العوامل الترابية (أو الأرضية) Facteurs Pedologiques

تعد العوامل الأرضية (الصخرة الأم وما ينشأ عنها من ترب عديدة ومتباينة بخصائصها الفيزيائية والكيميائية والحيوية وسماتها السطحية) ذات أهمية كبيرة لحياة الكئنات الحية ونشاطاتها ولاسيما النباتات، فهي **حاضنة للنباتات** ولأعضائها التكاثرية، على سطحها أو بداخلها **يتم الإنتاش**، وهي **مصدر** العناصر الضرورية **كالماء** و**العناصر المعدنية، ومسكن** للعديد من الأحياء، وهي **ملجأ لحفظ كثير من الأعضاء النباتية** وحمايتها كالبذور والأبصال والدرنات والريزومات والكورمات، وتؤثر خصائصها في تنوع وتوزع النباتات والحيوانات.

وتنشأ التربة Sol من **التجوية الثلاثية** (فيزيائية كيميائية حيوية) **للصخورالأم** الأساسية **الرسوبية والإندفاعية والمتحولة** بتأثير العوامل المناخية والحيوية.

أولاً. تشكل التربة Pedogenese

يشمل تشكل التربة مجموعة العمليات المتشابكة والمعقدة والمتزامنة وفق الآتي:

1. التجوية الفيزيائية والكيميائية والحيوية للصخور الأم

تتضمن مراحل تفتت الصخور الأم وتحللها بتأثير عوامل عديدة أهمها:

- الحرارة وتبدلاتها،
- الرياح: حت ونقل وترسيب مكونات التربة يتشكل رقاً صخرياً أو كثباناً رملية.
- الانحدار: يؤثر في استقرار التربة الناتجة وثباتها، وفي استمرار وتعاقب مراحل تشكلها.
- جذور النباتات تعمل على تجزيئها وتفتيتها، واندماج بقاياها مع مكوّنات التربة بهيئة دبال.
- الأحياء الدقيقة (كالجراثيم والطحالب والفطريات) والأشن والحزازيات والديدان والحشرات وغيرها والتي تعمل على تفكيك القشرة السطحية وإذابتها وحفرها وخلط البقايا.
- النشاط البشري تؤدي الأعمال الزراعية كالحرث والعزق والحفر وشق الطرق والأنفاق والجرف والتنقيب والاستصلاح إلى تفتّت الصخرة الأم.
- الماء ويتميز بدور مهم سواء بحركته أم بحالاته، فهو بمثابة حمض ضعيف، ومذيب لكثير من المواد، ومساعد في العديد من التفاعلات الكيميائية، وناقل لكثير من العناصر المعدنية.

2. ورود العناصر الكيميائية وتراكمها

إن المصدر الأساسي للعناصر العضوية هو مخلفات الأحياء وبقاياها، إضافة إلى نواتج تحول الصخرة الأم نفسها من العناصر الكيميائيه وبالدرجة الأولى المعدنية، ولا ريب في أن الأوراق الميتة وبقايا النباتات تتميّز بتأثير كيميائي في تطور التربة وخصائصها، ويرتبط ذلك بالنوع النباتي الذي يحدد نوع الدبال Humus المتكون.

هجرة العناصر الكيميائية: ينقل الماء العناصر في جميع الاتجاهات ويساعد في تشكيل ترب مكونة من آفاق Horizons متباينة بتركيبها وخصائصها، وتتعلق كثافة العناصر وسرعة نقلها واتجاهها برطوبة المناخ ونظام الهطول وطبوغرافية السطح وهناك **هجرة نحو الأسفل** (غسل التربة Lessivage du sol): تُسحب العناصر الكيميائية وتُحمل نحو الأسفل بتأثير مناخات شديدة الرطوبة ومنتظمة هطول الأمطار على مدار العام, كما في الترب الرمادية (ترب البودزول Podzoles)، **وهجرة نحو الأعلى** (تبخر التربة وتشكل الترب المغلفة Sols a encroutement): تُسحب العناصر وتُحمل نحو الأعلى مع الماء المتبخر بتأثير المناخات ذات الفصول أو الفصل الجاف، فعندما يتميز المناخ بتعاقب واضح جداً للفصول الماطرة والجافة يغسل الماء التربة في الفترة الماطرة, ثم يصعد من جديد خلال فترة الجفاف حاملاً معه الأملاح المنحلة نحو السطح حيث تترسب نتيجة للتبخر الشديد, وتتوضع على السطح مكونة طبقة من الأملاح متفاوتة السماكة؛ وكذلك هناك_**السحب الجانبي** Entrainement lateral وتشكل سلاسل الترب: تبدو هذه الحالة بوضوح في المناطق ذات التضاريس المعقدة في الجبال العالية والمنحدرة.

3. النشاط البيولوجي

التربة موئل للأحياء وبالدرجة الأولى الجراثيم التي توجد بأعداد هائلة وهي ذات أنشطة متنوعة جداً، فهي تقوم بالآتي:

– التخمر التحللي السليلوزي Fermentation cellulolytique، حيث تتحول الأوراق النباتية المتساقطة خلال بضعة أشهر إلى شبكة من العروق، ويتفكك السليلوز والمواد البكتينية إلى عديدات السكّر وحموض يورونية Uraniques.

– التكثيف Polymerisation، حيث تتكثف المركبات (سكريات وحموض) وتتأكسد إلى حموض دبالية Acides humiques.

– النترجة Nitrification، حيث تُنزع الزمرة الأمينية NH2– من البروتينات التي تتحول إلى نشادر يتأكسد بدوره إلى نتريت ونترات.

– تثبيت النتروجين الجوي بفعل الجراثيم التي تكون مصدراً له.

– تحريك التربة وتهويتها بفعل الفطريات والأحياء الأخرى كالديدان والحشرات والنمل والخلد وغيرها، وهي تخلط كذلك مكونات التربة في أثناء عيشها.

ثانياً: مكونات التربة Constituants du sol

تمثّل التربة نظاماً معقداً تتباين فيه خصائصها وفقاً لتباين مكوناتها وهي:

– جزيئات خاملة أو قليلة الفعالية كالفُتات وقطع الكلس وحبيبات الكوارتز والفلسبارات والميكا...

– حبيبات دقيقة غروية أو شبه غروية، معدنية كالغضار أو عضوية كالدبال.

– أملاح معدنية سالبة الشحنة مثل PO_4^{-3} و SO_4^{-2} و CO_3^{-2} وغيرها، أو موجبة الشحنة مثل غالبية الشوارد المعدنية والأسس، منحلة في محلول التربة أو مثبتة على الغرويات Colloides أو بحالة غروية مثل ماءات الحديد والألمنيوم.

– أحياء كالجراثيم والفطريات والأوالي الحيوانية والديدان والحشرات والجذور النباتية والبذور والجذامير والدرنات والأبصال وغيرها.

– الماء بحالاته المختلفة.. – الهواء الموجود في فراغات التربة.

1. الخصائص الكيميائية

<u>الغضار</u> Argile: هو سيليكات الألمنيوم المائية التي تشكل غرويات قابلة للاتحاد مع الحموض والقلويات، يمكنها تبادل الشوارد السالبة إضافة إلى قدرتها على الادمصاص.

<u>المواد الدبالية</u> Matieres humiques: مواد عضوية داكنة اللون سمراء قاتمة، خفيفة الوزن شرهة للماء، تنتج عن تحلل كيميائي لبقايا النباتات والحيوانات، وتتحوّل إلى مركبات متنوعة ذات صفات غروية مثل البروتينات والحموض الأمينية والفيتامينات والصادات الحيوية.

<u>أشكال الدبال</u>

– دبال خام Mor: يتشكل في شروط حمضية في مناخ بارد (30=C/N)، كما في الترب الرمادية.

– دبال عشبي Moder: يتوسط المول والمور (10=C/N) pH معتدلة، كدبال ترب مروج الجبال.

– دبال معتدل Mull يكثر بظل الغابات المعتدلة متساقطة الأوراق، pH حمضية (15–10=C/N).

– دبال كلسي Mull calcique: يتشكل فوق الكلس وتنشط الجراثيم، pH 7–8 (10 = C/N).

– الأنمور Anmor: يتشكل على ترب مغمورة مؤقتاً بالمياه والمعقد الغضاري الدبالي جيد التشكل.

– الخُث Tourbe: يتكون في أوساط مغمورة بالمياه، وتنشط الجراثيم اللاهوائية Anaerobie، وله نمطان: خث **حمضي** يتشكل في المياه الفقيرة بالكلسيوم كترب قاع المستنقعات، حيث تغزر طحالب *Sphagnum*, pH 4–5 (C/N=40)، وخث **كلسي** يتشكل بوجود نباتات *Hypnaceae* و *Roseau* و *phragmites* و *Cyperaceae*، حموضته معتدلة (C/N < 30).

<u>العناصر المعدنية وأملاحها</u> les elements mineraux et leur sels: تتباين النباتات في حاجتها للعناصر المعدنية وأملاحها وفي مدى تحملها ومقاومتها وتجميعها لها، إذ تصبح المعادن ضارة وسامة بتراكيزها العالية، فتتحكم بذلك في نمو وتوزع النباتات وانتشارها.

يسبب نقص **النتروجين** ضعف النمو الإعاشي فتبدو الأوراق صغيرة وأكثر قساوةً، ويحدث الإزهار مبكراً وتظهر أعراض الإصفرار Chloresse، وتزداد الأصبغة الأنتوسيانية في الأوراق، وتؤخّر زيادته الإزهار والنضج ويصبح النبات أقل مقاومة للآفات بسبب رقة الجدر الخلوية، من أليفات النتروجين Nitrophiles بعض أنواع *Chenopodiaceae*، *Urtica*، *Amaranthus*.

ويوجد **الكبريت** بكميات زائدة في التربة مع ظهور سمية تتكيف معها النباتات الجبسية Gypsophytes إما بالحد من امتصاص شوارده وإما بتكديسه فيها، مثل: *Erodium glancophyllum* و *Moricandia suffraticosa*.

الفوسفور عنصر مهم بشكليه **المعدني** كفوسفات ثلاثية مدمصة على غرويات التربة وحرة في محلول التربة، **والعضوي** لا يمكن استعماله قبل معدنته، يتسرب إلى المياه فتحتاجه النظم البيئية البرية، ويؤدي إلى الإثراء الغذائي في المياه.

يأتي تسلسل **امتصاص** البوتاسيوم بعد الأمونيوم والكلسيوم والمغنزيوم وتكون النسبة K/Na > 1 وتكدسه مجمّعات البوتاسيوم Polypotassosores في نسجها.

يمكن أن يتراكم **الكلسيوم** في الأعضاء الهرمة والأوراق والخشب والقشيرات، وله أهمية بنائية كبيرة، ويؤثر بشدة في صفات الترب وعلاقة النباتات بها وتوزعها.

وتوجد نباتات **كارهة للكلس** Calcifuges، مثل: *Achillea moschata*، *Carex ssp.eucruvula*، *Gentiana kochiana*، *Rhodendron ferrugineum*، **وأليفة للكلس** Calcicole، مثل: *Achillea atrata*، *Androsace helvetica*، *Carex cruvula ssp. rosae*، *Gentiana clussi*، *Rhodendron hirsutum*. البراح Maquis تشكيلاً كارهاً للكلس بعكس البطاح Garrigues، وتغزر الجراثيم الزرقاء وطحالب *Chara* في المياه الكلسية بعكس

طحالب *Desmididiees* التي تغزر في المياه السيليسية، ويبدو *Quercus pubescens* و *Bromus erectus* متساهلة مع الكلس في المناطق المتوسطية وتصبح أليفة نحو شمال.

المغنزيوم عنصر بنائي مهم، والنسبة Ca^{2+} /Mg^{2+} دالة مهمة على طبيعة العلاقة بين النباتات والتربة الغنية بالمغنزيوم, وتقع عادة بين 5 – 10، وقد تنخفض إلى 1 وتكون سامة لمعظم النباتات، ومن أليفات الترب الدولوميتية *Saxifraga cebennensis* و *Potentilla cebennensis* التي تكدّس نحو 3% من المغنزيوم في أوراقها، وتجد على الترب السربنتينية نجيليات جفافية كالمروج وأليفات السربنتين مثل *Asplenium adulternium*، و*Alyssum bretolonii*، و *Cupressus sargentii* و*Quercus durata*.

الحديد عنصر بنائي مهم، يوجد في جميع الترب بأشكال مختلفة، وتعاني النباتات من نقص الحديد في وسط جيد التهوية وقلوي في الترب الكلسية بسبب وجوده في صيغته الثلاثية.

المنغيز عنصر بنائي مهم، وتعاني النباتات من نقص المنغنيز ولاسيما في الفوليات Fabacees، وتبدي تراكيزه العالية تأثيرات سميّة واضحة مورفولوجياً.

النحاس عنصر بنائي تراكيزه صغيرة جداً، يسبب نقصه اضطرابات مورفولوجية أما أليفة النحاس مثل *Haumaniastrum robertii* تكدسه حتى 1600 ppm في الأوراق، أما مفضلة للنحاس مثل: *Becium homblei* التي تكدس 65 ppm منه، وهناك نباتات مقاومة للنحاس: Trachypogon spicatus تحتوي أوراقها 15 ppm على تربة تحوي 750 ppm، أما الكارهة للنحاس مثل: *Becium Obovatum* الذي لا يجمع أكثر من 6 ppm منه في أوراقه الجافة.

التوتياء عنصر ضروري، وترتبط حالات نقصه بدرجة الحموضة pH أكثر من ارتباطها بتركيز التوتياء بحد ذاته، وله أعراض مميزة، ويموت بعض ضروب فول الصويا في تركيز 0.4 ppm, وتظهر الأعراض فوراً في الشعير بدءاً من هذا التركيز، من أليفات الزنك *Thalspi alpestre var. calaminare* و*Viola calaminaria* و *Silene cucubalus var. glaberrima*، وتوجد أنواع تتحمل التلوث بالتوتياء مثل *Solanum nigrum*، *Equisetum arvens*.

تظهر حالات نقص **البور** في الترب القلوية بتأثير المناخ الرطب، ويتجلى بمظاهر مرضية نوعية كتجوف جذر الشوندر واسمرار لب اللفت والقرنبيط.

يؤدي نقص **الموليبدن** إلى تراكم النترات في النباتات وعجز بالنتروجين في البقوليات، وتظهر أعراض نقصه في الترب الحمضية بعكس العناصر الأخرى، ويضاف الكلس للتعويض عنه؛ يعد **الألمنيوم** ضرورياً خاصة للأنواع المزروعة ويصبح تركيزه الزائد ساماً في الترب الحامضية.

أنماط العناصر المعدنية وفقاً لعلاقتها بالنباتات: يمكن تمييز الأنماط الآتية:

أ- عناصر ضرورية: تبدي النباتات حالة نموذجية في التراكيز المتوافقة، في حين تتأثر سلبياً عند نقص العناصر أو زيادتها، مثل: الحديد والمنغنيز والتوتياء والنحاس والموليبدن والبور والكلور.

ب- عناصر ضرورية لبعض النباتات: كالصوديوم للنباتات البحرية، والسيليسيوم للنجيليات والسعديات والمشطورات، والسيلينيوم لبعض القرنيات مثل *Astragalus*، والألمنيوم لبعض النجيليات، الكوبلت للطحالب والفطريات, قد تتراكم هذه العناصر لتصل إلى سوية العناصر الرئيسة.

جـ- عناصر سامة: كالنيكل والكوبلت والكروم, وإن كان بعض النباتات قادراً على تكديسها في النسج الداخلية كاليود مثلاً.

د- عناصر معوِّضة: وتشغل محل بعض العناصر الرئيسة ولو جزئياً، فالصوديوم معوّض للكلسيوم، والسترنسيوم للكلسيوم، والنيكل والكوبلت للمغنزيوم في جزيئات اليخضور، غير أن التراكيز الخطرة على النباتات ليست ثابتة.

محلول التربة Salution du sol: هو محلول مائي مخفف يتكوّن من الماء وجزء من العناصر المنحلة فيه ويتحرك عبر مسام التربة، ويتراوح تركيزه في الأراضي الزراعية الجيدة بين 0.05 و 0.2% مما يكسبه ضغطاً حلولياً بين 0.2 - 1 ضغطاً جوياً، يجب أن يكون ضغطه الحلولي أقل بكثير من الضغط الحلولي لجذور النباتات (5 - 20 ضغطاً جوياً) حتى تستطيع امتصاص الماء والمواد المنحلة به من التربة إلى الجذور.

معقد الادمصاص Complexe absorbant: هو مجموع المركبات العضوية والمعدنية الغروية وشبه الغروية سالبة الشحنة الكهربائية الموجودة في التربة. تتّصف الغرويات الغضارية والدبالية بشحنة كهربائية سالبة يمكنها تثبيت الشوارد الموجبة المعدنية ولاسيما **المعدنية** كالصوديوم Na^+ والبوتاسيوم K^+ والكلسيوم Ca^{+2} والمغنزيوم Mg^{2+} إضافة إلى **شوارد** H^+؛ للمعقد حالتان: مشبع (الشوارد الموجبة المثبتة هي معدنية) وغير مشبع (الشوارد الموجبة المثبتة هي الـ H^+).

درجة الحموضة pH: تعبر عن تركيز شوارد الهيدروجين، وتتعلق بعوامل عديدة مثل التركيب الكيميائي للصخرة الأم التي ينشأ منها الغضار، وطبيعة الغطاء النباتي الذي تعطي بقاياه الدبال، والشروط المناخية كالحرارة والرطوبة، والمواد المنحلة مثل CO_2 والحموض والأسس؛ **ترتبط** بمعقد الإدمصاص: كلما كان المعقد قليل الإشباع كانت درجة pH منخفضة في التربة (حامضية), وعندما يكون المعقد مشبعاً تكون الـ pH عالية (قلوية)،وتحدّد نوعية الشوارد الموجبة قوة ارتباطها بالمعقد، إذ إن قوة ارتباط الشوارد أحادية التكافؤ أقل من قوة ارتباط الشوارد عديدة التكافؤ وبالتالي تكون الأولى

سهلة التحرر من المعقد وأكثر قدرة على زيادة pH التربة, ويختلف دور شوارد الألمنيوم بسبب قدرتها على تحليل الماء مما يخفض درجة pH؛ تختلف درجة الحموضة من تربة لأخرى ومن وقت لآخر في التربة نفسها: فهي 3 – 5 في التربة الحمضية (بودزول)، و 5 – 7 في تربة متوسطة الحموضة (ترب بنية مغسولة)، و7 في التربة المعتدلة، و7–9 في التربة المتوسطة القلوية (رندزين أو بنية كلسية)، و9 – 11 في التربة القلوية (سولنيتس صودية).

الدور البيئي والحيوي لدرجة حموضة التربة pH:

أ– الامتصاص: يؤدي انخفاض درجة الـ pH إلى ضعف امتصاص الشوارد الموجبة وزيادة امتصاص الشوارد السالبة, ويزداد امتصاص شوارد الأمونيوم مقارنة بالنترات في درجة pH معتدلة أو قلوية، والعكس في pH حمضية، وتكون التغذية الفوسفاتية ضعيفة في درجة pH حمضية بسبب تشكل أملاح الفوسفات غير المنحلة بالماء كفوسفات الحديد وفوسفات الألمنيوم.

ب– ظهور حالات مرضية عند درجة pH< 4 بسبب سمية بعض المعادن وقلة تمثل بعضها.

جـ– اضطراب التغذية المعدنية من خلال تأثيرها في درجة انحلالية أملاح المعادن وبالتالي في الشكل الذي توجد به المركبات المعدنية في التربة كأملاح الحديد مثلاً.

د– تؤثر في الأحياء الدقيقة: تعمل غالبية جراثيم النتروجين في pH معتدلة, وتكثر الأنواع الممرضة في pH معتدلة وقلوية، أما الفطريات فتكثر في الأوساط الحمضية.

هـ تؤثر pH التربة في التوزع الجغرافي للنباتات, فبعضها ذو مجال واسع من التحمل وبعضها الآخر ينحصر في أوساط معينة فتكون ممثلاته أليفة للحموضة أو للاعتدال أو للقلوية، ويمكن استعمال بعضها دالات Indicatrice على درجة محددة من الحموضة، وتؤثر pH في الإنتاش (القمح مثلاً)، وتعد أغلب النباتات الأليفة للقلوية أليفةً للكلس، في حين أن أليفة الحموضة هي على الأغلب كارهة للكلس، لأن الغضار غير المشبع يعمل كالحمض.

2. الخصائص الفيزيائية

التركيب الحُبيبي للتربة هو مجموع العناصر الأولية المكونة للتربة، مرتبةً بحسب قطر جزيئاتها، الغضار دون 2 ميكرون، الطمي 2 – 50 ميكرون، رمل دقيق بين 50 ميكرون و 0.2 ملم، رمل خشن بين 0.2 – 2 ملم، وحصى بين 2 – 20 ملم، وحجارة أكبر 20 ملم.

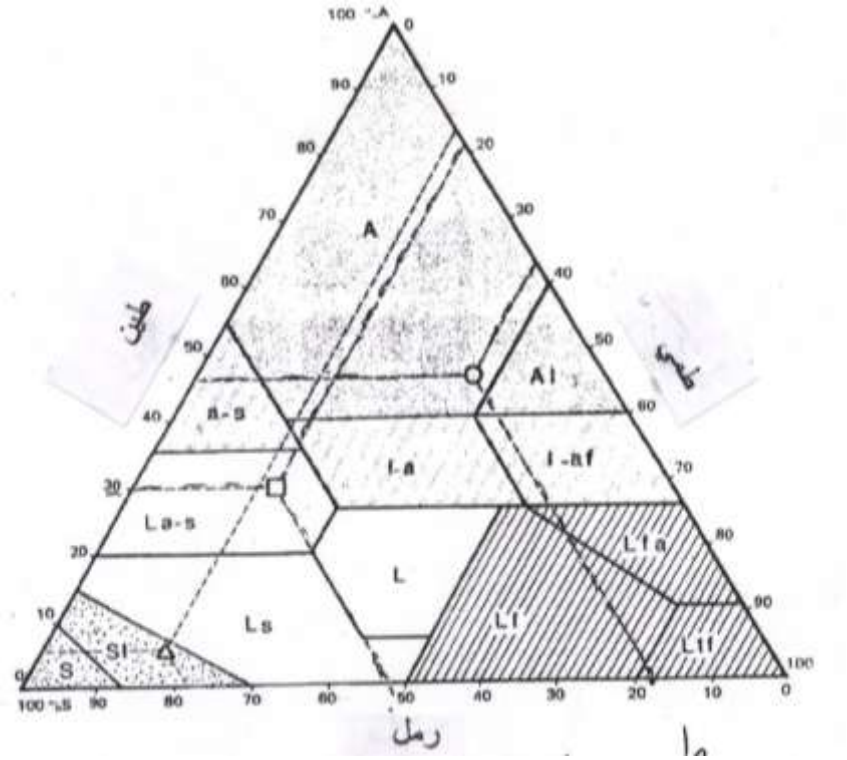
يعتمد التحليل الحُبيبي Analyse mecanique على تقدير النسبة المئوية لكل عنصر بهدف تحديد **قوام التربة** Texture هو التركيب الحبيبي للتربة الناعمة (المكون من الغضار والطمي والرمل الناعم) ومنه يمكن إنشاء مخطط لقوام التربة الذي يعطي فكرة مهمة عن صفاتها الفيزيائية.

مخطط قوام التربة أو مثلث التربة (شكل 4): هو مثلث متساوي الأضلاع تمثل على رؤوسه عناصر التربة الناعمة وأضلاعه النسب المئوية لكل عنصر (0-100%) كالآتي:

- الرمل Sable: الحُبيبة التي يتراوح قطرها بين 0.02 – 0.2 مم.
- الطمي Limon: الحُبيبة التي يتراوح قطرها بين 0.002 – 0.02 مم.
- الغضار Argile: الحُبيبة التي يكون قطرها أقل من 0.002 مم.

يشكل مجموع النسب المئوية للعناصر الثلاثة 100%، للقوام الأنماط الآتية:

- القوام الرملي T . sableuse يميز الترب الرملية الحقيقية (الرمل 70% على الأقل)، أكان ناعماً أم خشناً، والحبيبات مفككة ومنفردة وغير متماسكة.
- القوام الغضاري T.argileuse يميز الترب الغضارية (الغضار 40% على الأقل)، وهي ترب طينية معقدة ثقيلة وغير معدة للزراعة.
- القوام الطميي T.Limoneuse يميز الترب ذات الحُبيبات الدقيقة، وهي متماسكة لدنة عند ابتلالها بالماء وتتشقق متحولة إلى كتل قاسية بتأثير الجفاف.
- القوام المتوازن T.equilibree ويتمثل بالمنطقة البيضاء من الشكل 4-4، وهي الترب الأكثر صلاحية للزراعة.
- القوام الانتقالي T.de transition ويعبر عن المرحلة الانتقالية بين الأنماط الثلاثة للقوام بزيادة أحد العناصر على حساب العناصر الأخرى.



تركيب متوازن
- طميي = L
- طميي رملي = Ls
- طميي طيني رملي = La-s

تركيب طيني
- طين = A
- طين طميي = Al

تركيب طميي
- طميي دقيق طيني = Lf a
- طميي دقيق = Lf
- طميي دقيق جداً = L t f

تركيب انتقالي
- طميي طيني ناعم = L- a f
- طميي طيني = l-a
- طيني رملي = a – s

تركيب رملي
- رمل طميي = S l
- رمل = S

الشكل 4: أنواع قوام الترب

يساعد مخطط قوام التربة على تحديد سريع لمدى صلاحية التربة للزراعة من خلال قوامها، ثم توضيح مدى إمكان تحسينها من خلال إضافة بعض العناصر.

بنية التربة Structure du sol: شكل ترتيب الحبيبات في التربة ويعتمد بشكل كبير على الهيئة التي توجد فيها الغرويات فقد فتكون البنية:

– حُبيبية Particulaire تتبعثر فيها الغرويات وتتفرق الحبيبات، وتأخذ الترب شكل هلام يكسبها بنية معقدة يكون انتقال الماء والهواء فيها صعباً، كالأفق الرمادي لتربة البودزول أو الترب الغضارية المنغسلة جداً.

– متكتلة S.en agregats تتجمّع فيها الغرويات بشكل كتل كبيرة مختلفة الأشكال والأحجام، كالأفق B من ترب البودزول، والآفاق الغنية بالدبال.

وتتميز بنية التربة وقوامها بدور أساسي في تحديد الخصائص الفيزيائية للتربة مثل:

المسامية Porosite: هي حجم الفراغات في التربة وتقدر بالنسبة المئوية من حجمها، وتتعلق بقوام التربة وبنيتها، وينتقل الماء والهواء عبر الفراغات أي تفيد في التهوية Aeration، وتعد المسامية من الدالات على صلاحية التربة لانتشار الأحياء، وتتصف الترب ذات المسامية الجيدة، كالترب الرملية بنفوذية عالية (60 – 70%) مما يجعلها جيدة التهوية ورطبة نسبياً وأكثر صلاحية للزراعة, وتكون نفوذية الترب ذات المسامية الدقيقة ضعيفة (أقل من 40%) ومعظمها شعري (كالغضارية)، وخانقة إذا كانت رطبة باستمرار، وتنمو عليها الأنواع المتحملة لنقص الأكسجين مثل *Betula* و *Alnus glutinosa* وبعض أنواع *Salix* و *Typha*.

القدرة على الاحتفاظ بالماء Pouvoir de retention de l'eau: من المسائل المهمة جداً في العلاقة بين الترب ونباتاتها، **وأشكال الماء في التربة** هي:

– الماء الحر Eau de gravite: يسيل بتأثير الجاذبية عبر مسام التربة لتغذية المياه الجوفية.

– الماء الشعري Eau de capillarite: الماء المحجوز في المسام الشعرية.

– الماء المرتبط Eau d'imbibition: الماء المرتبط بالغرويات وأشباهها في التربة.

– ماء التكوين Eau de constitution: الماء الداخل في تركيب الجزيئات الكبيرة كالغضار.

يشكل مجموع الماء الحر والشعري والمرتبط الرطوبة الكلية للتربة Hydratation Totale التي تقاس بتجفيف التربة في الفرن, ويدعى مجموع الماء الشعري والمرتبط السعة الحقلية Capacite de retention au champ.

تعتمد تغذية النباتات على الماء القابل للامتصاص فعلياً من قبل الجذور (الحر والشعري، وتمثل نقطة الذبول Point de fletrissement كمية الماء التي تحتويها التربة عندما تبدأ علامات الذبول الدائم بالظهور على النباتات، تتراوح قيم نقطة الذبول في الترب الرملية 2 – 5%، وفي الطمي 8 – 10%، وفي الغضار أو الترب شديدة الدبال بين 20 – 40%، ونحو 50% في الخث.

درجة حرارة التربة: تتعلق بقوامها وبنيتها ولونها وبالطاقة الحرورية لمعادنها وبدرجة تعقيدها وغناها بالماء ومحصلة الإشعاع الشمسي الوارد إليها، وتبدي الحرارة في التربة تبدلات يومية وفصلية واضحة, وللحرارة دور كبير في تشكل التربة وتتالي مراحله، إضافة تأثيرها في الأحياء.

الأحياء في التربة: مجموع النباتات والحيوانات التي تتصف بتنوع كبير جداً، كالجراثيم، والفطريات، والطحالب، والأوالي الحيوانية، وكذلك الحيوانات التوالي ذات القد الصغير كالحشرات الدنيا والنمل والقراديات وديدان الخشب، ثم الحيوانات الكبيرة مثل ديدان الأرض والخلد والفئران والأرانب والثعالب والخنازير البرية وغيرها، وكذلك الجذور النباتية والجذامير والأبصال والدرنات والكورمات ذات التأثير الكبير في الترب من خلال توغلها وتنفسها وامتصاصها الانتخابي للعناصر المنحلة وطرحها لكثير من المواد والمركبات المختلفة في طبيعتها وتأثيراتها.

درجة تطور التربة Degre d'evolution d'un sol: يعد تشكل التربة من الظواهر الطبيعية البطيئة جداً التي تمر بمراحل عديدة ومتزامنة، إذ تتطلب لنضوجها زمناً طويلاً جداً يمتد عدة آلاف سنة, ويختلف من تربة لأخرى، ويخضع ذلك لعوامل مثل ميزات المناخ العام السائد وخصائص الصخرة الأم ثم طبيعة الغطاء النباتي وتركيبه النوعي.

3. النباتات والتربة: مفهوم الايدافولوجيا Edaphologie

تتصف العلاقة بين التربة ونباتاتها بالتعقيد الترابط، وفق الآتي:

– تساهم النباتات فيزيائياً في تشكل التربة حيث تفصل حبيبات التربة عند نمو الجذور وكذلك نمو الأشن والحزازيات وغيرها، وكيميائياً بسبب تآكل وتفتيت الصخرة الأم بمفرزات الجذور, وكذلك البقايا العضوية المتوضعة على سطح التربة، إضافة إلى تأثير الجراثيم والأحياء الدقيقة.

– هناك توازن بين التربة ومحلولها وجذور النباتات.

– تؤثر التربة بشدة في التوزع الجغرافي للنباتات، وهناك ارتباط وثيق بين خواص التربة وتوزع الأنواع والمجتمعات النباتية كنباتات الصخور والأنقاض ونباتات الرمال والنباتات الملحية:

النباتات الملحية Halophytes التي تتمكن من تحمل الملوحة أو مقاومتها، مثل أنواع الفصائل Plumbaginacees ,Chenopodiacees.

يختلف النمو الأمثل للنباتات الملحية وحدود مقاومتها بشدة باختلاف النوع النباتي ومرحلته الإعاشية، فالإنتاش الأفضل يحدث في أوساط غير ملحية لكثير من النباتات الملحية مثل *Spergularia marginata*, و *Salicornia europaea*, أو في ترب مالحة نسبياً مثل *Aster*

tripolium, *Soueda maritima*, ويسبح النوعان *Salicornia maritima* و *Soueda maritima* دوماً في ماء البحر ولا ينموان خارج الأوساط الملحية, بينما تكيّف العديد من أنواع *Atriplex* و *Cochleria anglica* للنمو في أوساط ضعيفة الملوحة؛ يتحمّل بعض النباتات السكرية Glycophytes الملوحة العالية لذلك صنّفت أنواع النباتات المزروعة في ثلاث مجموعات:

- أنواع غير متحملة للملوحة تتأثر بتراكيز من رتبة 2 غ/ل مثل: الجلبان والبطيخ الأصفر والحمضيات و Pinus maritima.
- أنواع متوسطة التحمل, تتحمل تراكز حتى 10غ/ل كالبرسيم والبندورة والشوفان والقمح والشعير.
- أنواع شديدة التحمل, تتحمل تراكيز ملحية أعلى من 10غ/ل كالسبانخ واللفت والرز والقطن.

يختلف تأثير الملوحة في النباتات وفقاً لعدة عوامل:

+ المرحلة الإعاشية: يبدي بعض الأنواع النباتية تحملاً واضحاً ومتزايداً للملوحة ابتداءاً من مرحلة الإنتاش حتى مرحلة الإثمار مثل: الرز والبرسيم والشوندر السكري.
+ النوع النباتي: يظهر بعض النباتات الحالة المعاكسة تماماً كالذرة الصفراء.
+ التركيب الشاردي لمحلول التربة: يبدل مقاومة الملوحة في الاتجاهين: ينظم الكلسيوم امتصاص الشوارد أحادية التكافؤ، فالشعير يمتص البوتاسيوم بالاصطفاء أكثر من الصوديوم ولا يقوم بهذا العمل بغياب الكلسيوم، ويزيد الكلسيوم مقاومة الفاصولياء للتراكيز العالية من كلور الصوديوم البالغة 50 ميلي مول/ل وبوجود 3 ميلي مول/ل من كبريتات الكلسيوم, بينما يعاني من أضرار بالغة بغياب هذا الملح في مثل هذه التراكيز.

<u>الخصائص البيئية للنباتات الملحية</u>:

* يبدي العديد من النباتات الملحية صفة العصارية Succulence سواء في الأوراق مثل *Noea* و *Soueda*, أم في السوق وخاصة عند الأنواع عديمة الأوراق Aphylles مثل *Salicornia* والشنان عديم الأوراق *Anabasis aphyllum*، وتربط الظاهرة بشدة بالتأثير النوعي لشوارد الكلور Cl^-, لأن النباتات الجبسية Gypsophytes والجبسية الملحية Gypso-Hallophytes التي تجمع شوارد الكبريتات SO_4^{--} لا تتصف بذلك.

* يختزل معظم النباتات الملحية السطوح الورقية دون أن يعوض ذلك بزيادة نمو الأعضاء الأخرى, مثل *Frankenia* والطرفاء *Tamarix* التي تطرح الملح الزائد بالإفراز الخارجي, بينما تجمعه النباتات الملحية العصارية في نسجها.

* تمتصّ النباتات الملحية انتخابيّاً بعض الشوارد من محلول التربة, ويختلف ذلك حتى في الوسط نفسه وفقاً للنوع النباتي ولنوعية الأملاح وتركيزها.

* تعد النباتات الملحية المماثلة ببعض خصائصها المورفولوجية للنباتات الجفافية, كأنها في شروط جافة فيزيولوجياً بسبب الضغط الحلولي المرتفع جداً في الترب الملحية, وهذا ما يجعل النباتات الملحية متنوعة السلوك الملحي: فالأنواع الملحية كثيرة العصارة تؤدي عملية النتح Transpiration بشكل قليل جداً وتحتفظ بنسبة عالية من الماء، بينما تتعرق الأنواع قليلة العصارة بشدة عالية مثل Aster tripollium و Atriplex, وقد تقع في عجز مائي في حالة الجفاف، بالمقابل, يكون نتح الأنواع النباتية غير العصارية قليلاً جداً وتسلك سلوك نباتات جفافية حقيقية كقصب الرمال Ammophyla arenaria.

* الضغط الحلولي مرتفع إلى مرتفع جداً، ويختلف بشدة من نبات لآخر, وكذلك بحسب رطوبة التربة وضغطها الحلولي.

* المجتمعات النباتية في الترب الملحية: شديدة التنوع رغم فقرها بالأنواع, وتعتمد على خصائص المنطقة ومناخها ونظامها المائي, وعلى الصخرة الأم والتربة الناتجة عنها, وكثيراً ما تستعمل المجموعات النباتية الملحية دلائل دقيقة على بعض الشروط المحلية.

وهناك تدرج واضح للملوحة بمحاذاة البحيرات والمستنقعات والشواطىء, ويقابله تنوع كبير وتدرج متعاقب للنباتات، ويوضح الجدول 4 تباين النسب المئوية لبعض الشوارد في الأوراق الجافة لأنواع نباتية نامية على الطين المالح ورمال الشاطىء البلجيكي بحسب S. Denaeyer وفريقه.

يبدو أن القدرة التجميعية تعتمد على عناصر معينة وفقاً للنوع النباتي، وهي عالية عند النباتات الملحية لكنها منخفضة بشدة عند النباتات غير الملحية, باستثناء النجيليات الملحية التي نادراً ما تجمع أكثر من النجيليات غير الملحية وهذا ما يتصف به *Ammophila* و *Puccinellia*؛ يختلف امتصاص النبات سواء أكان ملحياً أم لا للصوديوم والبوتاسيوم وفقاً للتركيز الكلي لهما في المحلول.

يعد ارتفاع الضغط الحلولي Potentiel Osmotique, من أهم نتائج تجميع الشوارد السالبة في النباتات, حيث يتجاوز فيها 50 ضغطاً جوياً بينما لا يتجاوز 24 ضغطاً جوياً في ماء البحر، ويساهم ذلك في الحفاظ على ضغط حلولي إجمالي في النبات, أقل مما هو عليه في محلول التربة مما يجعل النبات قادراً دوماً على امتصاص الماء من الوسط.

وتنمو على الشواطىء الخاضعة للمد والجذر, مجموعات نباتية متكيفة مع تكرار الغمر بماء البحر مثل *Atropis maritima*, وكذلك النباتات الحولية من الجنسين *Salicornia* و *Spartina* المتكيفة مع الغمر الدائم في المكان نفسه.

الجدول 4: الامتصاص الانتخابي والقدرة التجميعية لبعض العناصر من قبل النباتات

الأنواع النباتية		العناصر الممتصة				
		K	Na	Ca	Cl	S
على الطين المالح	*Salicornia herbacea*	1.4	15.8	0.53	20.4	0.72
	Triglochina maritima	3.9	4.2	0.57	7.6	0.38
	Plantago maritima	1.2	11.7	1.1	13.2	1.8
	Puccinellia maritima	1.7	1.5	0.69	2.8	0.39
على الرمل	*Salsola kali*	7.6	2.5	1.9	4.3	0.29
	Cakil maritima	4.3	2.1	3.7	5	1.7
	Ammophilia arenaria	1	0.24	0.23	0.66	0.37

تأوي الأوساط الطبيعية ضعيفة الملوحة نباتات متكيفة مع الملوحة الضعيفة مثل: *Crithmum maritimum* و *Crambe maritima* و *Cakil maritima*, إضافة إلى أنواع أخرى قريبة بيئياً، ويعتقد أنها أصل النباتات الزراعية مثل *Apium graveolens* و Beta maritima و *Brassica oleracea* وهي مختلطة مع أنواع غير ملحية.

** نباتات الدمن Vegetation ruderae: تنمو على الأنقاض والركام خاصة قرب الأماكن التي يشغلها الإنسان مثل أنواع *Chenopodiacees* و*Rumex* و*Urtica*، وترتبط هذه النباتات بتراكيز عالية من المواد العضوية في التربة التي تزيد تهويتها وعمليات النترجة فيها.

** النباتات أليفة الكلس Calcicoles والنباتات الكارهة له Calcifuges أو أليفة السيليس Salicicoles مثل الكستناء *Castanea* و *Erica* و*Quercus suber*.

** سمية بعض العناصر Toxicite: تعد العناصر الثقيلة سامة عند تجاوز تراكيزها حداً معيناً, فبينما يتحملها بعض الأنواع النباتية, يمكن لبعضها الآخر أن يجمعها في نسجه كالنحاس والرصاص وغيرها، مما يجعل هذه الأنواع النباتية مميزة للترب الغنية بهذه العناصر.

* النباتات الدالة Plantes indicatrices: يدل وجودها على صفة معينة للوسط, كما تدل غزارتها على أن هذه الصفة تمثل الحد الأمثل لها؛ غير أنّ الحد الأمثل البيئي في الطبيعة لا يتطابق حتماً مع الحد الأمثل الفيزيولوجي المحدد في المختبر أو الزراعة وحيدة النوع نظراً إلى غياب المنافسة،