

مقرر جغرافيا نباتية (نبت 347)

اعداد

د. رباب ممدوح العماوي

المراجع

كتاب الجغرافيا النباتية للدكتور محمد عبدو العوادات و

آخرون

محتويات مقرر جغرافيا نباتية (نبت 347)

تعريف علم الجغرافيا النباتية - تاريخه وعلاقته بالعلوم
الآخري - العوامل المؤثرة علي توزيع النباتات علي
سطح الكرة الأرضية - الانتشار الذاتي و انماطة و
الانتشار غير الذاتي و انماطة - اهم العوامل البيئية
المؤثرة علي انتشار النباتات - الرقعة - مساحتها وشكلها
- انماط الرقعة و تشكلها - نطاقات الغطاء النباتي في
العالم و خواصة البيئية

تعريف علم الجغرافيا النباتية

جغرافيا النبات Plant Geography هي العلم الذي يدرس توزيع الأنواع النباتية والوحدات التصنيفية الأكبر (جنس ، فصيلة . . . الخ) على سطح الكرة الأرضية والقوانين الناظمة لهذا التوزيع ، ولا تقتصر جغرافيا النبات على دراسة توزيع النباتات الحالي فقط وإنما تدرس كذلك توزيع النباتات في العصور (الحين) الجيولوجية المختلفة ،

يمكن القول إن معلوماتنا عن توزيع النباتات الحالي غير كاملة نسبيا ، وذلك لأن عددا كبيرا من الأنواع النباتية غير معروفة حتى الآن ، وكل عام يكتشف الباحثون العديد من الأنواع النباتية العليا والدنيا ، كما أن توزيع الأنواع النباتية المعروفة أيضا لا يمكن اعتباره كاملا فبين حين وآخر تظهر دراسات تبين وجود هذا أو ذاك من الأنواع النباتية في مكان لم يكن معروفا فيه سابقا ، ومن هنا يتبين أن معلوماتنا عن توزيع النباتات على سطح الكرة الأرضية في تغير مستمر.

لا تعيش الأنواع النباتية منفردة وإنما تكون مجتمعة في مجموعات هي المجتمعات النباتية Plant communities والمجتمع النباتي هو عبارة عن مجموعة نباتية محددة، ولها على امتداد المنطقة التي تحتلها نفس المظهر الخارجي، مابقيت الظروف البيئية والعلاقات المتبادلة بين النباتات المشكلة لها والوسط المحيط واحدة.

إن أصغر وحدة تصنيفية للفلورا هي النوع، وأصغر وحدة تصنيفية للغطاء النباتي هي العشيرة Association التي تتألف من عدد من المجتمعات النباتية المتشابهة. فإذا اعتبرنا العشيرة النباتية Association تقابل النوع فإن المجتمع النباتي يقابل الفرد. وإلى جانب الجغرافيا النباتية التي تدرس توزيع الأنواع النباتية، توجد الجغرافيا النباتية التي تدرس توزيع العشائر النباتية والوحدات التصنيفية الأكبر للغطاء النباتي.

وتقسم جغرافيا النبات إلى ثلاثة أقسام رئيسية :

- ١ - جغرافيا النبات الفلورية Floristic geography.
- ٢ - جغرافيا النبات البيئية Ecological geography.
- ٣ - جغرافيا النبات التاريخية Historical geography.

علاقة علم الجغرافيا النباتية بالعلوم الأخرى

نجد أن هذه الدراسات تعتمد إلى حد كبير على العلوم الأخرى
المجاورة مثل علم البيئة Ecology وعلم وظائف الأعضاء النباتية Plant physiology
والتصنيف Taxonomy وعلم التطور Evolution وعلم المستحاثات (الحفريات) النباتية
Paleobotany وغيرها .

العوامل المؤثرة علي توزيع النباتات علي سطح الكرة الارضية

إذا كان لأي نوع من أنواع النباتات أن يوسع رقعة انتشاره فلا بد من أن ينتقل أو يهاجر من موطنه الأصلي إلى مناطق جديدة ويستوطن فيها، أي أن قدرة النباتات أو وحداتها التكاثرية *Diaspores* على الحركة هي من العوامل الهامة التي تمكن النباتات من توسيع رقعة انتشارها إلى أقصى حد ممكن.

إن العملية الأساسية في الهجرة هي انتقال الوحدات التكاثرية كالبذور والأبواغ *Spores* والريزومات والأبصال وغيرها بعيدا عن موطنها الأصلية، ولكن وصول الأعضاء التكاثرية للنوع إلى موطن جديدة لا يعني أنه أصبح قادرا على الاستيطان

* ذلك لان الاستيطان يشمل ثلاث عمليات تتم علي التوالي و هي : **الانبات و النمو و التكاثر**

مناقشة العوامل التي تؤثر في توزيع النباتات وتوسيع رقعة انتشارها .

عوامل الانتشار و العوامل البيئية

ينشأ النوع النباتي في منطقة معينة ومن ثم يأخذ في توسيع رقعة انتشاره عن طريق الانتشار Dispersal.

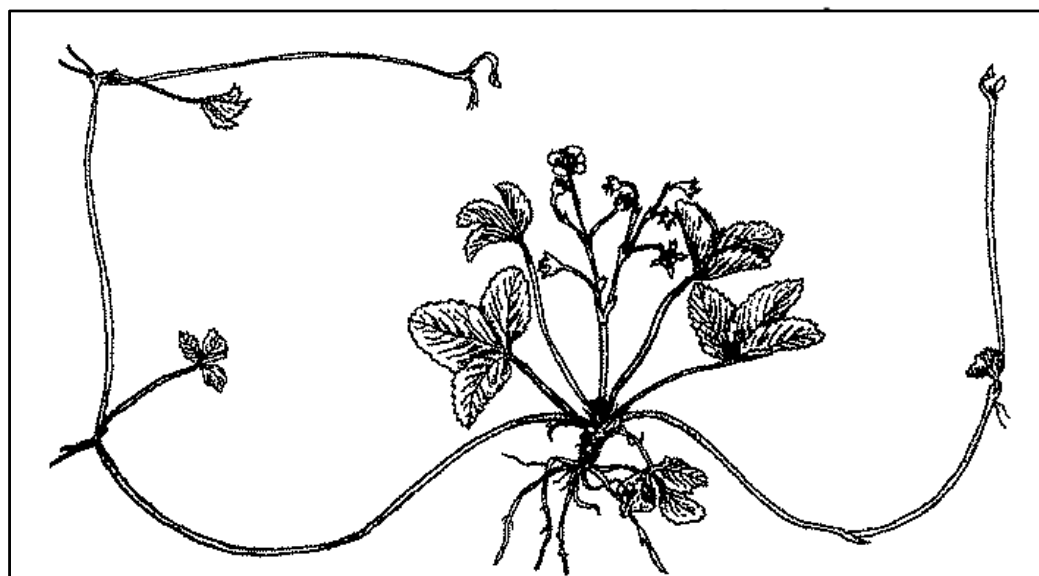
في معظم النباتات الزهرية الأرضية التي تكون عادة، في حالة نموها الخضري، ثابتة، فإن قابلية الانتقال فيها تعتمد في الدرجة الأولى على حجم وحدات التكاثر ووزنها ومساحة سطحها، خصوصاً تلك التي يتم نقلها بواسطة الرياح.

ويتم الانتشار عن طريق:

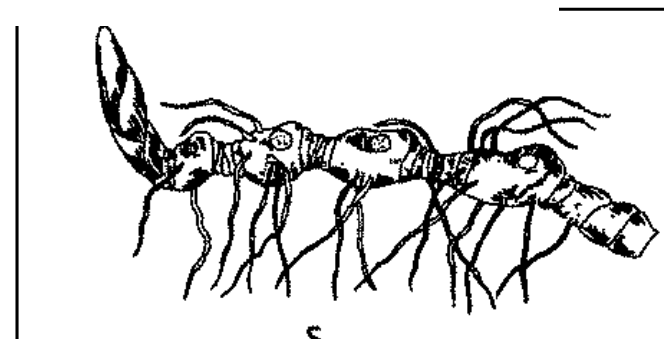
- أ - وحدات التكاثر الخضرية (الريزومات، الأبصال، الكورمات . . . الخ).
- ب - وحدات التكاثر الجنسية (البدور والشان).

الانتشار بواسطة الوحدات التكاثرية الخضرية

ويمكن للأعضاء الخضرية المختلفة (الكورمة، الريزومة، الدرنة . . . الخ)، أن تنقل النبات من مكانه الأصلي فمثلا يمكن لنبات الفراولة *Fragaria vesca*، الذي يملك سوقا زاحفة (شكل ١) أن تنبت في منطقة العقد التي تلامس التربة جذورا عرضية وفروعاً جديدة تنفصل عن النبات الأم وتبتعد بالتدرج.



ساق جارية في نبات الفراولة
الريزومة



يتم الانتشار عن طريق أعضاء التكاثر الخضرية بشكل بطيء وتدرجي ، لكن في بعض الأحيان يمكن لهذه الأعضاء أن تنتقل إلى مسافات بعيدة مثال ذلك انتشار النباتات المائية كعدس الماء *Lemna* وباسنت الماء *Echhornia crassipes* في الأنهار والقنوات المائية .

الانتشار بواسطة الوحدات التكاثرية الجنسية

تقسم الأنواع التي يتم انتشارها عن طريق البذور والثمار وغيرها إلى زميرتين :

أ - الأنواع ذاتية الانتشار *Autochores* وهي الأنواع النباتية التي لا تحتاج لنثر بذورها إلى عوامل الانتشار الخارجية من رياح ومياه وإنسان . . . الخ .

ب - الأنواع غير ذاتية الانتشار *Allochores* وهي الأنواع التي تكيفت بذورها أو ثمارها للانتشار بواسطة الهواء *Anemochores* أو الماء *Hydatochores* أو الحيوانات *Zoochores* أو الإنسان .

الأنواع ذاتية الانتشار Autochores

وهي الأنواع المتكيفة لقذف بذورها أو ثمارها إلى مسافة معينة عن النبات الأم .

ويكون هذا النمط من الانتشار فعالا في المناطق حيث يكون التنافس بين النباتات ضعيفا ، وهذا ما يلاحظ في حال الغطاء النباتي قليل الكثافة كالصحاري ، وعلى

وبشكل عام فالانتشار الذاتي للأنواع النباتية قصير المدى ويؤدي إلى إبعاد البذور والثمار إلى مسافة تتراوح بشكل متوسط بين ٢ و ١٥ م عن النبات الأم ، وما لاشك فيه أن هذه الأنواع توسع رقعتها بشكل تدريجي .

الأنواع غير ذاتية الانتشار *Allochores*

وهو، الأنواع التي، تنتقل، بذورها وثمارها من مكان إلى آخر بواسطة عوام، الانتشار الخارجية وتملك هذه الأنواع وسائل تكيفية تمكنها من الانتقال إلى مسافات بعيدة، ويتم انتشار هذه الأنواع بالطرق التالية:

١ - الانتشار بواسطة الرياح *Wind dispersal*

٢ - الانتشار بواسطة الماء

٣ - الانتشار بواسطة الحيوانات عدا الإنسان

٤ - الانتشار عن طريق الإنسان

١ - الانتشار بواسطة الرياح Wind dispersal

مما لا شك فيه أن الرياح تساعد على نقل الأبواغ والبذور وحتى الشمار إلى مسافات بعيدة عن منطقة وجودها، خاصة إذا كانت هذه الأعضاء التكاثرية تملك تكيفات خاصة لحملها بواسطة الهواء، وأهم هذه التكيفات هي :

أ - الوزن الخفيف.

ب - وجود تشكلات خاصة كالأجنحة والشعر.

ج - الشمار المنتفخة التي تشكل ما يشبه الكرة المملوءة بالهواء وفي داخلها البذرة.

وفيما يلي نوجز تكيفات الأبواغ والبذور والثمار للانتشار بواسطة الرياح.

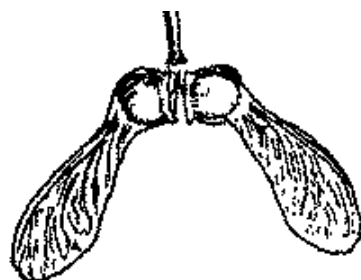
أ - الأبواغ Spores. الأبواغ هي الوسيلة الوحيدة لانتشار البكتيريا والفطور

ب - البذور الغبارية Dust seeds. حيث البذور صغيرة الحجم وخفيفة الوزن مما

د - البذور والثمار المجنحة

ج - البذور والثمار المجهزة بالشعر

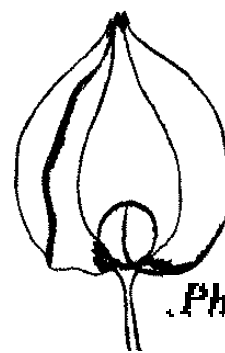
ثمار القيقب



ثمار الهندباء



و - النباتات المتدحرجة



هـ - الثمار المتفخخة

نبات فيزالس Physalis

الحواجز والعقبات التي تحول دون الانتشار بواسطة الرياح

أ - الغابات . فالانتشار بالرياح أكثر فعالية في المناطق السهلية والصحراوية أما في الغابات الكثيفة فلا تلعب الرياح دورا كبيرا في الانتشار.

ب - السلاسل الجبلية . إذ أنها تشكل مصدات أمام انتقال البذور وتحول دون اجتيازها، باستثناء الأبواغ والبذور الخفيفة التي ترتفع عاليا في الجو ويمكن لها اجتياز السلاسل الجبلية.

ج - تعيق الوديان والأخاديد الكبيرة انتشار النباتات وذلك لأنها تقلل من سرعة الرياح.

د - تحول المحيطات والبحار دون انتقال النباتات بواسطة الرياح وذلك لصعوبة اجتيازها من جهة ولكون البذور والشمار غير متكيفة لتطفو على سطح الماء في حالة سقوطها من جهة ثانية.

هـ - تعيق الرطوبة العالية والأمطار حركة وانتشار البذور والشمار بالرياح إذ تمتص البذور والشمار الرطوبة مما يثقل وزنها ويؤدي إلى سقوطها على الأرض.

٢ - الانتشار بواسطة الماء

الانتشار بالماء هي الطريقة الأساسية لانتقال النباتات المائية من مكان لآخر، وكذلك كثير من النباتات كالتحالب والتي تكون أبواغها مجهزة بأهداب تمكنها من التحرك في الماء والانتقال إلى أماكن جديدة.

التكيفات التي تمكن البذور و اثمار من الانتشار بالماء هي :

- ١ - أن تكون قادرة على الطفو على الماء. ب - عدم دخول الماء إلى داخل البذور والثمار،
- ج - أن تكون البذور قادرة على الإنبات بعد نقلها بالماء.

ومن أبرز طرق الانتشار بالماء هي :

- ١ - الانتشار بالتيارات البحرية . يمكن للتيارات البحرية أن تنقل البذور والثمار إلى مسافات تصل حتى ١٠٠٠ كم ، وأكثر النباتات المتكيفة للبعثرة المائية هي النباتات التي تعيش على الشواطئ ، مثال ذلك نبات جوز الهند *Cocos nucifera* (شكل ٨) ،
- ب - الانتشار بواسطة الأنهار والجداول والسيول . انتشار الثمار والبذور والأجزاء الأخرى من النباتات بالأنهار معروفة منذ القدم ، إذ يمكن للأنهار أن تنقل الوحدات التكاثرية *Diaspores* * إلى مسافات طويلة داخل البحار والمحيطات ، وإذا ما وصلت

٣ - الانتشار بواسطة الحيوانات عدا الإنسان

يمكن لأنواع كثيرة من الحيوانات ، بسبب تنقلها الدائم واعتمادها في تغذيتها على النباتات ، أن تلعب دورا هاما في انتشار الأنواع النباتية . والانتشار بواسطة الحيوانات

يتم عن طريق : ١ - الانتقال داخل الجهاز الهضمي للحيوانات Endozoochory.

ب - الالتصاق بجسم الحيوانات Epizoochory.

ج - ادخار المواد الغذائية وبناء الأعشاش Synzoochory.

☀ غالباً ما تكون البذور والشمار التي تنتقل عن طريق الجهاز الهضمي للحيوانات

← صالحة للأكل وذات ألوان جذابة

← ذات غلف كثيفة تستطيع مقاومة العصارات الهاضمة وبالتالي تبقى محتفظة بقدرتها على الإنبات

☀ أما البذور والشمار التي تنتقل بالالتصاق الخارجي بجسم الحيوانات فغالباً ما تملك تكيفات تمكنها من الالتصاق كالكلابيات مثل نبات الضريسة *Tribulus*

← أو أنها ذات سطوح لزجة كما في نبات الدبق

ويتم الانتشار بواسطة الحيوانات عن طريق :

١ - الطيور. للطيور دور كبير في انتشار النباتات وذلك نظرا لكثرة أعدادها ولتنقلها مسافات بعيدة وخاصة الطيور المهاجرة وهذا ما يجعل من الطيور أهم زمرة حيوانية في انتشار النباتات. يتم نقل الطيور للبذور والشماريخ إما بواسطة الجهاز الهضمي أو بالتصاق الخارجي بأجسامها.

٢ - الحيوانات الأخرى والحشرات. تعتبر الثدييات والحيوانات الأخرى عاملا هاما من عوامل انتشار النباتات سواء عن طريق جهازها الهضمي أو سطحها الخارجي. وكثير من الحيوانات تنقل البذور إلى مسافات طويلة، فيقول

تلعب الحشرات دورا في انتشار النباتات وخاصة الدنيا منها وذلك إما عن طريق ابتلاعها أو عن طريق سطحها الخارجي خاصة تلك المكسوة بالشعر. فأبواغ فطور

٤ - الانتشار عن طريق الإنسان

يزداد تأثير الإنسان في انتشار النباتات منذ لحظة وجوده على سطح الأرض

ويعتبر الإنسان حالياً أهم عامل من عوامل الانتشار ولقد ساهم

الإنسان في انتشار النباتات بشكل مدروس ومرسوم أو بشكل لا إرادي . فقد ساهم

بشكل إرادي في نقل وتوسيع رقعة النباتات الزراعية ، إذ يجمع الباحثون على أن

موطن القمح هو شرق حوض المتوسط وآسيا الصغرى وإيران والقوقاز ، وكان معروفاً

حتى عام ٦٥٠٠ ق.م في ما بين النهرين (العراق) ، وزرع في مصر في الألف

السادس قبل الميلاد وفي الصين في الألف الخامس ، أما حالياً فينتشر في كافة أنحاء

العالم ، أي أن الإنسان استطاع خلال ٨ آلاف سنة أن يجعل رقعة القمح تشمل كافة

سرعة الانتشار والحواجز التي تحول دونه

تتم عملية انتشار النباتات في الطبيعة بأشكال مختلفة كما رأينا ولكنها لا تتوقف على الخواص البيولوجية للأنواع وخاصة تكيفات هذه الأنواع للانتقال من مكان لآخر، وإنما تتوقف كذلك على الظروف الخارجية التي تساعد على الانتشار أو على العكس توقف الانتشار، فظروف الوسط الخارجي التي تحد أو توقف انتشار الأنواع اصطلاحاً على تسميتها بالحواجز Barriers التي تحول دون الانتشار، وهذه الحواجز يمكن أن نوضح في المجموعات التالية:

١ - الحواجز الطبوغرافية

٢ - الحواجز البيئية

٣ - الحواجز الحيوية

١ - الحواجز الطبوغرافية

من أوضح الأمثلة على هذا النوع من الحواجز هو البحار بالنسبة للنباتات التي تعيش على اليابسة، واليابسة بالنسبة للنباتات المائية، فالنباتات الأرضية عندما تصل إلى شواطئ المحيطات لا تستطيع أن تتجاوزها وفي كثير من الحالات تشكل شواطئ وتعتبر المحيطات بشكلها الحالي حواجز لا يمكن اختراقها

أما على اليابسة فإن أهم العقبات الطبوغرافية التي تلعب دورا هاما كعائق فهي السلاسل الجبلية والأنهار الكبيرة والمنخفضات.

٢ - الحواجز البيئية

تعتبر الحرارة والرطوبة وشدة الضوء والأمطار والخصائص الفيزيائية والكيميائية للتربة من أهم الحواجز المعيقة لانتشار الأنواع النباتية . إن المناطق الجغرافية النباتية الرئيسية في العالم تتطابق مع المناطق المناخية ، ولذلك فإن النوع النباتي الذي ينتقل بطريقة ما إلى منطقة ذات ظروف مناخية مختلفة عن تلك التي ينمو فيها غالباً لا يستطيع أن ينمو ويتكاثر بسبب اختلاف الظروف البيئية للمنطقة الجديدة .

هذا ولا بد من ملاحظة أنه ليس فقط المناخ ككل وإنما كل عامل من عوامله يمكن أن يكون حاجزاً أمام انتشار الأنواع النباتية ، فالحرارة مثلاً قد تحول دون انتشار النباتات الاستوائية إلى المناطق المعتدلة (حتى ولو توفرت الظروف الأخرى) فمثلاً يتأثر سلباً

٣ - الحواجز الحيوية

لا تلعب هذه الحواجز دورا كبيرا في الحد من انتقال الأنواع النباتية ، وإنما يمكن أن تلعب دورا هاما في منع النوع من النمو والتكاثر وبالتالي عدم اكتمال عملية الانتشار.

وبشكل عام يمكن القول أنه في كثير من الحالات تعتبر المناطق المغطاة بتشكيل Formation نباتي معين ، عقبة يصعب على الأنواع النباتية تجاوزها .

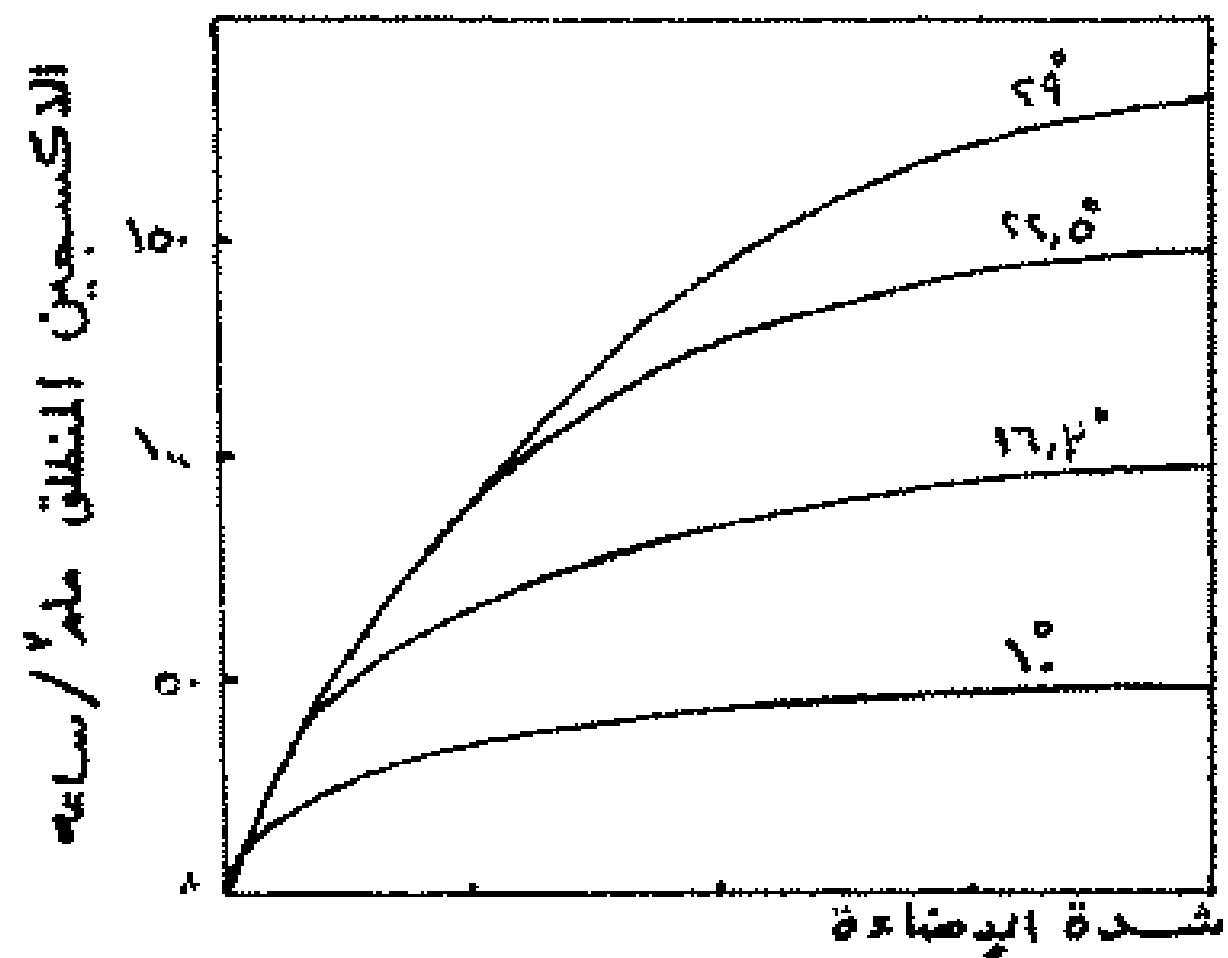
العوامل البيئية (عوامل الوسط)

يتوقف توزيع الأنواع النباتية وانتشارها على عوامل البيئة، فالوسط الذي تعيش فيه النباتات هو عبارة عن معقد لجملة من العوامل منها ما هو قليل الأثر على نمو النبات وتكاثره كالتضاريس وتدخل الهواء والمياه الجوفية وغيرها ومنها ما هو ضروري وبدونه تموت النباتات، إذ يعتبر الأكسجين وثاني أكسيد الكربون والحرارة والضوء والرطوبة وبعض المواد المعدنية عوامل لا بد منها للنباتات الخضراء، ونقص أي منها معناه أن النبات لا يستطيع النمو، ويطلق على هذه العوامل اسم عوامل البقاء (Existence conditions)

تأثير العوامل

البيئية المختلفة على النباتات لا يتوقف على العوامل المتوفرة في الوسط وإنما على العوامل الموجودة بكميات قليلة ، فمثلا لا يمكن زيادة نمو النباتات الزراعية التي تعيش على ترب تحوى كافة العناصر الغذائية بوفرة باستثناء النتر وجين الذي يتوفر بكميات قليلة جدا ، بزيادة المواد الغذائية المتوفرة أصلا وإنما بإضافة السباد النتر وجينى . ونتيجة لدراساتها وضعنا قانون العوامل المحددة Law of limiting factors

والذي يبين أن شدة أية عملية بيولوجية ، يؤثر عليها عدد من العوامل ، تتوقف على العامل الذي يوجد في الوسط بكميات قليلة (بالنسبة إلى كميته المثلى) مثال ذلك عملية البناء الضوئي التي يؤثر فيها الضوء ودرجة الحرارة وثنائي أكسيد الكربون وغيرها تتناسب طردا مع العامل الموجود بكميات قليلة (شكل ١٠) .



شكل (١٠) تأثير شدة الإضاءة ودرجة الحرارة كعوامل محددة لعملية البناء الضوئي في طحلب كلوريلا *Chlorella*.

توزع وانتشار الأنواع النباتية في الظروف الطبيعية، فنجد مثلاً، في الصحراء الكبرى حيث الجفاف هو العامل المحدد لانتشار النباتات، إن أية زيادة في كمية الأمطار حتى بمقدار ١٠ مم تؤدي إلى تأثير كبير على نمو النباتات، بينما في خليج غينيا (أفريقيا الاستوائية) حيث الأمطار غزيرة فإن أية زيادة ليس لها تأثير يذكر.

يتوقف تأثير الأنواع النباتية بالعوامل البيئية على طبيعة هذه الأنواع وخواصها البيولوجية، فنباتات النطاقات الاستوائية تموت عندما تصل درجة الحرارة إلى ٢° أو ٥° مشوية، مثال ذلك شجرة الكاكاو التي تموت بدرجة ٥-٧°م إذ يتطلب نموها الطبيعي درجة حرارة أعلى (من ١٨-١٩°م)، أما نباتات المناطق القطبية والتندرا فتتحمل درجات تصل إلى ٣٠- و ٤٠°م دون ضرر يذكر مثال ذلك نبات *Cochlearia* (من الفصيلة الصليبية Cruciferae) إذ يتحمل درجة -٤٦°م دون أن يموت.

كما أن كل نوع نباتي يتطلب ظروفًا بيئية تختلف عن النوع الآخر، مثال ذلك القمح الشتوي الذي لا يستطيع أن يتم مرحلة الإرباع Vernalization إلا في درجة من

صفر إلى + ٢° مئوية إذا توفرت له التهوية والرطوبة المناسبة، بينما القمح الربيعي يتطلب لإتمام الإرباع درجة حرارة بحدود ١٠ - ١٢°م، من هنا نجد أن القمح الشتوي إذا زرع في مناطق حارة لا يستطيع أن يجتاز مرحلة الإرباع وبالتالي لا يزهر، علما بأن نمو المجموع الخضري يكون طبيعيًا.

ويمكن تصنيف عوامل الوسط إلى المجموعات التالية :

- ١ - العوامل المناخية Climatic factors وتشمل الضوء ، ودرجة حرارة الهواء والرطوبة والأمطار والرياح والغازات الداخلة في تركيب الهواء .
- ٢ - عوامل التربة Soil factors (Edaphic factors) وتتضمن الخواص الفيزيائية والكيميائية للتربة ورطوبتها ودرجة حرارتها وكمية الهواء فيها وغير ذلك .
- ٣ - العوامل الطبوغرافية Topographic factors وتشمل التضاريس والتي يكون تأثيرها غير مباشر وذلك عن طريق عوامل المناخ والتربة .
- ٤ - العوامل الحيوية Biotic factors والتي تشمل التأثيرات المتبادلة بين الكائنات الحية مثل تأثير النباتات على بعضها البعض وتأثير الحيوانات على النباتات .
- ٥ - عوامل فعل الإنسان Anthropogenic factors وتتضمن تأثير الإنسان على النباتات سواء بشكل مباشر عن طريق نقل النباتات من مكان لآخر أو بشكل غير مباشر عن طريق تأثيره على العوامل البيئية الأخرى كالمناخ وغيره .

وسندرس فيما يلي تأثير عوامل الوسط على توزيع النباتات .

١ العوامل المناخية Climatic Factors

أولا : درجة الحرارة Temperature

تعتبر درجة الحرارة من أهم العوامل التي تؤثر على توزيع النباتات على سطح الكرة الأرضية . وتتناقص درجة الحرارة ، كما هو معروف ، اعتبارا من خط الاستواء وإلى القطبين ، ويتوقف هذا التناقص على وضع الشمس وزاوية سقوط الأشعة الشمسية التي تتناقص اعتبارا من خط الاستواء وحتى القطبين ، وكذلك على طول المسافة التي يقطعها الشعاع الشمسي خلال الغلاف الجوي Atmosphere والتي تختلف باختلاف خطوط العرض .

هذا وتوزع اليابسة والمحيطات والبحار أثر كبير على درجة الحرارة والرطوبة ، مما يؤدي إلى تمييز مناخ قاري Continental يسود في المناطق البعيدة عن تأثير المحيطات والبحار ويتميز بصيف حار وشتاء بارد ، أي أن الفروق الحرارية بين الصيف والشتاء كبيرة ، ومناخ محيطي Oceanic يسود في المناطق المحاذية للمحيطات والبحار ويتميز بمناخ معتدل تكون فيه الفروق الحرارية بين الصيف والشتاء

كما أن الارتفاع فوق سطح البحر في المناطق الجبلية يؤدي إلى انخفاض درجة الحرارة بمقدار ٥ , ٦ - ٠ درجة مئوية لكل ١٠٠ م ارتفاع ، وهذا هو أهم أسباب تغير المناخ والغطاء النباتي كلما ارتفعنا عاليا في الجبال .

علي

١ - التيارات البحرية Ocean currents

ويقصد بالتيارات البحرية حركة المياه السطحية للمحيطات في اتجاهات معينة ثابتة، هي حركة بطيئة إذ يبلغ معدل سرعتها حوالي ٤ كم / ساعة بينما تصل سرعة التيارات البحرية الأكثر عمقا إلى ٩ كم / ساعة. وللتيارات البحرية أثر كبير في مناخ السواحل التي تمر بها، فالتيارات القادمة من مناطق دافئة ترفع درجة حرارة المناطق الساحلية التي تمر بها، وبالعكس فإن التيارات القادمة من مناطق باردة تؤدي إلى هبوط درجات الحرارة بها. وأهم التيارات البحرية ذات الأثر الواضح في مناخ المناطق التي تمر

بها هي:

أهم التيارات البحرية

تيارات المحيط الأطلسي

تيارات المحيط الهادي

يلاحظ أنه في العروض الدنيا تمر بالسواحل الشرقية للقارات تيارات
دافئة بينما تمر بسواحلها الغربية - في نفس العروض - تيارات باردة، وعلى العكس من
ذلك في العروض العليا لنصف الكرة الشمالي حيث تمر بالسواحل الشرقية تيارات
بحرية باردة بينما يمر بسواحلها الغربية في نفس العروض تقريبا تيارات دافئة .

وللتيارات تأثيرات كبيرة في درجة حرارة السواحل التي تمر بها، فإذا كانت قادمة
من جهات أكثر حرارة إلى أخرى أقل حرارة قادت إلى رفع درجة حرارتها بسبب ما
تحملة فوقها من هواء دافئ والعكس صحيح . فتيار المحيط الأطلسي الشمالي مثلا يدفع
المياه الدافئة إلى غرب أوروبا فتعمل على رفع درجة حرارة السواحل الشمالية الغربية
وتصبح موانئ النرويج مفتوحة للملاحة طوال العام في حين أنه في شرق شبه جزيرة
اسكندنافيه يتجمد بحر البلطيق في الشتاء نظرا لعدم وصول مؤثرات التيار الدافئ
إليه .

ب - أهمية الحرارة في حياة النبات

لا يوجد مكان على سطح الكرة الأرضية لا تستطيع النباتات أن تنمو فيه بسبب انخفاض درجة الحرارة باستثناء تلك المناطق التي يغطيها الجليد والثلج على مدار السنة والذي لا يذوب في الصيف، وحتى على الثلج الدائم تعيش بعض أنواع النباتات مثل طحلب *Sphaerella nivalis* والتي تشكل طبقة وردية اللون ولا يتوقف نمو هذا الطحلب حتى في الدرجة - ٣٤°م، كما أن الدرجة المثلى لنموه هي ٤°م وذلك عند بدء انصهار الطبقات العلوية من الثلج .

والمدى الحراري لنمو النباتات واسع جدا، ويمكن أن تنمو في حدود صفر - ٩٠ درجة مئوية وأكثر كما في الجدول التالي :

من	إلى	
صفر	٤٢	القمح
٤	٣٣	فطر Mucor
١٢	٤٦	القرع
٣٤ -	٤	الطحالب الثلجية
٧٠	٩٣	طحالب المياه الحارة

بل إن بعض النباتات القطبية تتحمل درجات منخفضة جدا من الحرارة دون أن تموت مثل نبات *Cochlearia arctica* والذي تتشكل براعمه الزهرية اعتبارا من الخريف، ويتحمل درجة حرارة منخفضة في الشتاء تصل إلى -٤٦°م، وبعد انقضاء الشتاء يعود ويتابع نموه.

وترتبط قدرة النباتات، على تحمل درجات الحرارة المنخفضة بعوامل متعددة ومن الملاحظ أنه عندما تكون نسبة الماء قليلة في أنسجة النباتات فإنها تكون أكثر قدرة على تحمل الحرارة المنخفضة، فالبدور الجافة تتحمل درجة حرارة - ١٠٠° مئوية، أما البذور التي بدأت بالإنبات، حيث نسبة الماء فيها مرتفعة، فإنها تموت إذا انخفضت درجة الحرارة عدة درجات تحت الصفر. كما أن نباتات المناطق القطبية الباردة والتندرا تتحمل في الشتاء درجات حرارة تتراوح بين - ٣٠°م و ٣٥°م دون أي ضرر عندما تكون نسبة الماء في براعمها قليلة، أما في الربيع عندما تفتح هذه البراعم، وترتفع نسبة الماء فيها، فإن أي انخفاض في درجة الحرارة يؤدي إلى موت البراعم والفروع الفتية.

لماذا ؟

أن موت النباتات بالحرارة المنخفضة

ينجم عن تجمد الماء وتشكل بلورات جليدية في الفراغات بين الخلايا ، ومع ازدياد

انخفاض الحرارة يزداد حجم هذه البلورات على حساب ماء الخلية نفسها ، مما يؤدي إلى تمزق غلف الخلية وإحداث أضرار للبروتوبلازم وبالتالي موت الخلايا . هذا وإن موت النباتات نتيجة الحرارة المنخفضة لا يتصاحب دائما بتشكل بلورات جليدية في الفراغات بين الخلايا ، فكثير من نباتات المناطق الاستوائية تموت في درجة حرارة أعلى من الصفر ، ويتم موت النباتات بشكل تدريجي وذلك نتيجة اختلال عمليات الوظائف الحيوية فيها .

وتختلف درجة الحرارة المرتفعة التي تستطيع أن تتحملها النباتات من نوع لآخر، ففي فترة النمو تموت أكثر البكتيريا عند درجة حرارة 50°C ، أما في حالة السبات فتتحمل درجات مرتفعة تصل إلى 100°C ، وهذا يتوقف على نسبة الماء في أنسجتها فكلما كانت قليلة كلما ازدادت قدرة النباتات على تحمل الحرارة المرتفعة. وأغلب النباتات الزهرية تموت عند درجة حرارة 45°C أو 50°C بينما بعض الأشنيات مثل *Lecanora esculenta* التي تعيش على سطح التربة في المناطق الجافة، تتحمل درجة حرارة تصل إلى 70°C دون ضرر. ومن أهم تكيفات النباتات لتحمل الحرارة المرتفعة إلى جانب انخفاض نسبة الماء في نسجها ما يأتي:

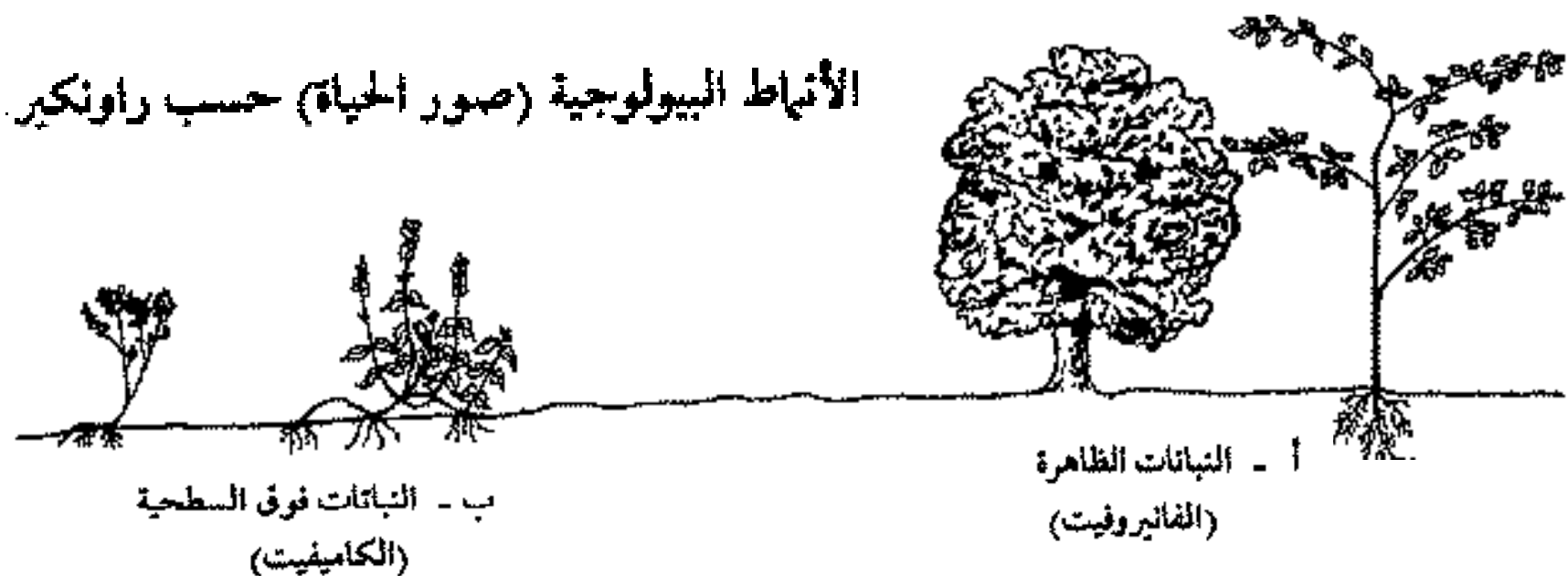
- أ - ازدياد معدل النتح مما يؤدي إلى تلطيف حرارة النباتات.
- ب - عدم امتصاص اليخضور للأشعة ذات الطاقة العالية وإنما يتركها تنفذ خلاله.
- ج - زيادة نسبة الأملاح المعدنية مما يؤدي إلى ارتفاع درجة تخثر البروتوبلازم.

جـ - الأنماط البيولوجية (صور الحياة) Life forms

تأخذ النباتات المختلفة، تكيفاً منها للوسط المحيط وخاصة درجة الحرارة وكمية الماء، أشكالاً مختلفة أطلق عليها اسم الأنماط البيولوجية Life forms وحسب رأي فإن النمط البيولوجي هو عبارة عن الهيئة التي تتميز بها مجموعة من النباتات والتي تظهر خلال تطور النباتات في ظروف بيئية محددة، أي هو نتيجة لتكيف النباتات إلى الظروف التي تعيش فيها. ومن أشهر تصنيف الأنماط

البيولوجية هو تصنيف Raunkiaer ١٩٣٧ الذي يتسم ببساطته ووضوحه، والذي يعتمد على تكيف النباتات لتحمل الفصل غير المناسب للنمو وبصورة خاصة تأثير الحرارة المنخفضة، والصفة التي يبنى عليها تصنيفه هي وضع براعم التجديد بالنسبة لسطح التربة وحمايتها من درجة الحرارة المنخفضة، ويشمل المجموعات التالية (شكل ١٥):

الأنماط البيولوجية (صور الحياة) حسب راونكير

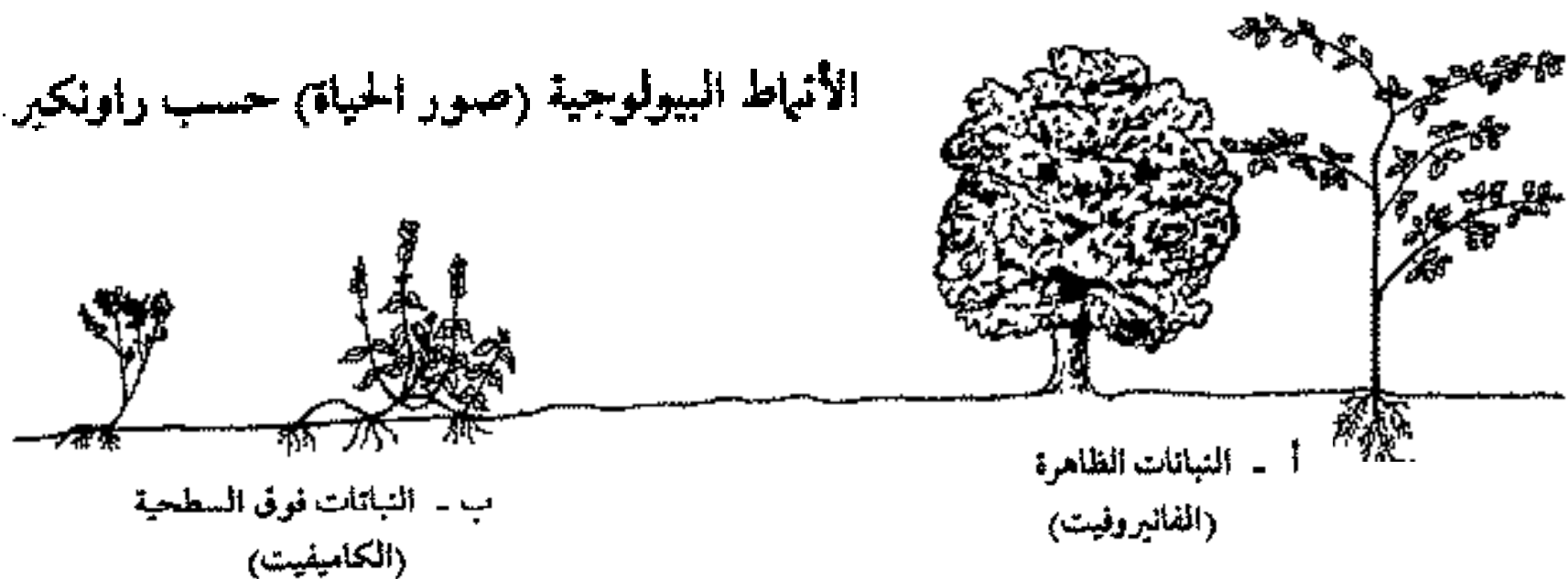


١ - النباتات الظاهرة (الفانيروفيت) **Phanerophytes**. تكون براعم التجديد على أفرع ترتفع عن سطح التربة أكثر من ٢٥ - ٣٠ سم أي أنها معرضة لتأثير المناخ وتشمل الأشجار والشجيرات وكثير من النباتات العالقة، التي تكون براعم التجديد فيها محمية بالحشاش أو غير محمية، والنباتات العصارية. وتنتشر هذه النباتات في

المناطق الاستوائية حيث تشكل الجزء الأكبر من الغطاء النباتي فيها، كما تنتشر في المناطق الأخرى ولكن عدد أنواعها قليل مع أنها تشكل جزءا هاما من الغطاء النباتي فيها.

٢ - النباتات فوق السطحية (الكاميفيت) Chamaephytes. وتضم أعشاباً معمرة أو أنصاف شجيرات تكون براعمها على أفرع لا يتجاوز ارتفاعها ٢٥ سم وتكون هذه الأفرع إما على سطح التربة أو بالقرب منها، أي أن براعمها تحمي بالثلج إذا كانت هذه النباتات تعيش في المناطق الباردة، وفي المناطق المعتدلة تحمي بواسطة البقايا النباتية، وتكثر هذه النباتات في المناطق القريبة من القطب والمناطق الجبلية.

الأنماط البيولوجية (صور الحياة) حسب راونكير





٣ - النباتات نصف المختفية (الهيميكربتوفيت) *Hemicryptophytes*. وتكون براعمها على أفرع توجد على سطح التربة أو في الطبقات السطحية منها، وتكون محمية بالبقايا النباتية، وتكثر هذه النباتات في كافة المناطق عدا الاستوائية.

٤ - النباتات المختفية (الكربتوفيت) *Cryptophytes*. وهي نباتات ذات براعم مدفونة تحت سطح التربة أو الماء وبالتالي تُحمى من تأثير المناخ غير المناسب بواسطة التربة أو الماء وتقسم إلى ثلاثة أقسام:

(أ) النباتات الأرضية (الجيوفايت) Geophytes. وفيها أعضاء معمرة مطمورة في التربة كالأبصال Bulbs والسررنات Tubers والريزومات Rhizomes والكورمات Corms وتكثر في المناطق المعتدلة .

(ب) النباتات الرطوبية (الهيلوفيت) Helophytes. وهي النباتات التي تعيش إما في التربة زائدة الرطوبة أو تكون مغمورة جزئيا في الماء .

(ج) النباتات المائية (الهيدروفيت) Hydrophytes. وهي النباتات التي تكون مغمورة كليا في الماء .

٥ - النباتات الحولية (التيروفيت) *Therophytes*. الأعشاب الحولية التي تتم دورة حياتها اعتباراً من الإنبات وحتى تكوين البذور في فترة قصيرة، وتقضي الفصل غير المناسب لنموها على شكل بذور. وتكثر هذه النباتات في الصحاري والسهوب.



د - تأثير درجة الحرارة على توزيع النباتات

تتحكم درجة الحرارة في تكوين المجتمعات النباتية بتأثيرها على أفراد الأنواع المكونة لهذه المجتمعات ، فإذا كان لنوع من النباتات أن يعيش بصفة دائمة في منطقة معينة فإنه يتعين تحقيق الشروط الآتية بالنسبة لدرجة الحرارة :

أ - أن لا تكون درجة الحرارة عالية أو منخفضة في أي وقت لدرجة تقتل النبات .

ب - أن ترتفع الحرارة لدرجة كافية (في المناطق الباردة) أو تنخفض لدرجة كافية (في المناطق الحارة) ولفترة كافية في موسم النمو بحيث تسمح بنمو النبات وتكاثره .

وتتحكم درجة الحرارة في توزيع النباتات بعدة طرق :

١ - التحكم عن طريق درجة الحرارة المرتفعة والمنخفضة . إن أبسط نوع من أنواع تحكم درجات الحرارة في التوزيع الجغرافي للنباتات هو الذي تحدد فيه درجة الحرارة العظمى في الصيف مدى انتشار النباتات في اتجاه خط الاستواء ، والذي تحدد فيه درجة الحرارة الصغرى في الشتاء مدى انتشار النباتات في اتجاه القطبين

كما تحدد الحرارة المنخفضة وخاصة التي تحدث التجمد Freezing من انتشار النباتات التي لا تتحمل الصقيع ، لذا فإن انتشار النخيل في الظروف الطبيعية

٢ - حاجة النباتات لفترة حرارة منخفضة . تحتاج كثير من النباتات لفترة يكون فيها الطقس بارداً وذلك حتى تنتقل من الحالة الخضرية إلى الحالة التكاثرية ، إذ أن لدرجة الحرارة المنخفضة ، في كثير من النباتات ، أثر بالغ على بدء تكوين الأصول الزهرية وتكشفها ، وإذا لم تمر النباتات بفترة باردة فإن براعمها الزهرية لا تفتح أو تسقط بعد تفتحها دون أن تعطي ثماراً ويسدورا . وتنتج النباتات ثنائية الحول أعضاء خضرية فقط خلال فصل نموها الأول ، ولا تزهر إلا في فصل النمو الثاني بعد تعرضها لفترة طويلة إلى حرارة الشتاء المنخفضة ، وبدون التعرض لمثل هذه الحرارة المنخفضة تبقى هذه النباتات بحالة خضرية إلى فترة غير محدودة . وقد ثبتت ضرورة تعرض النباتات

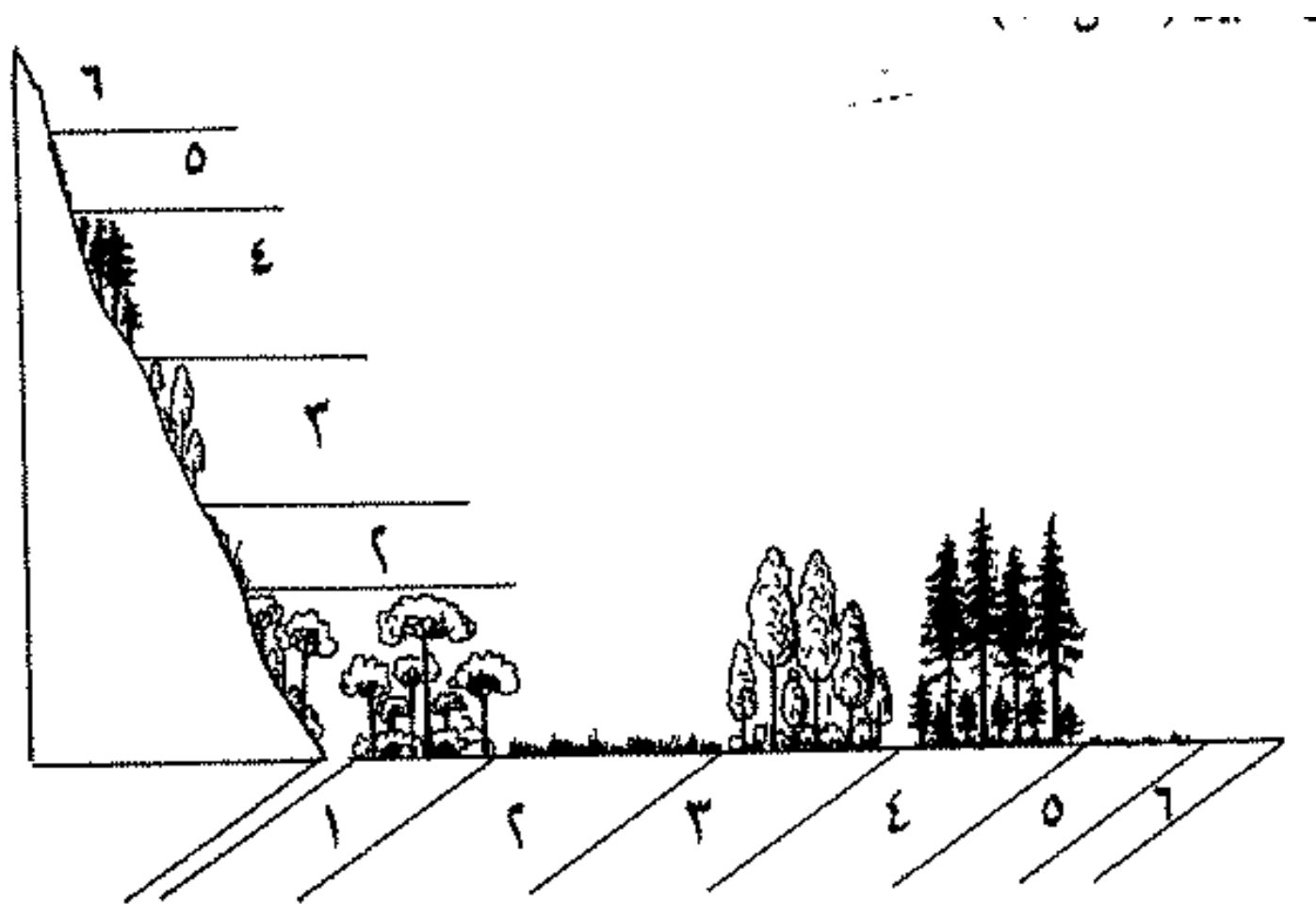
هذه النباتات بحالة خضرية إلى فترة غير محدودة. وقد ثبتت ضرورة تعرض النباتات ثنائية الحول لفترة باردة عندما عرضت لدرجة حرارة منخفضة بصورة صناعية وعرضت بعد ذلك إلى نوبة ضوئية مناسبة فأزهرت في فصل نموها الأول، ويمكن تحقيق ذلك في أية مرحلة من مراحل نمو النباتات بعد تجاوزها مرحلة الإنبات، فإذا عرضت بذور النباتات ثنائية الحول بعد تشرمها الماء وبدء الإنبات إلى درجة حرارة منخفضة (٢ - ٥ درجة مئوية) لمدة ستة أسابيع فإنها تنمو بعد ذلك وكأنها مرت بفترة شتاء بارد وبالتالي تزهر في فصل نموها الأول، إذا ما تعرضت إلى نوبة ضوئية مناسبة، وتسمى عملية معاملة النبات صناعيا بـحرارة منخفضة كي يحقق الإزهار بعملية الإرباع (التربيع) Vernalization or springification، فالإرباع هو إذن تعجيل القدرة على الإزهار بمعاملة باردة،

طبيعية . وتحتاج بذور بعض النباتات للتبريد بعد تشريبها الماء حتى تنبت بصورة مرضية ، كما أن النمو لا يحدث بصورة مرضية ، في أنواع أخرى إلا إذا مرت بفترة باردة أثناء إنبات البذرة أو بعده مباشرة ، وقد اتضح أنه لا بد أن تمر بذور بعض النباتات بفترتي تبريد متتاليتين حتى تستطيع بإدراتها النمو . ويعني ذلك أنها تستطيع أن تنمو في بيئاتها الطبيعية بعد أن تحتار فترة الشتاء الثانية ، ولذلك فإن أنواع النباتات التي تحتاج إلى فترة باردة يقل وجودها في خطوط العرض الدنيا القريبة من خط الاستواء وكذلك في المناطق ذات الشتاء الدافئ وفي سفوح الجبال السفلى وذلك لعدم توفر الشتاء البارد اللازم لإنباتها أو نموها أو تحولها من الحالة الخضرية إلى الحالة التكاثرية .

كما تحتاج الأنواع النباتية المختلفة للبدء بعملية الإنبات والنمو إلى درجات مختلفة من الحرارة، فنباتات المناطق القطبية والألبية* تبدأ بالإنبات والنمو كما وتستطيع أن تزهر بمجرد إنصهار طبقات الثلج، ولكن أنواعا نباتية أخرى لا تنبت إلا في درجة حرارة مرتفعة مثل الذرة *Zea mays* التي تحتاج بذورها إلى درجة حرارة لا تقل عن ١٠ درجة مئوية حتى تنبت والبطيخ *Citrullus vulgaris* والخيار *Cucumis sativa* واللذان لا تنبت بذورهما إلا في درجة حرارة ١٢ - ١٤ درجة مئوية، لذا فإن مثل هذه النباتات لا تتمكن من النمو والإثمار في المناطق المعتدلة الباردة والباردة.

ويعتقد الباحثون أن كل نوع نباتي يحتاج إلى كمية دنيا من الحرارة Minimum amount of heat لإتمام كل مرحلة من مراحل نموه وتكشفه ، وعند حساب هذه الكمية يبدأ باليوم الذي تكون فيه الحرارة القصوى أعلى من الصفر (في المناطق المعتدلة الباردة) وبعدها تضاف درجات حرارة الأيام التالية والتي تزيد فيها الحرارة العظمى عن الصفر وذلك حتى بداية مرحلة معينة من نمو وتكشف النبات (الإزهار، الإثمار

وتتحكم التغيرات المطردة في درجة الحرارة والظروف المناخية الأخرى، من خط الاستواء في اتجاه القطبين وكذلك من سطح البحر إلى قمم الجبال المرتفعة، في توزيع أنواع نباتية أساسية ترافقها نباتات أخرى، وعليه يمكن تمييز سلسلة من هذه التكوينات النباتية المتميزة عبر اليابسة من منطقة خط الاستواء حتى القطبين، سنتعرض لها بشيء من التفصيل في أبواب لاحقة من هذا الكتاب. كما تحتوي الجبال المرتفعة على تكوينات نباتية مماثلة للتكوينات النباتية الممتدة بين خط الاستواء والقطبين (شكل ١٦).



شكل (١٦) توزيع أنماط الغطاء النباتي من خط الاستواء إلى القطب الشمالي ومن قاعدة الجبال إلى قممها في أمريكا الشمالية.

- | | | |
|-------------------|-------------------|--------------------------------|
| ١ - غابة مدارية | ٢ - صحارى أو سهوب | ٣ - غابات معتدلة ساقطة الأوراق |
| ٤ - غابات مخروطية | ٥ - تندرا | ٦ - ثلج وجليد |

وسندرس فيما يلي تأثير عوامل الوسط على توزيع النباتات .

١ العوامل المناخية Climatic Factors

اولا : درجة الحرارة

ثانياً : الهطول Precipitation

يعتبر الماء واحداً من أهم العوامل البيئية تأثيراً في نمو الأنواع النباتية وانتشارها سواء في المناطق الجغرافية المختلفة أو في حدود المنطقة الواحدة، وبالرغم من أن أكثر أشكال الماء تأثيراً في النباتات هي الأمطار فإن لأشكال الماء الأخرى من ثلج وندى وبخار ماء وغيرها أهمية في حياة النباتات .

١ - كمية الأمطار

تختلف كمية الأمطار من منطقة جغرافية نباتية إلى أخرى ، فأكثر المناطق غزارة بالأمطار هي المناطق الاستوائية

التي تتراوح فيها كمية الأمطار بين ٢٠٠ و ٤٠٠ سم .
، أما أقل المناطق أمطارا فهي الصحاري (الصحراء

حيث

لا تزيد كمية الأمطار السنوية فيها عن ٢٥ - ٣٠ سم سنويا وعلى الأغلب أقل من ذلك بكثير ، فمثلا لا يزيد متوسط الأمطار السنوية في بخارى (آسيا الوسطى) عن ١٣,٥ سم وفي القاهرة عن ٣ سم وفي الرياض عن ١١ سم وفي بعض صحاري تشيلي عن ٥,٥ سم ، كما لا تسقط الأمطار في بعض أجزاء الصحراء الكبرى مدة عدة سنوات متتالية ، أما في بقية المناطق الجغرافية فتتراوح كمية الأمطار السنوية بين ٢٥ و ٢٠٠ سم

إن لشدة سقوط الأمطار أهمية كبيرة في نمو النباتات وتوزيعها، فالأمطار الغزيرة لا تفيد النبات كثيرا وغالبا لا تمتص التربة منها إلا الجزء القليل والقسم الأكبر يشكل

???

سيولا تجرف الترب وتعري الجذور السطحية للنباتات، أما الأمطار خفيفة الشدة فهي أكثر فائدة نظرا لامتصاص التربة لها بشكل كامل تقريبا. هذا ولا يصل سطح التربة كامل الأمطار الساقطة، فجزء منها يقع على النباتات ويعود فيتبخر مرة ثانية قبل وصوله إلى التربة، فغابة الصنوبر *Pinus* تحتجز حوالي ١٣ - ١٤٪ من كمية الأمطار الساقطة، وغابة التنوب *Picea* تحتجز حوالي ٣٦٪ وبصورة عامة فإن كمية الأمطار التي يحتجزها الغطاء النباتي تتوقف على غزارة الأمطار من ناحية (الأمطار الخفيفة يحتجز القسم الأعظم منها أما الغزيرة فيحتجز قسم ضئيل منها) وعلى كثافة الغطاء النباتي من ناحية أخرى، ولهذا فمن المهم جدا حساب كمية الأمطار التي تصل فعليا إلى التربة وليس كمية الأمطار التي يسجلها مقياس الأمطار

إن لتوزيع الأمطار على مدار السنة أهمية كبيرة في توزيع النباتات الجغرافي ، ففي المناطق الاستوائية حيث تتوزع الأمطار بالتساوي تقريباً على مدار السنة نجد الغابات الاستوائية الرطبة المظيرة دائمة الخضرة Evergreen rain forests أما في المناطق المدارية التي لا تتوزع فيها الأمطار بالتساوي على مدار السنة فنجد الغابات المدارية ساقطة الأوراق Tropical deciduous forests علماً بأن درجة الحرارة واحدة تقريباً في كلتا المنطقتين .

أ - كمية الأمطار

ب - أنماط النباتات بالنسبة لعلاقتها بالماء

للماء تأثير كبير على شكل النبات ، وتقسم النباتات حسب علاقتها بالماء إلى
الأقسام التالية :

(أ) النباتات المائية Hydrophytes.

(ب) النباتات الجفافية Xerophytes.

(ج) النباتات الوسطية Mesophytes.

(١) النباتات المائية *Hydrophytes*. إما أن تكون النباتات المائية مغمورة كلياً في الماء مثل *Ceratophyllum* و *Najas* أو أن بعضها منها مغمور في الماء والبعض الآخر طاف على سطح الماء مثل النيوبر *Nuphar luteum* أو أن قسماً منها مغمور في الماء والباقي فوق سطح الماء مثل البوط *Typha* و *Sagittaria* وغيرها . وتتميز النباتات المائية بصفات عدة

نلاحظها في كل فرد منها وتعود هذه الصفات إلى بيئة الوسط المائي الذي تعيش فيه ،
ومن أهم صفات النباتات المائية هي القوام اللين ذلك لأن الأنسجة الدعامية والوعائية

وحتى الغרבالية قليلة ، كما تشكل القشرة ، المؤلفة من نسيج برانشيمي ، القسم الأكبر من الساق ، بينما تمثل الاسطوانة المركزية قسماً صغيراً من الساق على عكس النباتات

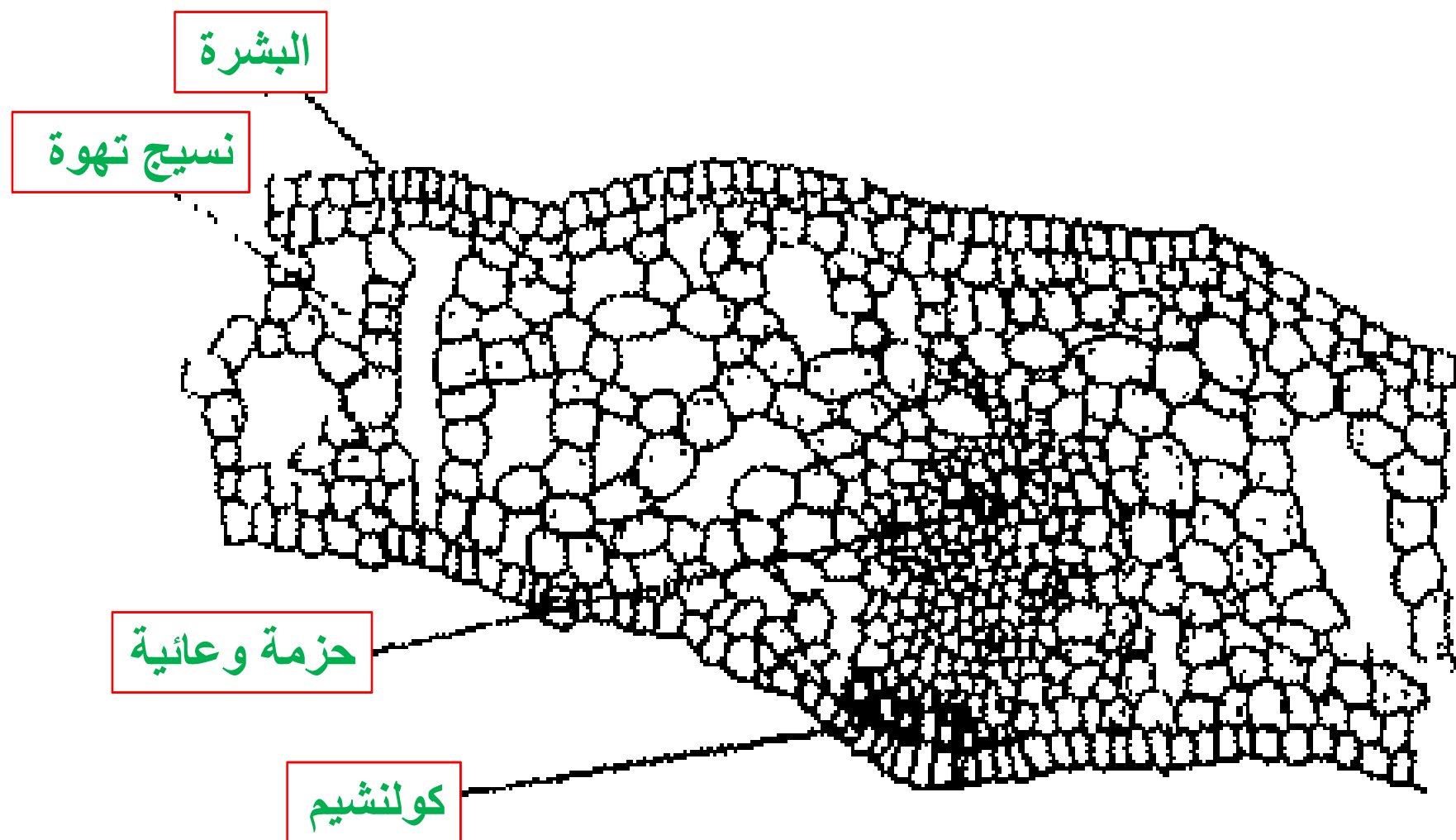
الوسطية التي تشتمل على قشرة رقيقة واسطوانة مركزية واسعة . وتغطي الأوراق بشرة

ذات خلايا كبيرة كثيرة التعرجات مملوءة بالكلوروفيل ، كما تحوي أنسجة النباتات

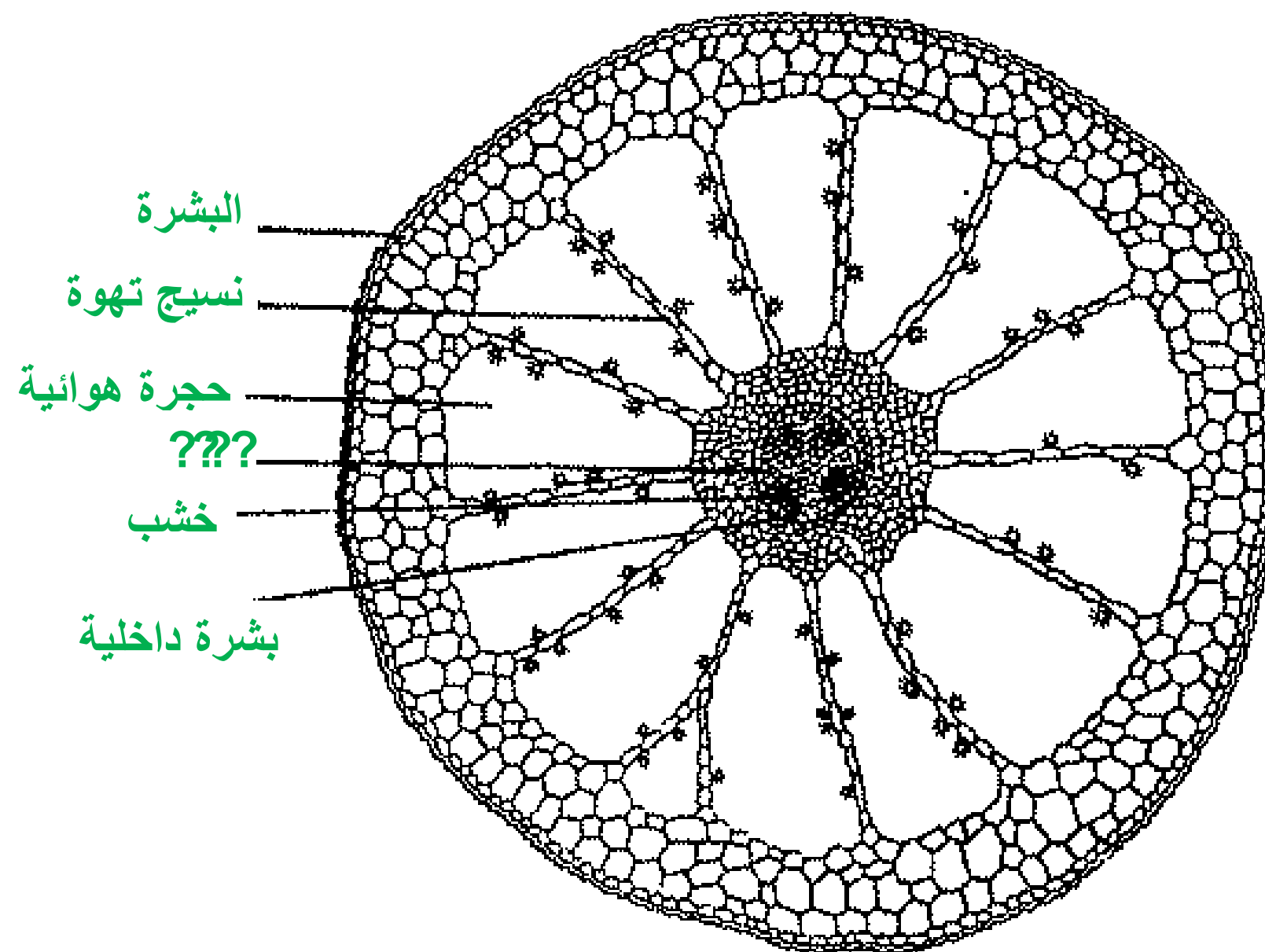
المائية فراغات مملوءة بالهواء وقد تشكل ٧٠٪ من حجم النبات . وتحمل الأوراق الطافية

٤ ثغوراً على سطحها العلوي فقط أما الأوراق الغاطسة فعديمة الثغور ، كما أن الضغط

٥ اللازموزي للعصارة الخلوية منخفض



شكل (١٨ - أ) قطاع عرضي في ورقة نيوطر غاطسة (لاحظ عدم وجود الثغور).



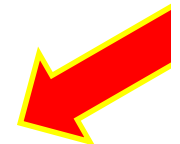
شكل (١٨ - جـ) قطاع عرضي في ساق نبات ميريو فيلدم المائي.

(ب) النباتات الجفافية *Xerophytes*. وهي النباتات التي تعيش في المناطق الجافة الحارة (الصحاري والسهوب) والمتكيفة لتحمل الجفاف وأهم تكيفاتها التالية (شكل ١٩، ٢٠):

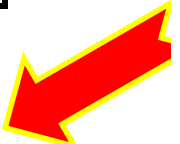
١ - تقليص سطح الورقة، فالأوراق صغيرة تتحول في كثير من الحالات إلى أشواك وعندها تقوم الساق بوظيفة البناء الضوئي.

٢ - الثغور عميقة بحيث تتشكل غرف فوقها يتجمع فيها بخار الماء مما يؤدي إلى إشباع الهواء وبالتالي تقليل شدة النتح. كما أن أوراق كثير من النباتات الجفافية تلتف حوافها وتشكل جوفاً تنفتح عليه الثغور، فالماء الذي يخرج عن طريق النتح يرطب الهواء الموجود في هذا الجوف مما يؤدي إلى ارتفاع رطوبة الهواء فيه وبالتالي نقصان شدة النتح.

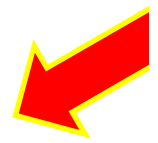
أو توقفه كما هي الحال عند نبات *Stipa* و *Festuca* وقصب الرمال *Ammophila* وغيرها.



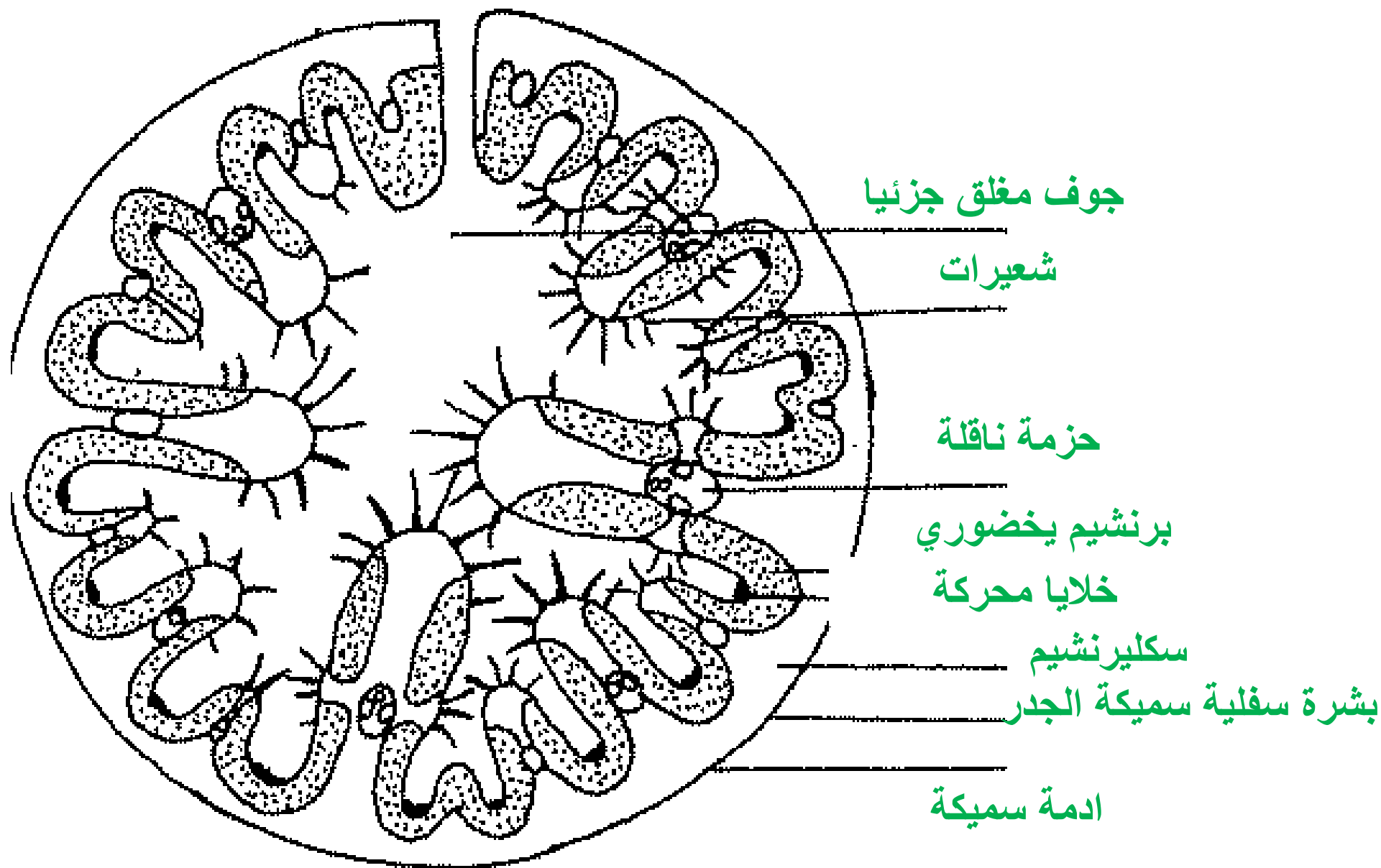
٣ - الورقة مغطاة بأدمة سميكة أو بطبقة من الأوبار وذلك لتخفيف النتح ، كما تكون الورقة في كثير من الأحيان موازية لأشعة الشمس مما يقلل من تأثير الأشعة عليها وبالتالي تخفيف النتح مثل *Lactuca* وغيرها .



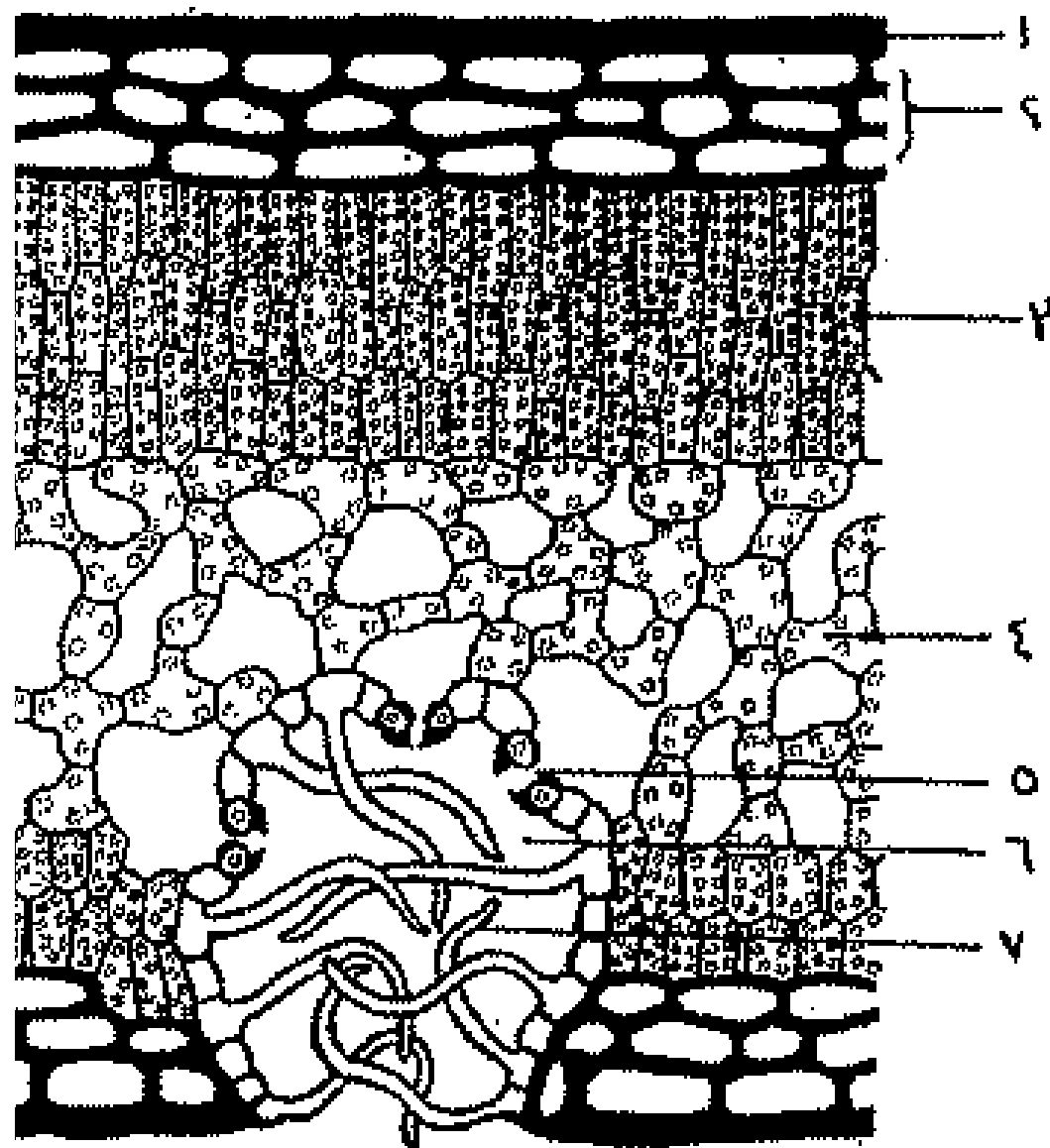
٤ - ارتفاع الضغط الأزموزي لعصارة الخلية إلى ٤٠ - ٦٠ وأحيانا ١٠٠ ضغط جوي وهذا ما يساعد على امتصاص أكبر كمية من الماء ، بالإضافة إلى أنها (عدا النباتات العصارية Succulents) ذات مجموع جذري متطور وعميق يمتص الماء من كافة طبقات التربة .



٥ - القدرة الكبيرة على تحمل نقصان كمية الماء في الأنسجة دون ضرر على العمليات الفيزيولوجية .



شكل (١٩) رسم تخطيطي لقطاع عرضي في ورقة نبات قصب الرمال.



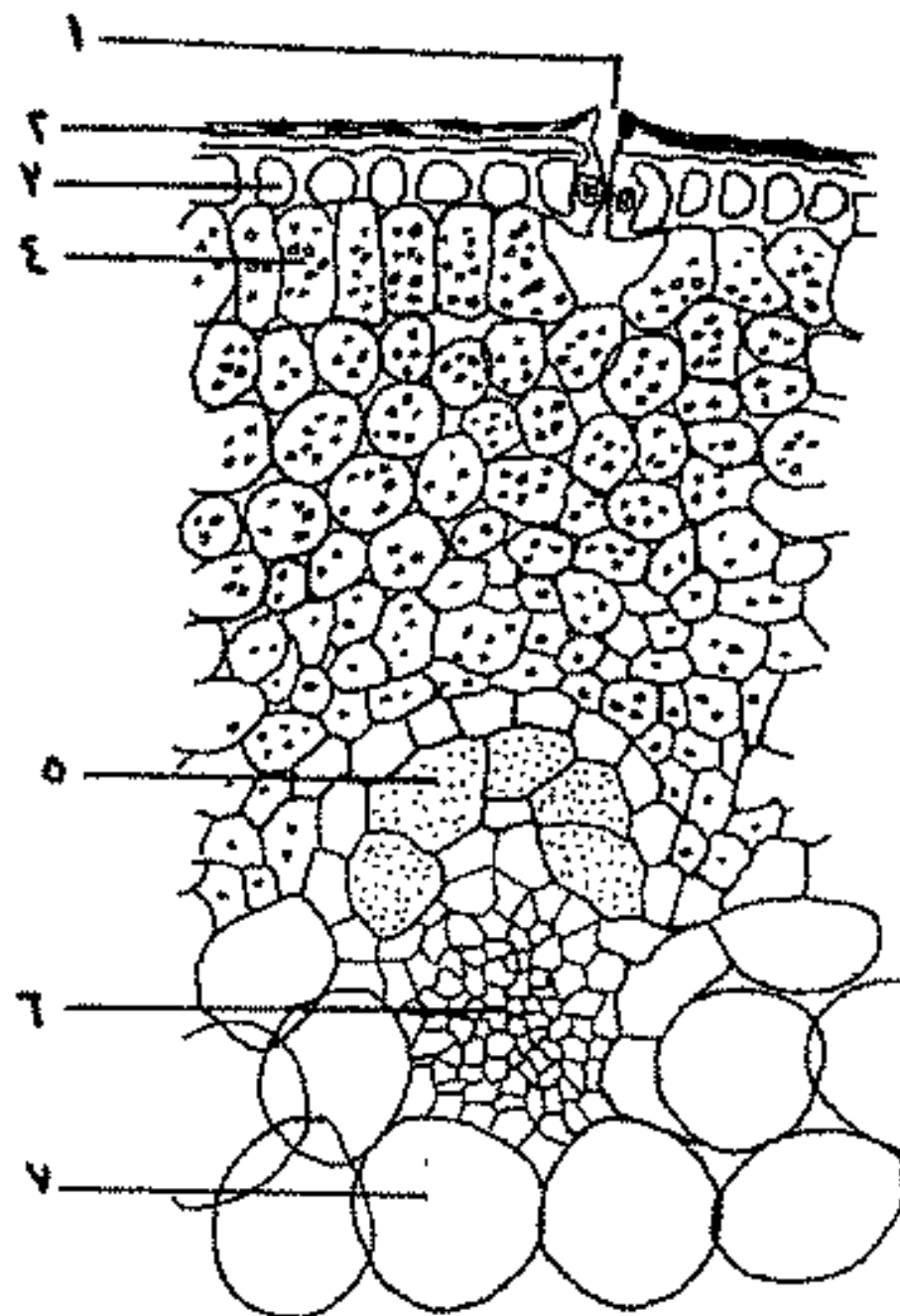
شكل (٢٠) قطاع عرضي في ورقة الذئبة
وهي من النباتات الجفافية .

- | | |
|----------------|-------------------------|
| ١ - أدمة | ٢ - بشرة متعددة الطبقات |
| ٣ - نسيج عمادي | ٤ - نسيج إسفنجي |
| ٥ - ثغر | ٦ - تجويف |
| ٧ - شعيرات | |

وأهم زمر النباتات الجفافية ما يأتي :

١ - نباتات عصارية **Succulents**. وهي نباتات غضة ، الأنسجة المدخرة للماء فيها كثيرة النمو، وتعيش في المناطق التي تتوفر فيها فترة رطوبة مما يسمح لها باختزان الماء في أنسجتها، كما وتغطي سوقها وأوراقها أدمة سميكة وثغورها غائرة، وتصل نسبة الماء في أنسجتها إلى ٩٥٪ من وزنها مثل نبات *Cereus* ، وتغلق ثغورها نهارا ولهذا فالتح عندنا قليل ، فنبات *Echinocactus* نقص وزنه خلال ست سنوات حوالي ١١ كجم (من ٣٧,٨ إلى ٢٦,٨ كجم) علما بأنه لم يقدم له الماء خلال هذه الفترة والنمو عند هذه النباتات بطيء جدا والمجموع الجذري سطحي . كما أن الضغط الازموزي فيها منخفض ويتراوح بين ٣ و ٨ ضغط جوي (شكل ٢١).

سبر (الصبار)



١ - جزء من قطاع عرضي في و١

١ - ثغر

٢ - أدمة

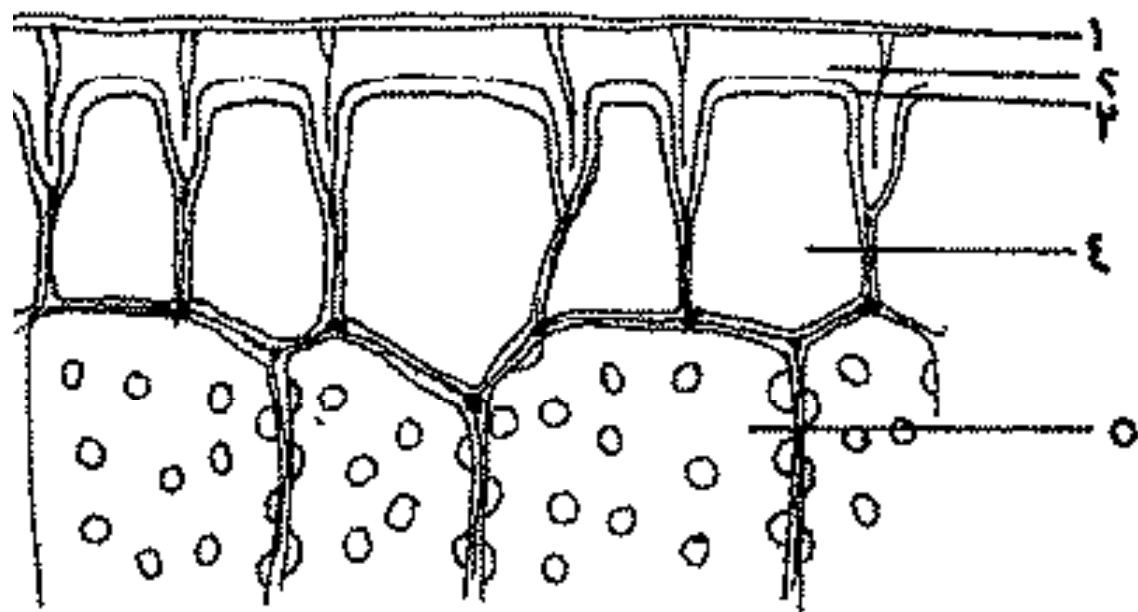
٣ - بشرة

٤ - برتسيم بخضوري

٥ - خلايا تحتوي على الألويين

٦ - حزمة وعائية

٧ - نسيج مدخر للماء



ب - جزء من قطاع عرضي يبين
الأدمة والبشرة في نبات الصبر

١ - أدمة

٢ - جزء مكون من جدر خلايا البشرة

٣ - طبقة سلبولوز

٤ - بشرة

٥ - برنشيم يخضوري

ب - نباتات قاسية **Sclerophytes**. وتتميز عن النباتات العصارية بشكلها الخارجي وخواصها الفيزيولوجية ، فهي قاسية ، نسبة الماء في نسيجها قليلة حتى في الفترة الرطبة ، وتحمل فقدان الماء بنسبة كبيرة دون أن تفقد قدرتها على النمو ، والضغط الأزموزي مرتفع مما يساعدها على امتصاص الماء حتى من التربة الجافة ، والمجموع الجذري عظيم التطور ، وتزيد كتلته عن كتلة مجموعها الخضري ، وتمثلها بعض الأشجار مثل الزيتون والغضا *Haloxylon* وأنصاف الشجيرات مثل الشيح *Artemisia* وغيرها .

جـ - نباتات غضة الأوراق . تنمو في المناطق الجافة بعض النباتات ذات الأوراق المشابهة لأوراق نباتات المناطق الرطبة ، فهي رقيقة طرية غير مغطاة بالأوبار وسريعة الذبول مثل نبات العاقول *Alhagi maurorum* وغيرها ، ومعدل النتح في هذه النباتات مرتفع وذلك لأن المجموع الجذري متطور وعميق وقد يصل إلى أعماق ١٠ - ١٥ مترا وأكثر حيث الرطوبة مرتفعة ، وفي أحيان كثيرة تصل جذورها حتى المياه الجوفية وتسمى هذه النباتات بال-Phreatophytes.

د - نباتات تتفادي الجفاف . وهي نباتات تعيش في المناطق الجافة ولكن فترة النمو الخضري عندها قصيرة (٣ - ٤ أشهر) وتقضي الفترة الجافة من السنة إما على شكل بذور كما في النباتات الحولية Ephemers ، أو على شكل ريزومات أو أبصال وكورمات وغيرها كما في النباتات العشبية المعمرة Ephemeroids وهذه الزمرة النباتية واسعة الانتشار في المناطق الجافة كالصحاري والسهوب .

ب - أنماط النباتات بالنسبة لعلاقتها بالماء
للماء تأثير كبير على شكل النبات ، وتقسم النباتات حسب علاقتها بالماء إلى
الأقسام التالية :

(أ) النباتات المائية Hydrophytes .

(ب) النباتات الجفافية Xerophytes .

→ (ج) النباتات الوسطية Mesophytes .

(ج) النباتات الوسطية *Mesophytes*. وهي النباتات التي تمثل مكانا وسطا بين النباتات الجفافية والمائية، وتسود في المناطق الرطبة، وهذه الزمرة غير متجانسة فقسم منها قريب من النباتات المائية والقسم الآخر قريب من النباتات الجفافية، وأغلبها نباتات معمرة تحوي أنسجتها فراغات هوائية ولكنها قليلة بالمقارنة مع النباتات المائية،

وأوراقها كبيرة، تغطيها أدمة رقيقة، وقلما تكون السورقة مغطاة بالأوبار، ويتراوح الضغط الأزموزي في العصارة الخلوية بين ١٠ - ٢٥ ، وغالبا ما يكون بين ١٠ - ١٥ ضغطا جويا.

ثالثاً : الرياح Wind

للرياح تأثير كبير على نمو الأنواع النباتية وتوزيعها، فالرياح الحارة الجافة لها تأثير

1 ضار على النباتات وذلك عن طريق زيادة النتح، فإذا لم تستطع الجذور امتصاص

كميات كافية من الماء للتعويض عن الماء الذي يفقد عن طريق النتح فإن ذلك يؤدي إلى ذبول النباتات الأمر الذي يلاحظ خاصة في المناطق الجافة. كما أن للرياح تأثير

2 على نمو النباتات، فقد وجد أن النباتات المحمية من تأثير الرياح أفضل نمواً من تلك

التي تعيش في أماكن غير محمية، لذلك فقد درج الفلاحون على إحاطة الحقول بمصدات شجرية إذ تبين أن محصول هذه الحقول يزيد في بعض الحالات بمقدار

١٥ - ٢٠٪ عن محصول تلك الحقول غير المحاطة، بالإضافة إلى ذلك قد تسبب

3 الرياح الشديدة تكسير فروع الأشجار وربما اقتلاعها وخاصة تلك الأشجار سطحية

المجموع الجذري.

4

وللرياح تأثير كبير على انتشار الأنواع النباتية إلى مسافات بعيدة عن مكان نموها (أنظر فصل الانتشار) وهي عامل هام لنقل حبوب اللقاح من زهرة إلى أخرى بالإضافة إلى أثرها على عوامل المناخ الأخرى من حرارة ورطوبة وأمطار، وعلى انجراف التربة وخاصة في المناطق الجافة.

5

اذكري تأثير الرياح علي نمو و توزيع الانواع النباتية ؟

رابعاً: الضوء Light

يعتبر الضوء وأخذاً من العوامل الضرورية لنمو النباتات، فإلى جانب كونه المصدر الرئيسي للطاقة اللازمة لعملية البناء الضوئي فإنه يؤثر على شكل وبنية وتوزيع النباتات، ولكن الضوء، بشكل عام، يلعب دوراً ثانوياً بالمقارنة مع عوامل المناخ

الأخرى في توزيع النباتات جغرافياً، ذلك أنه لا توجد أية منطقة على سطح الكرة الأرضية لا يتوفر فيها الضوء الكافي لنمو النباتات، وحتى في أعماق البحار والمحيطات (حتى عمق ٢٠٠ م تقريباً) فإن الضوء لا يعيق نمو بعض النباتات.

وتختلف علاقة النباتات بالضوء حسب الأنواع فبعض الأنواع لا ينمو إلا في الظل بينما يتطلب البعض الآخر ضوءاً شديداً، وصنف Lundegardh ١٩٣١ النباتات حسب متطلباتها للضوء إلى المجموعات التالية :

١ - النباتات التي لا تحتاج إلى الضوء مطلقاً وتشمل النباتات التي تعيش داخل التربة Edaphophytes والتي تعيش في أعماق البحار والمحيطات وبعض النباتات المتطفلة Endophytes التي تعيش داخل جسم الكائنات الأخرى.

٢ - النباتات التي تحتاج إلى شدة ضوئية منخفضة جداً كتلك التي تعيش في شقوق الصخور Endolithophytes والطحالب التي تعيش في الترب الرملية وغيرها.

٣ - النباتات المحبة للظل كالنباتات التي تنمو في الطوابق السفلية في الغابات شديدة الكثافة.

٤ - النباتات المتحملة للظل وهي ذات مدى واسع ، وبعضها تبدأ بالإنبات في الضوء الضعيف ثم بعد ذلك تحتاج إلى شدة ضوئية مرتفعة .

٥ - النباتات المحبة للضوء مثال ذلك نباتات المناطق الصحراوية الحارة والمناطق الجبلية المرتفعة وغيرها .

وللنبوة الضوئية Photoperiod أو طول الفترة النهارية أهمية كبيرة في نمو النباتات وتكاثرها وبالتالي توزعها على سطح الكرة الأرضية للنبوة الضوئية أهمية كبرى في تحويل النبات من الطور الخضري إلى الطور التكاثري ،

، ولكن هذا يختلف حسب النباتات التي تقسم من هذه الناحية إلى :

١ - نباتات النهار القصير : وهي النباتات التي لاتزهر (أو أن إزهارها يتأخر طويلا) إلا إذا كانت النوبة الضوئية أقل من ١٢ ساعة مثل بعض أنواع التبغ وقصب السكر وقول الصويا وغيرها.

٢ - نباتات النهار الطويل : وهي النباتات التي لاتزهر (أو أن إزهارها يتأخر كثيرا) إلا إذا كانت النوبة الضوئية أكثر من ١٢ ساعة مثل الشعير والسبانخ والحمص وغيرها.

٣ - نباتات النهار المحايد Day-neutral plants أو التي لاتتأثر بالنوبة الضوئية .

وينعكس طول النوبة الضوئية على توزع النباتات على سطح الكرة الأرضية ، فإذا نقلنا نباتات المناطق الاستوائية (حيث النوبة الضوئية قصيرة) إلى المناطق المعتدلة والتي تكون فيها النوبة الضوئية ، في فترة النمو الخضري ، طويلة ، نلاحظ أن جهازها الخضري ينمو بشكل جيد ولكنها لا تزهر في أغلب الأحوال ، ذلك أن النوبة الضوئية غير مناسبة لها ، لذا فإن بقاءها في هذه المناطق يصبح شبه مستحيل إلا إذا كان في مقدورها التكاثر والانتشار خضريا ، وكذلك الأمر في حال نقل نباتات المناطق المعتدلة إلى المناطق الاستوائية فإنها لا تزهر ويصبح استيطانها لهذه المناطق مستحيلاً ، إلا إذا كانت تتكاثر خضريا .

وهكذا نلاحظ أن معظم النباتات التي تعيش في المناطق الاستوائية، حيث لا يزيد طول النهار عن ١٣ ساعة هي من نباتات النهار القصير، أما نباتات النهار الطويل فتعيش في المناطق التي تقع شمال وجنوب خط العرض ٦٠°، وفي المناطق المعتدلة نجد نباتات النهار القصير ونباتات النهار الطويل معا، وتزهر نباتات النهار القصير في أول الربيع ونهاية الصيف والخريف بينما تزهر نباتات النهار الطويل في نهاية الربيع وبداية الصيف، أما الأنواع التي لا تتأثر بطول النهار والتي تزهر في ظروف فترات ضوئية مختلفة

إلى حد كبير فتنتشر في كل مناطق الكرة الأرضية.

٢ عوامل التربة Edaphic (Soil) Factors

للتربة أهمية بالغة في حياة النباتات ذلك أن التربة تشكل الوسط الذي تنبت فيه النباتات وتجد فيه الماء والأملاح المعدنية والمواد العضوية اللازمة لنموها. وتختلف الترب عن بعضها في خواصها الفيزيائية والكيميائية وهذا بدوره ينعكس على الكائنات الدقيقة التي تعيش فيها.

أولاً : الخواص الفيزيائية للتربة

١ - عمق التربة Soil depth

إن لعمق التربة ، الذي ينتج عن تأثير عوامل المناخ والعوامل الحيوية ، أهمية كبيرة في حياة النباتات . ونتيجة لتأثير العوامل المناخية والعوامل الحيوية على الصخور الأم تتشكل ثلاث طبقات ، الأولى سطحية وتتألف من جزئيات دقيقة هي التربة نفسها

1

2

ويليها طبقة أخرى بدأ فيها التفتت ولكنه لم يكتمل وتسمى تحت التربة Subsoil ثم

3

طبقة الصخور الأم التي لم تتأثر بفعل التفتت . وإن لعمق التربة تأثير على انتشار

النباتات ، ذلك لأن التربة السطحية غير العميقة لا تمتص إلا كميات قليلة من مياه

الأمطار التي سرعان ما تبخر بالإضافة إلى أنها لا تتمكن من تثبيت النباتات الشجرية

والشجيرية ، أما التربة العميقة ، فعلى العكس ، تمتص كميات كبيرة من مياه الأمطار

وتحتفظ بالقسم الأكبر في الطبقات السفلية منها ولا تفقده بالتبخر وبالتالي توفر ظروفًا

أفضل للنباتات التي يتمكن مجموعها الجذري من التعمق فيها .

ب - قوام التربة Soil texture

يقصد بقوام التربة حجم الحبيبات التي تتألف منها التربة والتي تتراوح بين الحصى Gravel والطين Clay. ويوجد بعض التفاوت في تحديد حجم الحبيبات التي تتألف منها التربة ولكن الأحجام المعترف بها عالمياً وفقاً لقرارات المؤتمر العالمي الأول لعلم التربة في عام ١٩٢٧ ، (انظر Daubenmire ١٩٧٤) هي كالآتي :

- حصى خشن Coarse gravel قطره أكثر من ٥مم .
- حصى ناعم Fine gravel قطره من ٢ وحتى ٥مم .
- رمل خشن Coarse sand قطره من ٢ , ٠ وحتى ٢مم .
- رمل ناعم Fine sand قطره من ٢ , ٠ وحتى ٠,٢ مم .
- طمي (سلت) Silt قطره من ٠,٢ , ٠ وحتى ٠,٠٢ مم .
- طين (صلصال) Clay قطره أقل من ٠,٠٢ مم .

التقسيم الميكانيكي للتربة على اساس حجم الحبيبات

يعرف تقسيم التربة على أساس حجم الحبيبات المكونة لها بالتقسيم الميكانيكي أو الطبيعي ، وتتفاوت التربة على أساس هذا التقسيم بين التربة الطينية أو الصلصالية Clay soils والتي تتألف أساساً من الطمي (السلت) والطين ، والتربة الطفلية أو اللومية Loamy soils والتي تتألف من حبيبات متوسطة الحجم ثم التربة الرملية Sandy soils وهي المؤلفة أساساً من حبيبات الرمل ، أما التربة الحصوية فيسود فيها الحصى .

ولقد وجد المشتغلون بعلم النبات أن قوام التربة من أهم خواصها التي تؤثر على

- 1 النبات من نموه وتوزع ، فالترب الطينية هي ترب ثقيلة القوام حبيباتها متماسكة قليلة المسامية تغدو لزجة عند تشبعها بالماء وتتحول إلى كتل صلبة مندجة عند جفافها لذا
- 2 تعتبر صعبة في العمليات الزراعية ، ومثل هذه الترب قليلة النفاذية للماء لذا فإن المياه
- 3 لا تتسرب إلى أعماق كبيرة داخلها وتفقد قسما كبيرا من مياه الأمطار عن طريق الانسياب السطحي ، وتحتفظ أيضا بالجزء الأكبر من الماء في طبقاتها العليا مما يعرض التربة للجفاف السريع نتيجة التبخر. وتتميز بالإضافة إلى ذلك بخاصيتها الشعرية

التربة للجفاف السريع نتيجة التبخر. وتتميز بالإضافة إلى ذلك بخاصيتها الشعرية الكبيرة فالماء يرتفع حتى يصل سطح التربة حيث يتبخر لذا فإنها تجف على أعماق كبيرة. ولكن من ناحية ثانية تمتاز هذه التربة بقدرتها الكبيرة على الاحتفاظ بكميات كبيرة من الماء الذي يصل إليها. وتعمق التربة الطينية اختراق الجذور السريع لها مما يحد من وصول جذور البادرات إلى طبقات التربة العميقة الرطبة قبل حلول الجفاف وتظهر أهمية ذلك في المناطق التي تهطل فيها الأمطار على فترات متباعدة، ففي مثل هذه الظروف غالباً ما تموت البادرات في فترة الجفاف لأن جذورها لم تتمكن من اختراق التربة ثقيلة القوام بسرعة قبل جفاف طبقات التربة العليا.

وتتوقف كمية الماء غير المتيسر (غير المتاح) Unavailable water في التربة على قوامها وتتراوح بين ١٥ و ٢٠٪ في الترب الطينية و ١٪ في الترب الرملية ، فالترب ثقيلة

القوام ، نظرا لاحتوائها على نسبة مرتفعة من الغروانيات ، تحتفظ بالماء ، الذي لا تستطيع الشعيرات الجذرية امتصاصه ، بنسبة أعلى بكثير من الترب الرملية . هذا وقد وجد الباحثون علاقة واضحة بين انتشار نوع معين من النباتات وكمية مياه الأمطار ونوع التربة (شكل ٢٢) ، فقد أوضح Smith ١٩٤٩ أن نبات السمر Acacia tortilis ينمو في الترب الرملية ، بالقرب من الخرطوم في السودان ، إذ كان متوسط الأمطار السنوية ١٥٠ مم بينما في الترب الطينية ، في منطقة كسلا ، يحتاج لمتوسط أمطار سنوية حوالي ٣٠٠ مم .

أما الترب الرملية فتتميز بنفاذيتها العالية للماء الذي غالباً ما يصل إلى المياه الجوفية، كما أن قدرتها على الاحتفاظ بالماء ضعيفة وتتراوح بين ٢ و ٥٪ حسب حجم الحبيبات المكونة لها، والخاصة الشعرية فيها ضعيفة لذا تجف منها الطبقة السطحية فقط أما الطبقات العميقة منها فغالباً ما تكون رطبة حتى في أيام القىظ، كما ولا تعوق نمو المجموع الجذري بالإضافة إلى تهويتها الجيدة.

جـ - النظام الهوائي والحراري للتربة

تتوقف كمية الهواء في التربة على خواصها الفيزيائية وعلى الظروف التي تتعرض لها، ويمكن القول بأنه كلما كانت التربة مفككة وحيياتها كبيرة كلما كانت مساميتها وتهويتها أفضل وبالتالي يسهل وصول الأكسجين إلى جذور النباتات التي تنمو فيها، وكلما كانت التربة دقيقة متماكسة ودائمة التشبع بالماء كلما كانت سيئة التهوية.

إن لكمية الهواء في التربة أهمية قصوى للنباتات وللكائنات الدقيقة التي تعيش في التربة، ويؤدي سوء تهوية التربة إلى إعاقة إنبات البذور ونمو الجذور مما يؤثر على امتصاص الماء والأملاح المعدنية. فقد وجد الباحثون أن معدل نمو الجذور يضعف في معظم الأنواع النباتية عند زيادة رطوبة التربة إلى أكثر من سعتها الحقلية وذلك بسبب سوء تهويتها وبالتالي نقص الأكسجين اللازم لتنفس الجذور.

يختلف النظام الحراري للتربة باختلاف خواصها الفيزيائية، فالتربة داكنة اللون تسخن بسرعة أكثر من التربة ناصلة اللون، وكذلك تسخن التربة الجافة بسرعة أكثر من التربة الرطبة ذلك لأن قسما من الحرارة يذهب إلى تبخر الماء.

ولدرجة حرارة التربة وتمهويتها أهمية كبيرة في توزيع النباتات، فالترب معتدلة الحرارة تشجع إنبات البذور السريع أما الترب الباردة فتعيق الإنبات على الغالب، كما تؤثر درجة حرارة التربة تأثيرا كبيرا على نمو المجموع الجذري وعلى امتصاصها للماء والأملاح المعدنية. فأنخفاض درجة الحرارة يحدث أنخفاضا في قدرة الجذور على امتصاص الماء. ويتوقف هذا على نوع النبات، ولكن النباتات، بصورة عامة،

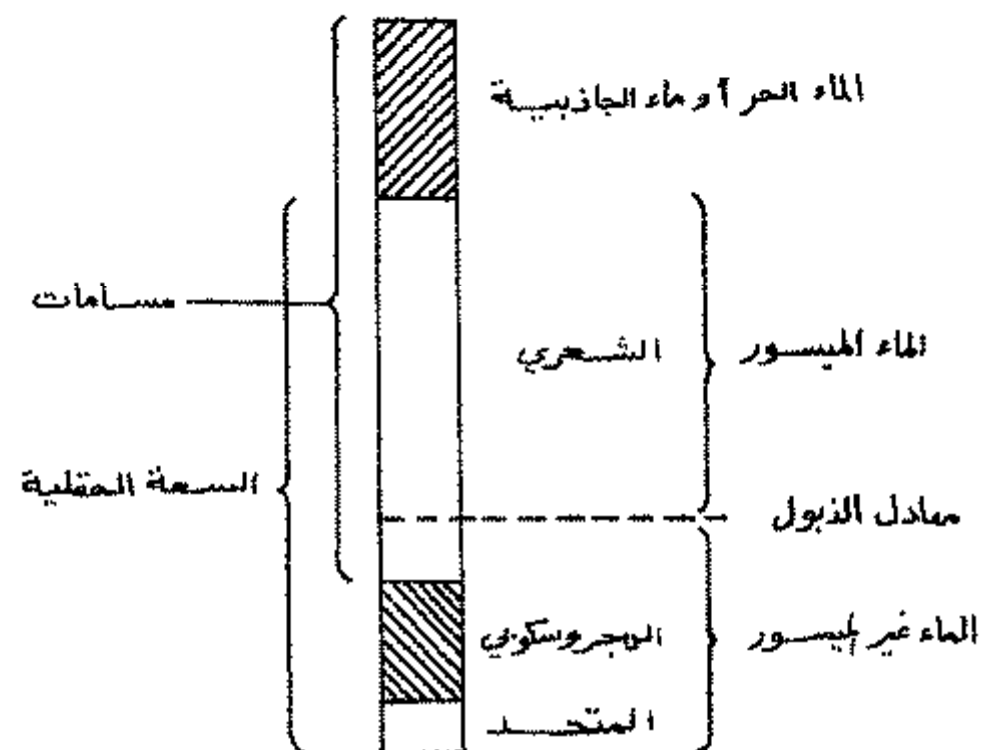
لاستطيع امتصاص الماء من الترب المتجمدة رغم توفر الماء فيها مما يقلل كثيرا من إمداد النباتات بالماء وهذا ما يسمى بالجفاف الفيزيولوجي على نحو ما يكون في المناطق الباردة في التندرا Tundra والتايغا (التايغا) Taiga وأعالي الجبال.

وتلعب درجة حرارة التربة دورا هاما في حياة الكائنات الدقيقة التي تعيش فيها والتي لها دور أساسي في تحليل البقايا النباتية وتحسين خواص التربة الفيزيائية وزيادة خصوبتها، فبكتيريا التربة، مثلا، لا تبدأ نشاطها إلا إذا وصلت درجة حرارة التربة إلى ١٠ - ١٢°م ويقل أو ينعدم نشاطها دون هذه الدرجة.

د - رطوبة التربة Soil moisture

يوجد الماء في التربة بأشكال مختلفة . فبعد سقوط الأمطار الغزيرة أو الري ، تتشبع الطبقة السطحية من التربة ويتسرب الماء الزائد إلى الأسفل خلال الطبقات الجافة من التربة بفعل الجاذبية الأرضية تاركا طبقة رطبة أثناء حركته ، وإذا كانت كمية الماء كبيرة فإن الطبقة الرطبة من التربة تزداد سمكاً حتى تتصل مع الجزء دائم الرطوبة أو مع المياه الجوفية . ويسمى الماء الذي لا يمكن للتربة الاحتفاظ به ضد فعل الجاذبية الأرضية ، والذي يستمر في التسرب حتى يصبح جزءاً من المياه الجوفية ، بالماء الحر أو ماء الجاذبية Free or gravitational water. والماء الحر يكون متيسراً للنباتات فقط عندما تكون الرخات المطرية متعاقبة في خلال فترة قصيرة كما يؤدي إلى سوء تهوية التربة ويطرد الهواء من بين جزيئاتها . وحينما يتوقف تسرب الماء إلى الأسفل ، بتأثير الجاذبية الأرضية ، تبلغ التربة سعتها الحقلية Field capacity وعندها تحتوي على الكمية المثلى من الماء اللازم لنمو النباتات . وماء التربة عند سعتها الحقلية هو مجموع الماء الشعري Capillary water والماء الهيجروسكوبي Hygroscopic water والماء المتحد Combined water وبخار الماء Water vapour (شكل ٢٣) .

الماء الشعري هو الماء الذي تمسكه جزيئات التربة ويكون على شكل طبقات Films تحيط بجزيئات التربة وكذلك بصورة قطرات صغيرة معلقة في زوايا الفراغات بين جزيئات التربة وقد يملأ الفراغات الصغيرة، وتتراوح القوة التي تمسك بها



شكل (٢٣) رسم تخطيطي يوضح أشكال ماء التربة.

جزيئات التربة الماء الشعري بين ١ , ٠ و ٣٠ ضغطاً جويّاً، كما تشابه حركة وصعود الماء الشعري في التربة حركة وصعود الماء في الأنابيب الشعرية لذا فقد سمي بالماء الشعري . وتكون حركة الماء الشعري دوماً نحو المناطق الأكثر جفافاً (نحو سطح التربة) . ويختلف ارتفاع الماء الشعري حسب قوام التربة، فكلما كانت جزيئات التربة دقيقة كلما كان ارتفاع الماء الشعري أكثر، وعليه فإن ارتفاع الماء الشعري في الترب الطينية أكثر منه في الترب الرملية .

ويملاً بخار الماء الفراغات بين جزيئات التربة حينها تكون خالية من الماء الحر أو الماء الشعري .

ويشكل الماء الهيجروسكوبي غشاء رقيقاً جداً يلتصق بجزيئات التربة ولا يتحرك بصورة سائلة، هذا وتتراوح القوة التي تمسك بها جزيئات التربة بالماء الهيجروسكوبي بين ٣١ و ١٠٠٠٠ ضغط جوي، هذا ولا تفقد التربة الماء الهيجروسكوبي إلا إذا

ارتفعت درجة حرارتها إلى ١٠٠ - ١٠٥°م، ومن هذا يتضح أن النبات لا يستفيد من الماء الهيجروسكوبي.

والماء المتحد هو الذي يدخل في تركيب ذرات التربة وللتخلص منه نحتاج إلى درجة حرارة عالية تصل أحيانا إلى ٧٠٠ درجة مئوية.

ولا تستطيع الجذور امتصاص كل الماء الموجود في التربة، حيث يذبل النبات ويفقد القدرة على إبقاء خلاياه في حالة امتلاء بالرغم من أن التربة لا تزال تحتوي على قدر من الماء، ويعرف الماء الذي لا يستطيع النبات امتصاصه بالماء غير الميسور Non-available water وهو عبارة عن الماء الهيجروسكوبي والماء المتحد وجزء من الماء الشعري وبخار الماء وتعتبر التربة جافة عندما لا يكون فيها من الماء الميسور ما يكفي لمنع النبات من الذبول الدائم، ويطلق على النسبة المئوية للمحتوى المائي في هذه الحالة اسم معامل الذبول Wilting coefficient أو النسبة المئوية للذبول الدائم Permanent wilting percentage.

ويتوقف مقدار الماء غير الميسور على قوام التربة ويتراوح بين ١٪ في التربة الرملية الخشنة و ١٥ - ٢٠٪ في التربة الطينية ثقيلة القوام ، وهكذا يتضح أن التربة الرملية بالرغم من قلة محتواها المائي عند تشبعها إلا أنها أكثر سخاء بها إذا قورنت بالتربة الطينية .

وتعتمد كمية الماء غير الميسور في التربة أيضا على تركيز الأملاح الذائبة في التربة ، فقد يكون محلول الترب الملحية زائد التركيز وعندها لا تتمكن النباتات الوسطية Mesophytes من امتصاص الماء أو قد يكون محلول التربة قليل التركيز ولكن إلى حد لا يسمح إلا بامتصاص القليل من الماء .

ويعرف المحتوى المائي للتربة في المدى بين السعة الحقلية (كحد أعلى) والنسبة
المشوية للذبول الدائم (كحد أدنى) بالماء الميسور Available water أو ماء النمو Growth

water وهو الماء الذي يعتمد النبات عليه من أجل نموه.

وهناك عوامل عديدة تحدد كمية الماء الميسور في التربة أهمها كمية الأمطار إذ تزيد عادة كمية الماء الميسور في التربة بتزايد كمية الأمطار الهاطلة ، إلا أن الأمطار التي تسقط على شكل رخسات عنيفة ولفترات قصيرة قد لا تتيح الفرصة للتربة لامتصاص كمية كبيرة منها والقسم الأكبر من هذه الأمطار يضيع على شكل سيول سطحية . وتلعب التضاريس دورا هاما فالأراضي المرتفعة تفقد مياه الأمطار بسرعة بواسطة السيول السطحية بينما تتجمع المياه في الأماكن المنخفضة مما يزيد من الماء الميسور فيها . ويحدد معدل تسرب الماء إلى داخل التربة أيضا محتواها المائي ، فمعدل التسرب مرتفع في التربة الرملية وقليل في التربة الطينية ، وتلعب المياه الجوفية وعمقها ومستوى ارتفاع الماء الجوفي دورا في زيادة الماء الميسور في التربة أو نقصانه .

ويؤثر الماء الميسور في نمو الغطاء النباتي كما ونوعا وكذلك على توزيع النباتات ، ويظهر ذلك جليا في المناطق الجافة حيث يكون الماء عاملا محددا .

ثانياً : الخواص الكيميائية للتربة

للتربة تركيب كيميائي معقد ويتوقف على طبيعة الصخور الأم التي تشكلت منها التربة وعلى البقايا النباتية والحيوانية ، ومن أهم مكونات الترب الكيميائية والتي تؤثر على حياة النباتات :

- أ - الكوارتز Quartz والذي يشكل الجزء الأعظم من الترب الرملية.
- ب - سيليكات الألومنيوم Aluminium silicate وهي المكون الأساسي للترب الطينية.
- ج - كربونات الكالسيوم والتي تسهم بدرجة كبيرة في تشكيل الترب الجيرية والكلسية Chalk and limestone.
- د - الدُّبال Humus وهو مركبات عضوية نتجت من البقايا النباتية والحيوانية بعد

وتعتبر هذه المكونات الأربعة أهم العناصر المكونة للتربة والتي يبنى عليها تصنيفها إلى تربة رملية Sandy soils وطينية Clay soils وكلسية Calcareous soils وعضوية Organic soils. إن ارتباط توزيع النباتات بهذا التصنيف العريض للتربة واضح إلى درجة كبيرة، فالأنواع النباتية التي تعيش في التربة الرملية تختلف عن تلك التي تعيش في التربة الطينية أو الكلسية أو العضوية.

وتعكس أنواع النباتات التي تعيش في تربة معينة، ومقدار ما تبلغه من نمو وكذلك مظهرها الخارجي، صورة صادقة لخصب التربة أي لما تحويه التربة من هذه العناصر، وإن نقص أي عنصر من هذه العناصر يؤثر تأثيرا كبيرا على نمو النبات وتظهر عليه أعراض مرضية خاصة بكل عنصر.

وتنمو النباتات التي تتميز بسرعة النمو وبأحجام كبيرة في بيئات تتميز بخصوبة
ترمها ذلك أنها تحتاج إلى كميات كبيرة من العناصر الغذائية، أما النباتات بطيئة النمو
وصغيرة الحجم وذات الاحتياجات القليلة من العناصر الغذائية فتتغذى في بيئات ذات
ترب فقيرة بهذه العناصر كما أنها قد لا تستطيع أن تنمو في البيئات ذات الترب الخصبة
لأنها لا تتمكن من منافسة الأنواع التي تعيش في الترب الخصبة والتي تمتاز بقدرتها العالية
على المنافسة

وتعتبر مثل هذه الأنواع ذات أهمية كبيرة إذ يمكن عن طريقها معرفة نوع

التربة وتركيبها دون إجراء تحليل مسبق لها وتسمى هذه النباتات بالنباتات الكاشفة أو
الدالة Indicators ومن أمثلتها:

أ - النباتات المحبة للنيتروجين **Nitrophytes or Nitrophylous plants**

وهي النباتات التي تعيش على التربة الغنية بالسواد النيتروجينية وخاصة في الأماكن القريبة من سكن الإنسان ومن أمثلتها نبات القريص *Urtica* والبيلسان *Sambucus* وغيرها .

ب - النباتات الملحية **Halophytes**

وهي النباتات التي تعيش على الترب الملحية ،
مثل *Salicornia* و *Suaeda* ، تنمو بصورة أفضل في الترب الملحية منها في الترب قليلة الملوحة .

ويلعب الدبال Humus دورا كبيرا في تحديد درجة حموضة التربة ، ذلك لأن الدبال حامضي في تفاعلاته ويعزى ذلك إلى الأحماض التي تنتج أثناء عملية تفكك البقايا العضوية وإلى الأحماض التي تفرزها جذور النباتات ، وعليه فإن وجوده بكميات كبيرة وخاصة في الترب غير القلوية يجعل التربة أكثر حامضية . وتختلف النباتات كثيرا في درجة تحملها للترب الحمضية Acid soils والقلوية Alkaline soils لدرجة يمكن تمييز نباتات محبة للحموضة Calcifuges ونباتات محبة للقلوية Calcicoles ، ويرتبط توزيع هذه النباتات ارتباطا وثيقا بأنواع الترب التي تناسبها . ففي الترب عالية الحموضة لا نجد إلا النباتات المتخصصة والمحبة للحموضة منها النباتات آكلة الحشرات مثل ورد الشمس *Drosera* وخناق الذباب *Dionaea* وغيرها .

ولقد أوضحت الدراسات المتعلقة بكيمياء التربة أن زيادة حموضة التربة ينتج عنها زيادة في ذوبان الحديد والألومينيوم والمنغنيز في محلول التربة لدرجة تعوق نمو (وقد تقتل) النباتات القلوية، النباتات التي تتحمل السمية الناتجة عن الحديد والألومينيوم بدرجة كبيرة هي النباتات التي تنمو في

بيئاتها الطبيعية في التربة الحامضية، أما النباتات التي يتأثر نموها بالسمية الناتجة عن هذه العناصر فإنها تنمو عادة في بيئاتها الطبيعية في الترب القلوية أو المتعادلة، وقد نفس الظاهرة بالنسبة للنباتات الحمضية والقلوية فيما يتعلق بتحملها للسمية الناتجة عن المنغنيز.

ومن أمثلة التربة شديدة القلوية والتي تؤثر على توزيع النباتات التربة التي توجد على شواطئ البحار والتي تتميز بارتفاع تركيز الأملاح في محاليلها، تنمو في هذه التربة نباتات متخصصة هي النباتات الملحية.

٣ العوامل الحيوية Biotic Factors

لا تتأثر النباتات بعوامل البيئة المناخية والتربة فقط وإنما أيضا بالوسط الحيوي الذي يحيط بها. ويطلق على مجمل التأثيرات المتبادلة بين الكائنات الحية المختلفة اسم العوامل الحيوية Biotic factors تشمل هذه العوامل تأثيرات النباتات بعضها على بعض وتأثير الكائنات الدقيقة والحيوانات وكذلك الإنسان على النباتات. وستعرض فيما يلي إلى العوامل الحيوية التي تسود بين الكائنات وتأثيرها على حياة النباتات وتوزعها.

التطفل Parasitism

التطفل علاقة شائعة بين النباتات يعتمد فيها نوع نباتي على نوع آخر في الحصول على غذائه كلياً (كاملة التطفل Complete parasite) أو جزئياً (نصف متطفلة Hemiparasite). وينتمي إلى النباتات كاملة التطفل الكثير من الأنواع الزهرية مثل الهالوك *Orobanch* و *Cistanche* والتي تتطفل على جذور النباتات، والحامول *Cuscuta*

الذي يتطفل على المجموع الخضري للنباتات، والكثير من النباتات الدنيا مثل بعض الفطور (صدأ القمح *Puccinia graminis*). أما النباتات نصف المتطفلة فمن أمثلتها نبات الهدال *Loranthus curviflorus* (شكل ٢٤) الذي يتطفل على المجموع الخضري لنباتات الأكاشيا، والذي تقوم أوراقه الخضراء بعملية البناء الضوئي وبذلك يؤمن غذاءه العضوي ويحصل على احتياجاته الغذائية الأخرى من النبات العائل.

ويضعف الطفيلي نمو النبات العائل ويجعله أقل قدرة على منافسة النباتات الأخرى أو قد يسبب موته وبذلك يحد من انتشاره وتوزيعه، ونظرا للعلاقة الوثيقة بين النباتات المتطفل والنبات العائل فإن مدى انتشار وتوزيع النبات المتطفل يتوقف على مدى انتشار النبات العائل.

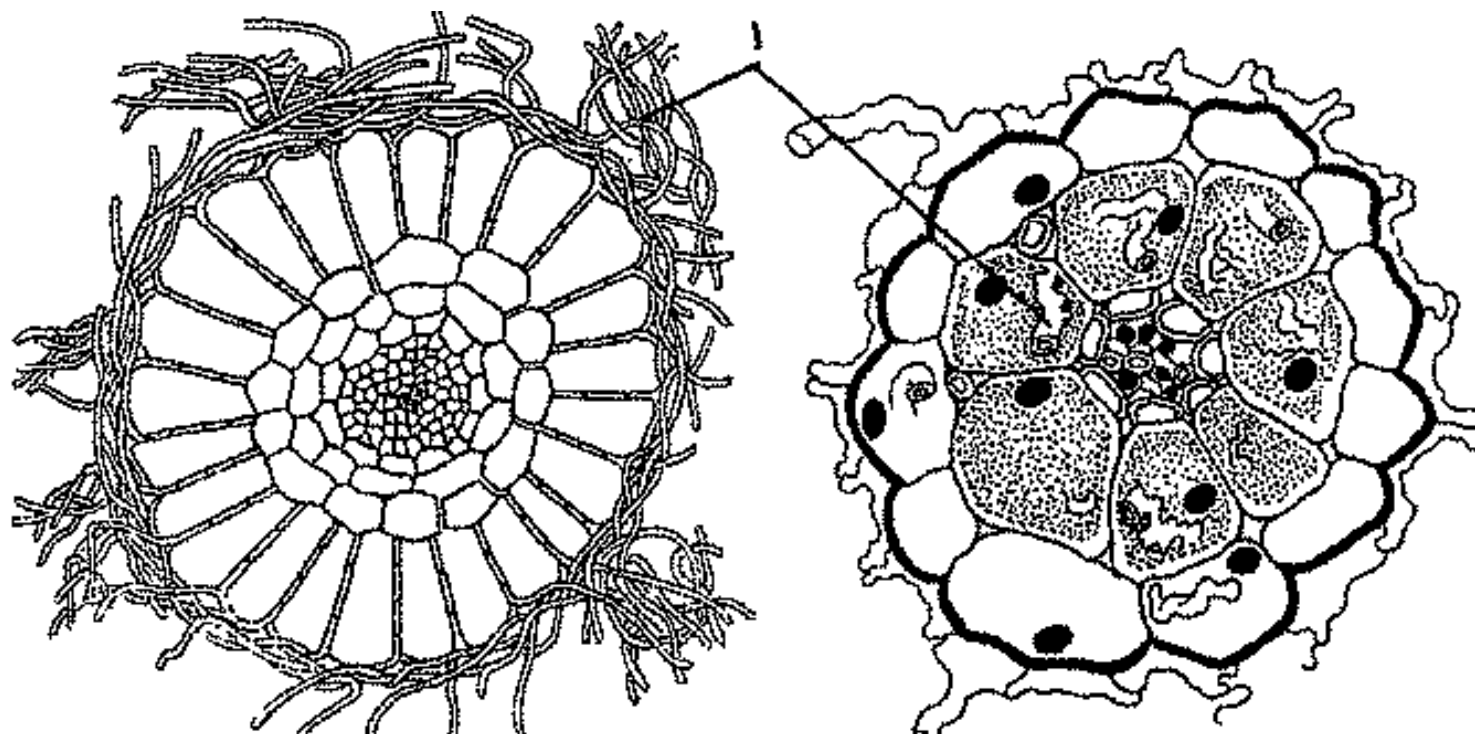
التكافل Symbiosis

يتمثل التكافل في العلاقة بين نباتين يعيشان معاً، وهناك نوعان من صور التكافل هما التقايض (المبادلة) Mutualism والمعايشة Commensalism. ففي الحالة الأولى تدخل النباتات في مشاركة يستفيد منها كل منهما ولا يمكن لأحدهما أن يستغني عن الآخر ولا يستطيع النمو بدونه، ففي الأشنات Lichens مثلاً، وهي كائنات متكافلة، تتركب من فطر وطحلب يقوم الطحلب بعملية البناء الضوئي نظراً لاحتوائه على اليخضور Chlorophyll وبالتالي يؤمن المواد الكربوهيدراتية للفطر، وفي المقابل يوفر الفطر للطحلب الماء والأملاح المعدنية التي يمتصها من التربة ويقوم بحمايته من الجفاف حيث تحيط خيوط الفطر بالطحلب، وتكون العلاقة

ومن أمثلة التقايض أيضا تلك العلاقة التي تتم بين النباتات القرنية، كالفول والبرسيم، وبكتيريا العقد الجذرية مثل جنس *Rhizobium* والتي تعيش في عقد نسيجية على جذور النباتات القرنية، حيث تقوم البكتيريا بإمداد النبات بها يحتاجه من النيتروجين في صورة نيتروجين عضوي تقوم بتثبيته من نيتروجين الهواء، وتحصل البكتيريا، بالمقابل، من النبات على الماء والأملاح والمواد الكربوهيدراتية وكذلك المأوى، وبفضل هذه العلاقة التكافلية تتمكن النباتات القرنية من النمو بصورة جيدة في الترب الفقيرة بالنيتروجين.

تعتمد بعض الأنواع النباتية في نموها على علاقاتها التكافلية مع الفطور الجذرية Mycorrhiza ، فبعضها قد تحمل بذوره الفطر المناسب وبعضها الآخر لا تحمل بذوره الفطر لذا فإن إنبات البذور ونمو البادرات يعتمد على توفر الفطر المناسب في التربة ، والذي يدخل في علاقة تكافلية مع البادرة في أطوار حياتها الأولى ، وفي مثل هذه الحالة فإن توزيع مثل هذه الأنواع النباتية يحدده وجود الفطر المناسب في التربة ، وإن عدم وجود النبات في منطقة معينة قد يعزى إلى عدم وجود الفطر المناسب في تربها . ويوجد

١ - فطور جذرية خارجية Ectotrophic mycorrhiza تحيط خيوطها بالجذور من الخارج وتمتد في المسافات البينية بين خلايا النبات وتتكاثر مع أنواع مختلفة من الأشجار مثل البلوط *Quercus* والصنوبر *Pinus* والدلب *Fagus* (شكل ٢٥).



ب - فطور جذرية خارجية

أ - فطور جذرية داخلية

١ - خيوط الفطر

ب - فطور جذرية داخلية Endotrophic mycorrhiza حيث تتخلل خيوطها الخلايا وتتكاثر مع أنواع الفيتوب *Acer* ، كما وتوجد في جذور النباتات السحرية Orchids و *Erica* . ويحصل الفطر على احتياجاته من المواد العضوية من النبات ، وفي المقابل تقوم خيوط الفطر بمقام الشعيرات الجذرية وتمتص الماء والأملاح المعدنية وتقدمها للنبات ، وقد أوضحت الدراسات أن بادرات الصنوبر *Pinus* لا تستطيع النمو في التربة التي تفتقر لأحد العناصر الغذائية المعدنية في غياب هذه العلاقة التكافلية .

ومن صور المعاشة بين النباتات العلاقة بين النباتات العالقة Epiphytes والنباتات التي تستخدمها كموقع تنمو عليها، ولكن النباتات العالقة لا تعتمد على النباتات التي تنمو عليها في الحصول على غذائها. ولا تسبب النباتات العالقة غالباً أية أضرار للنباتات التي تنمو عليها، ولكن في بعض الأحيان قد يصل حجم النباتات العالقة إلى حد كبير بحيث يتسبب في تكسير فروع النبات الذي تنمو عليه أو يعطل عملية البناء الضوئي. وتفضل بعض النباتات العالقة النمو على أنواع معينة من النباتات وبذلك يتوقف نموها وتوزعها على وجود هذه الأنواع، مثال ذلك نمو الحزاز الأسباني Spanish moss على أشجار البلوط *Quercus* لدرجة تهرق النبات بينما يكاد ينعدم نموه على الصنوبر *Pinus*، وكذلك نبات *Utricularia* الذي ينمو فقط في الماء الذي يتجمع في قواعد أوراق بعض النباتات المدارية الأمريكية من فصيلة *Bromeliaceae*.

ومن النباتات التي تتخذ من النباتات الأخرى مكانا للنمو وتؤثر في حياتها،
النباتات نصف العالقة Hemiepiphytes الخائفة Strangers (شكل ٢٦) مثل التين
البنغالي *Ficus bengalensis* و *Foretusa*. وتنشأ هذه النباتات في موضع مفترق فرعين ثم
تكون مجموعا خضريا صغيرا وجذورا هوائية تنمو إلى أسفل، وتنمو بعض الجذور
محاذاة وملاصقة لساق النبات الذي تنمو عليه ويتدلى بعضها الآخر حرا في الهواء،
وبعد ذلك تتشابه الجذور الهوائية ويكتسب نبات التين قوة ويكتمل نمو مجموعه
الخضري وتضغط الجذور المحيطة بالنبات الداعم على الساق الذي لا يمكن في
مراحل لاحقة من زيادة قطره، وبالتالي يموت النبات الداعم مخنقا، وفي هذه الأثناء
تكون شبكة الجذور الهوائية قد تحولت إلى دعائم تحمل أغصان التين التي تنمو بشكل
كبير.

التنافس Competition

تتنافس النباتات فيما بينها على الضوء والماء والأملاح المعدنية في التربة وعلى احتلال المكان، وتشير الدراسات إلى أن قدرة أي نوع من النباتات على المنافسة ترتبط بخواصه البيولوجية، فمثلا من الخواص التي تساعد نوعا ما على النمو في منطقة، شدة

التنافس فيها مرتفعة، هو حجم البذور (Salisbury ١٩٤٢)، فالبذور كبيرة الحجم والتي تحتوي كمية كبيرة من المواد المغذية تمنح النبات ميزتين هامتين قد تضعاه في وضع أفضل من حيث المنافسة، الأولى أن البذور الكبيرة ذات جنين كبير ينتج عنه بإدرات كبيرة ذات مجموع خضيري جيد النمو ويساعد على تكوين كميات كبيرة من المواد المغذية بفضل عملية البناء الضوئي، والثانية أن البذور الكبيرة تحتوي على كميات من المواد المغذية تساعد على سرعة نمو النبات في المراحل الأولى من نموه (Black ١٩٥٨)،

مميزات النباتات ذات القدرة العالية علي المنافسة وهي :

ا - قامة عالية .

ب - صورة نمو (غالباً ما تكون على شكل ريزومات كبيرة متشعبة ، أو نمو عشبي في شكل كتلة ضخمة) تجعل النبات أكثر قدرة على استغلال البيئة فوق وتحت سطح التربة .

ج - سرعة النمو .

د - قدرة كبيرة على ترسيب البقايا النباتية (Litter) فوق سطح التربة .

وتختفي الأنواع النباتية ضعيفة المنافسة في الأماكن التي تنمو فيها نباتات عالية القدرة على التنافس ، لذا إذا انتقلت بذور النباتات إلى منطقة جديدة فلا يعني أنها قادرة على النمو فيها ذلك أن الأنواع الأكثر قدرة منها على المنافسة قد لا تسمح لها بالنمو وبذلك تحد من انتشارها .

وتلعب المنافسة دورا هاما في تحديد رقعة النبات ومدى انتشاره ، فقد أوضحت دراسات Grime ١٩٧٣ و Mahmoud and Grime ١٩٧٦ أن للمنافسة دورا هاما في

تشكيل المجتمعات النباتية وتحديد الكثافة النوعية فيها (عدد الأنواع) Species density ، ففي البيئات التي تسمح بنمو الأنواع عالية القدرة التنافسية تكون الكثافة النوعية قليلة ، أما في البيئات غير المناسبة والتي تقلل من نمو الأنواع عالية القدرة التنافسية فتتمكن النباتات الأقل قدرة على التنافس من النمو معها وبالتالي تزداد الكثافة النوعية .

تأثير النباتات على بعضها البعض من خلال إفرازها مواد مختلفة (أليوباثيا Allelopathy)

إن التأثيرات بين النباتات الناتجة عن إفراز مواد كيميائية هي ما يعرف باسم Allelopathy ، وقد عرفها الباحث Molish ١٩٣٧ بأنها العلاقات الضارة والنافعة بين النباتات بها فيها الكائنات الدقيقة والناتجة عن إفراز النباتات لمواد كيميائية ، أما بعض الباحثين الآخرين مثل Martin and Rademacher ١٩٦٠ و Muller ١٩٦٦ فاستعملوا هذا المصطلح للدلالة على الآثار الضارة التي يلحقها نبات راق بنبات راق آخر نتيجة لإفراز مواد كيميائية مثبطة للنمو يفرزها في الوسط المحيط ، وعرف Rice ١٩٧٤ ظاهرة الـ Allelopathy بأنها الأثر الضار الذي يلحقه نبات بنبات آخر (بما فيها الكائنات الدقيقة) عن طريق إفرازه لمواد كيميائية في الوسط المحيط .

عدم قدرة نباتات البطاطس والبطاطم وغيرها على النمو تحت أشجار الجوز *Juglans regia* يعود لمادة الجوغلون Juglon التي تفرزها أشجار الجوز، وقد أوضح أنه إذا رويت النباتات بالماء الحاوي على محلول الجوغلون فإن نموها يسوء وغالبا ما تموت، وتفرز مادة الجوغلون من أوراق أشجار الجوز وتصل إلى التربة عن طريق مياه الأمطار التي تسيل من الأوراق والفروع وتصل إلى التربة. ودلت الدراسات المختلفة على أن عدم قدرة الكثير من النباتات العشبية على النمو بالقرب من نبات *Artemisia absinthium* يعود إلى المركب الكيميائي السام الذي تفرزه هذه الشجيرة (Funke ١٩٤٣). وتشير العديد من الدراسات إلى أن المجتمعات

وتشير العديد من الدراسات إلى أن المجتمعات النباتية وحيدة النوع أو قليلة الأنواع ليست ناجمة عن القدرة التنافسية العالية لهذه الأنواع بقدر ما هي ناتجة عن الإفرازات الضارة التي تفرزها هذه النباتات. فقد أوضح Bell and Muller ١٩٧٣ أن نمو نباتات *Brassica nigra* في مجتمعات وحيدة النوع يعود للمواد السامة التي تستخلصها مياه الأمطار من بقايا هذا النبات التي ترسبت في العام المنصرم والتي تمنع نمو الأعشاب، وكذلك الأمر بالنسبة لنبات البوط *Typha latifolia* الذي يعيش في مجتمعات وحيدة النوع أيضا

يتضح مما ذكر أعلاه أهمية ظاهرة الـ Allelopathy في تكوين المجتمعات النباتية وتوزيع النباتات. هذا ولا يقتصر تأثير هذه الظاهرة على النباتات الراقية وإنما هي صفة منتشرة بين الكائنات الدقيقة التي تفرز المضادات الحيوية Antibiotics التي تؤثر في نمو بعضها البعض.

التأثير على الوسط

يمكن للنباتات أن تؤثر على بعضها من خلال تأثيرها على الوسط المحيط، فالنباتات السائدة Dominants في المجتمع النباتي، كالأشجار في الغابات، لها تأثيرات كبيرة على الوسط المحيط من درجة حرارة ورطوبة وشدة إضاءة وغيرها، وهذا ينعكس بدوره على الأنواع النباتية الأخرى وخاصة تلك التي تعيش في ظل النباتات السائدة.

تأثير الحيوانات على النباتات

للحيوانات تأثيرات متعددة على النباتات وذلك عن طريق :

أ - انتشار البذور والثمار إلى مسافات بعيدة (انظر فصل الانتشار).

ب - تخريب الغطاء النباتي عن طريق الرعي الجائر، وعن طريق التأثير على التربة وتغيير خواصها، فنتيجة لتأثير الرعي الجائر كثيرا ما تنقرض الأنواع النباتية التي ترغبها الحيوانات، أما الأنواع غير المرغوبة فتسود مثل نبات الخياسة *Peganum harmala* والحرمل *Rhazya stricta* والسنمكة *Cassia senna* وغيرها.

ج - تأثير الحيوانات وخاصة الحشرات على الثاير (التلقيح) وغيرها.

وأهم أوجه تأثير الإنسان على النباتات هي التالية :

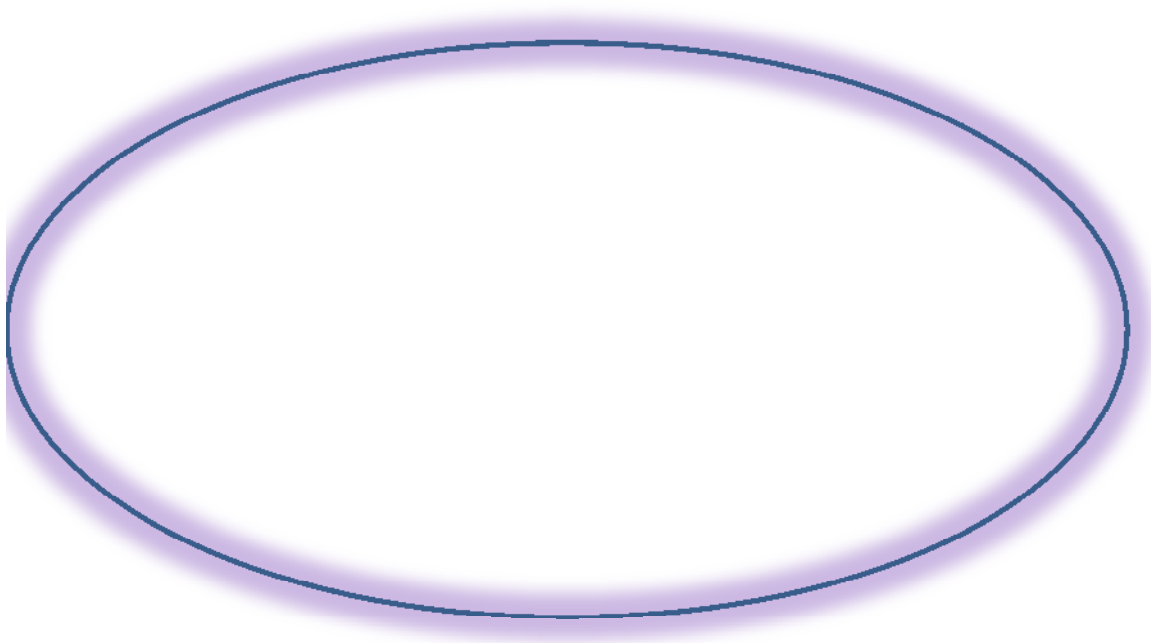
أ - تغيير المجتمعات النباتية عن طريق الاحتطاب أو قطع الغابات وتحويلها إلى أراض زراعية . وهناك عدد من المؤشرات التي تبين أن المنطقة المعروفة حالياً بالصحراء في شمال السودان كانت غنية بالغابات والأحراش .

كما تبين الدراسات أن ثلثي غابات أفريقيا قد قطعت أو حُرقت في الـ ٣٠٠ سنة الأخيرة بفعل الإنسان وتحويل الغطاء النباتي الشجري الذي كان سائداً إلى سافانا Savanna أو صحراء ، كما وأن الصحراء زحفت مئات الكيلومترات باتجاه السافانا والغابات .

ب - استصلاح الأراضي وخاصة في المناطق الجافة وإيجاد أصناف جديدة قادرة على تحمل الظروف غير المناسبة ، وإنشاء مجتمعات نباتية جديدة عن طريق التشجير .

ج - نقل البذور والثمار أو نقل النبات كاملاً (انظر فصل الانتشار) .

د - تأثير الإنسان على عوامل الوسط المحيط مما ينعكس على النباتات .



● مساحة وشكل الرقعة

● أنماط الرقعة

● تشكيل الرقعة

يوجد كل نوع نباتي على سطح الكرة الأرضية بأعداد كبيرة من الأفراد Individuals
تنتشر على مساحة معينة من الأرض، وهذه المساحة من الكرة الأرضية التي يعيش
عليها النوع (أو أي وحدة تصنيفية أكبر كالجنس والفصيلة وغيرها) تسمى الرقعة Area
geographica ويبدون معرفة مساحة وحدود الرقعة لا يمكن أن نصل إلى أية استنتاجات
عن جغرافية هذا أو ذاك من الأنواع، ولهذا تعتبر الرقعة الموضوع الأساسي في دراسة
جغرافيا النبات. بالإضافة إلى دراسة توزيع الأنواع النباتية يمكن دراسة توزيع العشائر
النباتية Associations وهذا فجغرافيا النبات تهتم بدراسة:

١ - رقعة الأنواع النباتية والوحدات التصنيفية الأكبر (الجنس، الفصيلة

٢ - رقعة العشائر النباتية ووحدات الغطاء النباتي الأكبر كالتشكيل Formation

مساحة وشكل الرقعة

تختلف مساحة رقعة الأنواع النباتية اختلافا كبيرا ، ويتراوح مدى هذا الاختلاف بين أنواع تنتشر تقريبا على كامل سطح الكرة الأرضية وأنواع ينحصر انتشارها في منطقة صغيرة محددة .

ففي الحالة الأولى نحن أمام الأنواع الكونية Cosmopolitan والتي تشمل رقعتها جميع قارات الكرة الأرضية تقريبا ، أما في الحالة الثانية فنحن أمام الأنواع المتوطنة Endemic والتي يقتصر انتشارها على منطقة محددة . وبين هاتين الحالتين ، نجد جميع المراحل الانتقالية .

الأنواع الكونية Cosmopolitan

وهي التي تشمل رقعة انتشارها القسم الأعظم من سطح الكرة الأرضية، وهذه الأنواع قليلة التخصص من حيث متطلباتها من الوسط المحيط فهي تستطيع أن تنمو وتتكاثر في الظروف المختلفة ولا يعني عند التكلم عن الأنواع الكونية أن هذه الأنواع تعيش حيثما توفرت إمكانية الحياة للنبات، فمن الصعب أن نجد نوعا نباتيا يعيش في التندرا Tundra وفي المناطق الصحراوية الجافة وفي الغابات الاستوائية . . . الخ، ولذا فإن المقصود عادة بالأنواع النباتية الكونية تلك الأنواع واسعة الانتشار التي تعيش على جميع القارات ولكن قد لا توجد في عدة مناطق.

ويوجد في عداد الأنواع الكونية الكثير من النباتات الدنيا، وذلك لأن أبواغها صغيرة الحجم وقادرة على تحمل الظروف المختلفة وخاصة الجفاف الطويل، كما أنها سهلة الانتقال والإنتشار إلى مسافات طويلة، ومن هنا نجد أن الأنواع المكونة للميكروفلورا، (الفلورا الدقيقة) Microflora توجد تقريبا في كافة أجزاء الكرة الأرضية.

ونجد ضمن النباتات العليا أن أكثر الأنواع الكونية هي من النباتات المائية وهذا يفسره التجانس النسبي للوسط المائي وسهولة الانتشار بواسطة الماء وانعدام الحواجز التي تحول دون انتشار الأنواع النباتية المائية، ومن أمثلتها البوط *Typha latifolia*

أما النباتات الأرضية الكونية فهي أقل بالمقارنة مع النباتات المائية وأغلبها أعشاب
حولية ذات فترة نمو قصيرة توجد حول مناطق سكن الإنسان وقد ارتبط انتشارها
بنشاط الإنسان نفسه ومن أمثلتها نذكر: *Poa annua* والنجيل *Cynodon dactylon*
والسهم *Juncus bufonius* والسقراص *Urtica urens* و *Urtica dioica* والسرمنق
Chenopodium album والنجمية *Stellaria media* وشراية (كيس) الراعي *Capsella*
bursa-pastoris والحلاب *Euphorbia helioscopia* ولسان الحمل *Plantago major*
والهندباء *Taraxacum officinale* وغيرها .

هذا ويطلق اسم Eurychores على الأنواع واسعة الانتشار أي ذات المدى البيئي
الواسع .

Endemic الأنواع المتوطنة

على العكس من الأنواع الكونية واسعة الانتشار هناك نباتات محدودة الانتشار، فإذا اقتصر انتشار النوع النباتي على منطقة محددة يسمى النوع متوطنا Endemic ،

والتوطن ناجم عن انعزال الأنواع وانعدام التبادل والانتقال إلى المناطق المجاورة، ولهذا نجد أن غالبية الأنواع المتوطنة توجد في الجزر والجبال المرتفعة، ومن أمثلة الأنواع المتوطنة نوع الصنوبر *Pinus eldarica* الذي وجد في القوقاز على مساحة لا تزيد عن ٥٠ هكتارا،

ولكن ليست الأنواع النباتية المتوطنة فقط تلك التي توجد في نقطة معينة وإنما كل الأنواع التي لها رقعة محددة غير واسعة الانتشار، فمثلاً يمكن التحدث عن الأنواع المتوطنة في سورية أو بلاد الشام أو في الصحراء العربية، كما ويمكن التحدث عن الأنواع المتوطنة لجزء من قارة أو حتى لقارة معينة مثل أمريكا الجنوبية أو استراليا وغيرها.

وتسمى الأنواع النباتية ذات الرقعة غير الواسعة بالأنواع محدودة الانتشار Stenochores ويرتبط انتشار هذه الأنواع بظروف محددة كالتربة الحمضية والكلسية أو الرملية أو بعوامل مناخية معينة كالرطوبة الزائدة وغيرها.

1 وتتوقف مساحة رقعة الأنواع النباتية المختلفة على جملة من العوامل أهمها الخواص البيئية للنوع (أي متطلباته من الحرارة، ورطوبة الهواء، والتربة وغيرها) والخواص الفيزيائية والكيميائية للتربة، 3 وخواص النوع البيولوجية (القدرة على الانتشار والتكاثر والمنافسة وغيرها)، فكل نوع نباتي إلى جانب كونه يتميز بخواص فيزيولوجية ومورفولوجية معينة فإن له مدى تحمل Tolerance range أو قدرة على النمو والتكاثر في ظروف خاصة، ولكن هناك بعض الأنواع التي تبدي القدرة على التكيف مع الظروف

ولكن هناك بعض الأنواع التي تبدي القدرة على التكيف مع الظروف

ويمكن أن يكون شكل (هيئة) الرقعة شديد الاختلاف ويتوقف على نفس العوامل التي تتوقف عليها مساحتها أي على مجمل الخواص البيولوجية والبيئية للنوع وعلى العوامل الفيزيائية - الجغرافية للمنطقة التي يعيش فيها النوع والتي تلعب الدور الرئيسي في تحديد شكل رقعة النوع . فكثير من الأنواع التي تعيش في النطاقات المعتدلة لنصف الكرة الشمالي لها رقعة متطاولة من الغرب إلى الشرق وضيقة من الشمال إلى الجنوب ، وهذا يفسره تمايز العوامل الفيزيائية الجغرافية (وخاصة المناخية) إذ أنها تتغير بشكل سريع من الجنوب إلى الشمال بالمقارنة مع تغيرها من الغرب إلى الشرق ولهذا فإن الانتقال البسيط من الشمال إلى الجنوب غالباً ما يؤدي إلى تغيرات كبيرة في الظروف المناخية والتربة وغيرها .

أنماط الرقعة

- الرقعة المتصلة
- الرقعة المتقطعة
- الرقعة البقية (الباقية)
- رقعة الأنواع ذات القرابة
- التوطن ورقعة الأنواع المتوطنة

١ - الرقعة المتصلة (المستمرة)

Continuous Area

عندما تكون المنطقة التي ينتشر عليها النوع النباتي موحدة ومتصلة مع بعضها ولا تتجاوز المسافة التي تفصل بين أفراد النوع مدى انتشار بذوره وثماره أو وحداته التكاثريّة الأخرى ، تكون رقعة النوع عندها متصلة ، مثال ذلك الفصيلة Tropaeolaceae التي تنتشر في كامل أمريكا الجنوبية

٢ - الرقعة المتقطعة (غير المستمرة)

Discontinuous Area

تكون الرقعة في هذه الحالة منفصلة إلى جزئين أو أكثر، ويفصل بين الجزء والآخر مسافة أكبر من مدى انتشار بذور النوع أو ثماره، مثال ذلك الأنواع النباتية الألبية (التي تعيش في أعالي الجبال المرتفعة) مثل النوع *Arctous alpina* وأنواع الجنس *Saxifraga* والجنس *Gentiana* وغيرها والتي توجد في الجبال الأوروبية وجبال القوقاز وغيرها، وتنعدم كلياً في السهول الفاصلة بين هذه الجبال

ومثل هذه الأنواع من

الخطأ أن تمثل أماكن وجودها (رقعتها) بخطوط متصلة وإنما الأصح على شكل نقاط مبعثرة.

أسباب تقطع الرقعة

١ - مناخية، إذ يمكن نتيجة لتغير العوامل المناخية في جزء من الرقعة التي يحتلها النوع أن تموت أفراده في هذا الجزء وبالتالي تتقطع الرقعة المتصلة إلى جزئين أو أكثر.

٢ - يمكن أن تكون الهجرة Migration بالانتشار إلى مناطق جديدة وانقراض النوع في حدود رقعته القديمة سببا في تقطيعها. مثال ذلك الفلورا الألبية، ففي العصور الجليدية انحدرت الفلورا الألبية القديمة من أعالي الجبال نتيجة لتجمع الجليد وانحصرت في السهول الواقعة بين جبال الألب المغطاة بالجليد وبين الجليديات الشمالية الزاحفة نحو الجنوب، وبعد انحسار الجليد بدأت الفلورا بالصعود إلى قمم الجبال كما بدأت بالزحف نحو الشمال، ونتيجة لذلك حدث تقطع في الرقعة، حيث إن الفلورا الألبية قد انقرضت كليا في المناطق السهلية في أواسط أوروبا.

٣ - قد يكون تقطع الرقعة ناجما عن انخفاض جزء من اليابسة تحت سطح البحار والمحيطات وذلك حسب نظرية الجسور والتي تعتبر أن القارات كانت متصلة ببعضها

بواسطة جسور.

٤ - ويمكن لانزياح القارات وابتعادها عن بعضها أن يكون ،

(نظرية فيغنر Wegener) ويمكن انطلاقا من هذه النظرية تفسير تشابه الفلورا في أوروبا وأمريكا الشمالية وفي أمريكا الجنوبية وأفريقيا وأستراليا وغيرها.

٥ - القفزات الانتشارية بالنسبة للنباتات الدنيا ، إذ يمكن للأبواغ ذات الوزن الخفيف أن تحملها الرياح إلى مساحات بعيدة (انظر فصل الانتشار) وإذا تمكنت الأبواغ من النمو في المناطق الجديدة فإن ذلك يؤدي إلى تقطع الرقعة .

٦ - يلعب الإنسان دورا هاما في تقطع الرقعة وذلك عن طريق نقل الأنواع النباتية من موطنها الأصلي وزراعتها في مناطق جديدة مثال ذلك نبات الأغاف *Agave americana* إذ أن موطنه الأصلي في المكسيك ولكن الإنسان نقله إلى منطقة حوض البحر الأبيض المتوسط وبالتالي شكل له رقعة اصطناعية، وهناك كثير من النباتات الضارة التي نقلها الإنسان عن غير قصد مثال *Erigeron canadensis* الذي نقل عن طريق الإنسان من أمريكا الشمالية إلى أوروبا وغيرها. هذا وعند التكلم عن الرقعة المقطعة لا يقصد بذلك رقعة النوع فقط وإنما يمكن التكلم عن رقعة الوحدات التصنيفية الأكبر كالجنس والفصيلة وغيرها.

يمكن أن تكون أشكال التقطع مختلفة، ففي بعض الحالات تكون الرقعة مجزأة إلى أجزاء متعددة صغيرة ذات مساحات متقاربة وعندئذ تسمى الرقعة **منتشرة التقطع** Diffuse ، وتكون الرقعة في حالات أخرى مؤلفة من جزئين الأول كبير رئيسي والثاني صغير ثانوي وتسمى عندها **ثنائية التقطع** Bipartite ، كما ويمكن أن تكون جبلية **التقطع Altitudinal** حيث يوجد النوع في مناطق جبلية متباعدة، وأخيرا قد تكون الرقعة مؤلفة من جزئين كل منهما في أحد نصفي الكرة الأرضية عندها يسمى التقطع **ثنائي القطب** Dipolar (Polunin 1971) .

٣ - الرقعة البقية (الباقية) Relic Area

إما أن تزداد مساحة رقعة أي نوع نباتي وتتوسع وإما أن تصغر تدريجياً ، فإذا كانت مساحة الرقعة خلال فترة طويلة من الزمن تصغر باستمرار وكأنها في طريقها إلى الزوال فنحن أمام الرقعة البقية Relic area والنوع الذي يعيش عليها يسمى نوعاً باقياً Relic .
الرقعة البقية عبارة
عن بقية رقعة كانت في الماضي واسعة الانتشار، وبما أن الظروف البيئية وغيرها السائدة حالياً هي غير تلك التي كانت في زمن انتشارها الواسع ، فإن النوع يعيش في عدم تلاؤم مع الظروف الحالية وبالتالي فإن الرقعة التي يحتلها النوع الباقي هي في تقلص مستمر، ولكي تعتبر رقعة النوع باقية يجب أن تكون :

١ - محددة الانتشار ومتصلة .

٢ - النوع الذي يعيش عليها من الأنواع النادرة في المنطقة الموجود فيها .

٣ - الرقعة منعزلة وفي تقلص مضطرد .

ويمكن تمييز ثلاثة أنماط من الرقعة الباقية

١ - بقايا التشكيلات النباتية Formation relics

وهي بقايا تشكيلات نباتية Formations كانت سائدة في وقت سابق ، ونتيجة لتغير المناخ استبدلت بها تشكيلات أخرى ، ولم يبق منها إلا بقايا تحتل منطقة محددة مثال ذلك العرعر *Juniperus foetidissima* والبتولا *Betula* التي توجد بشكل بقايا في غابات الزان *Fagus* في شبه جزيرة القرم ،

ب - بقايا تغيرات التضاريس Geomorphological relics

وهي الأنواع النباتية الباقية والتي كانت تعيش في ظروف بيئية محددة ونتيجة لأسباب جيولوجية وتاريخية أصبحت تعيش خارج حدود هذه الظروف البيئية ، مثل النباتات البحرية التي تعيش حالياً في البحيرات ذات المياه العذبة ، والنباتات الشاطئية التي تعيش في أماكن جافة كانت فيما مضى شواطئ بحرية . ومن الأمثلة المذكورة

جـ - بقايا مناخية Climatic relics

وهي أنواع نباتية ازدهرت في ظروف مناخية سابقة تختلف عن الظروف التي تعيش فيها حالياً، وتعتبر هذه الأنواع صدى لتلك الظروف التي كانت سائدة، مثل ذلك بعض الأنواع النباتية التي تعيش حالياً في الجزء الجنوبي الغربي من القوقاز حيث الظروف المناخية قريبة من تلك التي كانت في الحقب الثالث، فدرجة الحرارة مرتفعة، وكذلك الأمطار، ورطوبة الهواء عالية، وهذه الظروف المناخية مكنت الأنواع القديمة من البقاء في هذه المنطقة، في حين أنها كانت في الحقب الثالث تحتل مساحات واسعة، ونذكر من هذه الأنواع *Pterocarya fraxinifolia* وكذلك *Rhododendron ponticum* وغيرها.

٤ - رقعة الأنواع ذات القرابة

Vicarious Area

وهي رقعة تابعة لأنواع نباتية ذات صلات قرابة مع بعضها البعض Vicariads أي

أنها أنواع اشتقت من نفس الأصل وتحتل مناطق مختلفة .

ونجد في كثير من الحالات في المناطق الجبلية ونتيجة لانعزال بعض هذه المناطق أن النوع الذي يعيش على أجزاء الرقعة المختلفة (غير المتصلة) ينقسم إلى عدد من تحت الأنواع Subspecies وتتحول تحت الأنواع هذه بالتدرج إلى أنواع مستقلة تحت رقعا مستقلة ، ويتم عملية التمايز هذه بسرعة إذا كانت أجزاء الرقعة تقع في مناطق ذات مناخ مختلف وتشكل نتيجة لذلك أنواع جديدة (مشتقة من أصل واحد) تحتل رقعا مختلفة ، فهذه الأنواع والرقع التي تحتلها تسمى بالفيكارية أي ذات القرابة . مثال ذلك النوع *Myosotis sylvatica* الذي ينمو في الغابات والنوع *Myosotis alpestris* الذي ينمو في الجبال . وهذه الأنواع التي تنشأ من أصل واحد تعتبر أنواعا متوطنة جديدة Neoendemics لهذه المنطقة .

٥ - التوطن ورقعة الأنواع المتوطنة

Endemism and Endemic Area

تعيش بعض الأنواع النباتية أو الوحدات التصنيفية الأكبر كالجنس والفصيلة وغيرها في رقعة محددة لا تزيد مساحتها عن مساحة إقليم أو جزيرة ولا تصادف في مكان آخر على سطح الكرة الأرضية، تسمى هذه الأنواع بالأنواع المتوطنة Endemics. تنتشر الأنواع المتوطنة في منطقة أو إقليم معين له ظروف مناخية وجغرافية تميزه عن المناطق أو الأقاليم المجاورة له، ولهذا نجد أن الجزر والجبال (كمناطق ذات ظروف متميزة) تحتوي على عدد كبير من الأنواع المتوطنة.

وتختلف بالطبع مساحة الرقعة التي تحتلها الأنواع والوحدات التصنيفية الأخرى، فالفصيلة قد تنتشر في قارة كاملة وتختفي في القارات الأخرى ومع ذلك يمكن اعتبارها فصيلة متوطنة في هذه القارة، أما النوع النباتي المتوطن فيحتل عادة منطقة محددة صغيرة، ومع ذلك فإن مساحة رقعة النوع المتوطن هي مفهوم نسبي إلى حد ما، فيمكن أن تكون كبيرة نسبيا أو صغيرة تقتصر على مساحة معينة في منطقة ما.

ويمكن تمييز نمطين من الأنواع المتوطنة ، الأول ويشمل الأنواع النباتية القديمة التي كانت واسعة الانتشار في الأدوار الجيولوجية القديمة ولكن رقعتها انحصرت تدريجيا لأسباب متعددة مناخية أو طبوغرافية وغيرها ، وتحتل الآن منطقة معينة محددة وتسمى هذه الأنواع «الأنواع المتوطنة القديمة Paleoendemics» أي

ومثال هذه الأنواع نذكر أنواع الجنس سيكوريا *Sequoia* والذي يحوي نوعين فقط هما *Sequoia gigantea* و *Sequoia sempervirens* يوجدان حاليا في أمريكا الشمالية خاصة على الساحل المطل على المحيط الهادي ، وتدل المستحاثات التي وجدت لهذا الجنس على أنه كان واسع الانتشار في جميع أجزاء المنطقة المعتدلة الشمالية في أوروبا وآسيا .

أما النمط الثاني فهو الأنواع المتوطنة الحديثة Neoendemics وتختلف عن الأنواع المتوطنة القديمة بأنها حديثة التشكل ولم يسمح الوقت بعد لانتشارها وتوسيع رقعتها.

وتكثر الأنواع المتوطنة الحديثة في المناطق الجغرافية التي أصبحت صالحة للحياة منذ فترة غير بعيدة كالمناطق التي غطتها البراكين منذ فترة ليست بعيدة أو المناطق التي تراجع عنها الجليد مثل شمال أوروبا وأمريكا الشمالية. ومن أمثلة المناطق التي تكثر فيها الأنواع المتوطنة الحديثة منطقة رأس الرجاء الصالح (الكاب Cape) إذ أنها تعتبر حاليا منطقة منعزلة مناخيا عن المناطق المجاورة لها من أفريقيا ولهذا فهي غنية بالأنواع المتوطنة الحديثة، وكذلك الأمر في غرب استراليا المعزولة عن بقية أجزائها بالمناطق الصحراوية.

ولهذا عند دراسة الأنواع المتوطنة لمنطقة ما لا بد من تحديد أصل وعمر هذه الأنواع، وذلك لمعرفة قدم فلورة المنطقة من ناحية والتغيرات التي مرت بها والتي أدت إلى تطور فلورة المنطقة من ناحية أخرى.

تشكل الرقعة

عند دراسة تشكل الرقعة، يتبادر إلى الذهن قبل كل شيء طريقة انتقال النوع وتوسيع
مساحة رقعته، فدراسة رقعة الأنواع النباتية الحالية تبين أنه من الصعوبة تفسير تشكل

الرقعة انطلاقاً من الظروف السائدة حالياً. وإن شكل الرقعة هو نتيجة للتغيرات التي
مرت بها الكرة الأرضية خلال العصور الجيولوجية المختلفة.

وقبل استعراض النظريات

المختلفة التي تحاول تفسير تشكل رقعة الأنواع النباتية لابد من التعرض لفكرة المنشأ
الوحيد والمنشأ المتعدد للأنواع والزمرة التصنيفية الأعلى.

يفسر بعض الباحثين وجود النوع في منطقتين منفصلتين بتعدد منشأ النوع النباتي ، وحسب هذه النظرية يمكن نشوء أنواع متشابهة في أجزاء مختلفة من الكرة

بهذه النظرية ، أنه تحت تأثير التغيرات البطيئة في تركيب النبات والحفاظ على الصفات
1- يمكن أن ينشأ في مناطق متباعدة (مثلا المنطقة القطبية والمنطقة الالبية)
أنواع متشابهة كلياً

فيترض أن هناك إمكانية

-2

حدوث طفرات تؤدي إلى نشوء نوع نباتي واحد في مكانين مختلفين ولكن جميع هذه
الافتراضات لم تجد إثباتاً حتى الآن

الاتجاه هو المقبول لدى أغلب الباحثين .

أن النوع النباتي ظهر في منطقة معينة ومنها بدأ بالانتشار .

وهكذا فالنوع عند نشوئه احتل رقعة محددة وبعد ذلك بدأ بتوسيعها حيث الظروف

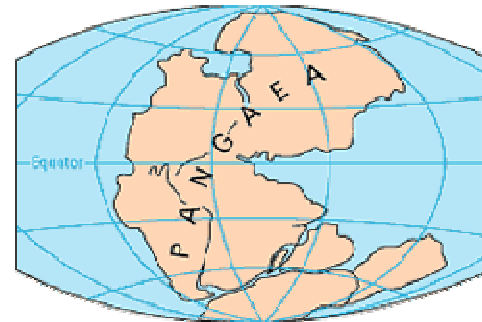
فكيف يمكن تفسير تقطع الرقعة؟ ومن هنا نشأت عدة نظريات لتفسير ذلك

١ - الانتشار بعيد المدى ، فكل نوع نباتي يسلك وسائل معينة للانتشار وبالتالي توسيع الرقعة التي يعيش عليها . ومن أهم العوامل التي تساعد على انتشار النوع النباتي هي الرياح ، والماء والحيوانات والإنسان ، ومما لا شك فيه أن انتشار النوع يحتاج إلى فترة طويلة حتى يصل إلى مناطق جديدة وخاصة الأنواع الكونية التي توجد على جميع القارات .

٢ - نظرية الجسور ، وحسب هذه النظرية فإن منطقة التوزيع الجغرافي كانت متصلة عن طريق جسور بين القارات ولأسباب مختلفة انقطعت هذه الجسور مما أدى إلى تقطع الرقعة ، وعن طريق هذه النظرية يمكن تفسير تشابه فلورة استراليا وجنوب أفريقيا أو أفريقيا والهند .

٣ - نظرية انزياح القارات ، وحسب هذه النظرية التي وضعها الباحث فيغينر Wegener كانت القارات تشكل في الحقب (الدهر) القديم Paleozoic قارة واحدة تدعى Pangaea وكانت هذه القارة محاطة من كافة الجهات بمحيط كبير واسع ، وحسب رأيه فإن هذه القارة كانت موجودة حتى في العصر الترياسي ثم بدأ انزياح القارات في الجوراسي وذلك نتيجة تصدع الـ Pangaea في خطين طوليين الأول بين أوروبا وأفريقيا من جهة والأمريكتين من جهة ثانية والثاني بين أفريقيا والهند (شكل ٣٠) ونتيجة لذلك

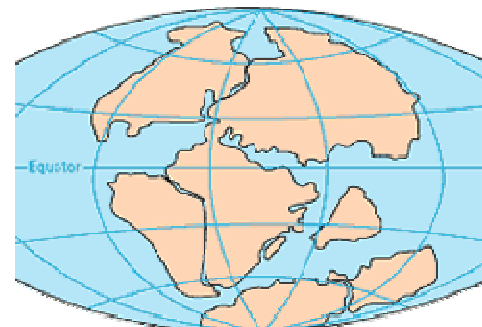
نظرية انزياح القارات



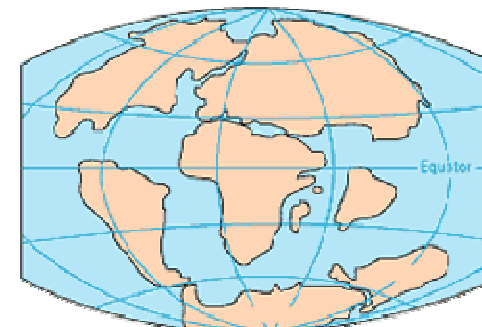
PERMIAN
225 million years ago



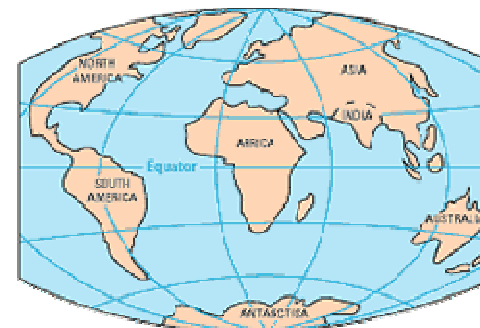
TRIASSIC
200 million years ago



JURASSIC
135 million years ago



CRETACEOUS
65 million years ago



PRESENT DAY

تشكل المحيط الأطلسي والهندي . هذا وإن الانقطاع الكامل بين أفريقيا وأمريكا حصل في الحقب الثالث (أي بعد عصر الإيوسين) ، كما أن أفريقيا كانت متصلة بالهند خلال مدغشقر حتى بداية الحقب الثالث وانقطع هذا الاتصال في عصر الإيوسين نتيجة لحركة الهند نحو الشمال . كما أنه في الجوراسي حصل انقطاع أستراليا عن الهند وسيلان كما انفصلت قارة القطب الجنوبي Antarctica عن جنوب أفريقيا وخلال الحقب

الثالث انقطعت الصلة كلياً بين أستراليا والقطب الجنوبي وبقيت صلة القطب الجنوبي مع أمريكا الجنوبية حتى بداية الحقب الرابع . وخلال العصور الجليدية حصل انفصال غرينلاند عن أمريكا الشمالية وأوروبا .

مركز النشأة

تقوم دراسة رقعة الأنواع أو الأجناس أو الوحدات التصنيفية الأكبر إلى تحديد مركز الرقعة والذي يرتبط بمكان النشوء وأول من تعرض إلى مفهوم المركز هو الباحث Brigue (١٩٠٢ - ١٩٠٥) وكان قد خص به مركز رقعة الجنس وليس النوع، ويتضمن هذا المفهوم افتراضين:

أ - أن للجنس نقطة منشأ جغرافية.

ب - أن الجنس انتشر من هذا المنشأ.

2

1

وهذا يوجد نوعان من المركز: مركز النشأة Centre of origin ومركز الانتشار Centre of dispersal. وهناك مركز التنوع ³ Centre of variatic ويعني به الرقعة التي يكون فيها عدد أنواع الجنس كبيرا، إضافة إلى نوع رابع وهو مركز التردد Centre of frequency وفيه يكون عدد أفراد النوع كبيرا.

4

ويمكن لمركز النشأة ومركز الانتشار أن يتطابقا في حالة كون النوع قد ظهر منذ فترة زمنية غير بعيدة في نقطة معينة ومنها بدأ بالانتشار في جميع الاتجاهات ابتداء من هذه النقطة. أما الأنواع القديمة فإنها تعرضت إلى تغيرات عديدة خلال العصور الجيولوجية المختلفة وقد يوجد مركز النشأة في الوقت الحالي خارج حدود رقعتها الحالية، وتحديد مركز النشأة في هذه الحالة يكون عن طريق الحفريات (المتحجرات Fossils).

أما إذا كانت النباتات لم تحفظ على شكل حفريات كالنباتات العشبية، فإنه من الصعوبة تحديد مركز النشأة إلا بوسائل أخرى منها تحديد مركز التنوع بالنسبة للأجناس ومركز التردد بالنسبة للأنواع.

فمثلا لمعرفة نشأة جنس ما نلجأ إلى تحديد أنواعه في رقعة انتشاره فحيثما تكون أنواعه كثيرة في نقطة ما من رقعته فغالباً ما تكون هذه النقطة هي مركز نشأة هذا

الجنس . . . مثال ذلك جنس *Paris* الذي توجد أغلب أنواعه في الصين (موطن هذا الجنس) بينما لا يوجد في أوروبا إلا نوعا واحدا لذا فالأغلب أن يكون مركز نشأة هذا الجنس هو الصين. كما أن جنس *Armeria* الذي يضم ٦٠ نوعا يوجد منها ٤٠ نوعا في حوض البحر الأبيض المتوسط لذا يعتقد أن مركز نشأة هذا الجنس هو حوض البحر الأبيض المتوسط.

عناصر الفلورة Floristic Elements

تبين الدراسات، في كثير من الحالات، أن الأنواع النباتية التي تشكل فلورة منطقة ما بأنها غير متجانسة، ولكن هذه الأنواع يمكن وضعها في مجموعات بناء على صفة مشتركة بينها ويطلق على هذه المجموعات اسم عناصر الفلورة Floristic elements وعادة يمكن تمييز العناصر التالية :

١ - العنصر الجغرافي Geographical element وهو مجموع الأنواع النباتية التي تتطابق كثيرا أو قليلا مناطق انتشارها الحالية مثال ذلك عنصر حوض البحر الأبيض المتوسط ويضم جميع الأنواع النباتية المنتشرة في المناطق المحيطة بالبحر الأبيض المتوسط.

٢ - العنصر الوراثي Genetic element وهو مجموع الأنواع النباتية التي لها نفس الموطن (المنشأ) أي التي ظهرت في منطقة جغرافية واحدة ومن ثم انتشرت إلى مناطق أخرى جديدة.

٣ - العنصر التاريخي Historical element وهو مجموع الأنواع النبائية التي انتشرت أو ظهرت في منطقة معينة في نفس الفترة التاريخية .

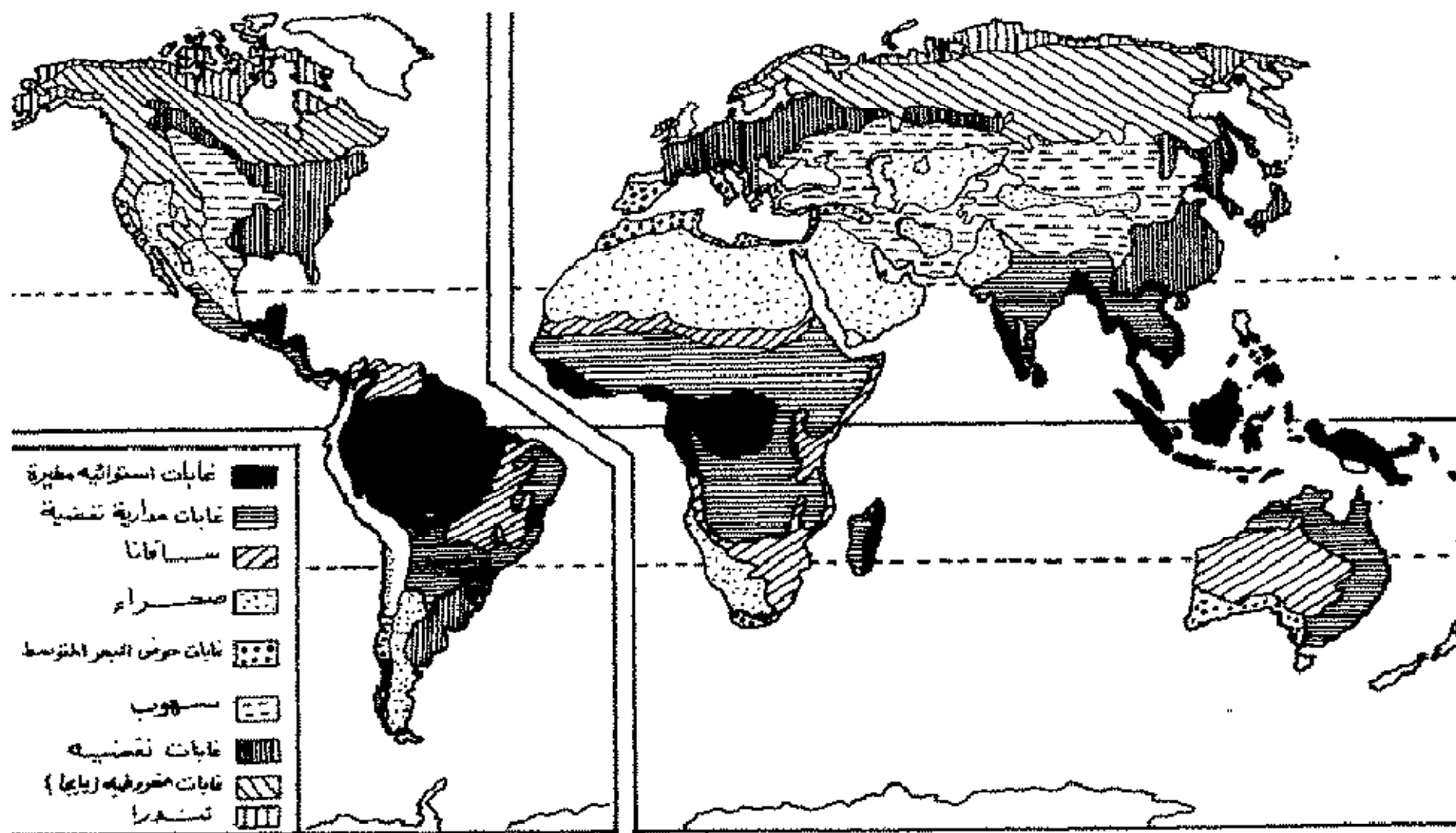
نطاقات الغطاء النباتي

Vegetational zones

- النطاق المداري
- الصحاري وأشباه الصحاري شبه الاستوائية
- الغابات قاسية الأوراق
- الغابات ساقطة الأوراق
- السهوب
- منطقة الغابات المخروطية
- التندرا

يرتبط توزيع الغطاء النباتي على سطح الكرة الأرضية، بنطاقات المناخ والترية المختلفة التي تمتد من خط الاستواء وباتجاه القطبين، ونطاقات الغطاء النباتي في نصفي الكرة الأرضية، غير متماثلة، وذلك لأن كتلة اليابسة في نصف الكرة الشمالي تفوق مثلتها في نصف الكرة الجنوبي الأمر الذي ينعكس بدوره على المناخ والنطاقات النباتية. فالصحاري الواسعة في نصف الكرة الشمالي لا تقابلها إلا مساحات صغيرة في نصف الكرة الجنوبي. والغابات المخروطية في المناطق المعتدلة الباردة لنصف الكرة الشمالي تنعدم تقريبا في نصف الكرة الجنوبي.

وإذا التجهنا من خط الاستواء وإلى القطبين أمكننا تمييز نطاقات الغطاء النباتي التالية :



شكل (٣٢) نطاقات الغطاء النباتي.

١ - النطاق المداري Tropical zone

١ - الغابات الاستوائية المطيرة Equatorial rain forests

وتوجد في أمريكا الجنوبية (من غويانا وحوض الأمازون إلى منحدرات الاندز Andes) وفي أفريقيا (في ساحل غينيا وحوض نهر الكونغو والجزء الشرقي من جزيرة مدغشقر) أما في آسيا فتوجد في المناطق الموسمية Monsoon وفي الملايو والندونيسيا

ب - الغابات المدارية ساقطة الأوراق الرطبة والجافة ثم السافانا

Tropical moist and dry deciduous forests and Savanna

وتوجد في نصفي الكرة الأرضية الشمالي والجنوبي في المناطق المدارية صيفية الأمطار (الأمطار في الفترة الحارة).

٢ - نطاق الصحاري وأنصاف الصحاري شبه المدارية

Subtropical deserts and semi-deserts

وتحتل مناطق صغيرة في الجزء الجنوبي الغربي من أمريكا الشمالية وفي بير ووشمال تشيلي ومناطق شاسعة في شمال أفريقيا (الصحراء الكبرى) وتستمر في آسيا حيث صحاري شبه الجزيرة العربية وصحاري إيران وحتى الهند وفي جنوب أفريقيا (في Karoo و Namaland و Namib) وفي جنوب استراليا توجد مناطق صغيرة ذات أمطار سنوية أقل من ٢٠٠ مم.

٣ - نطاق الغابات قاسية الأوراق في المناطق شتوية الأمطار

Sclerophyllous forests of the winter-rain regions

وتوجد في منطقة حوض البحر الأبيض المتوسط وتمتد في المناطق الجبلية شرقا حتى أفغانستان، كما توجد في وسط وشمال كاليفورنيا وفي أواسط تشيلي، وجنوب أفريقيا (الجزء الجنوبي الغربي من الكاب Cape) وفي جنوب شرق استراليا.

٤ - نطاق الغابات الرطبة دائمة الخضرة في المناطق المعتدلة الدافئة

Warm temperate wet-evergreen forests

توجد في شرق آسيا والجزء الجنوبي من سواحل استراليا، وشمال جزيرة

نيوزيلندا، وفي السواحل الشرقية لأفريقيا وفي جنوب البرازيل (على الحدود مع الأرجنتين) وفي جنوب تشيلي، وفي المناطق المرتفعة من أمريكا الوسطى والمكسيك وعلى السواحل الجنوبية الشرقية من أمريكا الشمالية وكذلك في فلوريدا.

٥ - نطاق الغابات ساقطة الأوراق في المناطق المعتدلة

Deciduous forests of the temperate zones

وتوجد في شرق أمريكا الشمالية وفي وسط وغرب أوروبا وفي شرق آسيا ومنطقة صغيرة من تشيلي.

٦ - نطاق السهوب Steppes

والتي تمتد من البحر الأسود وحتى البحر الأصفر Yellow sea في الشرق الأقصى
كما توجد في أمريكا الشمالية ، وتتمثل في نصف الكرة الجنوبي بالبابا Pampa في شرق
الأرجنتين وكذلك بـ Patagonian semidesert وبـ Grassland of Otago في جنوب
جزيرة نيوزيلندا .

٧ - نطاق الغابات المخروطية Boreal coniferous forests

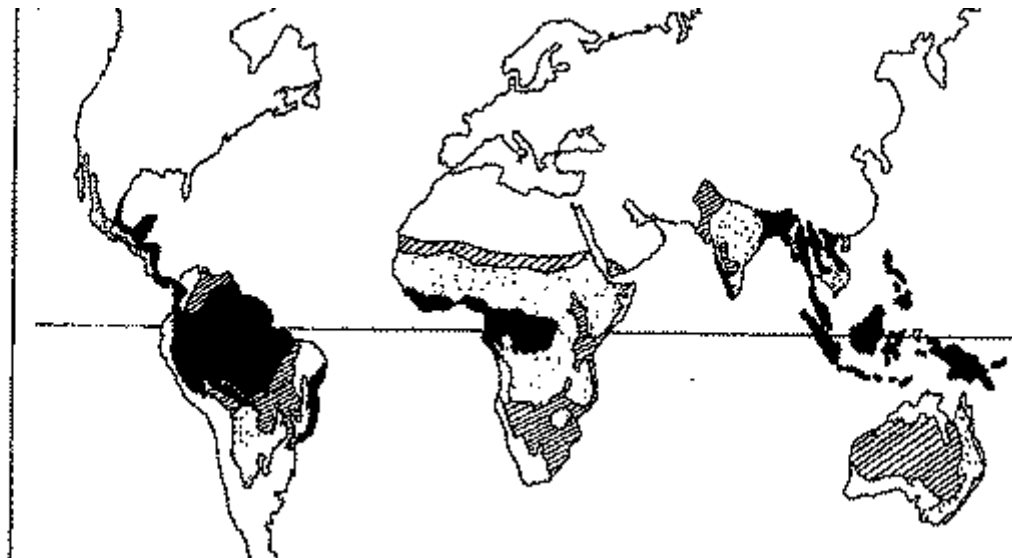
التي تشمل كامل شمال أمريكا وأوراسيا Eurasia ، ولكنها معدومة تقريبا في نصف الكرة الجنوبية .

٨ - نطاق التندرا Tundra

وتوجد على تخوم الدائرة القطبية الشمالية في المناطق ذات المناخ القطبي Arctic climatic zone أما في نصف الكرة الجنوبي فتوجد في بعض الجزر القريبة من القطب الجنوبي .

النطاق المداري

توجد الغابات في النطاق المداري على جانبي خط الاستواء وتمتد حتى المدارين
تقريباً، وفي أزمنة سابقة كانت الغابات المدارية تحتل مناطق أوسع منها حالياً ولكن
نتيجة لتغير المناخ في اتجاه الجفاف من ناحية ولتأثير الإنسان المتزايد، وخاصة في المائة
سنة الأخيرة، والناجم عن قطع الغابات وتحويلها إلى أراض زراعية من ناحية ثانية
أخذت مساحات الغابات تنحسر



أنماط الغطاء النباتي في النطاق المداري

وتعتبر الأمطار أهم عامل في تحديد نمط الغطاء النباتي في المناطق المدارية

الغابات ساقطة الأوراق	الغابات نصف دائمة الخضرة	الغابات الاستوائية المطيرة	
٨٠ - ١٣٠	١٣٠ - ١٨٠	أكثر من ١٨٠	كمية الأمطار السنوية (مم)
٥ أشهر منها شهران يسقط فيها ٢,٥ - ٣ سم، وثلاثة أشهر يسقط فيها ٢,٥ - ١٠ سم من المطر.	١ - ٣ أشهر يسقط في كل شهر منها ٥ - ١٠ سم من المطر.	لا يوجد	طول فترة الجفاف

الغابات الاستوائية المطيرة توجد على جانبي خط

الاستواء حيث الأمطار على مدار السنة ، ومع الابتعاد عن خط الاستواء تظهر فترة جافة قصيرة تزداد مدتها كلما ابتعدنا عن خط الاستواء ، الأمر الذي ينعكس على الغطاء النباتي إذ يحل محل الغابات المطيرة دائمة الخضرة الغابات ساقطة الأوراق ومن ثم السافانا وذلك حسب طول الفترة الجافة .

١ - الغابات الاستوائية المطيرة

توجد الغابات الاستوائية المطيرة على جانبي

خط الاستواء في المناطق التي ينعدم فيها الجفاف، أما في المناطق التي يتعاقب فيها فصل مطير مع فصل جاف فلا توجد هذه الغابات حتى ولو كان الفصل الجاف قصيرا ولا يزيد عن عدة أسابيع.

يعتبر أفضل مناخ على سطح الكرة الأرضية بالنسبة لنمو النباتات .

يعتبر فصل الجفاف العامل محدد لوجود الغابات الاستوائية المطيرة؟؟

مناخ الغابات الاستوائية المطيرة

فكمية الأمطار السنوية مرتفعة جداً وتتراوح بين ٢٠٠ و ٤٠٠ سم ، وفي بعض المناطق تزيد عن ذلك كثيراً وتصل في غوايانا إلى ١٢٠٠ سم وفي بعض مناطق الكاميرون إلى

١٠٥٠ سم وسنأخذ كمثال عن مناخ المناطق الاستوائية مناخ جزيرة جاوا ،
يتميز متوسط درجة الحرارة الشهري بين أبرد أشهر السنة وأدفئها في
حدود درجة مئوية واحدة [٣ , ٢٤ درجة مئوية في فبراير (شباط) و ٣ , ٢٥ درجة مئوية في
أكتوبر (تشرين الثاني)] ، وكمية الأمطار السنوية حوالي ٤٣٧٠ مم ففي شهر يناير
(كانون الثاني) ، الذي يعتبر أغزر أشهر السنة مطراً يسقط حوالي ٤٥٠ مم وفي شهر
أغسطس (آب) وهو أجبف أشهر السنة تصل كمية الأمطار إلى ٢٣٠ مم . ولكن هذا

وتتراوح الرطوبة النسبية للهواء بين ٧٠ و ٩٠٪ نهارا أما في الليل فتصل إلى ١٠٠٪ وفي الأيام الماطرة لا تقل عن ٩٠٪.

ودرجة حرارة التربة تقريبا واحدة على مدار السنة إذ تبلغ درجة حرارة تربة الغابات المطيرة في اندونيسيا على عمق ١٠ سم ٢٥ - ٢٧ درجة مئوية وعلى عمق ١ م تكون ثابتة على مدار السنة وتبلغ ٢٦ درجة مئوية وعلى عكس التصورات السائدة فإن

شدة الإضاءة في هذه المناطق أقل منها في المناطق المدارية وحتى أقل من بعض المناطق المعتدلة وذلك بسبب كثرة الغيوم والرطوبة المرتفعة والدخان الناجم عن الحرائق. كما أن طول الفترة النهارية (النوبة الضوئية) ذات الأهمية الكبيرة في تطور النباتات (انظر فصل العوامل البيئية) قليلة التغير على مدار السنة وحتى في المدارين (الجلي والسرطان) إذ يصل طول أقصر يوم إلى ٣٠, ١٠ ساعة وطول أطول يوم إلى ٣٠, ١٣ ساعة ولهذا فإن النباتات التي تعيش في النطاق الاستوائي هي من نباتات النهار القصير.

تسقط الأشعة الشمسية عمودية على الأوراق، كما تكون شدة الإضاءة عالية في منتصف النهار، الأمر الذي ينجم عنه زيادة كبيرة في درجة حرارة سطح الأوراق، وقد ترتفع درجة حرارة سطح الأوراق بمقدار ١٠ - ١٥ درجة مئوية عن درجة حرارة الهواء

المحيط وقد وجد نتيجة لذلك أن الرطوبة النسبية لطبقة الهواء الملاصقة لسطح الورقة منخفضة وتصل إلى ٥٠٪ كما تصل درجة الحرارة إلى أكثر من ٣٠ درجة مئوية.

وفي مثل هذه الظروف المتكررة فإنه ليس من الغريب أن تكون الأوراق متكيفة لتقليل النتح، لذا فالأوراق قاسية ومزودة بأدمة سميكة، كما وتتمكن من إغلاق الثغور في الظروف الحرجة، وهذا ينطبق فقط على أوراق الأشجار المكونة للطابق العلوي التي تتلقى الأشعة الشمسية المباشرة، أما النباتات الأخرى الموجودة في الطوابق السفلى من الغابة فإن أوراقها تختلف اختلافا كبيرا بسبب اختلاف المناخ الدقيق.

المناخ الدقيق للغابات الاستوائية المطيرة Microclimate

تؤثر العوامل المناخية في نمو النباتات المنعزلة ، والنباتات الزراعية

وتيجان الأشجار التي تكون الطبقات العلوية ، أما داخل الغابة فيختلف المناخ كليا .
والمناخ الدقيق هو عبارة عن مناخ الطبقة السطحية القريبة من سطح التربة ويختلف
ارتفاعه فوق سطح التربة حسب نمط الغطاء النباتي ، ففي الغابات الاستوائية المطيرة
يصل إلى بضع عشرات الأمتار أما في المناطق الجافة فلا يزيد عن المتر إلا قليلا .

وتنخفض شدة الإضاءة في الغابات الاستوائية المطيرة رأسياً بين سقف الغابة وسطح التربة ، هذا وتكون شدة الإضاءة واحدة على مدار السنة لأن هذه الغابات دائمة الخضرة على عكس غابات المناطق المعتدلة ساقطة الأوراق . وتبلغ شدة الإضاءة في مستوى سطح التربة حوالي ٥ , ٠ - ١٪ من شدة الإضاءة الكاملة ، وفي مثل شدة الإضاءة هذه لا تستطيع أن تعيش إلا بعض النباتات الدنيا وبعض أنواع فصيلة Hymenophyllaceae التي تتطلب شدة إضاءة لا تقل عن ٢٥ , ٠ - ٥ , ٠٪ من شدة الإضاءة الكاملة .

وتختلف الرطوبة النسبية للهواء ابتداء من سطح التربة وإلى قمة أشجار الغابة فعلى ارتفاع ١٨ م قد تنخفض حتى ٦٠٪ (خاصة في ساعات الظهيرة) ، أما في مستوى الطوابق العشبية وفوق سطح التربة مباشرة فهي قريبة من الإشباع .

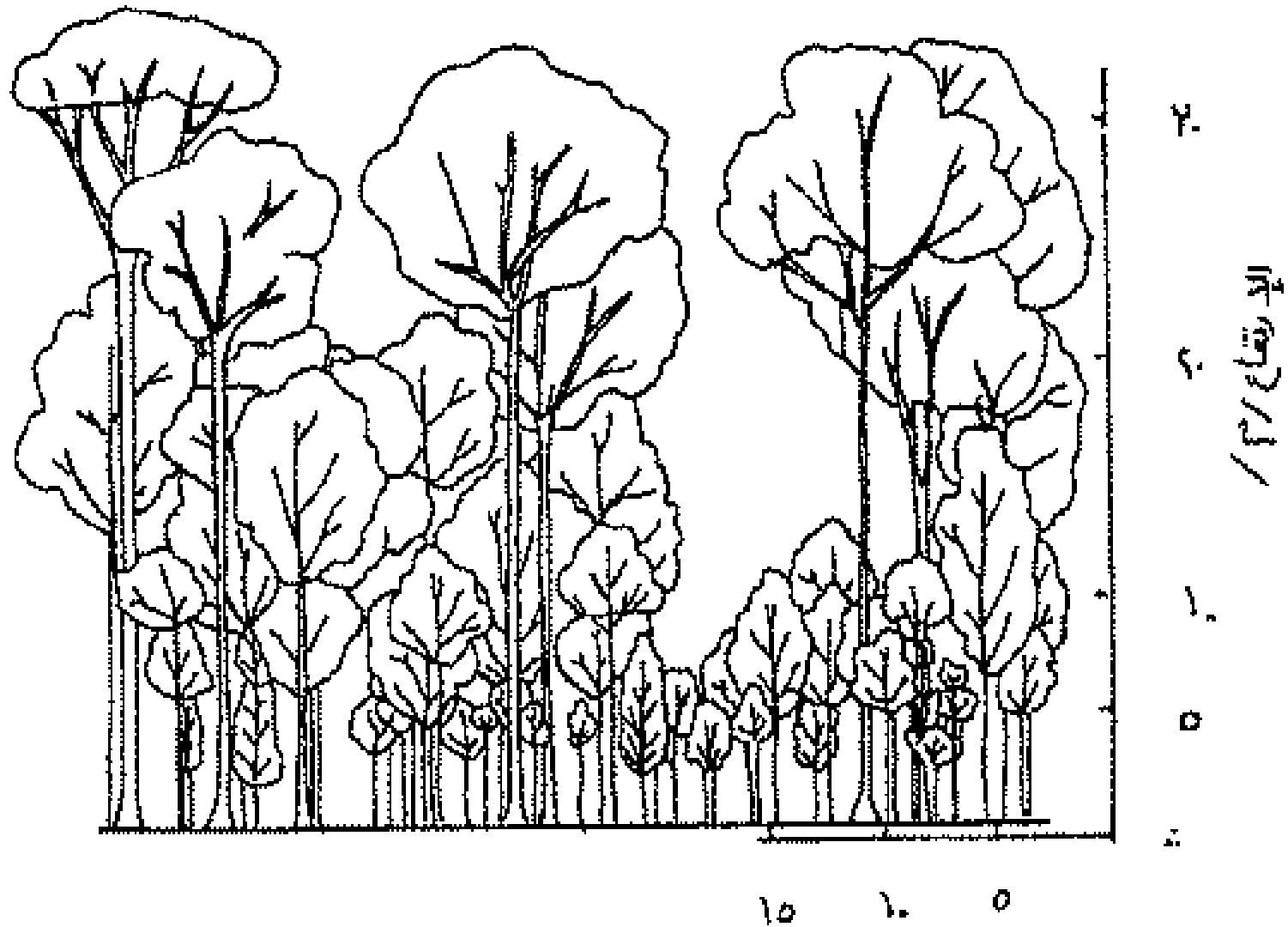
أما الحرارة فتكون في مستوى الطوابق السفلية ، واحدة على مدار السنة وتقلباتها لا تزيد عن ٤ , ١ درجة في الفصل الرطب و ٢ , ٣ في الفصل الجاف ، أما على ارتفاع ١٨ م فقد تصل تقلباتها إلى ٢ , ٧ درجة في الفصل الماطر و ٤ , ١٢ درجة في الفصل الجاف .

تركيب الغابات الاستوائية المطيرة

وللغابات الاستوائية المطيرة نفس المظهر الخارجي في جميع أجزاء الكرة الأرضية والذي لا يتغير على مدار السنة (شكل ٣٦). ونجد على المقطع الطولي (شكل ٣٧)

للغابة أن الأشجار تشكل ثلاثة طبقات، العلوي ومتوسط ارتفاع الأشجار فيه حوالي ٣٥ م ويتألف من أنواع الفصائل *Lecythiadae*، *Lauraceae* و *Araliaceae* كما تدخل ضمنه تيجان أشجار الفصيلة الخيمية *Umbelliferae*. ويتألف الطابق الثاني الذي يصل ارتفاعه إلى ٢٠ م من أشجار تنتمي إلى فصائل متعددة، وكلا هذين الطابقين غير متراسين ولا يتميزان على نحو واضح، والطابق الثالث كثيف ويبلغ

طول أشجاره حوالي ١٠ م ويتألف من أشجار لم تبلغ طولها الكامل ومن أشجار بالغة من الفصائل *Anonaceae* و *Violaceae* وغيرها. أما الأشجار الأقصر من ذلك فتكون محاطة بالنباتات المتسلقة التي لاتصل إلى مستوى الأشجار العالية ويوجد تحت الطوابق الشجرية طابق الشجيرات والأعشاب الطويلة يليه طابق الأعشاب القصيرة وبادات الأشجار وأخيرا السراخس والرصن *Selaginella*. وتشكل نباتات الأشجار والشجيرات حوالي ٧٠٪ من مجموع الأنواع المشكلة للغابات الاستوائية المطيرة أما الـ ٣٠٪ الباقية من الأنواع فتتبع إلى الأنماط البيولوجية الأخرى، والأنماط البيولوجية في الغابات



شكل (٣٧) قطاع طولي في غابة استوائية مطيرة.

من الأنواع فتتبع إلى الأنماط البيولوجية الأخرى ، والأنماط البيولوجية في الغابات الاستوائية المطيرة هي :

- ١ - الأشجار والشجيرات .
- ٢ - الأعشاب .
- ٣ - النباتات المتسلقة .
- ٤ - النباتات نصف العالقة .
- ٥ - النباتات العالقة .

بيئة النباتات الشجرية في الغابات الاستوائية المطيرة

تتميز أشجار الغابات الاستوائية المطيرة بصفات معينة ، فالجذع مستقيم أملس ، والقشرة رقيقة ملساء ناصلة اللون وذلك لعدم تعرض الجذع للأشعة الشمسية المباشرة والرياح الجافة ولتوفر الرطوبة الزائدة . وتتفرع الأشجار في القمة ، وتاجها صغير ، والأوراق كبيرة قاسية (جلدية) لونها أخضر داكن ، وتامة الحافة ، وأوراق الفصيلة

القرنية Leguminosae ريشية وسطحها كبير . ومن الصفات المميزة للأشجار الجذور الدعامية Buttressed roots التي تدعم الأشجار الطويلة ذات المجموع الجذري السطحي . وتنشأ الجذور الدعامية (شكل ٣٨) من قاعدة الجذور الرئيسية ويستمر نشاط الكامبيوم في الجذور الدعامية طبيعياً في السنوات الأولى ، وبعد ذلك يتوقف نشاط الكامبيوم ، في هذه الجذور، عدا جزئه العلوي الذي يستمر في النشاط وبذلك يزداد ارتفاع هذه الجذور الدعامية حتى يبلغ تسعة أمتار في بعض الأحيان ، كما يتراوح قطرها بين عدة سنتيمترات وعدة أمتار.

مميزات أشجار الغابات الاستوائية :

- الجذع مستقيم وأملس .
- القشرة رقيقة وملساء وناصلة اللون .
- تتفرع الأشجار في القمة .
- تاجها صغير .
- الأوراق كبيرة وقاسية , ولونها أخضر , وتامة الحافة .
- أوراق الفصيلة القرنية ريشية وسطحها كبير .
- وجود الجذور الدعامية .
- البراعم غير محمية .
- مساحة الورقة تتوقف على الطابق , ففي الطابق العلوي من الورقة تكون طولها الورقة 55-95 سم أما الموجودة في الطابق المتوسط (الشجيرات) تكون طولها إلى 170 سم .



شكل (٣٨) رسم تخطيطي يوضح الجذور الدعامية التي تتكون في قاعدة جذع بعض الأشجار في الغابات الاستوائية المطيرة.

والسراعم غير محمية أو نادرا ما تكون محمية بعنق الورقة أو بالأشعار أو الإبرازات
جلدية . والأوراق البالغة تامة الحافة غالبا ومستدقة النهاية أما مساحتها فتتوقف على
الطابق الذي تعيش فيه الأشجار، وبشكل عام تقل مساحة الورقة وتغدو جلدية كلما
اقتربنا من الطابق الشجري العلوي ، فمثلا يتراوح طول أوراق أشجار النوع
Polyscias polybotrya الموجودة في مستوى الطابق العلوي بين ٥٥ - ٩٥ سم ، أما تلك
الموجودة في مستوى طابق الشجيرات فيصل طولها إلى ١٧٠ سم ، وهذا الاختلاف في
طول ومساحة الأوراق ناجم عن تأثير المناخ الدقيق الذي يختلف اختلافا كبيرا بين
الطابق الشجري وطابق الشجيرات . ودراسات فالتر Walter ١٩٧٣ وغيره في الغابات

ومن أهم الصفات التي تتميز بها الأشجار في الغابات الاستوائية المطيرة هي ظاهرة الأزهار الجذعية Cauliflory أي تكون الأزهار وبعد ذلك الثمار على الجذوع مباشرة، فالبراعم الإبطية تبقى عدة سنوات كامنة، وبعد ذلك تشق القشرة وتبدأ بالنمو وإعطاء الأزهار، وهذه الظاهرة تلاحظ في المناطق المعتدلة فقط في أشجار الزمزيق *Cercis*

المناطق الاستوائية مثال ذلك شجرة الكاكاو *Theobroma cacao* التي تعيش في الطوابق السفلية للغابات الاستوائية المطيرة، وتوجد ظاهرة الأزهار الجذعية في أكثر من ١٠٠٠ نوع من النباتات الشجرية

وبذور كثير من الأنواع كبيرة وتدخر كمية كبيرة من المواد المغذية، وهذا يمكنها من الإنبات والنمو لتصل إلى ارتفاعات كبيرة تكون فيها شدة الإضاءة مرتفعة نسبياً. ويتم الإزهار في أي وقت من السنة

الشجيرات

توجد، إلى جانب الأشجار التي تسود في الغابات الاستوائية المطيرة، الشجيرات التي تشكل طباقا مستقلا مختلطا مع الأشجار الفتية، والتي لم تبلغ بعد طولها الكامل، والأعشاب المرتفعة. ويتلقى طابق الشجيرات كميات قليلة من الضوء بالمقارنة مع الأشجار، إذ تحصل الشجيرات على الضوء الذي ينفذ من بين أوراق وأغصان الأشجار. وتتميز الشجيرات، كما هي الحال في الأشجار، بكونها قليلة التفرع وهذا ما يميزها عن شجيرات المناطق المعتدلة، والأوراق فيها كبيرة ورقيقة ونادرا ما تحتوي على أدمة والثغور مفتوحة بشكل دائم، وبصورة عامة تختلف أوراق الشجيرات عن أوراق الأشجار الجبلية وذلك لأن معدل النتح منخفض في مستوى طابق الشجيرات بسبب ارتفاع رطوبة الهواء وانخفاض شدة الإضاءة والرياح.

مميزات شجيرات الغابات الاستوائية :

- تتلقى كمية قليلة من الضوء مقارنة بالأشجار .
- الشجيرات قليلة التفرع
- الأوراق كبيرة ورقيقة ونادرا ما تحتوي على أدمة
- والتغور مفتوحة بشكل دائم .
- أوراق الشجيرات تختلف عن أوراق الأشجار .

الأعشاب

وتتميز الغابات الاستوائية المطيرة بأن عدد الأنواع العشبية فيها قليل بالمقارنة مع

الأنواع الشجرية وهذا يعود، كما يعتقد، لانخفاض شدة الإضاءة في مستوى الطوابق السفلية من الغابة مما يؤدي إلى انتخاب الأنواع القادرة على النمو في شدة ضوئية منخفضة. وأغلب الأعشاب معمرة، والأجزاء الهوائية منها تبقى حية لسنوات عدة، بسبب انعدام الفصول، مما يمكنها من أن تصل إلى ارتفاعات كبيرة تبلغ عدة أمتار،

ويختلف شكل ومساحة الأوراق في النباتات العشبية كثيرا، كما وتختلف ألوانها التي قد تكون داكنة أو حمراء، ولكن أوراق أغلب الأنواع رقيقة وطرية. ومن أهم خواص الأعشاب في الغابات الاستوائية المطيرة تكيفها للنمو في إضاءة منخفضة، كما أن تكاثرها يكون خضرية في الأغلب.

مميزات أعشاب الغابات الاستوائية :

- عدد الأنواع العشبية قليلة بالمقارنة مع الأنواع الشجرية .
- أغلبها معمرة .
- والاجزاء الهوائية منها تبقى حية لعدة سنوات .
- يمكنها أن تصل إلى ارتفاعات كبيرة تبلغ عدة أمتار .
- أوراقها رقيقة وطرية
- تكيفها للنمو في إضاءة ضعيفة .
- تكاثرها خضرىا في اغلب الأنواع .

النباتات المتسلقة Lianas

تتخذ النباتات المتسلقة Lianas وكذلك النباتات العالقة Epiphytes ونصف العالقة Hemiepiphytes من الأشجار مكانا تعيش فيه أو متكأ تثبت به . وتثبت بذور النباتات المتسلقة في التربة وتنمو بعد ذلك سوقها بسرعة دون أن تشكل أنسجة دعامية كثيرة، وترتفع هذه النباتات إلى الأعلى وتصل إلى المكان المناسب من حيث شدة الإضاءة. وهي تتسلق دعاماتها من النباتات المختلفة وذلك بواسطة (شكل ٣٩):

أ - الأشواك أو المحاجم

ب - الجذور العرضية Adventitious roots التي تنمو على الساق

ج - التفاف سوق النباتات المتسلقة حول جذوع الأشجار.

د - المعاليق Tendrils وهي عبارة عن أعضاء خاصة متحورة تمكن النباتات المتسلقة من تثبيت نفسها بجذوع وأفرع الأشجار.

وتستطيع النباتات المتسلقة أن تصل إلى مستوى تيجان الأشجار حيث شدة الضوء مرتفعة ولكنها تستطيع في أطوار نموها الأولى تحمل الإضاءة المنخفضة في مستوى الطوابق السفلية . وتكثر النباتات المتسلقة في المناطق المفتوحة من الغابة وعند

وغالباً ما يزيد طول النباتات المتسلقة عن ٧٠ متراً ويمكن مشاهدتها كالحبال المتشابكة التي تربط بين أشجار الغابة ، وتخلص دراسات Schenck ١٨٩٢ إلى أن ٩٠٪ من كافة الأنواع المتسلقة توجد في المناطق الاستوائية .

النباتات نصف العالقة Hemiepiphytes

وهي عبارة عن زمرة نباتية تحتل مكانا وسطا بين النباتات المتسلقة والنباتات العالقة Epiphytes ، وتبدأ حياتها إما على شكل نباتات متسلقة أو على شكل نباتات عالقة ، فمثلا بعض أنواع الفصيلة *Agaceae* تنمو في البداية على شكل نباتات متسلقة عادية

ولكن بعد ذلك يموت الجزء السفلي من الجذع وتقطع الصلة بين النبات والتربة ويتحول النبات من نبات متسلق إلى نبات عالق ، أو أن بعض النباتات العالقة التي تنمو على الأشجار تشكل جذورا هوائية (جذورا عرضية هوائية) تمتد لتصل إلى التربة وتبدأ بامتصاص الماء والأملاح المعدنية بالشكل المعروف مثل *Coassapoa fagifolia* وكذلك التين البنغالي *Ficus bengalensis* الذي ينتمي إلى النباتات

النباتات العالقة Epiphytes

وهي النباتات التي تستخدم النباتات الأخرى كوسط نمو (Substrate) وتنبت فيه بذورها وتنمو فيه كما تستخدمها متكأ لها ، ولا يوجد بين النباتات العالقة والنباتات التي تعيش عليها تأثيرات فزيولوجية أو كيميائية ، ويعتقد فالتر Walter ١٩٧٣ أن هناك كثيرا من النباتات العالقة التي تعيش فقط على الفروع الحية للأشجار، كما أنها تختار أنواعا معينة من الأشجار، وربما ينجم هذا الاختيار عن خواص القشرة وخاصة قساوتها في الأفرع الميتة .

تكيفات النباتات العالقة لحل مشكلة الماء

- 1- تمتص الماء من الرطوبة الجوية المرتفعة
- 2- جمع التربة في مكان نموها { مواد دبالية نتجت من تحلل البقايا النباتية }
- 3- تتميز جذورها بوجود طبقات من الخلايا (الحجاب الجذري) تحيط بالجذور الهوائية و تمتص الرطوبة من الهواء
- 4- وجود حراشف كأسية الشكل على الأوراق قادرة على امتصاص الماء

وتنبت بذور النباتات العالقة ، عادة ، على فروع الأشجار المرتفعة لذا فإنها توجد في ظروف ضوئية جيدة . ولكنها تعاني من مشكلة الحصول على الماء والأملاح المعدنية ، وتستطيع أن تمتص الماء من الرطوبة الجوية المرتفعة والتي تتوفر بشكل دائم في هذه الغابات ، ومن هنا كثرت النباتات العالقة في الغابات الاستوائية المطيرة ، ولكن بالرغم من توفر الرطوبة فإن للنباتات العالقة تكيفات معينة تضمن تزويدها بالماء اللازم لنموها ، ومن أهم هذه التكيفات جمع التربة في مكان نموها ، وتكون هذه التربة في معظمها من مواد دبالية نتجت من تحلل البقايا النباتية ، وتعمل هذه التربة على الاحتفاظ بالماء وتزويد النبات به ، كما أن بعض النباتات العالقة تتميز جذورها بوجود طبقات من الخلايا تسمى الحجاب الجذري Velamen تحيط بالجذور الهوائية وتمتص الرطوبة من الهواء كما في نباتات الفصيلة السحلبية Orchidaceae (شكل ٤٠) أو بوجود حراشف كأسية الشكل على الأوراق Suction-scales قادرة على امتصاص الماء . وهناك بعض النباتات التي تجمع الماء في أوراقها التي تشبه الجرار مثل نبات *Nepenthes*

ب - الغابات المدارية ساقطة الأوراق

Deciduous Tropical Forests

ينعكس الابتعاد عن خط الاستواء في اتجاه المدارين على مجمل العوامل المناخية من درجة حرارة وكمية أمطار سنوية وشدة إضاءة وغيرها ، كما ينعكس على تركيب وفلورا الغطاء النباتي . ويظهر كلما ابتعدنا عن خط الاستواء في اتجاه المدارين ، تميز فترة جافة يزداد طولها مع الاقتراب من المدارين ، ويصبح بالإمكان تمييز فترتين في السنة : الأولى رطبة يتناقص طولها والثانية جافة يزداد طولها كلما ابتعدنا عن خط الاستواء .

ويتم الانتقال تدريجيا من المناطق دائمة الأمطار وعديمة الفصول إلى المناطق التي تتميز بفترة جفاف)

وفي المناطق المدارية ، التي يتناوب فيها فصل جاف مع فصل مطير ، يمكن تمييز الأنماط التالية من الغابات ساقطة الأوراق)

شكل (٤٢) المخططات المناخية في مناطق :

- ١ - الغابات المدارية شبه دائمة الخضرة
- ٢ - السافانا البرازيلية
- ٣ - الغابات الموسمية الجافة
- ٤ - الغابات الموسمية الرطبة

١ - الغابات المدارية ذات الخضرة شبه الدائمة

Tropical semi-evergreen forests

وتسمى في المناطق التي يتراوح فيها طول الفصل الجاف بين شهر واحد وثلاثة أشهر، وفي هذه الغابات ، تسقط أوراق الأشجار المكونة للطوابق العلوية دون غيرها، أما الأشجار والشجيرات المكونة للطوابق السفلية فتبقى دائمة الخضرة ومن هنا كانت تسمية هذه الغابات بالغابات المدارية شبه دائمة الخضرة.

أما في المناطق التي تزيد فيها فترة الجفاف عن ذلك فينمو نمطان من الغابات هما :

أ - الغابات الموسمية - المدارية - الرطبة ساقطة الأوراق Monsoon, moist
.deciduous tropical forests

ب - الغابات المدارية الجافة ساقطة الأوراق والأحراش الشوكية Dry deciduous
.forests and thorn bushes

١ - الغابات الرطبة ساقطة الأوراق

وتعرف هذه الغابات في الهند باسم الغابات الموسمية Monsoon forests وأهم أنبساطها ما هو موجود في الهند وتتألف بشكل أساسي من أشجار *Tectona grandis* و *Shorea rubusta* وغيرها، تلعب أشجار *Tectona* دورا كبيرا في تشكيل هذه الغابات حيث يصل طولها أحيانا إلى ٤٠ م وتشكل مع أشجار *Terminalia tomentosa* وأشجار *Diospyros melanoxylon* في وسط الهند غابات بقيت حتى الآن في مناطق متفرقة . وعدد الأنواع المكونة لهذه الغابات أقل من عدد الأنواع التي تكون الغابات المطيرة والغابات شبه دائمة الخضرة كما أنها أقل كثافة ، ونظرا لقلّة كثافة هذه الغابات فإن الغطاء النباتي العشبي فيها جيد النمو وكثيف ، والنباتات المتسلقة والعالقة متوفرة إلى حد ما في هذه الغابات .

ب - الغابات الجافة ساقطة الأوراق والأحراش الشوكية

وتسمى هذه الغابات أحيانا بالغابات الموسمية الجافة Dry monsoon أو الغابات السافانية ، وتنتشر في المناطق ذات الصيف الماطر والشتاء الجاف .

ويصل ارتفاع الأشجار فيها من ٩ - ١٢ متراً وتغطيها حوالي ٦٠ - ٨٠٪ ، وتسقط أوراقها في الفترة الجافة . ومع ازدياد الجفاف تقل كثافة الأشجار وتزداد كثافة الغطاء النباتي العشبي ويسود في هذه الغابات الأشجار من أنواع *Colophospermum mopane* (غابات الموبان Mopane) وأنواع الفصيلة *Combretaceae* والجنس *Pterocarpus* والأكاشيا *Acacia* والالبيزيا *Albizia* والكوميفورا *Commiphora* وغيرها .

وتغطي هذه الغابات في شرق أفريقيا مساحات واسعة وتسود فيها أنواع الفصيلة القرنية Leguminosae. وبسراعم الأشجار محمية من الجفاف، والجذع مغطى بقشرة سميقة والنباتات العائقة معدومة والمتسلقة قليلة.

ومع ازدياد الجفاف تستبدل أشجار هذه الغابات بالشجيرات الشوكية Thorn bushes والتي نجد بينها أشجار البوياب (التبلدي) *Adansonia digitata* والتي تكثر على الحدود بين الغابات والسافانا. وتوجد الأحراش الشوكية بشكل واسع في شرق أفريقيا في المناطق التي تسقط فيها كميات قليلة من الأمطار ويسود في هذه المناطق أنواع الأكاشيا *Acacia* المختلفة وتحالطها أشجار البوياب *Adansonia*.

السافانا Savanna

السافانا في مدلولها الواسع تعني الغطاء النباتي ذا الخصائص الجفافية الذي ينتشر في المناطق المدارية ذات الأمطار الصيفية والتي تكون فيها الحشائش طبقة سائدة متجانسة وكثيفة وتتخللها أشجار أو شجيرات متناثرة ومتباعدة .

ويتميز مناخ السافانا بأمطار تزيد عن ٦٠٠ مم تسقط في الفترة الحارة من السنة (فصل الصيف) وبفترة جفاف تدوم بين ٤ و٦ أشهر. ويبلغ متوسط درجة الحرارة في الفترة الرطبة في السافانا البرازيلية حوالي ١٨ - ٢١ درجة مئوية وفي الفترة الجافة ١٤ - ١٥ درجة مئوية، أما في أفريقيا فهو على التوالي ٢٠ - ٢٤ و ١٨ - ٢٠ درجة مئوية

ويقسمون منطقة السافانا إلى منطقتين منفصلتين
تحتايزان منطقة الغابات في المناطق المدارية المطيرة وهما :

- أ - السافانا الرطبة Moist savanna والتي تسود فيها الحشائش الطويلة .
 - ب - السافانا الجافة Dry savanna والتي تسود فيها الحشائش القصيرة (Walter
- وتسود في الغطاء النباتي العشبي للسافانا الطبيعية الأعشاب النجيلية التي يصل
متوسط ارتفاعها إلى حوالي المتر ويصل طولها في كثير من الأحيان إلى ثلاثة أمتار وأكثر
وإذا ترافق ارتفاع الأعشاب مع كثافة عالية فإنه يصبح من الصعب اختراق الغطاء
العشبي .

وتتميز الحشائش المعمرة في السافانا في أن التتح يبقى فيها مرتفعاً حتى في الحالات التي يقل فيها محتوى التربة من الماء مما ينتج عنه انخفاض في محتوى الخلايا من الماء وارتفاع في الضغط الأزموزي وموت موضعي للخلايا (Necrosis) يبدأ من أطراف الأوراق ثم ينتقل تدريجياً إلى قواعدها، ومع جفاف التربة السريع يلاحظ تغير لون الحشائش الأخضر (التي تموت أوراقها) إلى لون أصفر بني خلال فترة وجيزة. ونظراً لأن الأنسجة الميرستيمية لمعظم الحشائش تقع عند قاعدة السلاميات فإنها تكون محمية من الجفاف بأغلفة الأوراق الجافة التي تحيط بمنطقة النمو، ونظراً لأن الأعشاب تحتاج إلى كميات قليلة من الماء، بعد موت الأوراق، لذا فإن الأعشاب تستطيع البقاء حية خلال فترة الجفاف الطويلة دون أن تحتاج إلى كميات كبيرة من الماء في التربة، وتعود الأعشاب إلى نشاطها الطبيعي وتعطي مجموعاً خضرياً جديداً عند انتهاء الفصل الجاف وسقوط الأمطار.

???

وتتميز النباتات الأخرى التي تكون الغطاء النباتي في السافانا بكونها جفافية أيضا، فالأشجار ذات جذع قصير نسبيا وغير مستقيم غالبا. ومع هذا توجد بعض الأشجار كبيرة الحجم ومستقيمة الجذع، ومن أهم تكيفاتها سقوط أوراقها في موسم الجفاف، أما الأشجار دائمة الخضرة فلها أوراق قاسية ومغطاة بالأوبار غالبا. وتتميز الأشجار بشكل تاجها المظلي والذي يعتقد أنه شكل من أشكال التكيف لتخفيف تأثير الرياح الشديدة، ذلك أن الرياح تلامس الطرف الضيق للتاج وبهذا تقل شدة النتع.

إن التوازن بين مكونات الغطاء النباتي (الأعشاب والنباتات الشجيرية والشجيرية) في السافانا يحدده التنافس بين الأعشاب والشجيرات والأشجار وكذلك العوامل المناخية والعوامل الحيوية كالقطع والرعي، كما تلعب الحرائق دورا كبيرا في هذا التوازن.

المناطق التي لا تزيد فيها كمية الأمطار السنوية عن ١٠٠ مم تنمو الحشائش
الشجيرات والأشجار لا تستطيع النمو وذلك لعدم توفر الكمية الكافية من

معدلات الأمطار إلى ٢٠٠ مم؛

يمكن الأعشاب الطويلة من النمو حيث تجد الرطوبة الكافية

وتحتل السافانا في أفريقيا مساحات واسعة ، بالمقارنة مع المساحات التي تحتلها في القارات الأخرى ، وتتركز بشكل خاص في شرق أفريقيا إلى الجنوب من الصحراء الكبرى ، ويتألف الغطاء العشبي فيها من نجيليات طويلة جفافية قاسية (جلدية)

الأوراق والساق مثل جنس *Andropogon* و *Panicum* و *Chloris* وغيرها .

الصحاري وأشباه الصحاري شبه الاستوائية

Subtropical Deserts and Semideserts

1 تعاني نباتات المناطق الجافة من قلة المطر في القسم الأكبر من السنة وذلك بسبب قلة الأمطار وزيادة التبخر، وهذا فالغطاء النباتي فيها قليل الكثافة والنباتات ذات تكيفات مورفولوجية وتشريحية وفيزيولوجية تمكنها من تحمل الظروف غير المناسبة للنمو.

وتسمى المناطق الجافة عادة بالصحاري Deserts

وتتميز الصحاري بقلة الأمطار إذ لا تزيد عن ٢٥ سم في السنة

يختلف نظام سقوط الأمطار من منطقة صحراوية إلى أخرى ويمكن إجماله فيها

بأنواع:

١ - الصحاري ذات الأمطار الشتوية وتشمل شمال الصحراء الكبرى الصحاري العربية

٢ - الصحاري ذات الأمطار الصيفية (النظام المداري) وتشمل جنوب الصحراء

الكبرى وصحاري تار في باكستان وصحاري كالا هاري وصحاري شمال استراليا

٣ - الصحاري التي تسقط فيها الأمطار في كل الفصول وليس فيها فترة رطبة،

مثل منخفضات الأرال - قزوين (استراخان) وصحاري غوبي والجزء الغربي من

٤ - الصحاري شديدة الجفاف Extra arid والتي تسقط فيها الأمطار بشكل

عرضي وتشمل وسط الصحراء الكبرى وجنوب الجزيرة العربية وشواطئ بير ووشمال

مميزات الصحاري

1

وتتميز الصحاري بأن رطوبة الهواء فيها منخفضة وخاصة في الصيف وتتراوح بين

2

١٥ و ٢٥٪ ودرجة الحرارة مرتفعة وتغيراتها الفصلية في بعض المناطق كبيرة، وللرياح

3

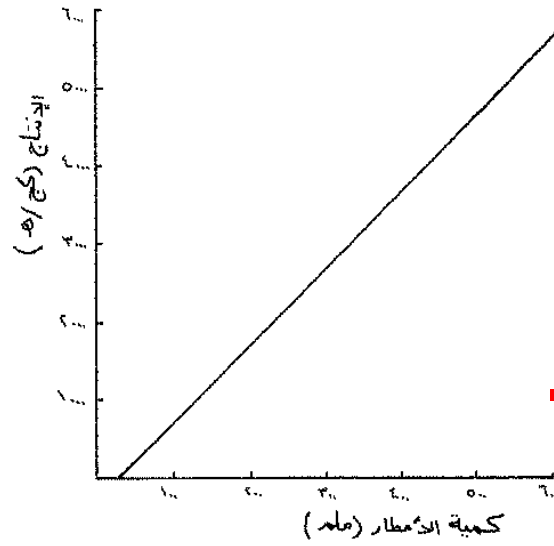
تأثير كبير في المناطق الصحراوية نظراً لهبوبها الدائم وملامستها لسطح التربة وانخفاض كثافة الغطاء النباتي وقصر النباتات وعدم تشكيلها حاجزاً أمام الرياح، وتؤدي هذه

الظروف غير المناسبة لنمو النباتات إلى زيادة شدة النتح من النباتات وزيادة التبخر

فلورة المناطق الجافة

تشابه المناطق الجافة في كافة أنحاء الكرة الأرضية وهذا يعود إلى انخفاض كثافة الغطاء النباتي من ناحية وإلى تعاظم دور التربة في تشكيل المنظر العام للصحاري من ناحية أخرى. فإذا كان الغطاء النباتي في المناطق الرطبة يغطي سطح التربة ويحميها من الانجراف والتعرية، فالأمر يختلف في المناطق الصحراوية حيث الانجراف يؤدي إلى ظهور الصخور على السطح، ويصبح منظر الصحاري باستثناء المناطق المنخفضة، مشابهاً لمنظر المناطق الجبلية المرتفعة. وبالرغم من قلة الأمطار في المناطق الجافة فإن النباتات التي تنمو متباعدة عن بعضها البعض تجد الماء اللازم لنموها،

العلاقة بين كثافة الغطاء النباتي وكمية الأمطار



إنتاج الغطاء النباتي يتناقص مع تناقص كمية الأمطار

يتضح من الشكل أن إنتاج الغطاء النباتي يتناقص مع تناقص كمية الأمطار السنوية وقد بين فالتر (Walter 1964) أن مساحة السطح الناتج أيضا (مساحة سطح الأوراق) تتناقص مع تناقص كمية الأمطار، فلو قسمنا كمية الأمطار الساقطة على مساحة معينة على السطح الناتج (في الغطاء النباتي) لوجدنا أنها متقاربة في المناطق الرطبة والجافة، وهذا يعني أن إمداد النباتات بالماء في المناطق الجافة والرطبة واحد تقريبا إذا حسبناه بالنسبة لكم النمو النباتي. ويلاحظ في المناطق شديدة الجفاف والتي يسقط فيها أقل من 100 مم من الأمطار سنويا عدم تجانس الغطاء النباتي، ففي بعض الأماكن يكون كثيفا وفي بعضها نادرا، وهذا ينتج عن عدم تجانس رطوبة التربة والذي

يعود بدوره للتضاريس التي تسبب سيلان مياه الأمطار، ففي الأمكنة المرتفعة أو غير المستوية تكون التربة أقل رطوبة من المناطق المنخفضة والأودية، وهذا يسبب عدم التجانس في الغطاء النباتي، إذ تتركب الأمكنة المنخفضة والأودية النباتات بالماء كما في المناطق الرطبة، وقد استغل الإنسان ظاهرة السيلان منذ القدم ووجه السيول السطحية إلى المناطق المنخفضة واستغلها للزراعة. وقد اكتشفت في السنوات الأخيرة (Evenari وزملاؤه ١٩٦١) في صحراء النقب، نظمٌ ربيّ قديمة (مصاطب وسدود) تجمع المياه من الأماكن المرتفعة وتوجهها إلى الأمكنة المنخفضة، وقد أعيد استعمال هذه النظم وبالتالي زراعة الأماكن المنخفضة، هذا وقدرت كمية المياه التي تتجمع من السيول السطحية بـ ٢٠ - ٤٠٪ من كمية المياه الساقطة في الأمكنة المرتفعة.

ونظراً لتنوع النظم المناخية والترب واتساع المناطق الصحراوية فإن فلورة الصحاري غنية نسبياً بالأنواع النباتية التي تنسب إلى أنماط بيولوجية Life forms مختلفة وتصنف هذه الأنماط البيولوجية في مجموعتين مختلفتين: الأولى تتحاشى الجفاف وتتم دورة نموها في الفترة الرطبة من السنة والثانية تتم جزءاً كبيراً أو صغيراً من دورة نموها في الفترة الجافة من السنة، وهي على النحو التالي

١ - المجموعة الأولى

أ - النباتات الحولية Ephemerals

والتي تغطي تربة الصحاري بعد سقوط الأمطار مباشرة وأغلبها من النباتات الحولية Therophytes وتزهر بعد أن تكون عدة أوراق كما أن بدورها تنضج بسرعة كبيرة

ب - النباتات العشبية المعمرة *Ephemeroids*

وعددها قليل وتوجد بشكل أساسي في المناطق الجافة ، ولها سوق أرضية معمرة
مطمورة في التربة على شكل ريزومات أو أبصال أو كورمات وتكون الأوراق والأزهار
خلال عدة أسابيع وذلك في الفترة الرطبة مثل *Carex physodes* و *Carex desertorum*

٢ - المجموعة الثانية

أ - الأشجار والشجيرات المرتفعة ، ذات الجذور النامية والتي تخرق التربة لتصل إلى طبقات الأرض الرطبة ، وأوراقها صغيرة ومتكيفة لتحمل الجفاف مثل الأكاشيا *Acacia* الموجودة في الصحراء الكبرى وصحراء المملكة العربية السعودية وأستراليا.

ب - الشجيرات القصيرة *Nanophanerophytes* والـ *Chamaephytes* وتكون فترة نموها النشطة في الفترة الرطبة الباردة نسبياً وفروعها طويلة وأوراقها كبيرة نسبياً ، ويبطئ نموها في بداية الفصل الجاف وتتشكل عندها فروع قصيرة تحمل أوراقاً صغيرة جفافاً ، وفي منتصف الفصل الجاف تبدأ أوراقها بالموت باتجاه قمة الفروع وفي بعض الأحيان يموت جزء من الفروع نفسها ، مثل الشيب *Artemisia* والسميرنوب

جـ - الشجيرات عديمة الأوراق أو ذات الأوراق الخرسائية مثل العلندة *Ephedra* والارطى *Calligonum comosum* والمرخ *Leptadenia pyrotechnica* والغضا *Huloxylon persicum* والعجرم *Anabasis articulata* وغيرها. ويقل النتح في هذه النباتات في الفترة الجافة عن طريق سقوط الفروع الطويلة أو عن طريق جفاف أنسجة

د - النجيليات ذات الأوراق الملتفة مثل *Aristida pungens* و *Andropogon* وغيرها وجذورها متطورة وغالبا ما تحاط بقلنسوة من الرمل.

هـ - النباتات العصارية *Succulents* التي تكثر في صحارى أمريكا وبعض مناطق جنوب غرب أفريقيا، وفيها النتح منخفض ومجموعها الجذري سطحي، وتحتزن الماء في الفترة الرطبة القصيرة.

وأهم مناطق الصحارى في العالم التالية :

الصحراء الكبرى

تمتد الصحراء الكبرى على مساحات واسعة في شمال أفريقيا، وتقدر مساحتها بحوالي ٩ مليون كم^٢ وتختلف الأمطار فيها من منطقة إلى أخرى سواء في فترة سقوطها أو كميتها، ففي الصحراء الجزائرية تسقط الأمطار بشكل أساسي في الخريف والربيع أما في الصحراء الليبية والمصرية فلا يلاحظ قاعدة عامة لسقوط الأمطار، وهي نادرة بشكل عام. ودرجة الحرارة مرتفعة وتتراوح بين ٥, ٧°م شتاء و ٤, ٥٢ درجة صيفا. أما درجة حرارة سطح التربة فتصل في الصيف إلى ٦٩, ٨ - ٧٤, ٤ درجة مئوية.

وفلورة الصحراء الكبرى فقيرة بالأنواع النباتية وتكثر النباتات بصورة خاصة

حول الواحات ومن أهم تلك الأنواع النخيل *Phoenix dactylifera* ، وعدد من أنواع جنس الأكاشيا *Acacia* التي يستخرج منها المواد الصمغية ، ويوجد في المناطق الجنوبية من الصحراء الكبرى الدوم *Hyphaene thebaica* ، ومما يسترعي الانتباه كثرة الأنواع العشبية الحولية *Ephemerals*.

وتكثر في المناطق الرملية النجيليات من جنس *Aristida* وخاصة *Aristida pungens* التي تملك مجموعاً جذرياً سطحياً غزير التفرع يصل طوله إلى ٢٠ م ، يمكنه امتصاص حتى الكميات القليلة من مياه الأمطار التي تبلل سطح التربة . وينعدم في بعض المناطق وخاصة في وسط الصحراء الكبرى وجود النباتات على مساحات واسعة .

الصحراء العربية

تشمل الصحراء العربية عدة مناطق أغلبها ذات تربة رملية؛ الربع الخالي والنفود الكبرى والنفود الصغرى والحسا، وفي الطرف الشمالي للجزيرة العربية توجد بادية الشام، ويحد صحارى شبه الجزيرة العربية من الغرب جبال الحجاز وعسير المجاورة للبحر الأحمر.

ويتميز المناخ في الصحراء العربية بصيف حار جاف وشتاء دافئ نسبيا والأمطار قليلة

المناطق الداخلية ذات مناخ شديد القسارية وتسقط الأمطار بشكل أساسي في الفترة الشتوية - الربيعية وتختلف كميتها من عام لآخر، وفي المناطق الجنوبية كالربع الخالي قد لا تسقط الأمطار لعدة سنوات، والرياح دائمة الهبوب وشديدة والمياه الجوفية عميقة.

ونظرا لقسوة المناخ نجد أن الصحراء العربية فقيرة بالنباتات فالمناطق الوسطى من الجزيرة العربية ذات الترب الرملية الحمراء تتميز بوجود الأنواع المعمرة التالية :
Artemisia monosperma, *Calligonum comosum*, الأُرطى *Scrophularia desertii*
Monsonia nivea ويصادف كذلك الشمام *Panicum turgidum* ومن أهم الأنواع العشبية، السعدان *Neurada procumbens*. كما توجد شجرة الغضا *Haloxylon persicum*. أما على الرمال المتحركة فلا نجد أي نوع نباتي تقريبا. ويوجد على الترب الحصوية القتاد *Astragalus spinosus* أما على الترب الرملية - الطينية فنجد الصمغاء *Stipa capensis* والشيح *Artemisia herba-alba* والسُّلَّه (الشبرم) *Zilla spinosa* والرمث

صحراء أمريكا الوسطى والشمالية

وتتراوح كمية الأمطار فيها بين ١٢٠ و ٢٥٠ سم لذلك نجد أن الغطاء النباتي فيها كثيف نسبيا ويسود فيها *Artemisia tridentata* وكذلك *Larrea tridentata* وهي عبارة عن جنبية (ارتفاعها ١ - ٥ م) ذات أوراق صغيرة ومجموع جذري عميق كثير التفرع ويرافقها جنبية أخرى أصغر منها هي *Franseria dumosa* وكثير من النباتات العشبية الحولية Ephemerals والنباتات العصارية Succulents ، واليوكا *Yucca* وفي قاعدة الجبال والمناطق المنخفضة حيث التربة رطبة نجد أن الغطاء النباتي له طبيعة أخرى حيث تكثر شجرة *Prosopis* التي يصل ارتفاعها إلى ١٢ م وكذلك السنط *Acacia* و *Parkinsonia* و *Celtis* وغيرها. وأما على السفوح والمرتفعات حصوية التربة فتوجد النباتات العصارية Succulents مثل الاجاف *Agava* و *Dasyllirion* واليوكا *Yucca*

صحراء آسيا الوسطى

وتتميز باختلاف مناخها حيث تقسم إلى شالية (جنوب كازاخستان) تسقط فيها الأمطار على مدار السنة تقريبا، وجنوبية تسقط فيها الأمطار في الشتاء والربيع، وحسب طبيعة التربة تقسم هذه الصحارى إلى صحارى طينية ورملية وملحية.

وتتميز الصحارى الطينية بانتشار الشيح *Artemisia herba-alba* بالإضافة إلى أنواع الفصيلة السرمقية *Chenopodiaceae* مثل العجرم *Anabasis salsa* و *Atriplex cana* والغضا *Haloxylon aphyllum* (شجيرة حتى ٤ - ٥ م عديمة الأوراق) وغيرها بالإضافة إلى الأعشاب الحولية *Ephemerals* والأعشاب المعمرة *Ephemeroïds* مثل

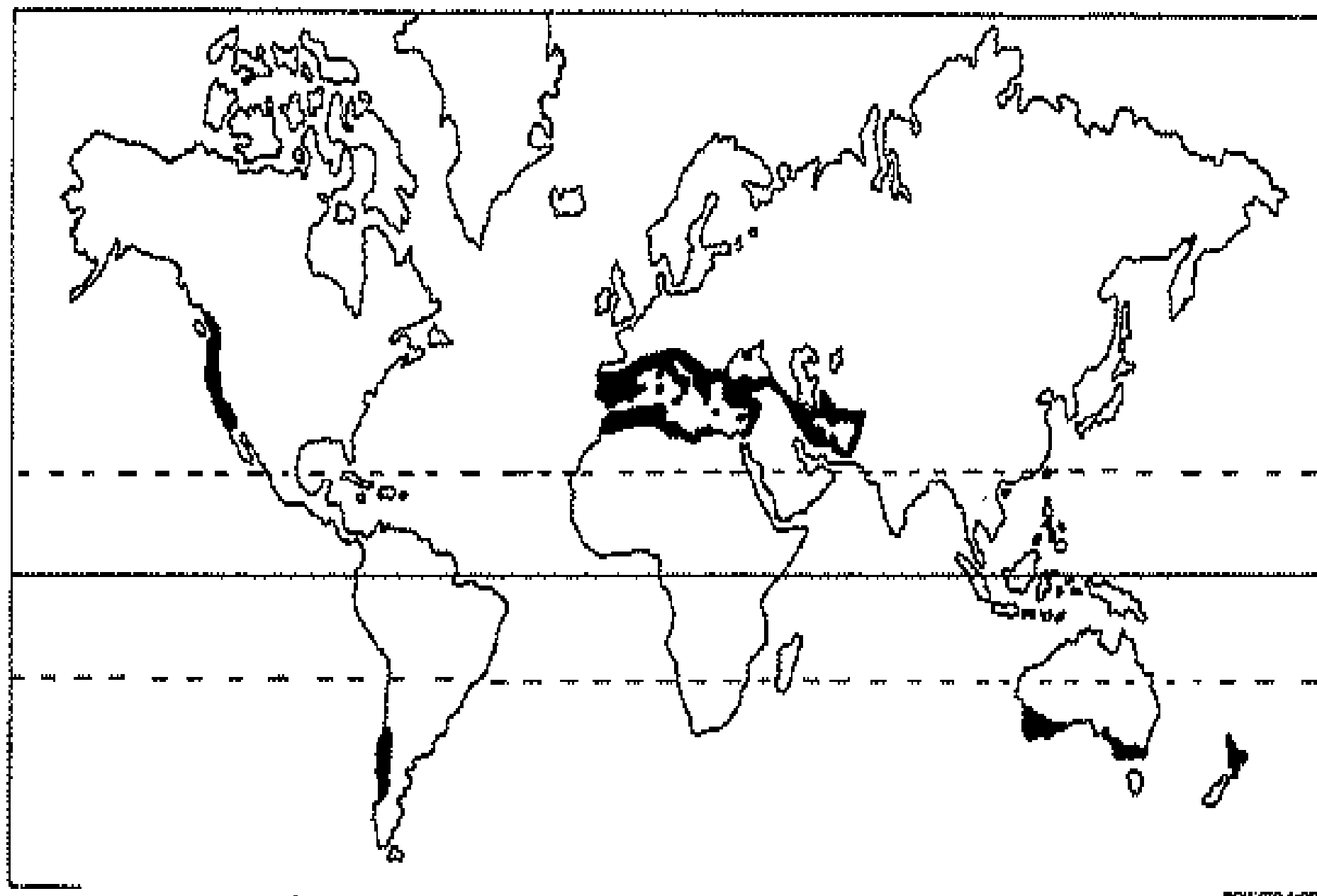
ونجد في الصحاري الملحية ، التي تنتشر بشكل أساسي على ضفاف نهرى أموداريا وسيراداريا وفي المناطق المنخفضة ، النباتات الملحية Halophytes وقسم من هذه النباتات عصاري Succulent مثل *Halochnemum strobilaceum* ، *Halostachys* ، *Salicornia herbacea* و *Caspica* ، وغيرها كما تصادف بعض الأنواع المفترزة للأملاح والتي تشكل بعد جفافها بلورات ملحية على سطح الأوراق مثل *Frankenia* والطرفة *Tamarix* و *Reaumuria* وغيرها وتوجد بعض المناطق التي لا تحوي أي نوع نباتي وذلك لارتفاع ملوحة التربة .

وتشكل الصحاري الرملية القسم الأكبر من صحاري آسيا الوسطى ، وهي ذات غطاء نباتي أكثر كثافة من بقية الصحاري الأخرى ويعود هذا إلى أن التربة الرملية تمتص كل المياه التي تسقط عليها ، كما أن الخاصية الشعرية عندها ضعيفة ولهذا لا تنجف إلى أعماق كبيرة ، كما أن البخار الموجود بين حبيبات الرمل يمكن أن يتكثف ليلا عندما تنخفض درجة حرارة التربة ويؤدي إلى زيادة الرطوبة . ويوجد على التربة الرملية بالإضافة إلى النباتات العشبية كثير من الشجيرات مثل الأرطى *Calligonum* (حوالي ٣٠ نوعا) و *Ammodendron* (حوالي ٥ أنواع) والطرفة *Tamarix* والغضا *Haloxylon* *persicum* وغيرها .

الغابات قاسية (جلدية) الأوراق

Sclerophyllous Forests

توجد الغابات قاسية الأوراق في شواطئ البحر الأبيض المتوسط وتمتد في المناطق الجبلية حتى تصل إلى أفغانستان، كما توجد في أمريكا الشمالية في وسط وجنوب كاليفورنيا وفي أمريكا الجنوبية في وسط تشيلي وفي أفريقيا في جنوب غرب منطقة الكاب وكذلك في جنوب وجنوب شرق استراليا، أي أن هذه الغابات توجد في القارات الخمس (شكل ٤٨) وسنأخذ كمثال لها الغابات الموجودة في حوض البحر الأبيض



منطقة انتشار الغابات دائمة الخضرة قاسية الأوراق (غابات البحر الأبيض المتوسط).

تميز فلورة البحر المتوسط بغناها بالأنواع النباتية المتوطنة وذلك بسبب انعزال أجزاء من منطقة البحر المتوسط عن القارة بالبحر أو الجبال المرتفعة أو الصحاري من جهة وبسبب تنوع الظروف البيئية من ناحية أخرى، ويصل عدد الأنواع المتوطنة في حوض البحر المتوسط إلى ٤٠٪ من مجموع الأنواع التي تعيش في هذه المنطقة.

ويشكل عنصر البحر الأبيض المتوسط القسم الأكبر من هذه الأنواع ويصل عدد الأنواع التي تنتمي لعنصر حوض البحر الأبيض المتوسط إلى ٥٠٪ من العدد الكلي للأنواع، أما الأنواع الباقية فتتنتمي إلى العنصر المكاري أو الآسيوي الشرقي أو الأوروبي التي دخلت إلى منطقة البحر المتوسط في أزمنة مختلفة، وتلعب هذه العناصر الثلاثة دوراً ثانوياً في الجزء المركزي للبحر المتوسط، أما في أطرافه فيزداد دورها أهمية في الغطاء النباتي.

مناخ حوض البحر الأبيض المتوسط

ويعنى بمناخ المتوسط نمط من المناخ يسود في حوض البحر الأبيض المتوسط وفي مناطق أخرى من الكرة الأرضية مثل كاليفورنيا والجزء المتوسط من تشيلي والجزء الغربي من الكاب وجنوب غرب استراليا وغيرها . وتعتبر كمية الأمطار وتوزعها على مدار السنة من أهم مييزات مناخ المتوسط ، فالصيف حار وجاف والشتاء معتدل وماطر ويمكن تمييز المناطق التالية :

ا - مناطق ذات صيف غير ماطر (لا يسقط فيه أكثر من ٥٠ مم من الأمطار) ، وتسقط الأمطار بشكل أساسي في بداية الشتاء ، وتشمل شمال أفريقيا وجنوب إسبانيا وسردينيا وجنوب إيطاليا ووسط اليونان وشرق البحر المتوسط وشواطئ آسيا الصغرى

ب - مناطق ذات صيف قليل الأمطار (٥٠ - ١٠٠ مم) وتسقط الأمطار في الربيع والخريف ونجد هذا المناخ في شمال إسبانيا (باستثناء الشواطئ الأطلسية) وشواطئ فرنسا والشواطئ الغربية لوسط إيطاليا والبانيا ووسط اليونان والشواطئ الغربية لبحر

جـ - المناطق الشمالية الانتقالية . حيث تسقط الأمطار على مدار السنة تقريبا ولكنها تبلغ الحد الأقصى في الربيع والخريف والحد الأدنى في الصيف، وتشمل

تختلف كمية الأمطار من منطقة لأخرى (متوسطها حوالي ٧٦٠ مم) وتقل من الشمال نحو الجنوب، فبينما هي في شواطئ أسبانيا حوالي ١٠٠٠ مم نجد أنها لا تزيد في بعض شواطئ أفريقيا عن ٢٠٠ مم وتسقط الأمطار غالبا على شكل رخات تؤدي إلى جرف التربة .

ورطوبة الهواء في الصيف منخفضة حوالي ٣٧ - ٥٠٪

الغطاء النباتي في منطقة البحر المتوسط

لقد بقيت الغابات الممثلة لحوض البحر الأبيض المتوسط في أماكن محدودة وهي في الأغلب الأماكن المرتفعة وصعبة المنال. أما في الأماكن المنخفضة والقريبة من سطح البحر والتلال فقد استبدلت بشكل كامل تقريبا وحلت محلها النباتات الزراعية أو التشكيلات النباتية المترجمة والفقيرة بالأنواع النباتية وفي الأماكن شديدة الانحدار لم يبق، نتيجة لقطع الغابات ونتيجة لتعرية وانجراف التربة، إلا التربة الصخرية.

وبسبب طبيعة تضاريس حوض المتوسط المتمثلة بالجبال المطلة على البحر، يتغير الغطاء النباتي من سطح البحر وحتى قمم الجبال ويمكن تمييز النطاقات الارتفاعية التالية :

١ - النطاق السفلي : ويتألف من غابات متوسطة دائمة الخضرة قاسية الأوراق وغابات مخروطية متوسطة .

٢ - النطاق متوسط الارتفاع ويتألف من غابات ساقطة الأوراق وغابات مخروطية .

٣ - النطاق العلوي : ويتألف من شجيرات وأنجم جفافية قصيرة .

وستكلم عن النطاقات الثلاثة بشيء من التفصيل

١ - النطاق السفلي

- أ - الغابات دائمة الخضرة قاسية الأوراق.
- ب - الغابات المتوسطة المخروطية.

أ - الغابات دائمة الخضرة قاسية الأوراق

ويسمى هذا النطاق غالباً بنطاق السنديان أو نطاق الزيتون

وأغلب الأنواع دائمة

الخضرة ذات أوراق صغيرة قاسية وجفافية والأنسجة الدعامية فيها بالغة النمو، والأزهار في أغلبها جميلة متعددة الألوان وكثير من الأنواع يفرز مواد عطرية يؤدي تبخرها إلى خفض درجة حرارة الأوراق وبالتالي تقليل النتح، والبراعم محمية قليلاً بالحراشف وتوجد هذه الغابات في كافة شواطئ المتوسط عدا الشواطئ الليبية والمصرية.

ونتيجة لنشاط الإنسان خلال آلاف السنين فإن الغابة الأولية الممثلة لهذا النطاق قد تراجعت ولم تبقى إلا في أماكن محدودة وقليلة ، وتوضح الدراسات التي أجراها براون -

تركيب هذه الغابات على النحو التالي :

- ١ - الطابق الشجري وهو كثيف ويصل ارتفاعه من ١٥ - ١٨ م ويتألف من أشجار السنديان *Quercus ilex* فقط .
- ٢ - طابق الشجيرات ويصل ارتفاعه من ٣ - ٥ م (وأحيانا يصل ارتفاعه إلى ١٢ م) ويضم الغار *Laurus nobilis* والقطلب *Arbutus unedo* والبطم *Pistacia lentiscus* والسويد *Rhamnus palaestina* والزرد *Phillyrea media* و *Buxus*
- ٣ - النباتات المتسلقة ونجد فيها *Smilax aspera* و *Lonicera* واللبلاب (حبل
- ٤ - طابق الأعشاب وتغطيته لا تزيد عن ٣٠٪ ، ويضم الصفندر *Ruscus aculeatus* وأنواع الفوة *Rubia* والهلين *Asparagus* والخلاب *Euphorbia* والسرر *Carex*
- ٥ - طابق الحزازيات وهو قليل النمو .

ب - الغابات المتوسطة المخروطية

وتنتشر بشكل قليل في النطاق السفلي وغالبا ما تكون على شكل مجموعات صغيرة أو أفراد متباعدة، وأهم الأنواع المشكلة للغابات المخروطية في المتوسط هي الصنوبر الثمري *Pinus pinea* الذي ينتشر في أغلب أجزاء المتوسط باستثناء شمال أفريقيا حيث

الصنوبر الحلبي

الصنوبر البحري

الماكي Maquis

ذكرنا أن الغابات دائمة الخضرة قاسية الأوراق والغابات المخروطية المتوسطة هي الممثل الحقيقي لمنطقة حوض المتوسط ، ولكن في الوقت الحالي حل محل هذه الغابات شجيرات قاسية الأوراق .

وتم هذا التراجع بشكل أساسي تحت تأثير الإنسان ، إضافة إلى الظروف المناخية لحوض البحر المتوسط حيث الصيف الجاف والحار ، لذا فإن تجدد الغابة يتم بصعوبة ، ولهذا فقد استبدلت ، خلال التأثير الطويل للإنسان من قطع للأشجار وإحراق للغابات وحلت محلها الشجيرات التي تكون الماكي والذي يتألف بشكل أساسي من الأنواع التي تعيش تحت الطابق الشجري في الغابات قاسية الأوراق التي كانت سائدة فيما مضى .

ويشكل الماكي ، وهو تشكيلات نباتية مؤلفة من شجيرات قاسية الأوراق وأشجار قليلة ، واحدا من أهم ميزات الغطاء النباتي للبحر المتوسط . وينتشر الماكي في كل أجزاء البحر المتوسط ويحتل مساحات واسعة ، وتسود فيه الشجيرات دائمة الخضرة والتي يبلغ ارتفاعها ١ - ٤م وقد يكون كثيفا أو قليل الكثافة ، وترتفع بين الشجيرات أحيانا بعض الأشجار التي تمثل بقايا الغابة التي كانت سائدة فيما مضى .

ويسود في شرق المتوسط الماكي الذي يحتوي على الخروب *Ceratonia* والأس *Myrtus communis* و *Phillyrea* والخلنج *Erica* والقطلب *Arbutus andrachne* والغار *Laurus nobilis* والبطم *Pistacia lentiscus* والبطم الفلسطيني *P. palaestina* إلى جانب أنواع الميديم *Cistus* و *Genista* والوزال *Spartium junceum* والأنواع المتسلقة مثل *Smilax aspera* و *Asparagus* و *Clematis* و *Lonicera* وغيرها .

الغاريك *Garique*

وهو عبارة عن تراجع للماكي ، ويتألف من شجيرات قصيرة وأعشاب حولية ومعمرة (للغاريك أسماء متعددة ففي شرق المتوسط يسمى الفريغانا *Phryganon* وفي أسبانيا يسمى التوميليار *Tomillaris* الخ) .

ويتنشر الغاريك بشكل واسع في حوض البحر المتوسط وبشكل خاص في الأماكن الصخرية الجافة ، وتنتمي أكثر الأنواع المشكلة للغاريك إلى الفصائل الشفوية والقرنية والوردية والمركبة والحلابية *Euphorbiaceae* ، وهذه الأنواع متكيفة لتحمل الجفاف والحر الشديد والطويل ، وأغلبها ذات أوراق ضيقة قاسية قد تتحول إلى شوكة وكثيرا ما تكون مغطاة بالأوبار المفرزة للزيوت العطرية ومجموعها الجذري عميق وقد تفقد قسما من أوراقها في الفترة الجافة . ونجد في الغاريك نباتات أهمها *Rosmarinus* والزعر *Thymus* و *Daphne* و *Genestia* وأنواع الـ *Cistus* والحلاب *Euphorbia* و *Lavandula* والجعد *Teucrium polium* والبلان *Poterium* والكثير من الأعشاب الحولية والمعمرة .

٢ - النطاق المتوسط

أ - الغابات ساقطة الأوراق .

ب - الغابات المخروطية .

أ - الغابات ساقطة الأوراق

والتي تحمل محل الغابات دائمة الخضرة قاسية (جلدية) الأوراق الموجودة في النطاق السفلي . ونجد في هذه الغابات أنواع البلوط ساقطة الأوراق مثل *Quercus pubescens* والذي يشكل غابات كبيرة ، وفي شبه جزيرة البلقان أنواع البلوط مثل

والدردار *Acer* والجوز *Juglans* والكستناء والفرغار *Ulmus* . وتتميز الغابات المؤلفة من هذه الأنواع بكونها سريعة النمو وتنتشر في مكان غابات البلوط المتراجعة . وأهم النباتات المتسلقة في هذه الغابات هي حبل المساكين *Hedera helix* و *Smilax excelsa*

ب - الغابات المخروطية

وتتألف غالبا من أنواع الصنوبر والارز *Cedrus* والشوح *Abies* والتنوب *Picea* وغيرها.

فنجند في شرق المتوسط مثلا غابات مؤلفة من الشوح *Abies cilicica* ومن الارز اللبناني *Cedrus libani* بالإضافة إلى أنواع العرعر حيث نجد *Juniperus drupacea* وكذلك *J. excelsa* الذي ينمو على السفوح الصخرية الجافة.

٣ - النطاق العلوي

ويتمثل بقسم الجبال فوق حدود الغابات ، فيوجد في شمال البحر المتوسط على ارتفاع أكثر من ١٨٠٠ م وفي جنوبه على ارتفاع أكثر من ٢٨٠٠ - ٣٠٠٠ م . ويتميز المناخ السائد في هذه الأماكن بشتاء بارد كثير الثلوج وبصيف جاف ذي شدة إضاءة عالية . كما تقل كمية الأمطار عنها في النطاق المتوسط ، هذا والمياه تسيل بشكل سريع ، فتتعرى التربة وتصبح قليلة السماكة لا تحتفظ بالماء وهذا يزيد من جفافية أعالي الجبال .

ويتألف الغطاء النباتي السائد من أنواع نباتية جفافية وقادرة على تحمل برد الشتاء وحر الصيف والرياح الشديدة . ويسود في الجزء السفلي من هذا النطاق الشجيرات القصيرة والأشكال السوسادية المشوكة والقادرة على حماية نفسها من الصقيع والرياح الشديدة وأهمها : *Juniperus oxycedrus* و *J. nana* والصنوبر *Pinus montana* و *Prunus prostrata* والبرباريس *Berberis* وغيرها . وفي شرق البحر الأبيض المتوسط نجد أنواع الـ *Astragalus* و *Acantholimon* و *Saturia* وغيرها .

أما في القمم العالية فنجد السهوب الجبلية التي تسود فيها النجيليات ، وخاصة أنواع الـ *Bromus* و *Poa* و *Festuca* وغيرها .

الغابات ساقطة الأوراق

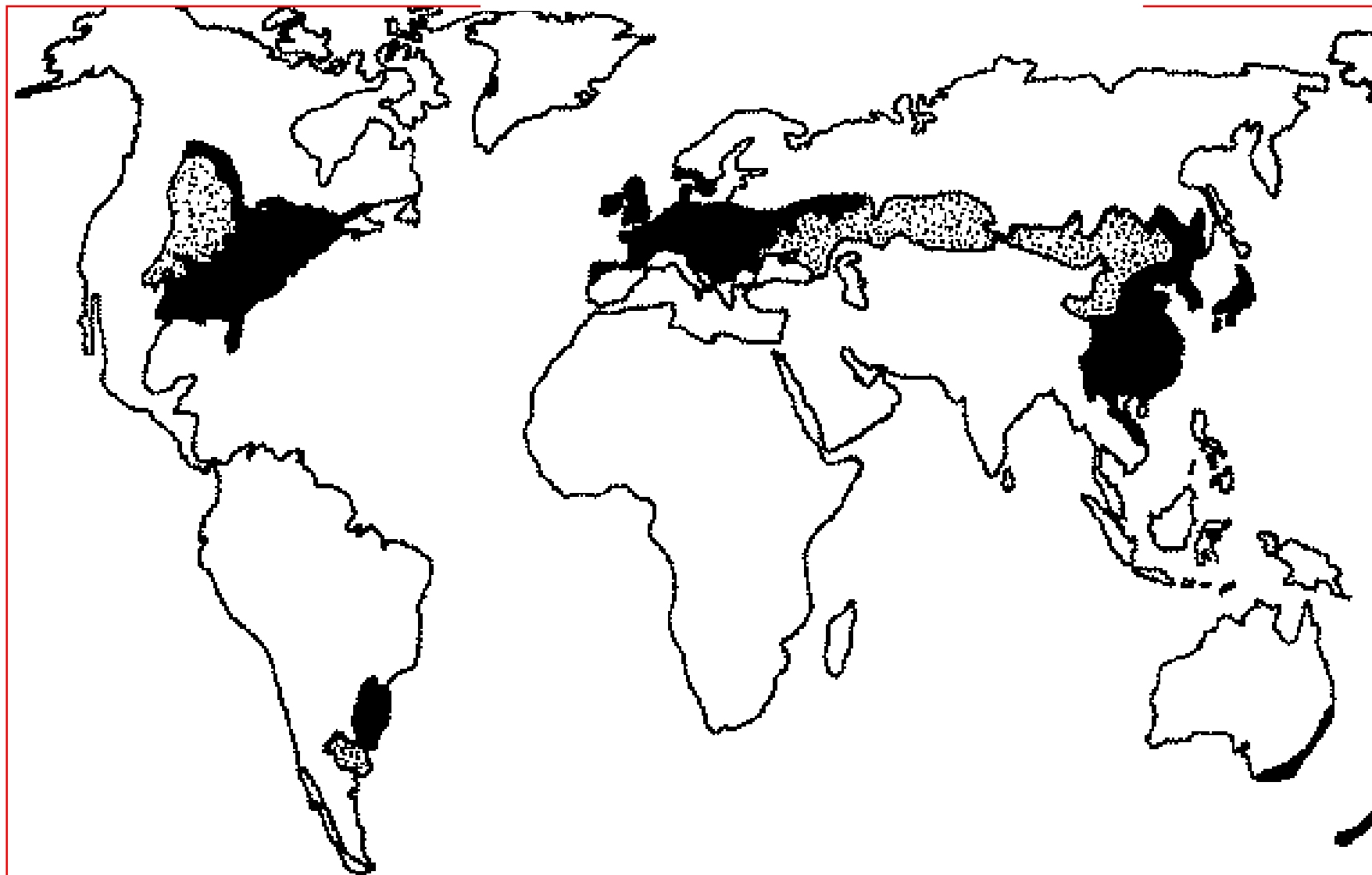
Deciduous Summer Forests

تنتشر الغابات ساقطة الأوراق في المناطق المعتدلة من نصف الكرة الشمالي ذات المناخ المحيطي ، أما في الأجزاء ذات المناخ القاري فيستبدل بها الغابات المخروطية إبرية الأوراق Coniferous forests وهذا يلاحظ بشكل واضح في أوراسيا حيث نجد هذه الغابات في أوروبا الغربية وتمتد حتى الجزء الأوروبي من الاتحاد السوفييتي ، أما في جزئه الآسيوي حيث المناخ القاري فنجد الغابات المختلطة والغابات المخروطية .

ويتميز المناخ في المناطق التي تسود فيها هذه الغابات بصيف دافئ حيث نجد أربعة أشهر، كحد أدنى ، يزيد متوسط درجة حرارتها عن ١٠ درجات مئوية ، وبشكل عام يتراوح متوسط درجة حرارة تموز (يوليو) بين ١٣ و ٢٣ درجة مئوية ومتوسط درجة حرارة كانون الثاني (يناير) حوالي -٦ درجة مئوية ، وقد يصل في بعض المناطق القارية من الاتحاد السوفييتي حتى -١٠ إلى -١٢ درجة مئوية . وتسقط الأمطار على مدار

الغابات ساقطة الأوراق

Deciduous Summer Forests



السنة ولكن القسم الأكبر منها يسقط في الصيف ، وقد يصل متوسط الأمطار الشهري في أشهر الصيف من ١٠٠ - ١٣٠ مم (شكل ٥١) . وسندرس كمثال لهذه الغابات تلك الموجودة في غرب أوروبا .

وأهم ما يميز هذه الغابات فقرها في الأنواع وخاصة الأنواع السائدة في الطابق الشجري ، ويسود فيها بشكل أساسي الزان *Carpinus betulus*, *Fagus sylvatica* والبلوط *Quercus petraea* و *Quercus robur* أما الدردار *Fraxinus excelsior* والقيقب

وبفضل توفر الحرارة والأمطار في فصل النمو (الصيف) فإن أنواع هذه الغابات ذات صفات وسطية Mesophytes فالأشجار تحمل أوراقاً ذات نصل عريض (مثل الزان *Fagus* و *Acer* والبلوط *Quercus*) ولهذا تسمى أحياناً بالغابات عريضة الأوراق Broad-leaved forests ولكن بعض الأنواع ذات أوراق صغيرة (مثل البتولا *Betula* والحوار *Populus tremula* وغيرها) والغابات المؤلفة من هذه الأنواع تسمى بالغابات صغيرة الأوراق Small-leaved forests. والأوراق عادة خضراء زاهية ورقيقة نسبياً وذلك لأنها تعيش في الصيف ذي الظروف المناسبة للنمو، ونادراً ما يكون نصل الورقة كبيراً جداً كما في السلب *Platanus* و *Aesculus hippocastanum* أو ريشياً كما في السردار *Sorbus* و *Fraxinus*.

ولا تتحمل الأوراق برودة الشتاء وتسقط في الخريف، وهذه الظاهرة هي صفة إذ أن التربة باردة جداً في الشتاء وبالتالي فهي جافة فيزيولوجياً أي لا يمكن الجذور من امتصاص الماء منها. والجذع في هذه الأشجار مغطى بقشرة

سميكة ، والبراعم محمية بالحراشف البرعمية التي غالباً ما تكون صمغية والتاج بالغ
النمو والتفرع وكثيراً ما يكون ثنائي التفرع (بينما في الغابات الاستوائية نادراً ما يكون
خماسي التفرع). كما تتميز هذه الغابات عن الغابات الاستوائية المطيرة بأن أشجار
الطباق الأول لها نفس الطول وبالتالي فإن سطح الغابة Canopy غالباً ما يكون مستويا ،
ولكنه في الغابات الاستوائية فهو متموج أو حتى مسنن ، لاختلاف ارتفاع الأشجار
وتعدد أنواعها ، أما في هذه الغابات فالأنواع المشكلة للطابق الأول قليلة بل ويتألف
غالباً من نوع واحد كما في غابات الزان Fagus والبلوط Quercus. وتزهر أغلب الأشجار
في الربيع المبكر قبل تفتح الأوراق ، والتأثير فيها هوائي Anemophilous وأزهارها غالباً
صغيرة وغير لافتة للنظر ، ويعتقد ألخين (Alechin ١٩٦١) أن إزهار هذه الأنواع قبل
تفتح الأوراق صفة تكيفية للتأثير الهوائي .

ويمكن في هذه الغابات ، تمييز الطوابق التالية :

أ - طابق أو اثنان من الأشجار، يتألف الأول من الأشجار الطويلة ، والثاني من الأشجار القصيرة .

ب - طابق الشجيرات .

جـ - طابق الأعشاب والسدي قد يتألف من طابقين أو أكثر حسب طول الأعشاب ، وفي الطابق العشبي ينمو عدد من الأنواع المعمرة شبيهة المختفية Hemicryptophytes وعدد من الأنواع العشبية الأرضية Geophytes والتي تزدهر فقط في الربيع . هذا ولا تسمح الشدة الضوئية الضعيفة في فصل النمو، في مستوى سطح

التربة ، بنمو إلا القليل من النباتات العشبية الحولية Therophytes والحزازيات Mosses وهي قليلة غالباً لأن التربة مغطاة بالأوراق الساقطة ، وتوجد الحزازيات على سطح الصخور أو على جذوع الأشجار الميتة الموجودة فوق سطح التربة .

ويختلف المناخ الدقيق Microclimate في داخل هذه الغابات عن المناخ خارجها
ففي غابات البلوط الفتية تصل الشدة الضوئية في مستوى سطح التربة إلى حوالي
٦, ١٪ من الشدة الضوئية في مستوى سطح الغابة Canopy ، أما في الغابات المؤلفة
من أشجار كبيرة العمر فالنسبة تصل إلى ٢٪ كما أن متوسط درجة الحرارة عند سطح
الغابة أعلى بدرجتين منه عند سطح التربة ، ويمكن أن تصل درجة الحرارة القصوى
إلى ١١ درجة مئوية أكثر منها عند سطح التربة ، ودرجة الحرارة الدنيا المطلقة عند سطح
الغابة أقل بشكل متوسط بثلاث درجات منها عند سطح التربة ، والهواء داخل الغابة
أبرد طوال النهار منه خارج الغابة . والرطوبة عند سطح التربة حوالي ٩٠ - ٩٨٪ ، أما
عند سطح الغابة فهي أقل من ٧٧٪ أي أنها تتناقص مع تزايد الشدة الضوئية . وتحتجز
تيجان الأشجار حوالي ١١ - ١٢٪ من الأمطار. وتمثل غابات الزان وغابات البلوط أهم
أنماط الغابات ساقطة الأوراق .

١ - غابات الزان

وهي مميزة لأوروبا الغربية، وتقل في المناطق ذات الرطوبة المرتفعة (أيرلندا - غرب إنجلترا) بشكل عام. وفي المناطق الشمالية من أوروبا الغربية توجد غابات الزان في السهول أما في المناطق الجنوبية فترتفع في الجبال وتشكل نطاقا أعلى من نطاق غابات البلوط *Quercus* أو الكستناء (أبوفرة) *Castanea*.

وبالرغم من أن غابات الزان في أوروبا تتألف من أنواع مختلفة من الزان مثل *Fagus silvatica* في غرب أوروبا وأوكرانيا، *F. taurica* في شبه جزيرة القرم و *F. orientalis* في القوقاز، فإن هذه الغابات متشابهة في كافة المناطق وهذا يعود لكون الزان المحب للظل هو النوع السائد وبالتالي فهو الذي يحدد صفات هذه الغابات

وبيئتها . ويمكن أن ينمو الزان المحب للظل في شدة ضوئية تقدر بـ $\frac{1}{80}$ الشدة الضوئية النهارية، ولهذا نجد النباتات الأخرى التي تعيش في غابات الزان قليلة وهذا يعود لكثافة الغابة من ناحية ولقلة الشدة الضوئية داخلها من ناحية ثانية، والأعشاب الصيفية معدومة تقريبا، ولكن تتميز هذه الغابات بوجود عدد من الأعشاب المعمرة Ephemeroïds مثل الأنواع *Anemone nemarosa* و *Galanthus nivalis* وأنواع الجنس *Dentaria*.

ب - غابات البلوط

تنتشر في أوروبا الغربية وفي الجزء الأوروبي من الاتحاد السوفيتي وفي أيرلندا وغرب إنجلترا، ويسود فيها الأنواع *Q. robur* ، *Q. pubescens* و *Quercus petraea*

ارتفاعا من نطاق غابات الزان . والبلوط بعكس الزان محب للضوء . والشدة الضوئية داخل الغابة أعلى منها في غابات الزان ، وهذا بدوره يسمح بنمو نباتات أخرى تحت طابق البلوط ، ولهذا فغابات البلوط مؤلفة من عدة طوابق قد تصل في بعض الأحيان إلى سبعة طوابق .

السهوب

Steppes

السهوب نمط من الغطاء النباتي العشبي الذي يحوي الأقل من الأشجار، والأعشاب كثيفة أو قليلة الكثافة ويتألف بشكل أساسي من أعشاب جفافية Xerophytes أو أعشاب قادرة على تحمل الجفاف. وللسهوب أسماء مختلفة ففي آسيا وأوروبا تسمى الستيب Steppe وفي أمريكا الشمالية تسمى براري Prairie ، وفي أمريكا الجنوبية تسمى بامبا Pampa. وتكثر السهوب في الاتحاد السوفيتي والصين ومنغوليا والولايات

ويتميز مناخ مناطق السهوب بشتاء بارد وصيف حار ويبلغ متوسط درجة الحرارة السنوي حوالي ٣ - ٧,٥ درجة مئوية. وفي السهوب الجنوبية تصل درجة الحرارة إلى ١٠ درجات مئوية، ومتوسط درجة حرارة أدفأ أشهر السنة (تمنون) حوالي ١٩,٥ - ٢٤,٥ درجة مئوية، ومتوسط الرطوبة النسبية في الساعة الواحدة ظهرا حوالي ٥٦ - ٦٧٪، أما متوسط الرطوبة النسبية لأكثر أشهر السنة جفافا في الساعة الواحدة ظهرا فيصل إلى حوالي ٣٥ - ٤٩٪. وتتراوح كمية الأمطار السنوية بين ٣٠٠ و ٤٧٠ مم يسقط منها في الصيف حوالي ١٦٠ - ١٨٠ مم (شكل ٥٢).

ومن أهم مميزات السهوب قلة نمو الأشجار فيها، وسبب ذلك، كما تدل الدراسات المتعددة التي جرت في السهوب الأوروبية، يعود إلى قلة الرطوبة في فصل النمو. ولكن قلة الرطوبة لا تمنع نمو أشجار منفردة متباعدة عن بعضها البعض كما في السافانا حيث يمكن للمجموع الجذري أن يتفرع بشكل كبير ويحتل مساحات واسعة

من التربة تكفي رطوبتها لإمداد الأشجار المنفردة بالماء اللازم ، ويعزى فالتر (Walter ١٩٧٣) سبب عدم نمو الأشجار المنفردة في السهوب للمقدرة التنافسية الكبيرة للحشائش خاصة والتي لا تسمح لبادرات الأشجار بالنمو، وقد تنمو الأشجار في الأماكن التي يكون فيها الغطاء العشبي النجيلي قليل الكثافة ، وبشكل خاص على الترب الحصوية .

الصفات العامة لسهوب شرق أوروبا

تحتل السهوب المناطق الواقعة بين الصحارى والغابات ساقطة الأوراق، وتسود فيها الأعشاب القادرة على تحمل الجفاف Xerophytes ، ولكن هذه الأعشاب أقل احتمالاً للجفاف من النباتات الصحراوية وأكثر احتمالاً للجفاف من نباتات الغابات ساقطة الأوراق. ولون الأعشاب وخاصة النجيلية منها أخضر مائل إلى الأصفرار (وخاصة في فترة الإزهار) وهي متكيفة لتحمل الجفاف الذي يحدث في الصيف، وذلك عن طريق الأوبار التي تغطي الأوراق أو الطبقة الشمعية التي تقلل النتح أو عن طريق صغر الأوراق التي غالبا ما تكون منطوية تشكل جوبا بين طرفي نصل الورقة مما يساعد على تقليل النتح، والسهوب غنية بالأنواع النباتية.

وبالرغم من أن السهوب شديدة التباين فإنه يمكن تقسيمها إلى نمطين:

١ - الشمالية، حيث كمية الأمطار كبيرة وتسمى المروج (Forb steppe) Meadow.

٢ - الجنوبية، وكمية الأمطار فيها أقل وتسمى السهوب النجيلية حيث يسود فيها

نبات Stipa.

١ - المروج Meadow

تتبلل التربة بشكل جيد في الأماكن التي تسود فيها المروج وذلك بعد إنصهار الثلوج ، وتبدأ الأعشاب بالنمو في الربيع بعد ارتفاع درجة الحرارة وتشكل غطاءً نباتياً كثيفاً . وتتميز المروج بأن عدد الأنواع النباتية فيها مرتفع إذ يزيد في بعض الأماكن الصغيرة عن ٢٢٠ نوعاً منها ٢٠ نوعاً نجيلياً ، أما الأنواع الباقية فهي من الأعشاب المختلفة وبالتالي فالأعشاب المختلفة هي التي تسود في المروج .

وكلما اتجهنا نحو الجنوب حيث السهوب النجيلية نجد أن الأنواع الممثلة للمروج يتضاءل دورها مثل *Salvia pratensis* ، *Chrysanthemum* ، *Senecio* و *Myosotis* وغيرها .

أما الأعشاب الممثلة للسهوب النجيلية فنادرة وإذا وجدت فإنها تعيش على السفوح الجنوبية، كما أن النجيليات تلعب دورا ثانويا مثل *Agrostis* ، *Bromus* ، *Avena* و *Stipa* وغيرها .

ويكثر في المروج النبات الحزازي *Thuidium abietinum* الذي يغطي سطح التربة كما ونجد من النباتات الأرضية Geophytes الأنواع *Gagea erubescens* و *Hyacinthus* *leucophacus* وغيرها . ولا توجد النباتات المتدحرجة في المروج .

٢ - السهوب النجيلية

وتقسم السهوب النجيلية إلى سهوب شامية غنية بأنواع العشب المختلفة وفقيرة

نسبياً في النجيليات ، وجنوبية فقيرة بالأعشاب المختلفة وغنية بالنجيليات وذلك لأن الأعشاب أقل تحملاً للجفاف من النجيليات ومن ثم تصبح ذات قدرة أقل على مزاحمة النجيليات مع الاتجاه نحو الجنوب حيث الجفاف أكثر.

والأعشاب المختلفة إما أن تكون مبكرة الإزهار (تزهق قبل حلول الجفاف) أو متأخرة الإزهار وعندها يكون مجموعها الجذري عميقاً غزيراً التفرع مثل *Eragrostis* ، *Peucedanum* ، *Artemisia* ، *Linum* و *Centaurea* وغيرها.

كما تسقط الأعشاب جزءاً من أوراقها في الفترة الجافة الأمر الذي يقلل من الشح.
ويسود على الحدود بين المروج Meadow والسهوب النجيلية نبات *Stipa* ذو الثورات الطويلة التي تكسب السهوب لونا فضيا يذكر بأماج البحر خاصة عند هبوب الرياح الخفيفة. وأهم أنواع الـ *Stipa* التي تسود في المناطق الشمالية من السهوب النجيلية *Stipa lessingiana* ، *S. stenophylla* و *S. joannis* وفي المناطق الجنوبية نجد *S. ucrainica*. ونظرا لزيادة الجفاف في المناطق الجنوبية من السهوب النجيلية فإن الغطاء النباتي قليل الكثافة ونكثرفيه الأعشاب الحولية Ephemerals التي تنمو في الربيع المبكر وتموت مع بداية الجفاف بعد أن تكون قد أثمرت ، وإلى جانب ذلك نجد النباتات العشبية المعمرة Ephemeroïds مثل التوليب *Tulipa* ، *Ornithogalum* ، *Gagea* و *Crocus* وغيرها.

منطقة الغابات المخروطية

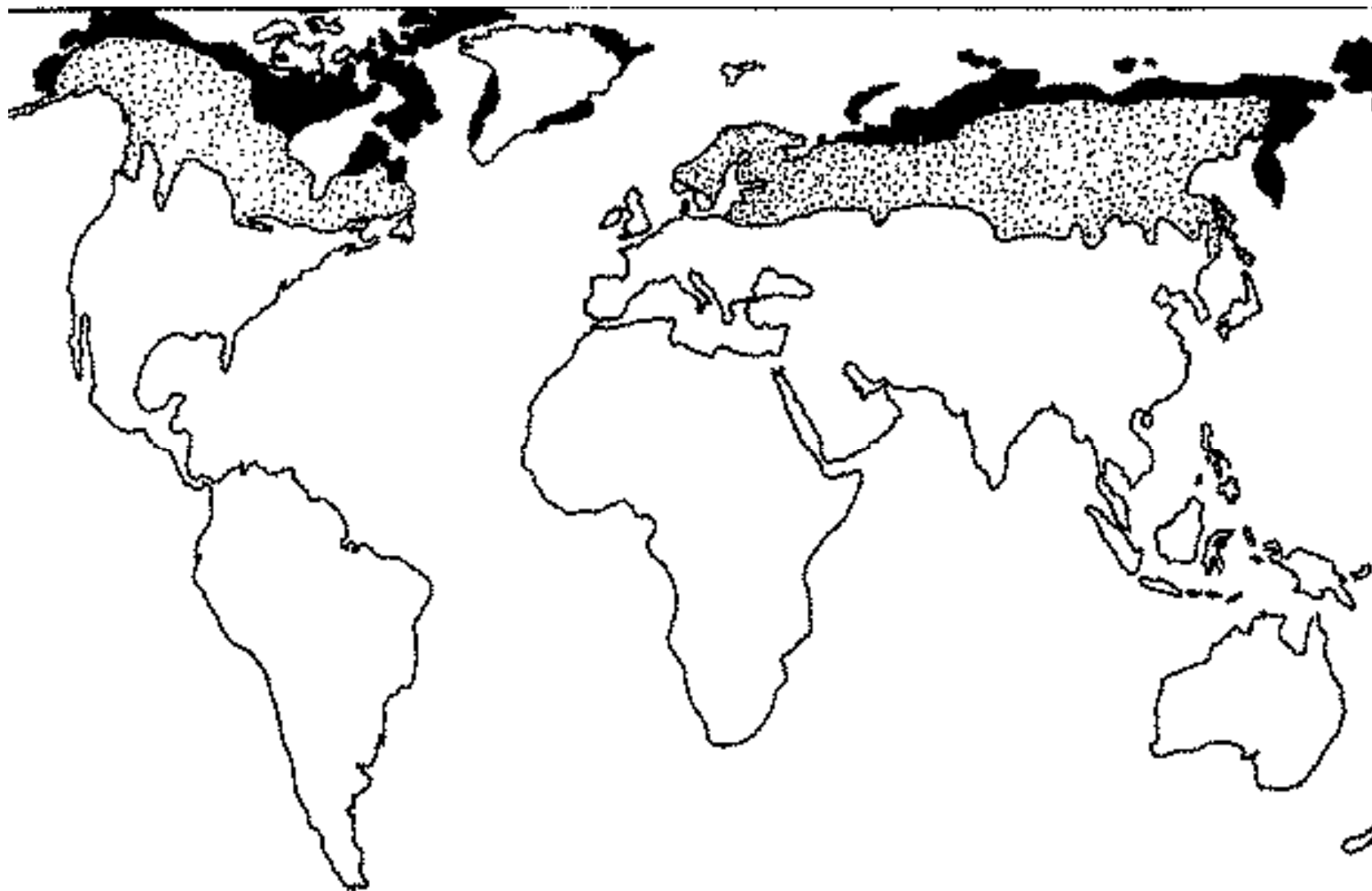
The Boreal Coniferous Forests

لا تستبدل بالغابات ساقطة الأوراق مباشرة الغابات المخروطية وإنما يفصل بينهما منطقة انتقالية تشغلها الغابات المختلطة Mixed forests. وتنمو في منطقة الغابات المختلطة الأنواع عريضة الأوراق والأنواع إبرية الأوراق حيث تشكل كل منها غابة مستقلة أو أن هذه الأنواع تعيش معا في غابة واحدة. وتكثر الغابات المختلطة في أمريكا الشمالية

الغابات المخروطية أو التايغا Taiga

تتألف الغابات المخروطية من الأنواع ذات الأوراق الإبرية وتحتل مساحات واسعة في نصف الكرة الشمالي في شمال أوراسيا وشمال أمريكا الشمالية وتشكل حدودها الشمالية نهاية حدود الغابات بشكل عام، ولا توجد هذه الغابات في نصف الكرة الجنوبي وذلك لانعدام المناخ المماثل الذي تعيش فيه (شكل ٥٣).

الغابات المخروطية أو التايغا Taiga



والمناخ في منطقة التايغا قاري جدا، حيث تصل الفروق في درجة الحرارة بين الصيف والشتاء في شرق سيبيريا حتى ١٠٠ درجة مئوية (درجة الحرارة الدنيا المطلقة

تصل إلى -٧٠ درجة مئوية) ولا تزيد كمية الأمطار في سيبيريا الشرقية عن ٣٥٠ مم في السنة، والشتاء بارد قليل الثلج أما الصيف فلطيف والمناخ في شمال أوروبا أطف منه في شرق سيبيريا إذ تصل كمية الأمطار السنوية إلى ٥٠٠ مم، ومتوسط درجة حرارة كانون الثاني (يناير) حوالي -١٥ درجة مئوية، وتصل درجة حرارة شهر تموز (يوليو) إلى حوالي ٢٠ درجة مئوية. ويزيد الهواء البارد الذي يأتي من المحيط المتجمد الشمالي من قسوة

ويسود في هذه الغابات الأنواع المحبة للظل مثل التنوب *Picea* و *Picea abies* و *obovata* والصنوبر *Pinus cembra* التي تشكل الغابات المخروطية المعتمدة Dark *coniferous forests*، أما في المناطق شديدة القارية والتي تقل فيها القدرة التنافسية لهذه الأنواع أو في المناطق التي تكثف فيها الحرائق نجد الغابات المخروطية المضئية Light *coniferous forests* والتي يسود فيها الصنوبر *Pinus*، وفي المناطق شديدة القارية من

سيبيريا يسود *Larix sibirica* أو *Larix dahurica* التي تسقط أوراقها في الشتاء.

ومما يسترعي الانتباه في هذه الغابات أنها تتألف من نوع واحد (خاصة في أوراسيا) يسود في الطابق الشجري ، فمثلا هناك غابات مؤلفة من التنوب *Picea* وحده أو الصنوبر *Pinus* أو *Larix* وغيرها .

وتوجد غابات الصنوبر وغابات التنوب على تربة مختلفة . فالتنوب ينمو على التربة الطينية ، أما الصنوبر فينمو على التربة الرملية ، ولكن يمكن للتنوب أن ينمو على التربة الرملية ، وبما أنه يحب للظل بالمقارنة مع الصنوبر فإنه يستطيع أن يعيش في غابات الصنوبر تحت مستوى طابق الصنوبر ، ولكنه لا يلبث أن يعلو فوقه لسرعة نموه ، وعندها يصبح الصنوبر تحت طابق التنوب فيموت لكونه لا يتحمل الظل الذي تشكله أشجار التنوب المترامية .

ويمكن أن نلاحظ في الطبيعة جميع مراحل استبدال غابات الصنوبر ونمو غابات التنوب محلها إلا في المناطق ذات التربة الفقيرة الجافة التي لا يستطيع أن يحل فيها التنوب محل الصنوبر. وهنا يظهر السؤال التالي: إذا كان التنوب يستطيع أن يحل محل الصنوبر في كافة الأماكن تقريبا، فكيف يمكن تفسير وجود مناطق واسعة تنمو فيها غابات الصنوبر حتى الآن؟ هذا الأمر يفسره ألوخين (Alechin ١٩٦١) بأن الحرائق

التي تكثر في هذه الغابات وتلتهم مساحات كبيرة تؤثر تأثيرا بالغا على التنوب ذي المجموع الجذري السطحي، بينما الصنوبر عميق الجذور أقل تأثرا بالحريق من التنوب، وهذا يؤدي إلى موت التنوب وبقاء الصنوبر ولكن فيما بعد يمكن أن يعود التنوب إلى هذه الغابات حيث تقضي عليه الحرائق مرة أخرى وهكذا.

التندرا

Tundra

وتتميز التندرا بظروفها المناخية القاسية، فكمية الحرارة فيها أقل بمرتين منها في المناطق المعتدلة، والصيف قصير (٢ - ٣ أشهر) وبارد، ويمكن أن يتكون فيه الصقيع. ومتوسط درجة حرارة يوليو (تموز) ١٠ - ١٢ درجة مئوية ونادرا ما يصل إلى ١٤°م، هذا وأن أيزوتيرم شهر يوليو (تموز) ١٠ - ١٤°م ويشكل الحدود الشمالية للغابات. والشتاء بارد ويستمر حوالي ٨ أشهر. وتسقط الأمطار بشكل أساسي في الصيف وتبلغ كميتها في سيبيريا ٢٠٠ - ٢٥٠ مم / سنة، أما في التندرا الأوروبية فتصل إلى ٤٠٠ مم في السنة (شكل ٥٥). ويختلف سمك الغطاء الثلجي من ٥٠ مم تقريبا في التندرا الأوروبية إلى ٢٥ سم في سيبيريا. والرياح شديدة وتصل سرعتها أحيانا إلى ١٠ - ٤٠ م / ثانية وتؤدي الرياح إلى نقل الثلج من الأماكن المرتفعة إلى الأماكن المنخفضة المحمية، الأمر الذي يؤدي إلى تكشف التربة في المناطق المرتفعة وهذا يؤدي إلى تجمدها حتى

أعماق كبيرة. والترربة منخفضة الحرارة حتى في أشهر الصيف ولا تزيد درجة حرارة
طبقاتها العلوية عن ٨ - ١٠ درجات، أما على عمق ١٥٠ سم فأكثر فتكون متجمدة
بشكل دائم. وتتميز التندرا بطول النهار في الصيف حيث تغيب الشمس لفترة قصيرة
جدا أو لا تغيب كليا.

خواص الغطاء النباتي في التندرا

توجد التندرا بشكل رئيسي ، في النصف الشمالي من الكرة الأرضية ، إلى الشمال
من منطقة الغابات المخروطية (شكل ٥٣) ويتميز الغطاء النباتي فيها بانعدام الأشجار
وتكون الأشنيات والحزازيات هي السائدة إلى جانب الشجيرات والأنجم ، والأعشاب
الحولية والمعمرة قليلة ، أما الأعشاب عميقة الجذور فغير موجودة كليا.

وتوجد الأشنات والحزازيات في غابات المناطق المعتدلة تحت طوابق الأشجار والشجيرات أي أنها محبة للظل وتعيش تحت حماية الأشجار والشجيرات ، أما في التندرا فالأمر مختلف ، إذ نجد أن جذور النباتات العشبية والمعمرة والشجيرات وكذلك الجزء السفلي من الفروع تكون مخفية في كتلة خية (ولكنها ميتة من الناحية السفلية) من الغطاء النباتي المؤلف من الأشنات والحزازيات ، وتحمي براعم النباتات البذرية أيضاً بالغطاء النباتي المؤلف من الأشنات والحزازيات ، أي أن الأشنات والحزازيات هي السائدة.

ونظراً للبرودة الشديدة فإن تحليل البقايا النباتية يتم بشكل بطيء جداً الأمر الذي يؤدي إلى تشكل الطورب Peat.

ويتميز الغطاء النباتي في التندرا بقلة عدد الطوابق والتي لا تزيد عن ثلاثة طوابق هي : ١ - الشجيرات ، ٢ - الانجم والأعشاب ، ٣ - الحزازيات والأشنات . ويتغير الغطاء النباتي في التندرا من الجنوب نحو الشمال وذلك بسبب زيادة قسوة المناخ في هذا الاتجاه .

توجد على الحدود مع الغابات المخروطية منطقة غابات التندرا Tundra-forests إذ تنمو فيها الأشجار التي يصل طولها من ٣ - ٨ م ولكن هذه الأشجار متباعدة عن بعضها ولا نجدها إلا في الأماكن المحمية ومن أمثلتها التنوب *Picea* والبتولا *Betula* كما نجد الشجيرات مثل *Betula nana* ، وفي طابق الحزازيات تسود خاصة أشنة *Cladonia rangiferina* ، وتعود قلة كثافة الأشجار إلى انخفاض درجة حرارة الصيف من جهة وإلى قلة سمك طبقة التربة غير المتجمدة من ناحية أخرى .

والى الشمال من منطقة غابات التندرا Tundra-forests تنعدم الأشجار كليا وتحل محلها الشجيرات التي تغطي شتاء بالجليد الذي يحميها من الصقيع ، لذا نجد أن كافة الفروع التي ترتفع فوق الغطاء الجليدي تموت شتاء ، أي أن الغطاء الثلجي هو الذي يحدد طول هذه الشجيرات ومن هذه الشجيرات البتولا *Betula nana* والصفصاف *Salix palaris* والفاكسينيوم *Vaccinium* وغيرها .

ومع ازدياد سوء المناخ وقلة ارتفاع الغطاء الجليدي أو انعدامه كلياً تختفي الشجيرات من الغطاء النباتي وتبقى في الأماكن المنخفضة والمحمية التي يتجمع فيها الجليد، أما في الأماكن الأخرى فتسود الحزازيات وخاصة *Aulacomnium* ، *Hylocomum* و *Racomnium* وغيرها. ومن الأشنيات نجد *Cetraria* ، *Cladonia* وغيرها. هذا ويسود في طابق الأعشاب أنواع *Carex* و *Poa* و *Polypodium* وغيرها.

وإذا ما اتجهنا شمالاً ، وخاصة على شواطئ المحيط المتجمد الشمالي يصبح الغطاء النباتي قليل الكثافة ونجد فيه الأعشاب *Dryas punctata* و *Carex* والخشخاش القطبي *Papaver radicum* وغيرها، ومن الحزازيات نجد *Dicranium* و *Grommia* وغيرها.

هذا وتوجد الأشنيات على الصخور والحجارة فقط ومنها *Alectoria cetraria* وغيرها.