الفصل الخامس

التربة

SOIL

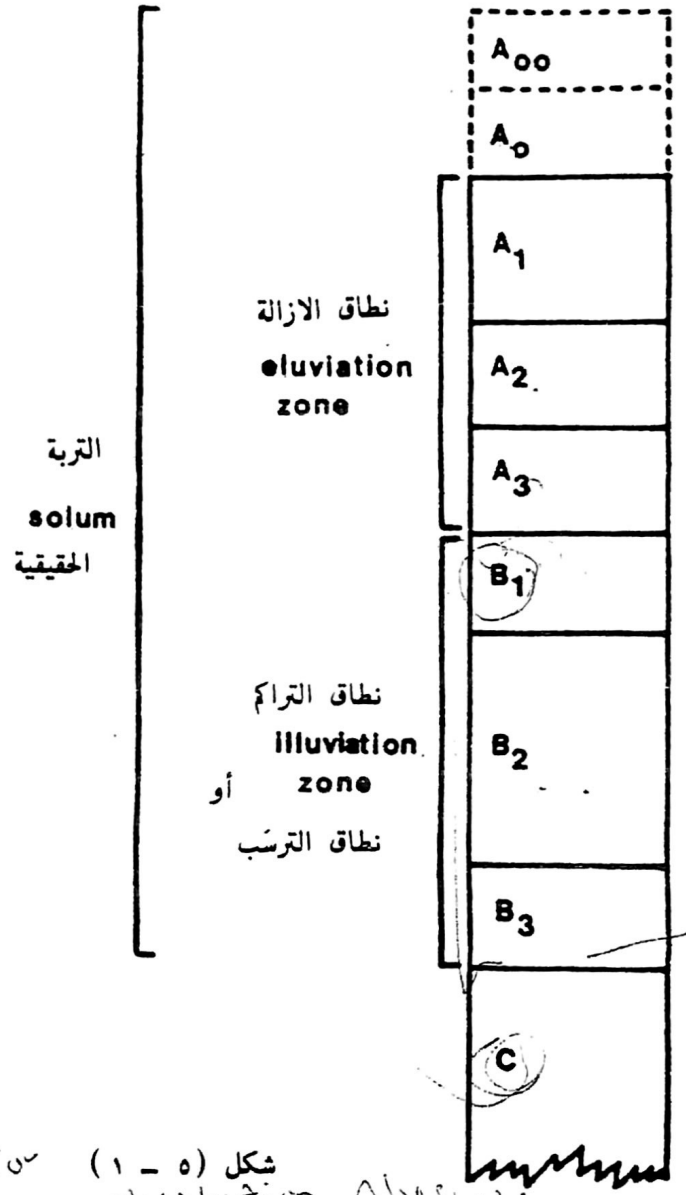
٥ ـ ١ التربة Soil

تتواجد التربة على مساحات واسعة نسبياً من سطح الارض ، حيث تغطي 72% على الأقل من مساحة يابسة الارض باستثناء المساحات المغطاة بالثلج والمياه الجديدة والمناطق دائمة التجمد ، Permafrost . وتختلف التربة في مكوناتها وسمكها بأختلاف ظروف مناطق تكوينها ، وبالتالي تتواجد بأنواع متعددة . وتنفرد التربة عن المواد الصخرية الأخرى لسطح الارض ، بترتيب مكوناتها وصفاتها مع العمق وعلى شكل آفاق (طبقات) ، لها علاقة بالسطح الحالي للأرض . كذلك تنفرد التربة ومن خلال الفعاليات الحياتية ، بقابليتها على مساعدة النباتات على النمو وبشكل أكبر بكثير من الصخور الأم ، المسؤولة عن تكوين التربة .

توصف الاختصاصات المختلفة من المعرفة ذات العلاقة ، التربة ، من خلال عدد من التعاريف التي تؤكد الجوانب المهمة لهذه الاختصاصات أما في الاستكشاف الجيوكيميائي ، فأن التربة تعرَّف بأنها الرواسب الطبيعية المتكونة من المعادن والمواد العضوية المتفاضلة بشكل آفاق ، تتواجد بأعماق متفاوتة ، والتي تختلف عن المواد الصخرية تحتها بالشكل والمكونات الفيزياوية والصفات والتركيب الكيمياوي والميزات الحياتية (هاوكس ووب ، Hawkes and Webb, 1962) .

تحتوي اكثر مقاطع التربة ، Soil Profiles ، على ثلاثة آفاق رئيسية تعرف بالأحرف (من الاعلى الى الاسفل) C, B, A بالاضافة الى D ، التي تمثل صخور الام الغير مجواة . وتشكل الآفاق A و B التربة الحقيقية ، Solum, True Soil ، بينما يمثل الأفق C المواد الأولية التي تكونت منها التربة من خلال عمليات تكوين التربة التي تناقش في الفقرة التالية . يمثل الشكل (٥ ـ ١) مقطعاً مفترضاً للتربة تتوضح وتوصف فيه جميع الآفاق المكونة لمقطع التربة المثالي . غير أن هذا ، لا يعني بالضرورة توفر جميع الآفاق في جميع مقاطع التربة ، فالتربة الغير ناضجة عادة ، تفتقر لتواجد أفق B ، والتعرية قد تؤدي الى إزالة الآفاق العليا A و B وظهور أفق C على السطح ، بشكل عام ، تحدد الظروف المختلفة للمنطقة المعينة ، مقطع التربة من ناحية عدد الآفاق (شكل ٥ ـ ٢) والسمك والمكونات والصفات الفيزياوية والكيمياوية والمواد العضوية لمقطع التربة المعين ، وغالباً ما تختلف الآفاق الرئيسية لمقاطع التربة في كثير من الصفات الفيزياوية والكيمياوية والتركيبية وتتميز عن بعضها البعض بحدود فاصلة وواضحة ، وغالباً ما تحتوي الآفاق الرئيسية على آفاق ثانوية ، حيث تشير الدراسات التفصيلية لمقاطع التربة الى التقسيم الثانوي للآفاق الرئيسية ، والتي تؤشر بالاحرف والارقام B_3, B_2, B_1, A_1, A_0, A_{00} C_{sa} , C_{cs}, C_{ca}, . غير أن التعرف على هذه التقسيمات الثانوية غير مهم في

الاستكشاف الجيوكيميائي وباستثناء A_1 ، A_2 (هاوكس ووب ، Hawkes and Webb, 1962) .

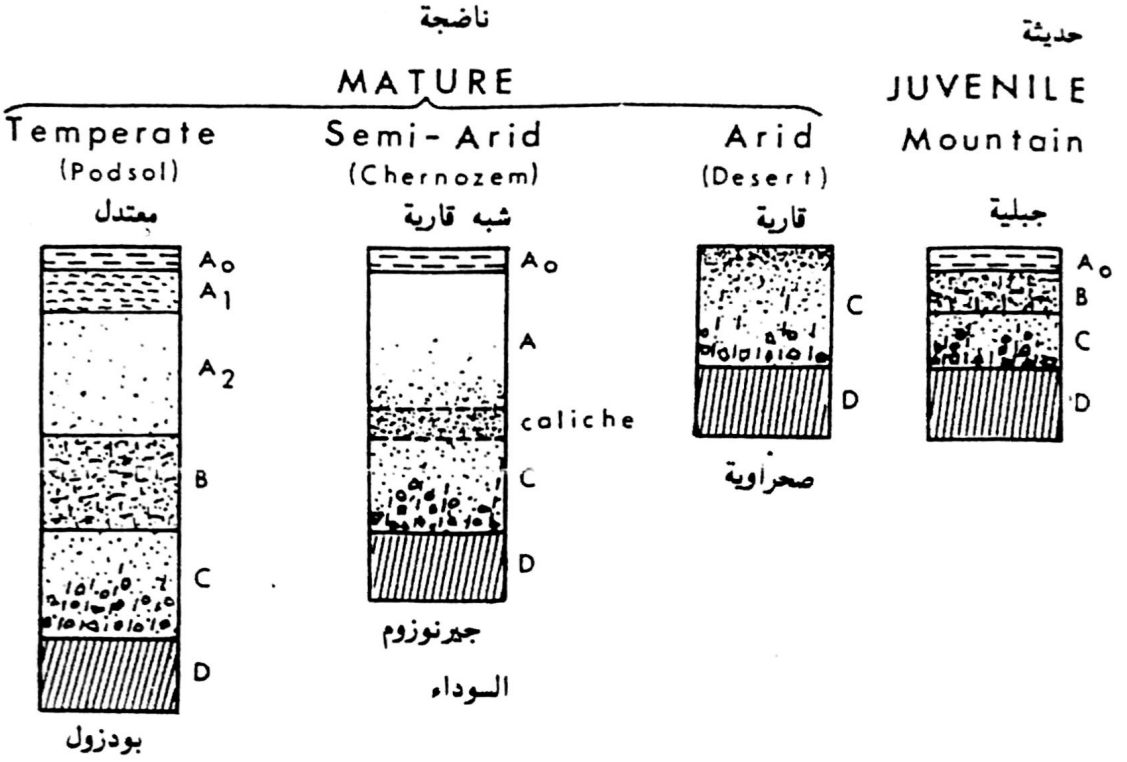


شكل (٥ ـ ١)

(A_{00}) بقايا المواد العضوية والاوراق الساقطة ، المتحللة جداً .
(A_0) بقايا المواد العضوية ، المتحللة جزئياً .
(A_1) طبقة اللون الغامق والتي تحتوي على خليط من المواد العضوية والمواد المعدنية .
(A_2) طبقة اللون الشاحب وتمثل نطاق أعلى درجات الازالة .
(A_3) الانتقال الى B ولكنه يشبه A اكثر من B ، ولايتواجد بشكل دائمي .
(B_1) الانتقال الى B ولكنه يشبه (B) اكثر من (A) ولايتواجد بشكل دائمي .
(B_2) طبقة اللون الغامق وبشكل عام تمثل اعلى درجات التراكم أو الترسيب .
(B_3) الانتقال الى (C) .
(C) نطاق تجوية الصخور

مقطع تخطيطي مفترض للتربة

المصدر : (٧) .
سيكيل ، Siegel ، 1974



شكل (٥ ـ ٢)
الاختلافات في مقاطع التربة المتواجدة في اربع بيئات جويّة
المصدر : (٥) .
أندروز ـ جونس ، 1968 ، Andrews-Jones

٥ ـ ٢ تكوين ونمو التربة Soil Formation

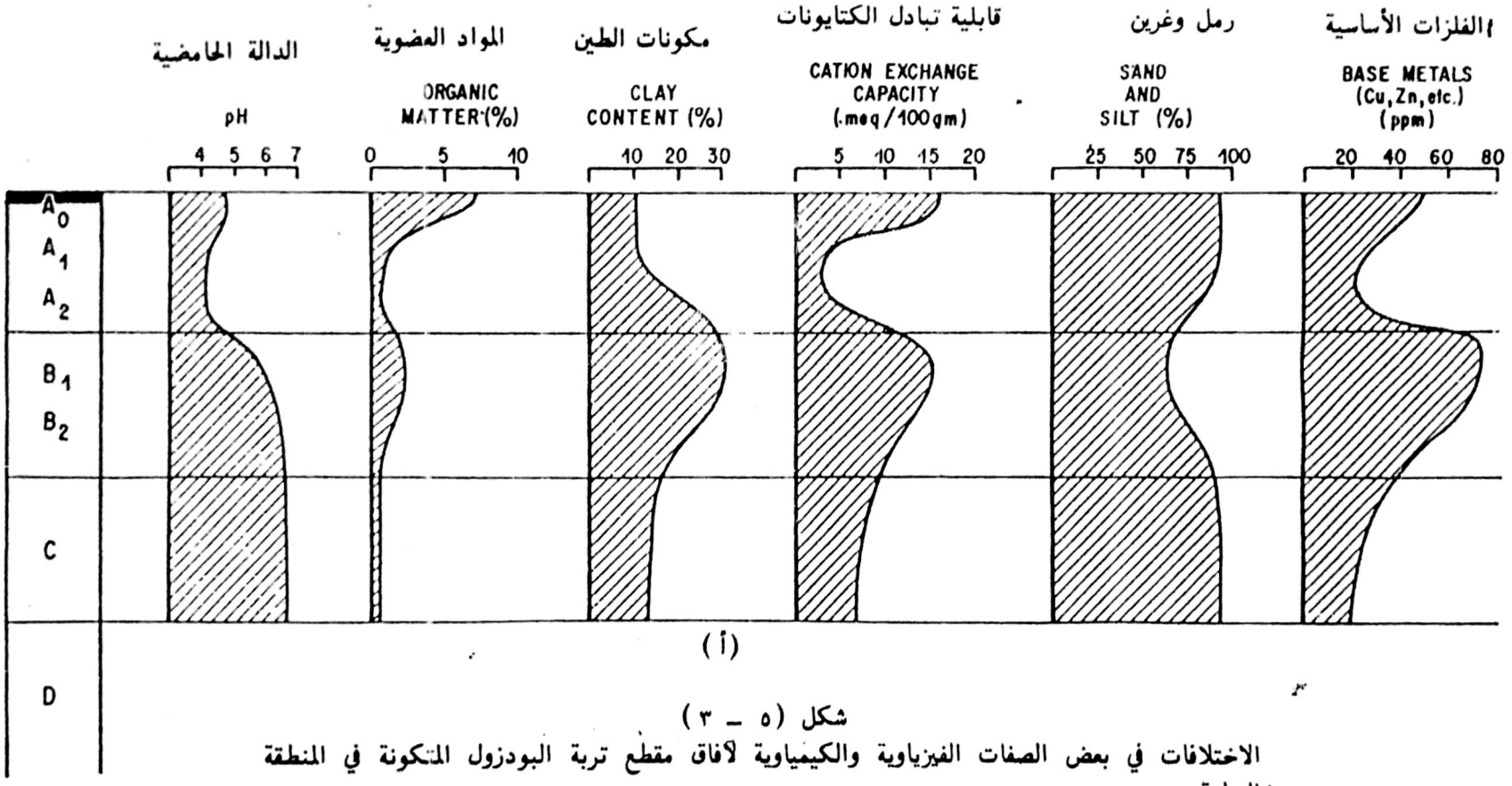
تمثل التربة بمفهومها البسيط ، الجزء الاعلى من الريكوليث ، Regolith ، المتطبق . وهذا يشير الى أن التربة والعمليات التي تؤدي الى تكوينها لا يمكن فصلها أو تجزئتها عن عمليات التجوية بسبب تداخلها وعدم تمييز بعضها عن البعض الآخر . وتؤثر عمليتا التجوية وتكوين التربة بشكل متزامن ، بحيث تمهد الأولى للثانية ، ولهذا تعتبر التربة نواتج لاحقة لعمليات التجوية .

يمكن استعراض تكوين التربة من خلال عمليتين متزامنتين : الأولى تتضمن توفير المواد الأولية لتكوين التربة (أفق C) بينما تهتم الثانية بتفاضل هذه المواد بأتجاه تكوين آفاق مقطع التربة . وتظهر أولى مراحل تكوين التربة بهيئة أفق ضعيف لـ A نتيجة الانتشار العمود والافقي للعناصر الكيمياوية والحبيبات المنقولة بتأثير التغييرات الفيزياوية والتحلل الكيمياوي للمواد العضوية . ويستمر نمو أفق A على حساب أفق C وباستمرار تقدم إزالة وانتقال مكونات أفق A ،

حيث تتفاعل المحاليل الحامضية المتحركة نحو الاسفل مع المكونات المعدنية لـ A محررة مواد ذائبة ومواد غروية ومواد صلبة . وتنتقل هذه المواد نحو الاسفل ، خلال حركة الوسط المائي الناقل . تتكون المحاليل الحامضية في التربة من تفاعل مياه الامطار المترشحة خلال عمود التربة مع المواد العضوية المتحللة ، وهذا يؤدي الى تكوين حامض الكاربونيك وحوامض عضوية ، مما يخفض الدالة الحامضية لهذه المياه الى (4) أو أقل . وبالرغم من ضعف هذه الحوامض ، إلا أن تكوينها بشكل مستمر نتيجة تحلل الهيومس ، Humus ، يجعل منها ذات تأثير كبير على ازالة وانتقال المواد المشار إليها في أعلاه من أفق A . وتدعى هذه الازالة والانتقال بعملية eluviation ، وهي عملية مميزة لأفق A . ولهذا يمكن القول بأن أفق A عانى كثيراً من عملية eluviation خلال مراحل تكوين التربة . وبعد اكتمال نمو أفق A ، يبدأ أفق Bبالنمو ولكن وفي بعض الحالات ربما يتكون الافقان معاً وعلى العكس من أفق A ، فأن أفق B يمثل نطاق الترسيب أو التراكم ، الذي يدعى بنطاق illuviation والذي يمثل نطاق ترسيب وتراكم المواد المنقولة من طبقة A ، مثل المعادن الطينية والاكاسيد الاحادية النصفية ، Sessqui Oxides . وربما تنتقل هذه المواد خارج نطاق التربة من خلال حملها في المحاليل بهيئة مواد ذائبة أو عالقة لنظام مياه المنطقة .

٥ ـ ٣ الصفات الفيزياوية والكيمياوية لآفاق التربة
PHYSICAL AND CHEMICAL PROPERTIES OF SOIL HORIZONS.

يتميز المقطع العمودي للتربة بالتطبق ، أي تواجد التربة على هيئة آفاق متتابعة ، تختلف فيما بينها في الصفات الفيزياوية والكيمياوية . وباستثناء الاختلافات في اللون والنسيج التي تعتمدها الاعمال الحقلية بهدف تشخيص هذه الآفاق ، فان الصفات الاخرى مثل : الدالة الحامضية ، كمية المواد العضوية ، المكونات الفتاتية وانواعها وكمية الاكاسيد الاحادية النصفية هي التي تشرح توزيع وانتشار العناصر الفلزية في آفاق مقطع التربة ، وبالتالي ذات أهمية كبيرة في الاستكشاف الجيوكيميائي . وفيما يلي شرح موجز لهذه الخواص واختلافاتها في آفاق التربة وبالاعتماد على الشكل (٥ ـ ٣) الذي يمثل مقطعاً لتربة البودزول Podzole .



(أ)

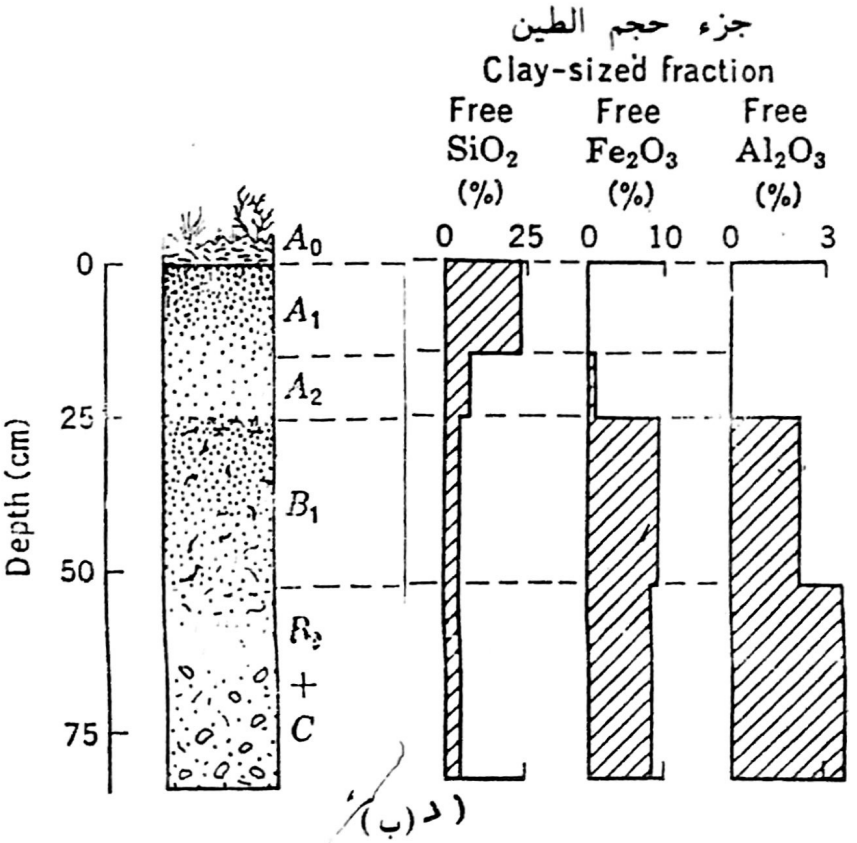
شكل (٥ ـ ٣)

الاختلافات في بعض الصفات الفيزياوية والكيمياوية لآفاق مقطع تربة البودزول المتكونة في المنطقة الرطبة .

المصدر : (٥) ، (٣)

(أ) ليفنسون ، Levinson, 1980

(ب) هاردون ، Hardon, 1936



تكملة الشكل (٥ ـ ٣)

١) الدالة الحامضية PH : يوضح الشكل (٥ ـ ٣) توزيع قيم الدالة الحامضية في مقطع تربة البودزول . وبشكل عام ، فان الآفاق العليا A_2, A_1, A_0 لها قيم منخفضة من الدالة الحامضية نسبة الى الآفاق السفلى B_1, B_2 ، C . وهذا يفسر تكوين الحوامض العضوية واللاعضوية في الآفاق العليا وعلى وجه الخصوص أفق A_2 الفاتح اللوَن ، حيث تصل قيمة الدالة الحامضية فيها أقل مايمكن ، ممايشرح سبب تمثيل هذا الافق بنطاق اعلى درجات الازالة eluviation . أما ارتفاع قيم الدالة الحامضية في أفق C و B يؤشر انخفاض تكوين وتأثير الحوامض على مواد تربة الأفق B و C .

٢) المكونات العضوية **Organic Constituents**

من المتوقع أن تحتوي الآفاق العليا من A باللون الغامق ، على تراكيز عالية من المواد العضوية . ويشير الشكل (٥ ـ ٣) الى احتواء أفق A_0 على أكبر كمية

من المواد العضوية لذلك يعرف الأفق A_0 بأفق المواد العضوية (هيومس). وبسبب قابلية المواد العضوية على احتواء العناصر الفلزية ، فان نشاط التبادل الأيوني لأفق A_0 عالٍ نسبياً . وهذا يشرح الاغناء النسبي لهذا الافق بالعناصر الفلزية الاساسية. أما الارتفاع النسبي بكمية المواد العضوية في أفق B ، ربما يشير الى تراكم أو ترسيب تلك المواد العضوية في هذا الافق ، والمنقولة من افق A .

٣ ـ المكونات الفتاتية Clastic Constituents

تختلف المكونات الفتاتية كماً ونوعاً باختلاف آفاق مقطع التربة وظروف تكوينها . بشكل عام ، تتواجد المعادن الطينية في أفق B بكميات كبيرة نسبة للآفاق الاخرى من مقطع التربة . ويمكن تفسير تواجد المعادن الطينية في أفق B من خلال عملية eluviation المؤثرة على أفق A ، والتي تؤدي الى إزالة وانتقال المعادن الطينية من أفق A باتجاه الأسفل ، حيث تترسب وتتراكم في أفق B من خلال عملية illuviation السائدة في هذا الأفق . وبسبب القابلية العالية للمعادن الطينية على التبادل الأيوني ، وبالتالي غنائها بالعناصر الفلزية ، يجعل اختيار نماذج تربة أفق B مفضلاً في الاستكشاف الجيوكيميائي . إن طبيعة المعادن الطينية المتكونة في التربة ، ربما يعتمد على ظروف بيئة التجوية اكثر من طبيعة المواد الاصلية . فالبيئة ذات الحامضية القليلة والجو الحار والمعدلات العالية من الامطار ، تساعد على تكوين معدن الكاولينايت . ويتكون معدن المونتمور يلونايت في البيئة القاعدية أو المتعادلة ذات الجو الجاف وأنظمة التصريف الغير كفوءة . أما معدن الأللايت ، illite ، فيتكون في بيئة مشابهة لتكوين معدن المونتوريلونايت مع إضافة عامل توفر عنصر البوتاسيوم ، ولهذا يعتقد بأن معدن الأللايت هو نتيجة تجوية الصخور الغنية بالبوتاسيوم .

بشكل عام ، يحتوي أفق A على مكونات فتاتية تتمثل أساساً بالرمل والغرين وبكميات أقل من الطين إضافة الى توفر المواد العضوية ، أما أفق B فيتكون بالدرجة الاساس من الغرين والطين .

٤ ـ المكونات من الاكاسيد الاحادية النصفية واوكسيد السليكون :
Sessqui-Oxide and Silica Constituents

يعكس الاختلاف بكميات تواجد الاكاسيد SiO_2, Al_2O_3, Fe_2O_3 في آفاق مقطع التربة ، أهمية تأثير عمليات الازالة ، eluviation ، وعمليات التراكم أو الترسيب ، illuviation ، في افاق التربة A و B على التوالي ، حيث يبقى ويتركز SiO_2 في أفق A نتيجة مقاومتها لعمليات الازالة ، بينما تنتقل الاكاسيد

Fe_2O_3, Al_2O_3 من أفق A بسبب عمليات الازالة للمياه المترشحة خلال عمود التربة ، وبالتالي تراكمها أو ترسيبها في أفق B المتمثلة بعملية التراكم illuviation ، وبسبب قابلية اكاسيد الحديد والمنغنيز على احتواء العناصر الفلزية بتأثير الترسيب المتصاحب Co-o precipitation ، فان الكمية الكبيرة نسبياً لتواجد أوكسيد الحديد في أفق B يشرح غناء هذا الأفق بالعناصر الفلزية .

٥ ـ ٤ العوامل المؤثرة في عملية تكوين التربة
EFFECTIVE FACTORS IN SOIL FORMATION PROCESS

تتواجد التربة في الطبيعة بأنواع مختلفة وبمقاطع مميزة بعضها عن البعض الآخر وتعزى هذه الاختلافات الى اختلاف العوامل الرئيسية المؤثرة في تكوين التربة ، والتي تضبط إتجاه ومعدلات تفاضل آفاق مقاطع التربة . وهذه العوامل هي نفسها المؤثرة في عمليات التجوية والمتمثلة بالآتي :

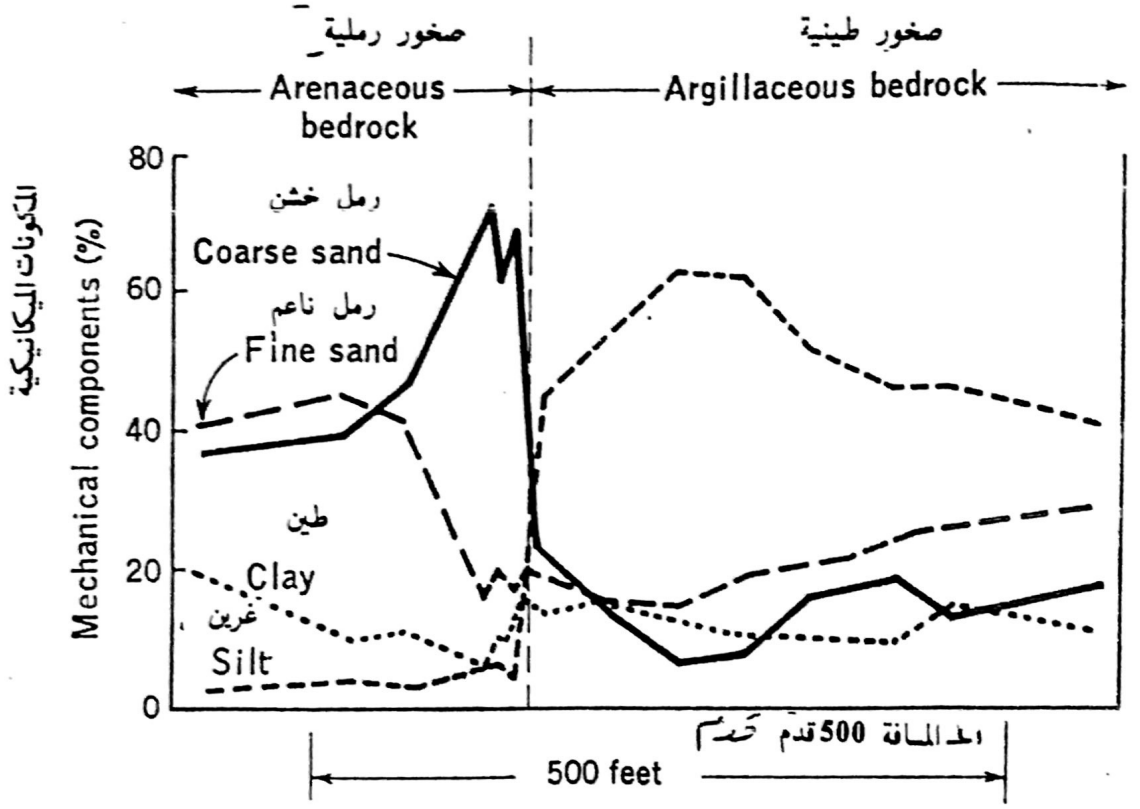
١ طبيعة الصخور الأم Nature of Parent Rocks

بالرغم من الدور المحدود الذي يلعبه هذا العامل في تكوين التربة نسبة لعامل الظروف الجوية ، إلا أن طبيعة الصخور الأم (التركيب المعدني والصفات الفيزياوية) تؤثر وبشكل رئيسي على معدلات تكوين التربة ، حيث يمكن وبشكل سريع نسبياً تكوين مقاطع التربة من الصخور ذات المسامية العالية ، وكذلك من الصخور المتكونة من المعادن القليلة المقاومة لعمليات التجوية . كما أن الصخور ذات التركيب المعدني المتباين تؤدي الى تكوين انواع مختلفة من التربة ، فالصخور الرملية النقية تؤدي الى تكوين السليكا فقط ، بينما صخور الجرانيت تؤدي الى تكوين نواتج مختلفة ، وبالتالي ربما تكون مقاطع مختلفة من التربة .

ويؤثر التركيب المعدني للصخور بشكل غير مباشر على تكوين التربة . فالنباتات والأعشاب النامية فوق الصخور الكاربونية تستهلك عنصري Ca ، Mg ، خلال عملياتها الحياتية ، والتي تؤدي الى طرحها على سطح الارض باستمرار ، مما يؤدي في معادلة حامضية المواد السطحية ، وبالتالي تعيق نمو التربة ، كما تعيق حركة العناصر الفلزية خلال عمود التربة .

في حالات معينة ، يمكن أن تنعكس وبشكل واضح جيولوجية المنطقة على التربة المتكونة منها . وتتمثل هذه الحالات بتكوين التربة في المناطق الصحراوية والمنجمدة والتربة الجديدة في المناطق الجبلية ، حيث لا يوجد اختلافات حادة بين

الصخور الأم والتربة الناتجة عنها . وتشمل هذه الحالات التربة المتبقية للمناطق ذات الظروف الجوية المستقرة نسبياً وثبات العوامل الأخرى لتكوين التربة في المنطقة ، وتتمثل هذه الحالات بتربةُ المناطق المعرضة للتجوية الشديدة وتكوين أنواع مختلفة من التربة ، حيث يمكن التعرف على طبيعة الصخور الأم من خلال ملاحظة التركيب الفتاتي لمواد آفاق مقطع التربة (شكل ٥ ـ ٤) .

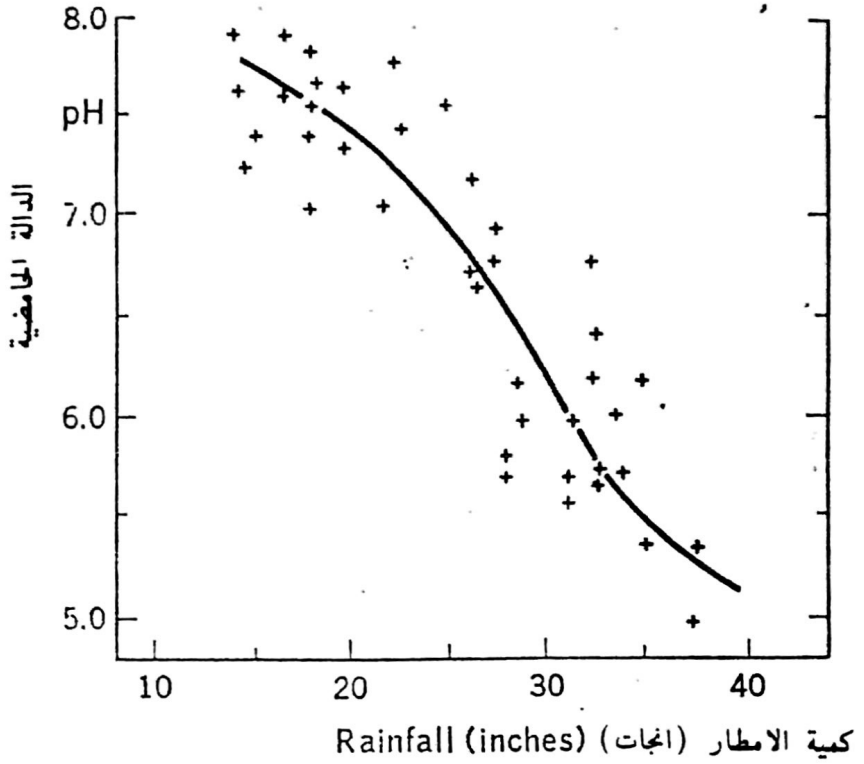


شكل (٥ ـ ٤)

تأثير نوعية الصخور على المكونات الميكانيكية لأفق (A) من التربة ، موتوبة "Mutupa" ، شمال زمبابوي "Northern Zimbaboy"

المصدر : ـ (٣) .

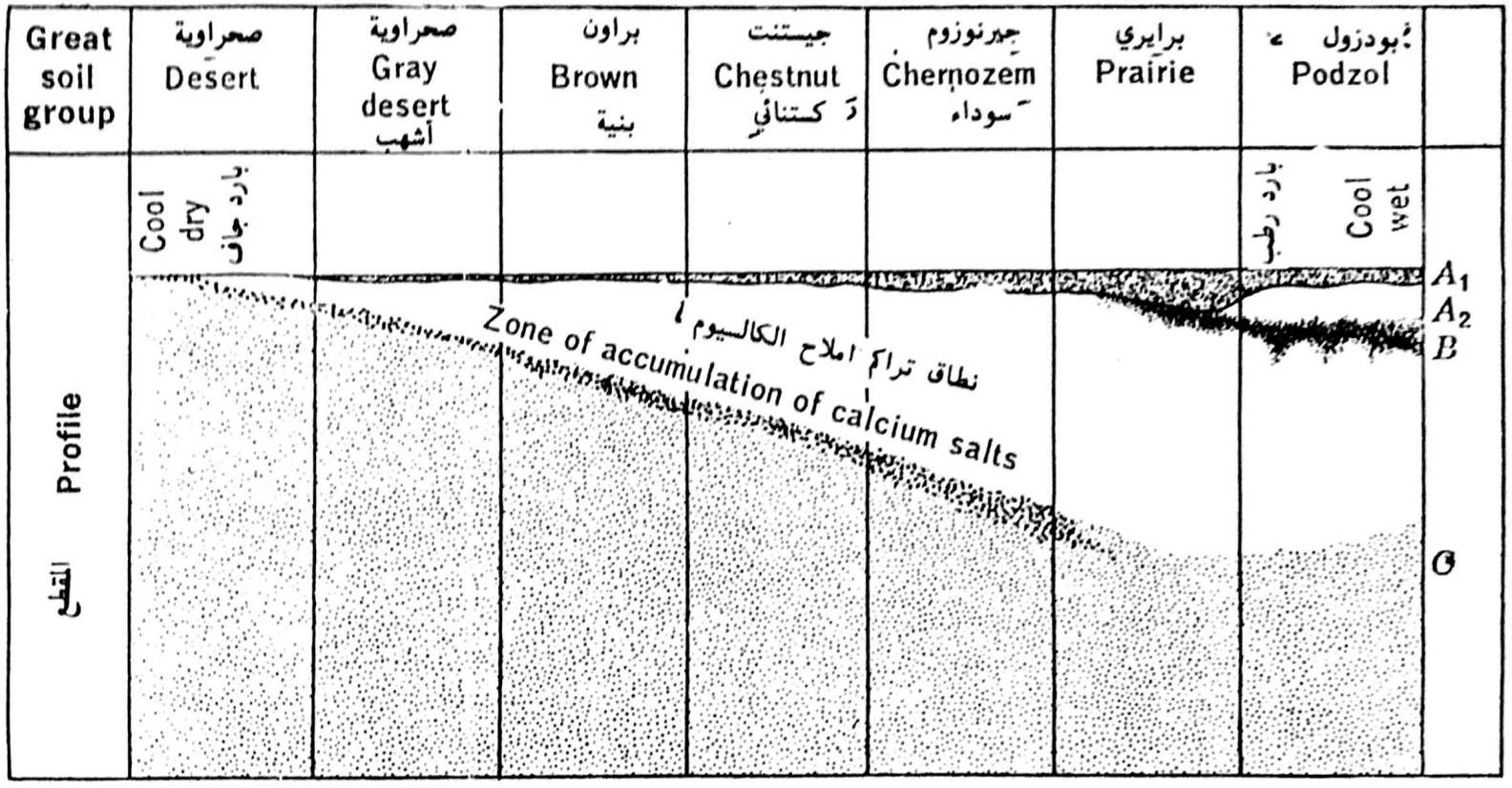
كوفت ، Covett, 1958



شكل (٥ ـ ٥)
تأثير معدلات سقوط الامطار على قيم الدالة الحامضية للتربة
المصدر : (٣)
جني ، 1941 ، Jenny

٣ -الظروف الجوية Weathering Conditions

يعتبر عامل الظروف الجوية المتمثل بدرجات الحرارة وكمية الامطار ، اكثر العوامل تأثيراً في عمليات التجوية وتكوين التربة . ومن ناحية أخرى ، يؤثر عامل الاحوال الجوية بشدة على جميع العوامل الاخرى لتكوين التربة . فتباين الظروف الجوية المؤثرة على الصخور الأم المتشابهة ، تؤدي الى تكوين انواع مختلفة من التربة . وبسبب التأثير الكبير لعامل الظروف الجوية على كمية ونوعية وتحلل المواد الحياتية (الاعشاب والبكتريا) ، وكذلك على عمليات نمو التربة المتمثلة بعمليات الازالة والتراكم ، فأن الظروف الجوية للمناطق المختلفة تضبط التباين في قيم الدالة الحامضية (شكل ٥ ـ ٥) ، نوعية المعادن الطينية ، كميات CaO و Fe_2O_3 والمواد العضوية لمقاطع التربة المختلفة (شكل ٥ ـ ٦) . ففي تربة المناطق الرطبة والمتمثلة بالبودزول ، يزداد تأثير عمليات نمو التربة (الازالة والتراكم) مما يؤدي الى تفاضل التربة الى طبقات محددة . أما تربة المناطق الجافة ، فتتميز بافتقارها للمواد



شكل (٥ ـ ٦)

تأثير الظروف الجوية على تراكيز المواد العضوية والكاربونات في مقاطع التربة .

المصدر : (٣)

Millar, Turk and Foth ، 1958 ، ميلار وترك وفوت

العضوية (الهيومس) مما يؤدي الى انخفاض تأثير عمليات نمو التربة (الازالة والتراكم) والتي تنعكس بالسرعة البطيئة لتكوين التربة . وتتميز تربة المناطق شبه القارية والحارة ، باحتوائها على تربة كلسية نتيجة ترسيب أملاح الكالسيوم من تبخير المياه الجوفية بفعل الانابيب الشعرية .

٣ـ الفعاليات الحياتية : Biological Activities

بالرغم من أن للكائنات الحية دوراً مهماً في تحلل النباتات وتوزيع المواد العضوية وحركة العناصر الكيمياوية في التربة ، لكن أهمية الفعاليات الحياتية في تكوين التربة تتمثل وبشكل رئيسي بالنباتات . وجاء هذا الدور الرئيسي للنباتات للاسباب الآتية :

١ ـ للنباتات دور مهم وضروري في المراحل الأولى من عملية تكوين التربة ، فبمجرد نمو النباتات على سطح الصخور ، تبدأ عملية تكوين التربة من خلال تحلل هذه النباتات وتكوين الحوامض العضوية واللاعضوية التي تؤثر على تجوية الصخور ، وبالتالي على تكوين التربة .

٢ ـ تساعد النباتات على المحافظة على التربة من تأثير عمليات التعرية والانهيار ، وبذلك تساعد النباتات على استقرارية التربة .

٣ ـ تعتبر النباتات المصدر الاساسي لمكونات التربة من المواد العضوية ، حيث تطرح النباتات في التربة كميات مختلفة من المواد العضوية باختلاف كمية النباتات المتوفرة والناتجة من تأثير الظروف الجوية للمنطقة .

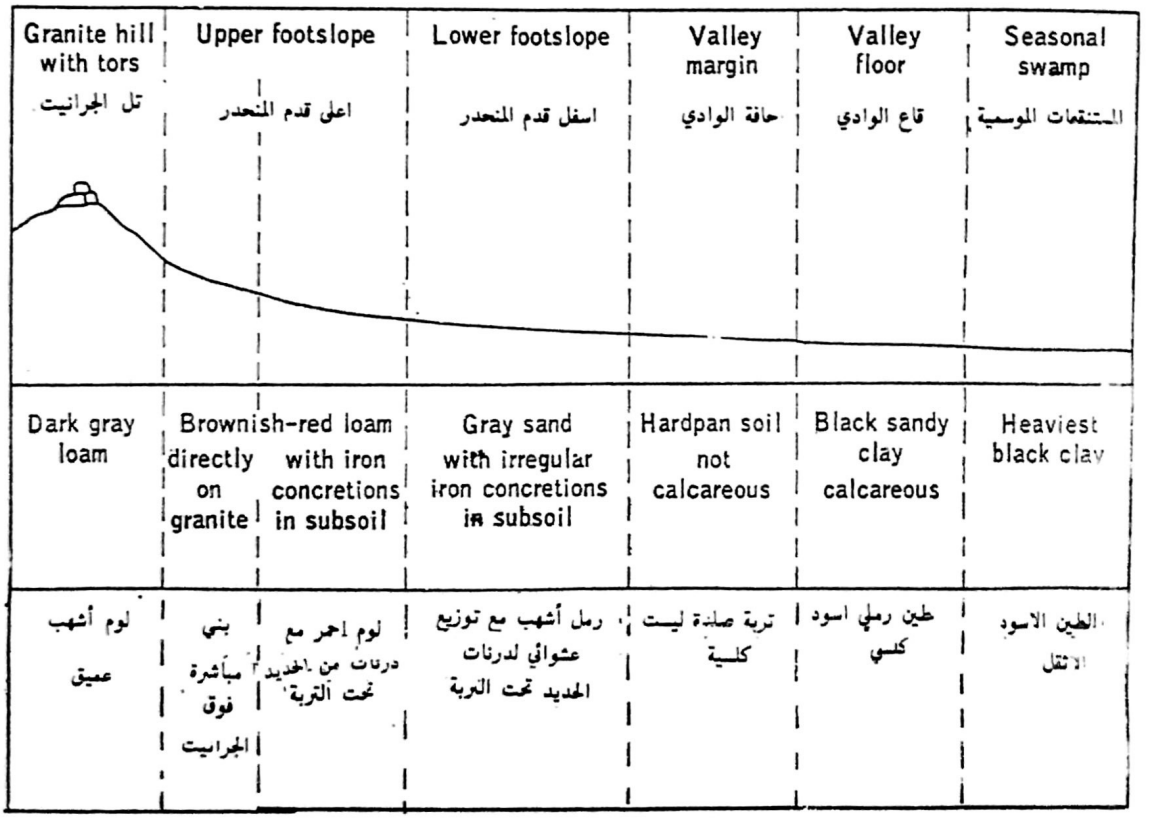
٤ ـ إنَّ مادة الهيومس الناتجة من تحلل المواد العضوية لها تأثير مهم على تفاضل التربة الى آفاق رئيسية وثانوية ، وذلك من خلال تأثير مكونات الهيومس في عملية الازالة ، والذي ينعكس على توزيع المواد المختلفة بين آفاق التربة .

٥ ـ التقليل من معدلات التبخير من خلال انتشار ونمو النباتات فوق سطح الارض وعلى العكس من هذا ، فأن تواجد الحيوانات الثاقبة والديدان ونمو جذور النباتات يعيق تفاضل التربة الى آفاق محددة .

٤ـ التضاريس الارضية : Topography

تؤثر وباتجاهات متعاكسة ، التضاريس الارضية على تكوين التربة . فمن علاقة درجات الانحدار والارتفاعات عن مستوى سطح البحر مع مستوى المياه الجوفية ، أنظمة التصريف ، التعرية وكميات النباتات ، يمكن تفسير أنواع مختلفة من التربة في مناطق ذات تضاريس مختلفة . يعتمد تكوين افق A و B لمقاطع التربة حتى في المناطق ذات الامطار الغزيرة ، على توفر أنظمة التصريف الحرة وكفاءة عملية

الازالة . وتتكون عادة في المناطق الجبلية تربة حامضية ، بينما تمتاز تربة المناطق المنخفضة بأحتوائها على كاربونات الكالسيوم ، وبالتالي تعتبر تربة قاعدية . يوضح الشكل (٥ ـ ٧) تأثير التضاريس الارضية على تكوين الانواع المختلفة من التربة . وبسبب تأثير درجة الانحدار في زيادة كمية المياه السطحية وانخفاض كمية المياه المترشحة في عمود التربة ، تمتاز تربة هذه المناطق بالسمك القليل وعدم تفاضلها الى آفاق محددة . وربما يؤدي تأثير هذا العامل على حجب مقطع التربة في المناطق المنخفضة أو تعرية آفاق التربة في المناطق ذات الميل الحاد (شكل ٥ ـ ٨) . وبشكل عام ، تبقى التربة حديثة التكوين في الظروف التي تكون فيها معدلات التعرية اكبر من معدلات تكوين التربة . أما اذا كانت معدلات تكوين التربة اكبر من معدلات التعرية ، سوف تتكون بالنهاية تربة ناضجة .

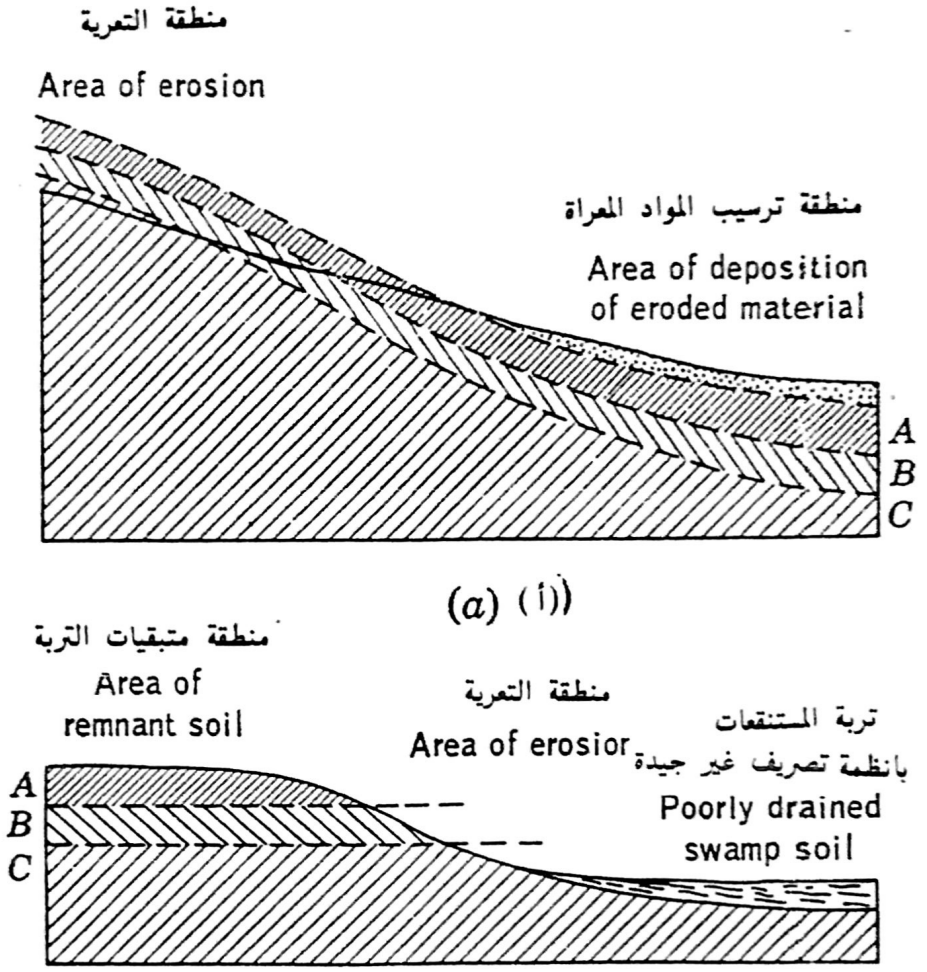


شكل (٥ ـ ٧)

تسلسل تتابع تكوين انواع من التربة نتيجة تأثير درجة الانحدار وانظمة التصريف . ويسمى هذا التسلسل بكاتينة التربة "Soil Catena"

المصدر : ـ (٣)

مايلن ، Milne ، 1936



شكل (٥ ـ ٨)

تأثير التعرية على نوع التربة
المصدر : (٣)
هاوكس ووب ، 1962 ، Hawkes and webb

٥ ـ الزمن Time:

تعتمد عملية تكوين التربة كسائر العمليات الجيولوجية على الزمن . فالزمن اللازم لتكوين التربة الناضجة في المناطق الاستوائية أقل بكثير من الزمن اللازم لتكوين التربة في المناطق المنجمدة . ويعتقد بأن تراكم المواد الاولية لتكوين التربة يتطلب زمناً أطول من تفاضل هذه المواد إلى آفاق مقطع التربة . كما أن تكوين أفق B يحتاج زمناً اكبر من الزمن اللازم لتكوين أفق A. وبشكل عام ، فان عامل

الزمن يعتمد على تأثير وفعالية بقية عوامل تكوين التربة . فالتربة الناضجة تعكس التأثير الفعال لعوامل تكوينها مقارنة بالتربة الحديثة ، ولا تعني التربة الناضجة قدمها الزمني مقارنة بالتربة الحديثة .

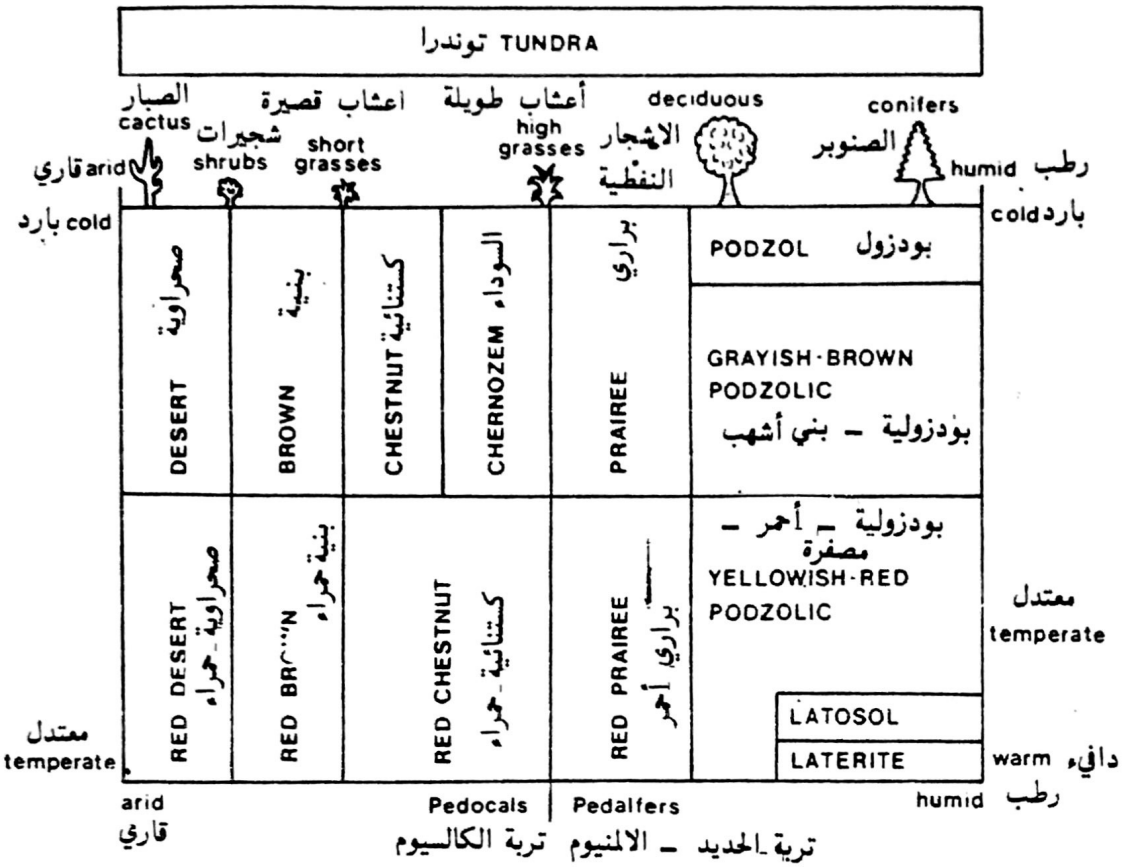
٥ ـ ٥ تصنيف التربة Soil Classification

يمثل تصنيف التربة موضوع جدل قائم إلى حد الآن بين المعنيين باختصاص التربة ، ولايوجد نظام لتصنيف التربة مقبول للجميع ، وذلك بسبب اختلاف الانواع العديدة من التربة في كثير من الخواص : حجم الحبيبات ، التركيب الكيمياوي ، المطاوعة ، المتانة الميكانيكية ، اللون ، الخصوبة ، النفاذية ، الصخور الام ، درجة النضوجة ، سهولة التعامل وطبيعة مقطع التربة . وصعوبة ايجاد نظام موحد لتصنيف التربة ، يكمن في تحديد الصفات المهمة التي يعتمدها تصنيف التربة . خلال المائة سنة الاخيرة ، قام المختصون بعلوم الزراعة والهندسة والجيولوجيا بمحاولات مختلفة لتصنيف التربة . ومن المحاولات الجديدة ، تلك التي استخدمت في الولايات المتحدة وكندا ، حيث اعتمد تصنيف التربة على الخواص التي يمكن قياسها في الحقل . ويحجب هذا التصنيف تأثير الظروف الجوية ، وطبيعة صخور الام ، مما يؤدي إلى تعرضه في بعض الحالات إلى انتقاد ونقاش . وبالرغم من اعتبار التصنيف الكندي أبسط من التصنيف الامريكي ، الا أنه يحتوي على حوالي أربعة آلاف نوع من التربة . كما أن هذه التصانيف الجديدة وعلى الاخص التصنيف الامريكي يخضع للتطوير والتقييم المستمر من خلال مراحل متعاقبة ، حيث يستخدم حالياً في الولايات المتحدة المرحلة السابعة لتصنيف التربة . ويتوقع حدوث تغييرات مستمرة على كلا التصنيفين من خلال اضافة المعلومات المستحدثة والخبرات المستجدة .

ان أكثر التصانيف استخداماً خلال المائة سنة الاخيرة ، هو التصنيف الذي يعتمد على ظروف منشأ التربة المتمثلة أساساً بالظروف الجوية ، وثانوياً بطبيعة الصخور الام ، الغطاء النباتي ، التضاريس الارضية والزمن . وهذا التصنيف الذي مازال يستخدم من قبل اختصاصي التربة والذي يعرف بالتصنيف النطاقي Zonal Calssification ، يؤدي الى تقسيم التربة وتمثيلها بالمصطلحات الآتية :

التربة النطاقية Zonal Soil

هي التربة المتميزة بخواص معينة ، والسائدة في مساحات واسعة ، والتي تكون الظروف الجوية وكمية النباتات هي الغالبة في عملية تكوينها (شكل ٥ ـ ٩) .



شكل (٥ - ٩)

المواقع النسبية لأنواع مجاميع التربة الكبيرة بالنسبة للظروف الجوية والغطاء النباتي.

المصدر: (٧)

محور عن: ثومبسون، 1965، Thompson

التربة بين النطاق: Intrazonal Soil

هي التربة التي تعكس تأثير العوامل المحلية (غير الظروف الجوية) في تكوين التربة مثل التضاريس الارضية، طبيعة الصخور الام، الزمن.

التربة الغير نطاقية Azonal Soil

وهي التربة الحديثة والمتميزة بقلة أو عدم تفاضل المواد الأولية، والمتمثلة بشكل واضح بترية المناطق الجبلية، والتربة الموجودة فوق الرواسب النهرية.

تمثل التربة النطاقية، وبين النطاق والغير نطاقية، درجات الترتيب الاساسية لتصنيف التربة (الرتب) والتي تنقسم إلى درجات ثانوية (أو تحت الرتب) ومجاميع التربة الكبيرة. وهذه الاخيرة تنقسم إلى عدد من السلاسل المتضمنة أنواع متعددة من التربة.

ومهما تكن الاسس التي اعتمدتها تصانيف التربة المستخدمة من قبل الاختصاصات المختلفة ، فإن الاستكشاف الجيوكيميائي يهتم اكثر بالتصنيف الذي يستند على تلك العوامل المؤثرة في توزيع المكونات المعدنية والكيمياوية (العضوية واللاعضوية) في مقطع التربة . وهذا يعني اعتماد التصنيف الذي يعتمد بشكل أساسي على تأثير عوامل الظروف الجوية والمتمثل بالتصنيف النطاقي . ويوضح الجدول (٥ ـ ١) الوحدات العليا لمثل هذا النظام من التصنيف ، والذي تم تأشيره من قبل تورب وسميث ، Thorp and Smith, 1949 وكما ورد في العاني ، 1980 . تتواجد بعض مجاميع الترب الكبيرة والمؤشرة * (جدول ٥ ـ ١) في القطر العراقي حسب الشكل (٥ ـ ١٠) . وفيما يلي تعريف وشرح موجز لمجاميع الترب المؤشرة * في الجدول (٥ ـ ١٠) كما ورد في العاني ، 1980 .

جدول (٥ ـ ١) الوحدات التصنيفية العليا لنظام تصنيف التربة (عام 1949)

الرتبة	تحت الرتبة	مجموعة الترب الكبيرة .
الترب النطاقية "Zonal Soil"	1. ترب المناطق الباردة	ترب التوندرا "Tundra"
	2. ترب المناطق الجافة الفاتحة اللون	* الترب الصحراوية "Desert"
		* الترب الصحراوية الحمراء
		* سيروزيم "Sierozem" (الصحراويه الرمادية)
		* الترب البنية "Brown"
		* الترب البنية الحمراء
	3. ترب المناطق شبه الجافة الداكنة وشبه الرطبة ذات المروج	* الترب الكستنائية "Chestnut"
		* الترب الكستنائية الحمراء
		* الترب السوداء "Chernozem"
		ترب البراري "Priari"
		ترب البراري الحمراء
	4. ترب المناطق الانتقالية ذات الغابات والحشائش	الترب البنية غير الكلسية
	5. الترب البدزولية الفاتحة اللون ذات الغابات	ترب البودزول Podzol
		ترب الغابات الرمادية (البودزولية)
		الترب البودزولية البنية
		الترب البودزولية البنية الرمادية
		الترب البودزولية الصفراء الحمراء
	6. الترب اللاتراتية (قرمدية) لمناطق الغابات الاستوائية وشبه الاستوائية	ترب اللاترايت "Laterite"
		الترب اللاترايتية البنية الحمراء
		الترب اللاتريتية البنية الصفراء

تكملة جدول (٥ ـ ١)

الترب بين النطاق "Intrazonal Soil"	1. الترب المتأثرة بزيادة الاملاح للمناطق الجافة والسواحل "Halomorphic"	* الترب الملحية "Solonchak" الترب القلوية "Solonetz" ترب السولوث "Soloth"
	2. الترب المتأثرة بزيادة الماء (الغدقة) لمناطق المستنقعات والمنخفضات "Hydromorphic"	الترب المبتذلة الاختزالية "Humic-gley" ترب المروج "Wiesenboden" ترب المروج الالبية "Alpine meadow" * الترب العضوية "Bog" شبه العضوية "Half bog" ترب قليلة التدبل "Low Humic-gley"
	3. الترب الكلسية "Calcimorphic"	ترب البلانوسول "Planosols" الترب البودزولية المتأثر بالمياه الجوفية الترب اللاتوسولية المتأثرة بالمياه الجوفية ترب الغابات البنية "Braunerde" *ترب الرندزنيا "Rendzina"
الترب الغير نظامية "Azonal Soil"		*ترب حجرية "Lithosols" *ترب ريكولية "Regosols" *الترب الرسوبية "Alluvial"

* مجموعة الترب الكبيرة التي تم تأشير تواجدها في العراق.

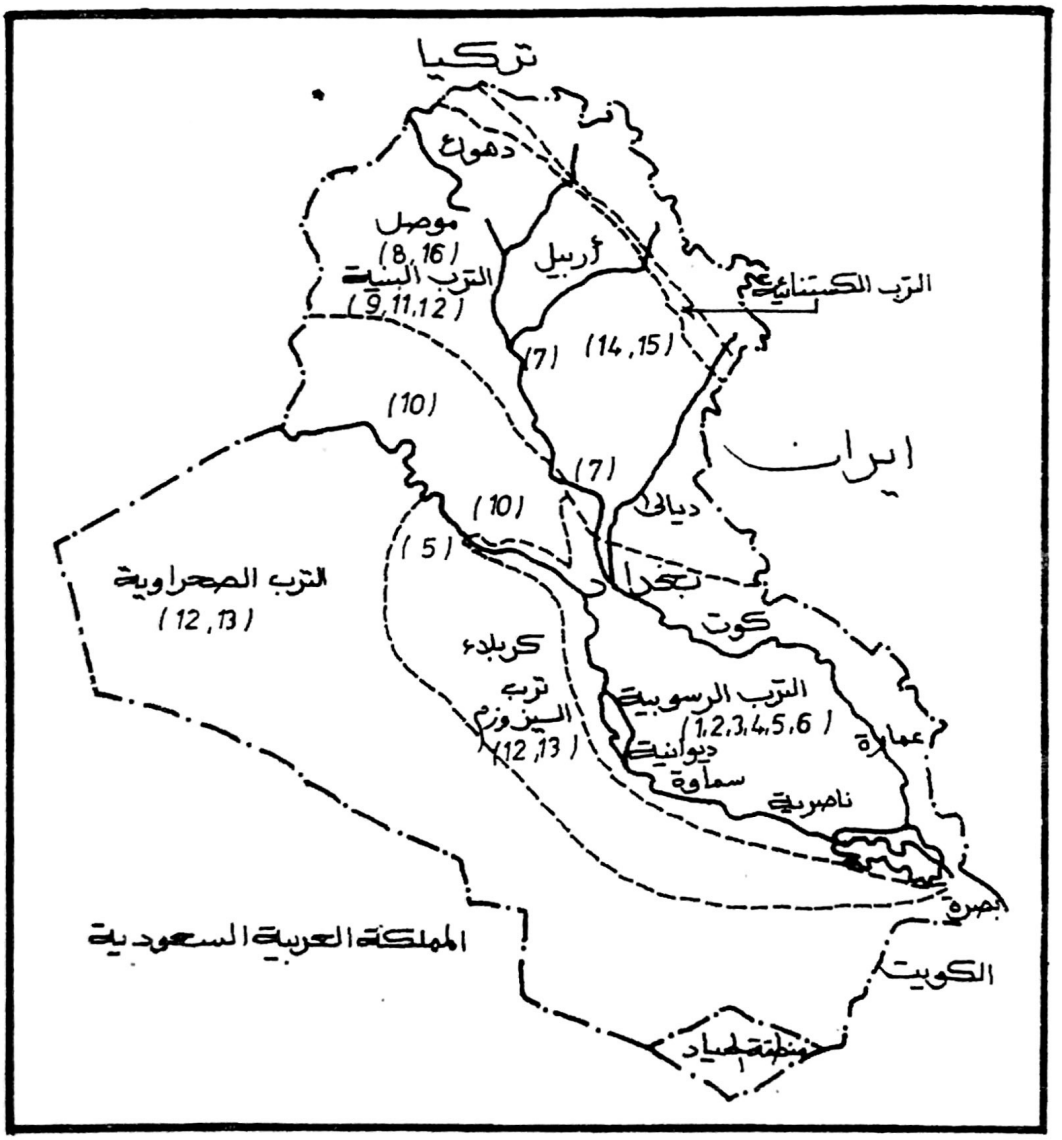
المصدر: (٥)، (٨) ثورب وسميث، Thorp and Smith, 1949 العاني، 1980.

التربة الصحراوية "Desert":

وهي تربة ذات لون بني محمر وقاعدية التفاعل وعالية الاشباع القاعدي، تعلوها في كثير من المواقع ترسبات التعرية الهوائية. أما مناخها، فأمطاره قليلة، وحرارته عالية، وهي كذلك ذات نبات طبيعي صحراوي، متوزع بكثافات قليلة جداً. وتوجد هذه الترب في الصحراء الغربية، وفي الجزء الشمالي الغربي فيما بين النهرين.

تربة السيووزم "Sierozem"

وهي تربة ذات لون رمادي أو رمادي فاتح ، وقاعدية التفاعل ، تزداد هذه القاعدية مع العمق ، مناخها محدد بأمطار تتراوح بين 150-200 ملم في السنة . وحرارتها عالية أيضاً . ونباتها الطبيعي شجيرات صحراوية معمرة متناثرة هنا وهناك وبكثافات واطئة جداً أيضاً . أما المادة العضوية لهذه التربة والتربة الصحراوية ، فهي ضئيلة حتى في الطبقة العليا منها ، إذ لا تتجاوز **0,5%** في أحسن الاحوال .



شكل (٥ ـ ١٠) خارطة العراق وعليها الوحدات التصنيفية في النظامين عند مستوى مجاميع الترب الكبيرة

تكملة الشكل (٥ ـ ١٠)

الوحدات التصنيفية النظام القديم	الارقام المؤشرة على الخارطة	نظام التصنيف الجديد مجموعة كبيرة	تحت الرتبة	الرتبة
رسوبية	1	توري أورثنتز	اورثنتز	Entisole
رسوبية	2	زير أورثنتز		إنتيسولز
رسوبية	3	توريفلوفينتز	فلوفنتز	
رسوبية	4	زيرفلوفنتز		
رسوبية	5	توربسامنتز	بسامنتز	
ليثوسولية ريكوسولية	6	كوارتز بسامنتز		
كروموسول	7	توريرتز	توريرتز	Vertisols
كروموسول وبعض البنية الرسوبية البنية	8	كروموزيررتز	زيررتز	فريتسولز
سيروزمية	9	كالسي أورثدز	أورثدز	Aridisols
صحراوية بنية	10	جبس أورثدز		اريديسولز
سيروزمية ملحية	11	سالور ثدز		
صحراوية	12	هابلا رجدس	ارجدس	
صحراوية	13	بليار جدس		
كستنائية	14	رندولز	رندولز	Mollisols
كستنائية	15	كاليزيرولز	زيرولز	موليسولز
بنية	16	زيرو كربتز	اوكربتز	Inceptisols
				انسيبتيولز

المصدر : (٨) العاني، 1980

التربة البنية الحمراء "Reddish Brown" : تتميز بلون بني محمر في معظم اجزاء جسم التربة ، غير أن هذا اللون يغمق قليلاً مع العمق . تفاعلها قاعدي ومناخها يتصف بالحرارة الشديدة والجفاف صيفاً مع معدل أمطار سنوي يتراوح بين 200-400 ملم . أما نباتها الطبيعي فهو من نوع حشائش قصيرة معمرة مع شجيرات . والمادة العضوية في هذه الترب أعلى بقليل من سابقاتها . وتتواجد هذه الترب جنوب كركوك بين خانقين وبيجي .

التربة البنية "Brown" : تتميز باللون البني الواضح الى عمق 30 سم تقريباً ، ثم يتحول الى رمادي بني حتى طبقة التجمعات الكلسية . تفاعلها قاعدي ، ومناخها رطب شتاءاً وجاف صيفاً . أما النبات الطبيعي فيها ، فأنه خليط من أعشاب قصيرة وطويلة ، لذا فأن المادة العضوية تتراوح بين 1%-2 في الطبقة االعضوية . وتوجد هذه الترب في المناطق الواقعة بين كركوك ـ اربيل ـ الموصل ـ تلعفر ـ ربيعة .

الترب الكستنائية المحمرة "Reddish Chestnut" : وهي تربة ذات لون كستنائي محمر في الطبقة العليا ، يتدرج الى لون بني غامق محمر في الاعماق حتى موقع طبقة تجمع المركبات الكلسية . نباتها الطبيعي حشائش طويلة . أما مناخها ، فأنه رطب شتاءاً وجاف حار وطويل صيفاً . قاعدية التفاعل والمادة العضوية فيها تتراوح بين 2,5%-3 من أغلب الاحوال . وتوجد هذه الترب في العراق في المنطقة المتاخمة لمنطقة الترب الكستنائية من الجنوب والجنوب الغربي ولمساحات محدودة .

الترب الكستنائية "Chestnut" :

تتميز باللون الكستنائي في الطبقة العليا والطبقة التي تليها . ومناخ منطقة هذه الترب ، يتميز بأمطار يتراوح معدلها السنوي بين 400-800 ملم . وبارد شتاءاً وحار صيفاً . لذلك فان تفاعلها يقترب من المتعادل إلى القاعدي البسيط . وكمية المادة العضوية في الطبقة العليا ، يتراوح بين 3%-4 مما يساعد على تكوين التركيب المنشوري في الأفق B ، الذي تنتشر فيه تجمعات كلسية صغيرة جداً ومتباعدة . أما النبات الطبيعي لهذه الترب ، فأنه من نوع الحشائش الطويلة . وتوجد هذه الترب في العراق في مناطق صغيرة متناثرة في الجزء الشمالي والشمالي الشرقي .

الترب السوداء "Chernozem"

وتعرف هذه الترب عالمياً بغزارة المادة العضوية فيها التي تتراوح بين 4%-8 في الطبقة العليا السميكة من هذه الترب . ويتراوح لونها في القطر العراقي بين الرصاصي الغامق إلى الاسود تقريباً . ودرجة التفاعل فيها قاعدى بسيط إلى متعادل وللعمق 75 سم . ويتميز مناخ منطقة هذه الترب ، بموسم جفاف قصير جداً ورطب شتاءاً ومعدل أمطاره يزيد على 800 ملم سنوياً . لذلك فان النبات الطبيعي الذي ينمو في هذه الترب هو من نوع حشائش الاستب الطويلة مع بعض الاشجار المتساقطة الاوراق . وتمتاز هذه الترب بخصوبة عالية وخصوصاً بالعناصر ثنائية

التكافؤ ، وتتواجد هذه الترب في القطر العراقي بمساحات صغيرة جداً حول مدينة السليمانية .

الترب الرسوبية "Alluvial"

تغطي هذه الترب ، كافة السهل الرسوبي العراقي والاشرطة الضيقة المحيطة بالأنهار المتواجد خارج السهل الرسوبي. وتتميز بعدم وجود أفق B ، كما أنها قاعدية التفاعل مع ارتفاع نسبة كاربونات الكالسيوم . مادتها الأم ، منقولة بمياه الفيضانات والري ، ونسجاتها متنوعة ضمن التربة الواحدة . مناخها قاري حار ، ونبتها الطبيعي شبه صحراوي .

الترب الملحية "Solonchak"

تشمل كافة أنواع الترب التي تسود فيها عملية التملح سواءً أكانت رسوبية أو غير رسوبية . وتتميز بلون رمادي إلى بني غامق مع إرتفاع كمية الاملاح فيها ، بحيث تعيق نمو النبات بصورة طبيعية . وترتفع كمية الاملاح بشكل كبير في هذه الترب وفي كل آفاقها العليا والآفاق المجاوره لمستوي المياه الجوفية . وتمتاز بتفاعل قاعدي في معظم الاحوال ، وتركيب فيزياوي قلق .

الترب الحمراء "Terra Rosa"

وتعرف أحياناً بترب منطقة البحر الابيض المتوسط ، حيث تتكون من مواد أم كلسية . ومناخ المنطقة ، يتميز بشتاء معدل أمطاره يتراوح بين 400-600 ملم ، وموسم جفاف قصير في الصيف . لون هذه الترب أحمر ، ونباتها خليط من الأعشاب الطويلة والقصيرة والاشجار المتساقطة أوراقها ودائمة الخضرة . وتتواجد في القطر العراقي بمساحات قليلة جداً في شمال شرقي مدينة كركوك .

الترب الرندزنيا Rendzina

وهي ترب ذات لون بني غامق إلى أسود ، لارتفاع كمية المواد العضوية فيها ولعمق 30 سم تقريباً مع ضحالة في العمق . إذ قد يوجد فيها أفق B بدرجة واطئة الوضوح اما المادة الأم لهذه الترب ، فهي الصخور الجيرية الرصاصية المصفرة أو البيضاء الوردية . وتنمو فيها الأعشاب الطويلة والقصيرة . أما وجودها في العراق ، فيتحدد بمنطقة جبال الزاكروس في الشمال الشرقي من القطر .

ترب الغدقة (والعضوية) "Hydromorphic"

وهي الترب التي يرتفع فيها الماء الجوفي، بحيث يجعلها متغدقة في معظم أيام السنة، وتسود فيها عملية الاختزال البيدولوجي والبقع الرمادية والزرقاء وسوء التهوية. وتسود فيها الحشائش المحبة للماء. ومناخها متنوع، إلا أنها موجودة بالدرجة الأولى في مناطق الاهوار والمستنقعات في جنوب ووسط العراق.

الترب الحجرية "Lithosols"

وهي ترب حديثة التكوين. أفقها العلوي ضعيف التكوين وينعدم فيها أفق B، عمقها ضحل، وتظهر المادة الأم بعد الافق الاعلى مباشرة، وعلى هيئة مواد جيولوجية قليلة التفكك. وهي عادة إما صخر جيري أو جبس. أما مناطق وجود هذه الترب، فهي منحدرات المناطق الشمالية المتاخمة للمنطقة الجبلية العراقية. ونباتها الطبيعي هو أشجار سطحية الجذور، ومناخها مماثل لمناخ الترب الكستنائية في العراق.

الترب الريكوسولية "Regosols"

وهي ترب حديثة التكوين ايضاً افقها الأعلى ضعيف التكوين. وهي تخلو ايضاً من الأفق B. كما أن عمقها ضحل كذلك. وتظهر المادة الأم بعد الافق الاعلى مباشرة وعلى هيئة مواد جيولوجية اكثر تفتتاً من المواد الأم للترب الليثوسولية. وهي عادة إما رملية النسجة أو طينية تبعاً لنوعية الصخور الام. وتتمثل مناطق هذه الترب بالمساحات الصغيرة التي قد تتواجد خلال أي مجموعة تربة كبيرة، لكن تكرار تواجدها يزيد في المنطقة الشمالية والغربية من البلاد.

٥ ـ ٦ تصنيف التربة في القطر العراقي: Soil Classification In Iraq

بدأت دراسات تصنيف ومسح التربة في القطر العراقي قبل حوالي (33) سنة تقريباً. وبالرغم من عدم جدوى نتائج بعض هذه الدراسات، إلا أن البعض الآخر أضاف إلى المعلومات المتوفرة عن التربة في القطر العراقي. وتعتبر دراسة بيورنك، Buringh، 1960، هي الاولى في تصنيف التربة في القطر العراقي ولذلك كانت هذه الدراسة استكشافية ولم تتعدَ مستوى مجموعة الترب الكبيرة لعموم القطر، ولكن في بعض المواقع المحددة، أضافت هذه الدراسة معلومات تفصيلية مثل منطقة مشروع النايغة في محافظة صلاح الدين ومشروع اللطيفية ومشروع حسينية بني حسن في محافظة بابل. وقام الطائي، 1969، Altaie، بتأشير الحالة

الموجودة عليها تصنيف التربة في القطر العراقي ، كما أصدرت المديرية العامة للتربة واستصلاح الاراضي في سنة 1971 ، خارطة تدعى خارطة ترب العراق وبمستوى تصنيف المجاميع الكبيرة للنظام الامريكي الحديث ، والتي لا تختلف عن خارطة بيورنك ، بل هي تأكيد لخطوطها العامة .

ينقسم العراق حسب الظروف الفيزياوية إلى المناطق الفيزيوغرافية ،Physiographic Region ، الآتية : منطقة جبال زاكروس ،Zagros ، ومنطقة قدم التلال والسطوح المتموجة ومنطقة الجزيرة ومنطقة الصحراء الغربية ومنطقة حوض الرافدين الاسفل . وبشكل عام ، يمكن تمييز مجاميع الترب الكبيرة في المناطق المؤشرة أعلاه وعلى النحو الآتي :

منطقة الصحراء الغربية : تتميز التربة الصحراوية المتبقية لهذه المنطقة بأحتوائها على طبقات طينية ، Argillie ، وعلى الاخص في الجزء الشمالي الغربي . ولهذا فإن تربة هذه المنطقة يمكن تصنيفها حسب المجاميع الكبيرة :
هابلارجدس ، Haplargids ، أو باليارجدس ، Paleargids ، التي تتصاحب مع ليثيك باليارجدس Lithie Paleorgids ، ليثيك كالسيرثدس Lithic Calcierthids ، أما المجاميع الكبيرة الاخرى من التربة المتواجدة في المنطقة الصحراوية فهي : كوارتز بسامنتر Quartz psamments ، وتوري بسامنتز ، Torripsamments ، وكالسي أورثدس ، Calciorthids .

منطقة جبال زاكروس : تتميز تربة هذه المنطقة بقربها من السطح وتعريتها ، ولهذا تم تصنيفها الى المجاميع الثانوية ليثيك ، Lithic ، والتابعة للمجاميع الكبيرة السائدة في المنطقة . أما تربة الوديان بين الجبال وتربة السطوح المنبسطة ، Terraces ، فتتميز بعمق تواجدها من السطح وهي تابعة لمجموعة كروموزيرتز ،Chromoxertes ، التي تتصاحب في بعض الاحيان مع كالسيزيرولس Calcixerolls .

منطقة قدم التلال والسطوح المتموجة : إن التربة المثالية لهذه المنطقة هي كالسي أورثدس ، Calciorthids ، التي تتصاحب مع كروموزيرتس Chromoxerets ، في شمال المنطقة مع سالورثدس ، Salorthides . في جنوب المنطقة .

منطقة السطوح المشرفة ، Terraces ، على نهري دجلة والفرات : تتمثل تربة السطوح المشرفة العالية والمتوسطة بالتربة الجبسية

(كالسي اورثدس ،Calciorthids) . كما تم تأشير تواجد تربة سالورثدس ، Salorthids ، في السطوح المشرفة على المجرى الاسفل من نهر دجلة .

منطقة حوض الرافدين : تتواجد التربة في هذه المنطقة بثلاثة مجاميع كبيرة وهي : توريفلوفنتس ،Torrifluvents ، المتكونة على اكتاف ، Leevs ، الانهار وسواقي الأرواء ؛ توريرتس ، Torrerts ، المتواجدة في المنخفضات ومناطق التحول الى المنخفضات ؛ سالورثدس ، Salorthids ، المتواجدة في مختلف مواقع المنطقة وتكون سائدة على وجه الخصوص في الجزء الجنوبي من المنطقة .

تتواجد أشباه الرمال ، Pseudo Sands ، والكثبان الرملية ، Sand Dunes ، في عدد من المناطق الفيزيوغرافية ، حيث تحتوي أشباه الرمال على خليط من الطين ، الغرين ، الرمل والمواد العضوية ، Loamy Clay ، أما الكثبان الرملية ، فتتكون من الرمل وخليط من الرمل ، الغرين والمواد العضوية ، Loamy Sand .

يوضح الشكل (٥ ـ ١٠)الوحدات التصنيفية للنظام القديم والحديث وعند مستوى مجاميع الترب الكبيرة والموجودة في القطر العراقي .

٥ ـ ٧ توزيع العناصر الثانوية والنزرة في مقاطع التربة :
Minor and Trace Elements Distribution In Soil Proiles

تعتبر المعطيات المنشورة لقيم تراكيز العناصر الثانوية والنزرة في مقاطع التربة . واطئة الجودة والنوعية . فالمصادر العلمية التي تتضمن هذه المعطيات قليلة ، وهي خاصة بعلوم التربة ، كما أن ملاحظة هذه المصادر ، تشير الى الاختلافات الكبيرة في مكونات هذه العناصر وللأنواع الواحدة من مقاطع التربة . ويوضح الجدول (٥ ـ ٢) معدلات تراكيز بعض العناصر في التربة .

من المعطيات المتراكمة عبر السنين العديدة ، استطاع أندروز ـ جونس ، Andrews-Jones, 1968 ، عرض مكونات التربة من العناصر الثانوية والنزرة (شكل ٥ ـ ١١). بالرغم من أن هذا الشكل لا يوضح اختلاف هذه المعطيات باختلاف طبقات التربة ، إلا أنه يفترض بأن معظم حدود تراكيز هذه العناصر اعتمدت على تحليل أفق A .

إن التباين في معطيات مكونات مقاطع التربة المختلفة من العناصر الثانوية والنزرة ، جاء نتيجة اختلاف تأثير العوامل السائدة في عمليات التجوية ، وتكوين

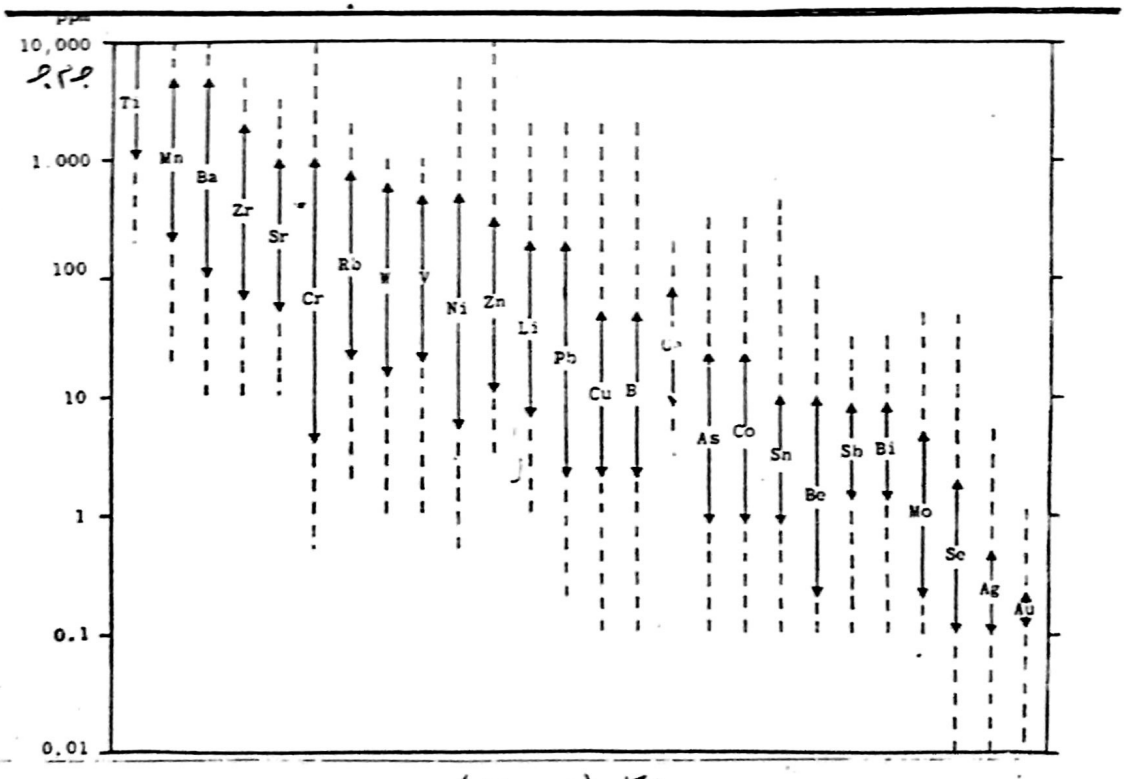
جدول (٥ ـ ٢) معدلات تراكيز بعض العناصر الفلزية في التربة (جـ . م . جـ)

العنصر	المعدل	الملاحظات
Sb	5	
As	5	50-1
Ba	500	تربة المنطقة المعتدلة 150-3000; القارية 10-1500 ;الاستوائية (الرطبة) 10-3000
Be	6	
B	12	تربة المنطقة المعتدلة 2-145; القارية 25-190; الاستوائية (الرطبة) 1-3
Cd	1	
Ce	~5	
Cr	50	تربة المنطقة المعتدلة 7-300; القارية 200-500 الاستوائية (الرطبة) 150-300
Co	10	تربة المنطقة المعتدلة 1-145; القارية 10-100; الاستوائية (الرطبة) 1-50 .
Cu	20	تربة المنطقة المعتدلة 25; القارية 15-100; الاستوائية (الرطبة) 10-150 .
F	200	
Au	0,001	
Pb	20	تربة المنطقة المعتدلة 40; القارية 20; الاستوائية (الرطبة) 20
Li	30	تربة المنطقة المعتدلة 30; القارية 30; الاستوائية (الرطبة) 30
Hg	0,03	
Mo	2	تربة المنطقة المعتدلة 1-5; القارية 2-5; الاستوائية (الرطبة) 1-5
Ni		تربة المنطقة المعتدلة 25; القارية 50; الاستوائية (الرطبة) 40
Nb	15	
Se	0,2	

تكملة جدول (٥ ـ ٢)

Ag	0,1	
Th	13	
Sn	10	تربة المنطقة المعتدلة 2-10؛ القارية 3-50؛ الاستوائية (الرطبة) 3-20
W		معلومات غير كافية
U	1	
V	80	تربة المنطقة المعتدلة 10-400؛ القارية 10-300؛ الاستوائية (الرطبة) 10-300
Zn	50	تربة المنطقة المعتدلة 10-600؛ القارية 10-900؛ الاستوائية (الرطبة) 10-400

المصدر: (٥) أوبرت و بنتا، Aubert and Pinta, 1977



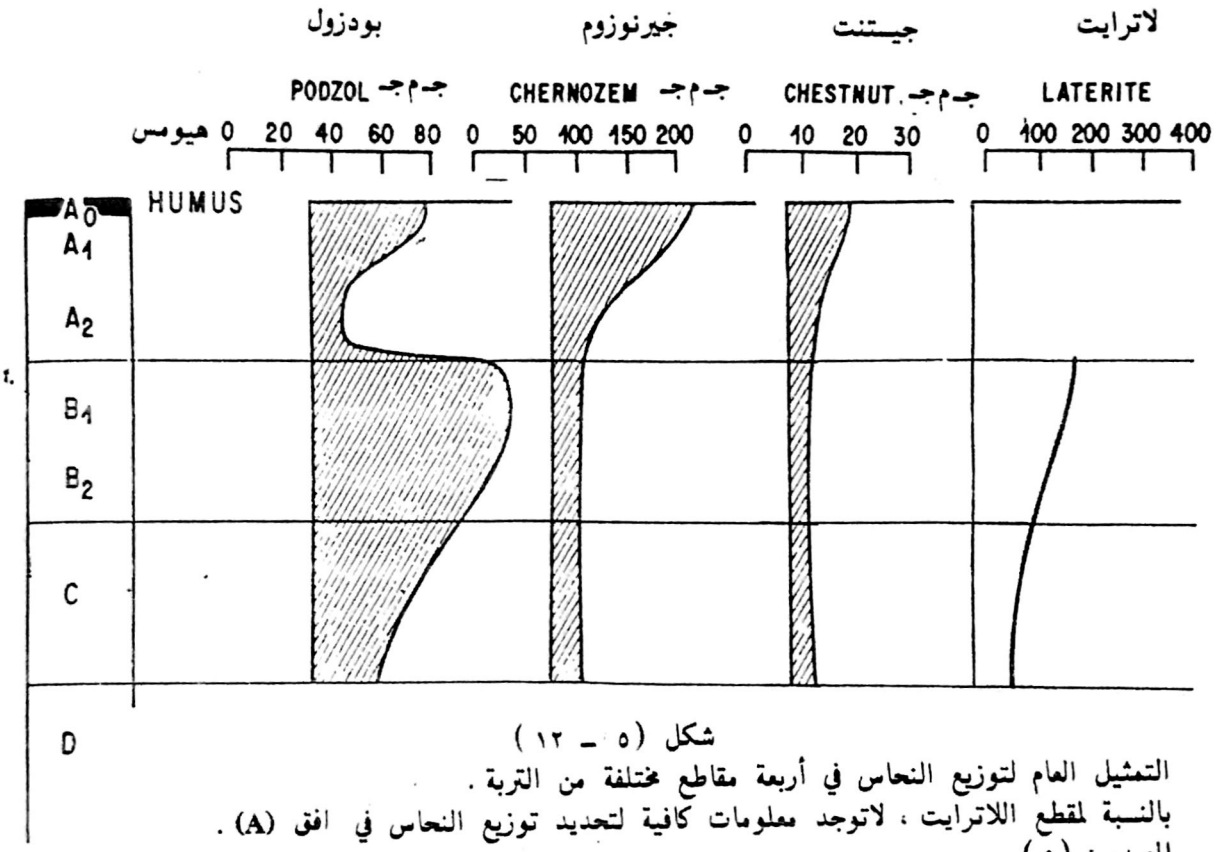
شكل (٥ ـ ١١)

مديات تراكيز العناصر النزرة والمتواجدة بصورة شائعة في التربة. الخطوط المنقطة تؤشر القيم الغير طبيعية.

المصدر: (٥)

اندروز ـ جونس، Andrews-Jones، 1968

التربة المتمثلة بطبيعة الصخور الأم (ومكوناتها من العناصر الثانوية والنزرة)، التضاريس الارضية، الاحوال الجوية، الفعاليات الحيوية، الزمن. وبالرغم من صعوبة الحصول على مفهوم عام لهذا التباين، بسبب تأثير عدد كبير من متغيرات العوامل الآنفة الذكر، إلا أن ليفنسون، Levinson، 1980، حاول التأكيد على درجة هذا التباين من خلال الشكل (٥ ـ ١٢) الخاص بتوزيع عنصر



شكل (٥ ـ ١٢)
التمثيل العام لتوزيع النحاس في أربعة مقاطع مختلفة من التربة.
بالنسبة لمقطع اللاترايت، لاتوجد معلومات كافية لتحديد توزيع النحاس في افق (A).
المصدر: (٥)
بالنسبة لمقاطع تربة البودزول والجيرثوزوم والجيستنت فونكرادوف، Vingradove، 1959
بالنسبة لمقطع اللاترايت
زيسنك، Zeissink، 1971

النحاس في تربة البودزول، التربة السوداء، التربة الكستنائية، لاترايت، Laterite. ويشير الشكل(٥ ـ ١٢)إلى تواجد عنصر النحاس بكميات كبيرة في الأفق الاعلى من الهيومس، وكذلك أفق B من تربة البودزول، في حين يتواجد عنصر النحاس بكميات بارزة في أفق الهيومس من التربة السوداء، وذلك بسبب احتواء هذا النوع من التربة على كميات كبيرة نسبياً من المواد العضوية، وكذلك بسبب التأثير القليل لعمليات الازالة على عنصر النحاس، وهذا يفسر احتواء

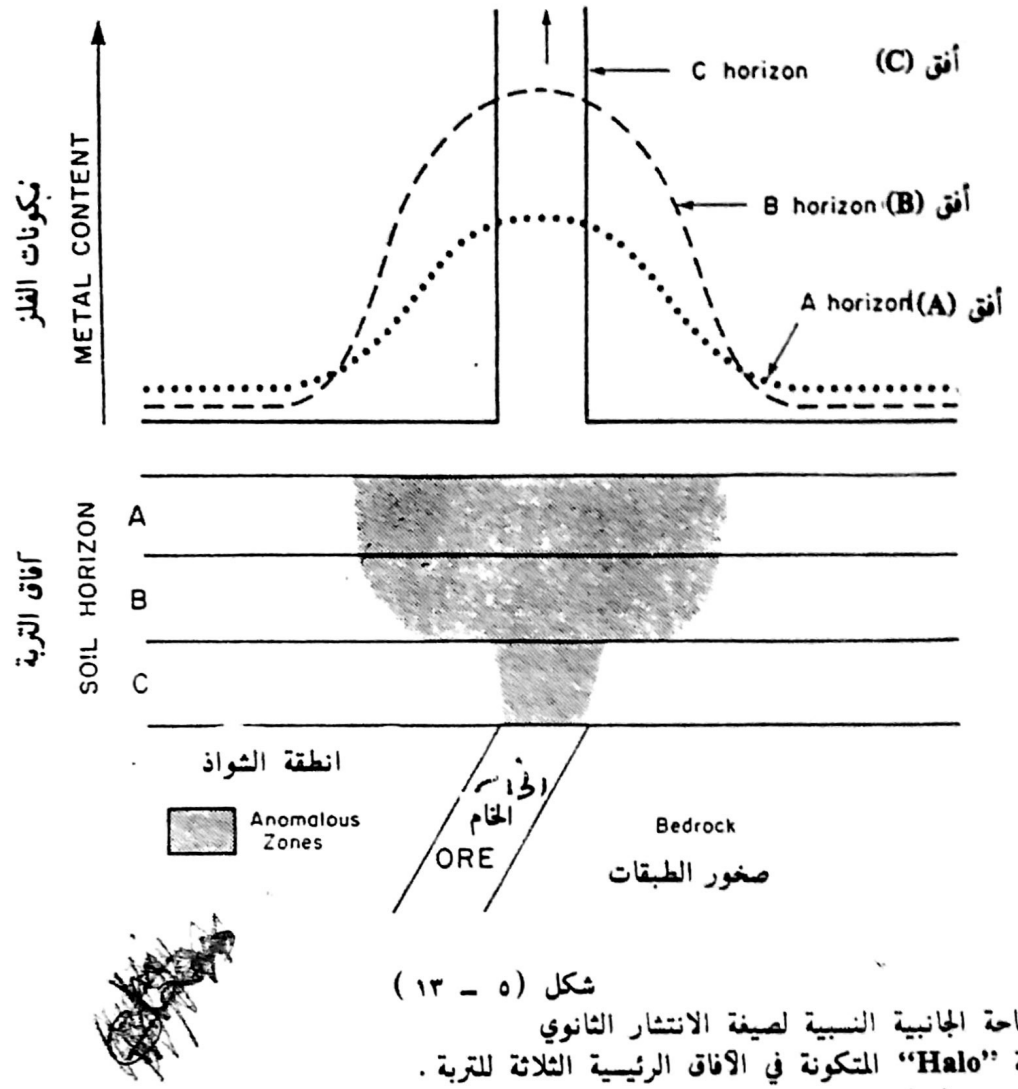
التربة السوداء على تراكيز عالية من النحاس ، نسبة للأنواع الاخرى من التربة . ومن الجدير بالذكر في هذا المجال ، امكانية إضافة كميات من الفلزات إلى أفق A ، من خلال موت النباتات التي تحتوي على هذه العناصر ، التي ربما تبقى ثابتة ضمن المعقدات العضوية الناتجة من تحلل النباتات الميتة . أما في التربة الكستنائية ، يتواجد عنصر النحاس حسب علاقة مباشرة مع كمية المواد العضوية المتواجدة في التربة ، حيث يحتوي أفق A على أعلى كمية منها . ويضبط توزيع عنصر النحاس في اللاترايت ، قابليته على الحركة خلال عملية الازالة لعمود التربة ، حيث يتركز عنصر Cu مع العناصر Cr ، Ga ، Ge ، V ، Ni ، Mn ، Ag ، Pt ، Pd في أفق B ، ولكن بسبب القابلية العالية نسبياً لأنتقال العناصر ، Zn ، Mn ، Ni ، Co ، فأنها تتركز في أفق C من مقطع تربة اللاترايت الناضجة .

٥ ـ ٨ نماذج التربة في عمليات الاستكشاف الجيوكيميائي

Soil Samples In Geochemical Exploration Programs

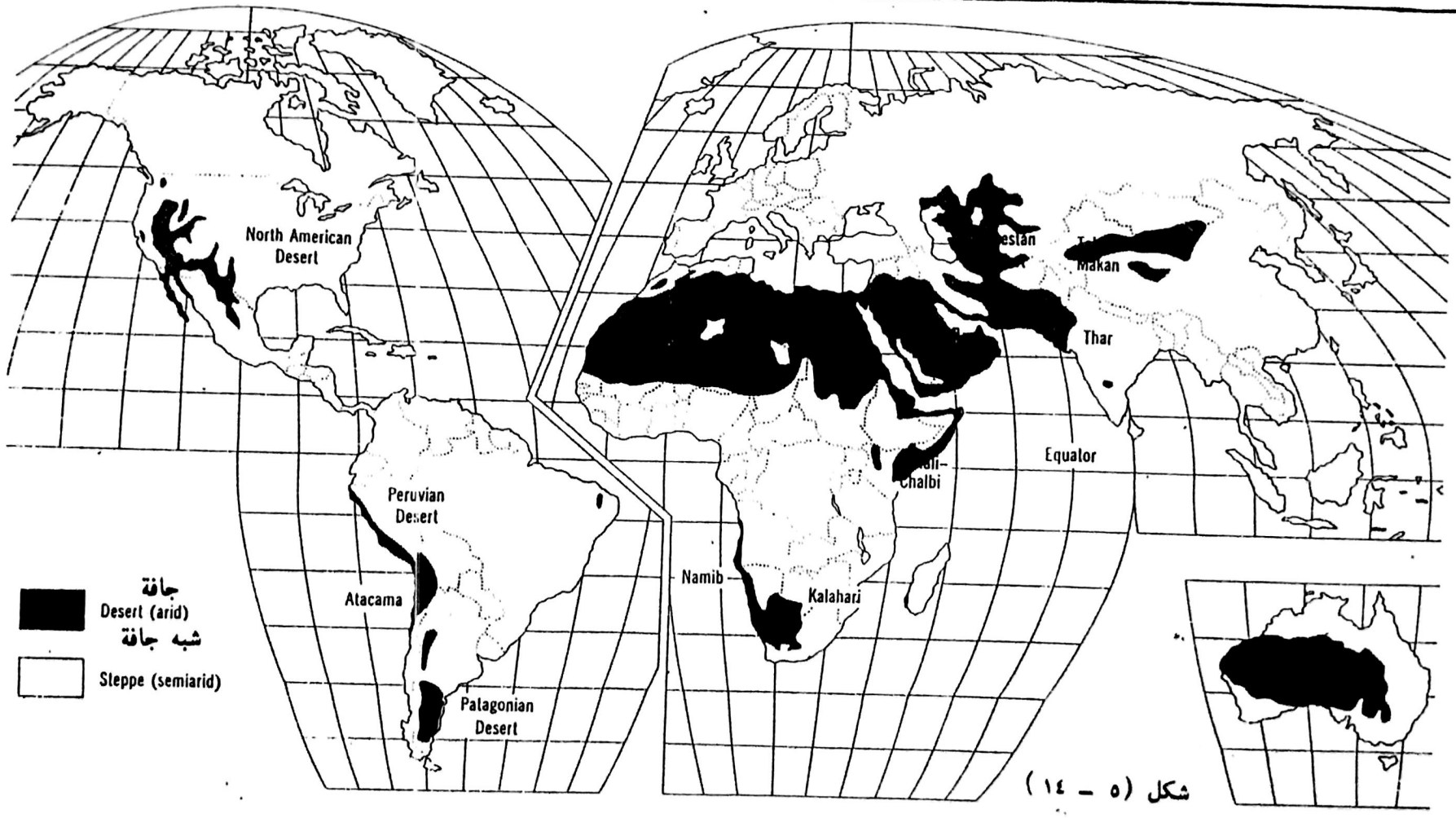
يعتمد اختيار نماذج التربة للاستكشاف الجيوكيميائي على ظروف مناطق تواجد مقاطع التربة والعمليات المؤثرة فيها والتي تؤثر آفاق التربة الغنية بالعناصر الفلزية والناتجة من تلوثها بتواجد الشواهد المعدنية في المنطقة . ويعتمد تركيز العناصر الفلزية في طبقات التربة على العمليات الكيمياوية والفيزياوية والحياتية المؤثرة على عمود التربة . ويمثل أفق B المواد المناسبة لاختيار النماذج في برامج الاستكشاف الجيوكيميائي ، وذلك بسبب سهولة تمييز هذا الأفق من خلال لونه البني وتركيبه الطيني نتيجة عمليات التراكم والترسيب السائدة في هذا الافق ، وكذلك بسبب احتواء هذا الافق على المعادن الطينية وأكاسيد الحديد والمنغنيز ، التي لها القابلية على امتصاص أو أحتواء العناصر الفلزية ، وبالتالي تركيزها في هذا الأفق . فالتباين بين التراكيز الشاذة والطبيعية للعناصر الفلزية في افق B اكبر مما هو عليه التباين في أفق A . أما في آفق C ، فيتوقع أن يكون هذا التباين حاداً ، ولكنه يتواجد في مساحات ضيقه نسبياً (شكل ٥ ـ ١٣) .

إن ملائمة مواد أفق B للاستكشاف الجيوكيميائي يعتمد كذلك على ظروف منطقة تواجد عمود التربة . وفي تربة المناطق ذات التصريف الكفوء ، يمكن أن تنتقل المواد الذائبة (بضمنها العناصر القلوية والترابية القلوية وبعض الفلزات) من أفق A بفعل عمليات الازالة وإلى مستويات عميقة قد تصل نظام المياه الجوفية ، ويحتمل أن تترك هذه المواد بالكامل منطقة التصريف ، مكونة شواذ



شكل (٥ ـ ١٣)
المساحة الجانبية النسبية لصيغة الانتشار الثانوي
هالة "Halo" المتكونة في الآفاق الرئيسية الثلاثة للتربة .
المصدر : (٥)
ليفنسون ، 1980 ، Levinson

بعيدة عن المصدر . وتدعى تربة مثل هذه البيئة ، بنظام كيمياوي مفتوح ، Open Chemical System ، ويتوقع أن تكون مثل هذه التربة حامضية التفاعلْ اما في المناطق الجافة وشبه الجافة القارية التي تفتقر لتواجد المياه بكميات كافية تؤهلها من الانتقال خلال عمود التربة وإلى مستوى المياه الجوفية ، تؤدي مثل هذه الظروف إلى انخفاض تأثير عملية الازالة ، وكذلك تؤدي إلى ترسيب كاربونات الكالسيوم المعروفة بالكليجي Caliche التي تتواجد عند مستويات أفق B . وربما يؤدي تكوين الكليجي إلى تكوين طبقة غير نفاذة تحيل دون حركة الابخرة والمحاليل إلى الأعلى ، وبالتالي تؤدي إلى عدم تركيز العناصر في آفاق التربة والمتمثلة بصيغ الهالة ، halo ، للانتشار .



شكل (٥ ـ ١٤)

خارطة العالم التي توضح توزيع المناطق شبه الجافة والجافة

المصدر : (٥)

رامبرك ونلسون ، 1976 ، Rambergе and Nelson

تستخدم بعض برامج الاستكشاف الجيوكيميائي أفق A_0 من تربة البودزول. وجاء هذا الاختيار نتيجة تمثيل مواد هذا الافق لمجموع تأثيرات العمليات الكيمياء الحياتية والجيوكيميائية السائدة في المنطقة والتي تؤدي إلى إغناء أفق A_0 بالعناصر الفلزية. ويتطلب هذا الاختيار احتواء أفق A_0 على المواد العضوية (الهيومس) المتحللة بشكل جيد.

في بعض الحالات القليلة، يمكن اختيار نماذج من مواد أفق C بسبب غياب أفق A و B من مقطع التربة، أو نتيجة الاعتقاد بأن تواجد الشواذ الجيوكيميائية محدد بتربة أفق C.

بشكل عام، تتطلب عملية اختيار نماذج التربة للاستكشاف الجيوكيميائي، القيام بمسح تمهيدي بهدف الوقوف على مواد آفاق التربة الاكثر ملائمة للاستكشاف الجيوكيميائي مع الاخذ بنظر الاعتبار جميع العمليات المؤثرة في عمود تربة المنطقة. وفي الحالات التي يصعب فيها القيام بمثل هذه المسوحات، وكذلك في حالة عدم وجود امكانية الحصول على أكثر من نموذج واحد لمقطع التربة، فان مواد تربة أفق B هي الاكثر تفضيلاً في أختيار نماذج التربة للاستكشاف الجيوكيميائي.

٥ ـ ٩ عينات البيئة الجافة في عمليات الاستكشاف الجيوكيميائي

Arid Environment Samples In Geochemical Exploration Programs

لم يعط اهتمام مناسب للمناطق الجافة (الصحراوية) وشبه الجافة (شكل ٥ ـ ١٤) في برامج الاستكشاف الجيوكيميائي، بسبب الصعوبات التي تواجه تنفيذ مثل هذه البرامج، المتمثلة بالمساحة الضيقة التي تتواجد عليها الشواذ الجيوكيميائية فوق الاجسام الخام، التباين القليل بين قيم الشواذ والتراكيز الطبيعية للعناصر، تكوين الشواذ الكاذبة نتيجة الاختلاف الصخري واختيار جزء النموذج بالحجم المناسب لغرض التحليل الكيمياوي. وبالرغم من هذه الصعوبات التي يمكن تذليلها باتخاذ الاجراءات المناسبة، أمكن تأشير كفاءة المسوحات الجيوكيميائية في مثل هذه البيئات في جنوب افريقيا، استراليا، جنوب غرب الولايات المتحدة، المملكة العربية السعودية، جمهورية مصر العربية وإيران.

تختلف طبيعة المواد التي تعتمد في اختيار النماذج باختلاف مشاريع المسح الجيوكيميائي. ومن هذه المواد:

التربة : عندما تكون التربة متبقية أو مائلة للبقاء ، فأن هذه التربة لها استجابة جيوكيميائية جيدة ، ولكنها ربما تعاني من مشكلة التخفيف ، نتيجة وجود بعض المكونات التي لها القابلية على الانتقال بالهواء . كما إن احتواء التربة على الكالكريت يؤدي الى إنخفاض شدة الشواذ الجيوكيميائية ولكنها لاتحجب بشكل كامل هذه الشواذ باستثناء تواجد الكالكريت بسمك كبير .

رواسب الروافد : يمكن استخدام مثل هذه النماذج بنجاح ملحوظ ، ولكن يبقى اختيار حجم الحبيبات يمثل عاملاً مهماً وحرجاً في برامج الاستكشاف الجيوكيميائي .

النماذج الحياتية : ربما يكون لهذه النماذج استخدام ناجح بشرط إختيار النباتات ذات الجذور الطويلة والعناصر المطلوب تحليلها (العناصر الذائبة) .

الصخور : يمكن استخدامها في البيئات الجافة ، وكما هو حال استخدامها في البيئات الرطبة . وبسبب غياب تأثير عملية الازالة في البيئات الجافة ، فأن هناك إحتمال الحصول على نتائج جيدة نسبة للبيئات الرطبة .

المياه الجوفية : تستخدم هذه النماذج بحذر شديد ، لأنَّ التركيب الكيمياوي لهذه المياه ربما يعكس تأثير عمليات مختلفة ليس لها علاقة بالتمعدن .

ويجب التأكيد على أن إختيار نوع مواد النماذج والتحاليل المطلوب إجرائها والعوامل الاخرى ، يمكن تثبيتها من خلال اجراء مسح توجيهي للمنطقة المطلوب دراستها . كما يمكن الحصول على هذه المعلومات من خلال المقارنة مع رواسب معروفة في العالم ، وفي بيئة مشابهة لتلك المنطقة التي تحت الدراسة .