الفصل العشرون
التكيف مع البيئة الجدباء : البيئة الصحراوية

تعريف

إننا بصفة عامة نجد أن حياة النبات يجب أن تتضمن وجود الرطوبة الكافية حيث أنها تبلغ أعلى قيمة لها فى البيئة الممطرة وتتعرقل تلك النباتات فى نموها فى الفترة الجافة الطويلة وذلك يتضح بصفة خاصة فى المناطق الجافة أو الشبه جافة ومثل هذه الظروف نجد أنها تهدد النباتات بالتساقط أو نستطيع أن نقول أنها على الأقل تعمل على إضرار أو إتلاف عملية تراكم الغذاء اللازم للنمو مما يؤدى أيضا إلى تهتك وتمزق الأزهار والثمار ويؤدى الى تجعد الحبوب والبذور . إن الاختيار الطبيعى والتطور يعمل على استنباط أنواع جيدة من النباتات التى يكون له المقدرة العالية للحياة أو البقاء تحت الظروف الصعبة الموجودة فى المناطق الشبه جافة أو الجافة . انظر الشكل رقم (٥٤) .

فقط هذه النباتات تستطيع أن تتحمل الجفاف ولكنها أيضا يمكن لها فى بعض الأحيان أن تقاوم الحرارة والإشعاعات كما تعمل على مقاومة أو صد الرياح الشديدة والتأثير الشديد الناتج من العواصف الرملية والرياح الباردة .

فقام علماء النبات بتسمية تلك النباتات باسم النباتات الصحراوية "Xerophytes" (مشتقة من الاسم اليونانى جاف = Xeros ، نبات = Phyton) والتركيبة الخاصة لتلك النباتات التى تعطيها الصفات المكيفة تسمى Xerophtism. انظر الشكل رقم (٥٥) .

والتفسير الذى قام به العالم Schouw فى عام ١٨٢٢ كان ليس من السهل أن يشرح مفهوم تلك النباتات على عكس النباتات المائية التى تعيش فى بيئة رطبة .

إن النباتات الصحراوية يمكن إعتبارها أى نباتات تستطيع أن تعيش فى موقع جاف بصرف النظر عن نشاطتها أو الأسباب الأخرى أو عن إذا كانت تتميز بوجود أو نقص الصفات الخارجية الشكلية الكاملة المتصلة بإقتصاد الماء . وعلى كل حال نجد أنه من

شكل رقم (٥٤) يوضح شكل إحدى المناطق الجافه
فى الهند حيث كمية الأمطار ٢٥٠ مم

شكل رقم (٥٥)

السهل تفهم أن جميع النباتات التى تعيش فى المناطق الجافة ليس لها من الضرورى أن تتكيف مع البيئة الجدباء .

إن نمو وتطور النباتات التى تنمو فى بيئة ممطرة والتى تسمى باسم" Ephemeres " أى سريعة الزوال لا تستطيع أن تفر أو تهرب من تأثير الفترة الطويلة من الجفف فى الصحراء وبالتالى أنه لا يوجد أى صفة تكيفية ويتضح من ذلك أنه غير مناسب أن يطلق عليها اسم نباتات صحراوية .

هناك أنواع أخرى من النباتات تستطيع أن تمتص الماء بواسطة الجذور ذات الإختراق العميق وقد قام العالم Genkel بفصل تلك النباتات وقام العالم Kamerling بتسميتها باسم شبه صحراوية " Pseudo - Xerophytes " حيث تصف تلك النباتات التى تعيش فى بيئة جافة ولكنها تستهلك كمية من الماء .

ونجد أن النباتات الحولية أو الدائمة على مدار السنة ذات عضو تخزين مائى تحت سطح التربه ليس من الضرورى لها أن تتميز بصفات تكيفية واضحة حيث تسمى مثل هذه النباتات باسم " Xeromorphoses " ولذلك نجد أن فترة نموها الخضرى تعتبر محدودة وتسمى هذه الفترة باسم Seasonal ephemerals فترة موسمية سريعة الزوال .

إن الإختلافات السابق ذكرها قد استخدمت فى تقسيم النباتات الموجودة فى المناطق الجدباء الى الأنواع التالية " escaping " الهروب و " evading " الإعراض عن و "enduring" الإحتمال ، حيث قام بوضع هذه التقسيمات العالمان Kjearney Shantz حيث أن تقسيماتهم هذه تعتمد على الفكرة التى تم تكوينها فى بداية الأمر بواسطة العالم Eyck فى مزرعة Congress الجافة الموجودة فى Billings (مونتانا) فى ١٩١٠ .

Ten Eyck at dry Farming Congress at billings (Montana)

المجموعة الأولى تتضمن النباتات ذات دورة نمو حولية قصيرة المطابقة مع النباتات الصحراوية سريعة الزوال Desert ephemeres أما النباتات فى المجموعة الثانية وهى مجموعة Evad التى تكون ذات تأثير مدمر أو مهلك ناتج عن حصر أو ضبط تكلفة الماء ولكن ليس من الضرورى استخدام النظام الجذرى العميق . فى هذه المجموعة نجد أن هناك العديد من التكيفات فى الصفات الشكلية الخارجية التى قد تحدث وأخيرا نصل

إلى مجموعة نباتات الـ " Enduring " والتى تكون لها القابلية فى مزاولة نشاط الحياة بدون أن يحدث أى إمتصاص للماء بواسطة الجذر وهذه المجموعة تتضمن نباتات الصبار ونباتات الـ Euphorbias الأفريقى وأنواع أخرى من النباتات المائية والشجيرات الصحراوية عديمة الأوراق وبعض نباتات الرتم (نوع من أنواع النباتات) وبعض الحشائش الدائمة طول العام التى تعيش خلال الفصول الجافة فى ظروف أقل أو أكثر استقرارا وهذه المجموعة نجد أنها تتضمن أكثر أنواع التكيف الخاصة بالمحافظة على إستخدام الماء .

بينما نجد أن العديد من علماء البيئة قد عرفوا أو صنفوا النباتات الصحراوية الـ Xerophytes تبعا لصفاتها التكيفية التشريحية والشكلية الخارجية والتخطيطية وقد قام العالم Temee بالتحدث حول « علم وظائف الأعضاء الخاص بالنباتات الصحراوية » وهذه التعريفات تشير إلى أن هذه المجموعات البيئية سوف تتكيف مع الظروف الجافة بدون أن يحدث أى تغيرات واضحة فى الصفات الشكلية وقد قام العالم Genkel حديثا بفرض تعريف يربط بين مبدأ التخطيط والبيولوجية وتعريفه ينص على أن « نحن نستطيع أن نقول أن النباتات الصحراوية التى تنمو فى البيئة الجافة يكون لها القابلية أن تكيف نفسها جيدا تحت تأثير الظروف الغير ملائمة أثناء نموها وتطورها تحت الظروف الفسيولوجية والتشريحية الخاصة بها .

إن هذا التعريف يعتبر جيد أو كوفىء بصفة جيدة مع تفضيل إضافة كلمة الصفات الشكلية الخارجية الى كلمة الصفة الفسيولوجية أو التشريحية حيث تتضمن نباتات الـ Geophytes ، الشجيرات الشائكة . ونباتات الرتم ... الخ حيث تكون هذه التكيفات ملحوظة بالعين المجردة .

وقام العالم Schimper بوضع تعريف للنباتات الصحراوية على أنها تلك النباتات التى تستطيع أن تعيش تحت ظروف نقص من الماء ووقف سعتها الخاصة بعملية النتح (خروج الماء من النبات) ولكن هذا التعريف وجد أنه غير ملائم عندما وضح Maximou أن هناك بعض النباتات الصحراوية تحتاج كمية من الماء أكثر من نباتات الـ Mesophytes وهى النباتات المتوسطة (النباتات الموجودة فى بيئة ذات رطوبة متوسطة) . وعلى الرغم من إنتقاد Maximou للتعريف السابق إلا أنه لم يستطيع أن يعرف الترتيب القاصر على عملية تبخير الماء من الأعضاء الهوائية أو العليا

للنبات ولم يستطع شرح خواص عديدة للنباتات التى تنمو فى الجو الجاف المحيط بها وقد حاول Maximou أن يضع أو يصيغ تعريف آخر يوصف قابلية أو مقدرة النباتات الصحراوية على تحمل الجفاف لفترة طويلة وهذا التعريف يختص فقط بالنباتات لجافة من النوع Evading ولكنه غير ملائم أو مناسب لنباتات النوع escaping ومن أحد العيوب الأخرى لهذا التعريف التى تعتمد على الضمور الدائم هى صعوبة عملية ضمور أجزاء النبات بصورة عملية ومن ذلك نجد أن تعريف كل من, Schimper, Maximou يكونا قريبان جدا لتغطية جميع صفات النبات أما بالنسبة للأبحاث الحديثة التى أقيمت نجد أنها على عكس الإفتراضات القديمة حيث أنها تصف النباتات الصحراوية على أنها عبارة عن نباتات ذات إختلاف كبير فى الصفات .

وقد أوضح فى أى مكان ما نجد أن هناك سلسلة من الإختلافات الفسيوموجية لنباتات ما عن نفس النبات ولكن يعيش فى بيئة أخرى .

ونفس هذه النتيجة اختلفة قد حصل عليها Keller حيث قام بمقارنة كتلة من الصفات التكيفية المختلفة لأجزاء من نباتات مختلفة قد تم تواجدها معا فى كومة واحدة . فنجد مثلا أن الاختلاف فى هزات النبات Thrilling أو قد حصل عليها Walter ولكن بنسبة ضئيلة عن تلك التى حصل عليها Shreve والذى يعتبر من أحد المؤلفين العظماء فى حياة النباتات الصحراوية وأنه يصر على أن التكيفات الفسيولوجية للنبات لا تكون كلها عبارة عن تكيفات فى التركيب وبالتالى نجد أن كل نوع نبات يجب وأن يتم تحليله من الناحية الفسيولوجية والتركيبية خلال دورة تطوره ونموه .

إن الاختلاف فى الأنواع التركيبية أو الفسيولوجية فى البيئة الـ Xerophytism أيضا تم توضيحها بواسطة كل من Sveshrikova , Zalensky .

إذا وجد هناك بعض الصفات التركيبية الخاصةمثل سمك الخلايا الطلائية ، النسيج الإسكلارانشيمى ، الفتحات التى توجد على سطح الورقة Stomata ، سمك وصلابة الورقة .... الخ فى النباتات فإن تلك النباتات توصف لـ Xeromorphus حيث أن ذلك يعتبر أكثر ملائمة من اللفظ الذى تم إستخدامه من قبل وهو Xerophilous . وهناك بعض النباتات القليلة التى تعيش فى البيئة الصحراوية لا تفضل الرطوبة وعموما نجد أنه فى عام ١٩٠٤ قد أوضح Spalding أن نباتات الـ Creosote التى تعيش فى صحراء الأريزونا تفضل البيئة الرطبة عن تلك الجافة وقد

لوحظ أيضا فى اسرائيل أن الطبيعة المتماثلة أو المتجانسة بالبلح الصحراوى Washing tonia filifera تكون أفضل فى البيئات الرطبه عن الجافه .

وقد لاحظ علماء البيئة أن الصبار الموجود فى البيئة الأصلية لها تحب الرطوبة العالية فى الجو الحار ومن ذلك نجد أن كل النباتات الصحراوية لا تكون Xeromorophus وبالعكس نجد أن نباتات الـ Xeromorphous لا تكون كلها نباتات صحراوية وبالتالى نجد أن نباتات الـ Sclerophyllons (ذات الأوراق الصلبة) تكون منتشرة فى البلاد التى تتميز بجو البحر المتوسط أيضا توجد فى المنطقة الاستوائية الرطبة المصاحبة لهامثل نبات الـ Rhododendron Lapponicum . ونجد أن نبات الـ Ericoid التى تكون عبارة عن شجيرات ذات أوراق رفيعة تكون منتشرة فى المناطق الحول محيطية ومن كل هذه الإفتراضات نجد أن نفس الخواص التركيبية ممكن أن تؤدى أكثر من غرض وأن تلك التخمينات الفسيولوجية تعتمد على الصفات التركيبية .

معاينة أو فحص الصفات التكيفية :

إن المعلومات الحالية الخاصة بالصفات الشكلية أو التشريحية للنباتات التى تنمو فى المناطق الجافة ترجع إلى القواعد الأساسية الذى وضعها G. Uolkenes الذى يعتبر أحد طلاب مدرسة الـ Schwendener التى تعتبر ثلث المدرسة أساس المبادىء الفسيولوجية فى تشريح النبات هذا بالإضافة إلى كتاباته الشهيرة على النباتات التى تعيش فى صحراء مصر .

وقد قام Uolkens أيضا بفحص تأثير الظروف الجافة على النباتات الاورية تجريبيا مثل نبات Veronica , Asperula ومن المبادىء الأساسية التى قام بوصفها هى :

١ ـ اختزال عدد وحجم الأوراق وإنحناءها أو لفها (طويها) حيث أن اختزال عدد الأوراق يؤدى إلى منع نموها .

٢ ـ مبدأ إقتصاد الماء فى وقت الجفاف يمكن إنجازه أيضا عن طريق زيادة قوة أو صلابة الأنسجة الوقائية حيث أن زيادة سمك الخلايا الطلائية عن طريق تغطيتها بماء الجليد مع تغطيتها بالطبقة الشمعية التى تستخدم فى الحماية .

إن مقاومة بخار الماء من أن يمر خلال الفتحة Stomata تزداد عن طريق إستطالة الطريق المؤدى الى سطح الورقة فنجد أنه إما أن تكون تلك الفتحات مغمورة تحت

سطح الخلايا الطلائية أو تكون مركزة بداخل تجاويفخاصة كما هو موجود فى النباتات الصحراوية مثل Retama roetam أو تكون موجودة فى فجوات كما هو موجود فى نبات Oleander . وقد أصر العالم Volkens على أهمية إختزال معدل النتح الذى يجب وأن ينتج إذا كان مصدر الماء تباطأ أو تأخر خلف عملية النتح وتصبح هناك طبقة خارجية م غشاء الخلية غير مشبع بالماء . وأيضا يؤكد على أن هذه الطبقة يجب أن تكون أقل نفاذية للماء عن باقى الغشاء وذلك يرجع إلى « الإعاقة التى تقابلها جزئيات بخار الماء القريبة من الغشاء مما ينتج عنه إنكمش أو ضمور الجدار الخلوى .

هذه التوصلات المهمة والأساسية لم يتوصل إليها أحد المؤلفين أو الباحثين الآخرين مثل Renner الذى قام بمجادلة رأى كل من Livingston , Brown Volkens اللذان اكتشفا مبدأ « الجفاف الابتدائى » فى نتح النباتات .

٣ ـ الخلايا الطلائية يمكن التأثير عليها بقوة الطبقات التحت طلائية مثل الخلايا الكولانشيمية أو الألياف أو يتم تغطيتها بشعيرات معينة تعمل على إختزال الأشعة وإختزال سرعة حركة الهواء ، إن زيادة نسبة مثل تلك الأنسجة يعتبر شىء أساسى فى تركيبة النباتات التى تنموا فى جو جاف محيط بتلك النباتات .

٤ ـ هذه النباتات تتميز أيضا بتركيبه داخلية تحتوى على فراغات بين خلوية مختزلة . إن تميز أو تغير نسيج الميزوفيل (النسيج الداخلى للورقة) الى نسيج متزاحم بالخلايا ذات الإستطالة وهو النسيج العمادى والإسفنجى حيث أن هذه التكوينه تحدث فى العديد من الطبقات تحت الظروف الجافة بدلا من أن تحدث فى صيقة واحدة تحت الظروف الرطبة حيث أوضح Volkens أن تلك التأثيرات تكون نتجه عن تأثير الضوء وليس الجفاف وذلك يعتبر ترتيب ذات كفاءة عاليه حيث يجعل عملية التخير الناتجة من الأنسجة الداخلية أكثر صعوبة .

٥ ـ من التكيفات الأخرى فى التركيبات التى تحدث نتيجة للحياة الجدباء وهى زيادة الحزم الوعائية وبصفة خاصة أوعية الماء حيث أن تلك الأوعية تشير إلى ميلها فى أن تتحول الى أوعية خشبية بقرب سطح الساق .

٦ ـ زيادة تطور النظام الجذرى بالمقارنة مع الأعضاء العليا أو الهوائية تشير فى الميل إتجاه السعة العالية من الإمتصاص حيث تعتبر مفيدة فى التربة الجافة .

٧ ـ وقد وجد Volkens أن هنـاك بعـض التركيبـات الأخـرى فى النباتات الصحراوية والتى تستخدم فى تخزين الماء مثـل القصيبات القصيرة أو الخلايا الحية " " Idioblasts الموجودة فى الخلايا الطلائية أو فى الأنسجة الداخلية حيث أن مثل هذه العناصر الموجودة فى الأنسجة تصل إلى أكبر نسبة لها فى النباتات التى تعيش فى البيئة الملحية .

٨ ـ بفحص الخلايا الطلائية للنباتات الصحراوية قد وجد العلماء أن فى حالة النباتات من ذوات الفلقتين تكون ذات تركيبة جدار مستقيمة بدلا من ذلك المنحنى حيث أن هذه النتيجة تتوصل اليها Lothelier.

٩ ـ من أكـثـر التكيـفـات أهميـة هى العبـارة التى تنـص على زيـادة الفـتـحـات (Stomata) لكل وحدة مساحة من سطح الورقة بدلا من إختزالها وذلك تحت الظروف الجافة حيث أن ذلك يعتبر من الصعب وجوده فى نبات الـ Eva . حيث أن عملية إختزال الفتحات يعتبر أكثر كفاءة وذلك لحصر عملية النتح أو فـقـد كـمـيـة الماء وهذه المشـاهدات التى شـاهدها Volkens قـد توصل إليها Maximou ولكن Volkens قد تفهم أن المساحة الكلية للثغرة أو الفتحة من ناحية تفاعلها مع الضوء أو المؤثرات الخارجية الأخرى تكون أكثر تأكيدا لعملية فقد الماء عن تحديدها لكل وحدة مساحة .

١٠ ـ Volkens غير مقتنع تماما بأن وجود المواد الراتنجية مثل تلك التى توجد تحت الخلايا الطلائية كما هو موجود فى نبات الـ Tavernia aegyptiaca أو توجد فى صـورة لبنيـة فى الشـجـيـرات الصـغـيـرة كـمـا هو مـوجـود فى نبـات الـ Lepatadenia pyrotechical تمنح النبات أى فائدة فى عملية مقاومتها للجفاف حيث أن هذه تعتبر مشكلة مازالت معروضة للمناقشة .

١١ ـ وعلى الجانب الآخر وجد أن عملية تكوين الخشب مبكرا فى شجيرات نبات الـ Xeric قد تم ترجمتة فى الأبحاث التالية على أنه يعطى صلابة للأنسجة الداخلية .

١٢ ـ وقد ركز Volkens على « التغيرات الكيميائية فى العصير الخلوى للفجوات » حيث يعتبر عامل مهم فى مقاومة الجفاف وفى نبات الـ P. Feffer's نجد أن Osmotische untersuchungen تبدو أيضا من الطبيعى أن الزيادة فى سعة

إمتصاص الماء الأسموزى ينتج من الإرتفاع فى تركيز محلول الخلية .

١٣ ـ ومن الأراء المدهشة فى هذه الأيام الحديثة هى تحديد الإختلافات الأساسية فى سمة التكيف لمجموعات النباتات المختلفة ففى المجموعة التصنيفية نجد أن هناك الإمكانية من تطور سمك الأوراق والساق وبالتالى إختزال السطح الى حجم وأخرى تعمل على تطور الشعيرات بينما تظل مجموعة أخرى ليس لها المقدرة على أن تتطور مثل تلك التركيبات الخاصة وبالتالى سوف تتفاعل مع البيئة الجافة بأسلوب مبدئى جدا عن طريق إزالة أجزاء من تلك الأوراق الغير متكيفة وتم إحلالها بأخرى صغيرة ولمثل تلك الأسباب فإنه من الضرورى تفهم الظروف السابق شرحها حيث نجد أن هناك أنواع مختلفة من النباتات الصحراوية يمكن تواجدها فى نفس المكان .

والدراسة التى أقامها Schimper على البيئة الصحراوية قد أضافت قليل الى قائمة التكنيكات التركيبية بالإضافة إلى ما توصل إليه Volkens فهذه النباتات الجغرافية الشهيرة تشير إلى مبدأ إختزال النتح تحت الظروف القاسية للماء وتم تطوير الفكرة التى كان حولها المناقشة وهى « الجفاف الفسيولوجى للتربة الملحة » .

إن العالم Kerner Uon Marilan حصل على تعبيرات أو ترجمات مختلفة لعملية غمس أو غطس الفتحة أو تلك الموجودة فى تجاويف على الورقة حيث تم حمايتها بواسطة الشعيرات وانه اعتبر أن تلك الشعيرات مفيدة فى منع خلايا الـ Ostioles الخاصة بالنتح من أن تسد بواسطة الماء المنهمر فى فترة الشتاء وإنه لم ينسى أبدا أهمية إختزال فقد الماء أيضا وحماية النباتات العالية من تأثير الحرارة عليها عن طريق تغطيتها بالشعيرات مثل ما يحدث فى نبات الـ Drabas, Edelweiss ولكن هذه النباتات التى تحمل الشعيرات على سطحها العلوى لا يوجد بها فتحات .

وقد تعامل Kerner مع البيئة الصحراوية بدقة متناهية مصرا أو ملحا على أن إختزال سطح الورقة أو على الأقل تضييقها ينتج عنه شكل خطى أو رفيع وقد قام Canno بتأكيد ذلك على النباتات الصحراوية الموجودة فى استراليا .

ومن المؤلفين الآخرين مثل Neger ـ حيث يعمل مثل Volkens بالتدريب والإستعانة بالطرق التجريبية على الناحية العلمية البحتة ـ أضاف بعض الصفات التالية على قائمة الخواص أو الصفات الخاصة بالنباتات الصحراوية :

١ ـ إنعكاس الإشعاعات ـ لمعان أو بريق سطح الورقة .

٢ ـ خاصية أو صفة بقاء الماء فى المواد الهلامية مثل Pentosans حيث قام Macdougal , Spochr بعمل تجارب موسعة على هذه الخاصية باستخدام النباتات الصحراوية الخاصة بالأريزونا وذلك كان فى السنوات الأولى من القرن الحالى .

٣ ـ إعراض أشعة الشمس عن مواضع الأوراق وذلك عن طريق رفعها إلى أعلى أو تعليقها إلى أسفل فى وضع رأسى خلال ساعات شدة الرشعاعات والحرارة .

٤ ـ إنتاج الزيوت الأروماتة المتطايرة بسهولة وذلك يعتبر عملية تكيفية مفيدة بالنسبة لبعض الكتاب مثل Helibron وذلك بالمقارنة للآخرين الذين يعتبرون ذلك ليس له أهمية أو فائدة مثل الكتاب Cheaten , Audus .

وقد أشار Neger أيضا إلى الأجهزة المستخدمة فى عملية إمتصاص الرطوبة من الهواء وهذا يعتبر موضوع قد ناقشه Volkens فيما سبق حيث أن Volkens قد أشار إلى الأهمية الخاصة بالخلايا المحيطة بقواعد الخلايا الطلائية والتى تكون مسئولة عن هذه العملية .

إن أبحاث وكتب Neger مازالت ذات أشتياق كبير وإن كثير منها مازال موجود حتى الآن حيث أنه فى هذه الكتب قد ربط بين جودة كل من الصفات الجيدة للنبات من صفات جغرافية فى التوزيع وأخرى فسيولوجية . وهناك خاصية أخرى للنباتات الصحراوية وهى الترتيب الكثيف للسيقان الهوائية حيث قام بذكرها العالم Ascherson وقد قام بتأكيدها Volkens ونجد تلك الصفة واضحة فى الشجيرات الصحراوية عديمة الأوراق مثل Zollakoferia arborescem وفى شجيرات التين مثلAnabasis aretioides حيث قام بدراسة تلك النباتات كل من,Lprenz, Filer Harder وأيضا نجد النباتات الناعمة Pulviform تكون واسعة الإنتشار فى صحراء المناطق الإستوائية والشبه إستوائية مثل Salicornia pulvinata نباتات والمنتشرة فى ونجد تلك النباتات أيضا موجودة فى جبال إيران Irano - Turanian montane flora وتكون موجودة أيضا فى صحراء ناميبيا بجنوب افريقيا وقد قام بدراسة تلك النباتات العالم Marloth . ونجد أن مثل هذه الخواص الشكلية للنباتات لا تكون مفيدة فقط فى عملية حصر النتح كما توصل إليها Fizar بل إنها أيضا يمكن أن تكون ذت صفة تكيفية فى عملية مقاومة الإشعاعات والرياح العالية حيث أن كل من الإشعاعات

والرياح العالية يمكن إختزالها عن طريق الترتيب الكثيب لتلك النباتات .

أنواع النباتات الصحراوية :

إن الخواص والصفات السابق شرحها يمكن لها أن تتحد باسلوب معين حتى تكون أنواع معروفة بالنباتات الصحراوية التى قام بترتيبها العديد من المؤلفين تبعا للمبادىء الفسيولوجية والبيئة الجغرافية . فمع إستبعاد النباتات الحولية ذات العمر القصير ونباتات الـ Phreatophyts (النباتات التى تنمو فى الماء) فإننا بعد ذلك نستطيع أن نقسم النباتات الى طرزها فى الحياة على النحو التالى :

أ ـ نباتات الـ Geopytes ذات الريزومات .

ب ـ نباتات الـ Scleropylls الخضراء .

جـ ـ النباتات الخشبية ذات الأوراق المتساقطة أو المبتلة بأوراق صغيرة وتكون أكثر Xeromorphusفى الفصل الجاف .

د ـ نباتات عديمة الأوراق وغير غضة مثل Cal.igonum, Retama, Genista ونباتات مثل زيل الحصان مثل Australian Casuarians .

هـ ـ نباتات ذات أوراق وساق وجذر غض .

و ـ نباتات تعانى من صعوبة وصول عملية الهيدرجة والتى تسمى نباتات « البعث » حيث أن مثل هذه النباتات يمكن تسميتها Tropophytes بمعنى النباتات التى تغير نشاطها مع تغيير الطبيعة الجافة أو الرطبة (أو درجة حرارة) للفصل السنوى ،هذه الأشكال أو الطرز الخاصة بالحياة قد تم تحديدها قد تم تحدديها حديثا بواسطة كل من Lemee, Killiam, Huber

النظام الجذرى :

عملية الإختراق والإنتشار :

إن درجة مقاومة النباتات للجفاف تعتبر كدالة لعملية إختراق جذور تلك النباتات الى عمق طبقات التربة التى تنمو فيها فمثلا إذا كان فى بداية الصيف نجد أن الجفاف الخاص بنباتات حوض البحر الأبيض المتوسط تزداد عمقا مثل الحشائش ذات الجذور العريضة ونباتات العائلة الصليبية ونبات الـ Composites ... الخ وعند إختيار أوراق النباتات فى حالتها الطازجة مثل الجذر أو البصل أو نباتات Eryngium أو

Delphinium rigidum فننجد أن تلك النباتات تتميز بوجود نظام جذرى ذات مقدرة كبيرة أو ذات عمق كبير فى الإختراق .

ومن المؤكد أن هذه القاعدة تكون صحيحة فى حالة إذا كانت الأمطار الساقطة على التربة تصل إلى عمق مقداره بعض البوصات وبالتالى نجد أن النباتات الصحراوية تكون تقريب ذات جذر قليل أو مضمحل وقد أشارت دراسات Weaver الكلاسيكية التى أقيمت على طبيعة جذر نباتات البرارى بأمريكا الشمالية الى أن « الشرق يكون ذات ١٠٠ ميريديان » بمعنى أن جذر النباتات الموجودة فى البرارى تكون ذات مقدرة عالية فى إختراق العمق حتى حوالى ٥ قدم وفى بعض الأحيان تصل إلى ٣٠ قدم وذلك يسمح لها بأن تخترق طبقات التربة العميقة بعد أن تجف تلك الطبقات السطحية ولكن العكس صحيح بالنسبة للحشائش القصيرة الموجودة فى ابرارى فى غربى كانساس وفى كلوراد وحيث أن الجذر يكون ذات قيمة متوسطة وذلك بالنسبة للثمانية أنواع التى قد تم اختبارها حيث وجد Weaver أن هناك نوع واحد فقط يكون له المقدرة فى إختراق سطح التربة إلى أكثر من ٥ أقدام وهذا النوع هوPsoralea Lanceolate وتحت الظروف الصحراوية والكاملة نجد أن الأشجار والشجيرات الصغيرة تنمو بصفة أساسية فى الأربار حيث يتم تجميع ماء المطر فيها وإذا كان هناك أى ظهور خضرى دائم بين هذه الأنظمة القصيرة والكبيرة فإن النظام الجذرى يجب أن يكون مستعرض وسريع الإنتشار .

إن النظام الجذرى المستعرض لهذه الأنواع من النباتات قد عثر عليه العالمCanno فى الأريزون وفى الصحراء الداخلية لاستراليا بينما قام العالم Evenari بعمل مشاهدات مشابهه لتلك التى عملها .Canno ولكن كانت فى صحراء Judean . إن عهد إختزان الجذر ايضا قد أثبت كفاءته عندما اختبرت الحشائش القصيرة الموجودة فى برارى امريكا الشمالية المشهورة بمحنتها الجفافية المشورة . وقد وجد كل من Weaver, Albertso أن نباتات Quercus macrocarpa, buroak تستطيع أن تعيش فى مثل هذه المنطقة بينما معظم الأنواع الأخرى تجف وتموت وهذا دليل على مقدرة وعدم مقدرة إختراق الجذر سطح التربة .

ونجد أن أشجار كل من الجذر والـ Gledistschia والـ Maclura تستطيع أيضا أن تعيش نتيجة لطبيعة إختراق نظامها الجذرى ومن التجارب الخاطئة التى أقيمت تشير إلى أن أشجار الحور تنشف وتموت فى قاع النهر الجاف حيث أن جذورها تجرى بالقرب من السطح كعملية تكيفية لتهوية التربة وذلك فى الأوقات العادية ولكنها تعيش بنسبة عالية عندما يبدأ انجذر فى الإختراق الى حوالى ٩ أقدام وذلك فى حوالى ٥ أعوام وعلى العكس من ذلك فقد قرر كل من Muller, Weaver أن الجذور العميقة عندما تخترق التربة فإن ذلك يجعل الحشائش القصيرة الموجودة فى البرارى تستطيع أن تعيش تحت الظروف الجافة المختلفة . وبالتالى نجد أن تجاربهم التى أقيمت على نباتات Buchloe dactyloide, Bouteloua gracili تشير إلى أنه إذا ترك النبات بدون أن يروى بالماء لمدة ١٤ ـ ١٧ يوم فإنها تستطيع أن تعيش بنسبة ٩٠ ـ ١٠٠ ٪ وذلك فى حالة إذا نمت فى تربة رطبة حيث تصل نسبة الرطوبة فيها إلى عمق حوالى ١٠ سم ولكن تكون حياة تلك النباتات بنسبة ١٧ ـ ٥٠ ٪ فقط عندما تكون الرطوبة فيها أقل من ٧٫٥ سم .

فهناك العديد من الأمثلة الخاصة بالنباتات ذات المقدرة العالية فى الإختراق الجذرى لها فى الرمال الصحراوية . وقد ذكر Huber حالة من تلك الحالات وهى حالة نبات الـ Tamarix حيث أن جذورها قد وجدت على عمق ٣٠ متر وذلك عندما تم حفر قناة السويس . وهناك مشاهدة مماثلة قد تم التوصل إليها فى حوض البحر الـ Caspian حيث وجد العالم Vassiliev جذور نباتات كل من Arthophyton, arborescem, solsola richteri التى تنمو فى رمال صحراء Kara - Kum أن لها القدرة على الإختراق على أعماق تصل إلى العديد من الأمتار .

وإن معظم نباتات الـ Psammophyts تكون لديها جذور طويلة وعرضية فى المنطقة المحتفظة بنسبة رطوبة متوسطة وفى أنواع نبات الـ Ammodendron Condlyi نجد أن الجذر يصل إلى طول ٢٠ متر .

وعلى الشط الغربى لبحر الـ Caspian نجد أن علاقة الماء مع النباتات الشبه صحراوية قد قام بفحصها العالم Kusmin على نباتات الـ Apsheron penonsula

فهنا نجد أن جذور نبات الـ Alhagicamelorum قد قام بتدوينها Keller على أساس أنهـا ضـمن النبـاتات ذات النظام الجـذرى العـمـيق وقـام بتـدوين كل من نبـاتات الـ Medicago Coerulea ونباتات الـ Glyeyrrhiza glabra تنمو طيعيا إلى أسفل فى خط رأسى حيث أنها تتفرع عندما تصل إلى عمق حوالى ١٠ ـ ١٥ متر عندما تخترق الطبقات التى توجد بها أحجار وهى طبقات الـ aquiferous وهناك مشاهدات مماثلة قد عثر عليها العالم Shmueli على نبات Alhagi mauroum ونباتProsopis Farcata فى صحراء البحر الميت حيث أن جذورها تخترق حتى عمق ١٥ متر وهناك شجيرات ذات نظام جذرى مخترق أيضا قد لوحظت حيث تتميز ببعض الصفات البيولوجية فمن هذه الشجيرات Wehvitschia mirabili التى تنمـو فى المستوى العشرين الموازى لصحراء ناميبيا فى الجنوب الغربى لأفريقيا وقد اكتشف Herre الى أن تلك النباتات تستطيع أن تخترق منطقة الماء فى قاع البحار القديمة عند عمق ١٢ ـ ١٨ متر .

ولكن قد أكد ذلك Walter الذى وجد أن الجذر يخترق حتى ١ر٥ متر تقريبا وذلك حتى يصل الماء الشعيرى الموجود على سطح التربة وليس الى أن يصل الى عمق الماء ولكن الدكتور M. Henrici قد كتب الينا ما هو محتمل أن يكون صحيح وهو أن كل من العالمان السابقان قد ضبطا نفسيهما فى وصف ما شاهداه حيث أنه فى حالة النقط التى تكون فيها الماء متكاثفة بكمية كبيرة فإن الجذر لا يستطيع أن يخترق سوى ١ر٥ متر فقط ولكن فى البيئة التى تكون جافة من الماء فإن الجذر ممكن أن يكون مخترق الى عمق كبير .

إن سهولة الإمداد بالماء من الطبقات الـ aquiferous ينتج عنها خفض كمية الماء فى نباتات Alhagicamelorum وذلك خـلال السـاعـات السـاخنة لأيام الصـيف الجـاف .

وأيضـا تكون مسـئولة عن إرتفـاع عـملية النتح لنبـاتات الـ A. spirocarpa, Acacia tortils فى الصحراء الجنوبية لإسرائيل حيث قام بدراستها كل من Zohary, Orshan . وإن الباحثين وجدوا أن الجذر يمتد الى ١ر٥ متر عمقا وعلى الأقل ٤ ـ ٥ متر فى العرض وذلك فى النباتات الموجودة بالأبار حيث أن الأشجار التى تنمو فى هـذه

المنطقة تحصل فقط على ٢ بوصة من المطر الساقط .

إن موازنة الإمداد بالماء يسمح لكل من نباتات الـ Acacia وبعض أنواع الـ Tamarix الموجودة فى صحراء Negev لا تعوق أو تمنع النشاطات الداخلية لتلك النباتات . إن عمق الجذر للأشجار الخشبية الدائمة على مدار العام أيضا تجف فى حالة نقص الماء حيث وجد ذلك بصورة شائعة فى صحراء Rajasthan وقد أقام العالم Morello بتوضيح هذه الظاهرة لنباتات Larreadivaricat, Acaciavisca, Zuccagnia Pumctata .. الخ التى تنمو فى الجو الشمالى الغربى الجاف لصحراء أرجنتينا . وقام Vassiliev أيضا بتلك الدراسة على نباتات mrnovia Tunkestana التى تنمو فى صحراء إن تفضب عملية موازنة الماء الخاصة بنباتات الـ Aristida Oungens ونباتات الـ Pennisetum dic.otonum فى صحراء الـ Sanhara يكون مرتبط بعملية إختراق الجذر الى أعماق كبيرة حتى يصل إلى الطبقات ذات الرطوبة الدائمة .

وتحت الظروف الأقل جفافا نجد أن الجذر ووقف الإمداد بالماء الدائم قد قام بوصفه وشرحه العالمان Rawitscher Ferri & Rachid بالنسبة للنباتات التى تنمو فى غابات السفانا الموجودة فى البرازيل حيث أن الشجيرات الصغيرة تسمى بـ Pyrophyts بمعنى أنها نباتات تقاوم الحرائق وذلم نتيجة للحاءها الخشبى السميك أو لساقها الخشبى الداخلى الذى يسمى بـ Xylopodia أو لجذرها الغض المستخدم فى التخزين حيث أن تلك النباتات تنبت بسهولة بعد الحريق من خلال البراعم هذه المجموعة البيولوجية تمثل فى نباتات Jacaranda decurrenc, (Bignoniaceae) Ahalea exigua,Craniolaria integrifolia, (Palmae) حيث تحتوى على أنواع ذات جذر له المقدرة على الإختراق لأعماق كبيرة تصل إلى ١٠ أو ١١ متر وفى حالة نبات .Andira spp نجد أنه يصل إلى عمق ١٨ أو ١٩ متر حيث أن تلك النباتات تتصرف فى الماء بحرية فى الموسم الحار ولا تتميز بوجود جلد سميك أو مصدات للماء وهذا ما يجعل تلك النباتات تنمو فى مناطق خاصة لها وهى مناطق النمو الـ Pseudo - Xerophyts .

وبجانب عملية تآكل خطوط أو سطح التربة ووجود الأودية والمنخفضات إلا أننا نجد أن الجذر الذى يكون متركز فى الطبقات الأساسية التى يتم فيها تخزين الماء يعتمد على نسيج التربة والتركيب وعلى الترسيب .

وقد قام العالم Glendening بالدراسة على الحشائش الدائمة على مدار العام الموجودة فى الأريزونا فوجد أن عمق إختراق الجذر الأولى ومنطقة الأصل لتلك المنطقة الجانبية أنها تعكس عملية عمق إختراق المطر وفى المناطق شبه جافة أو الشبه صحراوية فقد وجد العالم Morello أن تركيز الجذر يكون بين ١٠ أو ٤٠ سم فى العمق مع أن هناك بعض أنواع النباتات القليلة فى عمق الجذر مثلAtriplex Lampa, Larrea dicarcate تحتفظ بنسبة ٦٠ إلى ٧٠٪ من جذورها التى تعمل على الإمتصاص فى هذه الطبقة . إن الإختلاف فى اختراق عمق الجذر والتشعب يعتمد على وجود تساقط الأمطار حيث قام بشرح ذلك كل من Abraham, Boyko على نباتات Artemisiahaba - alba .

وفى منطقة وجود الجذر الأولى القصير نجد أن هناك أنواع قد نشأت عند عمق ٢ إلى ٥ سم وهذه النتيجة تعتبر نظام جذرى صغير ومع النسبة العالية من الترسيب أى كانت فإننا نجد أن الجذر يمتد إلى حوالى ٤٠ أو ٥٠ سم مخترقا الى الشقوق الرأسية للحجر الجيرى وتتشعب فقط فى الصخور . إن الطبيعة السابقة ذكرها تكون مطابقة لطبيعة جذر شجيرات النباتات الشائكة مثل نبات Poterium spinosum والتى تكون موجودة فى العديد من الأميال المربعة من الصخور الموجودة فى تلال دولة فلسطين .

وقد نشر Litwak أن الجذر الرأسى لبادرة النبات يصل إلى ٤٠ سم طولا فى الفصل الأول ثم تنبت فى التفرع أو التشعب الى الصخور الداخلية حيث أنها تستخدم الماء المخزون فى التربة الذى يملأ الشقوق ولكن الأنواع التى تكون فقيرة فى نموها أو تكون ناقصة تماما فى التربة المستعرضة التى تغطى الصخور الغير مشقوقة . وتحت الظروف الرطوبية الثانوية الموجودة فى منطقة حوض البحر المتوسط أو فى التربة الخفيفة نجد أن منطقة تخزين الماء تكون عميقة نسبيا فلذلك نجد أن الجذر يستطيع أن يخترق الى العديد من الأمتار أسفل سطح الأرض وذلك قد اتضح فى أشجار السنديان والفستق

والصنوبر . ولكن تحت الظروف الجافة حيث أن الجذر المفلطح يصبح القاعدة الأساسية التى يعتمد عليها النبات فإنه يزداد فى مساحة سطحه وذلك يعتبر من الأشياء المحققة للتربة السطحية وتكون أكثر صلابة للطبقات الداخلية لسطح التربة ولكن فى حالة التربة الرملية فقط نجد أن الجذر يكون عميق نسبيا نتيجة لتتابع النفاذية العالية وقلة سعة الإختراق لهذه الأنواع من التربة . ففى التربة الصلبة الثقيلة للصحراء الصخرية نجد أن الجذور المفلطحه جدا تعتبر القاعدة الأساسية التى تبنى عليها العديد من الدراسات التى أقامها Evenari, Stocker, Cannos على الصحراء الموجودة فى القارات الثلاثة وحديثا قد شاركهم العالم Morello بالدراسات التى أقامها فى غابات الإستبس الموجودة بالأرجنتين وهنا نجد أن نبات الـ Larrea divaricata تعتبر دائما من النوع الـ Phreatophyte حيث أن جذره يكون أفقى يصل إلى ٦ متر طولا فى الحالة المتوسطة فى قاع النهر ولكن جذوره تمتد إلى ٣ أو ٥ سم فقط ونجد أن الجذور الأفقية الطويلة تمتد إلى ٨٨ قدم وذلك موجود فى نباتات Prosopis Spicigera التى تعتبر ذات بيئة Psammophyte الموجودة فى صحراء الهند العظمى بينما النظام الجذرى الخاص بنبات Zygophllum dumosum الذى قام بدراسته العالم Evenari حيث يصل قطره إلى ٤ متر وقد أشار هذا العالم إلى زمن إذا تغطى السطح بجذور أحد أنواع الـ Retama roetam فإنه لا تقل عن ٤٠ سم مربع بينما أشار Morello إلى أن هناك ١٠٠ إلى ١٥٠ عليقة من نباتات L. divaricata Larrea cumeifolia تنمو فى المناطق الجافة الموجودة فى الأرجنتين ومثل هذه الظروف أيضا قد لوحظت فى آسيا الوسطى وعندما قام zalensky بدراسة إختراق الجذر الخاص بنبات Pistacia vera وأشجار اللوز فى جبال الإستبس فى تركمينتام ـ عند حوالى ٣٢٠ مليمتر من الأمطار وتقريبا جو صيفى جاف ـ وجد أن إستعراض الجذر يكون ذات إختلاف أو فرق وضح بين تلك الظاهرة الخاصة بأشجار اللوز ذات كمية مطر عالية فى فلسطين ونجد أن أحد أشجار الفستق تكون ذات تفرعات جذرية جانبية حتى تمتد إلى حوالى ١٠ أو ١٢ متر من نقطة الأصل لها .

شكل الأنظمة الجذرية :

إن تركيب الأنظمة الجذرية التى درست لفترات كبيرة بواسطة علماء الغابات قد بدأ تدعيمها وتدريسها فى الأيام التالية كفرع خاص من علم البيئة الذى يسمى بـ Rhizology وعموما نحن نستطيع أن فرق الأنظمة الجذرية الليفيه المتشعبة المنتشرة فى الحشائش والنخيل والنظام الجذرى أحادى التفرع أو التشعب ذات جذر مركزى رأسى وتفرعات ثانوية .

وإن النوع الأخير يعتبر واسع الإنتشار فى العائلات ذات الفلقتين حيث أنه يستطيع أن يخترق إلى أعماق كبيرة ولكنه يكون ذات تشعبات وتفرعات قصيرة أو بمعنى آخر انها تكون قصيرة النمو بالنسبة للجذر الأصلى والأساسى ولكن ذات تطور كبير فى التفرعات الجانبية . وإذا كان كلا الجزئين الخاص بالنظام قد تطورت فإن ذلك النظام ينتمى إلى ويسمى بـ « النوع العام » فى حين أن هناك نظام خاص قد ينتج فى حالة إذا كان الجذر تعذر نموه فى مرحلة مبكرة له أو يموت . إن النوع العام يستطيع أن يكيف نفسه فى كل من الظروف الرطبة (ظروف الرطوبة) والظروف الجافة . إن القوة الأساسية فى استقلال رطوبة التربة أو مقاومة الظروف الجافة القوية تنتج عندما ينشأ التفرعات الأفقية القوية على السطح العلوى للتربة حيث يرسل أفرعه الرأسية الى أسفل والتى تسمى بـ Suckers أو الممصات وبالألمانى تسمى Ablaufer . وهذا يتضح فى حالة أشجار الصنوبر الأسكتلاندى فى أوروبا وفى أشجار Eucalyptus camaldulensis .

وهناك أنواع مماثلة لهذا النمو وقد قام كل من, Rayson , Specht بوصفها حديثا بالنسبة لنباتات Banksia marginata فى استراليا . وهناك ميل خاص إتجاه سيادة أو تغلب عمق الجذر فى بعض المحاصيل مثل البرسيم (Melilotus) وخصوصا البرسيم الحجازى حيث أشار Rawitscher أن العمق يكون إلى حوالى ٢٠ متر وأيضا ذلك العمق يكون فى أشجار الكمثرى وأشجار الجوز .

إن نباتات المنطقة الجافة لا تختلف أساسا فى أنواع نظامها الجذرى عن تلك الموجودة فى المناطق الأخرى فى حين أنها تكون مرنة جدا فى قابليتها الى الطبقا الـ aquiferous حيث أن علم الأنواع أو علم تصنيف الأنظمة الجذرية قام بتطويره

العالم Zohary وفى الصحراء نجد أن الجذر ينحرف أو يميل عن سلوكه الرأسى نتيجة لجفاف أو إنكماش طبقات التربة السفلى . إن هذا الميل أو الإنحراف يفضل تكوين الجذور الجانبية التى تنشأ من الجانب المحدب الناتج من عملية الإنحناء وهذا يكون فيما بعد ما يسمى بالجذر الـ bipartite الذى يمتد أفقيا فى اتجاهات متضادة فمثل هذه الخاصية أو الظاهرة قد لوحظت فى نباتات Casuarina pusilla, Saueda asphaltica .

وبالتالى نجد أن الجذر يمكن أن يظل رأسى ولكن يقف نموه على ذلك أو يموت من قمته كما أشار لنا Morello أثناء استخدامه لنبات الـ Atriplexd lampa بينما التشعبات الجانبية العديدة تنموا وتتطور بجانب منشأها بصورة شديدة وتكون النظام الجذرى الأساسى . إن الجذور المستعرضة تعتبر القاعدة الأساسية فى الصبار والتى استخدمت كمثال للنباتات الصحراوية التى تمتص الرطوبة بسرعة ، وبالتأكيد هذا ليس حقيقى لجميع أنواع الصبار كما أوضح لنا Cannon هذه الخواص أو الصفات فى إستغلال الطبيعة الجذرية فى الصحراء الغربية بأمريكا الشمالية تشير إلى أن الصبار العملاق أو الكبير Carnegiea gigantea تتميز بوجود نظام جذرى مخترق حيث أن هذه الظروف تعمل على حماية النباتات الطويلة من أن تسقط وتشرح أيضا عدم تواجده فى التربة أعلى الطبقات الغير منفذة الموجودة فى صحراء الأريزونا على العكس من أن الجذور المستعرضة لنباتات Echinocactun تكون موجودة هناك حالة مماثلة لـ Carnegiea التى قد قام بها Morello بوصفها فى صحراء Estepade Trarilla الموجودة فى غابات الأرجنتين فمن تلك النباتات هى Trichocereus terscheckii الذى يتميز بوجود جذر واسع الإنتشار وتنازلى حيث أن ذلك الجذر يكون مفيد لعملية إمتصاص الماء حيث يصل إلى حوالى ٧٠ سم .

إن من أسباب تطور تمدد الجذر الى أعماق بسيطة تصل إلى حوالى ٥ ـ ١٠ سم أسفل السطح تكون معقدة حيث أن كل من التهوية ، التغذية ، الرطوبة ودرجة الحرارة وعلاقاتها مع بعضها تعتبر صفات وراثية خاصة وقد قام Boyko بترجمة تلك الظاهرة فى الصحراء كعملية تكيفية لتكثيف النقطة التى تحت سطح الأرض فى طبقة على

عمق ٣ ـ ٨سم وبعد الدراسات السابقة قد افترض أن نباتات Amaranthus blitoids تنمو فى Jerusalen كنباتات خشنة حيث أنها تجف وتذبل فى يوليو وفى حالة إذا كان لا يوجد هناك عملية تبخير للماء التى تحدث ليلا من الطبقات الداخلية العميقة الرطبة والدافئة الى أن تصل إلى الطبقات العليا الجافة الدافئة . إن هذا المصدر الذى تنتج منه الرطوبة بدلا من نقطة الندى الضالة فقد افترض شرح وجود هذه الأنواع خلال الصيف الطويل الغير ممطر . إن امتصاص نقطة الندى من الصحراء الرملية بواسطة الجذور القصيرة قد قام فافترضها Killian الى تحدث فى نباتات Bromusruben .

العلاقة بين القمة الجذر

تحت الظروف الجافة نجد أن النباتات ينمو جذرها أكثر نسبيا عن الساق والأوراق حيث أن أغلبية نمو الجذر تأخذ مكانا فى النباتات الصحراوية أثناء مرحلة النمو والسبب يرجع إلى الصفات الوراثية فبالتالى نجد أن أشجار الصنوبر التى قام بدراستها Nobbe تحت الظروف الرطبة الموجودة فى المانيا فوجد أن النظام الجذرى يكون أكثر قوة فى النمو عن الخشب الذى يكون أقل مقاومة للظروف الجافة . وأخيرا وجد أن الظروف الفسيولوجية تلعب دور مهم حيث أن صد أو منع كمية صغيرة من الماء فى التسمم النامية من الجذر عن تلك الكمية فى الساق ممكن أن نتوقع تواجدها خلال دورة الجفاف وهذا يعمل على إزاحة عملية التوازن الخاصة بعملية النمو المفضلة للجذر ومن الجانب الآخر نجد أن الإضاءة القوية تتحد مع الجفاف مما يعمل على تأخر نمو الساق ويعمل على تراكم الكربوهيدرات مع إمكانية تكوين مواد الجذر فى الساق مثل هذه الظروف يمكن أن تكون مسئولة عن الإختلاف الكبير فى نسبة وجود الساق عن الجذر الموجود فى العديد من النباتات الموجودة فى الجبال المرتفعة فى صحراء Pamir فهنا نجد أن وزن الجذر يزداد عن الساق بحوالى ٣٠ إلى ٥٠ مرة .

إن مبدأ إنخفاض العلاقة بين القمة إلى الجذر فى المناطق الجافة ـ التى يمكن تقييمها على أنها نسبة من الأطوال أو النضوج أو الوزن الجاف ـ يكون واضح جدا تحت الظروف الجافة المتوسطة وأيضا قام Migahid بالدراسة حول نباتات Kalanchoe

aegyptiaca الغض فوجد أن نسبة الفتحه/ للجذر تقريبا تكون النصف وذلك فى حالة إزدياد نسبة رطوبة التربة إبتداء من ٣٥٪ ، ٦٥ ، ٨٠ أو ٩٥٪ ولكن ذلك لا يكون صحيحا فى حالة النباتات الصحراوية كما أوضح لنا Stocker حيث وجد أن النظام الجذرى لمثل هذه النباتات يكون أقل تطورا عن تلك النباتات التى تنمو فى منطقة رطبة. والسبب يمكن أن يكون أن الجذور التى تكون أكثر تطورا تهدد وجود أو نمو النباتات عن طريق فقد الماء الى التربة وذلك عندما يكون الجذر غير محمى إتجاه عملية الجفاف بواسطة الأنواع الغير منفذة .

وأيضا نجد أن كل من Magisted , Breazeale أرضحو أن جذر نباتات الصبار المعرضة الى بخار الهواء الموجود فى الفرن لتجفيف التربة يعمل على فقد ضعف كمية الماء الذى يخرجها النبات نتيجة لعملية النتح من خلال الساق .

ومن جانب آخر نجد أن الأوراق تتعطل تحت الظروف الغير ملائمة من وجود الكربون حيث أنها لا تستطيع أن تمد الأنظمة الجذرية الكبيرة بالغذاء وبالتالى يمكن لها أن تمت .

إن الفحوصات الحديثة التى أقامها Orshan, Zohary على النباتات الـ Zygophyllum dumosum الغضة بالقرب من الصحراء الشرقية تشير إلى أن تلك الأسباب عبارة عن أسباب ضوئية .

إن هذا النبات له جذر مفلطح (صفر ـ ٥٠ سم) خلال شهور الشتاء ولكن يخترق الى أعماق قليلة ويمتد الجذر ويستطيل مشابها للخيط بعد عملية نفاذ مخازن الماء الموجودة فى الطبقات العليا من التربة ومن ذلك يبدو أن نقص الماء لا يسمح لتلك النباتات أن يكون لها نظام جذرى كبير ولكن إمتداد أو تطور تلك النباتات يمكن أن يحدث فقط بعد أن يتم تراكم المخازن البلاستيكية Plastic فى فصل الربيع .

إن تغير العلاقة من القمة إلى الجذر مع تغير أو إنحدار عملية الترسيب قد لوحظت فى صحراء البرارى بأمريكا ، حيث وجد العالم Albertson أن الحشائش القصيرة الموجودة فى البرارى تكون فقط حوالى ٣ ـ ٥ بوصة فى الارتفاع بينما يخترق الجذر الى مسافات عميقة ففى أحد الحالات نجد مثلا نبات الـ Boutelous يصل مسافة الى

حوالى ٦ بوصة فى الإرتفاع ويكون الجذر مخترقا الى مسافة ٥ قدم وهناك أشكال متابعة لتلك الحالة فمثلا نجد أن نباتات Psoralea tenwiflora تصل إلى حوالى ٢٫٢٥ ـ ٩ قدم فى العمق ونجد فى نباتات الـ Kuhniaglutinosa تصل إلى ٣ ـ ١٢ قدم وفى نباتات Solidago glaberism تصل إلى ١ ـ ٦ قدم . إن طول النسبة T/R تكون حوالى ١ : ٣٫٥ إلى ٦ : ١ فى الحشائش الصحراوية ولكن تكون بنسبة ٣ : ١ فى النباتات الـ Mescophtic وهى النباتات المتوسطة ذات ساق كبير فى النوع الخضرى . إن الجذور الشديدة لبادرة الحشائش القصيرة تنمو مبكرا وتكون ذات قدرة أو كفاءة عالية فى عملية الإمتصاص من السطح ومن الدراسات الحرجة التى قام بها Schopmeyer لتحديد الخواص المستخدمة فى مقاومة الجفاف الخاص بالأوراق القصيرة لشجرة الصنوبر Pinus echinata مع المقارنة بنبات الصنوبرP. taede loblally قد حصل على إستنتاج أن التطور الكبير للنظام الجذرى بالمقارنة لنظام الساق يعتبر عامل قاطع حيث أن عدم فائدة مثل هذه النسبة كانت ملاحظتها بسيطة كما فى حالة نبات الـ Lotus التى قام بدراستها Killian على الأراضى الرملية . حيث أنه وجد أن هناك علاقة مترابطة بين بناء البادرة وطول الجذر فى حين أن التطور الكبير فى الجذر لا يشير بالضرورة إلى الإمتداد الكبير فى العمق أو العرض بل العكس إننا يمكن أن نجد كثافة عالية عن طريق الزيادة الثانوية فى التشعب أو التفرع وبناء على ذلك نجد أنه يمكن الإستفادة أو الإستعمال الجيد لماء التربة فى حالة إذا كانت أكبر سهولة فى الحركة فى حالة معدل جفاف رطوبة التربة فنجد مثلا فى نباتات البطيخ والـ Colocynth أن مقاومتها للجفاف يرجع إلى البيئة التى تعيش فيها والتى تتميز بكثافة جذرها .

وقد استطاع Miller فى توضيح زيادة مقاومة الجفاف الخاص بالنبات الـ Sorghum بالمقارنة مع الذرة عن طريق إستخدام هذا المبدأ السابق شرحه حيث أن ذلك كان عن طريق زيادة الضعف تقريبا من الجذور الثانوية لكل وحدة طول من الجذر الأولى كما يصل نبات الذرة بالتالى نجد أن تطور كتلة هذه الجذور يزداد على الرغم من أن هذه الجذور الثانوية لا تمتد إلى أسفل الجذر الأصلى للذرة .

وهناك ظاهرة خاصة بالنظام الجذرى لنباتات غابات الإستبس والصحراء وهى تكوين جذر طويل جدا ورفيع « جذور مطرية » حيث تنمو فى وقت قصير جدا تصل فى بعض الأحيان الى ساعات معدودة وقد لاحظ Stocker هذه الظاهرة فى مصر كما لاحظها فى غابات الإستبس حيث أنه من فائدة تلك الجذور انها تعمل على زيادة استمرارية السطوح الإمتصاصية فبمجرد أن تجف التربة نجد أن الجذور المطرية تختفى وتعود الجذور الأصلية الدائمة مرة ثانية .

معدل النمو :

إن معدل النمو الطبيعى لجذر النباتات الموجودة فى المناطق الجافة قد لاحظه العديد من العلماء ولكن هناك القليل من المعلومات التى تبدو جيدة أو أكيدة حول معدل نمو الجذر فى المنطقة الجافة . وقد أشار Oppenheimer أنه يحدث زيادة بمقدار ٥ ـ ٦ ملليمتر عن كل يوم لبادرة الجذر الأولية فى أشجار الـ Aleppo وتحدث زيادة بمقدار ٣ ملليمتر لأشجار السنديان (Quercus Callipcinos) وعند ترتيب الجذور الخاصة بالنباتات الموجودة فى Jerusolen فوجد أن الجذر الخاص ببادرة الصنوبر الحجرى stonepine (P. pinea) تنمو بمعدل ٨ ـ ١٠ ملليمتر عن كل يوم والجذور الثانوية الخاصة بنبات Pinus halepensis حيث يزداد بمعدل ٦ ـ ٩ ملليمتر وهذه الصور تعتبر صغيرة عند مقارنتها بتلك التى قام بتسجيلها Cannon بالنسبة لبادرة نباتات الـ Prosopis velutina والتى تنمو الى ٥١ ملليمتر فى ١٢ ساعة عند درجة حرارة ٣٤ درجة مئوية فعلى الرغم من أن المعدل النسبى البسيط للنمو الجذرى للبادرة الخاصة بأشجار السنديان التى قام بدراستها Oppenheimer التى تتكون من ترتيب ضيق رأسى إلا أن الصناديق الخشبية أو التكوينات الخشبية تزداد طولا حتى تصل إلى ٨٠ : ٥٥ سم خلال السنة الأولى من حياتها ثم تزداد بمقدار ١٫٦٠ متر فى السنة الثانية .

تكيفات خاصة :

فى السافانا الإستوائية نجد أن الحرارة العالية للطبقات العلوية لسطح التربة خلال الفصول الجافة تتطلب أن تكون أصل النباتات الخشبية مزودة بسيقان أو جذور أقية أو

رأسية تحت سطح الأرض . بعض هذه النباتات تتميز بوجود صفة الأشجار التى تكون مزودة بسيقان قصيرة نسبيا ورفيعة وذات أوراق بارزة عن سطح الأرض كما هو موجود فى نباتات الـ Andira humilis فى البرازيل التى قام بدراستها كل من, Rachid Rawitscher وهناك بعض النباتات الصغيرة الدائمة على مدار العام وتكون ذات ساق كبيرة نسبية وخشبية تحت الأرض وهذه الصفات السابقة تشير إلى نباتات الـ Zylopodia الموجودة على السطح أو قريب من السطح كما فى نباتات Caraniolaria in tegrifolia Jacaranda de currem ومرة ثانية نجد أنه فى بعض النباتات يوجد جذور لينة (طرية) تصل إلى عمق متر . أما بالنسبة لنباتات الـ Scolymus hispanicus التى قام بدراستها Birand فى أنقرة (Ankara) فكان لها جذور غضة أيضا (هذا العالم قد وصف أيضا كيف يهرب أويفر النظام الجذرى للعديد من النباتات أو الأنواع الدائمة على مدار العام من الموت عن طريق إختراقه العميق للنظام الجذرى المتشعب أو الغير متشعب) ومن النباتات الغضة التى تعيش تحت سطح التربة والتى تكون أوراقها ملامسة لمستوى سطح التربة هى نباتات Lithops salicala ونباتات الـ Nananthus viltatus والتى قام بدراستها Walter حيث نجد أن جذور تلك النباتات تمتد إلى ٣ ـ ٥ سم أسفل سطح التربة ونجد أن جذور بعض أنواع النخيل الموجودة فى امريكا الجنوبية تنتمى إلى هذه المجموعة من النباتات التى تنمو تحت سطح التربة ومثل نبات .Acanthococs spp الذى يمتد إلى عمق ٥٠ سم بعد نموها ونجد فى نباتات الـ Ahalea exigua التى تنطلق أوراقها على سطح التربة على مسافات قليلة أن جذرها يمتد إلى حوالى ٧٠ سم وقام كل من, Specht Rayson بوصف تكيفات مماثلة لنباتات الـ Sclerophyllous الموجودة فى جنوب استراليا فهناك نجد أن بعض جذور النباتات مثل Xanthorrhoea australis تمتد إلى ٢٣ أو ٤٥ سم أسفل سطح التربة أما بالنسبة لجذور نباتات الـ thysantous dichotoms تمتد إلى ١٥ سم وهذه التكيفات أيضا قد قام بدراستها Beadle بالنسبة للنباتات الغضة مثل Lignotabers والتى تعتبر مهمة فى مصر فى صلابتها ومقاومتها للمناطق الاستوائية والشبه استوائية إن الأعضاء المستخدمة فى تخزين الماء والغذاء الموجودة تحت سطح التربة مع البراعم الخاصة بها يتم تواجدها على عمق

مناسب لحماية تلك النباتات من التأثير الحرارى الشديد الذى ينتج من الشمس ولذلك نجد أن هذه النباتات تهرب من تحطيمها أو دمارها بينما الأنواع الأخرى لا تحتوى على تلك البراعم فإنها تنتهك وتدمر .

إختراق الجذر إلى الصخور :

هناك مجال جديد من الأبحاث يختص بحياة الجذور فى المناطق الشبه جافة التى تقوم على دراسة تشعب الجذور فى الصخور وقد أوضح العالم Kusmin أن الصخور المنفذة تشبه الصخور aquiferous فى نسيجها أو تركيبها الذى يعمل على إمتصاص الماء فى الفصول الرطبة مما يجعلها تنطلق أو تخرج مرة ثانية إلى الجذور المنغمرة فى الفصول الجافة والعلماء شاهدوا الإختراق النشط للنمر الرأسى لجذور شجر الصنوبر داخل صخور الحجر الجيرى اللين عندما تكون الطبقة المغطاه للتربة قد بدأت فى أن تجف فى بداية الصيف وقد وجد كل من Orshansky , Zohary أن هناك بعض صخور الحجر المميزة تكون لها كفاءة عالية أو سعة مرتفعة فى تخزين الماء ، أن بعض شجيرات حوض البحر المتوسط والتى تسمى rockyheaths or phrygana مثل نباتات الـ Podonosmasyriacs stachyspalaustina , varthemia iphionoider التى تنمو فى الصخور المكشوفة . وقد شرح Oppenheimer أن هناك معدل مرتفع لعملية النتح فى النباتات فى المواضيع التى تكون فيها أو قد لا يوجد فيها بواقى صغيرة تغطى سطح التربة وهذه النتيجة قد حصل عليها أيضا Halfon - Meiri وقد كانت القابلية أيضا فى توضيح نمو جذر نباتات الـ Pisyacias ونباتات الـQuercus Calliprions فى الصخور الصلبة التى تتميز بخاصية وجود المسام فيها أو اللينة .

إن هذه الأنواع ذات أهمية كبيرة حيث أنها تستخدم فى عملية الدباغة . وقد لوحظ ذلك فى حالة الـ Lentick حيث أنه بعد إنشاءه فى مكان واحد فإنه تنشأ هناك تفرعات طويلة فى جميع الاتجاهات حيث أن هذه الجذور تكون موجودة فى منطقة العقد ومن ذلك نجد أن الشجيرات الصغيرة التى تنمو أصلا على عمق كبير من الصخور يمكن أن تكون مغطاه نهائيا بمساحة كبيرة تصل إلى حوالى ١٠٠ متر مربع

وهناك حالة أخرى من شجيرات حوض البحر المتوسط تخترق الصخور اللينة التى تكون ذات جذيرات صغيرة ومتعددة مثل thymus capitatus التى تنمو فى اسرائيل كنباتات صخرية إن النباتات التى ليس لها جذر فنجد أن الصخور تعمل على تخزين بعض الماء فى حالة إذا تم تغطيتها فقط بواسطة طبقة تربة ضئيلة جدا مما يجعل إختراق الشجيرات عميق جدا .

تأثير نسيج التربة وبناءها وتركيبها الكيميائى :

فى المناطق ذات الرطوبة العالية نجد أن نسيج التربة وبناءها يلعبان دور مهم فى تطور الجذر وذلك فى البلاد ذات المناخ الجاف أو الشبه جاف وقد وجدت Mrs. Halfon - Meiri أن أشجار السنديان الموجودة فى فلسطين تكون ذات نطاق جذرى كثيف بالجديرات التى تعمل على الإمتصاص فى التربة الثقيلة أو الكثيفة عن تلف التربة الرملية التى تكون أقل خصوبة . ومن تلك الاختلافات التى تلاحظ تأخذ إعتقادنا أنها تشارك فى ارتفاع سعة الماء المخزون فقط ولكنها تعمل على تواجد بعض المواد المساعدة فى النمو حيث توجد فى التربة على هيئة مواد عضوية . وعلى الجانب الآخر نجد أن وجود التركيزات المختلفة للأملاح الذائبة تعمل على منع نمو الجذر وهناك العديد من التقريرات الحديثة التى أقامها Karscho التى تقر على أن الصحراء ذات شبه عالية من الجفاف والملوحة تحصل على تلك الأملاح من الآبار والأودية .

اخواص التشريحية لجذور النباتات الصحراوية :

عندما يدخل الجذر المرحلة الثانوية من تطوره فنجد أن القشرة الأولية التى تجف دائما تختفى ولكن فى نباتات الصحراء ونباتات السافانا تظل موجودة والطبقة الخارجية المحيطة بالنبات يمكن لها أن تصبح أكثر صلابة وقوة حيث أنها تعمل على حماية النبات من ضغط التربة الصلبة والجفاف .

إن القشرة الداخلية على العكس من ذلك حيث أنها تصبح اسفنجية مكونة طبقات معينة وهذه الحالة تكون موجودة فى العديد من الحشائش الموجودة فى جنوب أفريقيا التى قام بدراستها Henrici الذى يصف فوائد تلك القشرة على أنها تعتبر مماصات للماء ونسيج مخزن وذلك يعتبر ترجمة عن التجربة التى أقامها Lemee,

Killian بينما توجد تلك الطبقة فى نباتات الـ Bromis rabens فإن مثل تلك الجذور تعمل على إمتصاص الماء فى الحال عندما تتصل مع أى كمية ماء موجودة (١٢ ٪ من وزن الماء يمتص) . إن ذلك يشير إلى أن الجذور الميتة للنباتات الـLygum spartium تكون ذات أهمية كبيرة فى إمتصاص الماء حيث أنها تمتص ١٠٠ ٪ من وزنها الأصلى من خلال رطوبة الجو . مثل الطحالب التى تعمل على توصيل الماء بسهولة إلى كل من الأغشية المحيطة بالنبات والى الحزم الداخلية الموصلة ومن جانب آخر قام Walter بتأكيد الصفات المنعزلة لهذه الطبقات الميتة التى تحمى الأنسجة الداخلية الحية من الجفاف الناتج عن التربة المحيطة .

نمو البذرة وتكوين البادرة :

الإختلافات فى التكاثر الطبيعى :

كما هو معروف أن التكاثر الطبيعى للنباتات بواسطة البذور يتعرقل بصفة كبيرة تحت الظروف الجافة الآن عملية نضوج البذرة فى النبات الأم يمكن أن يكون غير كامل أو تكون شدة النمو ضئيلة أو غطاء البذرة يكون صلب أو يرجع نسبة إلى الرطوبة القليلة ، وأن تكون قشرة التربة صلبة غير مستمرة فى علية الإمتصاص أو التركيزات المرتفعة للأملاح الذائبة .. الخ ولكن عندما تبدأ البادرة فى تكوين الجذر فإنها تبدأ وأن تجف وذلك يرجع إلى تساقط الأمطار الغير منتظم أو نتيجة التحطيم الناتج من الحيوانات أو التآكل من الرياح أو يتغطى بالطين . وأيضا نجد أن الكثافة العالية من الحرارة والاشعاعات فى المنطقة الجافة تكون أكثر خطورة فى وقف نمو البادرة عن أنها تعمل على حمايتها لتستكمل نموها وقد وجد علماء النبات أن التكاثر الطبيعى لأشجار الغابات قد أثبت عدم كفاءته فى المناطق الشبه جافة وتلك التقارير التى أقامها Forest Administration of cyprus (منظمه الغابات الموجودة فى سيبيريا) تشير إلى العديد من التوضيحات لهذه الأسباب وذلك بالإضافة إلى أن المنشأة الصناعية للغابات عن طريق إعادة الإنبات بالبذرة تكون غير كوفىء ولكن تنجح فقط بعد زراعة بعض المواد القوية ذات قوة تخشب كبيرة .

فبادرة أشجار السنديان على سبيل المثال تكون حساسه جدا بالنسبة للجو الجاف

وذلك بالمقارنة مع النباتات الناضجة ذات الجذر العميق ونجد أن معظم النباتات الخشبية الموجودة فى فلسطين نجد أنها نادرا ما تتكاثر من البذور بدون مساعدة الإنسان ، وذلك ما قد توصل إليه Oppenheimer .

والفحوصات التى قام بها E. shreve فى صحراء الأريزونا تشير إلى أن الصبار الكبير يكون له القابلية على النمو فى الرمال الجافة بدون الإحتياج إلى نقطة ماء حيث يصل الى نسبة بسيطة من التكاثر وقد أحسب Shreve أن الميل الشمالى يجمع ٢٤٠ نوع حيث أن هناك حوالى من ٣ إلى ٤ أنواع تعيش عن كل سنة حين يصل عمرها من ٤٥ ـ ٦٠ سنة لكل نبات حيث يظل واحد فقط عمره ٣٠ ـ ٤٠ سنة ولا يظل أحد النباتات العشر سنوات الأخيرة (التوزيع الشاذ للعمر قد ظهر بوضوح فى أكثر من فترة جفاف أو فترة زيادة تآكل التربة) ومثل هذه الظروف تحدث لنباتات الـ Parkinsonia aculeata ولمثل أشجار الـ Paloverde نجد أنه فقط من صفر إلى ٣٪ من البادرة تعيش بعد ثلاث سنوات وبعد هذه الفترة الحرجة يبدأ إهمال معدل الوفاة . وإنه لمن الحقيقى أن هذا الجزء من التفرعات الشكلية سوف تجف فى الجو الصيفى ولكن الباقى سيعيد نفسه مرة ثانية وهذه الظاهرة قد قام بتسجيلها Arichousky بالنسبة لغابات صحراء Transcaspia وخلال فترة ٤ أعوام لم يجد العالم أى نباتات فمردة من نباتات Encelia farinosa التى تشبه عباد الشمس والمنتشرة فى الأريزونا .

وقد قامت Miss Heric بوصف الظروف الخاصة بنبات Armoedvlakte التى توجد فى الأستبس الفقيرة المتواجدة فى الصحراء الشرقية لـ Karroo والتى توصف الإختفاء التام للنباتات الصغيرة السن وخصوصا الحشائش التى توجد على مدار العام .

إن التكاثر الطبيعى المنخفض تعتبر ظاهرة تقلل من إنتاج النبات وأيضا الظروف الجوية الباردة الموجودة فى صحراء Pamir وذلك هو ما قد توصل إليه Sveshnikova وأيضا الترسيب القليل لا يعمل على بلل التربة بمقدار كافى لنمو النباتات وبالتالى إذا حدث ذلك فإن الظروف الجوية الصعبة أو الحارة تكون هى المسئولة عن العديد من فقد البادرات .

وتحت مثل هذه الظروف الغير ملائمة نجد أن هناك نسبة عالية من وفاة أو موت

البادرات والتى تعتبر ظاهرة . تحدث فقط فى الفترات الجافة من السنة وسقوط الأمطار الغير منتظم بعد عملية النمو يسبب أيضا الوفة للعديد من البادرات فى فصل الشتاء ولتلك النباتات الموجودة فى جزيرة Heath السوداء المتراجدة فى جنوب استراليا . أما بالنسبة لبادرة نبات Benksia ornata نجد أن ٨٠٪ منها يحدث للجفاف الصيفى فى عام ١٩٥٠ وهى أول سنة بدأت حياتها فيها ولكن فى عام ١٩٥١ نجد أن ١٢٪ فقط يموت ومن خلال ظروف البحث التى أقيمت فى برارى أمريكا الشمالية وجد Blake أن تقريبا ١٠٠٪ من نسبة وفاة بادرة الحشائش التى قد نمت تحدث فى الربيع وذلك نتيجة لتأثير الحرارة والجفاف والمنافسة التى تقام بين تلك البادرات وتلك البادرات القديمة فى السن . إن جذر النباتات ذات عمر كبير تكون ذات كثافة كبيرة من النمو التى من خلالها تقوم البادرة بإختراق التربة ولكن مع تواجد صعوبة وإن فرص الحياة تكون ذات صورة جيدة فى الشتاء عندما تكون البادرة وقد نمت قد تم حمايتها من الظروف الجوية الباردة بواسطة الأوراق الميته .

وإن الأبحاث الحديثة حاولت أن تحلل أسباب هذه الصور المتعددة من فقد الطاقة الغير كوفىء فى إنتاج البذور والتى تعتبر أيضا غير جاهدة فى شرح أو تفسير الصفات التكيفية التى تسمح للبادرة أن تتعدى فترة الخطورة من المرحلة المبكرة من نموها عن طريق عمل التكيفيات الممكنه المفيدة وأيضا كيف تكون هذه أكثر ملائمة فى المعاملة والآن سوف نشرح أول مشكلة وهى .

أسباب الفقد الكبير الناتج :

فقد وجد Blake أن نمو البذور يكون غير كوفىء فى حشائش البرارى وذلك فى أوقات الصيف الجاف فقط وقد أكد Herici أن الجودة الغير جيدة للبذور تنتج من تساقط الحشائش مثل الـ Themada بينما وجد Sveshni Kova أنه لا يوجد بنود مطلقا فى الأعوام الجافة بمعنى أنه فى صحراء الـ Pamir لا يزيد المجموع عن ٣٠ ـ ٤٠ ملليمتر فى كل من الجليد أو الأمطار . إن تواجد النسبة العالية من البذور الفارغة قد وجدت فقط فى القليل من الأنواع مثل Acantholimon dispensodes . بعض الأنواع تنمو فى درجة الحرارة المنخفضة التى تصل إلى صفر وبالتالى نستطيع أن نقول

أن النتائج الغير مرغوب فيها أو الغير ملائمة ترجع أساسا إلى عوامل خارجية . فى العديد من الحالات نجد أن غطاء البذرة الصلب يكون غير منفذ للماء وبالتالى يكون مسئول عن معدل النمو المنخفض وهذه الحالة قد وجدت فى نباتات Dalea spinosa Cercidium floridum التى قام بدراستها Went فى الصحراء الجنوبية بكاليفورنيا بينما النمو يمكن حدوثه بعد عملية الإزالة الميكانيكية لغطاء البذرة (أو فى بعض الحالات الغطاء الخارجى وهى غطاء الـ epicarp) بواسطة الرملة التى تنقل من خلال الماء أو الهواء وإنه ليبدو لنا فى حالات البذور للأنواع الأخرى من نباتات Propagules أنها لا تنمو فى الصحراء إلا بعد سقوط الأمطار وقد افترض Koller أن بعض نباتات الـ Psammophyts المعينة مثل Calligonum comosun نجد أن الثمرة التى تكون مغطاه بواسطة غطاء كثيف من الأشواك حيث أن هذا الترسيب يمنع تقريبا الرطوبة الخاصة لتلك الثمرة التى تجعلها تتعفن ولكن مازال ذلك مجرد إفتراض .