جامعة الموصل/
كلية علوم البيئة وتقاناتها/
قسم علوم البيئة
المرحلة الاولى **د. محمد وليد**

علـــــم التربـــــــة

المحاضرة الاولى/

التعرية

Erosion

التعرية Erosion: عملية تفتيت واذابة الصخور ونقلها الى اماكن اخرى.

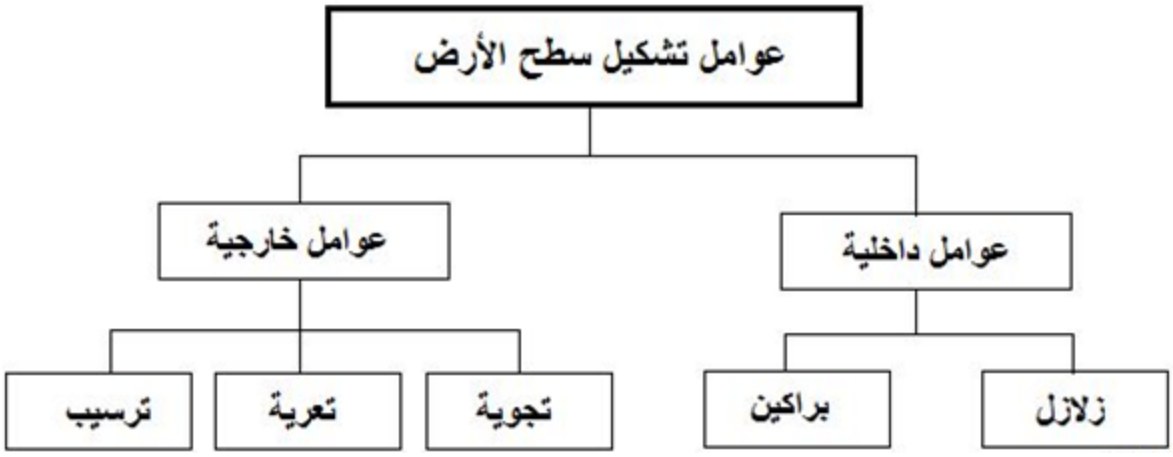
التجوية Weathering: عملية تفتيت الصخور ميكانيكيا وتحليلها الى اجزاء مفككة واذابتها كيميائيا دون نقلها.

اي ان التعرية = التجوية + النقل

تقسم العوامل الطبيعية التي تؤثر وتؤدي الى حدوث التغيرات الجيولوجية في القشرة الارضية الى قسمين اساسيين:

اولا: العوامل الداخلية Interior processes: والتي تعتمد على العمليات والتاثيرات الناتجة من جوف الارض كالضغط والحرارة والتي تؤدي الى تشقق وتكسر وانثناء طبقات القشرة الارضية، وما يرافقها من زلازل وبراكين وحركات الصهير الصخري. ويدخل ضمن نطاق هذه العمليات تكون السلاسل الجبلية (الحركات البانية للجبال Orogenesis)، وكذلك تكون وبناء القارات.

ثانيا: العوامل الخارجية Exterior processes: والتي تعتمد على التاثيرات الناتجة عن الغلافين الجوي والمائي، مثل التغير بدرجات الحرارة والرياح والامطار والثلوج والانهار، ويتعلق موضوع تعرية الصخور بهذه العوامل وتاثيراتها على سطح الكرة الارضية عن طريق عمليتي التجوية والتعرية.



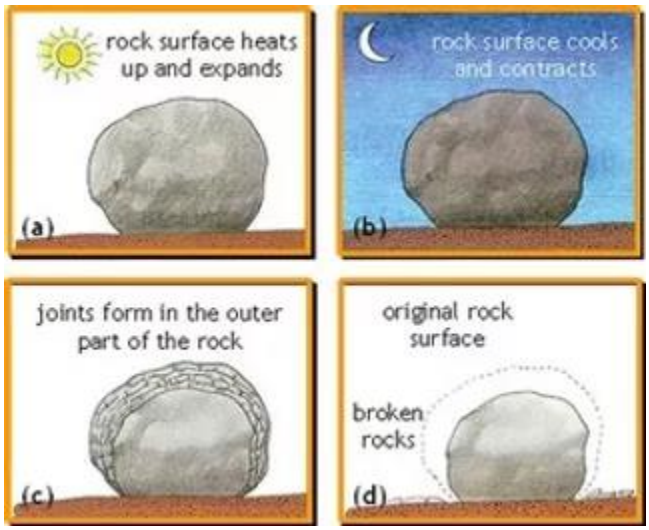
تقسم التجوية الى قسمين رئيسيين: التجوية الفيزيائية والتجوية الكيميائية

اولا/ التجوية الفيزيائية Physical weathering:

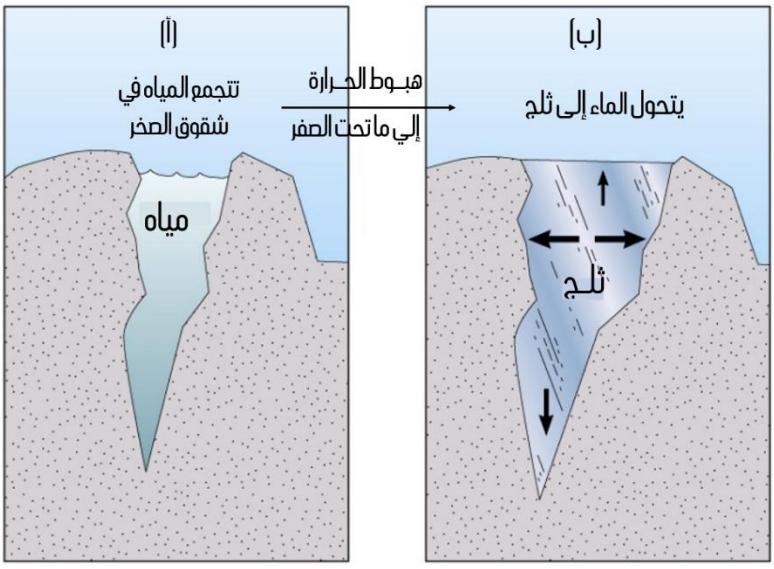
هي عملية تفتيت الصخور بدون تغيير التركيب المعدني لها، وهي على عدة انواع:

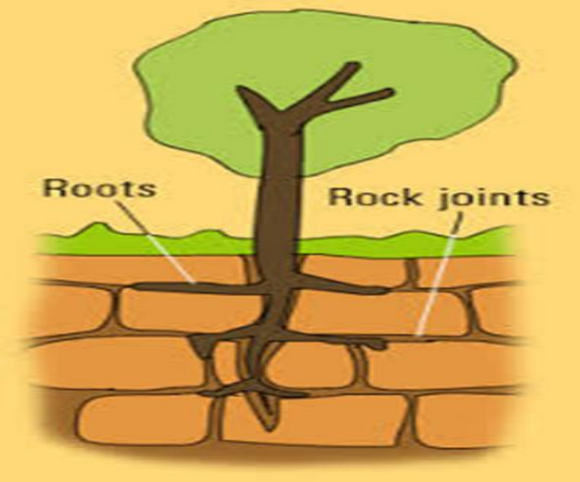
1- التغييرات في درجات الحرارة: تحتوي الصخور على معادن مختلفة لها معاملات تمدد وانكماش متباين مما يؤدي الى تعرضها الى ظاهرة التقشر Exfoliation التي تسهل عملية تفتيت وتكسير الصخور.

ظاهرة التقشر Exfoliation: هي عبارة عن تكون طبقات او اغلفة على السطح الخارجي للصخور بسبب عوامل التجوية الفيزيائية، وخاصة التغير في درجات الحرارة (نظرا لاحتوائها على معادن ذات معاملات تمدد وانكماش مختلفة). او بسبب ازالة الضغط من الصخور، وهو مايسهل عملية تفتيت وتكسير لصخور.



2- الانجماد او الصقيع : والذي ينتج عنه زيادة في حجم الماء (4%)، مما يؤدي الى نشوء قوة ضغط داخلية شديدة تعمل على تفكيك وتفتيت الصخور.





3- نشاط الكائنات الحية (الحيوانية والنباتية): وهو مايبدو واضحا للعيان من ملاحظة نمو الاشجار داخل شقوق الصخور مما يؤدي الى تكسرها و تفتيتها، او نموها بالقرب من الجدران والبلاطات الكونكريتية، اذ تعمل على ازاحتها. وينطبق نفس الشيء على فعاليات الحيوانات المختلفة.

ثانيا/ التجوية الكيميائية Chemical weathering:

هي العملية الناتجة عن التفاعل مع المادة الصلبة (الصخور) بوجود الماء والهواء ومساعدة بعض الغازات الذائبة مثل الاوكسجين وثاني اوكسيد الكاربون وكذلك بعض المواد العضوية التي تعمل على تسريع هذه العملية وهي عملية معقدة تتغير فيها البنية الداخلية للمعادن بواسطة اظافة او ازالة بعض العناصر.

اهمية التجوية الكيميائية:

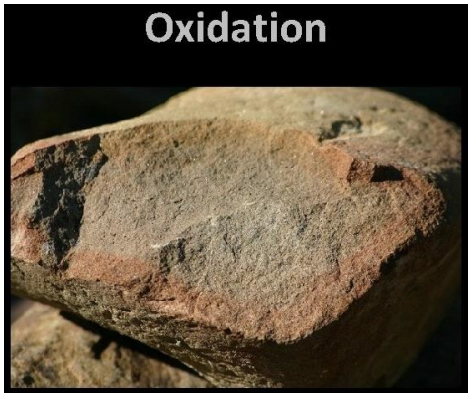
1- تساهم في تكوين الصخور الرسوبية.

2- تلعب دورا فعالا في عملية تكوين التربة.

3- لها اهمية في تكوين الخامات، مثل خامات الحديد Laterite، وخامات الالمنيوم Bauxite، والمعادن الطينية وذلك من معادن اخرى تختلف عنها تماما في التركيب الكيميائي

معدن الفلدسبار (K, Al, Si) ← تجوية ← كاؤولينات (Al, Si) ← تجوية ← بوكسايت $Al_2O_3.nH_2O$

تتم التجوية الكيميائية عن طريق احدى العمليات التالية:



1- الاكسدة Oxidation: وهي عملية اتحاد الاوكسجين مع بعض العناصر او المركبات، خاصة تلك التي تكون شديدة الالفة مع الاوكسجين، مثل الحديد. وتكون الاكسدة اكثر سرعة في المناخ الرطب والحار، ولهذا تنشط ضمن المناطق الاستوائية، وقد ينتج عنها طبقات سميكة من هيدروكسيدات الحديد والالمنيوم (اللاتيرايت والبوكسايت) ذات الالوان الحمراء والصفراء، ولهذا تعد هذه العملية مهمة من الناحية الاقتصادية، لانها تساهم في تكوين هذه الخامات كما ان وجود الالوان على السطح يعطي دليلا على وجود هذه الخامات ويساعد على اكتشافها. كمثال على هذه

العملية تاكسد معدن البايرايت Pyrite FeS_2 وتكون معدن جديد من اكاسيد الحديد هو معدن الليمونايت Limonite $Fe_2O_3.nH_2O$ ذو اللون الاصفر

$$2FeS_2 + 7O_2 + 2H_20 \longrightarrow 2Fe^{2+} + 4SO_4^{-2} + 4H^+$$

$$4Fe^{2+} + O_2 + 4H^+ \longrightarrow 4Fe^{3+} + 2H_2O$$

$$2Fe^{3+} + 4H_2O \longrightarrow Fe_2O_3.nH_2O + 6H^+$$

(Limonite)

بالاضافة الى الناحية الاقتصادية لهذه العملية حيث تتكون خامات الحديد، فان لها تأثير بيئي ايضا، اذ يلاحظ في المعادلة الاخيرة تحرر ايون الهيدروجين في المحاليل مما يعني زيادة حموضة هذه المحاليل والذي يؤثر سلبا على المياه السطحية والجوفية والتربة، خاصة في المناطق القريبة من المناجم.

2- الاذابة Solution: هي عملية ذوبان المعادن المكونة للصخور بواسطة الامطار او المياه السطحية او الجوفية. ومن المعروف ان الماء مذيب جيد لكثير من المعادن والصخور، مثل الحجر الجيري، والدولومايت، وصخر الملح، والجبس. كما ان المواد الجيرية تزداد قابلية ذوبانها في الماء عند احتوائه على ثاني اوكسيد الكربون CO_2 مكونا حامض الكاربونك H_2CO_3 الذي يهاجم الصخور الجيرية ويحدث فيها الفجوات والكهوف بعد ان يذيب المواد الجيرية ويحولها الى مادة بيكاربونات الكالسيوم سريعة الذوبان في الماء:

$$H_20 + CO_2 \longrightarrow H_2CO_3$$

$$CaCO_3 + H_2CO_3 \longrightarrow Ca(HCO_3)_2$$

وكذلك الحال مع معدن الهالايت Halite NaCl

$$NaCl + \text{ماء} \longrightarrow Na^+ + Cl^- + \text{ماء}$$

والجبس Gypsum ايضا:

$$CaSO_4.2H_2O + \text{ماء} \longrightarrow Ca^{2+} + SO_4^{2-} + \text{ماء}$$

3- عملية التميؤ Hydration: هي عملية امتصاص جزيئات الماء من قبل المواد، اذ يؤدي ذلك الى اضافة جزء او عدد من جزيئات الماء الى التركيب البلوري، وتكوين مادة جديد تختلف بالخواص عن المركب الاول، كما هو الحال في تحول معدن الاتهيدرايت Anhydrite الى معدن الحبس:

$$CaSO_4 + 2H_2O \longrightarrow CaSO_4.2H_2O$$

(Anhydrite) (Gypsum)

ويصحب هذا التفاعل او الاتحاد زيادة في الحجم، مسببة تشققا او تكسرا في الصخور المحيطة. ونورد هنا مثالا لبعض الكهوف او مناطق الهبوط التي نلاحظها في بعض مناطق محافظة نينوى مثل منطقة ابو ماريا غرب الموصل او بالقرب من منطقة حمام العليل الناتجة من تحول الانهيدرايت الى معدن الجبس ومايرافقه من زيادة في الحجم تؤدي الى رفع وتشقق وتكسر الصخور المتموضعة فوقها وتحويلها الى ما يشابه القبة، ثم انهيارها بعد ذوبان الجبس تحتها وتكوين الكهوف.

اهم الفروقات بين التجوية الكيميائية والتجوية الفيزيائية

التجوية الكيميائية	التجوية الفيزيائية
1- اكثر تعقيد واشد تاثيرا على الصخور.	1- تكون بسيطة وغير معقدة.
2- وجود الماء والهواء مهم لحدوثها.	2- وجودهما ليس ضروريا.
3- تغير التركيب المعدني للصخور.	3- تفتت وتكسر الصخور فقط.
4- تنتشر في المناطق الرطبة والاستوائية.	4- تنتشر في المناطق الجافة والقاحلة والباردة.
5- تتم من خلال عمليات الاكسد والاذابة والتميؤ.	5- تتم من خلال عمليات التغيير في درجات الحرارة والانجماد والصقيع ونشاط الكائنات الحية.

جامعة الموصل/
كلية علوم البيئة وتقاناتها/
قسم علوم البيئة
المرحلة الاولى
د. محمد وليد

علـــــــم التربـــــــة

المحاضرة الثانية/

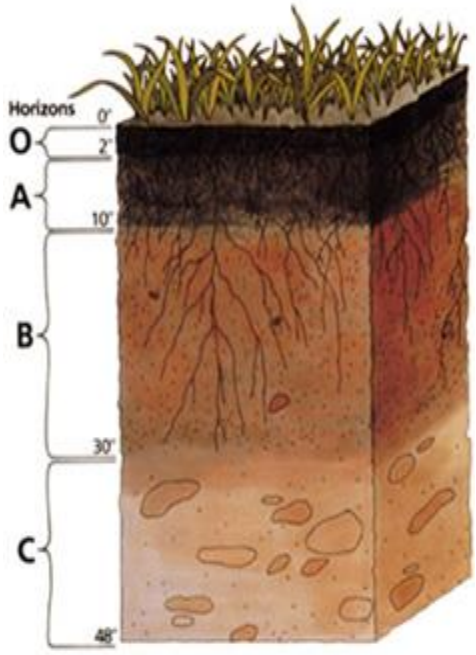
افاق التربـــــــــة

التربة Soil: هي الناتج المباشر لعملية التجوية، والذي يُكون الطبقة العليا المفككة الاجزاء من القشرة الارضية. وهي عبارة عن تجمع طبيعي لمعادن ومركبات طبيعية متحللة جزئيا تسمى بـ (الدبال Humus) ومتفاضلة على شكل افاق (Horizons) ومختلفة في اللون والنسيج والتركيب المعدني والكيميائي. تُشكل مجتمعة ما يعرف بمقطع التربة (Soil profile). ويطلق على علم دراسة التربة بعلم الـ Pedology.

توجد التربة بمساحات واسعة نسبياً من سطح الأرض، حيث تغطي حوالي 72% من مساحة اليابسة. وتختلف التربة في مكوناتها وسمكها باختلاف ظروف مناطق تكوينها والعمليات الجيولوجية التي تتعرض لها مثل التجوية والتعرية.

تمتاز التربة عن بقية المواد الصخرية الأخرى بترتيب مكوناتها وصفاتها مع العمق على شكل آفاق أو أنطقة Zones كذلك تساعد التربة النبات على النمو بشكل أكبر بكثير من الصخور الأصلية الأم المسؤولة عن تكوين التربة.

يتكون مقطع التربة عادة من ثلاثة افاق رئيسة:



الأفق (A):

يمثل التربة السطحية ويكون غنياً بالمادة العضوية، كما ان المعادن الطينية واكاسيد الحديد تكون قد غُسلت منه وترسخت الى الافق الذي يقع تحته.

الأفق (B):

يمثل التربة تحت السطحية، ويكون غنياً بالمعادن الطينية واكاسيد الحديد التي قد ترشحت اليه من الاعلى، ويتميز بالوان خاصة تعكس وجود هذه المواد فيه.

الأفق (C):

يمثل صخور الاساس او صخور الأم (Parent materials) التي تكونت منها التربة، والتي اثرت عليها عوامل التجوية، الا انها لاتزال تحتفظ بالكثير من خواص الطبقة الصخرية الاصلية.

- يدعى مقطع التربة الذي يحتفظ بهذا التتابع الطبقي بالمقطع الناضج (Mature profile)، اما في حالة فقدان احدى هذه الطبقات (الافاق) لسبب من الاسباب (عادة الافق B)، فان المقطع يكون غير ناضجاً (Immature profile).

ان افاق التربة الرئيسية A و B تضم عددا من الانطقة الثانوية، كما موضح في الشكل ادناه فضلا عن النطاق D الذي يمثل الصخور الأصلية غير المجواة أو غير المتأثرة بعملية تكوين التربة. ويمثل الأفقين A و B التربة الحقيقية، بينما يمثل النطاق C المواد الأولية التي تتكون منها التربة من خلال عمليات تكوين التربة.

المقطع المثالي للتربة

A_{oo}	**بقايا المواد العضوية والأوراق الساقطة المتحللة جداً**
A_o	**بقايا المواد العضوية واجزاء النبات المتحللة جزئياً**
A_1	**طبقة غامقة اللون تحتوي على خليط من المواد العضوية والمعدنية**
A_2	**طبقة شاحبة اللون تمثل أعلى درجات الأزالة eluviation**
A_3	**طبقة انتقالية بين A و B، مشابه لـ A أكثر**
B_1	**طبقة انتقالية بين A و B، مشابه لـ B أكثر**
B_2	**طبقة غامقة اللون تمثل أعلى درجات التراكم illuvation**
B_3	**طبقة انتقالية الى C**
C	**طبقة صخور الأصلية المتأثرة بالتجوية وهي مصدر التربة**
D	**طبقة الصخور الأصلية غير المتأثرة بالتجوية التي تشتق منها الطبقة C**

نطاق الأزالة eluviation

نطاق التراكم illuvation

ولا يعني بالضــرورة وجود جميع هذه الأفاق في جميع مقاطع التربة، فالتربة غير الناضــجة مثلاً تفتقر الى النطاق B، وأحيانا تســبب التعرية في ازالة الأنطقة العليا من التربة. وبصــورة عامة يحدد مقطع التربة بعدد الآفاق التي يحتويها والســمك والصــفات الأخرى المتعلقة بالظروف المختلفة للمنطقة. وتختلف الآفاق الرئيسة لمقاطع التربة في كثير من الصفات الفيزياوية والكيمياوية والتركيبية.

تكوين ونمو التربة

لا يمكن فصل التربة والعمليات التي تؤدي الى تكوينها عن عمليات التجوية بسبب التداخل بينهما، وتؤثر عمليتا التجوية وتكوين التربة بشكل متزامن إذ تمهد الأولى للثانية، وعليه يمكن اعتبار التربة نواتج نهائية لعمليات التجوية.

يمكن استعراض تكوين التربة من خلال عمليتين متزامنتين: **الأولى** تمثل توفر المواد الأولية لتكوين التربة الآفق (C)، بينما تمثل **الثانية** بعملية تفاضل هذه المواد باتجاه تكوين آفاق التربة. وتظهر أولى مراحل تكوين التربة بشكل إفق ضعيف لـ A نتيجة الأنتشار العمودي والأفقي للعناصر والحبيبات المنقولة بتأثير التغيرات الفيزيائية والتحلل الكيميائي للمواد العضوية.

يستمر نمو الآفق A على حساب الآفق C إذ تتفاعل المحاليل الحامضية المتحركة نحو الأسفل مع المكونات المعدنية في النطاق A محررة مواد ذائبة ومواد غروية ومواد صلبة، وتنتقل هذه المواد نحو الأسفل خلال حركة الوسط المائي الناقل. وتتكون المحاليل الحامضية في التربة من تفاعل مياه الأمطار المترشحة خلال عمود التربة مع المواد العضوية المتحللة، مما يؤدي الى تكوين حامض الكاربونيك وحوامض عضوية، مما يخفف الدالة الحامضية لهذه المياه الى (pH = 4) أو أقل، وبالرغم من ضعف هذه الحوامض؛ الا ان تكوينها بشكل مستمر نتيجة تحلل المادة العضوية humus ، مما يجعلها ذات تأثير كبير على ازالة وانتقال المواد من الأفق A، وتدعى هذه العملية eluvation وهي الصفة المميزة للآفق.A

بعد اكتمال عملية النمو يبدأ الآفق B بالنمو والتكون، ولكن في بعض الأحيان ممكن ان يتكون الآفقان معاً وخاصة في المناطق الرطبة والمعتدلة . يمثل الأفق B نطاق التراكم والترسيب illuvation للمواد المنقولة من الآفق A مثل المعادن الطينية والأكاسيد المختلفة. وقد تنتقل هذه المواد خارج نطاق التربة من خلال حملها في المحاليل بهيئة مواد ذائبة او عالقة.

اهمية التربة من الناحية البيئية:

تبرز اهمية التربة من الناحية البيئية من خلال عملها كنظام دفاعي (Buffer system) يعمل على تثبيت الملوثات السامة (كالعناصر الثقيلة Ca و Pb و Cu و Zn و Cr و Ni) ومنعها من الوصول الى الانظمة

البيئية الاخرى مثل المياه الجوفية والنباتات والحيوانات ومن ثم وصولها الى الانسان. ان قابلية التبادل الايوني التي تتمتع بها التربة هي التي تساعد على عملية التثبيت هذه، والتي تتحدد بدورها بمحتوى التربة من: المعادن الطينية واكاسيد وهيدروكسيدات الحديد والمنغنيز والمادة العضوية. اذ ان هذه المواد تمتاز باحجام حبيباتها الصغيرة ومساحتها السطحية الواسعة مما يساعد على امتصاص العناصر الكيميائية وتثبيتها على سطوح هذه المواد.

علاوة على ذلك فان الدالة الحامضية (pH) تلعب دورا مهما في هذا المجال، فكلما كانت التربة قلوية (pH > 7) فانها تعمل على تثبيت المواد والملوثات السامة. وبمجرد ان تتحول الى التربة الحامضية (pH < 4) لاي سبب كان، فان هذه العناصر السامة تبدأ بالحركة وتؤدي الى انتشار التلوث ولهذا يضاف الحجر الجيري ($CaCO_3$) الى التربة احياناً لغرض معادلتها وتخليصها من التاثير الحامضي.

العوامل المؤثرة في تكوين التربة:

اولاً: نوع الصخور الام Parent materials:

ان التربة المكونة من الحجر الرملي (Sandstone) لا تحتوي على المعادن الطينية وبالتالي تفتقر الى العناصر الاساسية الضرورية لتغذية النبات كما ان التربة المتكونة فوق صخور الجرانيت النارية الحامضية تكون غنية بالمعادن الطينية، بسبب احتواء هذه الصخور على معادن الفلدسبار التي تتحول الى المعادن الطينية (مثل معدن الكاؤولين) نتيجة عوامل التجوية الكيميائية.

كذلك فان التربة المتكونة فوق الصخور الحامضية تكون فاتحة اللون لاحتواء الصخور الاصلية على المعادن الفاتحة، ولتكون معدن الكاؤولين الفاتح.

وعلى العكس من ذلك فان التربة المكونة من البازلت تكون داكنة اللون مائلة الى الاحمرار نتيجة تاكسد الحديد الداخل في تركيب هذه الصخور.

ومن ناحية اخرى فان التربة المكونة من صخور الكوارتزايت تكون غير سميكة بسبب صعوبة تاثير عملية التجوية على هذه الصخور.

ثانياً: المناخ Climate:

تكون الترب في المناطق الرطبة عادة سميكة (ناضجة Mature) وغنية بالمعادن الطينية بسبب فعالية عملية

التجوية، اما في الصحاري فتتكون تربة خفيفة ذات طبيعة رملية وتكون غنية بالاملاح. اما في المناطق الاستوائية فتتكون ترب غنية بالحديد والالمنيوم بسبب شدة التجوية الكيميائية.

ثالثاً: التضاريس Landforms:

عند المنحدرات التي تتميز بسرعة التعرية وصعوبة ثبات المواد المفككة عليها، فيصعب تكون الترب، اما في السهول والوديان فتتكون ترب سميكة.

رابعاً: الزمن Time:

التقادم يؤدي الى تكون ترب ناضجة Mature.

خامساً: العمليات العضوية Organic processes:

تكون فعالة خاصة في المناطق الاستوائية، اذ ان زيادة الحرارة والرطوبة تؤدي الى تكون حوامض عضوية تساعد في تحلل المواد الصخرية عند تفاعلها مع المعادن.

اساسيات علم التربة Principle of Soil Science

علم التربة: يعرف علم التربة بانه جزء من علم الارض الذي يتعامل مع التربة على انها مصدر طبيعي قابل للتجدد ولكن بشكل بطئ جدا ويتضمن علم التربة دراسة نشوء التربة وتصنيفها ودراسة خواصها الفيزيائية والكيميائية والبيولوجية والمعدنية والستخدامها وادارتها وهو اساس لعلوم الزراعة والبيئة والهندسة المدنية والاثار، ويتعلق هذا العلم بالعلوم الاخرى ومنها علم الفيزياء، الكيمياء وعلم الاحياء.

فروع علم التربة: يتكون علم التربة من عدة فروع اهمها 1- علم البيدولوجي Pedology 2- علم الايدافولوجي Edaphology والتي تنطوي تحتها بقية الفروع الثانوية.

1) Pedology والذي يتضمن كل من الفروع التالية

- مسح وتصنيف التربة **Soil Sarvey & Classification**
- شكل التربة **Soil Morphology**
- وراثة التربة **Soil Genesis**
- معادن التربة **Soil Mineralogy**

2) Edaphology يتضمن كل من الفروع التالية

- كيمياء التربة **Soil Chemistry**
- فيزياء التربة **Soil Physics**
- احياء التربة المجهرية **Soil Microbiology**
- صيانة التربة **Soil Conservation**
- خصوبة التربة **Soil Fertility**

التربة Soil او الغلاف الترابي Pedosphere: تعرف التربة من قبل الجيولوجين على انها الطبقة السطحية للغلاف الصخري (Lithosphere) والتي تفككت نتيجة تأثير الغلاف الجوي، المائي و الحيوي عليها أي بفعل التجوية الكيميائية والفيزيائية. اما بالنسبة لعلماء الزراعة فيعرفون التربة على انها تلك المادة من سطح الارض الحاوية على عناصر معدنية ومواد عضوية متحللة ونسبة معينة من المياه والهواء المهمة لانبات النبات.

اهمية التربة: (لماذا ندرس التربة): بدأت الحياة وتطورها من التربة وان المخلوقات تعود بشكل او بأخر الى التربة حيث تعتبر التربة من اهم الموارد البيئية الطبيعية الرئيسية للحياة وان من اهم اسباب تطور الحضارات هو امتلاكها لمورد تربة جيد ويعزى تدهور الحضارات الى تدهور التربة وعدم الاهتمام بها واصلاحها.

يمكن تحديد اهمية التربة بالنقاط الاتية:

- ❖ اهمية التربة بالنسبة للنبات حيث تمد النبات بالدعامة، الماء، العناصر الغذائية والهواء.
- ❖ تلعب التربة دوراً مهما في الانظمة البيئية حيث تخلق بيئة مناسبة للكائنات الحية الدقيقة التي لها دور كبير في تدوير مواد الحياة
- ❖ تمد الترب المجتمعات الانسانية بالطعام، الكساء(بصورة غير مباشرة) ، الماء، مواد البناء، اماكن البناء والتخلص من النفايات.
- ❖ نعتمد على التربة في حماية المياه الجوفية حيث تعمل كمادة مرشحة تقوم بمسك المواد السامة والكائنات الضارة الموجودة في مياه الصرف الصحي.

تكون التربة Soil Formation

تتكون التربة بصورة عامة من عملية تفتيت للصخور ومن ثم اضافة المواد العضوية الناتجة عن تحلل البقايا الحيوانية والنباتية الى الفتات الصخري. ويتم التفتيت بواسطة عملية تعرف بالتجوية (Weathering) وهي عملية طبيعية تعمل على تفتيت وتحويل الصخور والمكونات المعدنية الى بقايا غير مجمعة تعرف بالحطام الصخري (regolith). وهناك نوعين من التجوية **1) التجوية الفيزيائية** (Physical Weathering) وبها يتم تفتيت الصخور الى قطع صغيرة بفعل عوامل فيزيائية كالحرارة (حيث التغير في درجات الحرارة يؤدي الى تشقق وتكسر الصخرة وتفتتها) ، الضغط والانجماد (حيث ان انجماد الماء في مسامات الصخور يولد ضغط بكافة الاتجاهات وبالتالي تكسر الصخرة). تأثير جذور النباتات، الرطوبة والجفاف ، وجود الكائنات الحية. **2) التجوية الكيميائية** (Chemical Weathering) ويقصد بها التفاعلات الكيميائية التي يصاحبها تغير في التركيب المعدني الاصلي ومن اهم العوامل التي لها دور كبير في اتمام هذه العملية هي (الاوكسجين، ثاني اوكسيد الكاربون، والماء) ومن العمليات المهمة التي تندرج تحت هذه العملية هي (التحلل المائي Hydrolysis) والتي بتأثيرها على المعادن السليكاتية تؤدي الى تفتيت الصخور لتنشأ معادن جديدة تعرف بالمعادن الطينية مثل (Illite) و (Montmorillonite) و (Kaolinite).

المكونات الرئيسية للتربة Main Soil Components

يمكن ان نعبر عن مكونات التربة بطريقتين:

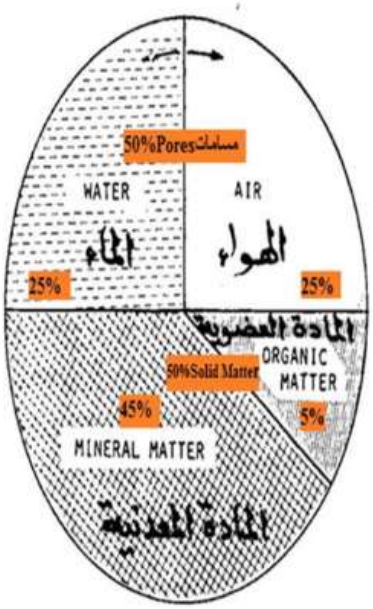
1) مكونات حجمية : وتقسم المكونات هنا الى ثلاثة اطوار

- الطور الصلب : ويشكل حوالي 50% من التربة المثالية ومتمثل بحوالي 45% معادن اولية (المتأتية من الرمل والسلت) وهي عبارة عن صخور مفتتة بفعل عوامل التجوية الفيزيائية بالاضافة الى معادن ثانوية ناتجة عن التجوية الكيميائية واهمها المعادن الطينية، و 5% مادة عضوية.

- الطور السائل: ويشكل 25% من حجم التربة ويشمل ماء او محلول التربة ويتكون من مواد ذائبة او معلقة بصورة غروية تتم فيه جميع التفاعلات الكيميائية.
- الطور الغازي (هواء التربة): ويشكل حوالي 25% من حجم التربة الكلي ويتكون من مجموعة من الغازات المتواجدة في المسامات (الفراغات) ويختلف عن الهواء الجوي بقلة غاز O_2 وزيادة في غاز CO_2 نتيجة تنفس النبات والكائنات الدقيقة المتواجدة في التربة.

2) مكونات وزنية والمنمثلة بما يلي:

- معادن التربة: والتي تشكل حوالي 90-99% وزنياً (الرمل، الغرين، الطين) والتي تعتبر من اهم اجزاء الطور الصلب والتي لها دور في تحديد خواص التربة المختلفة.
- المادة العضوية: تشكل وزنيا 1-10%



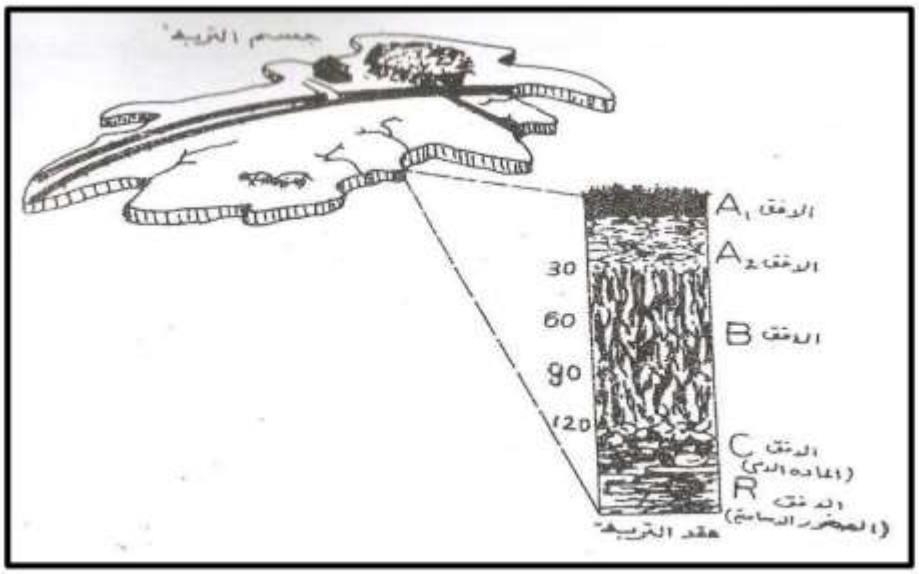
ويمكن القول بان هذه النسب غير ثابتة وانما تتغير من تربة الى اخرى وان نسبة الماء والهواء ايضا تتغير في التلربة نفسها من وقت لاخر. كذلك فان المادة العضوية تتغير حسب الترب وتختلف من تربة لاخرى وتتركز معظم المادة العضوية عند السطح وتقل كلما ابتعدنا عنه وذلك لتركيز نشاط الاحياء عند السطح.

وعليه تقسم الترب اعتماداً على ما سبق الى الترب المعدنية (Mineral Soils) والتي يكون فيها نسبة المادة العضوية (Organic Matter) بين 1-6%.

والترب العضوية (Organic Soils) والتي تصل فيها نسبة المادة العضوية بين 15-95% ويمكن ملاحظتها في مناطق الاهوار والمستنقعات التي تتراكم فيها النباتات الطبيعية وبسبب الظروف اللاهوائية التي تقلل من تحلل المواد العضوية.

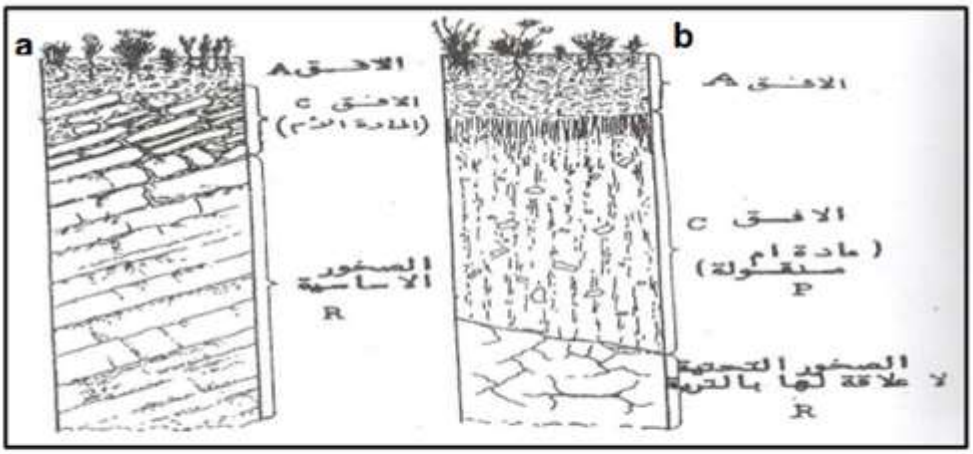
قطاع التربة Soil Profile: هو مقطع عمودي في الجزء السطحي من القشرة الارضية ويشمل جميع الطبقات التي حصلت لها تغيرات بيدولوجية خلال عمليات تكوين التربة وكذل الطبقات العميقة التي اثرت على تطور التربة.

حيث تعرضت المادة الام اما في مكانها او بعد تعرضها الى عملية النقل بواسطة عوامل النقل الطبيعية (المياه،الثلوج، الرياح، الجذب الارضي) الى ظروف جوية تؤدي الى انطلاق بعض العناصر الغذائية التي تساعد على نمو بعض النباتات البسيطة القادرة على القيام بعملية البناء الضوئي، وعند موت هذه النباتات



مخطط يوضح العلاقة بين قطاع التربة والأرض في تربة ناضجة حاوية على الآفاق A و B و C .

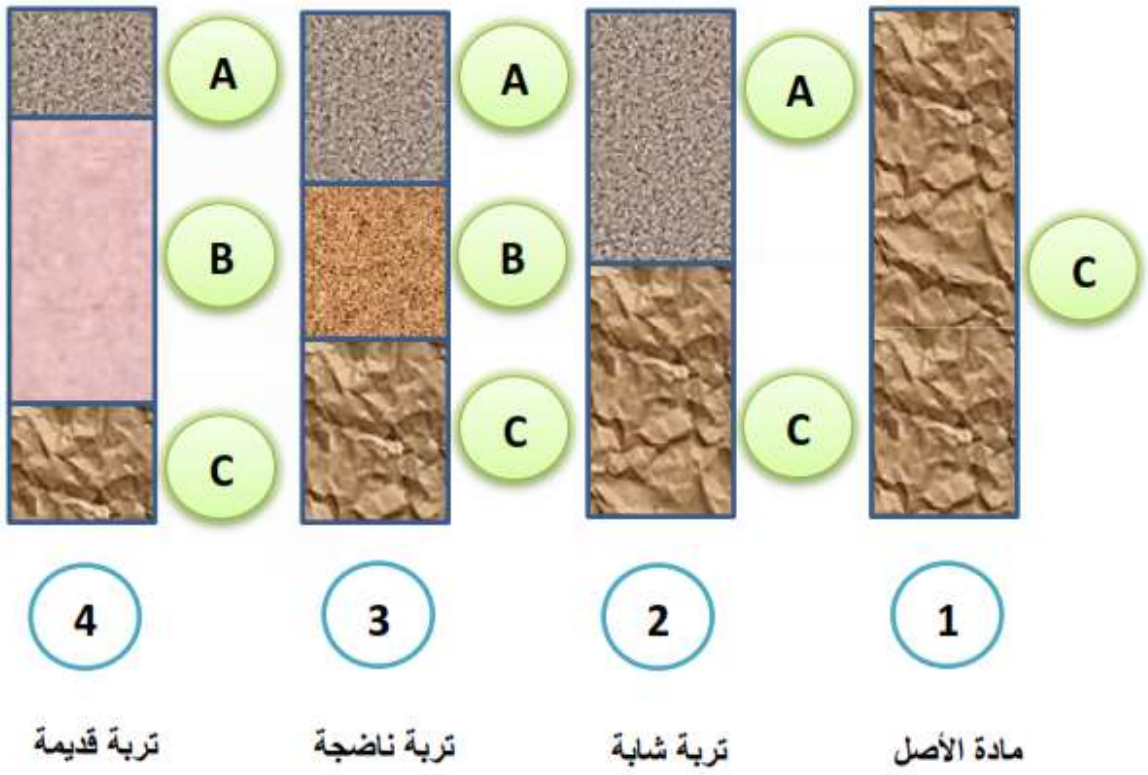
سوف تضاف الى التربة مواد غذائية اضافية تساعد على نمو نباتات اكثر تطوراً وهذه بدورها تؤدي الى تراكم بعض المخلفات العضوية التي تساعد على وجود الاحياء والبكتريا والفطريات. وتقوم هذه الاحياء بالمساعدة على تحلل المادة العضوية واطلاق عناصر غذائية ضرورية لبداية دورات حياة اخرى وبهذه الطريقة تصبح الحيوانات والنباتات جزءاً من المادة العضوية في التربة وتستمر هذه الحالة الى ان تتكون طبقة سطحية غامقة ثابتة التركيب نوعاً ما (بسبب وجود المادة العضوية) تسمى بالافق A فيكون لهذه الترب افقين وتسمى هذه الترب عندئذٍ بالترب غير الناضجة او الترب الفتية (Immature or young soils). ويتميز هذا الطور من اطوار 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.



تربتان لهما أفقين فقط. لاحظ أن الأفق A في التربة(a) تطور من مادة أم ناتجة عن التجوية المباشرة للصخور الأساسية (R) بينما تطور الأفق A في التربة(b) من مادة أم منقولة (P).

ومن ثم يؤدي تحلل المادة العضوية في الافق A الى تكون حوامض عضوية تساعد على تحطيم بعض المعادن الحاوية على القواعد مما يؤدي الى اطلاق بعض العناصر المغذية واذابة بعض المعادن الغروية الثانوية كالمعادن الطينية المكونة من سليكات واكاسيد الحديد والالمنيوم، وعند وجود الماء الكافي تغسل هذه المواد الى الاسفل لتترسب حيث تكون (درجة الحموضة منخفضة) وهكذا تتكون طبقة تحت الافق A تحوي على نسبة من المواد الغروية والعناصر الغذائية تزيد على مايحويه الافق A تسمى هذه الطبقة بالافق B .

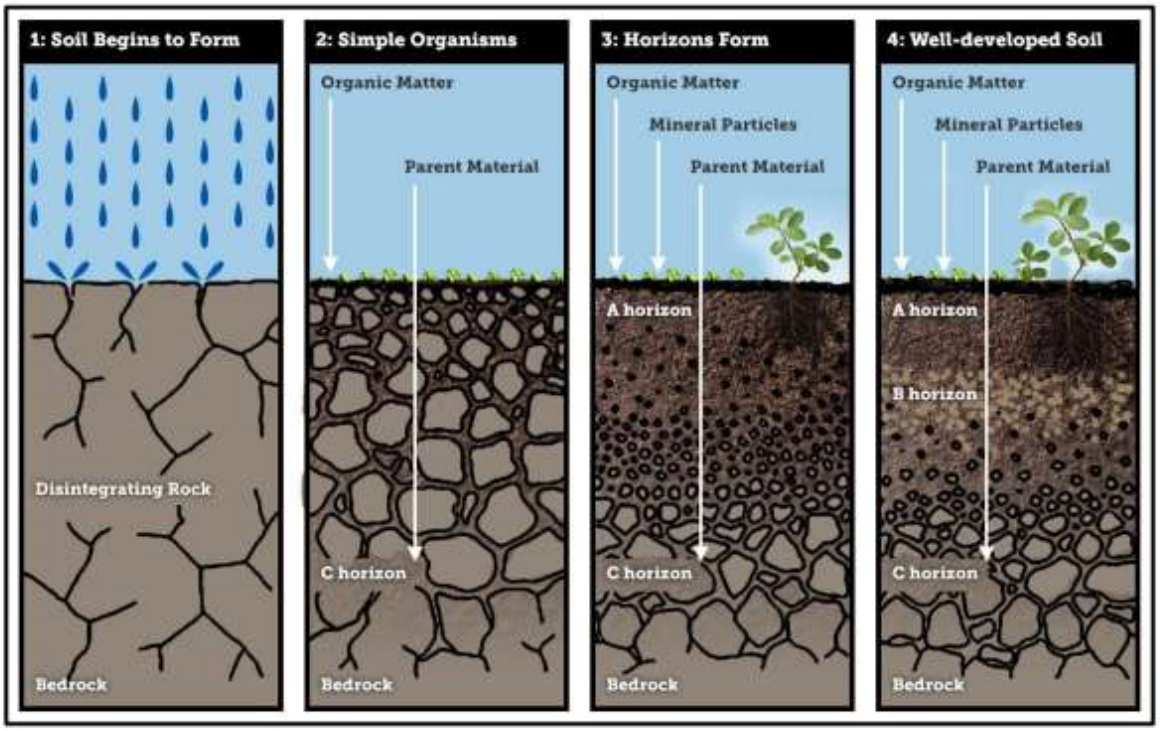
يسمى الافق A بالافق السليب (Eluvial) لانه فقد بعض مكوناته التي ترسبت في الافق B المسمى بالافق الكاسب (Illuvail) لاكتسابه للعناصر الغذائية والغرويات من الطبقة العليا. وبهذ الحالة تسمى الترب الحاوية على الافاق A, B, C بالترب الناضجة (Mature soils) .



مقطع طولي للتربة (قطاع التربة) يوضح مراحل تطور التربة عبر الزمن

وتكون هذه الترب في حالة تعادل ديناميكي مع بيئتها أي ان هناك تعادل بين المواد المضافة والمواد المفقودة من التربة، وعند استمرار تكون الاحماض العضوية وتحطيم المعادن واستمرار غسل العناصر الغذائية والغرويات وترسيبها في الافق B تزداد الاختلافات في الصفات بين الافق A و B بدرجة كبيرة وتسمى الترب

في هذه الحالة بالترب القديمة او العتيقة (Old Soils) ويكون فيها الافق B سميكاً جداً وتكون كثافته الظاهرية عالية جداً ويحوي نسب عالية من اكاسيدالحديد والالمنيوم.



تكوين التربة منذ لحظة ولادتها (تكوينها) الى تطورها وتمايز الآفاق الرئيسة

تصنيف التربة Soil Classification

يعد تصنيف التربة soil classification وفق نوعها أحد فروع علوم التربة الحديثة، ولاتزال عملية تصنيف الأنواع المختلفة للترب من أكثر مواضيع علم التربة صعوبة نظراً لاختلاف مدارس علوم التربة في العالم من جهة وتباين الأسس والمبادئ المعتمدة من جهة أخرى.

فتصنيف التربة هو عملية تجميع المتشابه من التربة ضمن حدود وفي مواقع تنظيمية ومستويات معينة والغرض من التصنيف هو بغية تسهيل الوصول الى الاهداف والتي قد تكون جيولوجية، بيئية، زراعية او هندسية او حتى اقتصادية .... الخ.

فبالنسبة للزراعة نحتاج الى تصنيف يأخذ بنظر الاعتبار خصائص التربة التي تساعد المسَاح الزراعي في تشخيص انواع الترب حسب قابليتها على الانتاج الزراعي ، اما بالنسبة للمهندسين فالغاية لديهم تصنيف التربة حسب المواد الانشائية (رمل، حصو، طين، ....الخ.) وكذلك تشخيص التربة حسب امكانيتها في توزيع الاثقال والانشاءات والابنية والطرق والجسور والسدود وغيرها.

قواعد تصنيف التربة واسسها: لابد من مراعاة الامور التالية اثناء عملية تصنيف التربة

1) تحديد الغاية من التصنيف
2) تحديد الاسس التي سيقوم عليها التصنيف وصياغتها بدقة
3) اعداد نظام الوحدات التصنيفية المتسلسلة رتبة، تحت رتبة،.....الخ
4) تحديد الملامح التي تتصف بها كل وحدة تصنيفية في الطبيعة وابرازها على خرائط التربة

ان اقدم التصانيف كانت مبنية على منحى وصفي مثل تصنيف يعتمد على الخصوبة (تربة خصبة، غير خصبة، اقل خصوبة) بعضها صنفت بالاعتماد على المحصول (تربة زراعة الحبوب، تربة زراعة القطن،...الخ.) وتصنيف اعتماداً على النسيج (تربة حقلية، غير حقلية، طينية، تربة مزيجية) او على اساس اللون(تربة بنية، تربة سوداء، تربة حمراء،...الخ.) لكن بعد ذلك تطور اكثر واصبح التصنيف يأخذ منحى كمي وهو نظام التصنيف الامريكي (USDA) ومن أهم خصائص هذا النظام ما يلي:

1) تعتمد وحداته التصنيفية على صفات التربة الطبيعية والتي يمكن قياسها كمياً والابتعاد عن الصفات النوعية.
2) يسمح بتصنيف الترب نفسها وليس عمليات او عوامل تكونها.

3) اشتقت اسماء الوحدات التصنيفية من اللغات اللاتينية واليونانية مما يسهل عملية فهم هذه الترب والتعرف عليها على نطاق عالمي وليس محلي وامكانية التعرف على العديد من خصائص الترب من اسمائها.
4) امكانية استيعاب جميع الترب الموجودة في العالم كون النظام مفتوح ومتعدد المستويات.
5) يسمح النظام بتصنيف التربة غير المعروفة وراثياً لان اساس النظام يعتمد على صفات التربة الطبيعية

المستويات التصنيفية للتربة :

المستويات العليا للتصنيف Higher categories	1- Order	الرتبة
	2- sub Order	تحت الرتبة
	3- Great soil group	مجموعةالتربة العظمى
	4- family	العائلة
	5-series	السلسة
المستويات الدنيا للتصنيف Lower categories	6- Type	النوع
	7- phase	الطور

الصفات الكمية للتربة

1) الخصائص المميزة: وهي مجموعة من الصفات التي يمكن استخدامها في تصنيف التربة والتي يجب ان تكون ثابتة منها نسجة التربة والتركيب المعدني ....الخ.
2) الخصائص المساعدة : وهي صفات اخرى يمكن استخدامها مع الصفات المميزة ولكنها غير ثابتة أي انها قابلة للتغير مع الزمن وسميت بالمساعدة لانها تدعم الصفات المميزة في عملية تحديد وحدات التربة التصنيفية مثل التشبع بالقواعد او السعة التبادلية الايونية.
3) الخصائص العرضية : وهي الصفات التي ليس لها علاقة بالصفات المميزة لكن لها علاقة باسلوب استخدام التربة وهذه الصفات متمثلة بطبيعة الطوبغرافية من حيث شكل ودرجة انحدار الارض ، كمية الصخور وكمية الاحجار الموجودة على سطح التربة.

المستويات التصنيفية

- **الرتبة** : تمثل الرتبة اعلى مستوى في النظام التصنيفي الحديث وقد حددت اثنتا عشرة رتبة متباينة في خصائصها الطبيعية ويتكون اسم كل رتبة على الاغلب من ثلاث مقاطع وينتهي الاسم بالمقطع sol المشتق من الكلمة اللاتينية Soloum وتعني الرتبة ويسبقها حرف ارتباط O او I والمقطع الاول يمثل عنصر الاشتقاق Formative element الذي يدخل في تسمية الوحدات، واسماء الرتب وصفية لحالات معينة مثل Aridisol وتمثل وصف حالة الجفاف التي تمر بها تلك الترب او وجود بعض الافاق التشخيصية مثل Mollic مثل تربة Mollisol الحاوية على افق غني بالمواد العضوية او Oxic مثل تربة Oxisol الحاوية على اكاسيد الحديد والالمنيوم. او بعض خصائص التربة التي تعكس شدة تأثير نوع معين من عمليات تكوين التربة.

فالتصنيف الامريكي الكمي الحديث قسم التربة الى 12 رتبة وهي:

1- Alfisol: تربة الغابات المشبعة بالقواعد وتتميز هذه التربة بامتلاكها افق حاوي على نسبة عالية من القواعد التي تتجاوز 35% ، كما وتميز بوجود افق تجمع للاطيان المهاجرة من الافاق العليا.

2- Andisol: التربة السوداء وهي التربة المتكونة من الرماد البركاني او المقذوفات البركانية الاخرى لها والحاوية على allophane وهي سليكات الالمنيوم المائية و imogolite وهي سليكات الالمنيوم و ferrihydrite وهو اكسيد هيدروكسيد الحديد المائية.

3- Aridisol: التربة الجافة وتتصف هذه التربة باحتوائها على افق تحت سطحي لتجمع كاربونات الكالسيوم والسليكا والاملاح والجبسوم ومنها الترب الصحراوية والترب الصحراوية الحمراء.

4- Entisol : التربة الحديثة وهي تربة بدائية غير متطورة ولاتحوي على افاق بيدولوجية متطورة بستثناء الافقين O, A ومن امثلتها الترب الرسوبية (Alluvial, Lithosols, Regosols).

5- Gelisol: تربة المناطق المتجمدة تتواجد في المناطق شديدة البرودة حيث يقتصر تواجدها على المناطق القطبية ذات الخطوط العرض العالية وفي المناطق الاخرى ضمن المرتفعات الجبلية العالية.

6- Histosol: التربة العضوية والتي تتميز بكونها غنية بالمواد العضوية وتتشكل معضمها في الاماكن الرطبة وناتجة عن الصرف الرديء الذي يمنع تحلل المواد العضوية.

7- Inceptisol: التربة البدائية والتي تتصف بوجود افاق ضعيفة وسريعة التكون وهي اكثر تطورا من التربة الحديثة (Entisol) لكنها تبقى مفتقدة لبعض الخصائص ترب الرتب الاخرى، رغم وجودها في المناطق الرطبة وشبه الرطبة.

8- Mollisol: التربة الهشة او تربة الحشائش وتتميز هذه التربة باحتوائها على افق متطور يقع تحت غطاء نباتي عشبي او غابي ويكون تشبعها بالقواعد اكثر من 50% وغني بالمواد العضوية Organic Materials.

9- Oxisol: تربة الأُكسيد وتتميز هذه التربة باحتوائها على القليل من المعادن المقاومة للتجوية وغالباً ماتكون غنية باكاسيد الحديد والالمنيوم، كما وتحوي على اطيان Montmorillonite والناتجة عن عملية التجوية الشديدة.

10- Spodosol: تربة رماد الخشب وهي تربة حامضية تتميز بتجمع تحت سطحي للدبال واكاسيد الحديد والالمنيوم.

11- Ultisol: التربة المتأخرة وتتصف بكون نسبة القواعد اقل من 35% أي انها شديدة الحامضية وكما تتصف بكون عملية الغسل على اشدها وتتواجد في المناطق الرطبة.

12- Vertisol: التربة المقلوبة وتتصف هذه التربة بإحتوائها على طين من نوع Montmorillonite القابل للانتفاخ حيث يزيد نسبة الطين في التربة عن 35% ونظرا لقدرة هذا الطين على التمدد في موسم الامطار والانكماش في موسم الجفاف فانها تبدي ظاهرة التشقق التي قد تصل لعمق يزيد عن 50 سم وبعرض 1 سم لذلك فان في فترة الجفاف تسقط التربة السطحية في داخل الشقوق للاسفل وفي فترة الامطار وبسبب تمدد الطين سوف يدفع التربة التي في الاسفل لذا تكون هذه التربة دوارة أي ان لها حركة مستمرة داخلها تمنع من ظهور افاق التربة الاخرى.

جامعة الموصل/
كلية علوم البيئة وتقاناتها/
قسم علوم البيئة
المرحلة الاولى
د. محمد وليد

علـــــــم التربـــــــة

تصنيف التربة وصفاتها الفيزيائية والكيميائية

الصفات الفيزيائية والكيميائية لآفاق التربة

يمتاز المقطع العمودي للتربة بالتطبق، بهيئة أنطقة أو أفاق متتابعة، تختلف فيما بينها في الصفات الفيزيائية والكيميائية التي يتم تشخيص بعضها حقليا ومن هذه الصفات : اللون والنسيج وكمية المادة العضوية والمكونات الفتاتية والدالة الحامضية وتركيز الأكاسيد المختلفة، ومجمل هذه الصفات تفسر توزيع وانتشار العناصر الفلزية في آفاق مقطع التربة، وفيما يلي وصف موجز لبعض هذه الصفات:

1.الدالة الحامضية pH

بصورة عامة تمتلك الآفاق العليا من النطاق A قيم دالة حامضية منخفضة نسبة الى بقية الأنطقة، ويعزى هذا الانخفاض الى تكوين الحوامض العضوية القادمة من تحلل المواد العضوية ومن النشاط الحياتي للجذور خلال نموها وتوغلها في التربة والحوامض اللاعضوية القادمة من الغازات المذابة بمياه الأمطار وذوبان بعض المركبات في المياه السطحية التي سترتشح الى داخل التربة ، وهذا التأثير الحامضي للمياه سيعمل على إذابة بعض المكونات ولذلك يمثل هذا النطاق نطاق إزالة وغسل.

2.المادة العضوية organic matters

يعكس اللون الغامق في آفاق التربة العليا) النطاق (A احتواء هذا النطاق على المادة العضوية، وبالأخص النطاق Ao الذي يحتوي على اكبر كمية من المادة العضوية، ويعرف أحيانا بنطاق المادة العضوية. وبسبب قابلية المادة العضوية على احتواء العناصر الفلزية اما بشكل إمتزاز أو بشكل مركبات عضوية فلزية أو معقدات عضوية ، لذلك يكون نشاط التبادل الأيوني في هذا النطاق عالٍ نسبياً، الذي يعكس اغتناء النطاق Ao بالعناصر الفلزية الأساسية. اما الارتفاع النسبي بكمية المادة العضوية للأفق B فربما تعزى الى تراكم تلك المواد في هذا الأفق.

3.المكونات الفتاتية clastic constituents

تختلف المكونات الفتاتية كما ونوعا باختلاف آفاق التربة وظروف تكوينها. وبصورة عامة توجد المواد الطينية (المعادن الطينية) في الأفق B أكثر من بقية الآفاق، ويعزى ذلك الى دور عملية التراكم والترسيب illuvation للمواد المغسولة والمزالة من النطاق A ، تمتاز المعادن الطينية بقابليتها على التبادل الأيوني وبالتالي اغتناءها بالعناصر الفلزية، مما يجعل عملية نمذجة التربة لتقدير محتواها من العناصر الفلزية تتم من الأفق B

تعتمد عملية تكوين المعادن الطينية ضمن آفاق التربة علة الظروف الجوية أكثر من اعتمادها على طبيعة المواد الأصلية. ففي تربة المناطق الحارة الرطبة والأمطار الغزيرة حيث تكون الدالة الحامضية واطئة ومعدلات الغسل شديدة يتكون الكاؤولينايت. بينما في المناطق الحارة الجافة والتصريف الرديء حيث البيئة تكون متعادلة الى قاعدية ومعدلات الغسل والتجوية منخفضة يتكون معدن المونتموريللونايت.

اما الأفق A فان محتواه من المواد المقاومة لعملية التجوية والغسل تكون اكبر من بقية الأنطقة، ولذلك يكون محتواه من الرمل والغرين والمعادن المقاومة اعلى بقية الأنطقة.

4.المكونات من الأكاسيد oxide constituents

تنعكس فعاليات عمليات الأزالة والغسل وكذلك عمليات الترسيب والتراكم في النطاق A و B على التوالي على تراكيز الأكاسيد الرئيسة:

SiO_2 يكون تركيزه اعلى نسبيا في الأفق A لأن المعادن السلكية مثل الكوارتز تقاوم عمليات الأزالة والغسل في الظروف الجوية.

Fe_2O_3 & Al_2O_3 تنتقل من النطاق A الى B خلال التجوية والغسل بفعل المياه المرتشحة خلال عمود التربة، والتي عادة ما تكون حامضية حيث يتجمع ويتراكم ما تحمله في النطاق .B وبسبب قابلية أطوار أكاسيد الحديد وأكاسيد المنغنيز على احتواء العناصر الفلزية من خلال الأمتزاز والأحلال لذلك نجد اغتناء هذا الأفق بالعناصر الفلزية.

5.محتوى التربة من العناصر الآثرية trace element contents

توجد العناصر الأثرية بشكل عام في التربة ضمن عدة مكونات :

أ.فهي توجد في التركيب البلوري للمعادن الطينية المكونة لأنطقة التربة بعدة حالات: إما عن طريق احلالها محل العناصر المكونة للمعدن الطيني ، أو تكون ممتزة على أسطح أو حافات المعدن الطيني نتيجة وجود الشحنة السطحية على حبيبة المعدن الطيني.

ب.توجد العناصر الأثرية في المادة العضوية إما ممتزة عليها أو مكونة مركبات عضوية فلزية معقدة أو غير معقدة مع المادة العضوية.

ت.توجد العناصر الأثرية وخاصة الفلزية منها عن طريق الإحلال محل الحديد أو المنغنيز في عقد أكاسيد كل من الحديد والمنغنيز. أو تكون ممتزة على أسطح حبيبات أطوار أكاسيد كل من الحديد والمنغنيز.

ث.وأحيان تكون موجودة ضمن حبيبات لأطوار معدنية من هذه العناصر نقلت بشكل غروي مع حبيبات المعادن الطينية وأكاسيد وهيدروكسيدات الحديد والمنغنيز بسبب تشابه سلوكهما الجيوكيميائي خلال فعاليات التجوية والنقل والترسيب في ظروف بيئية متشابهة.

تصنيف الترب وفقاً لعلاقتها مع صخور الاساس:

تصنف التربة تبعا للعلاقات الوراثية بين مكوناتها ومكونات صخور الاساس الى نوعين هما التربة المتبقية Residual Soil والتربة المنقولة Transported Soil.

التربة المتبقية:

هي الترب التي تبقى في موضع تكوينها الاصلي فوق صخور الاساس او الصخور المولدة لها، والتي تكونت بعوامل التجوية. وفي هذه الحالة تحتوي التربة نفس المعادن الاولية الثابتة الموجودة بالصخور المولدة. ومن اهم ميزاتها:

1- وجود مقطع كامل للتربة (مقطع ناضح) من السطح الاعلى للتربة وحتى الصخور المولدة.
2- تحتوي التربة على نفس المعادن الاولية الموجودة بالصخور المولدة.
3- قد تحتوي التربة على قطع من الصخرة المولدة.
4- حبيبات هذه التربة تكون ذات حافات حادة غير مستديرة.
5- معظم التربة الموجودة على سطح الارض هي ترب متبقية.

التربة المنقولة:

تنتقل عن اماكن تكونها الى مواضع اخرى بطرق مختلفة (الرياح، المياه، الثلاجات، الجاذبية)، وبذلك يختلف تركيبها المعدني عن الصخور التي تحتها، وعادة تكون مقطع غير ناضج، وتكون حبيباتها مصقولة ومستديرة.

وتقسم التربة المنقولة وفقا لطريقة نقلها الى الانواع التالية:

1- التربة الهوائية:

مثال عليها:

1-1- تربة اللويس Loess:

تتكون من المواد المنقولة بواسطة الرياح من الصحاري، او من ترسبات المواد المنقولة بواسطة الانهار الناشئة من ذوبان الثلاجات (Glaciers). وتتكون بشكل اساسي من حبيبات الرمل والطين وتركيبها المعدني مكون من الكوارتز والفلدسبار والمايكا والكالسايت، علاوة عن المعادن الطينية. وهي على نوعين:
تربة اللويس الاولية: والتي تتكون من معدن المونتموريلونايت Montmorillonite (سليكات الالمنيوم الغنية بالمغنيسيوم والبوتاسيوم والحديد). وتربة اللويس الثانوية: والتي وتتكون من معدن الكاؤولينايت Kaolinite.

تعد تربة اللويس الاولية غير صالحة للبناء عادة؟

وذلك بسبب احتوائها على معدن المونتموريلونايت الذي يمتاز بخاصية امتصاص الماء مما يؤدي الى حدوث انتفاخ (تمدد) للتربة في الاتجاه العمودي، وعند جفاف هذه التربة تنكمش بدرجة كبيرة مسببة انهيار المباني.

1-2- تربة الكثبان الرملية:

سوف نتحدث عنها في محاضرة الرياح والصحاري.

2- التربة النهرية:

ويقصد بها الرواسب الناعمة المنقولة بواسطة الانهار، وسوف نتطرق للحديث عنها في محاضرة الانهار.

3- التربة التثاقلية:

تمثل ترسبات الركام الصخري Debris وتتكون عادة في المناطق الصحراوية ذات التضاريس المعقدة والمتباينة الارتفاع نتيجة التعرية الفيزيائية.

الصفات المورفولوجية للتربة

ان العلم الذي يدرس ويبحث في صفات التربة الشكلية هو علم شكل التربة Soil Morphology وهو العلم الذي يتناول في طياته الصفات والملامح الظاهرية للتربة في مكانها الطبيعي باستخدام الحواس كالنظر واللمس وتعتبر الصفات المورفولوجية صفات نوعية وليست كمية ولايمكن الاستغناء عنها في تحديد نوعية الترب وكل صفة من هذه الصفات تعتبر علامة يجب ان تتوفر فيها الشروط الاتية:

- سهولة دراستها وتميزها بالحواس او استخدام بعض الادوات الحقلية البسيطة.
- تكون ذات دلالة واحدة او اكثر على حدوث عمليات تكوينية معينة
- ان تكون العلامة صفة من صفات التربة وان تكون هذه الصفة ثابتة

واهم هذه الصفات التي يمكن تميزها في الحقل هي :

1) قطاع التربة Soil Profile: يعتبر من اهم العلامات المورفولوجية للتربة وهو قطاع رأسي يبدأ من سطح التربة وينتهي بمادة الاصل التي نشأ منها.
2) لون التربة Soil Colour: وهو احد العلامات المهمة جداً والتي يمكن ملاحظتها في الحقل والتي من خلالها نتمكن من الاستدلال على ماضي التربة والظروف التي مرت بها وكان يستخدم في تصنيف التربة وصفياً. وتعتبر مكونات التربة المعدنية والصورة التي تكون عليها هذه المكونات من اهم العناصر التي تعكس لنا لون التربة وهي:

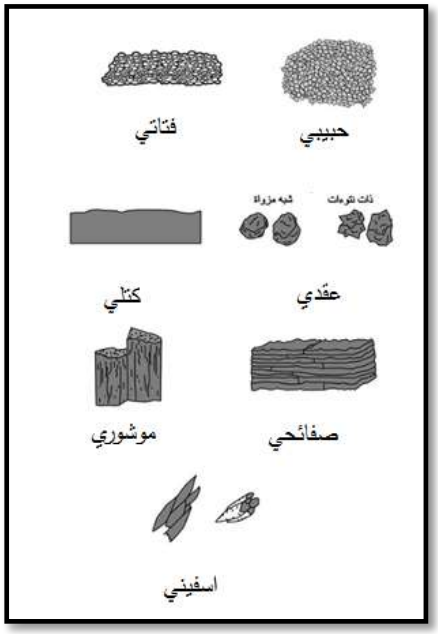
أ- اكاسيد الحديديك Fe_2O_3 او اكاسيد الحديدوز FeO فاذا كانت التربة حاوية على اوكسيد الحديديك فهذا سيعكس اللون الاحمر او الزنجاري (لون الصدأ) والاصفر للتربة وهذا يدل على البيئة المؤكسدة للتربة، اما اذا احتوت على اوكسيد الحديدوز فستكتسب التربة اللون الازرق المخضر وهذا يدل على ظروف الاختزال للتربة وانها قد مرت بظروف غدقة.

ب- الكوارتز والفلدسبار بانواعه وكاربونات الكالسيوم واكاسيد الالمنيوم تعكس اللون المائل الى الابيض.

ج- الدبال (المواد العضوية المتحللة) تعكس اللون الداكن للتربة مابين الاسود الى الاسمر الفاتح.

3) نسيج التربة Soil Texture : ويقصد به درجة نعومة او خشونة التربة ويمثل النسب المختلفة لمجاميع الرمل ،الغرين والطين وهي خاصية مهمة وتعتبر من الصفات الثابتة للتربة ويمكن تقديرها بالحقل بالطريقة الحسية.

4) بناء التربة Soil Structure: وهو انتظام ذرات التربة المنفردة في شكل معين وبوجود المادة اللاحمة وهناك سبعة انماط بنائية للتربة (الحبيبي، الفتاتي، العقدي، الكتلي، الصفائحي، الموشوري، الاسفيني)



العوامل التي تساعد على تكوين بناء التربة

1- المواد العضوية الغروية ومخلفات الاحياء الدقيقة والاحياء الاخرى

2- الايونات الموجبة الممدصة على معقد التبادل

3- الترطيب والجفاف والتمدد والتقلص

4- جذور النبات وفعالية حيوانات التربة

5- الانجماد والذوبان

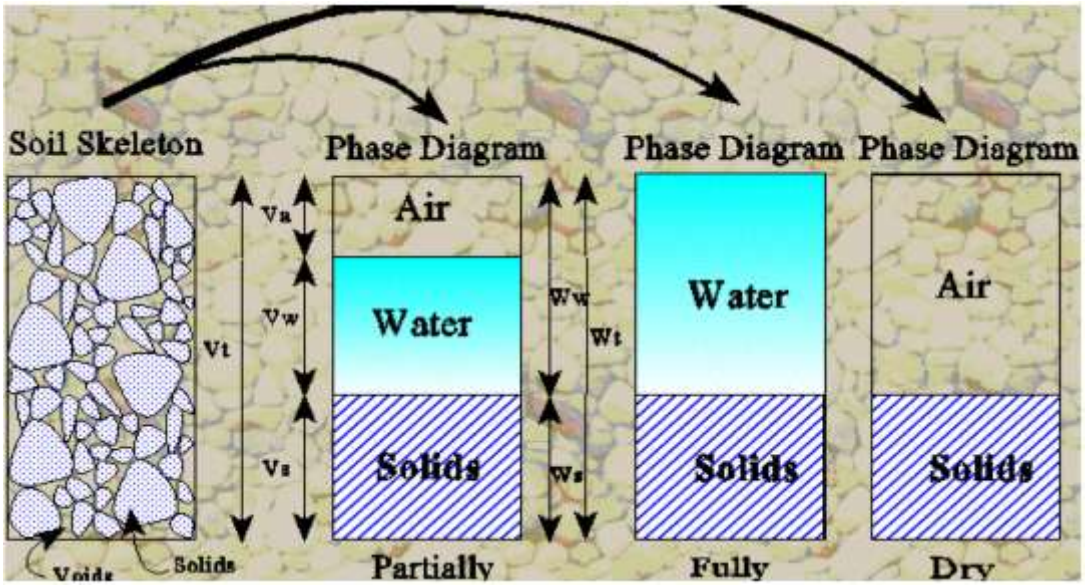
6- العمليات الزراعية

الخصائص الفيزيائية للتربة

ان للخواص الفيزيائية اهمية كبيرة في استعمالات التربة المتعددة لذا يجب التعرف عليها ومعرفة ملائمتها او العمل على تحسينها تماشياً مع استخداماتها المختلفة.

اطوار التربة

المادة في الطبيعة قد تتكون من طور واحد او عدة اطوار ، فالتربة بحد ذاتها تعتبر نظام متعدد الاطوار فالحالات الطبيعية الثلاث للتربة هي الحالة الصلبة والمتمثلة بدقائق التربة ، والحالة السائلة المتمثلة بماء التربة والمواد الذائبة فيه والحالة الغازية المتمثلة بهواء التربة. لذا تعتبر التربة نظام معقد حيث ان موادها الصلبة مكونه من دقائق مختلفة بتركيبها الكيميائي والمعدني بالاضافة الى الحجم والشكل وان ترتيب هذه الدقائق في التربة سوف يقدر حجم المسامات التي تسيطر على انتقال الماء والهواء.



1- المسامية Porosity

نعبر عن المسامية بانها النسبة بين حجم المسام المشغول بالماء والهواء الى الحجم الكلي للتربة وكما في المعادلة التالية...

$$f = \frac{V_v}{V_t} = \frac{(V_a + V_w)}{(V_a + V_w + V_s)}$$

وتكون المسامية كدليل نسبي لحجم الفراغات الموجودة في التربة وان قيمة المسامية تقع ضمن (0.3-0.6) أي (30%-60%) فالتربة ذات النسيج الخشن تكون اقل مسامية من التربة ذات النسيج الناعم أي ان الترب الرملية اقل مسامية من التربة الطينية ، كما ان التربة الطينية تمتاز بمدى واسع من المسامية وذلك لانها تمتاز بقدرتها على التمدد والانكماش والتجميع والتفرقة والانضغاط والتشقق. وتقل المسامية بازدياد عمق التربة وذلك لزيادة الضغط المسلط عليها من الطبقات العليا والذي يعمل على تراص حبيبات التربة وقربها من بعضها البعض وبالتالي تقل المسامية ويمكن تصنيفها الى ثلاثة انواع 1) المسام الكبيرة والتي يبلغ قطر المسام اكبر او يساوي 0.1 ملم وهذا مانلاحظه في التربة الرملية 2) المسام المتوسطة والتي يبلغ قطر المسام بين 0.1-0.03 ملم ونلاحظها في التربة الغرينية 3) المسام الصغيرة والتي يبلغ قطر المسام اقل من 0.03 ملم وتتميز بها التربة الطينية.

2- نسبة الفراغات (e) Void Ratio

ويعبر عن هذه النسبة بحجم المسام المملوء بالماء والهواء الى حجم الجزء الصلب ويعبر عنها رياضياً بالمعادلة الاتية:

$$\mathrm{e} = \frac{V_v}{V_s} = \frac{(V_a + V_w)}{(V_t - V_v)}$$

وتعتبر نسبة الفراغات مهمة للعاملين في مجال هنسة التربة والميكانيك بينما المسامية مهمة للعاملين في مجال فيزياء التربة وتتراوح قيمة الفراغات بين $(2-0.3)$.

3- رطوبة التربة (θ) Soil Wetness

وهو مقدار ما تحويه التربة من ماء تحت ظروف معينة، ولدراسة المحتوى الرطوبي اهمية كبيرة حيث يدخل الماء في جميع العمليات الفيزيائية والكيميائية والحيوية التي تتم داخل التربة فهو يعمل كمذيب لمعظم المواد كما انه يشكل وسطا للتفاعلات الكيمياوية في التربة وكعامل مشترك فيها، وان التربة الطينية تكون محتواها من الماء اعلى من التربة الرملية لما لها القدرة على الاحتفاظ بالماء. ويمكن التعبير عنها بطرق مختلفة :

- نسبة الى كتلة الجزء الصلب
- نسبة الى الكتلة الكلية
- نسبة الى حجم الجزء الصلب
- نسبة الى الحجم الكلي
- نسبة الى حجم الفراغات

وان الطرق الاكثر استعمالاً هي اعتماداً على

كتلة الجزء الصلب : (θ_m) Mass Wetness

ويعبر عنها بكتلة الماء الى كتلة دقائق التربة الجافة وهي محتوى الرطوبي الوزني وان التربة الجافة هي التربة التي تفقد الماء عند درجة حرارة 105 ْم

$$\theta_{m=}\frac{M_W}{M_S}$$

الحجم الكلي: Volum Wetness (θ_v)

قد يعبر عن المحتوى الرطوبي على اساس الحجم الكلي للتربة بدلاً من حجم الدقائق الصلبة ، وهناك تباين بالمحتوى الرطوبي حسب نوعية التربة او نسجة التربة فالتربة الرملية وعندما تكون مشبعة بالماء فان محتواها الرطوبي يقع بين 40–50% اما الترب المتوسطة النسجة يكون اعلى، وان تعبير المحتوى الرطوبي على اساس الحجم اكثر استخداماً من التعبير على اساس الوزن لانه يعبر وبشكل مباشر عن حجم تدفق الماء في التربة وكمية المياه المضافة عن طريق الري او الامطار ويعبر عن كمية المياه المفقودة عن طريق التبخر او النتح. ويمكن حسابه كما في المعادلة الرياضية:

$$\boldsymbol{\theta_r} = \frac{V_w}{V_t} = \frac{V_w}{V_a+V_w+V_s}$$

درجة التشبع θ_s Degree of Saturation

وهو حجم الماء الموجود في التربة نسبة الى حجم الفراغات فيها وتتراوح بين (0–100%) فالصفر في حالة التربة الجافة اما 100% في حالة التربة المشبعة بالكامل ولايمكن الوصول الى حالة التشبع 100% وذلك بسبب وجود الهواء في المسامات البينية والذي يعمل على اعاقة عملية التشبع. ويمكن حساب درجة التشبع من المعادلة التالية.

$$\boldsymbol{\theta_s} = \frac{V_w}{V_v} = \frac{V_w}{(V_a + V_w)}$$

4- كثافة الجزء الصلب (كثافة الدقائق) ρ_s Density of Solids

والمقصود بها النسبة بين كتلة الجزء الصلب الى حجم نفس الجزء وتقاس بـ (gm/cm^3) وان معظم الترب المعدنية يكون كثافتها بين ($2.6–2.7 gm/cm^3$) ويمكن حسابها كالاتي:

$$\rho_s = \frac{M_s}{V_s}$$

ان وجود المادة العضوية في التربة تقلل من كثافة الجزء الصلب وذلك لارتفاع حجم المادة العضوية مقارنة بكتلتها الواطئة.

5- الكثافة الظاهرية الجافة Dry Bulk Density ρ_b

ويعبر عنها بانها النسبة بين كتلة الاجزاء الصلبة والجافة الى الحجم الكلي للتربة (حجم الدقائق والمسامات) وحسب القانون التالي

$$\rho_b = \frac{M_s}{V_t}$$

وتعتبر الكثافة الظاهرية اصغر من كثافة الجزء الصلب. وبالنسبة للتربة الرملية فقد تصل كثافتها الظاهرية الى ($1.6gm/cm^3$) اما التربة الطينية والغرينية فقد تصل الى ($1.1gm / cm^3$) ، كما وان الكثافة الظاهرية تتأثر ببناء التربة ، رص وانضغاط التربة، التمدد والانكماش المعتمدة على الرطوبة. وتكون الكثافة الظاهرية للترب المرصوصة والمحببة مقاربة للكثافة الحقيقية لكن لاتصل الى حدودها مهما كانت درجة رص التربة فالدقائق لاتتلاحم بصورة تامة ولكنها تبقى ذات مسامية معينة واما الترب القابلة للتمدد فكثافتها الظاهرية تختلف باختلاف المحتوى الرطوبي.

6- الكثافة الظاهرية الكلية (الرطبة) Total Bulk Density ρ_t

ويمكن التعبير عنها بالكتلة الكلية الرطبة لكل وحدة حجم وكالاتي:

$$\rho_t = \frac{M_t}{V_t} = \frac{(M_s + M_w)}{(V_s + V_a + V_w)}$$

وتعتمد هذه الكثافة على المحتوى الرطوبي بشكل اكبر.

7- المسامية الهوائية (محتوى الهواء النسبي) Air Filled porosity f_a

ويقصد به المحتوى النسبي للهواء في التربة والذي يعتبر مهم في تهوية التربة ويتناسب عكسيا مع درجة تشبع التربة ويحسب حسب العلاقة التالية:

$$f_a = \frac{V_a}{V_t} = \frac{V_a}{V_a + V_w + V_s}$$

مثال 1/ اذا كان لديك تربة على هيئة مكعب ابعادها cm (10*10*10) و وزن التربة وهي رطبة gm(1460) و وزن الماء فيها gm (260) واذا علمت ان كثافة التربة الحقيقية هي gm/cm^3 (2.65) وان كثافة الماء gm/cm^3 (1). اوجد كل مما ياتي:

1) المحتوى الرطوبي على اساس الكتلة
2) المحتوى الرطوبي عل اساس الحجم
3) عمق الماء
4) الكثافة الظاهرية
5) مسامية التربة
6) المسامية الهوائية

مثال 2/ اذا علمت ان وزن التربة الرطبة Kgm (220) وان المحتوى الرطوبي على اساس الكتلة هي (0.18) فأوجد كتلة الجزء الصلب وكتلة الماء.

مثال 3/ اوجد الحجم الكلي للتربة (الحجم الظاهري) اذا علمت ان وزن التربة الرطبة gm (100) و وزن الماء فيها gm (18) وان كثافة التربة الظاهرية gm/cm^3 (1.2) .

مثال 4/ تربة غير مضغوطة يبلغ حجم المادة الصلبة فيها cm^3 (50) وحجم الماء cm^3 (20) وحجم هواء التربة cm^3 (20) تم ضغط التربة الى ان اصبح حجم الهواء فيها cm^3 (10) اوجد النسبة المئوية لنقصان المسام الهوائية.