جامعة الانبار
كلية الزراعة
قسم علوم التربة والموارد المائية

المصادر: -:1- المدخل الى علوم التربة / تأليف: ا د. نور الدين شوقي علي
2- كيمياء التربة / ترجمة: ا د. نور الدين شوقي و ا د. شفيق جالب
3- اساسيات فيزياء التربة/ ترجمة ا د. مهدي ابراهيم عودة

الفصل الاول

نشوء التربة وتكوينها Soil development and formation

المحاضرة الاولى: تعاريف ومفاهيم عامة لعلم التربة: يعرف بأنه مجموعة المعلومات والاسس المنظمة والمتعمقة بالمادة المسماة تربة. وهو علم يتعلق بجميع العلوم الطبيعية وعلى الاخص الفيزياء والكيمياء والبيولوجي.

فروع علم التربة : هناك ما ال يقل عن خمسة فروع لعلم التربة هي:

1 . نشوء وتكوين الترب: يدرس عوامل التربة وعمليات تكوين التربة.
2 . فيزياء التربة: تدرس التربة من ناحية التهوية والرطوبة والقوام والحرارة.
3 .كيمياء التربة: تدرس البناء البلوري لمعادن وعمليات التبادل الأيوني والـpH .
4 .خصوبة التربة: تدرس توفر العناصر الغذائية للتربة وتيسرها للنبات مثل بعض الاسمدة.
5 .احياء التربة المجهرية: تدرس أنواع الكائنات الحية في التربة ونشاطاتها.

نظرتنا الى التربة، ولماذا ندرس التربة (أهمية دراسة التربة)

التربة تلك المادة التي تغطي سطح الارض وتقوم بتجهيز الغذاء والكساء لإنسان ولباقي الكائنات الحية فضلاً الى قيامها بتنقية المياه من الكثير من المواد العالقة والملوثة لجعلها ملائمة لاستهلاك مجددا التربة، كذلك فان النباتات تعيش على التربة لتقوم بتجميل البيئة وتلطيف الجو وتنقية الهواء.

إن ما يراه الانسان الاعتيادي من التربة ما هو الا جزء بسيطاً من ذلك العالم الخفي الساحر، إذ تعيش تحت سطح التربة مخلوقات عديدة وغريبة ينمو بعضها بدون ضوء أو هواء ويتكيف البعض الاخر لا قسى الظروف.

من المعروف أن الحياة وتطورها بدأ في التربة وأن المخلوقات تعود بشكل أو بآخر الى التربة عند انتهاء دورة حياتها .لكن معظم الناس لا يكترثون ولا يهتمون بالتربة بسبب وجودها أينما ذهبوا ولمرافقتها لهم طوال فترة حياتهم.

التربة من اهم الموارد البيئية الطبيعية الرئيسة للحياة وأن أهم سبب لتطور معظم الحضارات القديمة وديمومتها هم امتلاكها لموارد تربة جيدة. ويعزي المؤرخون تدهور الكثير من الحضارات القديمة كحضارة وادي الرافدين ووادي النيل وحضارة الانكا في اميركا الجنوبية الى تدهور موارد التربة وسوء ادارتها وعدم الاهتمام بصيانتها. فمثالاً بعد أن احتل المغول العراق قاموا بتدمير معظم قنوات الري ولم يتم إعادة بناء معظمها لحد الان. كذلك انتقلت الارض تدريجياً الى أيادي الاقطاعيين وشيوخ العشائر الذين لم يهتموا بالأرض أو بالزراعة فسخروا الفلاحين لزراعة الارض بأقل الاجور ولم يهتموا بإدارة التربة وصيانتها واستعملوا الماء بصورة غير حكيمة مما أدى الى تغدق التربة وارتفاع مستوى الماء الارضي المالح الذي أدى الى تراكم الاملاح في سطح التربة وهجرتها من قبل الفلاحين. ولعل أحد اسباب المهمة في التقدم السريع الذي حصل في شمال أمريكا وجود موارد تربة وفيرة وجيدة فضالاً عن موارد المياه

والمناخ الملائم للتطور الكبير في الانتاج الزارعي في تلك البلدان ووجود فائض منه لاستعماله في الضغط على شعوب العالم للسير في فلك السياسات الاميركية باستعمال الغذاء كسلاح في هذا المضمار.

- تمد الترب النبات بالدعامة والماء والعناصر الغذائية والهواء.
- تلعب الترب دورا أساسياً في الانظمة البيئية حيث تخلق بيئة مناسبة للكائنات الحية الدقيقة التي لها دور كبير في تدوير مواد الحياة.
- تمد الترب المجتمعات الانسانية بالطعام والملابس (بطريقة غير مباشرة)، الماء، مواد البناء، أماكن البناء، والتخلص من النفايات.
- نعتمد على الترب لحماية المياه الجوفية حيث تعمل كمادة مرشحة تعمل على مسك المواد السامة والكائنات الممرضة الموجودة في مياه الصرف.

إذن التربة هي أحد الموارد الطبيعية الرئيسة وان أهم سبب لتطور معظم الحضارات القديمة وديمومتها هو امتلاكها لموارد تربة جيدة. ويعزي المؤرخون تدهور الكثير من الحضارات القديمة كحضارة وادي الرافدين ووادي النيل وحضارة الانكا في أمريكا الجنوبية الى تدهور موارد التربة وسوء ادارتها وعدم الاهتمام بصيانتها.

مفاهيم التربة Soil concepts

تختلف مفاهيم التربة بالنسبة للذين يتعاملون معها فالرجل الاعتيادي يعد التربة تلك المادة التي تؤدي الى اتساخ احذيته وملابسه ويحاول تجنب السير عليها مفضالاً الطرق المعبدة. اما السائق فيعد التربة تلك المادة التي تكون الطرق غير المعبدة والتي تثير التربة عند سير مركبته عليها عندما تكون جافة وقد تؤدي الى تعطيل سيره على بعض الطرق بعد سقوط الامطار بسبب عدم ثباتها ان كانت حاوية على نسبة عالية من الطين. اما صانعوا الطابوق فالتربة بالنسبة لهم هي المادة التي تعمل منها قطع الطابوق فهي ان خلت من الاملاح والمواد الصخرية تكون صالحة للطابوق والا فإن نوعية الطابوق ستكون رديئة. والمهندس المدني ينظر الى التربة على انها المادة التي تسند البنايات والطرق ومدرجات المطارات ويفضل أن تكون مقاومتها عالية لتؤدي غرضها بصورة جيدة والا فإنه يفضل ابدالها بمادة مناسبة ان لم تكن ملائمة لأغراضه. والذي يحاول تنظيم حديقة داره الجديدة ينظر الى التربة بصورة مختلفة فإن كانت هشة وخالية من الاملاح فإنه يرتاح لها أما اذا كانت صلبة ومتشققة فإنه يحاول وضع طبقة من التقن (alluvium) فوقها لأجل زراعتها بالحشائش وغيرها من النباتات. وفي حالة وجود الاملاح فانه يضطر في كثير من الاحيان الى مراجعة المختصين لأجل حل مشكلاتها.

اما الفلاح فينظر الى التربة على انها مهاد نمو الباد ارت والنباتات ويحاول جاهدا ان يجعلها اكثر ملائمة لنمو النباتات عن طريق حراثتها وسقيها وعزقها وتسميدها لأجل الحصول على اعلى انتاج ممكن. من هذا كله يتضح ان للتربة معانٍ عديدة ومع تقدم الدراسات العلمية الاكاديمية يمكن توضيح مفهوم التربة بشكل علمي كالتالي:-

نتيجة الدراسات العلمية المكثفة على مدى عقدين من الزمان ويمكن النظر الى التربة بمنظورين:-

المنظورالاول: يعامل التربة على أساس أنها جسم طبيعي نشأ طبيعياً Naturally نتيجة عوامل التجوية الطبيعية والبيو كيميائية.

المنظور الثاني: يعامل التربة على أنها بيئة طبيعية لنمو النبات. وهذين المنظورين يوضحان أن التربة يمكن دراستها من وجية النظر البيدولوجية (Pedology) من قبل علماء التربة (وأيضاً من وجهة النظر الايدافولوجية (Edaphology) من قبل علماء النبات.

Pedology هي كلمة مشتقة من اللفظ اليوناني Pedon ويعني تربة Soil وتعرف بأنها دراسة التربة كجسم طبيعي وفي دراسة التربة من هذا المنظور لا يتم التركيز على الاستخدام العملي

للتربة وانما يتم دراسة نشأة التربة وتقسيمها ووصفها والحالة الطبيعية وهذه الدراسات ذات أهمية كبيرة للمزارع وأيضاً لمهندسي الطرق والانشاءات.

Edaphology هي كلمة مشتقة من اللفظ اليوناني Edaphos ويعني أيضاً التربة Soil وتعرف بأنها دراسة التربة كبيئة لنمو النبات وفيها يتم التركيز على دراسة أسباب ومعوقات انتاجية التربة والبحث عن الوسائل اللازمة للحفاظ على التربة وتعظيم انتاجها أي أن الهدف الرئيس في هذه الدراسة هو إنتاج الغذاء والالياف من التربة.

علم التربة Soil Science

علوم التربة باللغة الانكليزية Soil Sciences هي مجموعة علوم وليست علم واحد تهتم بدراسة التربة كمورد طبيعي على سطح الارض بما في ذلك تكوين التربة وتصنيفها ورسم خرائط التربة الادارية والخصوبية بالإضافة الى تحديد مشاكلها الإنتاجية، اذن فهي كافة المعلومات والاسس المنسقة والمتعلقة بالمادة المسماة تربة. **لذا يمكن تعريفة: بانه علم متكامل يوضح العالقة بين المحيط الجوي والمحيط الحيوي واليابسة والماء وهو جزء من علوم الارض الذي تعامل مع التربة على انها مصدر طبيعي قابل للتجدد ولكن بشكل بطيء جدا.**

وعلم التربة تضمن دراسة نشوء التربة وتصنفها وخواصها الفيزيائية والكيميائية والبيولوجية والمعدنية واستخدام التربة وادارتها وهو اساس للعلوم الزراعة والغابات والبيئة والجغرافية والهندسة المدنية والاثار. كما عرف علم التربة على انه مجموع المعلومات والاسس المنظمة والمتعلقة بالمادة المسماة تربة.

المكونات الرئيسية للترب Main components of soil

تتكون التربة بشكل عام من جزئين صلب وغير صلب ومن اربعة اجزاء من الجزء العضوي والجزء المعدني والماء والهواء.

الجزء العضوي Organic part

إن المواد العضوية الموجودة في التربة هي عبارة عن مجموعة متنوعة من بقايا النباتات، والحيوانات، والكائنات الدقيقة الحية والميتة منها، والمواد التي تنتجها هذه الكائنات وتحللها، وتؤثر هذه المواد على الخصائص الكيميائية، والبيولوجية، والفيزيائية للتربة، ويعد السماد ومخلفات النباتية اهم مصدر لها، والا تقتصر المواد العضوية على ذلك بل تشمل المكونات الحية مثل: الحشرات، وديدان الارض، والفطريات، والطفيليات وغيرها من الكائنات الحية. تختلف نسبة المادة العضوية من تربة الى اخرى وحين ترتفع نسبتها في بعض الترب تنسب تلك الترب الى المادة العضوية فتسمى بالترب العضوية. نسبة المادة العضوية في الترب المثالة 5 % تزيد هذه النسبة في ترب المناطق الرطبة وترب الغابات ، اما في الترب العراقية فان نسبها تكون منخفضة لا تتجاوز في بعض الاحيان 1 % باستثناء مناطق الغابات في شمال العراق ومناطق الاهوار في جنوب العراق حيث يمكن ان تصل نسبتها الى 5 %او اكثر بقليل.

الجزء المعدني Metal part

تعد المعادن أكبر جز ء من التربة، حيث تشكل ما يقارب 45 ٪ إلى 49 ٪منها، ويمكن تصنيف المعادن الموجودة في التربة إلى نوعين رئيسيين، وهما المعادن الاولية وهي المعادن الموجودة في الرمل والطمي غالبا ما تكون غير منتظمة الشكل أو مستديرة، والمعادن الثانوية التي تنتج عن عمليات التجوية للمعادن الاولية، وهي معادن اكثر استقرارا وتتواجد في السليكات وتسمى أيضا معادن الطين.

الجزء الغير صلب المياه The non-solid water part

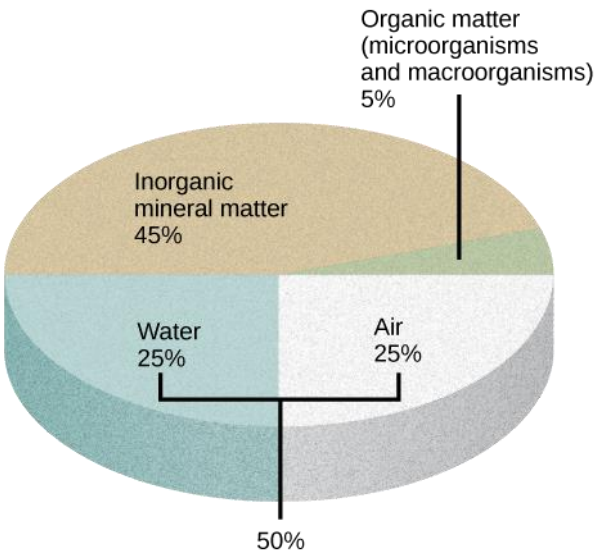
المٌياه وهي العناصر الأساسية في التربة، وٌيمكن أن تشكل ما نسبته 2-50% من حجم التربة، وهو عنصر مهم لنقل المغذٌيات إلى النباتات، وكائنات التربة، بالإضافة إلى تسهٌيل كل من التحلل البٌيولوجًي والكٌيمٌيائًي، وتختلف قدرة التربة على الاحتفاظ بالمٌياه حسب طبيعة نسجة التربة، فالتربة الطينية هي التربة الافضل في الاحتفاظ بالمياه، بينما التربة الرملية هي أسوأها.

الجزء غير الصلب الغازات= هواء التربة

يمكن أن تشكل نسبة تتراوح بين (2 -55 %) من حجم التربة، ومن اهم هذه الغازات غاز الاوكسجين المهم لتنفس جذور النباتات، والميكروبات الموجودة في التربة، وكذلك غاز ثاني أوكسيد الكاربون والنيتروجين وهي غازات مهمة لوظائف الكائنات التي تساعد على نمو النبات، والاحياء مثل البكتٌريا المثبتة للنيٌتروجين، وفي حال غمر التربة بالماء لفترة، تخرج الغازات من التربة، مما يمنع تبادل الغازات بين التربة وجذور النبات، مما يؤدي إلى موتها، ومن الجدير بالذكر أن مكونات التربة تتغٌاير بشكل كبير جراء حركة المشاة والمركبات، وخاصة عندما تكون التربة رطبة، كما أ ن الهواء والماء هما أسهل مكونٌين يمكن تغيرهما.

وهكذا تعد التربة مزيج من المواد المعدنية والمواد العضوية والماء والهواء. فتربة معدنية سطحية مثالية لنمو النبات تحتوي على النسب الحجمية التالية شكل 1-1:

1 .مواد معدنية 45 %
2. مواد عضوية 5%
3. ماء25%
4. هواء 25%



الشكل (1-1)النسب الحجمية لمكونات التربة الرئيسة في تربة سطحية ملائمة لنمو النبات بعد يوم واحد من اروائها رية جيدة فالمواد المعدنية والعضوية تكون الجزء الصلب من التربة الذي توجد بينه مسامات بينية تشغل بالماء والهواء.

ان نسب الماء والهواء تتغير في نفس التربة ومن وقت لأخر وحسب الظروف الجوية والعمليات الزراعية. كذلك فإن هنالك علاقة عكسية بين نسبة الماء ونسبة الهواء في التربة حيث إنهما يشغلان الحجم الكلي للمسامات البينية. ويجب أن لا يغيب عن الاذهان بأن مكونات التربة المذكورة أعلاه لا توجد بشكل منفصل عن بعضها في الطبيعة وانما تتداخل فيما بينها مساعدة على حدوث تفاعلات متعددة لتجعل التربة أكثر ملائمة لنمو النبات. إن مصدر المادة العضوية في التربة هي الاحياء النباتية والحيوانية وبما إن فعالية هذه الاحياء ومخلفاتها توجد قرب سطح التربة لذا فإن نسبة المادة العضوية في الترب المعدنية تنخفض بصورة عامة مع الابتعاد عن السطح.

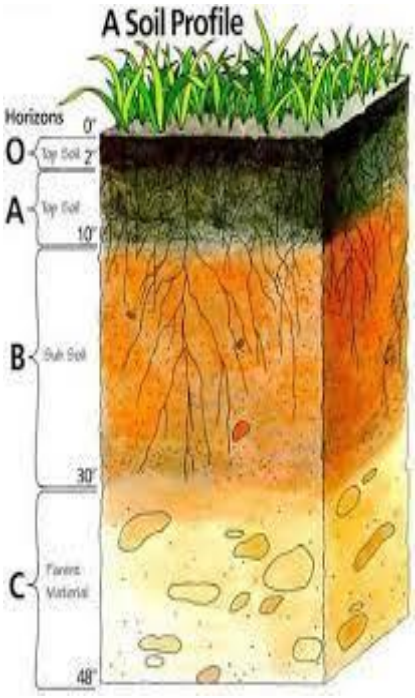
الترب المعدنية والترب العضوية Mineral soils and organic soils

بينا سابقاً أن معظم المواد العضوية توجد في الطبقات السطحية من التربة ومن المعروف أن نسبة المادة العضوية في الطبقات السطحية لمعظم الترب المعدنية (الترب اللاعضوية) (تتراوح بين 1% و 6%)وعلى الاكثر فإن القارئ يفكر في هذا النوع من الترب (الترب المعدنية) عندما يتذكر التربة. الا انه في مناطق المستنقعات والاهوار التي تكثر فيها النباتات الطبيعية وبسبب الظروف الا هوائية التي تقلل من تفسخ المادة العضوية تتطور ترب تتكون نسبة كبيرة منها من المادة العضوية وعندما تكون النسبة الوزنية للمادة العضوية في الثلاثين سنتمتر 20 % و 30 % فإن خواص التربة تعتمد بدرجة كبيرة على الجزء العضوي وليس المعدني وتسمى التربة عندئذ تربة عضوية أو تربة هشيمة (muck soil) وقد تصل النسبة الوزنية للمواد العضوية في الجزء السطحي لبعض هذه الترب بين 80 % و 95 .% إن مساحات الترب العضوية في العالم صغيرة مقارنة بمساحات الترب المعدنية الا ان بعض هذه الترب تستعمل لزراعة بعض الخضراوات بصورة كثيفة جدا.

التربة كجسم طبيعي Soil as a natural body

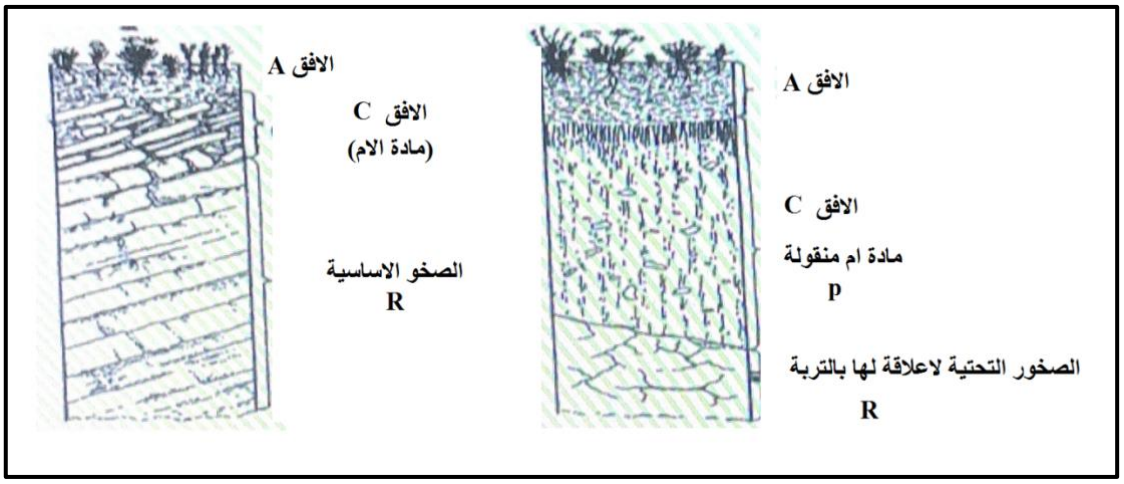
تعرف التربة من قبل علماء التربة (Soil Penologists) أنها جسم طبيعي ديناميكي متطور على سطح الارض وله ثالثة أبعاد (مساحة وعمق) تكونت صفاته نتيجة للتأثير المتداخل للمناخ والمادة الحية (النباتات والحيوانات) على المادة الام Parent material وتحت تأثير الانحدار (ميلان السطح) لفترات من الزمن.

ينتج عن تجوية الصخور(Rocks Weathering) مخلفات غير راسخة تعمل كمادة أم لتطور ما يسمى بمقد التربة (Soil profile) (الذي يعكس التأثير المتداخل للمناخ والاحياء والميلان والزمن على المادة الام). ومقد التربة هو مقطع عمودي في الجزء السطحي من القشرة الارضية يشمل جميع الطبقات التي حصلت لها تغيرات بيدولوجية خلال عمليات تكوين التربة وكذلك الطبقات العميقة التي أثرت على تطور التربة الشكل 1- 2.



الشكل (1-2) مخطط يوضح العالقة بين مقد التربة والارض في تربة ناضجة حاوية على الافاق A و B وC.

قد تتعرض المادة الام إما في مكانيا أو بعد نقلها الى مناطق أخرى بواسطة بعض القوى الطبيعية (كالمياه والثلوج والرياح والجذب الارضي) الى ظروف جوية ملائمة تؤدي الى انطلاق بعض العناصر الغذائية التي تساعد على نمو بعض أشكال النباتات البسيطة القادرة على القيام بعملية التمثيل الضوئي، وعند موت هذه النباتات تتكون في التربة مواد غذائية اكثر تساعد على نمو نباتات أكثر تطوراً وهذه بدورها تؤدي الى تراكم بعض المخلفات العضوية التي تساعد على نمو الحيوانات والبكتريا والفطريات. تقوم بعض الاحياء بالمساعدة على انحلال المادة العضوية واطلاق العناصر الغذائية الضرورية لبداية دورات حياة اخرى. وبهذه الطريقة تصبح الحيوانات والنباتات جزءا من المادة العضوية في التربة وتستمر هذه الحالة الى ان تتكون طبقة سطحية غامقة وثابتة التركيب نوعاً ما (بسبب وجود المادة العضوية) تسمى بالأفق(A) يكون لهذه الترب عندئذ أفقين فقط (الشكل 1-3) وتسمى مثل هذه الترب بالترب غير الناضجة أو الترب الفتية young or Immature soils . يتميز هذا الطور من أطوار التربة بتراكم المواد العضوية في السطح وتكون سرعة التجوية والغسل والنقل للمواد الغروية (المعدنية والعضوية) في الافق A في هذه التربة أبطأ من تراكمها وتكون معظم صفات هذه الترب موروثة من المادة الام التي تطورت منها.

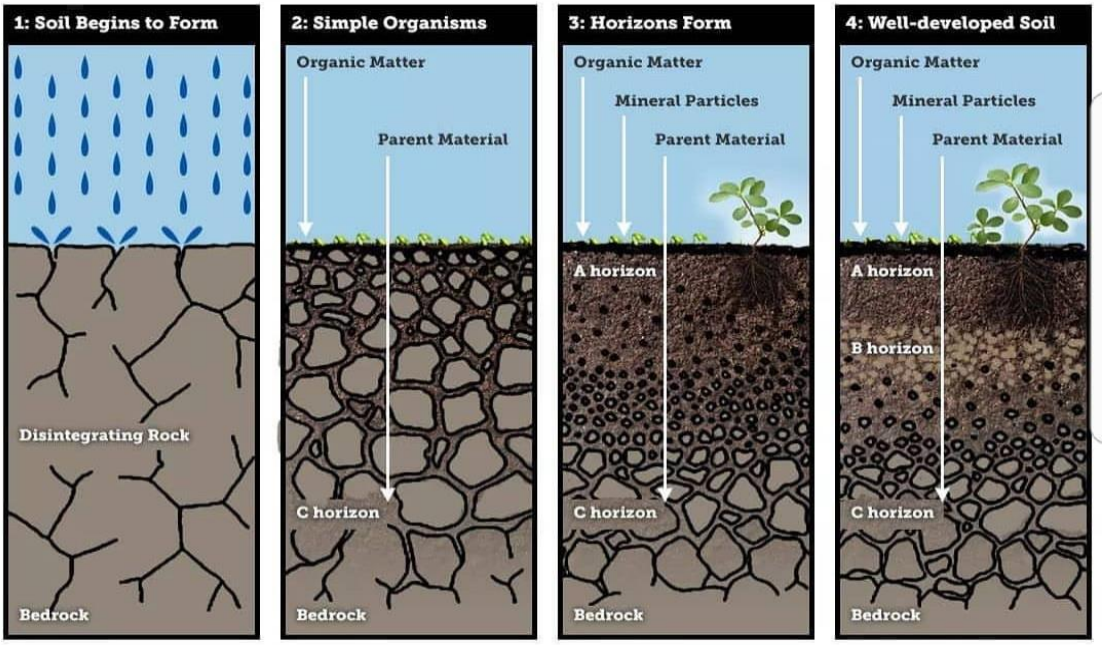


الشكل (1-3) تربتان لهما أفقين فقط. لاحظ أن ألافق A في التربة (a)تطور من مادة أم ناتجة عن التجوية المباشرة للصخور الاساسية (R) بينما تطور الافق A في التربة (b) من مادة أم منقولة (P).

يؤدي انحلال المادة العضوية في الافق A عند ملائمة الظروف الى تكون حوامض عضوية تساعد على تحطيم بعض المعادن الحاوية على القواعد مما يؤدي الى إطلاق بعض العناصر الغذائية واذابة بعض المعادن الغروية الثانوية كأطيان السيليكات واكاسيد الحديد والالمنيوم. وعند وجود الماء الكافي تغسل هذه المواد إلى أسفل مقد التربة لتترسب تحت السطح حيث تكون درجة تفاعل التربة مرتفعة (انخفاض الحموضة). وهكذا تتكون طبقة تحت الافق A تحتوي على نسب من المواد الغروية والعناصر الغذائية تزيد على ما يحتويه الافق A بدرجة تؤثر على صفاتها وتسمى هذه الطبقة بالأفقB ويسمى الافق A في هذه الحالة بالأفق السليب (eluvail) لأنه فقد بعض مكوناته التي ترسبت في الافق B المسمى بالأفق الكاسب (illuvail) لاكتسابه للعناصر الغذائية والغرويات الراسخة من الطبقات العليا .تدعى الترب الحاوية على الافاق A و B و C بالترب الناضجة (Mature soils) (كما يلاحظ في الشكل 1- 3) (كما يوضح الشكل 1-4 مراحل تطور التربة مع الزمن. وتكون هذه الترب في حالة تعادل ديناميكي مع بيئتها أي أن

هناك تعادل بين المواد المضافة والمواد المفقودة من التربة. وعند استمرار الظروف الملائمة لتكون الاحماض العضوية وتحطيم المعادن واستمرار غسل العناصر الغذائية والغرويات وترسيبها في الافق B تزداد الاختلافات في الصفات بين الافق A والافق B بدرجة كبيرة وتسمى الترب في هذه الحالة بالترب العتيقة (Old soils) ومثال على ذلك الكثير من الترب الحاوية على صحون طينية. وتتصف هذه الترب بانخفاض في خصوبتها وانتاجيتها ويكون الافق Bسميكاً جدا وتكون كثافته الظاهرية عالية جدا ويحوي على نسب عالية من أكاسيد الحديد والالمنيوم.

لا تتطور جميع الترب في المناطق الرطبة بحيث تمر في جميع الاطوار المذكورة أعاله بسبب عمليات التعرية والترسيب في المناطق الاستوائية من وفعالية البراكين والقوى الجيولوجية الاخرى لذا فإن الترب العتيقة موجودة في مناطق محدودة جدا الكرة الارضية فقط. وأخيرا يمكن وضع مراحل والدة التربة (تكوينها) الى تطورها وتمايز أفاقها الرئيسة كما في الشكل 1- 4.



الشكل(1-4) مقطع طولي للتربة (مقد التربة) يوضح مراحل تطور التربة عبر الزمن.

الشكل(1-5) عوامل تكوين التربة