التنقيب الجيوكيميائي / لمحة بسيطة
Geochemical Exploration

مقدمة : التنقيب الجيوكيميائي هو أحد الجوانب التطبيقية المباشرة في استخدام التوزيع الكمي للعناصر، وبالأخص لعناصر النادرة (Trace elements) وبعض المركبات الكيماوية في البحث عن تجمعات معدنية او هيدروكربونية، وليس بالضرورة ان تكون مثل هذه التجمعات ذات مردود أقتصادي في الوقت الحاضر. وهذا يعتمد على مايمكن ان يطرأ على تكنولوجيا استخراج مثل هذه التجمعات.

وعلى سبيل المثال فأن ماكان يستخرج من كميات من (الرصاص والخارصين) على شكل معدني (Galena & sphalerite) من عروق معدنية في اواسط انكلترا في عهد الرومان لم أعتمد على عمليات الانتقاء اليدوي للبلورات بكبيرة فقط، والخالية من الشوائب المعدنية. ففي ذلك الوقت لم تتوفر تكنولوجيا خاصة بفصل المعادن الثانوية (الغنية) Gangue minerals من البلورات او التجمعات البلورية للمعدن المذكور، غير انه وبفضل التقدم التقني اصبح من الممكن ان يتم فصل هذين المعدنين عن المواد الثانوية، بالاضافة الى ذلك وبسبب امتداد هذه العروق الى ابعاد قد تصل الى اكثر من (1كم) عمقاً فأنه لم يكن بالامكان ان تصل عمليات الحفر العميق للمناجم الى اكثر من (بضعة عشرات من الامتار).

اما في الوقت الحاضر فأن عمل المناجم العميقة (Deep Mines) اصبح ممكناً وحتى الى اكثر من (1كم عمق). كما هو الحال في الانابيب (Pipes) المستخدمة في استخراج الالماس من صخور الكيمبرلايت (Kimberlite) في جنوب افريقيا، وكذلك بالنسبة للابار المستخدمة في عمليات حفر ابار النفط.

كذلك فأن العديد من المناجم التي كانت قد تركت في الماضي بسبب المشاكل الناجمة عن تدفق المياه الجوفية وعدم وجود تكنولوجيا متقدمة للحفر او للتخلص من المياه قد اعيد فتحها لاستغلال تجمعاتها المعدنية في مستويات اعمق.

=)=

أضافة الى كل ماتقدم فأن استخدام توزيع وكمية العناصر في مختلف المواد الارضية الطبيعية كالتربة والماء والجليد والصخور قد ساعد في اكتشاف تجمعات معدنية وقطاة بمثل هذه المواد . وثبت في حالات كثيرة ان هذه التجمعات المعدنية غير المنكشفة (Unexposed) على السطح كانت ذات مردودات اقتصادية وتوجد امثلة كثيرة في هذا العالم قد تم اكتشاف تجمعاتها المعدنية او الهيدروكربونية باستخدام الجيوكيمياء الاستكشافية او الاستكشاف الجيوكيميائي .

انتقالية العناصر النادرة Mobility of trace Elements

يقصد بقابلية انتقال العناصر النادرة في عمليات الاستكشاف الجيوكيميائي : هو انتقالها او تحركها خلال المواد الطبيعية الموجودة دون التأثير على هذه المواد .
ان انتقال هذه العناصر يتم دون التأثير على طبيعتها المعدنية او التركيبية . ويكون هذا الانتقال اما خلال الكسور الصغيرة (Microfractures) او بطريقة الانتشار (Diffusion) خلال الحبات المكونة لهذه المواد .
واستنادا الى طبيعة هذا الانتقال فقد امكن تقسيمه الى :

١. انتقالية العناصر تحت ظروف درجات حرارية والضغط العاليين (High temp. and Pres.)

مثل هذا الانتقال يحدث في الاعماق السحيقة تحت سطح الارض اي (في نفس ظروف تكون الصخور الاولية او الصخور الام) . اي يتم انتقال العناصر وهي مرتبطة بالمعادن الاساسية المكونة للصخور الام . اي يتم انتقالها بالاصطياد (Trapping) من قبل المعادن الاساسية . فعند ابتداء عملية التبلور من الصهير تتوزع هذه العناصر على البلورات التي تتكون من الصهير اولا . ويبقى قسم منها في الصهير السائل المتبقي (Residual Melt) . وعلى سبيل المثال فمن الممكن دخول عنصر الخارصين (Zn^{+2}) في معادن البيروكسين وعلى الشكل التالي :

$$Zn^{+2}\,(Melt) + CaMgSi_2O_6\,(Pyroxene) \longrightarrow CaZnSi_2O_6 + Mg^{+2}\,(Melt)$$

ان عملية الاستبدال في المثال اعلاه تعتمد على عدد من العوامل منها :

الحجم الأيوني (Ionic size)، والشحنة والتكافؤ (charge)، والعدد التناسقي (Coordination-number)، إضافة إلى خصائص الترابطية للعناصر (Bonding-cha)، والجدول أدناه يبين العامل للاستبدال الأيوني (Index of Ionic replacement) لعدد من العناصر النادرة، وهو يعتمد على العوامل التي ذكرت أعلاه.

العنصر	العامل	العنصر	العامل	العنصر	العامل
Sc^{+1}	0.20	Ge^{+4}	0.46	Ba^{+1}	0.07
Fe^{+2}	0.22	$Si^{+4}.Ni^{+2}$	0.48	Pb^{+2}	0.08
Cr^{+3}	0.22	As^{+2}	0.60	Ca^{+2}	0.09
Be^{+3}	0.24	P^{+2}	0.62	Mn^{+2}	0.13
Nb^{+4}	0.28	Ti^{+1}	0.03	Zn^{+2}	0.14
W^{+4}	0.28	K^{+1}	0.03	Cu^{+2}	0.14
Mo^{+4}	0.28	Ag^{+1}	0.04	Co^{+2}	0.14
Ti^{+4}	0.28	Na^{+1}	0.06	Ni^{+2}	0.14
Al^{+3}	0.35	Cu^{+1}	0.06	Fe^{+4}	0.14

يتبين من الجدول أن عناصر الـ (Zn ، Cu ، Co) من الممكن أن تحتل مواقع عناصر الـ (Mg ، Fe^{+4}) في المعادن الحديدو - مغنيسية (Ferromagnesian minerals) لتشابه معامل الاستبدال الأيوني. إن عملية الاستبدال أو الإحلال المذكورة ستؤثر بصورة مباشرة في إمكانية انتقال العناصر، فعند دخول أحد العناصر النادرة في البلورات المعادن فإن هذا سيحد من إمكانية انتقالها، بمعنى آخر (أن عملية الاستبدال ستؤدي إلى ارتباط العنصر النادر مع المعدن وبالتالي فإن حركة العنصر ستتوقف بسبب انتقاله من الطور السائل (Liquid phase) إلى الطور الصلب (Solid phase) والذي يتمثل في هذه الحالة بالبلورات المتكونة). ففي مثال دخول الكادميوم في معدن (البايروكسين) سيرتبط الكادميوم بالمعدن ويصبح عنصر مرتبط به. ويمكن تحرره فقط في حالة تدمير (Destruction) الشبكة البلورية للمعدن البايروكسين خلال عمليات التجوية الكيميائية.

٦. انتقالية العناصر تحت ظروف درجات الحرارة والضغط الواطئين Mobility Under Low (P&T)

تمثل هذه الظروف البيئة الجيوكيميائية السطحية (Surfacial geochemical environ.) في هذه البيئة تمتاز العناصر النادرة بأنتقالها بضغط (أعلى أو أكثر أو أقل قليلا) وبدرجة واطئة (أقل قليلا عن درجة انجماد الماء) وقد تصل أحيانا إلى درجة غليان الماء في ظروف خاصة ومحددة من سطح الأرض. والخصائص المميزة لهذه البيئة هي توفر (O) (بشكل حر) وبكميات (وافرة) في الغلاف الجوي او بالمياه سواء كانت في المياه السطحية او المياه الجوفية، وكذلك توفر غازات (CO_2 ، SO ، SO_2)، وتتميز هذه البيئة ميزة أخرى وتؤثر بشكل مباشر جداً على قابلية انتقال العناصر او ترسبها، حيث ان عملية الاكسدة التي تؤثر على عدد غير قليل من العناصر الاولية الناشئة وتدمر شبكاتها البلورية وتحرر عناصرها ومن ضمنها العناصر النادرة (التي دعتها كعناصر شائبة) وبالتالي ستشبع هذه العناصر حرة الانتقال.

الانتقالية النسبية Relative Mobility

تختلف قابلية العناصر على الانتقال تحت الظروف السطحية حسب طبيعة العنصر أضافة الى قابليته على الاستبدال التي سبق ذكرها، اضافة الى الظروف الجيوكيميائية الخاصة بالبيئة السطحية، لذا اصبح لزاماً استخدام مصطلح الانتقالية النسبية (Relative Mobility) عند دراسة انتقالية العناصر، والتي حسبت بمقارنة التركيب الكيميائي لمياه الجارية على الصخور وترسبات الأنهار مع ما تحتويه هذه الصخور من عناصر - والجدول التالي يبين الانتقالية النسبية لبعض العناصر الاساسية والنادرة في بيئة جيوكيميائية (سليسية Silicis) قلوية من البكربنيات.

الانتقالية النسبية	العناصر الاساسية	العناصر النادرة
عالية جداً	S ، Cl	Br ، I ، Mo ، B ، Se
متوسطة	Ca ، Na ، Mg ، K	Zn ، Ba ، U
واطئة	Si	Ni ، Co ، Cu ، As
قليلة جداً	Fe ، Al	Rare Earth Ele. and Cr

وتتغير انتقالية العناصر بشكل واضح عند تغير البيئة الجيوكيميائية الثانوية ودخول عوامل اخرى، فوجود الحديد مثلاً يؤدي الى تقليل قابلية بعض العناصر الى الانتقال كعنصري (Mo ، Mn) ووجود مركبات اخرى كـ (كربونات الكالسيوم والمواد العضوية) تساعد في تكوين الأحماض الفلزية العضوية (Organometallic Acids). والجدول ادناه يبين انتقالية بعض العناصر النادرة في بيئة كبريتيدية من تجوية ترسبات كبريتيدية.

الانتقالية النسبية	بيئة سلسية	بيئة كربونات
عالية	S ، Mo ، Zn ، Ag	
متوسطة	Cu ، Co ، Ni ، Mo ، Ag	S ، Mo ، Zn ، Ag
قليلة	Fe ، Pb ، As	Fe ، Cu ، Pb

العناصر الدالة Path finder Elements :

تنضب عمليات التنقيب الجيوكيميائي بصورة رئيسية في حرفين ساسيين هما:

١. البحث عن تجمعات معدنية غير مكتشفة (Unexposed) وتدعى بالترسبات المدفونة (Blind deposits).

٢. العثور على امتدادات لتجمعات معدنية معروفة قد تكون مستغلة في الوقت الحاضر او قد تم استغلال جزء منها.

ولتحقيق هذين الهدفين كل على حدة او كليهما معاً فقد برزت أهمية استغلال كمية بعض العناصر للاستدلال على وجود التجمعات المعدنية. وهذا الاساس يمكن تعريف العناصر الدالة ضمن مفهوم التنقيب الجيوكيميائي بما يلي:

العنصر الدال Path finder Element : هو ذلك العنصر الذي يتواجد مع معادن الخامات (Ore minerals) او مع المعادن الغنية (Gangue minerals) بكميات من الممكن التحسس بها او قياس كميتها بطريقة سريعة وكلفة قليلة.

الترافقات الجيوكيميائية Geochemical Association

ان العناصر الدالة ترتبط بشكل مباشر مع الترافقات الجيوكيميائية للعناصر او تراافق العناصر (Association of elements) وتختلف الترافقات الجيوكيميائية للعناصر في البيئات المختلفة كما اشرنا سابقاً. والجدول الآتي يوضح بعض الترافقات الجيوكيميائية المهمة لبعض العناصر في بيئات جيوكيميائية مهمة. ومن الجدول يتبين بان التجمعات المعدنية ذات القيمة الاقتصادية تتغاير في ترافقاتها من العناصر وبذلك فان هذه التجمعات (التي تعتبر العناصر الدالة) سوف تختلف حسب طريقة تكون التجمعات المعدنية التي تتكون في بيئات جيوكيميائية ثانوية.

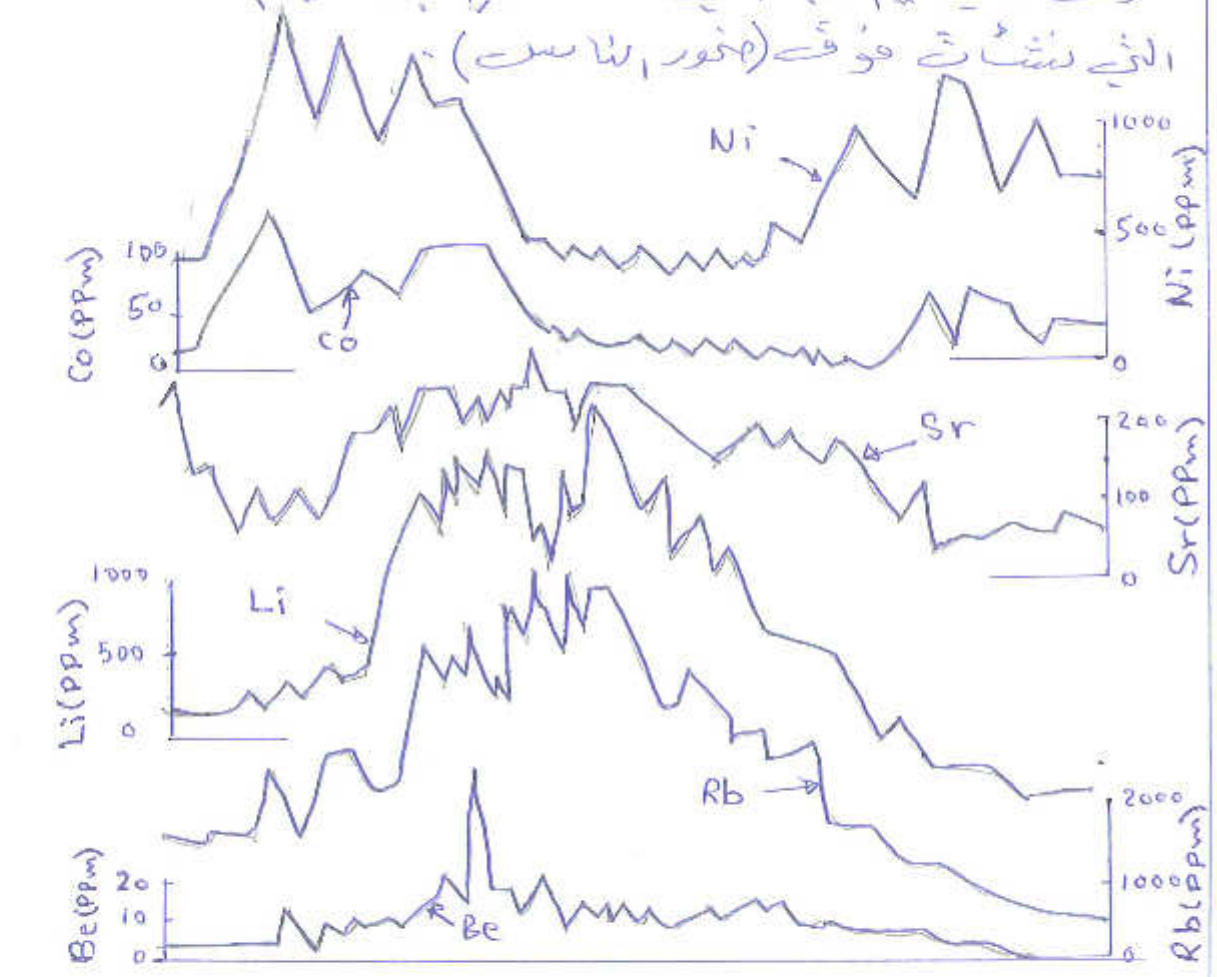
ان استخدام العناصر الدالة (لتحقيق الهدفين السابقي الذكر) يتم من خلال التحليل الكمي لهذه العناصر في: الصخور - التربة - ترسبات الانهار - ترسبات البحيرات - الهواء الاغشية النباتية - او العناصر الملتقاة بالجلير باستخدام انتاج وتحليله للتعرف على محتواه من العناصر.

نوع الترسبات	المكونات الرئيسية	العناصر المترافقة	نوع الترسبات	المكونات الرئيسية	العناصر المترافقة
خامات الكروم	Cr	Ni، Mg، Fe	ترسبات ووديان (وادي السيسبي)	Zn، Pb، S	Ba، Fe، Cd، Ni، Co، Hg
فحتيانايت	Fe	V - Ti	معدن الفلورايت	F	Ba، Pb، Zn
نحاس بورفيري	Cu، S	Mo، Au، Ag، Re، As، Pb، Zn	يورانيوم لترسبات البيئة السطحية الرسوبية	U	V
زئبق	Hg، S	Sb, As	الطفل النحاسي	Cu، S	Ag، Zn، Pb, Co، Ni، Cd، Hg
عروق اليورانيوم	U	Mo, Pb, F	الحجر الرملي النحاسي	Cu, S	Ag، Co، Ni
ترسبات حديد غنية بالذهب والزرنيخ	Au، As، S	Sb			

الخلفية والشذوذ الجيوكيميائي Background and Geo. Anomaly

تختلف المواد الطبيعية في مقدار ما تحتويه من عناصر نادرة، وذلك حسب الظروف الجيوكيميائية لتكونها. وعلى هذا الأساس فإن ما يحتويه الحجر الرملي او التربة او صخور الترسبات او البلاسر ... الخ من أي من العناصر سوف يختلف عن بعضها البعض من محتوياتها من العناصر النادرة. فالتربة المتكونة فوق صخور مختلفة سوف تختلف في محتوياتها من العناصر تبعاً لمقدار ما موجود في تلك الصخور من العناصر قبل عملية تجويتها وتحويلها الى تربة.

والشكل ادناه يوضح اختلاف محتويات التربة التي تكونت من صخور مختلفة في محتواها من العناصر. وكذلك يبين بأن محتويات التربة التي تتكون فوق (صخور البشيست على جانبي البجماتايت) وعناصر (Be ، Li) ذات محتوى عالي في التربة التي تنشأ من (البجماتايت) عند مقارنتها بالتربة التي تنشأ فوق (صخور البلاسر)



وعلى هذا الاساس من الممكن القول ان كميات العناصر قد تختلف حتى في نفس نوع المواد الطبيعية بالرغم من عدم استقرارية مقاديرها. فمن المشكل ملاحظة ان عنصر (Ni) يتراوح بين (٢٢٤٠٥٠) - اكثر من (٢٢٤٢٥٠) في التربة فوق صخور البازلت، في حين مقاديره تتراوح بين أقل من (٢٢٤٠٠٠) - (٢٢٤٠٥٠) في التربة فوق صخور الجرانايت. وينطبق هذا على بقية العناصر.

تدعى مقادير العناصر في المواد الارضية الطبيعية بالخلفية (Background) وتختلف هذه، وكما مبين بالمثال السابق على طبيعة وأصل هذه المواد الطبيعية.

وبالنظر لعدم ثبات كمية العناصر في المواد الارضية، حتى المواد المتكونة في بيئات جيوكيميائية متشابهة، فقد كان لزاماً ان يكون مقدار الخلفية للعناصر عبارة عن مدى (Range) وليس قيمة مطلقة (Absolute Value).

اما فيما يتعلق باستخدام العناصر او المركبات الكيماوية في عمليات التحري الجيوكيميائي عن المعادن والهيدروكربونية فان الخلفية سوف يمكن تحديدها باستخدام عينات من المواد الطبيعية والتي يجب ان تكون غير متأثرة بأي نوع من انواع التعدين او اية عمليات قد تؤدي الى تلوث هذه العينات.

Methods Of Geochemical Exploration

طرق الاستكشاف الجيوكيميائي

المسح الجيوكيميائي :

لوحظ مما سبق ذكره حول عمليات انتشار العناصر وتكوين الشواذ الجيوكيميائية امكانية استخدام مختلف المواد الارضية كوسط للعزلة (التربة، الصخور - المياه - النباتات - الهواء) لتحديد نمط الانتشار ونوع الشذوذ الجيوكيميائي وعلاقته بالتجمعات المعدنية والهيدروكربونية.

ومن الممكن تقسيم عملية المسح الجيوكيميائي الى ثلاثة اقسام رئيسية هي:

١. المسح الابتدائي الاستطلاعي او الموجه - Orientation Survey
٢- المسح العام وبرنامج جمع النماذج - General Survey and General Program
٣- المتابعة - Follow-up

اولاً: المسح الابتدائي الاستطلاعي او الموجه Orientation Survey

يهدف المرحلة الابتدائية من عملية المسح الجيوكيميائي الى ما يلي:

أ) تحديد افضل عمق او نطاق من الطبقة الترابية في حالة استخدام التربة كوسط للعينة، او افضل نوع من انواع المعادن في الصخور، او افضل جزء من جزء الرسوبيات الحديثة، او اي جزء من النبات او نوع النبات الذي من الممكن استخدامه في المسح الجيوكيميائي.

ب) تحضير افضل نوع من عمليات تحضير النماذج وطريقة التحليل.

ج) تحديد الظاهر التي من الممكن استخدامها كظاهر دالة في مشروع المسح الجيوكيميائي والتي تمثل افضل تباين (Contrast) بين الخلفية (Background) والشذوذ (Anomaly).

ثانياً: المسح العام وبرنامج جمع النماذج
General Survey and Sampling Program

استناداً الى المسح الابتدائي الاستطلاعي الموجه يتم وضع برنامج جمع النماذج يستهدف الحصول على نماذج تمثل تمثيلاً صحيحاً قدر الامكان العلاقة بين توزيع الظاهر والمكانية تجمعات معدنية او هيدروكربونية. وهناك طرق عديدة لجمع النماذج منها:

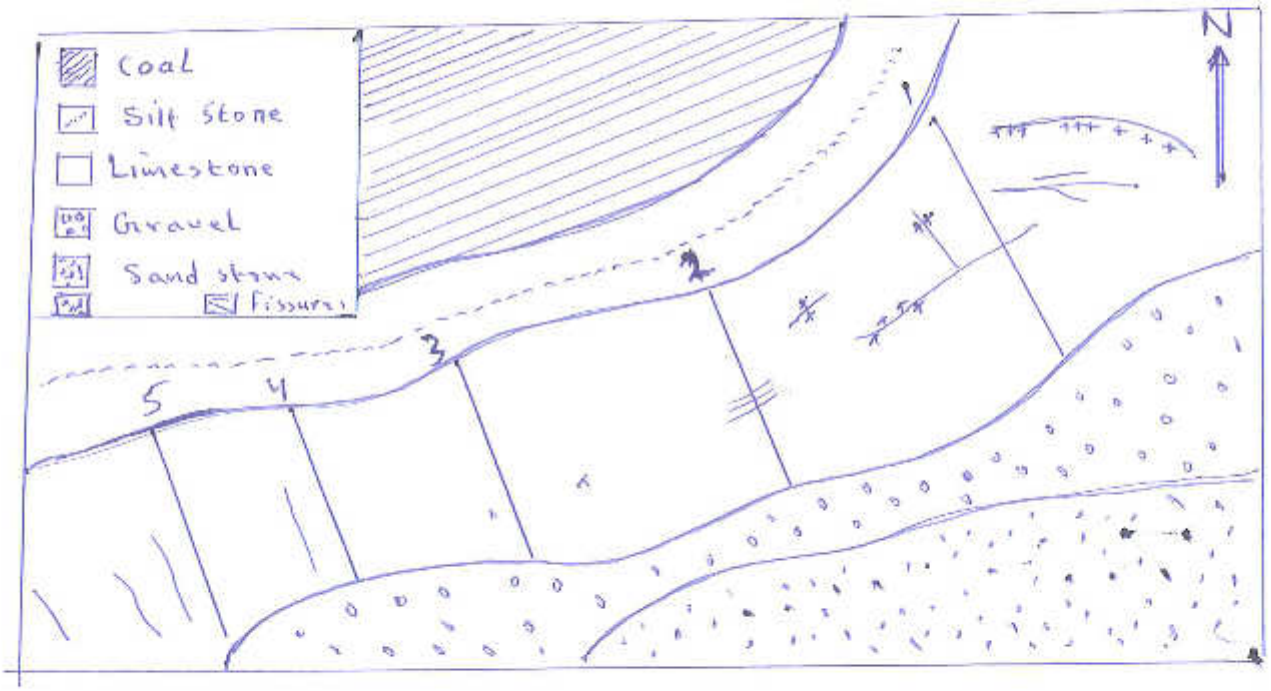
١. جمع النماذج على شكل مسارات Sampling On Traverses

يقصد بالمسارات Traverses: تحديد خطوط على الخارطة الطوبوغرافية ويتم على اساسها جمع النماذج، وتكون هذه المسارات متوازية عندما

تكون التجمعات المعدنية متواجدة على شكل عروق محرونة لإتجاه (Orientation) ، وبغية إيجاد عروق مشابهة لها او امتداداتها .

والشكل ادناه يبين تواجد عروق معدنية موازية لخط المضرب (Strike Line) في صخور حجر جيري حاوي على مثل هذه العروق والموثقة بخرائط جيولوجية وطوبوغرافية ... الخ . وتتم على اساس هذه المعلومات وضع برنامج للعمل لتغذية على شكل مسارات عمودية على خط المضرب (strike) بغية البحث عن عروق منكشفة او مطمورة بتربة (قوضية التشاة) ، ويجب ان تكون هذه المسارات على ابعاد بحيث تقطع اي شذوذ يحتمل وجوده بما لايقل عن مسارين ، بمعنى آخر (المسافة بين مسار وآخر يجب ان لاتكون اكبر من ثلث طول العرق المعدني المتوقع حسب ما أظهره المسح الابتدائي) .

اما فيما يتعلق بالمسافة بين نقطة تغذية وأخرى تليها على المسار يجب ان تكون بمسافة تغطي عرض الشذوذ بما لايقل عن (عرضين) . وعلى هذا الاساس فان (المسافات بين مسار وآخر) والمسافات بين (نقاط التغذية على طول المسار الواحد) تكون محددة على (طول وعرض الشذوذ المتوقع) .

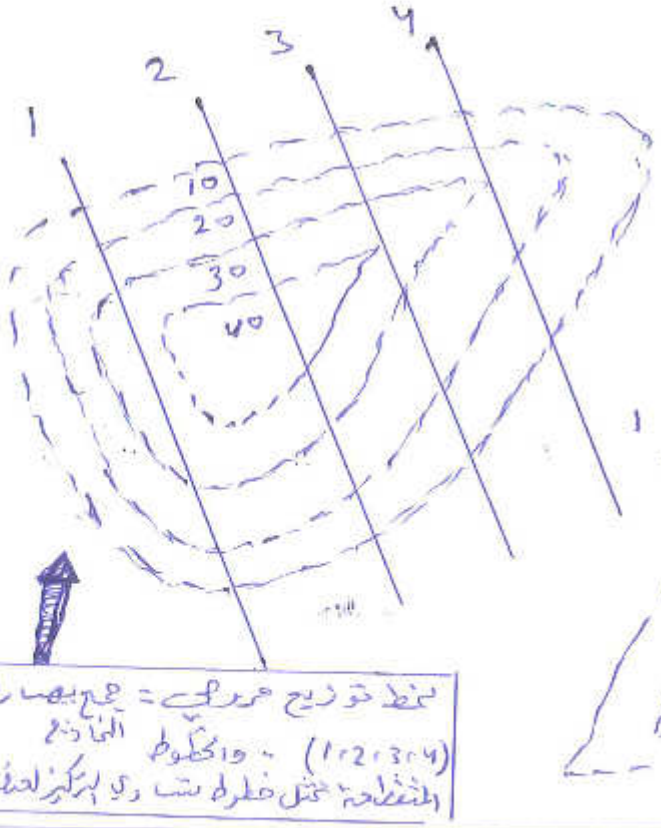


وفي حالة عدم معرفة الخواص الهندسية ، كأن تكون غير متجانسة من ناحية طبيعة تواجدها في الصخور الطبيعية من ناحية الطول والعرض ، عندذلك يتم الاعتماد على مسافات أقل بين مسار وآخر وبين نقطه نمذجة وأخرى على طول المسار الواحد . حيث يكون هالاتيل (عن نمرة جين او اكثر) لأي في مقدار تركيز العنصر يدل عن مقدار الحنية (Threshold) فهي منطقة الشذوذ .

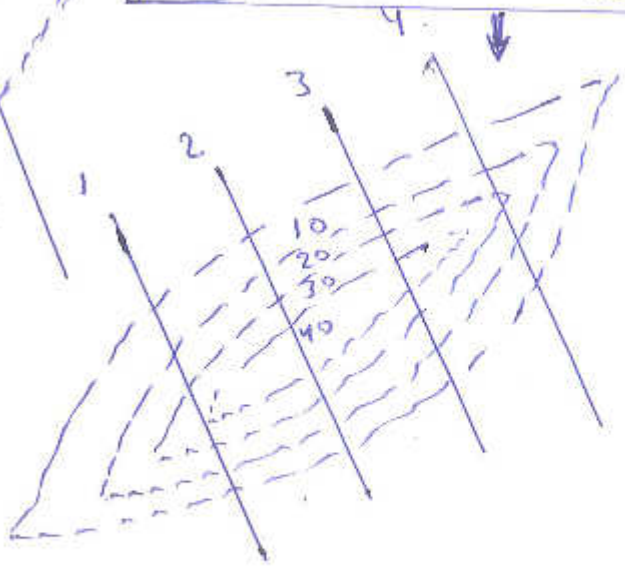
Threshold = في بداية تزايد تركيز العنصر عن الخلفية الجيوكيميائية له في منطقة (مقدار الحنية) الشذوذ .

اذ الشكل السابق يمثل مخطط للدراسة الهادفة لإولية لمنطقة (ساوث ويلز) في المملكة المتحدة يبين الخواص الهندسية الحاوية على معادن الكبريتيدات Sulfides (سفاليرايت - جالينا - الخ) في عملية النمذجة للتربة المتبقية الناشأة (Residual Soil) . ووجد ان العناصر الدالة لهذه المنطقة هي عنصري (Pb و Zn) . وان افضل عمق للتربة (٢٥ سم من السطح) .

كذلك هناك طرق أخرى يمكن استخدامها في عملية جمع النماذج عندما يكون التجمع الهندسي المتوقع على (شكل عدسي Lenticular Shape) او (مروحي Fan shaped) فتكون بدل مسارات النمذجة" عمودية على نمط التوزيع .



نمط توزيع مروحي = جمع مسارات النماذج (1، 2، 3، 4) . والخطوط المتقطعة تمثل خطوط ذات تركيز لعنصرها .

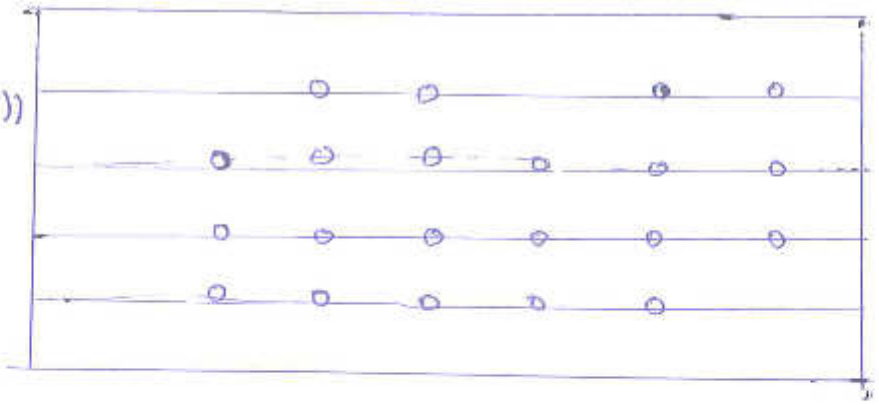


نمط توزيع عدسي = يوضع جمع النماذج على تشكل مسارات (1، 2، 3، 4) . والخطوط المتقطعة تمثل خطوط ذات تركيز متساوي لعنصرها .

ب/ جمع نماذج على شكل مشبكات Sampling of grid Bases

في هذه الطريقة يتم عمل شبكة على شكل مربعات أو مستطيلات منتظمة تكون الأساس المعتمد في اختيار مواقع النماذج. ويتم اختيار هذه الطريقة في عدد من الحالات منها:

- يكون طبيعة نمط التوزيع للتوقع ذا استطالة غير معروفة الاتجاه، او غير معروفة الطول والعرض.
- يكون نمط التوزيع ناتج عن التوقع غير منتظم كما هو الحال عند تواجد الكائن في بعض المناطق فيعتبر (Dissiminated).



الدوائر تبين مواقع جمع النماذج

ج/ جمع النماذج من القمم بين نظام تصريف الأنهار Sampling Of Spurs and Ridges

عندما تكون المنطقة المراد جمع النماذج منها واجراء المسح الجيوكيميائي فيها وعرة ما او ذات طبوغرافية صعبة وغير مستوية، كأن تكون جبلية او ذات هضاب ووديان. يتم اللجوء الى هذه الطريقة في جمع نماذج التربة. ففي هذه المنطقة يكون نظام تصريف المياه وشبكة الجداول والأنهار موزعة بطريقة يصعب فيها تواجد منيطقة لتطبيق الطريقتين السابقتين. وفي كثير من الاحيان تتواجد التربة بين الجداول حيث يتم غسل جوانب ووديان هذه الجداول اثناء مواسم سقوط الأمطار، وبذلك فان المناطق البعيدة التي قد يبقى فيها كمية من التربة وبذلك استغلالها كوسط للعينة. والرسم ادناه: يوضح طريقة جمع النماذج بهذه الطريقة في احدى قطاعات الفلبين في مشروع البحث عن النحاس وموقع النحاس المقدرة (ج.ب.م).

ثالثاً / المتابعة Follow - up

تظهر كافة الرسومات الجيوكيميائية والمدعمة بالشواذ الجيوكيميائية (Geochemical Anomalies) للعناصر التي استخدمت كعناصر دالة وعلى شكل تجمعات (Populations) اما مستقلة او متداخلة مع التجمع الرئيسي الذي يمثل الخلفية (Background) . التي مثل هذه الشواذ قد تكون دالة او مميزة او ذات اهمية (Significant) ، اي لها علاقة مباشرة بالتجمعات المعدنية ، او غير مميزة (Non-Significant) . وفي كلا الحالتين يجب اجراء عملية متابعة لمثل هذه الشواذ وتتلخص هذه المتابعة :

أ- تكثيف عدد المداخل في منطقة الشذوذ اي (جمع نماذج اضافية) ويكون اما بتقليل المسافة بين موقع وآخر (في حالة استخدام المسارات كطريقة للنمذجة ، او بتقليل مساحة الشبكات (في حالة استخدام طريقة الشبكة)

ب - عمل حفائر (Trenches) في منطقة الشذوذ لدراسة توزيع العناصر في مختلف طبقات او انطقة التربة في حالة استخدام التربة كوسط للنمذجة ، وهذه العملية للزيادة او التفصيل في تركيز العناصر الدالة مع العمق ، والاختلاف في كافة التغيرات الاخرى مثل : اس الهيدروجين (PH) او المعادن الثانوية ، المواد الرئيسية ... الخ ودراسة نوع التربة كأن تكون موضعية المنشأ او منقولة (Transported)

وعمل الخنادق قد تصل إلى عدة أمتار، وحتى قد تصل إلى الصخور الأم، وبصورة خاصة عندما تكون التربة ذات سمك قليل نسبياً.

ج- في بعض المسوحات الجيوكيميائية قد تستخدم الصخور كوسط للعينة ويتم الجود إلى استخدام الحفر الماسي (Diamond drilling) وأخذ عينات أثر للتأكد من طبيعة الشذوذ.

الشواذ الكاذبة (غير المميزة) False or Nonsignificant Anomalies

من الأسباب التي تؤدي إلى ظهور شواذ غير مميزة في عمليات المسح الجيوكيميائي:

1. التلوث Contamination
2. الأخطاء في العينة
3. الخلفية العالية لبعض المواد الطبيعية.

١. التلوث: ويشمل أ- عمليات التلوث الطبيعي
ب- عمليات التلوث الصناعي

أ. عمليات التلوث الطبيعي: ويقصد بها تلوث الوسط المستخدم في عمليات العينة بسبب الخلط الذي يحدث للمواد المنقولة او الموضعية، وحيث يتغلغل المواد الحاوية على مقادير كبيرة من العنصر المراد وبالطريقة الميكانيكية بعد تأثير نفايات عمليات استخلاص وتنقية المعادن، حيث تصبح جزء من التربة.

ب. التلوث الصناعي: ينتج من رمي نفايات المصانع (سائلة، غازية، صلبة) مما يؤثر في زيادة تركيز بعض العناصر في مختلف المواد الطبيعية (الماء - التربة - الهواء - النبات). فالنباتات المعرضة لمثل هذه النفايات قد تتأثر ظاهرياً لمختلف أجزاءها (الأوراق - الأغصان - الجذور) من خلال تعرضها لمركبات غازية من المصانع القريبة، أو قد يكون تأثرها داخلياً من خلال (امتصاص جذورها للعناصر المتبقية في التربة التي تنمو عليها). وحديثاً قد يكون التلوث من استخدام الأسمدة الكيماوية والذي تضيف عاملاً آخر للتلوث ... إلخ.

٢. الطفو في المنذجة = يمثل هذه العامل جانبا مهما في الحصول على شواذ كاذبة . ومن الأمثلة على حدوث مثل هذا الخطأ عدم التقيد باستخدام نطاق واحد من المنطقة التربة في عملية الجمع لنماذج . كاستخدام (النطاق A) لبعض النماذج والنطاق B) لنماذج أخرى في نفس المنطقة الاستكشافية مما يؤدي إلى ظهور تجمعين (Two Populations) وبديهي فان (النطاق B) يحتوي على تراكيز من العنصر او العناصر الدالة اعلى مما هو عليه في (النطاق A) كما هو معروف من خلال دراستنا لانطقة التربة (لان النطاق A قد شطفت منه العناصر وتركزت في النطاق B) . ولذلك فان التجمع قد يؤدي الى انه يفسر على انه شذوذ.

٣. الكيفية العالية لبعض المواد الطبيعية =

بما ان بعض المواد الطبيعية تتميز بتراكيز غير اعتيادية من العناصر، فان المنذجة نوعين او اكثر من هذه المواد قد يظهر شواذا كاذبة . فعلى سبيل المثال ان صخور (الـ Gabbro ، Basalt ، Dolorite) تمتاز بكميات عالية من عنصري (Ti ، V) اذا قورنت (بصخور الـ Granite) فان مقارنة النتائج لهذين النوعين سيظهر تجمعين مختلفين ، والصخور الثلاثة الاولى تمثل شذوذا كاذبا في هذه الحالة .
ان مثل هذا التمايز في كميات العناصر سينعكس على نواتج التعرية والتجوية التي تتأثر بها هذه الصخور . فان التربة المتكونة (residual soil) والمنقولة (Transported S.) فوق الصخور من النوع الاول (Dolorite - Basalt - Gabbro) ستتميز بتراكيز اعلى من العناصر من التربة التي تتشأ في النوع الثاني من الصخور (Granite) . وينطبق هذا ايضا على المنذجة في الترسبات الاخرى (ترسبات الجداول - الانهار - البحيرات) مما يؤدي الى تفسيرات خاطئة للنتائج المستحصلة .

أهمية التربة في توزيع العناصر :

في كتابه عن جيولوجيا المناجم ذكر (ماكنستري Machinstry) عام (١٩٤٨) عن أهمية التربة في انطقة المختلفة (Horizons) : ان بعض العناصر تتجمع في الجزء العلوي من التربة . كما بين (Goldschmidt) بانه اوراق الاشجار المتساقطة في تكونة الجزء العلوي منها والذي يسمى (Ao) بعد تفسخها ، فان العناصر المعلوية كالـ (Fe ، Mn ، ...الخ) سيحدث لها (غسل) بواسطة المياه المترشحة الى الاسفل بعد سقوط الامطار ، ويبقى بنطاق (Ao) غني بالعناصر الاثر ضمانا مثل (Ni ، Co ، As ، Pb ، Ge ، Ba ، Sc ، Cd ، Zn ، Be ، Ag ، Au) .

لذلك يعتبر استخدام التربة كوسط للمنتجة في المشاريع الجيوكيميائي من اهم الطرق المستخدمة . اضافة الى ان محتويات التربة من العناصر النادرة والرئيسة على احد سواء لها علاقة مباشرة بكمية هذه العناصر التي تكونت منها التربة .

ويمكن تقسيم التربة من حيث نشأتها الى :

أ- التربة الموضعية النشأة (المتبقية) Residual Soil .

ب- التربة المنقولة Transported Soil .

والتربة الموضعية تنشأ مباشرة خلال عملية التفكك الميكانيكي والتحلل الكيماوي للصخور دون عملية نقل لنواتجها .

في حين انتقال المنقولة من موضع تكونها الى موقع آخر يختلف عن الموقع الذي تكونت به .

لذلك فالتركيب الكيماوي للتربة الموضعية له علاقة مباشرة بالتركيب الكيماوي للصخور التي نشأة منها وكما مر بنا في الشكل الذي يوضح انتقالية وتركيز العناصر . وعلى عكس التربة المنقولة . وفي عمليات المسح الجيوكيميائي تعتبر الموضعية ذات اهمية كبرى في التنقيب عن التجمعات المعدنية .

ومن الاسباب الاخرى لاستخدام التربة كوسط للمنتجة في المسوحات الجيوكيميائية هي سهولة الحصول على النماذج ، وهي من قبل استخدام اشخاص غير فنيين . فان تحضير النماذج للتحليل الكيمي للعناصر تكون سهلة وسريعة باستخدام مختبر جيوكيميائي حقلي .

المعدات المستخدمة في نمذجة التربة

ان اهم الاسباب التي جعلت من استخدامات المسح الجيوكيمياي للتربة في البحث عن المعادن الفلزية هي سهولة الحصول على النماذج باستخدام اجهزة ومعدات بسيطة نسبياً وخفيفة الوزن. واهم هذه المعدات:

١- حفار التربة Soil Auger
٢- الثاقب Peat Borer
٣- الحفار الهايدروليكي Hydrolic Auger

١. حفار التربة Soil Auger

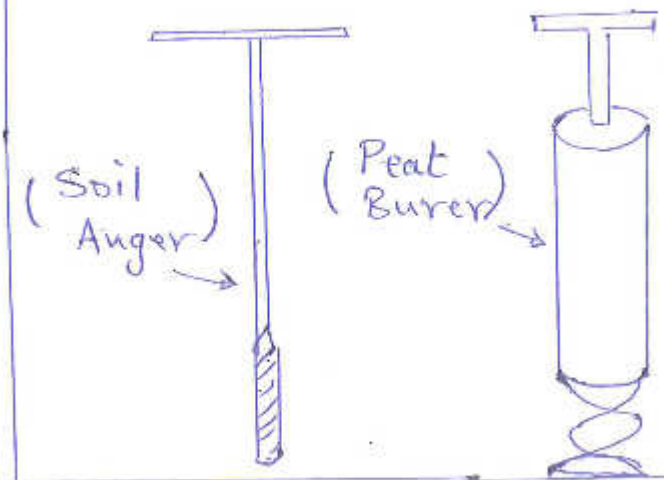
يتكون من مقبض على شكل حرف (T) يثبت في طرفه الاسفل مسمار محوري (برغي) (Screw) ويتم تدوير الحفار في الموقع المختار لجمع النماذج، ثم يسحب الحفار راسياً الى اعلى للحصول على النموذج الذي علق بالمسمار المحوري، وقطر المسمار لا يزيد عن (٥سم) حتى تسهل عملية سحب الحفار. ومن ميزاته ايضاً استخدامه للوصول الى اعماق قد تزيد عن (٢م) وحسب طبيعة التربة في منطقة المسح.

٢- الثاقب Peat Burrer

يستخدم في التربة الغنية بالمواد العضوية المتفسخة من اوراق النباتات واعضائها وبعمق قد يزيد عن (نصف متر).

٣. الحفار الهايدروليكي Hydrolic Auger

يستخدم للحصول على النماذج التي قد يصل عمقها (٣٠م) او اكثر. وفي بعض الحالات عندما تكون التربة ومواد الغطاء (Overburden) ذات سمك كبير يتم اللجوء الى استخدام حفارات محمولة على ناقلات.



ترسبات الجداول Stream Sediment

تشمل هذه الترسبات الجداول والأنهار المنقولة بواسطة المياه على شكل ايونات مذابة بالماء على شكل (ايونات بسيطة او معقدة) ، اضافة الى المواد العالقة (Suspended Material) وكذلك الترسبات الكبيرة الحجم كالحصى والرمال والقطع الصخرية والصخرية الاصغر منها - والجدول ادناه يوضح المواد المنقولة بواسطة مياه الجداول والانهار - وهذه المواد المنقولة تمثل نواتج عمليات التجوية الميكانيكية

الحجم	المصطلح	الحجم	المصطلح
أكبر من ٢٥٦ سم	جلاميد Boulder	١/١٦ ملم	رمل Sand
٦٤ سم	حصى كبير Cobble	١/٢٥٦ ملم	غرين Silt
٤ سم	حصى Pebble	أقل من ١/٢٥٦ ملم	طين clay
٢ سم	حبيبة Granule		

والكيميائية المؤثرة على الصخور - وبالتالي ستمثل هذه المواد نماذج للصخور والمواد التي تؤثر عليها مياه الجداول والانهار (أصولها: أمطار، سيول موسمية، ينابيع..) وهذه المواد تعكس طبيعة الصخور الاصلية، لذلك هناك علاقة واضحة بين جيولوجية المنطقة وطبيعة ترسبات الجداول والأنهار.

ان استخدام ترسبات الجداول والانهار في عملية البحث عن مصادر الثروة المعدنية استخدمت منذ القدم نتيجة، جشع الانسان للحصول على المعادن الثمينة (كالذهب والالماس) في صناعة الحلي، من خلال تتبع مصدر هذه المعادن للوصول الى مصدرها من خلال الجداول (تتبعها باتجاه منبع النهر Up stream) واستخدمت ترسبات الجداول من قبل الاستكشاف المعدني، استنادا الى مبدأ الانتشار (Dispersion) - ومن الامثلة الواضحة والقريبة من الناحية التاريخية هو ما كان يقوم به الهنود الاوائل، الى امريكا الشمالية للبحث عن مصادر الذهب، وتتبع كتل الذهب (Gold nuggets) باتجاه اعالي النهر للوصول

الى مصادر هذه الكتل الذهبية المتواجده على شكل عروق تحتوي على (الكوارتز والذهب وبعض الاسينوبرايت) . واستنادا الى ذلك تم البدأ بالاستشعار وباستخدام التقنيات الحديثة (الاشعة السينية والامتصاص الذري) حقق استخدمت لعناصر الدالة وبمستويات واطئة جدا (PPB) ، حقق تم البدأ باستخدام ترسبات الجداول والانهار كوسط للنمذجة .

يعتمد برنامج جمع نماذج الترسبات الجداول والانهار على خاصية الطوبوغرافية للمنطقة وكثافة توزيع الجداول فيها . وفي المسح الابتدائي من الممكن اعتماد احدى الطرق التالية :

١. نمذجة الترسبات في مناطق التقاء الجداول : حيث تؤثر مناطق الالتقاء على الخارطة الطوبوغرافية ويجمع النماذج بواقع نموذجين على الاقل من كل جدول.

٢. جمع النماذج على شكل شبكات : تشبه الى حد كبير الطريقة التي يتم التطرق اليها في المسح الجيوكيميائي للتربة . حيث تقسم المنطقة الى مربعات ذات مساحات متساوية وتعين على الخارطة الطوبوغرافية ، ومن ثم يتم جمع النماذج من ترسبات الجداول ضمن كل مساحة . وطول ضلع المربع الواحد يمكن ان يصل الى (٤ كم) اعتمادا على كثافة الجداول في المنطقة .

شكل يوضح طريقة جمع النماذج في ترسبات الجداول والانهار في مناطق الالتقاء . والنقاط السوداء تمثل مواقع جمع النماذج

استخدامات النبات في المسح الجيوكيميائي

ان استخدام النباتات في عمليات المسح الجيوكيميائي للتعرف على التجمعات المعدنية يستند الى امكانية النباتات على استخلاص العناصر الضرورية لاداء حياتها من الوسط الذي تنمو عليه وهو التربة . فالتربة تعتبر واسطة طبيعية لمزيج المواد التي تعيش عليها ، وبما ان هذه المواد (التربة) لها علاقة مباشرة مع الصخور التي تكونت منها ، لذلك سوف تعطي صورة واضحة عن طبيعة العناصر التي استخدمتها في عملية التغذية ، ولهذا فان توزيع النوعي والكمي للنباتات يرتبط اساساً بالطبيعة الجيولوجية للمنطقة .

ان استخدام النباتات في التنقيب الجيوكيميائي للتجمعات المعدنية يعتمد على طبيعة العناصر المغذية لها ، والتي تؤثر بشكل مباشر على (أ) النوع (Species) النباتات النامية فوق تربة معينة ، بالاضافة الى تأثيرها على الشكل الخارجي لنوع هذه النباتات ، كتأثيرها على (١) طول النبات (٢) لونه اوراقه . لذلك استخدم هذا التأثير في عمليات المسح الجيوكيميائي بتحليل صور جوية والفضائية او ما يعرف بالتحسس النائي (Remote Sensing) لربط طبيعة النباتات مع جيولوجية وجيوكيميائية العناصر التي تنمو عليها مثل هذه النباتات .

وبسبب الانتخاب الطبيعي للنباتات لعناصر محددة لاداء فعاليتها الحياتية ، فقد تم التعرف على ما يدعى بالنباتات الدالة (Indicator Plants) وفي القرن السابع عشر عرف اهل النباتات في الدول الاسكندنافية من قبل (المنجمين Miners) نبات دال سمي بنبات الباراديت هو (Kisplante) (Cannon and Brooks 1977) . وعلى مر السنين تمت عملية تجميع عدد كبير من النباتات الدالة والتي استخدمت في عمليات المسح الجيوكيميائي للاستدلال على التجمعات المعدنية وبسبب التغاير في ظروف نمو النباتات حتى من النوع الواحد بسبب اختلاف الـ (PH) للتربة ، او توفر المياه ، او توفر العناصر في التربة وعلاقته بما

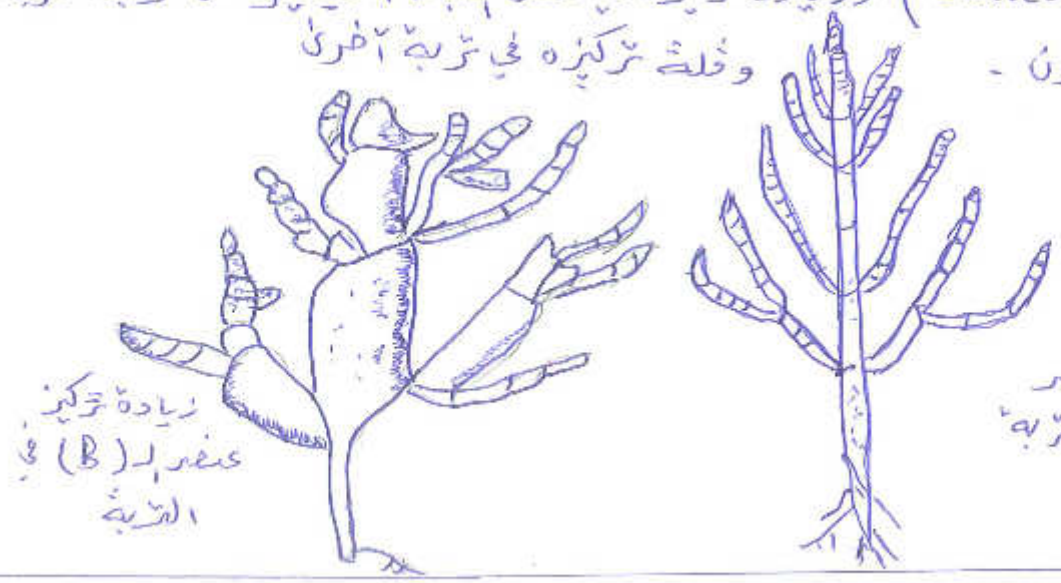
لما يمكن ان يمتصه ويخزنه فقد وجد ان تاثير بعض النباتات الدالة بالعنصر متغير بينما البعض فسمي النباتات الدالة الى نوعين :

١- النباتات الدالة الاولية Primary Indicater
٢- النباتات الدالة الثانوية Secondary Indicator

والجدول ادناه يبين بعض انواع النباتات الدالة التي استخدمت في عمليات المسح الجيوكيميائي للتحري عن التجمعات المعدنية .

العنصر	النوع	المنطقة التي استخدم فيها	العنصر	النوع	المنطقة التي استخدم فيها
B	Eurotia cer -toids Boron	الاتحاد السوفيتي	Fe	Betula SP. Iron clusia Rosea	البانيا فنزويلا
Co	Crotalaria Cobalticola Cobalt	كاتانكا	Pb	Baptisia bra- teata Lead	وسكونسن
Cu	Armeria Maritima copper	ويلز	Mn	Trapanatans Manganese	الاتحاد السوفيتي
Cu	Bectum Hombiei	زامبيا	Mo	Alyssum berto- Lonii Mulybdenum	ايطاليا
Cu	Elsh olizia Patrini	الصين	P-	Convolvulus ALthaeoides Phosphorous	اسبانيا

والشكل ادناه يوضح تأثير عنصر (B) على شكل وطبيعة نمو نبات من نوع (Salicornea Herbacea L.) وزيادة تركيزه في نفس النبات الذي ينمو على تربة تحتوي على عنصر البورون . وقلة تركيزه في تربة أخرى

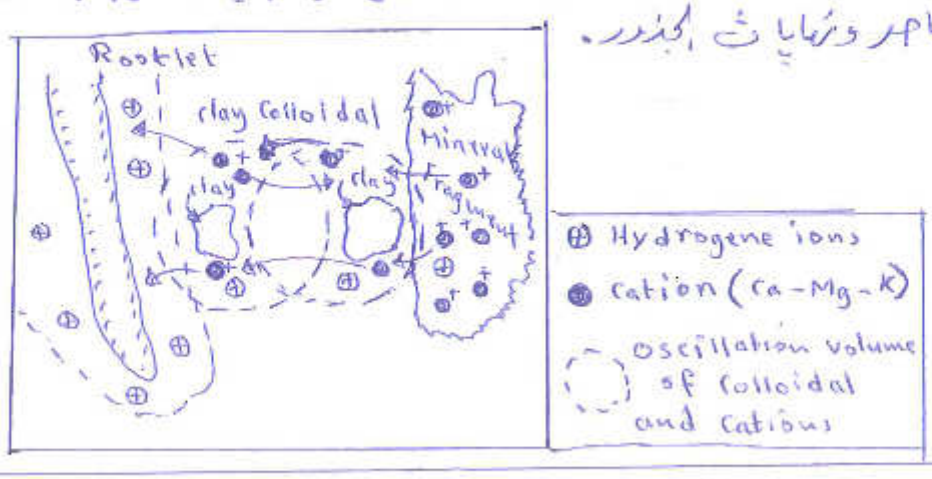


ويبين الجدول ادناه بعض التأثيرات الفسيولوجية والشكلية على بعض النباتات نتيجة لتأثيرات السمية للعناصر على النباتات في حالة زيادة تركيزها على الحد الطبيعي.

العنصر	تأثيره على النباتات
AL	قصر الجذور ، اصفرار الاوراق وتبقعها .
B	قصر النباتات وتأثيرات اخرى .
Cr	اصفرار الاوراق .
Co	وجود مناطق صبغة بيضاء على الاوراق
Cu	تأثيرات متغايرة مثل: وجود اعضاء بتفسجية ، زيادة في وجود الكبور .
Fe	جذور منتفخة ، تضخم الخلايا ، عدم انتظام عملية الانقسام .
Mn	تجعد ذبول بعض الاوراق ، مع اصفرار غير طبيعي في الاوراق .
Mo	تخلف في النمو ، اصفرار بعض اجزاء النبات .
Ni	تواجد بقع صبغة على الاوراق .
U	تغاير في عدد الكروموسومات في نواتيات خلايا النبات ، تشكل انابيب
Zn	اصفرار الاوراق غير طبيعي ، قصر النبات ، تواجد مناطق صبغة في نهايات الاوراق ، قصر نمو الجذور

التبادل الايوني في نهايات الجذور :

عملية التبادل الايوني في نهايات الجذور تعتمد بالاساس على وجود الماء الذي يساعد على بناء بيئة حامضية تحيط بنهايات الجذور بسبب وجود (غاز CO_2) في النبات ثم مما يؤدي ذلك حدوث عملية تبادل ايوني غير متعادل فيما بين الكيبة المعدنية الكاوية على ايونات العناصر ونهايات الجذور.



طبيعة الشواذ في النباتات Nature of anomalies

كما قلنا ان الشواذ في النبات تعتمد على توفر الظاهرة في التربة، ونوعية هذه الظاهرة، والبيئة او طبيعة التربة وعوامل اخرى... الخ. لذلك فان طبيعة الشواذ لظاهرة معينة ولانواع مختلفة من النباتات يكون ذو خصوصية تختلف عن طبيعة الشواذ في الاراضي الطبيعية الاخرى (تربة، صخور، مياه) ويمكن تلخيص اهم العوامل المؤثرة في طبيعة الشواذ في النباتات الى:

١- الاختلاف في انواع النباتات.
٢- العمق الذي تصل اليه الجذور.
٣- اختلاف تراكيز الظاهرة في الاجزاء المختلفة للنبات الواحد.

١. الاختلاف في انواع النباتات

تختلف مقدرة وقابلية النبات بالاختلاف نوع النبات حتى اذا ما تم ذلك في نفس نوع التربة، وتحت نفس الظروف البيئية، فعلى سبيل المثال: النبات القطبي (Aretic dwarf birch) يحتوي عنادياً على (١٪) من عنصر (Zn) في رماد اوراقه (بعد الحرق) في حين الاعشاب التي تنمو على نفس التربة تحتوي على ما يقارب (٢٢٨٥-٢٢٨٥) من نفس العنصر.

٢. العمق الذي تصل اليه الجذور

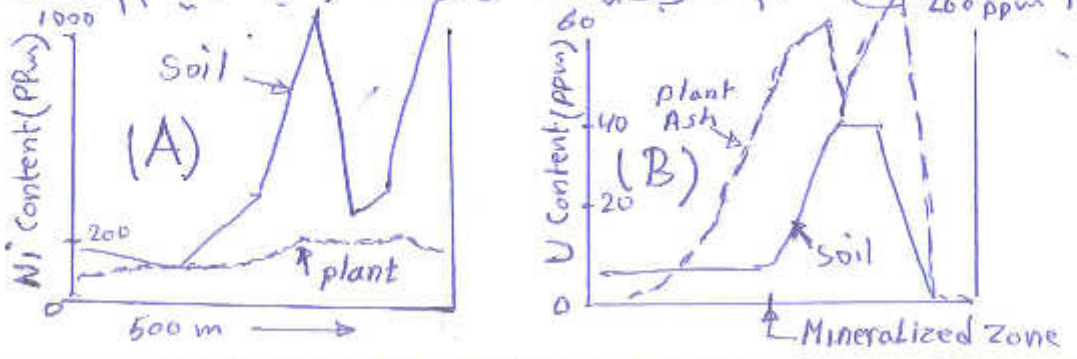
تختلف مقدار ما تصل اليه جذور النباتات من عمق فيما بينها، ويطلق مصطلح (phrestophytes) على النباتات التي تصل جذورها الى الظاهرة (تحت مستوى المياه الجوفية)، في حين يطلق مصطلح (Xerophytes) على النباتات التي لا تصل جذورها الى الظاهرة لتأثرها بالخاصية الشعرية (فوق مستوى المياه الجوفية). وبالتالي ستتأثر قابلية النباتات على استدلال الظاهرة المختلفة والمتوزعة على مختلف طبقات التربة، وقد تصل نهايات الجذور لبعض النباتات (الى اكثر من ٣١٠٠) تحت مستوى سطح الارض، وفي هذه الحالة تكون هذه النباتات وسط جيد للمعالجة والاستخدام في عمليات التحري الجيوكيميائي.

٣- اختلاف تراكيز العناصر في الأجزاء المختلفة لنبات واحد

بسبب الفعاليات الحيوية في مختلف أجزاء النبات من النوع الواحد فإن تراكيز العناصر في هذه الأجزاء تكون مختلفة، وتصبح عملية اختيار أي جزء من النبات في عملية النمذجة ذات أهمية بالغة. وقد وجد أن أجزاء النباتات الدائمة لفترة أطول تكون تراكيزها من العناصر أكثر استقرارية وثباتاً، على العكس من الأجزاء حديثة النمو كالأوراق الجديدة والثمار والتي تكون (موسمية)، ومن الحقائق المهمة الأخرى أن عملية التغذية للأجزاء النباتات المختلفة تكون مرتبطة طولياً مع الجذور، (أي أن الجذور الموجودة في جانب من النبات تغذي نفس الجانب وأجزائه المختلفة من النبات

التباين والتباين للشواذ الجيوكيميائية النباتية

ان نوع وطبيعة الشواذ في النباتات يختلف عن ما هو موجود في طبيعة الشذوذ في المواد الأرضية المختلفة. وقد يكون من أهم هذا الاختلاف ما يدعى بالتباين (Contrast) في طبيعة الشواذ التي يتم الحصول عليها. ويقصد بالتباين: طبيعة العلاقة بين منطقة الشذوذ (Anomaly Region) ومنطقة (الخلفية Background) ويختلف هذا التباين من منطقة لأخرى، ومن عنصر لآخر، ومن نوع لآخر من النباتات. والشكل ادناه يوضح وتباين: الأول (A): عن مقادير عنصر (Ni) في رماد بعض النباتات مقارنة بمقاديره في التربة في منطقة (نوفوتايكنكي) المتمدنة في روسيا والثاني (B): اختلاف مقادير اليورانيوم في التربة مقارنة بمقاديره في (ايرنيدل) النوع من الصنوبريات في منطقة (انيستريل) المتمدنة في فرنسا.



الطرق الجيوكيميائية السطحية للتحري عن التجمعات الهيدروكربونية

تحدث التسربات الدقيقة من المكامن النفطية وبالأخص الكونات الغازية، واعتمادا على ان صخور الغطاء والمكامن التجمعات النفطية او الهيدروكربونية لاتكون عديمة النفاذية بشكل مطلق، وقد اثبت بان الغازات من الممكن ان تنفذ وحتى في درجات الحرارة الاعتيادية خلال عدد كبير من المواد (السيراميك، البلاستيك، السمنت، الزجاج). وقد اثبتت دراسة قام بها فريق من الباحثين من مؤسسة الطاقة الذرية الامريكية (عام ١٩٦٨) بأنه من الممكن لغاز ذي (وزنه جزيئي صغير) ان يتحرك مقدار (٢٣٠٠) خلال الصخور الرسوبية في (١٤ يوم)، و(٢٦٠٠) خلال (٢٨ يوم) وهكذا... وقد استنتج الباحثون ان مثل هذه الغازات تتحرك الى الاعلى خلال الغطاء الصخري والصخور المياه مقدار (عشرة ملغرات / سنة) وباختلاف نوع الصخور التي تمر خلالها، وتمثل هذه الغازات المنتقلة الى الاعلى عند وصولها الى السطح تكون باشكال:

١. غازات بينية (تربة، تسربات حديثة، صخور).
٢. غازات ممتزة على اسطح الجادن الطينية.
٣. غازات منحبسة في الجو.

وعلى هذا الاساس فأن مرور هذه الغازات خلال المواد المذكورة سيؤدي الى احداث تغيرات في المواد من الممكن ملاحظتها وقياسها بالاضافة الى أشكالها قياس الغازات بصورة كمية ونوعية. والجدول ادناه يوضح الطرق الجيوكيميائية السطحية المعتمدة في الوقت الحاضر لاستكشاف التجمعات الهيدروكربونية، والطرق غير الهيدروكربونية.

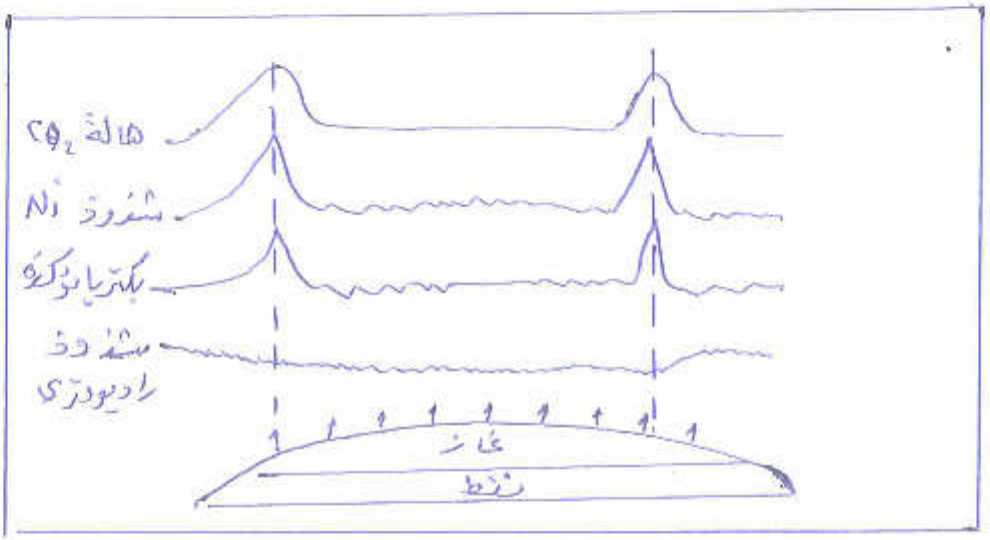
ت	الطرق الهيدروكربونية		ت	الطرق غير الهيدروكربونية
	تحت سطح الماء	على اليابسة		
١.	الغازات البيئية في التربة .	١. جمع الغازات مباشرة من الكائن	١.	الهيدروكيميائية
٢.	الغازات المذابة .	٢. طريقة الاستنشاق	٢-	الحدسية
٣.	الغازات المذابة في الماء .	٣. استخدام الأعضاء الذهنية .	٣.	استخدام العناصر النادرة
			٤.	البايولوجية
			٥-	البايكروبايولوجية
			٦.	النباتية
			٧-	الاشعاعية
			٨-	الجوية
			٩-	استخدام النظائر المشعة

« جدول يوضح طرق الاستكشاف السطحي »

ظاهرة الهالة Halo phenomena =

أمكن اثبات وجود شواذ لعدد من المكونات فوق المكامن النفطية مثل (شذوذ المكون البكتريا المؤكسدة ، والشذوذ الراديومتري) وبصورة ظاهرة في التربة ومواد الغطاء (Hunt 1974) . ان هذه الشواذ فوق المكامن النفطية تختلف بصورة اساسية من حيث الشكل عن الشواذ فوق ترسبات الخامات المعدنية التي تكون على شكل ذرى للعناصر الدالة (Peaks of path finder elements) وحسب نوع وطبيعة هذه الخامات . اما الشواذ في العناصر التي تحلو المكامن النفطية الهيدروكربونية فتكون على شكل هالة (Halo) متغيرة الشكل تعتمد على طبيعة المكمن النفطي . والشكل الذي يوضح ويطغى في تركيبه يحتوي على النفط والغاز وطبيعة الشذوذ

لعدد من المكونات . ان الهالة تكون على شكل طبقي او بضوي في حالة كون المكمن على شكل (قبة Dome) . او على اشكال اخرى اعتيادا على طبيعة المكمن . ان سبب تكون الهالة غير واضح بشكل اكيد وقد بين



الى ان (Duchscherer, 1980) قد وضعت تفسيرات متعددة لهذه الظاهرة ، احدها : ان حركة السوائل الحاوية على الهيدروكربونات الى اعلى تعود الى الاختلاف في عملية الاستقرار لهذه السوائل وحول المصيدة النفطية (Oil Trap) او عن نوع سواء كانت هذه المصيدة من النوع التركيبي (Structural Trap) خلال شقوق صغيرة ولكونة طريقاً الطباقي (Stratigraphic Trap) الى السطح (بطريق المدفنة Chimney Way) . وعند ذلك فان هذه السوائل الحاملة للمواد الهيدروكربونية تختلط بالمياه السطحية والتي عادة تكون مشبعة بالبيكربونات وتؤدي الى ترسيب معادن ثانوية تسد منافذ الشقوق الصغيرة وتمنع مرور السوائل بعد ذلك ، ان انسداد هذه الشقوق فوق المكمن النفطي مباشرة يؤدي الى ان السوائل المتحركة الى اعلى ستفر وفق المكمن وتقل من كافات مسببة تكون الهالة بسبب النضوح الجانبي الرأسي (Vertical bypass Leakage) .

تغير نظائر الكربون

بين (phillip and Crisp 1982) في بحثه مراجعتها للطرق البيوكيميائية المستخدمة للتحري عن النفط والغازات، ان الهيدروكربونات المنتشرة الى الاعلى من التجمعات النفطية تتأكسد بالقرب من السطح، وان (CO_2) الناتج سيتفاعل مع الماء مكونا ايونات البيكربونات التي تتحد مع (Ca و Mg) في المياه الجوفية لتكون مادة رابطة كربونية ذات نظائر مميزة. كما ذكر الباحثان بان الجبس المتكلس (Calcited gypsum) فوق بعض الحقول النفطية المنتجة في منطقة (Cement-Anticline) في اوكلاهوما يكون فقير جدا في (C^{12} نظير)، كما ذكر (Duchscerer, 1980) بان مثل هذه المادة الرابطة تتكون في التربة فوق بعض الحقول النفطية بسبب نضوح الهيدروكربونات الى الاعلى، ولتعيين نسبة $\frac{C^{12}}{C^{13}}$ فان (CO_2 غاز) هو المستعمل لهذا الغرض. وقد وجد أنه اذا كانت مقادير نسبة نظائر الكربون قد تكونت كنتيجة مباشرة لنضوح الهيدروكربونات من التجمعات النفطية الى السطح فانها ستكون مساوية لما موجود في المكمن النفطي وسيكون المقدار سالبا كلما اتجهنا الى قمة التركيب.

المسح الغازي

ان الغازات الهيدروكربونية المتحركة الى الاعلى من الممكن ان تكون كغازات بينية، محتجزة على بعض الطبقات وقد تتسرب الى السطح وعلى هذا الاساس فان المسح الغازي يعتمد على عملية الكشف بصوره نوعية وكمية عن تواجد هذه الغازات في النماذج السطحية.

بين عدد من الباحثين ان هناك توافر من غازات هيدروكربونية في نماذج التربة التي تجمع بهدف ايجاد علاقة بينها وبين التجمعات الهيدروكربونية تعود الى تشبع جذور النباتات وكوناتها.

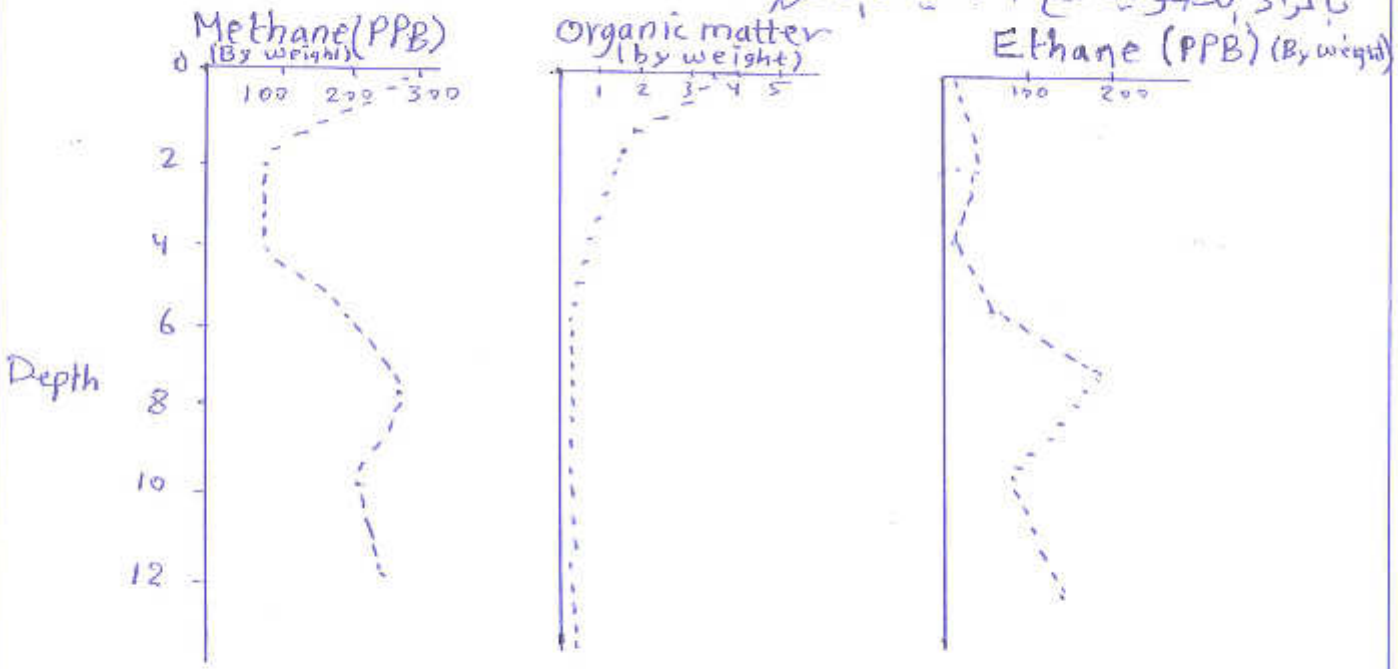
في عام ١٩٧٠ درس (Horvitz) علاقة وجود غازي (البيثان والايثان) في التربة التي تتواجد فوق الحقول النفطية، ولاحظ ان اقل من ١ (ppb)

فقط الهيدروكربونات الشبيهة من (الايثان والغاية البيتان) تأتي من (١ غم) من الكشاش وجذورها ، وفي (٥٠٠ غم) من التربة ، لذلك ستبقى بأن هذه الكمية هي أقل بكثير من من الكمية الموجودة في التربة في مناطق (Background) ، وأعتبر ان هذه الكمية ليست ذا قيمة تذكر في عمليات التحري البيوكيميائي السطحية عن التجمعات الهيدروكربونية .

وفي عام (١٩٦٣) قام كل (Smith & Ellis) ببحث وذكرا انه لا توجد علاقة بين الغازات الهيدروكربونية في التربة والتجمعات الهيدروكربونية التي تحتها .

كما بين (Horvitz) عام (١٩٧٠) بأن عدم تمكن العالمان وغيره من تعيين مقادير الغازات الهيدروكربونية فوق التجمعات يعزى الى عدم دقة الطرق المستعملة في استخلاص هذه الغازات من التربة ، وبهذا فانه لا يمكن قبولها بالتمام فقط (وهي الطريقة) التي استخدمها كل من (Smith and Ellis) وانما تحتاج الى عمليات هضم (Digestion) قاصية .

ويوضح الشكل التالي علاقة بعض الغازات الهيدروكربونية (الايثان ، البيتان) بالمواد العضوية مع أزدياد العمق .



وفي دراسة أخرى قام كل من (Lucon, Feusen and Gerard) عام (١٩٧٠) للتأكد فوق أحد التراكيب التي اكتشفت بالطرق الجيوفيزيائية، ذكر الباحثون بأن المعلومات التي حصلوا عليها من خرائط الجيوكيميائية الغازية (Gas-Maps) لتوزيع غاز البروبان في التربة بأن احتمالية تواجد تجمعات هيدروكربونية في هذا التركيب ضعيفة جداً، وقد أثبت حفر أحد الآبار الاستكشافية فيما بعد بأن التركيب المذكور لا يحتوي على أية تجمعات هيدروكربونية.

ومن الغازات الأخرى المستخدمة في عمليات التحري عن التجمعات الهيدروكربونية غازي (He، Rn) الهيليوم والرادون - حيث تتكون هذه الغازات نتيجة لتحلل اليورانيوم، الذي يترسب عادة في الطبقات الفاصلة بين (الماء والنفط) في معظم التجمعات النفطية. وذكر (phillip and Crisp 1982) في معرض قراءتهم للطرق الجيوكيميائية المستعملة للتحري عن البترول والغاز عن استخدام (He) بأنه بسبب كونه (عنصر خامل) (وذو كتلة ذرية قليلة) ينتشر بسهولة خلال (الكسور والشقوق) المملوءة بالسوائل في الصخور والتربة، وعلى هذا الأساس فإن وجوده وتوزيعه في النماذج السطحية يدل على وجود خزين له (في الأعماق) والذي قد يكون مصاحب لتواجد التجمعات الهيدروكربونية.

أما فيما يخص الغاز (الرادون Rn) (Rn^{222} نظير) الذي يمثل جزء من سلسلة النواتج للتحلل الاشعاعي (لليورانيوم U^{235}) فإن استخدامه في عمليات التحري عن الهيدروكربونات قد أشار اهتماماً قليلاً عنه بالرغم من (سهولة قصر نصف عمر هذا العنصر). كما ذكر الباحثان بأن الطرق الجيوكيميائية فاقت الطرق الجيولوجية والجيوفيزيائية في اكتشاف تجمعات غازية في تركمانيا (1976) عن (Gal'kin 1979)، وكذلك ذات فعالية كبيرة في اكتشاف تجمعات (فسيلوكورود) (وكوندراشيرو) في الاتحاد السوفيتي.

الطرق المايكروبايولوجية

استخدمت دراسات المايكروبايولوجية للتحري عن التجمعات الهيدروكربونية وفي دراسة (Sealey 1974) من خلال (البكتريا) في التربة وتوزيعها فوق المكامن النفطية، وقد تبين من نتائج الدراسة بأنه من مجموع (١٨٦ عينة فنية للتقليل) تم الحصول على (١٦٣ نتيجة إيجابية) مقابل (٢٣ نتيجة سلبية).

وفي دراسة أخرى لنفس الباحث تم جمع نماذج من (٨٩ موقع) ظهر أن

(٤٢ منها) كانت (ايجابية) و (٦٥ سلبية) . وفي (٤٢ لايجابية) (١٣ عالة) منها التي تحتوي النفط او الغاز . والـ (٦٥ سلبية) ظهر فيها (٥٥ كانت بتراكيب لا تحتوي على (النفط و الغاز) . فتعتبر النتائج التي حصل عليها (Sealey) من خلال بحاثه كانت مشجعة ، بالرغم من وجود استثناءات من باحثين آخرين تظهر العكس .

العناصر النادرة

في بحوثه استخدامه كطرق كهرومغناطيسية المساعدة في عمليات الاستكشاف عن النفط والغاز بين (Jonsen 1976) عام ظهور شواذ واضحة عبارة شكل هالة لعدد من العناصر النادرة (الفناديوم V ، كديد ، التنغستين ، كوبالت ، نيكل ، نحاس ، يورانيوم) حول تجمعات النفط ، وقد كانت نسبة (الشذوذ الى الـ Background) تتراوح بين (٢-٦) .

كما ذكر كل من (Hawkes and Webb) عام (1979) بتحديد شواذ على شكل هالات فوق تجمعات نفطية ، وعزى تكون هذه الشواذ الى وجود ترسبات من (بورفيرنايت النيكل Ni-Porphyrine) متصاعدة من الخامن النفطية ، وان هذه الترسبات تتواجد في بعض الرسوبيات وبجزئ تكونها الى استبدال (عنصري Mg و Fe) في البورفيرنايت لا عشائية (بالنيكل والفناديوم) . بالاضافة الى هذا فان ايراد العضوية في بعض الرسوبيات تكون غنية نسبياً بعناصر اخرى مثل: (Mo ، Co ، As ، Cu ، Br ، I) حيث يمكن ان تكون معادن خاصة بها .

استخدام طرق الجيوكيميائية السطحية للتحري عن تجمعات الهيدروكربونية في العراق

ذكر الكفيشي (Al-Kufaishi, 1982) في بحثه عن طرق السطحية للتحري عن الهيدروكربونات في مثال عن العراق ، بانه جرت اول محاولة من نوعها لاستخدام هذه الطرق ، قد استخدم الباحث (التربة كوسط للنمذجة) فوق احد الخامن النفطية وفي نماذج سطحية (٥٠ - ٢٠) م ، اضافة الى نماذج من حفر عميقة (Borholes) تصل (٢٠٠) عمقاً ، موزعة فوق وحول احد الخامن النفطية في العراق . وقد تم تحليل النماذج بالنسبة لعنصرين (V ، Ni) . واهم الاستنتاجات التي توصل اليها الباحث

١. معدل تراكيز عنصر (الفاناديوم V) في النماذج التي تمت دراستها أكبر من تركيز العنصر في صخر (الطفل Shale) والتي قد تكون سبباً لـ (Baground) بداية للعنصر في المنطقة.

٢. معدل تراكيز عنصر (النيكل Ni) وكبر في النماذج حولها في (صخر الطفل)، وتكون متشابهة تقريباً لتراكيز نفس العنصر في مناطق أخرى من العراق، وقد تكون فلقية عالية أيضاً.

٣. ظهور تركيز عالي نسبياً في رقم (Boreholes) من الممكن أن يكون سبب قرب صخر الجذرة من حالة متكونة فوق لكن لتغطي.

٤. ظهور تراكيز واطئة نسبياً لكلا العنصرين في جزء آخر.

والخارطة أدناه توضح خارطة موقعية لتوزيع نماذج الحفر (Pits) والحفر العميقة (Boreholes) وعلاقتها بالمكن التي أجريت فيه الدراسة.