الفصل الخامس

تكيف النباتات للمعيشة في الصحراء

Adaptation of Plants to Desert Life

لقد أوضحنا سابقاً أن عوامل البيئة الصحراوية تشكل إجهادات تلقي بظلالها على حياة أنواع النباتات التي تعمر الصحراء. ولقد خص الله سبحانه و تعالى هذه الأنواع النباتية بخصائص بيولوجية تمكنها المعيشة في الصحراء ؛ ويمكن تمييز أنواع نباتية مختلفة، ذات صور نمو مختلفة متكيفة للمعيشة في الصحراء، تعيش في مجتمع نباتي واحد وقد واجه كل منها مشكلة المعيشة في الصحراء بمجموعة من التكيفات، قد يتشابه فيها أو قد يختلف مع الأنواع الأخرى.

(٥,١) النباتات الحولية الموسمية Ephemeral Annuals

تتميز هذه المجموعة من أنواع النباتات بأنها تكمل دورة حياتها في فترة قصيرة ؛ أظهر (Cloudsley – Thompson and Chadwick , 1964) أن أفراد نوع نبات بويرهافيا ريبنز *Boerhavia repens* تكمل دورة حياتها في الصحراء الكبرى من بداية ظهور البادرة وحتى مرحلة تكوين الثمار خلال فترة تتراوح بين ٨–١٠ أيام ؛ وفي دراسة أجراها (Halwagy , 1961) على الحوليات في الصحراء شمال غربي الخرطوم، وجد أفراداً من جنس الضريسة *Tribulus* في حالة إزهار واثمار بعد مضي خمسة وعشرين يوماً منذ هطول أول مطر غزير، وأن أفراد نوعي نباتي ايراجروستس بيلوسا *Eragrostis pilosa*

ومولوجو سيرفيانا *Mollugo cerviana* إستغرقت دورة حياتها من مرحلة الإنبات إلى مرحلة الإزهار والإثمار فترة شهر واحد.

ويقتصر نشاط أفراد أنواع النباتات الحولية الخضري على فترة الأمطار التي تكون عادة قصيرة، وتقضي فترة الجفاف، التي قد تمتد إلى عدة سنوات على هيئة بذور كامنة، تحتفظ بحيويتها لعدة سنوات. هذا وقد وهب الله سبحانه وتعالى هذه البذور قدرة تحمل الإجهادات البيئية في الصحراء، تفوق ما تتحمله أفراد معظم النباتات في مرحلة نموها الخضري. وتعتبر هذه النباتات، بهذه الصفة، هاربة من الجفاف.

ومن أهم مميزاتها المورفولوجية أن مجموعها الخضري صغير الحجم، ومجموعها الجذري ضحل لا يتعمق في التربة؛ لقد بين (Cannon , 1911) أن النباتات الحولية في الصحراء الأمريكية، تتميز بجذور ضحلة، وإن نمو معظم الجذور الجانبية يتم في عمق يتراوح بين ٤ — ٥ سنتيمتراً؛ هذا وينتشر المجموع الجذري أفقياً ليغطي مساحة كبيرة من التربة فيستغل بذلك مياه الأمطار حتى القليلة منها التي لا تبلل التربة إلى أعماق بعيدة، وكذلك تستفيد من ماء الندى الذي يتكثف ليلاً.

وتعتمد أنواع النباتات الحولية، الهاربة من الجفاف، في بقائها — بمشيئة الله تعالى — في الصحراء على قدرتها في إنتاج البذور بكفاية عالية، وتنظيم إنبات بذورها في المكان والزمان المناسبين حتى يتحقق للبادرات المنبثقة من البذور بعد الإنبات الناجح من أن تكمل دورة حياتها، بمشيئة الله؛ ولذا فإن أنواع النباتات الحولية بالإضافة إلى ما ميزها الله تعالى بسرعة في النمو وقدرة على الإزهار والإثمار المبكرين، فإنه قد خصها بقدرة فائقة على تنظيم حجمها تبعاً لظروف النمو المتاحة في مواطنها البيئية التي تعمرها (Obeid and Mahmoud , 1971)، فقد أبانا أن أفراد أنواع نباتات بويرهافيا ريبنز *Boerhavia repens*، وفورشكاليا تيناسيسما *Forskalea tenacissima*، أم لبينه *Euphorbia granulata*، كغيرها من أنواع النباتات الحولية، تصل طور النضج ويكون حجمها صغيراً حينما تنمو في موطن بيئي تكون موارده المائية شحيحة، وبهذا تضمن

إنتاج بذور جديدة، وإن قل عددها، فتضيفها إلى رصيدها في التربة؛ وبهذا فإنها لا تصرف من مواردها في تكوين مجموع خضري كبير لا تسمح به الموارد المائية المتاحة. أما في حالة نموها في مواطن بيئية تحظى في السنوات المطيرة بموارد مائية وفيرة وتربة رسوبية ناعمة عميقة، مثل المنخفضات والأودية، فإنها تنمو إلى حجم كبير يحمل مئات الأزهار؛ وبذلك فإنها تحسن إستغلال الظروف البيئية الملائمة، التي لا تتاح دوماً في الصحراء، في إنتاج عدد وفير من البذور تزيد من إحتياطيها ومخزونها في التربة.

وبالإضافة إلى ما تقدم، فقد خص الله تعالى، بذور أنواع النباتات الحولية بآليات تعمل على تنظيم إنباتها، بحيث يتم الإنبات الناجح في الزمان والمكان المناسبين، حيث تتوافر أفضل الظروف البيئية لأكبر عدد من البادرات المنبثقة عن البذور، لتكمل دورة حياتها وتنتج بذوراً جديدة، إذ أن هذه الآليات تمنع الإنبات قبل أوانه وتحد من إهدار البذور في محاولات الإنبات والتوطن الفاشلة (Mahmoud , 1985a).

ونظراً لأن أنواع النباتات الحولية تشابه أنواع نباتات مجموعة النباتات الجفافية الأخرى، من هذه الناحية، فسنستعرض بيئة(إيكولوجية) بذور أنواع النباتات الصحراوية لاحقاً.

(٥,٢) النباتات شبه الموسمية Ephemeroids

وتنتمي إلى هذه المجموعة أنواع نباتية معمرة، تشبه أنواع النباتات الحولية الموسمية، سريعة الزوال، في أن أفرادها تمارس نشاطها الخضري خلال الموسم المطير؛ وقد ميزها الله تعالى بفترة نمو قصيرة، حيث إنها تكمل دورة حياتها خلال فترة تمتد بين شهر إلى ثلاثة شهور تنتهي بإنتاج محصول جديد من البذور؛ هذا ومع بداية موسم الجفاف، فإن أجزاءها العليا التي فوق الأرض تجف، وتبقى أعضاء تعميرها من ريزومات وأبصال ودرنات وكورمات، مطمورة في التربة على عمق يتراوح بين ٢٠– ٣٠ سنتيمتراً، وفي

حالة سبات (كمون) Dormancy خلال فترة الجفاف ؛ هذا ويحفظ في أعضاء التعمير هذه قدرٌ من الماء. ويمثل نوع نبات بوا سينايكا *Poa sinaica* هذه المجموعة النباتية.

(٥,٣) النباتات المعمرة العصارية Perennial Succulents

لقد خص الله سبحانه وتعالى أنواع النباتات المعمرة العصارية بوفرة الأنسجة البرانشيمية الرخوة، والتي تختزل فيها الفراغات بين الخلايا، بينما تتضخم فيها الفجوات الخلوية وتتسع كثيراً مما يُمَكِّن أفراد أنواع النباتات هذه من خزن أكبر قدر من الماء الذي تجمعه خلال موسم الأمطار، لتستغله خلال فصل الجفاف ؛ وقد يخزن النبات الماء في الأوراق مثلما في أفراد أنواع نباتات الصبار *Aloe vera* وصبار الحسار *Aloe rubroviolacea*، (صورة ٦٦) والسمح *Mesembryanthemum forsskalii*، أو في الساق كما في أفراد أنواع نباتات الغلثي *Caralluma penicillata* (صورة ٦٧)، أو في الجذور كما في أفراد نوع نبات سيبا بارفيفلورا *Cieba parviflora*.

وبما أن أفراد هذه الأنواع النباتية تعتمد على الماء الذي تجمعه خلال موسم الأمطار وتخزنه في خلاياها لتستعمله في فصل الجفاف، فإنها، وبقدر الله، تُكَوِّن جذوراً قريبة من سطح التربة، لتمتص ماء الأمطار حتى القليل منها الذي يبلل سطح التربة، وماء الندى الذي يتكثف ليلاً. ولا تتميز أفراد هذه الأنواع النباتية، عموماً، بجذور عميقة تضرب في أعماق التربة، وإنما تتميز بجذور تمتد في التربة أفقياً غير مبتعدة عن سطحها ؛ أبان (Cannon , 1911) أن أفراد بعض أنواع النباتات العصارية في الصحراء الأمريكية مثل التين الشوكي *Opuntia arbuscula*، وفيروكاكتس ويسليزيني *Ferocactus wislizeni* نادراً ما تكّون جذوراً في أعماق تزيد عن سنتميترين من سطح التربة، ولكنها تُكَوِّن جذوراً غزيرة وفيرة تمتد في التربة أفقياً غير مبتعدة عن سطحها.

صورة (٦٦).توضح أحد أفراد نوع نبات صبار الحسار *Aloe rubroviolacea* الذي يخزن الماء في أوراقه.

صورة (٦٧). توضح أحد أفراد نوع نبات الغلثي *Caralluma penicillata* الذي يخزن الماء في– الساق.

وعند حلول موسم الأمطار وتوافر الماء في التربة ، تنتفخ الأجزاء الخازنة في أفراد أنواع النباتات العصارية بسرعة ؛ هذا فإنها تبدأ في الضمور تدريجياً خلال فصل الجفاف التالي نتيجة لإستهلاك الماء المخزون. وقد خص الله سبحانه وتعالى هذه الأنواع النباتية بقدرة فائقة للإحتفاظ بالماء. فنبات التنين الشوكي ، مثلاً ، إذا تركت قطعة منه في المعمل تظل شهوراً دون أن تفقد من مائها سوى النذر اليسير ؛ وقد أفاد الباحثان (Mac Dougal and Spaulding , 1910) أن سوق أفراد نوع نبات ابيرفيلا سونوراب

Ibervilla sonorap التي حفظت جافة في أحد المتاحف، قد دأبت على إعطاء فروع جديدة غضة، صيف كل عام، ولقد إستمر ذلك لمدة ثماني سنوات متتالية، ولقد نقص وزنها خلال هذه الفترة من ٧,٥ إلى ٣,٥ كجم. وتأتي قدرة أفراد هذه النباتات العصارية، بمشيئة الله – على الإحتفاظ بالماء من قدرتها على تقليل معدل النتح؛ فقد قُدرت سرعة النتح في النباتات المتشحمة من طراز الكاكتس بأقل من جزء من ثلاثين جزءًا من نتح نباتات الجفاف العادية. هذا وتقليل معدل النتح في أفراد نوع نبات *I.sonorap* مرده إلى أن عدد الثغور فيها قليل، وهي غالباً عميقة في منخفضات من السطح بعيدة عن تيارات الهواء الحار الجاف، كما أنها، كغيرها من أنواع النباتات المعمرة العصارية، تنظم عملية النتح الثغري، وتقلل النتح الأدمي فيها.

ولقد أوضح (Thomas , 1951) أن النباتات المعمرة العصارية تُغلق ثغورها أثناء النهار، حيث الظروف المناخية تشجع النتح وتفتحها أثناء الليل.

إن عملية التنفس في أنواع النباتات المعمرة العصارية تختلف عنها في أنواع النباتات الأخرى، حيث أن تنفسها في الظلام يؤدي إلى تكوين أحماض عضوية من نوع الماليت (Malate) وغيره (Thomas , 1951)، ولا تتحلل هذه الأحماض – لتعطي ثاني أكسيد الكربون – إلا أثناء النهار التالي عندما تتعرض للضوء؛ ولاتلفظ أنواع النباتات المعمرة العصارية ثاني أكسيد الكربون إلى الخارج، كما تفعل سائر أنواع النباتات، بل تحتفظ به وتستغله في عملية البناء الضوئي؛ ويعد (Kluge, 1976) هذا المسار الأيضي لإنتاج المركبات الكربوهيدراتية في أنواع النباتات المعمرة العصارية، تحوراً منسجماً مع حياتها في البيئة الصحراوية الجافة.

هذا وعندما تغلق أفراد أنواع النباتات المعمرة العصارية ثغورها أثناء النهار، فإنها تستمر في فقدها للماء عن طريق النتح الأدمي، وحتى هذا فإنها تخفضه إلى الحد

الأدنى، حيث أن أجسامها مغطاة تماماً بأدمة ثخينة جداً وتعززها طبقات إضافية من الشمع (Martin and Juniper , 1970)، والمواد اللبيدية، التي تجعلها أقل إنفاذاً للماء (Denna , 1970)، مما يقي أفراد أنواع النباتات المعمرة العصارية فقدها للماء.

(٥,٤) النباتات الجفافية القاسية Sclerophytes

وتشمل هذه معظم أنواع النباتات الصحراوية التي تنتمي إلى أنماط مورفولوجية مختلفة من حشائش، وأعشاب متخشبة وشجيرات وأشجار، وهي تشكل الهيكل المستديم للكساء النباتي الصحراوي، وهي التي تواجه الإجهادات الجفافية وتعاني من آثارها؛ فقد خصها الله تعالى بخصائص أحيائية تكيفية مختلفة تمكنها من مواجهة ظروف شح الموارد المائية المتاحة وحدة عوامل التبخر التي تزيد من فقد الماء بالنتح؛ وشملت هذه التكيفات قدرتها على زيادة مواردها المائية بزيادة إمتصاص أكبر قدرٍ ممكن من الماء والحصول عليه ونقله بكفاية وسرعة إلى الأجزاء الناتحة، وأن تقلل من فقده بالنتح حتى تستطيع أن تحفظ توازنها المائي في حالة تسمح – بمشيئة الله – بإستمرار حياتها؛ وسنستعرض فيما يلي جانباً من هذه الخصائص الأحيائية التكيفية:

(٥,٤,١) زيادة القدرة على الحصول على الماء

Increased Capacity for Obtaining Water

لقد خص الله تعالى معظم هذه النباتات العشبية المتخشبة والشجيرات والأشجار بمجموع جذري غزير التفرع، ينتشر عمودياً إلى أعماق غائرة وجانبياً إلى مسافات طويلة، فيشغل بذلك حيزاً كبيراً من التربة، يمتص منه أكبر قدرٍ ممكن من الماء فيستعيض به النبات عما يفقده بالنتح؛ وقد أوضحت دراسة (Batanouny *et al.*,1973) أن شجيرة من نوع نبات المرخ *Leptadenia pyrotechnica* التي بلغ إرتفاع مجموعها الخضري ١٦٠ سنتيمتراً، وصل مجموعها الجذري إلى عمق ١١ م وإمتدت جذورها جانبياً في كل إتجاه وغطت دائرة قطرها عشرة أمتار؛ لقد تبين أن الماء المتاح لها في هذا

الحجم الكبير من التربة، الذي تنتشر جذورها فيه، يعادل ٢٣٠٠٠ كجم من الماء، وأن كل ما تفقده هذه الشجيرة بالنتح سنوياً لا يزيد عن ٥٣٠٠ كجم، أى أن كمية الماء المتاحة في التربة تكفيها لمدة أربع سنوات ، دون حاجة إلى إمدادات جديدة من ماء المطر. هذا ويساعد تباعد أفراد أنواع النباتات، الذي يميز الكساء النباتي الصحراوي المفتوح، على توسعة رقعة التربة المتاحة للفرد الواحد ليمتص منها إحتياجاته المائية ؛ كما يساعد الضغط الأسموزي المرتفع للعصير الخلوي لأفراد أنواع النباتات الصحراوية هذه على إمتصاص المزيد من الماء.

وقد أورد (Walter , 1963) أمثلة لأنواع النباتات التي تضرب أفرادها جذورها إلى أعماق غائرة في التربة، منها نوع نبات فاجونيا أرابكا(الشويكة) *Fagonia arabica* الذي يصل جذر الفرد منه حوالي ١,٢ م ؛ أبانت (التيسان ، ٢٠٠٠م) أن المجموع الجذري لأفراد كل من نوعي نباتي السنامكة *Senna alexandrina* والعشرق *Senna italica* يمتد إلى عمق المترين وينتشر جانبياً في منطقة قطرها ١,٥ مً. كما أبانت (الشعيفاني ، ٢٠٠٢م) أن المجموع الجذري لفرد من نوع الغضا *Haloxylon persicum* كثير التفرع و يمتد إلى عمق ١,٥ متراً (الصورتان ٥٧ و٥٨)، كما أبانت أن المجموع الجذري لفرد من نوع نبات الحاذ *Cornulaca monacantha* يمتد إلى عمق حوالي المترين والأربعين سنتيمتراً، وينتشر في منطقة قطرها ١٨٠ سنتيمتراً. كما أبان (Walter , 1963) أن جذر الفرد من نوع نبات بتيورانثسس تورتوسس *Pituranthus tortosus* يمتد إلى عمق ٥ أمتار ؛ وفي الدراسة التي أجراها (Cannon , 1911)، على جذور أنواع النباتات المعمرة في صحراء أريزونا بالولايات المتحدة الأمريكية، وجد أن طول جذور نبات المسكيت *Prosopis velutina* يصل إلى عمق ١٥ م. كما تمتد جذور الفرد من أنواع الأكاشيا *Acacia spp.* إلى ٣٠ م (Parker , 1968).

(٥,٤,٢) سرعة نقل الماء بكفاءة وتوصيله لأجزاء النبات الناتحة

Rapid transport of water to the transpiring parts of the plant

وحتى في حالة توافر الماء الميسور في التربة، فإنه يتعين على أفراد أنواع النباتات الجفافية القاسية، أن تنقل الماء الممتص بنفس السرعة التي يفقده بها السطح الناتح، وإلا فإنها ستذبل وتصبح معرضة للأضرار التي تنتج عن الجفاف. وقد أوضحت الدراسات أن سرعة إنتقال الماء تحت ظروف معينة تعتمد على مساحة الخشب الكلية وعرض أوعية الخشب (Oppenheimer , 1949)؛ وقد ميز الله تعالى أفراد هذه الأنواع النباتية بأجهزة الخشب الناقلة التي تعمل بالكفاءة والسرعة المطلوبتين لتوصيل الماء الممتص إلى أجزاء النبات الناتحة.

(٥,٤,٣) القدرة على تقليل فقد الماء Capacity to Reduce Water Loss

(٥,٤,٣,١) الصفات المورفولوجية للنباتات الجفافية

Morphological characteristics of xerophytes

لقد خص الله سبحانه وتعالى أفراد أنواع النباتات الجفافية القاسية بتحورات مورفولوجية تحقق من خلالها تقليل مساحة السطح الناتح، وتخفيض النتح الثغري، والأدمي، مما يقلل فقد الماء.

ومن الصفات المورفولوجية الشائعة بين أفراد أنواع النباتات الجفافية القاسية، والتي تقلل من مساحة السطح الناتح، ظاهرة التوسع في نمو المجموع الجذري وإختزال المجموع الخضري، إذ تكون نسبة الأول إلى الثاني مرتفعة سواء أكان ذلك على أساس الطول أو الوزن؛ لقد وضح (Batanouny , 1976) أن أحد أفراد نوع نبات العاقول العشبي المعمر، *Alhagi graecorum*، الذي لا يتجاوز ارتفاع ساقه نصف المتر، يصل طول مجموعه الجذري إلى ١٠ م.

وتظهر أفراد نوعي السنامكة *Senna alexandrina* والعشرق *Senna italica* نفس الظاهرة (التيسان ، ٢٠٠٠م) وكذلك أفراد نوعي نباتي ايفدرا ألاتا (العلندة) *Ephedra alata* ، والحاذ *Cornulaca monacantha* (الشعيفاني ، ٢٠٠٢م).

هذا وهنالك صفات شكلية (مورفولوجية) ، تكيفية أخرى ، تقلل من مساحة السطح الناتح ، وتظهر بوضوح في أفراد كثير من أنواع النباتات المعمرة في الصحراء نذكر منها :

تحمل أفراد أعداد كبيرة من أنواع النباتات الجفافية القاسية الصحراوية مجموعة من الأوراق صغيرة الحجم في موسم الجفاف عوضاً عن الأوراق العريضة العادية التي تحملها عادة في موسم الأمطار (Oppenheimer, 1949 ، Orshan, 1954) ؛ ويعتبر الباحث (Orshan , 1964) هذه الظاهرة تحوراً مفيداً لهذه الأنواع النباتية ، في الصحراء ، نظراً لأنها تستطيع ممارسة عملية البناء الضوئي طيلة العام ، إضافة لتقليل عملية النتح.

وتحمل أفراد أنواع النباتات المعمرة الصحراوية عامة أوراقاً صغيرة (Microphylls) ؛ ويرى (Martin , 1943) أن الميزة المهمة للأوراق الصغيرة في الصحراء ، أنها لا تسخن أكثر من اللازم عند تعرضها لدرجة الحرارة العالية ، وعليه فإنها لا تفرط في النتح لتبرد.

وتحمل أفراد الكثير من أنواع النباتات أوراقاً صغيرة في موسم الأمطار ، وتسقطها في فصل الصيف ، ويعتبر إسقاط الأوراق وسيلة فعَّالة جداً لتخفيض النتح ، نظراً لأن الفروع العارية ، ينخفض فيها النتح بدرجة كبيرة ؛ وتتمثل هذه الظاهرة في الأنواع النباتية الآتية من محافظة عنيزة في صحراء المملكة العربية السعودية (الشعيفاني ، ٢٠٠٢م) : الجثجاث *Pulicaria undulata* والسلة *Zilla spinosa* والعرفج *Rhanterium epapposum* والعاقول *Alhagi graecorum* والشيح *Artemisia sieberi* والعوسج *Lycium shawii*.

وتتميز أفراد بعض أنواع النباتات بتحورات في شكل أوراقها، أو أذيناتها، أو سوقها إلى صور تقلل من النتح؛ وتتمثل هذه في التحورات الآتية:

١- تحور الأذينات إلى أشواك، ويشاهد ذلك مثلاً في أفراد أنواع الأكاشيا مثل السَيّال *Acacia raddiana* وفي السدر *Ziziphus spina-christi*.

٢- تحور الفروع إلى أشواك ويشاهد ذلك مثلاً في أفراد نوعي نباتي السلَّة (الشبرم) *Zilla spinosa*، والعاقول *Alhagi graecorum* .

وهناك أفراد أنواع نباتية لا تحمل أوراقاً بتاتاً وتعرف بالنباتات غير الورقية Aphyllus plants، وفيها تقوم السيقان والفروع الخضراء بعملية البناء الضوئي؛ وحتى هذه النباتات تسقط بعض فروعها في موسم الجفاف الشديد، إمعاناً في تقليل السطح الناتح. وتمثل الأنواع النباتية غير الورقية: المرخ *Leptadenia pyrotechnica*، والغضا *Haloxylon persicum*، والأرطى *Calligonum polygonoides*، والتنضب *Capparis decidua*، والرمث *Haloxylon salicornicum* .

ومن الآليات التي تساعد على التأقلم للحياة في البيئة الجافة، أن تغير الورقة زاويتها مع الساق بحركة نشطة (أي تحرك الورقة عن طريق بذل طاقة من النبات) لتفادي سقوط الإشعاع رأسياً على الورقة، حيث إن سقوطه رأسياً يتطلب زيادة معدل النتح للعمل على تبريد الورقة. أما أنواع النباتات الصحراوية التي تعيش في ظروف جفافية مستمرة لفترات طويلة، فإن غالبية الأوراق فيها تكون في وضع ثابت بالنسبة لزاوية سقوط الإشعاع الشمسي وأوراقها لا تتحرك بحركة نشيطة بل تكون في وضع رأسي؛ وتلاحظ هذه الظاهرة في أوراق نوع نبات العشر *Calotropis procera*، ووريقات نوعي نباتي السنامكة *Senna alexandrina*، والعشرق *S.italica*.

هذا وهنالك خاصية شبكة تكيفية (مورفولوجية) للنباتات الجفافية مهمة أخرى وهي ظاهرة التفاف أو إنطواء الورقة حيث تلتقي حوافها تقريباً فتشكل جوفاً مغلقاً تنفتح عليه الثغور؛ ويزداد إلتفافها في الفترة الجافة من النهار، وينقص في الفترة الرطبة، ويؤدي هذا الإلتفاف إلى تقليل النتح بنسبة تتراوح بين ٦٠ -٩٠ ٪، نظراً لأن الثغور تفتح في الجوف المغلق، والماء الذي يخرج عن طريق النتح يرطب الهواء الموجود في هذه التجاويف، مما يؤدي إلى ارتفاع رطوبة الهواء فيها، وبالتالي تقليل شدة النتح، أو توقفه؛ وتشاهد هذه الظاهرة في كثير من أنواع النباتات النجيلية مثل نوع نبات قصب الرمال *Ammophila arenaria*.

وتغطي أسطح أوراق بعض النباتات شعيرات كثيفة تكسب سطح الورقة ملمساً مخملاً، كما هو الحال في أوراق أنواع نباتات بيرجولاريا تومنتوزا *Pergularia tomentosa*، الغرقدان *Abutilon glaucum*، الجثجاث *Pulicaria undulata*. وتقوم هذه الشعيرات بعكس جزء من أشعة الشمس، كما تشكل بينها وسطاً مرتفع الرطوبة، نظراً لأن الماء الناتج عن النتح يتجمع بينها فيكّون طبقة مشبعة أو قريبة إلى التشبع ملامسة لسطح الأوراق مما يقلل عملية النتح.

هذا وتقلل أفراد أنواع النباتات المُعَمِرَة النجيلية أيضاً من فقدها للماء، بأنها تفقد معظم مجموعها الخضري، فوق سطح التربة، في فصل الصيف نظراً لأنه يجف ويتكسر، وتبقى براعمها حية عند قاعدة النبات، وتعمل بقايا المجموع الخضري الجافة على حمايتها؛ وعند حلول الموسم المطير، تنمو هذه البراعم وتنتج عنها فروع خضراء جديدة؛ وتمثل هذه المجموعة النباتية، أنواع نباتات الثمام *Panicum turgidum*، المحريب *Cymbopogon proximus*، الإذخر *Cymbopogon schoenanthus* (الصورتان ٦٨، ٦٩).

صورة (٦٨). توضح نمو أفراد نوع نبات الإذخر *Cymbopogon schoenanthus* في منطقة المدينة المنورة في فصل الصيف حيث تفقد معظم مجموعها الخضري الناتج نظراً لانه يجف ويتكسر، وتبقى براعمه حية عند قاعدة النبات وتعمل بقايا النمو الخضري الجافة على حمايتها.

صورة (٦٩). توضح نمو أفراد نوع نبات الإذخر *Cymbopogon schoenanthus* في منطقة المدينة المنورة في موسم الأمطار، حيث تنمو البراعم وتتفتح عنها فروع خضراء جديدة.

هذا ويمكن لأفراد أنواع النباتات الجفافية المعمرة، أن تقلل فقد الماء عن طريق تخفيضها للنتح الثغري والأدمي؛ فالثغور هي النوافذ التي يتم عبرها تبادل الغازات بين الأوراق والهواء الجوي، وهي التي تستطيع بمشيئة الله، تنظيم وتحديد معدل النتح بدرجة كبيرة. لقد خص الله تعالى أفراد أنواع النبات التي لها قدرة على مقاومة الجفاف، بقدرة فائقة على قفل ثغورها في فترات الحر الشديد، تفوق تلك النباتات التي لا تقاوم الجفاف، وعليه فإنها تستطيع وبمشيئة الله، تقليل فقد الماء عن طريق النتح الثغري حينما يشتد الحر وتكون عوامل فقد الماء على أشدها. ومن الملاحظ في

بعض الحالات أن أكثر النباتات قدرة، بمشيئة الله، على مقاومة الجفاف، هي تلك التي خصها الله تعالى بقدرة فتح ثغورها ولفترات طويلة خلال ساعات الصباح الباكر، وبذلك تقوم بعملية البناء الضوئي، وفي ذات الوقت يكون فقد الماء عن طريق النتح في أضيق حدٍ ممكن.

(٥,٤,٣,٢) الصفات التشريحية للنباتات الجفافية

Anatomical characteristics of xerophytes

لقد خص الله تعالى أنواع النباتات الصحراوية بصفات تشريحية تساعدها للمعيشة في الصحراء، إذ إن بعضها يحقق لها سرعة إنتقال الماء ليعوض ما تفقده الأوراق والأعضاء الناتحة من ماء، وبعضها يساعد على تقليل النتح، وبعضها يحفظ للأوراق والسوق كيانها إذا ما تعرضت للذبول المؤقت، وبعضها يحفظ للأوعية شكلها دون أن يغلقها التهدل الذي يعتري الخلايا الرخوة عادة، حينما تفقد بعض ما بها من ماء.

ونورد فيما يلي أهم صفات النباتات الصحراوية التشريحية:

١- زيادة مساحة الخشب الكلية وعرض أوعيته، إذ أوضحت الدراسات أن سرعة إنتقال الماء، وإيصاله إلى السُطح الناتحة، تعتمد على كفاية أجهزة الخشب الناقلة التي تتأتي بزيادة مساحة الخشب الكلية وعرض أوعيته (Oppenheimer , 1949).

٢- وجود خلايا البشرة متراصة في إزدحام.

٣- وجود طبقة تحت البشرة في كثير من أنواع النباتات الصحراوية؛ وهي إضافة إلى طبقة البشرة تساعد على إستكمال وظيفة الحماية المانعة من سريان الماء أو بخاره إلى الخارج عن طريق جدران الخلايا.

٤- وجود طبقة أدمة غليظة غير منفذة، تغطي البشرة من الخارج تقلل من فقد الماء بالنتح؛ وتتميز معظم النباتات التي تعمر المناطق الجافة بوجود أدمة سميكة،

تعمل على تقليل النتح من ناحية وعلى حماية النبات من أشعة الشمس من ناحية أخرى (الشكل رقم ١١).

٥- وجود الثغور في إنخفاضات تجعلها دون مستوى سطح البشرة، بل إنها في بعض أنواع النباتات، توجد في حجرات خاصة في فجوات، وتحمي فتحاتها كثير من الشعيرات الواقية (الشكل رقم ١١). وتقع الثغور في بعض السيقان في الأخاديد الطويلة.

٦- وجود الغدد الملحية على بشرة بعض أنواع النباتات الصحراوية وخاصة تلك التي تعمر المواطن البيئية الملحية، وتقوم الأملاح المفرزة التي تكون غالباً من كربونات الكالسيوم التي تغطي سطح الورقة، بإمتصاص الرطوبة ليلاً، وبذلك تقلل من معدل النتح في هذه النباتات كما في أنواع نباتات الشليل *Limonium axillare*، وابن سينا (الشَّوْرَة) *Avicennia marina*، والقندل *Rhizophora mucronata*.

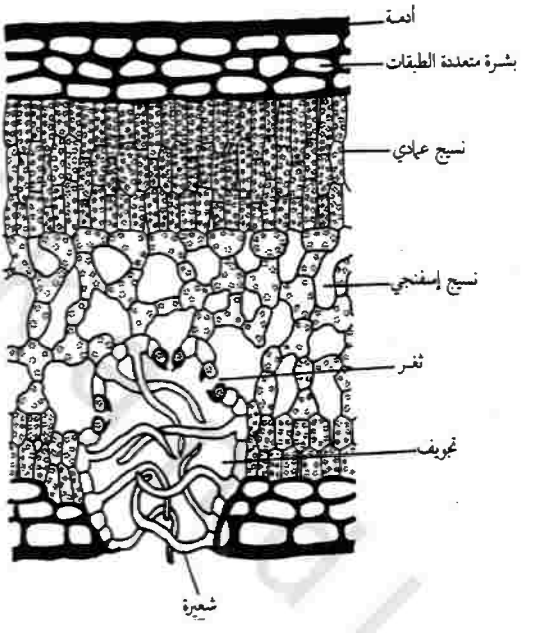
٧- وجود خلايا مائية واسعة في النسيج البرانشيمي تقوم بخزن الماء وذلك في النباتات ذات الأوراق و الوريقات والسوق العصيرية.

٨- زيادة الأنسجة الدعامية وتلجنن معظم خلايا الأنسجة مما يزيد من صلابة الخلايا فيحفظ على الأوراق والسوق كيانها إذا ما تعرضت للذبول المؤقت نتيجة لإنخفاض المحتوى المائي فيها، ويحفظ للأوعية شكلها دون أن يغلقها التهدل الذي يصيب عادة الخلايا الرخوة حينما تفقد بعض ما بها من ماء.

٩- وجود الأنسجة العمادية بغزارة.

ففي معظم النباتات الصحراوية ونباتات الجفاف الحقيقية بخاصة، تزداد نسبة الأنسجة العمادية إلى النسيج الأسفنجي في الورقة، وتتعدد الطبقات العمادية كما هو الحال في نوعي نباتي الدفلة *Nerium oleander* (الشكل رقم ١١) والسعدان *Neurada*

procumbens ؛ هذا وفي نوع نبات كابارس سبينوزا (اللصف) *Capparis spinosa* يتكون النسيج الوسطي من خلايا عمادية فقط ويختفي النسيج الأسفنجي كلياً.



الشكل رقم (١١). قطاع عرضي في ورقة نوع نبات الدفلة *Nerium oleander* .

(٥,٤,٣,٣) الصفات الفسيولوجية للنباتات الجفافية

Physiological characteristics of xerophytes

أولاً: نقص المحتوى المائي للنبات Reduction of the plants water content

تتميز النباتات الصحراوية، عامة، بنقص كبير في محتواها المائي، ويرجع هذا النقص إلى وفرة ما تحتوية من العناصر الميكانيكية ولتغلظ جدر خلاياها ؛ ولكن من المحتمل أيضاً أن يرجع هذا النقص إلى قلة الماء في البروتوبلازم نفسه ؛ ومن المحتمل أن قلة الماء في البروتوبلازم تكسبه القدرة على مقاومة نقص الماء وإحتمال تأثيره الضار (مجاهد وآخرون ، ١٩٩٠م).

هذا ومما يشير إلى وجود علاقة بين المحتوى المائي المنخفض للنباتات وقدرتها على مقاومة الجفاف واحتمالها له، أن الأشن، وهي ذات محتوى مائي منخفض، تستطيع، بمشيئة الله، احتمال جفاف شديد يستمر وقتاً طويلاً دون أن تفقد حيويتها أو تصاب بأي ضرر. هذا ويصحب مقاومة البذور للجفاف نقص كبير في محتواها المائي، وكذلك فإن براعم النباتات الصحراوية الكامنة، ولبعض أعضائها الخضرية القدرة على إحتمال نقص كبير في محتواها المائي. وقد لوحظ أن نباتات الصحاري المصرية، وهي ذات محتوى مائي قليل، تحتمل نقصاً مائياً قد يصل إلى ٤٠ ٪ دون أن تتأثر (مجاهد وآخرون، ١٩٩٠م).

ثانياً: ارتفاع نسبة الماء المقيد (الحبيس) Increased percentage of bound-water

تحتوي النباتات الجفافية في الصحراء عادة على نسبة عالية من الماء المقيد (Bound-water)، وهو الماء الذي يرتبط بقوة بالمواد الغروية في الخلايا الحية لدرجة أنه يفقد خاصية الماء الحر من حيث قابليته للتبخر السريع تحت تأثير عوامل التبخر الجوية؛ وكلما نقص المحتوى المائي للخلية زادت القدرة التي تربط الماء بتلك المواد الغروية. ويجعل وجود هذا الماء المقيد البروتوبلازم دائماً في حالة من التميؤ تحفظ عليه حيويته في ظروف الجفاف الخطيرة، وتمنعه من التعرض لجفاف يهلكه، بمشيئة الله؛ وتعتبر هذه من أهم الخصائص الفسيولوجية للنباتات الصحراوية التي تؤدي دوراً في علاقاتها المائية (مجاهد وآخرون، ١٩٩٠م).

ويرتبط ارتفاع نسبة الماء المقيد إرتباطاً وثيقاً بمقدرة النبات على مقاومة الجفاف، واحتمال الذبول الدائم. فقد لوحظ أن النباتات التي تتعرض للذبول الدائم مرات متكررة تكتسب مقاومة للذبول بالتدريج، إذ تقل نسبة النباتات التي تموت منها بعد كل ذبول تدريجياً فتكون نسبة الموت أعلى ما يمكن بعد الذبول الأول، وأقل قليلاً بعد الذبول الثاني، ثم الذبول الثالث، وهكذا. ويصحب ذلك الإزدياد في مقاومة الذبول

الدائم إزدياد مماثل في نسبة الماء المقيد. ولما كانت نباتات الصحراء تتعرض كثيراً في بيئاتها الطبيعية لذبول دائم متكرر فمن المرجح أن يكون تكرار هذا الذبول من العوامل التي تنمي فيها القدرة على احتمال الجفاف عن طريق زيادة تقييد الماء وتمسك المواد الغروية في الخلايا الحية به (مجاهد وآخرون ، ١٩٩٠م)

ثالثاً: الضغط الأسموزي المرتفع High osmotic pressure

من الخصائص الفسيولوجية المهمة التي تميز النباتات الصحراوية إرتفاع الضغط الأسموزي للعصير الخلوي فيها، إذ يتراوح ذلك الضغط في معظم نباتات الصحارى المصرية بين حوالي ١٥ إلى ٤٥ ضغطاً جوياً، ولا يزيد على ذلك إلا في النادر، وهو ضغط أعلى منه في النباتات الوسطية (مجاهد وآخرون ، ١٩٩٠م).

والملاحظ أن الضغط الأسموزي المرتفع صفة ملازمة لظروف الجفاف، فقد وجد أن الضغط الأسموزي لأي نبات يزداد كلما قل المحتوى المائي للتربة التي يعيش فيها؛ ويبدو أن ارتفاع الضغط الأسموزي لنباتات الجفاف ناشىء في الأساس من تقيد جانب كبير من الماء وإرتباطه بالمواد الغروية بقوة تحول دون اشتراكه في إذابة المواد القابلة للذوبان بالعصير الخلوي (مجاهد وآخرون ، ١٩٩٠م).

ومن المعروف أن زيادة الضغط الأسموزي للعصير الخلوي في النباتات الصحراوية يعينها على امتصاص المزيد من ماء التربة؛ ففي ضوء نقص المحتوى المائي للتربة، فإن ماء التربة يرتبط بحبيباتها بقوى كبيرة تجعل امتصاصه بواسطه الجذور أمراً صعباً، ولذلك فإن أهمية الضغط الأسموزي المرتفع هي زيادة قدرة النبات على امتصاص الماء المرتبط بحبيبات التربة بقوى كبيرة، ويكفل لها امتصاصاً وفيراً من الماء.

رابعاً: تجمع البرولين Accumulation of proline

لقد لوحظ منذ فترة طويلة زيادة تجمع البرولين، وهو حمض أمينى، في أنسجة أنواع النباتات التي تتعرض للجفاف أو الحرارة المرتفعة أو الملوحة، ويكون هذا التجمع بكميات أكبر مما هو متوقع حدوثها نتيجة لتحلل البروتين.

وقد فسرت فائدة تجمع البرولين في أنسجة النباتات إستجابة لظروف الجفاف، بأن البرولين، وبما له من خصائص طبيعية، قد يغير في طبيعة الجدر الخلوية فيجعلها محبة للماء متمسكة به، مما يساعد على ارتباط الماء في الخلية وصمودها في مواجهة الجفاف.

خامساً: مسارات عملية البناء الضوئي Photosynthetic pathways

لقد أوضحت الدراسات على عديد من أنواع النباتات التي تنتمي إلى مجموعات تصنيفية وبيئية مختلفة وجود ثلاثة أنواع من مسارات البناء الضوئي. وتتمثل هذه في المسارات الآتية:

١- مسار تكون فيه النواتج الأولية لتمثيل الكربون، أحماضاً عضوية تشتمل على ذرات ثلاث من الكربون؛ ولذلك تعرف أنواع النباتات التي تنتمي لهذه المجموعة بإسم نباتات كربون ٣ (نباتات ك٣ = C3 plants).

وتتميز هذه المجموعة من أنواع النباتات بأن ثغورها تظل مفتوحة وقتاً أطول نسبياً للحصول على ثاني أكسيد الكربون، ويتم ذلك أثناء النهار، وبذلك تفقد قدراً كبيراً من الماء؛ ومن أمثلة هذه المجموعة من أنواع النباتات التي تعمر صحاري الوطن العربي اللصف *Capparis spinosa* والمرخ *Leptadenia pyrotechnica* وأفراد الفصيلة البقولية.

٢- مسار تكون فيه النواتج الأولية للتمثيل الكربوني أحماضاً عضوية تشتمل على ذرات أربع من الكربون؛ وتعرف هذه باسم نباتات كربون٤ (نباتات ك٤ = C4 plants)؛ وهذا المسار شائع بين أنواع النباتات التي تنتمي للفصيلة النجيلية مثل نوع نبات الثمام *Panicum turgidum* والنصي *Stipagrostis plumosa* وغيرهما، وكذلك في

أنواع النباتات العصارية من الفصيلة الرمرامية Chenopodiaceae مثل نوع نبات الرمث *Haloxylon salicornicum* (البتانوني ، ١٩٩٢م).

وتتميز هذه المجموعة من أنواع النباتات بوجود تركيب تشريحي معين في أوراقها وأعضائها الخضراء، يعرف باسم Kranz-Syndrome وهو عبارة عن مجموعة من خلايا كلورنشيمية تحيط بالحزم الوعائية على شكل حلقة تشبه التاج، وتتم فيها عملية البناء الضوئي.

وتتميز (نباتات ك٤) بأن درجة الحرارة المثلى لعملية البناء الضوئي فيها مرتفعة عن درجة الحرارة المثلى للعملية ذاتها في (نباتات ك٣)، وعليه فإن هذه الخاصية تعتبر تكيفاً ملائماً للحياة في الصحاري الحارة (البتانوني ، ١٩٩٢م).

هذا وقد أفادت الدراسات أن (نباتات ك٤) عند حصولها على قدرٍ معين من ثاني أكسيد الكربون من الجو، تفقد قدراً من الماء يقل عما تفقده (نباتات ك٣) عندما تحصل على نفس القدر من ثاني أكسيد الكربون الجوي ؛ إضافة إلى تفوقها عليها من حيث إنتاج المادة العضوية، إذ إن المادة العضوية التي تنتجها (نباتات ك٤) بإستعمال قدر معين من الماء تكون أكبر من تلك التي تنتجها (نباتات ك٣) إذا ما استعملت نفس القدر منه ؛ وعليه تعتبر (نباتات ك ٤) أكثر ترشيداً في استعمال الماء وتوفيراً له منها وأكثر تأقلماً للمعيشة في الصحراء.

٣- مسار الأيض الكرسيولي Crassulaceam metabolism ويعرف إختصاراً باسم CAM، وهو مسار خاص بأنواع النباتات العصارية مثل عصيريات الكاكتس *Cacti* والزقوم *Euphorbia* وتعرف هذه (بنباتات CAM). وتتميز هذه الأنواع النباتية بأنها تغلق ثغورها أثناء النهار حيث الظروف المناخية تشجع عملية النتح، وتفتحها أثناء الليل، وإن تنفسها في الظلام يؤدي إلى تكوين أحماض عضوية من نوع الماليت (Malate) وغيره ؛

ولا تتحلل هذه الأحماض الأمينية لتعطي ثاني أكسيد الكربون، إلا أثناء النهار الثاني عندما تتعرض للضوء؛ هذا ولا تلفظ هذه الأنواع النباتية العصارية ثاني أكسيد الكربون إلى الخارج، كما تفعل سائر أنواع النباتات، بل تحتفظ به وتستغله في عملية البناء الضوئي؛ ويعتبر (Kluge , 1976) هذا المسار الأيضي لإنتاج المركبات الكربوهيدراتية تحوراً منسجماً مع حياتها في البيئة الصحراوية الجافة.

(٥,٥) إيكولوجية بذور وثمار النباتات الصحراوية
Ecology of Seeds and Fruits of Desert Plants

لقد خص الله تعالى بذور وثمار أنواع النباتات الصحراوية بخصائص ومميزات تساعد على تمكين هذه النباتات المعيشة في الصحراء، نذكر منها ما يلي:

(٥,٥,١) خصائص تتعلق بإنبات البذور Characteristics of Germination

وهي خصائص تتعلق بتنظيم عملية الإنبات وتحد من المحاولات الفاشلة في سبيل التوطن ومن إهدار البذور.

تعد البذرة الجافة من أكثر الأطوار في حياة النبات تحملاً للإجهادات البيئية الناتجة عن الجفاف والتطرف في درجات الحرارة. ويمثل شروع البذرة في الإنبات مرحلة ينتقل فيها الجنين من طور الأمان، الذى يكون فيه في حالة كمون داخل القصرة، إلى طور البادرة المفعمة بالنشاط الحيوي، حيث تكون أكثر إعتماداً على الظروف البيئية المحيطة بها، وأكثر تأثراً بها؛ وتحت هذه الظروف الصحراوية غير المضمونة والمحفوفة بالمخاطر، يعتبر توقيت عملية الإنبات مع الموسم الذي تتهيأ فيه أفضل الظروف (حلول فصل الأمطار وتوفر المياه)، التي تُمَكِّن البادرات المنبثقة عنها، من أن تنمو وتتوطن، بمشيئة الله، أمراً حاسماً ومهماً؛ ولذلك فإن الآليات التي تنظم عملية الإنبات هي من بين التكيفات المهمة التي تمكن النباتات من المعيشة في البيئة الصحراوية (Koller , 1969،

Mahmoud *et al.*, 1983 a,b ، Mahmoud , 1977). ويعتمد بقاء هذه النباتات في تلك البيئة الصحراوية، على ما خص الله به وحدات تكاثرها من خصائص أحيائية وراثية تمكنها من الإستجابة لمؤشرات ومؤثرات البيئة الخارجية تستغلها لإستشراف ظروف البيئة السائدة في مواطنها البيئية (Mahmoud *et al.* , ، Venable and Lawlor 1980 , Kohen , 1967 1983 a,b)، بحيث لا يتم الإنبات إلا في المكان والزمان المناسبين، حيث تتوافر أفضل الظروف لقدر كبير من البادرات المنبثقة عنها لتنمو إلى طور النضج.

وسنحاول فيما يلي التعرض لبعض الآليات التي تعمل بمشيئة الله، على تنظيم عملية إنبات بذور النباتات الصحراوية، والتي تحد من حدوث الإنبات قبل أوانه وتحد من المحاولات الفاشلة في سبيل التوطن، ومن إهدار البذور.

(٥,٥,١,١) وجود مواد كيميائية تعوق الإنبات

Presence of chemical germination inhibitors

تتميز وحدات التكاثر في كثير من أنواع النباتات الصحراوية بوجود مواد عائقة للإنبات، وهي مواد كيميائية تذوب في الماء؛ وتوجد هذه عادة في القصرة، أو في الجنين، أو الأندوسبيرم، أو أحياناً في الغلاف الثمري؛ وتؤدي معيقات الإنبات هذه دوراً مهماً في تنظيم عملية الإنبات. ويبدو أن كمية هذه المواد العائقة للإنبات مرتبطة بكمية الماء المطلوب توافره للبادرات المنبثقة عن البذور لتكمل دورة حياتها لاحقاً بمشيئة الله (Koller , 1972).

وإذا كانت المادة العائقة موجودة في البذرة كما هو الحال في بذرة نوع نبات الحرمل *Rhazya stricta* (El-Naggar , 1965)، فإنه عند نزول المطر تبدأ البذرة الكامنة في إمتصاص الماء، وتبدأ جزيئات المادة العائقة للإنبات في الذوبان في الماء، والإنتشار من البذرة إلى التربة. فإذا إستمر هطول الأمطار لفترة طويلة، وبكميات وفيرة، فسيكون تركيز المادة العائقة للإنبات في التربة (نظراً لدخول الماء إلى باطن الأرض) أقل مما هو

عليه داخل البذرة، ولذلك سيستمر خروجها من البذرة إلى التربة، وبعد نزول القدر الحرج من الأمطار، يهبط تركيز المادة العائقة للإنبات في البذرة دون حدٍ معين، وتُغسل المادة العائقة للإنبات بعيداً عن مرقد البذرة، فتشرع في الإنبات؛ ولكن إذا حدث إنقطاع للمطر قبل أن يتوفر القدر الحرج من الماء، فإن البذرة تبدأ، عادة في إعادة تكوين المادة العائقة للإنبات؛ ولكي يتم الإنبات الناجح، لابد من غسل المادة العائقة من جديد (Fitter and Hay , 1981)؛ ولقد شبه علماء الأحياء هذه الظاهرة الأحيائية بجهاز لقياس المطر، يُمَكِّن البذرة من قياس كميته قبل أن تشرع في الإنبات، فتبارك الله أحسن الخالقين.

وتعد هذه الدقة في تحديد الإحتياجات المائية لإنبات البذرة، من التكيفات المهمة التي تضمن لقدر كبير من البادرات الناتجة عن عملية الإنبات ظروفاً لاحقة ملائمة، تُمَكِّنها من النمو والوصول إلى مرحلة النضج بمشيئة الله.

وقد أبان (Koller and Negbi , 1955) أن ثمرة نوع نبات سالسولا انيرمس *Salsola inermis* الذي ينمو في صحراء النجف، يغلفها غلاف ثمري (Perianth)، يحتوي على مادة تشبه هورمون الأكسين تعوق إنبات بذوره، وتنظم عملية الإنبات.

ونوع نبات زايقوفلم دموسم *Zygophyllum dumosum* الشجيري الذى يعمر صحراء فلسطين المحتلة والسفوح الشرقية المحيطة بالبحر الميت ، وادي عربة في الأردن، حينما تجف ثماره فإنها تتفكك إلى خمس وحدات تكاثر، تحتوي الوحدة الواحدة منها على بذرة أو بذرتين، يحيط بها جزء من الغلاف الثمري، الذي يحتوي على مادة عائقة للإنبات، تذوب في الماء، وتنبت البذور عند توافر القدر الكافي من الماء الذي يغسل هذه المادة العائقة (Koller and Negbi , 1955).

وقد أجرى (Batanouny *et al.* , 1972) تجارب أثبتت أن الغلاف الثمري لنوع نبات السِّلَّة (الشُّبرم) *Zilla spinosa* يحتوي على مواد كيميائية تعوق الإنبات، وأن

وجود البذور داخل الغلاف الثمري يمنع إنباتها نتيجة لعدة عوامل، منها وجود هذه المادة المانعة للإنبات؛ وقد وجد أن هذه المواد لا تعيق إنبات بذور النبات نفسه، بل يمتد أثرها إلى بذور أنواع نباتية أخرى في محيط أفراده.

(٥,٥,١,٢) القصرة غير المنفذة للماء تسبب كمون البذرة وتنظم عملية الإنبات

The thick seed testa, which restricts imbibition of water, Inhibits and regulates germination

وكثيراً ما يكون العائق لإنبات البذور، هو كون قصرتها سميكة غير منفذة للماء. وتنتشر هذه الظاهرة في كثير من أنواع النباتات الصحراوية، وخاصة بين أنواع نباتات الفصيلة القرنية Leguminosae . ويمكن جعل قصرة مثل هذه البذور منفذة للماء بطرق ميكانيكية، كخدشها بأداة حادة أو غمسها في حمض؛ وربما كان هذا ما يحدث في الطبيعة، إذ إن إحتكاك هذه البذور المستمر بالحصى وحبيبات الرمل، نتيجة للسيول والعواصف، وتعرضها لدرجات الحرارة المتباينة بين الليل والنهار، إضافة إلى درجة رطوبة التربة المرتفعة في موسم الأمطار، كل هذه العوامل تجعل قصرة هذه البذور منفذة للماء. وكثير من الأشجار والشجيرات التي تعمر الأودية في الصحراء تنتج بذوراً صلدة غير منفذة للماء، وتحتك هذه البذور بالحصى وحبيبات الرمل نتيجة للسيول والعواصف فتخدش قصرتها وتصبح منفذة للماء. كما أن إغتذاء بعض الحيوانات على هذه البذور، ومرورها خلال جهازها الهضمي، وتعرضها للعصارات الهضمية، يؤدي إلى نفادية قصرتها للماء بعد خروجها مع روث الحيوان؛ وكثيراً ما تشاهد في المناطق الجافة بادرات أنواع الأكاشيا *Acacia sp.* في مسار الحيوانات إلى أماكن الشرب من آبار أو حفائر تتجمع فيها مياه الأمطار، وكذلك في الحظائر حيث تتجمع الحيوانات وتقضي فترة الليل فيها بعد عودتها من المرعى (Mahmoud , 1977). وشجيرات نوع نبات ريتاما ريتام (الرتم) *Retama raetam* تعمر الوديان في صحراء فلسطين المحتلة،

تتغذى الحيوانات مثل الماعز التي يربيها البدو على ثمارها ؛ بلغت نسبة إنبات البذور التي إستخلصت من روث الحيوانات ٥٠٪ ، بينما بلغت نسبة إنبات البذور التي جمعت باليد من ثمارها الناضجة ٢٪ (Guttermam , 1993) ؛ وتعمر أنواع الأكاشيا : السيال *Acacia raddiana* ، والسمر *A.tortilis* الأودية في صحاري النجف وسيناء ، وتتغذى على ثمارها الغزلان من نوع *Gazella dorcas* ؛ كما تتغذى الجمال والماعز على ثمار *A.tortilis*. وبذور نبات السيال *A.raddiana* التي إستخلصت من روث الحيوانات نبتت بنسبة ٢١٪ بينما البذور التي جمعت بالأيدي من الثمار نبتت بنسبة ٤٪ خلال عشرة أيام من إستنباتها (Gutterman , 1993).

وفي دراسة أجراها (Mahmoud , 1977) لإنبات بذور ثلاثة أنواع من الأكاشيا ، هي السمر *A. tortilis* ، والسيال *A.raddiana* والسنط العربي *A.nilotica* ، إتضح أن بذور أنواع النباتات الثلاثة تتميز بقصرة سميكة تعوق نفاذية الماء والإنبات ؛ وقد أمكن زيادة نفاذية القصرة للماء وبالتالي زيادة نسبة الإنبات بخدش البذرة بمنشار ، دون التأثير على الجنين ، وأيضاً بغمسها في حمض الكبريتيك المركز لفترات متفاوتة.

وفي التجارب التي غمست فيها البذور في حمض الكبريتيك المركز إتضح أن هناك تفاوتاً بين بذور أنواع النباتات الثلاث من حيث سمك القصرة ومن حيث عدم نفاذيتها للماء ، إذ إن قصرة بذور السنط العربي أكثر سمكاً وأقل نفاذية من قصرة بذور السيال وهذه بدورها أكثر سمكاً وأقل نفاذية من قصرة بذور السمر. هذا وتختلف هذه الأنواع النباتية الثلاث ، من حيث الموقع الطبوغرافي لمواطنها البيئية التي تعمرها ، ومن حيث المحتوى المائي المتوقع توافره في مواطنها البيئية ، إذ إن المصادر المائية ومن ثم المحتوى المائي ، في التربة ، تكون ، عادة ، أكثر وفرة في المواطن البيئية التي يعمرها نوع نبات السنط العربي ، مما هو عليه في المواطن البيئية التي يعمرها نوع نبات السيال ، وهذه بدورها أكثر وفرة مما هي عليه في المواطن البيئية التي يعمرها نوع نبات السمر. فنوع نبات السنط العربي الذي يقتصر نموه على المواطن البيئية التي تتمتع نسبياً بمدد

مائي أوفر من تلك التي يعمرها نوعا نباتي السيال والسمر، تتميز بذوره بقصرة أكثر سمكاً وأقل نفاذية للماء من قصرة النوعين الآخرين، لذا تحتاج إلى رطوبة عالية في التربة ولفترة أطول حتى تصبح منفذة للماء.

ويبدو من المحتمل، أن قصرة بذور هذه الأنواع النباتية الثلاثة تعمل كجهاز قياس لكمية المطر، فتمنع الإنبات إلى أن تحين ظروف الرطوبة الملائمة، التي تمكّن البادرات المنبثقة من البذور من أن تنمو وتتوطن بمشيئة الله، وذلك بنزول المطر الكافي أو بتجميع الكمية الكافية من مياه الأمطار من مناطق مجاورة عن طريق الإنسياب السطحي، وبهذا تعمل القصرة السميكة غير المنفذة للماء، على تنظيم عملية الأنبات وجعلها ممكنة في المكان والزمان المناسبين لتوفير أفضل الظروف البيئية التي تمكّن أكبر قدر من البادرات المنبثقة من البذور من النمو والتوطن بمشيئة الله.

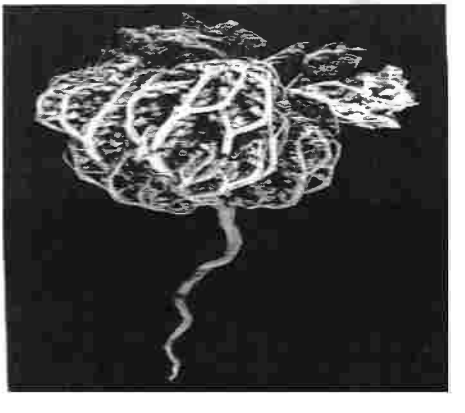
وفي دراسة أجراها (Mahmoud , 1985a,b) لإنبات بذور نوعي نباتي السنامكة *Cassia senna* والعشرق *Cassia italica* تبين أن بذور النوعين النباتيين تتميز بوجود قصرة غير منفذة للماء وتعوق إنباتها، وقد أمكن جعلها منفذة للماء بغمسها في حمض الكبريتيك المركز، وعندها نبتت البذور بنسبة عالية وبسرعة عند إستنباتها في أنظمة درجات الحرارة المتقلبة الملائمة. هذا وتعمر مجتمعات هذين النوعين النباتيين المنخفضات والمسايل المائية، حيث يصلها بالإضافة إلى ما يهبه الله من ماء المطر الموضعي، مدد من مياه الإنسياب السطحي من المناطق المرتفعة. كما وجد (El – Sheikh ,1988) ظاهرة كمون البذور سالفة الذكر والناتجة عن امتلاك البذور للقصرة السميكة غير المنفذة للماء عند محاولته استنبات بذور نبات الينبوت *Lagonychium farctum* الصحراوي.

وتعمل عوائق الإنبات الكيميائية وكذلك القصرة السميكة غير المنفذة للماء، بالإضافة إلى تنظيمهما، عملية الإنبات وجعلها ممكنة فقط في المكان والزمان المناسبين، حيث تتوافر أفضل الظروف للبادرات المنبثقة من البذور لتنمو بمشيئة الله إلى طور النضج، بالإضافة إلى هذا فإنها تعمل على توزيع الإنبات على فترات متتالية عبر

السنين، الأمر الذي يحفظ للنوع النباتي في التربة، احتياطياً من البذور، المحتفظة بحيويتها، القادرة على الإنبات، بمشيئة الله، والتي تسمح بمحاولات لاحقة للإنبات والتوطن، خاصة إذا داهمت فترة من الجفاف البادرات التي نتجت عن إنبات بذور كثيرة عقب نزول أمطار غزيرة، الأمر الذي يحدث كثيراً في الصحراء.

ونوع نبات كف مريم *Anastatica hierochuntica* من أنواع النباتات الحولية المنتشرة في الصحاري الحارة، كما هو الحال في المملكة العربية السعودية، ويقترن وجوده بأماكن تجمع مياه الأمطار. أبانت الدراسة التي أجراها (Mahmoud *et al.*,1985 a) أن بذور هذا النبات لا تتمتع بظاهرة الكمون التي تنظم عملية الإنبات في الصحراء، ولكن بينت تجاربهم المختبرية والحقلية أن تنظيم عملية الإنبات تتم عن طريق حاجة الثمار الجافة الصلدة للترطيب بماء الأمطار، ولفترة كافية، قبل أن تتفتح وتحرر بذورها التي تتشرب الماء وتنبت.

وترتبط الثمار الجافة الصلدة التي تحتوي على البذور، غير الكامنة، بالفروع الخشبية المتينة الصلدة للنبات الجاف، وهي تنحني إلى الداخل مكونة شكلاً كروياً (الشكل رقم ١٢) وبذلك ترفع الثمار المرتبطة بها فوق سطح الأرض.



الشكل رقم (١٢). يوضح الفروع الخشبية المتينة الصلدة، لنوع نبات كف مريم *Anastatica hierochuntica* الحولي الجاف، وهي تنحني إلى الداخل مكونة شكلاً كروياً، رافعة الثمار الصلدة الجافة وما تحمله من بذور غير كامنة، فوق سطح التربة.

وتتميز هذه الفروع الخشبية بخاصية هيجروسكوبية، تجعلها تمتص الماء في فصل الأمطار؛ وحينما تأخذ هذه الفروع القدر الكافي من الماء فإنها تنبسط وتنبطح موصلة الثمار التي تحملها إلى سطح التربة الرطب أو قريباً منه؛ وحينما ينقطع المدد المائي عن هذه الفروع فإنها تنكمش وتنحني إلى الداخل مكونة شكلاً كروياً مرة أخرى. وعليه فإنه يتم فقط تفتح الثمار ثم تكشف (تعرية) البذور غير الكامنة، أو تحررها أو كلاهما، من الثمار عندما يتم ترطيبها بالقدر الكافي ولفترة طويلة بماء الأمطار، وعندها تشرع البذور في الإنبات؛ وبذلك لا تتم عملية الإنبات إلا في المكان والزمان المناسبين لتوفير أفضل الظروف البيئية الملائمة (حلول فصل الأمطار وتوافر الماء) التي تمكّن قدراً كبيراً من البادرات المنبثقة عن البذور من إستكمال دورة حياتها بمشيئة الله.

وعليه فإن تنظيم عملية الإنبات عن طريق حاجة الثمار الجافة الصلدة للترطيب بماء الأمطار، ولفترة كافية، قبل أن تتفتح وتتحرر البذور التي تتشرب الماء وتنبت، يعتبر آلية تشبه آلية تنظيم الإنبات عن طريق القصرة السميكة غير المنفذة للماء، وكذلك آلية تنظيم الإنبات عن طريق وجود مواد كيمائية تعوق الإنبات وتذوب في الماء، بالإضافة إلى ذلك فإنها آلية تعمل على توزيع الإنبات على فترات متتالية عبر السنين، إذ إن نوع نبات *A.hierochuntica* يحتفظ ببنك من البذور في ثماره الصلدة الجافة يستفيد منها في محاولات متتالية لاحقة في سبيل التوطن؛ وقد وثق الباحثون بالصورة غزارة نمو بادرات هذا النوع النباتي حول أفراده الجافة في منخفض في منطقة الرياض بالمملكة العربية السعودية، في موسم مطير.

(٥,٥,١,٣) استجابة البذور لدرجة حرارة البيئة الخارجية

Response of seeds to ambient temperature

اتضح في كثير من أنواع النباتات الصحراوية، أن إستجابة البذور غير الكامنة، لدرجة حرارة البيئة الخارجية في مواطنها البيئية، تستغلها كآلية لتنظيم عملية الإنبات،

فتجعلها ممكنة فقط حين تتوافر ظروف البيئة المثلى (حلول فصل الأمطار وتوافر القدر الكافي من الماء) التي تمكن قدراً كبيراً من البادرات المنبثقة عن البذور التي نبتت، من أن تكمل دورة حياتها وتتوطن بمشيئة الله؛ ويبدو أن بذور هذه الأنواع النباتية الصحراوية تستغل إستجابتها لأنظمة دورات درجة الحرارة اليومية، عند إنباتها كمؤشر لإستشراف ظروف البيئة السائدة الملائمة في مواطنها البيئية التي تضمن لعدد كبير من البادرات المنبثقة من أن تكمل دورة حياتها وتتوطن. فمثلاً في دراسة أجراها (Mahmoud *et al.*, 1983a) على إنبات بذور نوع نبات العاذر*Artemisia abyssinica*، جمعت من الدهناء في صحراء المملكة العربية السعودية، تبين أن إنبات بذوره يتم في أحسن حالاته في نظامي درجات الحرارة المتقلبة (١٨/٨، ٢١/١٠مْ) اللتين تمثلان تلك التي تسود خلال أشهر موسم الأمطار وهي أشهر ديسمبر ويناير وفبراير؛ ويمثل نظام درجة الحرارة ١٨/٨ مْ دورات درجات الحرارة اليومية التي تسود في شهري ديسمبر ويناير في الموطن البيئي الطبيعي، في كثبان الرمال في الدهناء، لنوع نبات *A.abyssinica* (١٨ مْ = متوسط درجة الحرارة العظمى اليومية، ٨ مْ = متوسط درجة الحرارة اليومية الصغرى)، ويمثل نظام درجات الحرارة ٢١/١٠ مْ دورات درجات الحرارة اليومية التي تسود خلال شهر فبراير.

كما إن نسبة الإنبات النهائية قد إنخفضت بصورة لافتة للنظر عند إنبات البذور في نظامي درجات الحرارة ٣٦/٢١، ٤٠/٢٦ مْ ، ويمثل هذان النظامان دورات درجات الحرارة اليومية التي تسود في شهري مايو ويونيو على التوالي، في موطن النبات البيئي؛ ويمثل شهر مايو بداية موسم الصيف الجاف.

وقد اتضح أن البذور التي إستنبتت في هذين النظامين، تدخل في حالة كمون، تخرج منها وتنبت بنسبة مئوية عالية اذا ما استنبتت مرة أخرى في نظام درجة حرارة يمثل ذلك السائد في أحد أشهر فصل الأمطار.

وتشير ظاهرة إنبات البذور بنسب عالية وبسرعة في النظامين الحراريين ١٨/٨ ، ٢١/١٠مْ إلى أنه يمكن لمعظم بذور هذا النوع النباتي – في موطنه البيئي الطبيعي – أن تنبت في بداية موسم الأمطار (ديسمبر) البارد نسبياً، ويمكن لقدر كبير من البادرات المنبثقة من البذور أن تستفيد من فترة الشهور الخمسة (ديسمبر – أبريل) التي تتوافر فيها الرطوبة الكافية ودرجة الحرارة المناسبة لنموها، حتى إذا ما أقبل الصيف تكون جذورها الوتدية الطويلة قد إخترقت التربة الرملية لتصل إلى طبقتها العميقة الرطبة. هذا وقد شاهد الباحثون وفرة من البادرات التى إنبثقت من بذور نبتت في بداية موسم الأمطار في ديسمبر.

وفي دراسة أخرى أجراها (Mahmoud *et al.*, 1983b) للتعرف على تأثير أنظمة مختلفة من درجات الحرارة المتقلبة (١٨/٥ ، ٢١/١٠ ، ٢٨/١٤ ، ٣٢/١٦ ، ٢١/ ٣٦ ، ٤٢/٢٦ مْ) على إنبات بذور نوع نبات الجثجاث *Francoeuria crispa* من الصحراء السعودية، إتضح أن النبات يستغل إستجابة بذوره لأنظمة دورات درجات الحرارة اليومية عند الإنبات، كمؤشر لإستشراف ظروف البيئة الملائمة السائدة في موطنه البيئي، إذ إن إستجابة البذور لدرجة حرارة البيئة الخارجية تنظم عملية إنباتها، وتجعلها ممكنة فقط حين حلول ظروف البيئة الملائمة (حلول فصل الأمطار وتوافر القدر الكافي من الماء) التي تمكّن، بمشيئة الله، قدراً كبيراً من البادرات المنبثقة من البذور من أن تنمو ويتوطن النبات.

فقد تبين أن إنبات بذوره غير الكامنة يتم بسرعة وبنسب مئوية نهائية عالية (٨٨٪) في النظامين الحراريين ١٨/٨ ، ٢١/١٥مْ، اللذين يمثلان تلك التي تسود في أشهر موسم الأمطار (ديسمبر، يناير، فبراير). هذا وقد إنخفضت نسبة الإنبات النهائية إذ بلغت ٤٠٪ وكان الإنبات بطيئاً في نظام درجة الحرارة ٢٨/١٤ مْ، والذي يمثل دورات درجات الحرارة في شهر مارس؛ ولم تنبت البذور التي إستنبتت في أنظمة درجات الحرارة ٣٢/١٦، ٣٦/٢١، ٤٠/٢٦ مْ.

وتشير ظاهرة إنبات بذور نوع نبات الجثجاث *Francoeuria crispa* بنسب عالية (٨٨٪) وبسرعة في النظامين الحراريين (١٨/٨ ، ٢١/١٠مْ) إلى أنه يمكن لمعظم بذوره، في موطنه البيئي الطبيعي، أن تنبت في بداية موسم الأمطار (ديسمبر) البارد نسبياً، ويمكن لقدر كبير من البادرات المنبثقة من البذور أن تستفيد من فترة الشهور الخمس (ديسمبر – أبريل) التي تتوافر فيها درجة الحرارة الملائمة والرطوبة الكافية، علماً بأن النبات يعمر المنخفضات والمجاري المائية والأودية التي يصلها بالإضافة إلى ما يصيبها بفضل الله من مطر موضعي، مدد إضافي عن طريق الأنسياب السطحي من مناطق مرتفعة مجاورة أو بعيدة؛ وحتى إذا ما أقبل فصل الجفاف تكون جذور البادرات الوتدية الطويلة قد إخترقت التربة لتصل إلى طبقاتها العميقة الرطبة؛ هذا ويمكن لنسبة مقدرة من البذور (٤٠٪) أن تنبت في شهر مارس (نظام درجات الحرارة ٢٨/١٤مْ)، كمحاولة أخيرة في سبيل التوطن، ويمكن للبادرات الإستفادة من الجزء القصير المتبقي من موسم الأمطار (مارس و أبريل).

هذا والأمطار غير المتوقعة التي تسقط في نهاية فصل الربيع في أبريل (نظام درجات الحرارة ٣٢/١٦مْ) الذي يحدد نهاية موسم الأمطار لا تتسبب في إنبات غير مرغوب فيه ويهدر البذور.

لقد أفاد (Gutterman , 1993) أن من الآليات التي تنظم عملية الإنبات في الوقت المناسب، منع درجة الحرارة العالية إنبات بذور أنواع النباتات التي تنبت عادة في الشتاء، إذ تمنع درجة الحرارة العالية إنبات البذور نتيجة أمطار غير متوقعة في الصيف.

(٥,٥,١,٤) إنتاج الثمار والبذور الناضجة في بداية موسم الأمطار

Production of mature seeds and fruits at the Advent of the Rainy Season

لقد أجرى (Mahmoud , 1985c) دراسة عن تأثير أنظمة من درجات الحرارة على إنبات بذور نوع نبات الرمث *Hammada elegans*، وتمثل أنظمة درجات الحرارة هذه، دورات درجات الحرارة التي تسود في موسم الأمطار وفي موسم الصيف في

موطنه البيئي الطبيعي. وقد إتضح من هذه الدراسة أن بذور *H.elegans* لا تتمتع بخاصية الكمون، وإنها قد نبتت وبنسب مئوية نهائية عالية، وبسرعة، في كل أنظمة درجات الحرارة؛ وعليه فإنه في عدم تمتع بذور *H.elegans* بالخصائص التي تنظم عملية إنباتها، لتجعلها ممكنة فقط عند حلول موسم الأمطار وتوافر القدر الكافي من ماء الأمطار، مما يوفر لقدر كبير من البادرات المنبثقة من البذور ظروفاً لاحقة ملائمة تمكنها من النمو فيتوطن النبات، يكون بقاؤه في الصحراء مهدداً.

ولقد قدر الله لهذا النوع النباتي أن يحل هذه المشكلة بآلية ليست لها علاقة مباشرة بخصائص إنبات البذور التي تنظم عملية الإنبات، وتربطها بظروف البيئة المناسبة لضمان نمو قدر كبير من البادرات؛ وتتمثل هذه الآلية في أن إنتاج ثمار هذا النوع النباتي ونضجها، وإنتثارها، يتم في بداية موسم الأمطار (ديسمبر – يناير)، وعليه سيتم إنبات معظم بذوره، غير الكامنة، في ظروف بيئية ملائمة تضمن لقدر كبير من البادرات المنبثقة عنها بمشيئة الله لتصل طور النضج والتوطن. هذا وتشاهد وفرة من البادرات التي انبثقت من بذور نبتت في بداية موسم الأمطار في ديسمبر ويناير.

وثمار (فقيرة Achenes) نوع نبات الشيح *Artemisia sieberi* الذي يعمر المنحدرات، تنضج وتنتشر خلال شهري ديسمبر ويناير وهي فترة هطول الأمطار؛ هذا وتتكرر نفس الظاهرة في حالة نوع نبات العاذر(أرتيميزيا مونوسبيرما) *A.monosperma* الذي يعمر مواطن بيئية رملية في شمال صحراء سيناء ووسط صحراء النجف (Gutterman , 1993).

(٥,٥,١,٥) إستجابة البذور لملوحة التربة Response of seeds to soil salinity

تتميز طبقة التربة السطحية في الصحراء بملوحتها، وذلك نتيجة لتبخر الماء الصاعد بالخاصية الشعرية وتركه ما يحمله من أملاح في طبقة التربة السطحية في موسم الصيف. وتتفاوت درجة الملوحة من موطن بيئي لآخر، ولكنها تصل درجة عالية في السبخات الملحية.

ويعتبر تخفيف تركيز الأملاح في موقع إنبات البذرة بمثابة جهاز لقياس المطر، يحدد القدر الحرج من ماء المطر الذي لا تنبت بدونه البذور عالية الحساسية للملوحة المرتفعة. وبذور نوعي نباتي المليح *Halopeplis perfoliata* والشليل *Limonium axillare* وحبوب نوع نبات العكرش *Aeluropus massauensis*، التي تعمر السبخات شديدة الملوحة، لا تنبت إلا إذا غسلت مياه الأمطار الأملاح من سطح التربة بعيداً عن مهاد وحدات التكاثر هذه؛ ويبدو أن إنباتها مرتبط بموسم الأمطار الذي يوفر القدر الكافي من الماء في التربة الذي يضمن لكثير من البادرات من أن تنمو وتتوطن (Mahmoud *et al.*, 1983c، Mahmoud , 1984). كما أن بذور نوع نبات السمح (ميسيمبريانثيمم نوديفلورم) *Mesembryanthemum nodiflorum* الذي يعمر المواطن البيئية عالية الملوحة يتم إنباتها بعد هطول الأمطار التي توفر القدر الكافي من الماء الذي يغسل الأملاح من طبقات التربة العليا ويزيد من محتوى الماء في التربة مما يضمن للبادرات المنبثقة من البذور النمو والتوطن بمشيئة الله (Gutterman , 1993).إلا أنه في البيئات الجافة كالمنخفضات وبطون الأودية ذات الترب الملحية فيمكن لبذور بعض النباتات تحمل تراكيز مرتفعة من الملوحة فتنبت وبنسب عالية إذا ما توفرت لها شروط الإنبات الأخرى كالماء الكافي ودرجة الحرارة المناسبة ، وذلك ما استنتجه (El- Sheikh, 1984) عند دراسته على إنبات بذور نبات الرطريط الملحي *Zygophyllum decumbens* حيث اتضح ان قدرة تحمل البذور للملوحة تفوق كثيرا تركيز الأملاح في بيئة النبات الطبيعية الذي يصل الى ما يعادل ٢٠ ٪ من تركيز ماء البحر . وكذلك الحال بالنسبة لنبات الينبوت *Lagonychium farctum* بعدما أزيل عن البذور عارض الكمون (El- Sheikh, 1988) .

(٥,٥,١,٦) حيوية البذور Longevity of the seeds

حيوية البذور مهمة جداً لبقاء النوع النباتي في الظروف الصحراوية المتطرفة. إن التحوط والتحفظ الذي تظهره بذور أنواع النباتات الصحراوية، الذي من شأنه أن

ينظم عملية إنباتها، بحيث تتم في الزمان والمكان المناسبين، ويحد من محاولات الإنبات الفاشلة التي تهدر البذور؛ ونظراً لأن الظروف البيئية الملائمة لا تتوافر دائماً في المواطن البيئية في الصحراء ذات المطر القليل وغير المنتظم، أو قد تمتد أحياناً فترة الجفاف عدة سنوات، وتظل خلالها البذور مطمورة في التربة، فإن مخزون النباتات الصحراوية منها لن يكون له مردود فعال بالنسبة لها، ولا يستفاد منه بمرور الزمن، في محاولات لاحقة متتابعة في سبيل توطنها، إلا إذا ظلت البذور محتفظة بحيويتها لسنوات عديدة.

ولقد خص الله سبحانه وتعالى بذور النباتات الصحراوية بخاصية الإحتفاظ بحيويتها لسنوات عديدة تسمح لبذورها المخزونة في التربة بمحاولات لاحقة متتابعة للإنبات والتوطن، حين توافر الظروف البيئية الملائمة بمشيئة الله.

وقد وجدت بذور بعض أنواع النباتات محتفظة بحيويتها بعد نضجها لعدة سنوات، فبذور نبات فيرباسكم بلاتاريا *Verbascum blattaria* مثلاً تحتفظ بحيويتها لمدة تسعين عاماً (Gutterman , 1993).

ولقد أفادت (التيسان ، ٢٠٠٠م) بأن بذور نوعي نباتي العشرق *Senna italica* والسنامكة *S.alexandrina* التي جمعت من أفرادها في منطقة مكة المكرمة، وحفظت في أكياس من الورق في معمل علم البيئة النباتية في قسم النبات والأحياء الدقيقة بجامعة الملك سعود بالرياض، ظلت محتفظة بحيويتها حين إستنباتها بعد مضي ثمانية عشر عاماً وعشرة شهور وخمس وعشرين يوماً من جمعها؛ وقد تساوت نسبة إنباتها النهائية (١٠٠٪) مع تلك التي بلغتها بذورها التي جمعت حديثاً.

(٥,٥,١,٧) سرعة الإنبات عند حلول ظروف البيئة الملائمة

Rapid germination when favourable environmental conditions prevail

عند حلول ظروف البيئة الملائمة، وزوال موانع الإنبات إن وجدت، فإن بذور أنواع النباتات الصحراوية، تنبت بسرعة فائقة، فتستفيد البادرات المنبثقة منها، من

ظروف البيئة الملائمة في النمو والتوطن بمشيئة الله ؛ ويتضح ذلك عند إستنبات بذور كثير من أنواع النباتات الصحراوية (Mahmoud , 1977, 1984, 1985 a,b,c).

(٥,٥,٢) تزويد البذور والثمار بتكيفات تساعد على إنتشارها

Furnishing seeds and fruits with adaptations which facilitate their dispersal

في الصحراء تنحصر المواطن البيئية المناسبة لإنبات البذور ونمو البادرات في أماكن محددة تتوافر فيها المياه (المنخفضات، المسايل المائية بأنواعها المختلفة والأودية). ووقوع البذور في مثل هذه المواطن البيئية يزيد من الفرص أمامها للإنبات ولنمو قدر كبير من البادرات المنبثقة عنها لتصل إلى طور النضج. لذا تكون وحدات التكاثر لأنواع كثيرة من النباتات الصحراوية غالباً مزودة بتكيفات تزيد من قابليتها للحركة والإنتشار مما يزيد من إحتمال وقوعها في مثل هذه المواطن البيئية الملائمة.

وتتميز بذور وثمار كثير من أنواع النباتات الصحراوية بصغر حجمها وخفة وزنها مما يسهل حملها بالرياح ؛ كما إن الكثير من البذور والثمار مزود بزوائد تساعدها على أن تحمل بالرياح إلى أماكن مختلفة. فمثلاً تمتاز ثمار أنواع نباتات الفصيلة المركبة Compositae الواسعة الإنتشار في الصحاري بأنها صغيرة الحجم خفيفة الوزن ومزودة بزوائد شعرية تساعدها على الإنتشار بواسطة الرياح ؛ كما أن ثمار كثير من النباتات مزودة بأجنحة تساعدها على الإنتقال بواسطة الرياح، ومن هذه نذكر: الحميض *Rumex vesicarius*، الرمث *Haloxylon salicornicum*، الكلخ *Ferula sinaica*، الخزامى *Horwoodia dicksoniae*.

وتتميز بذور كثير من أنواع النباتات الصحراوية بأنها تحمل زوائد شعرية تساعدها على الإنتقال بواسطة الرياح، نذكر منها على سبيل المثال بذور أنواع الفصيلة العشارية Asclepiadaceae مثل العشر *Calotropis procera*، الغلقة *Pergularia tomentosa*.

وهنالك بعض أنواع النباتات الصحراوية التي لثمارها زوائد تساعدها على الإلتصاق بأجسام الحيوانات، وبذلك تنقلها من مكان لآخر؛ ومن هذه نذكر ثمار نبات الضريسة *Tribulus terrestris* ، الحسكتيت *Cenchrus biflorus* والسعدان *Neurada procumbens*.

هذا ولبعض أنواع النباتات بذور لزجة كما هو الحال في بذور الهدال *Loranthus curviflorus* وغيرها تساعد على التصاقها بأعضاء جسم الحيوانات. هذا بالإضافة إلى أن بذور وثمار بعض أنواع النباتات تنتقل مع الأوحال التي تلتصق بأقدام الحيوانات.