.93	< 0.12	73.78	10.38	0.63	4.07	0.43		2.37	24.40					<20	<20			318.20
ST-R-133	2.97	< 0.020	0.21	<0.17	4.60	< 0.12	75.44	10.82	0.18	4.36	0.08		0.65	54.30					36.20	<20			11.30
ST-R-134	3.21	0.53	0.19	3.14	3.94	< 0.12	70.80	9.99	0.55	3.19	0.08		3.72	432.30					<20	26.60			43.00
ST-R-135	3.09	< 0.020	0.23	0.84	4.74	< 0.12	74.61	10.68	0.24	3.32	0.12		1.54	125.10					40.70	<20			<10
ST-R-136	3.20	< 0.020	0.25	0.49	5.72	< 0.12	74.45	11.18	0.30	2.64	0.11		1.12	71.70					26.10	<20			<10
ST-R-137	3.25	0.02	0.21	0.20	4.25	< 0.12	73.82	10.56	0.73	4.47	0.20		1.80	29.10					37.10	<20			<10
ST-R-138	3.20	0.02	0.24	0.25	5.49	< 0.12	75.41	10.78	0.24	2.80	0.06		0.89	83.90</									

المسح الجيوكيميائي التبعي لجبال سمر الطيبة

ST-R-141	3.30	0.02	0.20	0.62	4.01	< 0.12	74.92	10.41	0.32	4.29	0.20		1.12	108.80					30.10	<20		18.90
ST-R-142	2.97	0.04	0.26	0.15	7.43	< 0.12	73.48	11.51	0.63	1.73	0.06		1.13	118.70					<20	<20		<10
ST-R-143	3.13	0.03	0.21	0.44	4.29	< 0.12	75.54	10.88	0.21	3.83	ND		0.87	41.80					23.10	<20		<10
ST-R-144	3.56	< 0.020	0.20	1.70	3.94	< 0.12	73.28	10.25	0.14	3.34	1.04		1.95	77.40					25.90	<20		<10
ST-R-145	11.04	0.10	1.60	2.16	4.50	0.49	52.40	14.73	4.39	4.57	0.05		3.32	578.70					29.70	92.70		16.20
ST-R-146	3.64	0.04	0.25	0.22	4.54	< 0.12	75.04	10.97	0.18	3.86	0.05		0.55	90.20					29.60	<20		10.10
ST-R-147	3.14	< 0.020	0.20	0.16	4.48	< 0.12	75.28	10.80	0.12	4.35	0.04		0.88	20.90					37.10	<20		<10
ST-R-148	3.28	0.02	0.20	0.95	4.16	< 0.12	74.04	10.60	0.37	3.48	0.91		1.39	70.00					27.50	<20		<10
ST-R-149	3.28	0.03	0.20	1.01	4.18	< 0.12	74.49	10.63	0.38	3.54	0.10		1.55	72.30					<20	<20		<10
ST-R-150	12.61	0.33	1.99	1.22	3.64	0.42	43.03	15.16	11.13	2.64	0.09		7.14	653.30					36.60	35.30		15.10
ST-R-151	2.60	< 0.020	0.18	1.01	3.76	< 0.12	68.57	9.51	0.57	6.34	1.53		4.02	29.80	118.20				<20	2017.00	<10	
ST-R-152	2.85	< 0.020	0.20	0.53	4.50	< 0.12	69.74	10.38	0.26	6.66	0.33		2.80	37.10	137.10				<20	67.90	<10	
ST-R-153	6.79	0.14	1.89	1.55	2.75	0.50	46.17	12.67	7.83	6.23	1.06		9.96	290.10	89.50				24.00	104.50	<10	
ST-R-154	6.56	0.15	1.57	0.86	3.18	0.41	54.63	12.21	6.88	5.28	0.34		6.20	236.90	96.10				<20	98.90	<10	
ST-R-155	3.25	0.03	0.20	0.19	4.49	< 0.12	74.84	10.54	0.26	5.08	0.08		0.43	23.20	136.60				<20	153.60	<10	
ST-R-156	3.17	0.02	0.27	0.30	7.51	< 0.12	72.36	11.55	0.91	1.95	0.15		1.40	111.80	210.00				<20	30.60	17.70	
ST-R-157	2.49	< 0.020	0.18	0.41	5.08	< 0.12	76.57	9.84	0.74	2.37	0.08		1.76	52.20	149.60				<20	21.00	<10	
ST-R-158	3.30	0.06	0.22	0.39	5.30	< 0.12	75.16	10.60	0.29	2.90	0.13		1.24	39.40	148.70				<20	69.20	<10	
ST-R-159	2.74	0.06	0.25	0.35	7.06	< 0.12	74.01	11.21	0.69	1.53	0.19		1.56	96.50	205.70				<20	18.80	<10	
ST-R-160	2.81	0.08	0.20	3.96	4.41	< 0.12	69.98	10.26	0.27	3.95	0.17		3.50	85.80	117.30				<20	27.30	<10	
ST-R-161	3.47	0.03	0.21	0.25	4.22	< 0.12	74.31	10.70	0.22	5.17	0.16		0.70	15.50	119.40				<20	82.80	<10	
ST-R-162	12.50	0.91	2.23	3.19	3.69	0.60	45.33	15.17	7.26	3.00	0.29		5.04	853.00	79.00				28.60	71.10	<10	
ST-R-163	11.86	0.19	2.07	3.38	2.64	1.00	47.12	14.13	6.24	5.08	0.04		5.01	609.80	75.10				25.20	150.60	<10	
ST-R-164	3.07	0.02	0.22	< 0.17	4.78	< 0.12	75.90	10.61	0.61	2.96	0.10		1.09	38.60	108.10				<20	276.00	<10	
ST-R-165	3.77	0.04	0.26	0.60	5.24	< 0.12	73.16	11.18	0.47	3.03	0.25		1.61	49.70	125.30				<20	185.20	<10	
ST-R-166	3.16	0.03	0.20	0.40	4.42	< 0.12	75.01	10.65	0.56	3.40	0.19		1.57	42.40	124.80				<20	20.50	<10	
ST-R-167	3.17	0.03	0.20	0.22	4.45	0.04	75.71	10.87	0.59	3.30	0.13		0.87	24.80	128.00				<20	25.60	<10	
ST-R-168	3.21	0.03	0.23	< 0.17	5.13	0.04	75.58	10.98	0.25	3.26	0.06		0.63	41.00	133.70				<20	36.60	<10	
ST-R-169	2.85	0.11	0.18	0.43	4.30	< 0.12	75.91	10.56	0.82	3.18	0.03		1.11	71.50				<20	20.40		22.40	
ST-R-170	3.41	0.07	0.29	0.81	8.48	< 0.12	71.84	11.23	1.15	0.68	0.12		1.45	154.40				<20	25.60		<10	
ST-R-171	1.01	0.10	0.07	36.79	1.22	< 0.12	25.85	3.63	0.18	1.05	0.05		29.62	37.80				<20	25.80		<10	
ST-R-172	3.22	0.03	0.21	0.61	4.65	< 0.12	75.22	10.62	0.27	3.56	0.10		0.94	224.50				<20	24.60		17.00	
ST-R-173	3.44	0.05	0.22	0.68	5.62	< 0.12	74.74	10.82	0.31	2.31	ND		1.21	183.90				<20	22.80		34.20	
ST-R-174	3.27	0.03	0.21	0.90	5.09	< 0.12	74.65	10.66	0.19	2.92	0.04		1.33	97.00				<20	31.70		<10	
ST-R-175	2.91	0.08	0.20	1.40	5.81	< 0.12	74.48	10.82	0.21	1.66	0.14		1.75	369.30				<20	64.50		103.20	
ST-R-176	3.21	0.03	0.22	0.57	4.47	< 0.12	74.65	10.73	0.19	4.58	0.03		0.75	96.10				<20	34.60		94.80	
ST-R-177	3.24	0.03	0.22	0.50	4.50	< 0.12	74.78	10.58	0.19	4.59	ND		0.81	82.20				<20	42.60		79.00	
ST-R-178	3.13	0.04	0.20	0.36	4.51	< 0.12	75.06	10.51	0.10	4.76	0.06		0.61	22.90				<20	35.90			

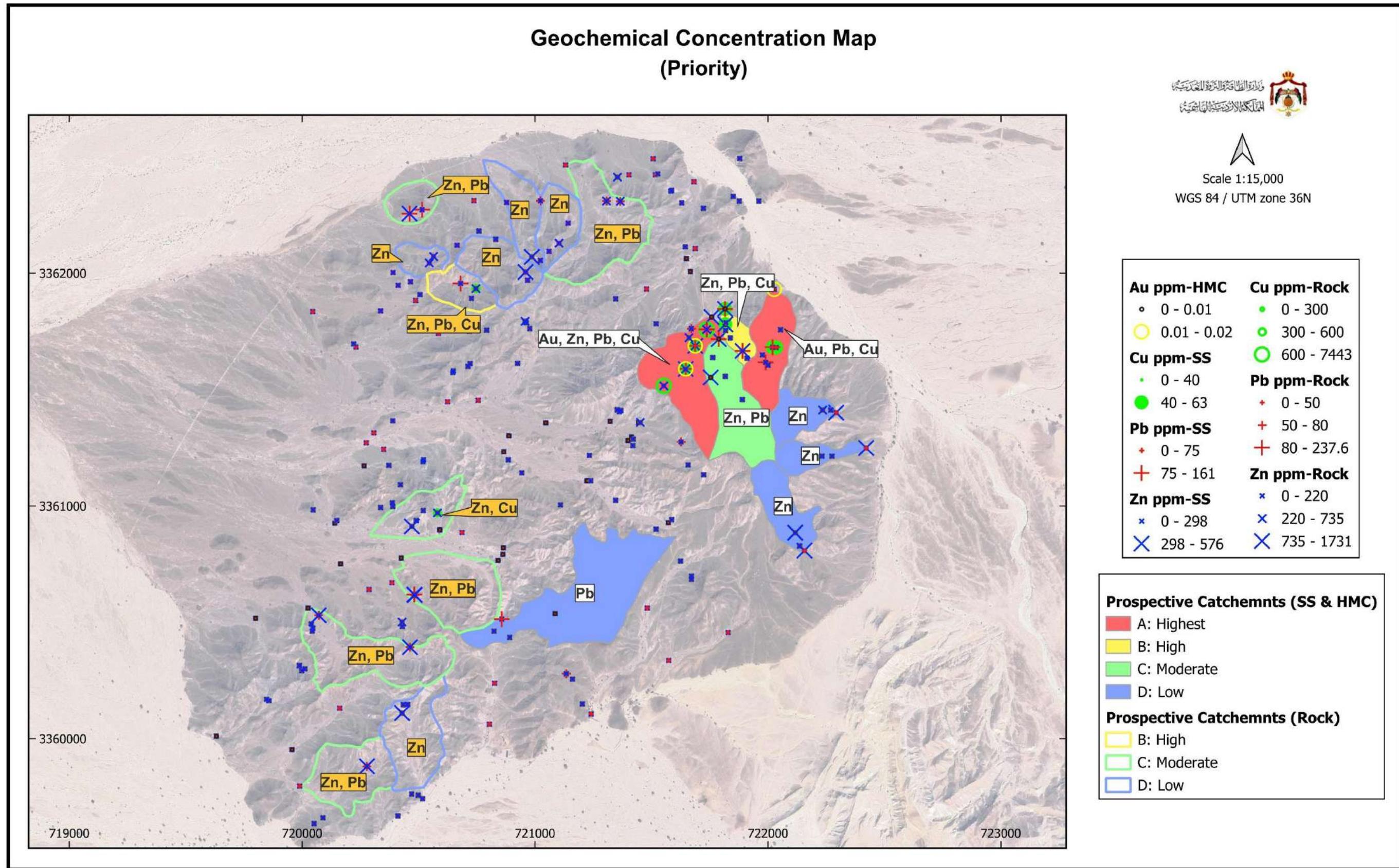
S.ID	Ga	Li	Ni	Pb	Sr	V	Zn	Hf	Mo	Nb	Sb	Sn	W	Zr	Ce	Dy	Gd	Ho	La	Nd	Pr	Sc	Sm	Y	Yb
	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
ST-R-1	26.90	9.30	81.80	22.10	<10	<5	136.00	19.80	<5	47.70	<5	7.40	125.70	643.70	210.60	16.00	12.30	<5	90.60	93.90	27.50	<5	14.40	80.60	5.40
ST-R-2	21.30	13.60	50.60	16.80	<10	<5	108.80	14.40	<5	37.70	<5	8.40	70.10	347.40	102.70	11.00	7.60	<5	52.60	51.90	15.70	<5	8.70	60.30	<5
ST-R-3	21.00	7.00	41.00	15.00	<10	26.00	114.40	18.20	<5	48.30	<5	6.50	103.30	555.00	205.40	14.80	12.20	<5	87.80	82.70	25.20	<5	13.00	80.40	<5
ST-R-4	20.80	5.50	35.00	17.80	14.90	<5	71.20	15.20	<5	40.10	<5	10.40	121.90	441.50	186.90	15.20	10.30	<5	77.60	72.00	21.20	<5	10.90	76.60	<5
ST-R-5	23.90	19.90	40.10	40.50	13.90	<5	310.40	20.70	<5	56.50	<5	18.80	100.60	708.90	186.90	14.90	11.60	<5	87.30	87.10	25.40	<5	12.60	74.90	<5
ST-R-6	23.20	12.60	36.00	17.30	14.70	<5	152.80	17.50	<5	54.00	<5	6.90	107.90	580.80	175.70	14.60	10.90	<5	81.30	81.40	24.40	<5	12.60	75.00	<5
ST-R-7	24.10	12.30	28.60	16.30	<10	<5	158.40	18.30	<5	53.70	<5	6.90	81.90	585.20	174.90	13.80	11.30	<5	87.30	87.30	25.30	<5	13.30	73.30	<5
ST-R-8	23.30	7.50	47.00	22.90	25.60	6.00	128.80	18.70	<5	50.20	<5	5.10	69.60	624.30	146.70	13.50	9.80	<5	58.80	59.40	17.60	<5	9.90	67.50	<5
ST-R-9	23.60	16.70	47.50	<5	428.00	237.40	165.60	9.80	<5	44.20	<5	<5	11.50	284.90	87.10	6.50	11.60	<5	35.10	42.60	14.20	11.00	11.10	27.10	<5
ST-R-10	22.30	25.60	45.30	96.70	69.50	200.00	1300.00	10.00	<5	41.50	<5	<5	13.20	317.90	91.80	7.00	12.50	<5	41.20	45.90	14.50	7.90	9.70	31.40	<5
ST-R-11	22.70	5.20	26.60	18.80	11.20	<5	142.40	14.60	<5	53.20	<5	5.90	59.50	469.50	176.60	13.40	11.00	<5	85.00	83.60	25.80	<5	12.90	71.10	<5
ST-R-12	22.00	9.00	38.50	82.20	12.50	<5	322.40	17.00	<5	50.80	<5	27.40	90.60	557.60	163.20	13.90	10.80	<5	108.70	95.80	29.60	<5	12.90	73.20	<5
ST-R-13	22.20	6.70	28.70	20.80	15.50	<5	112.80	19.70	<5	53.90	<5	6.50	62.00	665.60	170.90	131.00	9.80	<5	78.00	79.60	24.70	<5	11.80	67.10	<5
ST-R-14	21.20	15.20	53.10	38.00	11.40	<5	256.00	21.90	<5	54.80	<5	15.20	68.50	758.70	176.20	13.80	9.80	<5	83.60	83.70	25.20	<5	13.00	71.20	<5
ST-R-15	23.30	7.90	121.10	21.40	<10	<5	133.60	23.10	<5	57.80	<5	6.70	86.40	809.50	168.80	14.60	10.10	<5	74.00	75.50	23.30	<5	12.10	76.10	<5
ST-R-16	<5	14.00	55.90	73.00	58.30	<5	120.00	3.70	<5	14.60	<5	<5	12.60	30.50	105.20	<5	<5	<5	44.30	43.70	<5	<5	<5	16.70	<5
ST-R-17	<5	14.80	46.80	64.30	55.20	6.00	113.60	2.90	<5	12.00	<5	<5	8.80	8.20	95.20	<5	<5	<5	54.10	42.80	<5	<5	<5	12.50	<5
ST-R-18	21.70	12.20	62.10	23.30	27.40	8.30	128.80	20.60	<5	50.20	<5	6.40	91.10	710.10	183.80	13.80	11.50	<5	84.70	82.00	26.40	<5	13.10	81.50	5.50
ST-R-19	22.60	32.40	127.00	12.90	10.00	<5	164.00	22.80	<5	54.50	<5	6.20	98.90	787.60	208.50	16.40	12.20	<5	94.00	96.00	29.10	<5	14.90	88.20	5.70
ST-R-20	15.90	26.80	93.30	19.40	37.40	14.70	252.00	13.90	<5	37.60	<5	<5	25.30	416.80	97.20	12.10	8.80	<5	43.10	45.90	12.70	<5	<5	62.60	5.00
ST-R-21	15.00	16.00	39.80	17.00	39.10	11.90	179.20	17.90	<5	46.80	<5	5.80	37.90	538.90	59.90	9.60	9.10	<5	32.90	37.90	11.10	<5	<5	53.70	<5
ST-R-22	28.60	44.10	117.40	81.30	161.70	<5	98.40	9.10	<5	43.10	<5	<5	12.60	303.70	109.30	8.10	12.90	<5	49.60	52.90	16.90	<5	12.30	38.30	<5
ST-R-23	14.30	12.00	50.20	28.60	59.00	26.70	183.20	15.70	<5	44.50	<5	<5	25.80	510.70	112.10	9.90	8.20	<5	50.10	53.10	15.80	<5	<5	52.00	<5
ST-R-24	21.70	8.60	51.30	28.30	31.30	13.60	96.80	20.10	<5	46.00	<5	6.00	48.60	701.80	501.60	15.60	15.10	<5	92.10	104.20	32.00	<5	21.50	79.00	<5
ST-R-25	21.90	6.00	70.40	12.90	26.00	5.30	110.40	19.30	<5	48.00	<5	6.30	100.20	667.10	203.20	14.60	11.30	<5	84.60	84.60	26.00	<5	13.60	77.70	<5
ST-R-26	23.00	5.50	51.20	27.10	10.40	<5	144.00	21.90	<5	55.50	<5	6.40	107.70	769.30	205.30	16.20	12.40	<5	94.00	94.50	28.50	<5	14.40	83.50	5.00
ST-R-27	28.80	9.40	54.40	29.70	14.70	<5	139.10	17.70	5.10	48.10	<5	11.60	124.20	664.60	175.30	9.60	17.00	<5	81.50	80.20	23.60	<5	18.20	64.90	6.60

ST-R-47		<10	62.10	25.70			142.20								707.00									
ST-R-48		24.60	29.00	28.70			185.30								809.70									
ST-R-49		33.70	54.70	29.50			194.90								797.80									
ST-R-50		8.30	51.00	11.10			102.70								552.30									
ST-R-51		121.60	74.40	20.00			768.10								204.50									
ST-R-52		10.30	170.60	10.30			100.90								529.80									
ST-R-53		8.70	58.60	20.30			70.30								622.70									
ST-R-54		13.50	65.70	22.90			88.50								517.30									
ST-R-55		10.30	39.80	20.40			136.30								630.90									
ST-R-56		9.50	169.10	35.60			114.00								248.30									
ST-R-57		11.80	37.40	23.70			132.30								547.70									
ST-R-58		6.50	711.60	8.60			134.60								554.90									
ST-R-59		5.50	57.80	9.80			132.50								519.60									
ST-R-60		17.60	113.20	18.90			121.20								689.60									
ST-R-61		127.10	164.90	46.70			329.10								23.40									
ST-R-62		8.00	164.00	31.10			49.40								15.60									
ST-R-63		216.10	96.00	87.10			1312.00								43.60									
ST-R-64		174.60	86.00	64.20			861.20								32.10									
ST-R-65		9.50	103.50	32.30			55.50								16.10									
ST-R-66		309.20	75.90	120.20			1731.00								60.10									
ST-R-67		10.20	647.80	13.40			49.00								6.70									
ST-R-68		10.90	256.20	16.70			35.00								8.40									
ST-R-69	44.40	256.40	50.60	60.90	260.50		1153.00								211.90									
ST-R-70	27.50	7.40	20.10	20.00	22.50		132.70								698.80									
ST-R-71	28.20	29.50	25.70	18.90	11.30		157.70								691.30									
ST-R-72	22.60	31.60	21.80	36.90	14.60		170.00								412.10									
ST-R-73	36.70	361.70	68.40	56.60	189.90		1352.00								132.40									
ST-R-74	27.20	12.00	22.20	25.50	45.50		105.70								673.40									
ST-R-75	27.00	190.60	<5.0	67.60	187.40		789.90								171.10									
ST-R-76	19.70	14.30	20.60	17.00	33.00		88.50								528.70									
ST-R-77	<5.0	315.10	9.60	47.10	197.50		611.40								180.90									
ST-R-78	29.50	13.10	45.50	16.50	10.80		155.20								816.70									
ST-R-79	29.80	12.60	20.00	18.20	10.20		149.70								826.50									
ST-R-80	28.40	12.20	69.10	31.90	20.00		135.20								784.20									
ST-R-81	27.80	19.50	20.60	20.40	11.60		138.80								754.00									
ST-R-82	30.10	10.70	18.70	16.20	6.50		153.70								785.40									
ST-R-83	29.50	12.80	21.00	17.50	14.60		156.60								673.50									
ST-R-84	28.10	32.40	81.00	16.20	27.20		125.30								608.70									
ST-R-85	28.70	10.50	35.50	33.20			156.20								744.20									
ST-R-86	28.90	18.00	39.10	35.80			180.00								731.00									
ST-R-87	28.30	17.40	143.60	28.50			165.30								755.50									
ST-R-88	22.70	154.00	97.90	68.90			1697.00								152.10									
ST-R-89	25.80	181.40	114.60	74.30			1855.00								170.60									
ST-R-90	18.40	52.10	41.70	29.60			407.60								221.60									
ST-R-91	26.00	19.60	35.50	13.90			181.10								720.60									
ST-R-92	25.10	162.20	103.50	33.90			858.70								134.00									
ST-R-93	26.60	5.70	65.20	20.30			81.70								639.60									
ST-R-94	26.30	8.40	179.70	20.80			73.90								614.90									

نتائج عينات مركبات المعادن الثقيلة والعينات الصخرية من مختبرات **SGS** الكندية.

عينات مركبات المعادن الثقيلة				العينات الصخرية	
S-ID	Au_ppm	S-ID	Au_ppm	S-ID	Au_ppm
ST-H-1	<0.01	ST-H-19	<0.01	ST-R-8	<0.01
ST-H-2	<0.01	ST-H-20	<0.01	ST-R-9	<0.01
ST-H-3	<0.01	ST-H-21	<0.01	ST-R-10	<0.01
ST-H-4	<0.01	ST-H-22	<0.01	ST-R-12	<0.01
ST-H-5	<0.01	ST-H-23	<0.01	ST-R-13	<0.01
ST-H-6	0.02	ST-H-24	<0.01	ST-R-14	0.02
ST-H-7	0.02	ST-H-25	<0.01	ST-R-15	<0.01
ST-H-8	<0.01	ST-H-26	<0.01	ST-R-18	<0.01
ST-H-9	0.02	ST-H-27	<0.01	ST-R-19	<0.01
ST-H-10	<0.01	ST-H-28	<0.01	ST-R-20	<0.01
ST-H-11	<0.01	ST-H-29	<0.01	ST-R-31	<0.01
ST-H-12	<0.01	ST-H-30	<0.01	ST-R-32	<0.01
ST-H-13	<0.01	ST-H-31	<0.01	ST-R-38	<0.01
ST-H-14	<0.01	ST-H-32	<0.01	ST-R-39	<0.01
ST-H-15	<0.01	ST-H-33	<0.01	ST-R-48	<0.01
ST-H-16	<0.01	ST-H-34	<0.01	ST-R-49	<0.01
ST-H-17	<0.01	ST-H-35	<0.01		
ST-H-18	<0.01				

ملحق 5: خارطة مدى أهمية أحواض التصريف المائي بالاعتماد على نتائج التحليل.



ملحق 6: خارطة مدى أهمية أحواض التصريف المائي موضحاً عليها نتائج طريقة تحليل العوامل الإحصائية.

