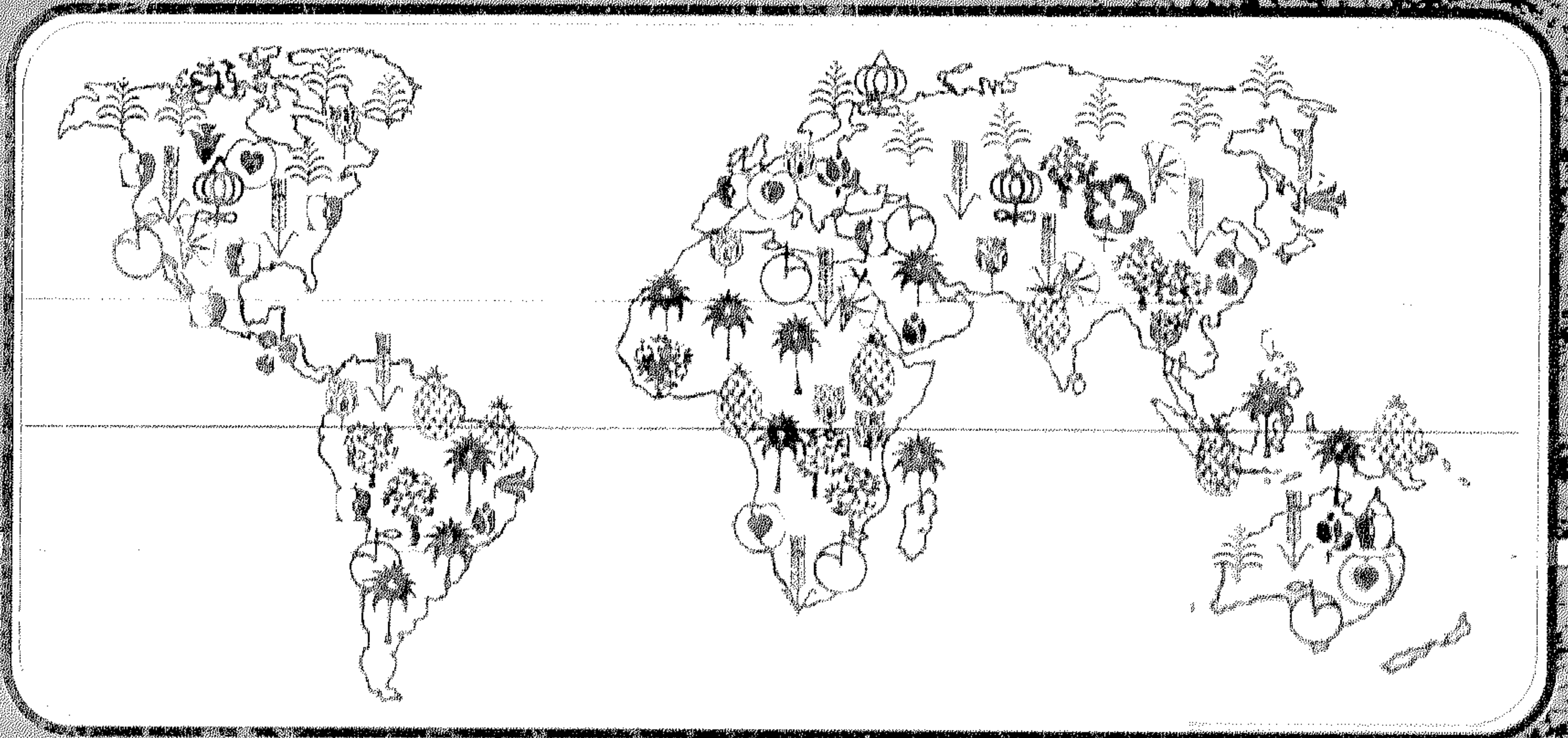
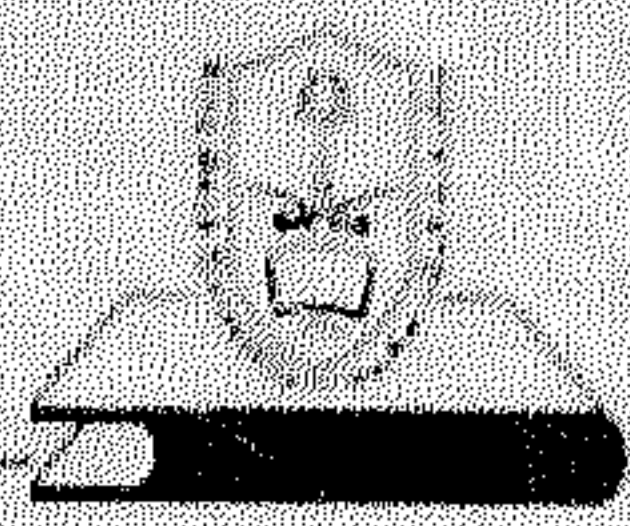


الجغرافيا النباتية



الدكتور محمد عبد العودات
الدكتور عبد السلام محمود عبد الله
الدكتور عبد الله بن محمد الشيخ

النشر العلمي و المطابع
جامعة الملك سعود





٢٠١٥ هـ (١٩٨٥ م) - ١٤١٧ هـ (١٩٩٧ م) جامعة الملك سعود

الطبعة الأولى: ١٤٠٥ هـ (١٩٨٥ م).

الطبعة الثانية: ١٤١٧ هـ (١٩٩٧ م).

فهرسة مكتبة الملك فهد الوطنية أثناء النشر

العودات، محمد عبدو

الجغرافيا النباتية / محمد عبدو العودات، عبدالسلام محمود عبدالله،

عبدالله بن محمد الشيخ الأنصاري . - ط ٢ .

٣٢٦ ص؛ ٢٤×١٧ سم

ردمك ٢ - ٢٦٧ - ٠٥ - ٩٩٦٠ (غلاف)

٠ - ٢٦٨ - ٠٥ - ٩٩٦٠ (جلد)

١ - النباتات - التوزيع الجغرافي ١ - عبدالله، عبدالسلام محمود (م).

مشارك) ب - الأنصاري، عبدالله بن محمد (م. مشارك) ج - العنوان

١٦/٠٤٧٧

ديوي ٩، ٥٨١

رقم الإيداع: ١٦/٠٤٧٧

حكمت هذا الكتاب لجنة متخصصة شكلها المجلس العلمي بالجامعة، وقد وافق المجلس على

نشره في اجتماعه الحادي عشر الذي عقد بتاريخ ٢٣/٦/١٤٠٤ هـ الموافق ٢٥/٣/١٩٨٤ م.

ثم وافق المجلس على إعادة طباعته في اجتماعه الرابع والعشرين للعام الدراسي

١٤١٥/١٤١٦ هـ. الذي عُقد بتاريخ ٢٠/١/١٤١٦ هـ الموافق ١٨/٦/١٩٩٥ م.

مطابع جامعة الملك سعود



إهداء

إلى أستاذنا الجليل الأستاذ الدكتور أحمد محمد مجاهد

المقدمة

تعتبر الجغرافيا النباتية التي تهتم بتوزيع الأنواع النباتية وأنماط الغطاء النباتي الطبيعي على سطح الكرة الأرضية واحداً من أهم فروع علم النبات، ولكنها على الرغم من ذلك لم تحظ بنصيب وافٍ من اهتمام الباحثين العرب، باستثناء القليل من الفصول التي خصصت لها في بعض كتب البيئة والجغرافيا الطبيعية، ولذلك فإن المكتبة العربية مازالت تفتقر إلى المزيد من هذا الجانب الهام من جوانب المعرفة النباتية.

وللجغرافيا النباتية أهمية كبيرة باعتبارها فرعاً هاماً من فروع علم النبات، ولما لها من صلة وطيدة بعلوم البيئة النباتية والتصنيف والتربة والمناخ ذلك أن الجغرافيا النباتية لا تدرس فقط مناطق انتشار الأنواع النباتية وأنماط الغطاء النباتي المختلفة وإنما تدرس أيضاً الأسباب والعوامل الكامنة وراء هذا التوزيع من مناخية وتربية وأحيائية وغيرها، وهكذا فاهتمامات الجغرافيا النباتية متعددة ومتشعبة وتتطلب الإلمام بكثير من العلوم الأخرى مثل علم البيئة النباتية والتصنيف والأرصاد والتربة وغيرها.

ولقد عالج الكتاب توزيع الأنواع النباتية ورقة انتشارها وتأثير العوامل المناخية وعوامل التربة والعوامل الأحيائية على هذا التوزيع، إضافة إلى الممالك الفلورية وأنماط الغطاء النباتي على سطح الكرة الأرضية. كما عالج أنماط الغطاء النباتي في المملكة العربية السعودية، وقد زود الكتاب بمجموعة من الخرائط والأشكال التوضيحية والرسوم البيانية والصور التي كان قد جمعها المؤلفون أثناء جولاتهم في أرجاء المملكة العربية السعودية.

وكل ما نرجوه أن يكون هذا الكتاب إسهاماً في إنهاء الدراسات النباتية.

والله الموفق، ، ،

المؤلفون

المحتويات

صفحة

| | |
|----|---|
| ز | المقدمة |
| ١ | تمهيد |
| | الباب الأول: العوامل التي تؤثر في توزع النباتات على سطح الكرة الأرضية |
| ٧ | الأرضية |
| ١١ | الفصل الأول: الانتشار |
| ٣٥ | الفصل الثاني: العوامل البيئية |
| ٤١ | ١] العوامل المناخية |
| ٤١ | ● درجة الحرارة |
| ٥٥ | ● الهطول |
| ٦٤ | ● الرياح |
| ٦٤ | ● الضوء |
| ٦٧ | ● تغيرات المناخ في الماضي |
| ٦٨ | ٢] عوامل التربة |
| ٧٩ | ٣] العوامل الحيوية |
| ٩١ | الباب الثاني: الرقعة |
| ٩٥ | الفصل الأول: مساحة وشكل الرقعة |
| ٩٥ | ● الأنواع الكونية |
| ٩٦ | ● الأنواع المتوطنة |

| صفحة | |
|------|---|
| ٩٩ | الفصل الثاني: أنماط الرقعة |
| ٩٩ | ● الرقعة المتصلة |
| ١٠٠ | ● الرقعة المتقطعة |
| ١٠٣ | ● الرقعة البقية (الباقية) |
| ١٠٥ | ● رقعة الأنواع ذات القرابة |
| ١٠٦ | ● التوطن ورقعة الأنواع المتوطنة |
| ١٠٩ | الفصل الثالث: تشكل الرقعة |
| ١١٥ | الباب الثالث: الممالك الفلورية |
| ١١٧ | ● المملكة الشمالية |
| ١١٨ | ● المملكة الاستوائية الجديدة |
| ١١٩ | ● المملكة الاستوائية القديمة |
| ١٢٠ | ● المملكة الأسترالية |
| ١٢٠ | ● مملكة الكاب |
| ١٢١ | ● المملكة القطبية الجنوبية |
| ١٢٣ | الباب الرابع: نطاقات الغطاء النباتي |
| ١٣١ | الفصل الأول: النطاق المداري |
| ١٣٣ | ● الغابات الاستوائية المطيرة |
| ١٤٨ | ● الغابات المدارية ساقطة الأوراق |
| ١٥١ | ● السافانا |
| ١٥٩ | الفصل الثاني: الصحاري وأشباه الصحاري شبه الاستوائية |
| ١٧٣ | الفصل الثالث: الغابات قاسية (جلدية) الأوراق |
| ١٨٧ | الفصل الرابع: الغابات ساقطة الأوراق (في المناطق المعتدلة) |
| ١٩٣ | الفصل الخامس: السهوب |
| ١٩٧ | الفصل السادس: منطقة الغابات المخروطية |
| ٢٠١ | الفصل السابع: التندرا |
| ٢٠٥ | الباب الخامس: الحياة النباتية في المملكة العربية السعودية |
| ٢٠٧ | الفصل الأول: التضاريس |

| | |
|-----|--|
| ٢١١ | الفصل الثاني: المناخ |
| | الفصل الثالث: الفلورة والمناطق الجغرافية النباتية في المملكة |
| ٢٢٣ | العربية السعودية |
| ٢٣٧ | الفصل الرابع: تكيف النباتات لتحمل الظروف الصحراوية والجافة . |
| ٢٤٩ | الفصل الخامس: الأقاليم النباتية الطبيعية في المملكة العربية السعودية . |
| | الفصل السادس: أنواع البيئات وغطاؤها النباتي في المملكة |
| ٢٥٩ | العربية السعودية |
| ٢٨٧ | المراجع |
| | كشاف المصطلحات العلمية |
| ٢٩٧ | أولاً: عربي - إنجليزي |
| ٣١١ | ثانياً: إنجليزي - عربي |

تمهيد

جغرافيا النبات Plant Geography هي العلم الذي يدرس توزيع الأنواع النباتية والوحدات التصنيفية الأكبر (جنس، فصيلة . . . الخ) على سطح الكرة الأرضية والقوانين الناظمة لهذا التوزيع، ولا تقتصر جغرافيا النبات على دراسة توزيع النباتات الحالي فقط وإنما تدرس كذلك توزيع النباتات في العصور (الحين) الجيولوجية المختلفة، لذا نستطيع التكلم عن جغرافيا النبات في العصر الترياسي أو الجوراسي أو الكريتاسي وغيره. وتعتمد جغرافيا النبات التي تدرس توزيع النباتات في العصور الجيولوجية المختلفة كليا على المستحاثات (الحفريات) وانطباعاتها والتي غالبا ما تكون قليلة وغير كاملة، ولهذا يمكن اعتبار معلوماتنا عن توزيع النباتات في العصور الجيولوجية المختلفة غير كاملة. كما يمكن القول إن معلوماتنا عن توزيع النباتات الحالي غير كاملة نسبيا، وذلك لأن عددا كبيرا من الأنواع النباتية غير معروفة حتى الآن، وكل عام يكتشف الباحثون العديد من الأنواع النباتية العليا والدنيا، كما أن توزيع الأنواع النباتية المعروفة أيضا لا يمكن اعتباره كاملا فبين حين وآخر تظهر دراسات تبين وجود هذا أو ذاك من الأنواع النباتية في مكان لم يكن معروفا فيه سابقا، ومن هنا يتبين أن معلوماتنا عن توزيع النباتات على سطح الكرة الأرضية في تغير مستمر.

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

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

وتقسم جغرافيا النبات إلى ثلاثة أقسام رئيسية :

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

تهتم جغرافيا النبات الفلورية بدراسة الفلورا Flora ، وفلورا منطقة ما هي عبارة عن مجموع الأنواع النباتية التي تعيش في هذه المنطقة فيمكن القول فلورا المملكة العربية السعودية ، مصر ، الكويت أو الوطن العربي وهكذا ، وعندما تقتصر دراستنا على تحديد مكان وجود الأنواع النباتية المختلفة ومساحة رقعة انتشارها وحدود هذه الرقعة ، وبالتالي مقارنة فلورا المناطق المختلفة تكون في مجال جغرافيا النبات الفلورية (أي التي تدرس الأنواع النباتية من حيث مكان وجودها وانتشارها وحدود رقعة انتشارها) .

وعند دراسة توزيع الأنواع النباتية ومساحة رقعة انتشارها يظهر سؤال كالتالي : ما هي الأسباب المؤدية إلى وجود نوع ما في منطقة واختفائه في منطقة أخرى ، وكذلك ما هي الأسباب التي تجعل الرقعة Area التي يعيش عليها النوع بهذا الشكل وبهذه المساحة ، وهذه الأسباب معقدة ويمكن وضعها في مجموعتين :

- أ - أسباب بيئية .
- ب - أسباب تاريخية .

وكما هو معروف من علم البيئة أن لكل نوع نباتي ظروف محددة (مناخ، تربة، الخ) يستطيع أن يعيش فيها، إن لم تتوفر هذه الظروف في منطقة ما فإن النوع النباتي لا ينمو في هذه المنطقة.

ويرتبط في الواقع شكل ومساحة رقعة انتشار النوع ومساحة هذه الرقعة ارتباطا وثيقا بالظروف البيئية المحيطة وبالدرجة الأولى المناخ والتربة. ومن هنا نجد أن مجال جغرافيا النبات البيئية Ecological Geography هو دراسة العلاقات والتأثيرات بين الأنواع النباتية والوسط المحيط ومعرفة الارتباط أو العلاقة بين شكل ومساحة رقعة انتشار النوع والظروف البيئية المحيطة.

ولكن يصعب في كثير من الأحيان تفسير توزيع الأنواع، ومساحة رقعة انتشارها، على سطح الكرة الأرضية انطلاقا من الظروف البيئية السائدة حاليا، إذ لا تحتل دائما الأنواع النباتية جميع المناطق الملائمة لنموها أي تلك التي تكون فيها العوامل المناخية والتربة مناسبة لنموها وتكاثرها، وهنا نجد أن للعوامل التاريخية أهمية كبيرة، فربما لم يتيسر للنوع الوصول إلى كل المناطق الملائمة لنموه لعدم توفر وسائل الانتشار أو أنه كان موجودا ولكنه انقرض في هذه المنطقة نتيجة لتغيرات مناخية غير مناسبة في العصور الجيولوجية القديمة وغيرها. ودراسة هذه الأسباب والعلاقات بين النباتات والوسط في العصور الجيولوجية القديمة هو ما يشكل محتوى القسم الثالث من أقسام علم الجغرافيا النباتية أي جغرافيا النبات التاريخية.

لمحة تاريخية

نجد أولى المعلومات عن علم الجغرافيا النباتية Plant Geography في كتابات اليونانيين وذلك قبل الميلاد ببضع مئات من السنين ولكن لم تتعدى دراسة اليونانيين منطقة حوض البحر الأبيض المتوسط الحالية وكانت الفرص أمامهم محدودة لمقارنة أنواع نباتية من مناطق مختلفة. وعندما وصل الاسكندر المقدوني إلى الهند (٣٣٤ - ٣٢٧ ق.م) تمكن اليونانيون من الخروج من منطقة البحر الأبيض المتوسط

والتعرف على الغطاء النباتي لمناطق مختلفة (سهوب آسيا الوسطى ، الصحاري والغابات الاستوائية في الهند) وعندها أصبح من الممكن مقارنة فلورا المناطق المختلفة . وأول عمل في هذا الاتجاه يعود إلى ثيوفراست Theophrastus (تلميذ أرسطو) الذي جمع أنواعا نباتية من مناطق مختلفة أثناء رحلة الاسكندر المقدوني وقارنها مع بعضها وأشار إلى تأثير المناخ والتربة على النباتات .

ولم يتطور علم الجغرافيا النباتية بعد ذلك لا في روما ولا في العصور الوسطى ، وبعد ٢٠٠٠ عام فقط خرجت مرة ثانية أفكار علم الجغرافيا النباتية إلى الوجود بعد ركودها .

ويمكن أن ننسب تاريخ تشكل علم الجغرافيا النباتية إلى سنة ١٨١٧ وذلك عندما صدر كتاب هومبولت Humboldt «أفكار في جغرافيا النبات» والذي كان ثمرة لرحلاته المتعددة والتي دامت خمس سنوات في أمريكا وسيبيريا وآسيا الوسطى وبحر قزوين وغيرها ، والتي مكنته من الاطلاع على نباتات مختلفة وجمعها ونجد في مؤلفاته الاتجاهات الثلاثة لعلم الجغرافيا النباتية الفلورية والبيئية والتاريخية .

وظهر في عام ١٨٢٢ كتاب سكاو Schouw «الأسس العامة للجغرافيا النباتية» والذي قسم فيه الغطاء النباتي للكورة الأرضية إلى ٢٥ منطقة جغرافية نباتية وركز اهتمامه في هذا الكتاب على الجغرافيا النباتية البيئية والفلورية . كما ظهرت في عام ١٨٥٥ أعمال De Candolle «الجغرافيا النباتية» في جزئين ، وحاول ديكاندول إيجاد العلاقة بين توزع النباتات والظروف البيئية الحالية والتاريخية ، وأن تحليل أثر العوامل التاريخية على توزع النباتات الحالي يعتبر من أهم الأفكار التي أتى بها ديكاندول والتي ساعدت على تطور الجغرافيا النباتية التاريخية .

كان لدراسات انغلر Engler (١٨٨٢ - ١٨٨٧) أهمية كبرى في تطور علم الجغرافيا النباتية ، فقد وضع خريطة للمناطق الجغرافية النباتية واعتمد على تقسيمه هذا إلى جانب العوامل البيئية الحالية على العوامل التاريخية لتطور الفلورا .

وتعتبر أعمال الباحث الألماني غريزباخ Grisebach «الغطاء النباتي للكرة الأرضية ١٨٧٢» من أهم الأعمال التي ظهرت في النصف الثاني من القرن التاسع عشر، فقد قسم فلورا الكرة الأرضية إلى ٢٤ منطقة جغرافية نباتية، وهي في كثير من الحالات تتطابق مع تقسيمات سكاو Schouw.

ومن أشهر الأعمال التي ظهرت في روسيا في نهاية القرن الماضي هي دراسات روبرخت Robrecht ودراسات ليتفينوف Litvenov التي ساهمت في تطور علم الجغرافيا النباتية في روسيا، وهذا الأخير هو صاحب الأفكار القائلة بأنه لا يمكن فهم بعض خواص فلورا روسيا إذا لم نأخذ بعين الاعتبار تاريخ هذه الفلورا في العصور الجيولوجية المختلفة، ولقد طور هذه الأفكار فيما بعد لافرينكا Lavrenko وتلمتشفيف Tolmatchev وبابوف Papov وغيرهم (انظر Alechin ١٩٦١).

مرت الجغرافيا النباتية في نهاية القرن التاسع عشر وبداية القرن العشرين بمرحلة ركود وذلك بسبب تطور علم البيئة Ecology وخاصة ظهور كتاب فارمنغ Warming ١٨٩٥ «جغرافيا النبات البيئية» والذي يبحث في العلاقات المتبادلة بين الوسط والنباتات وخاصة تأثير الوسط على مورفولوجيا Morphology وتشريح النبات Anatomy وكذلك ظهور كتاب شمير Schimper ١٨٩٨ «جغرافيا النبات على أسس من وظائف الأعضاء»، والذي حاول فيه دراسة تأثير الوسط على مورفولوجيا وتشريح النبات وتفسير ذلك عن طريق وظائف الأعضاء النباتية Plant physiology.

ولقد قضى علم البيئة بما أثار من اهتمامات جديدة على متابعة دراسة التوزيع الجغرافي النباتي. ولكن الحياة عادت بعد ذلك من جديد إلى دراسة التوزيع النباتي الجغرافي. إذ بدأت مرحلة استنتاجية تعتمد على دراسة توزيع النباتات الجغرافي الوصفية من جهة وعلى العلوم الحديثة كعلم البيئة والوراثة من جهة أخرى.

علاقة علم الجغرافيا النباتية بالعلوم الأخرى

إذا كانت دراسة توزيع النباتات الجغرافي الوصفية تتطلب جمع المعلومات من

الحقل فقط فإن الدراسات الاستنتاجية لهذا العلم تستعمل هذه المعلومات في محاولة لمعرفة العوامل الكامنة وراء هذا التوزيع سواء في وضعه الحالي أو العصور الجيولوجية السابقة، لذا نجد أن هذه الدراسات تعتمد إلى حد كبير على العلوم الأخرى المجاورة مثل علم البيئة Ecology وعلم وظائف الأعضاء النباتية Plant physiology والتصنيف Taxonomy وعلم التطور Evolution وعلم المستحاثات (الحفريات) النباتية Paleobotany وغيرها.

الباب الأول

العوامل التي تؤثر في توزيع النباتات على سطح الكرة الأرضية

- الانتشار
- العوامل البيئية

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

إن العملية الأساسية في الهجرة هي انتقال الوحدات التكاثرية كالبذور والأبواغ Spores والريزومات والأبصال وغيرها بعيدا عن مواطنها الأصلية، ولكن وصول الأعضاء التكاثرية للنوع إلى مواطن جديدة لا يعني أنه أصبح قادرا على الاستيطان فيها، ذلك لأن الاستيطان يشمل ثلاث عمليات تتم على التوالي وهي: الإنبات والنمو والتكاثر. وعليه لا يحدث الاستيطان إلا إذا كانت ظروف البيئة في الموطن الجديد مناسبة لكي تتمكن الوحدات التكاثرية من إكمال العمليات الثلاث بنجاح، إذ قد تهاجر بذور النباتات مثلا إلى مكان لا تسمح الظروف البيئية فيه بالإنبات وقد تسمح لها بالإنبات ولكنها تمنع أي من العمليتين اللاحقتين.

وفيما يلي مناقشة العوامل التي تؤثر في توزيع النباتات وتوسيع رقعة انتشارها.

الفصل الأول

الانتشار

Dispersal

ينشأ النوع النباتي في منطقة معينة ومن ثم يأخذ في توسيع رقعة انتشاره عن طريق الانتشار Dispersal. وتؤثر عدة عوامل في عملية الانتشار وهي قابلية الحركة وعامل النقل ومدة احتفاظ وحدات التكاثر بحيويتها وأخيراً الحواجز أو الموانع التي تحول دون البعثة. تتضح قابلية الحركة، بشكل واضح، في النباتات التي تتحرك بذاتها مثل البكتيريا والدياتومات Diatoms وغيرها من الطحالب مثل الفولفوكس Volvox، أما في معظم النباتات الزهرية الأرضية التي تكون عادة، في حالة نموها الخضري، ثابتة، فإن قابلية الانتقال فيها تعتمد في الدرجة الأولى على حجم وحدات التكاثر ووزنها ومساحة سطحها، خصوصاً تلك التي يتم نقلها بواسطة الرياح، فالبدور أو الثمار الصغيرة الحجم والخفيفة الوزن أكثر قدرة على الحركة من الثمار أو البدور الكبيرة الحجم والثقيلة الوزن، كما تزداد قدرة وحدات التكاثر على الانتشار بواسطة الرياح إذا كان لها تراكيب خاصة كالاشعار أو الأجنحة التي تسهل حملها بواسطة الرياح، أما تلك التي تنتقل بواسطة الحيوانات فلها أشواك أو خطاطيف أو مادة لزجة مما يجعلها تلتصق بجسم الحيوانات التي تنقلها من مكان لآخر. هذا وإن قابلية وحدات التكاثر للحركة هي من أهم العوامل التي تساعد النوع النباتي على احتلال مواطن جديدة فنبات العشر *Calotropis procera* الواسع الانتشار، من أسرع النباتات احتلالاً للأراضي البور أو المناطق التي دُمّر غطاؤها النباتي ذلك أن بذوره خفيفة الوزن ولها زوائد شعرية مما يساعد على حملها بواسطة الرياح إلى مسافات بعيدة عن النبات الأم.

ويتم الانتشار عن طريق:

- أ - وحدات التكاثر الخضرية (الريزومات، الأبصال، الكورمات . . . الخ).
 ب - وحدات التكاثر الجنسية (البذور والشمار).

الانتشار بواسطة الوحدات التكاثرية الخضرية

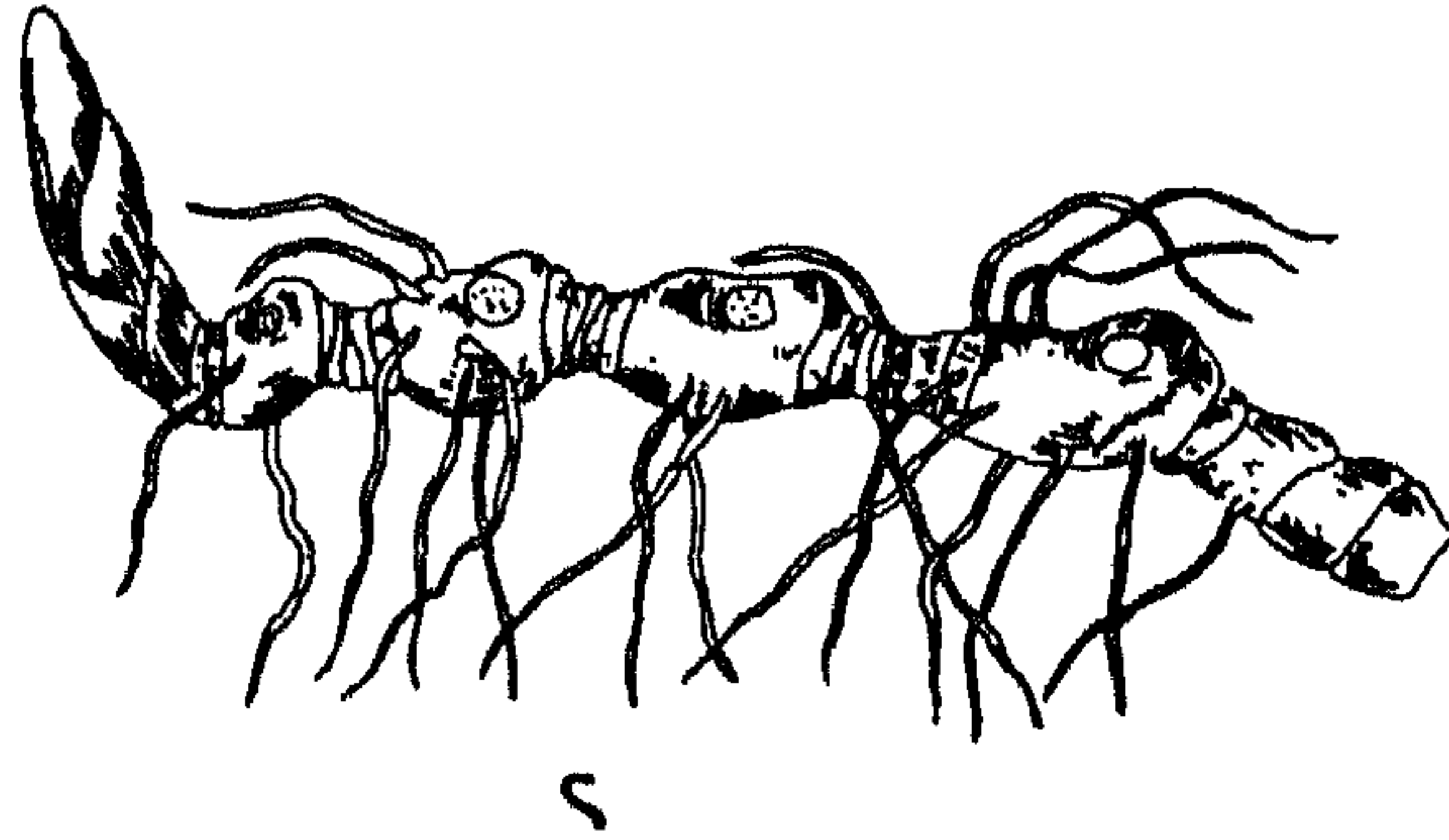
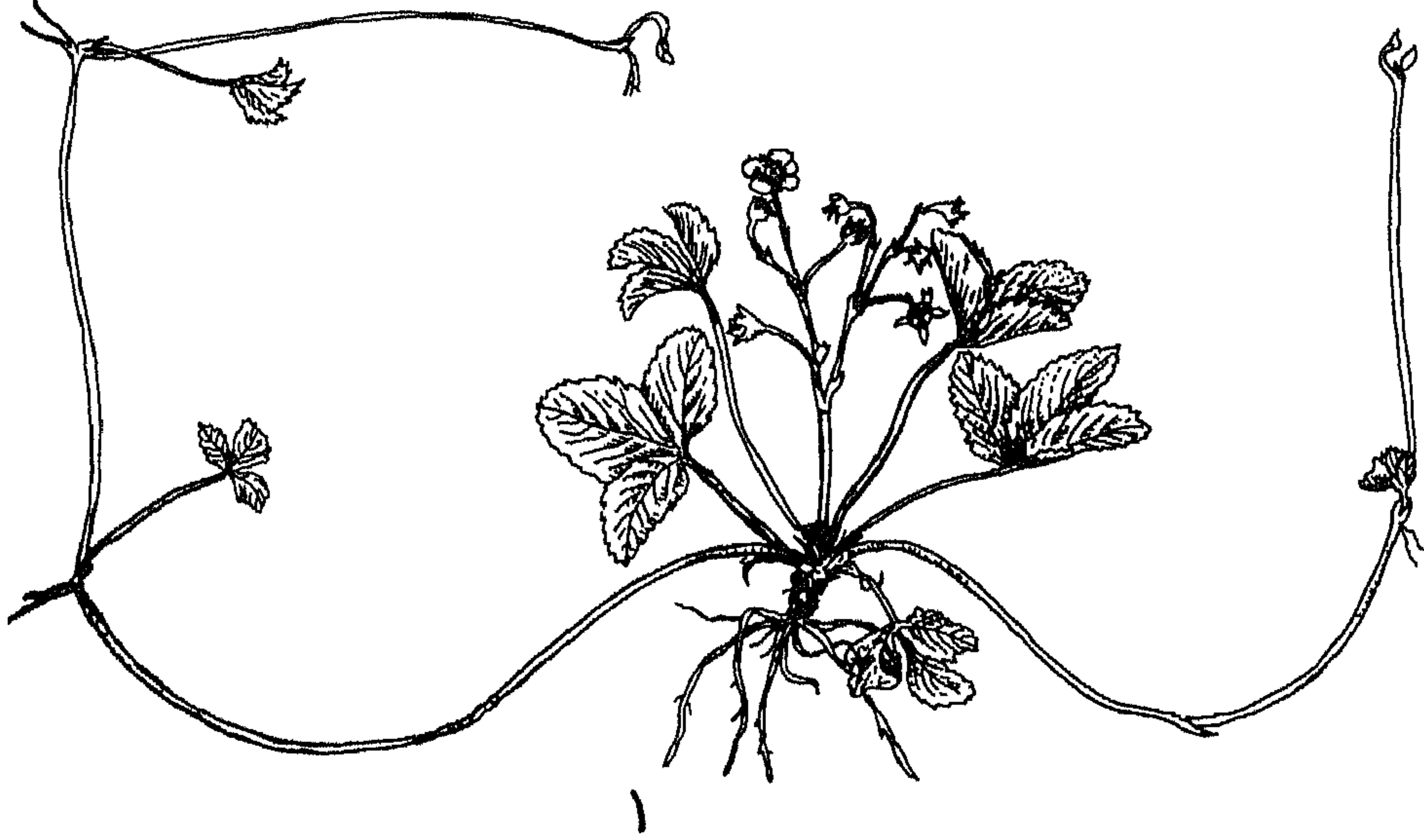
ونجد هذا النمط من الانتشار في بعض أنواع الفطر التي تشكل ما يسمى بالحلقة السحرية Fairy ring حيث تأخذ خيوط الفطر المطمورة في التربة شكل حلقة يزداد قطرها عاما بعد آخر ويتوقف زيادة قطر الحلقة على نوع الفطر فيصل في فطر *Hydnum suaveolens* حتى ٣٣سم / سنه وفي فطر *Marasmius oreades* ١٢سم / سنه وفي فطر *Psaliota arvensis* ٥٠سم / سنه .

ويمكن للأعضاء الخضرية المختلفة (الكورمة، الريزومة، الدرنة . . . الخ)، أن تنقل النبات من مكانه الأصلي فمثلا يمكن لنبات الفراولة *Fragaria vesca*، الذي يملك سوقا زاحفة (شكل ١) أن تنبت في منطقة العقد التي تلامس التربة جذورا عرضية وفروعاً جديدة تنفصل عن النبات الأم وتبتعد بالتدرج. كما تنبت على جذور نبات الغرغار *Ulmus* براعم عرضية تنمو وتعطي نباتا جديدا بعيدا عن النبات الأم مسافة كبيرة تصل في بعض الأحيان إلى أكثر من ٤٠م ونذكر كذلك نبات القصب *Phragmites communis* الذي يستطيع أن يغطي مساحات واسعة عن طريق ريزوماته الزاحفة.

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

الانتشار بواسطة الوحدات التكاثرية الجنسية

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



شكل (١) الانتشار بواسطة الأعضاء الخضرية.

١ - ساق جارية في نبات الفراولة

٢ - الريزومة

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

ب - الأنواع غير ذاتية الانتشار Allochores وهي الأنواع التي تكيفت بذورها أو

ثمارها للانتشار بواسطة الهواء Anemochores أو الماء Hydatochores أو الحيوانات Zoochores أو الانسان .

الأنواع ذاتية الانتشار Autochores

وهي الأنواع المتكيفة لقذف بذورها أو ثمارها إلى مسافة معينة عن النبات الأم . ويكون هذا النمط من الانتشار فعالا في المناطق حيث يكون التنافس بين النباتات ضعيفا، وهذا ما يلاحظ في حال الغطاء النباتي قليل الكثافة كالصحاري ، وعلى الأراضي الملحية وغيرها، ومن أمثلة ذلك تفجر الثمار وخروج البذور نتيجة للضغط الداخلي للثمرة كما في قثاء الحمار *Ecballium elaterium* إذ تنفصل الثمرة بعد نضجها عن النبات في نقطة التصاقها بالشمراخ وتخرج منها البذور مع السائل اللزج لمسافة بعيدة . كما يمكن لنبات *Impatiens nolitangere* أن يقذف بذوره إلى مسافة بعيدة وذلك بمجرد لمس الثمرة الجافة، فالثمرة تتألف من خمسة مصاريع، وعند لمس الثمرة تلتف المصاريع الخمسة بشكل سريع نحو الداخل وتنتثر البذور لمسافة بعيدة، والأمر نفسه نجده في البنفسج *Viola* إذ أن الثمرة ثلاثية المصاريع تتفتح عند جفافها بسرعة وتقذف البذور لمسافة تصل إلى ٢ - ٥ م (شكل ٢) .

وهناك بعض الأنواع مثل *Montia fontana* التي تقذف بذورها بشكل قوس للأعلى حتى مسافة ٦٠ سم وبعدها تسقط البذور بعيدة وإذا كانت الرياح قوية يمكن أن تحمل هذه البذور لمسافة بعيدة .

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

الأنواع غير ذاتية الانتشار Allochores

وهي الأنواع التي تنتقل بذورها وثمارها من مكان إلى آخر بواسطة عوامل الانتشار



شكل (٢) بعض أنماط الانتشار الذاتي .

أ - ثمار نبات *Impatiens* ب - ثمار نبات الغرنوق *Geranium*
ج - ثمار نبات البنفسج د - ثمار نبات قناء الحمار

الخارجية وتملك هذه الأنواع وسائل تكيفية تمكنها من الانتقال إلى مسافات بعيدة، ويتم انتشار هذه الأنواع بالطرق التالية:

١ - الانتشار بواسطة الرياح Wind dispersal

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

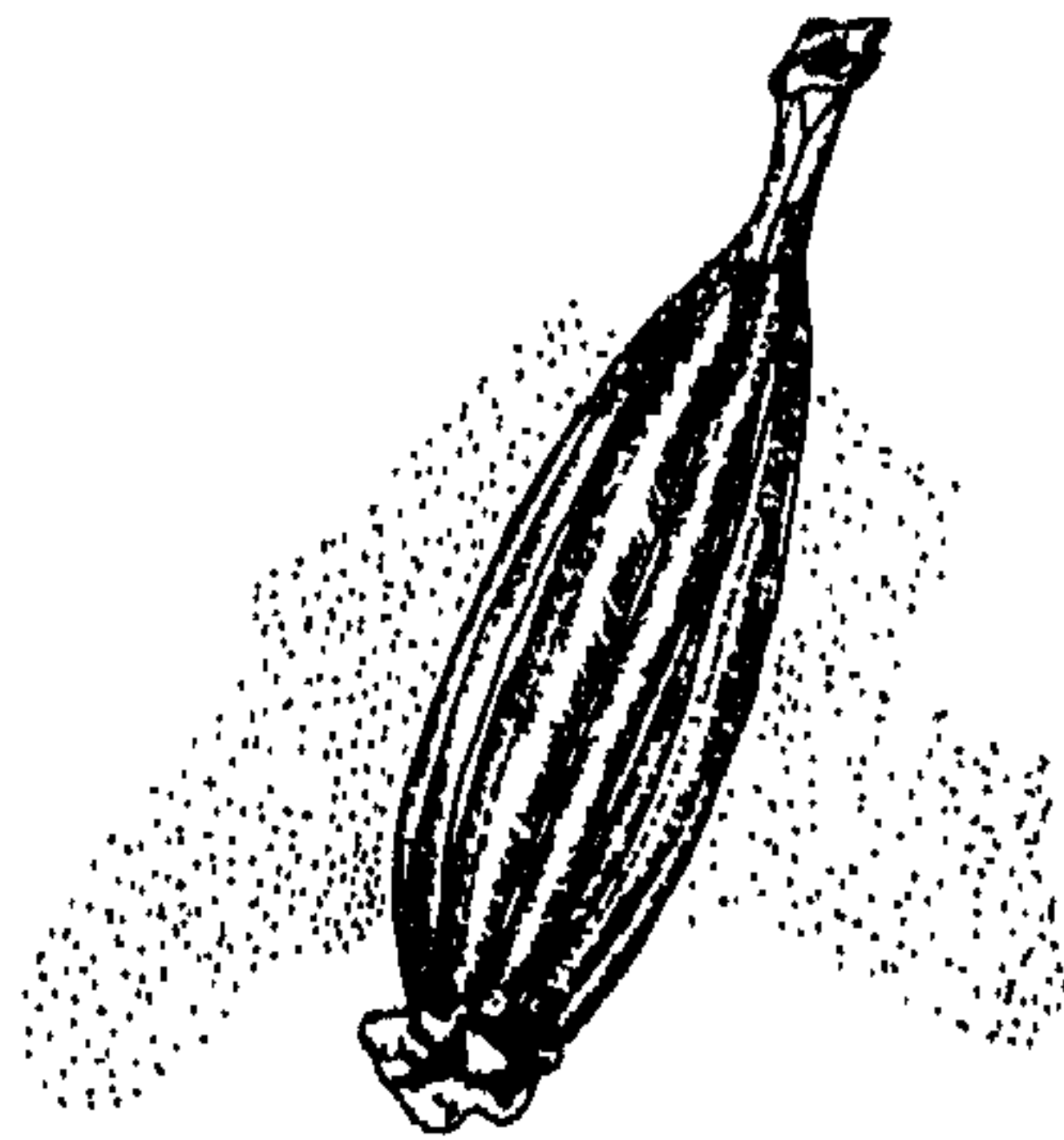
- أ - الوزن الخفيف .
- ب - وجود تشكلات خاصة كالأجنحة والشعر .
- ج - الثمار المنتفخة التي تشكل ما يشبه الكرة المملوءة بالهواء وفي داخلها البذرة .

وفيما يلي نوجز تكيفات الأبواغ والبذور والثمار للانتشار بواسطة الرياح .

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

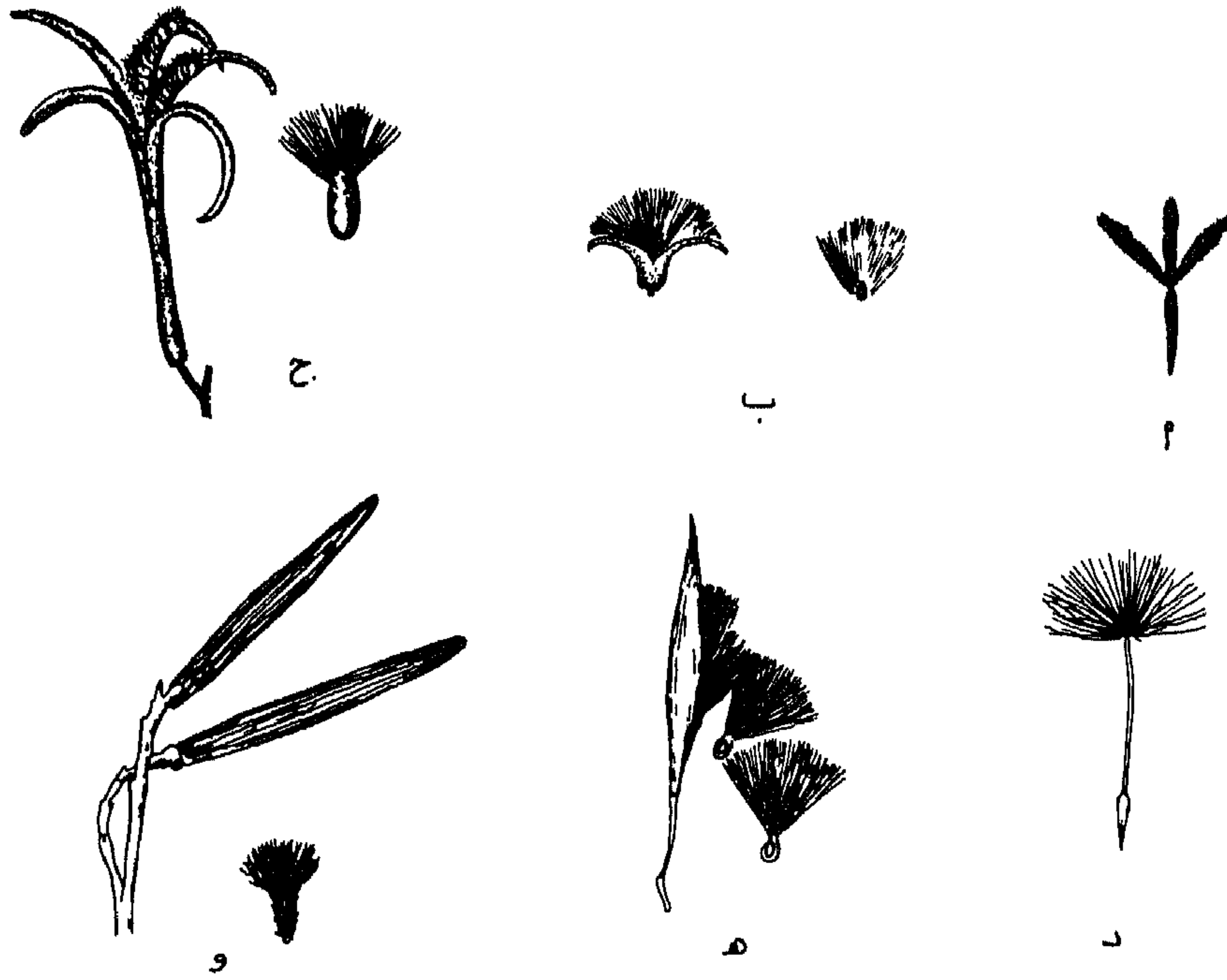
والطحالب والسراخس وغيرها، فالحجم الصغير والوزن الخفيف يمكّن الأبواغ من أن تحمل بواسطة الهواء إلى عشرات بل مئات الكيلومترات، وبهذا الشكل انتقلت فطور الصدأ Uredinales من البرازيل إلى الارغواي، ويؤدي تسخن طبقات الهواء الملاصقة لسطح التربة إلى تكوّن تيارات هوائية صاعدة تحمل معها الأبواغ إلى الطبقات العليا، فمثلا أبواغ فطر صدأ القمح *Puccinia graminis* تصل إلى ارتفاع ٤٩٥٠ م وأبواغ فطر *Alternaria* تصل حتى ٣١٥٠ م. وتشير الدراسات (Wulff ١٩٣٣) إلى أن الأبواغ تصل حتى ارتفاع ٥٠٠٠ م، فإذا أضفنا إلى ذلك الأعداد الهائلة التي تغطيها هذه النباتات من الأبواغ والتي تصل في بعض الحالات إلى بليون بوغة (مثل الفطر *Agaricus*) وقدرة الأبواغ على تحمل الظروف غير المناسبة فترة طويلة تصل حتى ١٠ سنوات أدركنا سبب التوزيع الجغرافي الواسع لهذه النباتات.

ب - البذور الغبارية *Dust seeds*. حيث البذور صغيرة الحجم وخفيفة الوزن مما يمكنها من الانتقال مع الرياح لمسافات طويلة، فمثلا تزن بذور نبات *Pirola uniflora* حوالي ٠,٠٠٤ مجم ونبات *Gymnadenia conopsea* حوالي ٠,٠٠٨ مجم ونبات *Orobanche ionantha* حوالي ٠,٠٠١ مجم وغيرها وكذلك أنواع الفصيلة السحلبية *Orchidaceae* والتي تتشكل داخل ثمرتها العلبية مئات البذور الدقيقة والتي لا يزيد طولها عن ١ مم مثل هذه البذور تنتقل بالرياح إلى مسافات بعيدة تماما كالأبواغ (شكل ٣).



شكل (٣) الثمرة والبذور الغبارية في نبات *Cymbidium* من الفصيلة السحلبية.

جـ - البذور والثمار المجهزة بالشعر **Plumed seeds and fruits**. حيث البذور والثمار مجهزة بالشعر التي غالبا ما تشكل مظلة صغيرة تساعد على حمل البذور والثمار بواسطة الرياح وبالتالي بعثرتها مثل بذور الدفلة *Nerium* و *Epilobium* ، وكذلك ثمار الهندباء *Taraxacum officinale* وبعض أنواع الفصيلة النجيلية مثل *Stipa* و *Aristida* كما تلعب الأشعار الطويلة دورا هاما في بعثرة بذور وثمار العشر *Calotropis procera* والصفصاف *Salix* والحور *Populus* وغيرها (شكل ٤).

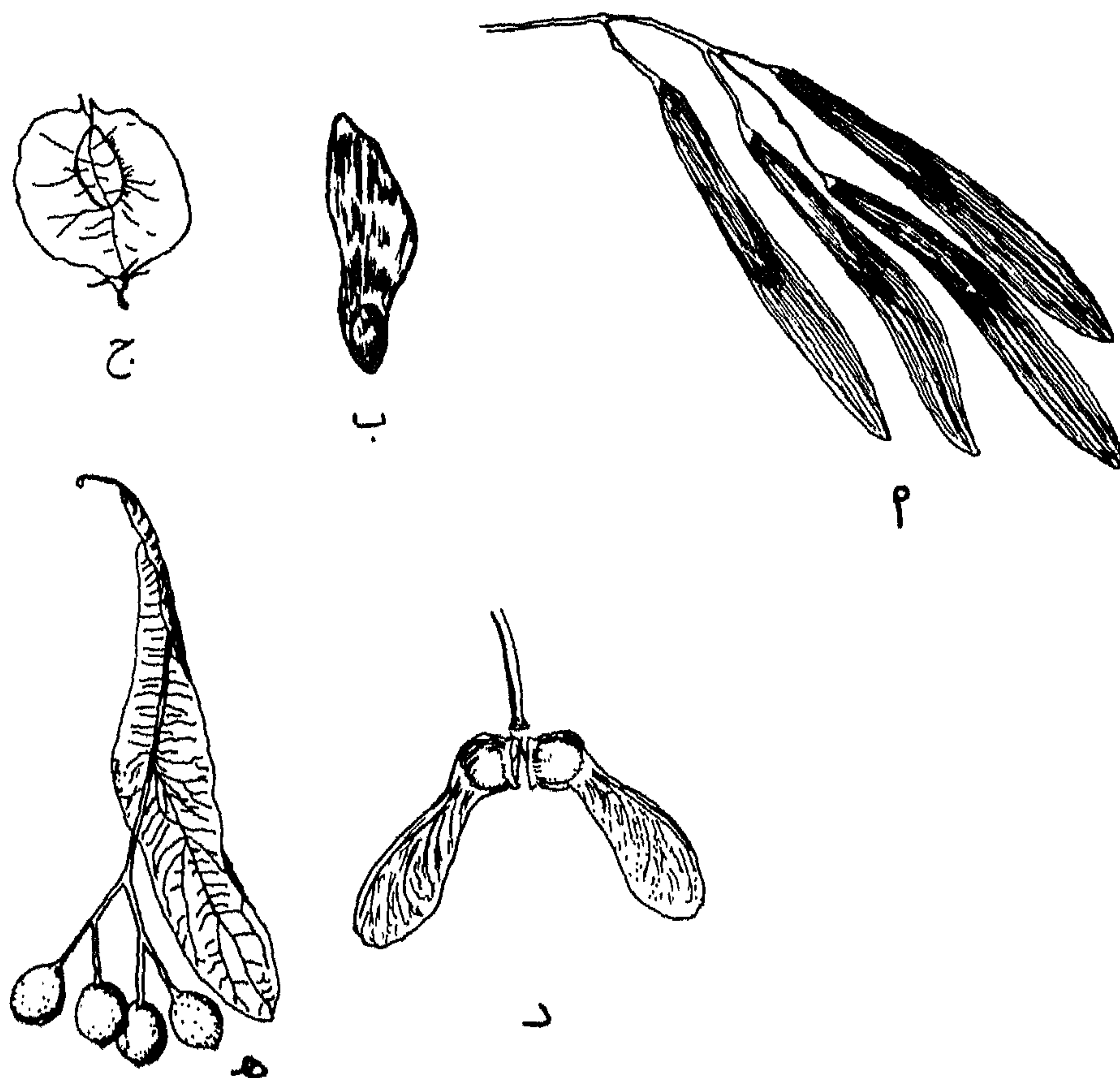


شكل (٤) ثمار وبذور تنتشر بواسطة الشعر والزغب.

- | | |
|-----------------------------------|------------------------|
| أ - ثمار الأرسيدا <i>Aristida</i> | ب - ثمار وبذور الصفصاف |
| ج - ثمار وبذور <i>Epilobium</i> | د - ثمار الهندباء |
| هـ - ثمار وبذور <i>Asclepians</i> | و - ثمار وبذور الدفلة |

د - البذور والثمار المجنحة **Winged seeds and fruits**. تكون البذرة في هذه الحالة مجهزة بجناح رقيق يساعدها على الطيران مثل الصنوبر *Pinus* ، أو أن الثمار مزودة بأجنحة تمكنها من التعلق في الهواء مثل ثمار البتولا *Betula* والقيقب *Acer* والفرغار

Ulmus والعثرب *Rumex nervosus* والخزامى *Horwoodia dicksoniae* (شكل ٥).



شكل (٥) بذور وثمار مجنحة.

ج - ثمار الفرغار

ب - بذور الصنوبر

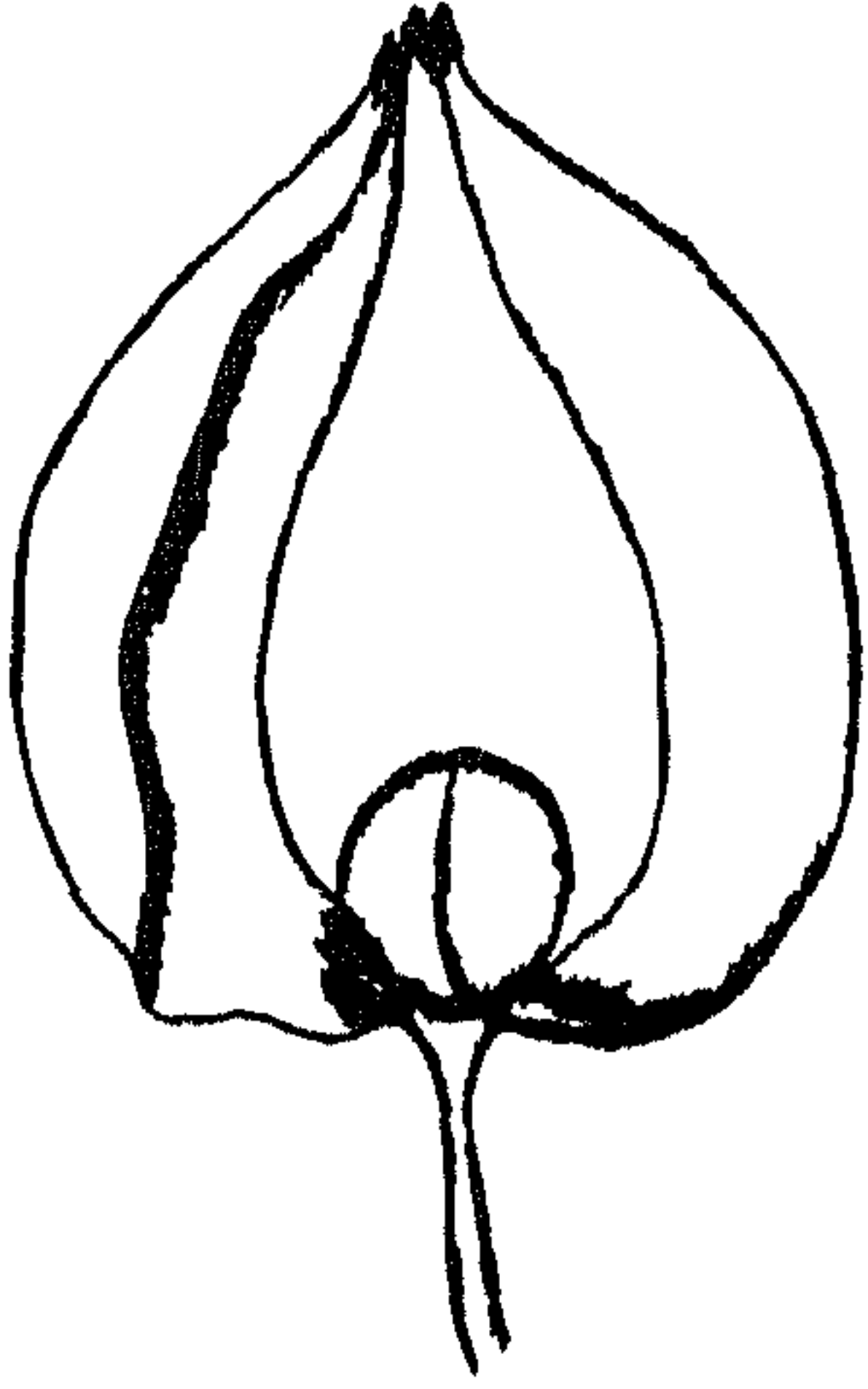
أ - ثمار الدردار

هـ - ثمار الزيزفون

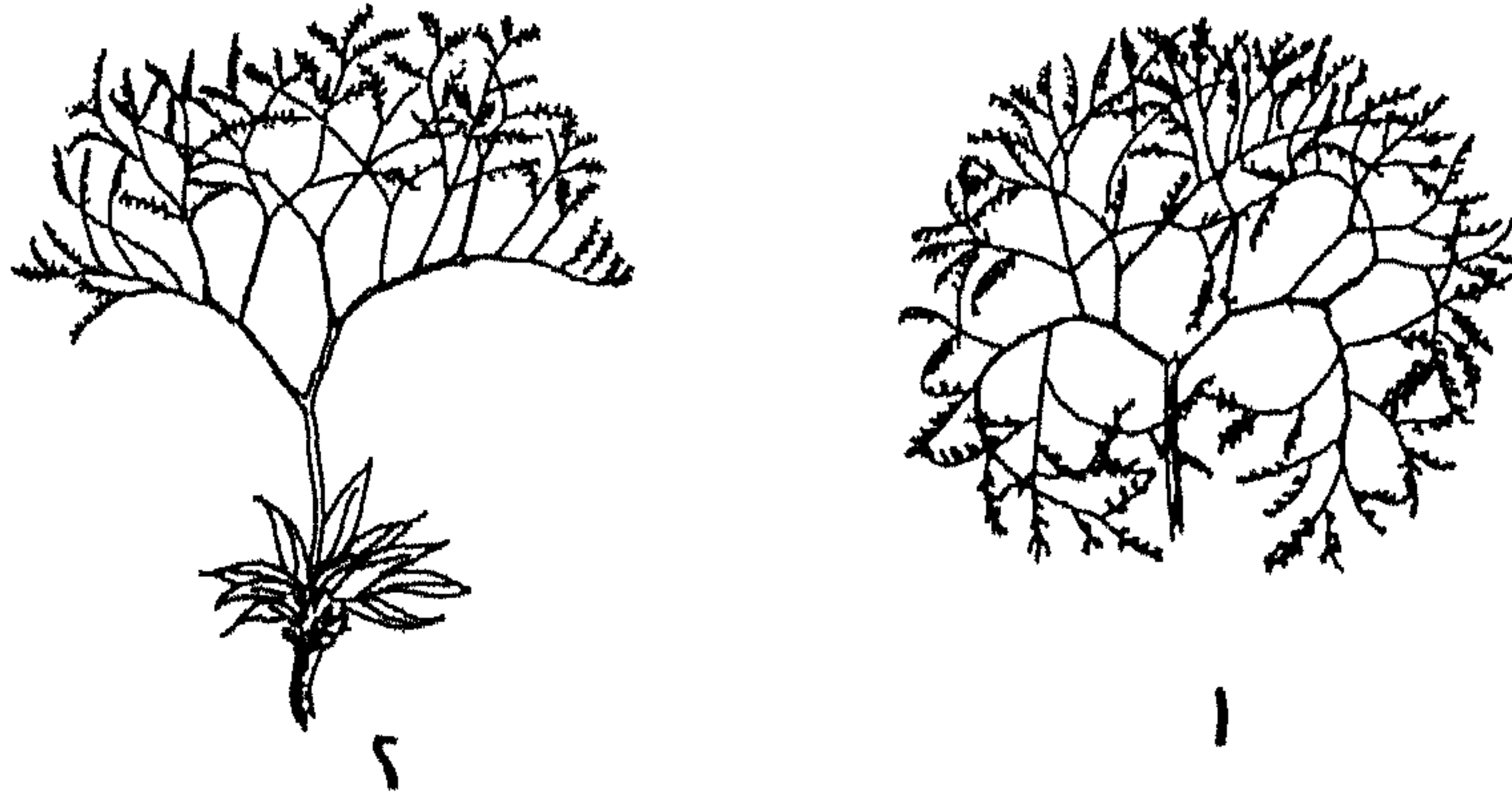
د - ثمار القيقب

هـ - الثمار المنتفخة. تكون الثمرة على شكل الكرة المملوءة بالهواء لانتفاخ أجزاء منها كالقأس الذي يكبر ويحفظ الثمرة في داخله على نحو ما نجده في نبات *Physalis* وكذلك في بعض أنواع الجنس *Astragalus* وغيرها (شكل ٦).

و - النباتات المتدحرجة. حيث ينتقل النبات كاملاً بواسطة الرياح، وهذا ما

شكل (٦) ثمرة متفخخة في نبات فيزالس *Physalis*.

يلاحظ في بعض النباتات الصحراوية خاصة، فللنبات شكل شبه كروي ناجم عن تفرعه الشديد، وعند نضج النبات ينفصل عن الجذروبعدها يتدحرج بفعل الرياح إلى مسافات بعيدة عن مكان نموه، ومن الجدير بالذكر أن البذور تنفصل تدريجياً عن النبات مما يؤدي إلى توزيعها على مسافات كبيرة مثل نبات السالسول *Salsola* و *Gypsophila* و *Statice* وغيرها (شكل ٧).

شكل (٧) نبات متدحرج (*Statice gmelini*).

ب - أثناء الإزهار

أ - أثناء نضج الثمار

الحواجز والعقبات التي تحول دون الانتشار بواسطة الرياح

تتعدد الحواجز Barriers التي تقف في طريق انتشار النباتات بواسطة الرياح وأهمها:

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

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

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

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

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

وهناك كثير من الباحثين مثل ريدلي (Ridley ١٩٣٠) وديكاندول (De Candolle ١٨٥٥) وكيرنر (Kerner ١٨٩٥)، يعتقدون أن الرياح حتى الشديدة منها لا تستطيع حمل البذور والثمار المتكيفة إلى مسافات بعيدة، وذلك لاعتقادهم أن هذه البذور والثمار تنتقل بالهواء على مراحل، أي أن هبة الرياح تقذفها إلى مسافة معينة ثم تهدأ وهذا يؤدي إلى سقوطها على الأرض وأن احتمال حملها ونقلها مرة ثانية بالرياح هي إمكانية

نادرة، ولذا لا تنقل الرياح حسب رأيهم البذور والثمار المتكيفة إلى مسافة أكثر من ٤ - ٦ كم.

هذا ويتم الانتشار بشكل تدريجي، أي أن النوع ينتقل من المنطقة التي يعيش فيها إلى المنطقة المجاورة لها مباشرة وبالتالي فإن عملية انتشار وتوسيع رقعة النوع تتم كقاعدة عامة دون أن يحدث تقطع في الرقعة، وبالرغم من ذلك فهناك أساس للافتراض أن الأعضاء التكاثرية لبعض الأنواع يمكن أن تنتقل إلى مكان بعيد عن مكان وجودها وهذا يؤدي إلى تقطع الرقعة كما في بعض المناطق الجبلية في أفريقيا الاستوائية، ولكن مثل هذه الحالات قليلة بل ونادرة ويجب أن لا يعزى لمثل هذه القفزات الانتشارية أهمية كبيرة (Tolmatchev ١٩٧٤).

٢ - الانتشار بواسطة الماء

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

أما بالنسبة للنباتات التي تعيش على اليابسة فيمكن لها أن تنتقل بواسطة التيارات البحرية والأنهار والسيول إذا كانت بذورها وثمارها متكيفة لذلك، والتكيفات التي تمكن البذور والثمار من الانتشار بالماء هي :

١ - أن تكون قادرة على الطفو على الماء، أي أن يكون الوزن الحجمي لها أقل من كثافة الماء، وهذا ما يتحقق بتشكيل أنسجة خاصة مملوءة بالهواء بين الخلايا أو بوجود خلايا معينة وفجوات مملوءة بالهواء.

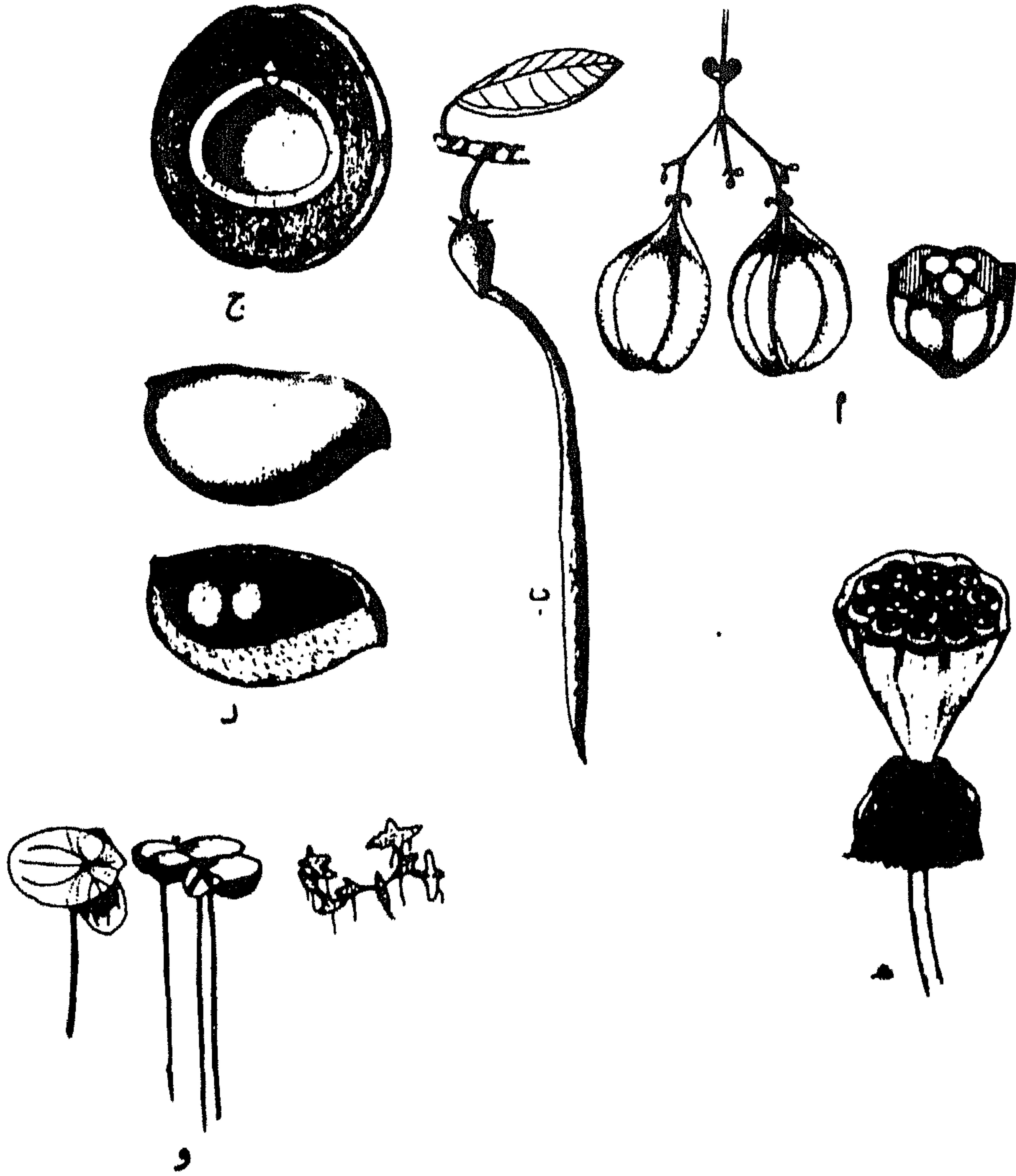
ب - عدم دخول الماء إلى داخل البذور والثمار، وذلك لأن دخول الماء (خاصة الماء المالح) يؤدي إلى تعفنها وقتل الجنين، وفي هذه البذور والثمار توجد طبقة شمعية أو أنسجة كثيفة لا تسمح بنفاذ الماء إلى داخل الثمار والبذور.

جـ - أن تكون البذور قادرة على الإنبات بعد نقلها بالماء .

ومن أبرز طرق الانتشار بالماء هي :

١ - الانتشار بالتيارات البحرية . يمكن للتيارات البحرية أن تنقل البذور والثمار إلى مسافات تصل حتى ١٠٠٠ كم، وأكثر النباتات المتكيفة للبعثرة المائية هي النباتات التي تعيش على الشواطئ، مثل ذلك نبات جوز الهند *Cocos nucifera* (شكل ٨)، فلثمره في جوز الهند غلاف ليفي وآخر متخشب وكتيم يمنع نفاذ الماء إلى داخلها، وتتألف البذرة الموجودة داخل الثمرة من اندوسبيرم لحمي أبيض اللون (وهو عبارة عن نسيج ادخاري ويشكل الجزء الذي يؤكل)، وفي إحدى زواياه يوجد الجنين الصغير، وتحوي البذرة على اندوسبيرم سائل لم تتشكل فيه الجدر الخلوية، فهذه الثمرة تستطيع أن تطفو على سطح الماء نظرا لوجود فراغ مملوء بالهواء داخل الاندوسبيرم اللحمي، كما أن الغلاف الكتيم لا يسمح للماء بالنفاذ إلى داخل البذرة. وهناك بعض الدراسات التي تشير إلى أن هذه الثمار تستطيع أن تطفو على سطح الماء مدة تتراوح بين ٣ و ١٦ شهرا، دون أن تفقد قدرتها على الإنبات وهذا هو سبب الانتشار الواسع لهذا النبات في شواطئ الجزر الاستوائية بما فيها الجزر المنعزلة (Tolmatchev ١٩٧٤). وكذلك يعزى الانتشار الواسع للنبات الاستوائي *Ipomoea stolonifera* إلى نقل ثماره بواسطة التيارات البحرية.

إن التجارب التي قام بها دارون (Darwin ١٨٧٣) لمعرفة إمكانية إنبات بذور عدد كبير من النباتات وخاصة الشاطئية تبين أن ١٠٪ من بذور أنواع أية منطقة يمكن أن تنبت بعد وضعها في الماء مدة ٢٨ يوما، فإذا اعتبرنا أن متوسط سرعة التيارات البحرية حوالي خمسين كيلومترا في اليوم، فإن هذه الأنواع النباتية يمكن أن تنتقل بالماء إلى مسافات تصل حتى ١٤٠٠ كيلومترا، وإذا وقعت في مكان مناسب لنموها فيمكن لها أن تنبت وتنمو وتتكاثر. كما ويمكن للأجزاء الجافة من النباتات التي تحمل بذورا أو ثمارا أن تنتقل بالتيارات البحرية إلى مسافات بعيدة دون أن تمس بذورها وثمارها بالماء، وهذا ما نجده في النبات الاستوائي المتسلق *Entada scandens* الذي وجدت بذوره في شواطئ شمال أوروبا.



شكل (٨) الانتشار بواسطة الماء.

- أ - ثمرة نبات *Cardiospermum*
 ب - بذرة نابتة لنبات *Rhizophora*
 ج - ثمرة جوز الهند
 د - ثمرة نبات *Heritiera littoralis*
 هـ - ثمرة نبات اللوتس
 و - ثلاثة أنواع من نبات عدس الماء *Lemna*

ويستبعد ديكاندول (De Candolle ١٨٥٥) وريدي (Ridley ١٩٣٠) إمكانية انتشار النباتات غير الشاطئية بواسطة التيارات البحرية، ويعتقدان أنه حتى في حالة انتقالها بالتيارات البحرية فإنه من الصعب أن تصل إلى المكان المناسب لنموها وتكاثرها.

ب - الانتشار بواسطة الأنهار والجداول والسيول . انتشار الثمار والبذور والأجزاء الأخرى من النباتات بالأنهار معروفة منذ القدم، إذ يمكن للأنهار أن تنقل الوحدات التكاثرية * Diaspores إلى مسافات طويلة داخل البحار والمحيطات، وإذا ما وصلت إلى الجزر القريبة من الشاطئ وتوفرت لها الظروف الملائمة فيمكن لها أن تنبت وتنمو وتتكاثر على هذه الجزر. هذا وإن الوحدات التكاثرية التي تنتقل بالأنهار غالباً ما تتوضع على ضفافها وفي مناطق تجمع المياه، وبالتالي تساهم الأنهار في انتشار النباتات على طول مجراها، مثال ذلك نبات اللوتس *Nelumbium speciosum* حيث لتخت الزهرة فيه شكل مخروط مقلوب وجهه العلوي مسطح ويحتوي على تجاويف توجد فيها الثمار، وبعد نضج الثمار يفصل تحت الزهرة مع الثمار عن النبات وينتقل بواسطة الماء (شكل ٨)، كذلك نبات عدس الماء *Lemna* يطفو على سطح الماء وينتقل بالماء من مكان لآخر.

ويمكن للسيول التي تتشكل بعد هطول الأمطار أن تنقل الوحدات التكاثرية باتجاه مجرى هذه السيول، وهذا النمط من الانتشار (خاصة في المناطق الجافة) يؤمن نقل الوحدات التكاثرية وإيصالها إلى الوسط المناسب، وذلك لأنه في أماكن تجمع المياه تكون التربة خصبة ورطبة وهذا ما يشكل وسطاً مناسباً لنمو النباتات وتكاثرها.

٣ - الانتشار بواسطة الحيوانات عدا الإنسان

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

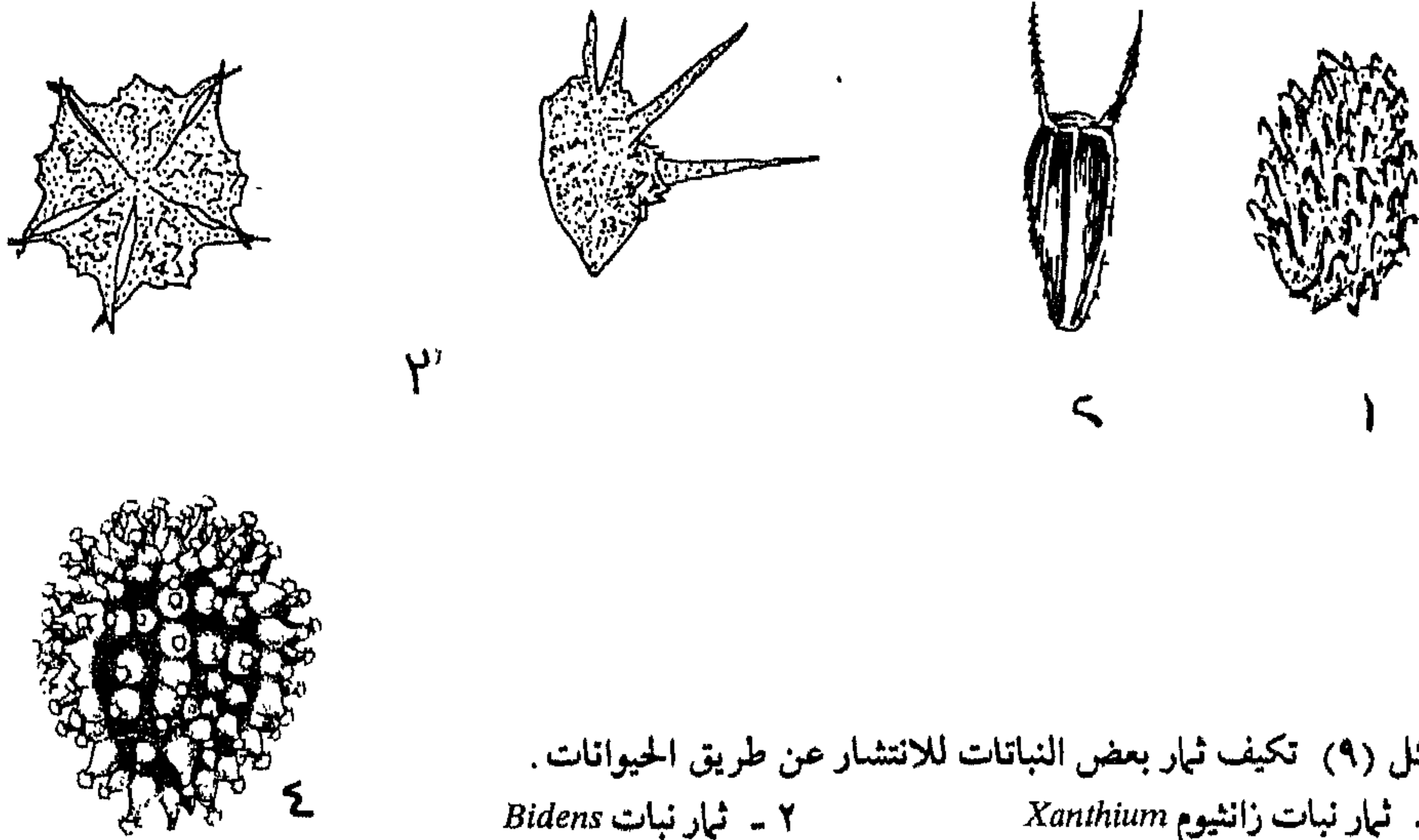
* Diaspores أي جزء من النبات يفصل عنه بشكل طبيعي ويؤدي إلى تكاثره كالبذور والثمار والأبصال والدرنات وغيرها أي الوحدات التكاثرية .

يتم عن طريق:

- ا - الانتقال داخل الجهاز الهضمي للحيوانات Endozoochory.
- ب - الالتصاق بجسم الحيوانات Epizoochory.
- ج - ادخار المواد الغذائية وبناء الأعشاش Synzoochory.

غالباً ما تكون البذور والشمار التي تنتقل عن طريق الجهاز الهضمي للحيوانات صالحة للأكل وذات ألوان جذابة، كما أنها ذات غلف كتيمة تستطيع مقاومة العصارات الهاضمة وبالتالي تبقى محتفظة بقدرتها على الإنبات بعد خروجها من الجهاز الهضمي للحيوانات. وبذور بعض النباتات لا تستطيع امتصاص الماء إلا إذا مرت داخل الجهاز الهضمي للحيوانات، وذلك لأن العصارات الهاضمة تلين غلف البذور وبالتالي يصبح إنباتها أسرع وأسهل، مثال ذلك نبات الفاكسنوم *Vaccinium* ونبات *myrtillus* ونبات *Vaccinium vites idaea* فقد تبين أن مرور هذه البذور خلال القناة الهضمية ضروري لإنباتها، أما البذور التي تسقط على التربة فغالباً ما لاتنبت نتيجة لتعفن الجزء اللحمي من الثمرة (Voronov 1973)، وكذلك نبات *Empetrum* الذي لا يستطيع بذوره امتصاص الماء إلا بعد خروجها من الجهاز الهضمي للطيور. تشكل ثمار نباتات الاكاشيا *Acacia* والمسكيت، في المناطق الجافة وشبه الجافة، مادة غذائية هامة للحيوانات الأمر الذي يساعد على انتشار بذورها وتلين قصرتها وذلك بعد خروجها من الجهاز الهضمي للحيوانات، وهذا يجعلها أكثر نفاذية للماء فيسهل إنباتها، وكثيراً ما تشاهد بذور هذه النباتات نامية في روث الحيوانات في الزرائب حيث تحفظ الحيوانات، (Mahmoud and Obeid 1971) أو في الطرق التي تسلكها الماشية إلى أماكن تجمع المياه والشرب.

أما البذور والشمار التي تنتقل بالالتصاق الخارجي بجسم الحيوانات فغالباً ما تملك تكيفات تمكنها من الالتصاق كالكلابات مثل نبات الضريسة *Tribulus terrestris* ونبات *Xanthium* (شكل ٩) أو أنها ذات سطوح لزجة كما في نبات الدبق *Viscum album* و *Phoradendron* و *Loranthus* وغيرها.



شكل (٩) تكيف ثمار بعض النباتات للانتشار عن طريق الحيوانات .

١ - ثمار نبات زانثيوم *Xanthium*٢ - ثمار نبات *Bidens*٣ - ثمار نبات الضريسة *Tribulus terrestris*٤ - ثمار نبات *Cynoglossum amabile*

إضافة إلى أن بذور وثمار بعض الأنواع النباتية يمكنها الانتقال مع الأوحال التي تلتصق بأقدام الحيوانات ومناقير الطيور.

ويتم الانتشار بواسطة الحيوانات عن طريق:

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

وقد نقلت الطيور إلى منطقة فورونوج ١٨ نوعا نباتيا منها البيلسان *Sambucus* و *Viburnum* و *Rhamnus* و *Padus* و *Rubus nigrum* وغيرها. وفي تجارب لدارون (Darwin ١٨٧٣) بينت أنه خلال شهرين استطاع أن يحصل من فضلات الطيور في حديقته على ١٢ نوعا نباتيا، وعند زرعها أنبت القسم الأعظم منها، كما تبين له أن

بذور القمح والشوفان والقنب والنفل والبنجر تستطيع الإنبات بعد بقائها في حوصلة الطيور مدة ١٢ - ٢١ ساعة .

ويمكن للطيور المهاجرة أن تنقل البذور إلى مسافات بعيدة، فالتجارب تبين أن بعض البذور يمكن أن تبقى في حوصلة الطائر ١٢ - ١٨ ساعة دون أن تفقد القدرة على الإنبات، وبما أن سرعة الطيور المهاجرة حوالي ٥٠ كيلومتراً في الساعة، فيمكن لهذه الطيور المهاجرة أن تقطع مسافة خلال هذه الـ ١٢ - ١٨ ساعة تقدر بـ ٨٠٠ كيلومتراً، وإذا حدث أن ماتت هذه الطيور وخرجت البذور من حوصلتها، تكون البذور قد انتشرت إلى مسافات كبيرة .

وفي تجربة للباحث كيرنر (Kerner ١٨٩٥) أطمع فيها ١٦ نوعاً من الطيور بذور ٢٥٠ نوعاً نباتياً، تبين أنه يمكن تقسيم هذه الطيور إلى ثلاث مجموعات . الأولى : ومنها الحمام والحسون والدجاج وغيرها تستطيع أن تكسر البذور وتميت الجنين وذلك لوجود الرمال في القانصة، ولم يستطع إيجاد نوع واحد تمكن من الإنبات بعد خروجه مع فضلات هذه الطيور. الثانية : كالغراب، تستطيع الثمار الكرزية أن تنبت بعد خروجها مع فضلات هذه الطيور، فقد أنبتت أغلب بذور الكرز التي أطمعت لها. الثالثة : كالشحرور وبعض الطيور المغنية التي تتغذى بالبذور صغيرة الحجم والتي لا يتجاوز قطرها ٣ - ٥ مم وتبين أن البذور تمر خلال جهازها الهضمي بسرعة (حتى ٣ ساعات) وبالتالي فإن ٧٥ - ٨٠٪ من البذور التي تناولتها هذه الطيور قد أنبتت .

كذلك يمكن للطيور نقل البذور بسطحها الخارجي (الأجنحة، الأرجل، المنقار . . . الخ) في ملاحظات دارون Darwin تبين أن البذور تنتقل مع الأوحال اللاصقة على أرجل الطيور خاصة التي تعيش في المستنقعات، فمن الطين اللاصق على أرجل واحد من الطيور استطاع أن يجد بذور ثلاثة أنواع نباتية، وبعد زرعها أنبت منها ٨٢ بذرة. والباحث كيرنر Kerner لا يستبعد انتقال هذه البذور بهذه الطريقة وإنما يعتقد بأن عدد الأنواع التي تتمكن من ذلك ليست كثيرة وأغلبها نباتات شاطئية ومستنقعية حولية صغيرة الجذور.

٢ - الحيوانات الأخرى والحشرات . تعتبر الثدييات والحيوانات الأخرى عاملا هاما من عوامل انتشار النباتات سواء عن طريق جهازها الهضمي أو سطحها الخارجي . وكثير من الحيوانات تنقل البذور إلى مسافات طويلة ، فيقول Daubenmire ١٩٤٧ ، بأنه يمكن للماشية نقل نبات المسكيت *Prosopis* إلى مسافات بعيدة بواسطة جهازها الهضمي وذلك لأن بذوره لا تتأثر بالعصارات الهضمية ، كما يمكن للأرانب نقل بذور نبات الصبار *Opuntia* وغيرها . وفي المناطق الشمالية من الاتحاد السوفيتي ساهمت الدببة في انتشار نبات *Padus* كذلك عن طريق جهازها الهضمي . إضافة إلى ذلك يمكن للحيوانات أن تنقل الأنواع النباتية المتكيفة للالتصاق بأجسامها مثل بعض أنواع الفصائل المركبة *Compositae* والخيمية *Umbelliferae* والوردية *Rosaceae* والفراشية *Papilionaceae* وغيرها ، ولا بد من الإشارة إلى أن الحيوانات عندما تنتقل من مكان لآخر فإنها تختار منطقة مشابهة لتلك التي كانت فيها وبالتالي فإنها تنقل النباتات إلى وسط قريب من وسطها الذي تعيش فيه وهذا ما يمكنها من النمو والتكاثر .

ويمكن لكثير من الحيوانات التي تدخر البذور والثمار لفصل الشتاء أن تساهم في انتشارها ، فعند حمل الوحدات التكاثرية إلى جحورها كثيرا ما يسقط بعض منها ، كما أن هذه المدخرات غالباً ما تزيد عن حاجتها وبالتالي فقد تنمو وتتكاثر . كما تلعب الحشرات دورا في انتشار النباتات وخاصة الدنيا منها وذلك إما عن طريق ابتلاعها أو عن طريق سطحها الخارجي خاصة تلك المكسوة بالشعر . فأبواغ فطور فصيلة *Phallaceae* تمر خلال الجهاز الهضمي لبعض أنواع الخنافس دون ضرر ، وهذه الخنافس تعيش على الأجسام الثمرية لهذه الفطور . وبعض أنواع النمل الأبيض تساهم في انتشار الفطر من أجناس *Xylaria* و *Collybia* و *Entoloma* وغيرها ، وهذه الفطور تعيش في أعشاش النمل على فضلاته ، كما أن النمل بدوره يتغذى على مشيجة هذه الفطور (Wulff ١٩٣٣) .

٤ - الانتشار عن طريق الإنسان

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

وحتى الآن، ويعتبر الإنسان حالياً أهم عامل من عوامل الانتشار ولقد ساهم الإنسان في انتشار النباتات بشكل مدروس ومرسوم أو بشكل لا إرادي . فقد ساهم بشكل إرادي في نقل وتوسيع رقعة النباتات الزراعية، إذ يجمع الباحثون على أن موطن القمح هو شرق حوض المتوسط وآسيا الصغرى وإيران والقوقاز، وكان معروفاً حتى عام ٦٥٠٠ ق.م في ما بين النهرين (العراق)، وزرع في مصر في الألف السادس قبل الميلاد وفي الصين في الألف الخامس، أما حالياً فينتشر في كافة أنحاء العالم، أي أن الإنسان استطاع خلال ٨ آلاف سنة أن يجعل رقعة القمح تشمل كافة القارات تقريباً. وقد نقل الإنسان نباتات متعددة وزرعها في البداية في أمكنة معينة ولكنها بعد ذلك انتشرت على مساحات واسعة مثل ذلك *Rubia tinctoria* و *Isatis* التي تنمو حالياً بشكل طبيعي في فرنسا، وكذلك نبات *Lantana camara* الذي انتقل إلى أمريكا الاستوائية، وبعدها انتشر بواسطة الطيور التي تتغذى على ثماره في كافة المناطق الاستوائية الأمريكية (Lemee ١٩٦٧)، ونبات الكافور *Eucalyptus* الذي نقله الإنسان من أستراليا إلى أجزاء متعددة من العالم وغيرها.

كما ساهم الإنسان بشكل لا إرادي (غير مباشر) في نقل النباتات من مكان لآخر وذلك عن طريق التجارة والهجرة والحروب وغيرها فقد نقل إلى منطقة مونتيليه عدداً كبيراً من الأنواع النباتية عن طريق التجارة. وحسب إحصائيات تيلينغ Thellunge ١٩١٢ (انظر Wulff ١٩٣٣) يبلغ عدد الأنواع النباتية في هذه المنطقة ٢٧٩٢ منها ١٠٧ نوعاً نباتياً نقلت بواسطة الإنسان عن طريق التجارة وهذا ما يشكل نسبة ٣,٨٪ من عدد الأنواع، كما بلغ عدد الأنواع التي نقلها الإنسان إلى مدغشقر بشكل إرادي أو غير إرادي ٥٢٤ نوعاً.

ومن الأمثلة الواضحة لمساهمة الإنسان في نقل الأنواع النباتية إلى مناطق متعددة نبات الأيلوديا *Elodea canadensis* الذي نقل من أمريكا الشمالية إلى أوروبا (فرنسا) لأول مرة عام ١٨٣٨ وينتشر حالياً في البحيرات والبرك ومجاري المياه في كل أوروبا حتى وصل إلى سيبيريا، وهذا النبات وحيد الجنس وفي أوروبا توجد النباتات الانثوية مما يدل على أنه في الأصل غير موجود في أوروبا، وتتكاثر الأيلوديا خضرياً.

سرعة الانتشار والحواجز التي تحول دونه

تختلف سرعة انتشار النباتات من نوع لآخر، فبعضها سريع الانتقال وبعضها بطيء، ومن الأمثلة على الانتشار السريع نذكر نبات الايلوديا المائي *Elodea* الذي انتشر في كل أوروبا وشمال روسيا ونهر الفولغا والشرق الأقصى اعتباراً من عام ١٨٣٨ حتى الآن، وكذلك نبات *Matricaria discoides* الذي نقل من أمريكا الشمالية إلى السويد عام ١٨٥٠ وفي سنة ١٨٨٠ وصل إلى لينينغراد وفي سنة ١٨٨٦ لوحظ في أطراف موسكو، وحالياً ينتشر في كل أوروبا. وكذلك الانتشار السريع للنباتات الضارة في مناطق البامبا Pampa (السهوب) التي حملها الإنسان بشكل غير مقصود من أوروبا إلى الأرجنتين، ونبات الصبار *Opuntia* وغيره الذي نقل من موطنه المكسيك إلى أجزاء مختلفة من العالم وخاصة حوض البحر الأبيض المتوسط وأستراليا وغيرها (Tolmatchev ١٩٧٤).

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

١ - الحواجز الطبوغرافية

من أوضح الأمثلة على هذا النوع من الحواجز هو البحار بالنسبة للنباتات التي تعيش على اليابسة، واليابسة بالنسبة للنباتات المائية، فالنباتات الأرضية عندما تصل إلى شواطئ المحيطات لا تستطيع أن تتجاوزها وفي كثير من الحالات تشكل شواطئ المحيطات حدود الرقعة، فالباحث كيرنر (Kerner) يؤكد في دراساته أن قسماً من الأنواع النباتية الأمريكية الموجودة حالياً في أوروبا لم تنتشر عن طريق الطيور أو الرياح أو

التيارات المائية وإنما نقلت بواسطة الإنسان، وتعتبر المحيطات بشكلها الحالي حواجز لا يمكن اختراقها. وكذلك الأمر بالنسبة للبحار التي تشكل عقبة لا يمكن تجاوزها عدا تلك الحالات التي تستطيع فيها الأبواغ أو البذور الخفيفة أن تقطع هذه البحار، وأكثر الباحثين يجمعون على أن المسافة التي تتجاوز بضع عشرات الكيلومترات يجب أن تعتبر كقاعدة عامة، عقبة لا يمكن تجاوزها من قبل أغلب النباتات (تلمتشف Tolmatchev ١٩٧٤).

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

فالسلاسل الجبلية إلى جانب أنها تؤثر مباشرة على الانتشار بتشكيلها مصدات تحول دون انتقال الأنواع النباتية فإنها تؤثر بشكل غير مباشر وذلك عن طريق تغيير الظروف المناخية.

أنظر الجدول التالي :

| السطح الجنوبي | السطح الشمالي | الساعة | متوسط درجة حرارة التربة على عمق |
|---------------|---------------|--------|---------------------------------|
| ٢٢,٠ | ١٥,٣ | ١٣ | ٠٠ سم |
| ١٨,٠ | ١٧,٢ | ١٤ | ١٠ سم |
| ٢٦,٢ | ١٤,٢ | ١٤ | ٢٠ سم |
| ١٧,٦ | ١٣,٢ | | متوسط درجة حرارة الهواء |

ففي الحالات التي تستطيع البذور والثمار أن تنتقل من سطح إلى آخر فإنها غالبا ما تقع في ظروف تختلف عن تلك التي تعيش فيها وهذا بدوره يؤدي إلى عدم تمكنها من النمو والتكاثر. ومن هنا نجد أن بعض الباحثين يعتبر السلاسل الجبلية إلى جانب

كونها حواجز طبوغرافية هي في الواقع جواجز بيئية (تلمتشوف Tolmatchev ١٩٧٤) وذلك لأنه في بعض الحالات يمكن أن لا تكون السلاسل الجبلية عائقا كبيرا أمام انتشار الأنواع النباتية لو لم يتداخل ذلك مع كونها تغير وبشكل كبير الظروف البيئية .

٢ - الحواجز البيئية

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

هذا ولا بد من ملاحظة أنه ليس فقط المناخ ككل وإنما كل عامل من عوامله يمكن أن يكون حاجزا أمام انتشار الأنواع النباتية ، فالحرارة مثلا قد تحول دون انتشار النباتات الاستوائية إلى المناطق المعتدلة (حتى ولو توفرت الظروف الأخرى) فمثلا يتأثر سلباً نمو شجرة الكاكاو *Theobroma cacao* في درجة ١٥°م ونموها الطبيعي يكون عند درجة حرارة ١٨ - ١٩°م ، كما أن أكثر النباتات الاستوائية تتوقف عن النمو عند درجة ٢ و ٥°مئوية ، فإذا تمكنت الوحدات التكاثرية لهذه النباتات من الوصول إلى المناطق المعتدلة فإنها لا تستطيع النمو نظرا لكون الحرارة غير مناسبة لها .

كما يمكن للضوء أن يكون حاجزا أمام الانتشار ، فنباتات النهار الطويل (أي تلك التي تزهر عندما يزيد طول النهار على ١٢ ساعة) إذا انتقلت إلى المناطق الاستوائية حيث طول النهار (النوبة الضوئية) أقل من ١٢ ساعة فإنها لا تزهر بل تبقى بحالة خضرية ، وكذلك الأمر بالنسبة لنباتات النهار القصير (أي تلك التي تزهر في حال كون النوبة الضوئية أقل من ١٢ ساعة) إذا وقعت في المناطق المعتدلة (حيث النوبة الضوئية في فترة نموها الخضري أكثر من ١٢ ساعة) فإنها تبقى بحالة خضرية ، وهكذا فالعوامل البيئية مجتمعة أو منفردة تلعب دورا هاما كحاجز أمام انتشار الأنواع النباتية .

كما أن التربة في كثير من الأحيان تحول دون انتقال ونشر الأنواع النباتية فإذا كان لدينا أنواع نباتية تعيش في منطقة ما فإنها لا تستطيع أن تنتقل إلى مكان آخر يفصله عن منطقة وجودها تربة غير مناسبة لنموها، بالرغم من كون الظروف المناخية في المنطقة الثانية ملائمة لها وهذا ما حدث في شبه جزيرة القرم، فالقسم الشمالي منها ذو تربة مالحة غير مناسبة لنمو كثير من الأنواع النباتية، وهذا ما يشكل حاجزا أمام انتشار الأنواع التي تعيش فيها إلى سهوب القسم الجنوبي من روسيا وكذلك حالت التربة المالحة دون انتقال الأنواع السهبية الروسية إلى شبه جزيرة القرم، وهكذا بقيت شبه جزيرة القرم معزولة عن المناطق المحيطة بها، ولذلك يعتبرها كثير من الباحثين وكأنها جزيرة منعزلة وليست شبه جزيرة.

٣ - الحواجز الحيوية

لاتلعب هذه الحواجز دورا كبيرا في الحد من انتقال الأنواع النباتية، وإنما يمكن أن تلعب دورا هاما في منع النوع من النمو والتكاثر وبالتالي عدم اكتمال عملية الانتشار. ففي حالات كثيرة لا تستطيع الأنواع النباتية أن تنمو في بعض المناطق، بالرغم من كون الظروف المناخية والتربة مناسبة لنموها، وذلك لأن النباتات الموجودة في هذه المناطق تشكل غطاء نباتيا كثيفا ومغلقا، وغالبا ما نجد أن النباتات المهاجرة تقتصر على احتلال المناطق التي تعيش عليها مجتمعات نباتية مفتوحة Open communities مثل المناطق الصحراوية أو المناطق ذات الترب الملحية وبالتالي لا يستطيع أن ينمو في هذه المناطق إلا الأنواع النباتية المتكيفة. وفي حالات أخرى لا تستطيع الأنواع المنقولة تحمل الظل الذي يشكله الغطاء النباتي الكثيف، أو على العكس قد تكون هذه الأنواع كارهة للشمس ولكن نظرا لانعدام الغطاء النباتي الكثيف لا تتمكن من النمو. وبشكل عام يمكن القول أنه في كثير من الحالات تعتبر المناطق المغطاة بتشكيل Formation نباتي معين، عقبة يصعب على الأنواع النباتية تجاوزها.

كل ما ورد عن الحواجز يدعونا إلى التحقيق في وجهات النظر التي تعطي أهمية كبيرة إلى الصدف في انتشار الأنواع النباتية، فانتقال الوحدات التكاثرية للنوع النباتي

بواسطة ما (الرياح، الماء، الحيوان، الإنسان . . . الخ) لا يعني أنه انتشر فربما تكون قدرته التنافسية أو خواصه البيولوجية الأخرى لا تمكنه من النمو والتكاثر في هذه المنطقة الجديدة حتى ولو كانت الظروف البيئية ملائمة لنموه.

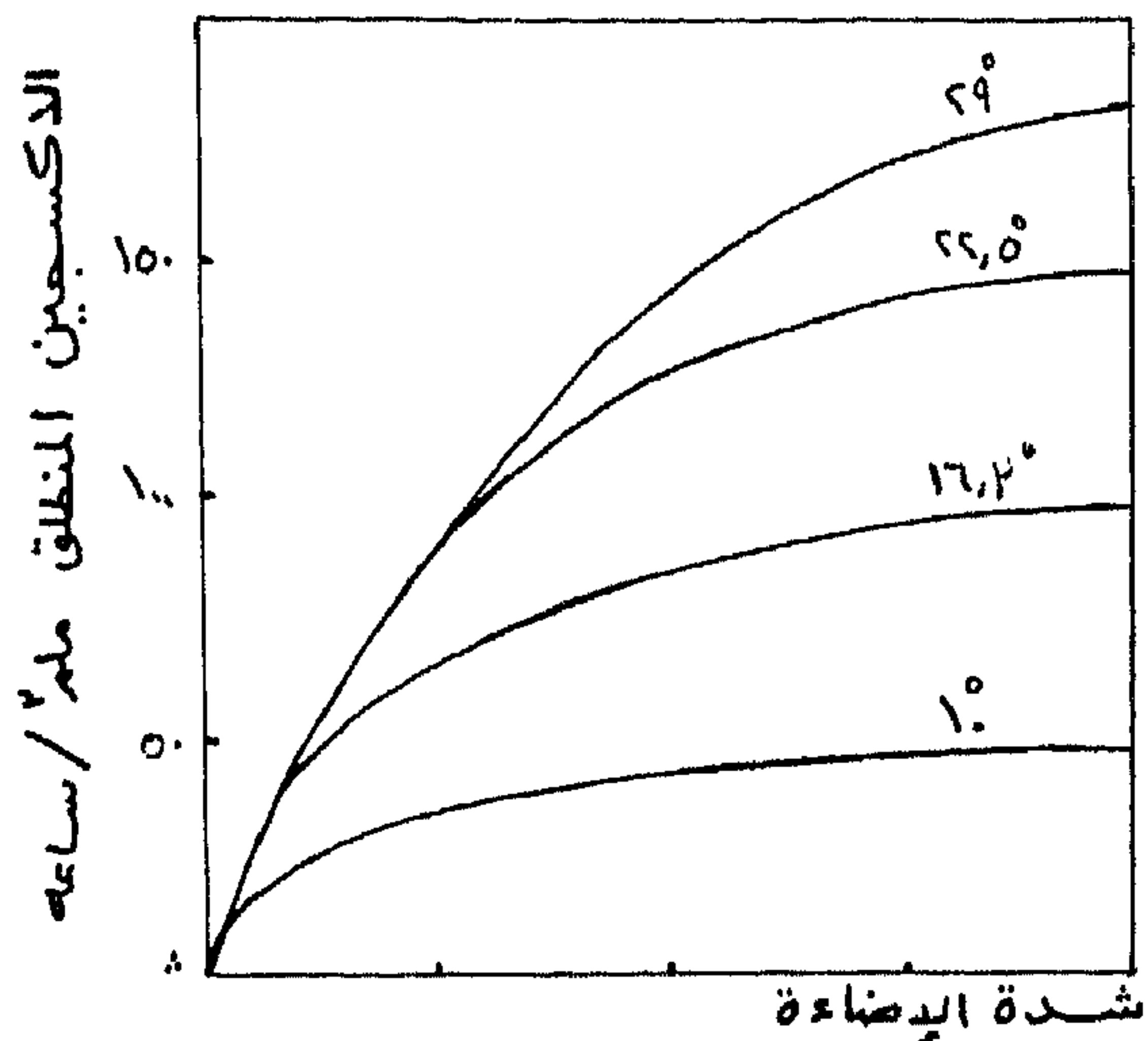
ولا تتوقف مساحة رقعة النوع على طرق انتشار الوحدات التكاثرية كما كان يعتقد سابقا، فانتقال النوع من مكان إلى آخر ما هو إلا الخطوة الأولى في توسيع منطقة انتشاره، أما الأمر الحاسم فهو تمكن النوع من النمو والتكاثر في الظروف الجديدة للمنطقة التي انتقل إليها من جهة وقدرته على منافسة الأنواع الأخرى من جهة ثانية (شميتهوزن Schmithusen ١٩٦١).

الفصل الثاني

العوامل البيئية (عوامل الوسط)

يتوقف توزيع الأنواع النباتية وانتشارها بالإضافة إلى العوامل التاريخية وخواص الأنواع على عوامل البيئة، فالوسط الذي تعيش فيه النباتات هو عبارة عن معقد لجملة من العوامل منها ما هو قليل الأثر على نمو النبات وتكاثره كالتضاريس وتخلخل الهواء والمياه الجوفية وغيرها ومنها ما هو ضروري وبدونه تموت النباتات، إذ يعتبر الأكسجين وثنائي أكسيد الكربون والحرارة والضوء والرطوبة وبعض المواد المعدنية عوامل لا بد منها للنباتات الخضراء، ونقص أي منها معناه أن النبات لا يستطيع النمو، ويطلق على هذه العوامل اسم عوامل البقاء Existence conditions (Life conditions). ولقد درس ليبج (Lifbig 1840) وبلاكمان (Blackman 1905) (انظر Lemee 1967) تأثير العوامل البيئية المختلفة على النباتات فتبين لهما أن نمو النباتات لا يتوقف على العوامل المتوفرة في الوسط وإنما على العوامل الموجودة بكميات قليلة، فمثلا لا يمكن زيادة نمو النباتات الزراعية التي تعيش على ترب تحوى كافة العناصر الغذائية بوفرة باستثناء النتر وجين الذي يتوفر بكميات قليلة جدا، بزيادة المواد الغذائية المتوفرة أصلا وإنما بإضافة السماد النتر وجيني. ونتيجة لدراستهما وضعوا قانون العوامل المحددة Law of limiting factors والذي يبين أن شدة أية عملية بيولوجية، يؤثر عليها عدد من العوامل، تتوقف على العامل الذي يوجد في الوسط بكميات قليلة (بالنسبة إلى كميته المثلى) مثال ذلك عملية البناء الضوئي التي يؤثر فيها الضوء ودرجة الحرارة وثنائي أكسيد الكربون وغيرها تتناسب طردا مع العامل الموجود بكميات قليلة (شكل 10).

يمكن تعميم هذه القوانين التي توصل إليها الباحثون في ظروف تجريبية على



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

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

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

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

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

ويمكن تصنيف عوامل الوسط إلى المجموعات التالية :

١ - العوامل المناخية Climatic factors وتشمل الضوء ، ودرجة حرارة الهواء والرطوبة والأمطار والرياح والغازات الداخلة في تركيب الهواء .

٢ - عوامل التربة Soil factors (Edaphic factors) وتتضمن الخواص الفيزيائية والكيميائية للتربة ورطوبتها ودرجة حرارتها وكمية الهواء فيها وغير ذلك .

٣ - العوامل الطبوغرافية Topographic factors وتشمل التضاريس والتي يكون تأثيرها غير مباشر وذلك عن طريق عوامل المناخ والتربة .

٤ - العوامل الحيوية Biotic factors والتي تشمل التأثيرات المتبادلة بين الكائنات الحية مثل تأثير النباتات على بعضها البعض وتأثير الحيوانات على النباتات .

٥ - عوامل فعل الإنسان Anthropogenic factors وتتضمن تأثير الإنسان على النباتات سواء بشكل مباشر عن طريق نقل النباتات من مكان لآخر أو بشكل غير مباشر عن طريق تأثيره على العوامل البيئية الأخرى كالمناخ وغيره .

المخططات المناخية

لقد فكر الباحثون منذ فترة طويلة بوضع مخططات مناخية للمناطق المختلفة تبين الفترات المناسبة لنمو النباتات (الرطوبة) والفترات غير المناسبة (الجافة ونصف الجافة) ،

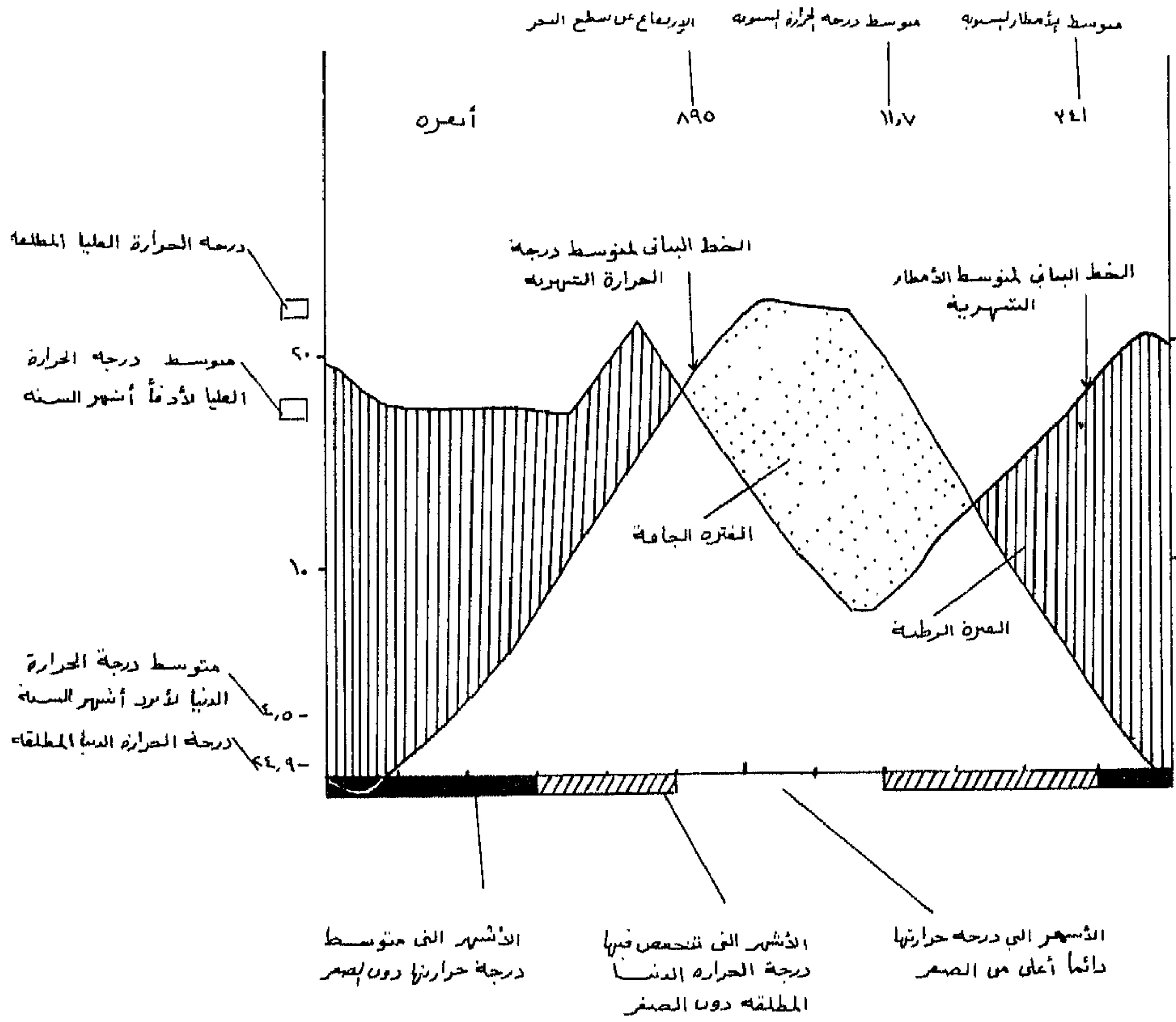
كما وتسهل مقارنة مناخات المناطق بعضها ببعض . وسنأخذ مثالا عن هذه المخططات مخطط غوسين Gaussen والذي أدخل عليه فالتر Walter ١٩٦٠ بعض التعديل .

يعتمد هذا المخطط على العلاقة بين درجة الحرارة وكمية الأمطار، إذ أنه يعتبر الخط البياني لمتوسط الحرارة الشهرية ممثلا لكمية الماء المتبخرة، والخط البياني للأمطار الشهرية ممثلا لكمية الماء الواردة وكلاهما يعطيان فكرة واضحة عن التوازن المائي .

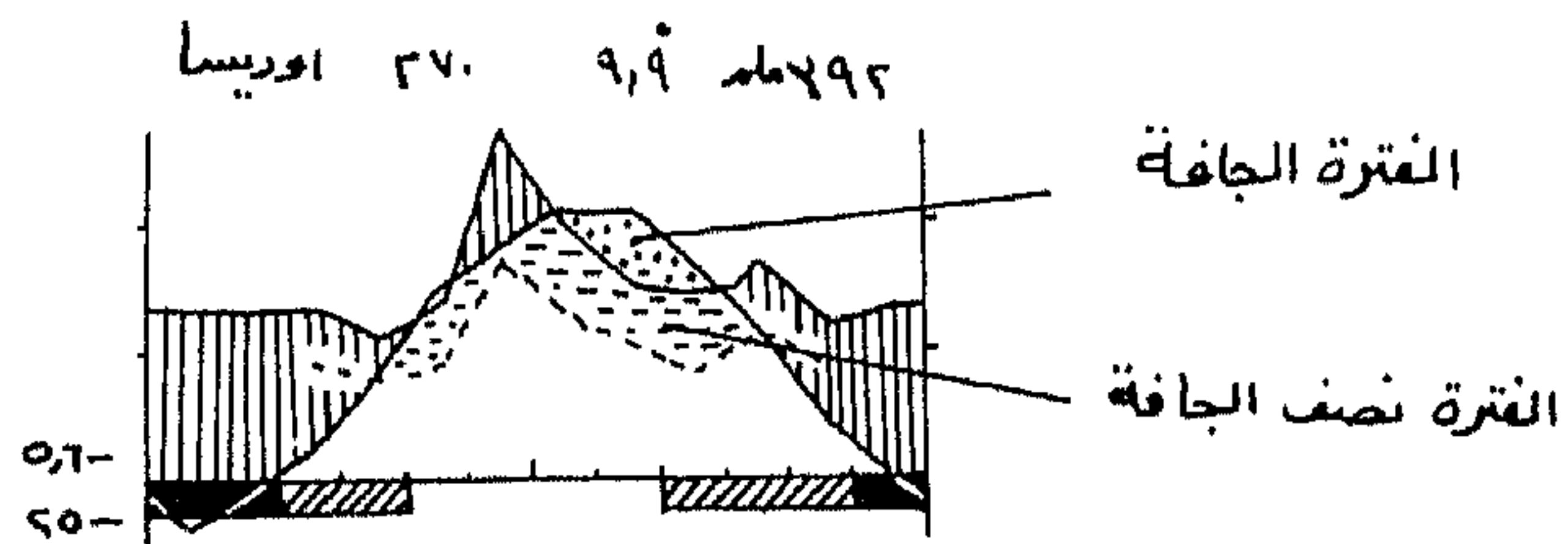
وعلى المخطط تعتبر العلاقة بين متوسط الحرارة الشهري وبين كمية الأمطار الشهرية هي ١ إلى ٢ أي ١٠ درجات مئوية تقابل ٢٠ مم من الأمطار شهريا . وعن طريق رسم الخط البياني لكل من متوسط الحرارة ومتوسط الأمطار لكل شهر نستطيع معرفة الفترات الرطبة والجافة لكل منطقة، فالفترة الرطبة يكون فيها الخط البياني للأمطار أعلى من الخط البياني للحرارة أما الفترة الجافة فعلى العكس إذ يكون الخط البياني للأمطار تحت الخط البياني للحرارة .

بالإضافة إلى الخط البياني للحرارة والأمطار يتضمن المخطط المناخي عوامل أخرى لها أهمية بالنسبة للنباتات مثل طول الفترة الباردة، وتبيان الأشهر التي تنخفض فيها الحرارة تحت الصفر، إذ أن متوسط الحرارة الشهري غير كاف، فكثير من الأشهر متوسط الحرارة فيها أكثر من الصفر ولكن يحدث فيها الصقيع أكثر من مرة، ومن المعلوم أن الصقيع له تأثير ضار على حياة النبات، كما لا بد من تبيان الحرارة الدنيا والعليا المطلقة على المخطط كما في شكل (١١) .

وفيما بعد تبين أن مخطط المناخ المقترح من قبل غوسين Gaussen يعطي فكرة واضحة لمناخ المناطق التي تنخفض فيها كمية الأمطار في أحد فصول السنة انخفاضا واضحا كما هي الحال في مثال أنقرة (شكل ١١) أو في منطقة حوض البحر الأبيض المتوسط، أما تلك المناطق التي تنتظم فيها الأمطار بدرجة واحدة على مدار السنة، فإن مخطط المناخ لا يعطي فكرة واضحة عن فترة الجفاف كما في أوديسا مثلا (شكل ١٢)، فالمخطط لا يبين فترة جفاف علما بأن الصيف في أوديسا جاف نسبيا (طبعا لا يمكن



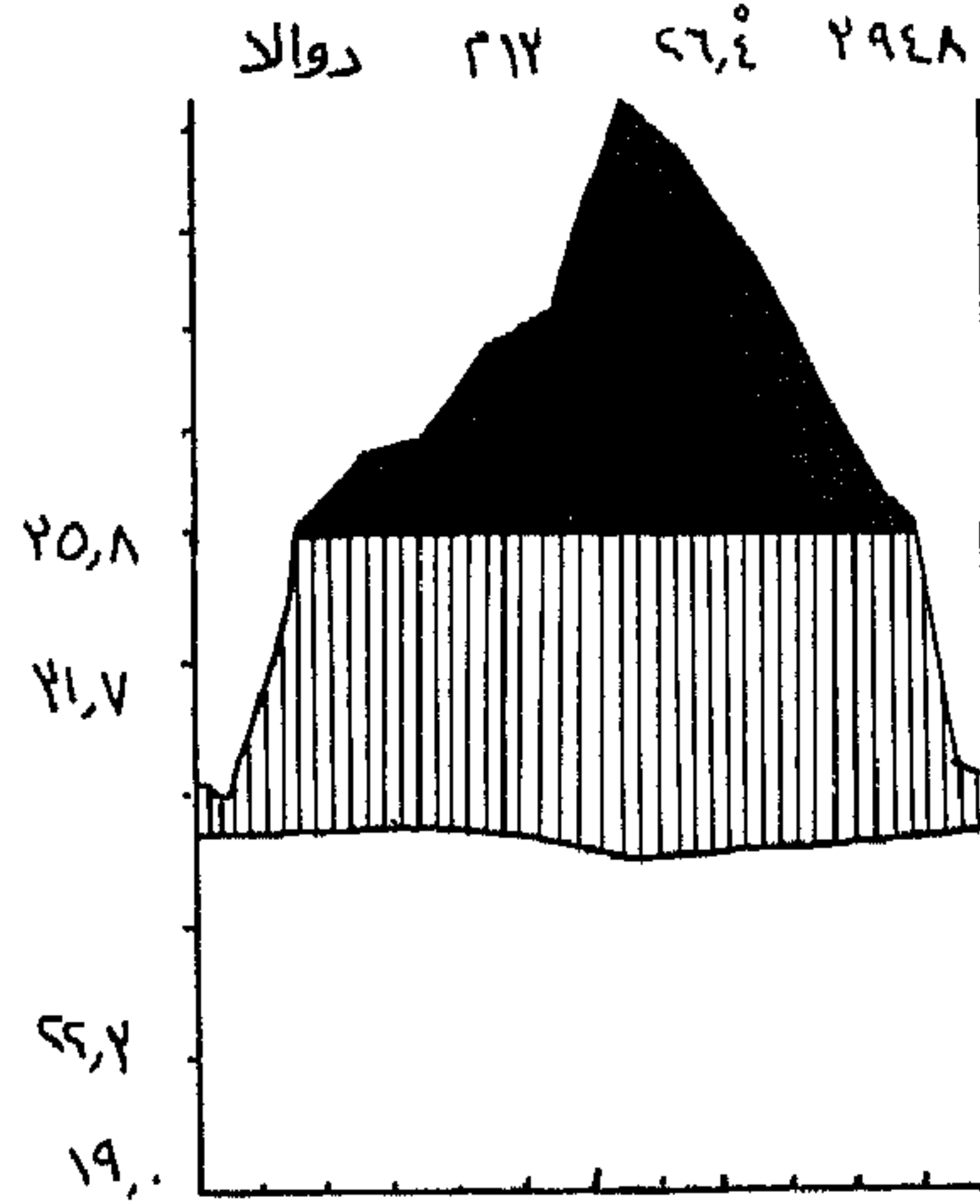
شكل (١١) المخطط المناخي لمدينة أنقرة.



شكل (١٢) المخطط المناخي لمدينة أديسا على البحر الأسود.

مقارنة جفاف الصيف في أوديسا بالجفاف في بلادنا).

ففي مثل حالة أوديسا وفيها الأمطار متساوية على مدار السنة اقترح أن يميز على مخطط المناخ فترتين الأولى جافة والثانية نصف جافة ، للفترة الجافة تكون النسبة بين متوسط الحرارة الشهرية ومتوسط الأمطار الشهرية هي ١ إلى ٢ (أي ١٠ درجات حرارة مقابل ٢٠ مم أمطار) أما للفترة نصف الجافة فتكون النسبة ١ إلى ٣ (أي كل ١٠ درجات تقابل ٣٠ مم أمطار) . أي أن الجزء من المخطط الذي يمثل النسبة ١ إلى ٣ والتي يكون فيها الخط البياني للأمطار تحت الخط البياني للحرارة تمثل المنطقة نصف الجافة . فعلى مخطط أوديسا الفترة الجافة في بداية الربيع ونهاية الصيف أما الفترة نصف الجافة فهي كامل الصيف كما في الشكل وبالنسبة للمناطق الاستوائية التي تزيد فيها الأمطار عن ١٠٠ مم شهريا فقد اقترح أن تصغر كمية الأمطار التي تزيد عن ١٠٠ مم (أي تقسم على ١٠) وتلون بالأسود (شكل ١٣) . والمنطقة الملونة بالأسود تمثل فترة الرطوبة الزائدة، وذلك لأن الأمطار التي تزيد عن ١٠٠ مم لاتلعب دورا كبيرا في حياة النباتات وذلك لأن التربة لاتمتصها وبالتالي فإنها تشكل سيولا تجرف الطبقة السطحية من التربة .



شكل (١٣) المخطط المناخي لمدينة دوالا في المنطقة الاستوائية المطيرة.

وسندرس فيما يلي تأثير عوامل الوسط على توزيع النباتات.

١ العوامل المناخية Climatic Factors

أولاً: درجة الحرارة Temperature

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

ويوضح الجدول التالي متوسط درجة الحرارة السنوي (درجة مئوية) اعتباراً من خط الاستواء وحتى القطب الشمالي:

| درجة خط العرض | متوسط حرارة يناير | متوسط حرارة إبريل | متوسط حرارة يوليو | متوسط حرارة أكتوبر | متوسط الحرارة السنوية | المدى الحراري السنوي |
|---------------|-------------------|-------------------|-------------------|--------------------|-----------------------|----------------------|
| خط الاستواء | ٢٦,٤ | ٢٦,٦ | ٢٥,٦ | ٢٥,٦ | ٢٦,٢ | ١,٠ |
| ١٠ | ٢٥,٨ | ٢٧,٢ | ٢٦,٩ | ٢٦,٩ | ٢٦,٧ | ١,٤ |
| ٢٠ | ٢١,٨ | ٢٥,٢ | ٢٨,٠ | ٢٦,٤ | ٢٥,٣ | ٦,٢ |
| ٣٠ | ٩,٦ | ١٧,٠ | ٢٥,٨ | ١٨,٩ | ١٧,٢ | ١٦,٢ |
| ٤٠ | ٥,٠ | ١٣,١ | ٢٤,٠ | ١٥,٧ | ١٤,١ | ١٩,٠ |
| ٥٠ | ٧,١- | ٥,٢ | ١٨,١ | ٦,٩ | ٥,٨ | ٢٥,٢ |
| ٦٠ | ١٦,١- | ٢,٨- | ١٤,١ | ٠,٣ | ١,١- | ٣٠,٢ |
| ٧٠ | ٢٦,٣- | ١٤,٠- | ٧,٣ | ٩,٣- | ١٠,٧- | ٣٣,٦ |
| ٨٠ | ٣٢,٢- | ٢٢,٧- | ٢,٠ | ١٩,١- | ١٧,٢- | ٣٤,٢ |
| ٩٠ | ٤١- | ٢٨- | ١- | ٢٥- | ٢٢,٧- | ٤٠ |

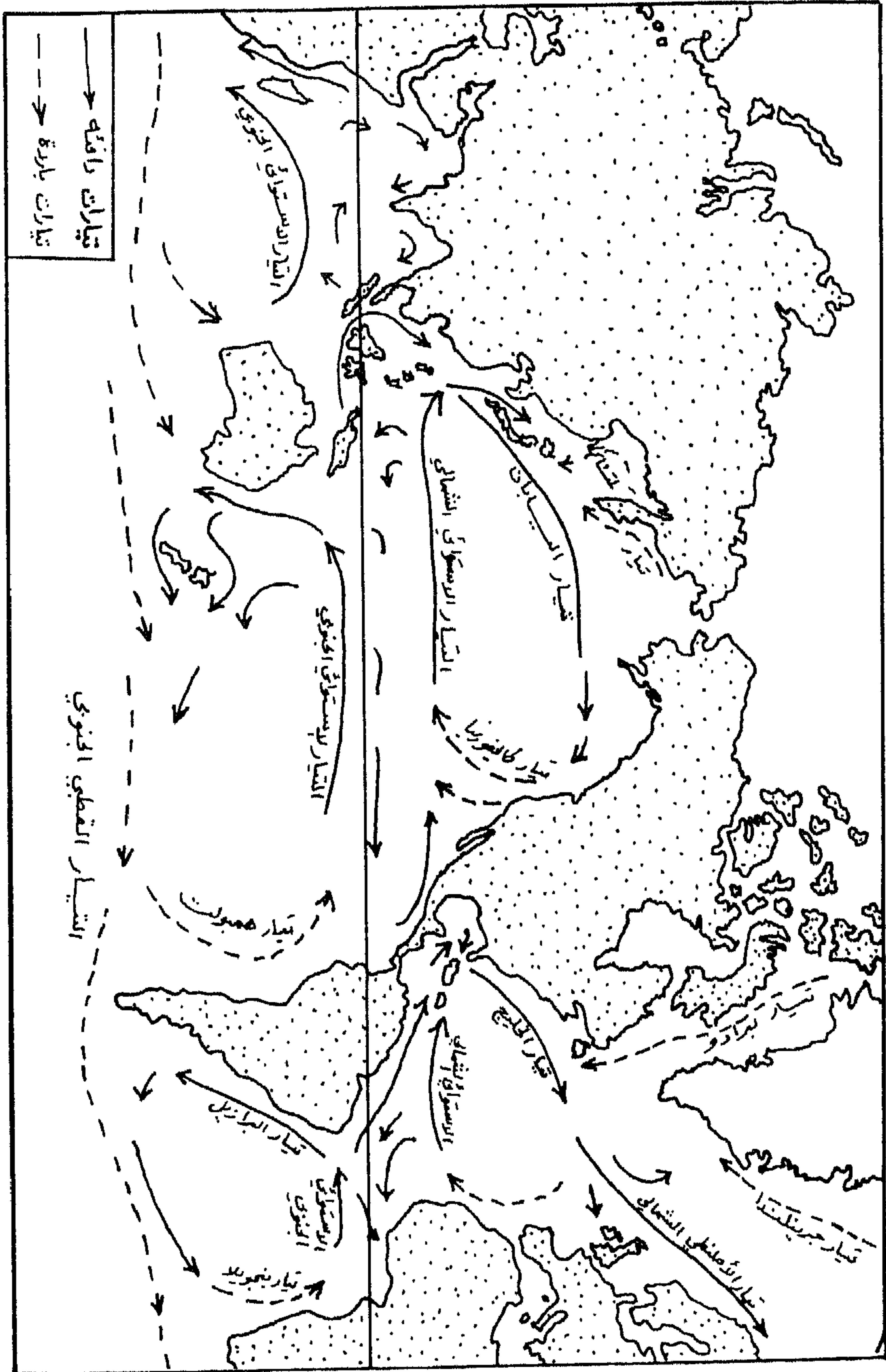
هذا وتوزع اليابسة والمحيطات والبحار أثر كبير على درجة الحرارة والرطوبة، مما يؤدي إلى تمييز مناخ قاري Continental يسود في المناطق البعيدة عن تأثير المحيطات والبحار ويتميز بصيف حار وشتاء بارد، أي أن الفروق الحرارية بين الصيف والشتاء كبيرة، ومناخ محيطي Oceanic يسود في المناطق المحاذية للمحيطات والبحار ويتميز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

| المكان | درجة خط العرض | متوسط حرارة أدفأ أشهر السنة | متوسط حرارة أبرد أشهر السنة | متوسط الحرارة السنوي | المدى الحراري السنوي |
|---------------|---------------|-----------------------------|-----------------------------|----------------------|----------------------|
| بغداد | ٣٣,٢١ | ٣٣,٦ | ٩,٣ | ٢١,٨ | ٢٤,٣ |
| الدار البيضاء | ٣٣,٣٥ | ٢٢,٩ | ١١,٩ | ١٧,٣ | ١١ |

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

١ - التيارات البحرية Ocean currents

ويقصد بالتيارات البحرية حركة المياه السطحية للمحيطات في اتجاهات معينة ثابتة، هي حركة بطيئة إذ يبلغ معدل سرعتها حوالي ٤ كم / ساعة بينما تصل سرعة التيارات البحرية الأكثر عمقا إلى ٩ كم / ساعة. وللتيارات البحرية أثر كبير في مناخ السواحل التي تمر بها، فالتيارات القادمة من مناطق دافئة ترفع درجة حرارة المناطق الساحلية التي تمر بها، وبالعكس فإن التيارات القادمة من مناطق باردة تؤدي إلى هبوط درجات الحرارة بها. وأهم التيارات البحرية ذات الأثر الواضح في مناخ المناطق التي تمر بها هي (شكل ١٤):



شكل (١٤) التيارات البحرية.

تيارات المحيط الأطلسي . تعمل الرياح التجارية على تحريك جزء من المياه السطحية للمحيط الأطلسي في المنطقة المدارية على جانبي خط الاستواء، وتتحرك هذه التيارات تبعاً لاتجاه الرياح في اتجاه عام نحو الغرب، ويعرف بالتيار الاستوائي الشمالي شمال خط الاستواء والتيار الاستوائي الجنوبي جنوب خط الاستواء .

ويتجه التيار الاستوائي الشمالي نحو الشمال الغربي ماراً بشمال شرق أمريكا الجنوبية، ثم نحو جزر الهند الغربية حيث يتزود بالمياه التي تصب في خليج المكسيك، ويكون تياراً ضخماً يعرف بتيار الخليج Gulf stream ثم يتجه إلى الشمال الشرقي بتأثير الرياح العكسية الغربية مشكلاً تياراً الأطلسي الشمالي، حتى إذا اقترب من أوروبا تفرع إلى ثلاث شعب: شعبة تتجه نحو الجنوب بحذاء ساحل شمال غرب أفريقيا وتعرف بتيار الكناري البارد، أما الشعبة الثانية فتصل إلى شمال غرب أوروبا (دافئة) والثالثة فتسير باتجاه آيسلندا (دافئة) . .

أما جنوب خط الاستواء فإن التيار الاستوائي الجنوبي يتجه في معظمه نحو الجنوب ماراً بالسواحل الشرقية لأمريكا الجنوبية حيث يعرف بتيار البرازيل (الدافئ) ويقع عند خط عرض ٤٠ جنوباً تقريباً تحت تأثير الرياح العكسية الغربية إلى الشرق حيث ينضم إليه تيار فولكلاند (البارد) الذي يمر بالقرب من الساحل الشرقي للقارة، كما ينضم إليه بعض التيار القطبي الجنوبي ويتجه نحو الشمال بمحاذاة الساحل الغربي لقارة أفريقيا (ويعرف باسم تيار بجويلا البارد) حيث ينضم إلى التيار الاستوائي الجنوبي مكمل دورته .

تيارات المحيط الهادي . نجد نفس النظام الذي رأيناه عن تيارات المحيط الأطلسي تقريباً في المحيط الهادي حيث يوجد شمال وجنوب خط الاستواء كل من التيار الاستوائي الشمالي والجنوبي .

يتجه التيار الاستوائي الشمالي نحو الغرب ماراً بشرقي جزر الفلبين ثم يتجه نحو الشمال فالشمال الشرقي ماراً بشرقي الصين واليابان ويعرف بتيار اليابان (الدافئ)

ويستمر نحو الشمال الشرقي تجاه غرب أمريكا الشمالية ويعرف بتيار المحيط الهادي الشمالي (الدافىء) وهناك يتفرع إلى فرعين: الأول يتجه إلى الجنوب مارا بالسواحل الغربية للولايات المتحدة الأمريكية (تيار كاليفورنيا البارد) ثم ينضم إلى التيار الاستوائي الشمالي. أما الثاني فيدور مع ساحل كندا وألاسكا ويعرف بتيار ألاسكا الدافىء.

أما جنوب خط الاستواء فيتجه التيار الاستوائي الجنوبي نحو الغرب ثم ينحني متجها إلى الجنوب حيث يعرف بتيار شرق استراليا ثم يتجه نحو الشرق منضمًا إلى التيار القطبي الجنوبي الذي يتجه نحو الشرق، وتتجه منه شعبة - بالقرب من الطرف الجنوبي الغربي من أمريكا الجنوبية - نحو الشمال بمحاذاة الساحل الغربي للقارة ويعرف بتيار بير و (أوهنبولت Humboldt البارد) الذي ينضم في النهاية إلى التيار الاستوائي الجنوبي مكملًا دورته.

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

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

ويمكن لنا أن نلمس مدى أهمية التيارات البحرية في المناخ إذا ما قارنا السواحل

الشرقية للقارات بسواحلها الغربية في نفس العروض . فشمال غرب أوروبا ترتفع درجة حرارته كثيرا (لمرور تيار الأطلسي الشمالي الدافئ) عن درجة حرارة شمال شرق آسيا حيث يمر تيار كامتشاتكا (انظر شكل ١٤) .

وكذلك الحال لو قارنا الساحل الشمالي الغربي لأمريكا الشمالية حيث يمر تيار ألاسكا الدافئ بالسواحل الشرقية للقارة في نفس العروض حيث يمر تيار لبرادو البارد .

وعلى العكس من ذلك نجد أن الساحل الشرقي لأمريكا الشمالية جنوب خط العرض ٤٠ شمالا أكثر دفئا من الساحل الغربي للقارة (جنوب خط العرض ٤٠) وذلك لأن تيار الخليج الدافئ يمر بجوار الساحل الشرقي ، بينما تيار كاليفورنيا البارد يمر بجوار الساحل الغربي .

ب - أهمية الحرارة في حياة النبات

لا يوجد مكان على سطح الكرة الأرضية لا تستطيع النباتات أن تنمو فيه بسبب انخفاض درجة الحرارة باستثناء تلك المناطق التي يغطيها الجليد والثلج على مدار السنة والذي لا يذوب في الصيف ، وحتى على الثلج الدائم تعيش بعض أنواع النباتات مثل طحلب *Sphaerella nivalis* والتي تشكل طبقة وردية اللون ولا يتوقف نمو هذا الطحلب حتى في الدرجة -٣٤م ، كما أن الدرجة المثلى لنموه هي ٤م وذلك عند بدء انصهار الطبقات العلوية من الثلج (Schennikov ١٩٥٠) .

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

المدى الحراري لبعض النباتات بالدرجات المثوية

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

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

وترتبط قدرة النباتات على تحمل درجات الحرارة المنخفضة بعوامل متعددة ومن الملاحظ أنه عندما تكون نسبة الماء قليلة في أنسجة النباتات فإنها تكون أكثر قدرة على تحمل الحرارة المنخفضة، فالبدور الجافة تتحمل درجة حرارة -١٠٠مئوية، أما البذور التي بدأت بالإنبات، حيث نسبة الماء فيها مرتفعة، فإنها تموت إذا انخفضت درجة الحرارة عدة درجات تحت الصفر. كما أن نباتات المناطق القطبية الباردة والتندرا تتحمل في الشتاء درجات حرارة تتراوح بين -٣٠م و٣٥م دون أي ضرر عندما تكون نسبة الماء في براعمها قليلة، أما في الربيع عندما تفتح هذه البراعم، وترتفع نسبة الماء فيها، فإن أي انخفاض في درجة الحرارة يؤدي إلى موت البراعم والفروع الفتية.

وقد بين العالم ماكسموف (Maximov ١٩٢٩) أن موت النباتات بالحرارة المنخفضة ينجم عن تجمد الماء وتشكل بلورات جليدية في الفراغات بين الخلايا، ومع ازدياد

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

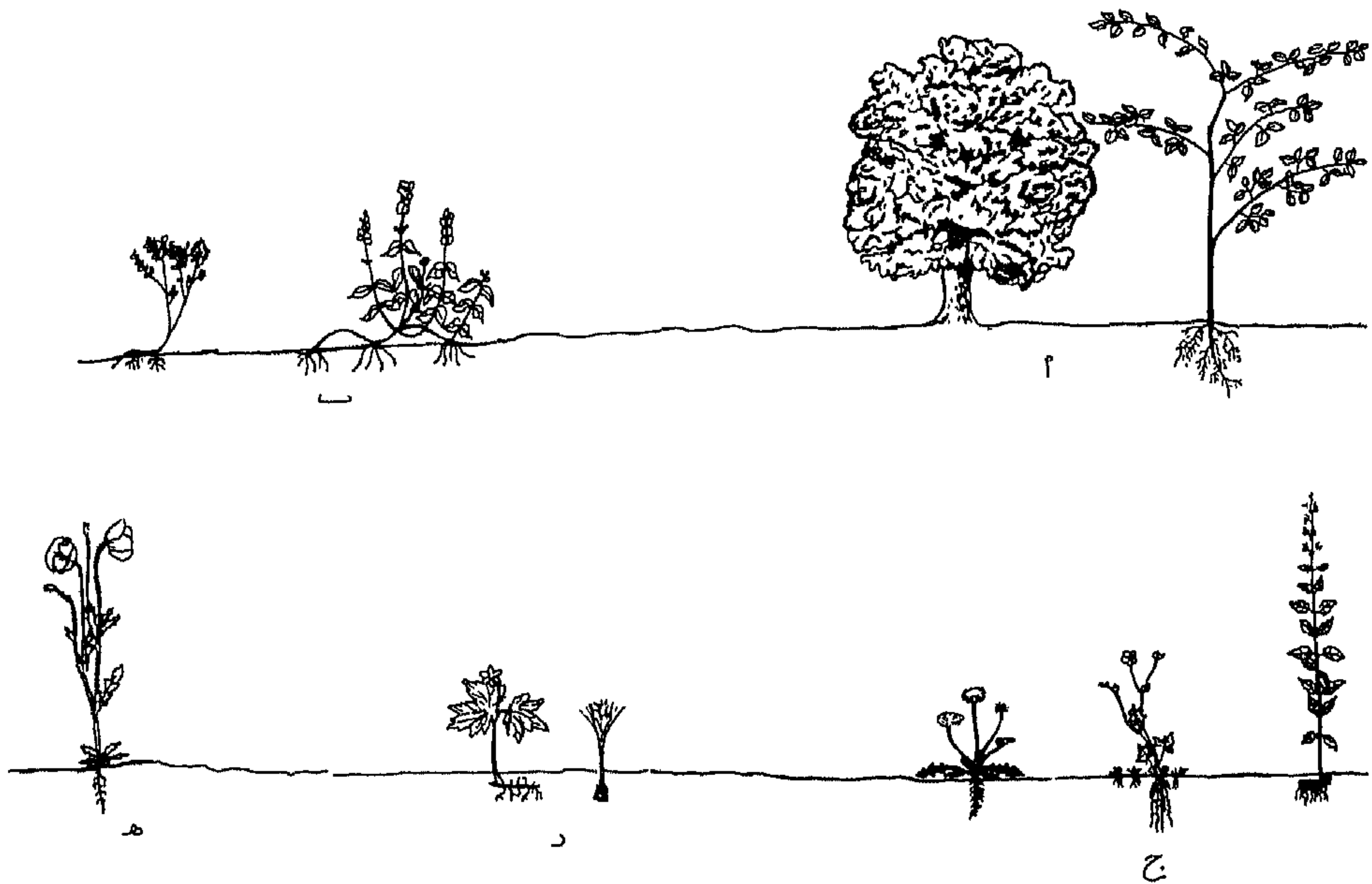
وتختلف درجة الحرارة المرتفعة التي تستطيع أن تتحملها النباتات من نوع لآخر، ففي فترة النمو تموت أكثر البكتيريا عند درجة حرارة 50°C ، أما في حالة السبات فتتحمل درجات مرتفعة تصل إلى 100°C ، وهذا يتوقف على نسبة الماء في أنسجتها فكلما كانت قليلة كلما ازدادت قدرة النباتات على تحمل الحرارة المرتفعة. وأغلب النباتات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

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

ج - الأنماط البيولوجية (صور الحياة) Life forms

تأخذ النباتات المختلفة، تكيفاً منها للوسط المحيط وخاصة درجة الحرارة وكمية الماء، أشكالاً مختلفة أطلق عليها اسم الأنماط البيولوجية Life forms وحسب رأي سيريريكوف Serebriakov ١٩٦٢ فإن النمط البيولوجي هو عبارة عن الهيئة التي تتميز بها مجموعة من النباتات والتي تظهر خلال تطور النباتات في ظروف بيئية محددة، أي هو نتيجة لتكيف النباتات إلى الظروف التي تعيش فيها. ومن أشهر تصنيف الأنماط

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



شكل (١٥) الأنماط البيولوجية (صور الحياة) حسب راونكير.

- أ - النباتات الظاهرة (الفانيروفيت)
 ب - النباتات فوق السطحية (الكاميفيت)
 ج - النباتات نصف المخفية (الهيميكربتوفيت)
 د - النباتات المخفية (الكربتوفيت) هـ - النباتات الحولية (الثيروفيت)

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

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

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

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

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

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

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

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

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

د - تأثير درجة الحرارة على توزيع النباتات

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

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

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

وتتحكم درجة الحرارة في توزيع النباتات بعدة طرق:

١ - التحكم عن طريق درجة الحرارة المرتفعة والمنخفضة. إن أبسط نوع من أنواع تحكم درجات الحرارة في التوزيع الجغرافي للنباتات هو الذي تحدد فيه درجة الحرارة العظمى في الصيف مدى انتشار النباتات في اتجاه خط الاستواء، والذي تحدد فيه درجة الحرارة الصغرى في الشتاء مدى انتشار النباتات في اتجاه القطبين، وقد أوضح Clarke ١٩٥٤ أن توزيع ثلاثة أنواع من النباتات الزهرية المعمرة في اسكندنافيا في اتجاه الجنوب والشرق يرتبط بدرجة الحرارة العظمى في فصل الصيف.

يرتبط توزيع العديد من الأنواع النباتية بخط تساوي الحرارة (الايزوثيرم* *Isotherm*) فمثلاً لا ينتشر نبات *Lacuna alpina* ونبات *Ranunculus platanifolius*

* الايزوثيرم *Isotherm* هو خط تساوي الحرارة أو الخط الذي يصل بين الأماكن التي لها متوسط حرارة سنوي واحد.

ونبات *Saxifraga foliolosa* في المناطق التي يزيد فيها خط تساوي الحرارة صيفاً عن 29° و 27° و 23° م على التوالي، كما أن التنوب *Picea* لا ينتشر في المناطق ذات الأيزوتيرم لشهر تموز (يوليو) الأقل من 15° م، كما وتتطابق الحدود الشمالية للغابات مع الأيزوتيرم ١١ درجة لشهر تموز (يوليو).

كما تحد الحرارة المنخفضة وخاصة التي تحدث التجمد Freezing من انتشار النباتات التي لا تتحمل الصقيع، لذا فإن انتشار النخيل في الظروف الطبيعية في أمريكا الشمالية، لا يتعدى شمال فلوريدا وشاطئ خليج المكسيك والجزء الجنوبي من كاليفورنيا.

٢ - حاجة النباتات لفترة حرارة منخفضة. تحتاج كثير من النباتات لفترة يكون فيها الطقس بارداً وذلك حتى تنتقل من الحالة الخضرية إلى الحالة التكاثرية، إذ أن لدرجة الحرارة المنخفضة، في كثير من النباتات، أثر بالغ على بدء تكوين الأصول الزهرية وتكشفها، وإذا لم تمر النباتات بفترة باردة فإن براعمها الزهرية لا تفتح أو تسقط بعد تفتحها دون أن تعطي ثماراً وبذوراً. وتنتج النباتات ثنائية الحول أعضاء خضرية فقط خلال فصل نموها الأول، ولا تزهر إلا في فصل النمو الثاني بعد تعرضها لفترة طويلة إلى حرارة الشتاء المنخفضة، وبدون التعرض لمثل هذه الحرارة المنخفضة تبقى هذه النباتات بحالة خضرية إلى فترة غير محدودة. وقد ثبتت ضرورة تعرض النباتات ثنائية الحول لفترة باردة عندما عرضت لدرجة حرارة منخفضة بصورة صناعية وعرضت بعد ذلك إلى نوبة ضوئية مناسبة فأزهرت في فصل نموها الأول، ويمكن تحقيق ذلك في أية مرحلة من مراحل نمو النباتات بعد تجاوزها مرحلة الإنبات، فإذا عرضت بذور النباتات ثنائية الحول بعد تشرّبها الماء وبدء الإنبات إلى درجة حرارة منخفضة (٢ - ٥ درجة مئوية) لمدة ستة أسابيع فإنها تنمو بعد ذلك وكأنها مرت بفترة شتاء بارد وبالتالي تزهر في فصل نموها الأول، إذا ما تعرضت إلى نوبة ضوئية مناسبة، وتسمى عملية معاملة النبات صناعياً بـ *Vernalization or springification*، فالإرباع هو إذن تعجيل القدرة على الإزهار

بمعاملة باردة، كما هي الحال في عملية الإرباع التي قام بها Lyssenko ١٩٣٦ حيث اتضح أن القمح الشتوي يحتاج إلى درجة حرارة من صفر إلى -٢ درجة مئوية لفترة ٢٠ - ٦٠ يوما. ويمكن اعتبار ما يحدث للنباتات ثنائية الحول في الطبيعة عملية إرباع طبيعية. وتحتاج بذور بعض النباتات للتبريد بعد تشرها الماء حتى تنبت بصورة مرضية، كما أن النمو لا يحدث بصورة مرضية، في أنواع أخرى إلا إذا مرت بفترة باردة أثناء إنبات البذرة أو بعده مباشرة، وقد اتضح أنه لا بد أن تمر بذور بعض النباتات بفترة تبريد متتاليتين حتى تستطيع بادراتها النمو (Barton ١٩٤٤) ويعني ذلك أنها تستطيع أن تنمو في بيئاتها الطبيعية بعد أن تجتاز فترة الشتاء الثانية، ولذلك فإن أنواع النباتات التي تحتاج إلى فترة باردة يقل وجودها في خطوط العرض الدنيا القريبة من خط الاستواء وكذلك في المناطق ذات الشتاء الدافئ وفي سفوح الجبال السفلى وذلك لعدم توفر الشتاء البارد اللازم لإنباتها أو نموها أو تحولها من الحالة الخضرية إلى الحالة التكاثرية.

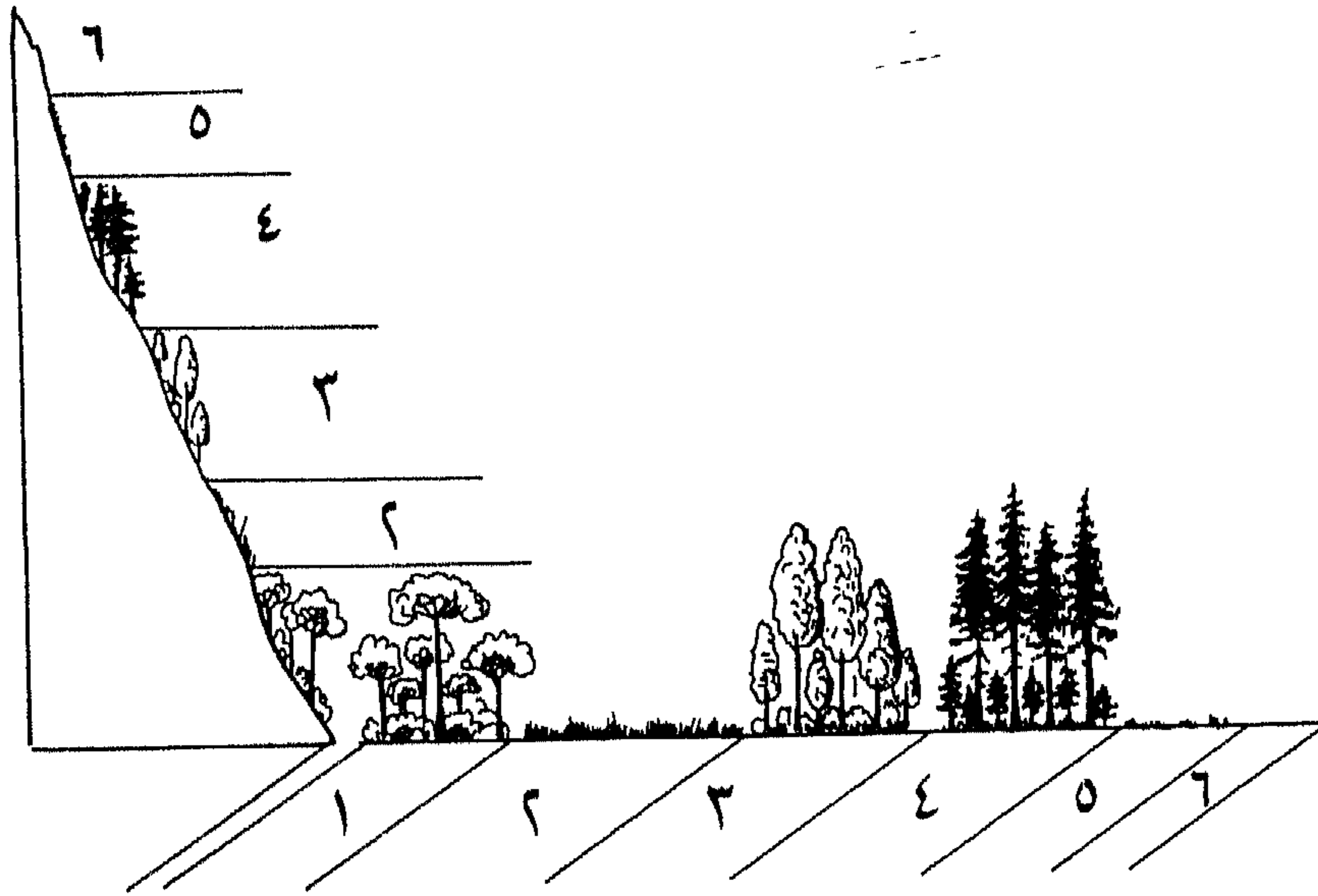
كما تحتاج الأنواع النباتية المختلفة للبدء بعملية الإنبات والنمو إلى درجات مختلفة من الحرارة، فنباتات المناطق القطبية والألبية* تبدأ بالإنبات والنمو كما وتستطيع أن تزهر بمجرد إنصهار طبقات الثلج، ولكن أنواعا نباتية أخرى لا تنبت إلا في درجة حرارة مرتفعة مثل الذرة *Zea mays* التي تحتاج بذورها إلى درجة حرارة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

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

* نسبة إلى جبال الألب في وسط أوروبا، وتطلق هذه الصفة على وجه العموم على بيئة الجبال العالية التي تكسو قممها الثلوج.

الصفير وذلك حتى بداية مرحلة معينة من نمو وتكشف النبات (الإزهار، الإثمار . . . الخ)، فمثلا في مدينة لينينغراد تبين أن إزهار نبات *Tussilago farfara* يبدأ عندما تبلغ كمية الحرارة التراكمية ٧٧ درجة مئوية ونبات الحماض *Oxalis acetocella* ٩, ٤٥٢ درجة ونبات الفراولة *Fragaria vesca* ٦, ٥٠٠ درجة ونبات *Caragana* ٧٠٠ درجة مئوية (Alechin ١٩٦١).

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



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

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

إن الدراسات الهادفة لمعرفة العلاقة بين حدود انتشار الأنواع النباتية ودرجة الحرارة ليست كبيرة الدقة ويجب النظر إليها بحذر وذلك لأن حدود انتشار الأنواع النباتية لا تتوقف فقط على درجة الحرارة وإنما على جملة من العوامل كالأمطار وطبيعة الشتاء (مع ثلج أو بدونه) وطوله وتأثير التربة والتضاريس وطول النهار وغيرها .

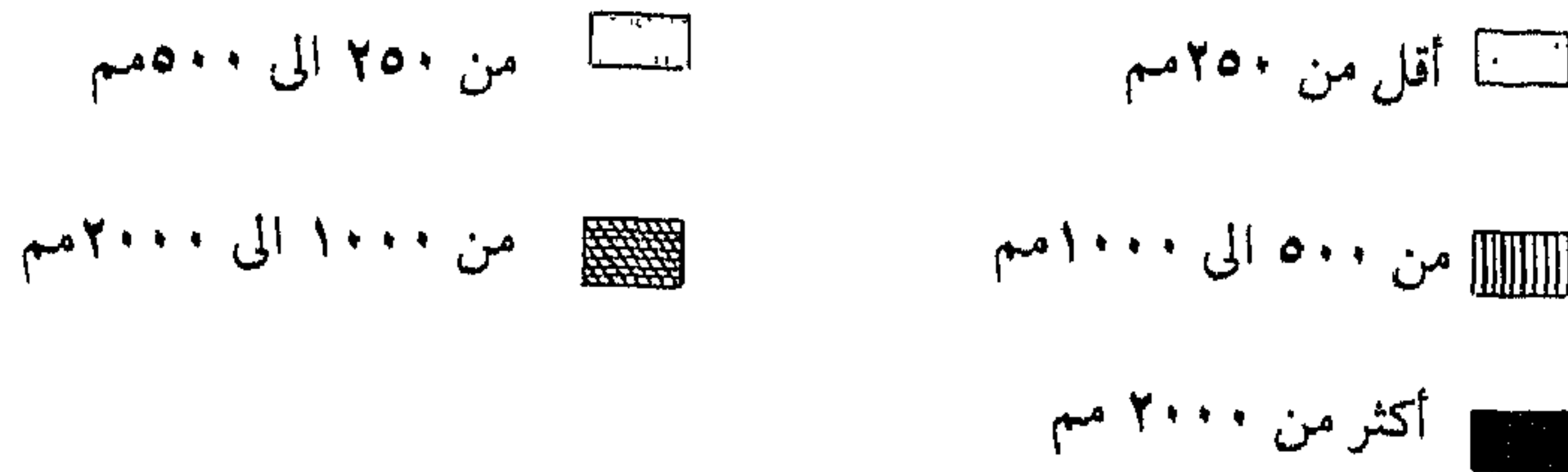
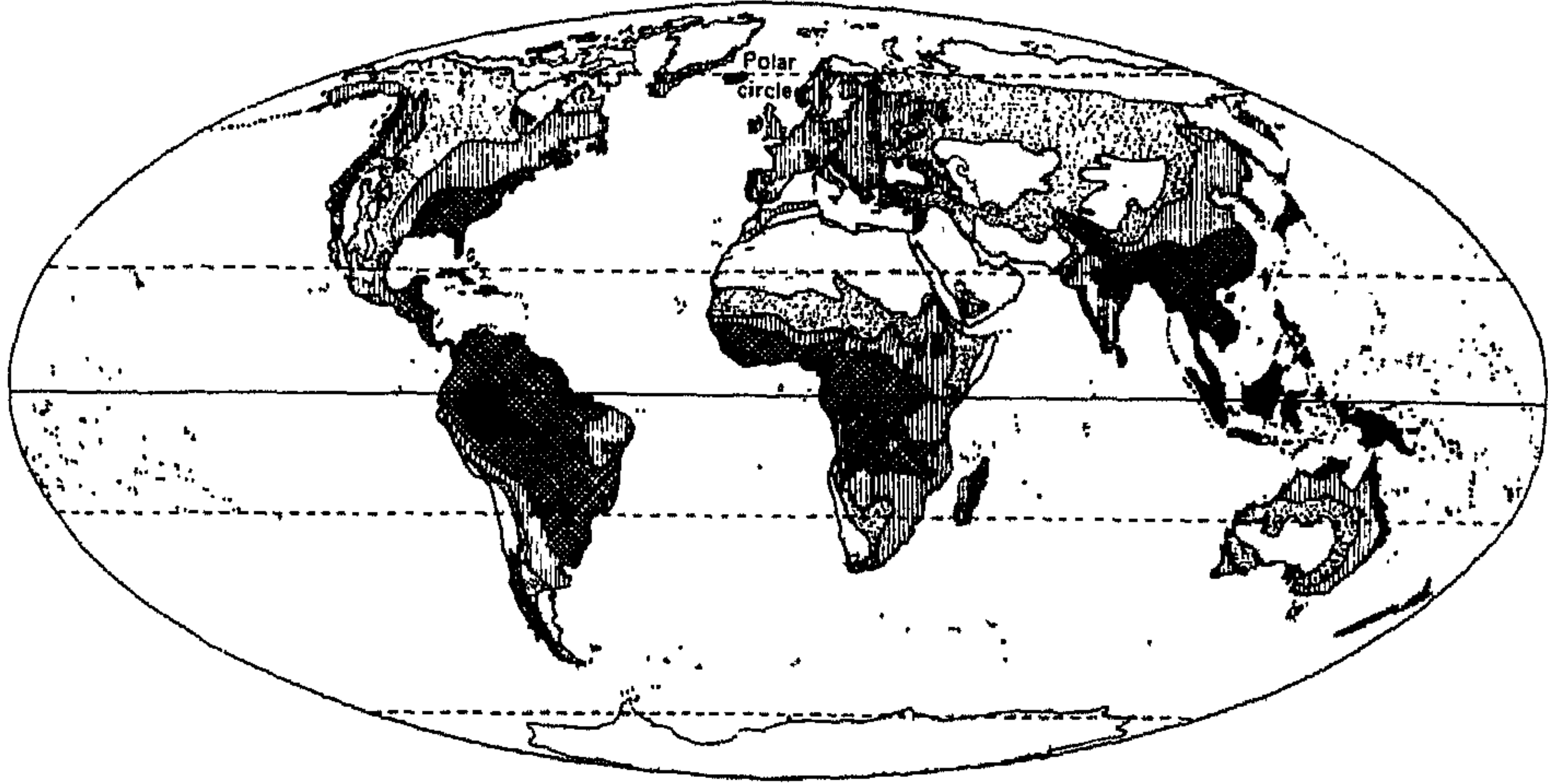
ثانياً : الهطول Precipitation

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

١ - كمية الأمطار

تختلف كمية الأمطار من منطقة جغرافية نباتية إلى أخرى، فأكثر المناطق غزارة بالأمطار هي المناطق الاستوائية (حوض الأمازون، غرب أفريقيا الاستوائية، هاواي، جزر الملايو، وغيرها) التي تتراوح فيها كمية الأمطار بين ٢٠٠ و ٤٠٠ سم وفي هاواي تصل إلى ١٢٠٠ سم في السنة، أما أقل المناطق أمطاراً فهي الصحاري (الصحراء الكبرى، صحراء تشيلي، أريزونا، الصحراء العربية، آسيا الوسطى وغيرها) حيث لا تزيد كمية الأمطار السنوية فيها عن ٢٥ - ٣٠ سم سنوياً وعلى الأغلب أقل من ذلك بكثير، فمثلاً لا يزيد متوسط الأمطار السنوية في بخارى (آسيا الوسطى) عن ١٣,٥ سم وفي القاهرة عن ٣ سم وفي الرياض عن ١١ سم وفي بعض صحاري تشيلي عن ٥,٥ سم، كما لا تسقط الأمطار في بعض أجزاء الصحراء الكبرى مدة عدة سنوات متتالية، أما في بقية المناطق الجغرافية فتتراوح كمية الأمطار السنوية بين ٢٥ و ٢٠٠ سم (شكل ١٧).

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



شكل (١٧) متوسط كمية الأمطار السنوية على سطح الكرة الأرضية.

سيولا تجرف الترب وتعري الجذور السطحية للنباتات ، أما الأمطار خفيفة الشدة فهي أكثر فائدة نظرا لامتناع التربة لها بشكل كامل تقريبا . هذا ولا يصل سطح التربة كامل الأمطار الساقطة ، فجزء منها يقع على النباتات ويعود فيتبخر مرة ثانية قبل وصوله إلى التربة ، فغابة الصنوبر *Pinus* تحجز حوالي ١٣ - ١٤٪ من كمية الأمطار الساقطة ، وغابة التنوب *Picea* تحجز حوالي ٣٦٪ وبصورة عامة فإن كمية الأمطار التي يحتجزها الغطاء النباتي تتوقف على غزارة الأمطار من ناحية (الأمطار الخفيفة يحجز القسم الأعظم منها أما الغزيرة فيحجز قسم ضئيل منها) وعلى كثافة الغطاء النباتي من ناحية أخرى ، ولهذا فمن المهم جدا حساب كمية الأمطار التي تصل فعليا إلى التربة وليس كمية الأمطار التي يسجلها مقياس الأمطار (Voronov ١٩٧٣).

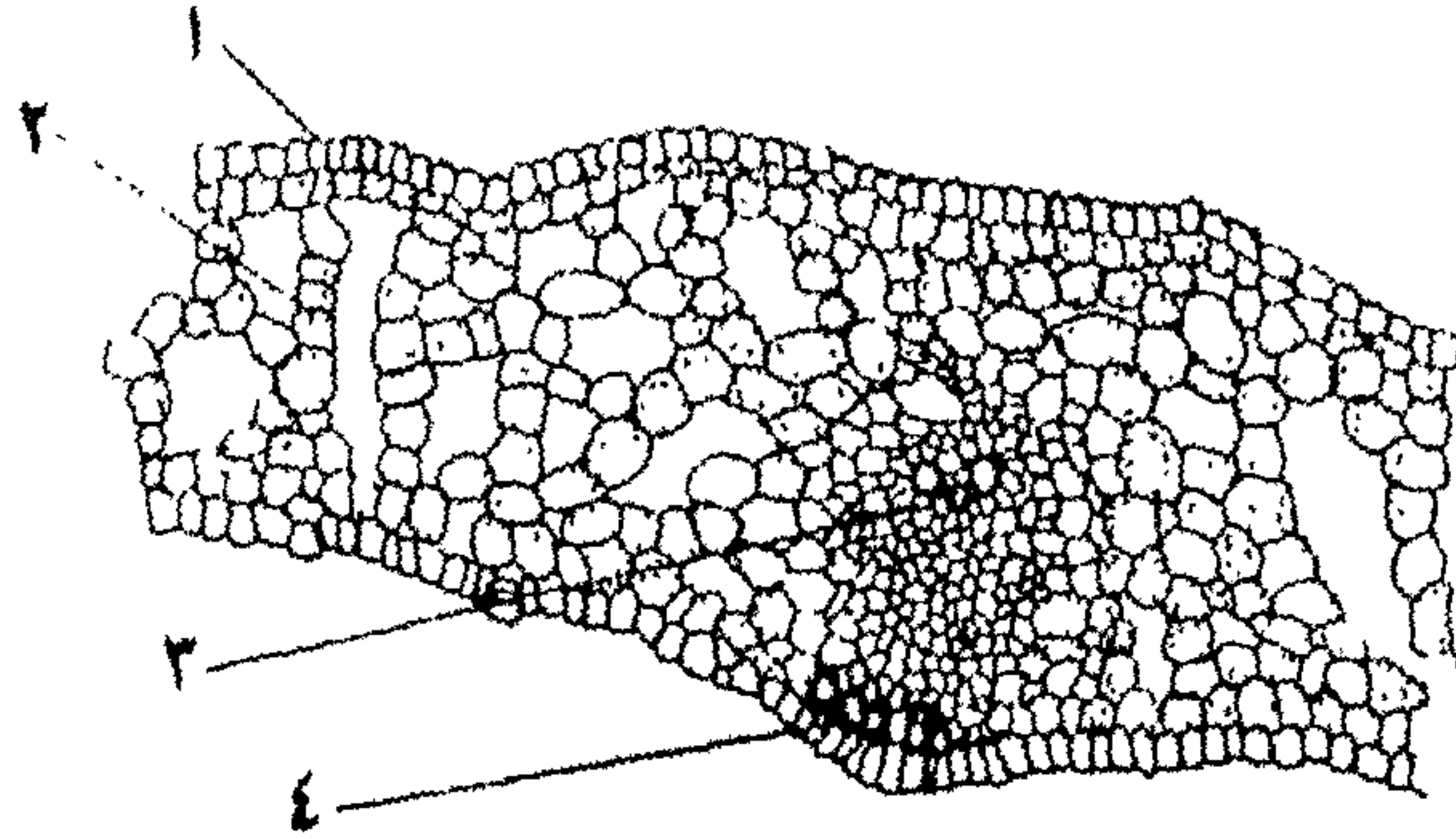
إن لتوزيع الأمطار على مدار السنة أهمية كبيرة في توزيع النباتات الجغرافي، ففي المناطق الاستوائية حيث تتوزع الأمطار بالتساوي تقريباً على مدار السنة نجد الغابات الاستوائية الرطبة المطيرة دائمة الخضرة Evergreen rain forests أما في المناطق المدارية التي لا تتوزع فيها الأمطار بالتساوي على مدار السنة فنجد الغابات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

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

- (أ) النباتات المائية Hydrophytes.
- (ب) النباتات الجفافية Xerophytes.
- (ج) النباتات الوسطية Mesophytes.

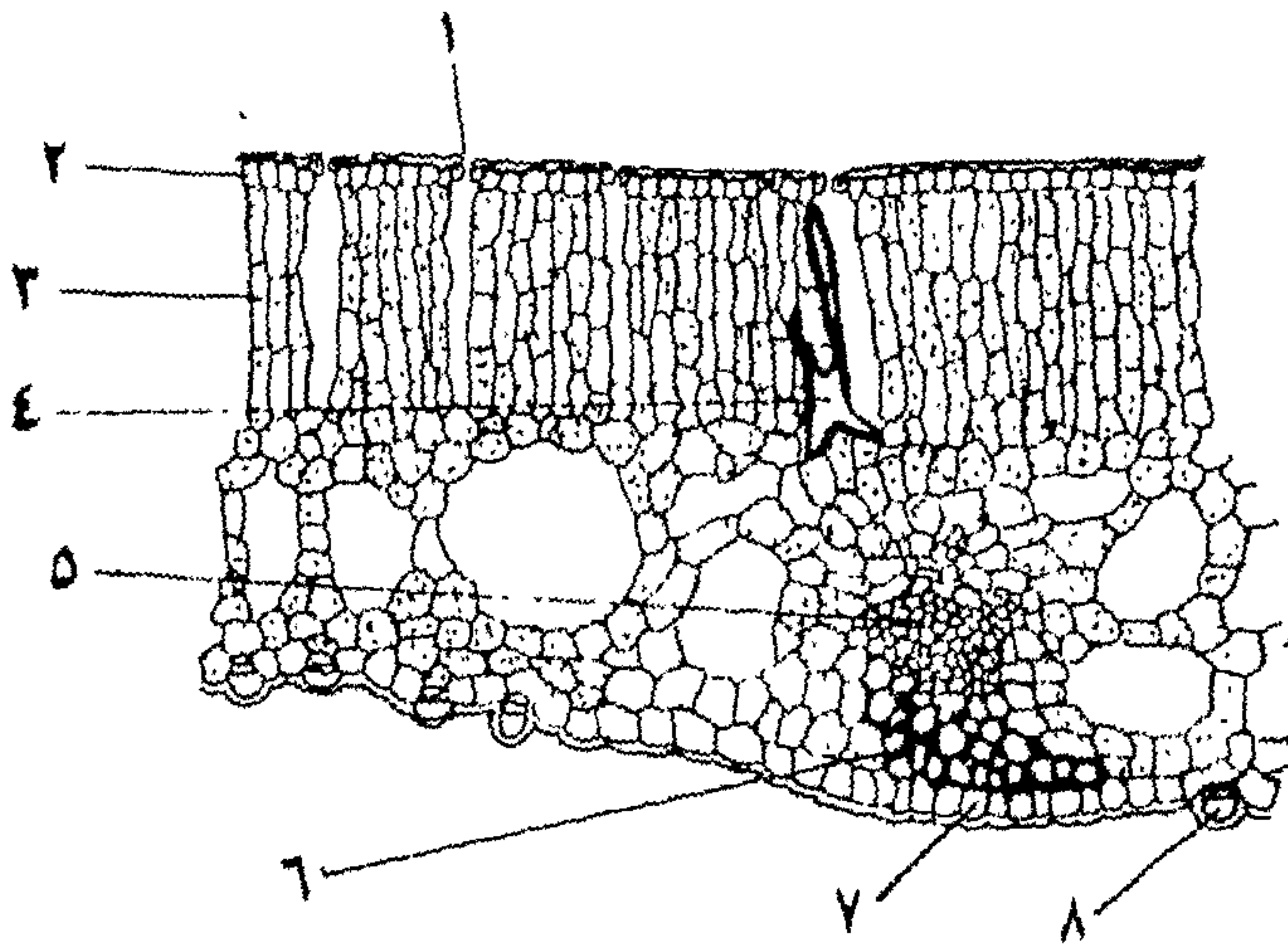
(أ) النباتات المائية Hydrophytes. إما أن تكون النباتات المائية مغمورة كلياً في الماء مثل *Ceratophyllum* و *Najas* أو أن بعضها منها مغمور في الماء والبعض الآخر طاف على سطح الماء مثل النيوبر *Nuphar luteum* أو أن قسماً منها مغمور في الماء والباقي فوق سطح الماء مثل البوط *Typha* و *Sagittaria* وغيرها. وتمتاز النباتات المائية بصفات عدة نلاحظها في كل فرد منها وتعود هذه الصفات إلى بيئة الوسط المائي الذي تعيش فيه، ومن أهم صفات النباتات المائية هي القوام اللين ذلك لأن الأنسجة الدعامية والوعائية وحتى الغربالية قليلة، كما تشكل القشرة، المؤلف من نسيج برانشيمي، القسم الأكبر من الساق، بينما تمثل الاسطوانة المركزية قسماً صغيراً من الساق على عكس النباتات الوسطية التي تشتمل على قشرة رقيقة واسطوانة مركزية واسعة. وتغطي الأوراق بشرة ذات خلايا كبيرة كثيرة التعرجات مملوءة بالكلوروفيل، كما تحوي أنسجة النباتات المائية فراغات مملوءة بالهواء وقد تشكل ٧٠٪ من حجم النبات. وتحمل الأوراق الطافية ثغوراً على سطحها العلوي فقط أما الأوراق الغاطسة فعديمة الثغور، كما أن الضغط

الازموزي للعصارة الخلوية منخفض (شكل ١٨ - أ، ب، ج).



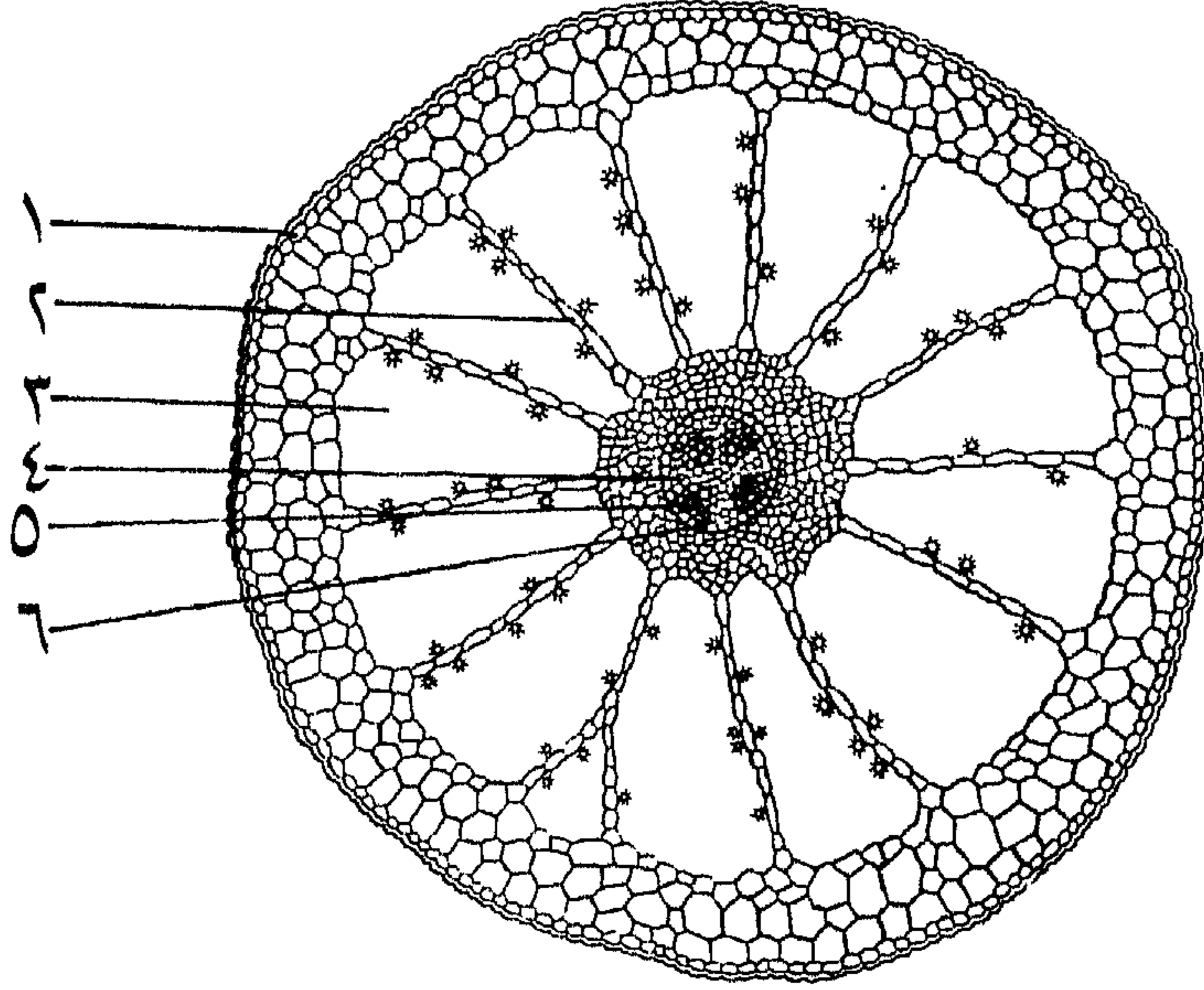
شكل (١٨ - أ) قطاع عرضي في ورقة نيوفا غاطسة (لاحظ عدم وجود الثغور).

- ١ - بشرة ٢ - نسيج تهوية ٣ - حزمة وعائية ٤ - كولنشيم



شكل (١٨ - ب) قطاع عرضي في ورقة نيوفا طافية.

- ١ - ثغر ٢ - بشرة علوية ٣ - نسيج عمادي ٤ - سكليريد
٥ - حزمة وعائية ٦ - كولنشيم ٧ - بشرة سفلية ٨ - عصيات



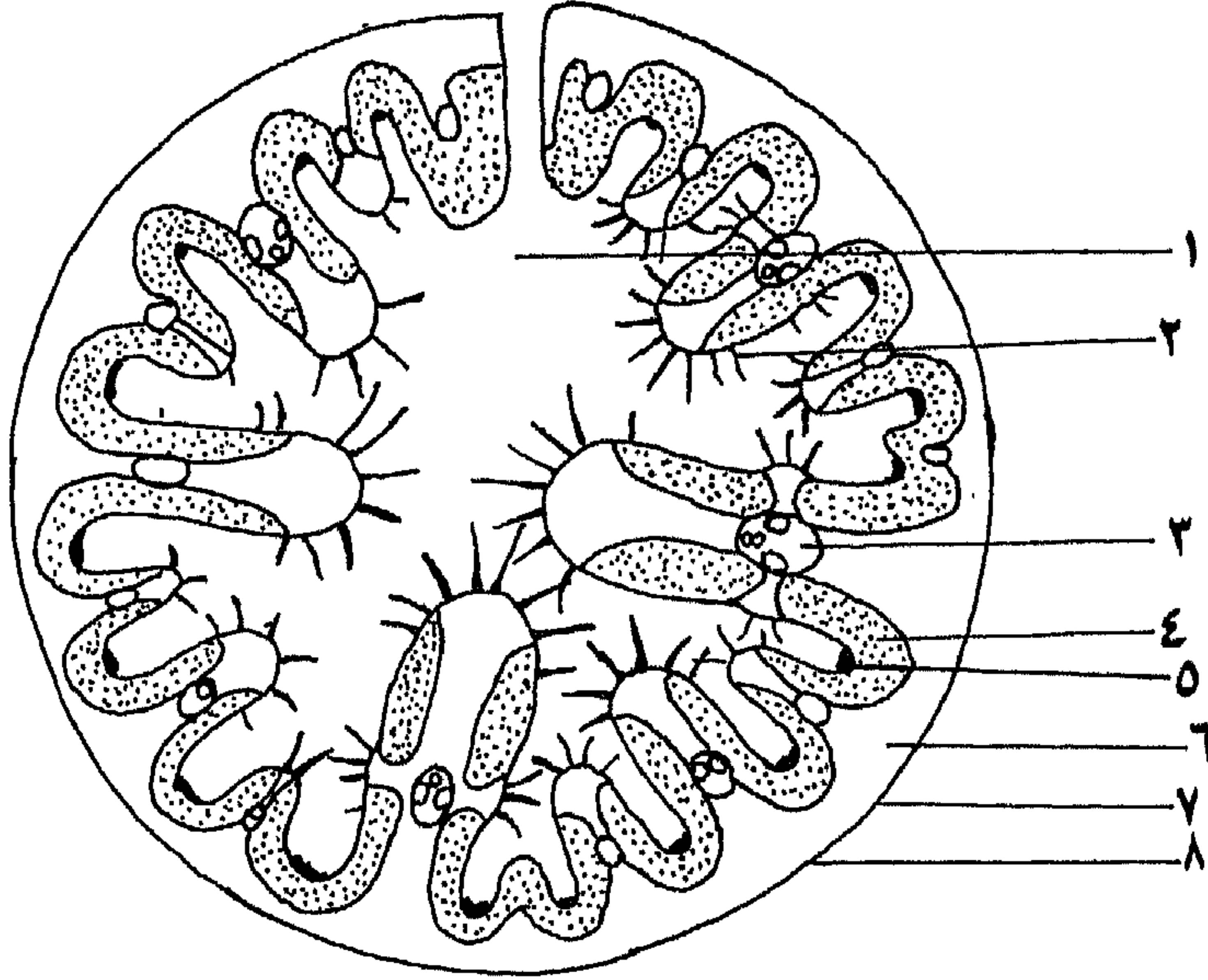
شكل (١٨ - ج) قطاع عرضي في ساق نبات ميربوفيللم المائي .

- | | | | |
|----------|-------------------|-----------------|----------|
| ١ - بشرة | ٢ - نسيج تهوية | ٣ - حجرة هوائية | ٤ - لحاء |
| ٥ - خشب | ٦ - بشرة داخلية . | | |

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

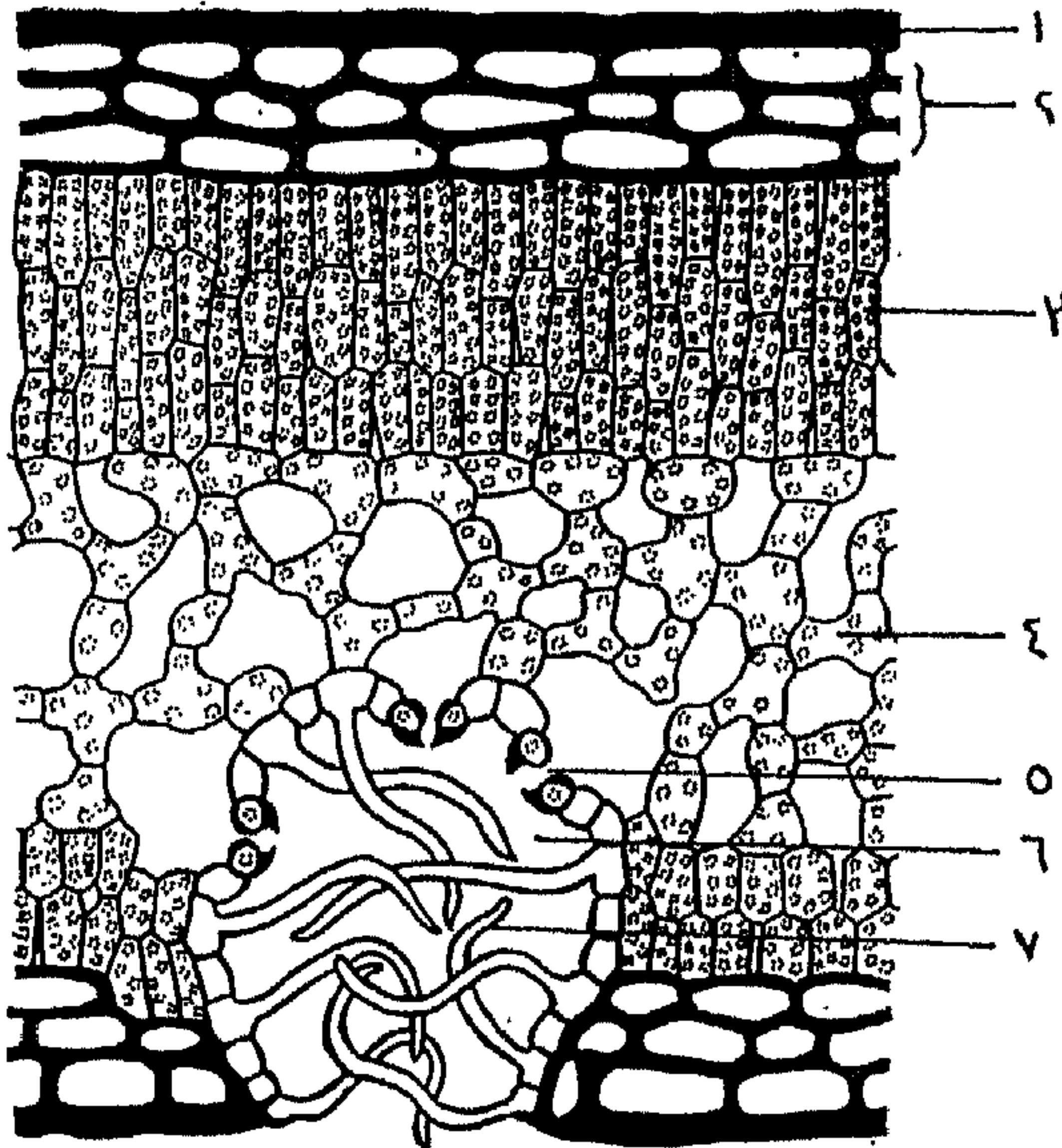
١ - تقليص سطح الورقة، فالأوراق صغيرة تتحور في كثير من الحالات إلى أشواك وعندها تقوم الساق بوظيفة البناء الضوئي .

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



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

- | | | |
|----------------------------|-----------------|----------------|
| ١ - جوف مغلق جزئياً | ٢ - شعيرات | ٣ - حزمة ناقلة |
| ٤ - برنشيم يخضوري | ٥ - خلايا محركة | ٦ - سكليرنشيم |
| ٧ - بشرة سفلية سميكة الجدر | ٨ - أدمة سميكة | |



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

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

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

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

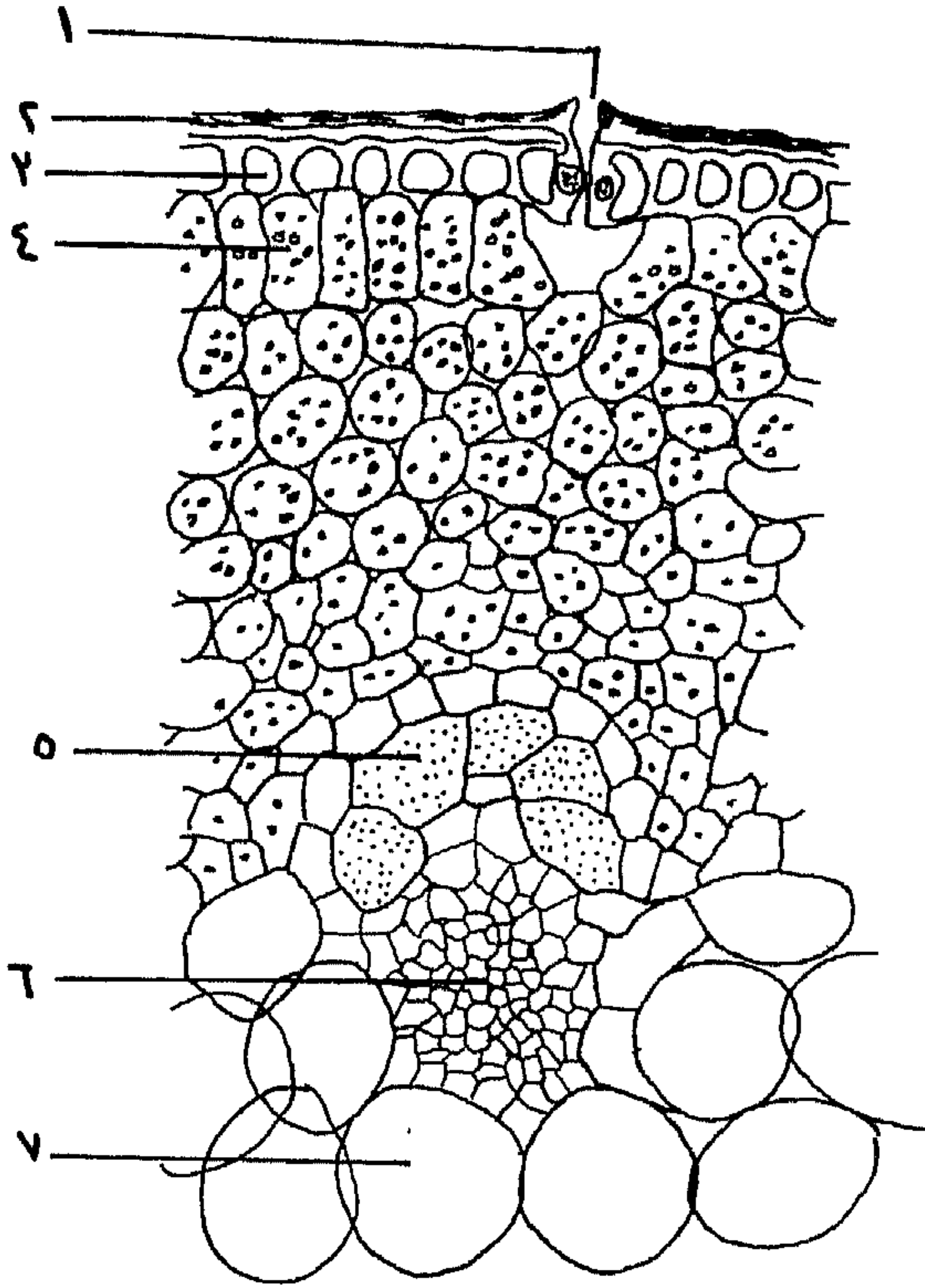
٤ - ارتفاع الضغط الأزموزي لعصارة الخلية إلى ٤٠ - ٦٠ وأحيانا ١٠٠ ضغط جوي وهذا ما يساعد على امتصاص أكبر كمية من الماء، بالإضافة إلى أنها (عدا النباتات العصارية Succulents) ذات مجموع جذري متطور وعميق يمتص الماء من كافة طبقات التربة.

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

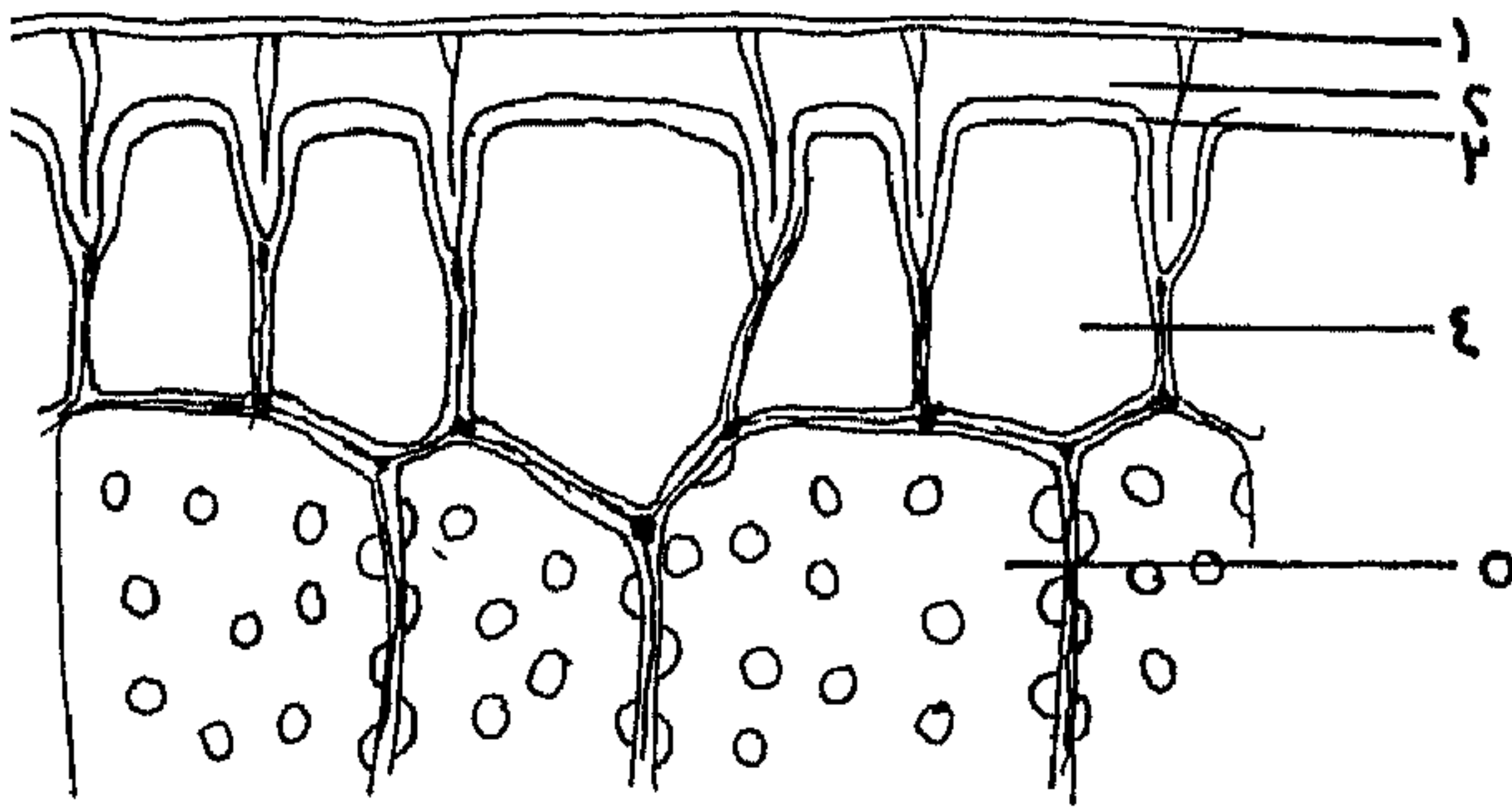
وأهم زمر النباتات الجفافية ما يأتي:

١ - نباتات عصارية Succulents. وهي نباتات غضة، الأنسجة المدخرة للماء فيها كثيرة النمو، وتعيش في المناطق التي تتوفر فيها فترة رطبة مما يسمح لها باختزان الماء في أنسجتها، كما وتغطي سوقها وأوراقها أدمة سميكة وثغورها غائرة، وتصل نسبة الماء في أنسجتها إلى ٩٥٪ من وزنها مثل نبات *Cerasus*، وتغلق ثغورها نهارا ولهذا فالنتح عندها قليل، فنبات *Echinocactus* نقصن وزنه خلال ست سنوات حوالي ١١ كجم (من ٣٧,٨ إلى ٢٦,٨ كجم) علما بأنه لم يقدم له الماء خلال هذه الفترة والنمو عند هذه النباتات بطيء جدا والمجموع الجذري سطحي. كما أن الضغط الأزموزي فيها منخفض ويتراوح بين ٨ و٣ ضغط جوي (شكل ٢١).

أ - جزء من قطاع عرضي في ورقة الصبر (الصبار)



- ١ - ثغر
- ٢ - أدمة
- ٣ - بشرة
- ٤ - برنشيم يخضوري
- ٥ - خلايا تحتوي على الألوئين
- ٦ - حزمة وعائية
- ٧ - نسيج مدخر للماء



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

- ١ - أدمة
- ٢ - جزء مكون من جدر خلايا البشرة
- ٣ - طبقة سليولوز
- ٤ - بشرة
- ٥ - برنشيم يخضوري

شكل (٢١) النباتات العصارية.

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

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

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

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

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

ثالثا: الرياح Wind

للرياح تأثير كبير على نمو الأنواع النباتية وتوزعها، فالرياح الحارة الجافة لها تأثير ضار على النباتات وذلك عن طريق زيادة النتح، فإذا لم تستطع الجذور امتصاص كميات كافية من الماء للتعويض عن الماء الذي يفقد عن طريق النتح فإن ذلك يؤدي إلى ذبول النباتات الأمر الذي يلاحظ خاصة في المناطق الجافة. كما أن للرياح تأثير على نمو النباتات، فقد وجد أن النباتات المحمية من تأثير الرياح أفضل نمواً من تلك التي تعيش في أماكن غير محمية، لذلك فقد درج الفلاحون على إحاطة الحقول بمصدات شجرية إذ تبين أن محصول هذه الحقول يزيد في بعض الحالات بمقدار ١٥ - ٢٠٪ عن محصول تلك الحقول غير المحاطة، بالإضافة إلى ذلك قد تسبب الرياح الشديدة تكسير فروع الأشجار وربما اقتلاعها وخاصة تلك الأشجار سطحية المجموع الجذري.

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

رابعا: الضوء Light

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

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

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

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

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

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

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

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

وللنبوة الضوئية Photoperiod أو طول الفترة النهارية أهمية كبيرة في نمو النباتات وتكاثرها وبالتالي توزيعها على سطح الكرة الأرضية، فتجارب Garner and Allard (١٩٢٠) بينت أن للنبوة الضوئية أهمية كبرى في تحويل النبات من الطور الخضري إلى

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

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

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

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

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

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

إلى حد كبير فتنشر في كل مناطق الكرة الأرضية .

خامسا: تغيرات المناخ في الماضي

إذا كان المناخ بصورته الحالية يؤثر في توزيع النباتات وتركيب الغطاء النباتي الحالي، فإننا لانستطيع أن نغفل أثر التغيرات المناخية في الماضي وخاصة العصور الجليدية التي لعبت دورا هاما في توزيع النباتات وخاصة في العروض العليا في أوروبا وآسيا وأمريكا الشمالية، إذ أن الكثير من النباتات التي كانت واسعة الانتشار في هذه المناطق قبل العصور الجليدية قد تأثرت كثيرا بالتغيرات المناخية التي صاحبت الجليديات والتي حدثت في عصر البلايستوسين وكثير منها لم يبق إلا في أماكن قليلة لم يتغير مناخها كثيرا ويطلق على هذه الأنواع اسم البقايا المناخية Climatic relics.

وقد غطت الجليديات في العصور الجليدية الأربعة، (التي كانت متصلة مع الجليديات القطبية) كامل شمال أوروبا وجزءا من سيبيريا وشمال أمريكا الشمالية حتى خط العرض ٤٠ شمالا تقريبا، كما وجدت الجليديات في نصف الكرة الجنوبي في نيوزيلنده وفي الجزء الجنوبي من أمريكا الجنوبية، وكانت تفصل العصور الجليدية عصور بين جليدية تتراجع فيها الجليديات باتجاه القطبين، وقد استمرت العصور الجليدية الأربعة والعصور الثلاثة بين الجليدية حوالي ٦٠٠ ألف سنة.

وكان لطبوغرافيا المناطق التي تعرضت للجليديات أثر كبير في إعادة انتشار الأنواع النباتية التي كانت تسهل أو توقف انتشار هذه الأنواع، ويبين تاريخ الغطاء النباتي في شمال ووسط أوروبا خاصة هذا الأثر. فالسلاسل الجبلية ذات الاتجاه العام شرق - غرب أعاققت تراجع الأنواع النباتية المعتدلة إلى الجنوب أثناء اندفاع الجليديات كما أعاققت إعادة انتشارها إلى الشمال من الملاجئ التي كانت تعيش فيها في الجنوب والشرق وهذا قاد إلى إفقار فلورا هذه المناطق.

وتدل المعلومات المتوفرة (Wulff ١٩٤٤) على أن العصور الجليدية التي سادت في

شمال أوروبا ووسطها كانت تترافق في منطقة حوض البحر الأبيض المتوسط مع فترات مطيرة، مختلفة الشدة، أي كان يسود فيها المناخ الرطب، وعلى العكس فإن العصور بين الجليدية كانت تترافق مع فترات جافة نسبياً حيث يسيطر المناخ الحار والجاف. ويعتقد أنه في الفترات المطيرة التي ترافقت مع زحف الجليديات في شمال ووسط أوروبا، دخل إلى منطقة حوض البحر الأبيض المتوسط الكثير من الأنواع النباتية المعتدلة ساقطة الأوراق، واستقرت في المناطق الجبلية المرتفعة. أما النباتات التابعة لعنصر حوض البحر الأبيض المتوسط دائمة الخضرة فقد استقرت في السفوح الجبلية المنخفضة المحاذية للبحر، كما أخذت الأنواع التابعة للعنصر الإيراني - التوراني بالزحف إلى منطقة حوض البحر الأبيض المتوسط في الفترات بين المطيرة، أي أن توزع الأنواع والمجتمعات النباتية كان يتغير بين فترة وأخرى، كما أن الغطاء النباتي إلى الجنوب من البحر الأبيض المتوسط (الصحراء الكبرى والصحاري العربية) كان يتغير توزيعه بسبب توالي فترات جافة ورطبة تتوافق مع العصور الجليدية والعصور بين الجليدية.

ولم يقتصر تأثير الجليديات على ذلك بل تعداه إلى التأثير في مستوى سطح البحر، ففي فترة العصور الجليدية كان ينخفض مستوى سطح البحر ويبتعد عن الشاطئ أحياناً بعشرات الكيلومترات، أما في العصور بين الجليدية فعلى العكس كان يرتفع مستوى سطح البحر.

وهكذا نجد أن توزع الأنواع والمجتمعات النباتية راجع لتأثير المناخ السائد حالياً والتغيرات المناخية التي مرت بها الأرض.

٢ عوامل التربة Edaphic (Soil) Factors

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

الدقيقة التي تعيش فيها.

أولاً: الخواص الفيزيائية للتربة

١ - عمق التربة Soil depth

إن لعمق التربة، الذي ينتج عن تأثير عوامل المناخ والعوامل الحيوية، أهمية كبيرة في حياة النباتات. ونتيجة لتأثير العوامل المناخية والعوامل الحيوية على الصخور الأم تتشكل ثلاث طبقات، الأولى سطحية وتتألف من جزئيات دقيقة هي التربة نفسها ويليها طبقة أخرى بدأ فيها التفتت ولكنه لم يكتمل وتسمى تحت التربة Subsoil ثم طبقة الصخور الأم التي لم تتأثر بفعل التفتت. وإن لعمق التربة تأثير على انتشار النباتات، ذلك لأن التربة السطحية غير العميقة لا تمتص إلا كميات قليلة من مياه الأمطار التي سرعان ما تتبخر بالإضافة إلى أنها لا تتمكن من تثبيت النباتات الشجرية والشجيرية، أما التربة العميقة، فعلى العكس، تمتص كميات كبيرة من مياه الأمطار وتحتفظ بالقسم الأكبر في الطبقات السفلية منها ولا تفقده بالتبخر وبالتالي توفر ظروفًا أفضل للنباتات التي يتمكن مجموعها الجذري من التعمق فيها.

ب - قوام التربة Soil texture

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

- حصى خشن Coarse gravel قطره أكثر من ٥ مم.
- حصى ناعم Fine gravel قطره من ٢ وحتى ٥ مم.
- رمل خشن Coarse sand قطره من ٢, ٠ وحتى ٢ مم.
- رمل ناعم Fine sand قطره من ٢, ٠ وحتى ٠, ٢ مم.

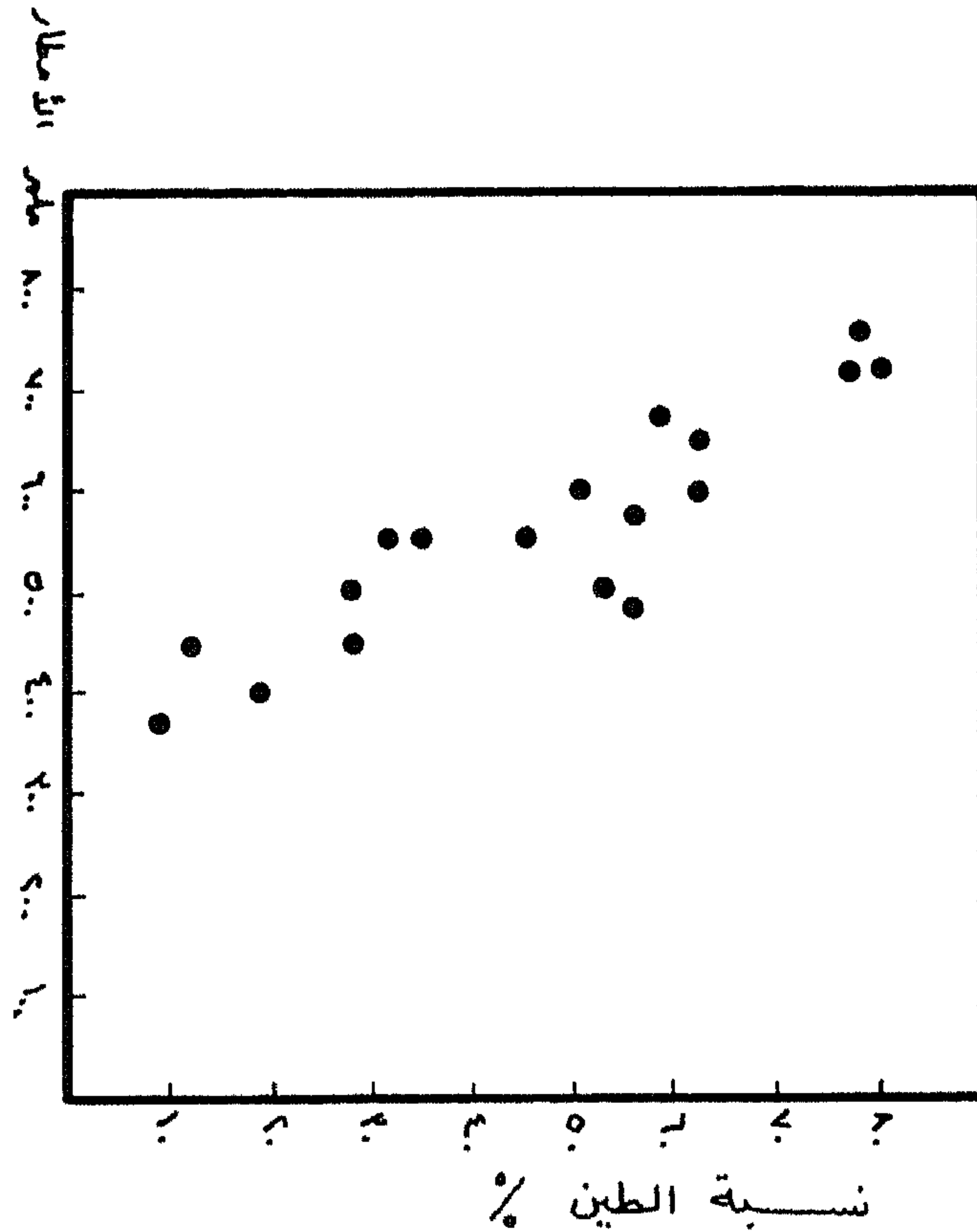
طمي (سلت) Silt قطره من ٠,٠٢ وحتى ٠,٠٢٠ مم.
طين (صلصال) Clay قطره أقل من ٠,٠٢٠ مم.

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

ولقد وجد المشتغلون بعلم النبات أن قوام التربة من أهم خواصها التي تؤثر على النبات من نمو وتوزيع، فالترب الطينية هي ترب ثقيلة القوام حبيباتها متماسكة قليلة المسامية تغدولزجة عند تشبعها بالماء وتتحول إلى كتل صلبة مندمجة عند جفافها لذا تعتبر صعبة في العمليات الزراعية، ومثل هذه الترب قليلة النفاذية للماء لذا فإن المياه لا تتسرب إلى أعماق كبيرة داخلها وتفقد قسماً كبيراً من مياه الأمطار عن طريق الانسياب السطحي، وتحتفظ أيضاً بالجزء الأكبر من الماء في طبقاتها العليا مما يعرض التربة للجفاف السريع نتيجة التبخر. وتتميز بالإضافة إلى ذلك بخاصيتها الشعرية الكبيرة فالماء يرتفع حتى يصل سطح التربة حيث يتبخر لذا فإنها تجف على أعماق كبيرة. ولكن من ناحية ثانية تمتاز هذه التربة بقدرتها الكبيرة على الاحتفاظ بكميات كبيرة من الماء الذي يصل إليها. وتعيق الترب الطينية اختراق الجذور السريع لها مما يحد من وصول جذور البادرات إلى طبقات التربة العميقة الرطبة قبل حلول الجفاف وتظهر أهمية ذلك في المناطق التي تهطل فيها الأمطار على فترات متباعدة، ففي مثل هذه الظروف غالباً ما تموت البادرات في فترة الجفاف لأن جذورها لم تتمكن من اختراق التربة ثقيلة القوام بسرعة قبل جفاف طبقات التربة العليا.

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

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



شكل (٢٢) العلاقة بين توزيع نبات الطلح وقوام التربة وكمية الأمطار في السودان.

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

ج - النظام الهوائي والحراري للتربة

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

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

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

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

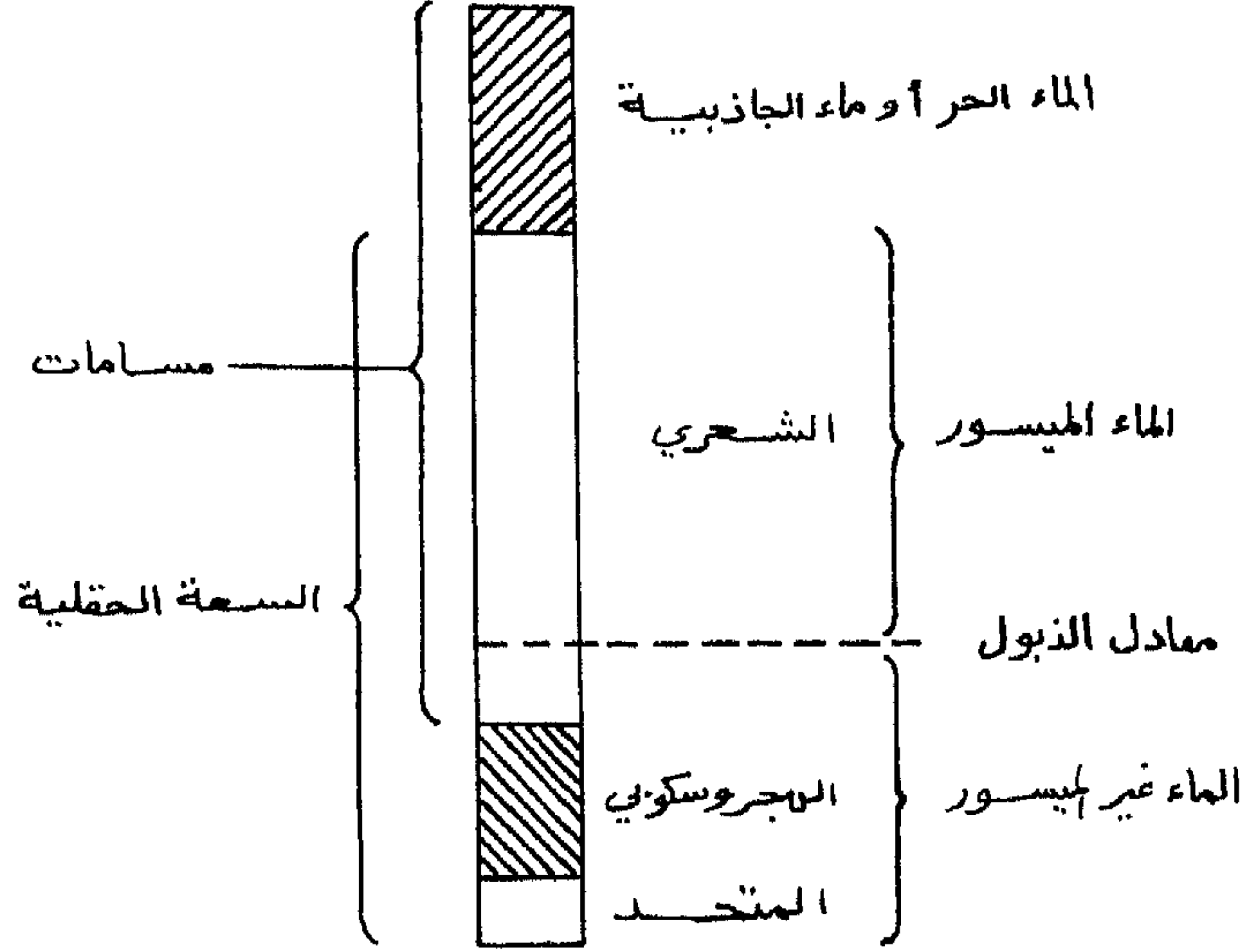
لاستطيع امتصاص الماء من الترب المتجمدة رغم توفر الماء فيها مما يقلل كثيرا من إمداد النباتات بالماء وهذا ما يسمى بالجفاف الفيزيولوجي على نحو ما يكون في المناطق الباردة في التندرا Tundra والتايغا (التايغا) Taiga وأعلى الجبال.

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

د - رطوبة التربة Soil moisture

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

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



شكل (٢٣) رسم تخطيطي يوضح أشكال ماء التربة.

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

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

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

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

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

ولا تستطيع الجذور امتصاص كل الماء الموجود في التربة، حيث يذبل النبات ويفقد القدرة على إبقاء خلاياه في حالة امتلاء بالرغم من أن التربة لاتزال تحتوي على قدر من الماء، ويعرف الماء الذي لا يستطيع النبات امتصاصه بالماء غير الميسور Non-available water وهو عبارة عن الماء الهيجروسكوبي والماء المتحد وجزء من الماء الشعري وبخار الماء (شكل ٢٣)، وتعتبر التربة جافة عندما لا يكون فيها من الماء الميسور ما يكفي لمنع النبات من الذبول الدائم، ويطلق على النسبة المئوية للمحتوى المائي في هذه الحالة اسم معامل الذبول Wilting coefficient أو النسبة المئوية للذبول الدائم Permanent wilting percentage.

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

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

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

water وهو الماء الذي يعتمد النبات عليه من أجل نموه .

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

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

ثانيا : الخواص الكيميائية للتربة

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

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

تفككها .

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

وتحتاج النباتات لكي تنمو طبيعياً إلى الكربون والأكسجين والهيدروجين وإلى عدد من العناصر الأخرى مثل النتر وجين والفسفور والكبريت والبوتاسيوم والكالسيوم والماغنيسيوم والحديد والنحاس والمنغنيز والزنك والتي تحصل عليها من مركبات أملاح التربة على شكل أملاح ذائبة في محلول التربة، وطبيعي أن التربة تختلف بما تحويه من هذه العناصر. وتعكس أنواع النباتات التي تعيش في تربة معينة، ومقدار ما تبلغه من نمو وكذلك مظهرها الخارجي، صورة صادقة لخصب التربة أي لما تحويه التربة من هذه العناصر، وإن نقص أي عنصر من هذه العناصر يؤثر تأثيراً كبيراً على نمو النبات وتظهر عليه أعراض مرضية خاصة بكل عنصر.

وتنمو النباتات التي تتميز بسرعة النمو وبأحجام كبيرة في بيئات تتميز بخصوبة تربها ذلك أنها تحتاج إلى كميات كبيرة من العناصر الغذائية، أما النباتات بطيئة النمو وصغيرة الحجم وذات الاحتياجات القليلة من العناصر الغذائية فتتم في بيئات ذات تربة فقيرة بهذه العناصر كما أنها قد لا تستطيع أن تنمو في البيئات ذات التربة الخصبة لأنها لا تتمكن من منافسة الأنواع التي تعيش في التربة الخصبة والتي تمتاز بقدرتها العالية على المنافسة (Mahmoud and Grime 1976).

وتدل دراسة توزيع النباتات على ارتباط أنواع معينة من النباتات بأنماط معينة من التربة التي تحتوي على العناصر الضرورية لنموها ولا تستطيع أن تعيش إلا على هذه التربة، وتعتبر مثل هذه الأنواع ذات أهمية كبيرة إذ يمكن عن طريقها معرفة نوع

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

١ - النباتات المحبة للنتروجين Nitrophytes or Nitrophyllous plants

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

ب - النباتات الملحية Halophytes

وهي النباتات التي تعيش على الترب الملحية ، وقد بينت دراسات Keller ١٩٢٩ أن هذه النباتات ، مثل *Salicornia* و *Suaeda* ، تنمو بصورة أفضل في الترب الملحية منها في الترب قليلة الملوحة .

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

ولقد أوضحت الدراسات المتعلقة بكيمياء التربة أن زيادة حموضة التربة ينتج عنها زيادة في ذوبان الحديد والألومينيوم والمنغنيز في محلول التربة لدرجة تعوق نمو (وقد تقتل) النباتات القلوية ، وقد أوضحت دراسات Hadgson ١٩٧٢ أن النباتات التي تتحمل السمية الناتجة عن الحديد والألومينيوم بدرجة كبيرة هي النباتات التي تنمو في

بيئاتها الطبيعية في التربة الحامضية ، أما النباتات التي يتأثر نموها بالسمية الناتجة عن هذه العناصر فإنها تنمو عادة في بيئاتها الطبيعية في الترب القلوية أو المتعادلة ، وقد أوضحت دراسات Mahmoud and Grime ١٩٧٦ نفس الظاهرة بالنسبة للنباتات الحمضية والقلوية فيما يتعلق بتحملها للسمية الناتجة عن المنغنيز .

ومن أمثلة التربة شديدة القلوية والتي تؤثر على توزيع النباتات التربة التي توجد على شواطئ البحار والتي تتميز بارتفاع تركيز الأملاح في محاليلها ، تنمو في هذه التربة نباتات متخصصة هي النباتات الملحية ، ونظراً لاختلاف هذه النباتات في درجة تحملها للملوحة فإنها غالباً ما تنتظم في توزيعها في نطاقات متتالية تبعاً لاختلاف درجة ملوحة التربة ، ويظهر ذلك بوضوح في مستنقع رابع في المملكة العربية السعودية (Mahmoud et al. ١٩٨٢) .

٣] العوامل الحيوية Biotic Factors

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

التطفل Parasitism

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

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



شكل (٢٤) نبات الهدال *Loranthus curviflorus* شبه المتطفل الذي ينمو على أشجار الأكاشيا في منطقة أ بها.

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

التكافل Symbiosis

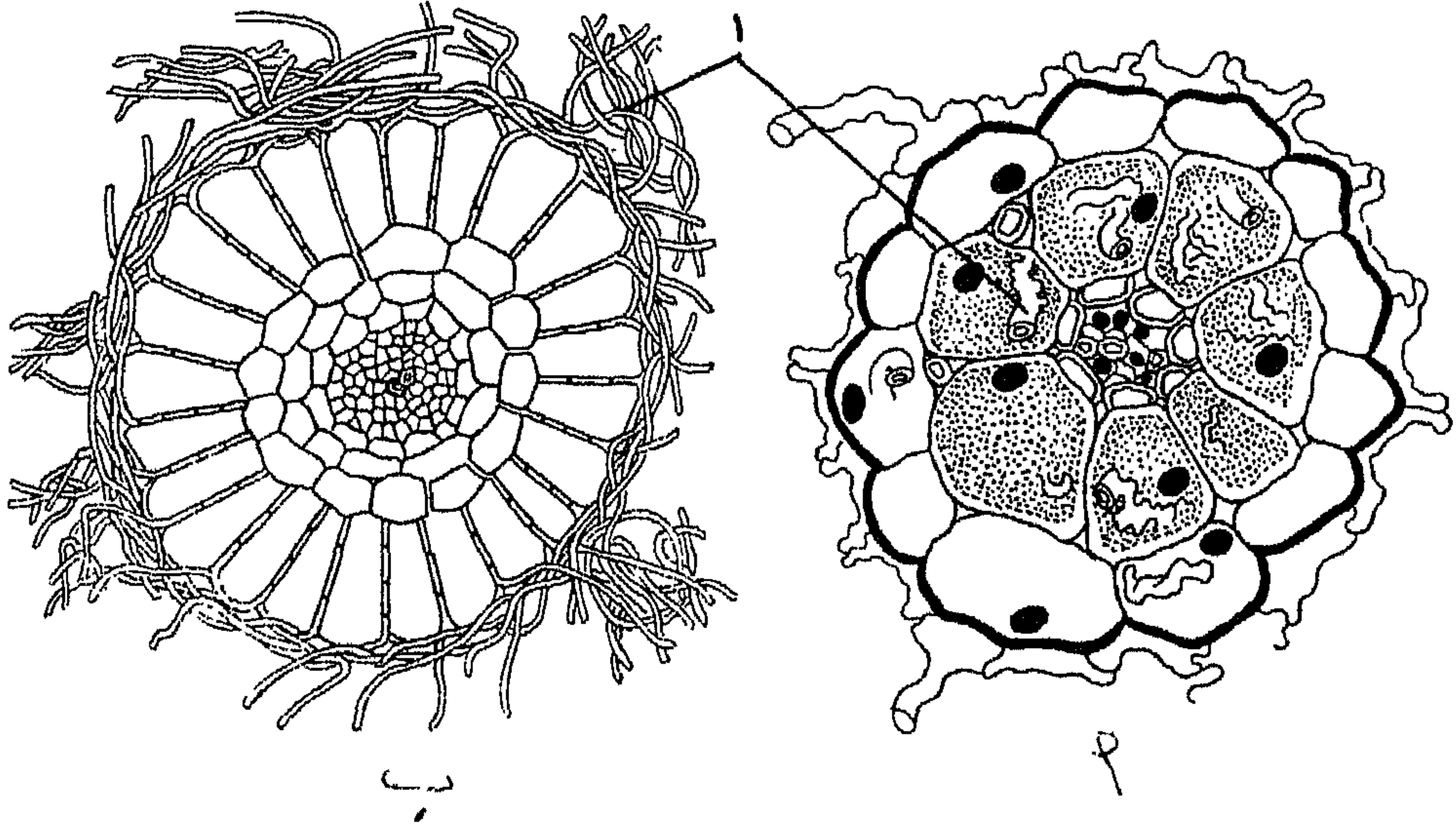
يتمثل التكافل في العلاقة بين نباتين يعيشان معاً، وهناك نوعان من صور التكافل هما التقايض (المبادلة) Mutualism والمعاشية Commensalism. ففي الحالة الأولى تدخل النباتات في مشاركة يستفيد منها كل منهما ولا يمكن لأحدهما أن يستغني عن الآخر ولا يستطيع النمو بدونه، ففي الأشنات Lichens مثلاً، وهي كائنات متكافلة،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

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

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

نمطان من الفطور الجذرية :

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



شكل (٢٥) الفطور الجذرية .

أ - فطور جذرية داخلية
ب - فطور جذرية خارجية
١ - خيوط الفطر

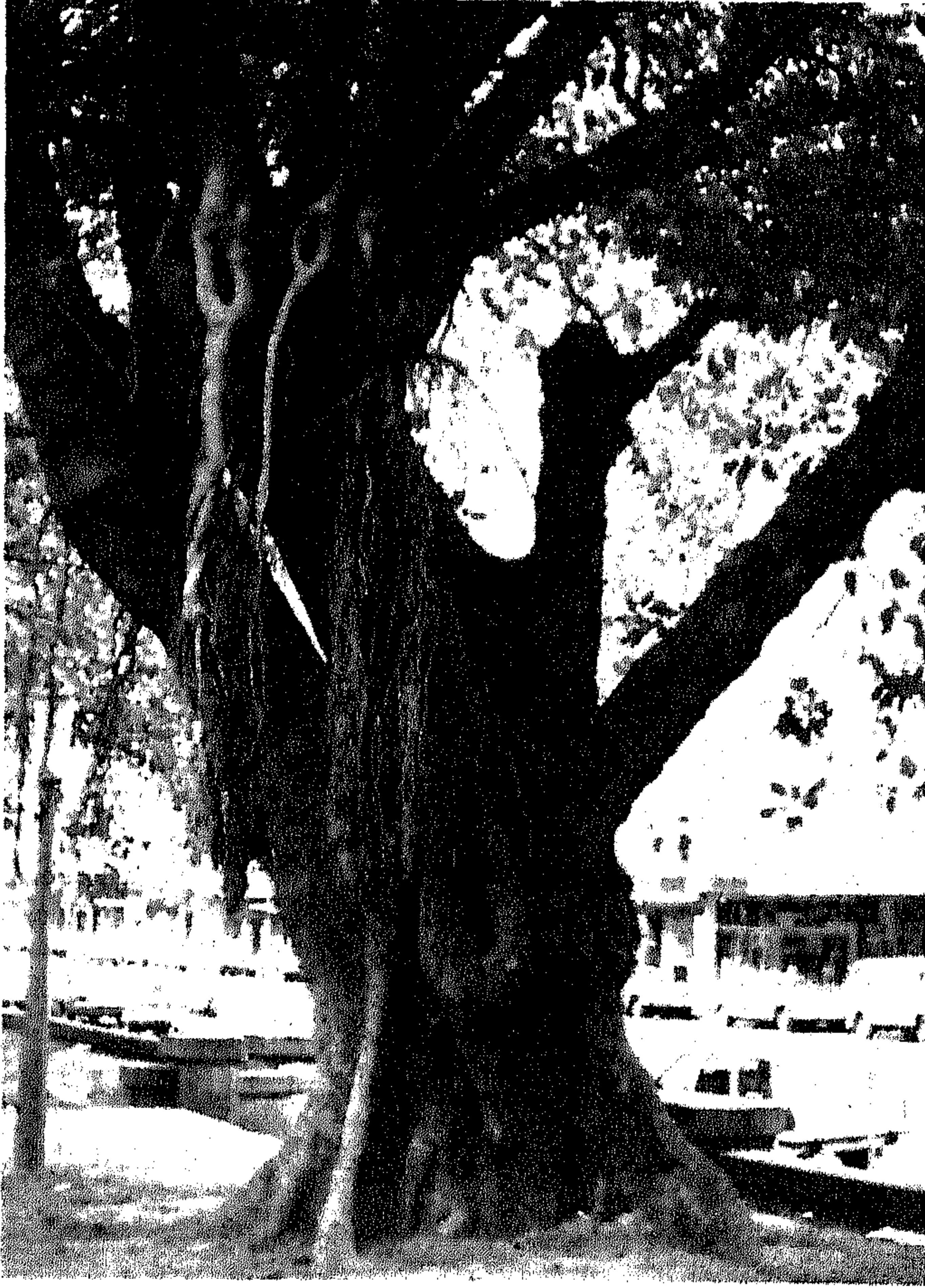
ب - فطور جذرية داخلية Endotrophic mycorrhiza حيث تتخلل خيوطها الخلايا وتتكافل مع أنواع القيقب *Acer* ، كما وتوجد في جذور النباتات السحلبية *Orchids* وجنس *Erica*. ويحصل الفطر على احتياجاته من المواد العضوية من النبات، وفي المقابل تقوم خيوط الفطر مقام الشعيرات الجذرية وتمتص الماء والأملاح المعدنية وتقدمها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

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

ومن النباتات التي تتخذ من النباتات الأخرى مكاناً للنمو وتؤثر في حياتها، النباتات نصف العالقة Hemiepiphytes الخانقة Stranglers (شكل ٢٦) مثل التين البنغالي *Ficus bengalensis* و *Foretusa*. وتنشأ هذه النباتات في موضع مفترق فرعين ثم تكون مجموعاً خضرياً صغيراً وجذوراً هوائية تنمو إلى أسفل، وتنمو بعض الجذور محاذية وملاصقة لساق النبات الذي تنمو عليه ويتدلى بعضها الآخر حراً في الهواء، وبعد ذلك تتشابك الجذور الهوائية ويكتسب نبات التين قوة ويكتمل نمو مجموعته الخضري وتضغط الجذور المحيطة بالنبات الداعم على الساق الذي لا يتمكن في مراحل لاحقة من زيادة قطره، وبالتالي يموت النبات الداعم مخنقاً، وفي هذه الأثناء تكون شبكة الجذور الهوائية قد تحولت إلى دعائم تحمل أغصان التين التي تنمو بشكل كبير.

التنافس Competition

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



شكل (٢٦) التين البنغالي.

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

Harper and Glatworthy ١٩٦٣ ، Harper ١٩٦٥ ، Harper and Obeid ١٩٦٧) .

ومن أجل معرفة الخواص البيولوجية التي تساعد وتزيد من قدرة النباتات على المنافسة، اطلع Grime ١٩٧٣ على الكثير من الدراسات المتعلقة بالمنافسة بين النباتات والتي جرت سواء في المخبر أو الحقل (Greig-Smith ١٩٤٨ ، Olsen ١٩٢١ ، Black ١٩٥٨ ، Watt ١٩٥٥ ، Monsi and Saeki ١٩٥٣ ، Palmer and Sager ١٩٦٣ ، Black ١٩٦٠ ، Donald ١٩٥٨ ، Grime ١٩٦٣ ، Ellenberg ١٩٦٣ ، Maarel ١٩٧١) وقد خلص من تلك الدراسات بأن هناك أربع ميزات تميز النباتات ذات القدرة العالية على المنافسة وهي :

١ - قامة عالية .

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

ج - سرعة النمو .

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

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

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

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

في المجتمعات النباتية الكثيفة ، يشكل كل نوع نباتي عقبة ميكانيكية تمنع أو تعيق من نمو الأنواع الأخرى في نفس المكان ، وعندما تتنافس الأنواع المختلفة على المكان فإن ذلك يؤدي إلى تكسير الفروع وتساقط الأوراق .

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

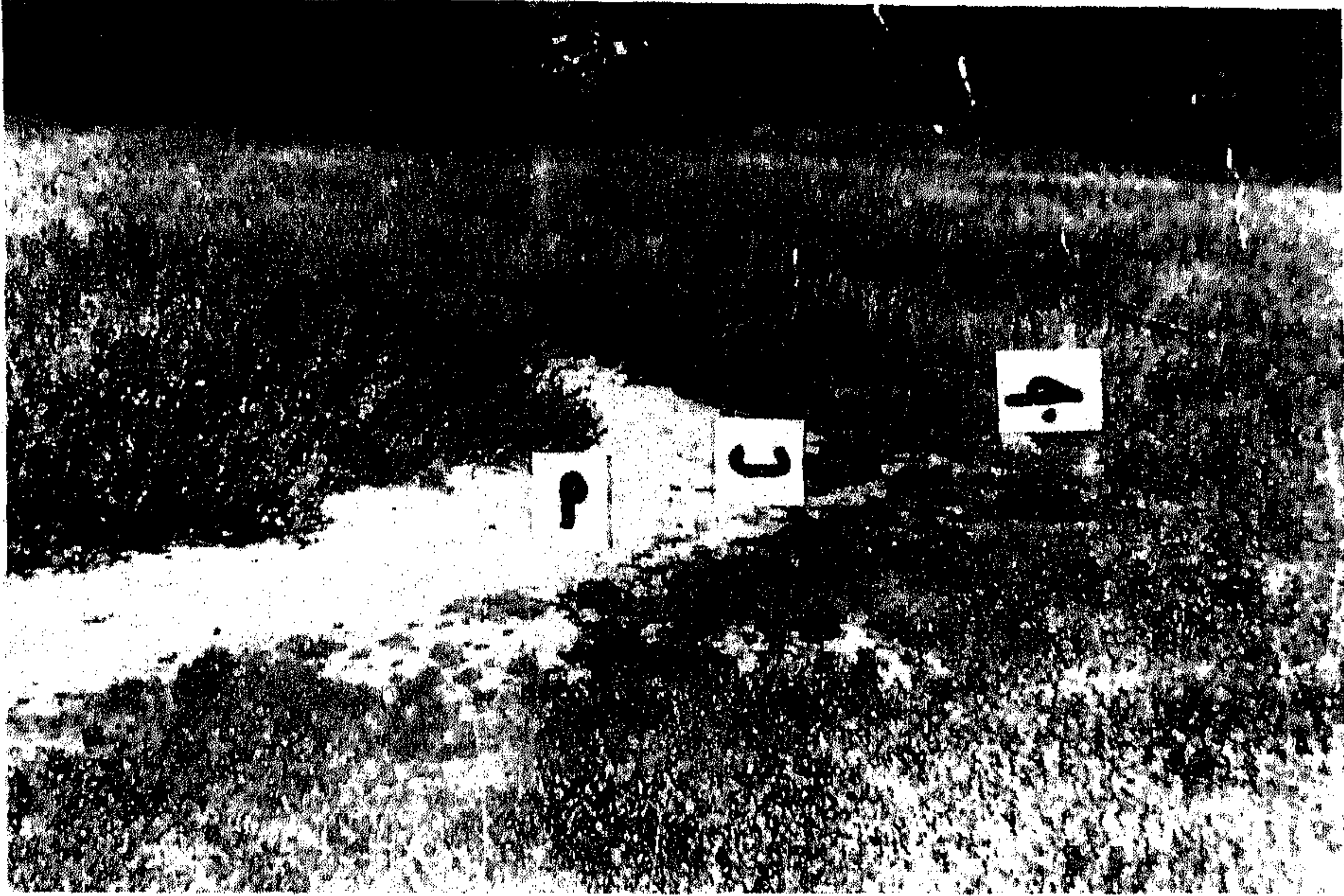
يعتبر ديكاندول De Candolle ١٨٣٢ من أوائل الباحثين الذين اقترحوا أن بعض النباتات تفرز مواد مختلفة من جذورها تضر بنمو نباتات أخرى ، فقد لاحظ مثلا أن نبات *Cirsium* يضر في الحقل بنبات الشوفان *Avena* ، وكذلك الحلاب *Euphorbia* و *Scabiosa* يضران بنمو الكتان *Linum* ، كما يضر نبات *Lolium* بنمو القمح .

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

وقد تفرز المواد الكيميائية من المجموع الجذري أو الخضري أو من كليهما أو من البذور أو الثمار، وتكون هذه الإفرازات في صورة سائلة أو صلبة أو غازية .

يعتقد الباحث Davis ١٩٢٨ أن عدم قدرة نباتات البطاطس والبطاطم وغيرها على النمو تحت أشجار الجوز *Juglans regia* يعود لمادة الجوغلون Juglon التي تفرزها أشجار الجوز، وقد أوضح أنه إذا رويت النباتات بالماء الحاوي على محلول الجوغلون فإن نموها يسوء وغالبا ما تموت ، وتفرز مادة الجوغلون من أوراق أشجار الجوز وتصل إلى التربة عن طريق مياه الأمطار التي تسيل من الأوراق والفروع وتصل إلى التربة . ودلت الدراسات المختلفة على أن عدم قدرة الكثير من النباتات العشبية على النمو بالقرب من نبات *Artemisia absinthium* يعود إلى المركب الكيميائي السام الذي تفرزه هذه الشجيرة (Funke ١٩٤٣) . وتشير العديد من الدراسات إلى أن المجتمعات النباتية وحيدة النوع أو قليلة الأنواع ليست ناجمة عن القدرة التنافسية العالية لهذه الأنواع بقدر ما هي ناتجة عن الإفرازات الضارة التي تفرزها هذه النباتات . فقد أوضح Bell and Muller ١٩٧٣ أن نمو نباتات *Brassica nigra* في مجتمعات وحيدة النوع يعود للمواد السامة التي تستخلصها مياه الأمطار من بقايا هذا النبات التي ترسبت في العام المنصرم والتي تمنع نمو الأعشاب ، وكذلك الأمر بالنسبة لنبات البوط *Typha latifolia* الذي يعيش في مجتمعات وحيدة النوع أيضا (Mc Naughton ١٩٦٨) .

وأوضحت دراسات Muller ١٩٦٦ كيف أن الأعشاب لا تستطيع أن تنمو داخل منطقة شجيرات *Salvia leucophylla* و *Artemisia californica* في مناطق الأعشاب الحولية في كاليفورنيا في الولايات المتحدة الأمريكية وذلك بسبب إفرازهما للمواد السامة ، ويحيط بالشجيرات منطقة خالية من النباتات تمتد من متر إلى مترين تقريبا (شكل ٢٧) ، وتأتي بعد هذه المنطقة منطقة أخرى تمتد حوالي ٣ - ٨ أمتار تنمو فيها نباتات متفرقة من أنواع *Bromus mollis* و *Erodium cicutarium* و *Festuca megalura* ، ثم يحيط بهذه المنطقة منطقة الأعشاب الطبيعية . من هذه الدراسة نرى أن تأثير المواد المعيقة التي تفرزها هذه الشجيرات قد امتد إلى أكثر من منطقة انتشار الجذور، كما أن هذه المواد المعيقة للنمو تأثير انتخابي على النباتات .



شكل (٢٧) توزع أنواع مختلفة من النباتات بفعل ظاهرة الأليلوباثيا.

أ - منطقة خالية من النباتات ب - منطقة نباتات متفرقة ج - منطقة الأعشاب الطبيعية

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

التأثير على الوسط

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

تأثير الحيوانات على النباتات

للحيوانات تأثيرات متعددة على النباتات وذلك عن طريق:

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

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

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

وللإنسان تأثير بالغ على النباتات، ويزداد هذا التأثير عاما بعد آخر مع تقدم العلم وتطوره. وأهم أوجه تأثير الإنسان على النباتات هي التالية:

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

كما تبين الدراسات (Khanbekov ١٩٨١) أن ثلثي غابات أفريقيا قد قطعت أو حرقت في الـ ٣٠٠ سنة الأخيرة بفعل الإنسان وتحويل الغطاء النباتي الشجري الذي كان سائدا إلى سافانا Savanna أو صحراء، كما وأن الصحراء زحفت مئات الكيلومترات باتجاه السافانا والغابات.

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

جـ - نقل البذور والشمار أو نقل النبات كاملاً (انظر فصل الانتشار).

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

الباب الثاني

الرقعة

AREA

● مساحة وشكل الرقعة

● أنماط الرقعة

● تشكيل الرقعة

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

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

٢ - رقعة العشائر النباتية ووحدات الغطاء النباتي الأكبر كالتشكيل Formation وغيره .

الفصل الأول

مساحة وشكل الرقعة

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

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

الأنواع الكونية Cosmopolitan

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

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

ونجد ضمن النباتات العليا أن أكثر الأنواع الكونية هي من النباتات المائية وهذا يفسره التجانس النسبي للوسط المائي وسهولة الانتشار بواسطة الماء وانعدام الحواجز التي تحول دون انتشار الأنواع النباتية المائية، ومن أمثلتها البوط *Typha latifolia* والقصب *Phragmites* وأنواع لسان البحر *Potamogeton* وجرجير الماء *Nasturtium officinale* وعدس الماء *Lemna* و *Myriophyllum spicatum* وغيرها.

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

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

الأنواع المتوطنة Endemic

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

والتوطن ناجم عن انعزال الأنواع وانعدام التبادل والانتقال إلى المناطق المجاورة، ولهذا نجد أن غالبية الأنواع المتوطنة توجد في الجزر والجبال المرتفعة، ومن أمثلة الأنواع المتوطنة نوع الصنوبر *Pinus eldarica* الذي وجد في القوقاز على مساحة لا تزيد عن ٥٠ هكتارا، ونوع آخر هو *Pinus stankeviczi* والمعروف في مكانين فقط في شبه جزيرة القرم، والتنوب *Abies gracilis* المعروف فقط في السفح الشرقي لكامتشاتكا، وفي جبال الألب نجد عددا كبيرا من الأنواع المتوطنة مثال الأنواع *Zahlbrueknera paradoxa* و *Songuisorba elodecandra* و *Daphne petraea* و *Saxifraga arachnoiclea* وغيرها. هذا ويمكن للأنواع المتوطنة أن توجد على أنواع معينة من الترب مثل الأنواع *Linarea* و *Silene cretacea* و *Artemisia hololeuca* التي ينحصر نموها في الترب الكلسية فقط في الجنوب الشرقي للجزء الأوروبي من الاتحاد السوفيتي.

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

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

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

المختلفة أي أنها تستطيع أن تعيش على مساحات واسعة، بينما البعض الآخر على العكس لا تكون له مثل هذه القدرة ولذلك فإن انتشاره ينحصر في المناطق التي تسود فيها الظروف المتكيف لها.

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

الفصل الثاني

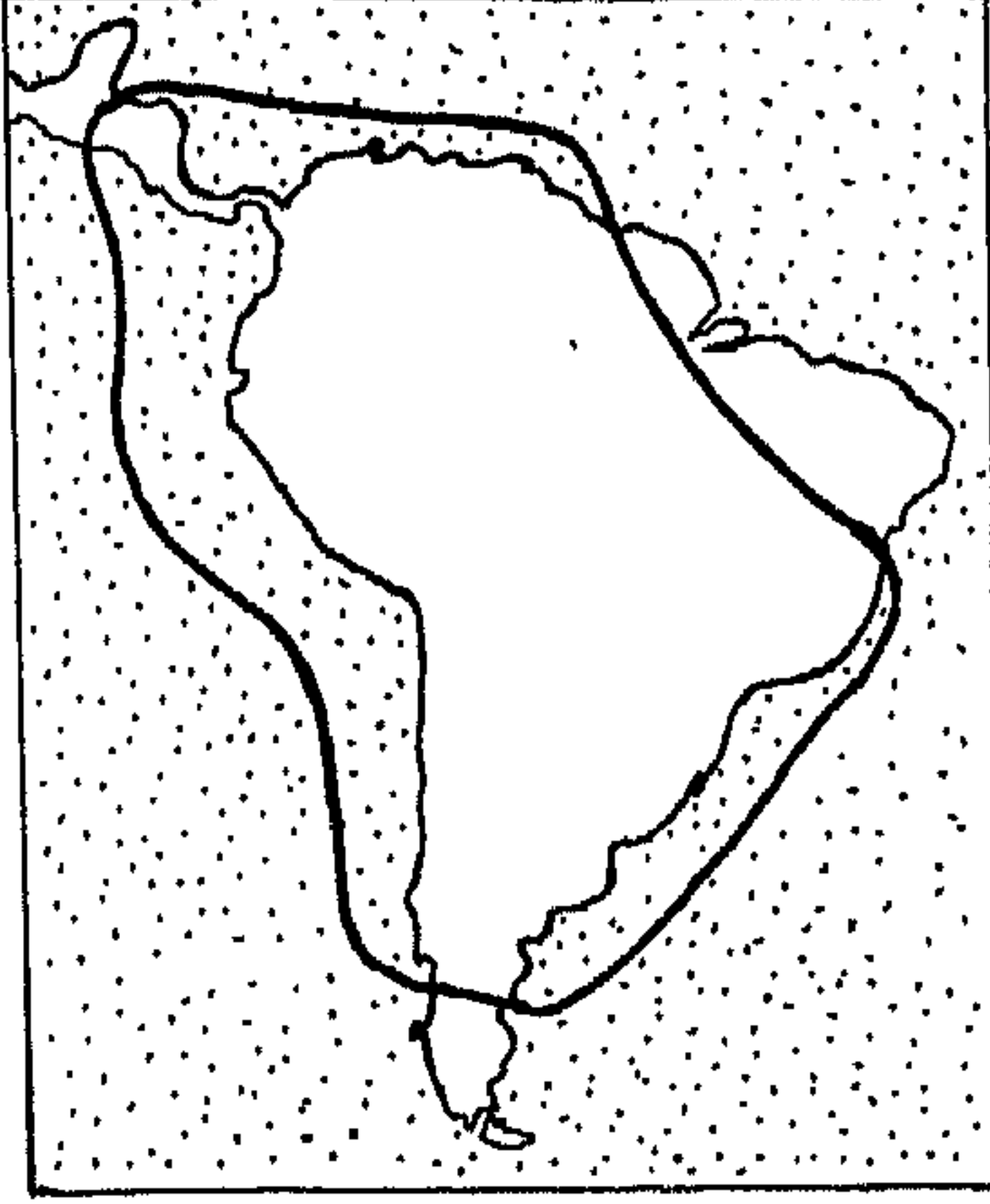
أنماط الرقعة

لكل نوع نباتي منطقة توزع جغرافي يمكنه النمو والتكاثر فيها، وتتأثر مساحة وشكل منطقة انتشار النوع بتاريخ النوع النباتي وقدرته على الهجرة والتكيف للظروف البيئية الجديدة (مناخية، حيوية، تربة . . . الخ) التي يهاجر إليها، وبغض النظر عن مساحة وأبعاد الرقعة يمكن تمييز الأنماط الخمسة الأساسية التالية للرقعة .

١ - الرقعة المتصلة (المستمرة)

Continuous Area

عندما تكون المنطقة التي ينتشر عليها النوع النباتي موحدة ومتصلة مع بعضها ولا تتجاوز المسافة التي تفصل بين أفراد النوع مدى انتشار بذوره وثماره أو وحداته التكاثرية الأخرى، تكون رقعة النوع عندها متصلة، مثال ذلك الفصيلة Tropaeolaceae التي تنتشر في كامل أمريكا الجنوبية (شكل ٢٨) وكذلك الأنواع *Atropis maritimus* و *Juncus balticus* و *Lathyrus maritimus* التي تنتشر في السبخات الملحية Solonchack ناصلة اللون على شواطئ البلطيق (Szafer ١٩٥٢).

شكل (٢٨) رقعة انتشار فصيلة *Tropaeolaceae*.

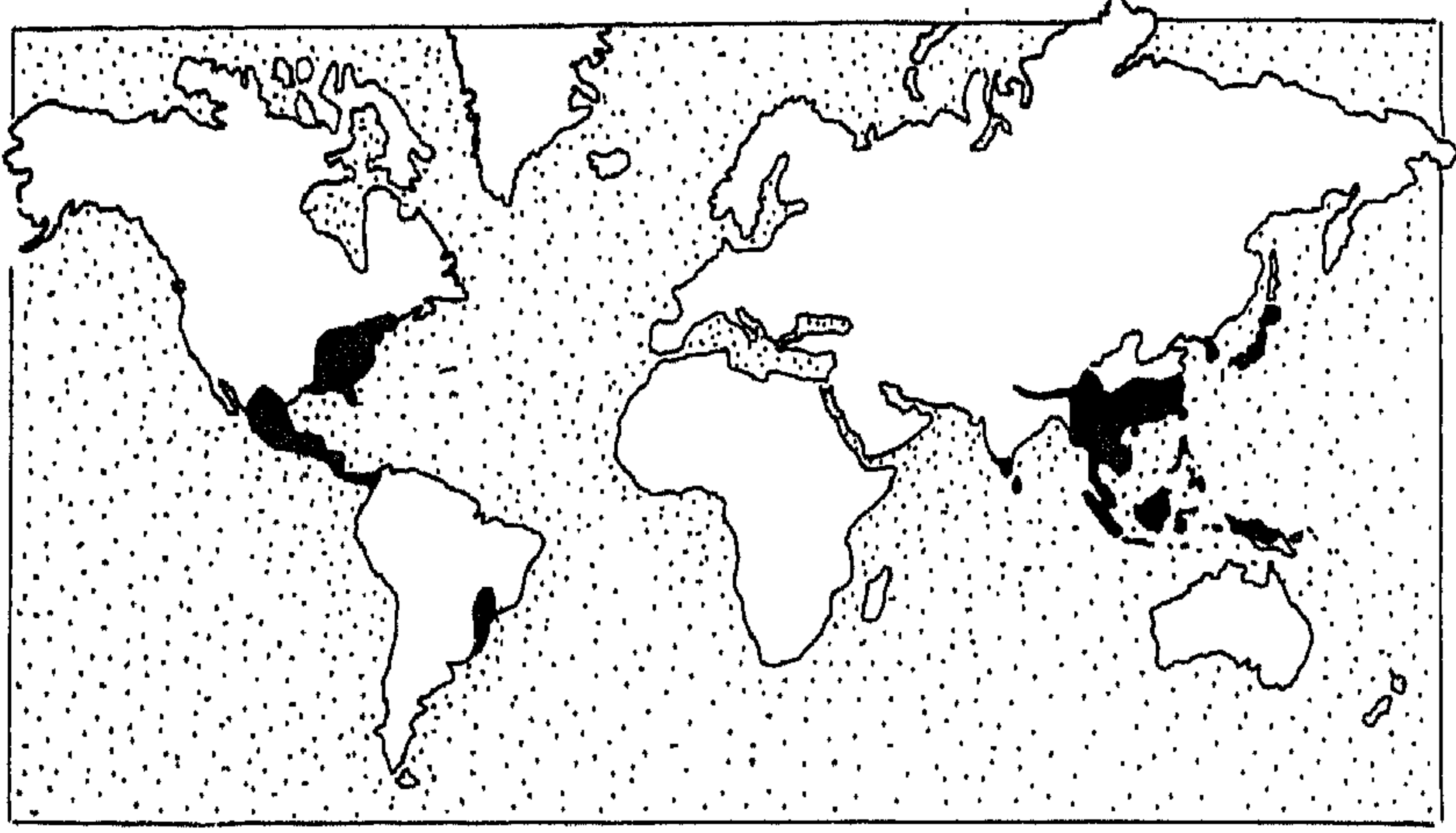
٢ - الرقعة المتقطعة (غير المستمرة)

Discontinuous Area

تكون الرقعة في هذه الحالة منفصلة إلى جزئين أو أكثر، ويفصل بين الجزء والآخر مسافة أكبر من مدى انتشار بذور النوع أو ثماره، مثال ذلك الأنواع النباتية الألبية (التي تعيش في أعالي الجبال المرتفعة) مثل النوع *Arctous alpina* وأنواع الجنس *Saxifraga* والجنس *Gentiana* وغيرها والتي توجد في الجبال الأوروبية وجبال القوقاز وغيرها، وتنعدم كلياً في السهول الفاصلة بين هذه الجبال، وكذلك نبات الماغنوليا *Magnolia* الذي يوجد في أمريكا الشمالية وجنوب شرق آسيا (شكل ٢٩)، ومثل هذه الأنواع من الخطأ أن تمثل أماكن وجودها (رقعتها) بخطوط متصلة وإنما الأصح على شكل نقاط مبعثرة.

أسباب تقطع الرقعة

تقطع الرقعة تحدده أسباب متعددة يتصل بعضها بالأحوال البيئية المعاصرة ويتصل البعض بالظروف التاريخية، وفي كثير من الحالات لا يمكن تفسير ذلك انطلاقاً من

شكل (٢٩) رقعة انتشار فصيلة الماغنوليا *Magnoliaceae*.

الظروف الحالية ، وأسباب تقطع الرقعة يمكن إجمالها فيما يلي :

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

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

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

بواسطة جسور.

٤ - ويمكن لانزياح القارات وابتعادها عن بعضها أن يكون سببا في تقطع الرقعة (نظرية فيغنر Wegener) ويمكن انطلاقا من هذه النظرية تفسير تشابه الفلورا في أوروبا وأمريكا الشمالية وفي أمريكا الجنوبية وأفريقيا وأستراليا وغيرها.

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

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

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

٣ - الرقعة البقية (الباقية) Relic Area

إما أن تزداد مساحة رقعة أي نوع نباتي وتتوسع وإما أن تصغر تدريجياً، فإذا كانت مساحة الرقعة خلال فترة طويلة من الزمن تصغر باستمرار وكأنها في طريقها إلى الزوال فنحن أمام الرقعة البقية Relic area والنوع الذي يعيش عليها يسمى نوعاً باقياً Relic. وحسب رأي شرويتز Schroeter ١٩٢٦ (انظر Wulff ١٩٣٣) فإن الرقعة البقية عبارة عن بقية رقعة كانت في الماضي واسعة الانتشار، وبما أن الظروف البيئية وغيرها السائدة حالياً هي غير تلك التي كانت في زمن انتشارها الواسع، فإن النوع يعيش في عدم تلاؤم مع الظروف الحالية وبالتالي فإن الرقعة التي يحتلها النوع الباقي هي في تقلص مستمر، ولكي تعتبر رقعة النوع باقية يجب أن تكون:

١ - محددة الانتشار ومتصلة .

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

٣ - الرقعة منعزلة وفي تقلص مضطرد .

وغالباً ما تعرف الرقعة الباقية عن طريق المستحاثات (الحفريات) مثل نبات الجينكو *Ginkgo biloba* الذي تبين مستحاثاته أنه كان واسع الانتشار، و حالياً يوجد بشكل طبيعي في مناطق محدودة في الأجزاء الغربية من جمهورية الصين الشعبية . وكذلك نباتا سيكويا *Sequoia* وتاكسوديوم *Taxodium* والتي تدل مستحاثاتها على أنها كانا واسعي الانتشار في الماضي . ويمكن أن تظل رقعة النوع النباتي باقية تحت تأثير العوامل التالية :

١ - التغيرات المناخية الطويلة والمستمرة والتي تؤدي إلى انقراض النوع في حدود رقعته الأصلية واسعة الانتشار .

٢ - التغيرات الطبوغرافية للمكان الذي يشغله النوع أو تغيرات التربة الذي قد يؤدي خلال فترة زمنية طويلة إلى تغير صفات المكان الذي يشغله النوع .

٣ - التغيرات المرتبطة بالتزامن بين الأنواع النباتية .

ويمكن تمييز ثلاثة أنماط من الرقعة الباقية (Polunin ١٩٧١ ، Wulff ١٩٣٣) .

١ - بقايا التشكيلات النباتية Formation relics

وهي بقايا تشكيلات نباتية Formations كانت سائدة في وقت سابق ، ونتيجة لتغير المناخ استبدلت بها تشكيلات أخرى ، ولم يبق منها إلا بقايا تحتل منطقة محددة مثال ذلك العرعر *Juniperus foetidissima* والبتولا *Betula* التي توجد بشكل بقايا في غابات الزان *Fagus* في شبه جزيرة القرم ، فنبات العرعر هو بقية التشكيلات النباتية التي سادت في القرم في الحقب الثالث ، أما البتولا فقد سادت في تلك المنطقة في العصور الجليدية وغطت على تشكيلات النباتات التي كانت سائدة في الحقب الثالث . أما حالياً فإننا نجد كلا من العرعر والبتولا بشكل بقايا منتشرة ضمن غابات الزان واسعة الانتشار في شبه جزيرة القرم والتي زاحمت كلا من التشكيلات النباتية للعرعر والبتولا في الفترة التي تلت العصور الجليدية (Wulff ١٩٣٣) .

ب - بقايا تغيرات التضاريس Geomorphological relics

وهي الأنواع النباتية الباقية والتي كانت تعيش في ظروف بيئية محددة ونتيجة لأسباب جيولوجية وتاريخية أصبحت تعيش خارج حدود هذه الظروف البيئية ، مثل النباتات البحرية التي تعيش حالياً في البحيرات ذات المياه العذبة ، والنباتات الشاطئية التي تعيش في أماكن جافة كانت فيما مضى شواطئ بحرية . ومن الأمثلة نذكر رقعة الصنوبر الألداري *Pinus eldarica* فهذا النوع ينسب إلى أنواع حوض البحر الأبيض المتوسط (مثل *Pinus halepensis* و *Pinus brutia* وغيرها) وهذه الأنواع تعيش على

شواطىء البحر عدا *Pinus eldarica* الذي له رقعة باقية في القوقاز، وحسب دراسات سوسنوفسكي (1928 Sosnoveski) فإن هذا النوع كان ينمو على شواطىء البحر حيث يعتقد أن مكان هذا النبات الحالي يشكل حدود شواطىء البحر في الأدوار الجيولوجية القديمة.

جـ - بقايا مناخية Climatic relics

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

والبقايا النباتية تصنف عادة حسب عمرها إلى الزمر التالية:

- أ - بقايا ما قبل الحقب الثالث (الميزوزويك) Pre-Tertiary relics.
- ب - بقايا الحقب الثالث Tertiary relics.
- جـ - بقايا جليدية Glacial relics.
- د - بقايا ما بعد الجليدية Postglacial relics.

٤ - رقعة الأنواع ذات القرابة

Vicarious Area

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

أنها أنواع اشتقت من نفس الأصل وتحتل مناطق مختلفة .

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

ولانتشأ الأنواع الفيكارية (ذات القرابة) نتيجة لانعزال المنطقة فقط وإنما يمكن أن تنشأ في حدود منطقة واحدة ، أي أن رقع الأنواع ذات القرابة يمكن أن تكون متجاورة فإذا كان لدينا منطقة معينة ذات تربة مختلفة مثلا تربة سهبية سوداء Chernozem وأخرى كلسية ، فإنه من الممكن أن ينشأ من نوع واحد أنواع جديدة متكيفة مع كل من هذه الترب مثال ذلك *Koeleria glauca* على الترب الرملية و *Koeleria gracilis* على الترب السهبية السوداء .

ويمكن أن يؤدي اختلاف الظروف البيئية إلى تشكل أنواع فيكارية مثال ذلك النوع *Scirpus lacustris* الذي يعيش في المستنقعات العذبة ، والنوع *Scirpus tabernae-montanii* الذي ينمو في المستنقعات المالحة .

٥ - التوطن ورقعة الأنواع المتوطنة

Endemism and Endemic Area

تعيش بعض الأنواع النباتية أو الوحدات التصنيفية الأكبر كالجنس والفصيلة

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

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

ويمكن تمييز نمطين من الأنواع المتوطنة، الأول ويشمل الأنواع النباتية القديمة التي كانت واسعة الانتشار في الأدوار الجيولوجية القديمة ولكن رقعتها انحسرت تدريجياً لأسباب متعددة مناخية أو طبوغرافية وغيرها، وتحتل الآن منطقة معينة محددة وتسمى هذه الأنواع «بالأنواع المتوطنة القديمة Paleoenemics» أي أن التغيرات الجيولوجية المترافقة بتغيرات مناخية أدت إلى موت هذه الأنواع في القسم الأعظم من رقعتها وبقي كل نوع في جزء من رقعته فقط بسبب عدم تغير الظروف في هذا الجزء من الرقعة. وتدل كثرة الأنواع المتوطنة القديمة على قدم المنطقة الموجودة فيها كما هي الحال في الجزر والسلاسل الجبلية القديمة. ومثال هذه الأنواع نذكر أنواع الجنس سيكويا *Sequoia* والذي يحوي نوعين فقط هما *Sequoia gigantea* و *Sequoia sempervirens* يوجدان حالياً في أمريكا الشمالية خاصة على الساحل المطل على المحيط الهادي، وتدل المستحاثات التي وجدت لهذا الجنس على أنه كان واسع الانتشار في جميع أجزاء المنطقة المعتدلة الشمالية في أوروبا وآسيا. هذا ويمكن أن تكون الأنواع المتوطنة القديمة أنواعاً باقية ولكن لا يتطابق دائماً هذان المفهومان إذ أن النوع الباقي Relic يمكن أن يكون واسع الانتشار وغير محصور في منطقة معينة. والأنواع المتوطنة القديمة غالباً ما تكون فقيرة بالأنماط البيولوجية ومتكيفة لنمط معين خاص من المناخ والتربة ضيق

جدا.

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

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

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

إن نسبة الأنواع المتوطنة تختلف اختلافاً كبيراً من منطقة لأخرى، فمثلاً في بعض المناطق السهبية في الاتحاد السوفيتي نجد أن هذه النسبة قريبة من الصفر، بينما في جزيرة القديسة هيلانة St. Helena تصل إلى ٨٥٪ وبشكل عام تكثر الأنواع المتوطنة في الجزر والسلاسل الجبلية القديمة وتصل إلى ٧٥٪ في نيوزيلندا و٨٥٪ في جزر هاواي، وحوالي ٢٠٪ في جبال القوقاز.

الفصل الثالث

تشكل الرقعة

عند دراسة تشكل الرقعة، يتبادر إلى الذهن قبل كل شيء طريقة انتقال النوع وتوسيع مساحة رقعته، فدراسة رقعة الأنواع النباتية الحالية تبين أنه من الصعوبة تفسير تشكل الرقعة انطلاقاً من الظروف السائدة حالياً. وإن شكل الرقعة هو نتيجة للتغيرات التي مرت بها الكرة الأرضية خلال العصور الجيولوجية المختلفة. وقبل استعراض النظريات المختلفة التي تحاول تفسير تشكل رقعة الأنواع النباتية لابد من التعرض لفكرة المنشأ الوحيد والمنشأ المتعدد للأنواع والزمرة التصنيفية الأعلى.

يفسر بعض الباحثين وجود النوع في منطقتين منفصلتين بتعدد منشأ النوع النباتي، وحسب هذه النظرية يمكن نشوء أنواع متشابهة في أجزاء مختلفة من الكرة الأرضية. فمثلاً حسب رأي فيترهان (Wetterhan 1872)، الذي يعتبر أول من قال بهذه النظرية، أنه تحت تأثير التغيرات البطيئة في تركيب النبات والحفاظ على الصفات الجديدة المناسبة يمكن أن ينشأ في مناطق متباعدة (مثلاً المنطقة القطبية والمنطقة الالبية) أنواع متشابهة كلياً. ويؤيد الباحث بونيه Bonnier 1880، هذه النظرية ويقول إنه من الخطأ الافتراض أن فردين نباتيين يجب أن يكونا مرتبطين مع بعضهما بالمنشأ، أي ظهرا في دور جيولوجي واحد. أما الباحث Briguët 1905، فيفترض أن هناك إمكانية حدوث طفرات تؤدي إلى نشوء نوع نباتي واحد في مكانين مختلفين ولكن جميع هذه الافتراضات لم تجد إثباتاً حتى الآن (انظر Wulff 1933).

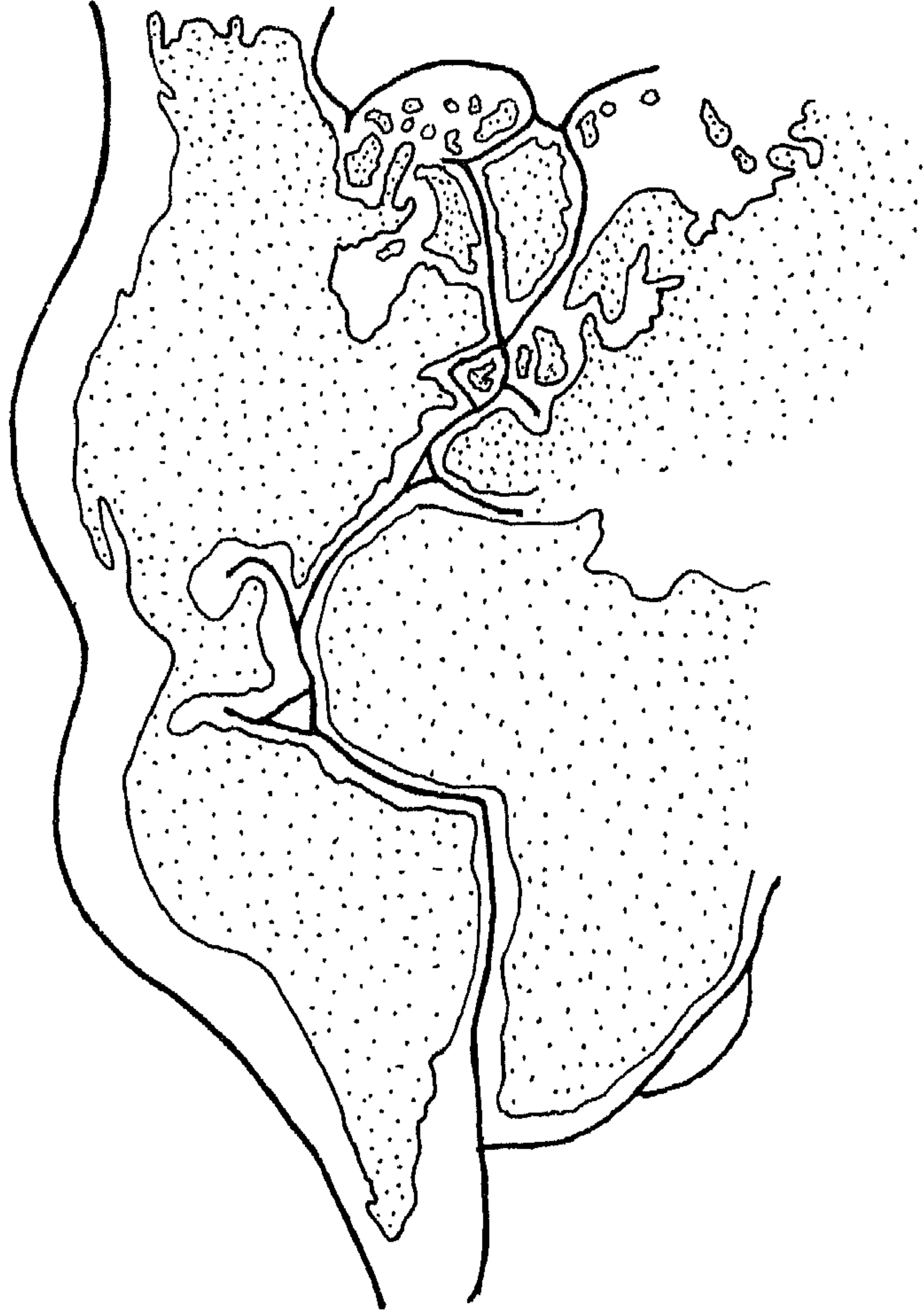
أما الاتجاه الآخر فيعتبر أن النوع النباتي ظهر في منطقة معينة ومنها بدأ بالانتشار

وهكذا فالنوع عند نشوئه احتل رقعة محددة وبعد ذلك بدأ بتوسيعها حيث الظروف مناسبة لذلك . وهذا الاتجاه هو المقبول لدى أغلب الباحثين . ولكن إذا كان الأمر كذلك فكيف يمكن تفسير تقطع الرقعة؟ ومن هنا نشأت عدة نظريات لتفسير ذلك أهمها (Wulff ١٩٣٣) :

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

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

٣ - نظرية انزياح القارات ، وحسب هذه النظرية التي وضعها الباحث فيغينر Wegener كانت القارات تشكل في الحقب القديم (الدهر) Paleozoic قارة واحدة تدعى Pangaea وكانت هذه القارة محاطة من كافة الجهات بمحيط كبير واسع ، وحسب رأيه فإن هذه القارة كانت موجودة حتى في العصر الترياسي ثم بدأ انزياح القارات في الجوراسي وذلك نتيجة تصدع الـ Pangaea في خطين طوليين الأول بين أوروبا وأفريقيا من جهة والأمريكتين من جهة ثانية والثاني بين أفريقيا والهند (شكل ٣٠) ونتيجة لذلك تشكل المحيط الأطلسي والهندي . هذا وإن الانقطاع الكامل بين أفريقيا وأمريكا حصل في الحقب الثالث (أي بعد عصر الإيوسين) ، كما أن أفريقيا كانت متصلة بالهند خلال مدغشقر حتى بداية الحقب الثالث وانقطع هذا الاتصال في عصر الإيوسين نتيجة لحركة الهند نحو الشمال . كما أنه في الجوراسي حصل انقطاع استراليا عن الهند وسيلان كما انفصلت قارة القطب الجنوبي Antarctica عن جنوب أفريقيا وخلال الحقب



شكل (٣٠) الجزء الغربي من قارة البانجيا Pangaea ويظهر فيها التصدع في خطين طوليين.

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

مركز النشأة

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

١ - أن للجنس نقطة منشأ جغرافية .

ب - أن الجنس انتشر من هذا المنشأ .

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

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

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

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

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

عناصر الفلورة Floristic Elements

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

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

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

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

الباب الثالث

الممالك الفلورية

Floristic Realms

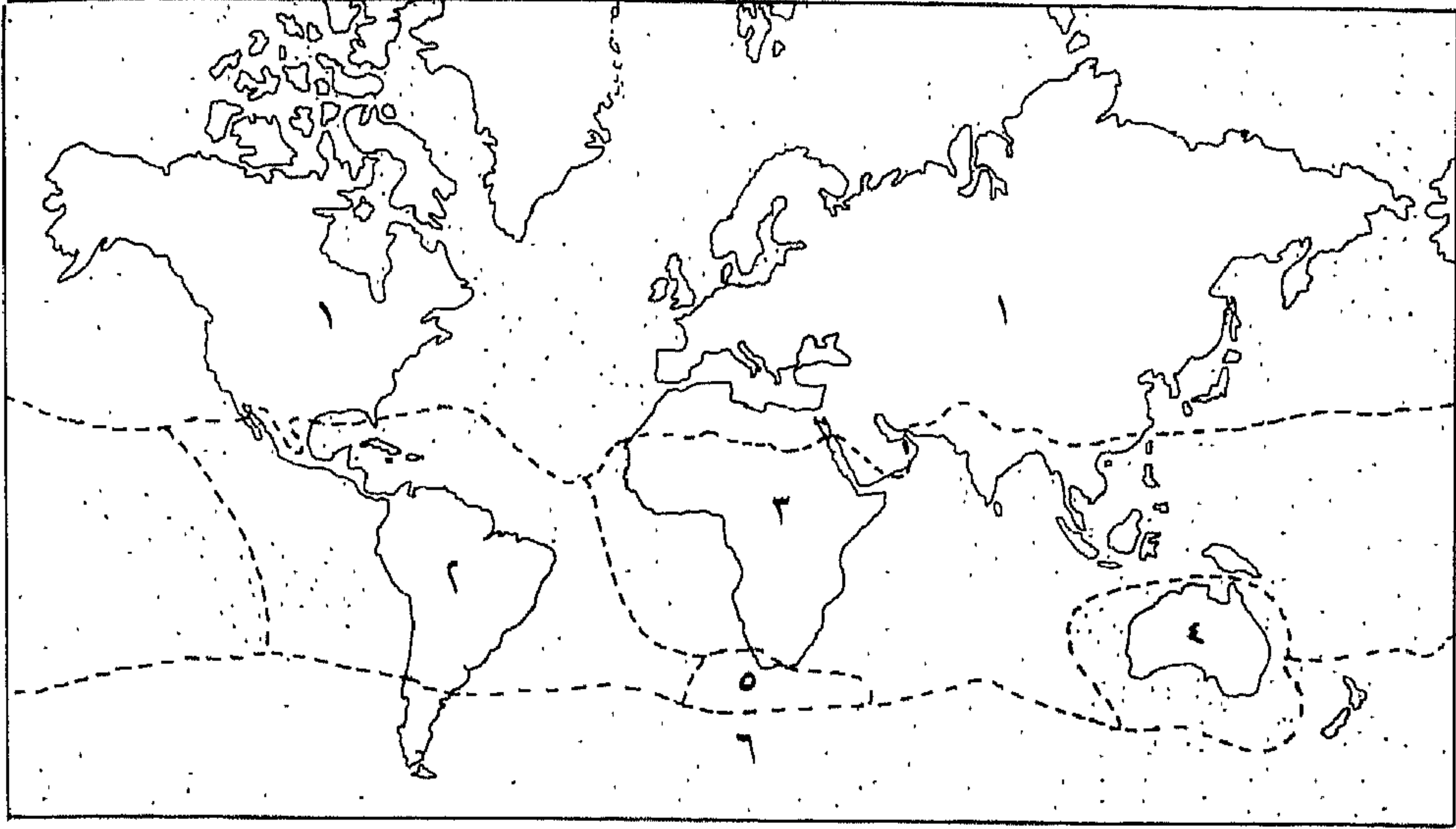
- المملكة الشمالية
- المملكة الاستوائية الجديدة
- المملكة الاستوائية القديمة
- المملكة الأسترالية
- مملكة الكاب
- المملكة القطبية الجنوبية

يعتبر الغطاء النباتي للكرة الأرضية ، نتيجة لعملية تطورية طويلة تمت تحت تأثير عوامل الوسط المختلفة سواء في الماضي أو الحاضر، فالتغيرات التي طرأت على قارات الكرة الأرضية وتبدل مكان القطبين وتغيرات المناخ المرافقة لذلك خلال الأحقاب الجيولوجية المختلفة أدت إلى تطور مختلف للفلورا في القارات المختلفة، وهذه الحوادث التاريخية أدت إلى تمايز الممالك الفلورية، وانطلاقاً مع دراسات الباحثين (Schouw ١٨٢٢ و Engler ١٨٨٢ و Takhtajan ١٩٧٨ و Walter ١٩٧٣) وغيرهم فقد قسمت الكرة الأرضية إلى ستة ممالك فلورية (شكل ٣١) وهي :

١ - المملكة الشمالية Holarctic Realm

وتشمل هذه المملكة القسم الأكبر من نصف الكرة الشمالي، وحدودها المجاورة للمملكة الاستوائية تمتد من جنوب كاليفورنيا والمكسيك والجزء الجنوبي من فلوريدا وإلى جزر الرأس الأخضر وتجتاز الصحراء الكبرى والصحراء العربية وجبال إيران الجنوبية وعلى طول جبال الهيمالايا وتمر من جنوب الصين وتحاذي في المحيط الهادي خط العرض ٣٠ شمالاً.

أما الحدود الجنوبية لهذه المملكة فتحددها رقعة عدد من الفصائل بعضها يوجد كلياً في هذه المملكة والبعض الآخر له أجناس وأنواع توجد في ممالك أخرى. ومن الفصائل التي توجد في هذه المملكة دون غيرها نذكر الفصائل:



شكل (٣١) الممالك الفلورية

- | | |
|--------------------------------|--------------------------------|
| ١ - المملكة الشمالية | ٢ - المملكة الاستوائية الجديدة |
| ٣ - المملكة الاستوائية القديمة | ٤ - المملكة الأسترالية |
| ٥ - مملكة الكاب | ٦ - المملكة القطبية الجنوبية |

القيقبية Aceraceae ، الجرسية Campanulaceae ، القرنفلية Caryophyllaceae ، الصليبية Cruciferae ، القمعية Cupiliferae ، الحوذانية Ranunculaceae ، الوردية Rosaceae ، الصفصافية Salicaceae ، Saxifragaceae ، Sparganiaceae والخيمية Umbelliferae وغيرها .

٢ - المملكة الاستوائية الجديدة Neotropic Realm

وتشمل المملكة الفلورية الاستوائية في أمريكا (الوسطى والجنوبية) المتضمنة شبه جزيرة كاليفورنيا وجزء من المكسيك والجزء الجنوبي من فلوريدا وكامل مساحة قارة أمريكا الجنوبية باستثناء الثلث الجنوبي من التشيلي وجزء صغير من جنوب الأرجنتين .

وتوجد أكثر الفصائل الموجودة في هذه المملكة أيضا في المملكة الاستوائية القديمة Paleotropic مثل الفصائل :

الزنجبيلية Zingiberaceae ، Gesneriaceae ، Ebenaceae ، Hymenophyllaceae (Meusel ١٩٤٣) وكذلك التوتية Moraceae والسيكادية Cycadaceae ولكن هناك بعض الفصائل التي تقتصر على المملكة الاستوائية الجديدة مثل Tropaeolaceae والفصائل Marcgraviaceae وNolanaceae الفقيرة بالأنواع والأجناس وكذلك الفصائل الغنية بالأنواع مثل Bromeliaceae والصبارية Cactaceae التي يوجد منها بعض الأنواع التي تعيش في مدغشقر وأفريقيا.

٣ - المملكة الاستوائية القديمة Paleotropic Realm

وتأتي بعد المملكة الشمالية Holarctic من حيث المساحة والغنى بالأنواع النباتية، وتشمل أفريقيا باستثناء الجزء الشمالي منها ومنطقة الكاب (الجزء الجنوبي الغربي من أفريقيا) وجنوب آسيا ونيوزيلندا. وينسب الباحث Good ١٩٥٣ نيوزيلندا إلى المملكة القطبية الجنوبية Antarctic بينما ديلس Diels ١٩٥٨ وغيره ينسبونها إلى المملكة الاستوائية القديمة.

وتحوي الفصائل المشتركة بين المملكتين الاستوائيتين القديمة والحديثة مثل Ebenaceae ، Cycadaceae ، Moraceae وZingiberaceae عددا من الأنواع في المملكة الاستوائية القديمة أكبر مما تحويه في المملكة الاستوائية الحديثة Neotropic. ومن الفصائل التي توجد في المملكة الاستوائية القديمة فقط نذكر Dipterocarpaceae وNepenthaceae وPandanaceae وغيرها.

تقسم المملكة الاستوائية القديمة إلى قسمين الأول هندي - أفريقي ويشمل أفريقيا الاستوائية ومدغشقر والجزء الغربي من الهند، والثاني ماليزي ويشمل جنوب شرق آسيا واندونيسيا وشمال نيوزيلندا.

٤ - المملكة الاسترالية Australian Realm

وتشمل هذه المملكة كامل قارة استراليا وتاسمانيا Tasmania وتتميز بفلورة خاصة بها، إذ أن أغلب أجناسها متوطنة، ويوجد ١٥٪ فقط من أنواعها في الممالك الأخرى ويمكن تقسيم فصائل المملكة الاسترالية إلى أربعة أقسام حسب رقتها:

١ - الفصائل الاسترالية مثل الكازورينية Casuarinaceae.

ب - الفصائل المنتشرة في استراليا والمناطق المدارية وشبه المدارية مثل السذبية Rutaceae والأسية Myrtaceae وهذه الأخيرة تحوي أجناساً استرالية أو استرالية وماليزية غنية جداً بالأنواع مثل الكافور *Eucalyptus* و *Melaleuca*.

ج - الفصائل الاسترالية - القطبية الجنوبية مثل فصيلة Proteaceae وفصيلة Araucariaceae وغيرها.

د - الفصائل ذات الانتشار الواسع في كامل قارات الكرة الأرضية مثل الفصيلة المركبة Compositae والنجيلية Gramineae والزنبقية Liliaceae وغيرها. وبعضها تضم أجناساً استرالية مثل جنس Xanthorrhoea (من الزنبقية Liliaceae) وهناك بعض الفصائل واسعة الانتشار ولكن أكثر أنواعها في استراليا مثل Droseraceae.

٥ - مملكة الكاب Capensis Realm

وهي أصغر مملكة فلورية ولكنها تحتوي على عدد كبير من الأنواع يقدر بحوالي ٦٠٠٠ نوع كما تحتوي على عدد كبير من الأنواع المتوطنة. وتحتوي هذه المملكة على فصائل ذات قرابة أو مشتركة مع الفصائل الموجودة في استراليا أو القطب الجنوبي أكثر منها مع المملكة الاستوائية القديمة. فمثلاً يوجد ربع أنواع فصيلة Proteaceae وأغلب أنواع فصيلة Restionaceae في جنوب أفريقيا أما بقية الأنواع فتوجد في استراليا.

ومن الفصائل المتوطنة في الكاب نذكر Penaceaceae و Fessolomaceae وهناك بعض الفصائل التي توجد في الكاب وفي مناطق أخرى مثل Ononaceae توجد في جنوب أفريقيا وفي شرق أفريقيا وفصيلة Hydrostachyaceae توجد أيضا في جنوب أفريقيا ومدغشقر وغيرها.

هناك بعض الفصائل واسعة الانتشار ولكن بعض أجناسها لا توجد إلا في مملكة الكاب مثل:

فصيلة Aizoaceae (جنس *Mesembryanthemum*) وفصيلة Amaryllidaceae (جنس *Amaryllis* و *Cilvia*) وفصيلة Asclepiadaceae (جنس *Stapelia*) وفصيلة Iridaceae (جنس *Ixia* و *Freesia* وغيرها).

٦ - المملكة القطبية الجنوبية Antarctic Realm

وتشمل هذه المملكة عدا قارة القطب الجنوبي، التي تحوى عددا قليلا من النباتات، الجزر المحيطية التي توجد خارج المملكة الاستوائية والتي تنتشر بالقرب من القطب الجنوبي وتشمل أيضا جزءاً صغيراً من أمريكا الجنوبية وبعض مناطق نيوزيلندا.

إن الوحدات التصنيفية المختلفة لهذه المملكة إما أن تكون واسعة الانتشار أو أنها متوطنة مثل فصيلة Myzodendraceae الموجودة في جنوب التشيلي فقط (Hooke ١٨٥٣). ومن الأجناس القطبية نذكر *Acaena*، *Azorella*، *Gunnera*، *Astelia*، *Nothafagus*، *Myzodendron*، *Drapetes*، *Poratia*، *Coprosma*، *Aristotelia* و *Tepualia* و *Pratia* وغيرها.

الباب الرابع

نطاقات الغطاء النباتي Vegetational zones

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

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

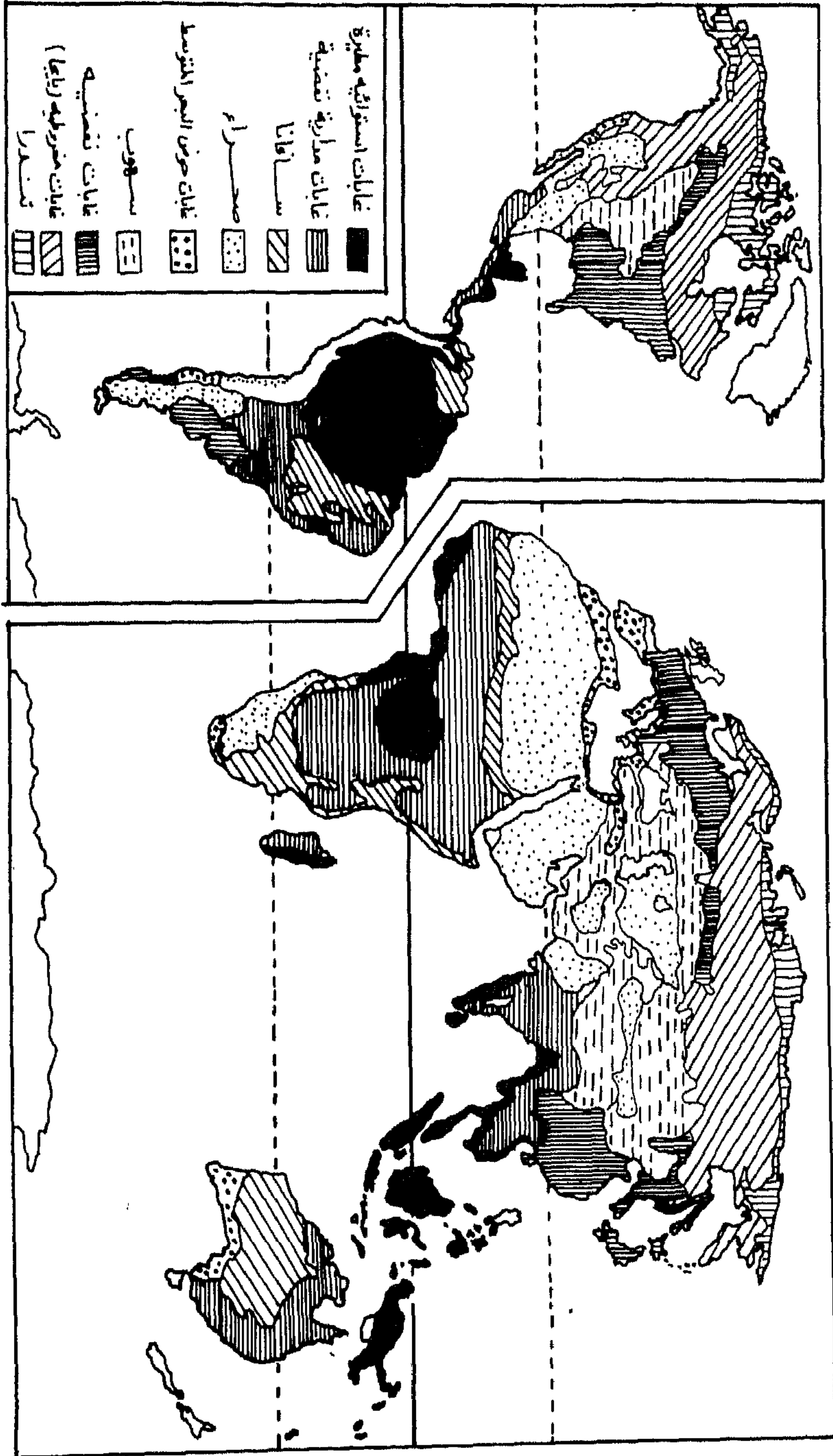
وإذا اتجهنا من خط الاستواء وإلى القطبين أمكننا تمييز نطاقات الغطاء النباتي التالية (فالتز Walter ١٩٧٣) (شكل ٣٢).

١ - النطاق المداري Tropical zone

وفيه:

١ - الغابات الاستوائية المطيرة Equatorial rain forests

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



شكل (٣٢) نطاقات الغطاء النباتي.

والفلين وغينيا الجديدة .

ب - الغابات المدارية ساقطة الأوراق الرطبة والجافة ثم السافانا

Tropical moist and dry deciduous forests and Savanna

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

٢ - نطاق الصحاري وأنصاف الصحاري شبه المدارية

Subtropical deserts and semi-deserts

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

٣ - نطاق الغابات قاسية الأوراق في المناطق شتوية الأمطار

Sclerophyllous forests of the winter-rain regions

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

٤ - نطاق الغابات الرطبة دائمة الخضرة في المناطق المعتدلة الدافئة

Warm temperate wet-evergreen forests

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

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

٥ - نطاق الغابات ساقطة الأوراق في المناطق المعتدلة

Deciduous forests of the temperate zones

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

٦ - نطاق السهوب Steppes

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

٧ - نطاق الغابات المخروطية Boreal coniferous forests

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

٨ - نطاق التندرا Tundra

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

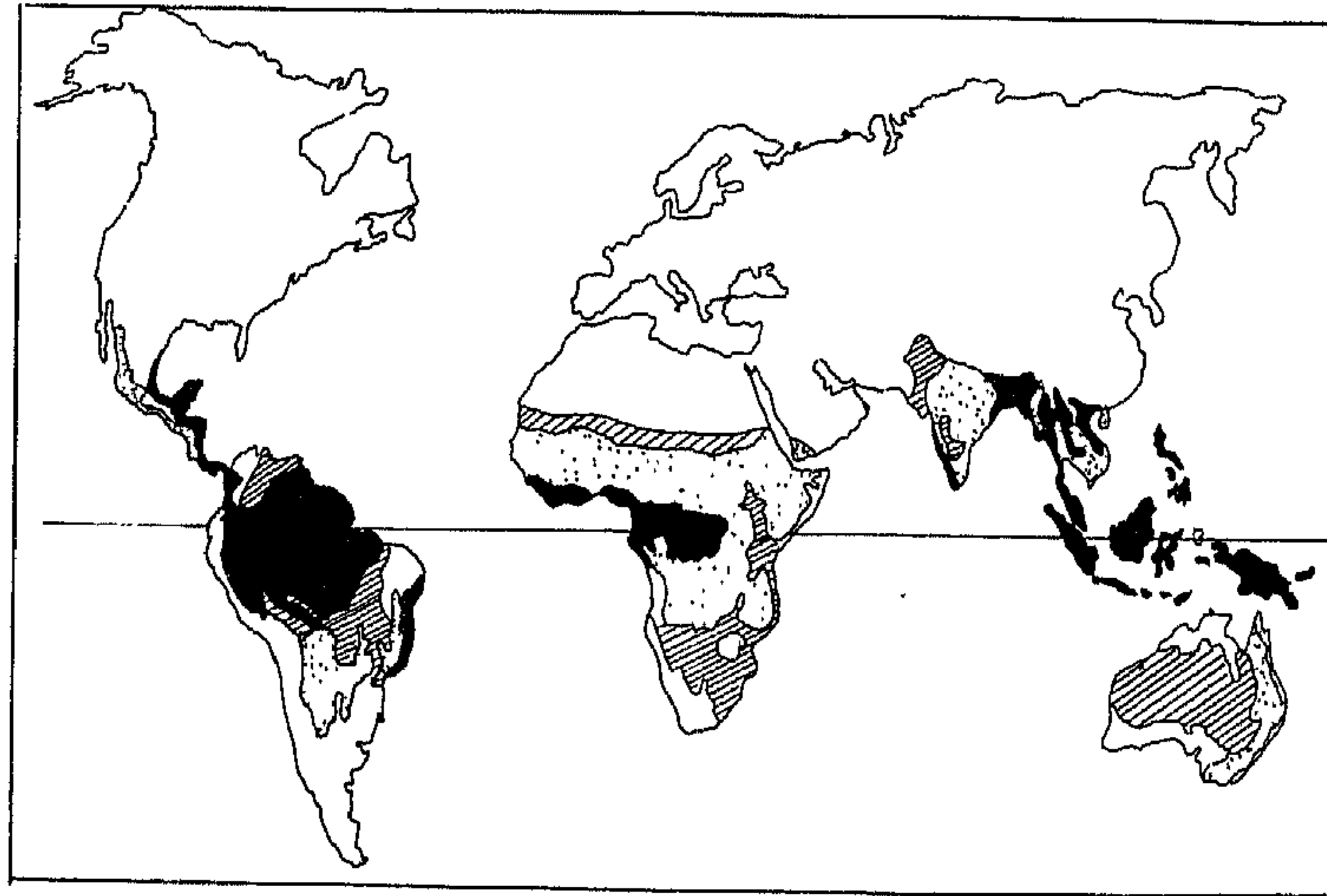
وسندرس فيما يلي نطاقات الغطاء النباتي اعتباراً من خط الاستواء وحتى القطب.

الفصل الأول

النطاق المداري

Tropical zone

توجد الغابات في النطاق المداري على جانبي خط الاستواء وتمتد حتى المدارين تقريبا، وفي أزمنة سابقة كانت الغابات المدارية تحتل مناطق أوسع منها حاليا ولكن نتيجة لتغير المناخ في اتجاه الجفاف من ناحية ولتأثير الإنسان المتزايد، وخاصة في المائة سنة الأخيرة، والناجم عن قطع الغابات وتحويلها إلى أراض زراعية من ناحية ثانية أخذت مساحات الغابات تنحسر (شكل ٣٣).



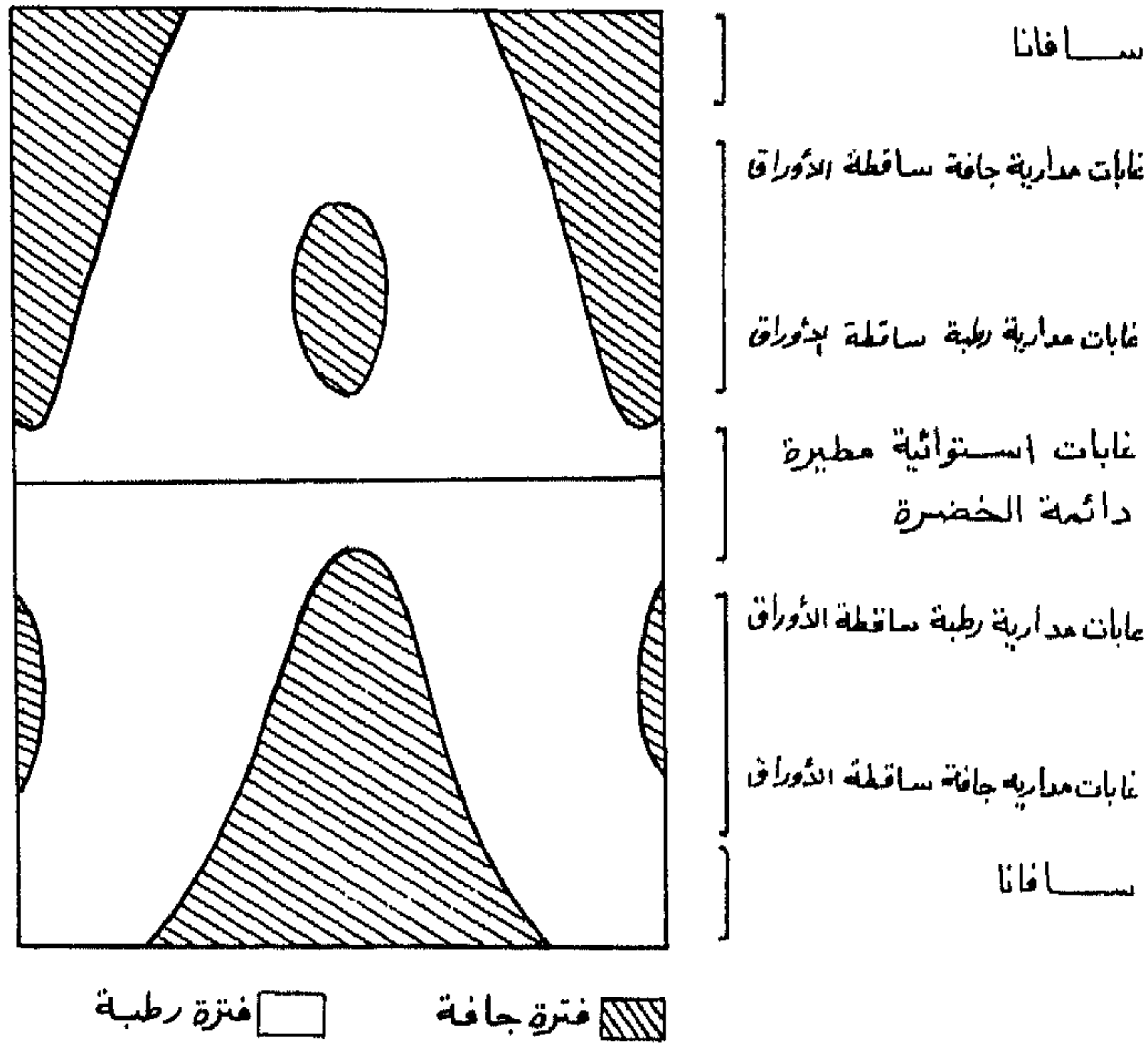
■ غابات استوائية مطيرة
▨ غابات حافة وسافانا
◻ غابات ساقطة ونصف ساقطة الأوراق

شكل (٣٣) أنماط الغطاء النباتي في النطاق المداري.

وتعتبر الأمطار أهم عامل في تحديد نمط الغطاء النباتي في المناطق المدارية كما هو واضح من الجداول والمخطط (شكل ٣٤) التاليين:

كمية الأمطار السنوية وطول فترة الجفاف في الأنماط المختلفة للغابات المدارية

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



شكل (٣٤) العلاقة بين تعاقب الفترات الجافة والرطبة ونمط الغطاء النباتي في النطاق المداري.

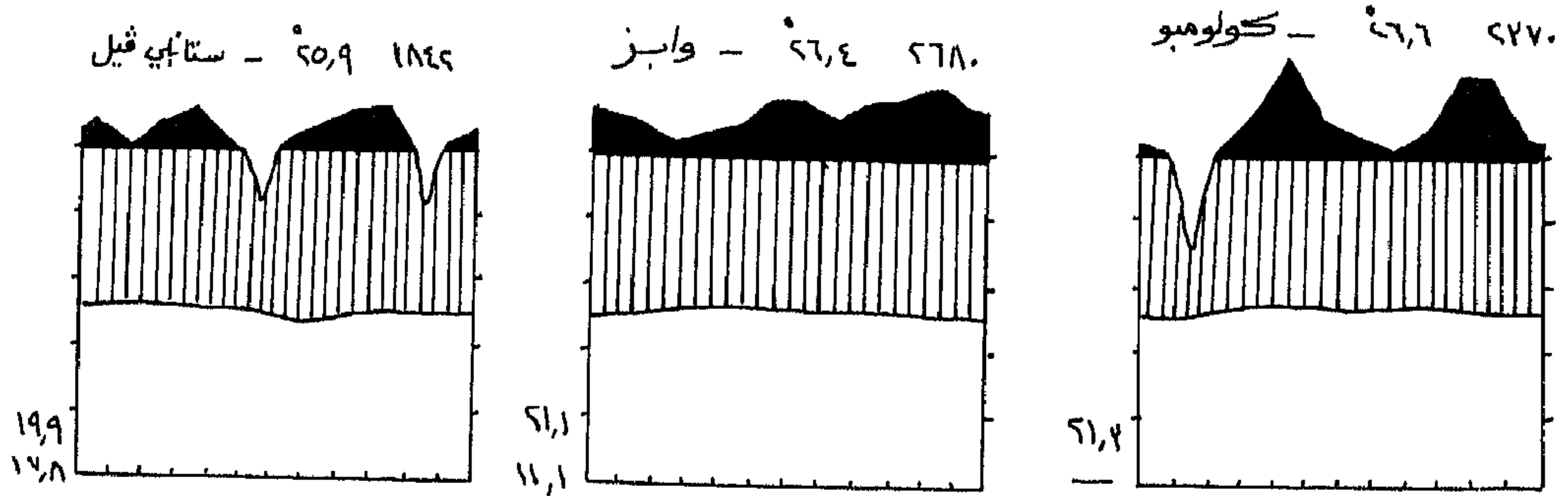
نلاحظ على المخطط أن الغابات الاستوائية المطيرة توجد على جانبي خط الاستواء حيث الأمطار على مدار السنة، ومع الابتعاد عن خط الاستواء تظهر فترة جافة قصيرة تزداد مدتها كلما ابتعدنا عن خط الاستواء، الأمر الذي ينعكس على الغطاء النباتي إذ يحل محل الغابات المطيرة دائمة الخضرة الغابات ساقطة الأوراق ومن ثم السافانا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

١ - الغابات الاستوائية المطيرة Equatorial Rain Forests

كما يتضح من المخطط (شكل ٣٣) توجد الغابات الاستوائية المطيرة على جانبي خط الاستواء في المناطق التي ينعقد فيها الجفاف، أما في المناطق التي يتعاقب فيها فصل مطير مع فصل جاف فلا توجد هذه الغابات حتى ولو كان الفصل الجاف قصيرا ولا يزيد عن عدة أسابيع.

مناخ الغابات الاستوائية المطيرة

تعطينا المخططات المناخية (شكل ٣٥) فكرة عن مناخ الغابات الاستوائية المطيرة، الذي يعتبر أفضل مناخ على سطح الكرة الأرضية بالنسبة لنمو النباتات. فكمية الأمطار السنوية مرتفعة جدا وتتراوح بين ٢٠٠ و ٤٠٠ سم، وفي بعض المناطق تزيد عن ذلك كثيرا وتصل في غوايانا إلى ١٢٠٠ سم وفي بعض مناطق الكاميرون إلى



شكل (٣٥) المخططات المناخية لبعض مناطق الغابات الاستوائية المطيرة.

١٠٥٠ سم وسنأخذ كمثال عن مناخ المناطق الاستوائية مناخ جزيرة جاوا (عن ستوكر ١٩٣٥ Stocker) يتغير متوسط درجة الحرارة الشهري بين أبرد أشهر السنة وأدفئها في حدود درجة مئوية واحدة [٣, ٢٤ درجة مئوية في فبراير (شباط) و٣, ٢٥ درجة مئوية في أكتوبر (تشرين الثاني)]، وكمية الأمطار السنوية حوالي ٤٣٧٠ مم ففي شهر يناير (كانون الثاني)، الذي يعتبر أغزر أشهر السنة مطراً يسقط حوالي ٤٥٠ مم وفي شهر أغسطس (آب) وهو أجدف أشهر السنة تصل كمية الأمطار إلى ٢٣٠ مم. ولكن هذا الثبات في درجات الحرارة الشهرية أمر نسبي إذ يمكن للتغيرات الحرارية اليومية أن تصل إلى ٩ درجات، ففي شهر أكتوبر (تشرين الثاني) قد ترتفع الحرارة من ٤, ٢٣ درجة مئوية في السادسة صباحاً إلى ٤, ٣٢ درجة مئوية في الثانية ظهراً وحتى في الأيام الماطرة يمكن أن تصل الفروق اليومية في درجة الحرارة إلى ٦ - ٧ درجات.

وتراوح الرطوبة النسبية للهواء بين ٧٠ و٩٠٪ نهاراً أما في الليل فتصل إلى ١٠٠٪ وفي الأيام الماطرة لا تقل عن ٩٠٪.

ودرجة حرارة التربة تقريبا واحدة على مدار السنة إذ تبلغ درجة حرارة تربة الغابات المطيرة في اندونيسيا على عمق ١٠ سم ٢٥ - ٢٧ درجة مئوية وعلى عمق ١ م تكون ثابتة على مدار السنة وتبلغ ٢٦ درجة مئوية وعلى عكس التصورات السائدة فإن شدة الإضاءة في هذه المناطق أقل منها في المناطق المدارية وحتى أقل من بعض المناطق المعتدلة وذلك بسبب كثرة الغيوم والرطوبة المرتفعة والدخان الناجم عن الحرائق. كما أن طول الفترة النهارية (النوبة الضوئية) ذات الأهمية الكبيرة في تطور النباتات (انظر فصل العوامل البيئية) قليلة التغير على مدار السنة وحتى في المدارين (الجليدي والسرطان) إذ يصل طول أقصر يوم إلى ٣٠, ١٠ ساعة وطول أطول يوم إلى ٣٠, ١٣ ساعة ولهذا فإن النباتات التي تعيش في النطاق الاستوائي هي من نباتات النهار القصير.

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

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

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

المناخ الدقيق للغابات الاستوائية المطيرة Microclimate

تؤثر العوامل المناخية التي سبق ذكرها في نمو النباتات المنعزلة ، والنباتات الزراعية وتيجان الأشجار التي تكوّن الطوابق العلوية ، أما داخل الغابة فيختلف المناخ كليا . والمناخ الدقيق هو عبارة عن مناخ الطبقة السطحية القريبة من سطح التربة ويختلف ارتفاعه فوق سطح التربة حسب نمط الغطاء النباتي ، ففي الغابات الاستوائية المطيرة يصل إلى بضع عشرات الأمتار أما في المناطق الجافة فلا يزيد عن المتر إلا قليلا .

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

وتختلف الرطوبة النسبية للهواء ابتداء من سطح التربة وإلى قمة أشجار الغابة فعلى ارتفاع ١٨ م قد تنخفض حتى ٦٠٪ (خاصة في ساعات الظهر) ، أما في

مستوى الطوابق العشبية وفوق سطح التربة مباشرة فهي قريبة من الإشباع .

ونظرا لكون الرطوبة النسبية للهواء في مستوى الطوابق السفلية مرتفعة جدا فإن الندى يتشكل كل ليلة تقريبا على جذوع وتيجان الأشجار حتى ولو كان انخفاض درجة الحرارة قليلاً جداً . وتصل كمية الندى إلى ١٠٠ سم^٣/م^٢ ويكون طبقة على الأوراق يصل ارتفاعها إلى ١,٠ مم، حتى يسيل على شكل قطرات (Walter ١٩٧٣).

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

تركيب الغابات الاستوائية المطيرة

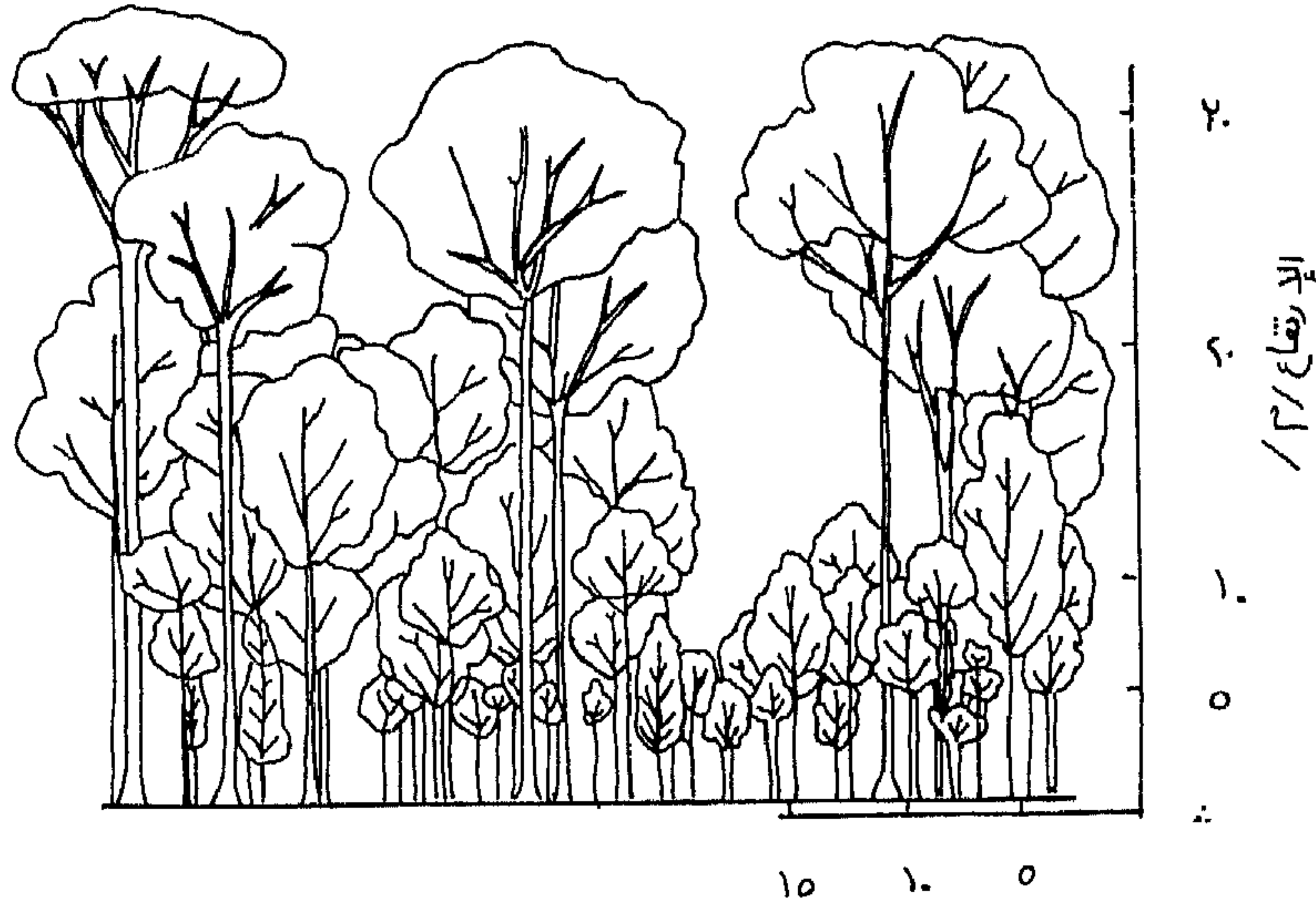
تتألف الغابات الاستوائية المطيرة من أشجار يبلغ متوسط ارتفاعها ٥٠ - ٦٠ م وهي غنية جداً بالأنواع النباتية، حتى ليصعب أن نجد شجرتين من نوع واحد تنموان بجانب بعضهما البعض، ومتوسط عدد الأنواع النباتية في الهيكتر حوالي ٤٠ نوعاً وقد يصل إلى ١٠٠ نوع وأكثر (يوجد في هذه الغابات في اندونيسيا حوالي ٣٠٠٠ نوع شجري تنتسب إلى ٤٥٠ جنساً)، وفي جزيرة Moluques القريبة من غينيا الجديدة، حوالي ٢٥٠٠ نوع شجري وفي حوض الأمازون ٢٥٠٠ نوع شجري أيضاً، إلى جانب الأعشاب والشجيرات والنباتات المتسلقة Lianas والعالقة Epiphytes والتي تعتبر من الصفات المميزة لهذه الغابات لكثرة أعدادها، وتكثر هذه النباتات المتسلقة والعالقة مع زيادة رطوبة الهواء ونقصان كثافة الغابة (أي مع زيادة شدة الإضاءة).

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



شكل (٣٦) غابة استوائية في ماليزيا.

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



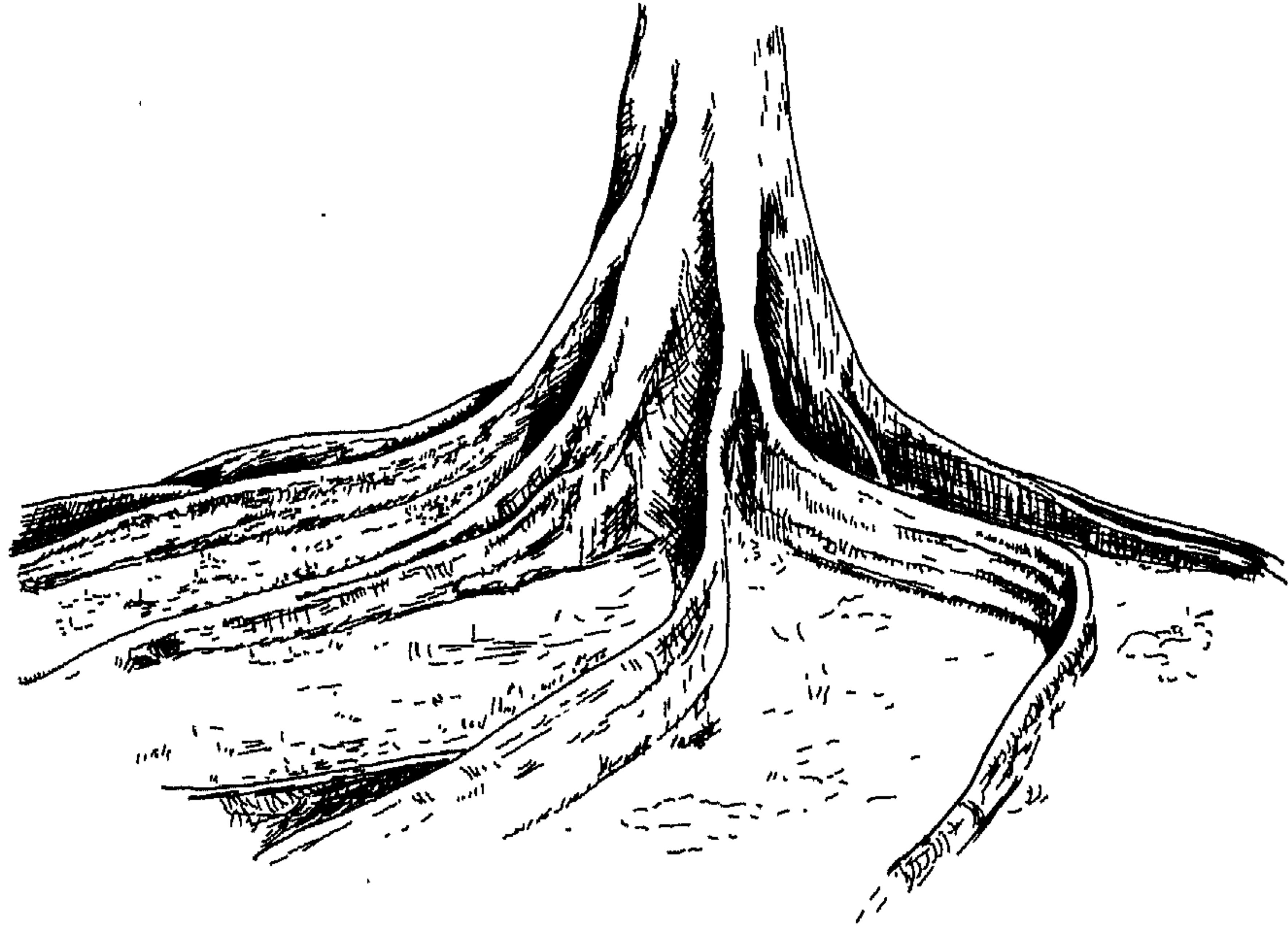
شكل (٣٧) قطاع طولي في غابة استوائية مطيرة.

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

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

بيئة النباتات الشجرية في الغابات الاستوائية المطيرة

تتميز أشجار الغابات الاستوائية المطيرة بصفات معينة، فالجذع مستقيم أملس، والقشرة رقيقة ملساء ناصلة اللون وذلك لعدم تعرض الجذع للأشعة الشمسية المباشرة والرياح الجافة ولتوفر الرطوبة الزائدة. وتتفرع الأشجار في القمة، وتاجها صغير، والأوراق كبيرة قاسية (جلدية) لونها أخضر داكن، وتامة الحافة، وأوراق الفصيلة القرنية Leguminosae ريشية وسطحها كبير. ومن الصفات المميزة للأشجار الجذور الدعامية Buttressed roots التي تدعم الأشجار الطويلة ذات المجموع الجذري السطحي. وتنشأ الجذور الدعامية (شكل ٣٨) من قاعدة الجذور الرئيسية ويستمر نشاط الكامبيوم في الجذور الدعامية طبيعياً في السنوات الأولى، وبعد ذلك يتوقف نشاط الكامبيوم، في هذه الجذور، عدا جزئه العلوي الذي يستمر في النشاط وبذلك يزداد ارتفاع هذه الجذور الدعامية حتى يبلغ تسعة أمتار في بعض الأحيان، كما يتراوح قطرها بين عدة سنتيمترات وعدة أمتار.



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

ويرتبط تشكل الجذور الدعامية على هذا النحو بزيادة رطوبة التربة التي تؤدي إلى سوء تهويتها الأمر الذي ينعكس على نشاط الكامبيوم مما يؤدي إلى توقف عمل الكامبيوم الموجود في الناحية السفلية من الجذور (فالتز ١٩٧٣). كما تتشكل الجذور الدعامية في بعض الأشجار التي تعيش في المنطقة المعتدلة في تربة شديدة الرطوبة مثل *Ulmus effusa* والهور *Populus italica*.

والبراعم غير محمية أونا دراما تكون محمية بعنق الورقة أو بالأشعار أو الإفرازات الدبقة وأحيانا بالحراشف وتكون الأوراق الفتية رقيقة وطرية، وبسبب بطء تمايز النسج فيها تبدو في الفترة الأولى من تشكلها وكأنها ذابلة ومدلاة للأسفل، كما تتميز الأوراق الفتية بتعدد ألوانها ولكن الألوان تزول تدريجياً وتأخذ اللون الأخضر كما تصبح الأوراق جلدية. والأوراق البالغة تامة الحافة غالباً ومستدقة النهاية أما مساحتها فتتوقف على الطابق الذي تعيش فيه الأشجار، وبشكل عام تقل مساحة الورقة وتغدو جلدية كلما اقتربنا من الطابق الشجري العلوي، فمثلاً يتراوح طول أوراق أشجار النوع *Polyscias polybotrya* الموجودة في مستوى الطابق العلوي بين ٥٥ - ٩٥ سم، أما تلك الموجودة في مستوى طابق الشجيرات فيصل طولها إلى ١٧٠ سم، وهذا الاختلاف في طول ومساحة الأوراق ناجم عن تأثير المناخ الدقيق الذي يختلف اختلافاً كبيراً بين الطابق الشجري وطابق الشجيرات. ودراسات فالتز ١٩٧٣ وغيره في الغابات الاستوائية المطيرة في أفريقيا بينت أن الضغط الأسموزي منخفض جداً، إذ يتراوح بين ٩ و ١٦ ضغطاً جويًا، وهذه الأرقام هي بالنسبة لأشجار الطوابق السفلية.

ومن أهم الصفات التي تتميز بها الأشجار في الغابات الاستوائية المطيرة هي ظاهرة الأزهار الجذعية Cauliflory أي تكون الأزهار وبعد ذلك الثمار على الجذوع مباشرة، فالبراعم الإبطية تبقى عدة سنوات كامنة، وبعد ذلك تشق القشرة وتبدأ بالنمو وإعطاء الأزهار، وهذه الظاهرة تلاحظ في المناطق المعتدلة فقط في أشجار الزمزيق *Cercis siliquastrum* والخروب *Ceratonia siliqua* وظاهرة الأزهار الجذعية واسعة الانتشار في المناطق الاستوائية مثال ذلك شجرة الكاكاو *Theobroma cacao* التي تعيش في الطوابق السفلية للغابات الاستوائية المطيرة، وتوجد ظاهرة الأزهار الجذعية في أكثر من ١٠٠٠

نوع من النباتات الشجرية . وهناك تفسيرات متعددة لهذه الظاهرة نذكر منها رأي كليبس Klebs ١٩١١ (انظر Walter ١٩٦٤) الذي يعتقد أن هذه الظاهرة ناجمة عن وفرة المواد المغذية في الجذع ، ومن الملاحظ أن هذه الظاهرة توجد بشكل أساسي في الأنواع التي تعيش في مستوى الطوابق السفلية .

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

ويتم الإزهار في أي وقت من السنة ، والأزهار جميلة ولكنها قليلاً ما تلاحظ بين الأوراق ذات الألوان المختلفة . وتزهّر بعض الأنواع في فترة محددة ، ولكن بصورة عامة ، لا تتوافق فترة الإزهار في الأنواع المختلفة ، كما أنها قد تكون مختلفة عند أفراد النوع الواحد . ويمكن ملاحظة أشجار من نفس النوع بعضها مزهر وبعضها مثمر وحتى على نفس الشجرة قد نجد فروعاً مزهرة وأخرى مثمرة في نفس الوقت .

الشجيرات

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

الأعشاب

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

الأنواع الشجرية وهذا يعود، كما يعتقد، لانخفاض شدة الإضاءة في مستوى الطوابق السفلية من الغابة مما يؤدي إلى انتخاب الأنواع القادرة على النمو في شدة ضوئية منخفضة. وأغلب الأعشاب معمرة، والأجزاء الهوائية منها تبقى حية لسنوات عدة، بسبب انعدام الفصول، مما يمكنها من أن تصل إلى ارتفاعات كبيرة تبلغ عدة أمتار، وفي كثير من الأحيان يمكن أن تصل إلى مستوى طابق الشجيرات مثل أنواع فصيلة Scitamineae والزنجبيلية Zingiberaceae والموز وغيرها.

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

النباتات المتسلقة Lianas

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

أ - الأشواك أو المحاجم Suction discs كما في نبات *Calamus* الذي يصل طوله إلى ٢٠٠ - ٢٤٠ مترا.

ب - الجذور العرضية Adventitious roots التي تنمو على الساق والتي تدخل في شقوق قشرة الأشجار أو تلتف حول جذوع الأشجار مثل نبات فانيليا *Vanilla* وأنواع فصيلة Araceae.

ج - التفاف سوق النباتات المتسلقة حول جذوع الأشجار، حيث تمتلك



شكل (٣٩) تكيف بعض النباتات للتسلق.

٢، ٣ - بالالتفاف (في العليق وحشيشة الدينار)
٥ - بالجذور العرضية (في نبات حبل المساكين *Hedera*)

بالمحاليق (في العنب)
بالمحاجم (في العنب البري)
بالأشواك (في نبات الجهنمية *Bougainvillea*)

النباتات المتسلقة سوقا ذات قمم سريعة النمو، وسلاميات طويلة لا تتكشف فيها الأوراق في بداية نموها، وشأنها في ذلك شأن النباتات التي تعاني من الشحوب الضوئي Etiolation، وعن طريق الحركة اللولبية للساق ترتفع هذه النباتات نحو الأعلى ممسكة بجذوع وأفرع الأشجار، وبعد ذلك تبدأ الساق بالثخن والتخشب، وتنتسب أغلب النباتات المتسلقة إلى هذه المجموعة.

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

وتستطيع النباتات المتسلقة أن تصل إلى مستوى تيجان الأشجار حيث شدة الضوء مرتفعة ولكنها تستطيع في أطوار نموها الأولى تحمل الإضاءة المنخفضة في مستوى الطوابق السفلية. وتكثر النباتات المتسلقة في المناطق المفتوحة من الغابة وعند حوافها كما وقد تشكل عند حواف الأنهار أيكة Thicket يصعب اختراقها.

وعندما تصل النباتات المتسلقة إلى مستوى تيجان الأشجار، حيث الشدة الضوئية المرتفعة، فإنها تشكل تاجا كثيف الأوراق لدرجة تصبح حملا ثقيلًا على النباتات التي تسندها، كما تلعب النباتات المتسلقة دورا كبيرا في تقليل الضوء الذي ينفذ إلى داخل الغابة.

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

النباتات نصف العالقة Hemiepiphytes

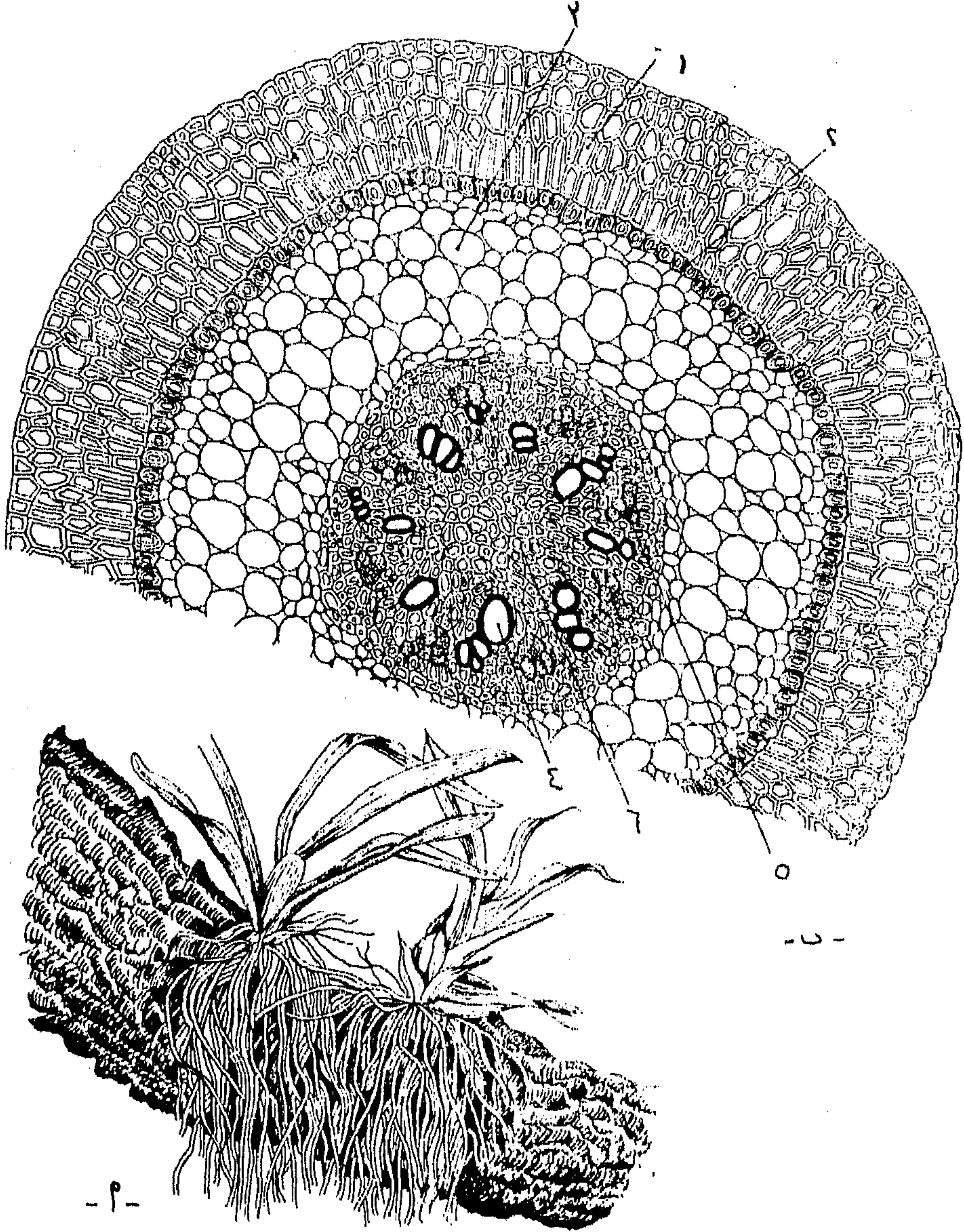
وهي عبارة عن زمرة نباتية تحتل مكانا وسطا بين النباتات المتسلقة والنباتات العالقة Epiphytes، وتبدأ حياتها إما على شكل نباتات متسلقة أو على شكل نباتات عالقة، فمثلا بعض أنواع الفصيلة Araceae تنمو في البداية على شكل نباتات متسلقة عادية

ولكن بعد ذلك يموت الجزء السفلي من الجذع وتنقطع الصلة بين النبات والترربة ويتحول النبات من نبات متصلق إلى نبات عالق، أو أن بعض النباتات العالقة التي تنمو على الأشجار تشكل جذورا هوائية (جذورا عرضية هوائية) تمتد لتصل إلى التربة وتبدأ بامتصاص الماء والأملاح المعدنية بالشكل المعروف مثل *Coassapoa fagifolia* و *Pyrus granulosa* وكذلك التين البنغالي *Ficus bengalensis* الذي ينتمي إلى النباتات الخانقة Stranglers (شكل ٢٦).

النباتات العالقة Epiphytes

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

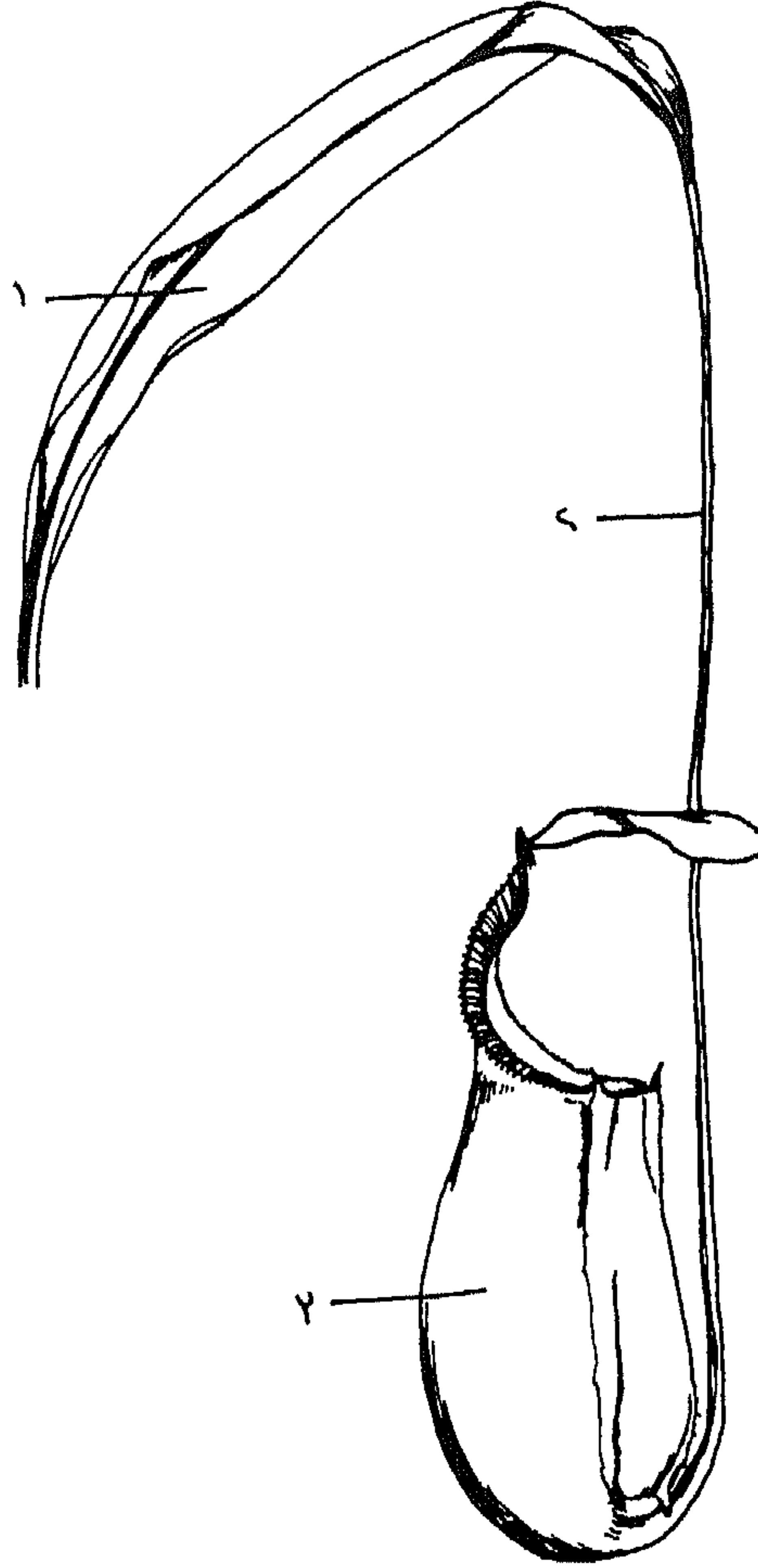
وتنبت بذور النباتات العالقة، عادة، على فروع الأشجار المرتفعة لذا فإنها توجد في ظروف ضوئية جيدة. ولكنها تعاني من مشكلة الحصول على الماء والأملاح المعدنية، وتستطيع أن تمتص الماء من الرطوبة الجوية المرتفعة والتي تتوفر بشكل دائم في هذه الغابات، ومن هنا كثرت النباتات العالقة في الغابات الاستوائية المطيرة،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



شكل (٤٠) الجذور الهوائية (في نبات من السحليات).

- أ - الشكل العام
 ب - مقطع عرضي في الجذر
- ١ - الحجاب الجذري
 ٢ - البشرة الخارجية
 ٣ - برنشيم القشرة
 ٤ - الخشب
 ٥ - اللحاء
 ٦ - سكليرنشيم

(شكل ٤١) ويمكن للبعض الآخر تخزين الماء في الدرنات أوفي المجموع الخضري لكثير من السحليات.



شكل (٤١) ورقة نبات الجرة *Nepenthes*.
 ١ - نصل الورقة
 ٢ - عرق وسطي متطاول
 ٣ - الجرة (Insect trap) Pitcher

ويتم حصول النباتات العالقة على المواد الغذائية إما من الغبار أو الدبال الذي يتجمع في موقع نموها وتحصل على النتر وجين من مياه الأمطار التي تحوي نسبة مرتفعة منه نظرا لطبيعة الأمطار الرعدية في المناطق الاستوائية.

وهناك بعض أنواع النمل التي تبني أعشاشها في جذوع الأشجار وتشكل هذه الأعشاش مهادا صالحا لنمو النباتات العالقة وتمدها بالنتر وجين والمواد المعدنية الأخرى مثل النباتات التي تنتمي إلى فصيلة Araceae ، Gesneriaceae و Bromeliaceae وغيرها، وقد وصف Ule ١٩٠٥ هذه النباتات العالقة، في غابات الأمازون، بأنها حدائق زهور النمل.

وتنتقل النباتات العالقة من مكان نموها بعدة طرق أهمها:

١ - نقل الوحدات التكاثرية بواسطة الهواء، حيث تكون الوحدات التكاثرية إما خفيفة الوزن كما في الفصيلة السحلبية Orchidaceae والسراخس Ferns أو مزودة بآليات تساعد على حملها كما في فصيلة Asclepiadaceae.

٢ - تلعب الطيور دورا هاما في نقل النباتات العالقة مثل أنواع فصيلة Bromeliaceae وغيرها.

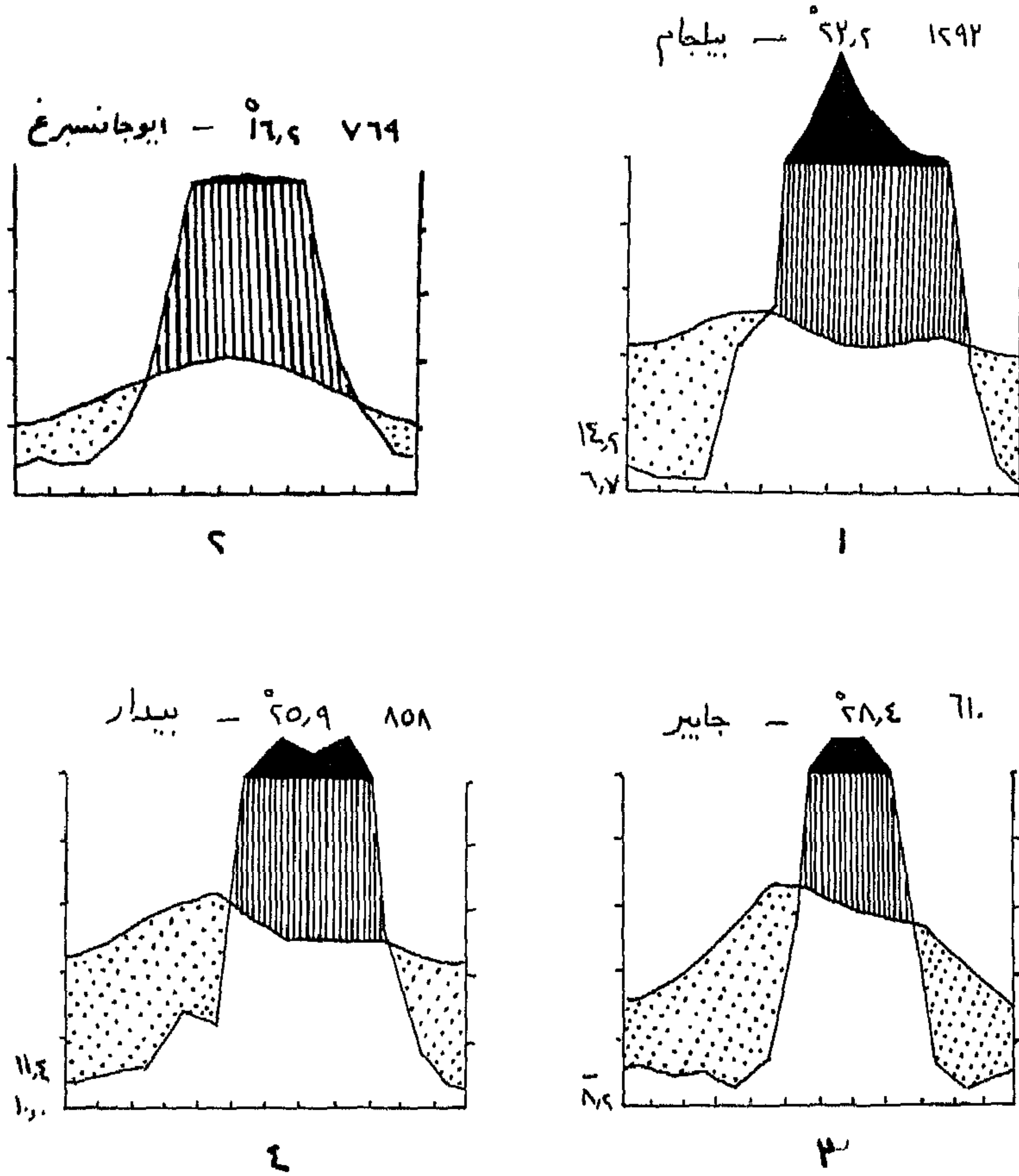
ب - الغابات المدارية ساقطة الأوراق

Deciduous Tropical Forests

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

ويتم الانتقال تدريجياً من المناطق دائمة الأمطار وعديدة الفصول إلى المناطق التي تتميز بفترة جفاف (انظر شكل ٣٤).

وفي المناطق المدارية، التي يتناوب فيها فصل جاف مع فصل مطير، يمكن تمييز الأنماط التالية من الغابات ساقطة الأوراق (شكل ٤٢).



شكل (٤٢) المخططات المناخية في مناطق:

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

١ - الغابات المدارية ذات الخضرة شبه الدائمة

Tropical semi-evergreen forests

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

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

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

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

١ - الغابات الرطبة ساقطة الأوراق

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

ب - الغابات الجافة ساقطة الأوراق والأحراش الشوكية

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

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

وتغطي هذه الغابات في شرق أفريقيا مساحات واسعة وتسود فيها أنواع الفصيلة القرنية *Leguminosae*. وبراعم الأشجار محمية من الجفاف، والجذع مغطى بقشرة سميكة والنباتات العالقة معدومة والمتسلقة قليلة.

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

السافانا Savanna

السافانا في مدلولها الواسع تعني الغطاء النباتي ذا الخصائص الجفافية الذي ينتشر في المناطق المدارية ذات الأمطار الصيفية والتي تكوّن فيها الحشائش طبقة سائدة متجانسة وكثيفة وتتخللها أشجار أو شجيرات متناثرة ومتباعدة (Alechin ١٩٦١).

ويتميز مناخ السافانا بأمطار تزيد عن ٦٠٠ مم تسقط في الفترة الحارة من السنة (فصل الصيف) ويفترة جفاف تدوم بين ٤ و٦ أشهر. ويبلغ متوسط درجة الحرارة في الفترة الرطبة في السافانا البرازيلية حوالي ١٨ - ٢١ درجة مئوية وفي الفترة الجافة ١٤ - ١٥ درجة مئوية، أما في أفريقيا فهو على التوالي ٢٠ - ٢٤ و١٨ - ٢٠ درجة مئوية (شكل ٤٢).

ويختلف هذا الطراز من السافانا، والذي يتوقف تكوينه أساساً على العوامل المناخية، عن السافانا التي تحدد تكوينها عوامل حيوية والتي حلت محل الغابات نتيجة لنشاط الإنسان الذي أزال الغابات وحولها إلى أراض زراعية وكذلك نتيجة للحرائق والرعي الجائر، ويسمى هذا النوع من السافانا بالسافانا الثانوية (Walter ١٩٧١). ونظراً لصعوبة التعرف على تكوينات السافانا الثانوية بسبب انتشارها الواسع فقد اعتبرها الجغرافيون سافانا طبيعية، ويقسمون منطقة السافانا إلى منطقتين منفصلتين تحاذيان منطقة الغابات في المناطق المدارية المطيرة وهما:

أ - السافانا الرطبة Moist savanna والتي تسود فيها الحشائش الطويلة.

ب - السافانا الجافة Dry savanna والتي تسود فيها الحشائش القصيرة (Walter ١٩٧١).

وتسود في الغطاء النباتي العشبي للسافانا الطبيعية الأعشاب النجيلية التي يصل متوسط ارتفاعها إلى حوالي المتر ويصل طولها في كثير من الأحيان إلى ثلاثة أمتار وأكثر وإذا ترافق ارتفاع الأعشاب مع كثافة عالية فإنه يصبح من الصعب اختراق الغطاء العشبي.

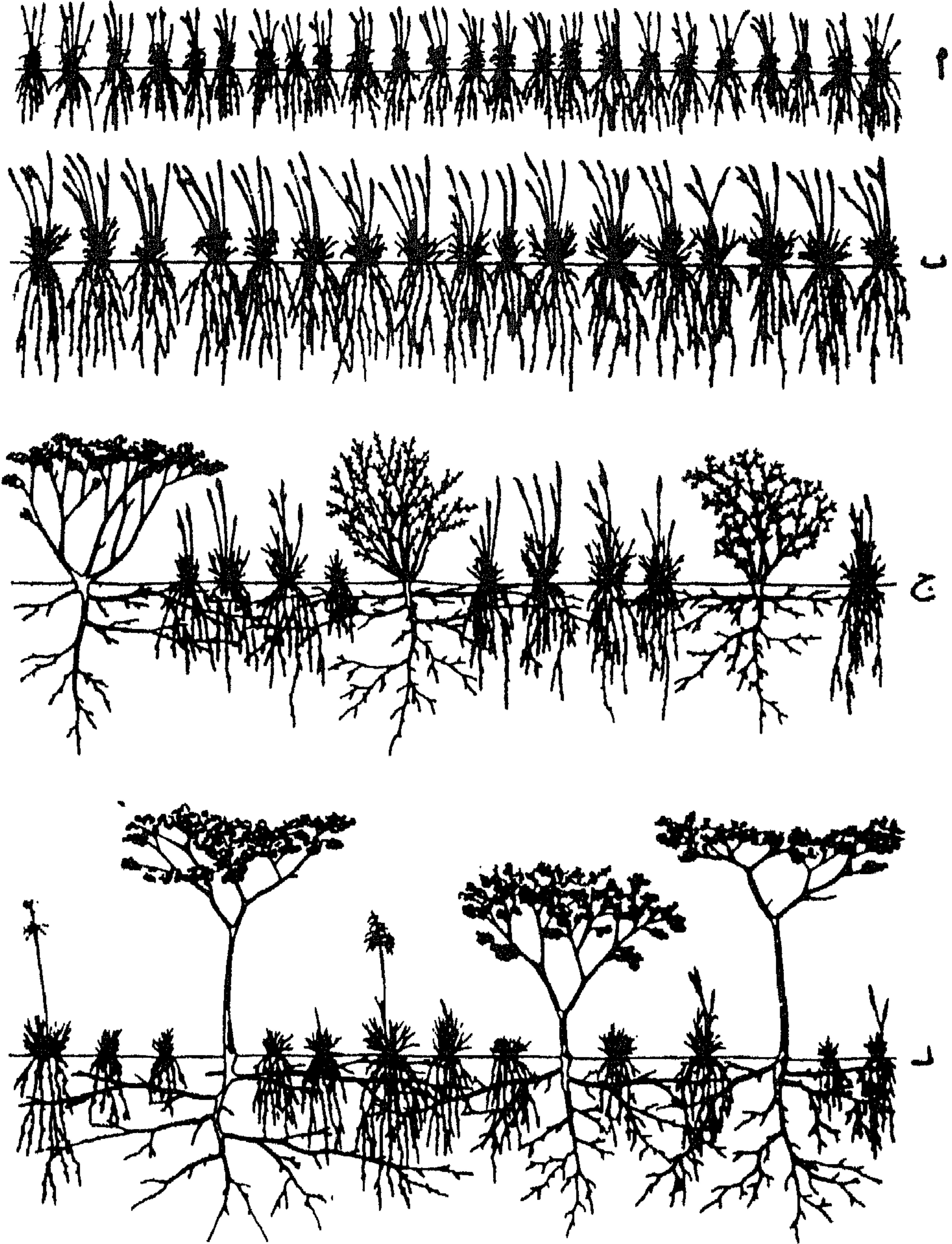
وتتميز الحشائش المعمرة في السافانا في أن النتح يبقى فيها مرتفعاً حتى في الحالات التي يقل فيها محتوى التربة من الماء مما ينتج عنه انخفاض في محتوى الخلايا من الماء وارتفاع في الضغط الأزموزي وموت موضعي للخلايا (Necrosis) يبدأ من أطراف

الأوراق ثم ينتقل تدريجياً إلى قواعدها، ومع جفاف التربة السريع يلاحظ تغير لون الحشائش الأخضر (التي تموت أوراقها) إلى لون أصفر بني خلال فترة وجيزة. ونظراً لأن الأنسجة الميرستيمية لمعظم الحشائش تقع عند قاعدة السلاميات فإنها تكون محمية من الجفاف بأغصدة الأوراق الجافة التي تحيط بمنطقة النمو، ونظراً لأن الأعشاب تحتاج إلى كميات قليلة من الماء، بعد موت الأوراق، لذا فإن الأعشاب تستطيع البقاء حية خلال فترة الجفاف الطويلة دون أن تحتاج إلى كميات كبيرة من الماء في التربة، وتعود الأعشاب إلى نشاطها الطبيعي وتعطي مجموعاً خضرياً جديداً عند انتهاء الفصل الجاف وسقوط الأمطار.

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

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

مثال ذلك تغير الغطاء النباتي في جنوب غرب أفريقيا (Walter 1971)، ففي المناطق التي لا تزيد فيها كمية الأمطار السنوية عن ١٠٠ مم تنمو الحشائش فقط ذلك أن الأمطار لا تبلل إلا الطبقة السطحية من التربة (شكل ٤٣ مخطط ١) حيث تستنزفها الحشائش القصيرة بسرعة، وبعدها يموت الجزء العلوي من الحشائش، وفي مثل هذه الظروف فإن الشجيرات والأشجار لا تستطيع النمو وذلك لعدم توفر الكمية الكافية من الماء في التربة التي لا تنفي باحتياجات الشجيرات أو الأشجار في فصل النمو وفي الفصل



شكل (٤٣) تعاقب أنماط الغطاء النباتي في السافانا الافريقية :
 أ، ب - نباتات من الحشائش ج - السافانا د - غابات جفافية

الجفاف .

وحيثما تزيد معدلات الأمطار إلى ٢٠٠ مم يزداد سمك طبقة التربة التي تبللها الأمطار مما يمكن الأعشاب الطويلة من النمو حيث تجد الرطوبة الكافية (مخطط ب) وتستغل هذه الأعشاب كل ماء التربة في الصيف، أما في المناطق التي تزيد معدلات الأمطار عن ٢٠٠ مم فيبقى في طبقات التربة كميات فائضة من الماء تزيد عن حاجة الأعشاب حتى في فصل الجفاف، الأمر الذي يتيح الفرصة للشجيرات بالنمو إلى جانب الأعشاب (مخطط ج) وبازدياد معدل الأمطار تزداد كميات المياه الفائضة في التربة عن حاجة الأعشاب ويزداد معها عدد وحجم النباتات الخشبية (مخطط د) وتتحول السافانا الشجرية إلى سافانا شجرية، وإذا وصلت كمية الأمطار السنوية إلى ٦٠٠ مم تنمو عندها النباتات المدارية الجافة ساقطة الأوراق.

وتلعب الحرائق دورا هاما في التوازن بين النباتات العشبية والشجيرات والأشجار في السافانا، وذلك لأنها تضعف الأعشاب وتساعد على إنبات بذور نباتات الأكاشيا *Acacia* إذ تجعل قصرة البذرة أكثر نفاذية للماء. وقد أوضح El-Amin (١٩٧٦) أن الحرائق التي تنشب في أعشاب السافانا السودانية قد ساعدت كثيراً على انتشار أشجار الأكاشيا، إذ لاحظ أن إنبات بذور الطلح *Acacia seyal* يتم بنجاح في المناطق التي تعرضت للحريق، كما أن للحرائق آثاراً انتخابية أيضاً وخاصة بين النباتات الخشبية، فالأنواع التي تبقى بعد الحريق هي الأنواع المتحملة للحرائق الكثيرة في السافانا والتي تتمكن من تجديد نموها من الأجزاء تحت الأرضية، وقد وجد Walter (١٩٧١) أن للكثير من أشجار الأكاشيا براعم كامنة عند قمة الجذور Root collar وعلى عمق حوالي ٢٠ سم تحت سطح التربة مما يحميها من تأثير الحرائق.

وتلعب العوامل الحيوية دورا هاما في زيادة كثافة الأشجار والشجيرات على حساب النباتات العشبية، وهذا ما نجده في أماكن رعي الحيوانات وأماكن تجمعها، إذ يعيق الرعي الجائر نمو الأعشاب وقد يقضي على القسم الأكبر منها وتقل كثافة الأعشاب وبالتالي تزداد كمية المياه التي تبقى في التربة والتي تزيد عن حاجة الأعشاب

قليلة النمو والكثافة، مما يساعد على زيادة نمو وكثافة الأشجار والشجيرات، على أن بادرات الشجيرات والأشجار لا تستطيع في الظروف الطبيعية منافسة الحشائش سريعة النمو إذ لا ينجح إلا القليل من بادرات الأشجار والشجيرات لذا نجد أنها متناثرة ومتباعدة وسط الحشائش. وكلما ضعف نمو الحشائش وقلت كثافتها، بسبب الرعي الجائر، كلما زادت إمكانية بقاء بادرات الأشجار والشجيرات بحيث تشكل خلال سنوات قليلة أيكة غزيرة يصعب اختراقها في بعض الحالات. كما تساعد الحيوانات على زيادة إنبات الشجيرات في مناطق السافانا (El-Amin 1976) ذلك أنها تتغذى على بذورها وثمارها التي يمر قسم منها خلال جهاز الحيوانات الهضمي دون أن يتلف الجنين ومن ثم تخرج مع فضلاتها وهي أكثر قدرة على امتصاص الماء والإنبات.

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



شكل (٤٤) شجرة التبدي (*Adansonia digitata*).

الأوراق والساق مثل جنس *Andropogon* و *Panicum* و *Chloris* وغيرها. أما الأعشاب ثنائية الفلقة فتلعب دورا ثانويا، ومن الأشجار نجد أنواع الأكاشيا وكذلك شجرة التبليدي *Adansonia digitata* الضخمة والتي تتميز بجذعها القصير والسميك (شكل ٤٤) والتي يستعملها سكان مناطق السافانا لحزن مياه الأمطار، حيث يُجوف الجذع وتخزن فيه المياه، كما تتميز أشجار التبليدي بعمرها الطويل والذي يتراوح من ٤ - ٥ آلاف سنة.

الفصل الثاني

الصحارى وأشباه الصحارى شبه الاستوائية

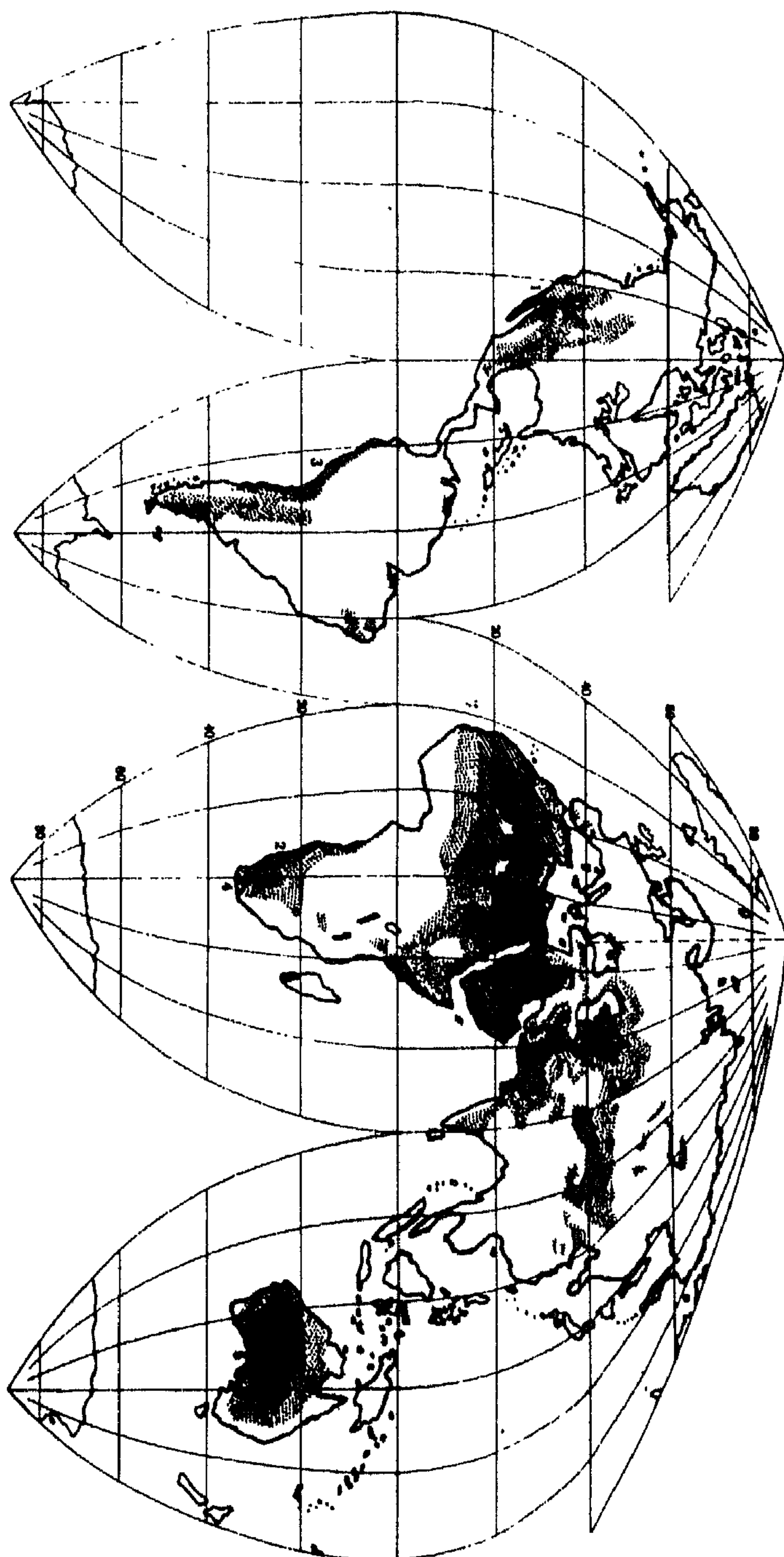
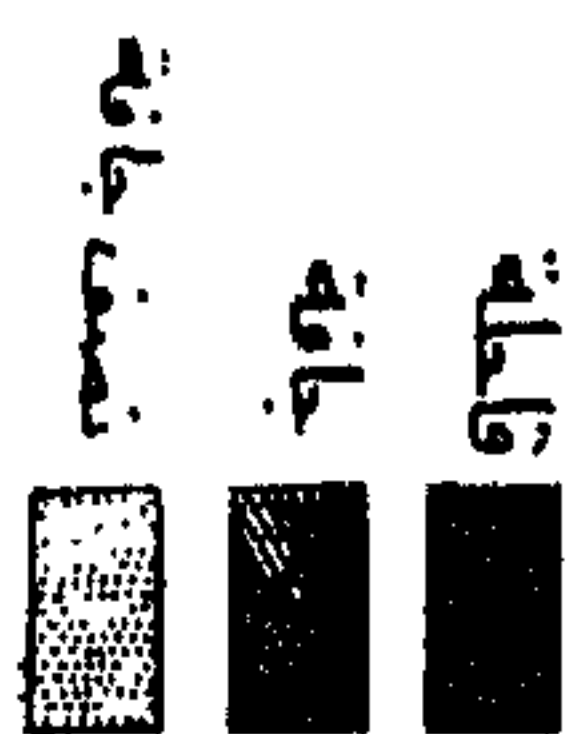
Subtropical Deserts and Semideserts

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

تشكل المناطق الجافة حوالي ٣٥٪ من سطح الكرة الأرضية وتنتشر في المنطقة شبه المدارية لنصفي الكرة الشمالي والجنوبي، وتمتد في آسيا وأمريكا الشمالية بعيدا نحو الشمال داخل المنطقة المعتدلة (شكل ٤٥).

وتسمى المناطق الجافة عادة بالصحارى Deserts ولكن مفهوم الصحارى نسبي وغير محدد (Petrov ١٩٧٣)، فبالنسبة لسكان أمريكا الشمالية يعتبر الجزء الجنوبي الغربي من الولايات المتحدة (على الحدود مع المكسيك) عبارة عن صحراء (صحراء Sonora) أما بالنسبة للمصريين الذين يعيشون في منطقة شديدة الجفاف فلا يعتبرون شواطئ المتوسط المصرية صحراء بالرغم من أن الساحل المصري أكثر جفافا من صحراء Sonora وأفقر بالغطاء النباتي.

وتتميز الصحارى بقلة الأمطار إذ لا تزيد عن ٢٥ سم في السنة، وهي بشكل عام أقل من ذلك بكثير، ففي مدينة بخارى (آسيا الوسطى) لا تزيد عن ١٣٥ مم في السنة، وفي الصحراء السورية تتراوح بين ٥٠ - ٢٥٠ مم، وفي القاهرة حوالي ٣٠ مم وفي بعض مناطق اتاكاما حوالي ٥ مم كما أن هناك بعض المناطق الصحراوية يصعب



شكل (٤٥) توزيع المناطق الجافة ونصف الجافة على سطح الكرة الأرضية.

قياس كمية الأمطار التي تسقط فيها (Petrov ١٩٧٣).

يختلف نظام سقوط الأمطار من منطقة صحراوية إلى أخرى ويمكن إجماله فيما يلي:

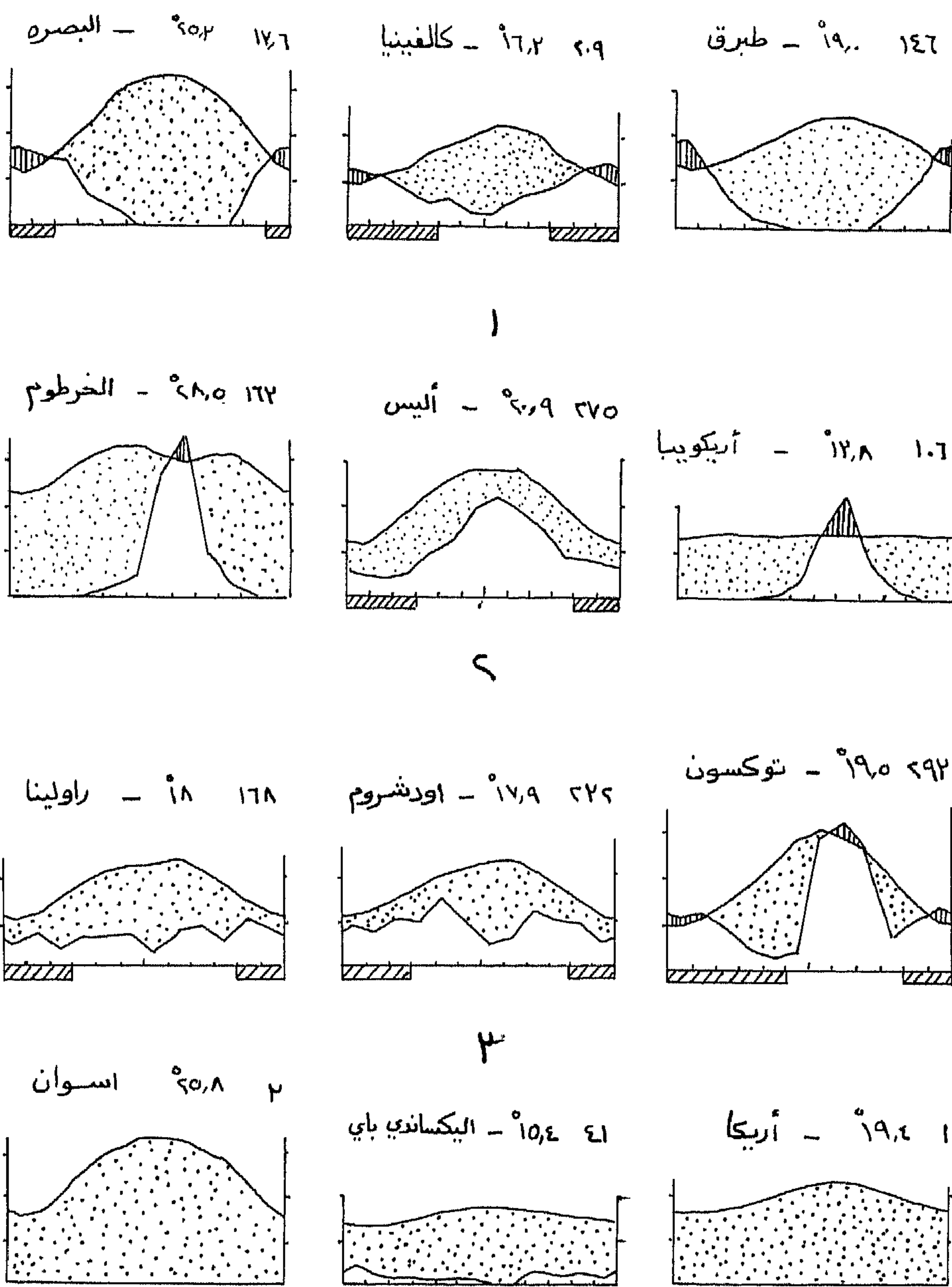
١ - الصحارى ذات الأمطار الشتوية وتشمل شمال الصحراء الكبرى وشمال الصحارى العربية وصحارى إيران وكاراكوم (آسيا الوسطى) وصحراء كارو Karoo والجزء الغربي من صحارى فيكتوريا في أستراليا وصحارى السواحل التشيلية عند خط العرض ٣٠ جنوب خط الاستواء وصحارى Sonora وغيرها (شكل ٤٦ - أ).

٢ - الصحارى ذات الأمطار الصيفية (النظام المداري) وتشمل جنوب الصحراء الكبرى وصحارى تار في باكستان وصحارى كالا هاري وصحارى شمال أستراليا وغيرها (شكل ٤٦ - ب).

٣ - الصحارى التي تسقط فيها الأمطار في كل الفصول وليس فيها فترة رطوبة، مثل منخفضات الأرال - قزوين (استراخان) وصحارى غوبي والجزء الغربي من صحارى فيكتوريا في أستراليا وبيرو وشمال تشيلي وبوليفيا وغيرها (شكل ٤٦ - ج).

٤ - الصحارى شديدة الجفاف Extra arid والتي تسقط فيها الأمطار بشكل عرضي وتشمل وسط الصحراء الكبرى وجنوب الجزيرة العربية وشواطئ بير ووشمال تشيلي وغيرها (شكل ٤٦ - د).

وتتميز الصحارى بأن رطوبة الهواء فيها منخفضة وخاصة في الصيف وتتراوح بين ١٥ و ٢٥٪ ودرجة الحرارة مرتفعة وتغيراتها الفصلية في بعض المناطق كبيرة. وللرياح تأثير كبير في المناطق الصحراوية نظرا لهبوبها الدائم وملامستها لسطح التربة وانخفاض كثافة الغطاء النباتي وقصر النباتات وعدم تشكيلها حاجزا أمام الرياح. وتؤدي هذه الظروف غير المناسبة لنمو النباتات إلى زيادة شدة النتح من النباتات وزيادة التبخر من



شكل (٤٦) المخططات المناخية لبعض المناطق الصحراوية:

- ١ - مناطق شتوية ربيعية الأمطار
- ٢ - مناطق صيفية الأمطار
- ٣ - مناطق أمطارها على مدار العام
- ٤ - مناطق عديمة الأمطار تقريبا

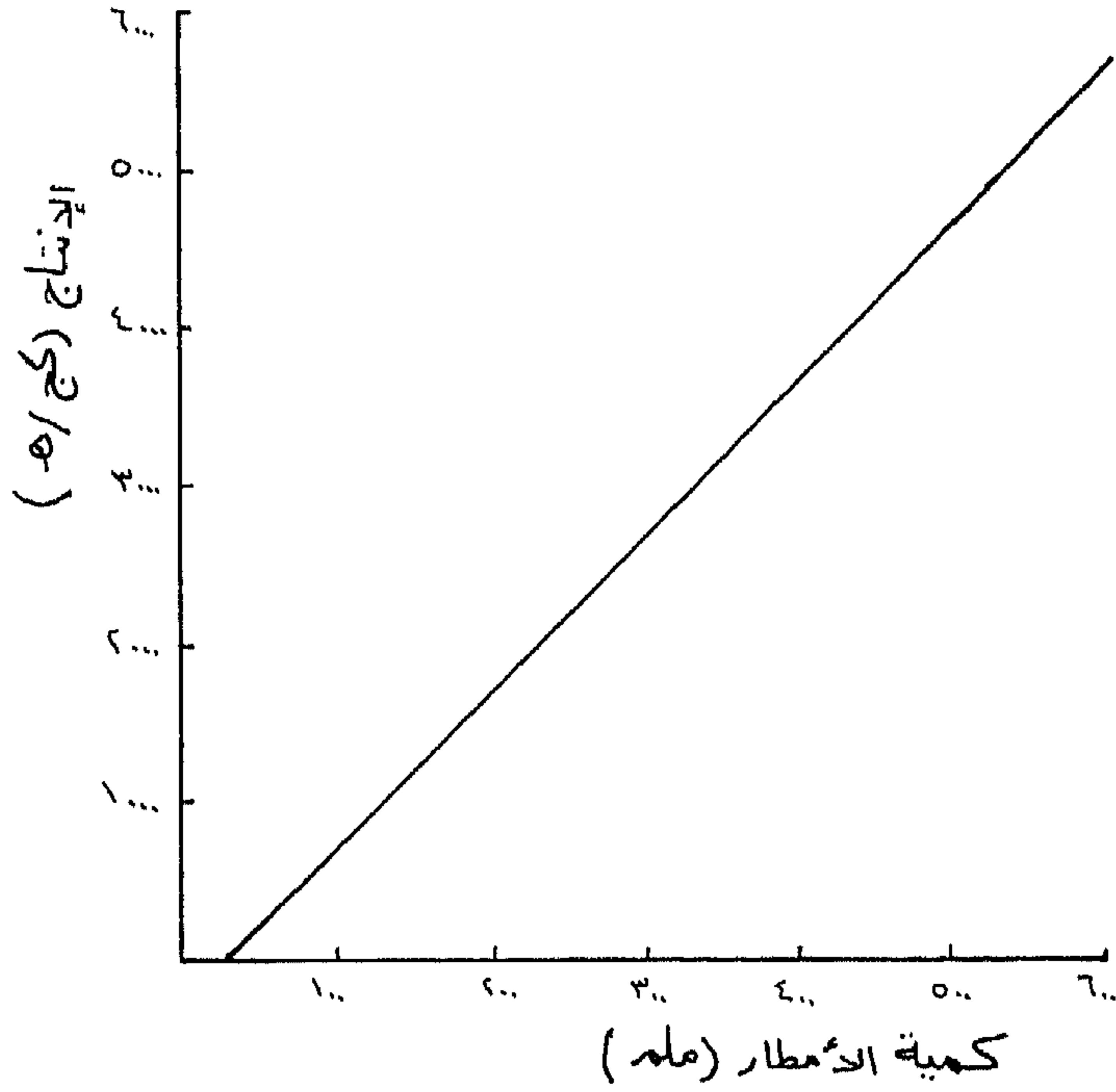
التربة . وتفوق كمية التبخر في المناطق الجافة كمية الأمطار بمرات عديدة (في المتوسط أكثر من ١٠ مرات) وتصل في بعض المناطق إلى درجات كبيرة، فمثلا في بعض مناطق الصحراء الجزائرية تفوق كمية التبخر كمية الأمطار بـ ٥٠ - ٦٠ مرة، وفي صحراء ليبيا تصل كمية التبخر السنوي إلى ٤٠٠ سم وتسقط الأمطار مرة كل ٤ - ٥ سنوات وفي المناطق الجنوبية الشرقية من الصحراء السورية يصل التبخر إلى ٣٥٠ سم بينما لا تزيد الأمطار عن ٥ سم إلا قليلا . ومما يزيد من قسوة مناخ الصحارى كون التربة غير خصبة، فبالإضافة إلى أنها قليلة الرطوبة فهي فقيرة بالمواد العضوية، وتكون في كثير من الأحيان مالحة وذلك لأن كمية الأمطار غير كافية لإذابة الأملاح من الطبقة السطحية للتربة (Walter ١٩٧١).

فلورة المناطق الجافة

تتشابه المناطق الجافة في كافة أنحاء الكرة الأرضية وهذا يعود إلى انخفاض كثافة الغطاء النباتي من ناحية وإلى تعاضد دور التربة في تشكيل المنظر العام للصحارى من ناحية أخرى . فإذا كان الغطاء النباتي في المناطق الرطبة يغطي سطح التربة ويحميها من الانجراف والتعرية، فالأمر يختلف في المناطق الصحراوية حيث الانجراف يؤدي إلى ظهور الصخور على السطح، ويصبح منظر الصحارى باستثناء المناطق المنخفضة، مشابهاً لمنظر المناطق الجبلية المرتفعة . وبالرغم من قلة الأمطار في المناطق الجافة فإن النباتات التي تنمو متباعدة عن بعضها البعض تجد الماء اللازم لنموها، فالدراسات التي جرت في السنوات الأخيرة تبين أن النباتات الصحراوية ذات المجموع الجذري المتطور والعميق تمد بالماء بنسبة لا تقل عن نباتات المناطق الرطبة . فلو حسبنا كمية الماء في المتر المربع من التربة في المناطق الجافة والرطبة وكتلة النباتات في هذه المساحة لوجدنا أن إمداد وحدة كتلة النباتات بالماء واحد تقريبا في كلتا المنطقتين وذلك لأن كتلة النباتات في المتر المربع في المناطق الجافة أقل بكثير منها في المناطق الرطبة .

ويمكن إيضاح العلاقة بين كثافة الغطاء النباتي وكمية الأمطار في حال ثبات كل عوامل الوسط وتغير كمية الأمطار فقط وهذا ما بينه الباحث Walter (١٩٦٤) في

جنوب غرب أفريقيا حيث تتناقص كمية الأمطار من ٥٠٠ مم إلى الصفر (شكل ٤٧).



شكل (٤٧) إنتاج الغطاء النباتي من المادة الجافة (المجموع الخضري) وعلاقته بكمية الأمطار في جنوب غرب أفريقيا.

يتضح من الشكل أن إنتاج الغطاء النباتي يتناقص مع تناقص كمية الأمطار السنوية وقد بين فالتر (Walter ١٩٦٤) أن مساحة السطح الناتج أيضا (مساحة سطح الأوراق) تتناقص مع تناقص كمية الأمطار، فلو قسمنا كمية الأمطار الساقطة على مساحة معينة على السطح الناتج (في الغطاء النباتي) لوجدنا أنها متقاربة في المناطق الرطبة والجافة، وهذا يعني أن إمداد النباتات بالماء في المناطق الجافة والرطبة واحد تقريبا إذا حسبناه بالنسبة لكم النمو النباتي . ويلاحظ في المناطق شديدة الجفاف والتي يسقط فيها أقل من ١٠٠ مم من الأمطار سنويا عدم تجانس الغطاء النباتي ، ففي بعض الأماكن يكون كثيفا وفي بعضها نادرا، وهذا ينتج عن عدم تجانس رطوبة التربة والذي

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

ونظرا لتنوع النظم المناخية والترب واتساع المناطق الصحراوية فإن فلورة الصحارى غنية نسبيا بالأنواع النباتية التي تنتسب إلى أنماط بيولوجية Life forms مختلفة وتصنف هذه الأنماط البيولوجية في مجموعتين مختلفتين: الأولى تتحاشى الجفاف وتتم دورة نموها في الفترة الرطبة من السنة والثانية تتم جزءا كبيرا أو صغيرا من دورة نموها في الفترة الجافة من السنة، وهي على النحو التالي (Lemee ١٩٦٧):

١ - المجموعة الأولى

وتشمل:

أ - النباتات الحولية Ephemerals

والتي تغطي تربة الصحارى بعد سقوط الأمطار مباشرة وأغلبها من النباتات الحولية Therophytes وتزهر بعد أن تكون عدة أوراق كما أن بذورها تنضج بسرعة كبيرة فمثلا *Boutelous aristidoides* وهو عشب صيفي ينمو في كاليفورنيا تنضج بذوره بعد أربعة أسابيع من الإنبات، و *Boerhavia repens* وهو عشب يعيش في الصحراء الكبرى يمكن أن يستكمل دورة حياته وتنضج بذوره بعد عشرة أيام من إنباته (Lemee ١٩٦٧).

ب - النباتات العشبية المعمرة *Ephemeroïds*

وعدها قليل وتوجد بشكل أساسي في المناطق الجافة، ولها سوق أرضية معمرة مطمورة في التربة على شكل ريزومات أو أبصال أو كورمات وتكون الأوراق والأزهار خلال عدة أسابيع وذلك في الفترة الرطبة مثل *Carex physodes* و *Carex desertorum* التي تعيش في صحارى تركستان وكذلك *Dipcadi* الموجود في الصحراء الكبرى وفي صحراء الجزيرة العربية.

٢ - المجموعة الثانية

وتشمل:

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

ب - الشجيرات القصيرة *Nanophanerophytes* والـ *Chamaephytes* وتكون فترة نموها النشطة في الفترة الرطبة الباردة نسبياً وفروعها طويلة وأوراقها كبيرة نسبياً، ويبطئ نموها في بداية الفصل الجاف وتتشكل عندها فروع قصيرة تحمل أوراقاً صغيرة جفافية، وفي منتصف الفصل الجاف تبدأ أوراقها بالموت باتجاه قمة الفروع وفي بعض الأحيان يموت جزء من الفروع نفسها، مثل الشيح *Artemisia* والسميرنوف *Smirnova turkestanica* و *Larrea divaricata* وغيرها.

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

القشرة. كما يوجد بعض الأنواع التي تشكل مرحلة انتقالية بين المجموعتين (ب)، (ج) وهي تلك التي تشكل أوراقا صغيرة جدا فقط في الفترة الرطبة مثل الرتم *Lygos raetam* أو تلك التي تحمل أوراقا وهي فتية مثل السَّله *Zilla spinosa* وتقوم الساق في هذه النباتات بعملية البناء الضوئي .

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

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

وأهم مناطق الصحارى في العالم التالية:

الصحراء الكبرى

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

وفلورة الصحراء الكبرى فقيرة بالأنواع النباتية ويعتقد Ozenda (١٩٥٨) أن فلورة الصحراء الكبرى من المحيط الأطلسي إلى البحر الأحمر تحتوي على ١٢٠٠ نوع نباتي زهري، هذا وفي بعض المناطق تكاد الحياة النباتية أن تكون معدومة فقد وجد الباحث Monod (١٩٥٨) على مساحة قدرها ٥٠ ألف كم^٢ سبعة أنواع نباتية زهرية

فقط في حين أن بعض المناطق غنية نسبياً بالنباتات إذ وجد على مساحة تقدر بـ ٢٠٠ ألف كم^٢ حوالي ٥٦٨ نوعاً نباتياً (Tolmatchev ١٩٧٤). وتكثر النباتات بصورة خاصة حول الواحات ومن أهم تلك الأنواع النخيل *Phoenix dactylifera* ، وعدد من أنواع جنس الأكاشيا *Acacia* التي يستخرج منها المواد الصمغية، ويوجد في المناطق الجنوبية من الصحراء الكبرى الدوم *Hyphaene thebaica* ، ومما يسترعي الانتباه كثرة الأنواع العشبية الحولية Ephemerals.

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

الصحراء العربية

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

ويتميز المناخ في الصحراء العربية بصيف حار جاف وشتاء دافئ نسبياً والأمطار قليلة كما هو واضح في الجدول التالي (انظر شكل ٥٨):

بعض المعلومات المناخية لمناطق شبه الجزيرة العربية
(عن Petrov ١٩٧٣).

| المدينة | الارتفاع عن سطح البحر (م) | متوسط حرارة كانون الثاني | متوسط حرارة تموز | متوسط الحرارة السنوي | كمية الأمطار السنوية مم |
|---------|---------------------------|--------------------------|------------------|----------------------|-------------------------|
| دمشق | ٧٠٠ | ٦,٨ | ٢٦,٦ | ١٧,٢ | ٢٣٥ |
| تدمر | ٤٢٠ | ٦,٩ | ٢٩,٢ | ١٨,٨ | ٩٣ |
| جدة | ٦ | ٢٣,٩ | ٣١,٧ | ٢٧,٩ | ٦٥ |
| البصرة | ١٤ | ١١,٧ | ٣٤,٩ | ٢٤,١ | ١٧٥ |
| مسقط | ٢٩ | ١٧,٧ | ٣٣,٧ | ٢٥,٦ | ١٠٠ |
| الرياض | ٦٠٠ | ١٤,١ | ٣٣,٤ | ٢٥,٣ | ١١٠ |

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

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

Achillea fragrantissima والبعيثران *Lycium shawii* والعوسج *Hammada salicornia* وغيرها. ومن أهم الأعشاب الحولية أنواع من أجناس *Plantago* والنصي *Aristida* والرقه *Helianthemum* والسعدان *Neurada*. أهم النباتات الملحية هي الغضا *Haloxylon persicum* والرمث *Hammada elegans* والرغل *Atriplex* والعجرم *Anabasis* والحمض *Salsola* والشنان *Seidlitzia rosmarinus* وغيرها. وتحتل بادية الشام مساحة صغيرة بالمقارنة مع المناطق الجنوبية من شبه الجزيرة العربية ومناخها حار صيفا [متوسط درجة حرارة تموز (يوليو) في تدمر ٢, ٢٩ درجة مئوية] ودافئ شتاء [متوسط درجة حرارة كانون الثاني (يناير) ٩, ٦ درجة مئوية] ولكن تنخفض درجة الحرارة في الشتاء تحت الصفر كل عام تقريباً ومتوسط الأمطار السنوية حوالي ١٠٠ - ٢٠٠ مم وتشكل النباتات مراعي جيدة في السنوات الرطبة وأهم النباتات الشجيرية المعمرة *Hammada articulata*, *Artemisia herba-alba*, *Artemisia monosperma*, *Artemisia scoparia* ومن النباتات العشبية نذكر النصي *Aristida* و *Poa* وغيرها.

صحراء أمريكا الوسطى والشمالية

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

صحراء آسيا الوسطى

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

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

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

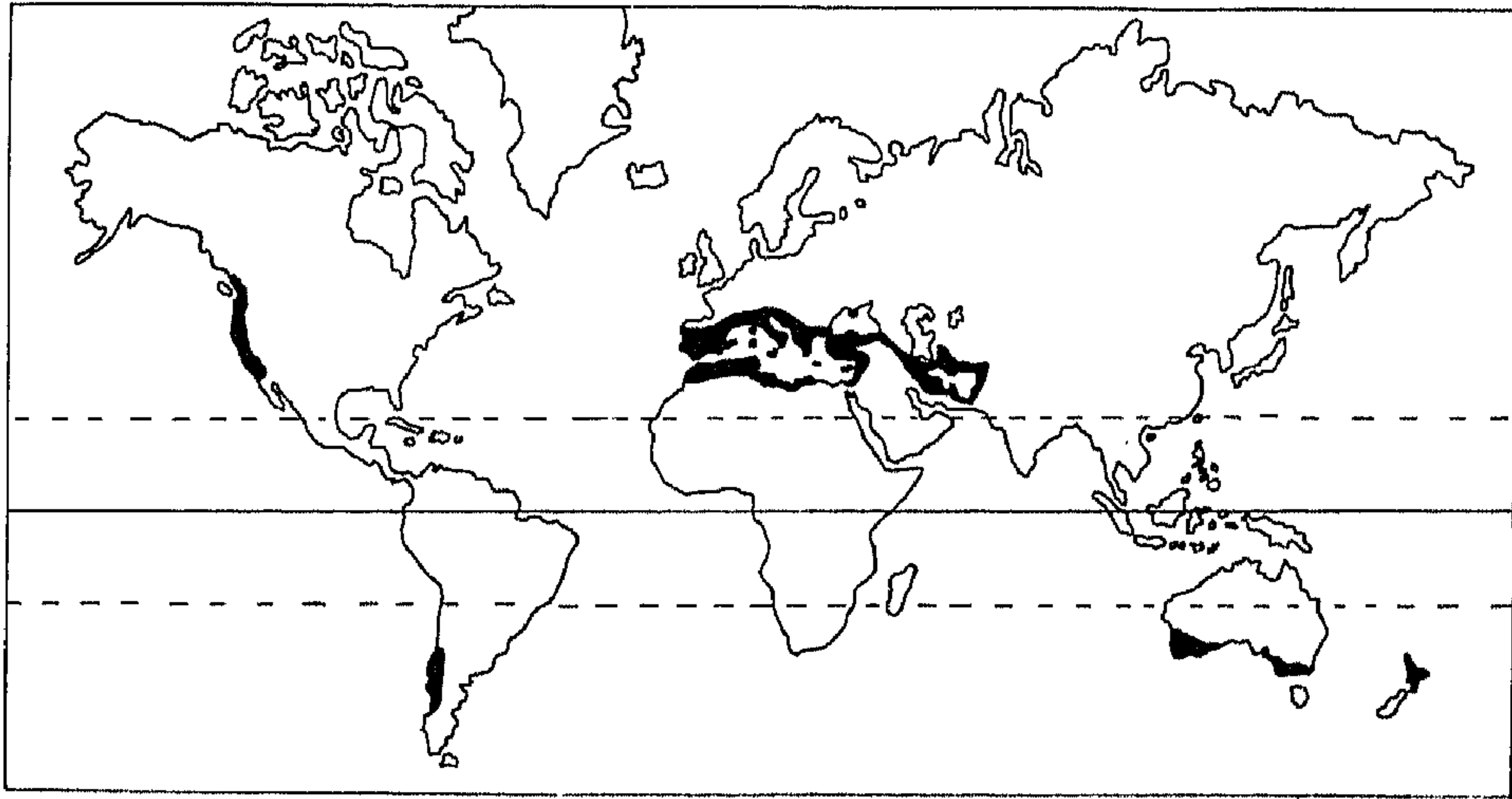
وتشكل الصحارى الرملية القسم الأكبر من صحارى آسيا الوسطى، وهي ذات غطاء نباتي أكثر كثافة من بقية الصحارى الأخرى ويعود هذا إلى أن التربة الرملية تمتص كل المياه التي تسقط عليها، كما أن الخاصية الشعرية عندها ضعيفة ولهذا لا تجف إلى أعماق كبيرة، كما أن البخار الموجود بين حبيبات الرمل يمكن أن يتكثف ليلا عندما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

الفصل الثالث

الغابات قاسية (جلدية) الأوراق

Sclerophyllous Forests

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



شكل (٤٨) منطقة انتشار الغابات دائمة الخضرة قاسية الأوراق (غابات البحر الأبيض المتوسط).

إن فلورة حوض البحر المتوسط التي كانت سائدة في بداية الحقب الثالث معروفة بشكل جيد إذ أنها كانت تتألف من أنواع مدارية وشبه مدارية ومنذ الحقب الثالث أخذت تنقرض الأنواع المدارية واستبدلت بها أنواع متوسطة حقيقية نشأت من الفلورة المدارية من جهة وبأنواع من المناطق المعتدلة التي وسعت رقعة انتشارها من ناحية ثانية، والتغيرات المناخية التي حدثت في الحقب الرابع أحدثت تغيرات قليلة في الفلورة حيث أدت إلى انقراض الأنواع المحبة للحرارة وللرطوبة المرتفعة .

وتدل الدراسات التي أجريت في جنوب فرنسا في طبقات الأيوسين (Laurent 1912) أن الأنواع التي كانت سائدة في الفلورة هي من النخيل *Phoenix* والدفلة *Nerium* و *Cinnamomum* ومن الفصائل *Sterculiaceae* و *Artocarpaceae* و *Anonaceae* و *Sapotaceae* وغيرها . واعتبارا من الأوليجوسين بدأ تمايز هذه الفلورة إذ بدأ انقراض الأنواع المحبة للحرارة *Megatherms* والمحبة للرطوبة *Hygrophytes* ، وكان يسود في هذه الحقبة في الغطاء النباتي الأنواع المدارية إلى جانب القليل من أنواع المناطق المعتدلة مثل الصفصاف والخور . وابتداء من نهاية الأوليجوسين أخذت الأنواع المدارية بالانقراض ، وأخذ يتعاضد دور الأنواع السائدة حاليا ، كما أخذ يزداد دور الأنواع ساقطة الأوراق ، ويمكن القول أن أهم تغير في فلورة البحر المتوسط هو أن الأنواع المدارية أخذت تلعب دورا ثانويا بينما ازداد دور أنواع المناطق المعتدلة (Wulff 1944) .

وانطلاقا من مستحاثات (حفريات) البليوسين يمكن القول أن فلورة حوض البحر المتوسط في البليوسين (Wulff 1944) كانت تتألف من العناصر الثلاث التالية :

أ - العنصر المميز حاليا لجزر الكناري مثل الغار الكناري *Laurus canariensis* و *Persea indica* و *Ocotea foetens* وأنواع الـ *Ilex* و *Celastrus* وغيرها .

ب - عنصر البحر المتوسط الحالي مثل الدفلة *Nerium oleander* والدردار *Fraxinus ornus* والسنديان *Quercus ilex* والجوز *Juglans regia* و *Buxus sempervirens* وكذلك النخيل القزم *Chamaerops humilis* .

جـ - الأنواع التي تدخل في فلورة جنوب شرق آسيا وشمال أمريكا مثل *Cinnamomum* والماغنوليا *Magnolia* وغيرها .

وكان للتغيرات المناخية التي حدثت فيما بعد البليوسين (العصور الجليدية في أوروبا) تأثير كبير على فلورة البحر المتوسط حيث كانت تترافق العصور الجليدية بفترات ماطرة في هذه المنطقة والعصور بين الجليدية بفترات جافة أدت إلى تكوين مركز لنشوء النباتات الجفافية Xerophytes وإلى انقراض الأنواع المدارية كليا وهذا أدى بدوره إلى إفقار فلورة البحر المتوسط الغنية، كما أدت التغيرات المناخية في الحقب الرابع إلى اندفاع الأنواع الشمالية والمعتدلة إلى منطقة البحر المتوسط وإلى انتشار التشكيلات السهبية Steppe formations إلى الجنوب .

تضم فلورة البحر المتوسط الحالية حسب ريكلي (Rikle ١٩٤٣ - ١٩٤٨) ١٧١ فصيلة و١٦٤٩ جنسا و١٩٩٣٤ نوعا، وأغلب هذه الأنواع تنتسب إلى الفصائل المركبة (٣٠٢١ نوعا) والقرنية (١٩٧٤ نوعا) والقرنفلية (١٢٢٥ نوعا) والصلبية (١٣٠٨ أنواع) والنجيلية (١٠٠٨ أنواع).

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

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

مناخ حوض البحر الأبيض المتوسط

تحمل المنخفضات الجوية القادمة شتاء من ايسلندا باتجاه أوروبا الأمطار الغزيرة إلى منطقة المتوسط، أما في الصيف فعلى العكس إذ ينتشر المرتفع الجوي الازوري إلى جنوب أوروبا ويبعد المنخفض الجوي نحو الشمال ونتيجة لذلك تصبح منطقة البحر المتوسط في مجال المناطق شبه المدارية الجافة، ويلطف من حدة جفاف الصيف في المناطق الغربية من البحر المتوسط قربها من المحيط الأطلسي، أما في المناطق الشرقية فالجفاف شديد.

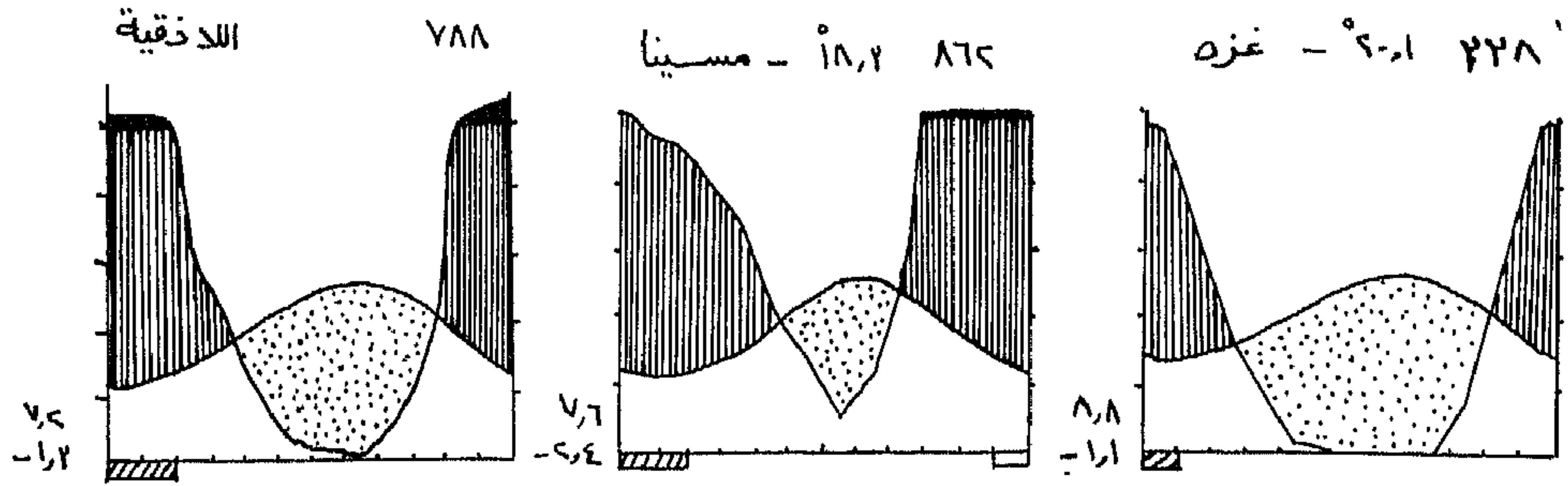
ويعنى بمناخ المتوسط نمط من المناخ يسود في حوض البحر الأبيض المتوسط وفي مناطق أخرى من الكرة الأرضية مثل كاليفورنيا والجزء المتوسط من تشيلي والجزء الغربي من الكاب وجنوب غرب استراليا وغيرها. وتعتبر كمية الأمطار وتوزعها على مدار السنة من أهم مميزات مناخ المتوسط، فالصيف حار وجاف والشتاء معتدل وماطر ويمكن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

١ - مناطق ذات صيف غير ماطر (لايسقط فيه أكثر من ٥٠ مم من الأمطار). وتسقط الأمطار بشكل أساسي في بداية الشتاء، وتشمل شمال أفريقيا وجنوب إسبانيا وسردينيا وجنوب إيطاليا ووسط اليونان وشرق البحر المتوسط وشواطئ آسيا الصغرى (شكل ٤٩ - أ، ج) المطلة على البحر المتوسط وإلى الشرق حتى آسيا الوسطى.

ب - مناطق ذات صيف قليل الأمطار (٥٠ - ١٠٠ مم) وتسقط الأمطار في الربيع والخريف ونجد هذا المناخ في شمال إسبانيا (باستثناء الشواطئ الأطلسية) وشواطئ فرنسا والشواطئ الغربية لوسط إيطاليا والبانبا ووسط اليونان والشواطئ الغربية لبحر إيجه والجزء الشمالي من آسيا الصغرى وشواطئ القرم الجنوبية (شكل ٤٩ - د).

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

شواطئ شمال أسبانيا وشمال إيطاليا وغيرها (شكل ٥١).



شكل (٤٩) المخططات المناخية لمنطقة حوض البحر الأبيض المتوسط.

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

ورطوبة الهواء في الصيف منخفضة حوالي ٣٧ - ٥٠٪ وهذا حسب رأي Wulff (١٩٤٤) لعب دورا كبيرا في انقراض فلورة الحقب الثالث المحبة للرطوبة الجوية Hygrophytes.

وتزداد درجة الحرارة من الشمال نحو الجنوب ومتوسط درجة الحرارة على شواطئ البحر الأسود ١١ - ١٥ م وفي غرب البحر المتوسط ١٦ م وفي شمال أفريقيا حوالي ٢٠ م وتصل درجة الحرارة الدنيا المطلقة في كثير من مناطق البحر المتوسط إلى تحت الصفر (جبل طارق - ١، ١، غزة - ١، ١، وقد تصل إلى -٦ وأكثر) ولكنها في بعض المناطق لا تصل إلى الصفر مثل القاهرة وبيروت، وصقلية وطرابلس وغيرها. والندى قليلا ما يتكون ويسبق عادة الأيام الماطرة وكميته تقدر بحوالي ٨، ١ مم في السنة (Walter ١٩٧٣) ويعني هذا أن ليس للندى تأثير في تغيير الظروف المناخية.

الغطاء النباتي في منطقة البحر المتوسط

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

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

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

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

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

يتغير ارتفاع النطاقات المختلفة من الشمال إلى الجنوب ، كما أنه غالبا ما ينمو على السوح ذات الارتفاع الواحد ، والتوجه المختلف ، أنماط مختلفة من الغابات ، ويوجد العديد من الأنواع النباتية التي تنمو في نطاقات مختلفة وتنتمي هذه الأنواع إلى الأنواع الجفافية .

وستتكم عن النطاقات الثلاثة بشيء من التفصيل .

١ - النطاق السفلي

ونجد فيه:

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

١ - الغابات دائمة الخضرة قاسية الأوراق

وتنمو هذه الغابات غالبا على تربة البحر الأبيض المتوسط الوردية Terra-Rosa وعلى تربة ناجمة عن تراجعها. ويسمى هذا النطاق غالبا بنطاق السنديان *Quercus ilex* (Schmidt ١٩٤٩)، أو نطاق الزيتون (Eberle ١٩٦٥) (انظر Takhtajan ١٩٧٨).

تنتشر هذه الغابات في المناطق ذات المناخ المتوسطي المثالي حيث الشتاء معتدل ورطب والصيف حار وجاف ويستمر عدة أشهر، لذا فإن معظم أنواع هذه الغابات (باستثناء بعض المناطق المحدودة الرطوبة) جفافية ولا يتوقف النمو الخضري في مكوناتها شتاء حتى أن بعض الأنواع تزهر وتثمر في الشتاء، أما في الصيف الحار والجاف فإن بعض الأنواع تسقط جزءا من أوراقها وحتى جزءا من الفروع. وأغلب الأنواع دائمة الخضرة ذات أوراق صغيرة قاسية وجفافية والأنسجة الدعامية فيها بالغة النمو، والأزهار في أغلبها جميلة متعددة الألوان وكثير من الأنواع يفرز مواد عطرية يؤدي تبخرها إلى خفض درجة حرارة الأوراق وبالتالي تقليل التنح، والبراعم محمية قليلا بالحراشف وتوجد هذه الغابات في كافة شواطئ المتوسط عدا الشواطئ الليبية والمصرية.

تتواجد هذه الغابات في الأجزاء الشمالية من المتوسط على ارتفاع ٣٠٠ - ٥٠٠ م، أما في الأجزاء الجنوبية فتوجد على ارتفاع ١٥٠٠ - ١٨٠٠ م وخاصة في جبال الأطلس.

ونتيجة لنشاط الإنسان خلال آلاف السنين فإن الغابة الأولية الممثلة لهذا النطاق قد تراجعت ولم تبق إلا في أماكن محدودة وقليلة، وتوضح الدراسات التي أجراها براون-بلانكييه (Braun-Blanquet ١٩٣٧) والتي شملت ٣٤ بقعة بقيت فيها هذه الغابات أن تركيب هذه الغابات على النحو التالي:

١ - الطابق الشجري وهو كثيف ويصل ارتفاعه من ١٥ - ١٨ م ويتألف من أشجار السنديان *Quercus ilex* فقط.

٢ - طابق الشجيرات ويصل ارتفاعه من ٣ - ٥ م (وأحيانا يصل ارتفاعه إلى ١٢ م) ويضم الغار *Laurus nobilis* والقطلب *Arbutus unedo* والبطم *Pistacia lentiscus* والسويد *Rhamnus palaestina* والزرد *Phillyrea media* و *Buxus sempervirens* والخلنج *Erica arborea* والأس *Myrtus communis* وغيرها.

٣ - النباتات المتسلقة ونجد فيها *Smilax aspera* و *Lonicera* واللبلاب (حبل المساكين) *Hedera helix* و *Clematis flammula* وغيرها.

٤ - طابق الأعشاب وتغطيته لاتزيد عن ٣٠٪، ويضم الصفندر *Ruscus aculeatus* وأنواع الفوة *Rubia* والهلين *Asparagus* والحلاب *Euphorbia* والسردي *Carex* والبنفسج *Viola* وغيرها.

٥ - طابق الحزازيات وهو قليل النمو.

ويستبدل بالسنديان في مناطق جبال الأطلس المنخفضة أنواع أخرى أهمها الزيتون البري والخروب *Ceratonia siliqua* وفي الأمكنة ذات المناخ المحيطي والتربة الفقيرة نجد بدلا من السنديان *Quercus ilex* السنديان الفليني *Quercus suber*.

ويستبدل بالسنديان *Q. ilex* في مناطق البحر المتوسط الشرقية الجافة مثل شواطئ

الأناضول وفي شرق البحر المتوسط السنديان *Quercus calliprinos* والذي يصل ارتفاعه في بعض الأحيان من ١٠ - ١٢ م، وقد تراجعت هذه الغابات في شرق المتوسط واستبدلت بها الماكي *Maquis* الذي لا يختلف كثيرا عن غابات غرب المتوسط إلا في بعض الأنواع حيث نجد إلى جانب السنديان *Q. calliprinos* الحور *Styrax officinalis* وتجمعات الزيتون - الخروب *Ceratonia-Olea* والبطم الفلسطيني *Pistacia palaestina* والبطم اللانتسكي *P. lentiscus* وغيرها.

ب - الغابات المتوسطة المخروطية

وتنتشر بشكل قليل في النطاق السفلي وغالبا ما تكون على شكل مجموعات صغيرة أو أفراد متباعدة، وأهم الأنواع المشكلة للغابات المخروطية في المتوسط هي الصنوبر الثمري *Pinus pinea* الذي ينتشر في أغلب أجزاء المتوسط باستثناء شمال أفريقيا حيث لا يوجد بشكل بري. ولا يتحمل الصنوبر الثمري البرد لذا لا يرتفع كثيرا فوق سطح البحر، ويشكل في جنوب شبه جزيرة ايبيريا غابات يشاركه فيها العرعر الفينيقي *Juniperus phoenica* و *J. macrocarpa* وأنواع الجينيستا *Genista*. وأما في آسيا الصغرى فيشكل الصنوبر الثمري في بعض الأماكن غابات صافية ويرتفع حتى ٤٠٠ - ٦٠٠ م فوق سطح البحر، والصنوبر الثمري شجرة محبة للضوء ومقاومة للجفاف وتوجد غالبا على التربة الرملية ويمكن أن تنمو في المناطق ذات الأمطار ٥٠٠ مم على أن يكون الصيف مرتفع الحرارة.

كما ونجد الصنوبر الحلبي *Pinus halepensis* ويفضل الأماكن ذات المناخ الدافئ قليلة التغيرات الحرارية، لذا يكثربالقرب من البحر، ويفضل التربة الكلسية. ويفضل مجموعته الجذري المتطور فإنه يقاوم الجفاف والرياح. ويشكل الصنوبر الحلبي غابات في شبه جزيرة ايبيريا وفي شمال أفريقيا وكورسيكا وسردينيا وغيرها، وهي توجد على ارتفاع ٢٠٠ - ٣٠٠ متر عن سطح البحر في شمال المتوسط، أما في الأطلس فتوجد على ارتفاع ١٠٠٠ - ١٥٠٠ م.

ويستبدل بالصنوبر الحلبي، في الجزء الشرقي من المتوسط الصنوبر البروتي *Pinus*

brutia الذي ينتشر في شواطئ آسيا الصغرى الغربية والجنوبية وفي سورية والعديد من جزر بحر إيجه وقبرص وكريت وجنوب إيطاليا .

كما ينتشر في غرب المتوسط الصنوبر البحري *Pinus maritima* والذي ينمو على الشواطئ حيث تقلبات الحرارة قليلة والرطوبة النسبية مرتفعة ، ويشكل غابات طبيعية أو منزرعة في جنوب فرنسا وفي كورسيكا وسردينيا وفي جبال الأطلس .

كما ينمو السرو *Cupressus sempervirens* بريا في آسيا الصغرى وشرق البحر المتوسط وفي جزر كريت وقبرص ورودس وغيرها .

الماكي Maquis

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

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

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

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

الغاريك *Garique*

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

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

٢ - النطاق المتوسط

ونجد فيه :

- أ - الغابات ساقطة الأوراق .
- ب - الغابات المخروطية .

١ - الغابات ساقطة الأوراق

والتي تحل محل الغابات دائمة الخضرة قاسية (جلدية) الأوراق الموجودة في النطاق السفلي. ونجد في هذه الغابات أنواع البلوط ساقطة الأوراق مثل *Quercus pubescens* والذي يشكل غابات كبيرة، وفي شبه جزيرة البلقان أنواع البلوط مثل *Q. pubescens* والعذر *Q. cerris* وأحيانا *Q. petraea* بالإضافة إلى الكستناء *Castania* و *Fraxinus* وغيرها. كما نجد في الغابات ساقطة الأوراق *Fraxinus ornus* و *F. excelsior* والدردار *Acer* والجوز *Juglans* والكستناء والفرغار *Ulmus*. وتتميز الغابات المؤلفة من هذه الأنواع بكونها سريعة النمو وتنتشر في مكان غابات البلوط المتراجعة. وأهم النباتات المتسلقة في هذه الغابات هي حبل المساكين *Hedera helix* و *Smilax excelsa* و *Vitis silvestris* و *Clematis vitalba* وغيرها.

وتحتوي الطوابق السفلية في هذه الغابات على العرعر *Juniperus oxycedrus* والدردار *Acer tataricum* و *Cotinus coggigria* و *Crataegus monogina* و *Paliurus aculeatus* وغيرها. وتنمو في حوض المتوسط في أكثر الأماكن رطوبة وغالبا على السفوح الشمالية والغربية (في البلقان وصقلية وآسيا الصغرى) غابات الزان وبقايا غابات مختلطة من الزان وأنواع المخروطيات. ويسود في الجزء الأوروبي من حوض المتوسط، في هذه الغابات، الزان *Fagus silvatica* أما في آسيا الصغرى فنجد *Fagus orientalis*، هذا وفي بعض الأحيان يشكل الزان غابات مع الشوح *Abies alba* والبتولا *Betula*.

ب - الغابات المخروطية

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

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

٣ - النطاق العلوي

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

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

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

الفصل الرابع

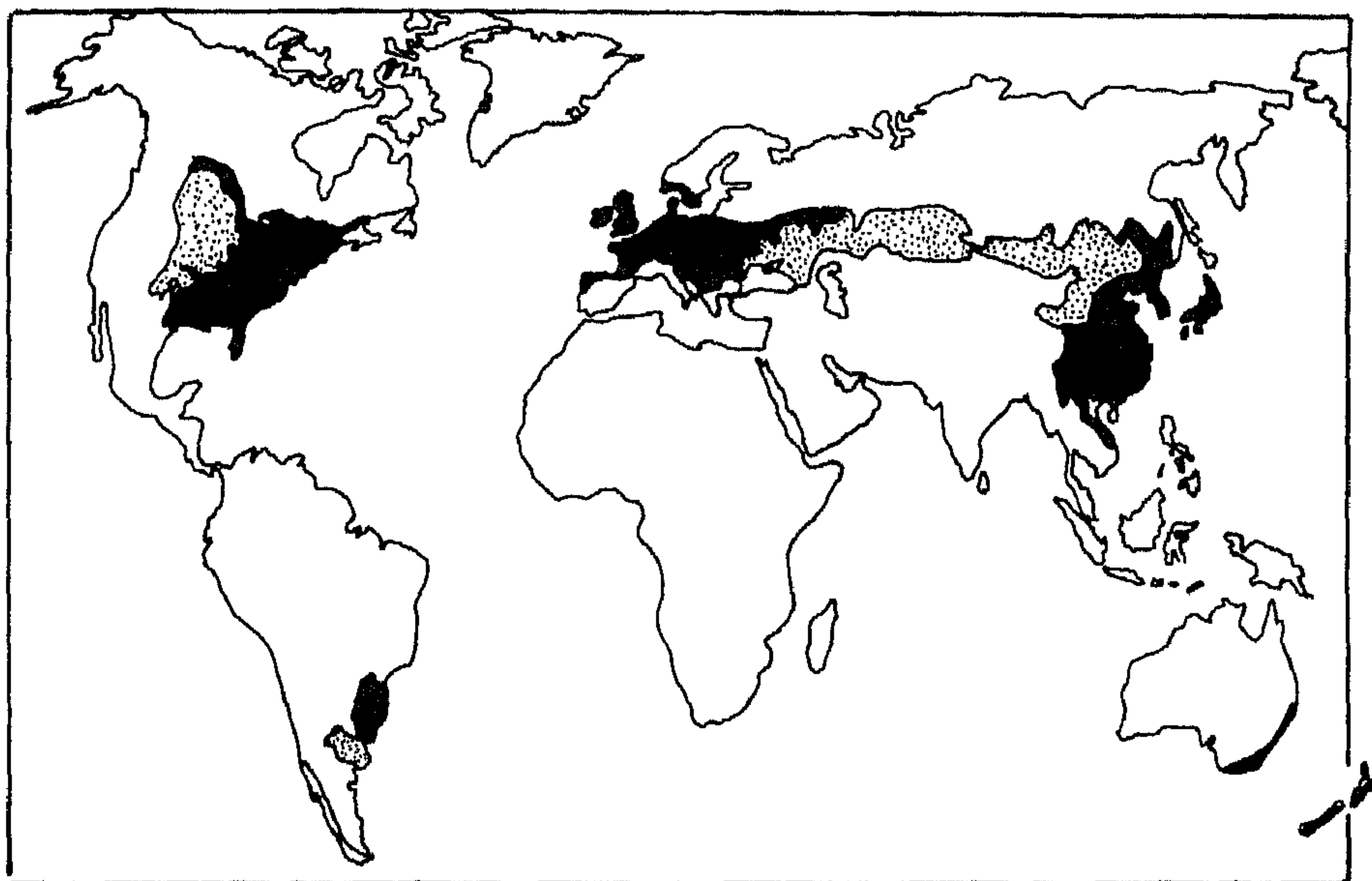
الغابات ساقطة الأوراق

Deciduous Summer Forests

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

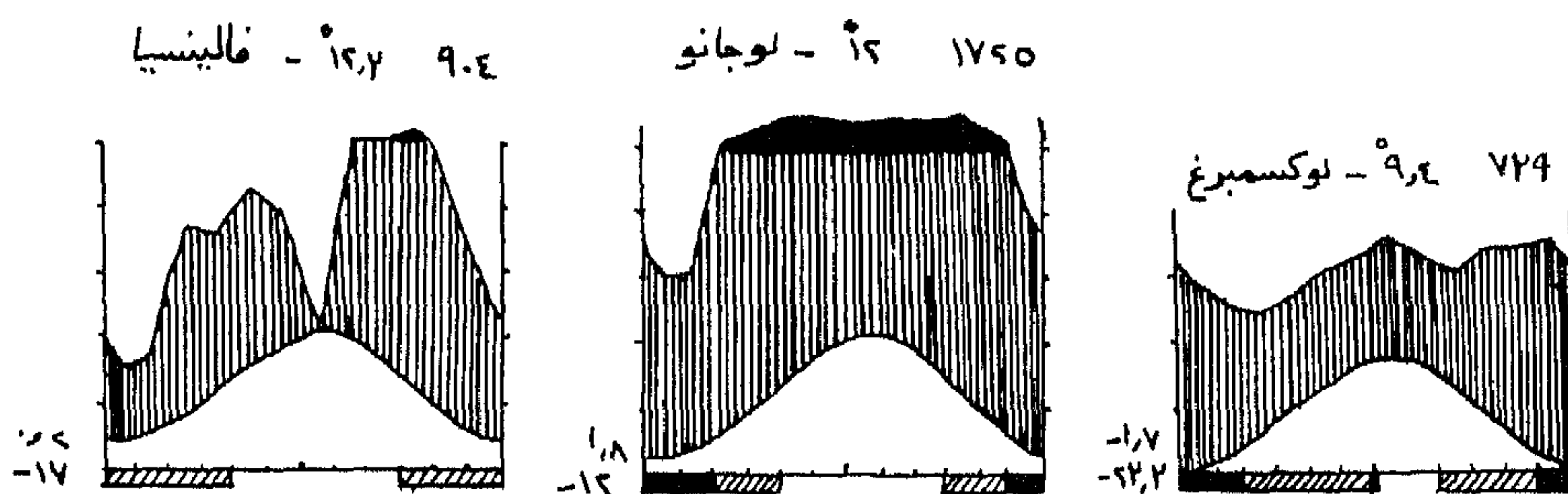
وتوجد هذه الغابات في غرب أوروبا حتى القسم الغربي من أوروبا السوفييتية وتمتد شرقاً على شكل شريط ضيق حتى تصل إلى غرب سيبيريا حيث تكوّن نطاقاً يفصل بين السهوب Steppes في الجنوب والتايغا Taiga في الشمال ، كما توجد في شبه جزيرة القرم وجبال القوقاز وشرق آسيا (منشوريا وشرق الصين وكامتشاتكا وساخالين وشمال اليابان) وفي أمريكا الشمالية (الولايات الأطلسية) ، أما في نصف الكرة الأرضية الجنوبي ، فنجدها فقط في باغونيا وتنعدم في بقية المناطق وذلك لعدم توفر المناخ المناسب لنموها (شكل ٥٠) .

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



شكل (٥٠) مناطق انتشار الغابات ساقطة الأوراق (أسود) والسهوب (منقط).

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



شكل (٥١) المخططات المناخية لمنطقة الغابات ساقطة الأوراق (أ، ب) والمنطقة الانتقالية بين مناخ البحر الأبيض المتوسط ومناخ منطقة الغابات ساقطة الأوراق (ج).

تنتشر هذه الغابات في أوروبا على طول شواطئ الأطلسي ابتداء من شمال تشبه جزيرة ايبيريا وحتى جنوب اسكندنافيا، وتضيق منطقة انتشارها نحو الشرق بسبب قارية المناخ.

وأهم ما يميز هذه الغابات فقرها في الأنواع وخاصة الأنواع السائدة في الطابق الشجري ، ويسود فيها بشكل أساسي الزان *Carpinus betulus*, *Fagus silvatica* والبلوط *Quercus petraea* و *Quercus robur* أما الدردار *Fraxinus excelsior* والقيقب *Tilia platyphyllos* و *Tilia cordata* والزيزفون *Acer platanoides* و *Acer pseudoplatanus* والغرغار *Ulmus scabra* وكذلك الأنواع *Malus* و *Prunus avium* فدورها ثانوي .

ويعود فقر هذه الغابات في الأنواع إلى طغيان الجليد في البليستوسين Pleistocene ، مما أدى إلى انقراض الأنواع التي كانت تعيش في هذه الغابات في البليوسين Pliocene مثل الجوز والكستناء و *Liquidambar* وغيرها (Walter ١٩٦٤).

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

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

سميكة، والبراعم محمية بالحراشف البرعمية التي غالبا ما تكون صمغية والتاج بالغ النمو والتفرع وكثيرا ما يكون ثنائي التفرع (بينما في الغابات الاستوائية نادرا ما يكون خماسي التفرع). كما تتميز هذه الغابات عن الغابات الاستوائية المطيرة بأن أشجار الطابق الأول لها نفس الطول وبالتالي فإن سطح الغابة Canopy غالبا ما يكون مستويا، ولكنه في الغابات الاستوائية فهو متموج أو حتى مسنن، لاختلاف ارتفاع الأشجار وتعدد أنواعها، أما في هذه الغابات فالأنواع المشكلة للطابق الأول قليلة بل ويتألف غالبا من نوع واحد كما في غابات الزان *Fagus* والبلوط *Quercus*. وتزهر أغلب الأشجار في الربيع المبكر قبل تفتح الأوراق، والتأبير فيها هوائي Anemophilous وأزهارها غالبا صغيرة وغير لافتة للنظر، ويعتقد الوخين (Alechin 1961) أن إزهار هذه الأنواع قبل تفتح الأوراق صفة تكيفية للتأبير الهوائي.

ويتم التأبير الحشري في عدد قليل من الأنواع مثل القيقب *Acer* الذي يزهر في الربيع والزيزفون *Tilia* الذي يزهر في منتصف الصيف، وتفرز أزهار الزيزفون *Tilia* الرحيق ذا الرائحة العطرة والذي يؤدي إلى جذب الحشرات وإتمام التأبير (التلقيح) حتى ولو كانت الأشجار في وسط الغابة ومتباعدة عن بعضها البعض.

ويمكن في هذه الغابات، تمييز الطوابق التالية:

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

ب - طابق الشجيرات.

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

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

ويختلف المناخ الدقيق Microclimate في داخل هذه الغابات عن المناخ خارجها ففي غابات البلوط الفتية تصل الشدة الضوئية في مستوى سطح التربة إلى حوالي ٦, ٠٪ من الشدة الضوئية في مستوى سطح الغابة Canopy، أما في الغابات المؤلفة من أشجار كبيرة العمر فالنسبة تصل إلى ٢٪ كما أن متوسط درجة الحرارة عند سطح الغابة أعلى بدرجتين منه عند سطح التربة، ويمكن أن تصل درجة الحرارة القصوى إلى ١١ درجة مئوية أكثر منها عند سطح التربة، ودرجة الحرارة الدنيا المطلقة عند سطح الغابة أقل بشكل متوسط بثلاث درجات منها عند سطح التربة، والهواء داخل الغابة أبرد طوال النهار منه خارج الغابة. والرطوبة عند سطح التربة حوالي ٩٠ - ٩٨٪، أما عند سطح الغابة فهي أقل من ٧٧٪ أي أنها تتناقص مع تزايد الشدة الضوئية. وتحتجز تيجان الأشجار حوالي ١١ - ١٢٪ من الأمطار. وتمثل غابات الزان وغابات البلوط أهم أنماط الغابات ساقطة الأوراق.

١ - غابات الزان

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

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

وبيئتها. ويمكن أن ينمو الزان المحب للظل في شدة ضوئية تقدر بـ $\frac{1}{8}$ الشدة الضوئية النهارية، ولهذا نجد النباتات الأخرى التي تعيش في غابات الزان قليلة وهذا يعود لكثافة الغابة من ناحية ولقلة الشدة الضوئية داخلها من ناحية ثانية، والأعشاب الصيفية معدومة تقريبا، ولكن تتميز هذه الغابات بوجود عدد من الأعشاب المعمرة Ephemeroïds مثل الأنواع *Anemone nemarosa* و *Galanthus nivalis* وأنواع الجنس *Dentaria*.

ب - غابات البلوط

تنتشر في أوروبا الغربية وفي الجزء الأوروبي من الاتحاد السوفيتي وفي أيرلندا وغرب إنجلترا، ويسود فيها الأنواع *Q. pubescens*، *Q. robur* و *Quercus petraea* ويشكل كل من هذه الأنواع غابات مستقلة. وفي القرون الوسطى كانت غابات البلوط في أوروبا الغربية أوسع انتشارا منها حاليا وذلك لأن الإنسان حافظ عليها إذ أنه كان يستعمل ثمار البلوط كغذاء للخنازير، ولكن فيما بعد أخذت هذه الغابات تستبدل بالتدرج وتحل محلها غابات الزان. وفي المناطق الجبلية تشكل غابات البلوط نطاقا أقل ارتفاعا من نطاق غابات الزان. والبلوط بعكس الزان محب للضوء. والشدة الضوئية داخل الغابة أعلى منها في غابات الزان، وهذا بدوره يسمح بنمو نباتات أخرى تحت طابق البلوط، ولهذا فغابات البلوط مؤلفة من عدة طوابق قد تصل في بعض الأحيان إلى سبعة طوابق.

الفصل الخامس

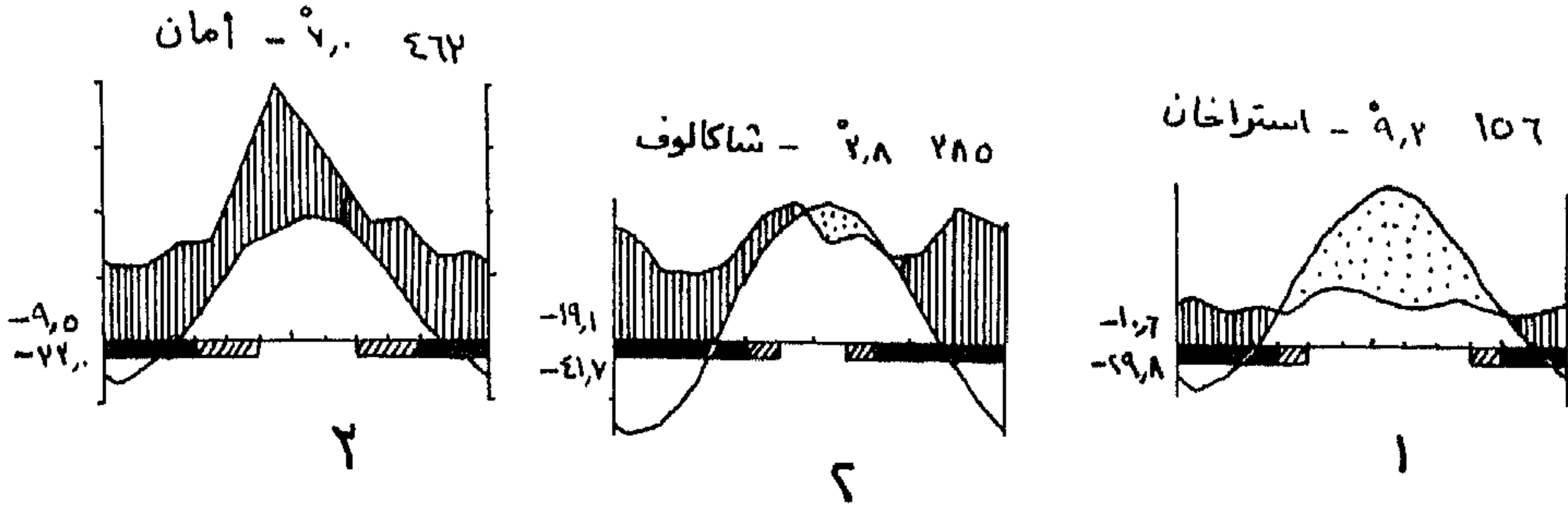
السهوب

Steppes

السهوب نمط من الغطاء النباتي العشبي الذي يحوي الأقل من الأشجار، والأعشاب كثيفة أو قليلة الكثافة ويتألف بشكل أساسي من أعشاب جفافية Xerophytes أو أعشاب قادرة على تحمل الجفاف. وللسهوب أسماء مختلفة ففي آسيا وأوروبا تسمى الستيب Steppe وفي أمريكا الشمالية تسمى براري Prairie ، وفي أمريكا الجنوبية تسمى بامبا Pampa. وتكثر السهوب في الاتحاد السوفيتي والصين وبنغاليا والولايات المتحدة الأمريكية وفي أمريكا الجنوبية (الارغواي والأرجنتين) (شكل ٥٠).

ويتميز مناخ مناطق السهوب بشتاء بارد وصيف حار ويبلغ متوسط درجة الحرارة السنوي حوالي ٣ - ٧,٥ درجة مئوية. وفي السهوب الجنوبية تصل درجة الحرارة إلى ١٠ درجات مئوية، ومتوسط درجة حرارة أدفا أشهر السنة (تموز) حوالي ١٩,٥ - ٢٤,٥ درجة مئوية، ومتوسط الرطوبة النسبية في الساعة الواحدة ظهرا حوالي ٥٦ - ٦٧٪، أما متوسط الرطوبة النسبية لأكثر أشهر السنة جفافا في الساعة الواحدة ظهرا فيصل إلى حوالي ٣٥ - ٤٩٪. وتتراوح كمية الأمطار السنوية بين ٣٠٠ و٤٧٠ مم يسقط منها في الصيف حوالي ١٦٠ - ١٨٠ مم (شكل ٥٢).

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



شكل (٥٢) المخططات المناخية لأنصاف (أشباه) الصحارى (١) والسهوب (٢) والغابات السهبية (٣).

من التربة تكفي رطوبتها لإمداد الأشجار المنفردة بالماء اللازم، ويعزى فالتر (Walter 1973) سبب عدم نمو الأشجار المنفردة في السهوب للقدرة التنافسية الكبيرة للحشائش خاصة والتي لا تسمح لبادرات الأشجار بالنمو، وقد تنمو الأشجار في الأمكنة التي يكون فيها الغطاء العشبي النجيلي قليل الكثافة، وبشكل خاص على الترب الحصوية.

الصفات العامة لسهوب شرق أوروبا

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

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

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

٢ - الجنوبية، وكمية الأمطار فيها أقل وتسمى السهوب النجيلية حيث يسود فيها نبات *Stipa*.

١ - المروج Meadow

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

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

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

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

٢ - السهوب النجيلية

وتقسم السهوب النجيلية إلى سهوب شمالية غنية بالأنواع العشبية المختلفة وفقيرة

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

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

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

الفصل السادس

منطقة الغابات المخروطية

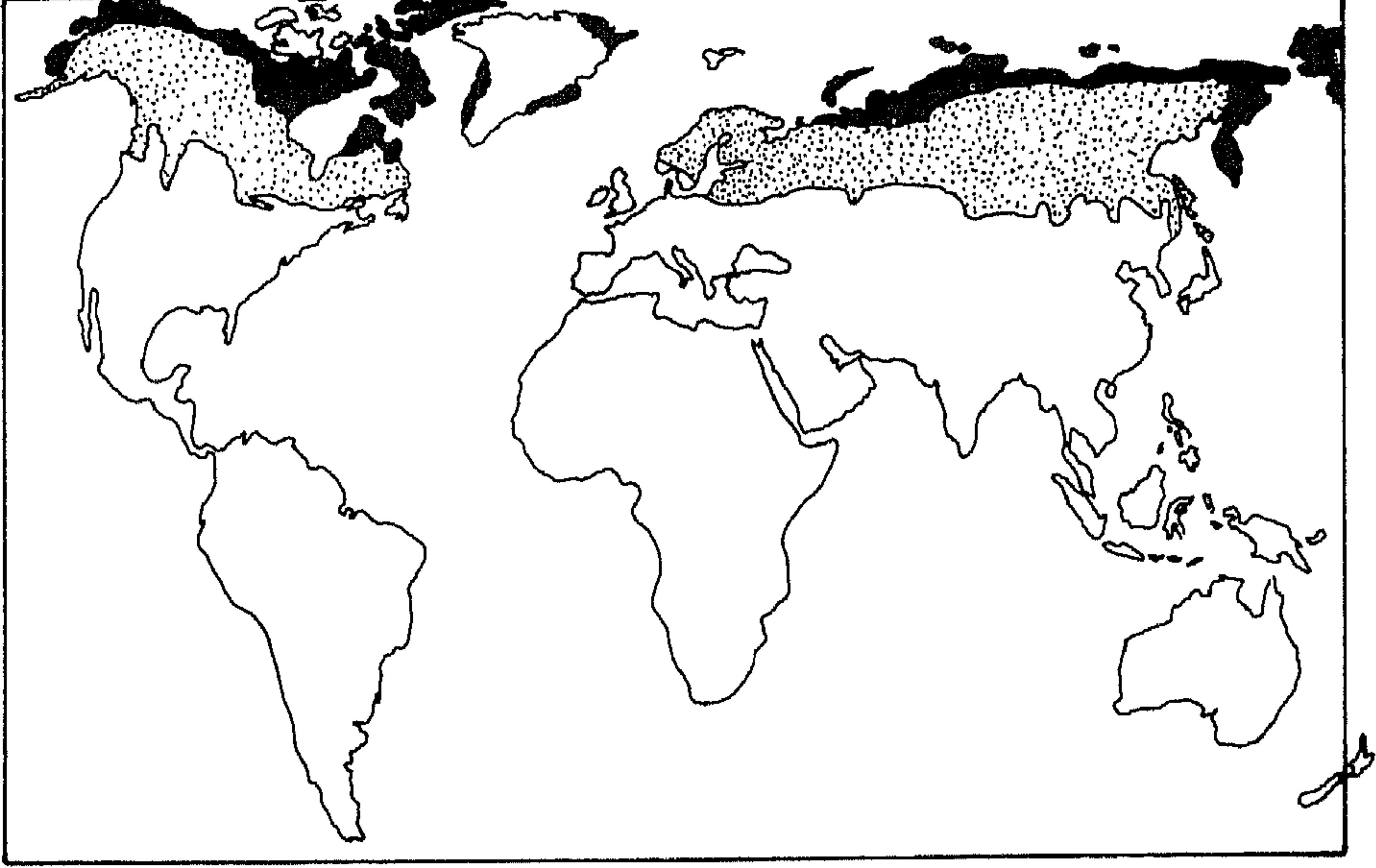
The Boreal Coniferous Forests

لا تستبدل بالغابات ساقطة الأوراق مباشرة الغابات المخروطية وإنما يفصل بينهما منطقة انتقالية تشغلها الغابات المختلطة Mixed forests. وتنمو في منطقة الغابات المختلطة الأنواع عريضة الأوراق والأنواع إبرية الأوراق حيث تشكل كل منها غابة مستقلة أو أن هذه الأنواع تعيش معا في غابة واحدة. وتكثر الغابات المختلطة في أمريكا الشمالية حيث نجد أشجار *Tsuga* والعرعر *Juniperus* والصنوبر *Pinus* والبلوط *Quercus*. كما تكثر هذه الغابات في جنوب اسكندنافيا حيث يسود فيها *Pinus, Abies* والبلوط، أما في الجنوب الغربي من اسكندنافيا فنجد أيضا نبات البلوط *Quercus petraea* والزان *Fagus silvatica* وأحيانا الغرغار *Ulmus glabra* والقيقب *Acer platanoides* والزيزفون *Tilia cordata* والدردار *Fraxinus excelsior* وغيرها.

الغابات المخروطية أو التايغا Taiga

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

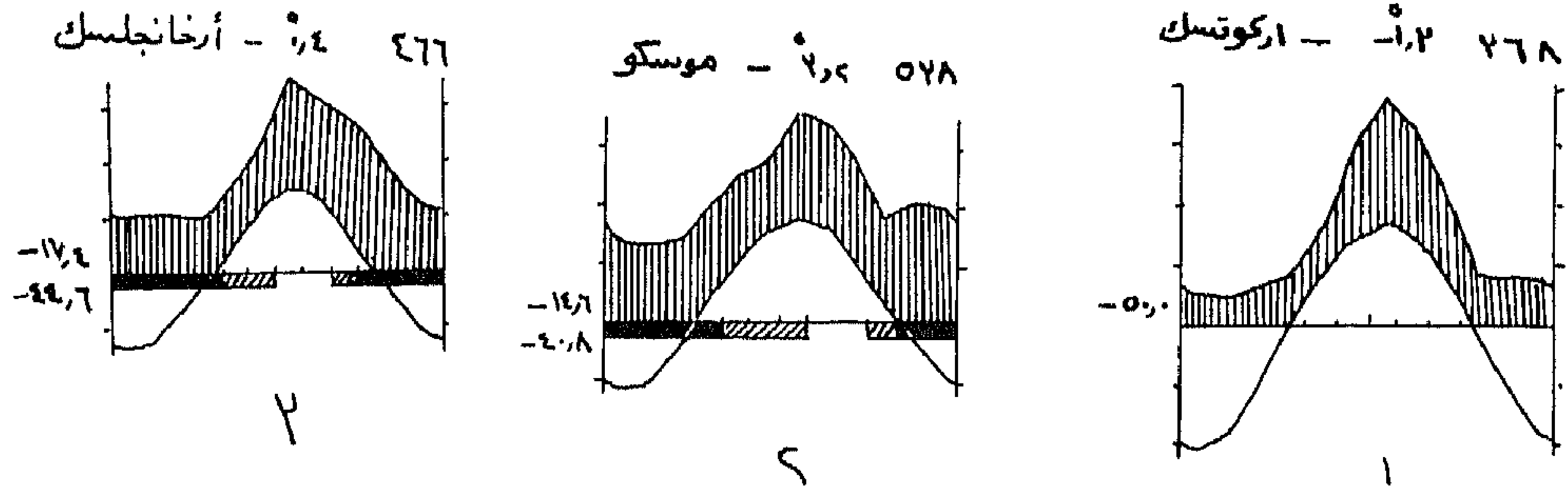
والمناخ في منطقة التايغا قاري جدا، حيث تصل الفروق في درجة الحرارة بين الصيف والشتاء في شرق سيبيريا حتى ١٠٠ درجة مئوية (درجة الحرارة الدنيا المطلقة



شكل (٥٣) مناطق انتشار الغابات المخروطية، التايغا (منقط) والتندرا (أسود).

تصل إلى -٧٠ درجة مئوية) ولاتزيد كمية الأمطار في سيبيريا الشرقية عن ٣٥٠ مم في السنة، والشتاء بارد قليل الثلج أما الصيف فلطيف والمناخ في شمال أوروبا أطف منه في شرق سيبيريا إذ تصل كمية الأمطار السنوية إلى ٥٠٠ مم، ومتوسط درجة حرارة كانون الثاني (يناير) حوالي -١٥ درجة مئوية، وتصل درجة حرارة شهر تموز (يوليو) إلى حوالي ٢٠ درجة مئوية. ويزيد الهواء البارد الذي يأتي من المحيط المتجمد الشمالي من قسوة المناخ (شكل ٥٤).

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



شكل (٥٤) المخططات المناخية لمنطقة الغابات المخروطية في سيبيريا (١) ومنطقة الغابات المختلطة (٢) ومنطقة الغابات المخروطية في شمال أوروبا (٣).

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

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

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

ويمكن أن نلاحظ في الطبيعة جميع مراحل استبدال غابات الصنوبر ونمو غابات التنوب محلها إلا في المناطق ذات التربة الفقيرة الجافة التي لا يستطيع أن يحل فيها التنوب محل الصنوبر. وهنا يظهر السؤال التالي: إذا كان التنوب يستطيع أن يحل محل الصنوبر في كافة الأماكن تقريبا، فكيف يمكن تفسير وجود مناطق واسعة تنمو فيها غابات الصنوبر حتى الآن؟. هذا الأمر يفسره الوخين (Alechin 1961) بأن الحرائق

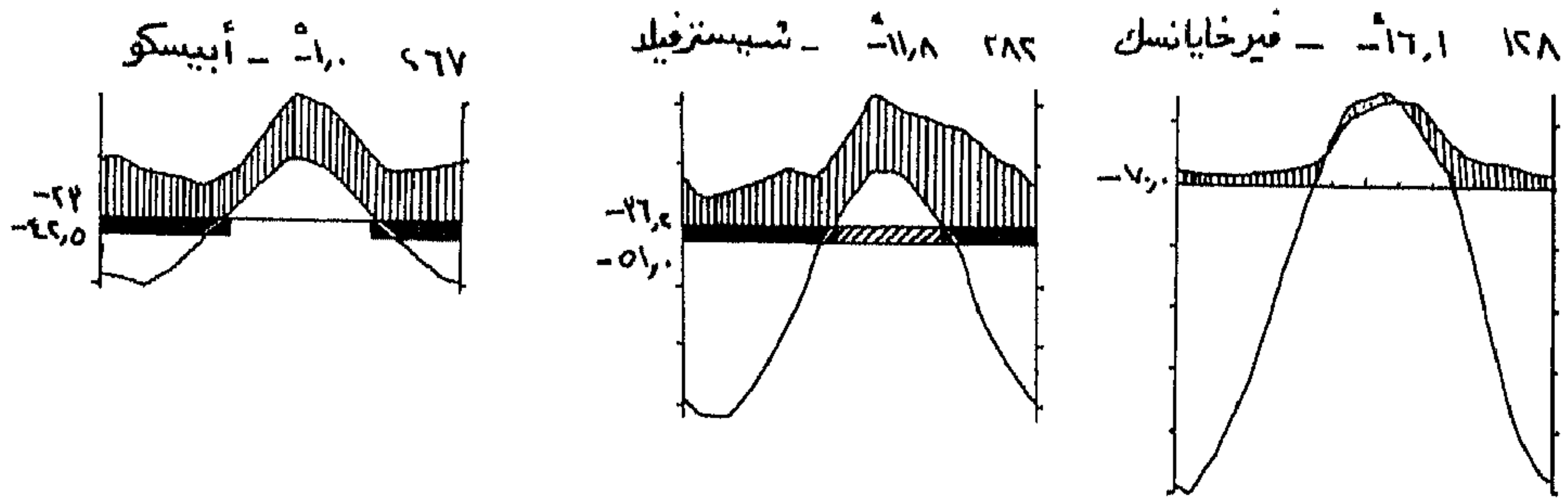
التي تكثر في هذه الغابات وتلتهم مساحات كبيرة تؤثر تأثيراً بالغاً على التنوب ذي المجموع الجذري السطحي ، بينما الصنوبر عميق الجذور أقل تأثراً بالحريق من التنوب ، وهذا يؤدي إلى موت التنوب وبقاء الصنوبر ولكن فيما بعد يمكن أن يعود التنوب إلى هذه الغابات حيث تقضي عليه الحرائق مرة أخرى وهكذا.

الفصل السابع

التندرا

Tundra

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



شكل (٥٥) المخططات المناخية للتندرا في سيبيريا (١) وفي كندا (٢) والمنطقة الانتقالية بين الغابات المخروطية والتندرا (٣).

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

خواص الغطاء النباتي في التندرا

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

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

ونظرا للبرودة الشديدة فإن تحلل البقايا النباتية يتم بشكل بطيء جدا الأمر الذي يؤدي إلى تشكل الطورب Peat.

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

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

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

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

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

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

الباب الخامس

الحياة النباتية في المملكة العربية السعودية

- التضاريس
- المناخ
- الفلورة والمناطق الجغرافية النباتية في
المملكة العربية السعودية
- تكيف النباتات لتحمل الظروف
الصحراوية الجافة
- الأقاليم النباتية الطبيعية في
المملكة العربية السعودية
- أنواع البيئات وغطاؤها النباتي في
المملكة العربية السعودية.

الفصل الأول

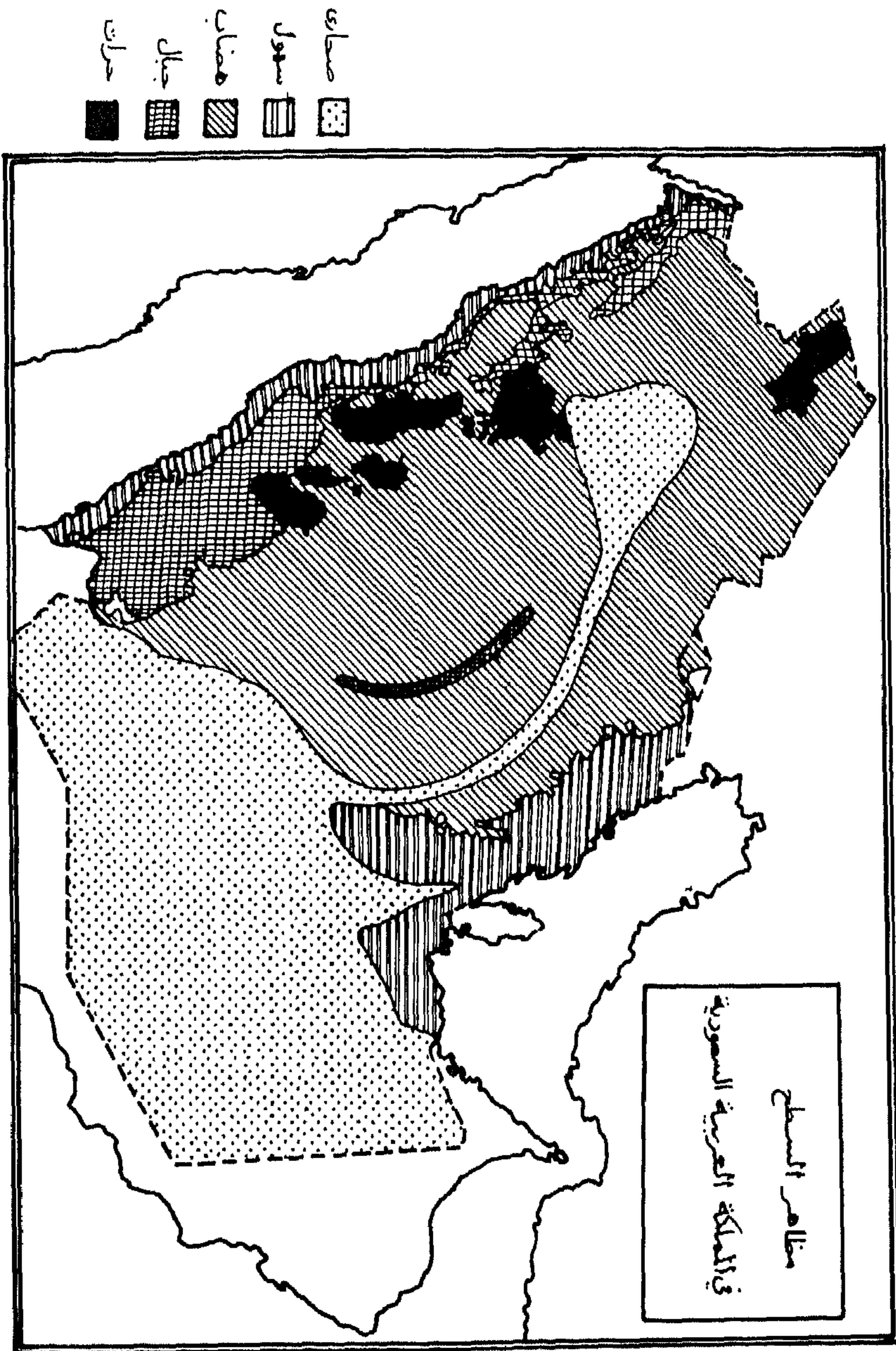
التضاريس

تقع المملكة العربية السعودية بين خطي العرض ١٦ و ٢٩ شمالا وخطي الطول ٣٥ و ٥٥ شرقا ويحيط بها البحر الأحمر غربا واليمن الشمالية والجنوبية جنوبا وعمان ودولة الإمارات العربية المتحدة والخليج العربي شرقا والكويت والعراق والأردن شمالا وتزيد مساحتها عن ٢ مليون كيلومتر مربع . ويسود في جزئها الغربي الجبال التي يحل محلها تدريجيا، في اتجاه الشرق، الهضاب والسهول . ويمكن تمييز الوحدات المورفولوجية التالية (شكل ٥٦):

١ - المرتفعات الجبلية

وتتضمن جبال الحجاز وعسير والتي تتكون من صخور غرانيتية وبركانية وتفصل بين هضبة نجد في الشرق وسهل تهامة الساحلي في الغرب، وأقصى ارتفاع لها حوالي ٣٧٠٠ م فوق سطح البحر في مرتفعات عسير .

وتتميز المنطقة الجبلية بعدم تناظرها حيث تنحدر تدريجيا وبشكل هين نحو الشرق، بينما تنحدر انحدارا سريعا نحو سهل تهامة الذي يفصلها عن البحر الأحمر. ويكتنف هذه الجبال عدد من الأودية الجافة، وتتميز المرتفعات الجبلية بوعورتها الشديدة حيث يصعب عبورها وخاصة جبال السروات وذلك لارتفاعها وخلوها من الممرات الطبيعية .



شكل (٥٦) مظاهر السطح في المملكة العربية السعودية (عن البندقي).

٢ - سهل تهامة

هو السهل الساحلي الغربي الواقع بين المرتفعات الجبلية والبحر الأحمر، في جملته سهل مستو ضيق في الشمال عند ساحل خليج العقبة ويتسع بالتدرج باتجاه الجنوب حيث يصل عرضه إلى حوالي ٤٠ كم، ويتميز سهل تهامة بتربته الخصبة ولا سيما في الجنوب حيث تحمل السيول الصيفية التي تنحدر من الجبال المواد الطميية التي تغطي السهل وتكسبه الخصوبة.

٣ - هضبة نجد

وتتد من جبال السراة غربا إلى صحراء الدهناء شرقا وتنحدر انحدارا تدريجيا نحو الشرق والشمال حيث تنتهي إلى صحراء النفود في الشمال والربع الخالي في الجنوب. ويبلغ متوسط ارتفاعها ٦٠٠ - ٧٠٠ متر فوق سطح البحر. وتوجد فيها بعض الجبال مثل جبال شمر التي تحصر بينها أجود المناطق الزراعية الخصبة وهي منطقة حائل، كما ينتشر في هضبة نجد مجموعة من الواحات الغنية بالمياه الجوفية مثل القصيم والوشم والخرج والأفلاج، ويوجد فيها عدد من الأودية تنحدر فيها مياه السيول في بعض السنوات مثل وادي الرمة وادي حنيفة وادي برك وادي الدواسر.

٤ - السهل الساحلي على الخليج العربي

وهو منطقة سهل، ومعظم أراضيها رملية وملحية ومنه سهل الأحساء الذي يتميز بكثرة الينابيع التي تشكل واحة الأحساء.

٥ - منطقة الصحارى الرملية

وتضم الربع الخالي في الجنوب وصحراء الدهناء في الشرق وصحراء النفود في الشمال وفيها كثبان رملية بعضها ثابت وبعضها متحرك، وتتميز صحراء الدهناء بلونها

الأحمر نظرا لوجود أكاسيد الحديد، كما تضم هذه المنطقة بعض أجزاء من المنطقة الوسطى في المملكة لتخلل الكثبان الرملية الثابتة والمتحركة إليها، إلى جانب وجود الكثبان الرملية الشاطئية البيضاء في بعض أجزاء شواطئ الخليج العربي في شرق المملكة (مجاهد والشيخ ١٩٧٧).

٦ - منطقة الصحراء الحصبائية

وتنتشر في أجزاء متفرقة من المنطقة الوسطى، والوسطى الجنوبية والغربية والغربية الشمالية حيث تتمثل في جزر متناثرة من الحصى الذي يغطي بعض أجزاء من الأرض، وفي بعض أجزاء من تلك المناطق يزداد حجم الحصى مكونا كتلا حصوية سوداء اللون تغطي مساحات لا بأس بها من الأرض وبشكل غير مزدحم تاركة خلالها بعض الفراغات التي تتجمع فيها التربة الناعمة، ويطلق على هذه الكتل الحصوية المتجمعة اسم الحرات.

الفصل الثاني

المناخ

نظرا لعظم مساحة المملكة العربية السعودية فإن هناك تباينا واضحا في المناخ السائد في أرجائها، ويزداد هذا التباين تحت تأثير التضاريس من جهة والموقع الجغرافي من جهة أخرى. فالمناطق الشمالية من المملكة تقع شتاء تحت تأثير المنخفضات الجوية لإقليم البحر الأبيض المتوسط، أما المناطق الجنوبية فتدخل صيفا في نطاق الرياح الموسمية للمحيط الهندي. ويتميز مناخ المملكة، بصورة عامة، بصيف حار وجاف يزيد فيه متوسط درجة حرارة شهر يوليو (تموز) في معظم المناطق على ٣٥ درجة مئوية، وشتاء معتدل دافئ قليل الأمطار، ووفقا لرأي Meigs (١٩٥٣) يسود المناخ شديد الجفاف Extra arid في الأجزاء الجنوبية الشرقية، أما بقية الأجزاء فيسود فيها المناخ الجاف باستثناء المنطقة الجنوبية الجبلية التي يسود فيها المناخ المداري الموسمي. ومما يزيد من قسوة المناخ، الأشعة الشمسية الشديدة التي ترسلها الشمس خلال الجو الصافي عديم الغيوم الذي يسود في المملكة، عدا بعض أجزاء من المرتفعات الجنوبية كثيرة الغيوم، كما تزداد شدة الحرارة تحت تأثير الإشعاعات والانعكاسات التي تنتج عن الرمال الحارة في الصحاري الرملية (شكل ٥٦).

ومما يلفت النظر في مناخ المملكة المدى الحراري اليومي الواسع، فليالي الشتاء باردة وخاصة في المناطق الشمالية حيث يتكرر تكون الصقيع، بينما تكون ساعات النهار مرتفعة الحرارة.

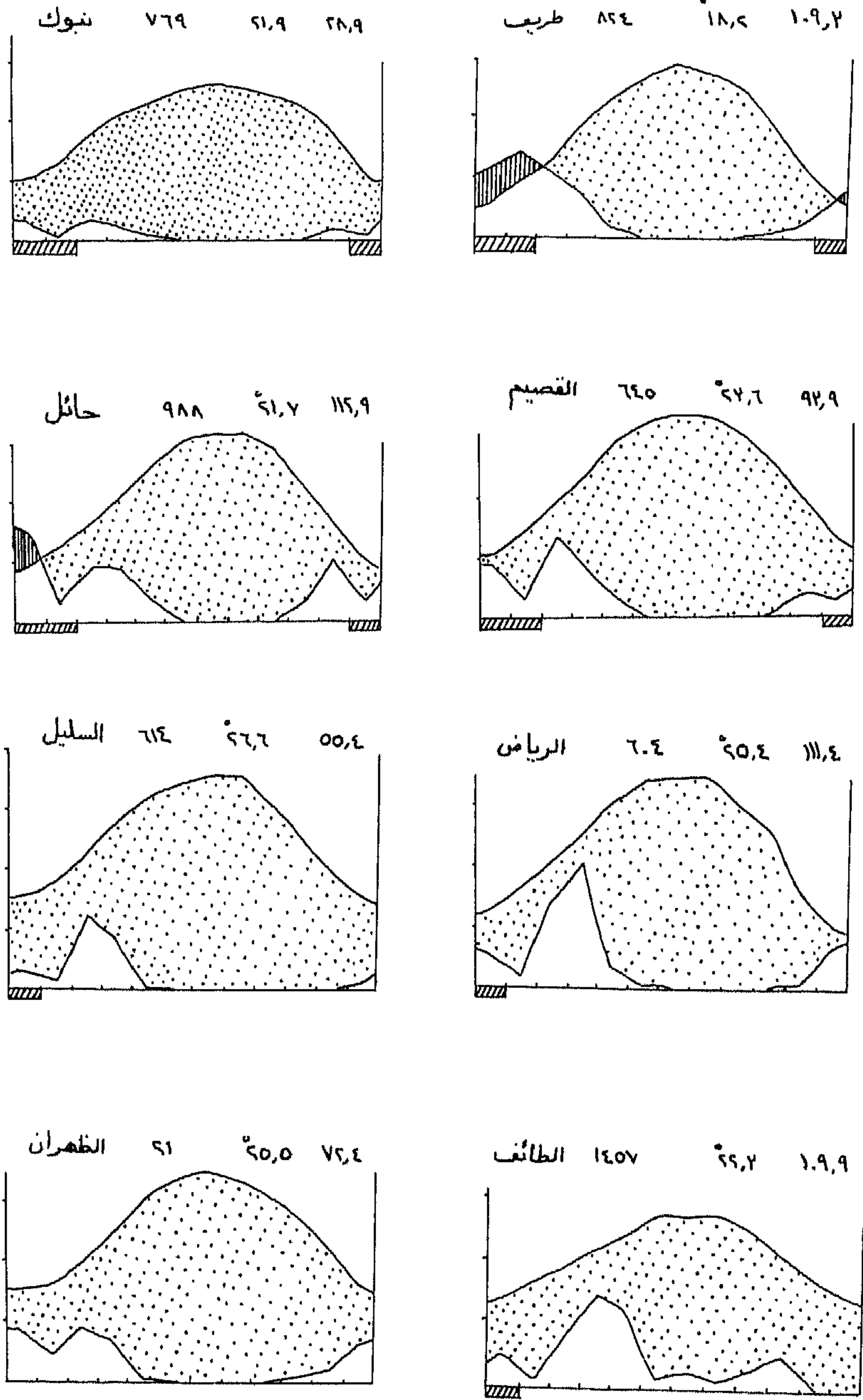
الأمطار

تتراوح كمية الأمطار السنوية في المملكة بين عدة مليمترات في الربع الخالي و٦٠٠ مم في المناطق الجبلية في عسير (شكلا ٥٧ و٥٨) ومن أهم ميزات الأمطار في المملكة توزيعها غير المنتظم خلال السنة إذ أنها تهطل في أغلب مناطق المملكة في الفترة الشتوية - الربيعية (شكلا ٥٩ و٦٠) باستثناء المناطق الجنوبية ذات المناخ الموسمي، أما بقية أشهر السنة فتتعدم فيها الأمطار تقريبا إلا من أمطار خفيفة عرضية وليس لها قيمة فعلية في التأثير على الغطاء النباتي.

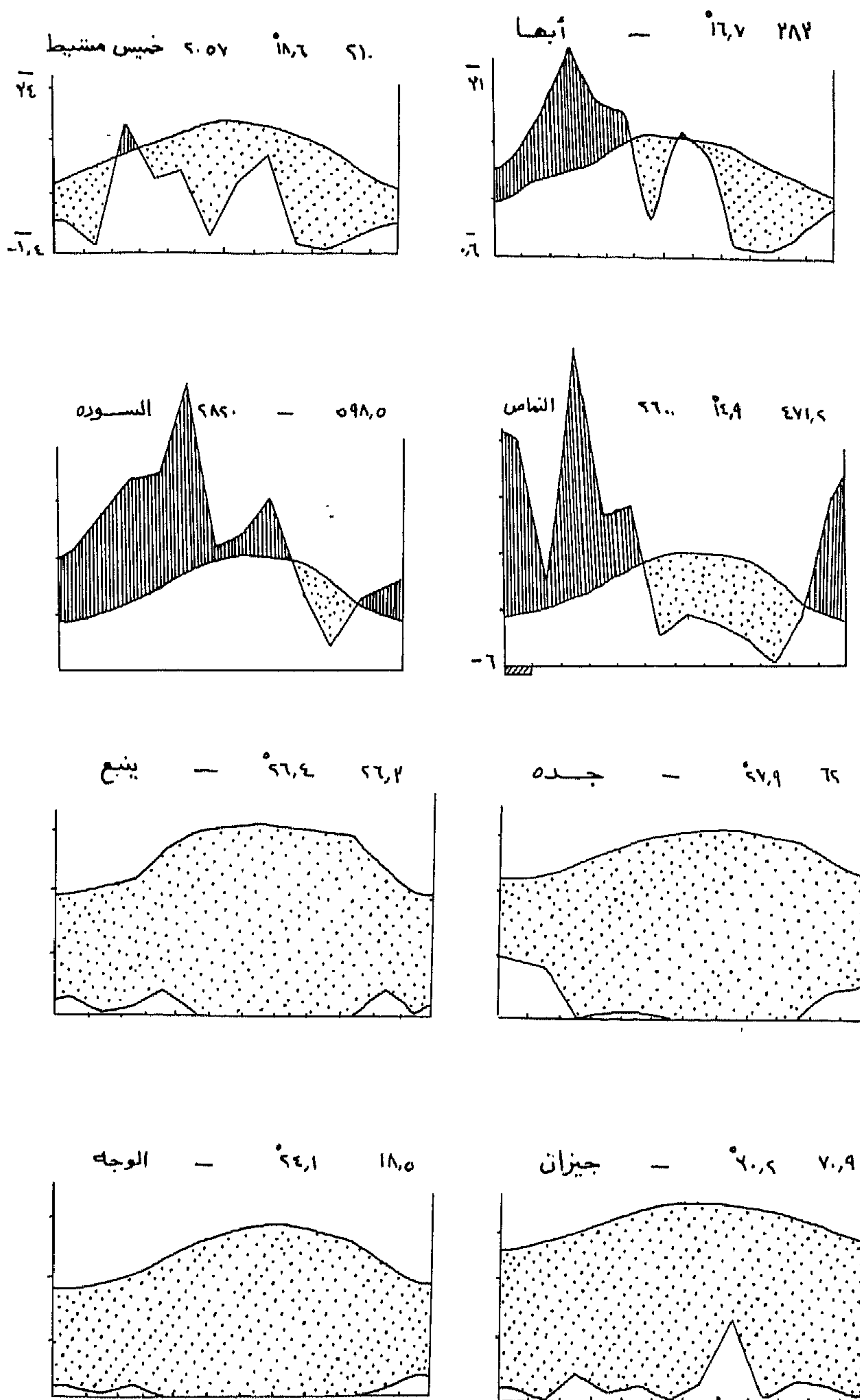
ومن الميزات الهامة للأمطار والتي تنعكس بشكل كبير على الغطاء النباتي اختلاف كميتها من عام لآخر وهذه الاختلافات تصل إلى حد أن كمية الأمطار في بعض السنوات لا تعادل إلا جزءا من كمية الأمطار لسنة أخرى كما يتضح من الجدول التالي. والانحراف عن المتوسط السنوي ذو تأثير بالغ على الغطاء النباتي في المناطق الجافة وشديدة الجفاف، أما في المناطق الجنوبية ذات المناخ الموسمي فإن هذا الانحراف ينعكس بدرجة قليلة، إذ أن تغيرا قليلا في كمية المطر حتى ٢٥ مم في المناطق الصحراوية يؤدي إلى زيادة كبيرة في كثافة الغطاء النباتي وتحسن كبير في الإنتاج والإزهار والإثمار.

تغير كمية المطر السنوي (بالمليمتر)

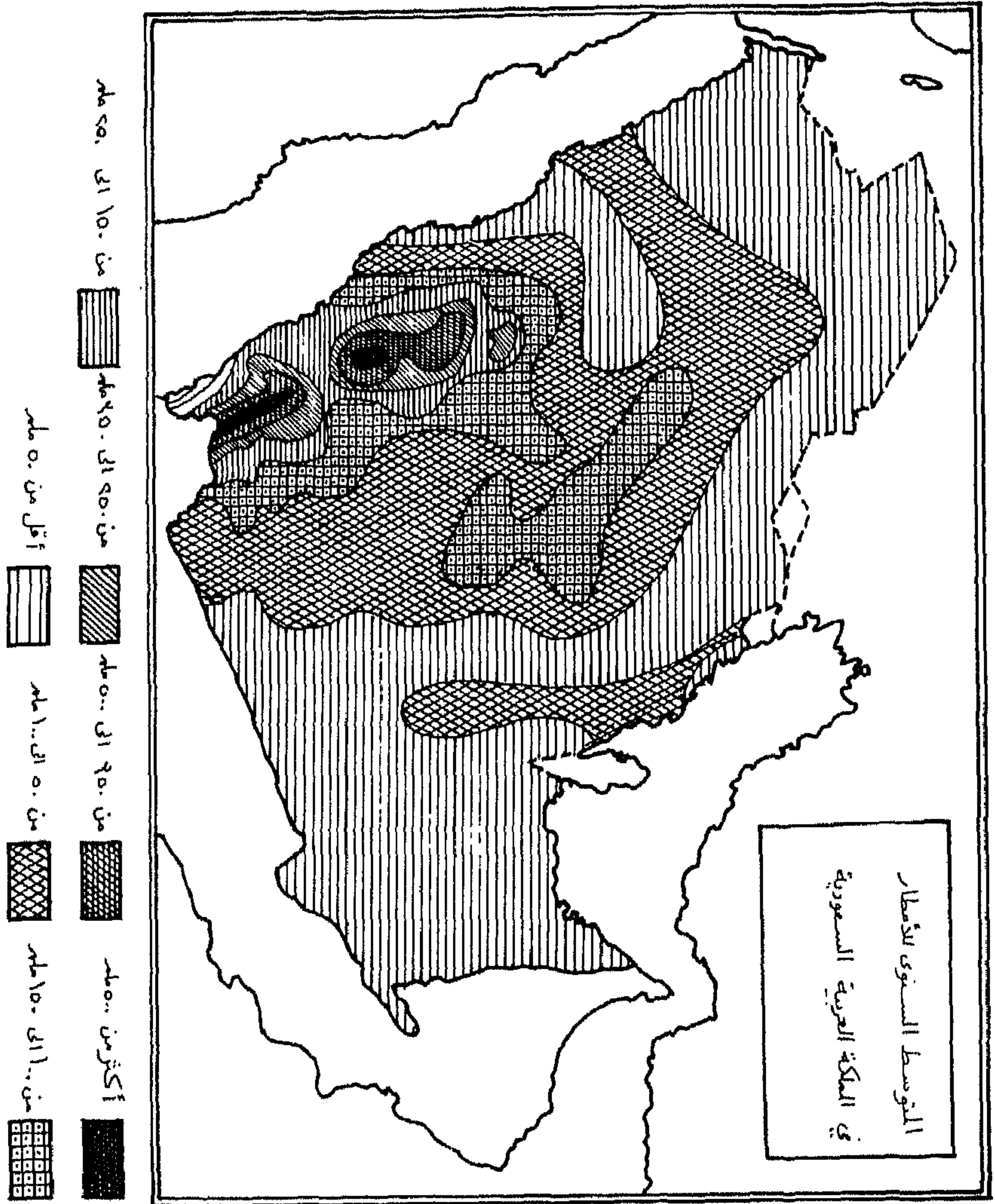
| السنة | حائل | شقراء | جدة |
|-------|-------|-------|-----|
| ١٩٧١ | ٧٠,٦ | ١٢٧ | ١٠٦ |
| ١٩٧٢ | ١٤٢ | ١٧٨ | ٢١٣ |
| ١٩٧٣ | ٨٤ | ٥٦,٧ | ١٨ |
| ١٩٧٤ | ٥٢,٩ | ٥٨,٧ | ٢٥ |
| ١٩٧٥ | ١٠٦,٩ | ١٨٠ | ٢٤ |



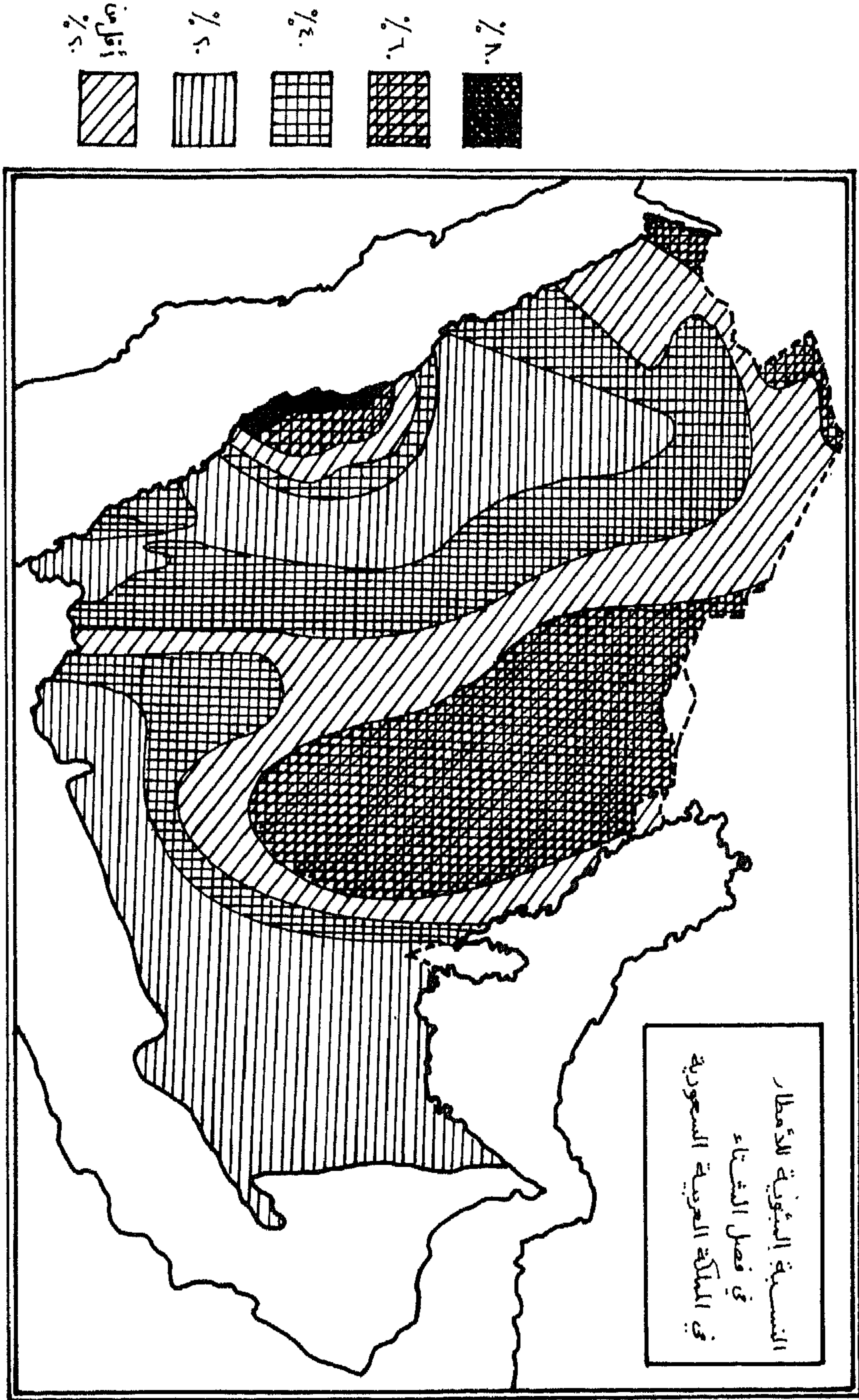
شكل (١٥٧) المخططات المناخية لبعض مدن المملكة العربية السعودية.



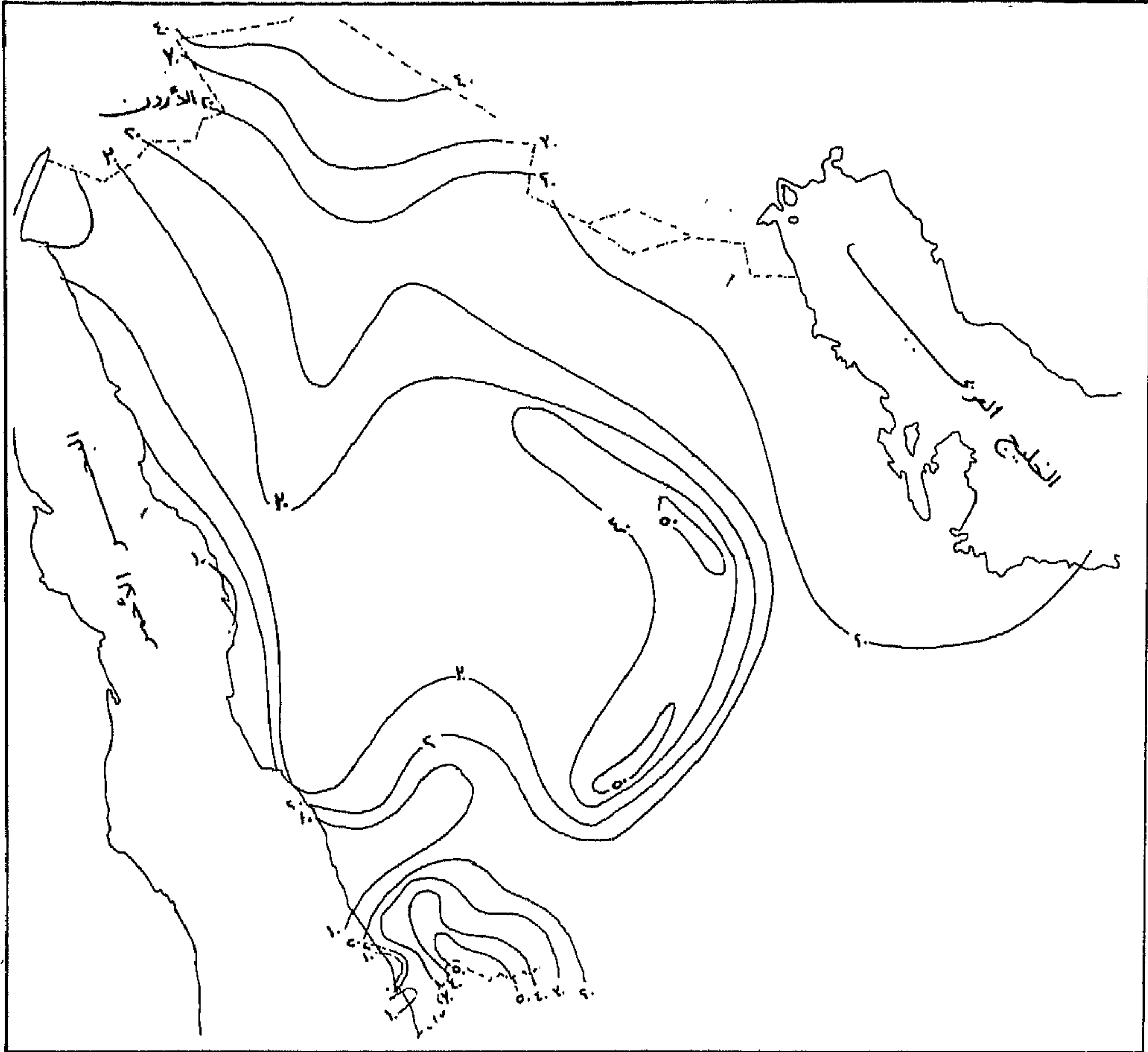
شكل (٥٧ب) المخططات المناخية لبعض مدن المملكة العربية السعودية.



شكل (٥٨) المتوسط السنوي للأمطار في المملكة العربية السعودية (من البندقي).



شكل (٥٩) النسبة المتوقعة للأمطار في فصل الشتاء في المملكة العربية السعودية (من البندقيجي ١٩٧٥).



شكل (٦٠) النسبة المئوية لتوزع الأمطار في فصل الربيع في المملكة العربية السعودية .

تختلف كمية الأمطار من مكان لآخر وتختلف كذلك موضعياً من جزء إلى آخر ضمن المنطقة الواحدة، وذلك لأن الأمطار كثيراً ما تصيب أجزاء دون غيرها من المنطقة الواحدة دون الأجزاء الأخرى ويعود ذلك إلى طبيعة السحب الركامية التي تحمل معظم الأمطار في المملكة .

وبالإضافة إلى ما ذكر تتميز الأمطار في المملكة بكونها تسقط على شكل رخات مطرية غزيرة ولفترة قصيرة مما يؤدي إلى تكوين السيول السطحية التي كثيراً ما تكون

جارفة وبالتالي فإن القسم الأعظم من مياه الأمطار يُفقد عن طريق السيول السطحية التي تتجمع في الأودية والمنخفضات، أما الأراضي المنحدرة وقليلة الاستواء فلا يصيبها إلا القليل من مياه هذه الأمطار الأمر الذي ينعكس سلبا على الغطاء النباتي، إضافة إلى ذلك فإن الأمطار لا تتوزع بالتساوي خلال الفترة المطيرة من السنة وإنما تقتصر على عدة أيام مما يقلل من فعاليتها واستفادة النبات منها بشكل كامل.

درجة الحرارة

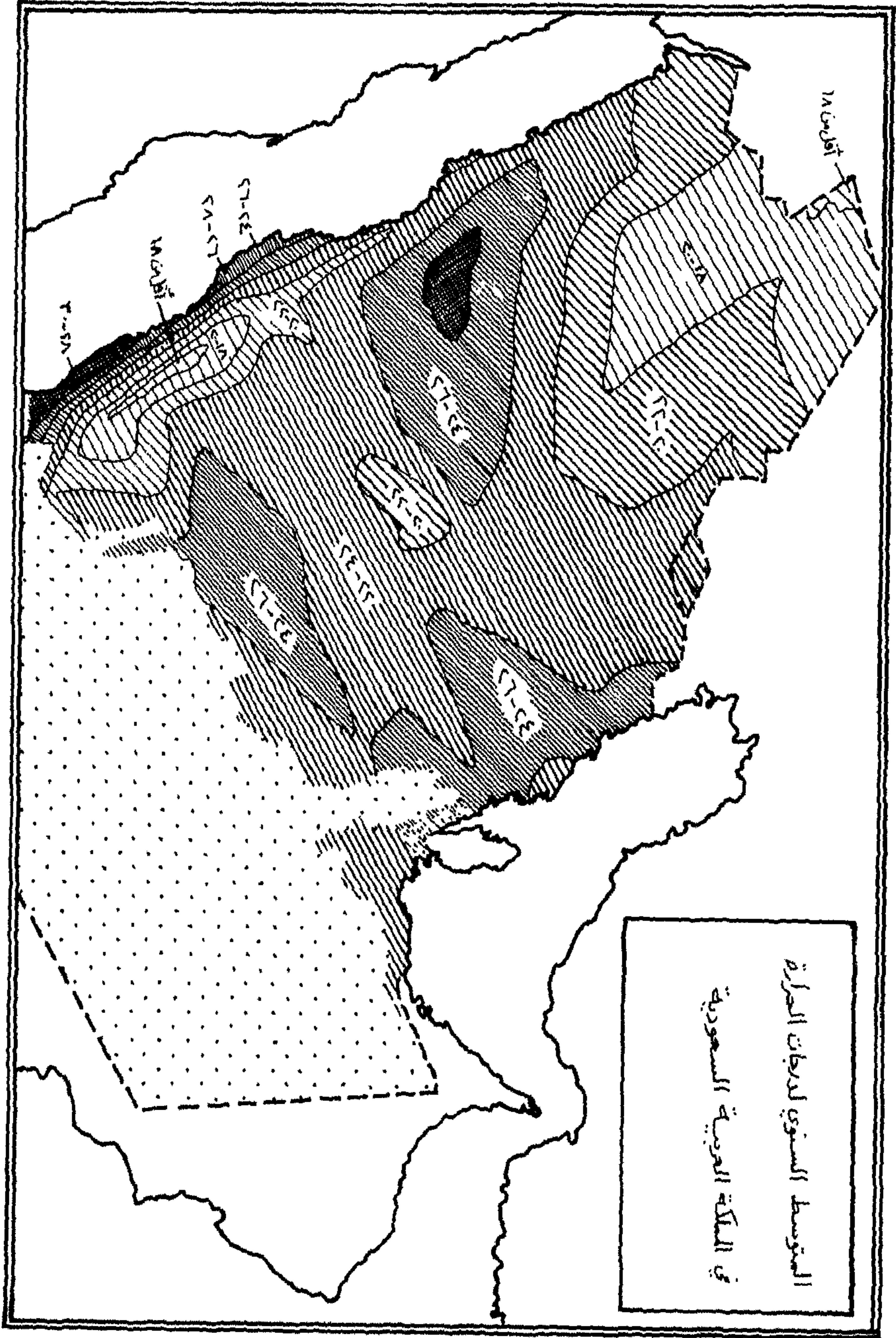
تجلب الرياح الشمالية الشرقية إلى المملكة، وخاصة المناطق الشمالية والوسطى منها، هواء قطبيا قاريا باردا من أواسط آسيا مما يجعل هذه المناطق أكثر برودة في الشتاء من المناطق الأخرى الواقعة على نفس خط عرضها، وتنخفض درجة حرارة بعض أيام شهر يناير (كانون الثاني) إلى ما دون الصفر المئوي، أما في الصيف فتهب على المناطق الواقعة إلى شمال خط عرض ٢٠ رياح شمالية غربية دائمة تقريبا لاتعترضها إلا انقطاعات قصيرة ناتجة عن مؤثرات محلية.

ويعتبر شهر ديسمبر (كانون الأول) من أبرد أشهر السنة وفيه تكون درجة الحرارة الدنيا المطلقة، أما شهري يوليو (تموز) وأغسطس (آب) فهما أحر أشهر السنة وتكون فيهما درجة الحرارة العليا المطلقة والتي قد تصل من ٤٨ - ٤٩ درجة مئوية.

ويمكن تمييز المناطق التالية من حيث الحرارة (شكلا ٥٧ و ٦١).

١ - المرتفعات الجنوبية

يتراوح متوسط الحرارة في الأجزاء المرتفعة منها في شهر ديسمبر (كانون الأول) بين ٩ - ١٠ درجة مئوية في أبها والنماص و١٣ - ١٤ درجة مئوية في الطائف، أما في الصيف فترتفع درجة الحرارة ولكنها تبقى معتدلة وتتراوح في يوليو (تموز) وأغسطس (آب) بين ٢٠ - ٢١ درجة مئوية في أبها والنماص و٢٣ درجة مئوية في خميس مشيط و٢٨ درجة



شكل (٦١) المتوسط السنوي لدرجات الحرارة في المملكة العربية السعودية (عن البغدادي ١٩٧٥).

مئوية في الطائف . هذا ومناخ المنطقة الجنوبية المرتفعة هو أكثر أنواع المناخ لطفا واعتدالا في المملكة .

٢ - الساحل

١ - تهامة

تتميز بصيف شديد الحرارة ويتراوح متوسط درجات الحرارة في يوليو وأغسطس (تموز وآب) بين ٣٤ درجة مئوية في الجنوب و ٢٨ درجة مئوية في الشمال ويزداد شعور الإنسان بالحرارة تحت تأثير الإشعاع الشمسي المباشر خلال السماء الصافية من جهة وبتأثير الإشعاع الأرضي الصادر عن الرمال الحارة من جهة أخرى، إضافة إلى الرطوبة المرتفعة التي تجعل المناخ أكثر صعوبة من المناخ السائد في الأجزاء الداخلية من المملكة .

أما الشتاء فأكثر اعتدالا من الصيف غير أن درجة الحرارة تبقى معتدلة ولا تصل إلى درجة التجمد في أي من أجزاء تهامة حتى الشمالية منها، وتتراوح درجة حرارة ديسمبر (كانون الأول) بين ١٨ درجة مئوية في الوجه و ١٩ درجة مئوية في ينبع و ٢٣ درجة مئوية في جدة و ٢٥ درجة مئوية في جيزان، هذا ويعتبر متوسط درجة الحرارة في الجزء الجنوبي من تهامة من أعلى المتوسطات على سطح الكرة الأرضية .

ب - الساحل الشرقي

يتميز الساحل الشرقي المطل على الخليج العربي بأن درجة حرارة الشتاء فيه أقل منها على الساحل الغربي ويبلغ متوسط درجة حرارة ديسمبر (كانون الأول) في الدمام حوالي ١٥ درجة مئوية أما في الصيف فالحرارة والرطوبة قريبة من مثلتها في تهامة تقريبا .

٣ - أواسط المملكة

تتميز الأجزاء الوسطى، والتي تضم هضبة نجد وصحراء النفود، بمناخ

صحراوي جاف، الصيف شديد الحرارة وتتجاوز درجة الحرارة العظمى في كثير من الأحيان ٤٦ درجة مئوية بينما درجة الحرارة الصغرى والتي تحدث ليلاً نادراً ما تكون دون الـ ٣٠ درجة مئوية، غير أن جفاف الهواء في الأجزاء الداخلية له أهمية بالغة في تعديل آثار درجات الحرارة المرتفعة، ذلك أن التبخر الذي ينتج عن هبوب الرياح من شأنه أن يقلل من أثر درجات الحرارة المرتفعة مما يجعل تحملها ممكناً أكثر من المناطق الساحلية.

أما الشتاء فبارد نسبياً بالمقارنة مع المناطق الساحلية وذلك بسبب تعرض هذه الأجزاء إلى الرياح الشمالية الشرقية القارية، كما وقد تكون بعض ليالي الشتاء شديدة البرودة.

٤ - المناطق الشمالية

تضم المناطق المحاذية للمملكة الأردنية والتي يمكن تسميتها بالحماة والتي تتعرض شتاءً، بسبب المنخفضات الجوية للبحر الأبيض المتوسط، إلى الرياح الشمالية الشرقية والتي تجلب الهواء القطبي البارد من أواسط آسيا مما يجعلها باردة نسبياً، متوسط درجة حرارة ديسمبر (كانون الأول) في طريف حوالي ٧, ٥ درجة مئوية وفي حائل حوالي ٦, ٩ درجة مئوية، تنخفض فيها درجة الحرارة دون الصفر المئوي (-٧ في تبوك وحائل و-٢ في طريف)، وفي الصيف، تهب عليها الرياح الشمالية الغربية، فيرتفع متوسط الحرارة ليصل إلى ٢٨ درجة في طريف مثلاً، ويتراوح متوسط درجة الحرارة السنوي بين ١٨ و٢٠ درجة مئوية.

الفصل الثالث

الفلورة والمناطق الجغرافية النباتية في المملكة العربية السعودية

يوجد في المملكة العربية السعودية حوالي ١٦٠٠ نوع نباتي (مجاهد ١٩٨١، غير منشور) تابعة بشكل رئيسي إلى منطقتين جغرافيتين نباتيتين، ويقصد بالمنطقة الجغرافية النباتية مساحة تتميز عن المناطق المجاورة بنوعية الفلورة والغطاء النباتي والمناخ. يبين الشكل (٦٢) المناطق الجغرافية النباتية المختلفة في نصف الكرة الشمالي ويوضح أن المملكة العربية السعودية تقع ضمن منطقتين جغرافيتين نباتيتين هما:

أ - منطقة الصحراء العربية Sahara-Arabian region.

ب - المنطقة السودانية Sudanian region.

١ - منطقة الصحراء العربية

لقد مُيزت المنطقة الصحراوية العربية من قبل الباحثين المختلفين تحت أسماء مختلفة، فالباحث بواسيه (Boissier ١٨٦٧) سماها Region du Dattier بينما سماها غريزباخ (Grisebach ١٨٨٤) Wustenregion وسماها هايك ١٩٣٦ وكذلك انغلر - ديلس (Engler-Diels ١٩٣٦) Nordafrikanish-Indisches Wustengebiet (انظر Zohary ١٩٧٣).

تحتل المنطقة الصحراوية العربية حزاما عريضا، في شمال أفريقيا، ينحصر بين المنطقة السودانية جنوبا والسهوب الموريتانية Mauritanian التابعة للمنطقة الإيرانية

التورانية شمالا، كما تصل إلى البحر الأبيض المتوسط.

تتميز هذه المنطقة بظروف بيئية متطرفة سواء في ذلك ظروف المناخ أو التربة أو ما يتعلق بالحياة النباتية، الأمطار السنوية تتراوح بين الصفر و ١٠٠ مم ومتوسطها ٢٥ - ٥٠ مم في الغالبية العظمى من مساحتها، والسمات العامة للمناخ شبيهة بمناخ حوض البحر الأبيض المتوسط حيث يتميز فصلان في السنة: شتاء قصير معتدل ماطر، وصيف حار جاف طويل، ونادرا ما تصل درجة الحرارة في أبرد أشهر السنة (يناير) إلى الصفر، أما في الصيف فدرجة الحرارة مرتفعة جدا (أنظر المخططات المناخية شكل ٥٧) ولكن العامل ذا التأثير البالغ في الحياة النباتية هو الماء.

والأمطار السنوية قليلة وإذا سقطت فهي رخات غزيرة ومتفرقة وتختلف من عام إلى آخر بحدود +٥٠ إلى ٨٠٪ من المتوسط السنوي، كما أن توزيع الأمطار في أشهر الفصل المطير غير منتظم، وقد يتعاقب عدد من السنوات غير المطيرة.

أما التربة فإن تشكلها قد توقف في مراحل بدائية، ويسود الأنماط الأربعة التالية من الترب في هذه المنطقة:

- ١ - الترب الرملية بكل أصنافها Sandy soils.
- ٢ - الحماد Hammadas بالمعنى العام لهذا النمط من الترب والذي يتراوح بين الصخور الصلدة والترب الجصية الطرية Soft gypseous soils والترب الصحراوية الحصبائية Gravel desert soils.
- ٣ - الترب اللوسية وشبه اللوسية Loss and loss-like soils.
- ٤ - الترب الملحية الرطبة Hydrosaline soils وتضم المستنقعات Marshes والسبخات Sabakhas.

فلورة هذه المنطقة فقيرة بالأنواع وحسب رأي Eig (١٩٣١ - ١٩٣٢) فإنها لا تزيد عن ١٥٠٠ نوع، أما أوزندا (Ozenda ١٩٥٨) فيحددها بـ ١٢٠٠ نوع وذلك بالنسبة

للصحراء في شمال أفريقيا. كما تتميز، بالمقارنة مع المناطق الجغرافية النباتية المجاورة، بأنها ليست مركزا مهما للتنوع النباتي، فالعديد من الأنواع اشتق Derived من الأجناس التابعة لحوض البحر الأبيض المتوسط والمنطقة الإيرانية التورانية والمنطقة السودانية. فمن الأنواع المشتقة من أجناس منطقة حوض البحر الأبيض المتوسط نذكر الأنواع التابعة للأجناس التالية:

Hypecoum, Adonis, Silene, Spergularia, Malva, Erodium, Lotus, Medicago, Ononis, Bromus, Picris, Anthemis, Teucrium وغيرها.

أما الأنواع المشتقة من أجناس إيرانية - تورانية فمثالها الأنواع التابعة للأجناس التالية:

Trigonella, Astragalus, Glaucium, Calligonum, Stachys, Ferula, Tamarix, Reaumuria, Stipa, Carthamus, Artemisia, Ballota وكذلك العديد من الأنواع التابعة للفصيلة الرمرامية (السرمقية) *Chenopodiaceae* والفصيلة *Zygophyllaceae*.

أما الأنواع المشتقة من أجناس سودانية فنذكر منها الأنواع التابعة للأجناس التالية:

Citrullus, Caralluma, Crotalaria, Capparis, Lasiurus, Launaea, Varthemia, Cucumis, Pancratium, Dichanthium وغيرها. كما نجد مجموعة تبدو أنها ذات صلة بجنوب أفريقيا مثل بعض نباتات الفصيلة *Aizoaceae* وأجناس *Neurada* و *Lotononis* و *Gomphocarpus* و *Ifloga* و *Stipagrostis*.

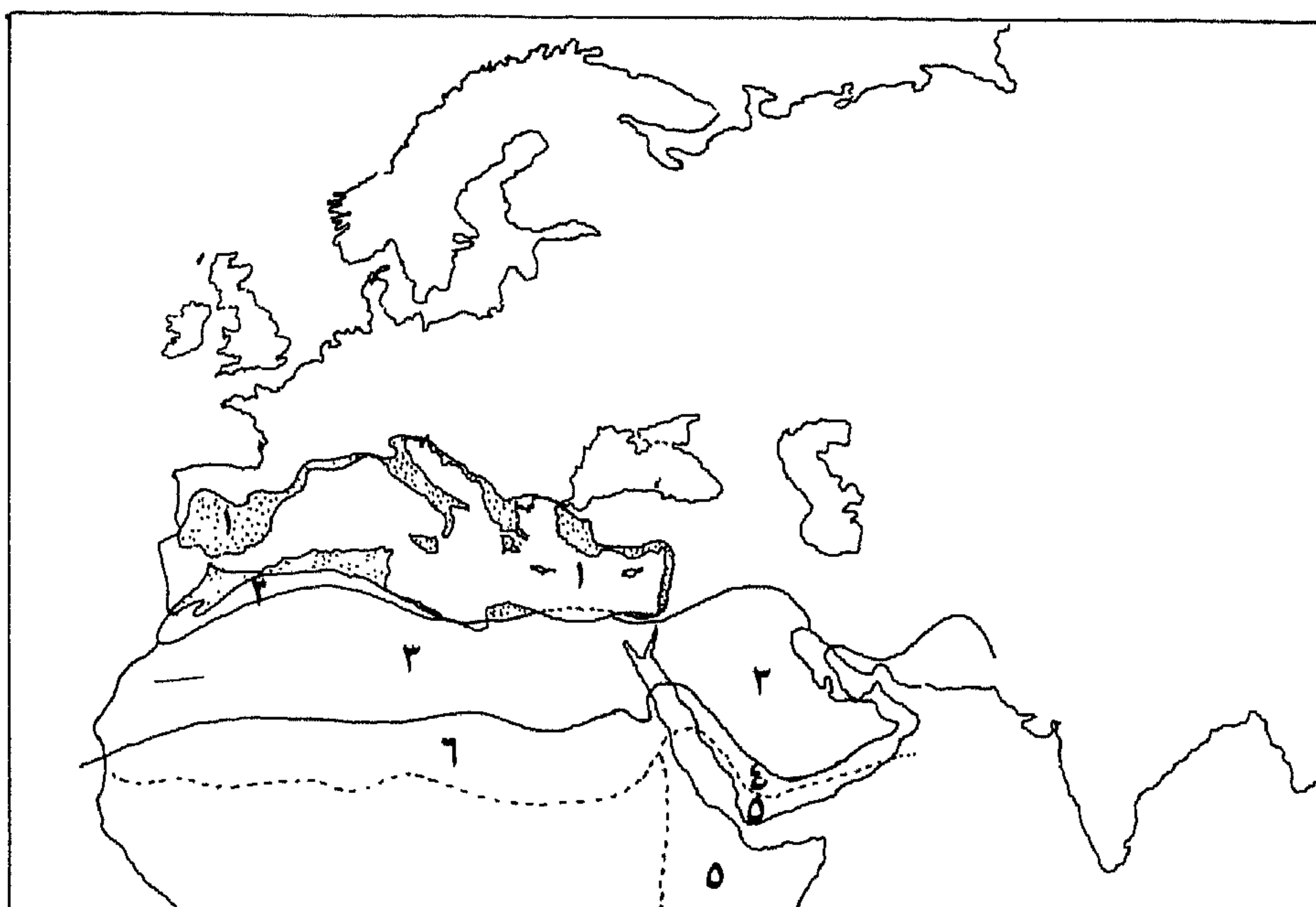
ويقسم Zohary (١٩٧٣) هذه المنطقة إلى إقليمين Provinces غربي وشرقي يمر الخط الفاصل بينهما من ليبيا.

المنطقة الصحراوية في الجزيرة العربية

The Saharo-Arabian territory in Arabia

تحتل المنطقة الصحراوية العربية مساحات واسعة في المناطق غير المدارية

Extratropical من المملكة (انظر شكل ٦٢)، ويوجد ثلاثة مواطن Habitats تتركز فيها فلورة المنطقة الصحراوية العربية وهي: الحماة والصحارى الحصبائية والسهول الرملية ونجدها كذلك في الكثبان الرملية والتراب الملحية في المناطق المنخفضة قليلة الأمطار وفي الواحات وفي السهول الساحلية في الخليج العربي والبحر الأحمر وخليج العقبة.



شكل (٦٢) المناطق الجغرافية النباتية في المملكة العربية السعودية والبلدان المجاورة لها.

- | | |
|------------------------------------|---------------------------------|
| ١ - منطقة حوض البحر الأبيض المتوسط | ٢ - المنطقة السهبية الموريتانية |
| ٣ - المنطقة الصحراوية العربية | ٤ - المنطقة النوبية السودانية |
| ٥ - المنطقة الأريترية - العربية | ٦ - المنطقة الساحلية السودانية |

ويمكن تمييز ثلاثة صفوف (طوائف) من الغطاء النباتي Vegetation Classes في هذه المنطقة وهي:

- أ - صف العجرم Class Anabasetea.
- ب - صف الرتم Class Retametea.
- ج - صف السويداء Class Suaedetea.

صف العجرم

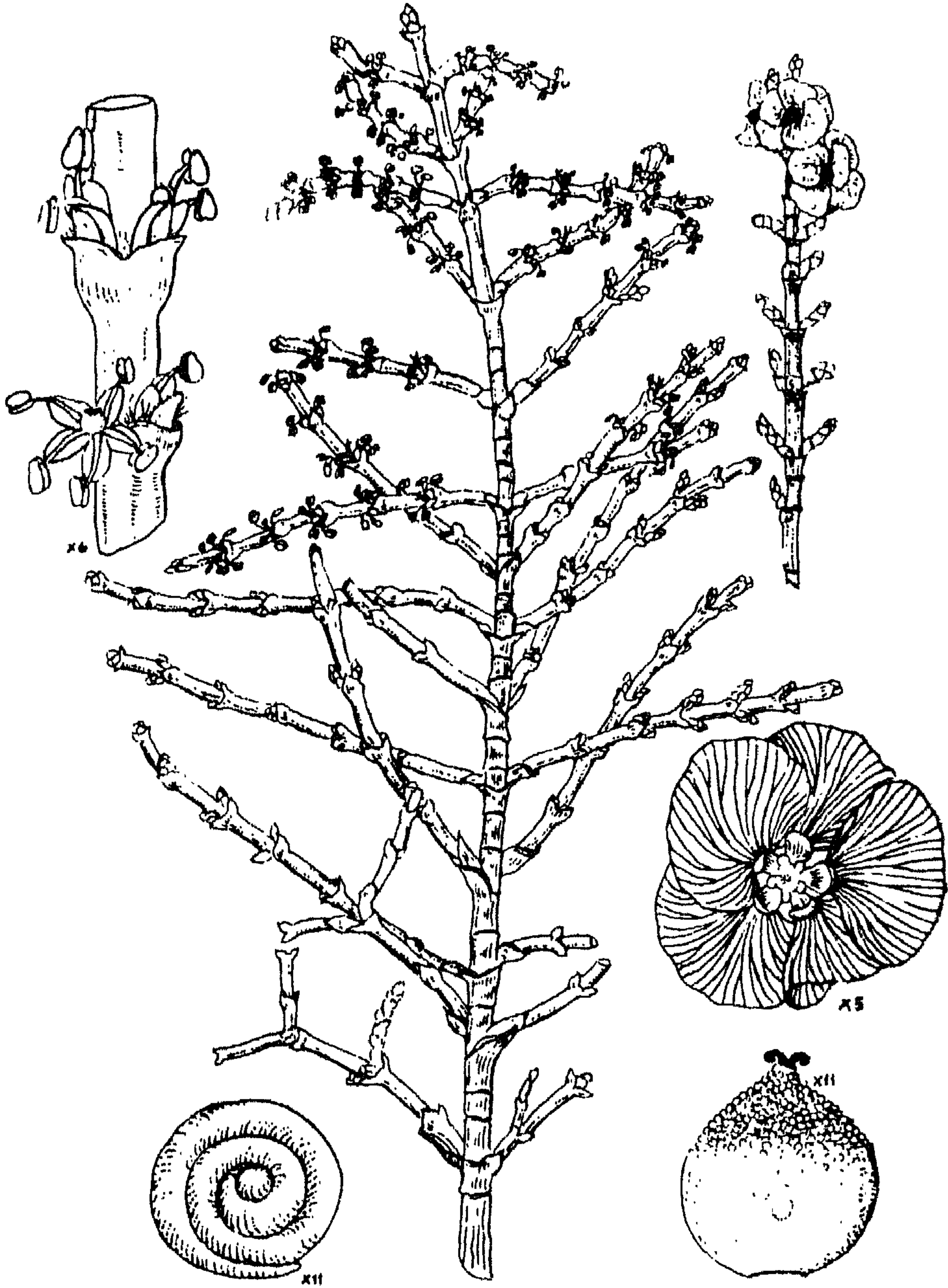
تغطي العشائر Associations التابعة لصف العجرم مساحات واسعة من الحماة والصحاري الحصبائية، فحسب قول Blatter (١٩١٩ - ١٩٣٦) و Good (١٩٥٣) و Burt and Lewis (١٩٤٩ - ١٩٥٤) و Zohary (١٩٥٧) وغيرهم، توجد جماعات صف العجرم على جانبي النفود والدهناء في شمال غرب المملكة، وأهم الأنواع السائدة التابعة لهذا الصف في شمال المملكة العجرم *Anabasis articulata* (شكل ٦٣) و *Gymnocarpus decandrum*، والزمران *Traganum nudatum*، والمليح *Halogeton alopecuroides*، والقتاد *Astragalus spinosus*، و *Salvia lanigera* والذنبان *Reseda muricata* والتمير *Erodium glaucophyllum* والشويكة *Fagonia spp.* والسُّلَّة (الشبرم) *Zilla spinosa* والهشمه *Helianthemum kahiricum* وغيرها.

صف الرتم

يتمثل بشكل جيد في شمال المملكة ويضم عددا من العشائر Associations، وأهم الأنواع السائدة في هذا الصف الرتم *Lygos raetam* (شكل ٦٤) والأرطى *Calligonum comosum* والغضا *Haloxylon persicum* (شكل ٦٥) والجربة *Farsetia longisiliqua* والعلنده *Ephedra alata* والثمام *Panicum turgidum* والعادر *Artemisia monosperma* والترَبَه *Silene villosa* وغيرها.

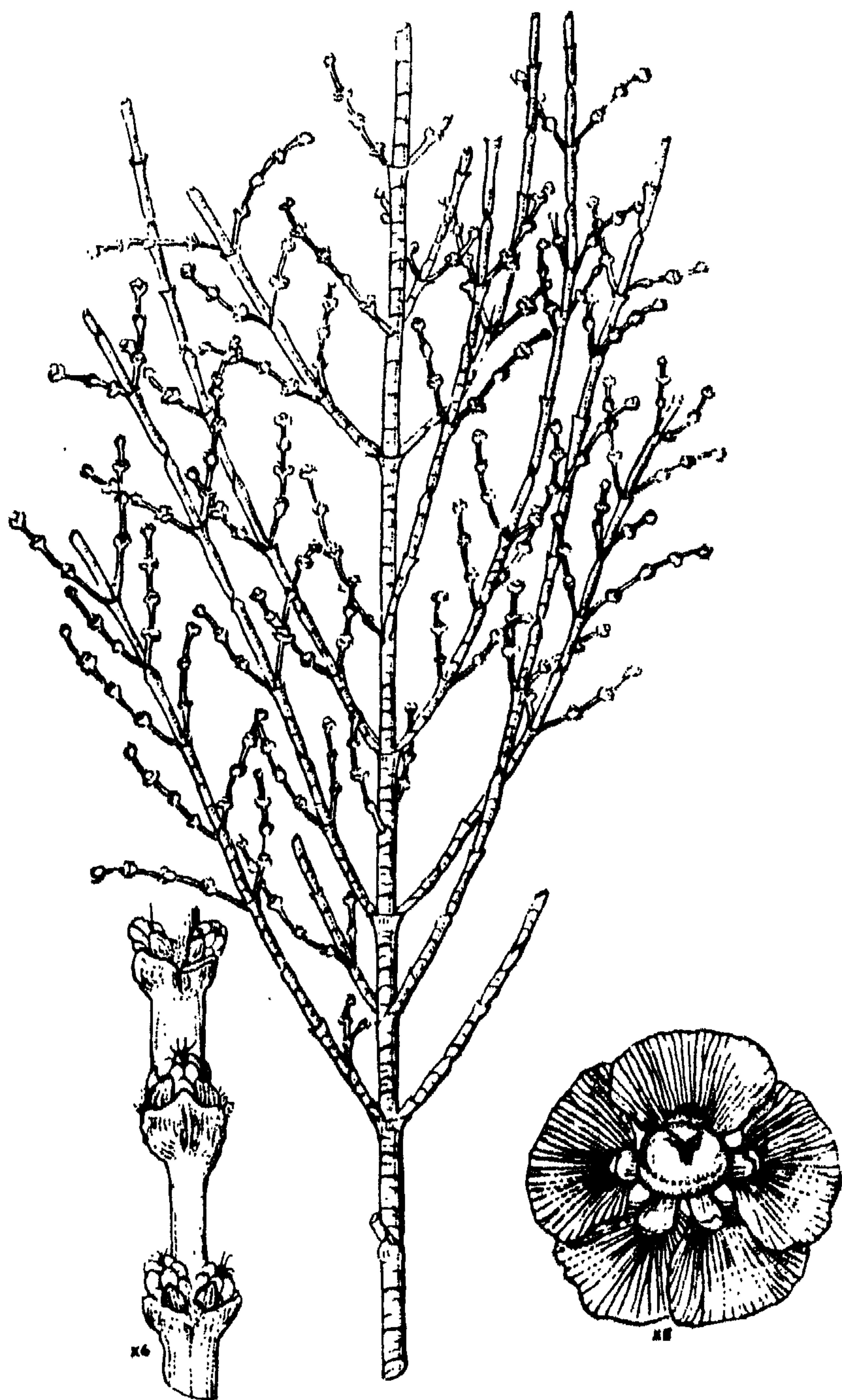
صف السويدة

تتركز عشائر هذا الصف في المناطق ذات الترب الملحية حيث تكثر في رقع على طول السواحل، وأهم الأنواع السائدة في هذا الصف: السويده *Suaeda aegyptica* والسويده *Suaeda vermiculata* والسويده *S. monoica* (شكل ٦٦) والحضادي *Halocnemum strobilaceum* والقَطَف *Atriplex halimus* والشعران *Anabasis setifera* والشنان *Seidlitzia rosmarinus* والرُّغَل *Atriplex leucoclada* والنمص *Juncus maritimus* والرطريط *Zygophyllum coccineum* والشليل *Limonium axillare* وغيرها.



شكل (٦٣) نبات العجرم *Anabasis articulata*.

شكل (٦٤) نبات الرتم *Lygos raetam*.



شكل (٦٥) نبات الغضا *Haloxylon persicum*.

شكل (٦٦) نبات السويده *Suaeda monoica*.

٢ - المنطقة السودانية Sudanian Region

وتشكل الشريط الشمالي من المنطقة الاستوائية القديمة Paleotropic في افريقيا وجنوب غرب آسيا وجنوب إيران وجنوب غرب باكستان وكذلك صحراء السند وراجستان Rajasthan.

The Sudanian territory in Arabia المنطقة السودانية في شبه الجزيرة العربية

تتميز المناطق المدارية في المملكة التي تدخل ضمن هذه المنطقة بغناها بالفلورة وبتنوع غطائها النباتي والذي يمثل المنطقة الاريترية - العربية Eritreo-Arabian province والمنطقة النوبية - السنديّة Nubo-Sindian province ومن الجدير بالذكر أن المنطقة الاريترية - العربية ممثلة بشكل جيد في جنوب وجنوب غرب المملكة وفي المناطق الجنوبية الشرقية من شبه الجزيرة العربية ، أما المنطقة النوبية - السنديّة فتمثيلها أقل .

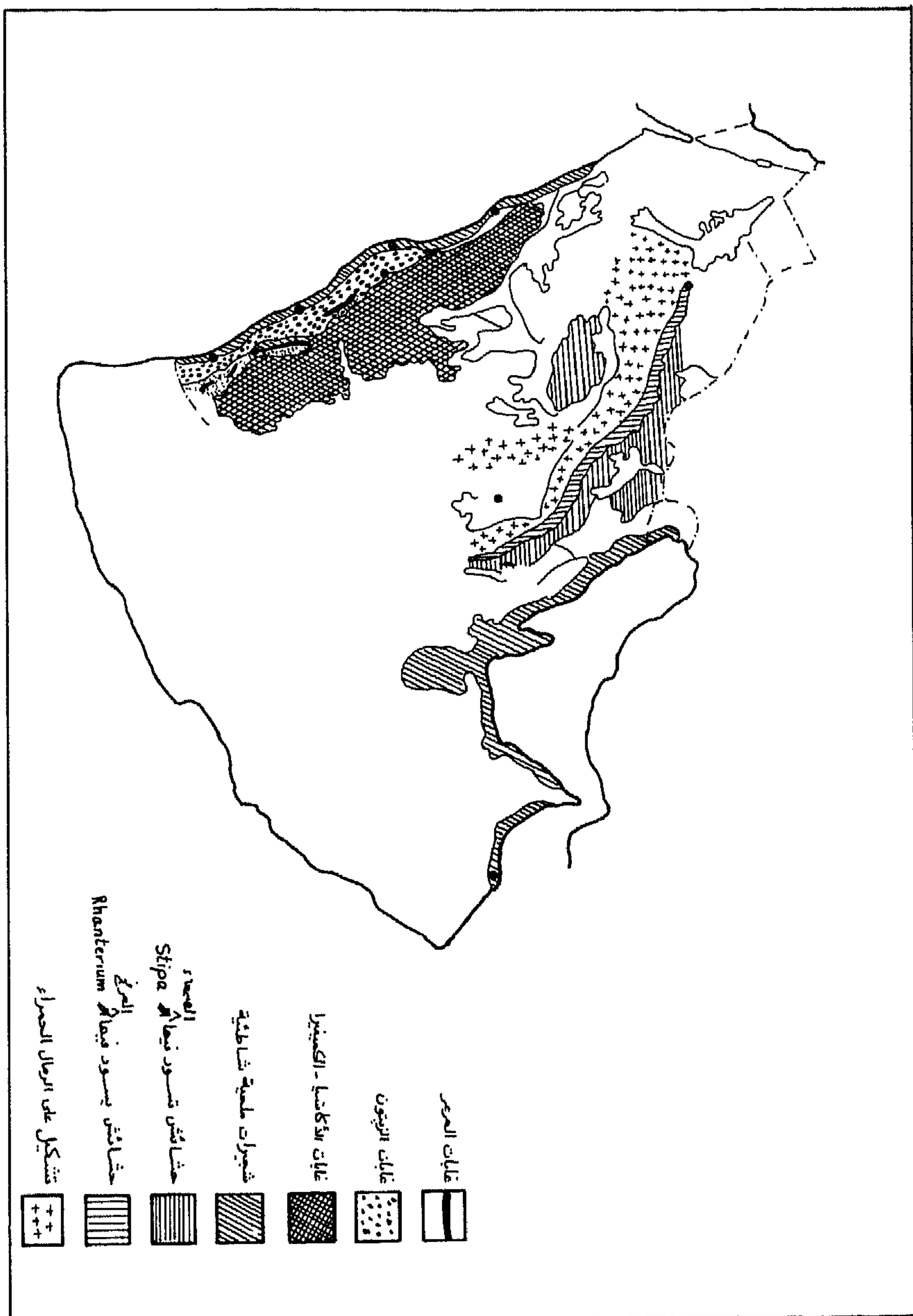
وفيما يلي قائمة تبين غنى شبه الجزيرة العربية
بالأجناس المدارية (عن Schwartz ١٩٣٩)

| عدد الأنواع | الجنس | عدد الأنواع | الجنس |
|-------------|-------------------|-------------|-------------------|
| ٢٠ | <i>Acacia</i> | ١٠ | <i>Ficus</i> |
| ١٦ | <i>Crotalaria</i> | ٨ | <i>Loranthus</i> |
| ١٤ | <i>Cassia</i> | صفر | <i>Cleome</i> |
| ٢٥ | <i>Indigofera</i> | صفر | <i>Maerua</i> |
| ١٧ | <i>Tephrosia</i> | صفر | <i>Kalanchoe</i> |
| ١٤ | <i>Polygala</i> | ٧ | <i>Commiphora</i> |
| ٩ | <i>Grewia</i> | ١٧ | <i>Euphorbia</i> |

| عدد الأنواع | الجنس | عدد الأنواع | الجنس |
|-------------|--------------------|-------------|--------------------|
| ٧ | <i>Ceropegia</i> | ٨ | <i>Abutilon</i> |
| ١٣ | <i>Ipomoea</i> | ١٧ | <i>Caralluma</i> |
| ١٤ | <i>Ocimum</i> | ١٥ | <i>Convolvulus</i> |
| ٢٢ | <i>Solanum</i> | ٧ | <i>Ruellia</i> |
| ١٥ | <i>Barleria</i> | ١١ | <i>Tusticia</i> |
| ٨ | <i>Conyza</i> | ٩ | <i>Veronica</i> |
| ١٦ | <i>Francoeuria</i> | ١٤ | <i>Senecio</i> |
| ٥ | <i>Cymodocea</i> | ٧ | <i>Launaea</i> |
| ٧ | <i>Digitaria</i> | ٧ | <i>Panicum</i> |
| ١٨ | <i>Aristida</i> | ١١ | <i>Pennisetum</i> |
| ١٠ | <i>Sporobolus</i> | ١٢ | <i>Eragrostis</i> |
| ٨ | <i>Aloe</i> | ١٨ | <i>Cyperus</i> |
| | | ٩ | <i>Commelina</i> |

يمكن من خلال الدراسات المتفرقة لعدد من الباحثين Vesey-Fitz Gerald (١٩٥٥، ١٩٥٧) و Popov و Zeller (١٩٦٣) و Wissman (١٩٤٨) وغيرهم تمييز النطاقات التالية في المناطق الجبلية التابعة للمنطقة السودانية في الجزيرة العربية (شكل ٦٧).

١ - نطاق الغطاء النباتي الألبى - الإفريقي *The Afro-alpine vegetation zone*
ويوجد على ارتفاع ٢٥٠٠ - ٣٠٠٠ م فوق سطح البحر ويتميز بالأنواع التالية:
Pittosporum abyssinicum, *Lactuca yemenenes*, *Helichrysum abyssinicum*,
Potentilla reptans, *Rubus petitianus*, *Senecio harazianus*, *Gerbera piloselloides*,



شكل (٦٧) خريطة نباتية جزئية للمملكة العربية السعودية.

تشكيل نباتي مفتوح *Open formation*. *Rosa abyssinica, Grassula spp.* والعديد من الأعشاب والنجليات التي تنظم في

٢ - نطاق الغابات الجبلية *The zone of mountain forests*

يتألف بشكل أساسي من العرعر *Juniperus spp.* الذي يسود في هذه الغابات على ارتفاع ٢٠٠٠ - ٣٠٠٠ م، وهذا النمط من الغابات معروف أيضا في اريتريا والصومال واثيوبيا وكينيا وذلك على نفس الارتفاع.

٣ - إلى الأسفل من هذه المنطقة وحتى ١٥٠٠ م

نجد غابات جبلية دائمة الخضرة يسود فيها الزيتون البري (*Olea*) الأنواع التالية: *Tarchonanthus camphoratus* و *chrysophylla* كما يمكن أن نجد في هذه الغابات *Ficus populifolia, Teclea nobilis, Acokanthera deflersii, Jasminum gratissimum, Ficus vasta, Rhus spp., Croton spp., Euclea kellau, Carissa edulis* وغيرها.

٤ - النطاق من ١٠٠٠ وحتى ١٥٠٠ م فوق سطح البحر

والذي يسود فيه تشكيل *Acacia-Commiphora* وتشكل غابات ساقطة الأوراق. هذا ويمكن أن نجد أمثلة هذا التشكيل اعتبارا من ٥٠٠ م فوق سطح البحر وهي تغطي السفوح شديدة الانحدار في المنحدرات الشرقية القريبة للجبال.

أما في السهول المعرضة للانجراف *Eroded plains* فتسود الأكاشيا إلى جانب العديد من الشجيرات مثل العوسج *Lycium shawii* والمرخ *Leptadenia pyrotechnica* والسرح *Maerua crassifolia* والقرمط *Cadaba* وفي الأودية نجد السدر *Ziziphus* و *spina-christi* والسُّلع *Cissus quadrangularis*.

الفصل الرابع

تكيف النباتات لتحمل الظروف الصحراوية والجافة

نظرا لكون مناخ المملكة العربية السعودية شديد الجفاف حيث الشدة الضوئية المرتفعة وخاصة في الفترة الجافة ونظرا لكون الصيف طويل حار وجاف والشتاء قصير قليل الأمطار نجد أن للنباتات التي تعيش في مثل هذه الظروف عددا من الخواص تمكنها من الإنبات والنمو في هذه الظروف الجافة وأهم هذه التكيفات ما يأتي :

أولا : وجود نسبة عالية من النباتات الحولية سريعة الزوال

Ephemeral annuals

تتراوح بين ٥٠ و ٦٠٪ من عدد الأنواع في صحاري المملكة ، وتتمكن هذه النباتات العشبية من أن تكمل دورة حياتها في فترة قصيرة تكون في المتوسط ما بين ٦ و ٨ أسابيع ، ويقتصر نشاطها الخضري على فترة الأمطار القصيرة ، وتقضي فترة الجفاف التي قد تمتد إلى بقية السنة أو إلى عدة سنوات على شكل بذور كامنة . ومثل هذه النباتات تعتبر هاربة من الجفاف وذلك لأنها تكمل دورة حياتها من الإنبات حتى تكوين البذور في الفترة الرطبة من السنة .

من أهم ميزاتها المورفولوجية أنها صغيرة الحجم وجذورها قليلة العمق ، ولكنها تنتشر أفقيا وتغطي مساحة كبيرة من التربة وبذلك تستغل مياه الأمطار حتى القليلة منها .

ويعتمد بقاء النباتات الحولية الهاربة من الجفاف في مثل هذه البيئة الصحراوية على قدرتها في إنتاج البذور وهي تتميز، إضافة إلى سرعة نموها، بقدرتها على الإزهار والإثمار المبكر وبقدرة فائقة في تنظيم حجمها تبعا لرتوبة الوسط، فمثلا يصل طول نبات الضريسة *Tribulus terrestris*، الذي يعيش في وسط قليل الرطوبة، من ٣ - ٦ سم ويحمل زهرة أزهرتين فقط وبهذا ينتج بذورا جديدة وإن قل عددها. أما في الأوساط الرطبة كالأودية والمنخفضات فيصل طوله إلى ٥٠ سم وأكثر ويحمل عشرات الأزهار، إضافة إلى ما سبق، تتمتع بذور النباتات العشبية سريعة الزوال بآليات تجعل البذرة في حالة سكون وتحد من الإنبات قبل الأوان وبذا تتفادى محاولات الإنبات الفاشلة.

ثانيا: يلحق بالنباتات العشبية الهاربة من الجفاف النباتات العشبية المعمرة سريعة الزوال **Ephemeroïds**

والتي تتميز بفترة نمو قصيرة إذ تتمكن، كما النباتات العشبية الحولية سريعة الزوال، خلال ١ - ٣ أشهر من أن تكمل دورة حياتها وتكون البذور، ومع بداية فصل الجفاف يجف الجزء فوق التربة منها، أما أجزاءها المغمورة في التربة (ريزومات، أبصال، درنات . . . الخ) والتي توجد على عمق ١٥ - ٢٠ سم فإنها تنتقل إلى وضع الكمون مثل *Poa sinaica* و *Carex* وغيرها.

ثالثا: أما الأنواع المعمرة الأخرى

والتي يستمر نموها في الفصل الجاف فإنها تتكيف بأشكال مختلفة تختلف باختلاف الأنواع، وهذه النباتات هي التي تسمى بالنباتات الجفافية *Xerophytes*، وتقسم النباتات الجفافية إلى قسمين ١ - عصارية *Succulents* ٢ - جفافية قاسية *Sclerophytes*.

١ - النباتات العصارية *Succulents*

تتميز النباتات العصارية بوجود الأنسجة المدخرة للماء الذي تجمعها في الفترة

الرطوبة من السنة وتستغله في الفصل الجاف، وقد تخزن هذه النباتات الماء في الأوراق كما في نبات الصبر (الصَّبَّار) *Aloe vera* (شكل ٦٨) أو في الساق كما في نبات الغلثي *Caralluma penicillata*. ونظرا لأن هذه النباتات تعتمد على الكميات القليلة من مياه الأمطار التي تبلل الطبقات العلوية من التربة فإن جذورها سطحية وتنتشر أفقيا إلى مسافات بعيدة عن النبات.



شكل (٦٨) نبات الصبار *Aloe vera*.

كما تتميز النباتات العصارية بقلّة النتح ذلك أن عدد الثغور فيها قليل (١٥ - ١٨ ثغر/مم^٢) والثغور غائرة غالباً عميقة التوضع، كما أن البشرة مغطاة بأدمة Cuticle سميكة جداً من ناحية وغنية بالمواد الدهنية Lipids والشمعية Wax التي يعود إليها الفضل في قلة نفاذية الأدمة للماء وبالتالي إنقاص النتح الأدمي إلى الحد الأدنى (Skoss ١٩٥٥، Denna ١٩٧٠). وهكذا فالنباتات العصارية عبارة عن نباتات تدخر الماء وتفقده بشكل اقتصادي كبير، ولكن هذا الاقتصاد في صرف الماء يكون على حساب نمو هذه النباتات الذي يكون بطيئاً جداً.

٢ - النباتات الجفافية القاسية Sclerophytes

وتضم معظم النباتات الصحراوية المعمرة التي تنتمي إلى أنواع مورفولوجية مختلفة من أعشاب متخشبة وحشائش وشجيرات وأشجار. تمتلك هذه النباتات تكيفات مختلفة تمكنها من تحاشي أو تحمل الجفاف وأهمها ما يأتي:

١ - زيادة نمو المجموع الجذري. تمتلك أغلب هذه النباتات مجموعاً جذرياً بالغ النمو والتفرع وينتشر عمودياً إلى أعماق كبيرة تصل من ١٠ - ١٥ م في بعض الأحيان وبذلك يمتص المياه الموجودة في الطبقات العميقة من التربة، كما يمتد أفقياً بالقرب من سطح التربة فيستغل المياه التي تبلل الطبقات العلوية من التربة، وهذا يساعده على امتصاص الماء من أكبر حجم ممكن من التربة مما يساعده في التعويض عن الماء الذي يفقد بالنتح والاحتفاظ بخلاياه في حالة امتلاء، كما يساعد الضغط الأزموزي المرتفع للعصير الخلوي، في هذه النباتات، على امتصاص المزيد من الماء.

أوضحت الدراسات التي قام بها مجاهد وآخرون (Migahid et.al ١٩٧٣) أن شجيرة المرخ *Leptadenia pyrotechnica*، الواسعة الانتشار في المملكة والتي يصل ارتفاعها إلى ١٦٠ سم ترسل جذورها إلى عمق ١١,٥ متراً، وتمتد جذورها إلى الجانبين في دائرة قطرها عشرة أمتار، وبينت هذه الدراسات كذلك أن كمية المياه المتاحة في هذا الحجم الكبير من التربة تعادل ٢٣٠٠٠ كيلوجرام، وكل ما تفقده هذه الشجيرة بالنتح سنوياً لا يزيد عن ٣٠٠,٥ كيلوجرام، أي أن كمية المياه المتاحة تكفيها

مدة أربع سنوات دون أية حاجة إلى إمدادات جديدة بالماء. ويساعد تباعد النباتات الذي يميز الغطاء النباتي المفتوح على توسيع رقعة التربة المتاحة للفرد الواحد ليأخذ منها احتياجاته المائية.

هذا وإن زيادة نسبة المجموع الجذري في النباتات الصحراوية يرافقها عادة اختزال المجموع الخضري، فنبات العاقول *Alhagi maurorum* مثلا تمتد جذوره إلى ١٠ أمتار عمقا بينما لا يكاد يتجاوز ارتفاع المجموع الخضري ٥٠ سم (Batanouny ١٩٧٦)، وهذا التكيف في زيادة نسبة المجموع الجذري إلى المجموع الخضري / Root/Shoot ratio يزيد من كمية المياه المتاحة للنبات من جهة ويقلل النتج من جهة أخرى مما يزيد من تجنب النبات للجفاف، وبصورة عامة فإن نسبة المجموع الجذري إلى المجموع الخضري / Root/Shoot ratio في النباتات الجفافية مرتفعة جدا، بالمقارنة مع أنماط الغطاء النباتي الأخرى، كما يتضح من القائمة التالية:

نسبة كتلة المجموع الجذري إلى المجموع الخضري
(وزن جاف) في بعض أنماط الغطاء النباتي
(انظر Larcher ١٩٧٦)

| المجموع الجذري | المجموع الخضري | نمط الغطاء النباتي |
|----------------|----------------|---|
| ٢٠ - ١٠ | ٩٠ - ٨٠ | نباتات شجرية استوائية ومدارية |
| ٢٠ | ٨٠ | أشجار ساقطة الأوراق في المناطق المعتدلة |
| ٧٠ - ٥٠ | ٥٠ - ٣٠ | نجيليات السهوب |
| ٧٠ | ٣٠ | أ - شبه رطبة |
| ٩٠ | ١٠ | ب - شبه جافة |
| ٩٠ - ٨٠ | ٢٠ - ١٠ | الصحراء |

ب - تقليل فقد الماء عن طريق النتح . هناك تكييفات مختلفة لذلك أهمها التالية :

(١) قفل الثغور. والثغور هي الجهاز الذي يتم خلاله تبادل الغازات وهو الذي يستطيع تنظيم عملية النتح . لقد بينت الدراسات (Levitt ١٩٧٢) أن النباتات المقاومة للجفاف تستطيع قفل ثغورها بسرعة كبيرة خلال فترات الحرارة المرتفعة ولا تفتح الثغور إلا خلال فترة قصيرة في ساعات الصباح التي تستغلها في عملية البناء الضوئي ، وفيما يلي قائمة تبين قدرة بعض النباتات الجفافية على قفل ثغورها بسرعة كبيرة عند تعرضها للإجهاد المائي :

| الزمن اللازم لغلق الثغور/ دقيقة | اسم النوع |
|---------------------------------|---------------------------------|
| ٣٠ | <i>Byrsonima coccolobifolia</i> |
| ٢٠ | <i>Andira humilis</i> |
| ٣٠ | <i>Annona coriacea</i> |
| ٢ | <i>Spondias tuberosa</i> |
| ١٠ | <i>Caesalpinia pyramidalis</i> |
| ٢ | <i>Jatropha phylacantha</i> |
| ٥ | <i>Ziziphus joazeiro</i> |
| ٣ | <i>Bumelia sartorum</i> |

ونرى في هذه القائمة أن بعض النباتات يمكن أن تغلق ثغورها كافة خلال خمس دقائق أو أقل ، وتفتح الثغور فقط لفترة قصيرة خلال الصباح الذي يكون عادة غير شديد الجفاف (Ferri ١٩٥٥) .

(٢) اختزال السطح الناتح . تقل شدة النتح إذا اختزل السطح الناتح وذلك بسقوط جزء من الأوراق أو باستبدال الأوراق الربيعية الكبيرة لتحل

محلها أخرى صغيرة أكثر تحملاً للجفاف . فمثلاً دراسات Zand و Orshan (١٩٦٢) بينت أن مساحة السطح الناتج في النباتات التي تنمو في صحاري فلسطين تنقص بمعدل ٧٢ - ٩٦٪ سنوياً . مثال ذلك *Anabasis articulata*, *Noea mucronata*, *Haloxylon articulatum*, *Zygophyllum dumosum*, *Artemisia herba-alba* . أما النباتات التي تعيش في المناطق الجافة في شرق حوض البحر الأبيض المتوسط فينقص سطحها الناتج بمعدل ٢٥ - ٤٩٪ سنوياً مثل *Phlomis villosa*, *Poterium spinosum*, *Teucrium polium*, *Thymusa capitatus* . أما النباتات التي تعيش على الترب الرملية مثل نبات *Artemisia monosperma* فينقص سطحها الناتج بمعدل ٥٥٪ سنوياً .

كما تسقط النباتات عديمة الأوراق جزءاً من أفرعها فيقل السطح الناتج، أما النجيليات المعمرة فتجف وتفقد كل أوراقها الخضراء تقريباً ويتوقف نشاطها، ومع حلول موسم الأمطار الجديد تكوّن أفرعاً خضراء جديدة من براعم كامنة .

(٣) تقليل النتح الأدمي . تمتلك أغلب النباتات التي تعيش في المناطق الجافة أدمة Cuticle سميكة تعمل على تقليل النتح من ناحية وحماية النبات من الأشعة الشمسية من ناحية ثانية، إذ تعكس قسماً كبيراً منها . هذا وإن إقلال النتح الأدمي يعود بشكل رئيسي إلى ترسب المواد الدهنية Lipids والشمعية Wax وهي تقلل من نفاذية الأدمة للماء، وبينت دراسات Skoss (١٩٥٥) أن زيادة المواد الدهنية والشمعية هي المسؤولة عن الحد من نفاذية الماء من خلال الأدمة .

(٤) وللنباتات الجفافية عدد من الصفات المورفولوجية والتشريحية وغيرها تمكنها من تحمل الأوساط الجافة وأهم هذه الصفات هي التالية :

(١) صغر حجم الأوراق والذي يعتقد أنها خاصة مرتبطة مع تقليل

سطح النتح، ويمكن القول بصورة عامة أن النباتات صغيرة الأوراق هي السائدة في المناطق الجافة.

(ب) تغطي سطح أوراق بعض النباتات شعيرات كثيفة، وتقوم الشعيرات بعكس جزء من الأشعة الشمسية كما تشكل بينها وسطا مرتفع الرطوبة مما يقلل من النتح كما في نبات الغلقة *Pergularia tomentosa* والغرقدان *Abutilon spp.*

(ج) تكثر النباتات التي لا تحمل أوراقا والتي تسمى بالنباتات اللاورقية Aphyllous plants مثل المرخ والارطى والرمث والرم *Lygos raetam* (شكل ٦٤).

(د) تتحور الأفرع في بعض النباتات إلى أشواك كما في العاقول *Alhagi maurorum* والسلة *Zilla spinosa*.

(هـ) زيادة الأنسجة الدعامية وتخشب (تلجنن) معظم خلايا الأنسجة، مما يزيد من صلابة الخلايا وبالتالي تحافظ على شكلها حتى ولو انخفض المحتوى المائي فيها.

(و) التفاف الأوراق في عدد من النباتات الجفافية بحيث تلتقي حوافها تقريبا وتشكل جوبا مغلقا تفتح عليه الثغور، يزداد الالتفاف في الفترة الجافة من النهار وينقص في الفترة الرطبة، وتوجد هذه الخاصية في الكثير من النجيليات مثل نبات *Stipa* ونبات *Festuca* ونبات قصب الرمال *Ammophila arenaria* (شكل ١٩) ويؤدي هذا الالتفاف إلى تقليل النتح بنسبة تتراوح بين ٦٠ و ٩٠٪، وذلك لأن الثغور تفتح في الجوف المغلق مما يؤدي إلى زيادة رطوبة الهواء داخله وبالتالي نقص النتح.

(ز) وجود الثغور في انخفاضات تجعلها غائرة دون مستوى سطح

البشرة، كما أن ثغور بعض النباتات توجد في تجاويف محمية بالأوبار كما في نبات الدفلة *Nerium oleander* (شكل ٢٠).

(ح) إنبات البذور. تعتبر الآليات التي تنظم إنبات البذور في المناطق الجافة من التحورات الهامة التي تمكن البادرات الناتجة عن البذور من النمو وإعطاء نبات بالغ. ويعتمد بقاء النباتات في هذه البيئة على ما يكون للبذور من خصائص تمكنها من الاستجابة لمؤثرات الوسط الخارجي ومؤثراته بحيث لا يتم الإنبات إلا في المكان والزمان المناسبين حيث تتوفر للبادرات أفضل الظروف لتنمو وتصل إلى طور النبات الناضج. وسنحاول التعرض لبعض الآليات التي تعمل على تنظيم إنبات البذور، في صحراء المملكة، والتي تجدد من حدوث الإنبات قبل أوانه مما يعرض البادرة للموت:

● تتميز وحدات التكاثر كما في نبات السلة (*Batanouny et. al.* ١٩٧٢) والحرمل (*El-Naggar* ١٩٦٣) بوجود معوقات للإنبات وهي عبارة عن مواد كيميائية تذوب في الماء، وتوجد هذه المواد عادة في الجنين أو القصرة وفي أحيان أخرى في الغلاف الثمري وتلعب دورا فعالا في تنظيم عملية الإنبات. ولا يتم إنبات مثل هذه البذور إلا إذا هطل مطر غزير وكاف ليبلل التربة إلى عمق كبير ويغسل ما تحويه البذور من المواد المعيقة للإنبات ويزيلها من البذرة والتربة المحيطة بها، لذا فإن المطر القليل الذي لا يبلل التربة إلى عمق كبير لا يغسل المواد المعيقة للإنبات وتبقى البذور في حالة سكون. وقد شبه علماء الأحياء هذه الظاهرة الحيوية بجهاز لقياس كمية المطر يمكن البذرة من قياس كمية المطر قبل أن تتسرع في الإنبات.

تعتبر هذه الدقة في تحديد الاحتياجات المائية اللازمة لإنبات البذرة من التكيفات الهامة التي تضمن للبادرات الناتجة عن عملية الإنبات ظروفًا لاحقة مناسبة تمكنها من النمو والوصول إلى مرحلة النبات الناضج، وهذه النباتات التي لا تنبت بذورها إلا إذا توفرت كميات معينة من مياه الأمطار، تنبت

بسرعة في الظروف البيئية المناسبة وتستفيد من أكبر قسط من الماء المتاح في الموسم الماطر والذي يكون عادة قصيرا (Mahmoud 1977).

● كثيرا ما يكون العامل المعيق لإنبات البذرة هو كون قصرة البذرة غير منفذة للماء، وتشيع هذه الظاهرة في كثير من النباتات الصحراوية وخاصة أنواع الفصيلة القرنية Leguminosae ، ويمكن جعل مثل هذه البذور منفذة للماء بطرق ميكانيكية كخدشها بأداة حادة أو غمسها في حمض (شكل ٦٩) ولعل هذا ما يحدث في الطبيعة إذ أن احتكاك هذه البذور المستمر بالحصى



شكل (٦٩) زيادة إنبات بذور السنط العربي بزيادة مدة غمسها في حمض الكبريتيك المركز قبل إنباتها في درجة حرارة ٢٠ درجة مئوية .

وحبيبات الرمل نتيجة للسيول والعواصف، وتعرضها المستمر لدرجات الحرارة المتباينة بين الليل والنهار بالإضافة إلى درجة الرطوبة المرتفعة في الموسم الماطر يلين قصرة هذه البذور ويجعلها منفذة للماء، كما أن تغذي الحيوانات على هذه البذور ومرورها خلال الجهاز الهضمي وتعرضها للعصارات الهضمية يؤدي إلى زيادة نفاذية قصرتها للماء بعد خروجها مع فضلات الحيوانات.

● تعمل معوقات الإنبات الكيميائية وكذلك القصرة السمكية غير المنفذة للماء على توزيع الإنبات على فترات متتالية عبر السنين، الأمر الذي يحفظ عددا من البذور، في التربة، القادرة على الإنبات فيما بعد، خاصة إذا حدث جفاف يقتل البادرات التي نتجت عن إنبات بذور بعد نزول مطر وافر، الشيء الذي كثيرا ما يحدث في المناطق الجافة.

● يعتمد تنظيم عملية الإنبات كذلك على تمتع وحدات التكاثر بآليات تجعل الجنين في حالة كمون يحد من الإنبات في الظروف غير المناسبة، فمثلا تنبت بذور نبات العادر *Artemisia abyssinica* غير الكامنة بنسبة مرتفعة وبسرعة إذا عرضت لدرجات حرارة متقلبة تماثل درجات الحرارة التي تسود في الموسم الماطر (ديسمبر - إبريل)، (Mahmoud et al. 1982) وتدخل البذور في حالة سبات إذا عرضت لدرجات حرارة مرتفعة تماثل درجات الحرارة السائدة في شهر مايو (آيار) وهوبداية موسم الجفاف، كما يمكن لهذه البذور الكامنة أن تنبت إذا عرضت لدرجة حرارة تماثل درجة الحرارة السائدة في أحد أشهر الموسم الماطر.

يتضح من هذا أن درجة الحرارة مؤثر يحفز البذور في الموسم المناسب لإنباتها.

● تنحصر الظروف البيئية المناسبة لإنبات البذور ونمو البادرات في أماكن محددة (المنخفضات والأودية وأماكن تجمع المياه وغيرها) ووقوع البذور في مثل

هذه الأوساط يعني زيادة الفرص أمامها للإنبات وتكوين نبات ناضج، لذا نجد أن النباتات غالباً ما تكون أعضاؤها التكاثرية مزودة بتكيفات تساعد على الانتشار مما يزيد من احتمال وقوعها في هذه البيئات المناسبة. وهذا ما نجده في الكثير من النباتات التي تنمو في المناطق الجافة حيث تتميز البذور بصغر حجمها وخفة وزنها مما يسهل حملها بالرياح، كما أن الكثير من البذور أو الثمار مزودة بزوائد تساعد على أن تحمل بواسطة الرياح إلى أماكن مختلفة، فمثلاً تمتاز ثمار نباتات الفصيلة المركبة *Compositae*، الواسعة الانتشار في الصحراء السعودية، بأنها صغيرة الحجم خفيفة الوزن ومزودة بزوائد شعرية تساعد على الانتقال بواسطة الرياح. كما أن لبذور نبات العشر *Calotropis procera* ونبات الغلقه *Pergularia tomentosa* مثلاً زوائد شعرية تحملها كالمظلة وتنقل بذلك إلى أماكن مختلفة، أما نبات الرمث *Hammada elegans* والحميض *Rumex vesicarius* والخزامى *Horwoodia dicksoniae* فثمارها مجنحة مما يسهل نقلها بالرياح. ولثمار بعض الأنواع زوائد أو أشواك تساعد على الالتصاق بأجسام الحيوانات وبذلك تنتقل إلى أماكن مختلفة مثل الضريسة *Tribulus terrestris* والحسكتيت *Cenchrus biflorus* والسعدان *Neurada procumbens* والنفل *Medicago laciniata* وغيرها.

الفصل الخامس

الأقاليم النباتية الطبيعية في المملكة العربية السعودية

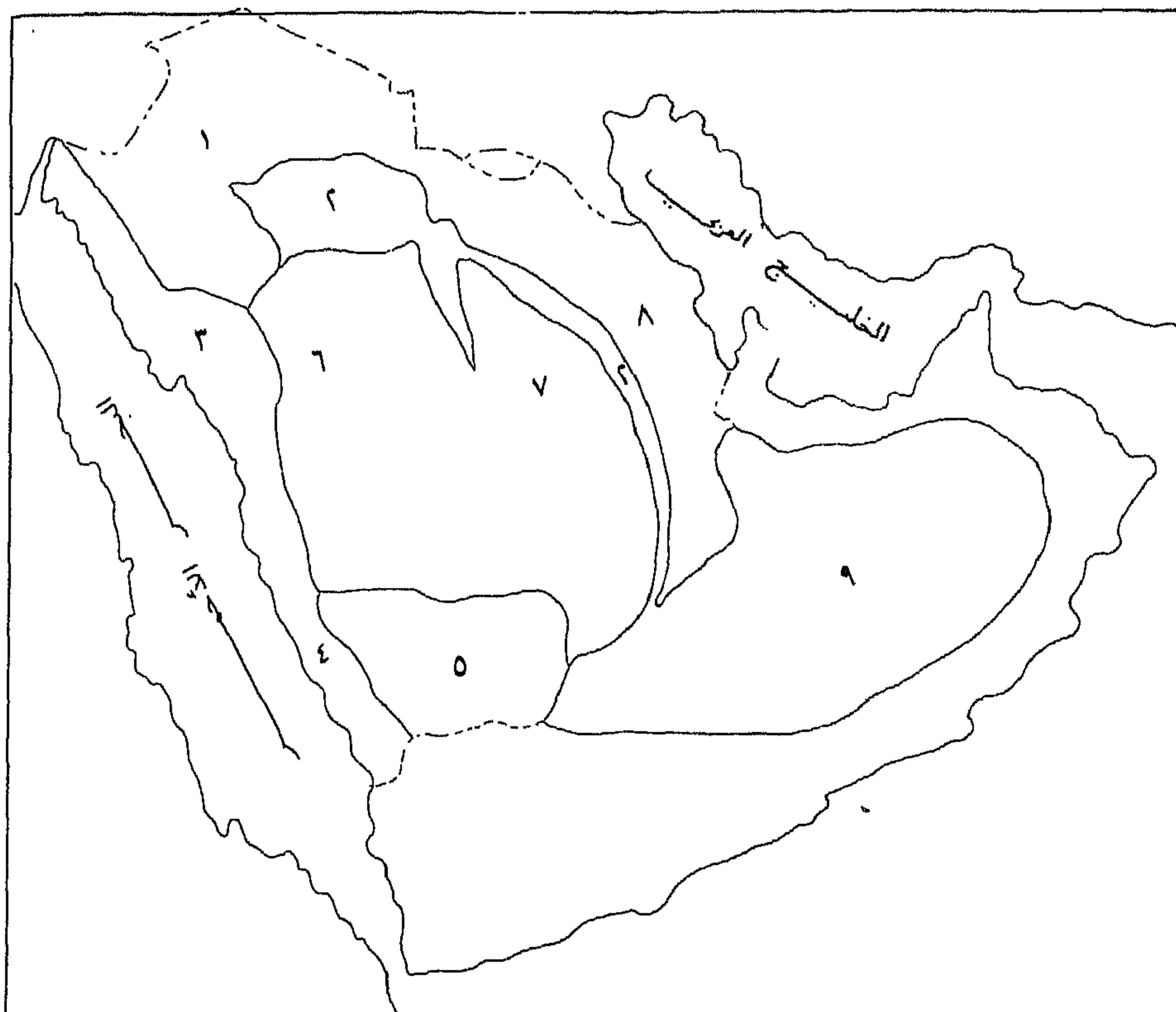
اعتمد مجاهد (١٩٨١، غير منشور) في تقسيمه المملكة إلى أقاليم نباتية طبيعية على الأسس التالية:

- ١ - الموقع الجغرافي .
- ب - التكوين الجيولوجي .
- ج - العامل الطبوغرافي (أي الارتفاع) .

وانطلاقاً من هذا قسّم المملكة إلى قسمين رئيسيين:

١ - الأول ويشمل المنطقة الغربية على امتداد جبال الحجاز بمحاذاة شاطئ البحر الأحمر من الشمال إلى الجنوب (شكل ٧٠) وهي منطقة مرتفعة مؤلفة من صخور بركانية، تنحدر انحداراً حاداً باتجاه سهل تهامة وانحداراً تدريجياً باتجاه الشرق.

٢ - الثاني ويقع إلى الشرق من القسم الأول، مساحته كبيرة ويشمل المناطق الوسطى والشرقية والشالية من المملكة، ويختلف من حيث النشأة والتكوين الجيولوجي اختلافاً تاماً عن القسم الأول، فقد نشأ من أصل رسوبي أحدث تكويناً من الصخور التي تكونت منها جبال الحجاز. تنحدر مناطق القسم الثاني انحداراً تدريجياً باتجاه الشرق حتى تصبح على ارتفاع مستوى سطح البحر بمحاذاة الخليج العربي.



شكل (٧٠) الأقاليم الجغرافية النباتية في المملكة العربية السعودية .

- | | |
|------------------|-----------------|
| ١ - الشمالية | ٢ - النفود |
| ٣ - شمال الحجاز | ٤ - جنوب الحجاز |
| ٥ - الجنوبية | ٦ - غرب نجد |
| ٧ - شرق نجد | ٨ - الشرقية |
| ٩ - الربع الخالي | |

تقسم المنطقة الغربية بدورها حسب الموقع الجغرافي والارتفاع، وما يترتب على ذلك من اختلافات في المناخ وبالتالي في الغطاء النباتي، إلى قسمين جنوبي وشمال.

يقع القسم الجنوبي في المنطقة الحارة جنوبي مدار السرطان لذا فإنه يتعرض

للرياح الموسمية المحملة بالأمطار وبهذا يختلف هذا القسم عن بقية أقسام المملكة التي إما أن تكون خارج المنطقة الحارة وبالتالي فهي غير معرضة لسقوط الأمطار الموسمية وإما أن تكون داخلية بعيدة عن البحر وبالتالي فهي أكثر جفافاً. كما يتميز القسم الجنوبي من المنطقة العربية بجباله المرتفعة المعروفة باسم جبال السروات وتشمل منطقة عسير الجبلية حيث ترتفع الجبال إلى ٣٧٠٠ م بالقرب من مدينة أبها في الجنوب، ثم يتناقص ارتفاعها تدريجياً كلما اتجهنا نحو الشمال حتى يصل إلى حوالي ٢٣٠٠ م بالقرب من الطائف و١٠٠٠ - ١٥٠٠ م في القسم الشمالي. ويقترب مع ارتفاع هذه المنطقة وتعرضها للرياح الموسمية انخفاض متوسط درجة الحرارة وزيادة كمية الأمطار (حتى ٦٠٠ مم) وارتفاع رطوبة الهواء وزيادة طول الفصل الماطر. ولهذا نجد في هذه المنطقة غطاء نباتياً كثيفاً يتألف بشكل أساسي من غابات يسود فيها العرعر *Juniperus procera* والزيتون البري (العتم) *Olea chrysophylla* والأكاشيا *Acacia* وغيرها.

أما القسم الشمالي من المنطقة الغربية فهو أقل مطراً وأشد حرارة من القسم الجنوبي وذلك بسبب قلة ارتفاع الجبال من ناحية وعدم تعرضه للرياح الموسمية لوقوعه إلى الشمال من مدار السرطان من ناحية ثانية، لذا فإن غطاءه النباتي قليل الكثافة وفقير بالأشجار.

أما المناطق الوسطى والشرقية والشمالية من المملكة فهي أكثر جفافاً من المنطقة الغربية ويتمثل فيها خصائص المناخ الصحراوي بأوضح صورته، لذا فإن الغطاء النباتي أفقر من نظيره في المنطقة الغربية.

سمات الغطاء النباتي الطبيعي في المملكة العربية السعودية

تنعكس كل الظروف المناخية التي أوضحناها سابقاً في تكوين الغطاء النباتي في المملكة العربية السعودية، ومن سمات الغطاء النباتي أنه يتكون في الغالب، من نباتات عشبية قصيرة رغم تفاوت أطوالها ويندر بينها وجود الشجيرات والأشجار والتي ينحصر

تواجدها في الأماكن التي تتجمع فيها المياه والتراب الرسوبية العميقة مثل الوديان والمنخفضات. كما يتميز الغطاء النباتي بأنه يتكون أساساً من نباتات معمرة متباعدة وتفصل بينها مسافات في الأرض العادية التي تنمو فيها الأعشاب الحولية التي تتوقف كثافتها على كمية الأمطار.

ويتكون الغطاء النباتي في أية منطقة من عدة عشائر نباتية Associations متميزة ترتبط ارتباطاً وثيقاً بنوع الموطن (المسكن) Habitat الذي تعيش فيه، ويميز كل عشيرة نوع واحد أساسي وهذا النبات المعمر السائد هو أكثر النباتات وفرة ويعطي نموه العشيرة الشكل المميز لها وتسمى باسمه، ويرافق النوع السائد أنواع أخرى من النباتات يكثر عددها أو يقل تبعاً لظروف البيئة السائدة، وتكرر العشيرة النباتية وتعيد نفسها بصورة متماثلة تقريباً كلما تكررت ظروف البيئة المناسبة.

بالرغم من أن الغطاء النباتي يتكون من عشائر مفتوحة إلا أنه يظهر طبقاً Stratification (تنضيداً) ليس واضحاً لتباعد النباتات وقلة عدد الطوابق. ويتكون من طابق النباتات الخشبية المعمرة والتي يتراوح طولها بين ٣٠ و ١٠٠ سم، ويتمثل هذا الطابق في العشائر التي يسود فيها أنواع مثل الحرمل *Rhazya stricta* والرمث *Hammada elegans* (شكل ٧١) والسنمكة *Cassia senna* والصفوى *Dipterygium glaucum* والجثجاث *Francoeuria crispa* والسكران *Hyoscyamus muticus* والعرفج *Rhanterium eppaposum* والعاذر *Artemisia abyssinica* والشث *Dodoniaea viscosa* وحشائش مثل الإذخر *Cymbopogon schöenanthus* والثمام *Panicum turgidum* والضعه *Lasiurus hirsutus* والعندب *Cyperus conglomeratus* و *Hyparrhenia hirta* وغيرها.

ويظهر تحت نباتات هذا الطابق طابق آخر يتكون من نباتات معمرة منبسطة مثل نبات الحنظل *Citrullus colocynthis* والسطيح *Corchorus depressus*، كما ويتشكل طابق آخر من الأعشاب الحولية والتي تنمو في الفصل الماطر من السنة وتعتمد كثافتها وعدد أنواعها على كمية الأمطار السنوية، مثال ذلك المداد *Boerhavia repens*

شكل (٧١) عشيرة الرمث *Hammada elegans*.

والموسبكاك *Plantago amplexicaulis* والأقحوان *Anthemis melampodia* والخزامى
Horwoodia dicksoniae والصمعاء *Stipa capensis* والخافور *Schismus barbatus*
 وغيرها.

ويزداد عدد طوابق الغطاء النباتي كلما تحسنت الظروف البيئية ففي المنخفضات
 ومسيلات المياه التي تزداد مواردها المائية وتعمق تربها يظهر طابق الشجيرات بالإضافة
 إلى طابق الأعشاب المتخشبة وطابق الأعشاب الحولية، ويتمثل هذا التطبق في العشائر
 التي يسود فيها نباتات السلم *Acacia ehrenbergiana* والعشار *Calotropis procera*
 والغضا *Haloxylon persicum* والعوسج *Lycium shawii* والمرخ *Leptadenia*
pyrotechnica والرتم *Lygos raetam* والارطى *Calligonum comosum* وغيرها.

أما في المناطق الجبلية في السروات وفي الأودية الكبيرة فيظهر بالإضافة إلى
 الطوابق الثلاثة السابقة طابق الأشجار ويتضح هذا النمط من التطبق في العشائر التي

يسنود فيها العرعر *Juniperus procera* والزيتون البري *Olea chrysophylla* والدوم
Hyphaene thebaica والطلح *Acacia seyal* والسيال *A. raddiana* والسمر *A. tortilis*
والسدر *Ziziphus spina-christi* وغيرها .

أهمية الماء كعامل محدد لنمط الغطاء النباتي

تعتمد كثافة ونوع الغطاء النباتي في المناطق المختلفة من المملكة العربية السعودية على كمية الأمطار والمياه المتوفرة للنباتات، وذلك لأن مناخ المملكة يوفر للنباتات كل احتياجاتها الضوئية والحرارية ولكنها تعاني من شح المياه، التي تعتبر العامل المحدد لحياة النباتات، وكلما زادت كمية المياه المتاحة كلما زادت كثافة النباتات وازداد عدد الأنواع (شكل ٧٢)، لذا فإن كل العوامل التي تؤثر على كمية المياه المتاحة للنباتات تزيد بدورها من كثافة وعدد الأنواع المكونة للغطاء النباتي .



شكل (٧٢) نمو غزير للنباتات الحولية نتيجة لتوفر الماء في منخفض.

وتؤثر طبوغرافيا الأرض تأثيراً بالغاً في توزيع مياه الأمطار وما تحمله من أتربة وبالتالي في الغطاء النباتي من حيث الكثافة وعدد الأنواع، فالمناطق المنخفضة تتلقى كميات أكبر من مياه الأمطار وما تحمله من ترب بالمقارنة مع المناطق المرتفعة والمنحدرة وبالتالي نجد في الأولى غطاء نباتيا كثيفا ويتألف بشكل أساسي من الشجيرات والأشجار إضافة إلى عدد كبير من الأعشاب، ففي شكل (٧٣) يتضح أن وسط المنخفض، حيث الماء أكثر، يضم نباتات معمرة مثل الشيح *Artemisia herba-alba* والقصباء *Teucrium oliverianum* بينما في أطرافه، حيث يرتفع مستوى الأرض قليلا وتنحسر مياه الأمطار بسرعة تجرف معها التربة، وتنمو نباتات حولية سريعة الزوال (قصيرة العمر) مثل الكُشَّين *Diploaxis harra* وغيره، وهكذا فإن الاختلاف البسيط في مستوى سطح الأرض يؤدي إلى تشكيل عشيرتين نباتيتين مختلفتين.



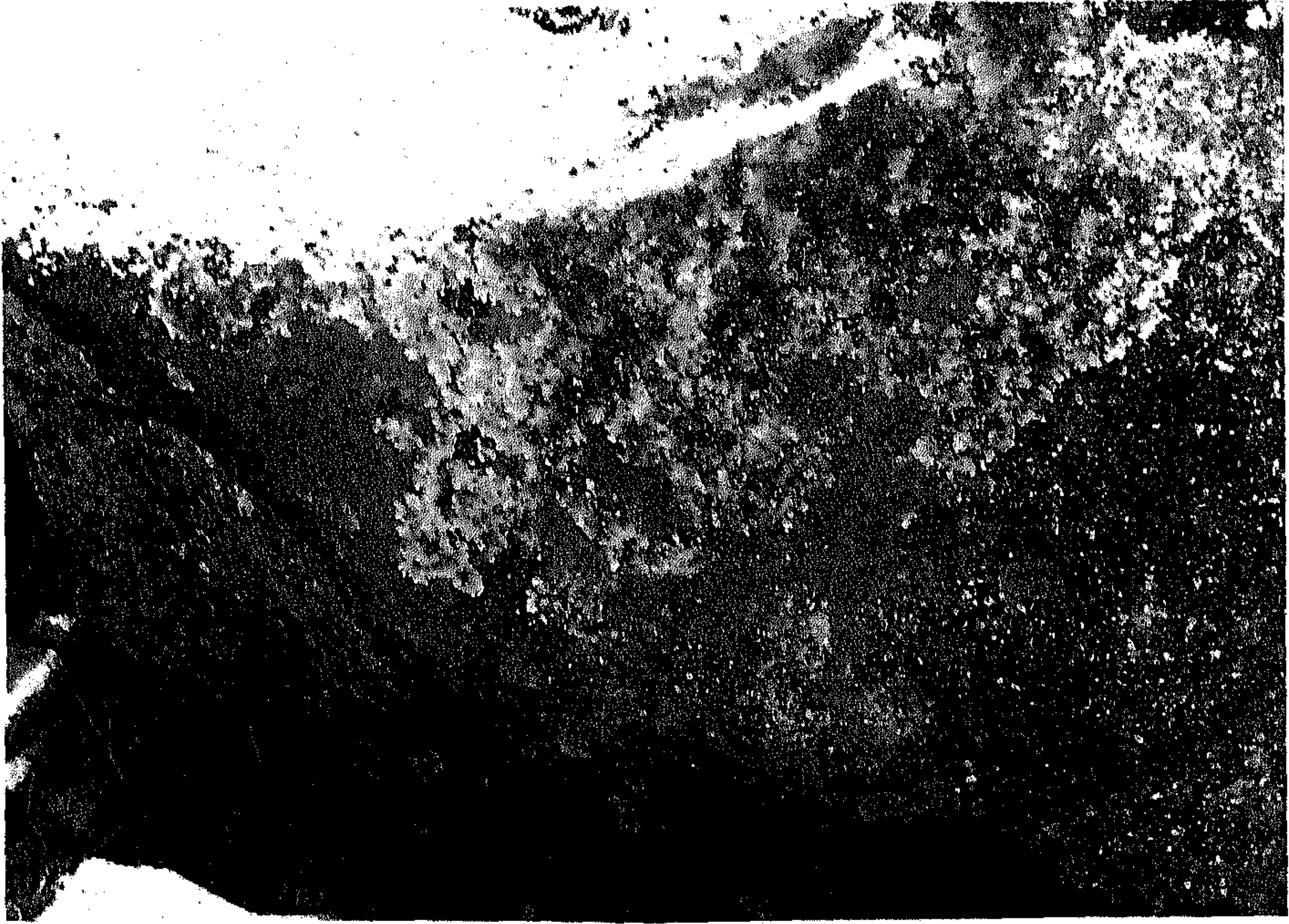
شكل (٧٣) اختلاف في تكوين الغطاء النباتي تبعاً للاختلافات البسيطة في مستوى سطح الأرض (النباتات المعمرة هي الشيح *Artemisia herba-alba* والقصباء *Teucrium oliverianum*).

كما أن للارتفاع فوق سطح البحر في مرتفعات عسير دورا بالغيا في زيادة كمية الأمطار وارتفاع الرطوبة وانخفاض درجة الحرارة وبالتالي هو المسؤول عن تكوين الغطاء النباتي الشجري الذي يسود فيه العرعر والزيتون البري والاكاشيا، والذي يعتبر أكثر أنواع الغطاء النباتي كثافة في المملكة. وتؤثر درجة الانحدار في هذه المرتفعات، كما في غيرها، على فعالية الأمطار، فالأمكنة شديدة الانحدار والتي ينحسر عنها ماء المطر بسرعة تكون خالية تقريبا من النباتات الزهرية أما الأمكنة هينة الانحدار فإن انحسار الماء عنها أقل وبالتالي يمكن أن تستقر فيها المياه وقتا قصيرا مما يسمح بنمو النباتات الزهرية (شكل ٧٤).



شكل (٧٤) نمو النباتات في المنحدرات الهينة وخلو المنحدرات الشديدة من النباتات.

وتؤثر خصائص سطح الأرض كثيرا في كمية الماء المتاح للنباتات وبذلك تؤثر في نموها، فلا يسمح سطح الصخر، مثلا، إلا لنمو النباتات غير الزهرية والتي تتحمل الجفاف الشديد مثل الأشنات (شكل ٧٥) ولكن النباتات الزهرية يمكن لها أن تنمو في صدوع الصخور (Crevices) وترسل جذورها في التربة المتجمعة داخلها وبهذا تحصل على احتياجاتها المائية (شكل ٧٦).



شكل (٧٥) نمو الأشنات المتحملة للجفاف على أسطح الصخور.

إن لطبيعة التربة وعمقها وقوامها (Shreve ١٩٥١) أهمية كبيرة في تأثيرها على الغطاء النباتي الصحراوي ويرجع ذلك إلى انعكاس هذه الخواص على قدرة التربة على الاحتفاظ بالماء.

فالتربة قليلة العمق والتي لا تستطيع أن تحتزن إلا كميات قليلة من الماء لا تسمح إلا بنمو النباتات الحولية قصيرة العمر Ephemerals التي تكمل دورة حياتها خلال فترة



شكل (٧٦) أشجار البشام *Acacia asak* النامية في صدوع الصخور.

قصيرة، أما الترب العميقة التي تحتزن كميات كبيرة من الماء فإنها تسمح بنمو النباتات المعمرة. كما أن لقوام التربة ودرجة انحدارها تأثير كبير على نمو النباتات.

الفصل السادس

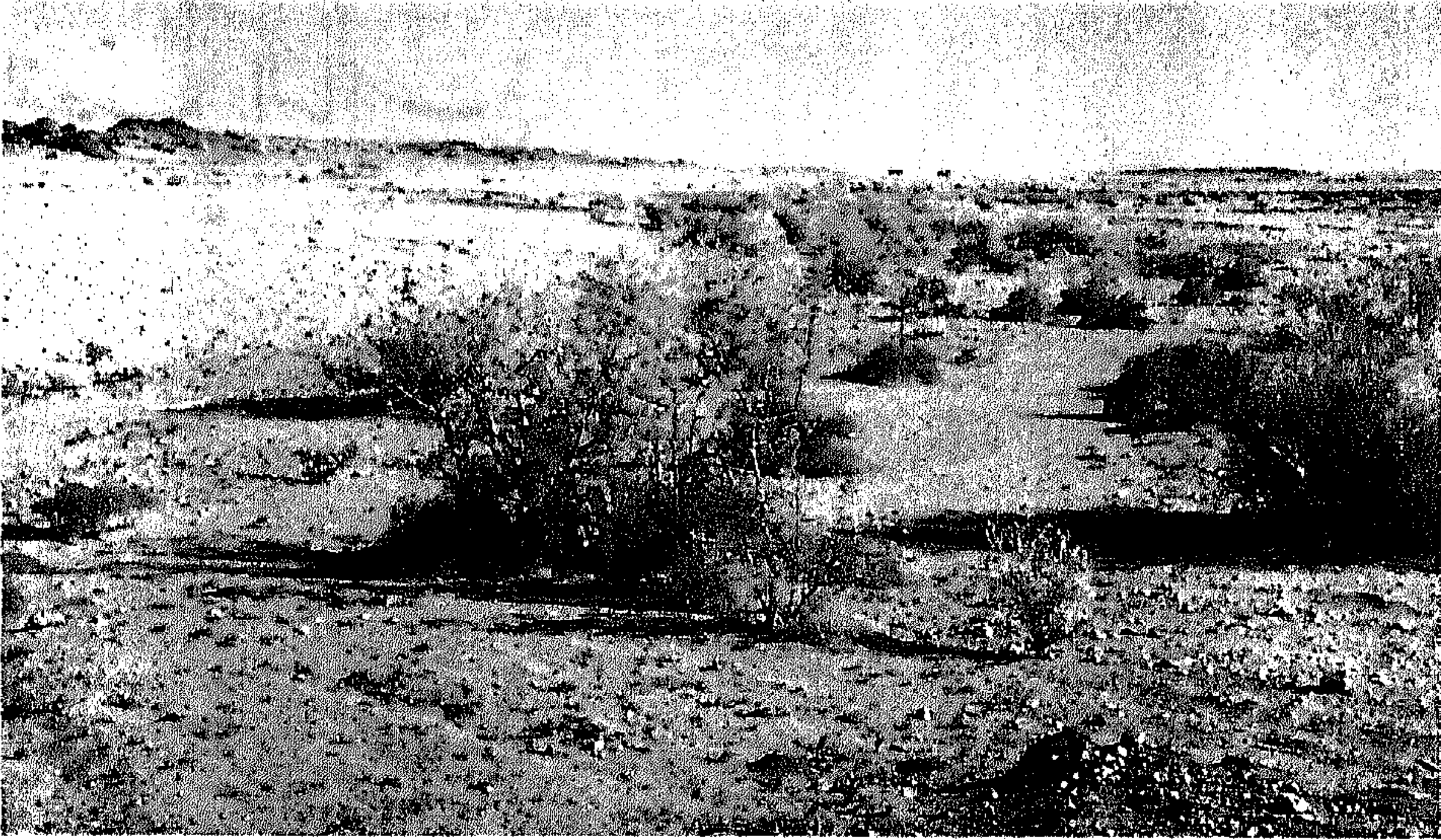
أنواع البيئات وغطاؤها النباتي في المملكة العربية السعودية

إن أول انطباع يخطر على بال من يسمع عن الصحراء في المملكة هو أنها بيئة رتيبة قوامها مساحات شاسعة من المسطحات والكثبان الرملية ، ولكن الحقيقة التي يدركها من يتجول في ربوعها هي أنها بيئة متنوعة وخاصة في الموسم الماطر، ويمكن تمييز عدد من البيئات لكل منها ظروفها الخاصة وغطاؤها النباتي المميز وأهم هذه البيئات ما يأتي :

١ - الوديان ومجري مياه السيول وقنوات تصريف الأمطار

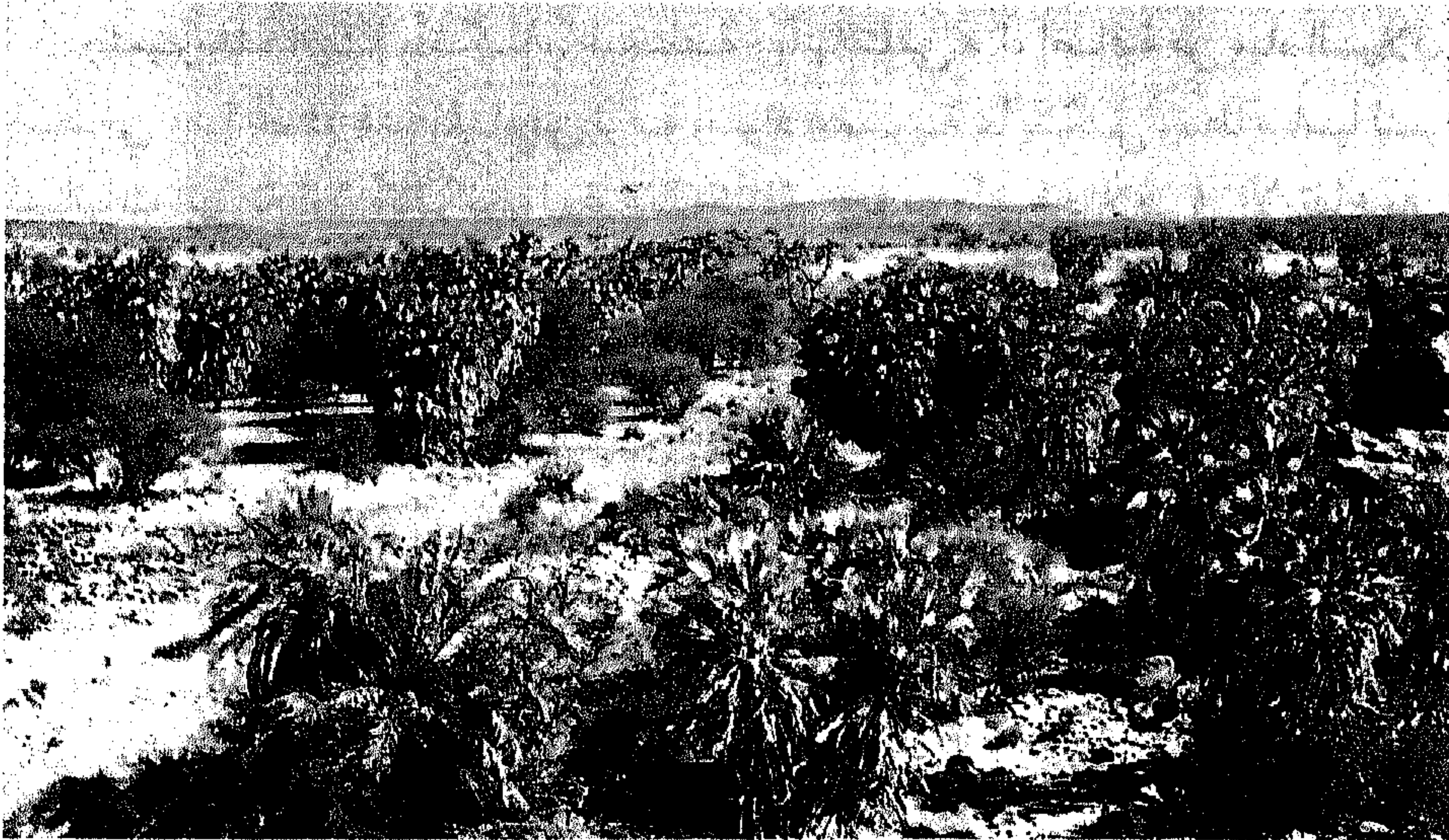
وتتميز هذه البيئة بأشكالها المختلفة وبأنها تتلقى مياه إضافية من مياه السيول السطحي وما تحمله هذه المياه من تربة ومواد عضوية مما يشكل وسطا مناسباً لنمو النباتات التي تكون أكثر نموا وعددا وكثافة . ويؤدي أي اختلاف في الارتفاع بين منطقتين متجاورتين في الصحراء إلى اختلاف كبير في التربة وكمية المياه المتاحة للنباتات وبالتالي في الغطاء النباتي الذي يكون مزدهرا في الأماكن المنخفضة . ففي المسيلات الضحلة التي تخترق السفوح والمنحدرات نجد أن التربة قليلة العمق والنباتات التي تعيش فيها من النباتات الحولية التي تظهر في الفصل الماطر من السنة .

وترتبط هذه المسيلات مع بعضها فتشكل مجرى مائيا أكثر اتساعا وترتبه أكثر عمقا وتتلقى مياه إضافية على حساب مياه السيول ، مما يؤدي إلى تشكل غطاء نباتي مزدهر من النباتات المعمرة (شكل ٧٧) .



شكل (٧٧) مجرى مائي متوسط الحجم تربته عميقة وتري نباتات الكلخ *Ferula sinaica*.

أما في الأودية وخاصة الكبيرة منها التي تتميز بمواردها المائية الوفيرة وبتربتها العميقة الخصبة فنجد غطاء نباتيا يسود فيه الشجيرات والأشجار (شكل ٧٨).



شكل (٧٨) وادي كبير يصل فيه الغطاء النباتي طور الذروة ويرى فيه أشجار الدوم.

وفي بعض المسيلات المائية والأودية التي ينحدر فيها الماء بسرعة كبيرة وخاصة في المناطق الجبلية نجد أن نمو النباتات ينحصر في جانبي المجرى المائي أما وسطه فيكون خالياً إلا من بعض النباتات، ذلك أن تيار المياه الشديد لا يسمح للبذور أو للبادرات بأن تستقر فيه (شكل ٧٩).



شكل (٧٩) نبات الحمض *Suaeda monoica*، الذي ينمو على جانبي وادي فاطمة بينما يخلو بطن الوادي من النباتات.

٢ - البيئات (المواطن) المائية Aquatic Habitats

تتكون في أنحاء مختلفة من المملكة بيئات مائية من بحيرات وبرك وقنوات دائمة المياه وغيرها وتعيش فيها نباتات مائية غزيرة.

وتشكل النباتات المائية مجتمعات تنظم في نطاقات متعاقبة حسب عمق المياه، وتبين هذه النطاقات صور تعاقب المجتمعات المائية في مراحلها المختلفة وهي:

١ - النباتات المغمورة

والتي يسود فيها نبات الحوذان المائي *Ranunculus aquatilis* (شكل ٨٠) وتنمو في حواف البرك والأماكن العميقة منها والتي يصل إليها الضوء، وتكون هذه النباتات الزهرية مع النباتات الطحلبية كتلا غزيرة حينما يكتمل نموها وتحدث بالتدرج تغيرات ملحوظة في المكان الذي تعيش فيه حيث تؤدي إلى :



شكل (٨٠) نبات الحوذان المائي *Ranunculus aquatilis* المغمور في الماء.

١ - حجز المواد التي تجرفها المياه والتي ترد إلى البرك والبحيرات الصغيرة وترسبها فيها بينها.

٢ - ترسيب بقايا النباتات في القاع حيث تتحلل جزئياً، لعدم اتمام التأكسد الكامل، وتكوّن مع البقايا الحيوانية الميتة كتلا من الدبال تربط بين جزئيات التربة

الطينية وتجعلها أكثر تماسكا، وينتج عن ذلك تقليل عمق الماء وتكوين بيئة جديدة مناسبة لنمو أنواع أخرى من النباتات.

ب - النباتات الطافية

وتشكل الطور الثاني من أطوار التعاقب النباتي المائي، ويسود فيها النباتات ذات الأوراق الطافية مثل لسان البحر *Potamogeton nodosus* التي تغطي أوراقها سطح الماء (شكل ٨١) وتحجب الضوء عن النباتات المغمورة مما يؤدي إلى اختفائها أو هجرتها إلى أماكن أكثر عمقا لا تستطيع أن تعيش فيها النباتات الطافية.



شكل (٨١) نبات لسان البحر *Potamogeton nodosus* وتري أوراقه الطافية.

ويساعد تشابك نباتات لسان البحر على ترسيب كثير مما تحمله المياه من حبيبات التربة، كما تعمل بقاياها المتحللة على بناء تربة جديدة، وبهذا يكون الجانب القريب

من الشاطئ من هذا المجتمع النباتي بيئة صالحة لنمو نباتات الطور الثالث من أطوار التعاقب المائي .

ج - النباتات البرمائية Emergents

مثل السعد *Cyperus spp.* والبوط (الديس) *Typha domingensis* التي تبدأ بغزو المناطق التي كانت تشغلها النباتات الطافية وتتميز هذه النباتات بغزارة نموها وتفرعها وتكاثرها الخضري مما يمكنها من منافسة النباتات الطافية والحلول محلها (شكل ٨٢)، ويساعدها في ذلك نموها السريع وتكاثرها الخضري وقامتها العالية (Grime ١٩٧٣).



شكل (٨٢) مرحلة النباتات البرمائية من نوع *Eleocharis* والبوط *Typha* وترى بينها النباتات طافية الأوراق.

وتعمل النباتات البرمائية بدورها على تقليل عمق الماء عن طريق تجميعها للمواد الرسوبية التي تحملها المياه وعن طريق التجمع السريع لبقاياها خاصة أن نموها سريع

وكثافتها عالية مما يجعلها تشكل شواطئ البرك والمجاري المائية، وتهيء هذه النباتات بيئة مناسبة لنمو المرحلة الرابعة من مراحل التعاقب والتي يسود فيها نبات السمار *Juncus* (الشكل ٨٣) ويحدث، نتيجة للنمو الغزير لهذه النباتات وتجميعها لحبيبات التربة ونتيجة لترسب بقاياها وشدة التبخر والنتح من هذه النباتات، تشكيل بيئة جديدة غير مناسبة لنمو النباتات المحبة للماء لذا يحل محلها مجتمعات نباتية شجيرية تسود فيها الطرفة *Tamarix nilotica* (شكل ٨٤). ويولي هذا الطور طور الذروة الذي يتمثل بمجتمعات العرعر *Juniperus procera* (شكل ٨٥) والأكاشيا *Acacia*.

وتشاهد مراحل التعاقب المختلفة بكامل مراحلها على شاطئ بعض البرك والمجاري المائية حيث تظهر كل مرحلة على هيئة نطاق.

ومن البيئات المائية ما نجده في مناطق العيون التي تتفجر من باطن الأرض في مناطق الواحات كما في الأحساء والافلاج والخرج، وفي هذه البيئات المائية ينمو غطاء نباتي كثيف ينتظم أيضا في نطاقات حسب عمق الماء، ففي المجاري المائية الدائمة في الخرج مثلا (Yousif and El-Sheikh ١٩٨١) تنتظم النباتات في نطاقات حسب عمق الماء حيث نجد نبات الوطواط *Bacopa monnieri* ذا الأوراق الطافية ثم النباتات البرمائية مثل البوص *Phragmites australis* والبوط *Typha domingensis* والنمص *Scirpus litoralis* وبعدها السمار *Juncus* والحلفا *Imperata cylindrica* في المناطق الأخرى الأكثر جفافاً.

٣ - التكوينات الرملية

تمثل التكوينات الرملية جزءا هاما من البيئة الصحراوية في المملكة وتشغل حوالي ثلث مساحة البلاد (Chapman ١٩٧٨).

ويسود في جنوب المملكة صحراء الربع الخالي العاتية (شكل ٥٦) والتي يصفها مجاهد (١٩٨١، غير منشور) بقوله «تكاد تنعدم الحياة النباتية تماما في هذه البحار



شكل (٨٣) نباتات برمائية من نوع السمار (النمص) *Juncus* تحمل محل النباتات الطافية.



شكل (٨٤) مرحلة الشجيرات (خلفية الصورة) ممثلة بنبات الشث *Dodonaea* والطرقة *Tamarix*. ويلاحظ في مقدمة الصورة مرحلة النباتات البرمائية (المروج).

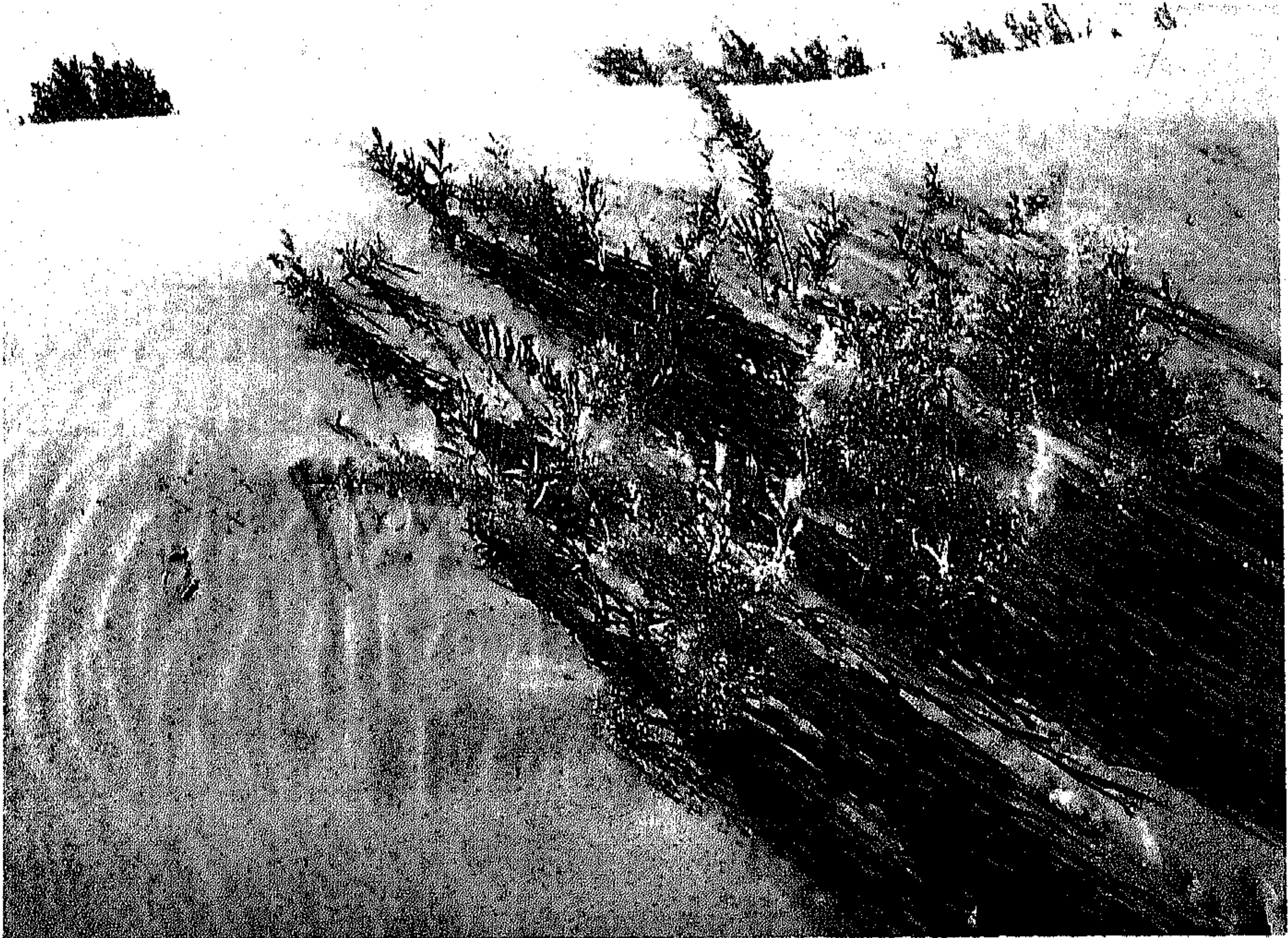


شكل (٨٥) مرحلة الطور الشجري ممثلة بنبات العرعر *Juniperus procera* ويلاحظ في مقدمة الصورة بعض المراحل السابقة.

الرملية الشاسعة، ويقطع المسافر عشرات الكيلومترات دون أن يعثر في طريقه على عود واحد من نبات أخضر، ويرجع سبب ذلك إلى ظروف ارتفاع درجة الحرارة والجفاف واختلال التوازن بين المطر والبحر وإلى طبيعة تربتها الرملية السائبة المتحركة واشتداد الرياح في هذه البيئة المكشوفة من ناحية أخرى، فالرمال في حركة دائمة بتأثير الرياح وتتجمع في غرود متحركة غير مستقرة، ولذلك لا تجد النباتات تربة ثابتة تستقر عليها حتى ولو توفر لها الماء، وهو قلما يتوفر، فضلا عن ضعف قدرة الترب الرملية، والخشنة منها خاصة، على الإمساك بالماء والاحتفاظ به».

بالإضافة إلى ذلك توجد مساحات رملية أخرى تشمل النفود الكبرى في شمال المملكة وصحراء الدهناء (شكل ٥٦) ومجموع التكوينات الرملية في الجانب الغربي لسلسلة جبال طويق وكل هذه التكوينات مكونة من رمال حمراء، كما تمتد على شاطئ الخليج العربي والبحر الأحمر سلاسل متقطعة من كثبان بيضاء غنية بالكالسيوم نشأت من هياكل وأصداف حيوانية (مجاهد ١٩٨١).

بالرغم من أن صحراء النفود أقل جذبا من صحراء الربع الخالي لأن أمطارها أكثر ودرجة حرارتها أقل إلا أنها فقيرة الحياة النباتية، ونظرا لطبيعة الرمال المتحركة وانخفاض سعتها الحقلية والرياح العاصفة وتعرض النباتات للطمربالرمال التي تنقلها الرياح (مجاهد ١٩٨١) فإن الغطاء النباتي مفتوح قليل الكثافة وقوامه نباتات عشبية (يندر وجود الأشجار بينها) تكيفت للمعيشة في هذه البيئة، وتستطيع أن تنمو بمعدلات سريعة تسمح بظهور جهازها الخضري فوق الرمال التي تتكدس فوقها (شكل ٨٦)، كما تعتمد هذه النباتات وإلى حد كبير على الندى الذي يتكاثف ليلا، على التربة والنباتات، في الحصول على بعض من احتياجاتها المائية، كما أن لمعظم هذه النباتات، وخاصة النجيليات، جذورا عرضية ليفية قليلة العمق وتشكل الرمال غمداً حول الجذور، أما النباتات كبيرة الحجم فجذورها متفرعة وتمتد في العمق وفي الجوانب إلى مسافة عدة أمتار. وأكثر ما توجد نباتات النفود في المنخفضات بين الكثبان الرملية حيث التربة أكثر ثباتا وحيث يقل التعرض للرياح ولعوامل التبخر الجوية (مجاهد ١٩٨١).



شكل (٨٦) نبات العادر *Artemisia abyssinica* على الكثبان الرملية في الدهناء (لاحظ انبثاق المجموع الخضري من خلال الرمال).

ومن أهم النباتات التي تعيش في بيئة التكوينات الرملية : الشمام *Panicum turgidum* والعنبد *Cyperus conglomeratus* والعاذر *Artemisia abyssinica* والمرخ *Leptadenia pyrotechnica* والصفوى *Dipterygium glaucum* (شكل ٨٧) والغضا *Haloxylon persicum* والأرطى *Calligonum comosum* والرمث *Hammada elegans* ، وتعتبر هذه الأنواع ذات أهمية خاصة في هذه البيئة ذلك لأنها تستطيع أن تحجز الرمال المتحركة وتحد من حركتها.



شكل (٨٧) نبات المرخ *Leptadenia pyrotechnica* والشمام *Panicum turgidum* والصفوى *Dipterygium glaucum* على الكثبان الرملية على طريق مكة - جدة .

أما الرمال البيضاء التي تمتد على شاطئ الخليج العربي فتعيش فيها نباتات تشابه النباتات التي تنمو في النفود الداخلية ذات الترب الحمراء ولا تكاد تختلف عنها إلا في أنها أكثر تحملا للملوحة وتكيفاً للحياة في الترب الملحية الجيرية ومن أمثلتها نذكر: الرطريط (البطباط) *Zygophyllum coccineum* والرمث *Hammada elegans* والعنبد *Cyperus conglomeratus* (مجاهد والشيخ Migahid and El-Sheikh ١٩٧٧).

٤ - بيئة السهول الساحلية

تمثل السهول الساحلية التي تمتد بين جبال السروات وشاطئ البحر الأحمر (تهامة) وحدة بيئية متميزة تنمو فيها وحدات نباتية واضحة، خاصة في المناطق التي لم يمسهما التخريب، وقد وصف Vesey-Fitz Gerald (١٩٥٥) الوحدات النباتية التالية تبعا للبيئات المختلفة:

أ - الأكاشيا - السرح على السهول المتآكلة سطحيا، وبالرغم من وفرة السرح *Maerua crassifolia* إلا أن السمر *Acacia tortilis* هو الأكثر وفرة. ومن أنواع الأكاشيا الأخرى التي تنمو في هذه البيئة نذكر البشام *Acacia asak* واللعوث *Acacia nubica* والسلم *Acacia ehrenbergiana* كما نجد أشجار التنضب *Capparis decidua* والنباتات العشبية مثل الشبرق *Indigofera spinosa* والسطيح *Corchorus depressus*، ومن النباتات الحولية التي تظهر في فصل الأمطار نذكر *Aristida funiculata* والقفة *A. adscensionis*.

ب - سافانا قوامها أساسا حشائش معمرة مثل الشام والضعة على التكوينات الرملية.

ج - وحدات الأكاشيا - الكوميفورا والحشائش على الترب الرسوبية، وتمثل نباتات السمر وأنواع الكوميفورا مثل *Commiphora myrrha* و *C. simplicifolia* و *C. opobalsamum* النباتات المميزة لهذه الوحدات ولكن السمر هو الأكثر وفرة. ومن النباتات الأخرى دائمة الخضرة الموجودة في هذه الوحدات أنواع *Cadaba longifolia* و *C. glandulosa* والسرح *Maerua crassifolia*، أما أهم الحشائش فهي الشام *Panicum turgidum* والضعة *Lasiurus hirsutus*.

ويكون الغطاء النباتي في الأحاديث التي تتكون بفعل الأمطار أكثر كثافة، ويحوي السدر *Ziziphus spina-christi* والقضيم *Grewia tenax* وأنواع الغرقدان *Abutilon*

A. graveolens و *pannosum* ونباتي الشام والضعة .

وفي الأودية الكبيرة التي تتكون نتيجة الأمطار الغزيرة، التي تهطل في الجبال المرتفعة، يكون الغطاء النباتي أكثر كثافة منه في البيئات السابقة، ويتكون طابق الأشجار مثل الدوم *Hyphaene thebaica* والسدر والطلح *Acacia seyal* والقضيم *Grewia tenax* و *Delonix elata* والمرخ *Leptadenia pyrotechnica* والخروع *Ricinus communis* والسلم *Acacia ehrenbergiana*. أما طابق الأعشاب المعمرة فيضم الشام والضعة والصخر *Desmostachya bipinnata* والشبرق *Indigofera spinosa* والطرف *Aerva javanica*، وفي الطابق الثالث نجد الأعشاب الحولية التي تظهر في موسم الأمطار.

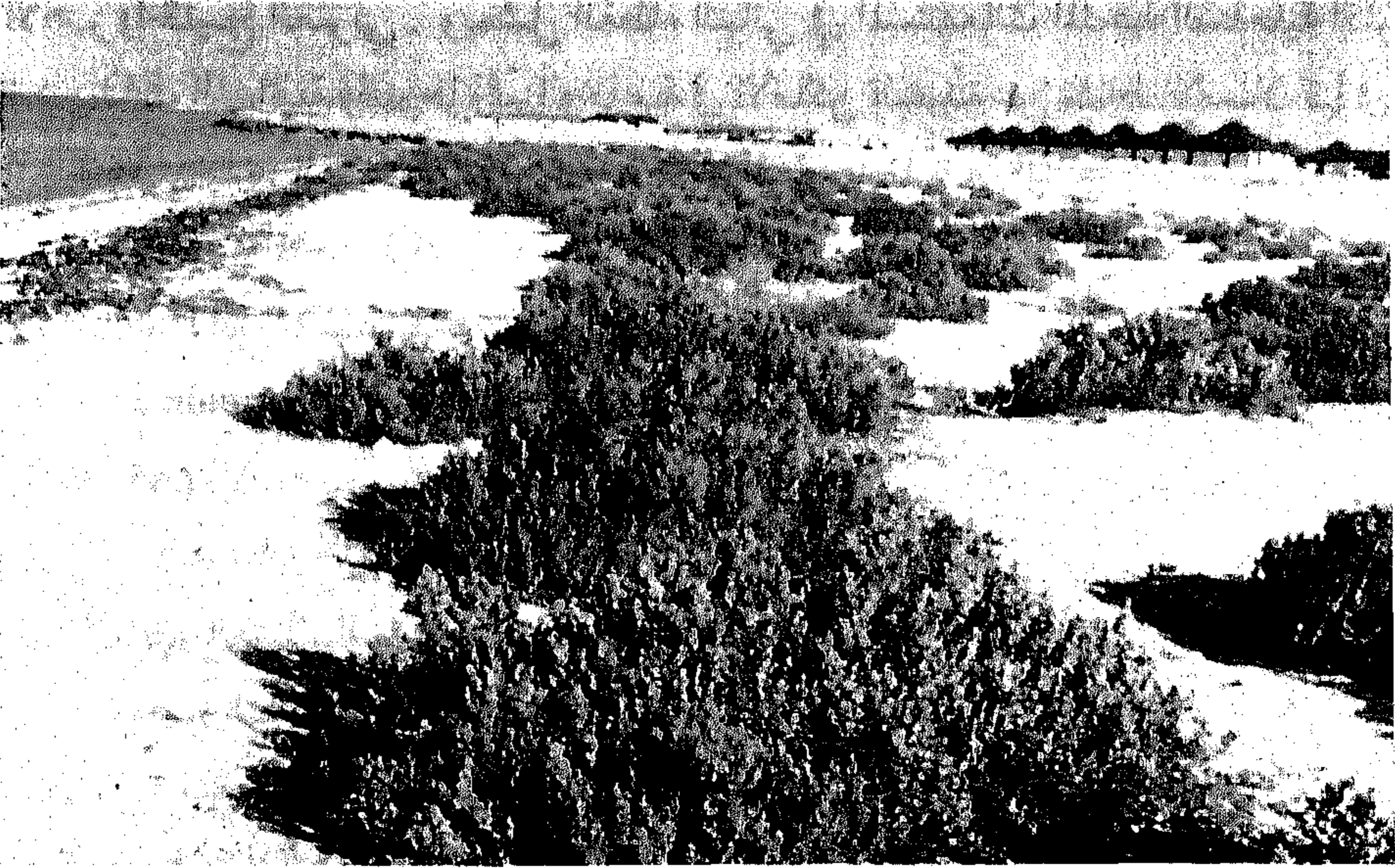
٥ - بيئة السبخات الملحية الساحلية

توجد الكثير من العشائر النباتية التي تميز الترب الملحية على شواطئ البحر الأحمر والخليج العربي . ويمثل الغطاء النباتي في المستنقعات الملحية الساحلية أكثر الوحدات النباتية وضوحاً وتمييزاً وخاصة في الأماكن البعيدة عن نشاط الإنسان كما في المجوة على خليج العقبة وساحل رابغ . ونظراً للملوحة المرتفعة الناتجة عن عملية المد أو عن المياه الجوفية المالحة المرتفعة فإن التربة مرتفعة الملوحة عارية إلا من النباتات الملحية التي تتميز بضغطها الأزموزي المرتفع ومن أمثلتها نبات الخريص *Halophytes* (*Arthrocnemon glaucum* (شكل ٨٨) ونبات الهرم (الببل) *Zygophyllum album* (شكل ٨٩).

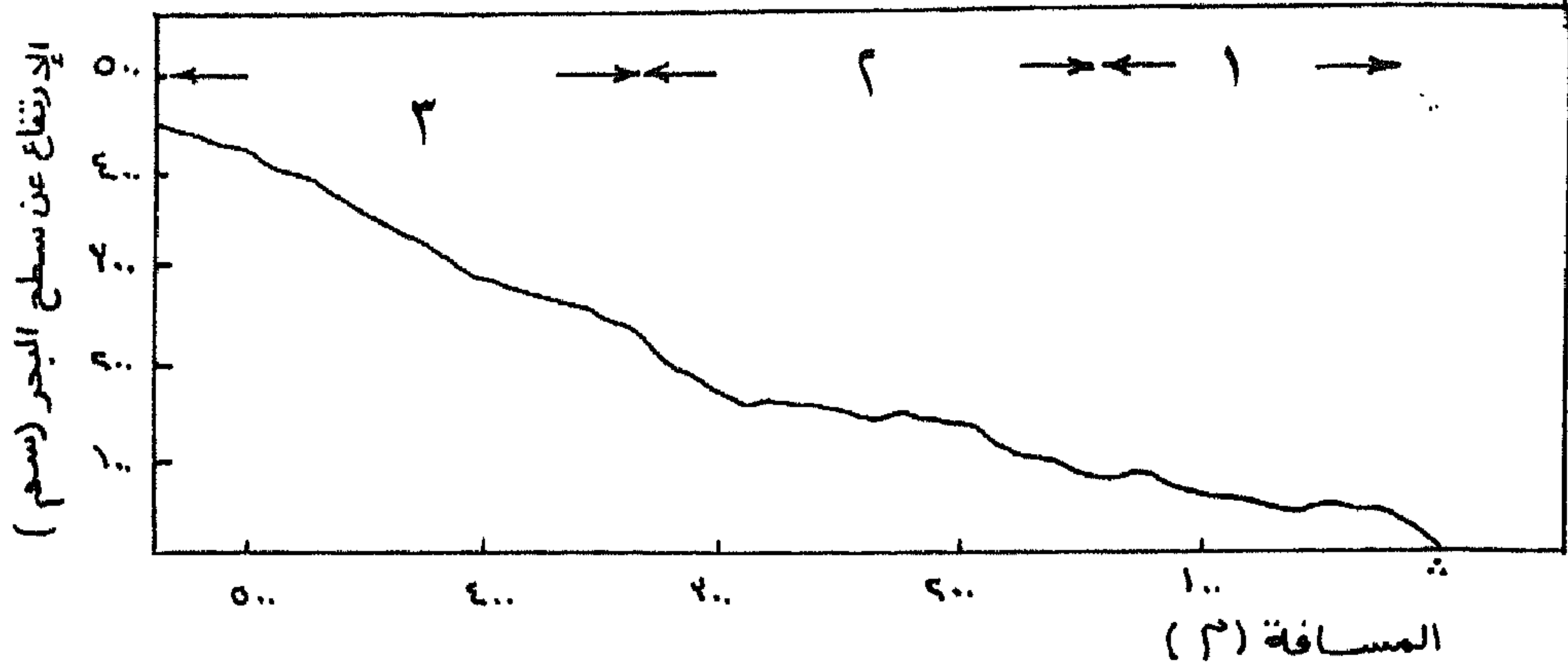
وتتنظم العشائر النباتية المختلفة في نطاقات محددة متتالية كما في شاطئ رابغ وينبع والمجوة وغيرها . ففي مستنقع رابغ الساحلي تنتظم العشائر النباتية في نطاقات موازية للشاطئ نتيجة لعوامل عدة: ارتفاع سطح الأرض، والابتعاد عن الساحل، وعمق المياه الجوفية المالحة، والتدرج في ملوحة التربة، وقوام التربة (Mahmoud et. al. ١٩٨٢) وهذه النطاقات هي التالية (شكل ٩٠):



شكل (٨٨) نبات الخريص *Arthrocnemon glaucum* في ملاححة (سبخة) على شاطئء المجوه عند رأس الشيخ حميد على خليج العقبة.



شكل (٨٩) نمو نبات البليل (الهرم) *Zygophyllum album* في شاطئء ينبع.



شكل (٩٠) قطاع عبر ملاحه (سبخة) في شاطئء رابغ يوضح توزع العشائر النباتية المختلفة تبعاً لارتفاع الأرض والبعد عن شاطئء البحر.

- ١ - منطقة عشيرة نبات المليح *Halopeplis*.
- ٢ - منطقة عشيرة نبات العكرش *Aeluropus*.
- ٣ - منطقة عشيرة نبات الهرم *Zygophyllum*.

١ - نطاق عشيرة المليح *Halopeplis perfoliata*

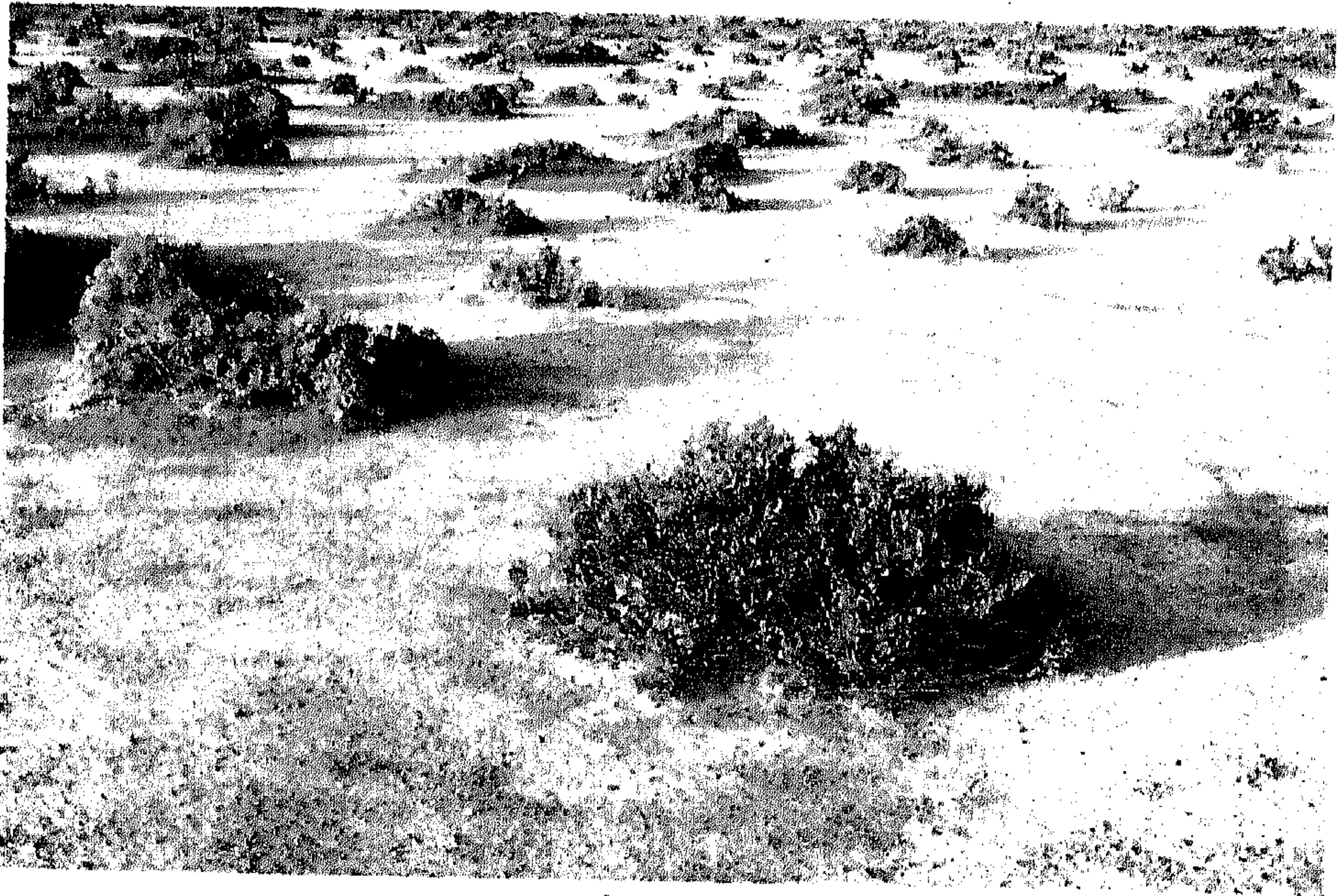
يحتل المنطقة القريبة من الماء والتي يتراوح ارتفاعها عن سطح البحر بين ٤٠ و٦٠ سم (شكل ٩١)، ولا يصلها ماء المد، ولكن قرب المياه الجوفية من سطح الأرض (بين ٤٠ و ٥٠ سم) يجعل تربتها الرملية الخشنة رطبة دوما ولكنها غير مشبعة. ونظراً لارتفاع مستوى المياه الجوفية المالحة ودرجة التبخر العالية فإن التربة، وخاصة طبقاتها العلوية، ذات تراكيز مرتفعة من الأملاح.

ب - نطاق عشيرة العكرش *Aeluropus massauensis* (شكل ٩٢)

وينمو في منطقة المسطحات الطينية والتي ترتفع فوق سطح البحر بـ ٧٠ - ١٦٥ سم، وعمق المياه الجوفية المالحة فيها ٧٠ - ٩٠ سم، وتحتوي تربها على نسبة



شكل (٩١) عشيرة المليح *Halopeplis perfoliata* في شريط محاذ لماء البحر في ملاحه (سبخة) في شاطئ رابغ.



شكل (٩٢) عشيرة العكرش *Aeluropus massauensis* في المسطحات الطينية في ملاحه (سبخة) شاطئ رابغ.

مرتفعة من الطين والطيني ، والجزء العلوي من التربة مرتفع الملوحة .

ج - نطاق عشيرة الرطريط (الهرم) *Zygophyllum coccineum* (شكل ٩٣)

يحتل المنطقة التي يبلغ ارتفاعها بين ١٦٠ و ٤٥٠ سم فوق سطح البحر. والمياه الجوفية في هذه المنطقة عميقة أكثر من ٣ أمتار، والتربة رملية ويشكل الرمل الخشن والناعم حوالي ٩٥٪ منها، كما أن التربة جافة بالمقارنة مع المنطقتين السابقتين وكذلك ملوحتها قليلة وذلك بسبب عمق المياه الجوفية من ناحية وغسل الطبقات العلوية من التربة بمياه الأمطار والسيول من ناحية ثانية، لذا فإن الغطاء النباتي في هذه المنطقة أكثر ثراء من سابقه ويكثر فيه عدد الأنواع ونلاحظ التطبيق بشكل جلي حيث تشكل



شكل (٩٣) عشيرة الرطريط *Zygophyllum coccineum* في ملاحه (سبخة) شاطئ رابغ .

أشجار السمر نباتات الطابق الأول وشجيرات العوسج *Lycium shawii* والسلم *Acacia ehrenbergiana* الطابق الشجري وأما الطابق العشبي فيوجد فيه إلى جانب الرطريط

السائد نباتات معمرة مثل الثمام والسنمكة *Cassia senna* والعشرق *C. italica* والبطباط *Zygophyllum decumbens* والدفر *Sporobolus spicatus* وغيرها، كما نجد طابقا من الأعشاب الحولية الذي يظهر في الفصل الماطر من السنة، ومن أهم هذه الأعشاب (شكل ٩٤) القرمل *Zygophyllum simplex* والضريسة *Tribulus terrestris* وغيرها.

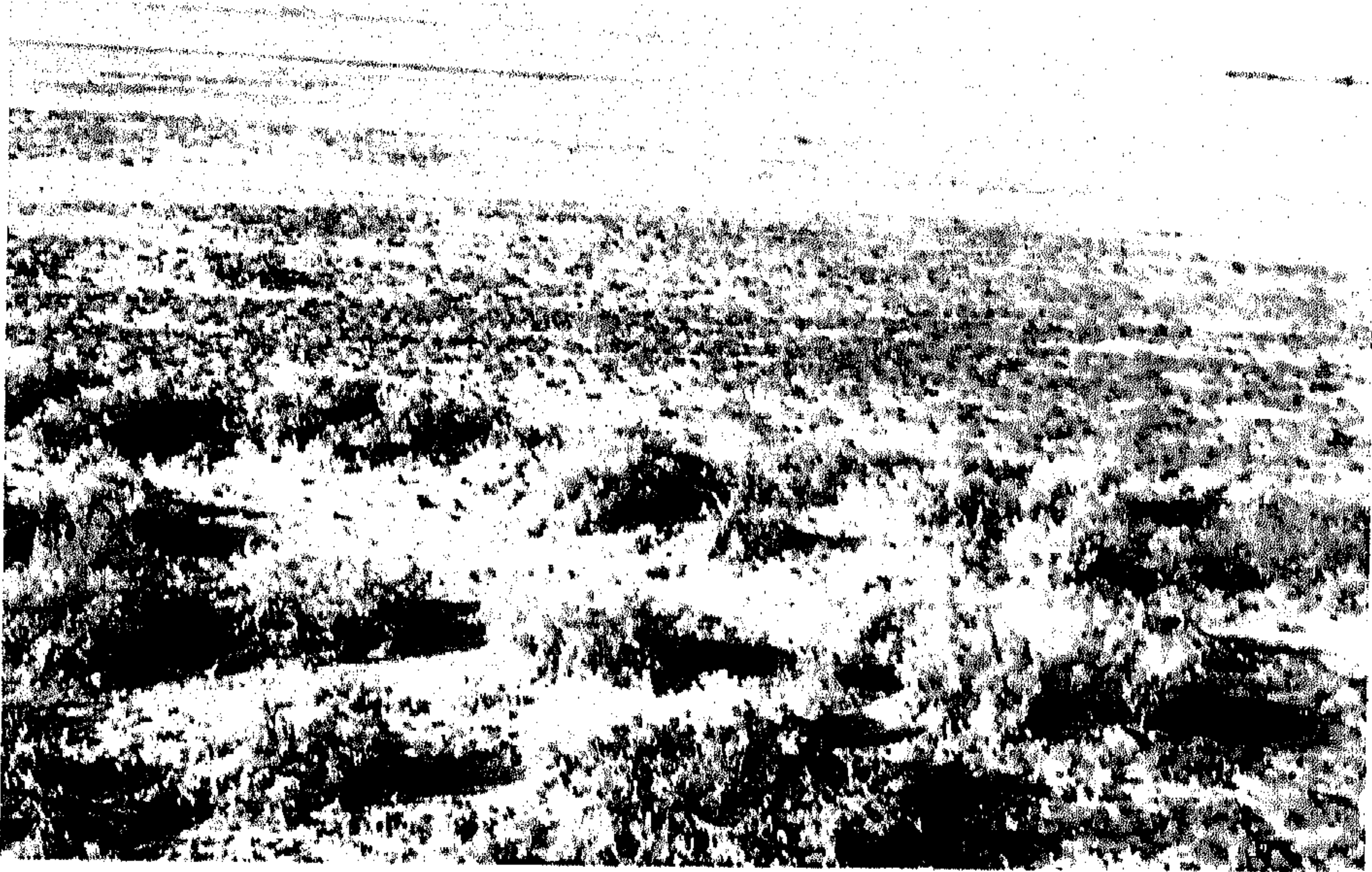


كل (٩٤) النباتات الحولية (القرمل *Zygophyllum simplex* والضريسة *Tribulus terrestris*) المشكلة للطابق السفلي في عشيرة الرطريط في مستنقع قرب شاطئ رابع.

٦ - بيئة السبخات الملحية الداخلية

يوجد هذا النوع من البيئات في المنخفضات التي تصب فيها مياه الأودية المنحدرة من المناطق المرتفعة. وبعد تبخر الماء تبقى الأملاح التي كانت ذائبة فيها مما يجعل التربة غنية بالأملاح، كما يوجد في المناطق المنخفضة ذات المياه الجوفية القريبة إلى السطح ومن ثم تتميز تربتها بتراكيز عالية من الأملاح الذائبة في الماء. وتعيش في هذه البيئات نباتات ملحية من أنواع السويدا *Suaeda pruinosa* (شكل ٦٦) والحمض *Salsola baryosma* والرمث *Hammada elegans* والشنان *Seidlitzia rosmarinus* وغيرها. ونظرا

لأن النباتات الملحية تختلف في درجة تحملها للملوحة، فإنها تنتظم في نطاقات متدرجة حسب ملوحة التربة والتي تزداد تدريجياً مع تدرج انخفاض سطح الأرض في مثل هذه البيئات (شكل ٩٥)، هذا وقد تبلغ ملوحة التربة، في بعض الأحيان، حداً لا تستطيع أي من النباتات الزهرية أن تنمو فيه لذا تبقى هذه التربة خالية من النباتات.



شكل (٩٥) نمو نبات الشنان *Seidlitzia rosmarinus* في ملاحه (سبخة) داخلية في منطقة القصيم. (لاحظ المناطق الخالية من النباتات نتيجة الملوحة المفرطة).

٧ - بيئة غابات المانغروف (مقابر الإنسان)

Mangrove Forests

تمثل غابات مقابر الإنسان عنصراً هاماً من عناصر الغطاء النباتي في سواحل البحر الأحمر والخليج العربي ويرتبط نموها ارتباطاً وثيقاً بجيومورفولوجية الساحل وبالمناخ، إذ تنمو على سواحل البحر المحمية من الأمواج والتي تترسب فيها التربة الناعمة. ولا تنمو غابات مقابر الإنسان إلا في المناطق الساحلية المحمية من الأمواج بفضل الجيد البحري المرجاني أو الجزر التي تعمل على تكسير الأمواج والحد من قوتها الجارفة

للتربة، وفي البيئات الساحلية التي تغطيها المياه إما بصفة دائمة أو في أوقات المد (Walter 1971). توجد مثل هذه الظروف في المملكة في شواطئ البحر الأحمر والخليج العربي والتي تتميز بوجود الجيد المرجاني البحري الذي يساعد على حمايتها من حدة الأمواج (Hajrah 1978).

وتتميز الترب التي تنمو عليها نباتات مقابر الإنسان بأنها مكونة من حبيبات دقيقة في معظمها تزيد نسبة الطمي والطين فيها عن ٩٠٪ ولونها أسود داكن، سائبة التركيب وغنية بالمواد العضوية وبقايا النباتات المتحللة ورائحتها كريهة ويصعب على الإنسان أن يسير فوقها للزوجتها (Hajrah 1978).

وبالرغم من أن العوامل الجيومورفولوجية وعوامل التربة هي عوامل أساسية في نمو نباتات مقابر الإنسان في سواحل المملكة إلا أن العوامل المناخية وخاصة درجة الحرارة والماء تعتبر العامل الرئيسي في توزيع هذه النباتات، ذلك أن نباتات مقابر الإنسان لا تتحمل الصقيع (Walter 1971، Vesey-Fitz Gerald 1955). ولقد أوضح المسح الجوي الذي أجراه Hajrah (1978) أن غابات مقابر الإنسان تشغل مساحات هائلة على ساحل مدينة حنك وحول الجزر القريبة منها بين خطي العرض ٢٥ و ٢٦ شمالاً، كما بين زوهاري (Zohary 1973) أن نبات الشورة ينمو في الجزء الجنوبي من خليج العقبة وذلك حتى قرب خط عرض ٢٨، هذا ويتركز وجود نباتات مقابر الإنسان في المملكة في منطقتي حنك وجيزان، أما بقية المناطق بين هاتين المنطقتين فتوجد على هيئة مجموعات صغيرة على الشاطئ أو حول الجزر أو على صورة نباتات متباعدة. هذا وتضم غابات مقابر الإنسان في ساحل البحر الأحمر نبات الشورة (Hajrah 1978) إلا أن هناك بعض المصادر (Migahid 1978، Zahran 1976) تشير إلى وجود نبات المص *Rhizophora mucronata* كنبات مرافق.

نظراً لنمو نبات الشورة *Avicennia marina* في المناطق الساحلية ذات الترب الطينية المشبعة بالماء والغنية بالمواد العضوية المتحللة فإنها تواجه مشكلة سوء التهوية، وهذه النباتات جذور تنفسية تنمو إلى أعلى وتظهر فوق سطح الماء وتتميز هذه الجذور

باحتماء أنسجتها الداخلية على فراغات واسعة تخزن فيها الأكسجين، كما تنتشر على سطحها ثقبوب هوائية تعمل على التبادل الغازي مع الوسط الخارجي (شكل ٩٦).



شكل (٩٦) نباتات الشَّوْرة على الخليج العربي وترى جذورها التنفسية.

وتتميز نباتات مقابر الإنسان بتوازن مائي منتظم فالأوراق عصارية ومزودة بأنسجة مخزنة للماء (Walter ١٩٧١). كما وأن معدلات التتح منخفضة جدا (Walter and Steiner ١٩٣٦)، ولكن بالرغم من ذلك يحدث تراكم للأملاح في الأوراق نظرا لامتصاص الجذور لمياه البحر. وتخرج الأملاح الزائدة خارج جسم النبات عن طريق الغدد الملحية.

٨ - بيئة الصحاري الحصبائية (المدرية)

Gravel Deserts

يؤدي تأثير عوامل التعرية من رياح وماء في بعض مواضع السهول الصحراوية

المكشوفة إلى جرف طبقة التربة الناعمة ويبقى بعد ذلك أديم صلد غير منفذ من حصباء (مدر وحجارة صغيرة) مختلفة الألوان، وتعمل مواد التربة الغروية الموجودة بينها على إحكام تماسكها، وتعرف مثل هذه المواقع بالصحراء الحصبائية أو المدرية.

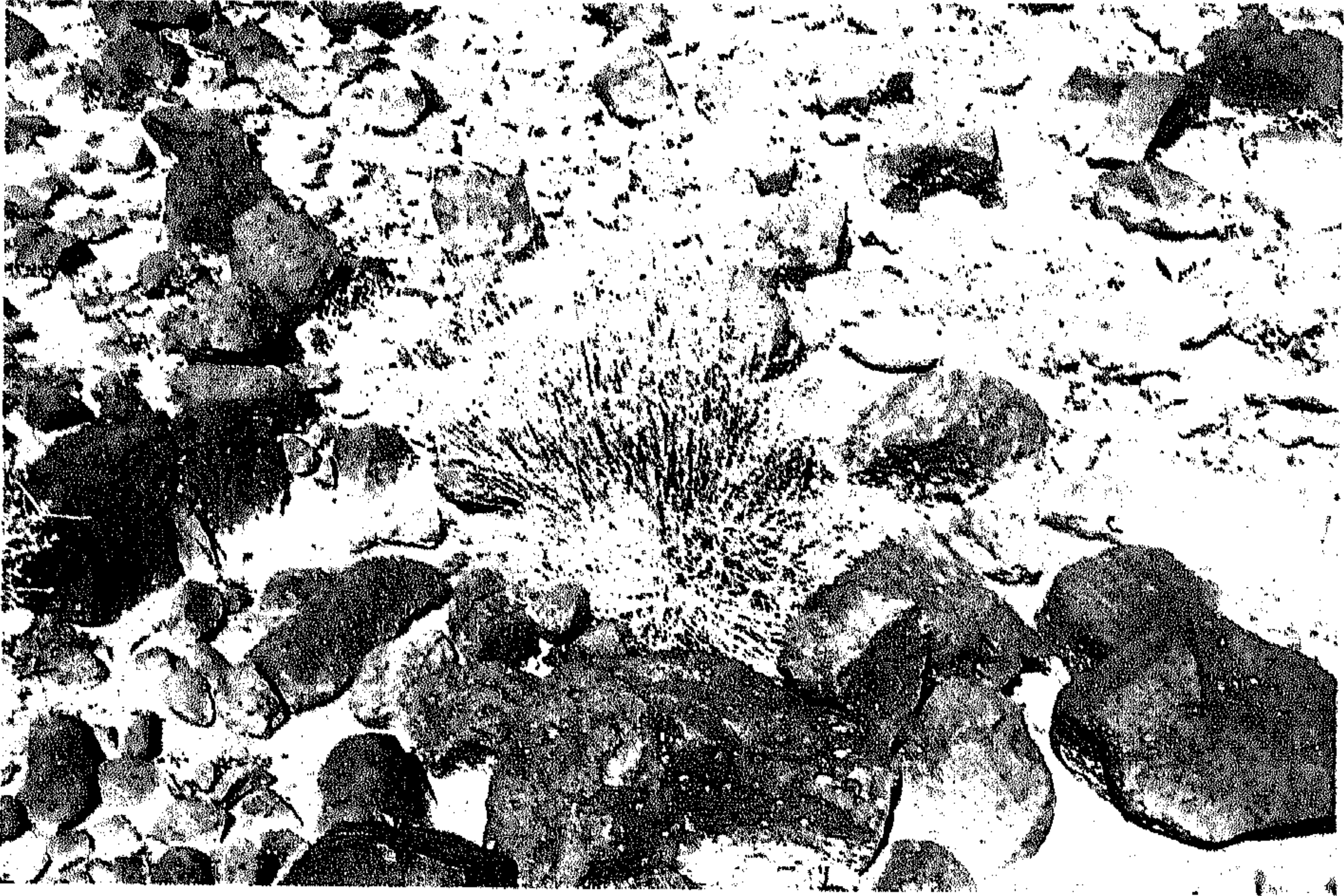
وتكون الصحاري الحصبائية مجدبة كلياً أو جزئياً وذلك حسب درجة تماسك الحصى ونسبته فيها، كما أن النباتات إذا وجدت فهي متباعدة ولا تنجح في النمو إلا بعض الأنواع صغيرة الحجم سطحية الجذور مثل شوك الضب *Blepharis ciliaris* وكف مريم *Anastatica hierochuntica*، وقد تجمع النباتات المعمرة المتناثرة حولها ما تحمله الرياح من تربة ناعمة ورمال وتشكل بيئة صالحة لنمو بعض النباتات المعمرة والحولية والتي تظهر، في فصل الأمطار، على شكل جزر خضراء وسط مساحات واسعة خالية من النباتات (شكل ٩٧). وفي بعض أجزاء الصحراء الحصبائية يكثر تجمع الحصى على سطح الأرض مكوناً طبقة متماسكة لا تنفذ خلالها مياه الأمطار أو جذور النباتات وتعرف هذه المواقع بدرع الصحراء *Desert armour* وتكون هذه المواقع مجدبة تماماً، ولكن قد يحدث أحيانا أن تجمع الرياح تربة قليلة العمق في المناطق المنخفضة من هذه المواقع فينمو فيها بعض النباتات الحولية.



شكل (٩٧) نمو نبات الكلخ في صورة جزر خضراء وسط المسطحات الحصبائية العارية من النباتات.

٩ - بيئة صحراء الحماة Hammada Desert

تختلف صحراء الحماة عن الصحراء الحصبائية في أن الصخور ذات الأحجام الكبيرة في الحماة التي تغطي سطح الأرض تجمع فيها بينها التراب الذي تحمله الرياح أو الماء أو كلاهما وتشكل بذلك وسطا صالحا لنمو النباتات المعمرة (شكل ٩٨).



شكل (٩٨) نبات الإذخر *Cymbopogon schoenanthus* في صحراء الحماة قرب المدينة المنورة.

١٠ - بيئة السهول الصحراوية Desert Plains

يصف مجاهد (١٩٨١) هذه البيئة بأنها «مساحات شاسعة من أرض مستوية تقريبا ومكشوفة، وهي فقيرة نسبيا في غطائها النباتي لأنه ليس لها من مورد مائي سوى مياه الأمطار التي تتوزع فيها بغير انتظام، وعوامل التتح والتبخر في هذه البيئة شديدة لأنها مكشوفة والرياح فيها شديدة وسريعة، ومن تأثيرات الرياح أنها تعمل على تجميع الرمال حول النباتات منذ حدوثها مكونة أكواما أو كثيبات تظل تنمو وترتفع كلما زاد

حجم النبات حتى تصل إلى ارتفاعات كبيرة في بعض الأحيان ، وقد تتصل عدة كثران متجاورة ويؤدي هذا إلى ارتفاع مستوى الأرض . ولكثير من نباتات السهول القدرة على تحمل تكس الرمال حولها وفوقها عن طريق نموها السريع وتشكيل جذور في مستويات متعاقبة تزداد ارتفاعا كلما زاد تكس الرمل . ومن أهم نباتات السهول التي تنمو فوق الكثيبات ، نبات الحرمل *Rhazya stricta* وبعض النجيليات مثل الثام *Pennisetum divisum* والضة *Lasiurus hirsutus* والهدة (الأثوم) *Pennisetum divisum* والإذخر *Cymbopogon schoenanthus* ، وجميع هذه النجيليات تجف في فصل الصيف وتفقد جميع أجزائها الخضراء الناتحة ، ثم تستأنف نشاطها في فصل الأمطار التالي وتكون فروعها خضراء من براعم كامنة ، وبهذه الطريقة تقاوم الجفاف الشديد الذي تتعرض له في بيئتها الطبيعية . ومن أهم النباتات المعمرة في بيئة السهول الصحراوية : الجثجات *Francoeuria crispa* والعرفج *Rhanterium eppaposum* والجربة *Farsetia aegyptia* والقتاد *Astragalus spinosus* والعشعر *Calotropis procera* والقرضي *Ochradenus baccatus* أما النباتات الحولية فلا تظهر في كل الأعوام بل يتوقف ظهورها وكثافتها وعدد أنواعها على سقوط المطر وكمياته ومواعيده .

١١ - بيئة الهضاب الصحراوية

تعتبر هذه البيئة غير ملائمة لنمو النباتات نظرا لصلابة سطحها وعدم قدرة الجذور على اختراقه ، بالإضافة إلى انسياب الماء عنها وتعرضها للرياح الشديدة التي تزيد كثيرا من شدة التبخر والنتح . الغطاء النباتي قليل الكثافة ويقتصر على شقوق الصخور حيث تتجمع الرواسب والتربة الناعمة وتحتجز مياه الأمطار وكذلك في الشعاب التي شكلتها مياه السيول . من النباتات التي تميز هذه البيئة نذكر : الشفاح *Capparis cartilaginea* والنقد *Anvillea garcini* والطرف *Aerva javanica* وشوك الجمل *Echinops spinosissimus* وغيرها .

١٢ - بيئة المنطقة الجبلية

تمثل سلسلة جبال السروات وحدة بيئية متميزة ، ذلك أنها ترتفع حتى ٣٧٠٠ م

فوق سطح البحر بالقرب من مدينة أبها ويتناقص الارتفاع تدريجياً كلما اتجهنا نحو الشمال (انظر فصل التضاريس). يقترن ارتفاع هذه المناطق بزيادة كمية الأمطار السنوية (٥٠٠ - ٦٠٠ مم في النماص وبلجرشي) وزيادة طول الفترة المطيرة، وارتفاع الرطوبة النسبية وانخفاض درجة الحرارة. تساعد كل هذه العوامل المناخية على تشكيل غطاء نباتي شجري كثيف لامثيل له في المناطق الأخرى من المملكة. (انظر فصل فلورة المملكة). ويسود في قمم الجبال، خاصة في المناطق التي لم تصلها يد الإنسان بالتمير، أشجار العرعر *Juniperus procera* التي تشكل غابات كثيفة (شكل ٩٩) أما في المناطق التي تدخل فيها الإنسان فنجد أن غابات العرعر أقل كثافة وأشجارها ليست باسقة. وتغطي الأشنات Lichens بسبب توفر الرطوبة المرتفعة،



شكل (٩٩) غابة من العرعر *Juniperus procera* و *J. polycarpos* في منطقة السودا (جبال عسير).

نباتات العرعر وتتدلى من الفروع وخاصة أشنة *Usnea articulata* (شكل ١٠٠)، كما وتغطي الأشنات أسطح الصخور، ومن أهم النباتات الموجودة مع أشجار العرعر الشث *Dodonaea viscosa* والذفيره *Lavandula dentata* والجبر *Psiadia arabica* والطباق



شكل (١٠٠) أشنة *Usnea articulata* من النباتات العالقة التي تعيش على أشجار العرعر في مرتفعات عسير.

Euryops arabicus وغيرها. وفي المناطق الأقل ارتفاعا نجد أشجار العتم (الزيتون البري) *Olea chrysophylla* ، وتكسو المناطق المنخفضة وخاصة التي تتعرض للقليل من الأمطار نباتات جفافية من الأكاشيا *Acacia* ونباتات معمرة مثل الصخبر *Hyparrhenia hirta* والصلق *Themeda triandra* والجشجات *Francoeuria crispa* والعرفج *Rhanterium eppaposum* وذعلوق البعير *Scorzonera intricata* وغيرها.

وتتشكل في المرتفعات الجنوبية، نتيجة للأمطار الغزيرة، بيئات مائية في شكل برك وبحيرات وسيول دائمة تعيش فيها نباتات مائية.

أما في الجزء الشمالي من جبال السروات والذي يتراوح ارتفاعه ما بين ١٠٠٠ و١٥٠٠م فوق سطح البحر، حيث يقل طول الموسم الماطر وتقل كمية الأمطار وترتفع درجة الحرارة، فيسود في هذه الجبال أشجار قصيرة من أنواع الاكاشيا مثل البشام *Acacia asak* والعراد *A. etbaica* والسنت *A. mellifera*. أما في الأجزاء السفلى فيسود السمر *A. tortilis* والسلم *A. ehrenbergiana*. وفي الأودية التي تتجمع فيها مياه السيول تزداد كثافة الغطاء النباتي بالمقارنة مع المنحدرات الجبلية المجاورة.

وبالله التوفيق.

المراجع

- Alechin, V.V.** (1961) *Plant Geography*. Second ed., Moscow.
- Barton, L.V.** (1944) Some seeds showing special dormancy. *Contrib. Boyce Thompson Inst.* **13**.
- Batanouny, K.H., Lenzian, K. and Zeigler, H.** (1972) Oekophysiologische Untersuchungen an Wustpflanzen, VI. Hemnstoffe für Keimung und Wachstum in den Früchten von *Zilla spinosa* Prantl, *Oecologia* **9**, 12.
- Bell, D.T. and Muller, C.H.** (1973) Dominance of California annual grassland by *Brassica nigra*. *American Midland Naturalist.* **90**.
- Bilham, E.G.** (1933) Variation in the climate of York. *Quart. J. Roy Meteor. Soc.* **59**.
- Black, J.M.** (1958) Competition between plants of different initial seed sizes in swards of subterranean clover (*Trifolium subterraneum* L.) with particular reference to leaf area and the light microclimate. *Aust. J. agric. Res.* **9**.
- Black, J.M.** (1960) The significance of petiole length, leaf area and light interception in competition between strains of subterranean clover (*Trifolium subterraneum* L.) grown in swards, *Aust. J. agric. Res.* **11**.
- Blatter, E.** (1919-1936) Flora arabica. *Rec. Bot. Surv. India*, No. 8.
- Braun-Blanquet, J.** (1937) Sur L'origine des éléments de la flore méditerranéenne. *Stat. Inst. Geobot. Medit. Alpine, Montpellier* **56**.
- Brutt, B.L. and Lewis, P.** (1949-1959) On the flora of Kuwait. *Kew Bull.* **4**.

- Chapman, R.W.** (1978) Geomorphology. In *Quaternary Period in Saudi Arabia* (S.S. Al-Sayari and J.G. Zotl. Eds.) Springer-Verlag Wien, New York.
- Clarke, G.L.** (1954) *Elements of Ecology*. John Wiley and Sons Inc., New York.
- Darwin, C.** (1873) *The Origin of Species by Means of Natural Selection*. 6th ed., London.
- Daubenmire, R.F.** (1974) *Plants and Environment, A Text Book of Plant Autecology*. John Wiley and Sons Inc. New York.
- Davis, R.F.** (1928) The toxic principle of *Juglans nigra* as identified with synthetic juglone and its toxic effects on tomato and alfalfa plants, *Am. J. Bot.* **5**.
- DeCandolle, M.A.P.** (1832) *Physiologie Vegetale*. Vol. III. Bechet Jeune. Lf. Fac. Med. Paris.
- (1855) *Geographie Botanique Raisonnee*. I + II Paris-Geneve.
- Denna, D.W.** (1970) Leaf wax and transpiration in *Brassica oleracea*. *J. Am. Soc. hort. Sci.* **95**.
- Diels, L.** (1958) *Pflanzengeographie*, Berlin.
- Donald, C.M.** (1958) The interaction of competition for light and for nutrients. *Aust. J. agric. Res.* **9**.
- Eig, A.** (1932) Les éléments et les groupes photogeographiques auxiliaires dans la flore palestinienne. 2pts. *Feddes Report. Beih.* **63**.
- El-Amin, H.M.** (1976) Geographical distribution of the Sudan Acacias. *Sudan Forestry Administration Bulletin for Research Institute* **2**.
- El-Naggar, M.R.K.** (1963) *Autecology of Rhazya stricta Decne*. M.Sc. Thesis, University of Ain-Shams, Egypt.
- Ellenberg, H.** (1963) *Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen*, Eugen Ulmer, Stuttgart.
- Engler, A.** (1879-1882) *Versuch einer entwicklungsgeshichte der Pflanzewelt insbesondere der Florengebiete, Seit der Tertiary periode*, I-II. Leipzig-Engelmann.

- Evenari, M., Schana, L., Tadmor, M. and Aharoni, Y. (1961) Ancient Agriculture in the Negev. *Science* 133.
- Ferri, M.G. (1955) Contribuicas ao conhecimento da Ecologia do Cerrado e da Caatings. *Bol. Fac. Fil. Cien. Letras. Univ. Sao Paulo. Bot.* 12.
- Funke, G.L. (1943) The influence of *Artemisia absinthium* on neighbouring plants. *Blumea*. 5.
- Garner, W.W. and Allard, H.A. (1920) Effect of the relative length of day and night and other factors of the environment on growth and reproduction in plants. *J. agric. Res.* 18.
- Good, R. (1953) *The Geography of Flowring Plants*. 2nd ed. London.
- (1954) The Bahrain Island and their desert flora. *Biology of desert. Proc. Symp.*, London.
- Greig-Smith, P. (1948) Biological flora of the British Isles. *Urtica L.*, *J. Ecol.* 36.
- Grime, J.P. (1963) An ecological investigation at a junction between two plant communities in Coombsdale on Derbyshire Limestone, *J. Ecol.* 51.
- (1973) Control of species density in herbaceous vegetation. *J. environ. Manag.* 1.
- Grisebach, A. (1972) Die vegetation der Erde nach ihrer Klinatischen Anordnung. *Bb. I. and II. Leipz.* 9.
- Hajrah, H.H. (1978) Field study on the ecology of *Avicennia marina* along the Red Sea Coast, Saudi Arabia. *Proc. Saudi Biol. Soc.* 2 (2nd Conf. Jeddah).
- Harper, J.L. (1965) Establishment, aggression and cohabilitation in weedy species. *Genetics of Colonizing Species* (Eds. H.G. Bller and G.L. Stebbins) Academic Press, New York.
- and Glatworthy, J.N. (1963) The Comparative biology of closely related species. VI. Analysis of the growth of *Trifolium repens* and *T. fragiferum* in pure and mixed populations. *J. Exper. Bot.* 14.
- and Obeid, M. (1967) Influence of seed size and depth of sowing on the establishment and growth of varieties of fiber and oil-seed flax. *Crop Sci.* 7.

- Hodgson, J.G.** (1972) *A comparative study of seedling root growth with respect to aluminium and iron supply*. Ph. D. Thesis, University of Sheffield.
- Hooke, J.D.** (1853) *Botany of Antarctic, Flora Novaezelandiae*, Vol. II, Part I. London.
- Humboldt, A.V.** (1817) *De Distributione Geographica Plantarum*. Paris.
- Keller** (1929) *Plants and Their Relationship with Salt Soil*. Work of Kellers Plant station, Moscow.
- Kerner, Von Marilaun and Oliver, F.W.** (1895) *The Natural History of Plants*. Vol. II. London.
- Khanbekov, I.I.** (1981) *Forest and Environment*. Moscow.
- Larcher, W.** (1976) *Okologie Der pflanzen*. Stuttgart.
- Laurent, L.** (1912) Flore fossile de shistes de menat. *Ann. du Mus. Hist. Nature. Marseille (Geol.)* 14.
- Lemee** (1967) *Precis de Biogeographie*. Paris.
- Levitt, J.** (1972) *Responses of Plants to Environmental Stresses*. Academic Press, New York.
- Lewis, L.F.** (1937) *Variation of temperature at oxford. 1815-1934. Prof. Notes. Meteor. Office London*, 5 (77).
- Lundegardh, H.** (1931) *Environment and Plant Development*. Translated by E. Ashby. Edward Arnold. Com. London.
- Lyssenko, T.D.** (1936) *Principles of Vernalization*. Moscow.
- Maarel, E. Vanider** (1971) Plant species diversity in relation to management. In *the Scientific Management of Animal and Plant Communities for Conservation* (E. Duffery and A.S. Wat, Eds.) Blackwell, Oxford.
- Mahmoud, A.** (1977) Germination of three desert *Acacias* in relation to their survival in arid environment. *Proc. Saudi Biol. Soc.* 1 (1st. Conf. Riyadh).
- Mahmoud, A., El-Sheikh, A.M. and Abdul Baset, S.** (1982) Germination of *Artemisia abyssinica*. *Sch. Bip. J. Col. Sci.*, King Saud University 14 (2).

- _____ and Isawi, F. (1982) Ecology of the littoral salt marsh vegetation at Rabigh on the Red Sea Coast of Saudi Arabia. *J. arid envir.* 5.
- Mahmoud, A. and Grime, J.P.** (1976) An analysis of competitive ability in three perennial grasses. *New Phytol.* 77.
- Martin, P. and Rademacher, B.** (1960) Experimentelle untersuchungen zur Frage der Nachwirkung von Rapsiwurzelruekstanden. *Z. Acker Pflanzenbau* III.
- Maximov, N.A.** (1929) Internal factors of Frost and drought resistance in plants. *Protoplasma* 7.
- McNaughton, S.J.** (1968) Autotoxic feedback in relation to germination and seedling growth in *Typha latifolia*. *Ecology* 49.
- Meigs, P.** (1953) World distribution of arid and semi-arid climates. *Review of research of arid zone hydrology.* (Arid Zone Res. I) UNESCO Paris .
- Meusel, M.** (1943) *Vergleichende Arealkunde* ill, Bd. 2. Berlin.
- Migahid, A. M.** (1978) *Flora of Saudi Arabia.* Riyadh University Publication.
- Migahid, A. M., Batanouny, K.H. and Abdel Wahab, M.A.** (1973) Ecophysiological studies on desert plants. VIII. Root penetration of *Leptadenia pyrotechnica* (Forsk)., *Decne in relation to its water balance, Oecologia* (Berl.) II.
- Migahid, A. M. and El-Sheikh, A.M.** (1977) Types of desert habitat and their vegetation in central and eastern Saudi Arabia. *Proc. Saudi Biol. Soc.* 1 (1st Conf. Riyadh).
- Molisch, H.** (1937) Der Einfluss einer Pflanze auf die ander-Allelopathie. Ficher, Jena.
- Monsi, M. and Saeki, T.** (1953) Uber den Lichtfaktor in den Pflanzengesellschaften and Seine Bedeutung fur die Stoffproduktion. *Jap. J. Bot.* 14.
- Muller, C.H.** (1966) The role of chemical inhibition (Allelopathy) in Vegetational Composition. *Bull. Torrey Bot. Clud.* 93.
- Obeid, M. and Mahmoud, A.** (1971) Ecological studies on the vegetation of the Sudan. II. *The ecological relationships of the vegetation of Khartoum Pro-*

vince Vegetation 23.

- Olsen, C.** (1921) The ecology of *Urtica dioica*. *J. Ecol.* 9.
- Orshan, G. and Zand, G.** (1962) Seasonal body reduction of certain desert halfshrubs. *Bull. Res. Couns.* II.
- Ozenda, P.** (1958) *Flora du sahara*. Septentrional et Central. Paris.
- Palmer, J.H. and Sager, G.R.** (1963) Biological flora of the British Isles: *Agropyron repens*. *J. Ecol.* 51.
- Parson, B.** (1968) Agricultural and water resources. *The great Nufud Sedimentary Basin*, Kingdom of Saudi Arabia. Vol. II - The letter Majuscule agricultural resources.
- Petrov, M.P.** (1973) *Deserts of the World*. "NAUKA" Publishing House Leningrad.
- Popov, G.B. and Zeller, W.** (1963) Ecological survey report on the 1962 survey in the Arabian peninsula. *FAO Progress Report UNSF/DL/ES/6*.
- Polunin, N.** (1971) *Introduction to Plant Geography*. (Longman), London.
- Raunkiaer, C.** (1937) *Plant Life Forms*. Oxford.
- Rice, E.L.** (1974) *Allelopathy*. Academic Press, New York.
- Richards, P.W.** (1957) *The Tropical Rain Forest*. An Ecological Study. Cambridge University Press.
- Ridley, M.N.** (1930) *The dispersal of plants throughout the world*, Kent, Ashford.
- Rikle, M.** (1943-1948) *Das Pflanzenkleid der Mittelmeerlander II, III* Bern.
- Salisbury, I.H.** (1942) *The Reproductive Capacity of Plants*. Bell, London.
- Schennikov, A.P.** (1950) *Plant Ecology*. Moscow.
- Schimper, A.F.W.** (1898) *Plant Geography Upon a Physiological Basis* (Trans. Fisher, Oxford 1903).

- Schmithusen, J.** (1961) *Allgemeine Vegetation Geographie*. Berlin.
- Schouw, F.** (1822) *Grundtraev til en almindelig plantgeographie*. Gyldendal. Kjobenhaven.
- Schwartz, O.** (1939) *Flora des tropischen Arabien*. *Mett. Inst. allg. Bot.* 10. Hamburg.
- Serebriakov, I.G.** (1962) *Ecological-Morphology of Plants*. Moscow.
- Shreve, F.** (1951) *Vegetation of Sonoran Desert*. *Carnegie Institute of Washington*, No. 591.
- Skoss, J.D.** (1955) Structure and composition of plants cuticle in relation to environmental factors and permeability. *Bot. Gaz.* 117, Chicago.
- Smith, J.** (1949) *Distribution of Three Species in The Sudan in Relation to Rainfall and Soil Texture*. Ministry of Agriculture, Khartoum.
- Sosnoveski, D.I.** (1928) *Pinus eldarica*. *J. Geog. Assoc.* T 21.
- Stebbing, E.P.** (1938) The man-made desert in Africa: Erosion and drought. *J. Roy. Afr. Soc.* 37,1.
- (1953) *The Creeping Desert in The Sudan and Elsewhere in Africa between 13-15 Latitudes*. Forest Department, Khartoum, Sudan.
- Stocker, O.** (1935) Ein Beitrag Transpiration Grobe in Javanischen Regenwold. *JB. Wiss. Bot.* 81.
- Szafer, W.** (1952) *Zarys Ogolnej Geografii Roslin*. Warsaw.
- Takhtajan, A.** (1978) *The Floristic Regions of The World*. "NAUKA" Leningrad.
- Tolmatchev** (1974) *Introduction to Plant Geography*. Leningrad, Univ. Press.
- Thurston, J.M.** (1969) The effects of liming and fertilizers on the botanical composition of permanent grassland and on the yield of hay. In *Ecological Aspects of Mineral Nutrition of Plants*. (I.H. Rorison, Ed.) Blackwell, Oxford.
- Ule, E.** (1905) Blumengerten der Ameisen am Amazonenstrom. *Veg. Bilder*, 3 and 4.

- Vesey-Fitz Gerald, D.F.** (1955) Vegetation of the Red Sea coast south of Jeddah, Saudi Arabia. *J. Ecol.* **43**: 477.
- Voronov** (1973) *Geobotany*. High School Press. Moscow.
- Walter, H.** (1964-1968) *Die vegetation der Erde.*, **I** (1964), and **II, III** (1968). (English translation) VEB Gustav Fisher Verlagm Jena.
- (1971) *Ecology of Tropical and Subtropical Vegetation (English translation)*. Oliver and Boyd, Edinburgh.
- (1973) *Vegetation of the Earth in Relation to climate and the Eco-physiological conditions*. The English University Press Ltd. London.
- and **Leith, H.** (1960 - 1964) *Klimadiagrams-weltatlas*, Jena.
- and **Steiner, M.** (1936) Die Okologie der Ostafrikanischen Mangrovrn. *Z. Bot.* **30**.
- Warming, A.A.** (1895) *Oecology of Plants*. (Trans. by Groom and Balfour 1909) London.
- Watt, A.S.** (1955) Bracken versus heather: a study in plant sociology. *J. Ecol.* **43**.
- Wissman, H.** (1948) Pflanzentlimatische Grenzen der warmen Tropen. *Erd-lunde* **2**.
- Wulff, E.V.** (1933) *Introduction to Historical Geography of Plants*. Moscow.
- Wulff, E.V.** (1944) *Historical Geography of Plants*. Moscow.
- Yousif, M.M** and **El-Sheikh, A.M.** (1981) The vegetation alongside a running water canal at Al-Kharj. *J. Coll. Sci.*, King Saud Univ. **12** (1).
- Zahran, M. A.** (1976) Biogeography of mangrove vegetation along the Red Sea coasts. *International Symposium of the Biology and Management of Mangrove*, Honolulu, Hawaii 8-13/101, 1974.
- **Hajrah, H.H.** and **Younis, A.A.** (1980) On the Ecology of Mongal Vegetation of the Saudi Red Sea coast. *Proc. Second Int. Symp. of Mangrove Vegetation*. Papua New Guinaea. July 26-31, 1980.

- Zohary, M. (1957) Contribution to flora of Saudi Arabia. *J. Linn. Soc. London., Bot.* 55.
- Zohary, M. (1973) Geobotanical Foundation of the Middle East. I. Fisher, Amsterdam.

كشاف المصطلحات العلمية

أولاً - عربي - إنجليزي



| | | |
|----------------|-------------------------------------|----------|
| Bulbs | أبصال | ٥٠ |
| Spores | أبواغ | ٩، ١٥ |
| Synzoochory | إدخار المواد الغذائية وبناء الأعشاش | ٢٥ |
| Cuticle | أدمه | ٢٤٣، ٢٤٠ |
| Vernalization | إرباع | ٣٦، ٥٢ |
| Semideserts | أشباه الصحارى | ١٥٩ |
| Lichens | أشنات | ٨١ |
| Individuals | أفراد | ٩٣ |
| Provinces | أقاليم (مناطق) | ٢٢٥ |
| Epizoochory | التصاق بجسم الحيوانات | ٢٥ |
| Allelopathy | أليلوباثيا | ٨٦، ٨٨ |
| Dispersal | انتشار | ١١ |
| Wind dispersal | انتشار بواسطة الرياح | ١٥ |
| Endozoochory | انتقال داخل الجهاز الهضمي للحيوانات | ٢٥ |
| Life forms | أنماط بيولوجية (صور النمو) | ٤٨، ١٦٥ |
| Anemochores | أنواع تنتشر بذورها بواسطة الهواء | ١٤ |
| Zoochores | أنواع تنتشر بواسطة الحيوانات | ١٤ |
| Hydatochores | أنواع تنتشر بواسطة الماء | ١٤ |

| | |
|---------------|-----------------------------|
| Autochores | أنواع ذاتية الانتشار ١٣ |
| Allochores | أنواع غير ذاتية الانتشار ١٣ |
| Cosmopolitan | أنواع كونية ٩٥ |
| Endemics | أنواع متوطنة ٩٥، ٩٦، ١٠٧ |
| Neoendemics | أنواع متوطنة جديدة ١٠٦، ١٠٨ |
| Paleoendemics | أنواع متوطنة قديمة ١٠٧ |
| Megatherms | أنواع محبة للحرارة ١٧٤ |
| Hygrophytes | أنواع محبة للرطوبة ١٧٤، ١٧٧ |
| Stenochores | أنواع محدودة الانتشار ٩٧ |
| Vicariads | أنواع نباتية ذات قرابة ١٠٥ |
| Eurychores | أنواع واسعة الانتشار ٩٦ |
| Thicket | أيكة ١٤٤ |



| | |
|-------------------------|--------------------------------|
| Water vapour | بخار ماء ٧٣ |
| Dust seeds | بذور غبارية ١٦ |
| Winged seeds and fruits | بذور وثمار مجنحة ١٧ |
| Plumed seeds and fruits | بذور وثمار مجهزة بالشعر ١٧ |
| Prairie | براري ١٩٣ |
| Formation relics | بقايا التشكيلات النباتية ١٠٤ |
| Geomorphological relics | بقايا تغيرات التضاريس ١٠٤ |
| Glacial relics | بقايا جليدية ١٠٥ |
| Tertiary relics | بقايا الحقبة الثالث ١٠٥ |
| Postglacial relics | بقايا ما بعد الجليدية ١٠٥ |
| Pre-tertiary relics | بقايا ما قبل الحقبة الثالث ١٠٥ |
| Climatic relics | بقايا مناخية ٦٧، ١٠٥ |
| Litter | بقايا (نفايات) نباتية ٨٥ |
| Pleistocene | بليستوسين ١٨٩ |

Pliocene بليوسين ١٨٩



- Anemophilous تأبير هوائي ١٩٠
- Taiga تايجا (تايجا) ٧٣، ١٨٧، ١٩٧
- Subsoil تحت التربة ٦٩
- Subspecies تحت نوع ١٠٦
- Soft gypseous soils ترب جصية طرية ٢٢٤
- Chalk and limestone soils ترب جيرية وكلسية ٧٦
- Acid soils ترب حمضية ٧٨
- Sandy soils ترب رملية ٧٠، ٧٧، ٢٢٤
- Gravel desert soils ترب صحراوية حصائية ٢٢٤
- Loamy soils ترب طفلية (لومية) ٧٠
- Clay soils ترب طينية (صلصالية) ٧٠، ٧٧
- Alkaline soils ترب قلوية ٧٨
- Loss and loss-like soils ترب لوسية وشبه لوسية ٢٢٤
- Hydrosaline soils ترب ملحية رطبة ٢٢٤
- Terra-Rosa تربة البحر الأبيض المتوسط الوردية ١٧٩
- Chernozem تربة سهبية سوداء ١٠٦
- Organic soil تربة عضوية ٧٧
- Calcareous soil تربة كلسية ٧٧
- Springification تربيع ٥٢
- Anatomy تشريح (التركيب الداخلي للنبات) ٥
- Steppe formation تشكيلات سهبية ١٧٥
- Formation تشكيل (تكوين) نباتي ٣٣، ٩٣، ١٠٤
- Open formation تشكيل نباتي مفتوح ٢٣٥
- Taxonomy تصنيف ٦
- Stratification تطبق (تنضيد) ٢٥٢

| | | |
|----------------|------------------|-----------------------|
| Parasitism | تطفل | ٧٩ |
| Mutualism | تقايض (مبادلة) | ٨١ |
| Dipolar | تقطع ثنائي القطب | ١٠٢ |
| Symbiosis | تكافل | ٨١ |
| Competition | تنافس (منافسة) | ٨٣ |
| Tundra | تندرا | ٧٣، ٩٥، ١٢٨، ٢٠١، ٢٠٣ |
| Endemism | توطن | ١٠٦ |
| Ocean currents | تيارات بحرية | ٤٢ |
| Gulf stream | تيار الخليج | ٤٤ |



| | | |
|-----------|---------------|-----|
| Bipartite | ثنائية التقطع | ١٠٢ |
|-----------|---------------|-----|



| | | |
|----------------------|--------------------------|------|
| Altitudinal | جبلية التقطع | ١٠٢ |
| Buttressed roots | جذور دعامية | ١٣٩ |
| Adventitious roots | جذور عرضية | ١٤٢ |
| Plant geography | جغرافيا النبات | ٣، ١ |
| Ecological geography | جغرافيا النبات البيئية | ٣، ٢ |
| Historical geography | جغرافيا النبات التاريخية | ٢ |
| Floristic geography | جغرافيا النبات الفلورية | ٢ |



| | | |
|----------------|-------------|-----|
| Velamen | حجاب جذري | ١٤٥ |
| Suction scales | حراشف ماصة | ١٤٥ |
| Spanish moss | حزاز أسباني | ٨٣ |

| | | |
|---------------|-----------------------------|---------|
| Mosses | حزازيات | ١٩١ |
| Gravel | حصى | ٦٩ |
| Coarse gravel | حصى خشن | ٦٩ |
| Fine gravel | حصى ناعم | ٦٩ |
| Fossils | حفريات (متحجرات - مستحاثات) | ١١٢ |
| Palaeozoic | حقب الحياة القديمة | ١١٠ |
| Fairy ring | حلقة سحرية | ١٢ |
| Hammad | حماد | ٢٢٤ |
| Barriers | حواجز | ٣٠ ، ٢٠ |



| | | |
|----------|----------------------------------|----|
| Isotherm | خط تساوي درجة الحرارة (أيزوثيرم) | ٥١ |
|----------|----------------------------------|----|



| | | |
|---------------|--------------|---------|
| Humus | دُبَال | ٧٨ ، ٧٦ |
| Temperature | درجة الحرارة | ٤١ |
| Desert armour | درع صحراوي | ٢٨٠ |
| Tubers | درنات | ٥٠ |



| | | |
|-----------------|----------------------|-----|
| Soil moisture | رطوبة التربة | ٧٣ |
| Area | رقعة | ٩١ |
| Vicarious area | رقعة أنواع ذات قرابة | ١٠٥ |
| Relic area | رقعة بقية (باقية) | ١٠٣ |
| Continuous area | رقعة متصلة (مستمرة) | ٩٩ |

| | |
|--------------------|------------------------------|
| Discontinuous area | رقعة متقطعة (غير مستمرة) ١٠٠ |
| Coarse sand | رمل خشن ٦٩ |
| Fine sand | رمل ناعم ٦٩ |
| Wind | رياح ٦٤ |
| Rhizomes | ريزومات ٥٠ |

لس

| | |
|----------------------|--------------------------------|
| Savanna | سافانا ١٥١، ٨٩ |
| Dry savanna | سافانا جافة ١٥٢ |
| Moist savanna | سافانا رطبة ١٥٢ |
| Solonchack (Sabakha) | سبخة ملحية ناصلة اللون ٩٩، ٢٢٤ |
| Ferns | سراخس ١٤٨ |
| Canopy | سطح (تاج) الغابة ١٩٠، ١٩١ |
| Field capacity | سعة حقلية ٧٣ |
| Aluminium silicate | سليكات ألومنيوم ٧٦ |
| Steppes | سهوب ١٢٨، ١٨٧، ١٩٣ |
| Desert plains | سهول صحراوية ٢٨١ |

ش

| | |
|--------------|------------------------------|
| Hemiparasite | شبه متطفلة (جزئية التطفل) ٧٩ |
| Thorn bushes | شجيرات شوكية ١٥١ |
| Etiolation | شحوب ضوئي ١٤٤ |
| Extra arid | شديد الجفاف ١٦١، ٢١١ |
| Wax | شمع ٢٤٣، ٢٤٠ |

ص

| | |
|---------------------|--|
| Deserts | صحارى ١٥٩ |
| Gravel deserts | صحارى حصائية ٢٧٩ |
| Subtropical deserts | صحارى شبه مدارية (شبه استوائية) ١٢٧، ١٥٩ |

| | | |
|------------------|---------------|-----|
| Hammada desert | صحراء الحماد | ٢٨١ |
| Crevices | صدوع صخرية | ٢٥٧ |
| Vegetation class | صف غطاء نباتي | ٢٢٦ |

ض

| | | |
|-------|-----|----|
| Light | ضوء | ٦٤ |
|-------|-----|----|

ط

| | | |
|------|-------------|---------|
| Silt | طمي (سِلت) | ٧٠ |
| Clay | طين (صلصال) | ٧٠ ، ٦٩ |

ظ

| | | |
|------------|------------------------|-----|
| Cauliflory | ظاهرة تكون أزهار جذعية | ١٤٠ |
|------------|------------------------|-----|

ع

| | | |
|-----------------------------|------------------------------------|--------------------|
| Association | عشيرة نباتية | ٢٥٢ ، ٢٢٧ ، ٩٣ ، ٢ |
| Ecology | علم البيئة | ٦ ، ٥ |
| Evolution | علم التطور | ٦ |
| Paleobotany | علم المستحاثات (الحفريات) النباتية | ٦ |
| Soil depth | عمق التربة | ٦٩ |
| Floristic elements | عناصر فلورية | ١١٣ |
| Historical element | عنصر تاريخي | ١١٣ |
| Geographical element | عنصر جغرافي | ١١٣ |
| Genetic element | عنصر وراثي | ١١٣ |
| Existence (life) conditions | عوامل البقاء | ٣٥ |

| | |
|------------------------|----------------------|
| Edaphic (soil) factors | عوامل التربة ٣٧ ، ٦٨ |
| Biotic factors | عوامل حيوية ٣٧ ، ٧٩ |
| Topographic factors | عوامل طبوغرافية ٣٧ |
| Anthropogenic factors | عوامل فعل الإنسان ٣٧ |
| Climatic factors | عوامل مناخية ٣٧ ، ٤١ |



| | |
|---|--|
| Equatorial rain forests | غابات استوائية مطيرة ١٢٥ ، ١٣٣ |
| Evergreen rain forests | غابات استوائية مطيرة دائمة الخضرة ٥٧ |
| Warm temperature wet-evergreen forests | غابات رطبة دائمة الخضرة لمناطق معتدلة دافئة ١٢٧ |
| Deciduous summer forests | غابات ساقطة الأوراق (صيفا) ١٨٧ |
| Deciduous forests of the temperate zones | غابات ساقطة الأوراق لمناطق معتدلة ١٢٨ |
| Small-leaved forests | غابات صغيرة الأوراق ١٨٩ |
| Broad-leaved forests | غابات عريضة الأوراق ١٨٩ |
| Sclerophyllous forests | غابات قاسية (جلدية) الأوراق ١٧٣ |
| Sclerophyllous forests of the winter rain regions | غابات قاسية (جلدية) الأوراق لمناطق شتوية الأمطار ١٢٧ |
| Mangrove forests | غابات مانغروف (مقابر الإنسان) ٢٧٧ |
| Coniferous forests | غابات مخروطية ١٢٨ ، ١٨٧ ، ١٩٧ ، ١٩٨ |
| Dry deciduous forests and thorn bushes | غابات مدارية جافة ساقطة الأوراق وأجراش شوكية ١٥٠ |
| Tropical semi-evergreen forests | غابات مدارية ذات خضرة شبه دائمة ١٥٠ |
| Tropical deciduous forests | غابات مدارية ساقطة الأوراق ٥٧ ، ١٤٨ |
| Tropical moist and dry deciduous forests | غابات مدارية ساقطة الأوراق الرطبة والجافة ١٢٧ |
| Dry monsoon forests | غابات موسمية جافة ١٥١ |
| Monsoon-moist deciduous tropical forests | غابات موسمية مدارية رطبة ساقطة الأوراق ١٥٠ |

| | |
|----------------|-----------------|
| Mixed forest | غابة مختلطة ١٩٧ |
| Monsoon forest | غابة موسمية ١٥٠ |
| Garique | غاريك ١٨٣ |
| Atmosphere | غلاف جوي ٤١ |
| Extra tropical | غير مداري ٢٢٦ |



| | |
|-----------------|----------------------------------|
| Photoperiod | فترة (نوبة) ضوئية ٦٥ |
| Myrtaceae | فصيلة آسية ١٢٠ |
| Moraceae | فصيلة توتية ١١٩ |
| Campanulaceae | فصيلة جرسية ١١٨ |
| Euphorbiaceae | فصيلة حلابية ١٨٣ |
| Ranunculaceae | فصيلة حوذانية ١١٨ |
| Umbelliferae | فصيلة خيمية ٢٨ ، ١١٨ ، ١٣٧ |
| Chenopodiaceae | فصيلة رمرامية (سرمقية) ١٧١ ، ٢٢٥ |
| Liliaceae | فصيلة زنبقية ١٢٠ |
| Zingiberaceae | فصيلة زنجبيلية ١١٩ ، ١٤٢ |
| Orchidaceae | فصيلة سحلبية ١٤٥ ، ١٤٨ |
| Rutaceae | فصيلة سذبية ١٢٠ |
| Cactaceae | فصيلة صبارية ١١٩ |
| Salicaceae | فصيلة صفصافية ١١٨ |
| Cruciferae | فصيلة صليبية ٣٦ ، ١١٨ |
| Papilionaceae | فصيلة فراشية ٢٨ |
| Caryophyllaceae | فصيلة قرنفلية ١١٨ |
| Leguminosae | فصيلة قرنية ١٣٩ ، ١٥١ ، ٢٤٦ |
| Cupiliferae | فصيلة قمعية ١١٨ |
| Aceraceae | فصيلة قيقبية ١١٨ |
| Casuarinaceae | فصيلة كازورينية ١٢٠ |
| Compositae | فصيلة مركبة ٢٨ ، ١٢٠ ، ٢٤٨ |

| | |
|------------------------|----------------------|
| Gramineae | فصيلة نجيلية ١٢٠ |
| Rosaceae | فصيلة وردية ٢٨ ، ١١٨ |
| Mycorrhiza | فطور جذرية ٨١ |
| Ectotrophic mycorrhiza | فطور جذرية خارجية ٨٢ |
| Endotrophic mycorrhiza | فطور جذرية داخلية ٨٢ |

ق

| | |
|-------------------------|--------------------------|
| Pangaea | قارة بانجيا ١١٠ ، ١١١ |
| Antarctica | قارة القطب الجنوبي ١١٠ |
| Law of limiting factors | قانون العوامل المحددة ٣٥ |
| Root collar | قمة جذر ١٥٥ |
| Soil texture | قوام التربة ٦٩ |

ك

| | |
|------------------------|-----------------------------------|
| Cape | كاب (رأس الرجاء الصالح) ١٠٨ ، ١٢٧ |
| Complete parasite | كاملة التطفل ٧٩ |
| Species density | كثافة الأنواع ٨٦ |
| Minimum amount of heat | كمية دنيا من الحرارة ٥٣ |
| Quartz | كوارتز ٧٦ |
| Corms | كورمات ٥٠ |

م

| | |
|----------------------------|----------------------------------|
| Gravitational (free) water | ماء الجاذبية (ماء حر) ٧٣ |
| Capillary water | ماء شعري ٧٣ |
| Unavailable water | ماء غير متيسر (غير متاح) ٧٠ ، ٧٥ |
| Combined water | ماء متحد ٧٣ |

| | | |
|--------------------------|-------|--------------------------------|
| Available water | ..... | ماء ميسور ٧٥ |
| Growth water | ..... | ماء النمو ٧٥ |
| Hygroscopic water | ..... | ماء هيجروسكوبي ٧٣ |
| Maquis | ..... | ماكي ١٨١ ، ١٨٢ |
| Open communities | ..... | مجتمعات مفتوحة ٣٣ |
| Plant communities | ..... | مجتمعات نباتية ١ |
| Suction discs | ..... | مهاجم ١٤٢ |
| Tolerance range | ..... | مدى تحمل ٩٧ |
| Centre of dispersal | ..... | مركز انتشار ١١٢ |
| Centre of frequency | ..... | مركز تردد ١١٢ |
| Centre of origin | ..... | مركز نشأة ١١٢ |
| Meadow | ..... | مروج ١٩٦ ، ١٩٥ |
| Marshes | ..... | مستنقعات ٢٢٤ |
| Antibiotics | ..... | مضادات حيوية ٨٨ |
| Tendrils | ..... | معاليق (محاليق) ١٤٤ |
| Wilting coefficient | ..... | معامل الذبول ٧٥ |
| Commensalism | ..... | معايشة (تعاشش) ٨١ |
| Birth place | ..... | مكان نشوء ١١٢ |
| Floristic realms | ..... | ممالك فلورية ١١٥ |
| Neotropic realm | ..... | مملكة استوائية جديدة ١١٨ ، ١١٩ |
| Paleotropic realm | ..... | مملكة استوائية قديمة ١١٩ ، ٢٣٢ |
| Holarctic realm | ..... | مملكة شمالية ١١٧ ، ١١٩ |
| Antarctic realm | ..... | مملكة قطبية جنوبية ١١٩ ، ١٢١ |
| Capensis realm | ..... | مملكة الكاب ١٢٠ |
| Microclimate | ..... | مناخ دقيق ١٣٥ ، ١٩١ |
| Continental climate | ..... | مناخ قاري ٤٢ |
| Oceanic climate | ..... | مناخ محيطي ٤٢ |
| Diffuse | ..... | منتشر التقطع ١٠٢ |
| Eritreo-arabian province | ..... | منطقة أرترية عربية ٢٣٢ |

| | | |
|-----------------------|-----------------------------------|-----------|
| Sudanian region | منطقة سودانية | ٢٣٢ ، ٢٢٣ |
| Sahara-arabian region | منطقة صحراء عربية | ٢٢٣ |
| Arctic climatic zone | منطقة مناخ قطبي | ١٢٨ |
| Nubo-sindian province | منطقة نوبية - سندية | ٢٣٢ |
| Lipids | مواد دهنية | ٢٤٣ ، ٢٤٠ |
| Aquatic habitats | مواطن (بيئات) مائية | ٢٦١ |
| Necrosis | موت موضعي | ١٥٢ |
| Morphology | مورفولوجيا (الشكل الظاهري للنبات) | ٥ |
| Habitat | موطن (مسكن) | ٢٥٢ ، ٢٢٦ |
| Microflora | ميكروفلورا (فلورا دقيقة) | ٩٦ |



| | | |
|-----------------|----------------------------------|----------------------------------|
| Geophytes | نباتات أرضية (جيوفيت) | ١٩٥ ، ١٩٠ ، ٥٠ |
| Emergents | نباتات برمائية | ٢٦٤ |
| Endolithophytes | نباتات تعيش في شقوق الصخور | ٦٥ |
| Edaphophytes | نباتات تعيش داخل التربة | ٦٥ |
| Xerophytes | نباتات جفافية | ٢٣٨ ، ١٩٤ ، ١٩٣ ، ١٧٥ ، ٥٩ ، ٥٧ |
| Therophytes | نباتات حولية (ثيروفيت) | ١٩١ ، ١٦٥ ، ٥١ |
| Ephemers | نباتات حولية (فصلية) قصيرة العمر | ٦٣ |
| Stranglers | نباتات خانقة | ١٤٥ ، ٨٣ |
| Helophytes | نباتات رطوبية (هيلوفيت) | ٥٠ |
| Dominants | نباتات سائدة | ٨٨ |
| Orchids | نباتات سحلبية | ٨٢ |
| Phanerophytes | نباتات ظاهرة (فانيروفيت) | ٤٩ |
| Epiphytes | نباتات عالقة | ١٤٥ ، ١٤٤ ، ١٤٢ ، ١٣٦ ، ٨٣ |
| | نباتات عشبية حولية (قصيرة العمر) | ١٧١ ، ١٧٠ ، ١٦٨ ، ١٦٥ |
| Ephemerals | | ٢٥٧ ، ٢٣٧ |
| Ephemeroïds | نباتات عشبية معمرة | ٢٣٨ ، ١٩٦ ، ١٩٢ ، ١٧١ ، ١٦٦ ، ٦٣ |

| | | |
|------------------------------------|----------------------------------|----------------------------|
| Succulents | نباتات عصارية | ٦١ ، ١٦٧ ، ١٧٠ ، ١٧١ ، ٢٣٨ |
| Chamaephytes | نباتات فوق سطحية (كاميفيت) | ٥٠ |
| Sclerophytes | نباتات قاسية | ٦٣ ، ٢٣٨ ، ٢٤٠ |
| Indicators | نباتات كاشفة (دالة) | ٧٨ |
| Aphyllous plants | نباتات لا ورقية | ٢٤٤ |
| Hydrophytes | نباتات مائية (هيدروفيت) | ٥٠ ، ٥٧ |
| Lianas | نباتات متسلقة | ١٣٦ ، ١٤٢ |
| Endophytes | نباتات متطفلة داخلية | ٦٥ |
| Calcifuges | نباتات محبة للحموضة | ٧٨ |
| Calcicoles | نباتات محبة للقلوية | ٧٨ |
| Nitrophytes (Nitrophyllous plants) | نباتات محبة للنتر وجين | ٧٨ |
| Cryptophytes | نباتات مختفية (كربتوفيت) | ٥٠ |
| Halophytes | نباتات ملحية | ٧٨ ، ١٧١ ، ٢٧١ |
| Hemiepiphytes | نباتات نصف عالقة | ٨٣ ، ١٤٢ ، ١٤٤ |
| Hemicryptophytes | نباتات نصف مختفية (هيميكربتوفيت) | ٥٠ ، ١٩٠ |
| Day neutral plants | نباتات النهار المحايد | ٦٦ |
| Mesophytes | نباتات وسطية | ٥٧ ، ٦٣ ، ٧٥ ، ١٨٩ |
| Root/ shoot ratio | نسبة المجموع الجذري إلى الخضري | ٢٤١ |
| Permanent wilting percentage | نسبة مئوية للذبول الدائم | ٧٥ |
| Vegetational zones | نطاقات غطاء نباتي | ١٢٣ |
| Zone of mountain forests | نطاق غابات جبلية | ٢٣٥ |
| Afro-alpine vegetation zone | نطاق غطاء نباتي ألبى - أفريقي | ٢٣٣ |
| Tropical zone | نطاق مداري | ١٢٥ ، ١٣١ |
| Relic | نوع باقٍ | ١٠٧ |



| | | |
|---------------|------|-----|
| Migration | هجرة | ١٠١ |
| Precipitation | هطول | ٥٥ |



| | |
|------------------|---|
| Diaspores | وحدات تكاثرية ٢٤ |
| Substrate | وسط ١٤٥ |
| Plant physiology | وظائف أعضاء النبات (الفيزيولوجيا) ٥ ، ٦ |



| | |
|-------------|---------------------|
| Chlorophyll | يخضور (كلوروفيل) ٨١ |
|-------------|---------------------|

ثانيًا: إنجليزي - عربي

A

| | |
|-----------------------------|-------------------------------------|
| Aceraceae | فصيلة قيقبية ١١٨ |
| Acid soils | ترب حمضية ٧٨ |
| Adventitious roots | جذور عرضية ١٤٢ |
| Afro-alpine vegetation zone | نطاق غطاء نباتي ألبى - أفريقي ٢٣٣ |
| Alkaline soils | ترب قلوية ٧٨ |
| Allelopathy | أليلوباثيا ٨٦، ٨٨ |
| Allochores | أنواع غير ذاتية الانتشار ١٣ |
| Altitudinal | جبلية التقطع ١٠٢ |
| Alluminium silicate | سيليكات ألومنيوم ٧٦ |
| Anatomy | تشريح (التركيب الداخلي للنبات) ٥ |
| Anemochores | أنواع تنتشر بذورها بواسطة الهواء ١٤ |
| Anemophilous | تأبير هوائي ١٩٠ |
| Antarctica | قارة القطب الجنوبي ١١٠ |
| Antarctic realm | مملكة قطبية جنوبية ١١٩، ١٢١ |
| Anthropogenic factors | عوامل فعل الانسان ٣٧ |
| Antibiotics | مضادات حيوية ٨٨ |
| Aphyllous plants | نباتات لا ورقية ٢٤٤ |

| | |
|----------------------|------------------------------|
| Aquatic habitats | مواطن (بيئات) مائية ٢٦١ |
| Arctic climatic zone | منطقة مناخ قطبي ١٢٨ |
| Area | رقعة ٩١ |
| Association | عشيرة نباتية ٢، ٩٣، ٢٢٧، ٢٥٢ |
| Atmosphere | غلاف جوي ٤١ |
| Autochores | أنواع ذاتية الانتشار ١٣ |
| Available water | ماء ميسور ٧٥ |

B

| | |
|----------------------|-------------------------|
| Barriers | حواجز ٢٠، ٣٠ |
| Biotic factors | عوامل حيوية ٣٧، ٧٩ |
| Bipartite | ثنائية التقطع ١٠٢ |
| Birth place | مكان نشوء ١١٢ |
| Broad-leaved forests | غابات عريضة الأوراق ١٨٩ |
| Bulbs | أبصال ٥٠ |
| Buttressed roots | جذور دعامية ١٣٩ |

C

| | |
|-----------------|----------------------------------|
| Cactaceae | فصيلة صبارية ١١٩ |
| Calcareous soil | تربة كلسية ٧٧ |
| Calcicoles | نباتات محبة للقلوية ٧٨ |
| Calcifuges | نباتات محبة للحموضة ٧٨ |
| Campanulaceae | فصيلة جرسية ١١٨ |
| Canopy | سطح (تاج) الغابة ١٩٠، ١٩١ |
| Cape | كاب (رأس الرجاء الصالح) ١٠٨، ١٢٧ |
| Capensis realm | مملكة الكاب ١٢٠ |
| Capillary water | ماء شعري ٧٣ |

| | |
|---------------------------|-------------------------------------|
| Caryophyllaceae | فصيلة قرنفلية ١١٨ |
| Casuarinaceae | فصيلة كازورينية ١٢٠ |
| Cauliflory | ظاهرة تكون أزهار جذعية ١٤٠ |
| Centre of dispersal | مركز انتشار ١١٢ |
| Centre of frequency | مركز تردد ١١٢ |
| Centre of origin | مركز نشأة ١١٢ |
| Chalk and limestone soils | ترب جيرية وكلسية ٧٦ |
| Chamaephytes | نباتات فوق سطحية (كاميفيت) ٥٠ |
| Chenopodiaceae | فصيلة رمامية (سرمقية) ١٧١ ، ٢٢٥ |
| Chernozem | تربة سهبية سوداء ١٠٦ |
| Chlorophyll | يخضور (كلوروفيل) ٨١ |
| Clay | طين (صلصال) ٦٩ ، ٧٠ |
| Clay soils | ترب طينية (صلصالية) ٧٠ ، ٧٧ |
| Climatic factors | عوامل مناخية ٣٧ ، ٤١ |
| Climatic relics | بقايا مناخية ٦٧ ، ١٠٥ |
| Coarse gravel | حصى خشن ٦٩ |
| Coarse sand | رمل خشن ٦٩ |
| Combined water | ماء متحد ٧٣ |
| Commensalism | معايشة (تعایش) ٨١ |
| Competition | تنافس (منافسة) ٨٣ |
| Complete parasite | كاملة التطفل ٧٩ |
| Compositae | فصيلة مركبة ٢٨ ، ١٢٠ ، ٢٤٨ |
| Coniferous forests | غابات مخروطية ١٢٨ ، ١٨٧ ، ١٩٧ ، ١٩٨ |
| Continental climate | مناخ قارى ٤٢ |
| Continuous area | رقعة متصلة (مستمرة) ٩٩ |
| Corms | كورمات ٥٠ |
| Cosmopolitan | أنواع كونية ٩٥ |
| Crevice | صدوع صخرية ٢٥٧ |
| Cruciferae | فصيلة صليبية ٣٦ ، ١١٨ |

| | |
|--------------|----------------------------|
| Cryptophytes | نباتات مخفية (كربتوفيت) ٥٠ |
| Cupiliferae | فصيلة قمعية ١١٨ |
| Cuticle | أدمة ٢٤٣، ٢٤٠ |

D

| | |
|---|--|
| Day-neutral plants | نباتات النهار المحايد ٦٦ |
| Deciduous forests of the temperate zone | غابات ساقطة الأوراق لمناطق معتدلة ١٢٨ |
| Deciduous summer forests | غابات ساقطة الأوراق (صيفا) ١٨٧ |
| Desert armour | درع صحراوي ٢٨٠ |
| Desert plains | سهول صحراوية ٢٨١ |
| Deserts | صحارى ١٥٩ |
| Diaspores | وحدات تكاثرية ٢٤٤، ٩ |
| Diffuse | منتشر التقطع ١٠٢ |
| Dipolar | تقطع ثنائي القطب ١٠٢ |
| Discontinuous area | رقعة متقطعة (غير متسمة) ١٠٠ |
| Dispersal | إنتشار ١١ |
| Dominants | نباتات سائدة ٨٨ |
| Dry deciduous forests and thorn bushes | غابات مدارية جافة ساقطة الأوراق وأحراش شوكية ١٥٠ |
| Dry monsoon forests | غابات موسمية جافة ١٥١ |
| Dry savanna | سافانا جافة ١٥٢ |
| Dust seeds | بذور غبارية ١٦ |

E

| | |
|------------------------|------------------------------|
| Ecological geography | جغرافيا النبات البيئية ٣٠، ٢ |
| Ecology | علم البيئة ٦، ٥ |
| Ectotrophic mycorrhiza | فطور جذرية خارجية ٨٢ |

| | |
|-----------------------------|--|
| Edaphic (soil) factors | عوامل التربة ٣٧ ، ٦٨ |
| Edaphophytes | نباتات تعيش داخل التربة ٦٥ |
| Emergents | نباتات برمائية ٢٦٤ |
| Endemics | أنواع متوطنة ٩٥ ، ٩٦ ، ١٠٧ |
| Endemism | توطن ١٠٦ |
| Endolithophytes | نباتات تعيش في شقوق الصخور ٦٥ |
| Endophytes | نباتات متطفلة داخلية ٦٥ |
| Endotrophic mycorrhiza | فطور جذرية داخلية ٨٢ |
| Endozoochory | انتقال داخل الجهاز الهضمي للحيوانات ٢٥ نباتات عشبية حولية (قصيرة العمر) ١٦٥ ، ١٦٨ ، ١٧٠ ، ١٧١ ، ١٩٦ |
| Ephemerals | ٢٣٧ ، ٢٥٧ |
| Ephemerooids | نباتات عشبية معمرة ٦٣ ، ١٦٦ ، ١٧١ ، ١٩٢ ، ١٩٦ ، ٢٣٨ |
| Ephemers | نباتات حولية (فصلية) قصيرة العمر ٦٣ |
| Epiphytes | نباتات عالقة ٨٣ ، ١٣٦ ، ١٤٢ ، ١٤٤ ، ١٤٥ |
| Epizoochory | التصاق بجسم الحيوانات ٢٥ |
| Equatorial rain forests | غابات استوائية مطيرة ١٢٥ ، ١٣٣ |
| Eritreo-arabian province | منطقة أرتيرية عربية ٢٣٢ |
| Etiolation | شحوب ضوئي ١٤٤ |
| Euphorbiaceae | فصيلة حلابية ١٨٣ |
| Eurychores | أنواع واسعة الانتشار ٩٦ |
| Evergreen rain forests | غابات استوائية مطيرة دائمة الخضرة ٥٧ |
| Evolution | علم التطور ٦ |
| Existence (life) conditions | عوامل البقاء ٣٥ |
| Extra arid | شديد الجفاف ١٦١ ، ٢١١ |
| Extra tropical | غير مدارى ٢٢٦ |

F

| | |
|------------|---------------|
| Fairy ring | حلقة سحرية ١٢ |
| Ferns | سراخس ١٤٨ |

| | |
|---------------------|-----------------------------------|
| Field capacity | سعة حقلية ٧٣ |
| Fine gravel | حصى ناعم ٦٩ |
| Fine sand | رمل ناعم ٦٩ |
| Floristic elements | عناصر فلورية ١١٣ |
| Floristic geography | جغرافيا النبات الفلورية ٢ |
| Floristic realms | ممالك فلورية ١١٥ |
| Formation | تشكيل (تكوين) نباتي ١٠٤ ، ٩٣ ، ٣٣ |
| Formation relics | بقايا التشكيلات النباتية ١٠٤ |
| Fossils | حفريات (متحجرات - مستحاثات) ١١٢ |

G

| | |
|----------------------------|--------------------------------------|
| Garique | غاريك ١٨٣ |
| Genetic element | عنصر وراثي ١١٣ |
| Geographical element | عنصر جغرافي ١١٣ |
| Geomorphological relics | بقايا تغيرات التضاريس ١٠٤ |
| Geophytes | نباتات أرضية (جيوفيت) ١٩٥ ، ١٩٠ ، ٥٠ |
| Glacial relics | بقايا جليدية ١٠٥ |
| Gramineae | فصيلة نجيلية ١٢٠ |
| Gravel | حصى ٦٩ |
| Gravel deserts | صحارى حصائية ٢٧٩ |
| Gravel desert soils | ترب صحراوية حصائية ٢٢٤ |
| Gravitational (free) water | ماء الجاذبية (ماء حر) ٧٣ |
| Growth water | ماء النمو ٧٥ |
| Gulf stream | تيار الخليج ٤٤ |

H

| | |
|---------|-----------------------|
| Habitat | موطن (مسكن) ٢٥٢ ، ٢٢٦ |
|---------|-----------------------|

| | | |
|----------------------|----------------------------------|----------------|
| Halophytes | نباتات ملحية | ٧٨ ، ١٧١ ، ٢٧١ |
| Hammada desert | صحراء الحماد | ٢٨١ |
| Hammadas | حماد | ٢٢٤ |
| Helophytes | نباتات رطوبية (هيلوفيت) | ٥٠ |
| Hemipterophytes | نباتات نصف مختفية (هيميكربتوفيت) | ١٩٠ ، ٥٠ |
| Hemipiphytes | نباتات نصف عالقة | ٨٣ ، ١٤٢ ، ١٤٤ |
| Hemiparasite | شبه متطفلة (جزئية التطفل) | ٧٩ |
| Historical element | عنصر تاريخي | ١١٣ |
| Historical geography | جغرافيا النبات التاريخية | ٢ |
| Holarctic realm | مملكة شمالية | ١١٧ ، ١١٩ |
| Humus | دبال | ٧٦ ، ٧٨ |
| Hydatochores | أنواع تنتشر بواسطة الماء | ١٤ |
| Hydrosaline soils | ترب ملحية رطبة | ٢٢٤ |
| Hydrophytes | نباتات مائية (هيدروفيت) | ٥٧ ، ٥٠ |
| Hygrophytes | أنواع محبة للرطوبة | ١٧٤ ، ١٧٧ |
| Hygroscopic water | ماء هيجروسكوبي | ٧٣ |

I

| | | |
|-------------|-----------------------------|----|
| Indicators | نباتات كاشفة (دالة) | ٧٨ |
| Individuals | أفراد | ٩٣ |
| Isotherm | خط تساوي الحرارة (أيزوثيرم) | ٥١ |

L

| | | |
|-------------------------|-----------------------|-----------------|
| Law of limiting factors | قانون العوامل المحددة | ٣٥ |
| Leguminosae | فصيلة قرنية | ١٣٩ ، ١٥١ ، ٢٤٦ |
| Lianas | نباتات متسلقة | ١٣٦ ، ١٤٢ |
| Lichens | أشنات | ٨١ |

| | |
|--------------------------|-----------------------------------|
| Life forms | أنماط بيولوجية (صور نمو) ١٦٥ ، ٤٨ |
| Light | ضوء ٦٤ |
| Liliaceae | فصيلة زنبقية ١٢٠ |
| Lipids | مواد دهنية ٢٤٣ ، ٢٤٠ |
| Litter | بقايا (نفايات) نباتية ٨٥ |
| Loamy soils | ترب طفلية (لومية) ٧٠ |
| Loss and loss-like soils | ترب لوسية وشبه لوسية ٢٢٤ |

M

| | |
|--|--|
| Mangrove forests | غابات مانغروف (مقابر الإنسان) ٢٧٧ |
| Marshes | مستنقعات ٢٢٤ |
| Maquis | ماكي ١٨٢ ، ١٨١ |
| Meadow | مروج ١٩٦ ، ١٩٥ |
| Megatherms | أنواع محبة للحرارة ١٧٤ |
| Mesophytes | نباتات وسطية ١٨٩ ، ٧٥ ، ٦٣ ، ٥٧ |
| Microclimate | مناخ دقيق ١٩١ ، ١٣٥ |
| Microflora | ميكروفلورا (فلورا دقيقة) ٩٦ |
| Migration | هجرة ١٠١ |
| Minimum amount of heat | كمية دنيا من الحرارة ٥٣ |
| Mixed forest | غابة مختلطة ١٩٧ |
| Moist savanna | سافانا رطبة ١٥٢ |
| Monsoon forest | غابة موسمية ١٥٠ |
| Monsoon-moist deciduous tropical forests | غابات موسمية مدارية رطبة ساقطة الأوراق ١٥٠ |
| Moraceae | فصيلة توتية ١١٩ |
| Morphology | مورفولوجيا (الشكل الظاهري للنبات) ٥ |
| Mosses | حزازيات ١٩١ |
| Mutualism | تقايض (مبادلة) ٨١ |

| | |
|------------|----------------|
| Mycorrhiza | فطور جذرية ٨١ |
| Myrtaceae | فصيلة آسيه ١٢٠ |

N

| | |
|------------------------------------|--------------------------------|
| Necrosis | موت موضعي ١٥٢ |
| Neoendemics | أنواع متوطنة جديدة ١٠٦ ، ١٠٨ |
| Neotropic realm | مملكة استوائية جديدة ١١٨ ، ١١٩ |
| Nitrophytes (Nitrophyllous plants) | نباتات محبة للنتر وجين ٧٨ |
| Nubo-sindian province | منطقة نوبية - سنديية ٢٣٢ |

O

| | |
|------------------|------------------------|
| Ocean currents | تيارات بحرية ٤٢ |
| Ocean climate | مناخ محيطي ٤٢ |
| Open communities | مجتمعات مفتوحة ٣٣ |
| Open formation | تشكيل نباتي مفتوح ٢٣٥ |
| Orchidaceae | فصيلة سحلبية ١٤٥ ، ١٤٨ |
| Orchids | نباتات سحلبية ٨٢ |
| Organic soil | تربة عضوية ٧٧ |

P

| | |
|-------------------|--------------------------------------|
| Paleobotany | علم المستحاثات (الحفريات) النباتية ٦ |
| Paleoendemics | أنواع متوطنة قديمة ١٠٧ |
| Paleotropic realm | مملكة استوائية قديمة ١١٩ ، ٢٣٢ |
| Paleozoic | حقب الحياة القديمة ١١٠ |
| Pangaea | قارة بانجيا ١١٠ ، ١١١ |

| | |
|------------------------------|---|
| Papilionaceae | فصيلة فراشية ٢٨ |
| Parasitism | تطفل ٧٩ |
| Permanent wilting percentage | نسبة مئوية للذبول الدائم ٧٥ |
| Phanerophytes | نباتات ظاهرة (فانيروفيت) ٤٩ |
| Photoperiod | فترة (نوبة) ضوئية ٦٥ |
| Plant communities | مجتمعات نباتية ١ |
| Plant geography | جغرافيا النبات ٣ ، ١ |
| Plant physiology | وظائف أعضاء النبات (الفيزيولوجيا) ٦ ، ٥ |
| Pleistocene | بليستوسين ١٨٩ |
| Pliocene | بليوسين ١٨٩ |
| Plumed seeds and fruits | بذور وثمار مجهزة بالشعر ١٧ |
| Postglacial relics | بقايا ما بعد الجليدية ١٠٥ |
| Prairie | براري ١٩٣ |
| Precipitation | هطول ٥٥ |
| Pre-tertiary relics | بقايا ما قبل الحقبة الثالث ١٠٥ |
| Provinces | أقاليم (مناطق) ٢٢٥ |

Q

| | |
|--------|-----------|
| Quartz | كوارتز ٧٦ |
|--------|-----------|

R

| | |
|-------------------|------------------------------------|
| Ranunculaceae | فصيلة حوذانية ١١٨ |
| Relic | نوع باقٍ ١٠٧ |
| Relic area | رقعة بقية (باقية) ١٠٣ |
| Rhizomes | ريزومات ٥٠ |
| Root collar | قمة جذر ١٥٥ |
| Root/ shoot ratio | نسبة المجموع الجذري إلى الخضري ٢٤١ |

| | |
|----------|----------------------|
| Rosaceae | فصيلة وردية ٢٨ ، ١١٨ |
| Rutaceae | فصيلة سذبية ١٢٠ |

S

| | |
|---|--|
| Sahara-arabian region | منطقة صحراء عربية ٢٢٣ |
| Salicaceae | فصيلة صفصافية ١١٨ |
| Sandy soils | ترب رملية ٧٠ ، ٧٧ ، ٢٢٤ |
| Savanna | سافانا ٨٩ ، ١٥١ |
| Sclerophyllous forests | غابات قاسية (جلدية) الأوراق ١٧٣ |
| Sclerophyllous forests of the winter rain regions | غابات قاسية (جلدية) الأوراق لمناطق شتوية الأمطار ١٢٧ |
| Sclerophytes | نباتات قاسية ٦٣ ، ٢٣٨ ، ٢٤٠ |
| Semideserts | أشباه الصحاري ١٥٩ |
| Silt | طمي (سِلت) ٧٠ |
| Small-leaved forests | غابات صغيرة الأوراق ١٨٩ |
| Soft gypseous soils | ترب جصية طرية ٢٢٤ |
| Soil depth | عمق التربة ٦٩ |
| Soil moisture | رطوبة التربة ٧٣ |
| Soil texture | قوام التربة ٦٩ |
| Solonchack (Sabakha) | سبخة ملحية ناصلة اللون ٩٩ ، ٢٢٤ |
| Spanish moss | حزاز أسباني ٨٣ |
| Species density | كثافة الأنواع ٨٦ |
| Spores | أبواغ ٩ ، ١٥ |
| Springification | تربيع ٥٢ |
| Stenochores | أنواع محدودة الانتشار ٩٧ |
| Steppe formation | تشكيلات سهبية ١٧٥ |
| Steppes | سهوب ١٢٨ ، ١٨٧ ، ١٩٣ |
| Stranglers | نباتات خانقة ٨٣ ، ١٤٥ |

| | |
|---------------------|---|
| Stratification | تطبق (تنضيد) ٢٥٢ |
| Subsoil | تحت التربة ٦٩ |
| Subspecies | تحت نوع ١٠٦ |
| Substrate | وسط ١٤٥ |
| Subtropical deserts | صحارى شبه مدارية (شبه استوائية) ١٥٩ ، ١٢٧ |
| Succulents | نباتات عصارية ٦١ ، ١٦٧ ، ١٧٠ ، ١٧١ ، ٢٣٨ |
| Suction discs | محاجم ١٤٢ |
| Suction scales | حراشف ماصة ١٤٥ |
| Sudanian region | منطقة سودانية ٢٢٣ ، ٢٣٢ |
| Symbiosis | تكافل ٨١ |
| Synzoochory | ادخار المواد الغذائية وبناء الأعشاش ٢٥ |

T

| | |
|--|---|
| Taiga | تايجا (تايجا) ٧٣ ، ١٨٧ ، ١٩٧ |
| Taxonomy | تصنيف ٦ |
| Temperature | درجة الحرارة ٤١ |
| Tendrils | معاليق (مخاليق) ١٤٤ |
| Terra-Rosa | تربة البحر الأبيض المتوسط الوردية ١٧٩ |
| Tertiary relics | بقايا الحقب الثالث ١٠٥ |
| Therophytes | نباتات حولية (ثيروفيت) ٥١ ، ١٦٥ ، ١٩١ |
| Thicket | أيكه ١٤٤ |
| Thorn bushes | شجيرات شوكية ١٥١ |
| Tolerance range | مدى تحمل ٩٧ |
| Topographic factors | عوامل طبوغرافية ٣٧ |
| Tropical deciduous forests | غابات مدارية ساقطة الأوراق ٥٧ ، ١٤٨ |
| Tropical moist and dry deciduous forests | غابات مدارية ساقطة الأوراق الرطبة والجافة ١٢٧ |

| | |
|---------------------------------|-------------------------------------|
| Tropical semi-evergreen forests | غابات مدارية ذات خضرة شبه دائمة ١٥٠ |
| Tropical zone | نطاق مداري ١٢٥ ، ١٣١ |
| Tubers | درنات ٥٠ |
| Tundra | تندرا ٧٣ ، ٩٥ ، ١٢٨ ، ٢٠١ ، ٢٠٣ |

U

| | |
|-------------------|----------------------------------|
| Umbelliferae | فصيلة خيمية ٢٨ ، ١١٨ ، ١٣٧ |
| Unavailable water | ماء غير متيسر (غير متاح) ٧٠ ، ٧٥ |

V

| | |
|--------------------|----------------------------|
| Vegetational zones | نطاقات غطاء نباتي ١٢٣ |
| Vegetation class | صف غطاء نباتي ٢٢٦ |
| Velamen | حجاب جذري ١٤٥ |
| Vernalization | إرباع ٣٦ ، ٥٢ |
| Vicariads | أنواع نباتية ذات قرابة ١٠٥ |
| Vicarious area | رقعة أنواع ذات قرابة ١٠٥ |

W

| | |
|--------------------------------------|---|
| Warm temperate wet-evergreen forests | غابات رطبة دائمة الخضرة لمناطق معتدلة دافئة ١٢٧ |
| Water vapour | بخار ماء ٧٣ |
| Wax | شمع ٢٤٣ ، ٢٤٠ |
| Wilting coefficient | معامل الذبول ٧٥ |
| Wind | رياح ٦٤ |
| Wind dispersal | انتشار بواسطة الرياح ١٥ |
| Winged seeds and fruits | بذور وثمار مجنحة ١٧ |

X

Xerophytes نباتات جفافية ٥٧ ، ٥٩ ، ١٧٥ ، ١٩٣ ، ١٩٤ ، ٢٣٨

Z

Zingiberaceae فصيلة زنجبيلية ١١٩ ، ١٤٢

Zone of mountain forests نطاق غابات جبلية ٢٣٥

Zoochores أنواع تنتشر بواسطة الحيوانات ١٤

ردمك : ٩٩٦٠-٠٥-٢٦٧-٢

ISBN: 9960-05-267-2