علم المجتمعات النباتية

Phytosociology

تأليف

د. عبدالله بن محمد الشيخ الأنصاري
أستاذ علم النبات- قسم النبات والأحياء الدقيقة

د. محمد عبدو العودات
أستاذ النبات المشارك - قسم النبات والأحياء الدقيقة (سابقا)

كلية العلوم- جامعة الملك سعود

دار جامعة الملك سعود للنشر

ص ب ٦٨٩٥٣ - الرياض ١١٥٣٧ - المملكة العربية السعودية

دار جامعة الملك سعود للنشر ، ١٤٣١هـ (٢٠١٠م)

فهرسة مكتبة الملك فهد الوطنية أثناء النشر

؟؟؟؟؟؟؟؟، ؟؟؟؟؟؟؟؟؟؟؟؟؟؟؟؟؟

؟؟؟؟؟؟؟؟؟؟؟؟؟؟؟. / ؟؟؟؟؟؟؟؟؟؟ ؛ ؟؟؟؟؟؟؟؟؟؟؟ – الرياض ، ١٤٢٨هـ

ص ؛ ١٧سم × ٢٤سم

ردمك : ٠- ٠٠٠- ٠٠- ٠٠٠٠ مجموعة

٠- ٠٠٠- ٠٠- ٠٠٠(ج٢)

١- ؟؟؟؟؟؟؟؟ أ- ؟؟؟؟؟؟، ؟؟؟؟؟؟؟؟ (مؤلف مشارك) ب – العنوان

ديوي ، ٠٠٠.٠٠ ١٤٢٥/٠٠٠

رقم الإيداع : ١٤٢٥/٧٤٣٢

ردمك : ٠- ٠٠٠- ٠٠- ٩٩٦٠ مجموعة

حكمت هذا الكتاب لجنة متخصصة، وقد وافق المجلس العلمي على نشره في اجتماعه الخامس للعام الدراسي ١٤٢٧/١٤٢٨هـ، المعقود بتاريخ ١٤٢٧/١٠/٣٠هـ، الموافق٢٠٠٦/١١/٢١م

جميع حقوق الطبع محفوظة. لا يسمح بإعادة طبع أي جزء من الكتاب بأي شكل وبأي وسيلة سواء كانت إلكترونية أو آلية بما في ذلك التصوير والتسجيل أو الإدخال في أي نظام حفظ معلومات أو استعادتها بدون الحصول على موافقة كتابية من دار جامعة الملك سعود للنشر .

إهداء

إلى مثال العطاء والصبر

زوجتينا العزيزتين

تقديم
Preface

بسم الله والحمد لله، والصلاة والسلام على رسوله الهادي إلى النور المبين وبعد..

يأتي هذا الكتاب ضمن التزام أعضاء هيئة التدريس في تخصص علوم البيئة النباتية بقسم النبات والأحياء الدقيقة، بتأليف كتب مقررة تحوي كافة المفاهيم العلمية وفق المنهج الدراسي الذي اعتمده القسم بشأن مقررات علوم البيئة النباتية.

فبعون الله وتوفيقه، استطعنا في مؤلفنا هذا أن نقدم للقراء الكرام من طلبة علم، ومتخصصين ومهتمين بعلوم النبات، مادة علمية عن أحد فروع علوم البيئة النباتية وهو علم المجتمعات النباتية. وقد اشتمل كتابنا المؤلف هذا على سبعة أبواب حوت في مجموعها تسعة عشر فصلاً.

ففي الباب الأول كان التعريف بعلم المجتمعات النباتية، وتاريخ هذا العلم وفوائده التطبيقية ؛ وضم الباب الثاني وهو مكون من فصلين، نشأة المجتمعات النباتية وتطورها منذ هجرة أفرادها إلى مواقع بيئية خالية من النباتات سواء كانت يابسة أو مائية، حتى تجمعها وتشكلها على هيئة مجتمعات ؛ وتضمن الباب الثالث والمشتمل على خمسة فصول، بنية المجتمعات النباتية، ومكوناتها وخصائصها النوعية، والكمية والتركيبية التي يمكن قياسها ووصفها، كما تعرض لأشكال الحياة النباتية التي تبين الأنماط المختلفة لنماء الأنواع النباتية والدراسات التي بنيت على هذا الأساس، إضافة إلى الإتجاه الحديث لدراسة المجتمعات النباتية. وناقش الباب الرابع وقوامه فصلان، التفاعلات المباشرة وغير المباشرة بين النباتات في المجتمع النباتي ؛ كما تعرض الباب الخامس ذو الفصول الثلاثة إلى تأثير المجتمعات النباتية على بقية العوامل البيئية، وكشفها لتلك العوامل، وتأثير الأنشطة البشرية والطبيعية على الغطاء النباتي ؛ بينما اهتم الباب السادس بفصوله الأربعة، بمناقشة مفهوم التعاقب النباتي وأنماطه المختلفة، وأشكال المجتمع النباتي الذروي ونظرياته المختلفة، إلى جانب التغيرات الفصلية والسنوية للمجتمعات النباتية.

أما الباب السابع والمكون من ثلاثة فصول، فقد تضمن مناقشة تصنيف الغطاء النباتي حسب المدارس البيئية المختلفة، والإتجاه الحديث في تصنيف المجتمعات النباتية والأسس التي بني عليها هذا التصنيف ؛ وقد اختص الفصل الأخير من هذا الباب بتصنيف الغطاء النباتي وأنماط مجتمعاته في المملكة العربية السعودية.

فالحمد والثناء لمن علم بالقلم، الذي أعاننا على إتمام هذا العمل المتواضع، وليس لنا إلا ذكر قول جل من قائل " وما أوتيتم من العلم إلا قليلا " . وما قدمناه سوى قطرة من بحر العلم الواسع، ونسأل المولى جلت قدرته وعز مقامه أن يجعله علماً ينتفع به وصدقة جارية يراد بها وجهه الكريم.

المؤلفان

المحتويات

إهداء .....

تقديم .....

الباب الأول

تعريف وتاريخ علم المجتمعات النباتية وأهميته التطبيقية

الباب الثاني

الغطاء النباتي (الكساء الخضري) ـ نشأته وديناميكية المجتمعات النباتية

الفصل الأول: ماهية الغطاء النباتي ونشأته .....

(١,١) الموقع البيئي الابتدائي .....

(١,١,١) الصخور الجرداء .....

(١,١,٢) التربة الرملية على ضفاف البحار أو الأنهار .....

(١,١,٣) البحيرة .....

(١,٢) الموقع البيئي الثانوي .....

(١,٢,١) تأثيرات النباتات في الموقع البيئي .....

(١,٢,٢) تأثيرات بين النباتات .....

الفصل الثاني: ديناميكية المجتمعات النباتية .....

(٢,١) التعرية .....

(٢,٢) الهجرة .....

(٢,٣) التوطن .....
(٢,٤) التجمع .....
(٢,٥) الغزو .....

الباب الثالث

تركيب (بنية) المجتمعات النباتية

الفصل الثالث: مجموعة الخصائص التحليلية للمجتمع النباتي .....
(٣,١) الخصائص التحليلية النوعية .....
(٣,١,١) التركيب الفلوري (الأنواع المكونة للمجتمع النباتي) .....
(٣,١,١,١) موقع ومناخ المنطقة .....
(٣,١,١,٢) عوامل التربة .....
(٣,١,١,٣) التغيرات الكبيرة في النظام البيئي .....
(٣,١,١,٤) العوامل الأحيائية (الحيوية) .....
(٣,١,١,٥) خصائص بعض الأنواع المكونة للمجتمع النباتي .....
(٣,١,١,٦) دراسة الأنواع المكونة للمجتمع النباتي .....
(٣,١,٢) التطبق أو التنضيد .....
(٣,١,٣) الحيوية .....
(٣,١,٤) الاجتماعية .....
(٣,١,٥) الفينولوجيا (الظواهر) .....
(٣,١,٦) المظهر الخارجي العام .....
(٣,١,٧) أشكال الحياة (النماء) .....
(٣,١,٨) الموسمية .....
(٣,٢) الخصائص التحليلية الكمية .....
(٣,٢,١) الوفرة .....
(٣,٢,٢) الكثافة .....
(٣,٢,٣) التغطية .....

(٣,٢,٤) التردد .....
(٣,٢,٥) قيمة الأهمية .....
(٣,٢,٦) تحديد وزن الأنواع النباتية.....
(٣,٢,٦,١) الكتلة الحية.....
(٣,٢,٦,٢) الإنتاج الاقتصادي.....
(٣,٢,٧) الحجم .....
(٣,٢,٨) التنوع النباتي .....
(٣,٢,٨,١) طريقة قياس تنوع (غني) الأنواع (تنوع ألفا) .....
(٣,٢,٨,٢) طريقة قياس تنوع جاما .....
(٣,٢,٨,٣) قياس العائد النوعي (تنوع بيتا).....
(٣,٢,٨,٤) طريقة قياس التركيز السيادي النسبي .....
(٣,٢,٨,٥) طريقة قياس التكافؤ النسبي .....
(٣,٢,٨,٦) معالجة البيانات.....
الفصل الرابع: مجموعة الخصائص التركيبية للمجتمع النباتي .....
(٤,١) تشابه الأنواع .....
(٤,٢) الحضور أو الثبات .....
(٤,٣) الولاء (الإخلاص).....
(٤,٣,١) الأنواع المميزة.....
(٤,٣,٢) الأنواع المرافقة .....
(٤,٣,٣) الأنواع العَرَضِية.....
الفصل الخامس: أشكال الحياة (النماء) النباتية .....
(٥,١) المنحى المبني على البيئة ومظهر النبات الخارجي .....
(٥,٢) المنحى المبني على شكل النبات وخصائصه البيولوجية .....
(٥,٢,١) تصنيف أشكال الحياة لرونكيير .....
(٥,٢,١,١) قسم النباتات الظاهرة .....
(٥,٢,١,٢) قسم النباتات فوق السطحية .....

(٥,٢,١,٣) قسم النباتات نصف المختبئة .....
(٥,٢,١,٤) قسم النباتات المختبئة .....
(٥,٢,١,٥) قسم النباتات الحولية (الموسمية) .....
(٥,٢,٢) فئات الانواع النباتية ورموزها حسب رونكيير .....
(٥,٢,٣) تصنيف أشكال الحياة المعدل من قبل برون ـ بلانكييه .....
الفصل السادس: بعض الطرائق الوصفية لتركيب الغطاء النباتي في الحقل .....
(١,٦) طريقة دانسيرو .....
(٢,٦) طريقة كوشلر .....
(٣,٦) طريقة فوسبيرغ .....
الفصل السابع: الاتجاه الحديث لدراسة مجتمعات وعشائر الغطاء النباتي .....
(١,٧) ماهية الاستشعار من بعد .....
(٢,٧) بعض الدراسات التي تناولت استخدام تقنية الاستشعار من بعد .....
(٣,٧) المعالجة الرقمية للصور الفضائية لاستخراج الخرائط النباتية .....

الباب الرابع

التفاعلات في المجتمعات النباتية

الفصل الثامن: التفاعلات المباشرة بين النباتات في المجتمع النباتي .....
(١,٨) التحام الجذور .....
(٢,٨) التأثير الميكانيكي .....
(٣,٨) التطفل .....
(٤,٨) التكافل .....
(٥,٨) النباتات العالقة (الفوقية – المحمولة) .....
(٦,٨) النباتات نصف العالقة .....
(٧,٨) النباتات المتسلقة .....
(١,٧,٨) الأشواك .....
(٢,٧,٨) الجذور العرضية .....

(٣,٧,٨) الالتفاف .....
(٤,٧,٨) المحاليق .....
الفصل التاسع: التفاعلات غير المباشرة بين النباتات في المجتمع النباتي.....
(١,٩) تأثير النباتات في بعضها البعض من خلال التضاد الكيميائي .....
(٢,٩) التنافس .....
(١,٢,٩) التنافس بين أفراد النوع الواحد.....
(٢,٢,٩) التنافس بين الأنواع المختلفة .....
(٣,٩) تأثير النباتات في بعضها البعض من خلال تأثيرها في عوامل الوسط .....
(١,٣,٩) التظليل وتغيير النظام الحراري والمائي .....
(٢,٣,٩) خفض شدة الرياح والتبخر .....
(٣,٣,٩) طبيعة نمو المجموع الجذري .....
(٤,٩) نتائج التفاعلات بين النباتات في المجتمع النباتي .....

الباب الخامس

تأثير المجتمعات النباتية في الوسط وتأثرها بالأنشطة الخارجية

الفصل العاشر : تأثير المجتمعات النباتية في الوسط .....
(١,١٠) تأثير الغطاء النباتي في الضوء .....
(١,١,١٠) الإنعكاس .....
(٢,١,١٠) الامتصاص .....
(٣,١,١٠) النفاذ .....
(٢,١٠) تأثير الغطاء النباتي في الرياح .....
(٣,١٠) تأثير الغطاء النباتي في تركيز ثاني أكسيد الكربون.....
(٤,١٠) تأثير الغطاء النباتي في الغازات الأخرى والمواد الطيارة في الهواء .....
(٥,١٠) تأثير الغطاء النباتي في النظام الحراري للجو.....
(٦,١٠) تأثير الغطاء النباتي في الأمطار والرطوبة والجريان السطحي .....
(١,٦,١٠) التأثير في الأمطار .....

(٢,٦,١٠) التأثير في رطوبة الهواء والتربة .....
(٣,٦,١٠) التأثير في الجريان (الانسياب) السطحي.....
(٧,١٠) تأثير الغطاء النباتي في التربة .....
(٨,١٠) تأثير الغطاء النباتي في الوسط المائي .....
الفصل الحادي عشر: المجتمعات النباتية كواشف للبيئة .....
(١,١١) النباتات الكاشفة للمياه الجوفية .....
(٢,١١) النباتات الكاشفة لنمط التربة .....
(٣,١١) النباتات الكاشفة للعناصر المعدنية.....
(٤,١١) النباتات الكاشفة عن التلوث .....
(٥,١١) النباتات الكاشفة عن الرعي الجائر .....
الفصل الثاني عشر: بعض التأثيرات في الغطاء النباتي الناتجة من الأنشطة البشرية والطبيعية .....
(١,١٢) التلوث وتأثيره في النباتات والغطاء النباتي .....
(٢,١٢) تأثير التلوث في المجتمعات النباتية .....
(٣,١٢) تغيرات المناخ وانعكاسها في النباتات والغطاء النباتي .....
(٤,١٢) انعكاس زيادة تركيز CO_2 وارتفاع درجة الحرارة على الأنواع النباتية والغطاء النباتي .....
(٥,١٢) أثر بنك (مخزون) البذور في التربة على وفرة وتركيب الغطاء النباتي.....

الباب السادس

التعاقب النباتي

الفصل الثالث عشر: مفهوم التعاقب النباتي وأنماطه.....
الفصل الرابع عشر: التعاقب النباتي الابتدائي .....
(١٤,١) سلسلة التعاقب النباتي المائي .....
(١٤,١,١) طور العوالق (الهوائم) .....
(١٤,١,٢) طور النباتات المغمورة .....
(١٤,١,٣) طور النباتات الطافية .....
(١٤,١,٤) طور النباتات البرمائية .....

(١٤,١,٥) طور المروج .....
(١٤,١,٦) الطور الشجيري .....
(١٤,١,٧) طور الغابة الذروية .....
(١٤,٢) سلسلة التعاقب النباتي الجفافي .....
(١٤,٢,١) طور الأشنات القشرية .....
(١٤,٢,٢) طور الأشنات الورقية والشجيرية .....
(١٤,٢,٣) طور الحزازيات .....
(١٤,٢,٤) طور النباتات العشبية .....
(١٤,٢,٥) طور الشجيرات .....
(١٤,٢,٦) طور الأشجار أو الغابة الذروية .....
الفصل الخامس عشر: التعاقب النباتي الثانوي .....
(١٥,١) الذروة (المجتمع النباتي الذروي) .....
(١٥,١,١) تحت الذروة (الذروة الثانوية) .....
(١٥,١,٢) الذروة السابقة واللاحقة .....
(١٥,١,٣) الذروة المضطربة .....
(١٥,٢) النظريات الخاصة بطبيعة الذروة .....
(١٥,٢,١) نظرية الذروة الوحيدة .....
(١٥,٢,٢) نظرية الذروات المتعددة .....
(١٥,٢,٣) نظرية أنماط الذروات .....
الفصل السادس عشر: التغيرات (التذبذبات) الفصلية والسنوية للمجتمعات النباتية . . . . . .
(١,١٦) التغيرات الفصلية للمجتمعات النباتية .....
(١,١,١٦) المرحلة قبل الربيعية .....
(١٦,١,٢) المرحة الربيعية .....
(١٦,١,٣) المرحلة الصيفية .....
(١٦,١,٤) المرحلة الخريفية .....
(١٦,١,٥) المرحلة الشتوية .....

(١٦,٢) التغيرات السنوية للمجتمعات النباتية .....
(١,٢,١٦) أسباب حدوث التغيرات السنوية .....

الباب السابع

تصنيف الغطاء النباتي

الفصل السابع عشر: تصنيف الغطاء النباتي حسب المدارس البيئية .....
(١٧,١) المدرسة الروسية .....
(١٧,١,١) العشيرة .....
(١٧,١,٢) الوحدات التصنيفية الأعلى من العشيرة حسب المدرسة الروسية .....
(١٧,١,٢,١) مجموعة العشائر .....
(١٧,١,٢,٢) التكوين (التشكيل).....
(١٧,١,٢,٣) مجموعة التكوينات .....
(١٧,١,٢,٤) صف التكوينات .....
(١٧,١,٢,٥) نمط الغطاء النباتي .....
(١٧,٢) المدرسة الفرنسية – السويسرية (مدرسة زيورخ – مونبلييه) أو مدرسة برون– بلانكييه .....
(١٧,٢,١) العشيرة .....
(١٧,٢,٢) الوحدات التصنيفية الأعلى من العشيرة حسب مدرسة زيورخ – مونبلييه .....
(١٧,٣) المدرسة الاسكندنافية أو (مدرسة اوبسالا).....
(١٧,٣,١) الوحدات التصنيفية المختلفة للغطاء النباتي.....
(١٧,٤) المدرسة الأمريكية – الإنجليزية .....
(١٧,٤,١) التكوين الذروي.....
(١٧,٤,٢) العشيرة .....
(١٧,٤,٣) العُشيّرة .....
(١٧,٤,٤) الواجهة.....
(١٧,٤,٥) الجماعة .....
(١٧,٤,٦) الجمعية .....

الفصل الثامن عشر: الاتجاه الحديث في تصنيف الغطاء النباتي على أساس المظهر الخارجي .....
(١٨,١) تصنيف اليونسكو للغطاء النباتي .....
الفصل التاسع عشر: تصنيف الغطاء النباتي وأنماط المجتمعات النباتية في المملكة العربية السعودية .....
(١٩,١) تصنيف الغطاء النباتي إلى وحدات (تشكيلات) .....
(١٩,٢) تصنيف الغطاء النباتي تبعاً للتوزيع الجغرافي .....
(١٩,٣) تصنيف المجتمعات النباتية تبعاً للظروف الطبيعية .....
(١٩,٤) تصنيف المجتمعات النباتية تبعاً لأنماط المواطن البيئية المرتبطة بطبوغرافية الأرض .....
المراجع .....
المراجع العربية .....
المراجع الأجنبية .....
ثبت المصطلحات .....
أولاً: عربي- إنجليزي .....
ثانياً: إنجليزي- عربي .....
كشاف الموضوعات .....

الباب الأول

تعريف وتاريخ علم المجتمعات النباتية وأهميته التطبيقية
Definition and history of phytosociology and its application importance

المفهوم العام لعلم البيئة Concept of ecology in general

اشتقت كلمة إيكولوجي (Ecology)، ومعناها علم البيئة، من اللغة الإغريقية من المقطع(Oikos) ويعني المسكن أو المنزل، والمقطع (Logos) ويعني دراسة أو علم . وكما ذكر(1990) Tallis و (1995) Rabotnov عن رأي ريتر Reiter (1855)، الذي وضع هذا المصطلح فإن علم البيئة يعني بدراسة الكائنات الحية، النباتية منها والحيوانية، في الوسط الذي تعيش فيه. ويقصد بعلم البيئة بمفهومه العام الذي وضعه هيكل Ernst Haeckel، دراسة العلاقات المتبادلة بين الكائنات الحية والوسط الذي تعيش فيه (Shukla and Shandel, 2001).

ازداد في الوقت الحالي الاهتمام بعلم البيئة (Ecology) ؛ وذلك بسبب النشاطات البشرية غير المسبوقة التي أدت إلى الاستغلال الجائر للموارد البيئية ؛ وبسبب انطلاق الملوثات الناتجة عنها مثل الغازات والسوائل والمواد الصلبة في البيئة المحيطة ؛ مما أدى إلى تلوث مكونات النظام البيئي(Ecosystem) المختلفة (الهواء والماء والتربة والكائنات الحية) وارتفاع درجة حرارة الأرض وغلافها الجوي ، الأمر الذي أحدث أضراراً مختلفة للإنسان والحيوان والنباتات التي تعيش في البيئة.

علم البيئة الذاتية وعلم البيئة الاجتماعية Autecology and Synecology

يقسم علم البيئة النباتية (Plant ecology) إلى :

١- علم البيئة الذاتية (Autecology)، ويهتم بدراسة النبات أو الأنواع النباتية المنفردة وعلاقتها بالبيئة التي تعيش فيها، أي يهتم بالعلاقات المتبادلة بين النوع النباتي منفرداً والوسط .

٢- علم البيئة الاجتماعية (Synecology) (Phytosociology أو Phytocoenology)، وهو الذي يدرس المجتمعات النباتية التي تكّون الغطاء النباتي، الموجود في الطبيعة، من حيث تشكلها، وتركيبها، وتغيراتها وتصنيفها.

وسوف نتعرض في هذا الكتاب إلى علم البيئة الاجتماعية، ولن نتعرض إلى علم البيئة الذاتية إلاّ عندما يكون ذلك ضرورياً لفهم موضوعات تتعلق بالمجتمعات النباتية.

نشأة علم المجتمعات النباتية Development of phytosociology

ثمة أصول متعددة ومتشعبة لنشأة علم يختص بدراسة المجتمعات النباتية (Plant communities) (Tallis, 1990; Rabotnov, 1995)، وقد بدأ مع المستكشفين والرحالة، في القرن الثامن عشر، الذين عملوا في مجال التصنيف النباتي والجغرافيا النباتية التي تختص بالبحث عن الموطن الأصلي للأنواع النباتية ومناطق انتشارها، وتوزيعها على سطح الكرة الأرضية . وقد أورد Tallis (1990) و Rabotnov (1995) أن همبولت (1814 ; 1807 ; 1805) Humboldt (وهو عالم الطبيعة الألماني المعروف بكثرة أسفاره ،والذي جمع أكثر من ٦٠ ألف عينة نباتية) لاحظ العلاقة بين المناخ ومناطق انتشار الأنواع النباتية، وكانت دراسات همبولت هي أساس الدراسات اللاحقة عن العلاقة بين الغطاء النباتي (الكساء الخضري) والمناخ، والتي استمرت حتى الوقت الحالي. وقد وصف همبولت أنماط الغطاء النباتي على أساس الشكل الظاهري أو الهيئة العامة كالغابات والمروج وغيرها. وصنف الغابة إلى غابة بلوط (*Quercus*) أو غابة صنوبر (*Pinus*) أو غابة شوح (*Abies*) وغيرها (Barbour *et al*., 1987). وتلاه العالم شو Shouw (1823) الذي كان أول من حاول وضع قوانين تحدد تأثير الضوء ودرجة الحرارة والرطوبة في توزيع النباتات. وقد اهتم ديكاندول (1855)De Candolle في دراساته بعامل درجة الحرارة واعتبره المؤثر على توزيع وانتشار النباتات.

كانت الخطوة الأولى في دراسة المجتمعات النباتية من قبل غريزباخ (1872) Griesebach الذي لاحظ أن النباتات توجد في مجموعات محددة ومتميزة وأطلق عليها اسم تشكيل جغرافي نباتي (Geographical plant formation) للدلالة على مجموعة النباتات التي تتميز بهيئة خاصة محددة. ووصف الغطاء النباتي للكرة الأرضية الذي قسمه إلى ٢٤ تشكيلاً جغرافياً نباتياً. وكانت هذه الدراسات هي الخطوة الأولى للدراسات الحديثة للمجتمعات النباتية. كما ساهم الباحثون الروس (مثل Raczoski و Ramensky) مساهمة فعّالة في علم المجتمعات النباتية، وخاصة التركيب الفلوري (Floristic composition) والتعاقب والعلاقات المتبادلة بين النباتات مع بعضها البعض وبين النباتات والوسط المحيط .

ويعد فارمنغ (Warming) أول من وضع بداية علم البيئة النباتية الحديث الذي يعني بالمجتمعات النباتية (Plant communities) وبالعلاقات المتبادلة بين النباتات وبيئتها، وذلك في كتابه " بيئة النباتات " الذي صدر باللغة الهولندية عام ١٨٩٥. وقد قام شمبر (Schimper) في كتابه " جغرافيا النبات على أساس فسيولوجي " ، الذي صدر عام ١٨٩٨ ، بمساهمة فعّالة في تفسير أسباب توزيع النباتات، وأكد على أن البيئة معقدة أشد التعقيد وعواملها متداخلة ويؤثر بعضها في البعض الآخر.

وابتداءً من بداية القرن العشرين أخذ علم المجتمعات النباتية يتطور بخطى سريعة تحت تأثير عديد من العلماء في أوروبا وأمريكا الشمالية. فقد ظهر في أمريكا الشمالية، تحت تأثير آراء كليمنتس Clements (1916)، اتجاه يعتمد دراسة حركية المجتمعات النباتية بوصفها وحدات قابلة للتغير، ويمكن معرفة أصلها والتنبؤ بتطورها ومستقبلها. وعرف هذا الاتجاه الطريقة الديناميكية (الحركية) لدراسة المجتمعات النباتية، أو ظاهرة التعاقب النباتي (Plant succession). وقد ساهم علماء البيئة في أوروبا مثل برون – بلانكييه Braun-Blanquet ودو ريتز Du Rietz وسوكاتشيف Sukatchev وغيرهم، مساهمات فعّالة في تطوير علم المجتمعات النباتية (Phytosociology). واعتمدوا في دراساتهم على التركيب الفلوري لوصف وتصنيف وحدات الغطاء (الكساء) النباتي (العشائر النباتية Plant associations)، وذلك لاعتقادهم أن التركيب الفلوري للعشائر النباتية يعكس الخصائص البيئية للمواقع المدروسة، ويمكّن من الوقوف على أسباب اختلافات الغطاء النباتي في البيئات المختلفة.

المدارس البيئية لعلم المجتمعات النباتية Ecological schools of phytosociology

تشكلت نتيجة اختلافات الغطاء النباتي في البيئات المختلفة على مستوى سطح الكرة الأرضية، عدة مدارس علمية للدراسات البيئية (Ecological schools) وخاصة الدراسات الاجتماعية منها (انظر Rabotnov, 1995) وهي كما يلي :

١- المدرسة الروسية (Russian school)، وأهم ممثليها سوكاتشيف Sukatchev وألخين Alechin ورابوتنوف Rabotnov وغيرهم .

٢- المدرسة الفرنسية – السويسرية(French-Swiss school) أو مدرسة زيورخ – مونبلييه للمجتمعات النباتية (Zurich–Montpellier school of phytosociology) وأهم ممثليها برون – بلانكييه Braun-Blanquet، وروبل Rubel ، وبافيلارد Pavillard .

٣- المدرسة الاسكندنافية (Scandinavian school) أو مدرسة أوبسالا للمجتمعات النباتية (Uppsala school of phytosociology)، وأهم ممثليها دو ريتز Du Rietz وفرايزFries وغيرهم.

٤- المدرسة الأمريكية – الإنجليزية (American – English school)، وأهم ممثليها كليمنتس Clements وغولدسميث Goldsmith وتينسلي Tansley وويتكر Whittaker. (وسيأتي الحديث بالتفصيل عن هذه المدارس البيئية الرئيسية الأربع واتجاهاتها في تصنيف الغطاء النباتي ووحداته المختلفة فيما بعد في الفصل السابع عشر).

٥- المدرسة الدنمركية (Danish school) أو مدرسة رونكيير (Raunkaier school)، ومؤسسها رونكيير (Raunkaier,1934;1937) ،والذي قام بوضع أشكال الحياة النباتية لوصف الغطاء النباتي على أساس التركيب الفلوري (Kent and Coker,1994).

٦- المدارس الهجينة (Hybrid schools)، التي طورت طرائق دراستها للغطاء النباتي مقتبسة من المدرسة الفرنسية – السويسرية والمدرسة الدنمركية، ومنها المدرسة البريطانية (British school)، ومؤسسها Poore (1955) بمشاركة آخرين مثل Mc Vean (1957) (عن Kent and Coker, 1994).

الفوائد التطبيقية لعلم المجتمعات النباتية The application uses of phytosociology

النبات هو الكائن الوحيد الذي خلقه الله جلت قدرته، للقيام بمهمة الإنتاج الذاتي دون سائر الكائنات. والنباتات الطبيعية التي أوجدها الخالق سبحانه في البيئة في شكل عشائر تضم عدداً من المجتمعات تحتاج إلى فهم، ودراسة و تصنيف. وهي مفاهيم لايمكن إدراكها إلا بالإلمام بعلوم البيئة ومنها علم المجتمعات النباتية الذي من بين اهتماماته التطبيق العملي في حقول الدراسة. ومن الفوائد التطبيقية لعلم المجتمعات النباتية مايأتي :

- فهم المكونات النباتية وأشكال الحياة المختلفة للأنواع النباتية المشكلة للفلورة الطبيعية على مستوى النطاقات، أو المناطق، أو البلاد ككل.
- معرفة أنماط البيئات الطبيعية، والتوزيع الجغرافي للأنواع النباتية المكونة لمجتمعات العشائر النباتية المختلفة، والطرائق المناسبة لقياسها وتحليل النتائج.
- رصد الأنواع النباتية المرغوبة للاستغلال البشري، من نباتات طبية، وعطرية، وخشبية، ورعوية وغيرها.
- متابعة وضع الأنواع النباتية النادرة، والمهددة بخطر الانقراض، ومحاولة صونها وإكثارها.
- تحديد الأنواع النباتية الدخيلة والضارة، واتخاذ السبل العلمية الكفيلة للحيلولة دون انتشارها.
- الاهتمام بالأنواع النباتية ومجتمعاتها، التي تتخذها الطيور البرية ملجأ لها.
- التعرف على مواطن التدهور الذي يحدث في البيئات الطبيعية وغطائها النباتي، بما في ذلك المراعي والغابات.
- تعيين المواقع البيئية المعرضة لظاهرة التصحر، لإيجاد الحلول المناسبة للتغلب على هذه المشكلة.
- المحافظة على بيئات الشواطئ والجزر البحرية والثروة السمكية.
- اختيار المواقع المناسبة لإنشاء المحميات الطبيعية واتخاذ أنسب الوسائل لتقييمها ومتابعتها.
- إعداد الخرائط، الجزئي منها أو الكامل، للمجتمعات النباتية أو الغطاء النباتي بأكمله بطريقة الاستشعار من بعد، والمبنية على المعالجة الرقمية للصور الفضائية.
- المساهمة في التخطيط البيئي، الذي يشمل وضع الإستراتيجيات اللازمة لإيقاف تدهور البيئات ومكوناتها النباتية، ولتنظيم عمليات الرعي، والمحافظة على الغابات ومراقبة استغلال الأنواع النباتية للأغراض المختلفة الأخرى.

الباب الثاني

الغطاء النباتي (الكساء الخضري)

نشأته وديناميكية المجتمعات النباتية

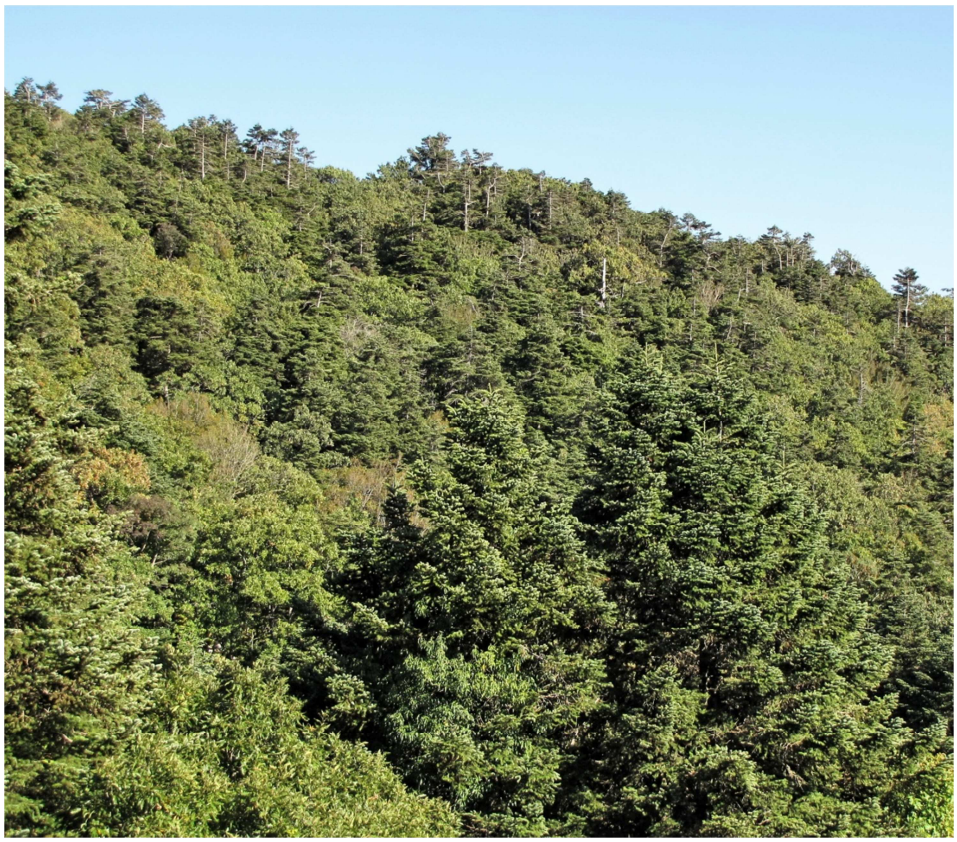
Vegetation-its development and dynamics of plant communities

الفصل الأول

ماهية الغطاء النباتي ونشأته

Definition of vegetation and its development

الغطاء النباتي (الكساء الخضري) (Vegetation) هو مجموعة من الأنواع النباتية التي تغطي مساحة ما، فقد يكون غابة بأشجارها وشجيراتها وأعشابها وما يغطي تربتها من طحالب وحزازيات (الشكل رقم١)، وقد يكون مستنقعاً تعيش فيه بعض الأنواع مثل البوط (الديس) *(Typha domengensis)* والسمار*(Juncus rigidus)* وغيرها من الأنواع التي تعيش في مثل هذه البيئة، وقد يكون سهباً تعيش فيه الحشائش والأعشاب المختلفة وغيرها.



الشكل رقم (١). غابة الشوح *(Abies cilicica)* مجتمع نباتي ذروي (Climax) في شرق البحر المتوسط.

وليس الغطاء النباتي هو مجرد تجمع للأنواع النباتية بجانب بعضها البعض، وإنما هو نتيجة التفاعلات التي تحدث بين عوامل عدة منها ما هو بين النباتات والوسط المحيط ، ومنها ما هو بين النباتات مع بعضها البعض. ولعل من أبرز هذه التفاعلات التأثير الذي تحدثه النباتات في البيئة التي تعيش فيها (انظر الفصل التاسع) وفي النباتات التي تشاركها في البيئة. فعندما تنمو الأشجار مثلاً في رقعة من الأرض فإنها تغير من ظروفها البيئية تغييراً كبيراً، حيث يؤدي نمو الأشجار إلى تقليل شدة الضوء الواصل إلى سطح الأرض ، وتكسر حدة الريح وتقلل من تبخر الماء من التربة. وعندما تسقط الأوراق والبقايا النباتية الميتة فوق التربة يصبح الهواء أكثر رطوبة تحت هذه الأشجار، ويتسبب ذلك في عدم قدرة الشجيرات والأعشاب المحبة للضوء على النمو واختفائها وتحل محلها تلك المحبة للرطوبة والمتحملة للظل. ولا تؤثر أشجار الغابة على الأنواع التي تنمو تحتها فحسب بل تؤثر تأثيراً عميقاً في بعضها البعض. فإذا كانت كثيفة فإنها تنمو باسقة إلى أعلى ويكون نموها معتدلاً، ثم سرعان ما تفقد فروعها السفلية نتيجة لعدم كفاية الضوء. وكثير من أنواع الأشجار وخاصة المحبة للضوء (Heliophytes) لا تقوى على البقاء في مثل هذه الظروف. أما إذا كانت الغابة مفتوحة (Open forest) قليلة الكثافة وأشجارها متباعدة ؛ فإن فروع الأشجار تمتد في كل جانب وتغطي مساحة أوسع ويصبح نموها أغزر. ومن هذا نجد أن لكل مجتمع نباتي تركيب محدد سواءً في جزئه فوق التربة أو تحت التربة.

ويمكن ملاحظة نشأة وتكون الغطاء النباتي في الأماكن الجرداء الخالية كلياً من الكائنات الحية، ويطلق عليها اسم الموقع البيئي (Ecotope). والموقع البيئي هو مجمل المكونات غير الحية التي لها التجانس نفسه على امتداد مساحة ما من الأرض. وتتوقف طبيعة الموقع البيئي على المنطقة التي يوجد فيها والمناخ وخواص التربة الفيزيائية والكيميائية والتضاريس وغيرها.

ويمكن تمييز نوعين من المواقع البيئية (Schennikov, 1964; Rabotnov, 1992 b) كما يلي :

(١,١) الموقع البيئي الابتدائي
Primary ecotope

ويشمل المساحات التي لم تعش فيها النباتات إطلاقاً كتلك التي تتكشف بعد انصهار الجليد الدائم أو الصخور التي تكونت من الحمم البركانية (Volcanic lava) أو الصخور الجرداء (Barren rocks) في سلاسل الجبال Mountain (ranges) أو المناطق التي غطتها الكثبان الرملية (Sand dunes) وغيرها. وتصادف المواقع البيئية الابتدائية حالياً بصورة نادرة. ويشبه تشكل الغطاء النباتي في مثل هذه المواقع، إلى حد بعيد، تشكل الغطاء النباتي في الغابر.

(١,١,١) الصخور الجرداء Barren rocks

نادراً ما تنمو النباتات على السطوح الملساء للصخور ؛ وذلك بسبب الجفاف الشديد ونقص المواد المغذية والتعرض لأشعة الشمس القوية وللتغيرات اليومية الكبيرة في درجات الحرارة. والأشنات القشرية (Crustose

lichens) هي التي لها القدرة على النمو في هذه المواقع ،حيث تزدهر في فترات الطقس الممطر ،ثم تبقى في حالة جفاف لفترات طويلة أثناء فصل الجفاف. وتستطيع هذه الأشنات أن تمتص الماء من الأمطار وتحتفظ بكمية كبيرة منه، كما أنها تستطيع الحصول على المواد الغذائية المعدنية بإفراز أحماض عضوية تذوب في الماء وتذيب الصخور ببطء ويسهل ذلك لأشباه جذور الأشنات اختراق الصخر، في بعض الأحيان، إلى بضعة مليميترات. أما النيتروجين فيحمله لها المطر أو الغبار الذي تحمله الرياح، وبذلك تتوافر لهذه الكائنات البسيطة الشبيهة بالقشور كل احتياجات حياتها.

وبهذه الكيفية تساعد الأشنات على تآكل وتفتيت الصخر، وباختلاط حبيبات الصخر مع بقايا الأشنات يصبح الموقع ملائماً لنمو أنواع أخرى من الكائنات كالأشنات الورقية (Foliose lichens) والحزازيات (Mosses) وغيرها. وتتوقف السرعة التي تتكون بها كمية قليلة من التربة، إلى حد كبير، على طبيعة الصخرة بذاتها وعلى الظروف المناخية للموقع. ففي حالة صخور الكوارتز والبازلت في مناخ جاف، قد تستمر مرحلة الأشنات القشرية مئات السنين. أما في حالة الحجر الجيري أو الحجر الرملي، في مناخ رطب، فإن التغير الحاصل يسمح بغزو الأشنات الورقية والحزازيات في مدى قصير من الزمن.

(١,١,٢) التربة الرملية على ضفاف البحار أو الأنهار Sandy soil on sea shores and rivers

وهنا يمكن تمييز حالتين، الأولى وتكون فيها التربة الرملية جافة والثانية وتكون فيها التربة الرملية رطبة. فعلى التربة الرملية الجافة تتميز الأنواع النباتية الرائدة (Pioneer plant species) التي تتمكن من التوطن بأنها أقل تنوعاً وأكثر تخصصاً منها على التربة الرطبة، بالرغم من أن الترب قد تكون متجاورة وبالتالي تهاجر إليها الأنواع النباتية نفسها وبشكل متساوٍ تقريباً. ويعود السبب في ذلك إلى أن جفاف الطبقة السطحية للتربة الرملية وعدم تماسكها وحركتها الدائمة تعوق إنبات البذور (Seed germination) ونمو بادرات (Seedlings growth) عديد من الأنواع النباتية. بينما لا نجد هذا على التربة الرملية الرطبة والمتماسكة نسبياً، وبهذا نلاحظ أن الأنواع النباتية الرائدة التي تتمكن من التوطن على التربة الرملية الجافة هي النباتات الرملية (Psammophytes) المتكيفة لحركة الرمال والسريعة الإنبات والتي ينمو مجموعها الجذري سريعاً كما لها المقدرة على النمو عمودياً عندما تتجمع أكوام الرمال (Sand hammocks) حولها. أما على التربة الرملية الرطبة فلا نجد مثل هذا الانتخاب لنباتات تتصف بصفات محددة، وبالتالي فالنباتات التي يمكن أن تتوطن عليها هي أكثر تنوعاً مقارنة بالتربة الرملية الجافة بالرغم من أن كلا الموقعين متجاوران.

(١,١,٣) البحيرة Lake

يتوقف نوع النباتات الرائدة التي تتمكن من التوطن في البحيرات الخالية من النباتات على عمق البحيرة والتركيب الكيميائي للماء وخصائص قاع البحيرة وارتفاع الموج وغيرها أي على مجمل العوامل غير الحية لهذا الموقع.

ومن هذه الأمثلة وغيرها يمكن ملاحظة أن للموقع البيئي فعالية انتخابية على وحدات التكاثر المنقولة إليه. فالأنواع التي تمتلك خصائص تمكنها من التكيف مع ظروف الموقع البيئي، من حيث التربة والماء والصخور والمناخ وغيرها، هي التي يمكنها التوطن في الموقع. فالتوطن في الماء مثلاً مستحيل بالنسبة للنباتات التي تعيش على اليابسة، كما أن التوطن على الصخر مستحيل بالنسبة للنباتات التي لابد لجذورها من أن تنتشر في التربة. وبهذا نجد أن النباتات التي تتمكن من التوطن في البيئات المتطرفة للمواقع الابتدائية محدودة في عددها ومتخصصة في صفاتها، كما نجد أن المراحل الأولية من تشكل المجتمع النباتي (Plant community) طويلة لأن ظروف النمو الطبيعية للنباتات تظل لوقت طويل قاسية وغير مناسبة لتكاثر وزيادة عدد الأنواع الطليعية.

(١,٢) الموقع البيئي الثانوي
Secondary ecotope

ويشمل المناطق التي كانت تعيش فيها النباتات والكائنات الحية الأخرى، ولكنها تعرضت للتدمير، كما يحدث بعد حرق الغابة حرقاً تاماً. وتتميز المواقع البيئية الثانوية بأن تربها متكونة ويوجد فيها بعض الوحدات التكاثرية (كالبذور والريزومات (الجذامير) والأبصال وغيرها) للأنواع النباتية التي كانت تعيش عليها. كما تحتوي التربة على الكثير من الكائنات الدقيقة التي لم تمت نتيجة تخريب الغطاء النباتي السابق. ويتلخص الفارق بين تكون المجتمع النباتي على الموقع الابتدائي وعلى الموقع الثانوي في أن النباتات التي ستكّون الغطاء النباتي على الموقع الابتدائي ستأتيه من المناطق المحيطة به أو البعيدة عنه بواسطة الهجرة. أما النباتات التي ستكّون الغطاء النباتي على الموقع الثانوي فبعضها موجود في تربته وستنمو من جديد، وبعضها الآخر سيأتي من مناطق أخرى عن طريق الهجرة. ويتضمن تكَون المجتمع النباتي مراحل عدة مترابطة فيما بينها ترابطاً تاماً، وكل مرحلة من الأهمية بحيث تصبح ميداناً خاصاً للدراسة. وتمكننا دراسة مراحل تكون المجتمع النباتي من معرفة الأسباب الكامنة وراء تركيبه الفلوري (Floristic composition) (الأنواع النباتية المكونة له) وبنيته والعوامل المحددة لذلك. وسنقتصر في عرضنا لمراحل تكون الغطاء النباتي على النباتات العليا ،وذلك لأن ملاحظة النباتات الدنيا عملية صعبة ومعقدة.

يبدأ تكون الغطاء النباتي مع ظهور أول النباتات في الموقع العاري. وتسمى النباتات الأولى التي تستوطن المساحة الجرداء بالنباتات الرائدة (الطليعية) (Pioneer plants). وبالطبع لا تتمكن النباتات كافة التي تهاجر إلى الموقع البيئي من الإنبات والنمو واستكمال دورة حياتها، وذلك لأن الموقع البيئي (وهو مجمل العوامل غير الحية من مناخ وصخر أو تربة وغيرها) قد يكون ملائماً لبعض هذه النباتات. أي تتمكن النباتات المتكيفة مع الموقع البيئي من التوطن فيه، أما غير المتكيفة فتموت، وتسمى عملية الانتخاب هذه بالانتخاب الموقعي (Ecotopic selection) (انتخاب الموقع البيئي).

ويمكن ملاحظة انتخاب الموقع البيئي للنباتات الرائدة التي تتوطن فيه من خلال مقارنة نمو النباتات الطليعية في مواقع بيئية مختلفة.

أما المواقع البيئية الثانوية (Secondary ecotopes)، ذات الترب المتكونة، كالحقول المحروثة حرثاً عميقاً والمناطق المحروقة وغيرها، فتهيئ ظروفاً تعد مناسبة لنمو النباتات الطليعية بالمقارنة مع المواقع البيئية الأولية؛ ولذلك يحدث فيها التوطن بسرعة كبيرة. وبعد أن يستتب الأمر للطلائع الأولى المتفرقة من النباتات فإنها تبدأ بزيادة عدد أفرادها نتيجة للتكاثر؛ وهذا يؤدي إلى تقارب أفراد الأنواع المختلفة من بعضها البعض. ويترتب على ذلك أن النباتات التي توطنت في الموقع الجديد يحدث فيه نوعان من التأثيرات وهما:

(١,٢,١) تأثيرات النباتات في الموقع البيئي Effects of plants on the ecotope

وهو التأثير الذي تحدثه النباتات في الموقع الذي توطنت فيه، فعندما تنمو النباتات فإنها تؤثر تأثيراً كبيراً في الموقع الذي تعيش فيه، أي تتفاعل معه، فيصبح الموقع الذي كان من قبل معرضاً للإضاءة الكاملة مكاناً يكتنفه الظل. وإذا كان الموقع جافاً في الأصل فإن تجمع الدبال (Humus) الناتج من تعفن الجذور والسوق والأوراق الميتة يزيد من مقدرة التربة على الاحتفاظ بالماء، وبذا تصبح تربة الموقع بالتدريج أكثر رطوبة. كما توقف النباتات حركة الريح قرب سطح التربة حيث تنمو البادرات. ونظراً لوجود الظل تنخفض درجة حرارة التربة وتصبح قليلة التغير وتزداد رطوبة الهواء بفعل النتح (Transpiration). وتزداد خصوبة التربة بما يتجمع فيها من دبال بفعل نشاط البكتيريا والفطر، وهكذا تصبح التربة أكثر ملاءمة لنمو النباتات.

ويتضح من ذلك أن التغيرات التي حدثت في الموقع لا يستهان بها، إذ إن للنباتات من الأثر العميق في الموقع ما يؤدي إلى تغيير وسطه تغييراً كبيراً. وبالتدريج يتحول الموقع البيئي (Ecotope) إلى ما يسمى بالموقع الأحيائي (الحيوي) (Biotope) أو المسكن (Habitat). حيث تتغير ظروف الموقع البيئي تغيراً بالغاً تحت تأثير النباتات –ويتكون ما يسمى بوسط المجتمع النباتي [1] أو وسط الغطاء النباتي (Phyto – environment).

(١,٢,٢) تأثيرات بين النباتات Effects amongst plants

وهي التأثيرات المتبادلة (التفاعلاتReactions) التي تحدث بين النباتات التي تعيش في المساحة نفسها، فقد تكون هذه التفاعلات تنافسية، ويحدث التنافس دائماً عندما يجتمع نباتان أو أكثر، وتكون احتياجاتهما من الماء أو مواد الغذاء وغيره أكثر مما يتوفر في البيئة (انظر الفصل التاسع). ويعد التنافس صفة عامة للمجتمعات النباتية كافة، ولا وجود له في المراحل المبكرة من تكون المجتمع النباتي، عندما تكون النباتات الطليعية لا تزال متباعدة. ويزداد

(١) يستعمل في سياق هذا الكتاب مصطلح المجتمع النباتي Plant community بالمعنى التالي: مجموعة نباتية محددة وله على امتداد المساحة التي يشغلها تقريباً نفس المظهر الخارجي والبنية والأنواع المكونة له ونفس الظروف البيئية، ويتميز نسبياً بنفس التأثيرات المتبادلة بين النباتات والوسط وبين النباتات مع بعضها البعض.

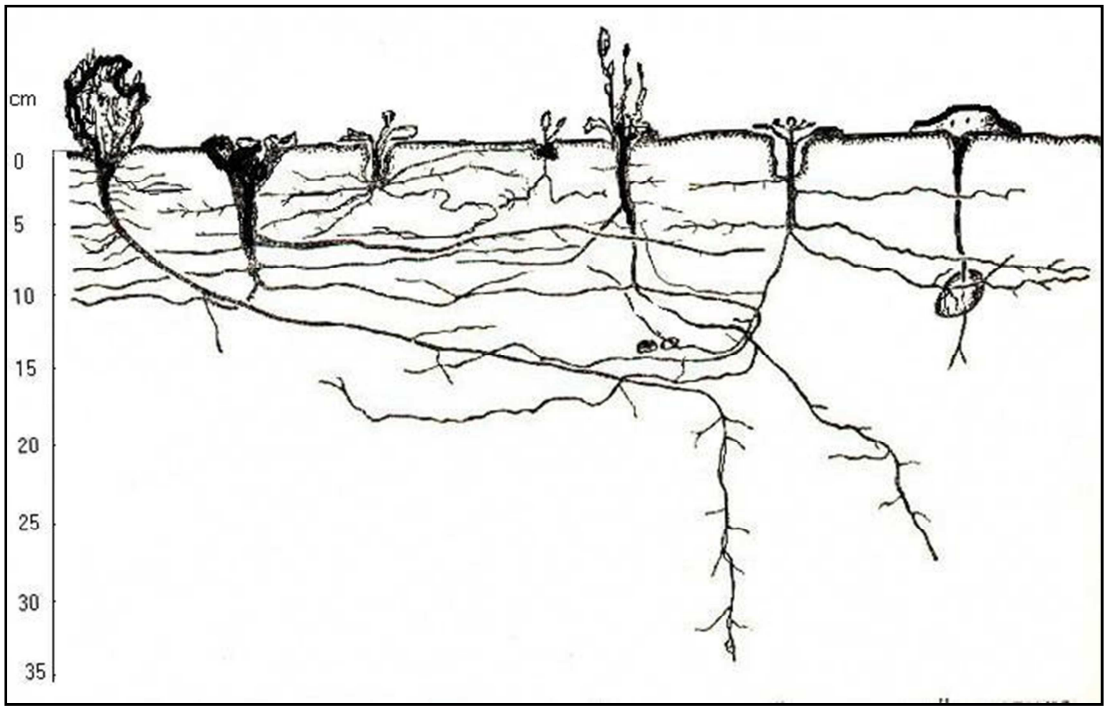
بالتدريج كلما زاد عدد الأفراد والأنواع في المراحل المختلفة من تكون المجتمع النباتي، ويستمر قائماً بعد أن يصل المجتمع النباتي إلى حالة الاستقرار.

كما قد تكون هذه التأثيرات غير تنافسية كأن يظلل نبات نباتاً آخر أو عندما يؤدي تقارب النباتات من بعضها البعض إلى تغيير النظام المائي والحراري للموقع مما ينعكس على النباتات الأخرى (انظر الفصل التاسع). وتعد التأثيرات التي تحدث بين النباتات هي الصفة المميزة الدالة على بدء تكون المجتمع النباتي.

تشكل التغيرات التي تحدثها النباتات في الموقع البيئي (Ecotope) والتفاعلات (Reactions) بين النباتات آثاراً كبيرة تؤدي إلى عدم قدرة الأنواع النباتية التي سبقت إلى استيطان الموقع على الاستمرار فيه. بينما تأتي أنواع أخرى لم تكن لتقوى على النمو في بادئ الأمر فتجد البيئة وقد تغيرت فأصبحت أكثر ملاءمة لنموها. وهكذا يحدث تغيّر في الأنواع كلما تغيرت البيئة بفعل تأثير النباتات. ومن مظاهر هذا التغيّر أن تحل الشجيرات محل الأعشاب متى كان تغير البيئة في صالح نموها فتظلل الأعشاب وتقضي عليها بالتدريج. وقد تتمكن بذور الأشجار من الإنبات فتبدأ بادراتها بالنمو بين النباتات محتمية بها في بادئ الأمر ثم لا تلبث أن تلقي بظلها فوقها وقد تقضي عليها. وهكذا فكل نبات في المجتمع يعيش ويكمل دورة حياته إذا كان متكيفاً للمسكن (Habitat) أما النبات غير المتكيف فيموت. ونخلص من هذا إلى أنه مع تكّون المجتمع النباتي والمسكن يبدأ نوع آخر من الانتخاب يطلق عليه اسم الانتخاب المسكني (Habitat selection) أو انتخاب المجتمع النباتي (Phyto-selection) للأنواع التي ستعيش فيه، ويتميز انتخاب المسكن (انتخاب المجتمع) عن انتخاب الموقع (Ecotopic selection) بأنه قادر ليس على تحديد الأنواع التي ستعيش في المجتمع (المسكن) فحسب ،ولكنه قادر أيضاً على استبدال الأنواع بأخرى أو تهيئة وسط مناسب لزيادة عدد الأنواع. وبهذا يتضح أن تكّون وسط (بيئة) المجتمع النباتي (Phyto–environment) والتفاعلات المختلفة التي تحدث بين النباتات هما في الواقع نتيجة عملية توطن النباتات في الموقع البيئي. ونظراً لأن تأثير النباتات في بيئة الموقع يبدأ قبل ظهور التأثيرات المتبادلة بين النباتات (ويمكن لهذه التأثيرات أن تبقى في مراحلها الأولى في بعض المواقع ذات الظروف المتطرفة) ؛ لذا فإن الصفة الأساسية والرئيسية لتكون مجتمع نباتي هي التأثيرات (التفاعلات) المتبادلة بين النباتات. ومع بدء التفاعلات بين النباتات يظهر المجتمع النباتي وتبدأ عملية الانتخاب المسكني (انتخاب المجتمع)، وحيث لا توجد التفاعلات بين النباتات فهذا يعني أن المجتمع النباتي لم يتكون بعد، وإنما يوجد في الموقع أفراد وأنواع نباتية يحكمها انتخاب الموقع وتسمى بأسماء مختلفة مثل مجموعة نباتات موقع ما أو تجمع نباتي (Plant aggregation).

تعد عملية تمييز التجمع النباتي (Plant aggregation) عن المجتمع النباتي(Plant community) عملية ليست سهلة أحياناً، وخاصة في المناطق ذات المناخ المتطرف كالصحارى (Deserts) . ففي الصحارى الرملية مثلاً تكون النباتات أحياناً، متباعدة عن بعضها البعض بحيث يُعتقد أنها تجمع نباتي ولا يوجد بينها تأثيرات متبادلة واضحة.

ولكن إذا تحرينا عن المجموع الجذري لهذه النباتات (الشكل رقم٢) نجد أن جذورها متداخلة ومتشابكة ؛ مما يعني أن بين هذه النباتات تأثيرات متبادلة ، من خلال تداخل الجذور وتنافسها على الماء والعناصر الغذائية ؛ وبالتالي فهي مجتمع نباتي بسبب وجود التفاعلات المتبادلة بينها من خلال المجموع الجذري.



الشكل رقم (٢). تداخل وتشابك الجذور يشير إلى التأثيرات المتبادلة بين النباتات

(عن Schennikov,1964).

وإذا كان بين نباتات التجمع النباتي تفاعلات متبادلة حتى ولو كانت في مراحلها الأولى، كتأثير نبات على نبات آخر من خلال تغيير عامل من عوامل الوسط ، عندها تنتسب هذه التجمعات إلى المجتمعات النباتية وتسمى بالمجتمعات النباتية المفتوحة (Open communities). وفي مثل هذه المجتمعات النباتية المفتوحة يكون انتخاب المجتمع ضعيفاً كما يمكن لعديد من الأنواع المهاجرة إليها من التوطن. وبمقدار تكاثر الأنواع المكونة للمجتمعات النباتية المفتوحة وتقارب أفرادها تتحول المجتمعات النباتية المفتوحة إلى مجتمعات نباتية متراصة ، كما يتميز بشكل واضح وسط هذه المجتمعات ، إضافة إلى أن الأنواع الجديدة التي يمكن أن تتوطن في هذه المجتمعات تصبح محدودة. ومع تكاثر الأنواع النباتية وتقارب وتشابك أفرادها يتحول المجتمع النباتي المتراص إلى مجتمع نباتي مغلق (Closed community). ولهذه المجتمعات وسط مميز وخاص بكل منها. كما أن توطن أنواع جديدة في هذه المجتمعات نادر إلى حد بعيد ، وبهذا يصبح المجتمع النباتي في حالة توازن مع المناخ العام أي يصبح مستقراً.

وتعد دراسات التجمعات النباتية الموقعية في المرحلة الأولى من تكون المجتمع النباتي وملاحظات تطورها خلال فترة من الزمن من الوسائل التي تمكننا من معرفة مراحل تطور المجتمع النباتي وسرعة كل مرحلة وذلك تبعاً لطبيعة الموقع والخصائص البيولوجية والبيئية للأنواع التي تستوطن هذا الموقع.

الفصل الثاني

ديناميكية المجتمعات النباتية
Dynamics of plant communities

يتضمن تشكل وتطور المجتمعات النباتية بدءاً من الموقع العاري (Bare area) وحتى الذروة (Climax)، عدداً من المراحل، وتتميز كل مرحلة بتركيب نوعي وأنواع سائدة محددة، ويصعب تمييز كل مرحلة تمييزاً واضحاً؛ وذلك لأن عملية تطور المجتمع النباتي هي عملية مستمرة وطويلة، وتتداخل فيها المراحل المتتالية مع بعضها البعض؛ وبالتالي فإن استبدال مجتمع نباتي بآخر لا يجري، خلال تطور المجتمعات النباتية، فجأة وإنما بشكل مستمر وحركي (ديناميكي Dynamic)، وتحدد كل مرحلة بناءً على خصائص المجتمع النباتي. يتضمن تطور المجتمع النباتي حسب رأي Clements (1928) (انظر Shukla and Chandel, 2001; Schennikov, 1964) الخطوات والعمليات الآتية:

(٢,١) التعرية
Nudation

يعد تشكل الموقع العاري الشرط الأساسي لبدء تطور المجتمعات النباتية، وتختلف العوامل التي تؤدي إلى تشكل مواقع جرداء، فإما أن تكون صخوراً تشكلت بفعل الحمم البركانية، أو تكشفت بعد انصهار الجليديات، أو أراض حديثة تكونت في الجزر ومشارف القارات، أو كثبان رملية طمرت الغطاء النباتي الذي كان موجوداً وغيرها من الأسباب. وتعود العوامل التي تؤدي إلى تشكل المواقع العارية إلى أسباب مختلفة أهمها:

١- طبوغرافية: كالتعرية والترسيب.
٢- مناخية: كالرياح والنيران التي يسببها البرق والصواعق.
٣- أحيائية: كتلك التي تنشأ بفعل الإنسان كالاحتطاب والرعي الجائر والقطع والحراثة وغيرها.

(٢,٢) الهجرة
Migration

تنتقل الأنواع النباتية، بعد تشكل الموقع العاري، من المناطق المحيطة إلى الموقع الجديد. وتبدأ الهجرة عندما تنفصل الوحدات التكاثرية (الأبواغ Spores، والبذور Seeds والريزومات (الجذامير) Rhizomes وغيرها) وتنتقل من الموقع الأصلي الذي تشكلت فيه، وتنتهي عندما تصل إلى مستقرها الجديد. وقد تتم الهجرة من الموقع الأصلي إلى المستقر الجديد بخطوة واحدة أو بأكثر من خطوة.

تهاجر الأنواع النباتية من مكان إلى آخر عن طريق الانتشار (Dispersal)، الذي يتوقف على عوامل عدة، وهي قابلية حركة الوحدات التكاثرية وعامل النقل (الماء أو الرياح) والمسافة، إضافة إلى الموانع الطبوغرافية. تعني قابلية الحركة قدرة الوحدات التكاثرية (Diaspores) على الحركة وتتوقف بالدرجة الأولى على حجم وحدات التكاثر ووزنها ومساحة سطحها. فالبذور خفيفة الوزن والصغيرة الحجم أكثر قدرة على الحركة من البذور الثقيلة والكبيرة الحجم. تزداد قدرة وحدات التكاثر على الانتشار بالرياح إذا كانت تمتلك تراكيب خاصة كالشعر(Hairs) أو الأجنحة (Wings) (الشكلان رقم٣ و٤) التي تُسَهل حملها بواساطة الرياح. أما تلك التي تنتقل بوساطة الحيوانات فتمتلك أشواكاً (Spines) أو خطاطيف (Hocks) (الشكل رقم٥) أو تكون ذات طبقة من المخاط (Mucous) تمكنها من الالتصاق بجسم الحيوانات التي تنقلها من مكان لآخر. وتعد قابلية وحدات التكاثر على الحركة من أهم العوامل التي تمكّن النوع النباتي من الانتقال إلى مواقع جديدة. فمعظم نباتات الفصيلة المركبة *(Asteraceae)* وأنواع الجنس *(Epilobium spp.)* مثلاً، كثيراً ما تكون طليعة النباتات التي تحتل الأراضي الجرداء أو التي دمر غطاؤها النباتي؛ وذلك لأن وحداتها التكاثرية سريعة الحركة وبذورها مزودة بزوائد شعرية (Pappus) إضافة إلى وزنها الخفيف؛ مما يساعد على حملها بوساطة الرياح إلى مسافات بعيدة عن النبات الأم. هذا وتتوقف الهجرة في المكان الأول على عوامل الانتشار كالرياح والماء والحيوانات والإنسان.

الشكل رقم (٣). ثمار نبات (*Tragopogon longirostris*) المزودة بالشعيرات.

الشكل رقم (٤). ثمار نبات الرمث (*Haloxylon salicornicum*) المزودة بالأجنحة

الشكل رقم (٥). ثمار نبات (*Xanthium strumarium*) المزودة بالأشواك

(٢,٣) التوطن

Ecesis

والتوطن هو مجموع العمليات التي تُمكّن النبات من الاستقرار (Establishment) في الموقع الجديد. لا تكفي الهجرة وحدها لاستقرار النبات في الموقع إذا اقتصرت على الانتقال فقط ولم تتمكن الوحدات التكاثرية من الإنبات والنمو وإعطاء نباتات قادرة على التكاثر، والتكيف لظروف الموطن الجديد. ويتضمن التوطن الإنبات والنمو والتكاثر، ويؤدي لاحقاً إلى التنافس. أي يشمل التوطن العمليات كافة التي تقوم بها وحدات التكاثر الوافدة إلى المساحات الجرداء، من وقت وصولها حتى يتحقق لها الاستقرار.

يحدث التوطن عندما تعطي الوحدات التكاثرية نباتات جديدة قادرة على التكاثر. فالنباتات قد تهاجر إلى مكان جديد ولكنها لا تتمكن من الإنبات، وقد تنبت ثم تموت البادرات، أو تنبت وتنمو ولكنها لا تتمكن من التكاثر. وبالتالي ؛ فإن النباتات التي تكمل توطنها هي التي تتمكن من التكاثر إما بالبذور وإما بوحدات التكاثر الخضرية أو بكليهما.

(٢,٤) التجمع
Aggregation

تبدأ بعد توطن النباتات الرائدة عملية لاحقة وهي التجمع والتي تجري نتيجة لتكاثر الأنواع المتوطنة في الموقع الجديد. وأبسط صورة التجمع هو أن تتجمع وحدات التكاثر حول النبات الأم (التجمع البسيط Simple aggregation)، وبعد ذلك تؤدي الهجرة إلى نقل الأفراد النباتية بعيداً عن النبات الأم، كما تُجلب أفراد من نباتات دخيلة إلى الموقع بالهجرة. وبذلك تختلط أفراد الأنواع المختلفة اختلاطاً يكاد يكون تاماً وهذا هو التجمع المختلط (Mixed aggregation).

ينجم عن اجتماع النباتات معاً، في عمليات الهجرة والتوطن والتجمع، عملية التنافس وذلك للحصول على الماء والمواد الغذائية والضوء وغيرها، ويحدث التنافس إذا كانت متطلبات النباتات من العوامل البيئية أكثر مما تسمح به موارد البيئة ؛ لذلك فالتنافس أشد ما يكون بين الأفراد التي تتشابه احتياجاتها وتنهل من المورد نفسه في وقت واحد، فمثلاً يكون التنافس على المواد الغذائية على أشده بين النباتات التي تنتشر جذورها في مستوى واحد، وتنخفض شدة التنافس بين النباتات التي ترسل جذورها في طبقات مختلفة من التربة. وبصورة عامة يكون التنافس شديداً بين النباتات التي تنتمي إلى أشكال الحياة (Life forms) المتشابهة (انظر أشكال الحياة - الفصل الخامس) كالحشائش والأعشاب والأشجار مع بعضها البعض، فلا تُنافس أشجار الغابة الأعشاب التي تنمو في أرضيتها، وذلك لأن الأعشاب تكيفت لتحمل الظروف البيئية التي شكلتها الأشجار، بل يمكن اعتبار وجود الأشجار، وهي النباتات السائدة، ضرورياً لنمو الأعشاب، التي لا تستطيع النمو إلاّ إذا تهيأ لها الظل الذي توفره الأشجار، ويكون التنافس واضحاً بين الأعشاب وبادرات الأشجار ؛ وذلك لأن البادرات تشارك الأعشاب الموارد نفسها من الضوء والماء والمواد الغذائية.

وللتنافس بين النباتات سيطرة هامة على التعاقب، ففي المراحل الأولى من تشكل المجتمع النباتي لا يكون التنافس إلا بين المجموع الجذري لمختلف النباتات، وكلما زاد الغطاء النباتي كثافة يلعب التنافس على الضوء دوراً هاماً، فعندما تُغطى المساحات الجرداء بالنباتات يصبح نجاح التوطن متوقفاً على تظليل النباتات الأخرى، فالنبات الأطول يصبح تدريجياً هو النبات السائد، ويعود ذلك جزئياً إلى حصوله على الضوء أكثر مما يعود إلى نموه الغزير، ويصبح مجموعه الجذري أكثر امتداداً وتشعباً ويمتص معظم الماء من التربة، وبذلك يلعب التنافس دوراً هاماً في تحديد عدد الأنواع التي تشغل حيزاً ما وعدد الأنواع التي تغزوه في كل مرحلة من مراحل التعاقب، فالنباتات الغازية التي تتشابه مع النباتات المتوطنة تعاني صعوبة كبيرة في التوطن كغزو شجيرات لمساحة مشغولة بالشجيرات، وبالعكس يؤدي غزو نباتات ذات أشكال حياة مختلفة عن أشكال حياة النباتات المتوطنة إلى فائدة أو ضرر واضحين، فغزو الشجيرات، مثلاً، لأراضي الحشائش يؤدي إلى اختفاء الحشائش بسبب الظل التي تشكله الشجيرات. ولا يصل المجتمع النباتي إلى استقراره إلاّ عندما يصبح توطن النباتات الغازية غير ممكن، فمثلاً تستطيع

عديد من النباتات، تنتمي إلى أشكال حياة مختلفة، من الهجرة إلى الغابة، ولكن أي منها لا يستطيع أن يتوطن ويتفوق على الأشجار؛ لذلك يعد طور الغابة هو الطور الذروي (Climax stage) ولا يمكن، حسب رأي Clements (1928)، أن يستبدل بطور آخر وإن كان من الممكن أن يتغير تركيبه جزئياً.

(٢,٥) الغزو
Invasion

الغزو هو انتقال نبات أو أكثر من مكان إلى آخر واستقراره فيه، أي أنه يتضمن العمليات المعقدة كافة التي تشكل الهجرة والتوطن والتجمع والتنافس حلقاتها الرئيسية. ويجري الغزو في الأوقات والاتجاهات كافة، وإلى المساحات العارية أو المشغولة بالنباتات على السواء، وقد يكون الغزو مؤقتاً أو مستمراً في الغالب، ويؤدي إلى بدء تشكل المجتمع النباتي إذا كانت المساحة جرداء، أو إلى استمرار مراحل تشكل المجتمع النباتي بإحداث مراحل متعاقبة من الغطاء النباتي.

ونتيجة للغزو تزداد شدة التفاعلات المتبادلة سواءً بين النباتات مع بعضها البعض أو بين النباتات والوسط. إذ يختفي كثير من النباتات وتتحول بقاياها إلى دبال يؤثر في خصائص التربة، فتزداد مقدرتها على الاحتفاظ بالماء وتهويتها وخصوبتها. وتغير النباتات من ظروف الوسط، إذ تنخفض شدة الإضاءة ودرجة الحرارة وتزداد الرطوبة النسبية للهواء (Air relative humidity). وتقود هذه التفاعلات المستمرة إلى تغير تركيب المجتمع النباتي، وتصبح الأنواع الأقل تأثراً بهذه التفاعلات هي السائدة. وتنتهي هذه التفاعلات ببلوغ الغطاء النباتي الطور الذروي الأكثر استقراراً والذي يحدده أساساً عوامل المناخ السائد.

إن ما ورد سابقاً عن تكّون وتطور المجتمعات النباتية لا يعكس بالفعل كل جوانب هذه العملية المعقدة والطويلة، ذلك لأنه أُغفل دور الكائنات الدقيقة وكبيرة الحجم في مملكتي النبات والحيوان ومالها من تأثيرات بالغة في النباتات العليا والتربة. وبذلك نرى أن تكون المجتمعات النباتية هي عملية معقدة تتحكم فيها عوامل عدة. وأن المجتمع النباتي ليس مجرد تجمع للأنواع النباتية بجانب بعضها البعض وإنما هو نتيجة التفاعلات التي تحدث بين عوامل عدة منها ما هو بين النباتات والوسط المحيط ومنها ما هو بين النباتات مع بعضها البعض، بالإضافة إلى عامل المناخ الذي يسود في المنطقة التي يوجد فيها المجتمع النباتي.

الباب الثالث

تركيب (بنية) المجتمعات النباتية

Structure of palnt communities

رأينا، عند دراسة تكّون وتطور المجتمع النباتي، أن المجتمع النباتي (Plant community) يتكون نتيجة هجرة وتوطن وتكاثر النباتات المهاجرة في ظروف معقدة من التفاعلات المتبادلة بين النباتات والوسط المحيط وبين النباتات مع بعضها البعض، والمجتمع النباتي هو خلاصة هذه التفاعلات. فلو أخذنا منطقة ما نجد أن غطاءها النباتي ليس متماثلاً في كل أجزائها ، بل يتميز إلى وحدات مختلفة باختلاف ظروف الوسط، والواقع أنه في جميع أنواع الغطاء النباتي توجد اختلافات واضحة بين موقع وآخر، وذلك لأن البيئة ذاتها ليست متجانسة فهي هنا جافة ربما بسبب قلة عمق التربة، وهناك رطبة بسبب انخفاض بسيط في سطحها أو بسبب تجمع أكثر للدبال. وتنعكس هذه الاختلافات على عدد ونوع النباتات، ويمكن بسهولة، وفي أي مساحة من الغطاء النباتي، تمييز الأنواع السائدة والأنواع الثانوية، كما يمكن تمييز توزع الغطاء النباتي(الكساء الخضري) في طبقات متميزة تعلو بعضها بعضاً. وبكلمات أخرى أن لكل مجتمع نباتي تركيب محدد سواء في جزئه فوق التربة أو في جزئه تحت التربة.

تعد دراسة تركيب المجتمعات النباتية ذات أهمية بالغة ؛ وذلك للأسباب التالية :

١- إن تركيب المجتمع النباتي هو أكثر ما يكون وضوحاً ويمكن عن طريق دراسته معرفة أوجه التشابه والاختلاف بين المجتمعات النباتية ؛ وبالتالي يمكن أن ننسب هذه المجتمعات إلى وحدة واحدة أو إلى وحدات مختلفة من وحدات الغطاء النباتي.

٢- كما رأينا سابقاً، فإن تكّون المجتمع النباتي وبالتالي تركيبه، هو خلاصة التفاعلات بين النباتات والوسط وبين النباتات مع بعضها البعض، في المكان الذي يوجد فيه المجتمع وفي مرحلة تكونه التي هو فيها. وبالتالي ؛ فإن دراسة تركيب المجتمع النباتي تعطينا تصوراً كاملاً عن الأسباب والتفاعلات المتبادلة التي كانت السبب في تركيبه على النحو الذي هو عليه.

وتعد دراسة تركيب المجتمع النباتي الخطوة الأولى في دراسة الغطاء النباتي لأي منطقة. ويمكن عن طريق دراسة تركيب المجتمعات النباتية لمنطقة ما ومعرفة الأنواع المكونة لها (التركيب الفلوري Floristic composition) تحديد طبيعة التربة والعوامل المناخية والحيوية إضافة إلى تأثير الإنسان في الغطاء النباتي.

يسمى المجال الذي يهتم بدراسة تركيب وتصنيف المجتمعات النباتية بالاجتماع النباتي (Phytosociology). وقد طُورت دراسات تركيب (بنية)(Structure) المجتمعات النباتية، أساساً، من قبل المدارس البيئية الأوروبية وخاصة مدرسة زيورخ – مونبلييه (Zurich–Montpellier school of phytosociology(Braun-Blanquet, 1932,1951)، انظر Poore, 1955).

وتتضمن دراسة تركيب المجتمعات النباتية مجموعتين من الخصائص هما الخصائص التحليلية (Analytical characters) و الخصائص التركيبية (Synthetic characters) (انظر Hanson and Churchell, 1965; Schennikov, 1964; Shukla and Chandel, 2001).

الفصل الثالث

مجموعة الخصائص التحليلية للمجتمع النباتي
Analytical characters of plant community

وهي الخصائص التي يمكن ملاحظتها أو قياسها مباشرة في موقع الدراسة، وتقسم إلى قسمين من الخصائص: نوعية (وصفية) (Qualitative) وكمية (Quantitative).

(٣,١) الخصائص التحليلية النوعية
Qualitative analytical characters

وتضم عدداً من الصفات الاجتماعية (Sociological characters) كما يلي:

(٣,١,١) التركيب الفلوري (الأنواع المكونة للمجتمع النباتي)
Floristic composition (Species composing the plant community)

يختلف عدد الأنواع المكونة للمجتمعات النباتية اختلافاً بيناً، فقد يكون المجتمع النباتي مكوناً من أفراد نوع واحد أو عدد قليل من الأنواع النباتية، وعندها يكون المجتمع النباتي بسيطاً، أو قد يكون مكوناً من أفراد عدد كبير من الأنواع النباتية وعندها يكون معقداً، والمجتمعات النباتية البسيطة إما أنها نادرة أو حتى غير موجودة. ولكن توجد مجتمعات نباتية بسيطة نسبياً كالمجتمعات النباتية الزراعية وبعض المجتمعات التي تتشكل على الأراضي الملحية (الشكل رقم ٦). وحتى مثل هذه المجتمعات يمكن اعتبارها بسيطة نسبياً إذا أخذنا بالاعتبار النباتات العليا فقط. أما إذا أخذنا بالاعتبار الكائنات الأخرى من بكتيريا وفطريات وطحالب وأشنات، والتي لها تفاعلات مع النوع المكون للمجتمع ومع التربة ومع بعضها البعض، نجد أن تسمية هذه المجتمعات النباتية بالمجتمعات البسيطة هو أمر بعيد عن الواقع.

الشكل رقم (٦). يشكل نبات الثليث (*Halocnemum strobilaceum*) مجتمعات نباتية بسيطة على الأراضي التي تحتوي على ملوحة عالية في التربة.

أما المجتمعات النباتية المعقدة فتحوي عدداً كبيراً من الأنواع النباتية يختلف عددها من عدة أنواع كالمجتمعات النباتية التي تعيش في ظروف متطرفة (الصحاري) إلى عشرات الأنواع كالمجتمعات النباتية التي تعيش في ظروف بيئية مناسبة. ففي الغابات الاستوائية المطيرة، في إفريقيا مثلاً، نجد على مساحة لا تزيد عن ١٠٠م^{٢} أكثر من مئة نوع نباتي من الأشجار والشجيرات والأعشاب إضافة إلى النباتات المتسلقة والنباتات العالقة التي تعيش على جذوع وأغصان وحتى أوراق الأشجار(Walter, 1973). وكذلك في مناطق السهوب حيث نجد على مساحة ١٠٠ م^{٢} ما يزيد عن مئة نوع نباتي (Rabotnov, 1992b).

ويمكن إرجاع غنى أو فقر المجتمعات النباتية بالأنواع إلى الأسباب التالية :

(٣,١,١,١) موقع ومناخ المنطقة Site and climate of the area

يتوقف غنى المجتمعات بالأنواع النباتية على موقع ومناخ المنطقة التي توجد فيها، فكلما كانت فلورا المنطقة التي يوجد فيها المجتمع النباتي غنية بالأنواع النباتية وظروفها البيئية ملائمة كانت المجتمعات النباتية غنية بالأنواع النباتية، والعكس صحيح.

(٣,١,١,٢) عوامل التربة Soil (Edaphic) factors

فإذا كانت التربة مناسبة لنمو نوع أو أنواع قليلة من النباتات المتكيفة لهذه التربة تكون المجتمعات النباتية عندها مكونة من عدد قليل من الأنواع حتى ولو كانت فلورا المنطقة غنية والظروف البيئية مناسبة. مثال ذلك التربة الملحية

(Saline soil) أو التربة الرملية (Sandy soil) أو التربة الغدقة (Water logged soil) (زائدة الرطوبة). حيث ينمو على هذه الترب الأنواع النباتية المتكيفة لها فقط. وعلى العكس من ذلك نجد على التربة التي تفي بمتطلبات أنواع نباتية متعددة مجتمعات نباتية مكونة من عدد كبير من الأنواع. وهكذا نجد أن التطرف في عوامل التربة سواءً في اتجاه الزيادة (زيادة الملوحة أو الرطوبة الخ) أو في اتجاه النقصان (نقص المواد الغذائية، ونقص الرطوبة وغيرها)، يؤدي إلى تكَون مجتمعات نباتية فقيرة بالأنواع النباتية.

(٣,١,١,٣) التغيرات الكبيرة في النظام البيئي Big changes in the ecosystem

إن تغير نظام الرطوبة مثلاً من فصل إلى آخر، يقود إلى تنوع الأنواع النباتية التي تعيش في المجتمع النباتي، ففي المناطق الجافة تكثر في الفترة الرطبة الأنواع العشبية الموسمية (الحولية) (Ephemeral annuals) سريعة الزوال (التي تنتهي دورة حياتها قبل حلول الصيف الجاف وارتفاع درجة الحرارة) والأنواع العشبية المعمرة شبه الموسمية (Ephemeroids) قصيرة الفترة الخضرية (التي تنتهي فترة اخضرارها قبل حلول الصيف الجاف والحار). أما في الصيف فتنمو الأنواع النباتية الجفافية (Xerophytic plant species) التي تتطلب رطوبة أقل. وهذا الأمر نفسه ينطبق على الغابات متساقطة الأوراق حيث تنمو فيها. في الربيع المبكر وقبل تكَون أوراق الأشجار، الأعشاب المحبة للضوء والتي تنهي دورة حياتها عندما تكون الأشجار قد اكتست بالأوراق. وفي الصيف حيث شدة الإضاءة منخفضة في مستوى سطح الأرض في هذه الغابات، تنمو الأنواع العشبية المتحملة للظل، وهذا يعني أن تغير النظام البيئي (Ecosystem)على مدار السنة يؤدي إلى زيادة عدد الأنواع التي تعيش في المجتمع النباتي.

(٣,١,١,٤) العوامل الأحيائية(الحيوية) Biological factors

لعل أفضل الأمثلة على ذلك تأثير الحيوانات سواءً البرية منها أو المستأنسة، فتحميل المراعي أكثر من طاقتها من الحيوانات الرعوية يقود إلى تخريب المجتمعات النباتية وتغيير تركيبها بحيث ينخفض عدد الأنواع المرغوبة بينما يزداد انتشار الأنواع غير المرغوبة السامة منها والشوكية. مثال ذلك ما وجد في المجتمعات في بوادي وسط أوكلاهوما Oklahoma، فالمجتمعات النباتية غير المرعية تتكون من ٣٦ نوعاَ نباتياً، بينما في منطقة أخرى مجاورة تتعرض إلى الرعي الجائر(Overgrazing) فقد وجد أن عدد الأنواع النباتية تتكون من ٦٤ نوعاً نباتياً (Hanson and Churchell, 1965). ويعود سبب ذلك إلى أن الرعي الجائر قد خفّض من عدد أفراد الأنواع وأضعف نموها وبالتالي قلل من مقدرتها التنافسية (Competitive capability)، مما أتاح الفرصة لأنواع أخرى قليلة القدرة التنافسية بالنمو في هذه المجتمعات النباتية التي تتعرض إلى الرعي الجائر. ويمكن للرعي الجائر، من ناحية أخرى، أن يقضي تقريباً على معظم الأنواع النباتية المكونة للمجتمعات (الشكل رقم٧)، مثال ذلك ما نجده حول الآبار ومضارب البدو وفي طرق تحركاتهم حيث نجد أن التربة قد فقدت كلياً نباتاتها وأصبحت معرضة لذرو الرياح حيث تنقلها من مكان إلى آخر.

الشكل رقم (٧). يؤدي الرعي الجائر إلى القضاء على معظم الأنواع النباتية وإلى تعرية التربة.

ويتوقف تأثير الحيوانات المستأنسة والبرية في الغطاء النباتي على عدد هذه الحيوانات وبالتالي درجة استغلالها للغطاء النباتي. فالوطء الخفيف بالأقدام له فائدة في دفن البذور والثمار وتغطيتها بطبقة رقيقة من التربة ؛ وبالتالي حمايتها من العوامل الخارجية غير المناسبة ، وخاصة درجة الحرارة المنخفضة أو المرتفعة (مجاهد وآخرون، ٢٠٠٦ م). وبهذا تبقى البذور محتفظة بقدرتها على الإنبات أكثر من تلك التي تبقى على سطح التربة ، إضافة إلى حماية البذور المدفونة من الحشرات والطيور والقوارض المختلفة. أما الرعي الجائر فيسبب إتلاف الغطاء النباتي وظهور سلسلة التعاقب التراجعي(الفصل الثالث عشر) هذا إضافة إلى تأثير الحيوانات في التربة ، والذي ينعكس بدوره على الغطاء النباتي. فالحيوانات بوطئها للتربة في الفترة الرطبة تزيد من تماسكها وتراصها أما في الفترة الجافة فالوطء يتسبب في تفكيك التربة ، وهذا ينعكس على النظام الهوائي والمائي والحراري للتربة. كما تغني الحيوانات التربة بالمادة العضوية ، ونتيجة لتأثيرات الحيوانات البرية منها والمستأنسة ، يمكن أن يزداد أو ينقص عدد الأنواع المكونة للمجتمع النباتي. كما يمكن أن تستبدل الأنواع المكونة للمجتمع النباتي بأنواع أخرى.

(٣,١,١,٥) خصائص بعض الأنواع المكونة للمجتمع النباتي

Characters of some species composing the plant community

تتميز بعض الأنواع النباتية بأنها ذات مقدرة عالية على الانتشار أكثر من الأنواع الأخرى ؛ وبالتالي يمكن لها أن تستوطن المناطق الجرداء أو المجتمعات النباتية المجاورة أكثر من الأنواع التي تنتشر ببطء بالرغم من أن الوسط

قد يكون مناسباً لنموها. كما أن بعض الأنواع النباتية يمكن أن تشكل وسطاً غير مناسب لنمو عديد من الأنواع النباتية الأخرى. مثال ذلك أشجار التنوب (*Picea*)، وهي كارهة للشمس؛ لذلك تنمو بشكل كثيف مما يقلل من شدة الإضاءة داخل المجتمع النباتي، وزيادة رطوبة التربة والهواء، إضافة إلى تأثير التنوب في زيادة حموضة التربة. وهكذا يتشكل في غابات التنوب وسط غير مناسب إلاَ لنمو بعض الأنواع المتخصصة. وإذا قطعت الأشجار وسط غابات التنوب يزداد عدد الأنواع النباتية التي يمكن أن تعيش في هذه المنطقة والتي لا نجدها في غابة التنوب المحيطة. وهذا يعني أن البيئة مناسبة لنمو العديد من الأنواع النباتية ولكن الوسط الذي تشكل تحت تأثير أشجار التنوب يعوق نمو هذه الأنواع.

وكلما كان المجتمع النباتي أكثر غنى بالأنواع النباتية التي تنتمي إلى أشكال حياة (Life forms) مختلفة (انظر أشكال الحياة – الفصل الخامس)؛ كان أكثر قدرة على استغلال البيئة التي يوجد فيها. فإذا كان المجتمع النباتي مكوناً من الأشجار فقط فإنه يستغل جزءاً من بيئته. إذ إن جذور الأشجار تستغل الماء والمواد الغذائية الموجودة في الطبقات العميقة من التربة، كما ان الأوراق تستغل قسماً من أشعة الشمس. أما المجتمعات النباتية المكونة من الأشجار والشجيرات والأعشاب فهي أكثر مقدرة على استغلال عوامل البيئة، فالأشجار تستغل الطاقة الشمسية التي تسقط عليها، والشجيرات تستغل أشعة الشمس التي تنفذ من خلال تيجان الأشجار. كما تستفيد الأعشاب من الطاقة الشمسية التي تصل إلى مستوى سطح التربة. وبالمثل فإن جذور الأشجار والشجيرات والأعشاب تستغل الماء والمواد الغذائية في طبقات التربة المختلفة. ولهذا فإن زيادة عدد الأنواع المتكيفة لوسط المجتمعات النباتية المكونة من الأشجار فقط يزيد من إنتاج هذه المجتمعات في وحدة المساحة.

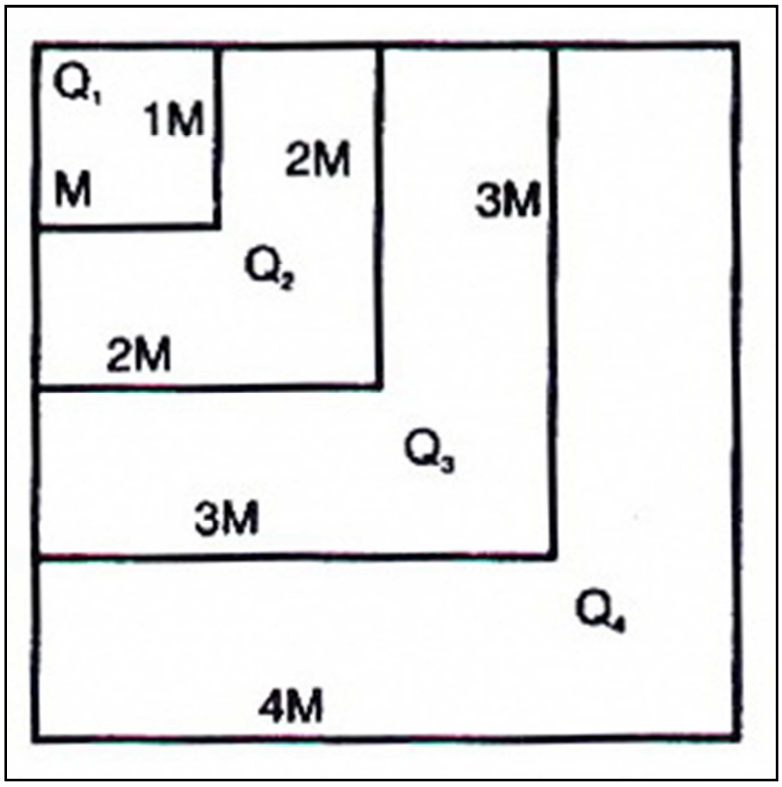
(٣,١,١,٦) دراسة الأنواع المكونة للمجتمع النباتي

Study of species composing the plant community

يجب أن تكون دراسة عدد الأنواع المكونة للمجتمع على درجة عالية من العناية والإتقان. فلا يجوز أن تقتصر على عدد الأنواع السائدة في المجتمع النباتي وإهمال الأنواع الأخرى، أو إهمال الأنواع اللاوعائية كالحزازيات مثلاً، ذلك أن بعض الأنواع قد تكون كاشفاً جيداً للتربة أو المناخ الدقيق (Microclimate) وغيره. ومعرفة الأنواع المكونة للمجتمع النباتي كافة ليست بالأمر الهين ذلك لأن بعض هذه الأنواع قد تكون، في فترة دراسة المجتمع، في حالة كمون (سبات) (Dormancy) على شكل ريزومات (جذامير Rhizomes)، أو قد تكون قد أنهت دورة حياتها وبقيت في التربة على هيئة بذور (Seeds) أو أبصال (Bulbs) أو كورمات (Corms) وغيرها، وهذا يؤدي إلى إغفالها.

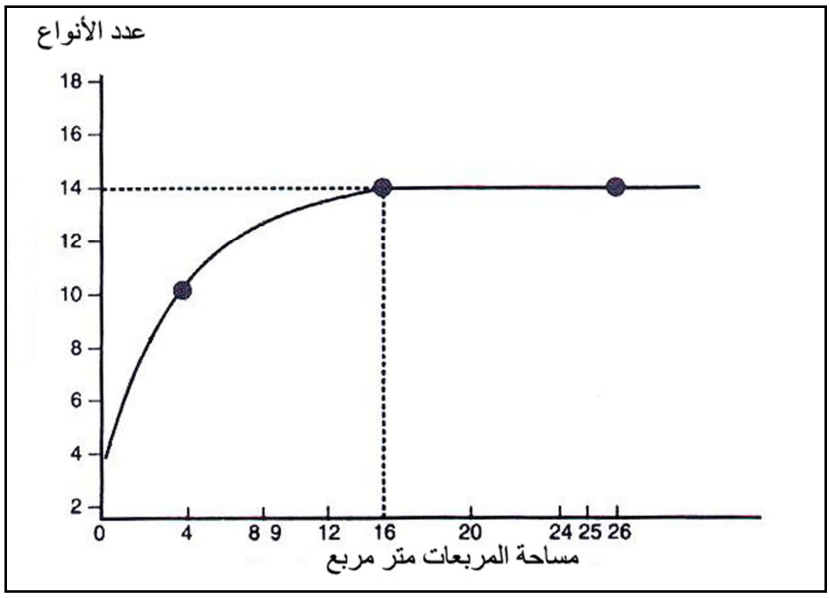
وعند تسجيل أسماء الأنواع المكونة للمجتمع النباتي يُستعمل ما يسمى بالمساحة الصغرى (Minimal area) وهي أصغر مساحة تضم معظم الأنواع النباتية وبذلك يمكن أن تمثل المجتمع النباتي تمثيلاً دقيقا. فإذا كان المجتمع

الذي ندرسه مجتمعاً نباتياً عشبياً نأخذ قطعة مربعة مساحتها متر مربع واحد فنجد عليها عدة أنواع نباتية. وبزيادة مساحة هذه القطعة يزداد عدد الأنواع النباتية حتى نصل إلى مساحة محددة وبعد ذلك لا يزداد عدد الأنواع النباتية مع زيادة المساحة. فمثلاً مع زيادة المساحة إلى ٤ و٩ و١٦ م^{٢} نجد أنه في مساحة تزيد عن ١٦ م^{٢} لا يزداد عدد الأنواع النباتية (الشكل رقم٨)، ثم يرسم منحنى يبين العلاقة بين مساحة المربعات وعدد الأنواع النباتية في كل مربع (منحنى المساحة - العددي Species count -area curve)، والمساحة الصغرى للمجتمع هي النقطة التي يصبح فيها المنحنى أفقياً (الشكل رقم ٩). وتكشف المساحة الصغرى تركيب المجتمع النباتي كشفاً دقيقاً. وتختلف المساحة الصغرى باختلاف المجتمعات النباتية المدروسة وطبيعة الغطاء النباتي فيكفي عدة ديسيمترات مربعة عند دراسة الكائنات الدقيقة في التربة ونحو متر مربع واحد لدراسة الحزازيات و١٠٠ م^{٢} لدراسة المجتمعات النباتية العشبية ونحو ٢٥٠ - ٥٠٠ م^{٢} لدراسة المجتمعات النباتية الشجرية.



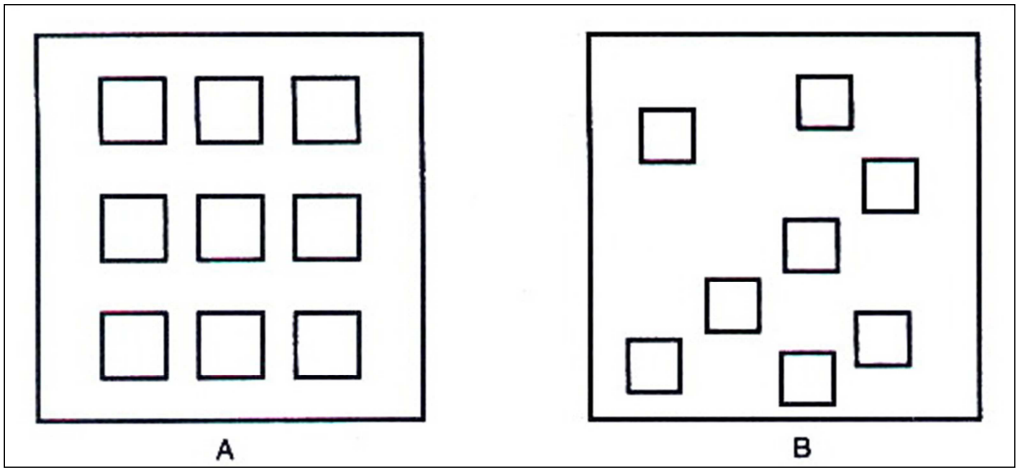
الشكل رقم (٨). مربعات تعيين المساحة الصغرى (المربعات المتشابكة)

Q= رقم المربع ، M = طول الضلع بالمتر



الشكل رقم (٩). منحنى المساحة – العددي (عدد الأنواع)

كما تستعمل طريقة أخرى لدراسة الأنواع المكونة للمجتمع النباتي، وهي ما يسمى بمربع اللائحة (القائمة) (List quadrat) (الشكل رقم١٠) وهو مربع تسجل أسماء أنواع النباتات التي بداخله على شكل لائحة. وطريقة مربع اللائحة مبنية على أنه لما كان من المستحيل، وفي الحقيقة ليس من الضروري، دراسة كامل المساحة التي يشغلها المجتمع النباتي بنفس الإتقان والتفصيل، فإنه يكفي أن ندرس عدداً من المربعات التي تُختار بعناية وفي الأماكن التي تبدو متباينة عند الفحص الدقيق. هذا وينبغي عند استعمال هذه الطريقة أن تنتخب المربعات انتخاباً وألا نلجأ إلى الطريقة العشوائية في أخذ العينات إلاّ نادراً.



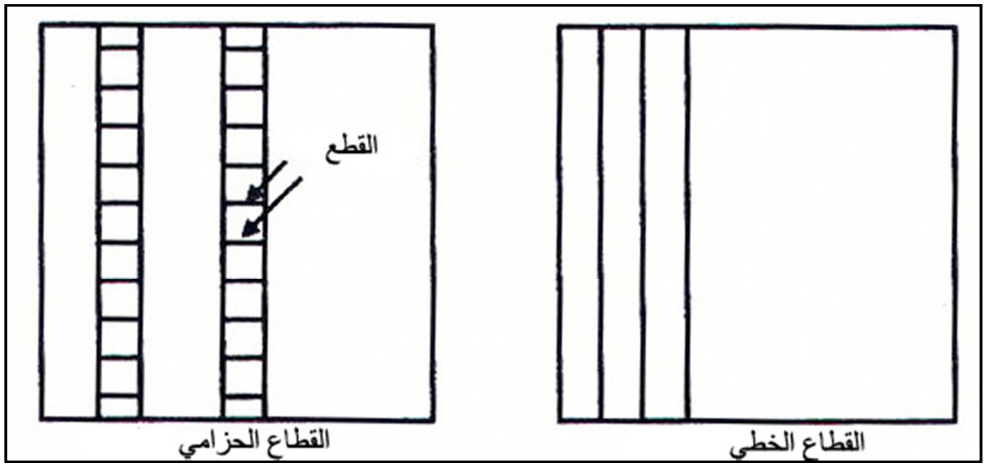
الشكل رقم (١٠). مربعات اللائحة (القائمة) (List quadrats)

A مربعات منتظمة التوزيع، B. مربعات عشوائية التوزيع

وتختلف مساحة المربعات اختلافاً بيناً تبعاً لطبيعة الغطاء النباتي. فتستعمل مربعات مساحة كل منها متر مربع واحد في دراسة أراضي الحشائش. أما في الأراضي التي تنمو فيها شجيرات وأشجار متباعدة وفي الحقول التي تنمو بها نباتات متباعدة كبيرة الحجم فتستعمل مربعات تتراوح مساحاتها بين ٤ - ١٦ و١٠٠ م^{٢} تبعاً لطبيعة الغطاء النباتي.

وتوجد طرائق أخرى لدراسة الخصائص التحليلية للغطاء النباتي ؛وأهمها طريقة القطاعات (Transects method)، وتستعمل هذه الطريقة عادة، لمعرفة العلاقة بين تغير التركيب النوعي (الغطاء النباتي Vegetation) وتغير البيئة أو التضاريس أو التربة، ولمعرفة الكيفية التي يتحول فيها مجتمع نباتي إلى مجتمع آخر ضمن الغطاء النباتي. والقطاع هو، شريط (أو حزام Belt) ضيق، أو خط يمتد على مسافة طويلة تسمح بدراسة التغيرات التدريجية والمستمرة في الغطاء النباتي وكذلك التغيرات البيئية. ويمتد القطاع في مناطق السفوح بين نقطتين مختلفتي الارتفاع، ويكون القطاع على شكل حزام فيسمى القطاع الحزامي (Belt transect) أو على شكل خط فيسمى القطاع الخطي (Line transect).

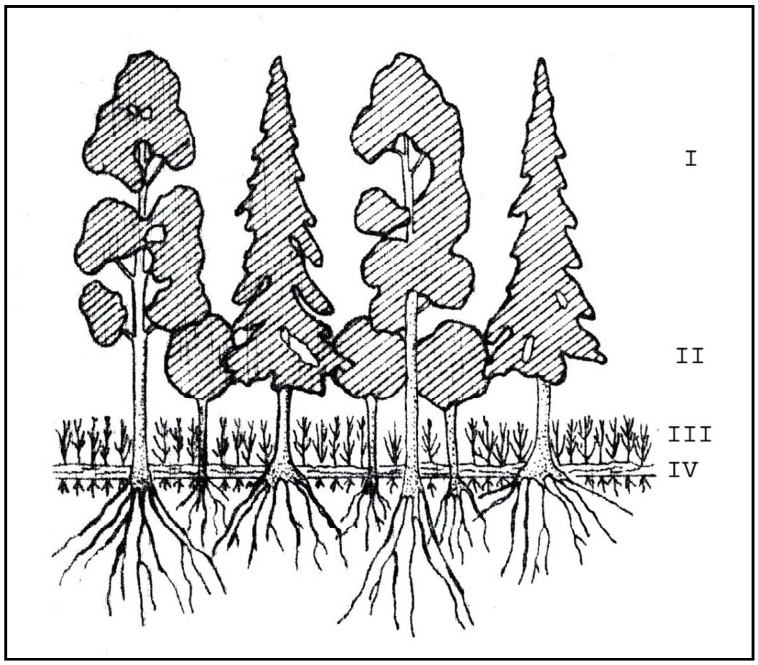
ينتخب في منطقة الدراسة من ٥ إلى ١٠ قطاعات حزامية يختلف اتساعها تبعاً لطبيعة الغطاء النباتي. ففي المجتمعات العشبية يكون اتساع الحزام عدة سنتيميترات، في حين يتراوح بين ١ و١٠ أمتار في المجتمعات الشجرية (الشكل رقم١١). يقسم القطاع الحزامي إلى قطع (مربعات Quadrats) متساوية. وتعد كل قطعة وحدة قياس عينة (Sampling unit) واحدة. ويسجل في كل قطعة عدد الأنواع وعدد أفراد النوع وغيرها، هذا ويستعمل القطاع الحزامي لقياس الوفرة (Abundance) والتردد (Frequency) وتوزيع الأنواع النباتية (Distribution of plant species) وغيرها. والأمر نفسه بالنسبة للقطاع الخطي (الشكل رقم١١) وهو شريط عرضه نحو ١سم يمد بين نقطتين المسافة بينهما نحو ٣٥ م، وتسجل البيانات المطلوبة (عدد الأنواع والوفرة والتردد وغيرها) على طول القطاع الخطي وعلى جانبيه.



الشكل رقم (١١). طريقة القطاعات: وتبين القطاع الخطي والقطاع الحزامي.

(٣,١,٢) التطبق أو التنضيد Stratification

أول ما يلفت النظر عند دراسة المجتمع النباتي هو توزع الأنواع المكونة لهذا المجتمع في طبقات Strata (= Layer Stratum أي طبقة) يعلو بعضها بعضاً (الشكل رقم١٢). وهذا ما يطلق عليه اسم التطبق (Stratification). والتطبق هو نتيجة نمو أنواع نباتية معاً تختلف في أشكال حياتها وفي متطلباتها من البيئة وفي أطوالها، ولهذا تتوزع في طبقات تختلف عن بعضها البعض في شدة الإضاءة ودرجة الحرارة وظروف الرطوبة وغيرها من العوامل البيئية. هذا ولا يقتصر التطبق على الجزء من المجتمع النباتي الموجود فوق سطح التربة ولكنه يوجد أيضاً داخل التربة ذلك أن المجموع الجذري للأنواع المختلفة المكونة للمجتمع ينتشر في مستويات مختلفة داخل التربة.



الشكل رقم (١٢). مخطط يبين التطبق في الغابة.

I. طبقة الأشجار II. طبقة الشجيرات III. طبقة الأعشاب IV. طبقة الطحالب والحزازيات والأشنات

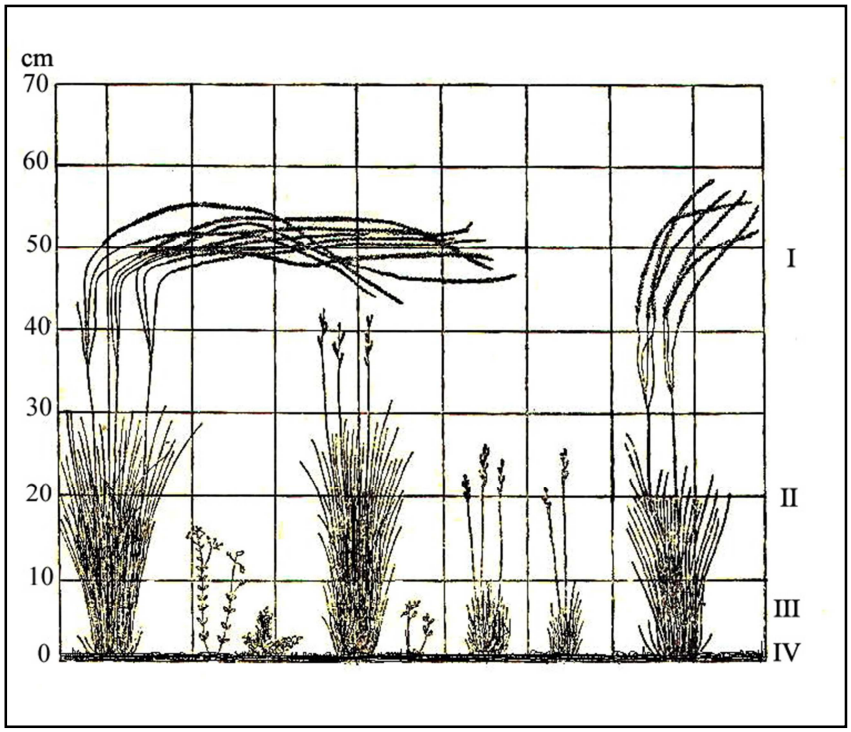
ويتوقف عدد الطبقات في المجتمع على نوع هذا المجتمع. ففي المراحل الأولى من تكون المجتمع النباتي توجد عادة طبقة واحدة مثل طبقة الأشنات (Lichens) أو الحزازيات القائمة (Mosses)، أو الأعشاب الحولية (Annual herbs)، أما في المجتمعات النباتية التي وصلت مرحلة تكونها الأخيرة (الذروة Climax) فيوجد فيها طبقات عدة، ففي المجتمعات العشبية نجد في الغالب ثلاث إلى أربع طبقات (الشكل رقم١٣) هي :

١- طبقة الأعشاب الطويلة.

٢- طبقة الأعشاب المتوسطة.

٣- طبقة الأعشاب القصيرة.

٤- طبقة الطحالب والحزازيات والأشنات.



الشكل رقم (١٣). مخطط التطبق في المجتمعات النباتية العشبية.

.I طبقة الأعشاب الطويلة II. طبقة الأعشاب المتوسطة III. طبقة الأعشاب القصيرة

IV طبقة الطحالب والحزازيات والأشنات

وفي المجتمعات الشجرية قد يصل عدد الطبقات إلى سبع طبقات وأكثر وهي :

١- طبقة الأشجار الباسقة.

٢- طبقة الأشجار القصيرة.

٣- طبقة الشجيرات.

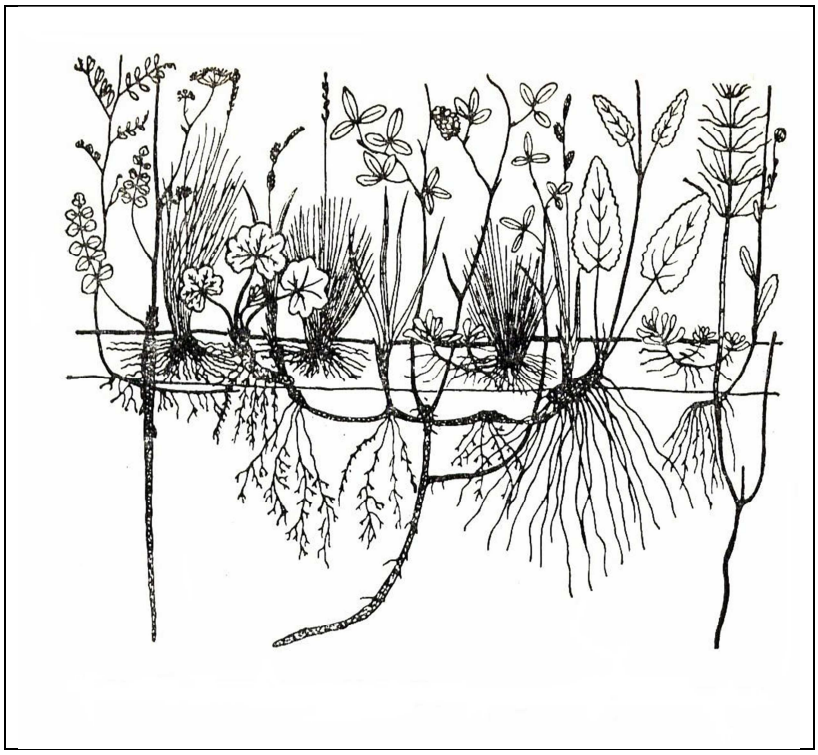
٤- طبقة أنصاف الشجيرات.

٥- طبقة الأعشاب الطويلة.

٦- طبقة الأعشاب القصيرة.

٧- طبقة الطحالب والحزازيات والأشنات.

وكما ذكر أعلاه لا يقتصر التطبق على الجزء فوق التربة من المجتمع النباتي وإنما نجده في الجزء تحت التربة أيضاً (الشكل رقم١٤). فالمجموع الجذري للأشجار يصل إلى الطبقات العميقة من التربة (خمسة أمتار أو أكثر). أما المجموع الجذري للشجيرات فهو أقل تغلغلاً في التربة ويشكل طبقة ثانية تعلو الطبقة التي ينتشر فيها المجموع الجذري للأشجار. ويشكل المجموع الجذري لأنصاف الشجيرات والأعشاب الطويلة طبقة ثالثة حيث يتعمق في التربة إلى متر أو أكثر. وأخيراً؛ نجد المجموع الجذري للأعشاب القصيرة الذي ينتشر في الطبقة السطحية من التربة وإلى عمق ٥٠ سم وأكثر.



الشكل رقم (١٤). مخطط يبين تطبق الجذور في المجتمعات النباتية العشبية

ويعد توزع الأنواع النباتية المكونة للمجتمع النباتي في طبقات مختلفة الارتفاع نتيجة لنمو هذه الأنواع، التي تختلف في متطلباتها من البيئة وفي حجمها، في مساحة محددة. فالنباتات المكونة لطبقة ما عدا عن كونها متقاربة في حجمها فهي متقاربة أيضاً من حيث متطلباتها من شدة الإضاءة مثلاً، أكثر من تشابهها مع النباتات المكونة لطبقة أخرى. ففي طبقة الشجيرات في الغابة يمكن أن تعيش وتكمل دورة حياتها الأنواع المتحملة للظل، أي تلك القادرة على تحمل ظل النباتات المكونة للطبقة التي تعلوها (الأشجار). وكذلك؛ فإن الأعشاب التي تعيش في الطبقة السفلية من الغابة هي أكثر تحملاً للظل من طبقة الشجيرات وذلك لأنها تتحمل ظل طبقة الأشجار وطبقة

الشجيرات. وبصورة عامة ينمو في كل طابق الأنواع المتكيفة لظروف الوسط الناتجة بسبب نمو نباتات الطبقة أو الطبقات التي تعلوها.

كما أن نباتات كل طبقة تستغل جزءاً من وسط المجتمع النباتي سواءً فوق سطح التربة أو تحته. وبالتالي كلما كان عدد الطبقات في المجتمع النباتي كبيراً ؛ كان المجتمع النباتي أكثر استغلالاً لوسطه. كما أن توزيع الأنواع المكونة للمجتمع في طبقات يقلل التنافس بين نباتات الطبقات المختلفة. فالأعشاب تنافس الأشجار عندما تكون في مرحلة البادارات فقط ، أما بعد أن تكبر هذه البادرات وتكّون أشجاراً باسقة فإن التنافس بينها وبين الأعشاب ينخفض إلى الحد الأدنى سواءً فوق سطح التربة أو تحته.

(٣,١,٣) الحيوية (Vitality (Vigour

ليس لكل الأنواع النباتية المكونة للمجتمع النباتي نفس القدرات على النمو واستكمال دورة حياتها (Life cycle). فبعضها ينمو ويزهر ويثمر بغزارة ، وبعضها الآخر ينمو ويعطي عدداً قليلاً من الأزهار والثمار ، وبعضها ينمو ولكنه يفشل في تكوين الأزهار ويقتصر تكاثره في المجتمع النباتي على التكاثر الخضري. وقد تتميز بعض الأنواع بضعف نموها الخضري ، أي تختلف حيوية الأنواع المكونة للمجتمع النباتي. والحيوية هي تعبير عن درجة نمو ونشاط أفراد الأنواع في ظروف المجتمع النباتي ، فمقدرة النوع على النمو واستكمال دورة حياته أو فشله في ظروف مجتمع نباتي معين ، هي التي تحدد حيويته. وبالتالي ؛ يمكن القول بأن الحيوية هي تعبير عن تكيف (أو درجة تكيف) النوع لوسط المجتمع النباتي. ويعبر عن الحيوية بمقياس مرمز الدرجات (الجدول رقم١) (Braun–Blanquet, 1932,1951) ، انظر (Poore, 1955).

الجدول رقم (١). مقياس الحيوية حسب براون – بلانكييه (Braun–Blanquet).

درجة الحيوية	الرمز
نباتات ذات نمو خضري جيد وتكمل دورة حياتها بشكل جيد ومنتظم	●
نباتات ذات نمو خضري جيد ولا تكمل دورة حياتها	◉
نباتات ذات نمو خضري ضعيف ولا تكمل دورة حياتها	◎
نباتات ظهورها عارض في المجتمع النباتي وتموت غالباً في مرحلة البادرات	○

والحيوية صفة هامة من صفات المجتمع النباتي. إذ إنها تعطي فكرة عن درجة تكيف النوع النباتي لوسط المجتمع النباتي وإلى ظروف المنطقة التي يوجد فيها المجتمع. فالنوع الذي ينمو بصورة جيدة ويكمل دورة حياته بانتظام يعني أنه يعيش في الظروف المناسبة له. أما النوع الذي يفشل في استكمال دورة حياته ويتكاثر خضرياً فقط

فيعني أنه يعيش في وسط غير مناسب. وبصورة عامة ،فإن هذا النوع إما أن يكون قد وجد عرضاً في هذا المجتمع وإما أنه بقية مجتمع نباتي سابق. وإذا كان في المجتمع أنواع ذات حيوية كاملة وغير سائدة وأخرى حيويتها ضعيفة ولكنها سائدة، فهذا يعني بداية تكون مجتمع جديد.

(٣,١,٤) الاجتماعية Sociability

وهي إحدى الصفات التحليلية النوعية التي تحدد درجة تجمع (Aggregation) أو تشتت (Dispersion) أفراد كل نوع داخل المجتمع. وعلى سبيل المثال، نجد أفراد نوع نبات البَروَق *(Asphodelus festulosus)* تنمو نمواً منفرداً، بينما يكون نمو نوع نبات الثيل (النجيل) (*Cynodon dactylon*) في شكل كتل متلاصقة. أما أفراد نوع نبات العرفج *(Rhanterium epapposum)* فتنمو متفرقة، ولكن كل فرد مكون من فروع متقاربة كثيرة التفرع تعطي النبات الشكل الوسادي (Cushion).

وقد وضع برون- بلانكييه (Braun-Blanquet (1932, 1951 لهذه الصفة مقياساً (الجدول رقم٢) يوضح درجات هذه الصفة وهو كما يلي:

الجدول رقم (٢). مقياس درجات الإجتماعية حسب طريقة برون – بلانكييه (Braun-Blanquet).

المقياس	درجة الاجتماعية (التجمع أو التشتت)
+	أفراد النوع النباتي متفرقة كثيراً
١	أفراد النوع تنمو منفردة
٢	أفراد النوع في شكل مجموعات صغيرة
٣	أفراد النوع على هيئة كتل صغيرة متفرقة أو كون النبات وسادياً
٤	أفراد النوع على هيئة كتل كبيرة أو حصائر متقطعة
٥	أفراد النوع على هيئة حصائر كبيرة تغطي مساحة كبيرة

(٣,١,٥) الفينولوجيا (الظواهر) Phenology[(١)]

إن نظرة بسيطة إلى المجتمع النباتي تبين أن الأنواع التي تعيش فيه تكون في مراحل مختلفة من دورة حياتها، فالأفراد البالغة لنوع ما قد تكون في مرحلة الإزهار، وأفراد نوع آخر قد تكون في مرحلة النمو الخضري وهكذا. وعند دراسة المجتمع النباتي لابد من معرفة الطور الذي توجد فيه أفراد النوع البالغة، والأطوار الفينولوجية أو الظواهر للنباتات هي التالية:

١- طور نمو البادرات وتفتح البراعم.

٢- طور التفرع.

---

(١) فينولوجيا Phenology هي التي تبحث في الوقت الذي تحصل فيه دورياً الظواهر المختصة بدورة الحياة وخاصة ماله علاقة بالعوامل البيئية كتفتح البراعم وتشكل الأوراق والإزهار ونضج الثمار في النبات.

٣- طور تكون البراعم الزهرية.

٤- طور الإزهار.

٥- طور نضج الثمار والبذور.

٦- طور سقوط وانتشار الثمار والبذور.

وتسجيل المراحل الفينولوجية (الظواهر) (Phenolgical stages) لكل نوع نباتي خلال سنوات مختلفة يبين كيف أن الأطوار الفينولوجية، كالإزهار والإثمار مثلاً، يمكن أن تختلف من عام لآخر حسب ظروف المناخ، فالرطوبة المرتفعة ودرجة الحرارة المنخفضة، مثلاً، تؤخر الإزهار ونضج الثمار، بينما تسرع الرطوبة المنخفضة ودرجة الحرارة المرتفعة الإزهار والإثمار.

ومن المهم معرفة الأطوار الفينولوجية للأنواع التي توجد في مجتمعات نباتية عدة ومقارنة بدء كل طور في هذه المجتمعات المختلفة، مع بعضها البعض. فمثلاً يمكن أن تكون الأفراد البالغة لنوع ما في طور الإزهار في أحد المجتمعات وفي الوقت نفسه قد تكون بالكاد بدأت بالإزهار في مجتمع ثانٍ وفي مجتمع ثالث لم تزهر بعد. ومعرفة بدء كل طور فينولوجي يمكن أن يساعد على معرفة تأثير الوسط (البيئة) وخاصة بيئة (وسط) المجتمع النباتي (Phyto-environment) أو بعض عواملها على النوع النباتي، وبالتالي معرفة درجة ملاءمة البيئة للنوع من خلال تأثيرها في تقديم أو تأخير أو عدم اجتياز المراحل الفينولوجية الطبيعية له.

ولرسم صورة كاملة للمراحل الفينولوجية للأنواع المكونة للمجتمع النباتي لابد من دراسة المجتمع دورياً في السنة الواحدة وحتى في السنوات المختلفة.

(٣,١,٦) المظهر الخارجي العام Physiognomy

هو الهيئة الظاهرية العامة للغطاء النباتي. وهي صفة من خصائص المجتمع النباتي التحليلية النوعية (الوصفية)، التي تحدد بالنظر بعض صفات المجتمع النباتي، مثل الكثافة والتطبق والحجم وأشكال حياة (Life forms) النباتات السائدة. وقد اعتُمِدت صفة المظهر الخارجي العام للنباتات أحد منحيي تصنيف أشكال الحياة النباتية. كما استخدمت من قِبَل بعض الباحثين في الدراسات الوصفية للغطاء النباتي في الحقل (انظر الفصل الخامس).

(٣,١,٧) أشكال الحياة(النماء) Life (growth) forms

وهي من الصفات النوعية للمجتمع النباتي، ومنها الأقسام التصنيفية حسب رونكيير وهي: نباتات ظاهرة وفوق سطحية ونصف مختبئة ومختبئة، بتفرعاتها المختلفة (وسيأتي الحديث بالتفصيل عن أشكال الحياة فيما بعد في الفصل الخامس).

(٣,١,٨) الموسمية Periodicity

وهي حالة التغيرات الفصلية للمجتمع النباتي. وتشتمل على خمس مراحل هي: المرحلة قبل الربيعية، والربيعية، والصيفية، والخريفية والشتوية (وسيأتي الحديث بالتفصيل عن التغيرات الفصلية للمجتمعات النباتية فيما بعد في الفصل السادس عشر).

(٣,٢) الخصائص التحليلية الكمية
Quantitative analytical characters

تعطي معرفة التركيب الفلوري للمجتمع النباتي فكرة عن الأنواع المكونة لهذا المجتمع، ولكنها لا تعطي تصوراً عن دور النوع الواحد في المجتمع. فبعض الأنواع توجد بوفرة في المجتمع وبعضها الآخر توجد بعدد قليل من الأفراد، وبعضها قليل الإنتاج وبعضها الآخر غزير الإنتاج وغيره. أي أن دور كل نوع في المجتمع النباتي يختلف اختلافاً بيناً عن دور الأنواع الأخرى. والصفات الكمية للمجتمع النباتي هي التي تمكننا من تحديد دور كل نوع في المجتمع النباتي كما تمكننا من معرفة العلاقات بين الأنواع المكونة للمجتمع الواحد والعلاقات بين الأنواع ووسط المجتمع النباتي، والدور الذي يلعبه كل من هذه الأنواع، إضافة إلى أنها تمكننا من معرفة أوجه التشابه والاختلاف بين المجتمعات النباتية ذات التركيب الفلوري المتقارب، والخصائص الكمية للمجتمع النباتي هي:

(٣,٢,١) الوفرة Abundance

الوفرة هي عدد أفراد النوع الواحد في المجتمع المدروس. وللوفرة أهمية كبيرة إذا كانت الأنواع النباتية تنتمي إلى شكل حياة واحد (أشجار، شجيرات، أعشاب الخ) ذلك أنها تبين الأهمية النسبية لكل نوع. أما إذا كانت الأنواع النباتية تنتمي إلى أشكال حياة مختلفة، فإن الوفرة منفردة ليس لها قيمة كبيرة في مقارنة ومعرفة دور الأنواع في المجتمع النباتي، وعندها لابد من أن نلجأ إلى معطيات أخرى كالتغطية أو الإنتاج وغيره (انظر فيما بعد). ففي الغابات مثلاً لتحديد دور النوع نلجأ إلى قياس قطر جذع الشجرة وارتفاعها وانتشار تاجها بالإضافة إلى عدد هذه الأشجار وذلك للحكم على دور النوع في المجتمع.

وتدرس الوفرة إما باستعمال المساحة الصغرى (Minimal area) وإما باستعمال عدد كبير من المربعات، تبلغ مساحة كل منها في المجتمعات النباتية العشبية نصف متر مربع أو أقل. وتمتد هذه المربعات عبر المساحة المراد دراستها. وتقدر وفرة النوع ويختار لهذا الغرض قياس معين. وعند استعمال طريقة المربعات تجمع قيم الوفرة لكل نوع في المربعات التي يوجد فيها ويقسم المجموع على العدد الإجمالي للمربعات المدروسة. وبهذا نحصل على متوسط الوفرة لكل نوع بالنسبة لجميع المربعات كما يتضح من المثال في الجدول رقم (٣,١) التالي:

الجدول رقم (٣,١). طريقة حساب الوفرة لكل نوع نباتي في المجتمعات النباتية

اسم النوع	عدد أفراد النوع في كل من المربعات المدروسة (مساحة المربع م٢)										عدد الأفراد الكلي	الوفرة
	١	٢	٣	٤	٥	٦	٧	٨	٩	١٠		
Evolvules sp.	٥	٤	٧	–	١	٣	٩	٢	٨	٥	٤٤	١٠/٤٤=٤.٤ نبات/م٢
.Indigofera sp	–	٧	٦	٩	٢	٤	–	١	٥	–	٣٣	١٠/٣٣= ٣.٣ نبات/م٢
.Peristrophe sp	٣	١	٤	–	–	–	١	٢	–	٧	١٨	١٠/١٨= ١.٨ نبات/م٢

ويمكن حساب درجات الوفرة لكل نوع نباتي بعد تحديد إجمالي أعداد أفراد كل نوع نباتي في المربعات المدروسة (الجدول رقم ٣,١) ووضعها في مقياس كما هو متبع في طريقة مقياس الوفرة حسب مقياس برون–بلانكييه Braun-Blanquet (1932) (الجدول رقم٣,٢).

الجدول رقم (٣,٢). طريقة حساب الوفرة حسب مقياس برون–بلانكييه (1932) Braun-Blanquet.

المقياس	درجة الوفرة		اسم النوع النباتي (مثال من المؤلفين)
٥	وفير جداً أو سائد	Very abundant or dominant	*Teucreum oliverianum*
٤	وفير	Abundant	*Artemisia herba-alba*
٣	شائع	Common	*Zilla spinosa*
٢	عرضي	Occasional	*Panicum turgidum*
١	نادر	Rare	*Capparis spinosa*
+	نادر جداً	Very rare	*Launaea capitata*

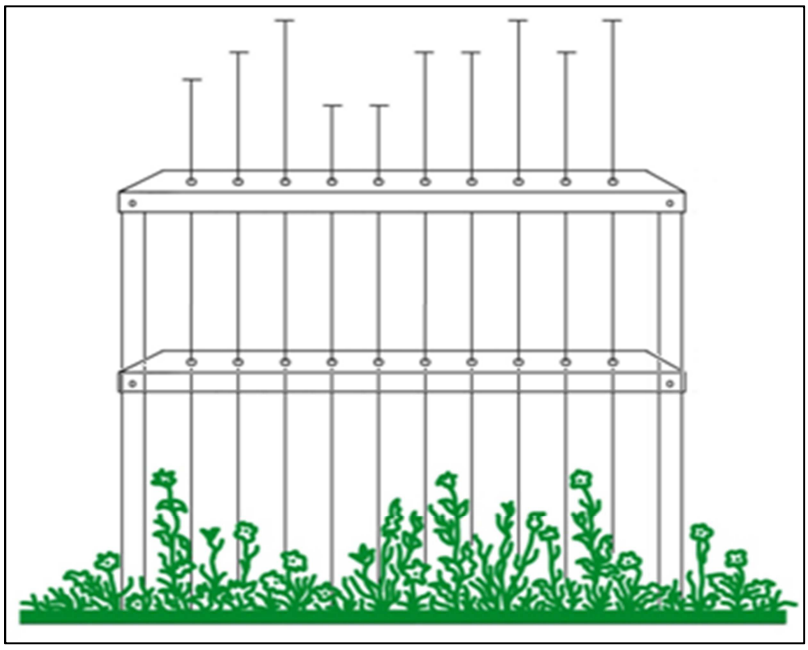
وتعتبر هاتان الطريقتان من الطرائق اللازمة لمعرفة الوفرة ؛ والتي يستعملها كثير من علماء المجتمعات النباتية.

وتحتاج تلك الطرائق إلى جهد مضنٍ يبذل في الإحصاءات والحسابات. وهناك طرائق أخرى منها حساب الوفرة بالعين المجردة ويستعمل لذلك مقياس درودي Drude (انظر Poore,1955) الخاص بالمجتمعات النباتية العشبية (الجدول رقم ٤):

الجدول رقم (٤). مقياس الوفرة حسب درودي Drude .

درجة الوفرة		العدد	الرمز	المصطلح
وفير جداً		أكثر من ١٠٠ فرد/ م^2	Socialis	Soc
متوفر	وفير	من ١٠ - ١٠٠ فرد م^2	Cop1	Copious
	قليل	أقل من ١٠ أفراد/ م^2	Cop2	
	قليل نسبياً	من ١٠ - ١٠٠ فرد ١٠٠/ م^2	Cop3	
نادر		أقل من ١٠ أفراد ١٠٠/ م^2	Sp	Sparsus
نادر جداً		فرد وحيد / ١٠٠/ م^2	Sol	Solitarius

وأحياناً يضاف إليه المصطلح Unicus (Un) للأنواع التي توجد بفرد واحد في المجتمع. إن تقدير الوفرة بالعين المجردة له جوانب إيجابية وأخرى سلبية، فهي طريقة ذاتية وقليلة الدقة ويدخل فيها التقدير الذاتي للباحث. فكثيراً ما يعطى النوع الواحد وفرة مختلفة من قبل باحثين مختلفين، ولكن في الوقت نفسه تمكننا هذه الطريقة من دراسة الوفرة بصورة سريعة. وهناك طرائق أخرى لتقدير الوفرة نذكر منها الطريقة المستعملة في نيوزيلندا والهند بالنسبة للنباتات العشبية، حيث يستعمل جهاز خاص وبسيط يسمى إطار تردد النقطة(Point-Frequency frame)أو إطار التغطية ذو الأسنان (Cover pin frame) (الشكل رقم ١٥) له أوتاد حديدية رفيعة متباعدة عن بعضها البعض بنفس المسافة (١٠ سم) والتي يمكن تكبيرها عند الحاجة، تنتهي بأسنان مدببة. وعند تقدير الوفرة يوضع الجهاز عمودياً على سطح الغطاء النباتي، ثم يتم تسجيل عدد مرات تلامس كل نوع نباتي مع أسنان الجهاز.



الشكل رقم (١٥). مخطط لجهاز إطار تردد النقطة (إطار التغطية ذو الأسنان) لقياس الوفرة والتغطية في المجتمعات النباتية العشبية

وبتكرار هذه العملية مرات عدة يمكن أن نحصل على متوسط عدد أفراد كل نوع (وفرته) في المجتمع النباتي. ولحساب الوفرة تطبق المعادلة التالية:

$$\text{وفرة النوع (Species abundance)} = \frac{\text{عدد نقاط التلامس مع أفراد النوع}}{\text{عدد مرات تكرار العملية}}$$

(٣,٢,٢) الكثافة Density

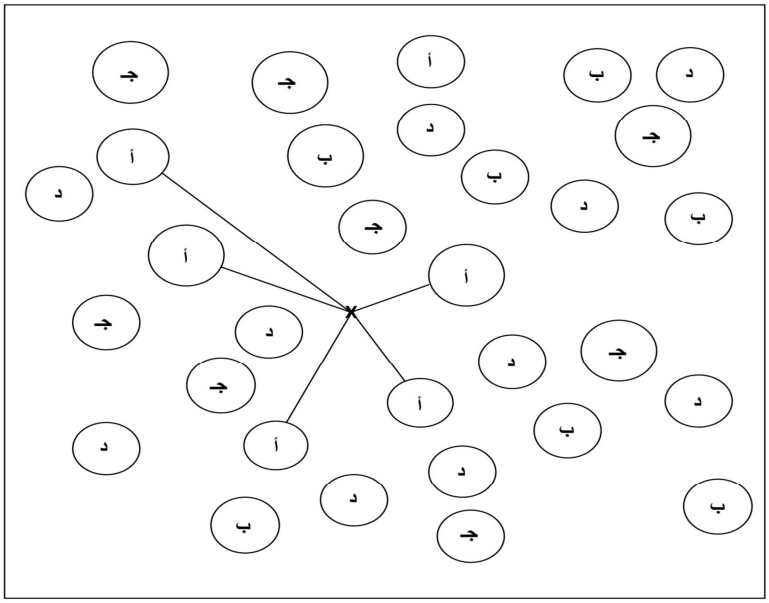
للكثافة مدلول الوفرة نفسه تقريباً، مع الفارق هو أنها تقدر بحساب مجموع عدد أفراد كل نوع أو مجموع عدد أفراد جميع الأنواع في وحدة المساحة، حسب المعادلات التي أوردها Barbour *et al(1999)*. وهي كما يلي:

$$\text{كثافة النوع (Species density)} = \frac{\text{عدد أفراد النوع الواحد في المربع}}{\text{مساحة المربع}}$$

$$\text{الكثافة النسبية للنوع (Species relative density)} = \frac{\text{عدد أفراد النوع الواحد}}{\text{مجموع عدد أفراد كل الأنواع}} \times ١٠٠$$

$$\text{أو} = \frac{\text{كثافة النوع الواحد}}{\text{كثافة جميع الأنواع}} \times ١٠٠$$

ومن الطرائق البسيطة لتقدير الكثافة (Density) عند أخذ العينات اللامساحية (Plotless sampling) في الحقل، طريقة الفرد الأقرب (Nearest-individual method)، المقترحة من قبل Mueller-Dombois and Ellenberg (1974) (عن Kent and Paddy,1994). وتتلخص هذه الطريقة بأخذ عدد من النقاط المركزية والتي تحدد عشوائياً بداخل المجتمع النباتي المدروس، ثم تقاس المسافة بين أقرب أفراد النوع أو الأنواع إلى النقطة المركزية (الشكل رقم ١٦).



الشكل رقم (١٦). طريقة الفرد الأقرب لدراسة كثافة النوع النباتي في العينات اللا مساحية.

X= النقطة المركزية.

أ، ب، جـ، د = أفراد الأنواع النباتية (الافتراضية).

وتكرر هذه العملية عدة مرات بالنسبة للنوع الواحد ثم بالنسبة لبقية الأنواع. ويجري حساب الكثافة كالآتي:

متوسط المساحة = (متوسط مسافة أقرب أفراد النوع)^{٢}

$$\text{كثافة النوع} = \frac{\text{متوسط المساحة}}{2}$$

(٣,٢,٣) التغطية Coverage

التغطية هي المساحة التي تغطيها النباتات المفردة أو أفراد النوع الواحد أو كافة الأنواع المكونة للمجتمع النباتي. ويعبر عنها بنسبة مئوية من سطح القطعة المدروسة أو من مساحة المجتمع النباتي، فالنسبة ١٠٠٪ تعني أن سطح التربة مغطى بالنباتات بشكل كامل و٧٠٪ تعني أن ٣٠٪ من سطح التربة غير مغطى بالنباتات إذا نظرنا إليه من الأعلى.

وللتغطية أهمية كبيرة وتعني، من قبل الكثير من الباحثين، ليس فقط درجة اشتراك كل من الأنواع في بناء المجتمع النباتي، وإنما أيضاً دور كل من هذه الأنواع في صنع المادة العضوية. وقد بني هذا الرأي على أن الأوراق هي التي تشغل القسم الأعظم من مساحة المجتمع، وهي التي تقوم أيضاً بصنع المادة الغذائية بواسطة البناء الضوئي. لذا؛ فإن الأنواع ذات التغطية العالية هي الأنواع التي تنتج القسم الأعظم من المادة العضوية في المجتمع وبالتالي فهي السائدة، لدرجة أن بعض الباحثين يستبدلون مفهوم التغطية أحياناً بالسيادة (Dominance). إن مساحة تاج الشجرة أقل في الواقع من مساحة الأوراق كافة التي يحملها التاج. وفي دراسة لفاريش Vareschi (1951)، (انظر Rabotnov, 1992b) وجد أن مساحة أوراق الأشجار في غابة التنوب تعادل ٧.٨ م^{٢} لكل متر مربع من المساحة. وتعادل أوراق الشجيرات ٢.٢ م^{٢}، والأعشاب ٠.٣٣ م^{٢}؛ وبالتالي فإن مساحة الأوراق في المتر المربع الواحد من غابة التنوب (*Picea*) كان بحدود عشرة أمتار مربعة. وعن طريق ذلك تمكن من حساب إنتاج المجتمع النباتي، إذ تبين أن المتر المربع الواحد ينتج في اليوم ٨ جرامات /وزن جاف، وهذا يعني أن المتر المربع الواحد من الغابة ينتج في الأسبوع نحو ٥٦ غراماً وزن جاف، على اعتبار أن مساحة الأوراق في الغابة تعادل ١٠ م٢ لكل متر مربع من الغابة. كما وجد Rabotnov (1992 b) أن مساحة الأوراق في المروج تعادل بشكل متوسط ٣.٦ م^{٢} لكل متر مربع من المروج.

وتختلف طرائق قياس التغطية حسب طبيعة المجتمع النباتي المدروس. ففي المجتمعات النباتية العشبية يمكن تطبيق طريقة سريعة، مثل استخدام جهاز إطار التغطية ذي الأسنان (Cover pin frame) الذي تقاس به الوفرة (الشكل رقم١٥). حيث تقدر تغطية كل فرد من أفراد النوع تُلامِسه أسنان الجهاز. وتكرر هذه العملية مرات عدة لإمكانية الحصول على متوسط تغطية كل نوع نباتي في المجتمع. وهناك طريقة اخرى لقياس التغطية في المجتمعات النباتية العشبية، يستعمل فيها عادة مربع مقسم إلى مربعات صغيرة (الشكل رقم١٧) ويوضع هذا المربع فوق سطح الغطاء النباتي العشبي وينظر إليه من الأعلى. ومن ثم يحدد عدد المربعات المغطاة وعدد المربعات غير المغطاة. وبتكرار هذه العملية مرات عدة وفي أماكن مختلفة من المساحة المدروسة يمكن الحصول على متوسط درجة التغطية. ويتم تقدير التغطية حسابياً وفقاً للمعادلات التالية :

$$\text{تغطية النوع (Species coverage)} = \frac{\text{مجموع تغطية أفراد النوع في كل المربعات}}{\text{العدد الكلي للمربعات}}$$

$$\text{التغطية النسبية للنوع (Species relative coverage)} = \frac{\text{تغطية النوع}}{\text{مجموع تغطية كل الأنواع}} \times ١٠٠$$

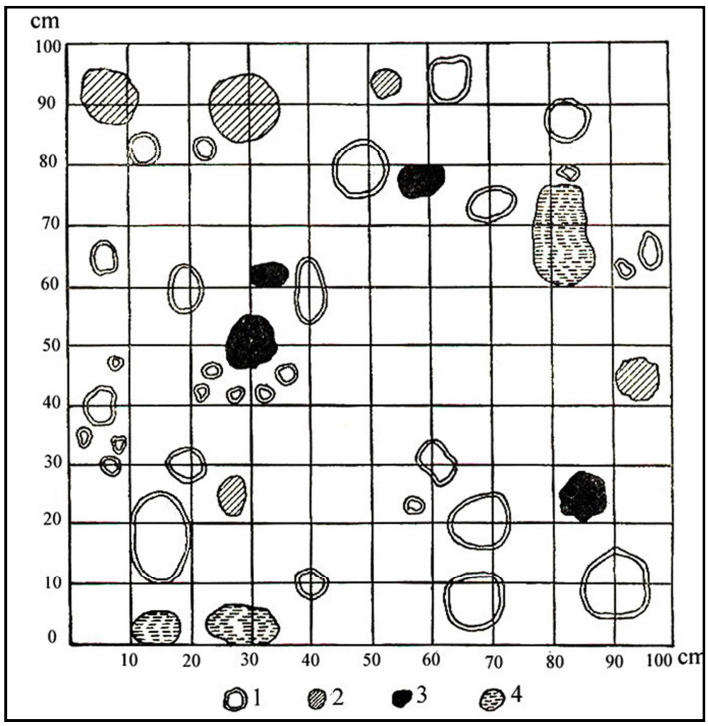
كما يمكن توقيع النباتات لأحد المربعات المدروسة على ورق رسم بياني فيسمى المربع المرسوم أو مربع الخريطة (Chart quadrat)، والذي يمكن تكراره في نفس الموقع في مواسم مختلفة للمقارنة فيطلق عليه المربع المستديم (Permanent quadrat). ولكن هذه الطريقة تتطلب وقتاً طويلاً ؛ لذا غالباً ما يلجأ الباحثون إلى حساب التغطية بالعين المجردة، كما في المجتمعات النباتية الشجرية والشجيرية ونصف الشجيرية. فإذا كانت التغطية ٥٠٪ فهذا يعني أن تيجان الأشجار تغطي نصف المساحة المدروسة، وتقاس التغطية في المجتمعات النباتية الشجرية، عادة، على مستوى مظلة الأشجار (Tree canopy)، وتسمى التغطية التي تقاس عند مستوى قمم النباتات بالتغطية الكلية (Total coverage) أما تلك التي تقاس عند مستوى قواعد النباتات فتسمى بالتغطية القاعدية (Basal coverage) (الشكل رقم١٨). ويستعمل في حساب درجة التغطية مقياس من خمس درجات (الجدول رقم٥) أو من عشر درجات (الجدول رقم٦) حسب طريقة برون – بلانكييه Braun-Blanquet(1932,1951) انظر (Poore,1955;Kent and Paddy,1994)

الجدول رقم (٥).المقياس الخماسي للتغطية حسب طريقة برون – بلانكييه Braun–Blanquet.

الدرجة	التغطية	النسبة
+	نادرة	أقل من ١٪
١	قليلة جداً	١ – ٥٪
٢	قليلة	٦ – ٢٥٪
٣	معتدلة	٢٦ – ٥٠٪
٤	كبيرة نسبياً	٥١ – ٧٥٪
٥	كاملة – عالية	٧٦- ١٠٠٪

الجدول رقم (٦). المقياس العشري للتغطية (Domin cover scale).

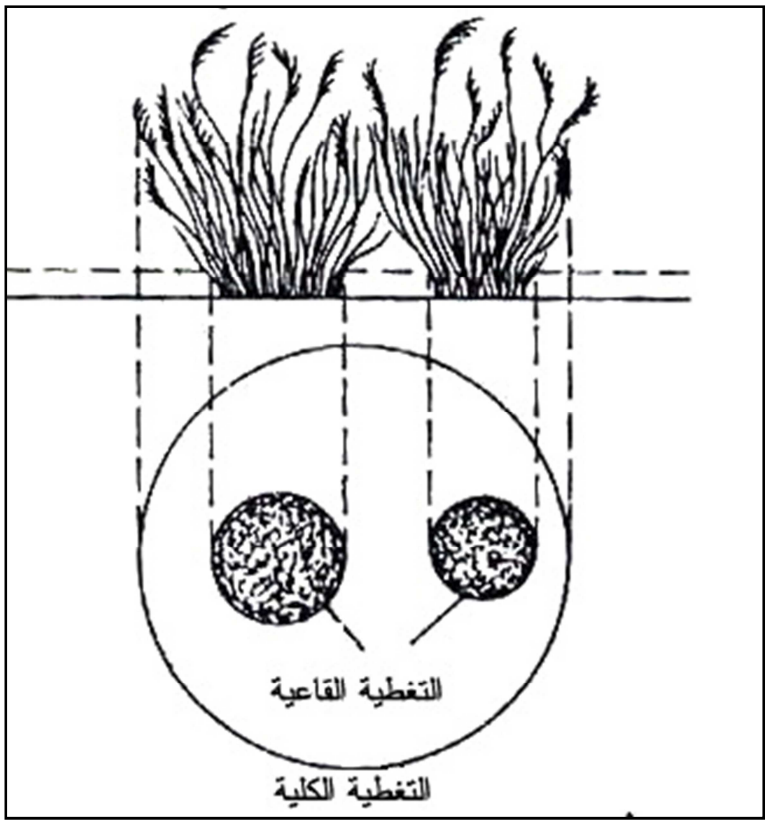
الدرجة	التغطية والنسبة
+	فرد وحيد بدون تغطية تذكر
١	١- ٢ فرد بدون تغطية تذكر أو الأفراد بحيوية عادية
٢	أفراد عديدة ولكن بتغطية أقل من ١٪
٣	تغطية بنسبة ١- ٤٪
٤	تغطية بنسبة ٤- ١٠٪
٥	تغطية بنسبة ١١- ٢٥٪
٦	تغطية بنسبة ٢٦- ٣٣٪
٧	تغطية بنسبة ٣٤- ٥٠٪
٨	تغطية بنسبة ٥١- ٧٥٪
٩	تغطية بنسبة ٧٦- ٩٠٪
١٠	تغطية بنسبة ٩١- ١٠٠٪



الشكل رقم (١٧). مربع قياس التغطية في المجتمعات النباتية العشبية

١. نبات *Festuca sulcata* ٢. نبات *Stipa ucrainica*

٣. نبات *Stipa capillata* ٤. نبات Stipa *lassingiana*



الشكل رقم (١٨). مخطط يوضح التغطية القاعدية والتغطية الكلية للنباتات

(٣,٢,٤) التردد Frequency

لا تنتشر أفراد الأنواع النباتية المكونة للمجتمع النباتي بشكل متجانس على كافة المساحة التي يشغلها المجتمع. فأفراد بعض الأنواع تنتشر بصورة متجانسة على كافة المساحة وبعضها الآخر يكون قليل التجانس أو يقتصر انتشاره على بقع محدودة من مساحة المجتمع. ولمعرفة طبيعة انتشار النوع في المجتمع لابد من دراسة تردده. والتردد هو درجة احتمال وجود هذا أو ذاك من الأنواع المكونة للمجتمع النباتي في أي مساحة صغيرة من المجتمع المدروس. ويدرس التردد عادة بطريقة رونكيير Raunkaier (1934) (الجدول رقم٧). ويستلزم عند استعمال هذه الطريقة دراسة عدد كبير من المربعات (بين ٢٠ و٣٠ مربعاً) وتؤخذ هذه المربعات بحيث تكون موزعة بانتظام عبر المساحة المراد دراستها. وتختلف مساحة هذه المربعات تبعاً لطبيعة الغطاء النباتي. ففي المجتمعات النباتية العشبية تتراوح مساحة المربع بين ٠.١ و٠.٥ م^{٢}، أما في مجتمعات الأشجار فتصل مساحة المربع إلى عشرة أمتار وأكثر. وتقدر قيمة التردد حسابياً وفقاً للمعادلة التالية:

$$\text{تردد النوع (Species frequency)} = \frac{\text{عدد المربعات الموجود فيها النوع}}{\text{العدد الكلي للمربعات}}$$

وبالضرب ×١٠٠ نحصل على النسبة المئوية لتردد النوع في المربعات

$$\text{التردد النسبي للنوع (Species relative frequency)} = \frac{\text{تردد النوع}}{\text{مجموع تردد جميع الأنواع}} \times ١٠٠$$

فإذا تكرر وجود نوع في الـ ٣٠ مربعاً المدروسة فهذا يعني أن تردده ١٠٠٪ ، وأن هذا النوع متجانس التوزيع على كافة مساحة المجتمع. أما إذا تكرر وجوده في ١٢ مربعاً ؛ فإن تردده ٤٠٪ ، وبالتالي فإن توزيعه قليل التجانس ، أو متجانس التوزيع ، ولكن المسافة بين أفرداه متباعدة عن بعضها البعض. وإذا تكرر وجوده في ثلاثة مربعات فإن تردده ١٠٪ ؛ وبالتالي فهو نوع غير متجانس التوزيع ويوجد في المجتمع بشكل نادر.

الجدول رقم (٧). لوحة تردد الأنواع % حسب رونكيير Raunkaier

اسم النوع	المربعات المدروسة										التردد ٪
	١	٢	٣	٤	٥	٦	٧	٨	٩	١٠	
Artemisia paciflora	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	١٠٠
Kochia prostrate	+	−	−	+	−	−	+	−	−	+	٤٠
Stipa lessingiana	−	+	−	−	−	−	−	−	−	+	٢٠
Ferula caspica	−	−	+	−	−	−	−	−	−	+	٢٠
Poa bulbosa	+	−	−	−	−	−	−	−	−	−	١٠

ويستعمل في تقدير التردد مقياس مكون من خمس فئات (الجدول رقم٨) أو عشر فئات (الجدول رقم٩) :

الجدول رقم (٨). مقياس التردد المكون من خمس فئات.

الفئة	التردد
I	٨١- ١٠٠ ٪
II	٦١- ٨٠ ٪
III	٤١- ٦٠ ٪
IV	٢١- ٤٠ ٪
V	أقل من٢٠ ٪

الجدول رقم (٩). مقياس التردد المكون من عشر فئات

الفئة	التردد
I	٪ ١٠٠ - ٩١
II	٪ ٩٠ - ٨١
III	٪ ٨٠ - ٧١
IV	٪ ٧٠ - ٦١
V	٪ ٦٠ - ٥١
VI	٪ ٥٠ -٤١
VII	٪ ٤٠ - ٣١
VIII	٪ ٣٠ - ٢١
IX	٪ ٢٠ - ١١
X	٪ ١٠ - ١

(٣,٢,٥) قيمة الأهمية Importance value

من واقع قياسات الخصائص التحليلية الكمية سابقة الذكر، يمكن الحصول على قيمة الأهمية (Importance value) أو دليل قيمة الأهمية (Importance value index "IVI") لتحديد النوع السائد (Dominant species) في المجتمع النباتي بناءً على ثلاثة معايير هي: الكثافة النسبية (Relative density) والتغطية النسبية (Relative coverage) والتردد النسبي (Relative frequency)، (عن Ludwing and Reynolds,1988 ؛ Smith,1980)، حيث:

دليل قيمة الأهمية للنوع (Species IVI) = الكثافة النسبية + التغطية النسبية + التردد النسبي

(٣,٢,٦) تحديد وزن الأنواع النباتية Determination of plant species weight

لتوضيح العلاقات بين الأنواع أو أشكال الحياة((Life forms، يجب قياس دور النوع أو الأنواع المكونة للمجتمع النباتي، عن طريق تحديد الوزن الجاف لكل نوع أو للأنواع التي تنتمي إلى شكل حياة واحد كالحشائش (Grasses) مثلاً، وتحديد الوزن له فائدة كبيرة قيمة لأنه يعطينا فكرة عن إنتاج(Production) المجتمع النباتي ودور كل نوع أو شكل حياة فيه.

ويميز عند دراسة الإنتاج ما يلي:

(٣,٢,٦,١) الكتلة الحية Biomass

والكتلة الحية هي الوزن الجاف (Dry weight)، لكافة أجزاء أفراد النوع الواحد أو المجتمع النباتي، والتي توجد فوق وتحت سطح التربة. ومجموع الكتلة الحية للأنواع يعطي تصورًا عن الكتلة الحية للمجتمع. إن دراسة الكتلة الحية للمجتمع أو للنوع الواحد ليست بالأمر الهين وذلك بسبب صعوبة معرفة وزن المجموع الجذري (Root system).

(٣,٢,٦,٢) الإنتاج الاقتصادي Economic production

وهو الجزء من الكتلة الحية الذي يمكن الاستفادة منه كالخشب والمادة الخضراء الصالحة لتغذية الحيوان أو للرعي والثمار والبذور والألياف وغيرها. وإضافة إلى أن تحديد الإنتاج يعد أساساً طيباً لتوضيح العلاقات بين الأنواع المختلفة، حيث إنه يوضح الإنتاج الغذائي بالوزن. كما يعطي تصوراً جيداً عن دور الأنواع المكونة للمجتمع وبالتالي قيمة المجتمع ككل في تكوين المادة العضوية (Organic matter) خلال فترة زمنية محددة وفي الظروف التي يوجد فيها المجتمع النباتي. وعليه يمكن أن يلقي الضوء على مدى ملاءمة الوسط للمجتمع النباتي ولكل من الأنواع المكونة له. كما يمكن من خلال قياس الكتلة الحية معرفة الكثير عن تأثير المناخ والتربة والعوامل الحيوية في النبات. فنباتات المناطق الجافة يفوق عندها وزن المجموع الجذري وزن المجموع الخضري (Shoot system) أحياناً بعدة مرات، وهذه إحدى الخصائص التي تتميز بها النباتات الجفافية والتي يمكنها من تحمل ظروف الجفاف.

ويستعمل لتحديد الوزن الجاف مربعات الوزن أو مربعات الجز(Harvested quadrats)، ثم يحدد الوزن الجاف لكل نوع بجزه عند سطح الأرض أو على ارتفاع عدة سنتيمترات ثم تجفيفه عند الدرجة ٦٠ – ٧٠ درجة مئوية حتى ثبات الوزن. وبذلك نحصل على تقدير وزن كل نوع نباتي على حده في المربع، وبالتالي الوزن الكلي للغطاء النباتي. وتحسب الكتلة الحية للنوع النباتي كالآتي:

الكتلة الحية للنوع (Species biomass) (كغم/المساحة)=متوسط وزن الفرد (كغم)× كثافة النوع في المربع المدروس.

كما يمكن حساب الكتلة الحية طبقاً للمعادلة التالي:

$$\text{الكتلة الحية (كغم/المساحة الكلية للمربعات)} = \frac{\text{وزن جميع أفراد النوع الواحد في جميع المربعات}}{\text{العدد الإجمالي للمربعات} \times \text{مساحة المربع (العينة)}} \times \text{المساحة الإجمالية لكل المربعات}$$

تجرى عملية الجز في المراعي قرب سطح الأرض أو على ارتفاعات مختلفة حسب نوع حيوانات الرعي. وقد يختلف هذا قليلاً عن الكيفية التي تتم بها إزالة النباتات بواسطة الحيوانات فعلاً، إذ إن الحيوانات تقتلع وتقطف الفروع المزهرة أو الأوراق بطريقة غير منتظمة. كما أنها لا تقطفها في مستوى واحد كما يفعل المقص، هذا إلى جانب أن للحيوانات عاداتها الطبيعية في تفضيل بعض الأنواع عن البعض الآخر، وفي مراحل معينة من النمو، وينتج من ذلك جز متناثر غير منتظم. ورغم ذلك، فإن لمربعات الجز هذه فائدة لا تنكر في تبيان كمية العلف التي تستهلك في الرعي، كما تبين كمية العلف الذي يمكن أن ينتج كل سنة، وتفاوت الإنتاج بين الأنواع، كما تبين علاقة الإنتاج برطوبة التربة وغيره.

(٣,٢,٧) الحجم Size

إن معرفة حجم النبات (Plant size) كإحدى الخصائص التحليلية الكمية له أهمية وخاصة بالنسبة للنباتات ذات الأحجام الكبيرة كالأشجار. وإنتاج النبات وحياته مرتبطان بالحجم أكثر من ارتباطهما بالعمر، إذ يفضل بعض

الباحثين تقسيم تاريخ حياة النباتات بناءً على أحجامها مقارنة بالأعمار. وهناك اختلافات في أعمار النباتات وذلك راجع إلى تباينها الوراثي، وعدم تجانس الموارد، والرعي، والتنافس وغيرها (شلتوت، ٢٠٠٢ م).

يجرى تقدير حجم النباتات كالأشجار عن طريق قياس أبعادها مثل الارتفاع (ع)، ومتوسط القطر (ق)، ونصف قطر (نق)، أو المجموع الخضري الهوائي أو ظلال النباتات، ومتوسط الارتفاع والقطر[(ع+ق) /٢] ، والحجم الأسطواني للنبات= (ط نق^{٢} x ع) وحيث إن النبات لا يتخذ شكل الأسطوانة التقليدية، فإن بعض العلماء اعتبر أن الحجم كقطع مكافئ هو الأقرب في التعبير عن الحجم الحقيقي للنباتات، ويمكن حسابه من المعادلة التالية: حجم القطع المكافئ = ٢/١ (ط نق^{٢}×ع).(وقد استخدم قياس قطر جذوع الأشجار عند مستوى سطح الأرض أو عند مستوى الصدر بنحو ١.٥ م تقريباً) عن شلتوت، ٢٠٠٢م)

(٣,٢,٨) التنوع النباتي Plant diversity

وهو من أقسام التنوع الأحيائي للكائنات الحية، حيث عرف برنامج الأمم المتحدة للبيئة (UNEP, 1992) التنوع الأحيائي (Biodiversity) بأنه التباين فيما بين الكائنات الحية المختلفة في المواطن البيئية. وينقسم التنوع الأحيائي إلى: التنوع البيئي (Ecological diversity) ويعني التباين بين أنواع الكائنات الحية على مستوى الأنظمة البيئية، والتنوع الوراثي (Genetic diversity) وهو التباين فيما بين الأنواع المختلفة من حيث أنماط التركيب الوراثي على مستوى الوحدات التصنيفية (الجنس أو الفصيلة أو الرتبة)، والتنوع النوعي (Species diversity) وهو التباين فيما بين الأنواع المشكلة لمجتمع ما، وهذا القسم من التنوع هو المعني فيما يخص المجتمعات النباتية.

ويقصد بالتنوع الأحيائي النوعي هنا التباين بين الأنواع النباتية والذي بدوره يظهر التباين بين المجتمعات التي تتركب منها العشائر النباتية. وأشار شلتوت (٢٠٠٢ م) إلى وجود خاصيتين تتعلقان بتنوع المجتمعات النباتية وهما: عدد الأنواع (الوفرة) وقيمة الأهمية، وقد يُعبر عن ذلك بالكثافة أو التردد أو التغطية أو الكتلة الحية للنوع بالنسبة للمجموع الكلي للقيم المماثلة لكل الأنواع داخل المجتمع. ولتحقيق ذلك هناك حاجة إلى نوعين من التقديرات هما: تنوع (غنى) الأنواع (Species richness) والذي يعبر عن وفرة المجتمع بالأنواع، وتوزيع مقادير الأهمية للأنواع داخل المجتمع والتي يُعبر عنها بالتركيز السيادي النسبي (Relative concentration dominance) التكافؤ النسبي (Relative evenness).

(٣,٢,٨,١) طريقة قياس تنوع (غنى) الأنواع (Species richness) أو تنوع ألفا (Alfa "α" diversity):

يعكس هذا التنوع مدى وفرة المجتمع بالأنواع النباتية داخل المساحة المختارة أو المجتمع، وكذلك مدى ارتباط عدد الأنواع بوحدة المساحة كما يعبر عن التنوع الموطني (Habitat diversity). ويكون قياس هذا التنوع على هيئة معامل. ومن هذه القياسات ما أورده (Whittaker 1965, 1972, 1975) وهي كما يلي:

المقياس: $D = \frac{S}{\log \alpha}$

والمقياس: $D = (S-1)\log n$

والمقياس: $D = \frac{s}{\log n}$

والمقياس: $D = \frac{a}{\sqrt{n}}$

حيث: D معدل تنوع (غنى) الأنواع (تنوع ألفا Alfa diversity).

s العدد الكلي للأنواع النباتية في العينة أو المربع (متوسط عدد الأنواع في وحدة المساحة).

α مساحة العينة.

n المجموع الكلي للأنواع في جميع العينات أو المربعات.

(٣,٢,٨,٢) طريقة قياس تنوع جاما Gamma " γ " diversity

وهو يعكس مدى الغنى بين الأنواع النباتية على نطاق المواطن البيئية لمساحة جغرافية ما، كالجزيرة أو المسطح النباتي الواسع (Whittaker, 1965,1972,1975) أي أنه مقياس للتنوع العام داخل المساحة الكبيرة. ويعتبر المحصلة المشتركة فيما بين تنوع ألفا للمجتمعات المنفردة والاختلاف بين المجتمعات المعبر عن تنوع بيتا.

ويمكن إيجاد العلاقة المتداخلة بين كل من من تنوع ألفا وبيتا وجاما كالآتي:

$$\beta=\gamma/\alpha$$

كما يعتبر تنوعا ألفا وبيتا من مكونات تنوع جاما حسب العلاقة التالية:

$$\gamma=\alpha x\beta$$

(٣,٢,٨,٣) قياس العائد النوعي (Species turnover)(تنوع بيتا Beta "β " diversity):

يعبر العائد النوعي أو تنوع بيتا عن الاختلاف في تنوع الأنواع بين المساحات المختارة أو المجتمعات، ويطلق عليه أحيانا التنوع الموطني (Habitat diversity) لأنه يمثل الاختلافات في تركيب الأنواع بين المساحات المختلفة جدا أو الظروف البيئية والتغير السريع لتلك المواطن البيئية. ويقاس العائد النوعي أو تنوع بيتا حسب معادلة بيتا لويتكر (Whittaker 1965, 1972, 1975) وهي على النحو التالي:

$$\beta w = \left(\frac{s}{\alpha}\right) - 1$$

حيث βw تنوع بيتا لويتكر.

s متوسط العدد الكلي للأنواع النباتية في العينة أو المربع (تنوع جاما).

α متوسط عدد الأنواع في العينة (تنوع ألفا).

(٣,٢,٨,٤) طريقة قياس التركيز السيادي النسبي Relative concentration dominance

ويطلع عليها معامل أو دليل سمبسون (Simpson "C" index). وهو يعبر عن كمية وجود النوع بالنسبة لبقية الأنواع الأخرى داخل المجتمع، حيث تدل القيم المرتفعة لهذا المعامل على أن السيادة مركزة في نوع واحد بينما بقية الأنواع تعتبر نادرة. وتمتاز هذه الطريقة بسهولة تطبيقها وهي تحسب على أساس مجموع تربيعات مقادير الأهمية النسبية للأنواع المكونة للمجتمع النباتي وفقاً للمعادلة التالية، (نقلا عن شلتوت، ٢٠٠٢م):

$$C = \sum_{i=1}^{s} pi^2$$

حيث C معامل سمبسون

s عدد الأنواع في العينة المدروسة

pi مقدار الأهمية للنوع (i)

(٣,٢,٨,٥) طريقة قياس التكافؤ النسبي Relative evenness

ويطلق عليها معامل أو دليل شانون – فينر (Shannon-Wiener index) أو معامل تنوع (H')، الذي يعتبر من أفضل الطرائق لقياس الانتظام النسبي للأنواع النباتية الممثلة للمجتمع، وقد بني هذا المعامل على افتراض أن الأفراد تؤخذ عشوائياً من مجموعة الجماعات وأن جميع الانواع في المجتمع متمثلة في العينة المأخوذة. ويمكن حساب معامل (دليل) تنوع شانون للتكافؤ النسبي (Pielou,1975; Magurran, 1988; Zhang, 1995) من المعادلة التالية:

$$H' = \sum_{i=1}^{S} pi \ln pi$$

حيث H' معامل التنوع لشانون (التكافؤ النسبي).

s العدد الكلي للأنواع في العينة.

pi مقدار الأهمية للنوع (i)

ln لوغاريثم الأساس n

(٣,٢,٨,٦) معالجة البيانات Data analysis

إن كافة البيانات التي تنتج عن مختلف قياسات الخصائص الكمية (الوفرة والكثافة والتغطية والتردد والكتلة الحية وغيرها) لأي مجتمع نباتي مدروس، تجري معالجتها حاسوبيا باستخدام بعض برامج الحاسوب المتخصصة. ومن بين البرامج المستخدمة على سبيل المثال: بنامج التنسيق والتقسيم التقابلي مثل، برنامج DECORANA (Hill, 1979 a) وبـرنـامج TWINSPAN (Hill, 1979 b) وبـرنـامـجCANOCO (Braak,1988 a; 1988 b) ter. وكذلك يتم تقييم الاختلافات في تنوع الأنواع النباتية وبتغيرات العوامل البيئية الأخرى المؤثرة في المجتمعات والعشائر النباتية باستخدام بعض برامج التحليل متعدد التباين مثل، برنامج SPSS (Nie *et al.*, 1975)، وبرنامج SPSSX (Nie, 1983) وغير ذالك من البرامج المشابهة وما يستجد من برامج في هذا المجال.

وبذلك فإن محصلة تحاليل بيانات القياسات السابقة، هي إعطاء تقييم لأهم التباينات في تنوع الأنواع النباتية وتحديد أهم العوامل المحددة لتباين المجتمعات النباتية (Plant communities) وتوزيع العشائر النباتية (Plant associations).

الفصل الرابع

مجموعة الخصائص التركيبية للمجتمع النباتي
Synthetic characters of plant community

تستخلص الخصائص التركيبية من بيانات الصفات التحليلية التي وردت سابقاً. فبعد دراسة كافة الخصائص التحليلية للغطاء النباتي الموجود على مساحة معينة، توضع البيانات المكونة من عدد مجتمعات الغطاء النباتي وأنواعها النباتية ووفرتها أو كثافتها وتغطيتها وترددها وغيرها من الخصائص التحليلية، على لوحة واحدة تسمى بلوحة العشيرة النباتية[1] (Association table) (الجدول رقم١٠). ويجب أن تكون المساحات المدروسة (أو المجتمعات) متعددة حتى يمكن الحصول على الخصائص التركيبية للعشيرة. والخصائص التركيبية تميز العشيرة النباتية ويمكن تحديدها فقط بعد دراسة ومقارنة المجتمعات النباتية التي تشكل عشيرة واحدة؛ ذلك لأن دراسة مجتمع نباتي واحد حتى المجتمع الأفضل الممثل للعشيرة لا يمكن أن يبين كل صفات وخصائص العشيرة النباتية. ومما تشمله الخصائص التركيبية للمجتمع النباتي، تشابه الأنواع النباتية والحضور أو الثبات والولاء.

(٤,١) تشابه الأنواع Similarity of species

من لوحة العشيرة المكونة من ١٠ مجتمعات (الجدول رقم١٠) يتضح أن عدد الأنواع النباتية المكونة لها هو ٦٦ نوعاً، أما عدد الأنواع في المجتمعات العشرة المكونة لهذه العشيرة فيتراوح بين ٢١ و٣٣ نوعاً.

(١) العشيرة Association نستعملها هنا بالمعنى المطلق أي مجموعة من المجتمعات النباتية التي يمكن تصنيفها معاً حيث يجمعها قدر معين من التشابه. أي يمكن اعتبارها مماثلة للنوع والمجتمعات النباتية مماثلة لأفراد هذا النوع.

الجدول رقم (١٠). مثال للوحة العشيرة النباتية يوضح التركيب النوعي لمجتمعات (١. ١٠) عشيرة *Stipa lessingiana-Festuca sulcata*

النوع وشكل الحياة Species and life form	عدد المجتمعات										الحضور ٪ Presence %
	١	٢	٣	٤	٥	٦	٧	٨	٩	١٠	
شجيرات Shrub											
1. *Ephedra distacha*	-	-	Sol	-	-	-	-	-	-	-	١٠
أنصاف شجيرات Semi-shrub											
2. *Arenaria koriniana*	Sol	Sol	Sol	Sol	-	-	Sol	-	Sol	Sol	٧٠
3. *Artemisia austríaca*	Sol-sp	Sol	Sol-Sp	Sol	Sol-Sp	Sol	Sol	Sol	Sol	Sol	١٠٠
4. *Artemisia schrenkiana*	-	-	-	-	Sol	+	-	-	-	Sol-Sp	٣٠
5. *Atraphaxis frutescens*	-	-	-	-	Sol	-	-	-	-	-	١٠
6. *Kochia prostrata*	-	-	-	-	Un	-	-	-	-	-	١٠
حشائش Grasses											
7. *Festuca sulcata*	Sp	Sp	Sp-Cop	Sp	Sp	Sp	Sp	Sp-Cop	Sp-Cop	Sp	١٠٠
8. *Heliotrichon desertorum*	Sp	Sol-Sp	Sol	Sol-Sp	Sol-Sp	Sol	Sol	Sol	Sol	-	٩٠
9. *Koeleria gracilis*	Sol	Sol	Sol	Sol	Sol	Sol	Sol	Sol	Sol	Sol	١٠٠
10. *Stipa capillata*	Sol-Sp	Sp	Sp	Sol	Sol-Sp	Sol	Sol	Sol	Sol	Sol-Sp	١٠٠
11. *Stipa korshinskyi*	Sp	Sol-Sp	Sol-Sp	Sol-Sp	Sol-Sp	Sol-Sp	Sol	Sol	Sol	Sol	١٠٠
12. *Stipa lessingiana*	Cop	Cop	Cop	Cop	Cop	Cop	Cop	Cop	Cop	Cop	١٠٠
13. *Stipa rubens*	Sp	Sol-Sp	Sol-Sp	Sol-Sp	Sol-Sp	Sol-Sp	Sol	Sol	Sol	Sol	١٠٠
14. *Stipa sareptana*	-	Sol	-	-	-	-	-	-	-	-	١٠
15. *Agropyron pectiniforms*	-	-	Sol	-	-	-	Sol	Sol	Sol	-	٤٠
16. *Poa stepposa*	+	-	-	-	-	Sol-Sp	-	-	-	-	٢٠

تابع الجدول رقم (١٠).

النوع وشكل الحياة Species and life form	عدد المجتمعات										الحضور ٪ Presence %
	١	٢	٣	٤	٥	٦	٧	٨	٩	١٠	
17. *Agropyron ramosum*	-	Sol	-	-	Sol	-	-	Sol	-	Sol	٤٠
18. *Bromus inermis*	Sol-Sp	Sol-Sp	Sol	Sol-Sp	-	-	Sol	Sol	Sol	-	٧٠
19. *Poa angustifolia*	-	-	-	-	-	Sol	-	-	-	-	١٠
Sedges مروج											
20. *Carex supine*	-	-	-	-	Sol	-	-	-	-	-	١٠
Perennial herbs أعشاب معمرة											
21. *Achillea nobilis*	-	-	-	-	-	Sol	-	-	-	-	١٠
22. *Allium flavescens*	-	-	-	-	-	-	-	-	Sol	Sol	٢٠
23. *Artemisia dracunculus*	-	-	-	-	-	Un	-	-	-	-	١٠
24. *Artemisia latifolia*	-	-	-	-	Sol	-	-	-	-	-	١٠
25. *Centaurea sibirica*	-	-	-	-	Sol	-	Sol	-	-	-	٢٠
26. *Dianthus leptopetalis*	-	Sol	Sol	-	Sol	Sol	Sol	-	Sol	-	٦٠
27. *Echinops ritro*	Sol	Sol	Sol	Sol	-	Sol	Sol	Sp	-	Sol	٨٠
28. *Eryngium planum*	-	-	-	Sol	-	-	Sol	Sol	-	-	٣٠

تابع الجدول رقم (١٠).

النوع وشكل الحياة Species and life form	عدد المجتمعات										الحضور ٪ Presence %
	١	٢	٣	٤	٥	٦	٧	٨	٩	١٠	
29. *Galatella angustissima*	Sol	Sol	Sol	Sol-Sp	Sol	Sol	-	Sol	-	-	٧٠
30. *galatella divaricata*	Sol	Sol	Sol-Sp	Sol	-	-	Sol	Sol	Sol	Sol-Sp	٨٠
31. *Galium ruthenicum*	Sol	Sol	-	Sol	Sol	Sol	Sol	Sol	Sol	-	٨٠
32. *Goniolimon elatum*	-	-	-	-	-	-	-	-	Sol	Sol	٢٠
33. *Gypsophila altissima*	-	-	-	-	-	-	Sol	-	-	-	١٠
34. *Iris scariosa*	-	-	Un	-	-	-	-	-	-	-	١٠
35. *Jurnea multiflora*	Sol	Sol	Sol-Sp	Sol	Sol	Sol	Sol	Sp	Sol	Sol	١٠٠
36. *Linosyris tatarica*	-	Sol	Sol-Sp	-	-	-	-	Sol	-	Sol-Sp	٤٠
37. *Medicago ramanica*	Sol	-	-	Sol	-	Sol	Sol	Sol	-	Sol	٦٠
38. *Phlomis agrarian*	Sol	Sol	Sol-Sp	Sp	-	Sol	Sol	Sol	Sol	Sol	٩٠
39. *Peucedanum lubimenkoanum*	-	-	-	Sol	-	-	-	-	-	-	١٠
40. *Plantago stepposa*	-	-	-	-	-	-	Sol	Sol		-	٢٠
41. *Potentilla bifurca*	-	-	-	-	Sol	-		-	-	-	١٠
42. *Potentilla humifusa*	Sol	Sol	Sol	Sol	Sol	Sol	Sol	Sol	-	-	٨٠

تابع الجدول رقم (١٠).

النوع وشكل الحياة Species and life form	عدد المجتمعات										الحضور ٪ Presence %
	١	٢	٣	٤	٥	٦	٧	٨	٩	١٠	
43. *Salvia stepposa*	Sol	Sol-Sp	-	+	-	Sol	Sol	Sol-Sp	-	-	٦٠
44. *Saussurea cana*	-	-	-	-	Sol	-	-	-	-	-	١٠
45. *Sscorzonera austriaca*	-	Sol	-	-	-	-	-	-	-	-	١٠
46. *Seseli ledebourii*	Sol-Sp	Sol-Sp	Sol-Sp	Sol	Sol	-	Sol	Sol	Sol	-	٨٠
47. *Silene multiflora*	-	-	-	-	-	-	Sol	-	-	-	١٠
48. *Sisymbrium polymorphum*	-	-	Sol	-	-	-	-	-	-	-	١٠
49. *Verbascum phoeniceum*	Sol	Sol	-	Sol	-	-	Sol	-	Sol	-	٥٠
50. *Veronica incana*	-	-	-	-	Sol	-	-	-	-	-	١٠
51. *Veronica spicata*	-	-	Sol	Sol	-	-	Sol	-	Sol	-	٤٠
Ephemeroids معمرة شبه موسمية											
52. *Ornithogalum fischerrianum*	-	-	Sol	-	-	-	-	-	-	-	١٠
53. *Tulipa biflora*	-	-	-	-	-	-	Sol	-	-	Sol	٢٠
54. *Tulipa schrenkii*	Sol	Sol	Sol	Sol	-	-	-	-	-	Sol	٥٠
55. *Adonis wolgensis*	Sol	Sol	-	Sol		-	-	-	-	-	٣٠
56. *Astragalus macropus*	Sol	Sol	Sol	Sol	-	-	-	Sol	-	-	٥٠

تابع الجدول رقم (١٠).

النوع وشكل الحياة Species and life form	عدد المجتمعات										الحضور ٪ Presence %
	١	٢	٣	٤	٥	٦	٧	٨	٩	١٠	
57. *Ferula tatarica*	Sol	-	-	Sol	-	-	-	Sol	Sol	-	٤٠
58. *Nepeta ucrainica*	Sol	Sol	-	Sol	-	-	-	-	-	-	٣٠
59. *Palimbia rediviva*	Sol	-	Sol	Sol		-	-	-	Sol-Sp	Sol	٥٠
60. *Pedicularis physocalyx*	-	Sol	-	Sol	-	-	-	Sol	-	-	٣٠
61. *Scorzonera stricta*		Sol	Sol	Sol	-	-	-	-	Sol	Sol-Sp	٥٠
62. *Serratula nitida*	Sol	Sol	-	Sol	-	-	-	-	-	-	٣٠
ثنائيات الحول Biennials											
63. *Erysimum marschallianum*	-	-	-	-	-	-	Sol	-	-	-	١٠
موسمية سريعة الزوال Ephemerals											
64. *Alyssum desertorum*	-	-	-	-	-	Sol	-	-	-	-	١٠
65. *Androsace septentrionalis*	-	-	-	-	-	-	-	Sol	-	-	١٠
66. *Abdrosace turczaninovii*	-	-	-	-	-	Sol	-	-	-	-	١٠
المجموع/المجتمع Total \Community	٢٩	٣٢	٢٩	٣٣	٢٤	٢٤	٣٠	٢٨	٢٤	٢٢	-

ومن هذه اللوحة يمكن معرفة الأنواع النباتية المشتركة بين المجتمعات النباتية المكونة للعشيرة. ولتحديد تشابه الأنواع بين المجتمعات المكونة للعشيرة ككل والمبني على عدد الأنواع المشتركة بين المجتمعات ومن ثم نسبتها، يستخدم معامل التشابه (Similarity coefficient) طبقاً لمعادلة جاكارد Jaccard (1928) (انظر Kent and Coker,1994;Henderson,2003) وهي على النحو التالي:

$$S_j = \frac{a}{a+b+c}$$

حيث:

S_j معامل التشابه لجاكارد (Jaccard similarity coefficient)

a عدد الأنواع المشتركة بين المجتمعين

b عدد الأنواع (عدا المشتركة) في المجتمع الأول

c عدد الأنواع (عدا المشتركة) في المجتع الثاني

فإذا كان أحد المجتمعات يضم ١٠أنواع (بما فيها المشترك بين المجتمعين)، والمجتمع الثاني يضم ١٢نوعاً (بما فيها المشترك بين المجتمعين)، وكان عدد الأنواع المشتركة بينهما هو ٨ أنواع يكون معامل تشابه الأنواع (Similarity coefficient) بين المجتمعين هو:

$$S_j = \frac{8}{8+(10-8)+(12-8)} = 0.57$$

ويمكن أن نضرب المعادلة × ١٠٠ للحصول على قيمة مئوية توضح نسبة تشابه الأنواع؛ وبالتالي تكون النتيجة:

$$S_j = 0.57x100=57\%$$

وبطريقة عكسية يمكن حساب معامل عدم التشابه (Dissimilarity coefficient) لجاكارد بتطبيق المعادلة كالآتي:

$$D_j = \frac{b+c}{a+b+c} or\ 1.0 - Sj$$

أما Voronov(1973)فقد أورد معادلة جاكارد للحصول على قيمة مئوية توضح نسبة تشابه الأنواع بالصيغة التالية:

$$K = \frac{C \times 100}{(A + B) - C}$$

حيث K معامل تشابه الأنواع

C عدد الأنواع المشتركة بين المجتمعين

A عدد الأنواع في المجتمع الأول (بما فيها الأنواع المشتركة)

B عدد الأنواع في المجتمع الثاني (بما فيها الأنواع المشتركة)

وعند تطبيق المعادلة حسب المثال السابق تكون نسبة التشابه بين المجتمعين على النحو التالي :

$$K = \frac{8 \times 100}{(10+12)-8} = \frac{800}{14} = 57\%$$

وهي النتيجة نفسها عند تطبيق المعادلة بالطريقة السابقة.

ولو افترضنا أن مجتمعين آخرين لهما العدد نفسه من الأنواع (الأول ١٠ والثاني ١٢)، ولكن الأنواع المشتركة بينهما هي نوعان فقط، يكون معدل الأنواع المشتركة عندها ١٠٪ وهذا يعني أن المجتمعين قليلا التشابه ؛ وبالتالي لا ينتميان إلى العشيرة النباتية نفسها.

ومعدلات تشابه الأنواع في المجتمعات النباتية العشرة التي تشملها عشيرة ستيبا – فستيوكا (*Stipa lessingiana – Festuca sulcata*) (الجدول رقم١٠) يمكن التعبير عنها (بعد تطبيق معادلة معامل التشابه لجاكارد) بالنسب المئوية التالية(الجدول رقم١١) :

ومن هذا نجد أن نسبة تشابه الأنواع القصوى للمجتمعات هي ٧٧٪ والدنيا هي ٢٧٪. وبقسمة مجموع نسب تشابه الأنواع بين جميع المجتمعات(١٩٠٧) على مجموع عدد تقاطع الأنواع فيما بين المجتمعات العشرة (٤٥) تكون نسبة تشابه الأنواع في العشيرة هي ٤٢٪. وكلما كانت نسبة تشابه الأنواع في العشيرة النباتية مرتفعة ؛ كانت العشيرة أكثر تجانساً سواءً في الأنواع المكونة لها أو في مظهرها الخارجي أو في ظروفها البيئية.

الجول رقم (١١). النسب المئوية لتشابه الأنواع فيما بين المجتمعات العشرة المدونة في لوحة العشيرة النباتية (الجدول رقم ١٠) باستخدام معادلة جاكارد

المجتمع / الأنواع المشتركة	نسبة تشابه الأنواع %	المجتمع / الأنواع المشتركة	نسبة تشابه الأنواع %	المجتمع / الأنواع المشتركة	نسبة تشابه الأنواع %	المجتمع / الأنواع المشتركة	نسبة تشابه الأنواع %	المجتمع / الأنواع المشتركة	نسبة تشابه الأنواع %	المجتمع / الأنواع المشتركة	نسبة تشابه الأنواع %	المجتمع / الأنواع المشتركة	نسبة تشابه الأنواع %	المجتمع / الأنواع المشتركة	نسبة تشابه الأنواع %
١-٢ / ٢٥	٦٩	٢-٣ / ٢٢	٥٦	٣-٤ / ٢١	٥١	٤-٥ / ١٣	٢٩	٥-٦ / ١٤	٤١	٦-٧ / ١٦	٤٢	٧-٨ / ٢١	٥٧	٨-٩ / ١٦	٤٤	٩-١٠ / ١٥	٤٨
١-٣ / ١٨	٤٥	٢-٤ / ٢٥	٦٢	٣-٥ / ١٣	٣٢	٤-٦ / ١٤	٣٢	٥-٧ / ١٤	٣٥	٦-٨ / ١٦	٤٤	٧-٩ / ١٩	٥٤	٨-١٠ / ١٤	٣٨		
١-٤ / ٢٧	القصوى ٧٧	٢-٥ / ١٥	٣٦	٣-٦ / ١٣	٣٢	٤-٧ / ٢١	٥٠	٥-٨ / ١٣	٣٣	٦-٩ / ١٢	٣٣	٧-١٠ / ١٤	٣٧				
١-٥ / ١٣	٣٢	٢-٦ / ١٥	٣٦	٣-٧ / ١٧	٤٠	٤-٨ / ٢٠	٤٩	٥-٩ / ١٢	٣٣	٦-١٠ / ١٢	٣٥						
١-٦ / ١٦	٤٣	٢-٧ / ١٥	٤٤	٣-٨ / ١٧	٤٢	٤-٩ / ١٥	٣٦	٥-١٠ / ١٠	٢٧ الدنيا								
١-٧ / ١٧	٤٠	٢-٨ / ١٩	٤٦	٣-٩ / ١٨	٥١	٤-١٠ / ١٥	٣٧										
١-٨ / ١٦	٣٩	٢-٩ / ١٦	٤٠	٣-١٠ / ١٦	٤٦												
١-٩ / ١٥	٣٩	٢-١٠ / ١٦	٤٢														
١-١٠ / ١٣	٣٤																

$$S_J = \frac{a}{a+b+c}$$

a عدد الأنواع المشتركة بين المجتمعين

b عدد الأنواع في المجتمع الأول عدا المشتركة

c عدد الأنواع في المجتمع الثاني عدا المشتركة

(٤,٢) الحضور أو الثبات

Presency or Constancy

كنا قد تعرضنا عند دراسة الخصائص الكمية للمجتمعات النباتية إلى التردد الذي يحدد توزيع النوع في المجتمع النباتي. أما الحضور الذي نستخلصه من لوحة العشيرة فهو وجود النوع في المجتمعات المدروسة. ودرجة حضور النوع في العشيرة يُحدد بعدد المجتمعات التي يوجد فيها النوع، أي أن التردد يخص المجتمع النباتي بينما الحضور يخص العشيرة التي تضم عدة مجتمعات. ويُعبر عن درجة حضور النوع بكسر يكون بسطه هو عدد المجتمعات التي يوجد فيها ومقامه عدد مجتمعات العشيرة. فمثلاً الكسر ٢٠/١٨ يعني أن النوع يوجد في ثمانية عشر مجتمعاً من عشرين مجتمعاً مكوناً للعشيرة. وبذلك تكون النسبة كالتالي :

$$\text{نسبة حضور النوع} = \frac{\text{عدد المجتمعات الحاضر فيها النوع}}{\text{عدد مجتمعات العشيرة}} \times ١٠٠$$

عندها يكون حضور النوع (٢٠/١٨ ×١٠٠)= ٩٠٪

ويستعمل لتحديد درجات الحضور مقياس برون – بلانكييه Braun–Blanquet الخماسي (الجدول رقم ١٢) :

الجدول رقم (١٢). مقياس درجات الحضور حسب برون– بلانكييه Braun–Blanquet.

الفئة	نسبة حضور النوع ودرجته
I	أقل من ٢٠٪ من المجتمعات المكونة للعشيرة النباتية (نادر الحضور)
II	بين ٢١ و٤٠ ٪ من المجتمعات المكونة للعشيرة النباتية (قليل الحضور)
III	بين ٤١ و٦٠ ٪ من المجتمعات المكونة للعشيرة النباتية (متوسط الحضور)
IV	بين ٦١ و٨٠ ٪ من المجتمعات المكونة للعشيرة النباتية (فوق متوسط الحضور)
V	بين ٨١ و١٠٠ ٪ من المجتمعات المكونة للعشيرة النباتية (عالي الحضور)

ومن الواضح أنه إذا كان عدد الأنواع ذات درجة الحضور أو النسبة العالية (ذات الفئة V) كبيراً (كما في المثال السابق)، فهذا يعني أن الغطاء النباتي للعشيرة متجانس. ودرجة الحضور العالية تشير إلى أن الأنواع النباتية ذات مدى بيئي واسع (Wide ecological amplitude)؛ وبالتالي فإن لهذه الأنواع القدرة على النمو في أجزاء العشيرة النباتية المختلفة، أو أن العشيرة متماثلة إلى درجة كبيرة في ظروفها البيئية ؛وبالتالي فإن الأنواع ذات المدى البيئي الواسع قادرة على أن تنمو في كافة أجزاء العشيرة النباتية. وتسمى الأنواع ذات درجة الحضور العالية (أكثر من ٨٠٪) بالأنواع الثابتة (Constant species). وتسمى الأنواع الثابتة ذات الوفرة والكثافة والتغطية العالية بالأنواع السائدة (Dominant species)،

ولهذه الأنواع النباتية السائدة أهمية بالغة في تحديد نمط العشيرة النباتية (وتسمى العشيرة باسم الأنواع السائدة في بعض المدارس البيئية). ويزداد التشابه بين العشائر مع زيادة عدد الأنواع الثابتة والسائدة المشتركة بينهما. ولهذا فإن الأنواع الثابتة والسائدة تكون معياراً هاماً في تصنيف المجتمعات، وخاصة لتحديد فيما إذا كانت العشائر المختلفة تنتمي إلى وحدة أكبر (كالتكوين–التشكيل Formation) أم لا (انظر تصنيف الغطاء النباتي – الفصل السابع عشر).

(٤,٣) الولاء (الإخلاص)
Fidelity

يعزى الولاء أو الإخلاص إلى درجة العلاقة بين نوع ما والعشيرة. فالأنواع ذات درجة الولاء المنخفضة توجد في عشائر مختلفة، أما الأنواع ذات درجة الولاء العالية فتوجد في عشيرة أو عدد قليل من العشائر المتقاربة. وهذا يعود إلى أن الأنواع النباتية تختلف في مداها البيئي أو في قدرتها على العيش في ظروف بيئية واسعة المدى، فالأنواع ذات درجة الولاء العالية ضيقة المدى البيئي وتعيش في ظروف بيئية لعشيرة بعينها حيث تجد متطلباتها البيئية. أما الأنواع ذات درجة الولاء المنخفضة فهي أنواع ذات مدى بيئي واسع وتعيش في ظروف بيئية لعشائر مختلفة ومتباينة الظروف البيئية ويختلف الولاء عن الثبات في التالي:

نتعرف على الولاء عند دراسة لوحة العشيرة لعشائر مختلفة توجد في منطقة ما بحيث يمكن تحديد الأنواع التي لها علاقة وثيقة بعشيرة ما ودرجة هذه العلاقة أو الولاء. وتوجد الأنواع ذات درجة الولاء المرتفعة دائماً في الظروف البيئة نفسها. لذا؛ فإن بعض المدارس البيئية تسمى العشيرة باسم النوع أو النوعين اللذين لهما درجة ولاء مرتفعة، وبالتالي يمكن تحديد الولاء عند دراسة عشائر مختلفة. أما الثبات فيعزى إلى درجة حضور النوع في المجتمعات المختلفة ضمن العشيرة النباتية نفسها ونتعرف عليه من دراسة المجتمعات النباتية المكونة للعشيرة النباتية الواحدة.

وتوجد خمس درجات من الولاء (الإخلاص) وهي:

(٤,٣,١) الأنواع المميزة Characteristic species

وهي التي تعيش دائماً في الظروف البيئية نفسها وتقسم إلى:

١- الأنواع المقصورة (Exclusive species) (**درجة الولاء ٥**) وهي الأنواع التي يرتبط وجودها كلياً بعشيرة نباتية محددة ولا توجد في غيرها.

٢- الأنواع الانتقائية (Selective species) (**درجة الولاء ٤**) وهي الأنواع النباتية التي يرتبط وجودها بعشيرة نباتية محددة، ويمكن أن توجد في غيرها من العشائر ولكن بصورة نادرة.

٣- الأنواع المفضلة (Preferential species) (**درجة الولاء ٣**) وهي الأنواع النباتية التي توجد في عشائر نباتية مختلفة، ولكن غزارتها وإنتاجها الأفضل وحيويتها العالية تقتصر على عشائر محددة.

(٤,٣,٢) الأنواع المرافقة Companion species

٤- الأنواع الحيادية (غير المبالية) (Indifferent species) (**درجة الولاء ٢**) وهي الأنواع التي توجد في عشائر مختلفة دون تفضيل لعشيرة محددة.

(٤,٣,٣) الأنواع العَرَضِية Accidental species

٥- الأنواع الغريبة (Strange species) (**درجة الولاء ١**) وهي أنواع نادرة وتوجد في العشيرة صدفة إما لأنها انتقلت صدفة إلى العشيرة وإما لأنها أنواع باقية من مرحلة سابقة من مراحل تعاقب العشيرة النباتية.

الفصل الخامس

أشكال الحياة (النماء) النباتية
Plant life (growth) forms

تأخذ النباتات المختلفة، تكيفاً منها للوسط المحيط وخاصة الفصل غير المناسب للنمو، أشكالاً مختلفة أطلق عليها اسم أشكال الحياة (النماء) (Life (growth) forms). وحسب رأي سيريبريكوف (Serebrikov 1962) فإن شكل الحياة هو الهيئة التي تتميز بها مجموعة من النباتات ،والتي تتكون خلال تطور هذه النباتات في ظروف بيئية محددة، أي هي تكيف النباتات إلى ظروف البيئة التي تعيش فيها.

وتتضمن دراسة المجتمعات النباتية تحديد أشكال الحياة للنباتات المكونة لهذه المجتمعات، وأشكال الحياة لنباتات مجتمع ما هي أقل من عدد الأنواع المكونة للمجتمع، وذلك لأن شكل الحياة الواحد يضم أنواعاً نباتية تنتمي إلى أجناس وفصائل مختلفة، مثال ذلك بعض أنواع البلوط *(Ouercus spp)* من فصيلة الزان (Fagaceae) والزيزفون *(Tilia spp.)* من الفصيلة الزيزفونية (Tiliaceae) والقيقب (*Acer spp*) من الفصيلة القيقبية (Aceraceae) وغيرها من الأشجار متساقطة الأوراق التي تعيش في المناطق المعتدلة، تنتمي إلى شكل حياة واحد، وذلك لأنها متشابهة بشكل وبطريقة تكيفها لتحمل الفصل غير المناسب للنمو وهو فصل الشتاء، فجميعها أشجار تسقط أوراقها في الشتاء وبراعمها معرضة للوسط الخارجي ومحمية بالحراشيف، إضافة إلى كونها تتطلب، في فصل النمو، رطوبة مرتفعة ودرجة حرارة مرتفعة نسبياً وتربة خصبة. وعلى العكس من ذلك قد تنتمي أنواع الجنس الواحد أو الفصيلة الواحدة إلى أشكال حياة مختلفة، مثال ذلك أنواع جنس الصفصاف *(Salix spp.)*، ففيها الأشجار الباسقة والشجيرات اللاطئة، وكذلك أنواع الفصيلة القرنية (Fabaceae = Leguminosae) ففيها الأشجار والشجيرات والأعشاب، إضافة إلى أن الأعشاب منها ما هو معمر ومنها ما هو حولي، وبالتالي فإنها تنتمي إلى أشكال حياة مختلفة بالرغم من أنها من فصيلة واحدة أو حتى من جنس واحد.

تعود أول دراسة لأشكال الحياة (النماء) إلى ثيوفراستس Theophrastus وذلك في القرن الثالث قبل الميلاد (Serebrikov, 1962, 1964 ؛ Voronov,1973)، حيث قسم النباتات إلى الأشكال التالية :

١- الأشجار(Trees): وهي نباتات معمرة لها جذع واحد طويل يعلوه تاج يتكون من عدد كبير من الفروع المتخشبة كأشجار الطلح (*Acacia*) والعرعر (*Juniperus*) الزيزفون (*Tilia*) والصنوبر (*Pinus*).

٢- الشجيرات (Shrubs): وهي نباتات معمرة تتميز عن الأشجار بأن ليس لها جذع، ويبدأ تفرع الساق ابتداءً من جزئه السفلي ويعطي عدداً من الفروع المتقاربة السُمك والمتخشبة كشجيرة الدفلة (*Nerium oleander*) والعوسج (*Lycium shawii*) والمرخ (*Leptadenia pyrotechnica*).

٣- أنصاف الشجيرات (Semi-shrubs): وهي كالشجيرات ليس لها جذع ويبدأ تفرع الساق ابتداءً من جزئه السفلي كما لا يتخشب من الفروع إلاَ جزئها السفلي أما الأجزاء العلوية فلا تتخشب وتموت في نهاية فصل النمو، مثال ذلك بعض أنواع القتاد (*Astragalus spp.*) والشيح (*Artemisia spp.*) والسالسولا (*Salsola spp.*) وغيرها.

٤- الأعشاب (Herbs): وهي نباتات ليس لها جذع كلياً والساق غير متخشبة وتموت في نهاية فصل النمو، كالنباتات الحولية الموسمية سريعة الزوال(*Ephemerals*)، مثل بعض أنواع الحُوا (*Launaea spp.*) والربل (*Plantago spp.*) والأقحوان (*Anthemis spp.*).

لم تلق دراسة أشكال الحياة، بعد ثيوفراستس، اهتماماً حتى القرن التاسع عشر، فيما عدا بعض الدراسات مثل سيزالبينو (1583) Caesalpino الذي قسم أشكال الحياة للنباتات إلى ١٥ قسماً، وبعده تورنفورت (Tournefort 1719) الذي قسمها إلى ٢٢ قسماً. وابتداء من القرن التاسع عشر توالت دراسات أشكال حياة النباتات. وقد أخذت هذه الدراسات منحيين الأول يعتمد على البيئة ومظهر النبات الخارجي العام (Plant physiognomy) والثاني يعتمد على شكل النبات (Plant morphology) وخصائصه البيولوجية (Serebrikov,1962).

(٥,١) المنحى المبني على البيئة ومظهر النبات الخارجي

Plant ecological – physiognomy trend

وقد بني هذا المنحى على أساس أن المظهر الخارجي العام للنبات قد تكّون نتيجة لنمو تطور النباتات في ظروف بيئية محددة، والمظهر الخارجي ما هو إلا تعبير عن تكيف هذه النباتات لظروف البيئة. ونجد هذا المنحى عند همبولت (1805;1807;1814) Humboldt الذي وضع نباتات الكرة الأرضية في ١٩ شكل حياة (Life form) على أساس المظهر الخارجي لهذه النباتات ومن أمثلة أشكال الحياة هذه:

النخيلي (Palmy).

الموزي (عريض الأوراق) (Forb).

الصباري (Succulent)

السحلبي (Orchid)

المخروطي أو الصنوبري (Conifer or pine)

النجيلي (Graminoid)

المتسلق (Lianas-Climber)

ويلاحظ عدم تجانس هذا التصنيف؛ وذلك لأن همبولت قد أولى اهتماماً كبيراً للأنواع النباتية، وليس لتصنيف همبولت حالياً إلا قيمة تاريخية.

كما نجد هذا المنحى أيضاً عند كيرنر (1863) Kerner وغريزباخ (1872) Greisebach، فقد قسم غريزباخ أشكال الحياة، في كتابه" نباتات الكرة الأرضية"، إلى سبع مجموعات تضم كل مجموعة منها عدداً من أشكال الحياة بلغ مجموعها ٥٤ شكلاً. وتعكس كل مجموعة من أشكال الحياة، حسب رأي غريزباخ، تاريخ وخواص مناخ المنطقة التي تسود فيها، وهذه المجموعات هي:

النباتات الشجرية (Trees).

النباتات العصارية (Succulents).

النباتات المتسلقة (Lianas).

النباتات العالقة(الفوقية- المحمولة) (Epiphytes).

الأعشاب (Herbs).

الحشائش (النجيليات) (Grasses).

النباتات التي لا تحتوي على أنسجة ناقلة كالحزازيات (Bryophytes).

(٥,٢) المنحى المبني على شكل النبات وخصائصه البيولوجية

Plant morphological – biology trend

وقد بني هذا المنحى على أساس أن أشكال الحياة هي تعبير عن تكيف النباتات للظروف السائدة في المنطقة التي تعيش فيها، ولكن هذا التكيف لا ينعكس في هيئة النباتات أو شكلها الخارجي (Morphology) فقط وإنما أيضاً في خصائص أخرى حيوية (Biological characters) مثل طول العمر، والمراحل الفينولوجية (الظواهر) (Phenology) وطريقة التكاثر الخضري (Vegetative reproduction) وغيرها من الصفات.

وأول المحاولات لتصنيف أشكال الحياة (Life forms) حسب هذا المنحى كانت محاولات ديكاندول (De Candolle 1855) حيث وضع النباتات في ثماني مجموعات من أشكال الحياة حسب طول عمرها وتكرار الإثمار وبنية الفروع، وهذه المجموعات هي (انظر Raven, 1986):

أ) نباتات وحيدة الإثمار (Monocarpic plants) وهي النباتات التي تُثمر مرة واحدة خلال حياتها ثم تموت وتضم:

١- النباتات الحولية (Annual plants).

٢- النباتات ثنائية الحول (Biennial plants).

٣- بعض النباتات المعمرة. (Perennial plants)

ب) نباتات متعددة الإثمار (Polycrapic plants)، وهي نباتات معمرة تُثمر كل سنة وتضم:

٤- نباتات جذرية الإثمار (Rhizocarpic plants)، وهي نباتات معمرة تُثمر كل سنة ولكن فروعها تموت بعد كل إثمار.

٥- الشجيرات القزمة (Dwarf shrubs) ، تثمر كل سنة ويتراوح ارتفاعها بين ٣٠ و٦٠ سم.

٦- أنصاف (أشباه) الشجيرات (Semi-shrubs)، تثمر كل سنة ويتراوح ارتفاعها بين ٦٠ سم وثلاثة أمتار.

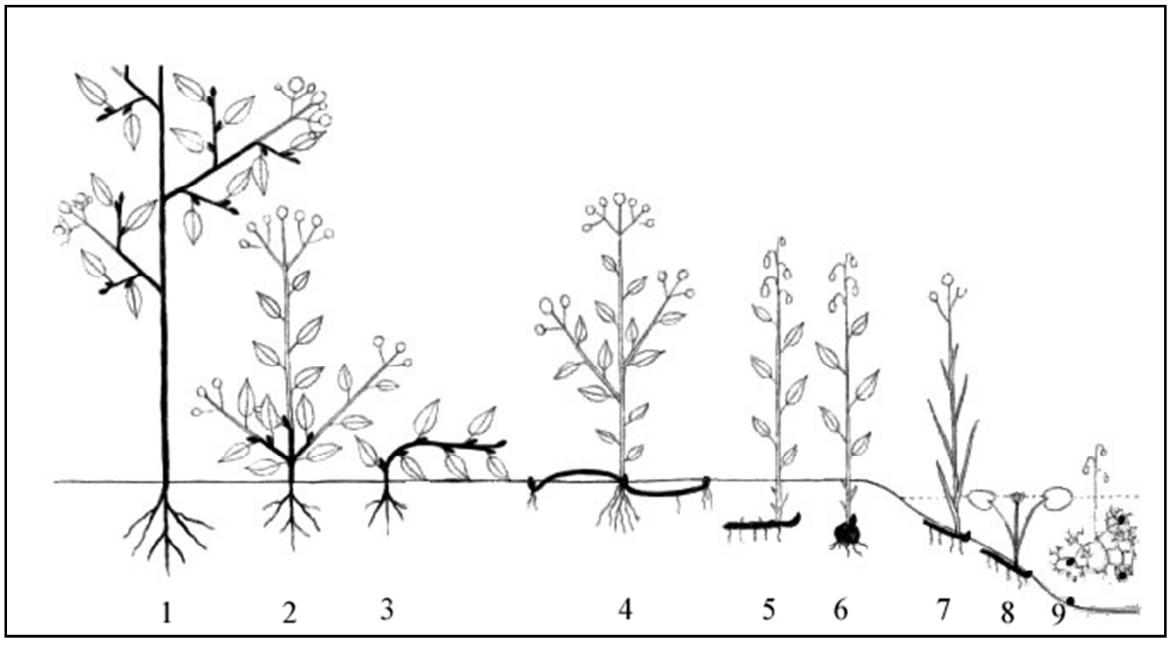
٧- الشجيرات (Shrubs)، تثمر كل سنة ويتراوح ارتفاعها بين ٣ و٧.٥ م.

٨- الأشجار (Trees)، تثمر كل سنة ويزيد ارتفاعها عن ٧.٥ م.

(٥,٢,١) تصنيف أشكال الحياة لرونكيير

Raunkaier plant life forms classification

مع بداية القرن العشرين بدأ الباحث رونكيير (Raunkaier (1934-1937 ؛ بنشر دراساته عن أشكال الحياة، وقد وضع تصنيفاً لأشكال الحياة للنباتات الوعائية يتميز عن التصانيف الأخرى، وبناه على مجموعة من الصفات التي تمكّن النباتات من تحمل الفصل غير المناسب للنمو، وبصورة خاصة تأثير درجات الحرارة المنخفضة. وقد اختار من بين هذه الصفات صفة واحدة وهي موقع براعم التجدد بالنسبة لسطح التربة وحمايتها من درجات الحرارة المنخفضة. ويتسم تصنيف رونكيير ببساطته ووضوحه ويشتمل على الأقسام التالية (الشكل رقم١٩) :



الشكل رقم (١٩). صور الحياة حسب رونكيير عن (Pidwirny,2006).

(١) النباتات الظاهرة (Phanerophytes).

(٢ و٣). النباتات فوق السطحية (Chamaephytes)

(٤) النباتات نصف المختبئة (Hemicryptophytes).

(٥-٩). النباتات المختبئة (Cryptophytes).

(٥ و٦) نباتات مختبئة أرضية (Geocryptophytes)

(٧) نباتات مختبئة رطوبية (Heleocryptophytes)

(٨ و٩) نباتات مختبئة مائية (Hydrocryptophytes)

(٥,٢,١,١) قسم النباتات الظاهرة Phanerophytes

توجد براعم التجدد على فروع ترتفع فوق سطح التربة بأكثر من ٢٥ ـ ٣٠ سم، أي أن البراعم معرضة لتأثير عوامل الوسط، ويضم هذا القسم الأشجار والشجيرات دائمة الخضرة ومتساقطة الأوراق والنباتات المتسلقة والنباتات العالقة (الفوقية- المحمولة Epiphytes)، إضافة إلى بعض النباتات العشبية التي تعيش في المناطق الاستوائية والمدارية. تنتشر هذه النباتات بصورة واسعة في المناطق الاستوائية والمدارية حيث تكّون الجزء الأكبر من الغطاء النباتي، كما تنتشر أيضاً في المناطق الأخرى ولكن عدد أنواعها قليل مع أنها تكّون جزءاً هاماً من الغطاء النباتي فيها.

يضم قسم النباتات الظاهرة ١٥ نمطاً، فبعضها أشجار دائمة الخضرة براعمها غير محمية بالحراشف البرعمية أو محمية، وبعضها أشجار متساقطة الأوراق براعمها محمية بالحراشف البرعمية، كما قسّم رونكيير الأشجار إلى نباتات ظاهرة عملاقة (Megaphanerophytes) ارتفاعها أكثر من ٣٠ متراً، ونباتات ظاهرة متوسطة الارتفاع (Mesophanerophytes) يتراوح ارتفاعها بين ٨ و٣٠ متراً، ونباتات ظاهرة قصيرة (Microphanerophytes) يتراوح ارتفاعها بين ٢ و٨ أمتار، ونباتات ظاهرة قزمة (Nanophanerophytes) لا يزيد ارتفاعها عن المترين.

(٥,٢,١,٢) قسم النباتات فوق السطحية Chamaephytes

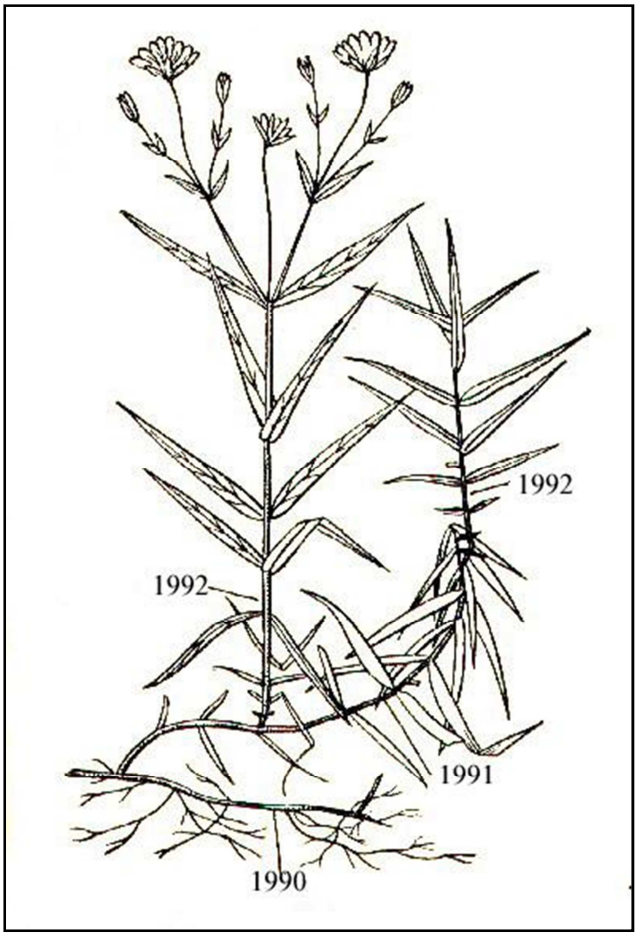
وتضم أعشاباً وأنصاف شجيرات تموت الأقسام العلوية من فروعها أو تنمو بالقرب من سطح التربة، وتتشكل براعم التجدد على فروع لا يتجاوز ارتفاعها الـ ٢٥ سم، أي تُحمى براعم التجدد بالثلج إذا كانت من نباتات المناطق المعتدلة الباردة والباردة، أو بالبقايا النباتية التي تسقط وتغطي سطح التربة إذا كانت من نباتات المناطق المعتدلة أو شبه المدارية، وتكثر هذه النباتات في المناطق الباردة والمناطق الجبلية المرتفعة (الألبية Alpine).

ويضم هذا القسم الأنماط الأربعة التالية:

أ) نباتات فوق سطحية نصف شجيرية (Suffruticose chamaephytes): وتتميز بأن الأجزاء العلوية من فروعها تموت في نهاية فصل النمو، أما الأجزاء السفلية من الفروع فتبقى حية، وتوجد براعم التجدد على الأجزاء السفلية من الفروع. وتكثر مثل هذه النباتات في منطقة حوض البحر المتوسط من أنواع الفصيلة الشفوية (Lamiaceae) والقرنية (Leguminosae = Fabaceae) والقرنفلية (Caryophyllaceae) وغيرها.

ب) نباتات فوق سطحية سلبية (منفعلة) (Passive chamaephytes): وتتميز بأن فروعها الخضرية تستلقي على سطح الأرض ولا تنمو بصورة قائمة، وفقط نهايتها تنمو إلى الأعلى. وتضم نباتات دائمة الخضرة ومتساقطة الأوراق وبعضها عشبي والبعض الآخر متخشب، وتكثر في المناطق الجبلية المرتفعة ومثالها أنواع من أجناس

الأرابس (*Arabis spp.*) و(*Saxifraga spp.*) والدرابا (*Draba spp.*) ونبات النجمية (*Stellaria holostea*) وهي من نباتات المناطق السهلية (الشكل رقم٢٠).



الشكل رقم (٢٠). نبات النجمية (*Stellaria holosti*) من النباتات فوق السطحية السلبية (Passive chamaephytes) (عن Voronov, 1973).

ج) نباتات فوق سطحية نشطة (Active chamaephytes): وتتميز بأن فروعها إما مائلة وإما شبه قائمة وتضم نباتات دائمة الخضرة وأخرى متساقطة الأوراق، ومن أمثلتها الزعتر (*Thymus*) وبعض أنواع جنس (*Arctostaphylos spp.*) وبعض أنواع جنس فيرونكا(*Veronica spp.*) مثل (*Veronica officinalis*) (الشكل رقم ٢١).

الشكل رقم (٢١). نبات فيرونيكا (*Veronica officinalis*) من النباتات فوق السطحية النشطة (Active chamaephytes) (عن Voronov, 1973).

د) نباتات فوق سطحية وسادية (Cushion chamaephytes): وهي تشبه النباتات السلبية ولكن فروعها متقاربة وكثيرة التفرع مما يعطي النبات شكل الوسادة. ولشكل النبات هذا أهمية تكيفية كبيرة إذ يحمي النبات من العوامل الخارجية غير المناسبة وخاصة درجة الحرارة المنخفضة. وتكثر النباتات الوسادية في المناطق الجبلية المرتفعة ونذكر منها أذن الفأر (*Myosotis sp.*) والساسوريا (*Saussurea sp.*) وبعض أنواع الصر مثل (*Noaea mucronata subsp. humilis*) (الشكل رقم٢٢) وغيرها.

الشكل رقم (٢٢). نبات الصر (*Noaea mucronata subsp. humilis*) من النباتات الوسادية

(٥,٢,١,٣) قسم النباتات نصف المختبئة Hemicryptophytes

وتوجد براعم التجدد في هذه النباتات على فروع يموت القسم الأعظم منها في بداية الفصل غير المناسب وتبقى فقط أجزاؤها السفلية الملامسة لسطح الأرض، وبذلك تُحمى براعم التجدد إما بالبقايا النباتية وإما بسطح التربة، وتكثر هذه النباتات في المناطق كافة ما عدا المناطق الاستوائية والمدارية، وقد قسمها رونكيير إلى ثلاثة أنماط هي:

أ) نباتات نصف مختبئة أولية (Protohemicryptophytes): وتتميز بأن فروعها الهوائية التي تحمل الأوراق والأزهار بعيدة عن قاعدة النبات، كما توجد أكبر الأوراق في القسم المتوسط من الفروع وتصغر الأوراق إلى الأسفل وإلى الأعلى. وتغدو الأوراق السفلية حرشفية حيث تحمي البراعم في الفترة غير المناسبة (الشكل رقم٢٣) وتوجد نباتات هذا النمط في المناطق التي تتميز بأن الفصل غير المناسب سببه الجفاف أو البرد.

الشكل رقم (٢٣). نبات نبيتز *(Nepetes latifolia)* من النباتات نصف المختبئة الأولية (Protohemicryptophytes) (عن Voronov, 1973).

ب) نباتات نصف مختبئة شبه وريدية (Partial rosette hemicryptophytes): وتتميز بأن الفروع الهوائية تحمل أوراقاً وأزهاراً، وتوجد أكثر الأوراق عدداً وأكبرها حجماً في قاعدة الفروع حيث السلاميات (المسافات بين العقد) السفلية قصيرة، ولهذا فإن الأوراق تكّون (بسبب قصر السلاميات) ما يشبه الوريدة (Rosette) الورقية (الشكل رقم٢٤). وتكثر مثل هذه النباتات في المناطق المعتدلة حيث الصيف غير جاف، وفي الشتاء تغطى التربة بالثلج، وتضم إلى جانب النباتات المعمرة كثيراً من النباتات ثنائية الحول.

الشكل رقم (٢٤). نبات الجرسية (*Campanula lamiifolia*) من النباتات المختبئة نصف الوريدية (عن Voronov, 1973).

ج) نباتات نصف مختبئة وريدية (Rosette hemicryptophytes): وتتميز بأن فروعها الهوائية تحمل الأزهار فقط. أما الأوراق فتشكل وريدة ورقية في قاعدة الفروع الهوائية. وغالباً ما تشكل، هذه النباتات، في السنة الأولى من حياتها وريدة ورقية فقط. وفي السنة الثانية تتشكل فروع هوائية لا تحمل أوراقاً. وتكثر هذه النباتات في المناطق التي تُغطي التربة فيها بغطاء من الثلج، مثل الدروسيرا (*Drosera sp.*) والقابضة (*Statice sp.*) وزهرة الربيع (*Primula vulgaris*) (الشكل رقم٢٥) وغيرها.

الشكل رقم (٢٥). نبات زهرة الربيع *(Primula vulgaris)* من النباتات الوريدية

(٥,٢,١,٤) قسم النباتات المختبئة Cryptophytes

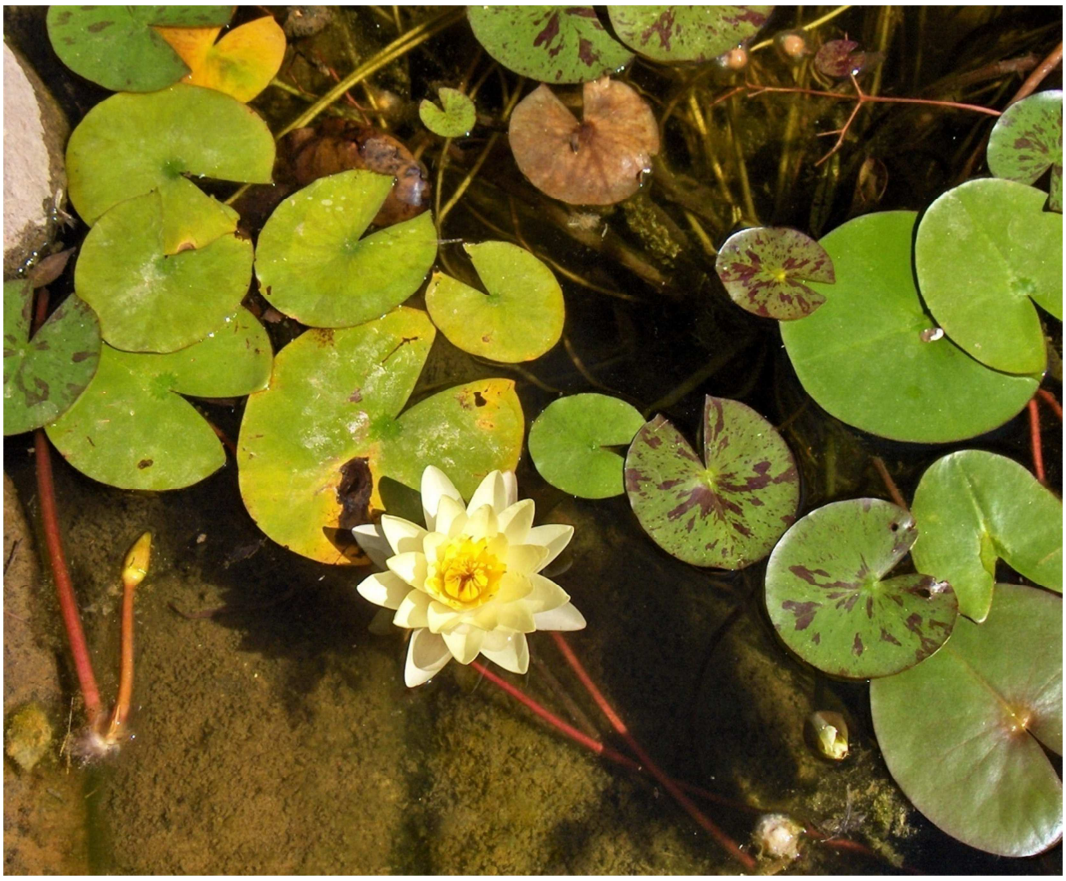
وتكون براعم التجدد تحت سطح التربة أو الماء وبالتالي تُحمى من تأثير العوامل غير المناسبة بالتربة أو بالماء. وقد قسمها رونكير إلى ثلاثة أنماط هي :

أ) نباتات مختبئة أرضية (Geocryptophytes): ولها أعضاء معمرة مطمورة في التربة كالأبصال (Bulbs) والدرنات (Tubers) والكورمات (Corms) والريزومات (الجذامير) (Rhizomes) وتكثر في المناطق المعتدلة.

ب) نباتات مختبئة رطوبية (Heleocryptophytes) وهي النباتات المحبة للماء التي تعيش في التربة الغدقة (زائدة الرطوبة) أو تكون مغمورة جزئياً في الماء مثل البوط (الديس) (*Typha domingensis*) ومزمار الراعي (*Alisma plantago-aquatica*) (الشكل رقم٢٦) وأكورس (*Acorus sp.*) والنمص (*Scripus litoralis*) وغيرها.

الشكل رقم (٢٦). نبات مزمار الراعي *(Alisma plantago-aquatica)* من النباتات المختبئة (Cryptophytes) المحبة للماء

ج) نباتات مختبئة مائية (Hydrocryptophytes) : وهي النباتات المغمورة كلياً في الماء، وأوراقها إما أن تكون مغمورة أيضاً وإما طافية، ويظهر منها فوق الماء النورة أو الأزهار فقط. ولكن ليس عند كافة الأنواع. ومثال هذه النباتات الإيلوديا *(Elodea sp.)* ولسان البحر *(Potomogeton nodosus)* والنوفر *Nuphar sp.* والبشنين الأبيض*(Nymphaea alba)* (الشكل رقم٢٧) وحامول الماء *(Utricularia sp.)* وغيرها.



الشكل رقم (٢٧). البشنين الأبيض *(Nymphaea alba)* من النباتات المائية طافية الأوراق

(٥,٢,١,٥) قسم النباتات الحولية (الموسمية) Therophytes

وهي الأعشاب الحولية التي تُكمل دورة حياتها، ابتداءً من الإنبات وحتى تشكل البذور، في الفصل المناسب للنمو، وتقضي الفصل غير المناسب لنموها على هيئة بذور، وتكثر هذه النباتات في الصحارى والسهوب.

وقد أضيف قسم آخر إلى تصنيف رونكيير وهو قسم النباتات الهوائية (Aerophytes) Galan de Mera *et al.*, (1999)، وهي النباتات التي تحصل على الماء والعناصر المعدنية الضرورية لنموها من الهواء أو ماء المطر. وتنمو عادة على نباتات أخرى ولكنها لا تتطفل عليها.

وينظر رونكيير إلى أشكال الحياة كمحصلة لتكيف النباتات إلى العوامل المناخية السائدة في المكان الذي تعيش فيه، وقد ظهرت أشكال الحياة هذه خلال عملية تطور النباتات عبر التاريخ. كما يمكن أن يكون تنوع أشكال الحياة لمنطقة ما كاشفاً لعوامل المناخ السائدة فيها.

وتعد دراسة أشكال الحياة (Life forms) ذات أهمية بالغة في الجغرافيا النباتية. هذا وإن العلاقة بين أشكال الحياة السائدة في منطقة ما ومناخ هذه المنطقة ليست فكرة جديدة لرونكيير فقد أوردها همبولت (Humboldt,1806)، وكيرنر (Kerner, 1869) وغريزباخ (Greisebach, 1872). ولكن الجديد عند رونكيير هو استعماله الطريقة الإحصائية لتبيان العلاقة بين سيادة أشكال حياة معينة، في منطقة ما، ومناخ هذه المنطقة. ومن أجل ذلك فقد وزع الأنواع النباتية في عشر فئات وأعطى لكل فئة منها رمزاً محدداً على النحو التالي

(انظر Serebrikov, 1962):

(٥,٢,٢) فئات الأنواع النباتية ورموزها حسب رونكيير

Raunkaier classes and symbols of plant species

S. نباتات عصارية الساق (Succulents).

E. نباتات عالقة (فوقية - محمولة) (Epiphytes).

MM. نباتات ظاهرة عملاقة ومتوسطة (Mega and Mesophanerophytes).

M. نباتات ظاهرة قصيرة (Microphanerophytes).

N. نباتات ظاهرة قزمة (Nanophanerophytes).

Ch. نباتات فوق سطحية (Chamaephytes).

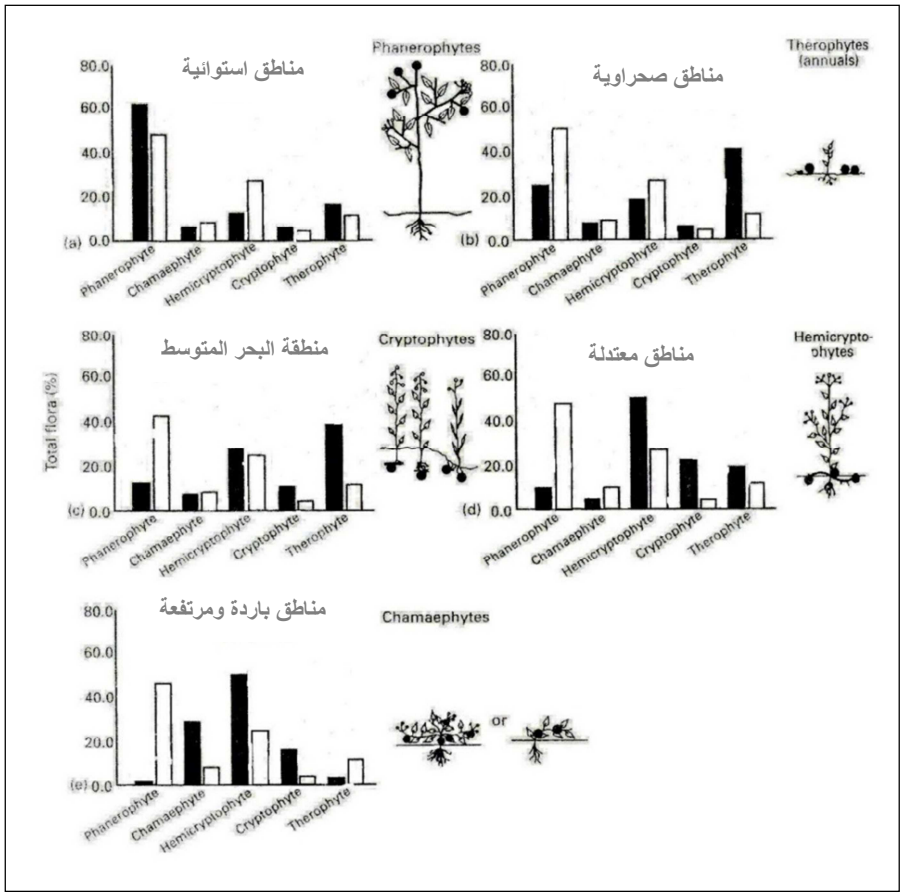
H. نباتات نصف مختبئة (Hemicryptophytes).

G. نباتات أرضية (Geophytes).

HH. نباتات رطوبية ومائية (Heleo and hydrophytes).

Th. نباتات حولية (Therophytes).

وقد أطلق رونكيير على النسبة المئوية لأشكال الحياة هذه في منطقة ما اسم الطيف البيولوجي (Biological spectrum)، (الشكل رقم٢٨). وتظهر مقارنة الطيف البيولوجي للمناطق المختلفة، ابتداء من خط الاستواء وحتى القطبين، التباين الواضح في الطيف البيولوجي لهذه المناطق التي تختلف بعواملها البيئية. فمثلاً تسود في المناطق الاستوائية والمدارية النباتات التي تنتمي إلى أشكال الحياة الظاهرة (Phanerophytic life forms) أما في المناطق الصحراوية فتسود النباتات الحولية (Therophytes) (الجدول رقم١٣):



الشكل رقم (٢٨). الطيف البيولوجي لأشكال الحياة في المناطق الاستوائية والصحراوية ومنطقة البحر المتوسط والمنطقة المعتدلة واالمناطق الباردة والمرتفعة (الأعمدة السوداء) ومقارنتها بأشكال الحياة لنباتات العالم (الأعمدة البيضاء) (عن Crawley, 1996).

الجدول رقم (١٣). الطيف البيولوجي (٪) لمناطق مختلفة من الكرة الأرضية (Whittaker, 1975).

	نباتات ظاهرة	نباتات فوق سطحية	نباتات مختبئة	نباتات أرضية	نباتات حولية
العالم	٤٦	٩	٢٦	٦	١٣
الغابات الاستوائية المطرية	٩٦	٢	–	٢	–
الغابات شبه المدارية	٦٥	١٧	٢	٥	١٠
الغابات المعتدلة الدافئة	٥٥	٩	٢٤	٩	٤
الغابات المعتدلة الباردة	١٠	١٧	٥٤	١٢	٧
التندرا	١	٢٢	٦٠	١٥	٢
أراضي الحشائش الجافة	١	١٢	٦٣	١٠	١٤
أنصاف الصحاري	–	٥٩	١٤	–	٢٧
الصحاري	–	٤	١٧	٦	٧٣

وقد لاقى تصنيف رونكيير لأشكال الحياة (Life forms)، على خلاف التصانيف الأخرى كافة، استعمالاً واسعاً في الدراسات النباتية الجغرافية وفي الدراسات البيئية للباحثين المختلفين. وبالرغم من الانتشار الواسع لتصنيف رونكيير فإنه تعرض إلى انتقادات عديدة منها أن أشكال الحياة في منطقة ما لا تحددها فقط عوامل المناخ وإنما تلعب التربة دوراً هاماً في ذلك. ويمكن ملاحظة العلاقة الوثيقة بين أشكال الحياة ونوع التربة في مناطق السافانا البرازيلية حيث يوجد اختلافا بينا في أشكال الحياة بين منطقة وأخرى، ضمن السافانا، وذلك بسبب اختلاف تربها، بالرغم من أن عوامل المناخ السائدة واحدة. إضافة إلى ذلك ،فإن رونكير لم يأخذ بعين الاعتبار عند تصنيفه لأشكال الحياة تاريخ فلورا (Flora history) المنطقة كالعصور الجليدية في أوروبا التي انعكست بهذا الشكل أو ذاك على أشكال الحياة النباتية فيها. كما لم يأخذ بعين الاعتبار أيضاً تأثير الإنسان الذي لعب دوراً هاماً في تغيير أشكال الحياة في مناطق كثيرة، فكثير من الأنواع النباتية في الدانمارك مثلاً هي أنواع منقولة إليها بعد أن خرب الإنسان الغطاء النباتي الطبيعي فيها(انظر Serebrikov, 1962).

أما الباحث آلان Allan (انظر Halloy, 1990) فقد تبين له أن الطيف البيولوجي لأشكال الحياة لنباتات نيوزيلندا الذي وضع على أساس طريقة رونكيير لا يعكس بالفعل الظروف المناخية لهذه الجزيرة. حيث تبين أن الطيف البيولوجي للجزر الشمالية والجنوبية متشابه بالرغم من تباين المناخ. ويعزو آلان (Allan) هذا إلى أن قسم النباتات فوق السطحية (Chamaephytes) واسع ويشمل نباتات شديدة التباين بالنسبة لعلاقتها بالمناخ، كما يعزو ذلك أيضاً إلى عوامل تشكل الفلورا وخاصة التاريخية منها.

أما آدامسون Adamson(1939) فيعطي أهمية بالغة لتاريخ تشكل الفلورا ويعتبر أن هذا ينعكس على الطيف البيولوجي. فمثلاً دراسة الطيف البيولوجي لمختلف صحاري العالم في آسيا وفي شمال وجنوب أفريقيا وفي أمريكا وأستراليا تُبين اختلافات كبيرة في أشكال الحياة لهذه الصحاري بالرغم من تشابه المناخ فيها. ويعزو سبب هذا الاختلاف إلى عوامل تشكل فلورا كل من هذه المناطق الصحراوية. فمثلاً نسبة النباتات نصف المختبئة (Hemichryptophytes) في الصحارى المحيطة ببحر قزوين مرتفعة وذلك لأنها محاطة بمناطق سهبية، أما في الصحارى الأسترالية فترتفع نسبة النباتات الظاهرة (Phanerophytes) وذلك لأنها محاطة بمناطق غابات. لذا يعتقد أدامسون أنه لابد من وضع تصنيف لصور الحياة يأخذ بعين الاعتبار ليس فقط المجموع الهوائي للنباتات وإنما أيضاً المجموع الجذري وخاصة في المناطق الجافة ونصف الجافة.

(٥,٢,٣) تصنيف أشكال الحياة المعدل من قبل برون – بلانكييه

Modified classification of plant life forms by Braun-Blanquet

قام برون – بلانكييه Braun- Blanquet (1951)، بتعديل تصنيف أشكال الحياة لرونكيير على النحو التالي (انظر Serebrikov, 1962):

١- عوالق (طافيات) نباتية (Phytoplanktons) وهي نباتات دقيقة معلقة في الهواء أو الماء أو على الثلج.

٢- نباتات التربة (Phytoedaphons) (Edaphophytes) وهي نباتات دقيقة تعيش في التربة (فلورا التربة Soil flora).

٣- نباتات داخلية (Endophytes) وهي نباتات تعيش كلياً أو جزئياً داخل نباتات أخرى كالطحالب في الأشنات (Algae in lichens) أو النباتات المتطفلة داخلياً (Endo parasitic plants)

٤- نباتات حولية (Therophytes) وهي نباتات حولية ويدخل ضمنها أيضاً الطحالب (Algae) والحزازيات (Bryophytes) وبعض السراخس (Ferns) ونباتات بذرية (Seed plants).

٥- نباتات مائية (Hydrophytes) وتضم كافة النباتات المائية، باستثناء الطافيات النباتية، ولها جزء معمر غاطس في الماء في الوقت غير المناسب للنمو.

٦- نباتات أرضية (Geophytes) وهي نباتات معمرة عن طريق الريزومات (الجذامير) (Rhizomes) أو الأبصال (Bulbs) أو الدرنات (Tubers) أو الكورمات (Corms).

٧- نباتات نصف مختبئة (Hemicryptophytes) وهي نباتات لها فروع معمرة وتكون براعمها على سطح التربة وغالباً ما تغطى بالبقايا النباتية الميتة.

٨- نباتات فوق سطحية (Chamaephytes) وفيها تكون براعم التجدد (Perennating buds) على فروع لا يتجاوز ارتفاعها ٢٥ سم فوق سطح التربة.

٩- نباتات ظاهرة (Phanerophytes) وهي أشجار وشجيرات ونباتات متسلقة تكون فيها براعم التجدد على فروع يزيد ارتفاعها عن ٢٥ سم فوق سطح التربة.

١٠- نباتات عالقة (محمولة) (Epiphytes) وهي نباتات تنمو على نباتات أخرى حيث تتخذ منها مسكناً.

الفصل السادس

بعض الطرائق الوصفية لتركيب الغطاء النباتي في الحقل
Some methods of the structural vegetation description in the field

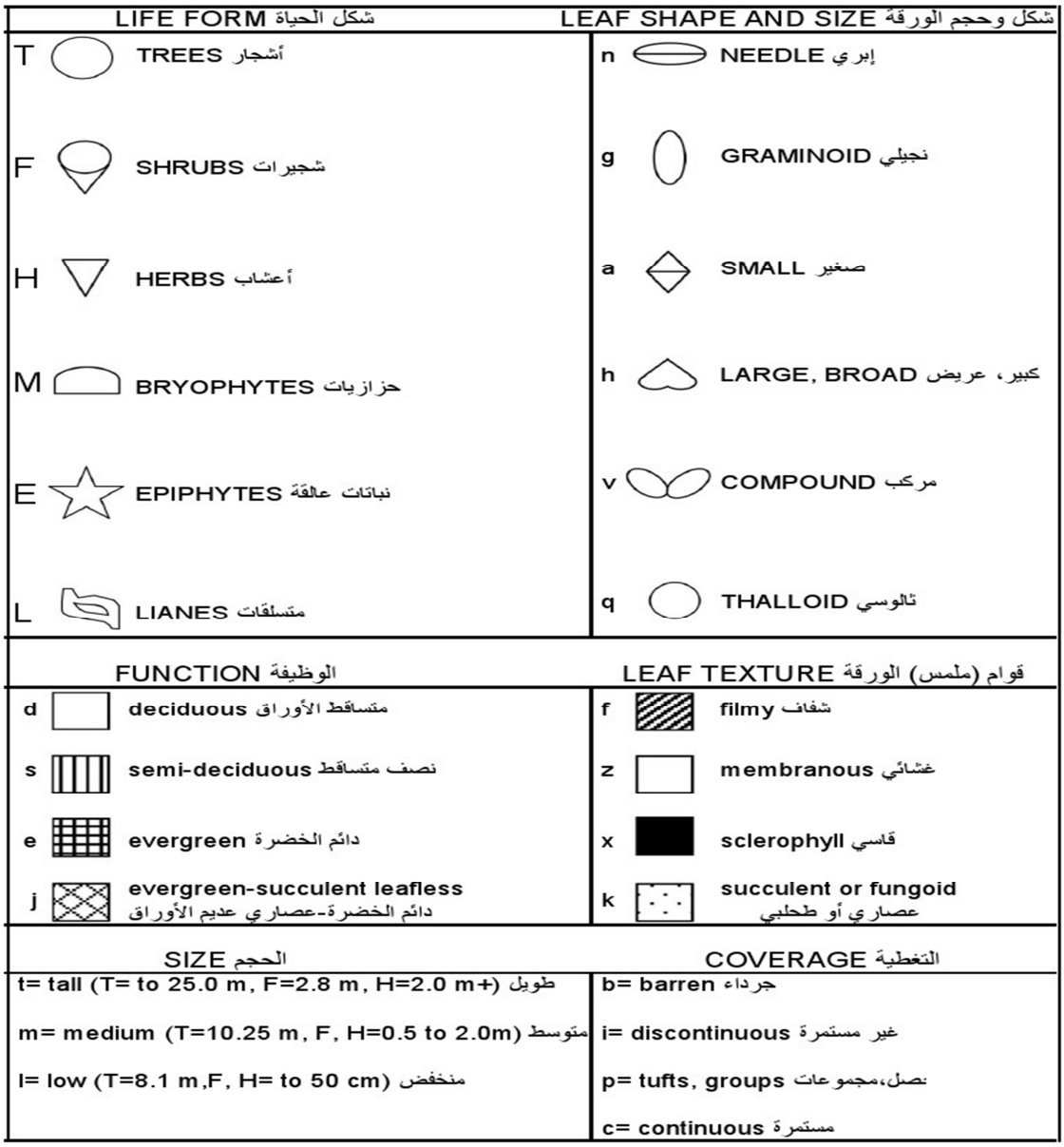
إضافة إلى ما سبق ذكره عن خصائص تركيب المجتمعات النباتية ونظم التصنيف البنائي على أساس المظهر الخارجي (Physiognomy) للغطاء النباتي، بما في ذلك تصنيف رونكيير وبرون- بلانكييه لأشكال الحياة النباتية (Plant life forms)، هناك بعض نظم التصنيفات المبنية على الرموز والرسوم والمخططات، نذكر منها الطرائق التالية:

(٦,١) طريقة دانسيرو
Dansereau's method

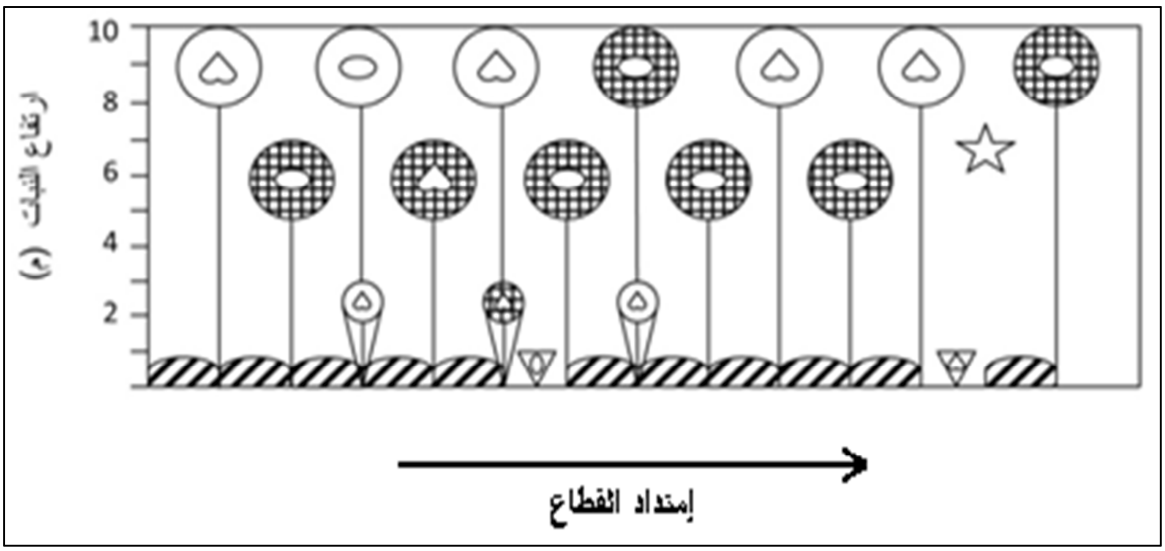
صمم دانسيرو Dansereau (1951,1975) (عن Kent and Coker, 1994) طريقة وصفية للغطاء النباتي في الحقل على أساس التركيب (Structure) والمظهر الخارجي (Physiognomy). وهذه الطريقة سهلة التطبيق وتنقسم الى ست فئات رئيسية من الخصائص وهي: شكل حياة النبات (Plant life form)، ووظيفة النبات (Plant function)، وحجم النبات (Plant size)، وشكل وحجم الورقة (Leaf shape and size)، وتركيب الورقة (Leaf texture) وتغطية النبات (Plant coverage). ويندرج تحت كل فئة من الخصائص الست مجموعة من الصفات يمكن تمثيلها بحروف رمزية وأشكال مرسومة (الشكل رقم ٢٩).

كما يمكن تمثيل التركيب النباتي لأي عينة من مجتمع نباتي تجرى دراسته برسم مخطط قطاعي (Profile diagram) باستخدام تلك الأشكال الرمزية (الشكل رقم ٣٠).

ونضيف أنه يمكن تحديد اسم كل نوع نباتي مرسوم في المخطط، بأن يرمز له بالحرف الأول من اسمه ثم يوضع توضيح للرموز في أسفل المخطط.



الشكل رقم (٢٩). المجموعات الست الرئيسية لطريقة دانسيرو الوصفية للغطاء النباتي (عن Kent and Coker, 1994).



الشكل رقم (٣٠). مخطط قطاعي للتركيب النباتي لغابة بلّوط في كيلارني (Killarney) جنوب شرق ايرلندا باستخدام

(٦,٢) طريقة كوشلر

Kűchler's method

تتسم طريقة كوشلر Kűchler (1967) (عن Kent and Coker, 1994) لتصنيف الغطاء النباتي بكونها مبنية على أساس التسلسل الهرمي (Hierarchical)، حيث تبدأ بتقسيم الغطاء النباتي الى فئتين من أشكال الحياة الرئيسية (Basic life forms): الأولى نباتات خشبية(Woody plants) وقسمها إلى سبع مجموعات مظهرية (Physiognomic: B-M) والثانية نباتات عشبية (Herbaceous plants) وقسمها إلى ثلاث مجموعات (G-L). كما أُلحق بالمجموعات المظهرية العشر خصائص مميزة يتم تسجيلها (الجدول رقم ١٤) وهي أشكال الحياة الخاصة (Special life forms)، وخصائص الورقة (Leaf characteristics)، والارتفاع أو التطبَق (Height or stratification) والتغطية (Coverage). وتوضع النتائج في نماذج باستخدام الحروف والأرقام. ويعتبر استخدام هذه الطريقة من أحد أسس عمل الخرائط النباتية.

طريقة دانسيرو لوصف الغطاء النباتي (عن Kent and Coker, 1994).

الجدول رقم (١٤). ملخص طريقة كوشلر الوصفية لتركيب الغطاء النباتي.

LIFE FORM CATEGORIES تصنيفات شكل الحياة					
BSAIC LIFE FORMS أشكال حياة أساسية			**SPECIAL LIFE FORMS أشكال حياة خاصة**		
Woody plant نباتات خشبية			Climbers (lianas)	متسلقات	C
Broadleaf evergreen	دائم الخضرة عريض الورقة	B	Stem succulents	عصاريات الساق	K
Broadleaf deciduous	متساقط عريض الورقة	D	Tuft plants	نباتات متخصلة	T
Needleleaf evergreen	دائم الخضرة إبري الورقة	E	Bamboos	خيزرانيات	V
Needleleaf deciduous	متساقط إبري الورقة	N	Epiphytes	نباتات عالقة	X
Aphyllous	عديم الأوراق	O	**LEAF CHARACTRISTIC خصائص الورقة**		
Semideciduous (B+D)	نصف متساقط	S	hard (sclerophyll)	قاسي الورقة	h
Mixed (D+E)	مختلط	M	soft	رقيق	w
Herbaceous plants نباتات عشبية			succulent	عصاري	k
Graminoids	نجيليات	G	large	كبير	l
Forbs	موزيات (ذات أوراق عريضة)	H	small	صغير	s
Lichens, mosses	أشنات، حزازيات	L			
STRUCTURAL CATEGORIES تصنيفات تركيبية					
Height (Stratification) الارتفاع (التطبق)			**Coverage التغطية**		
8= >35.0 metres 7= 20.0 – 35.0 metres 6= 10.0 – 20.0 metres 5= 5.0 – 10.0 metres 4= 2.0 – 5.0 metres 3= 0.5 – 2.0 metres 2= 0.1 – 0.5 metres 1= <0.1 metres			c = continuous (>75%)	مستمرة	
			i = interrupted (50-75%)	متقطعة	
			p = parklike, in patches (25-50%)	في شكل كتل	
			r = rare (6-25%)	نادر	
			b = barely present, sporadic (1-5%)	موجودة بالكاد، متفرقة	
			a = almost absent, extremely scarce <1%	موجودة غالبا، شحيحة بشدة	

(٦,٣) طريقة فوسبيرغ
Fosberg's method

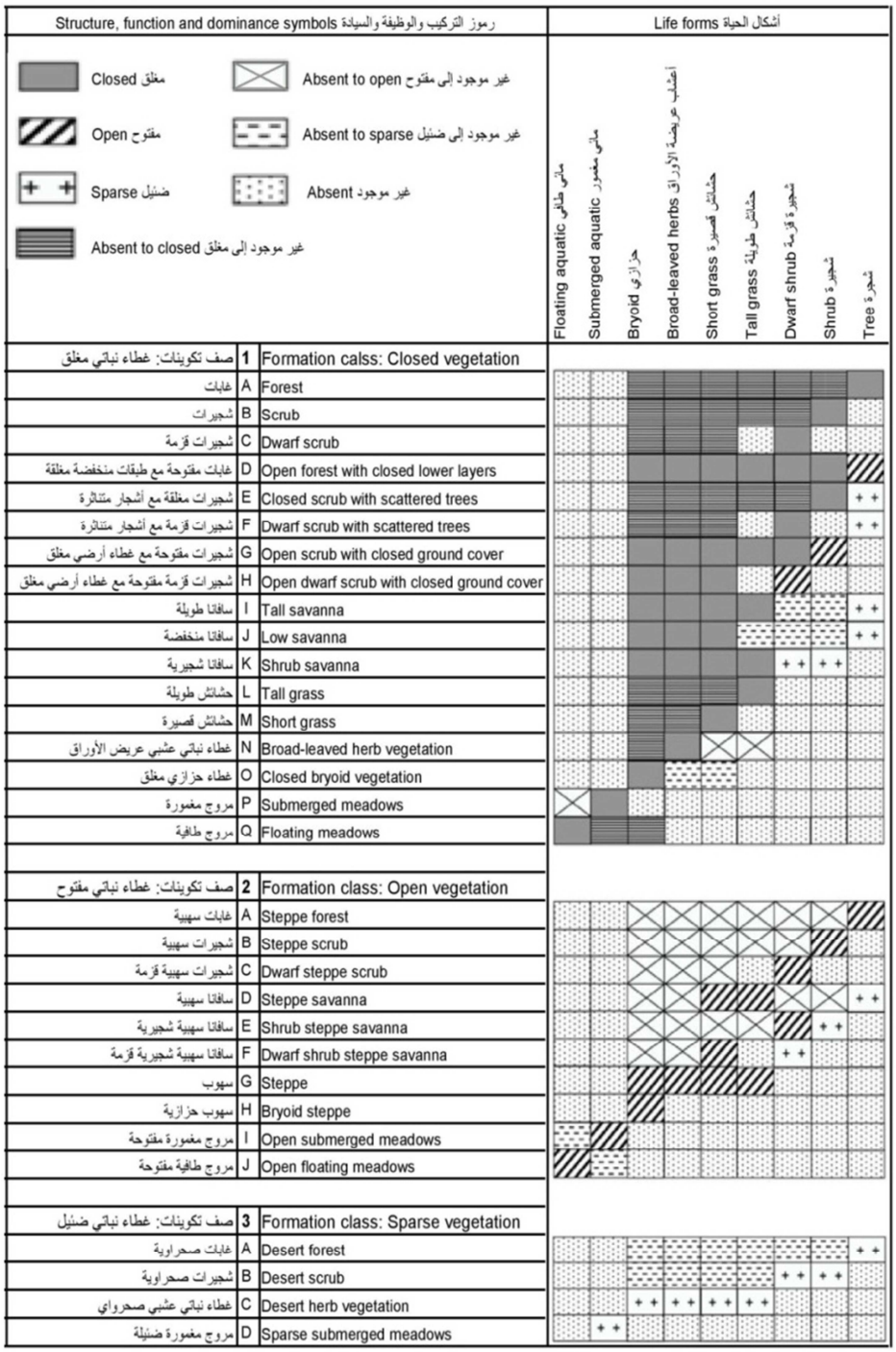
تعتبر طريقة فوسبيرغ Fosberg (1961) (عن Kent and Coker, 1994) في نظامه التصنيفي للصفات التركيبية المظهرية للغطاء النباتي، من إحدى الطرائق الهامة والمستخدمة ضمن البرنامج البيولوجي العالمي (International Biological Program (IBP) الذي أنشئ بعد العام ١٩٦٠ م. ويمكن استخدام هذه الطريقة في دراسة خصائص الغطاء النباتي على مستوى الأنظمة البيئية الرئيسية العالمية. وتعتمد هذه الطريقة على مبدأ تقسيم الغطاء النباتي إلى ثلاث فئات رئيسية وهي :

١ – غطاء نباتي مغلق (Closed vegetation) ويضم ١٧ صف تكوينات (Formation class, A-Q)

٢ – غطاء نباتي مفتوح (Open vegetation) ويضم ١٠ صفوف تكوينات (A-J)

٣ – غطاء نباتي ضئيل (Sparse vegetation) ويضم ٣ صفوف تكوينات (A-D)

ويؤخذ في الاعتبار أن تشمل صفوف التكوينات الحادية والثلاثون تحديد بعض الخصائص التركيبية مثل، وظيفة النبات السائد من حيث كونه دائم الخضرة أو متساقط الأوراق، وتركيب الورقة، وحجمها، وشكل الحياة (الشكل رقم ٣١). وبذلك يمكن في الحقل توقيع كل وحدة من صفوف التكوينات النباتية خرائطيا بناء على الخصائص التركيبية لكل وحدة، فيطلق عليها مجموعة تكوينات (Formation group).



الشكل رقم (٣١). ملخص طريقة نظام فوسبيرغ التصنيفي للصفات التركيبية للغطاء النباتي.

الفصل السابع

الاتجاه الحديث لدراسة مجتمعات وعشائر الغطاء النباتي

Modern trend of studying plant communities and associations of vegetation

نتيجة التقدم العلمي المضطرد وتوفر الوسائل التقنية الحديثة، ومنها تقنية الاستشعار من بعد (Remote sensing)، وبرامج الحاسوب (Computer programs) المتخصصة والمستخدمة في تحليل البيانات، أمكن استغلال تلك التقنيات في الدراسات البيئية النباتية المتقدمة لتقدير الغطاء النباتي كماً ونوعاً، ومن ثم إعداد خرائط نباتية تحدد أنماط المجتمعات والعشائر النباتية لأي منطقة تجرى دراستها.

(٧,١) ماهية الاستشعار من بعد

Definition of remote sensing

هناك عدة تعاريف للاستشعار من بعد (Remote sensing)، منها أنه علم امتلاك المعلومات من بعد، ومنها الحصول على معلومات عن أشياء أو ظواهر بدون أن يكون هناك اتصال طبيعي معها (Aronoff,1989). وعرف بعض الباحثين علم الاستشعار من بعد، بأنه العلم الذي يستخدم خواص الموجات الكهرومغناطيسية (Electromagnetic waves) المنعكسة أو المنبعثة من الأشياء الأرضية أو من مياه البحر أو المحيطات (عبد الهادي، ١٩٩٢م). ومن ناحية الدراسات الأرضية يمكن اعتبار الاستشعار من بعد أنه مجموعة الوسائل (طائرات، أقمار صناعية، أجهزة بيانات، محطات استقبال ومجموعة برامج معاملة البيانات المستقبلية) التي تسمح بفهم العناصر المكونة للأرض عن طريق خواصها الطيفية (عبد الهادي، ١٩٩٢ م). وذكر الصالح (١٩٩٢م) أن أهمية تقنية الاستشعار من بعد تنحصر في جمع البيانات، ومنها الصور الفضائية، والمعالجة الرقمية للصور الفضائية (تحليلها)، وتفسيرها للحصول منها على معلومات تفيد مجال البحث العلمي.

ومن أساليب المعالجة الرقمية للصور الفضائية في الدراسات النباتية، استخدام أسلوب مؤشر الكثافة النباتي (الاخضرار) المطبع (Normalized difference vegetation index "NDVI") الذي يعد من أكثرها شيوعاً، وذلك في دلالة الصور الفضائية على التغيرات في الكتلة الحيوية والمادة الخضراء للنبات وبيان حيوية النبات. إذ تكون قيم هذا المؤشر منخفضة لكل من التربة والسطح المائي، ومرتفعة بالنسبة للكتلة الخضراء. وكلما كانت هذه القيمة أقل كانت درجة جفاف الغطاء النباتي أكثر. ويتطلب هذا المؤشر استخدام نطاقين طيفيين، هما نطاق الأشعة المرئية الحمراء (٠,٦ - ٠,٧ ميكرومتراً) ونطاق الأشعة تحت الحمراء القريبة (٠,٧ - ١,٣ميكرومتراً)، حيث إن نطاق الأشعة الحمراء ذو علاقة وثيقة بمنطقة الامتصاص اليخضوري (الكلوروفيلي) للنبات (عن آل سعود، ٢٠٠٧م). وتحتاج هذه العملية إلى طاقة تمتصها النباتات من الأشعة الكهرومغناطيسية الواردة، ويكون هذ ا الامتصاص كبيراً في نطاق الأشعة الحمراء المرئية. وكلما كانت عملية البناء اليخضوري (الكلوروفيلي) أكثر كان الامتصاص أكبر؛ وبالتالي فإن نسبة الأشعة المنعكسة ضمن هذا النطاق أقل والكتلة الحيوية للنبات أكثف. أما انعكاس نطاق الأشعة تحت الحمراء القريبة فيتناسب طرداً مع حيوية النباتات وكثافة الغطاء النباتي.

ومن المعروف أن النباتات الخضر تعكس نسبة كبيرة من الأشعة تحت الحمراء القريبة الساقطة عليها. وبذلك يمكن استخراج مؤشر (دليل) الكثافة النباتي من حساب النسبة بين الأشعة الحمراء المرئية وتحت الحمراء القريبة المسجلة بواسطة جهاز الاستشعار من بعد (انظر فيما بعد).

لذلك يستخدم هذا المؤشر للتمييز بين مختلف أنواع الغابات على سبيل المثال، نتيجة اختلاف الاستجابات الطيفية لها، وكذلك في فصلها عن الأهداف النباتية الأخرى المحيطة بها (عن آل سعود، ٢٠٠٧م).

(٧,٢) بعض الدراسات التي تناولت استخدام تقنية الاستشعار من بعد
Some previous studies using remote sensing technology

هناك العديد من الدراسات التي تناولت استخدام المرئيات (الصور) الفضائية بتطبيق تقنية الاستشعار من بعد في الدراسات النباتية. كما أجري العديد من الدراسات التطبيقية الأخرى على مناطق عدة من العالم بما فيها الأقاليم القاحلة وشبه القاحلة لحصر الموارد الطبيعية فيها باستخدام أساليب تحليل ومعالجة بيانات الأقمار الصناعية الأرضية (Landsats).

ومن هذه الدراسات على سبيل المثال لا الحصر، ما قام به Parry (1978) في دراسة لمنطقة الفولا بالسودان باستخدام صور القمر الصناعي الأرضي، إذ تم على أساسها إنتاج خرائط بمقياس ١:١٢٥٠٠٠ كان لها فائدتها الكبيرة في عمليات التخطيط الإقليمي، وفي تمييز الظواهر المختلفة والأشكال الأرضية ونظم الأرض وأنواع الغطاء النباتي في المنطقة.

هذا وقد تنوعت أساليب المعالجة الرقمية في الدراسات النباتية. ففي الدراسة التي نفذها Ghodieh (1994) باستخدام المعلومات الميدانية وبيانات القمر الصناعي Landsat TM لرسم خرائط استعمالات الأرض الزراعية، ودراسة التغير في استعمالات الأرض في ستة مناطق مختارة في مقاطعة درم (Durham) شمال شرق إنجلترا. وقد أظهر البحث قدرة التابع الصناعي TM في إنتاج خرائط استعمالات أرض دقيقة لمنطقة الدراسة. والنتائج التي تم الحصول عليها من هذه الدراسة تؤكد أن بيانات القمر الصناعي عند دمجها مع نظام المعلومات الجغرافية (Geographic information system"GIS") يمكن الاستفادة منها في إعداد خرائط الحقول الزراعية الصغيرة نسبياً. في حين استخدم Wellens *et al.* (2000) أساليب معالجة أخرى، وذلك لإنجاز خرائط الغطاء النباتي في غابات محمية بشرق بوليفيا، وهي تحليل المكونات الأساسية (Principal component analysis "PCA") والتصنيف غير المراقب (Unsupervised classification) في الصور الفضائية للقمر الصناعي الأرضي. وقد أكدت نتائج الدراسة أن هاتين التقنيتين وخاصة الأولى منها قد ساهمت في التمييز بنجاح بين المجتمعات النباتية الرئيسية في الموقع. كما ساعد استخدام هذين الأسلوبين من المعالجة معاً في التمييز بين الأنواع النباتية المختلفة في غابات المحمية. وأبان Wyatt (2000) أن أسلوب معالجة الصور الفضائية باستخدام المؤشرات النباتية هو من بين أبسط الطرائق، والوسيلة الأكثر استعمالاً لأجراء التقديرات الكمية للغطاء النباتي. وقد طبق آل سعود (٢٠٠٧م) أسلوب المعالجة الرقمية للصور الفضائية باستخدام مؤشر الكثافة النباتي، لرسم خريطة نباتية لغابات المنطقة الجنوبية الغربية بالمملكة العربية السعودية. كما تمكنت الحقيل (٢٠٠٨م) من رسم خريطة نباتية لمستنقع العوشزية الملحي بمنطقة القصيم في المملكة، محددة أنماط وتوزيع المجتمعات النباتية وتحديد الأنواع الممثلة لها، مستخدمة نظم المعلومات الجغرافية بواسطة الأقمار الصناعية.

كما استخدم Kumar *et al.* (2010). تقنية الاستشعار من بعد في دراسة للتعرف على توزيع أشجار المانغروف على طول ساحل البحر الأحمر الشمالي الغربي من مدينة الليث جنوباً حتى شرم الزبير شمالاً، والتي استنتج منها أن أشجار المانغروف تتوزع بصورة متقطعة وغير متصلة حول الخلجان، وأنها تتعرض للاستنزاف بسبب التوسع العمراني وزيادة التصنيع في منطقة الدراسة.

وتناولت دراسة الشيخ (٢٠١٠م) أهمية الصور الفضائية (Satellite images) والخرائط الرقمية (Digital maps) في دراسة الغطاء النباتي وأثره على السياحة البيئية في منطقة جازان بالمملكة العربية السعودية، وأشارت نتائج الدراسة إلى أن منطقة جازان تتعرض لتدهور بيئي في الغطاء النباتي للفترة الممتدة من عام ١٩٨٧ م إلى عام ٢٠٠٢ م نتيجة الاستغلال المتزايد للمساحات الخضراء، والرعي الجائر والتعامل غير المخطط مع الموارد الطبيعية للمنطقة.

كما استخدم ياسين (٢٠١١م) تطبيقات الاستشعار من بعد ونظم المعلومات الجغرافية في دراسة بيئة المانغروف على شاطئ مدينة الليث الواقعة على البحر الأحمر بالمملكة العربية السعودية. أما الحقيل (٢٠١٢م) فأعدت خريطة نباتية للمجتمعات النباتية بروضة حطّابة في المنطقة الوسطى بالمملكة، باستخدام نظم المعلومات الجغرافية بالحاسب الآلي، حيث تم عمل ضبط هندسي للخريطة بإدخال بيانات الإحداثيات والمسقط في البرنامج ثم ترقيم الخريطة برسم المجتمعات النباتية وترميز المجتمعات تبعاً لنوع النبات السائد في كل مجتمع باتباع ما ذكره Ormsby (2009) عن استخدام هذه التقنية.

(٧,٣) المعالجة الرقمية للصور الفضائية لاستخراج الخرائط النباتية

Digital analysis of satellite images for producing vegetation maps

تتم المعالجة الرقمية للصور الفضائية وفقاً للخطوات التالية:

١- التحضيرات الأولية للصور الفضائية المراد تحليلها، وذلك من خلال تحديد أنواع مستشعرات الأقمار الصناعية (Satellite sensors) التي سيجرى استخدامها في الدراسة، وكذلك عدد وتواريخ الصور التي تغطي منطقة الدراسة. ويتم ذلك في المملكة العربية السعودية (على سبيل المثال) بالتعاون مع مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية – المركز السعودي للاستشعار من بعد (آل سعود، ٢٠٠٧م).

٢- معالجة البيانات الأولية للصور الفضائية بواسطة برنامج ERDAS Imagine V.9.1.

٣- عمل التصحيح الراديومتري (Radiometric correction) والتصحيح الهندسي (Engineering correction) للصور الفضائية لمنطقة الدراسة.

٤- تحديد منطقة الدراسة على الصور الفضائية باستخدام أداة تحديد المساحات ذات الإهتمام (Areas of interest "AOI")، وذلك للحصول على صورة فرعية (Subset image) للمنطقة المطلوبة مقتطعة من الصورة الفضائية للعمل على معالجة وتحليل بيانات منطقة الدراسة فقط بدلاً من تحليل بيانات كامل الصورة الفضائية.

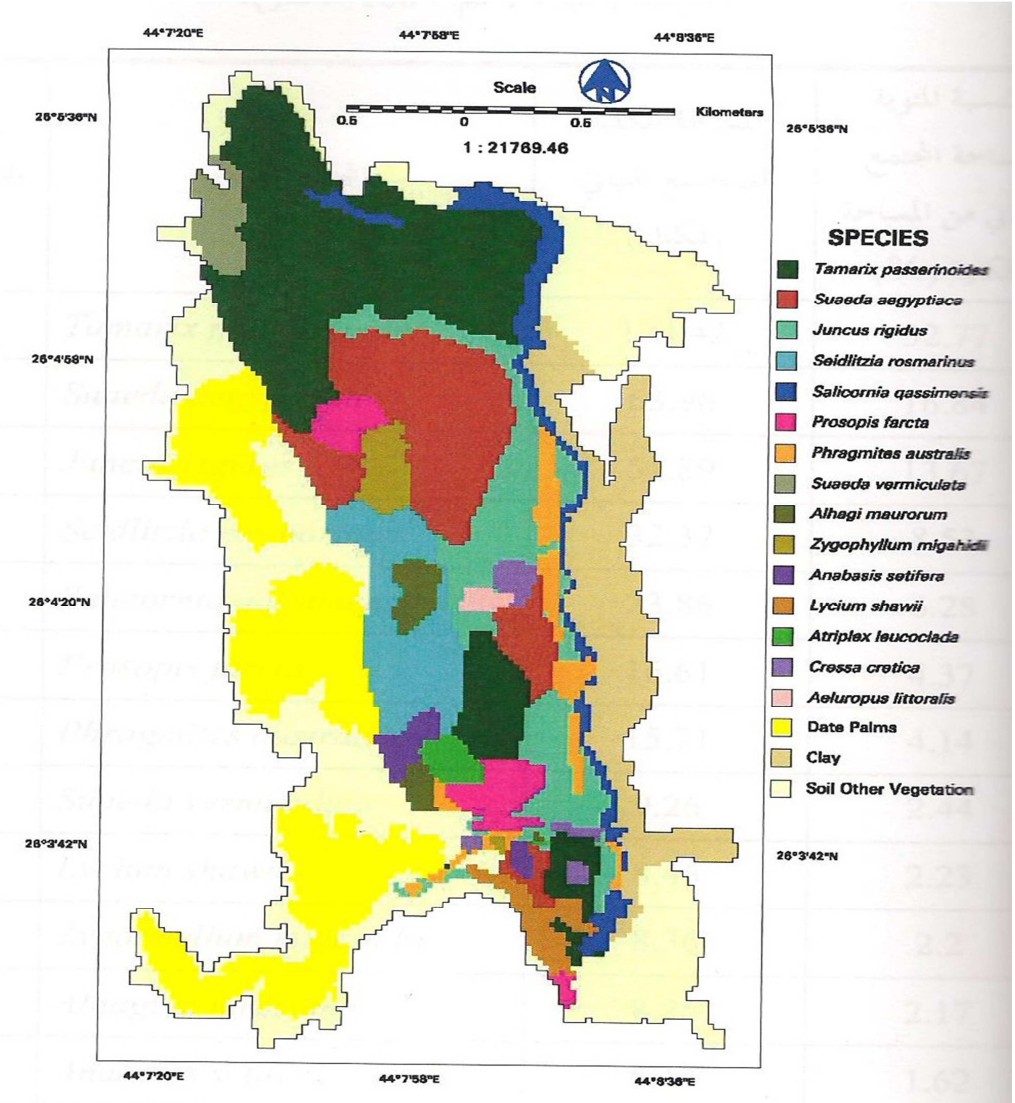
٥- عمل التحسين الطيفي (Spectral enhancement) للصور الفضائية، وبعدها يتم استخدام أسلوب المؤشرات أو الدلائل (Indices) المستخرجة من معادلة مؤشر (دليل) الكثافة النباتي المطبع (مؤشر التغير المطبع للاخضرار) (Normalized difference vegetation index "NDVI"). ويتم استخراج قيمة المؤشر من خلال حساب النسبة بين الأشعة الحمراء المرئية وتحت الحمراء القريبة المسجلة بواسطة جهاز الاستشعار من بعد (عن آل سعود، ٢٠٠٧م) وفقاً للمعادلة التالية:

قيمة مؤشر الكثافة النباتي المطبع = (قيمة الأشعة تحت الحمراء القريبة – قيمة الأشعة الحمراء) \ (قيمة الأشعة تحت الحمراء القريبة + قيمة الأشعة الحمراء).

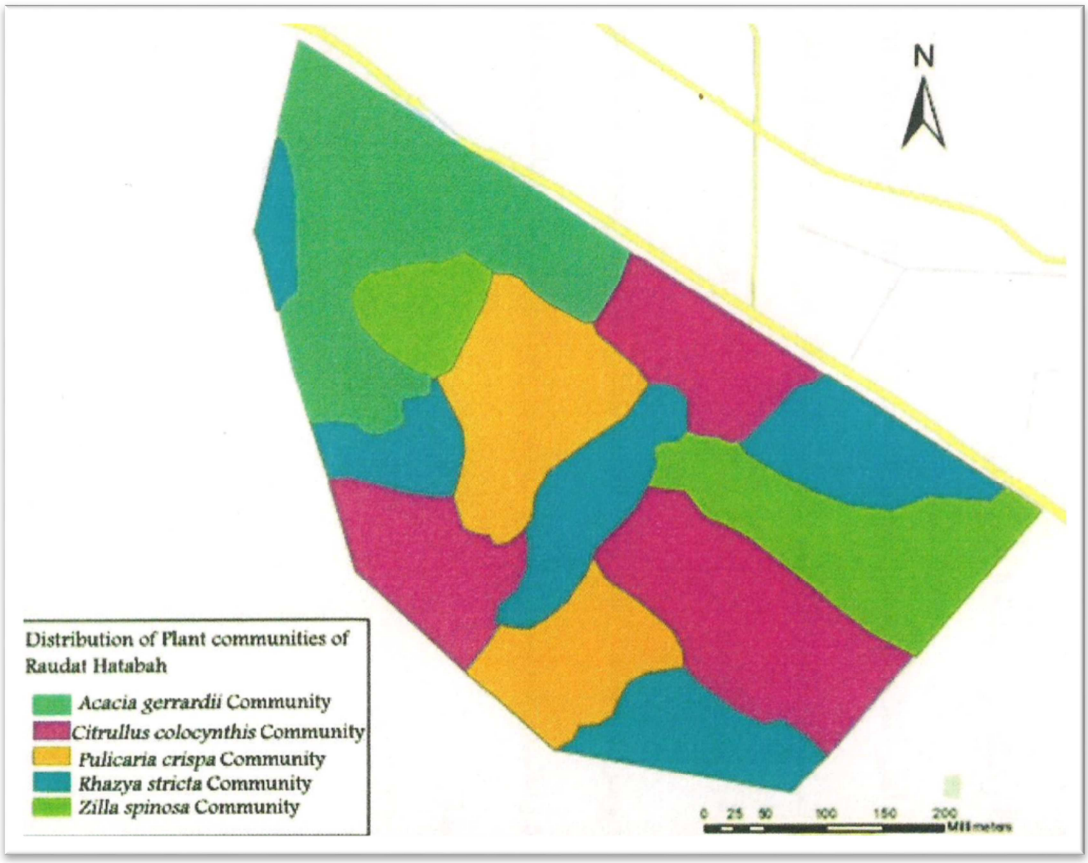
وكلما كانت قيمة هذا المؤشر أكبر كانت الكتلة الحيوية للنبات أكثر وفي حالة أفضل.

٦- تجرى عملية رصد التغير (Change detection) في الغطاء النباتي (الاخضرار)، ويمكن من ذلك تحديد المناطق التي تعرضت للتدهور في الغطاء النباتي على سبيل المثال (الشيخ، ٢٠١٠ م).

٧- بعد الانتهاء من تحليل بيانات الصور الفضائية لمنطقة الدراسة، يتم تحويل جميع النتائج إلى بيانات رقمية (Raster to vector) للعمل على برنامج نظم المعلومات الجغرافية Arc GIS V.9.2 كي يتم حساب المساحات، ومن ثم عمل الإخراج النهائي للخرائط الرقمية الفضائية (الملونة) للغطاء النباتي، كما يتضح من الشكلين رقم (٣٢) ورقم (٣٣).



الشكل رقم (٣٢). خريطة نباتية تبين التوزيع الجغرافي للمجتمعات النباتية في مستنقع العوشزية الملحي في منطقة القصيم بالمملكة العربية السعودية بناءً على نظام المعلومات الجغرافية (GIS) بواسطة الأقمار الصناعية (عن الحقيل، ٢٠٠٨م)



الشكل رقم (٣٣). خريطة نباتية توضح مناطق انتشار المجتمعات النباتية في روضة حطّابة بالمنطقة الوسطى في المملكة العربية السعودية باستخدام نظام المعلومات الجغرافية (GIS) بواسطة الأقمار الصناعية (عن الحقيل، ٢٠١٢م)

ويجدر التنويه بأن أنواع البرامج والأجهزة المستخدمة في تحاليل البيانات قد تتغير وتتطور من آن لآخر لمواكبة النهضة التقنية الحديثة، ولكنها تظل مسخرة للمساهمة في تحقيق مفاهيم الأهداف العلمية المرجوة بصورة أفضل وربما أسهل وأسرع.

الباب الرابع

التفاعلات في المجتمعات النباتية

Reactions in plant communities

لا تتأثر النباتات بعوامل البيئة المناخية والرطوبة فقط ، وإنما تتأثر بالوسط الحيوي الذي يحيط بها ، ذلك أن النباتات سواءً كانت تعيش في مجتمع أرضي أو مائي تتفاعل باستمرار مع بعضها البعض. وقد تكون هذه التفاعلات بين النباتات مباشرة نتيجة تماس مباشر بين النباتات ينتج عنه تأثيرات مختلفة ، وقد تكون التأثيرات غير مباشرة عن طريق تفاعل النباتات مع بعضها البعض من خلال تنافسها على موارد البيئة وغيرها من التفاعلات .