وظهر فيها تأثير كل من الإضافة والسيادة، وكانت درجة توريث الصفة منخفضة، ولم يكن للأم أى تأثير فى الصفة التى كانت سائدة تمامًا تحت ظروف الشدِّ الرطوبى العالى (عن Quisenberry ١٩٧٩).

٢- كانت درجة توريث تراكم البرولين فى فول الصويا — تحت ظروف الجفاف فى المختبر — ٥٧٪ (عن Myeres وآخرين ١٩٨٦).

٣- تقوم النباتات تحت ظروف الجفاف بخفض فقدها للماء بإغلاقها للثغور تحت تأثير إشارة من حامض الأبسيسك الذى يُنتج فى تلك الظروف. ولذا أفادت الطفرات غير الحساسة (مثل: abi1-1R3)، وكذلك زائدة الحساسية (مثل: ERA1) لحامض الأبسيسك فى دراسة دورة فى تحمل الجفاف (Dalal وآخرون ٢٠٠٦).

وللتفاصيل المتعلقة بدراسات الـ QTLs الخاصة بتحمل الجفاف فى النباتات .. يراجع Tuberosa & Salvi (٢٠٠٦).

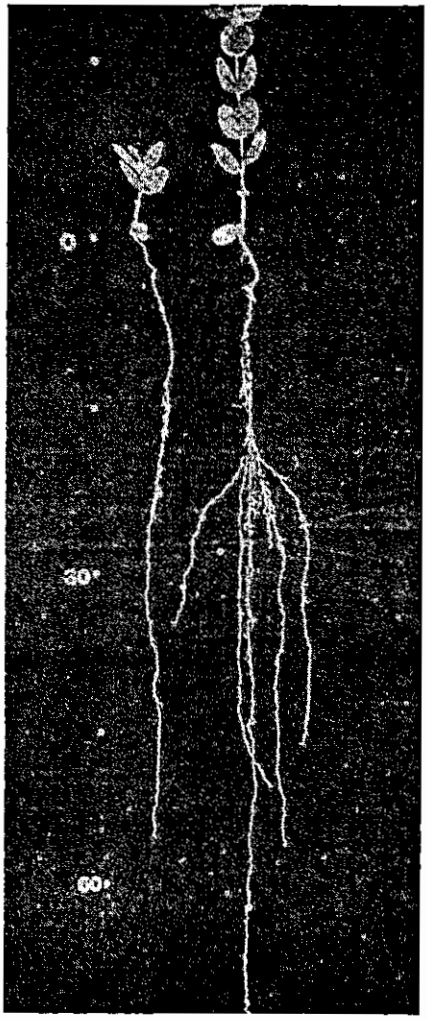
استئناس النباتات التى تتحمل الجفاف

استأنس الإنسان عددًا من النباتات البرية التى تتميز بقدرتها على تحمل الجفاف، بأن زرعها للاستفادة منها كغذاء له، أو لحيواناته الزراعية، أو لاستخلاص مركبات معينة منها ومن أهم هذه النباتات ما يلى:

١- شجرة الهوهوبا Jojoba:

اكتشفت شجرة الهوهوبا *Simmomdsia chinensis* (شكل ٨-١) — التى تتميز بقدرتها العالية على تحمل ظروف الجفاف — فى موطنها الأصلى فى جنوب ولاية كاليفورنيا وولاية أريزونا الأمريكيتين. تحتوى بذور هذه الشجرة على زيت يجمع بين خصائص الدهن والشمع (يتكون كليًا تقريبًا من إسترات الشمع السائلة)، ويعد بديلاً جيدًا لزيت حيتان العنبر. يدخل هذا الزيت فى صناعة عديد من مركبات تلطيف البشرة لقدرته على النفاذ من مسام الجلد. وله خصائص جيدة فى التشحيم تمكنه من مقاومة الحرارة والبرودة الزائدة مع تغير طفيف فى اللزوجة. وهو يستعمل كذلك فى

صناعات الأدوية، وكحامل لها، وخاصة تلك التى يتعين تناولها عن طريق الفم؛ نظرًا لأن الإنزيمات الهاضمة لدى الإنسان لا يمكنها هضمه. ولزيت الهوهوبا استعمالات أخرى كثيرة كما فى تحضير المواد المطهرة، والعوامل المستحلبة، وعوامل التلوين، وشمع التلميع، والطبقات الواقية على علب المواد الغذائية المصنوعة من الورق.



شكل (٨-١): نباتات هوهوبا بعمر ثلاث شهور، وقد تعقمت جذورها كثيرًا مقارنة بنموها الخضرى.

يرجع تحمل هذه الشجرة للجفاف إلى قدرة جذورها على التعمق إلى مسافة ١٠-٢٠ مترًا فى باطن الأرض، ولكن يعيبها أنها لا تبدأ فى الإثمار قبل مرور ٣-٦ سنوات على زراعتها. ويقابل ذلك أنها تبقى معمرة لمدة ١٠٠-٢٠٠ سنة.

تنتج شجرة الهوهابا الواحدة نحو ٢ كجم من البذور سنويًا؛ أى بمعدل حوالى ١,٥ طنًا للفدان فى بداية مرحلة إثمارها. والنبات وحيد الجنس ثنائى المسكن، مستديم الخضرة، أوراقه بيضاوية ومغطاة بطبقة رقيقة من الشمع. ويمكن التمييز بين الأشجار المذكرة والأشجار المؤنثة بعد الزراعة بنحو ١٨-٢٤ شهرًا.

والتلقيح فى الهوهابا خلطى بالهواء، ويكفى شجرة مذكرة واحدة لتلقيح من ١٠-١٢ شجرة مؤنثة (عن Arab World Agribusiness — المجلد الأول — العدد الرابع).

وقد اكتشفت طفرة من نبات الهوهوبا تحتوى ثمارها على أربعة مساكن، مقارنة بثلاثة مساكن فقط فى النباتات العادية، ووجد أن لهذه الطفرة تأثيرًا كبيرًا على متوسط عدد البذور التى تتكون بالثمرة. ففى النباتات العادية — التى توجد بثمارها ثلاثة مساكن — تحمل ٨٣٪ من الثمار بذرة واحدة، و ١٦٪ تحمل بذرتين، و ١٪ منها فقط تحمل ثلاثة بذور بكل ثمرة، بينما تتميز الطفرة ذات الأربعة مساكن بالثمار بأن ٤٢٪ من ثمارها تحمل بذرة واحدة و ٣٩٪ تحمل بذرتين، و ١٩٪ تحمل ثلاث بذور بكل ثمرة.

هذا .. وقد زرع نبات الهوهابا فى مساحة تزيد على ١٦ ألف هكتار فى الولايات المتحدة مع مساحات أخرى كبيرة فى كل من أستراليا، والهند، وإسرائيل، والمكسيك، ودول أمريكا الجنوبية (Estilai & Hashemi ١٩٩٣).

٢- الجوايال:

يعرف الجوايال بالاسم العلمى *Parthenium argentatum*، وهو نبات صحراوى شجيرى معمر، وموطنه فى شمال وسط المكسيك وجنوب غربى ولاية تكساس الأمريكية. ويعد الجوايال من النباتات المنتجة للمطاط (الذى يماثل فى نوعيته تمامًا المنتج من

شجرة المطاط *Hevea brasiliensis*)، وسبق استخدامه فى الإنتاج التجارى للمطاط خلال الحرب العالمية الثانية.

وقد توصل Estilai وآخرون (١٩٨٨) إلى سلالات من الجوايال ذات قدرة على إنتاج من ٨٠٠–٩٠٠ كجم من المطاط/هكتار سنويًا، ويبلغ ذلك ضعف القدرة الإنتاجية للأصناف المزروعة من المحصول فى ذلك الوقت.

وفيما عدا طرز الجوايال الثنائية التضاعف التى تتكاثر جنسيًا، فإن الجوايال يتكاثر لاإخصابيًا Apomictically.

ويرتبط إنتاج الجوايال للمطاط بالوزن الجاف للنباتات، ونموها الخضرى الغزير، وقدرتها على سرعة استعادة نموها عقب قطعها عند سطح التربة (حشها)، وقد أمكن تحقيق تقدم فى مجال الانتخاب لتحسين تلك الصفات (Thompson وآخرون ١٩٨٨).

ولمزيد من التفاصيل عن هذا المحصول وزراعته؛ يراجع Fangmeier وآخرون (١٩٨٤).

تحديات التربية لتحمل الجفاف

إن الانتخاب المباشر لتحسين المحصول تحت ظروف الجفاف واجهته صعاب كبيرة تمثلت فى انخفاض درجة التوريث، وكون تلك الصفة غالبًا كمية يتحكم فيها عديد من الجينات يوجد بينها تفوق، وتفاعلات بين التراكيب الوراثية والبيئة. ويفسر ذلك البطء الملاحظ فى التقدم نحو تحسين تحمل الجفاف فى النباتات (Cattivelli وآخرون ٢٠٠٧).

ومن أبرز تحديات التربية لتحمل الجفاف فى النباتات أن أهم مصادر الصفة تقتصر – غالبًا – على الأنواع البرية. وإذا ما أخذنا الطماطم كمثال .. نجد – تبعًا لمركز الثروة الوراثية للطماطم Tomato Genetics Resource Center (اختصارًا: TGRC) فى ديفز –