تركيزات الذهب في رواسب متكون الهفوف اللحقية شرقي المملكة العربية السعودية

عبد الرحمن بن محي الدين السفرجلاني

قسم الأراضي و المياه- كلية العلوم الزراعية و الأغذية- جامعة الملك فيصل

الأحساء – المملكة العربية السعودية

الملخص :

جمعت ستون عينة من رواسب متكون الهفوف اللحقية الرملية الكونغلوميراتية العائدة لعصر النيوجين والظاهرة في منطقتي الهفوف (جبل قارة و منطقة المقطع الرئيس النموذجي) وحرض بهدف تحديد محتواها من عنصر الذهب كمؤشر جيوكيميائي لدرجة تركيزه بها.

أظهرت النتائج أن الأجزاء الناعمة < ١٢٥μm للعينات الممثلة للدورات الترسيبية الثلاثة العليا الأحدث من المقطع الرئيس لمتكون الهفوف الرملية تحتوي على كميات أعلى من الذهب و التي تتراوح بين ٠,١٦- ١,٨٧ غرام/ طن، بينما تحتوي أجزاء الرمل متوسطة الحبيبية أو الخشنة لعينات المقطع الرئيس النموذجي على كميات قليلة من الذهب لا تتجاوز ٠,١ غرام/طن، في حين تحتوي العينات الممثلة للدورات الترسيبية الخمسة السفلى من المقطع الرئيس النموذجي لمتكون الهفوف على كميات قليلة من الذهب لا تتجاوز ٠,١غرام/ طن، لذلك يمكن القول بأن محتوى الذهب الأكثر تركيزاً كان في الدورات الترسيبية الثلاثة العليا الأحدث، يتناقص في الدورات الترسيبية الخمسة السفلى الأقدم . أشارت نتائج تحليل عنصر الذهب في عينات منطقة حرض إلى تشتت تراكيز هذا العنصر بشكل كبير، حيث تصل نسبته إلى ٢٤,٢٢غرام/طن و ١٢,٥٨ غرام/طن و٤,٨٣ غرام/ طن ، بينما لا تتجاوز نسبته في الغالب ٠,١ غرام/طن. أما نتائج التحاليل للعينات الصخرية الجيرية و الغضارية الرملية المأخوذة من منطقة جبل قارة و العائدة للوحدتين الرسوبيتين الثانية و الثالثة من متكون الهفوف اللحقية فتحتوي على كميات قليلة من الذهب لا تتجاوز٠,١ غرام/ طن.

دلت النتائج الجيوكيميائية الأولية في هذه الدراسة أن الرسوبيات اللحقية النهرية لمتكون الهفوف المتكشفة في منطقة المقطع الرئيس النموذجي و منطقة حرض قد تمثل هدفاً واعداً لاستكشافات تراكيز لعناصر معدنية خاصة الذهب.

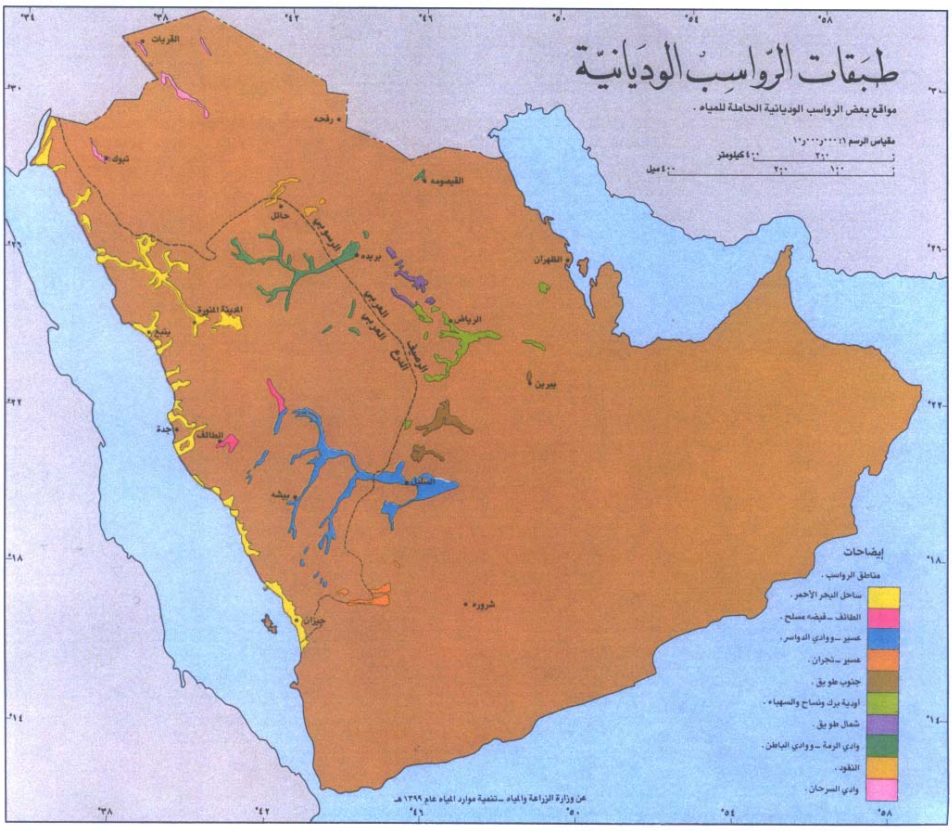
المقدمة و هدف الدراسة :

تكون الرسوبيات المنقولة (allochthonous sediments) في أغلب الأحيان ذات أهمية بالغة من الناحية الاقتصادية لما قد تحتويه من رواسب مكانية (placer deposits)، فالعمليات الجيولوجية للأنهار(حت ونقل) تكون شديدة الفاعلية في تحرير ونقل عدد كبير من الخامات المعدنية و من تلك خامات معدن الذهب والعديد من الخامات المعدنية الثقيلة الاخرى وتركيزها بقيم اقتصادية (Bussey *et.al.*,1993; Seeley and Senden,1994; Hsu *et.al.*,1995 and Tingley and Caster,1999) .

تعتبر عملية تحديد درجة تركيز وتشتت عنصر الذهب في بيئات الترسيب الجافة المشابهة لتلك البيئات الترسيبية المفترضة لرسوبيات متكون الهفوف اللحقية من الأمور الصعبة والشائكة لتأثرها بمجموعة من العوامل مثل : المظاهر البيئية الحالية و/أو البيئية القديمة، طبيعة صخور المصدر التي يتحرر منها خام الذهب نتيجة تجويتها، طبيعة وشدة عمليات التجوية ودرجة الحت والطبيعة الجيومورفولوجية (التضاريس) للصخور الغنية بالخام (Butt,1992; He'rail *et.al.*, 1999 ; Colin *et.al.,* 1993;Bowell *et.al.*, 1993; Fletcher and Loh,1996) ، كما أن معرفة آلية وسلوكية انتشار عنصر الذهب في البيئات الجافة له تأثيراً كبيراً على طبيعة وطريقة التنقيب الجيوكيميائي والسبب في ذلك يعود إلى أن هذه المناطق تتميز بفعاليات جيوكيميائية ضعيفة والتأثير الأكبر يكون لعمليات التجوية الفيزيائية الميكانيكية، اضافة إلى ذلك نلاحظ أن هناك القليل من مساهمات الباحثين حول مواقع الاغتناء بعنصر الذهب في البيئات الجافة عالمياً باستثناء بعض المساهمات الهامة والمفيدة مثل دراسات (Bogoch *et.al.*,1993) و(He'rail *et.al.*,1999) الذين اهتموا بشكل أساسي بدراسة تأثير العوامل الجيومورفولوجية على اغناء و تركيز رواسب خام الذهب المكانية (Placer deposits) .

ينتشر في المملكة العربية السعودية العديد من السهول والوديان الجافة الممتلئة بالرسوبيات اللحقية النهرية والتي لها امتداد كبير مثل : وادي الباطن، وادي عتيق، وادي

السهباء، وادي الجوف، وادي الدواسر، وادي الرمة و وادي السرحان (Chapman,1978) (الشكل- ١).



الشكل (١) : الوديان الرئيسة المنتشرة في المملكة العربية السعودية، مأخوذة من (Water Atlas of Saudi Arabia,1984)

تهدف الدراسة الحالية إلى دراسة انتشار تراكيز عنصر الذهب في التوضعات الرسوبية اللحقية الرملية الحصوية الكونغلوميراتية المتمثلة خاصة بالوحدة الليثولوجية الأولى (السفلى) من متكون الهفوف المتكشفة في الجزء الشرقي من المملكة العربية السعودية.

الوضع الجيولوجي العام:

تمت الاستفادة من العديد من الدراسات الجيولوجية التي اهتمت بالجزء الشرقي من الجزيرة العربية و التي تركزت بشكل رئيس على مواضيع الجيولوجيا الإقليمية المحلية على سبيل المثال: (Cavelier,1970; Blondeau and Cavelier,1973; Standring and Sugden, 1978 ; Hoetzl *et.al.,*1978 ; Al-Sulaimi 1994 and Al-Sulaimi and Pitty, 1995) و ذلك من أجل دراسة متكون الهفوف.

تمثل الأجزاء المنتشرة في الجزء المركزي والشرقي للصفيحة العربية الممتدة من منطقة حرض، فالهفوف وحتى جنوب دولة قطر أكبر المراوح المائية الدلتاوية القديمة الغير نشطة حالياً، يظهر ذلك من خلال المقارنة أو المضاهاة مع التوضعات الرسوبية الأخرى التي تعود لأعمار جيولوجية مختلفة، فتوضعات مروحة وادي السهباء الدلتاوية ترسبت بعد عملية التحدب والتقبب التي تمت في عصر الأوليغوسين الأوسط والتي أدت إلى نهوض وتكسر الأجزاء السفلى من الأودية الجرفية، فالعديد من الأودية تم تعمقها في فترة لاحقة بواسطة الأنهار القديمة الكبيرة الضخمة التي امتدت على كامل الامتداد العرضي لشبه الجزيرة العربية (Powers, *et.al.*,1966 ; Powers ,1968 and Murris,1980). إن وجود مثل هذا النظام المفترض من شبكة المسيلات المائية السطحية القديمة الضخمة يعود إليها تواجد وانتشار متكون الهفوف في المملكة العربية السعودية الممثلة بتلك التوضعات الحصوية اللحقية الرملية الكونغلوميراتية أو تلك المقابلة والمماثلة لها والمنتشرة في أغلب الأجزاء الشرقية لشبه الجزيرة العربية و من ذلك التوضعات اللحقية المنتشرة في الجزء المركزي والغربي من دولة قطر (Al-Saad *et.al.*,2002) ، الجزء الشمالي من دولة الكويت والمتمثل بمتكون الدبدبة اللحقية (Al-Sulaimi, 1994) والجزء الجنوبي الغربي من العراق المتمثل بمتكون البختيار(Al-Bakri *et.al.*,1988) .

تمثل الرسوبات الحطامية الحصوية المتوضعة في نهاية عصر الميوسين وبداية عصر البليوسين التي تقابل الأجزاء السفلية من متكون الهفوف المنتشرة على امتداد وادي نساح - السهباء الصدعي مروحة نهرية ضخمة قديمة تمت تعريتها، تعد هذه المروحة

النهرية من أكبر المراوح النهرية اللحقية الممتدة فوق الصفيحة العربية (Weijermars,1998) ، حيث توجد قمة هذه المروحة في الطرف الشمالي الغربي لمنطقة الخرج تمتد باتجاه الجنوب الشرقي إلى منطقة حرض ومن ثم الهفوف وحتى جنوب دولة قطر، ويمثل وادي السهباء اللحقي الممتد من جنوبي دولة قطر باتجاه الشمال الغربي إلى وادي نساح (Wadi Nisah) ولمسافة تقدر بحوالي ٤٥٠ كم القناة النهرية الرئيسة المسؤولة عن نقل رسوبيات المروحة اللحقية وترسبات متكون الهفوف (Weijermars, 1998).

مناجم الذهب في المملكة العربية السعودية :

تتألف صخور الدرع العربي البريكامبرية المنتشرة في المملكة العربية السعودية من مجموعة من الأحزمة الصخرية المتمايزة و المتباينة بشدة في درجة تحولها و تاريخها البنيوي (Jackson and Ramsay,1980; Vail,1985) ، وتعتبر هذه الصخور المصدر الرئيس لخام الذهب الذي يتواجد بها غالباً على هيئة عروق.

لقد تم التعرف على ما يزيد عن ٧٠٠ مكمن لخام الذهب منتشرة في الدرع العربي (Sabir,1991; Agar,1992) ، منها واحد وثلاثون موقعاً يحتوي على أكثر من ألف كيلوغرام من الذهب و تسع و تسعون موقعاً تحتوي بين مائة و ألف كيلوغرام، أما بقية المواقع فتحتوي على احتياطي إجمالي يقل عن مائة كيلوغرام (Al-Shanti,1996).

أوضحت الدراسات الحقلية والمسوحات التنقيبية لصخور الدرع العربي أن غالبية مواقع الصخور الغنية بخام الذهب تتوزع ممتدة من الجنوب إلى الشمال في منتصف الدرع العربي بين مناطق نجران إلى ظلم وحتى منطقة حائل، هذا و تعتبر حالياً كل من مناجم : مهد الذهب، الأمار، الحمده، الصخيبرات، الحجار و أم مطيرة من أهم المواقع الغنية بخام الذهب في المملكة (Al-Shanti,1996) (شكل- ٢).

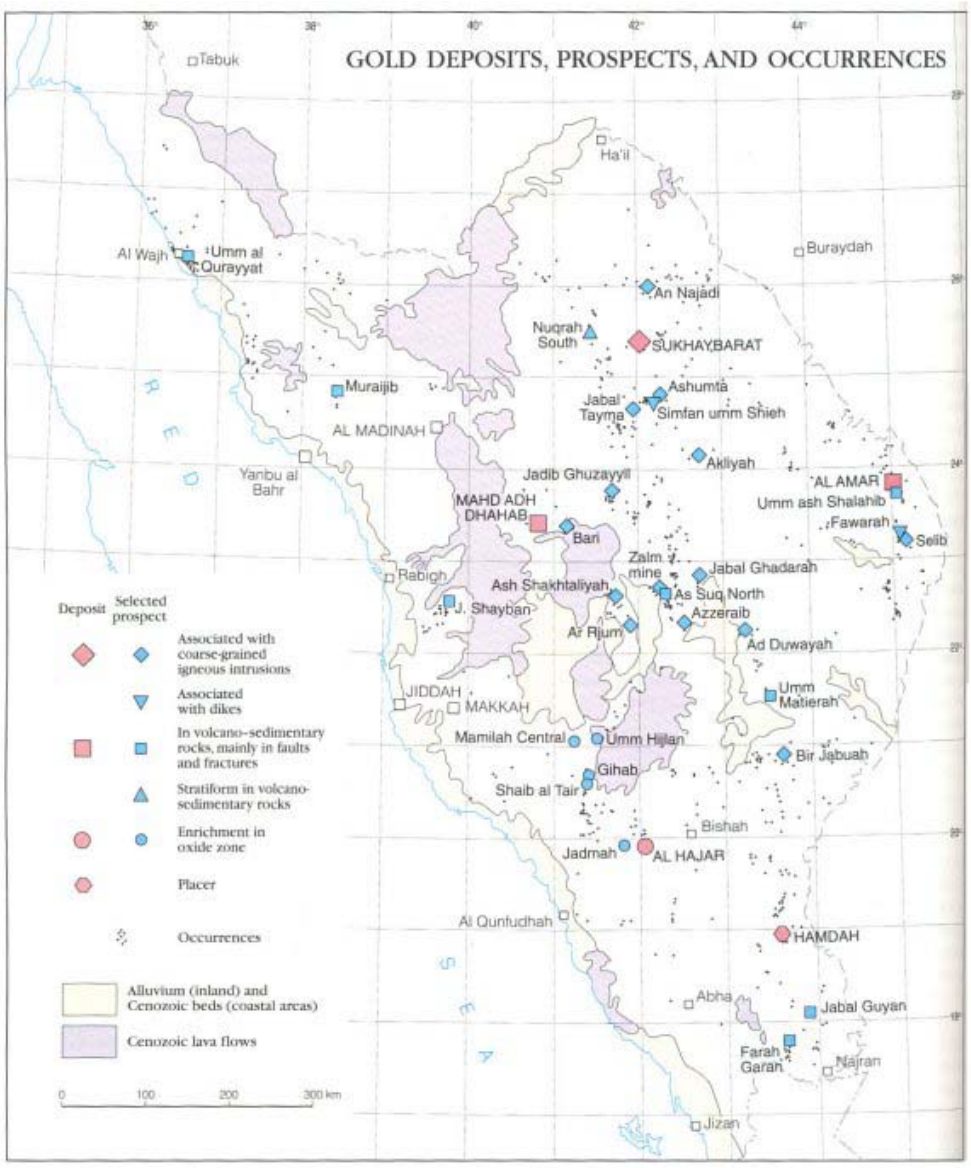
قسم (Collenette and Grainger,1994) تمعدنات الذهب في المملكة العربية السعودية بشكل عام إلى تمعدنات أولية وتمعدنات ثانوية، تصنف تمعدنات الذهب الأولية حسب طبيعة الصخور المضيفة إلى أربعة مجموعات رئيسة هي:

- خامات الذهب المرافقة لشبكة عروق الكوارتز المخترقة لمحقونات الصخور المغماتية البلوتونية خشنة الحبيبية (مثالها النموذجي تراكيز الذهب في منجم الصخيبرات).
- خامات الذهب المرافقة لصخور القواطع المغماتية حمضية التركيب والمخترقة للصخور البركانية والبركانية الفتاتية البازلتية – الأنديزيتية وبشكل أقل الداسيتية – الريوليتية (مثالها النموذجي تراكيز الذهب في منجم أم مطيرة).
- خامات الذهب المرافقة للعروق الكوارتزية المخترقة لمجموعة الصخور المختلطة الرسوبية - البركانية (مثالها النموذجي تراكيز الذهب في منطقة مهد الذهب، منجم الأمار).
- خامات الذهب المرافقة للصخور الرسوبية البركانية المتطبقة (مثالها النموذجي تراكيز الذهب في جنوبي منطقة النقرة).

بينما تصنف تمعدنات الذهب الثانوية حسب طبيعة مكان تواجدها إلى مجموعتين رئيستين هما:

- خامات الذهب الناتجة عن اغناء وتركيز هذا المعدن ضمن نطاقات الأكسدة (مثالها النموذجي تراكيز الذهب في منجم الحجار).
- خامات الذهب الناتجة عن ترسيب الذهب في الأحواض والأودية والمسيلات المائية كرسوبات مكانية (Placer deposits) (مثالها النموذجي تراكيز الذهب في منطقتي مهد الذهب والحمده).

تتواجد غالبية توضعات خام الذهب الأولية في الصخور المغماتية الجوفية (البلوتونية) خشنة الحبيبية وبشكل رئيس في الصخور الغرانيتية، الغرانوديوريتية والديوريتية ضمن القواطع أو المحقونات الصخرية حمضية التركيب و/أو ضمن العروق الكوارتزية المالئة للفراغات والشقوق الصخرية، مترافقة في الكثير من الأحيان مع فلزات معدنية أخرى مثل البيريت والأرسينوبيريت وكميات محدودة لبعض كباريت المعادن الأساسية الأخرى، تكون كميات الذهب في مثل هذه النطاقات عادة مرتفعة تصل إلى ٩٠ غرام/ طن



الشكل (٢) : خارطة توضح توزع أهم مكامن خام الذهب في المملكة العربية السعودية ، مأخوذة من (Collenette and Grainger,1994) .

تتناقص في العينات السطحية لتتراوح بين ٢- ١٢ غرام/ طن، كما يتناقص محتوى الذهب في القطاعات السفلى لنطاقات الأكسدة ليصل إلى أقل من ١ غرام/طن (Collenette and Grainger,1994).

يتبع منجم الصخيبرات مجموعة مردمة الحطامية والمشتقة من صخور بركانية وحطامية بركانية، يعتبر من أفضل الأمثلة لخام الذهب المرافق لشبكة عروق الكوارتز المخترقة للمحقونات المغماتية الصخرية متوسطة الحمضية الديوريتية والتونالیتية، يترافق خام الذهب هنا مع مجموعة من الفلزات مثل: البيريت، البيروتين، الكالكوبيريت و الأرسينوبيريت، ويقدر حجم المنجم بحوالي ٨,٤ مليون طن ويبلغ متوسط تركيزخام الذهب به ٢,٥ غرام/ طن (Al-Shanti,1996).

يقع منجم مهد الذهب ضمن تتابع لصخور الدرع العربي البروتوروزوية المغماتية البركانية الفتاتية (volcanoclastics) والرسوبية المتطبقة (Kemp *et.al.,* 1982; Worl *et.al.*, 1986) و ينتهي هذا التتابع بوحدة صغيرة من الصوان و الشرت، ويقطع هذا التتابع جسم ريوليتي بورفيري. يتواجد خام الذهب ضمن عروق كوارتزية يتراوح سمكها بين ١سم إلى ما يزيد على الخمسة أمتار(غالبيتها بين ١٠- ٥سم) معظمها متصدعة ومتشققة ومعادة الالتحام بجيل لاحق من الكوارتز (Huckerby *et.al.*,1982) ، مترافقة مع ترسبات معدنية ثمينة أخرى كباريت الفضة والنحاس والزنك إضافة لكميات محدودة لبعض كباريت المعادن الأساسية الأخرى مثل البيريت، الكالكوبيريت، السفاليريت، الغالينا والأرسينوبيريت (Hakim, 1979 ; Worl, 1979 and Huckerby *et.al.,* 1982)، يتواجد خام الذهب هنا بنسبة ٣١,٨ غرام/طن وبمخزون احتياطي يصل إلى ١,٤٢ مليون طن (Collenette and Grainger,1994).

افترض (Hakim,1979) نتيجة دراسته للتجمعات المعدنية المرافقة لخام الذهب المتمثلة بمعادن النحاس - الرصاص والزنك أنها نشأت نتيجة تدفقات بركانية سطحية أو تدفقات بركانية تمت ضمن مياه ضحلة العمق في مناطق الانغراس الصفائحي، مع

الأخذ بعين الاعتبار أن تمعدنات خام الذهب قد تتحرك و تنتقل و تعيد تواجدها و توضعها من جديد نتيجة تأثير المحاليل الحارة ذات درجة الحرارة العالية أو المتوسطة المرتبطة غالباً مع النشاط البركاني المصاحب للنشاط الحركي البنيوي.

يعتبر منجم الأمار من الأمثلة النموذجية لتمعدنات عروق الكوارتز والقواطع الصخرية حمضية التركيب المنتشرة في الصخور البركانية المتوسطة والحمضية والمتطبقة مع صخور رسوبية من أصل بركاني اضافة لطبقات صخور الجاسبر أو الصوان. يقدر احتياطي المنجم حالياً بحوالي ٥,٦ مليون طن تحتوي على ٩,٢ غرام/ طن ذهب، مع الملاحظة دائماً بأن تركيز الذهب ينخفض بالقرب من السطح الخارجي ليتراوح بشكل وسطي بين ٣- ٥ غرام/ طن، كما أوضحت نتائج التنقيب الأخيرة امتداد للمنجم القديم باتجاه شمال غرب، يحتوي على احتياطي يقدر بحوالي المليون طن وتتراوح نسبة الذهب فيه بين ٢٠- ٣٠ غرام/ طن (Al-Shanti,1996).

في منجم الأمار و منجم مهد الذهب تترافق ترسبات الذهب الناتجة عن تأثير المحاليل الحارة عالية درجة الحرارة مع الصخور البركانية التي تشكل الجزء العلوي من المقذوفات البركانية البوتاسية والتي تنشأ من وجهة النظر التكتونية في مناطق الانغراس الصفائحي، بينما ترتبط توضعات الذهب الناتجة عن تأثير المحاليل الحارة متوسطة درجة الحرارة مع الصخور البركانية المخترجة أو الأحزمة الصوانية، كمنجم الصخيبرات، السليم، الدويحة، البلغا، الشختلية، الغدارة والحمده (Collenette and Grainger,1994)، وتكون عمليات تجوية فلزات البيريت، الأرسينوبيريت، السيريسيت أوالكلوريت والكربونات شائعة، مما يجعل عمليات الكشف والتحري عن خام الذهب عندئذ غاية في الصعوبة نظراً لتواجده بشكل ناعم جداً على شكل حبيبات مجهرية (Albino *et.al.,* 1995).

في منجم الحمده أيضاً وعلى الرغم من أن تمعدنات الذهب تترافق في الكثير من المواقع مع القواطع الصخرية حمضية التركيب وعروق الكوارتز المخترقة لفيوض

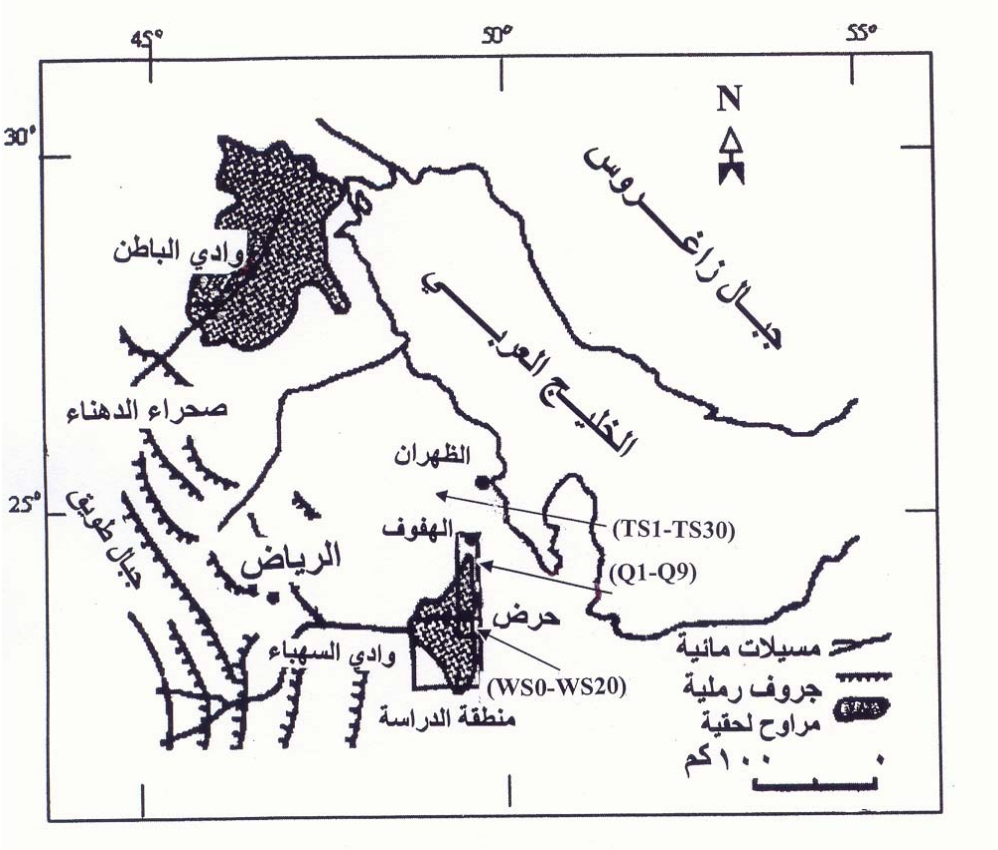
بركانية أو صخور بركانية حطامية يغلب عليها التركيب البازلتي – الأنديزيتي وبشكل أقل الداسيتي – الريوليتي إلا أنها في بعض الأحيان لا تشكل أهمية اقتصادية (Huckerby *et.al.*, 1982) ، وعلى الرغم من أن محتوى الذهب يصل في بعض أجزاءه إلى ١٨,٨ غرام/ طن إلا أنه يصنف ضمن المناجم غير الاقتصادية أو المشجعة وذلك بسبب محدودية انتشاره و صغر حجمه الذي يقدر بحوالي ٠,٠٦ مليون طن .

يتركز خام الذهب في منجم الحجار ضمن الصخور البركانية حمضية التركيب الريوليتية والداسيتية الريوليتية (Fujii *et.al.*,1973 and Viland *et.al.*,1987) يقدر متوسط تركيز محتوى الذهب بنحو ٦ غرام/ طن، كما يقدر حجم الاحتياطي بحوالي خمسة ملايين طن (Al-Shanti, 1996). اضافة لذلك فقد تم التعرف أيضاً على مجموعة من مكامن اغتناءات الذهب المنتشرة في نطاقات الأكسدة المتوضعة فوق تمعدنات الفلزات الكبريتيدية، حيث يتواجد خام الذهب بكميات أكثر اغتناءً في موقعين يقدر مخزون الموقع الأول المتواجد على عمق ٤٥ متر بحوالي ١,٥٤ مليون طن وبتركيز ٣,٤٥ غرام/ طن ، بينما يقدر مخزون الموقع الثاني المتواجد على عمق ٣٠ متر بحوالي ٢,٦٩ مليون طن و بتركيز ٢,٦ غرام/ طن (Collenette and Grainger, 1994).

في منطقة أم مطيرة تشغل عروق الكوارتز الرئيسة و الثانوية الحاملة للذهب الفواصل والشقوق الصخرية، حيث تبلغ سماكة العرق الرئيس حوالي ٠,٧٥ سم يصل في بعض المواقع إلى ١,٣م يمتد لمسافة تصل إلى أربعمائة متر، قاطعة لصخور متكون عرفان التابع لمجموعة مردمة المؤلف من تتابع متكرر للانسكابات البركانية الفتاتية والتي يغلب عليها التركيب البازلتي - الأنديزيتى مع القليل من صخور الداسيت والريوليت، إضافة لبعض طبقات الحجر الرملي والرصيص، يترافق خام الذهب هنا مع معدني البيريت والأرسينوبيريت ويقدر حجم احتياطيه الإجمالي بحوالي ثلاثمائة ألف طن وبتركيز ٧,٣ غرام/ طن (Al-Shanti, 1996).

جمع العينات و طرق التحليل :

لتحقيق هدف البحث أخذت ستون عينة من ثلاثة مناطق تتكشف بها الوحدات الصخرية الرئيسة لمتكون الهفوف هي : منطقة المقطع الرئيس النموذجي، جبل قارة ومنطقة مروحة حرض اللحقية (الشكل - ٣) على النحو التالي :



الشكل (٣) : خارطة تبين منطقة الدراسة و مواقع أخذ عينات الدراسة ، مأخوذة من (Al-Sulaimi and Pitty, 1995) ومعدلة .

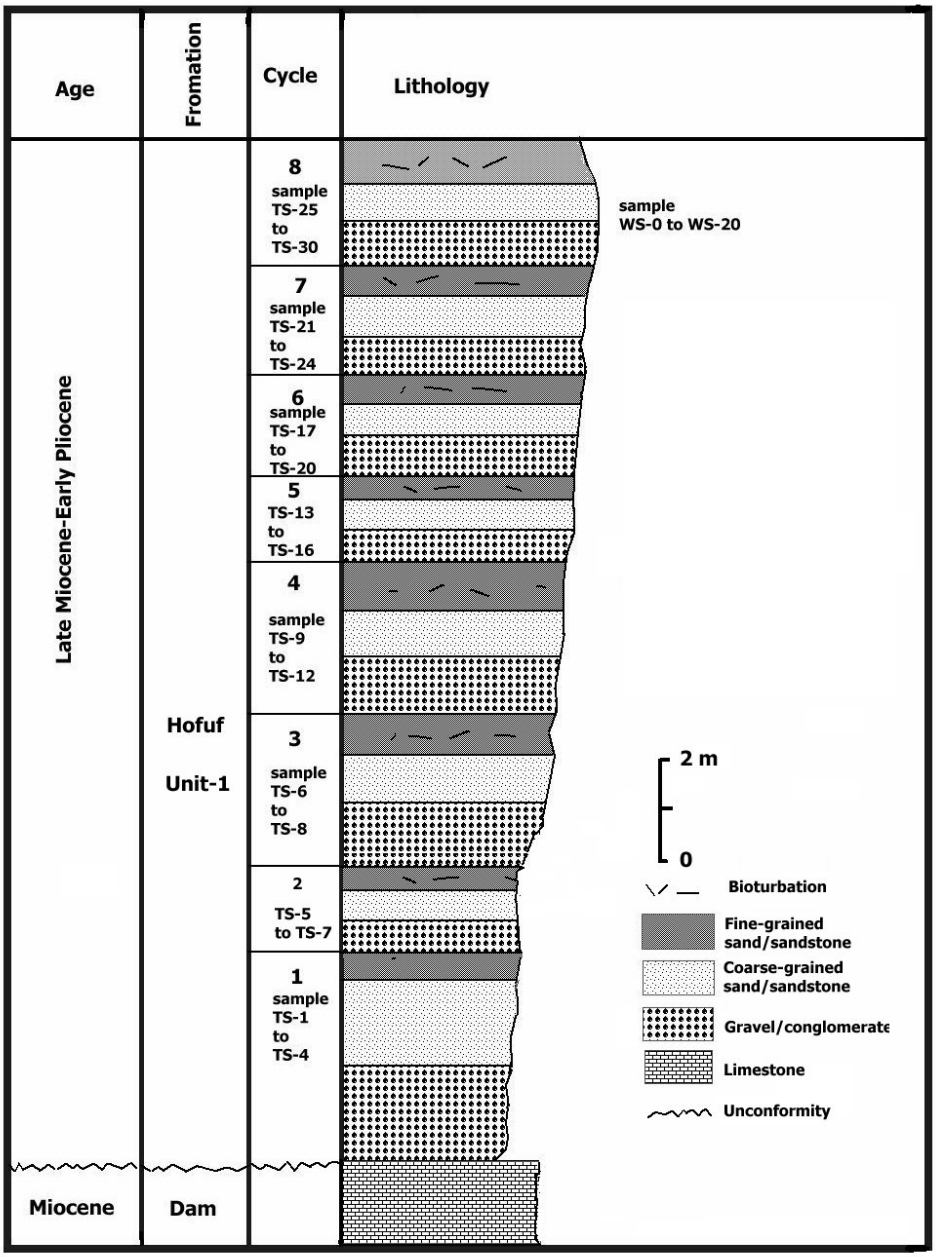
- ثلاثون عينة (TS-1 إلى TS-30) من منطقة المقطع الرئيس النموذجي، متكشف عامودي، أخذت من الوحدة الترسيبية الأولى لمتكون الهفوف ومن كافة الدورات الترسيبية الثمانية وبشكل متتابع من أسفل المقطع الرئيس وحتى قمته (الشكل - ٤).
- إحدى وعشرون عينة (WS-0 إلى WS-20) من منطقة مروحة حرض اللحقية، متكشف أفقي، أخذت من الدورة الترسيبية العليا (الثامنة) للوحدة الترسيبية الأولى لمتكون الهفوف (الشكل- ٣) ، أخذت عينات منطقة حرض بحيث تمثل كامل الامتداد الأفقي تقريباً للقناة الرئيسة اللحقية لمروحة حرض اللحقية والتي تمثل جزء من وادي السهباء على مسافات متباعدة (٢,٥ إلى ٣ كم) من حفر صغيرة تراوح عمقها بين ٢٠- ٣٠ سم من السطح الخارجي، تعكس كل عينة منها بخصائصها الجيوكيميائية خصائص موقعها.
- تسع عينات (Q-1 إلىQ-9) من منطقة جبل قارة ، متكشف عامودي وتمثل عينات جبل قارة هذه الاستثناء، إذ أنها أخذت من الوحدتين الترسيبيتين الثانية والثالثة لمتكون الهفوف (العينات Q-1 إلى Q-5) و (العينات Q-6 إلى Q-9) على التوالي، جُمعت هذه العينات بقصد المقارنة.

قسمت كافة العينات المأخوذة باستثناء عينات جبل قارة إلى قسمين، مثل القسم الأول كامل العينة، بينما نخلت مكونات القسم الثاني بواسطة جهاز نخل آلي (بلغت مدة النخل خمسة عشرة دقيقة، بشكل متواصل)، وفرزت المكونات الحبيبية (ناتج عملية النخل) تبعاً لأحجامها إلى أربعة مجموعات هي: المجموعة الأولى وتتراوح أبعادها بين ٢ملم- ٥٠٠µm وتضم كل من الرمال الخشنة جداً والرمال الخشنة، المجموعة الثانية وتتراوح أبعادها بين٥٠٠- ٢٥٠µm وتضم مجموعة الرمال المتوسطة، المجموعة الثالثة وتتراوح أبعادها بين٢٥٠- ١٢٥µm وتضم مجموعة الرمال الناعمة، وأخيراً المجموعة الرابعة وتتراوح أبعادها بين ١٢٥- ٦٣µm وتضم مجموعة الرمال الناعمة جداً. تم استبعاد كافة المكونات الحبية التي تزيد أبعادها عن ٢ملم والتي تقل عن٦٣µm من بعد تحديد

نسبها الوزنية المئوية من كامل العينة.خصص حوالي عشرة غرامات من كل عينة من أجل تقدير عنصر الذهب فيها، بلغ العدد الكلي للعينات المحللة مائة و اثنا عشرة عينة، أربعين عينة من عينات القسم الأول الممثلة لكامل العينة (الجدول- ١) وأثنان وسبعون عينة من عينات القسم الثاني الممثلة لأجزاء ناتج عملية النخل (الجدول- ٢). أجريت التحاليل في شركة الخدمات الصناعية، الدمام - السعودية بعد إجراء مراحل تحضير العينات الرئيسة التالية :

- طحنت جميع العينات المرسلة للتحليل بواسطة مطحنة آغات لمدة ثلاثون دقيقة إلى أجزاء قل حجمها عن المائة ١٠٠ ميكرميتر و حتى تجانست تماماً .
- أخذ ٢ غرام من كل عينة وهضمت بأربعين مل من محلول الماء الملكي ($3HCl:1HNO_3$) لمدة ثلاث ساعات ، ثم سخن المحلول حتى مرحلة الجفاف تقريباً .
- تم نقل المحلول المتبقي لدوارق عيارية سعة ١٠٠مل بعد ترشيحه من خلال أوراق ترشيح واطمان- ٤ .
- تم غسل الراسب المتبقي بمحلول حمض الهيدروكلورك (HCl-1M) ثم اكمل ناتج الترشيح إلى ١٠٠ مل بالماء المقطر.

حدد تركيز محتوى عنصر الذهب في العينات بواسطة جهاز بلازما أيونية موصول مع مطياف كتلة (ICP) على طول الموجتين ٢٤٢,٧٩٥nm و ٢٦٧,٥٩٥ nm ، بتيار متردد ٢٣٠ فولت و بتردد ٢٧ ميغاهيرتز ، و تم رسم المنحنى البياني العياري لعنصر الذهب من العينات (٠,١٠٠، ٠,٠٥٠، ٠,٠٢٥، ٠ غرام/ طن) .



الشكل (٤) : يبين الدورات الترسيبية الثمانية للوحدة الترسيبية الأولى من تشكيلة الهفوف ، معدلة (Al-Saad et.al.,2002) ، و يوضح السويات التي أخذت منها العينات الصخرية المدروسة.

النتائج والمناقشة :

أدرجت نتائج تحليل عنصر الذهب في الجدولين (١) و (٢) مقدرة كجزء من المليون (غرام/ طن)، يوضح الجدول (١) نتائج تحليل خام الذهب لكامل أجزاء العينات الصخرية المدروسة (كافة مكوناتها الحبيبية)، بينما يوضح الجدول (٢) نتائج تحليل الخام للمجموعات الحبيبية المنخولة و الممثلة للمكونات الحبيبية الخشنة، المتوسطة والناعمة لعينات منطقة المقطع الرئيس النموذجي (TS).

يلاحظ عند متابعة تراكيز توزع عنصر الذهب في كافة العينات الممثلة لكافة الدورات الترسيبية الثمانية لمتكون الهفوف و لكافة مركبات و أجزاء أو نواتج عملية النخل (الجدول–٢) أنها محدودة الامتداد خاصة في منطقة المقطع الرئيس النموذجي (TS)، فقد انحصر تواجد عنصر الذهب فقط في المكونات الحبيبية الناعمة لناتج نخل العينات TS-17 إلى TS20 ، TS-22 إلى TS-23 و TS-28 إلى TS-30 والتي تقل أبعادها عن ١٢٥ µm الممثلة للجزء العلوي من المقطع الرئيس النموذجي (TS) والعائدة للدورات الترسيبية الثلاثة العليا الأحدث.

يفسر تواجد عنصر الذهب مع المكونات الحبيبية الناعمة غالباً بالعلاقة مع طاقة التيارات المائية ضمن القنوات النهرية القديمة ، فصخور الدرع العربي أي صخور المصدر الغنية بخام الذهب تبتعد مسافات كبيرة تقدر بمئات الكيلومترات عن مواقع أخذ العينات في المقطع الرئيس ، بالتالي من المفترض أن تكون طاقة التيارات المائية ضمن القنوات النهرية قد انخفضت و بدأت الرسوبات المحمولة الدقيقة والناعمة بالترسب مرسبة معها أيضاً الفلزات المعدنية خاصة تلك ذات الأوزان النوعية المرتفعة كالذهب.

بلغت أعلى قيمة لتركيز محتوى عنصر الذهب ١,٨٧ غرام/ طن في قمة الدورة الترسيبية الثامنة لمتكون الهفوف في العينة TS-30، بينما تناقص محتواه في العينات التابعة للدورتين الترسيبيتين الأدنى السابعة و السادسة ليتراوح بين ٠,١٦ – ١,٣٣ غرام/ طن وتركز هنا أيضاً في الأجزاء الناعمة < ١٢٥ µm، في حين تناقص محتواه إلى< من ٠,١

غرام/ طن في جميع العينات المأخوذة من الدورات الترسيبية الخمسة الأولى، و في أجزاء المكونات الحبيبية المتوسطة و الخشنة من عينات الدورات الترسيبية الثلاثة العليا، مع ضرورة الاشارة هنا بأن النسبة الوزنية لأجزاء المكونات الحبيبية الناعمة المفروزة من العينات الصخرية المدروسة لم يتجاوز نسبة الـ ٢٥٪ من الوزن الكلي للعينة. إن انخفاض هذه النسبة يشير غالباً إما إلى سيطرة أوساط ترسيبية ذات طاقة حركية عالية

جدول (١) :

نتائج تقدير محتوى عنصر الذهب لعينات المقطع الرئيس النموذجي ، لعينات منطقة حرض (وادي السهباء) و عينات جبل قارة (كامل العينة) ، مقدرة بالجزء من مليون.

old g/t	Sample No.	Gold g/t	Sample No.	Gold g/t	Sample No.
<0.1	Q1-Total	12.683	WS-01- Total	<0.1	TS-01-Total
<0.1	Q4-Total	4.833	WS-03- Total	<0.1	TS-03-Total
<0.1	Q6-Total	<0.1	WS-05- Total	<0.1	TS-07-Total
<0.1	Q7- Total	<0.1	WS-07- Total	<0.1	TS-08-Total
<0.1	Q8- Total	<0.1	WS-08- Total	<0.1	TS-09-Total
<0.1	Q9- Total	<0.1	WS-09- Total	<0.1	TS-10-Total
		<0.1	WS-10- Total	<0.1	TS-11-Total
		<0.1	WS-11- Total	<0.1	TS-12-Total
		<0.1	WS-12- Total	<0.1	TS-13-Total
		<0.1	WS-13- Total	<0.1	TS-14-Total
		<0.1	WS-14- Total	<0.1	TS-16-Total
		<0.1	WS-15- Total	<0.1	TS-17-Total
		<0.1	WS-17- Total	<0.1	TS-19-Total
		<0.1	WS-18- Total	<0.1	TS-21-Total
		24.221	WS-19- Total	<0.1	TS-23-Total
				<0.1	TS-24-Total
				<0.1	TS-26-Total
				<0.1	TS-28-Total
				<0.1	TS-30-Total

و/أو مضطربة، أو قد يشير إلى نشاطات بنيوية حركية للأجزاء الشرقية من الصفيحة العربية تزامنت مع عملية الترسيب (Al-Sulaimi and Mukhopadhyay, 2000)، كذلك فإنه من الممكن أن يشير أيضاً إلى تغيرات مناخية حادة تميزت بهطولات مائية غزيرة نجم عنها فيضانات مائية سريعة في القنوات المائية أدت إلى نقل مثل تلك التوضعات اللحقية الخشنة والحصوات الكبيرة جداً المنتشرة في تشكيلة الهفوف (Whybrow and McClure, 1981 ; Edgell, 1989) ، لذلك فإن مثل تلك التوضعات اللحقية الخشنة يمكن أن تكون قد نقلت أثناء فيضانات موسمية طارئة بشرط تواجد كميات كافية من المياه وتوفر الطاقة اللازمة الهائلة لنقل مثل هذه الكميات الكبيرة جداً من الحطاميات والتي توضعت في تلك المناطق كما يفترض (Fuchs *et.al.,* 1968) .

حددت العينات المدروسة من منطقة حرض (وادي السهباء) (WS) شواذات كبيرة من محتوى عنصر الذهب تراوحت بين ٤,٨ - ٢٤,٢ غرام/ طن في العينات WS-1، WS-3 و WS-19 ، مع العلم أنه كان من المتوقع توافر تراكيز أعلى من عنصر الذهب هنا خاصة في الأجزاء الناعمة مقارنة مع العينات المماثلة المأخوذة من منطقة المقطع الرئيس، والسبب بذلك يعود إلى قرب منطقة حرض مقارنة مع منطقة المقطع الرئيس من صخور الدرع العربي المبلورة و التي تعتبر المصدر الرئيس لخام الذهب، و للتأكد من ذلك يفضل متابعة الدراسات الاستكشافية الجيوكيميائية بشكل أكثر دقة و تفصيلاً .

كنتيجة يمكن القول بأن التراكيز العليا لعنصر الذهب المتصاحبة مع عينات الدورات الترسيبية الثلاثة العليا الأحدث من المقطع الرئيس النموذجي (TS) ترتبط مع الحبيبات الناعمة <١٢٥ µm (الشكل- ٤) ، و يتناقص تركيز عنصر الذهب مع انتقالنا للدورات الترسيبية الخمسة الأدنى و الأقدم عمراً (الشكل- ٤) ، قد يعود هذا التناقص في التركيز بشكل رئيس إلى تناقص طاقة التصريف و الجريان السريع لبعض المسيلات المائية خلال الزمن ، كما تم توثيق التراكيز المرتفعة لعنصر الذهب في الدورة الترسيبية الأخيرة (الثامنة) من متكون الهفوف المنتشرة في منطقة حرض و التي تعتبر أقرب لمنطقة

التغذية والمصدر المتمثلة بصخور الدرع العربي، إضافة لذلك يمكن ربط ارتفاع تركيز اغتناء عنصر الذهب بالجزء العلوي من متكون الهفوف اللحقية بتزايد درجة ومقدار تجوية صخور المصدر المغماتية (صخور الدرع العربي) الحاضنة للذهب في تلك الفترة الزمنية، كما يمكن أن يكون لشكل تعرج الأودية والمسيلات المائية دوراً هاماً في تركيز خام الذهب ضمن التوضعات الحطامية اللحقية المنقولة.

جدول (٢)

نتائج تقدير محتوى عنصر الذهب لعينات المقطع الرئيس النموذجي و لعينات منطقة حرض (وادي السهباء) ،(مجموعات ناتج عملية النخل:F- ناعمة الحبيبية، M- متوسطة الحبيبية و G- خشنة الحبيبية) ، مقدرة بالجزء من مليون

Gold g/t	Sample No.	Gold g/t	Sample No.	Gold g/t	Sample No.
<0.1	TS-23-G	<0.1	TS-15-M	<0.1	TS-07-F
<0.1	TS-24-F	<0.1	TS-15-G	<0.1	TS-07-M
<0.1	TS-24-M	<0.1	TS-16-F	<0.1	TS-07-G
<0.1	TS-24-G	<0.1	TS-16-M	<0.1	TS-08-F
<0.1	TS-25-F	<0.1	TS-16-G	<0.1	TS-08-M
<0.1	TS-25-M	0.647	TS-17-F	<0.1	TS-08-G
<0.1	TS-25-G	<0.1	TS-17-M	<0.1	TS-09-F
<0.1	TS-26-F	<0.1	TS-17-G	<0.1	TS-09-M
<0.1	TS-26-M	1.333	TS-18-F	<0.1	TS-09-G
<0.1	TS-26-G	<0.1	TS-18-M	<0.1	TS-10-F
<0.1	TS-27-F	<0.1	TS-18-G	<0.1	TS-10-M
<0.1	TS-27-M	0.730	TS-19-F	<0.1	TS-10-G
<0.1	TS-27-G	<0.1	TS-19-M	<0.1	TS-11-F
0.760	TS-28-F	<0.1	TS-19-G	<0.1	TS-11-M
<0.1	TS-28-M	0.785	TS-20-F	<0.1	TS-11-G
<0.1	TS-28-G	<0.1	TS-20-M	<0.1	TS-12-F
0.840	TS-29-F	<0.1	TS-20-G	<0.1	TS-12-M
<0.1	TS-29-M	<0.1	TS-21-F	<0.1	TS-12-G
<0.1	TS-29-G	<0.1	TS-21-M	<0.1	TS-13-F
1.867	TS-30-F	<0.1	TS-21-G	<0.1	TS-13-M
<0.1	TS-30-M	0.161	TS-22-F	<0.1	TS-13-G
<0.1	TS-30-G	<0.1	TS-22-M	<0.1	TS-14-F
		<0.1	TS-22-G	<0.1	TS-14-M
		0.463	TS-23-F	<0.1	TS-14-G
		<0.1	TS-23-M	<0.1	TS-15-F

التقيم الاقتصادي لخام الذهب في رواسب الأودية :

قدر Boyle (1987) كمية الإنتاج السنوي من الذهب بحوالي ١,٣٣٨طن ، منها ٢٠٪ تستخرج من رواسب الأودية النهرية، في وقتنا الحالي تساهم مجموعة من الأنهار المتدفقة مثل نهر" التبير، بو، الرون، الراين، النيل، زامبيزي، النيبر، السنغال، هندوس، لينا وألدن " بجرف و نقل وترسيب كميات هائلة جداً من التوضعات الصخرية الرسوبية اللحقية التي تعتبر في الكثير من الأحيان مصدراً رئيساً لعدد كبير من الخامات المعدنية الاقتصادية الثمينة كالذهب (Bugrov,1974).

يستخرج الجزء المتبقي من خام الذهب ٨٠٪ برأي Boyle(1987) من الصخور المغماتية الجوفية كصخور الغابرو و الغرانيت القديمة أو من القواطع الصخرية الريوليتية التركيب أو العروق الكوارتزيتية الحديثة التي تخترقها .

وعلى الرغم من أن الباحثين (Fyfe and Kerrich,1982) كانا قد اقترحا متوسط تركيز عنصر الذهب لصخور الغابرو بـ ١,٧ غرام/ طن و لصخور الغرانيت بـ ٢ غرام/ طن، حصل (Takla *et.al.,*1990); (Searle *et.al.,*1976) على قيم عالية من تراكيز عنصر الذهب الناتجة عن تحليل عدد كبير من عينات صخور الغابرو المنتشرة في الدرع العربي والتي تحتوي على أكثر من أربعين ضعفاً من الذهب ، و لتوضيح ذلك قدم (1982) Marmonts ومن ثم كل من Ba-Bttat and Hussein (1983) تصوراً لميكانيكية تكون واغتناء تركيز عنصر الذهب في صخور الغابرو القاعدية، يفسر سبب اغتناء صخور الدرع العربي القاعدية بخام الذهب، كما يفسر شكل تواجده ضمن الشقوق والكسور مترافقاً مع قواطع وجدر الكوارتز، لإن تجوية وحت صخور الدرع العربي، القاعدية كانت أو الحامضية التركيب وتفتتها عبر العصور الجيولوجية، ثم انتقالها وجرفها بواسطة شبكة الأنهار والمسيلات المائية النيوجينية ومن ثم ترسيبها لاحقاً في الأودية والمراوح اللحقية الحطامية، سيقود إلى اغتناء هذه التوضعات الرسوبية الحطامية اللحقية بالكثير من الخامات المعدنية منها خامات عنصر الذهب.

لقد قدمت هذه الدراسة الجيوكيميائية الأولية نتائج ايجابية بما يخص وفرة عنصر الذهب في التوضعات الصخرية اللحقية النهرية لمتكون الهفوف المتكشفة في منطقة المقطع الرئيس النموذجي و منطقة حرض، كما أوضحت نتائج تحليل بعض العينات المدروسة احتواء عنصر الذهب بكميات مشجعة وقيم اقتصادية واعدة خاصة تلك المرتبطة بالمكونات الرسوبية الحبيبية الناعمة < ١٢٥ µm. لذلك يوصى بدراسة و تقيم الرسوبات اللحقية النهرية المنتشرة بكثرة في العديد من الأودية و المسيلات المائية القديمة كونها قد تمثل هدفاً واعداً لاستكشافات جيوكيميائية للعديد من العناصر الكيميائية خاصة الذهب، كما ينصح بمتابعة وتكثيف الدراسات المعدنية الجيوكيميائية التفصيلية والتعدينية الدقيقة من أجل تحديد وضعها الاقتصادي بدقة.

لذا قد يكون من الضروري اقتراح وتبني مشروع بحثي جيوكيميائي تنقيبي على مستوى المملكة يهدف إلى التحري والتحقق ومن ثم التحديد بشكل دقيق نوعية وكمية التمعدنات الفلزية المتوضعة ضمن الأودية والمسيلات النهرية القديمة والمرافقة للتوضعات الرسوبية اللحقية وذلك نتيجة مجموعة من العوامل يمكن أدراجها على النحو التالي:

- استنزاف ونضوب احتياطي خام الذهب المرتبط مع عروق الكوارتز تدريجياً لعدد كبير من المناجم في المملكة نتيجة عمليات الاستخراج والتعدين، فمثلاً في منجم الاستكشاف الجديد في مهد الذهب يقدر احتياطي الذهب بحوالي ٢٩,٧ طن على أن يتم انتاج حوالي ٢,٩ طن سنوياً ، مما يعني أن العمر الافتراضي لهذا المنجم يقدر بعشر سنوات فقط (Al-Shanti,1996).
- أدت العوامل التالية: كالطلب المتزايد على الذهب، و ارتفاع سعر غرام الذهب في الأسواق العالمية وتطور التقنيات الحديثة في استخلاص الذهب إلى اعتبار محتوى تركيز خام الذهب الاقتصادي حالياً بـ ٠,٥ غرام/ طن في المناجم الصخرية (Hamimi,1997).
- سهولة عمليات التنقيب عن خام الذهب في رسوبيات الأودية اللحقية.
- سهولة معالجة وتحرير خام الذهب من التوضعات الصخرية اللحقية المفتتة وعمليات التعدين بطريقة المقالع (المحاجر السطحية).

كلمة الشكر :

أتقدم بشكري الجزيل إلى عمادة البحث العلمي بجامعة الملك فيصل لتمويلها هذه الدراسة و دعمها هذا البحث العلمي التطبيقي. كما أتقدم بعميق الشكر للأخ الأستاذ الدكتور صبحي بن جابر نصر الأستاذ في قسم الجيولوجيا - كلية العلوم - جامعة قطر على مرافقته لي في الحقل وتقديمه لي عدد كبير من النصائح الاستشارية العلمية.

References:

1. Agar, R.A.(1992):the tectono-metallic evolution of the Arabian Shield. Precamb. Res. 58, 169-194 pp.
2. Albino, G., Jalal, S., and Christenesen, K., (1995): Neoproterozoic mesothermal gold mineralization at Sukhaybarat east mine, Saudi Arabia. Trans. Instn. Min. Metall., 104, 157-170 pp.
3. Al-Bakri,D.,Rejchert,M.,Al-Sulaimi, J.S.,Kittanch,W. and Salman,A., (1988): Assessment of the sand and gravel resources of Kuwait , Geomorphology and Geology,Vol.3, Kuwait Institute for Scientific Research Report No.KISR 2830, Kuwait,78pp.
4. Al-Saad,H.,Nasir,S.,Sadooni,F.and Alsharhan,A.S.., (2002): Stratigraphy and sedimentology of the Hofuf Formation in the State of Qatar in relation to the tectonic evolution of the East Arabian Block.N.Jb.Geol. Palaeont.Mh.No.7.,426-448pp.
5. Al-Shanti,A.M.,(1996):Mineral deposits in the kingdom of Saudi Arabia, King Abdulaziz University,Jeddah,310pp.
6. Al-Sulaimi, J.S., (1994): Petrological characteristics of clasts in the Dibdibbah gravel of Kuwait and their relevance to provenance. J. Univ. Kuwait (Sci.), 21: 117-134 pp.
7. Al-Sulaimi, J.S., and Pitty, A.F., (1995):Origin and depositional model of Wadi Al-Batin and its associated alluvial fan, Saudi Arabia and Kuwait. Sediment. Geol. 97:203-229 pp.
8. Al-Sulaimi, J. S., Mukhopadhyay, A. (2000): An overview of the surface and near-surface geology, geomorphology and natural resources of Kuwait. Earth Sc. Rev. 50:227-267 pp.
9. Ba-Bttat,M.A., and Hussein,A.A., (1983): Geology and mineralization of the Jabal Samran-Jabal,Abu Mushut area, Saudi Arabia. Bull. Fac. Earth Sci.,King Abdulaziz Univ.,Vol.6,571-578pp.
10. Blondeau, A. and Cavelier,C. (1973):The Tertiary of the Qatar Peninsula (Arabic Gulf). Soc. Geol. Fr. Bull., 2:5-20 pp.
11. Bogoch, R., Shirav, M., Beyth, M., and Halicz. , (1993) : Geochemistry of ephemeral stream sediments in the Precambrian mountaineous arid terrain of southern Israel. J. Geochim. Explor. 46, 349-364 pp.
12. Boyle ,R.W., (1987) :Gold , History and Genesis of Deposits.Van Nostrand Reinhold Company Inc.
13. Bowell, R.J., Foster, R.P., Gize, A.P., (1993):The mobility of gold in tropical rain forest soils. Econ. Geol. 88:999-1016 pp.
14. Bugrov,V.(1974):Geochemical sampling techniques in Eastern Desert of Egypt.Jour.Geoch.Explor.Vol.3,67-75pp.
15. Bussey, S. D., Taufen, P.M, Scuhomel, B.J., Ward, M. (1993):Soil and stream sediment geochemical dispersion over the Bell Springs deposit, Hog Ranch Mine,

Washoe County, Nevada.J.Geochem.Expl..47:217-234 pp.
16. Butt, C.R.M. (1992): Semiarid and arid terrains in regolith exploration geochemistry in tropical and subtropical terrains. In: Butt, C.R.M., Zeegers, H. (Ed.), Handbook of exploration Geochemistry 4. Elsevier, Amsterdam.
17. Cavelier, C. (1970):Geological description of the Qatar Peninsula (Arabian Gulf).BRGM, Paris, 39 pp.
18. Chapman,R.W.,(1978):General information on the Arabian Peninsula geomorphology.In S.S Al-Sayari and J.G. Zoelt (editors). Quaternary period in Saudi Arabia Springer-Verlag, 19-30 pp.
19. Colin, P., Lecomte, P., Edou-Minko, A., Benedetti, M.(1993):Regional exploration stratigies at Pounga, Gabon, and gold distribution under equatorial rain forest conditions.Chron.Rech. Min.,510:61-68pp.
20. Collenette, P. and Grainger, D. (1994): Mineral resources of Saudi Arabia. DGMR special publication Ministry of Petroleum and Mineral Resources. Jeddah. KSA.
21. Edgell, H.S. (1989): Evolution of the Rub' al Khali Desert. J.K. A.U: Earth Sci.3:109-126 pp.
22. Fletcher, W.K., and Loh, C.H. (1996): Transport of cassiterite in Malaysian stream: implications for geochemical exploration. J. Geochem. Explor. 57:9-20 pp.
23. Fyfe,W.S., and Kerrich,R.,(1982):Gold:Natural concentration prcesses, In:Gold 82:The geology.geochemistry and geneisis of old deposits, Foster, R. P. (Ed.) ,Geol.Soc Zimbabwie,Special Pub.No.1.,99-127pp.
24. Fuchs, W., Gattinger, T.E. and Holzer, H.F., (1968): Explanatory Text to the Synoptic Geologic Map of Kuwait. Geological Survey of Austria, Vienna (unpublished).
25. Fujii,N.,Kato,K. and Kuwagata,H.(1973):Preliminary report on geology and mineralization of the AL Hajal propect,northern wadi Shwas are (19/42A),Japanese Geological Survey Report JGS-6-2,20p.,4 ill.,1 table.
26. Hakim,H.D.,(1979):FerrousLFerric rations as an indication of near surface mineralization at Mahd adh Dahahab,Saudi Arabia.In Evolution and Mineralization of the Arabian-Nubian Shield,King Abdulaziz Univ.IAG Bull.3:57-63.
27. Hamimi,Z.,(1997):Gold the Prince of Metals,Origin and History, Arabic Company for Publication and Distribution.,348p.
28. He'rail, G., Lagos, J., and Vivallo, W. (1999):Gold dispersion in Andean desert environments(Atacama,Chile).J.Geochem.Expl.66:427-439 pp.
29. Hoetzl, H., Felber, H. and Zoetl, J.G., (1978):The Quaternary development of the upper part of Wadi Ar-Rimah (Saudi Arabia). In: S.S. Al-Sayari and J.G. Zoetl (Editors), Quaternary Period in Saudi Arabia. Springer-Verlag, New York, N.Y., 173-182 pp.
30. Hsu, L.C., Bonham, H.F., Price, J.G., Garside, L.J., Desilets, M.O., Lechler , P.J.,

(1995):Geochemical characteristics of the Paleozoic sedimentary rocks in the Winnemucca Quadringle, Nevada, U.S.A., - background values for gold exploration.Expl.Min.Geol.,4: 227-247pp.

31. Huckerby, J. A, Moore, J. MacM. And Davis, G.R.D. (1982): Mineralization and structure at the Mahd Adh Dhahab Gold mine, Saudi Arabia, Abstract in Precambrian Research,Vol. 16 pp.A24.
32. Jackson, N.J., and Ramsay, C.R. (1980): Time-space relationships of Upper Precambrian volcanics and sedimentary units in the central Arabian Shield. J.Geol., Soc.Lond.,137:617-628 pp .
33. Kemp,J.,Gros,Y,. and Prian,J.P.(1982):Geological map of the Mahd adh Dahahab quadrangle,sheet23.E,KSA,DMMR geologic map GM-64,1pl., (1:250,000) with text 39p.,2 figs.,1 table.
34. .Marmont,S.,(1982): The role of felsic intrusion in gold mineralization In Colvine,A.C.(Ed.):The geology of gold in Ontario. Ontario Geol. Surv., Miscell. Paper No.110,38-47pp.
35. Murris, R. (1980): Middle East: Stratigraphic evolution and oil habitat. AAPG Bull. 64, 597-618 pp.
36. Powers, R.W., Ramirez, L.F., Redomnd, C.D., and Elberg, E.L. Jr. (1966): Geology of the Arabian Peninsula: Sedimentary geology of Saudi Arabia. U.S. Geological Survey. Prof. Paper No. 560-D, 147 pp.
37. Powers, R. W. (1968):Lexique stratigraphique International:Asie, Vol. III, Fasc.1061-Saudi Arabia. CNRS, Paris, 177 pp.
38. Sabir, H. (1991): Ancient mining and its impact on modern mineral exploration in Saudi Arabian Directorate General of Mineral Resources. Technical Report BRGM-TR-11-3, 31 pp.
39. Searle,D.L.,Carter,G.S., and Shalaby,I.M.,(1976):Mineral exploration at Mmm Samuki.U.N.Technical Report.Egypt.72-008/3.
40. Seeley, J.B., and Senden, T.J. (1994): Alluvial gold in Kalimantan, Indonesia: A colloidal origin?. J. Geochem. Expl., 50, 457-478 pp.
41. Standring, A.J., and Sugden, W., (1978): Qatar inLexique Stratigraphique International. Vol III, Fasc. 1063 CNRS, Paris.
42. Takla,M.A.,El Dougdoug,A.A.,Rasmy,A.H.,Gad,M.A., and El-Tabble , H.K.,(1990):Origin of Mmm Eleiga gold mineralization,South Eastern Desert, Egypt.Mineral.,Vol.2.,3-20pp.
43. Tingley, J.V., Caster, S.B., (1999): Stream sediment exploration for gold and silver in Nevada – application of an old prospecting method using modern analytical techniques. J. Geochem. Expl. 66:1-16 pp.
44. Vail, J.R.,(1985): Pan-African (late Precambrian) tectonic terranes and the reconstruction of the Arabian-Nubian Shield. Geology, 13:839-842 pp.
45. Viland,J.C.,Billa,M.,Couturier,P,A.,Kelber,J. and Sonnendrucker,P. (1987) : Reviw of gold mineralzation in the Arabian Shield,KSA, DGMR Open-File

Report BRGM-Of-06-6.
46. Water Atlas of Saudi Arabia,(1984):Ministry of Agriculture and Water in cooperation with Saudi Arabian-United States Joint-Commission on economic cooperation.
47. Weijermars, R. (1998): Plio-Quaternary movement of the East Arabian block. Geoarabia, 3:509-540 pp.
48. Whybrow, P.J. and McClure, H.A. (1981):Fossil mangrove roots and paleoenviro-nments of the Miocene of eastern Saudi Arabia. British Mus. Nat. Hist. (geol),Bull. 41:271-382 pp.
49. Worl, R.G., (1979): Ore controls at the Mahd Adh Dhahab gold min, Kingdom of Saudi Arabia, in Evolution and Mineraization of the Arabian-Nubian Shield,King Abdulaziz University .I.A.G.,Bull. (3),2: 93 -107.
50. Worl, R.G., Doebrich, J.L., Allen, M.S., Afifi, A.M., Ebens, R.J., and Burnker, C.M. (1986): Rock geochemistry in the Mahd adh Dhahab district, Saudia Arabia. Open-File-Report-USGS-OF-06-459 pp.

Placer Gold Concentration in the Hofuf Alluvial Formation of The Eastern Saudi Arabia

Abdulrahman Mohieddin Al-Safarjalani
College of Agricultural and Food Sciences,King Faisal University
Al-Hassa , Kingdom of Saudi Arabia

Abstract:

Sixty representative samples were collected from the conglomeratic sandstone stream sediments of Hofuf and Haradh areas. These samples belong to the Hofuf Formation of Neogene's Period. They were studied for their content of gold to assess the geochemical signature of gold (placer) deposits.

The results shown that the fine-grained fraction (<125 μm) of the samples from the three new upper cycles of the sand unit in the type-section area contain the highest amounts of gold (0.16-1.87 g/t). The coarse- and mediμm-grained fractions contain low amounts of gold (<0.1 g/t). Samples representing the old lower cycles contain only few amounts of gold (<0.1 g/t). Gold contents are highest in the first three upper cycles and decreases downward.

Samples from Haradh area were collected from the surface along a horizontal traverse. The samples represent only the uppermost cycle.The gold dispersion anomaly at the Haradh area, which occurs along the Wadi As Sahba, is of a high extent in three samples, representing three locations; The sample WS-19 contains the highest amount of gold (24.22 g/t), whereas the samples WS-1 and WS-3 contains 12.58 g/t and 4.83 g/t respectively. The rest of the samples contain only low amount of gold (<0.1 g/t). Samples representing the calcarenite and argillaceous sandstones from the second and third unit of the Hofuf Formation were collected from Jabal Qarah area. None of these samples contain gold. On mineralogical basis, the present work suggests that Hofuf and the Haradh stream sediments represent a promising target for further geochemical exploration for precious metals, especially gold. Data indicate that placer gold in the studied sediments sometimes reaches 24 g/t..Placer gold is concentrated in the fine fraction (< 125 μm). It is recommended that exploration of gold in arid region must be directed essentially to the fine sized fraction.