الفصل السابع

المصادر (الموارد) الطبيعية في الصحراء

Natural Resources of Deserts

توفر الصحراء بمشيئة الله، موارد طبيعية تمثل مصادر للثروة، وترتبط بها حياة الإنسان، وينبغي التعرف عليها للإستفادة منها والمحافظة عليها وتنميتها. وتصنف هذه المصادر (الموارد) عادة إلى أقسام ثلاث هي: المصادر الدائمة، والمصادر المتجددة، والمصادر غير المتجددة.

وسنستعرض بإيجاز هذ المصادر بتصنيفاتها المختلفة.

(٧,١) المصادر الدائمة Permanent Resources

وهي التي ستظل، بمشيئة الله، متوافرة بصفة دائمة مهما استهلك منها الإنسان وسائر الكائنات، وتتمثل هذه في الطاقة الشمسية الماء والهواء.

(٧,١,١) الشمس واستغلالها The Sun and Utilization

وهي المصدر الرئيس للطاقة في النظم البيئية، إذ أن طاقة الغذاء أصلها من الشمس حيث تستغلها النباتات الخضر أثناء عملية البناء الضوئي، لتكوين المركبات الكربوهيدراتية، الغنية بالطاقة التي تحررها الكائنات الحية أثناء عملية تنفسها، إضافة إلى أن الطاقة في الفحم الحجري والنفط والغاز الطبيعي مصدرها الشمس، نظراً لأنها نتجت من كائنات حية طُمرت في باطن الأرض وتعرضت لظروف الضغط والحرارة.

هذا ودورة الماء في الطبيعة تعتمد على حرارة الشمس، وكذلك تعتمد حركة الرياح على الشمس، إذ أن حركة الرياح ناتجة عن إختلافات الضغط الجوي، الذي يرتبط بدرجة تسخين الشمس للمناطق المختلفة على الأرض. وفوق هذا كله فإن النشاط الحيوي لكل الكائنات الحية في النظم البيئية المختلفة يعتمد على حرارة الشمس.

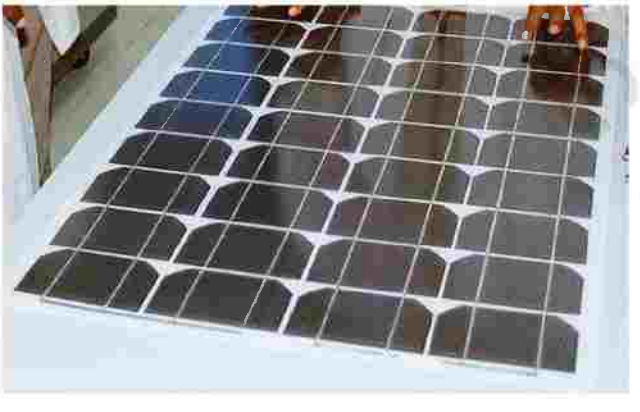
ونظراً لأن مناطق الصحاري الحارة تتلقى قدراً كبيراً من الطاقة الشمسية، التي تعتبر من الأماكن الملائمة لاستغلال الطاقة الشمسية، يعتبر الإستثمار في مجال الطاقة الشمسية في الصحاري العربية واعداً، ولكن كما أفاد (بدران، ١٩٧٦م) أن ثمة مشاكل تواجه إستخدام الطاقة الشمسية في توليد الكهرباء تتمثل في جمع هذه الطاقة وتركيزها، ثم مسألة العثور على وسيلة لإختزانها خلال الساعات المشمسة، بحيث تكون متاحة لإستعمالها في ساعات الليل والأيام الغائمة.

وسيصبح الاعتماد على الطاقة الشمسية أمراً حتمِياً عندما تشحُّ مصادر الطاقة الكيميائية (النفط والغاز الطبيعي والفحم الحجري). علماً بأنَّ الإعتماد على الطاقة الشمسية، يحدُّ من آثار التلوُّث الذي جعل الحياة جحيماً على سطح الأرض. وعليه، يصبح لزاماً تكثيف الجُهود لتذليل العقبات حتى يصبح استغلال الطَّاقة الشَّمْسِيَّة أمراً ميسوراً، ومُتاحاً ليس لسُكان المُدُن فقط وإنَّما لقاطني الريف، إذ إنَّ استغلال الطاقة الشمسية لتوليد الكهرباء، يدفع كثيراً بالتنمية الزراعِيَّة والصناعِيَّة.

هذا ويُعتبر السودان، على سبيل المثال، من دول الحزام الشمسي إذ إن الله سبحانه وتعالى قد حباه بمعدلٍ عالٍ من الإشعاع الشمسي طوال أيام العام في أغلب أجزائه، وتمكن من الاستفادة من هذه الطاقة بتحويلها إلى طاقة كهربائية باستخدام أنظمة الألواح الشمسية. ونظراً للحاجة المستديمة للطاقة الكهربائية في المناطق شبه الحضرية والريفية بصفة خاصة فإن أنظمة الألواح الشمسية تعتبر الأجدى والأنسب

لهذه المناطق بما لها من مميزات تتمثل في قلة التكلفة التشغيلية، بل انعدامها، وكفايتها العالية، وفوق ذلك كله فإن لها آثارها البيئية الإيجابية إذ إنها حلت مكان الديزل والكيروسين والحطب والفحم الذي يسبب احتراقها تلوث البيئة، كما أن قطع الأشجار الجائر لتوفير حطب الحريق والفحم أضاف مساحات جديدة للصحراء. لقد عنيت حكومة السودان باستغلال الطاقة الشمسية في مجال التحويل الكهربائي لتدفع بالتنمية الزراعية والصناعية والاجتماعية في ولايات السودان المختلفة. لقد أنشأت في عام ٢٠٠٣م وحدة لتجميع ألواح الخلايا الشمسية جلبت لها الأجهزة والمعدات ودربت السودانيين على استعمالها.

تتكون الخلية الشمسية عادة من السيلكون المتبلور أو غير المتبلور، والخلية الشمسية عبارة عن مولد يقوم بتحويل الشمس إلى طاقة كهربائية بصورة مباشرة، أي أن التيار المولد تيار مباشر DC . هذا وتُجْمَع الخلايا الشمسية عن طريق التوصيل على التوالي أو التوازي لتكوّن مايعرف بألواح الخلايا الشمسية (Solar cells frames) التي يؤطر لها بإطار من مادة الألمنيوم (صورة ٧١).



صورة (٧١). توضح لوحاً شمسياً يتكون من عدد ٣٦ خلية شمسية صفت على التوالي أو التوازي.

(٧,١,١,١) استخدامات أنظمة الطاقة الشمسية في مجال التحويل الكهربائي في السودان

Utilization of solar energy for the generation of electricity in the Sudan

أولاً: في مجال الإنارة For lighting

هنالك نوعان من أنظمة الإنارة هما:

١- **النظام المباشر DC**: وهو الذي يتم تشغيله من البطارية مباشرة ويتكون من الآتي:

أ) الألواح الشمسية.

ب) منظم الشحن: وهو جهاز إلكتروني يتحكم آلياً في شحن البطارية وحمايتها من الشحن والتفريغ الزائدين.

ج) البطارية (وهي النوع العادي ويتراوح عمرها الإفتراضي بين ٢- ٣ سنوات).

د) مصابيح DC ذات تيار مباشر.

لقد تم استخدام هذا النظام في إنارة الشوارع و المنازل (صورة ٧٢-٧٤)، والمساجد والخلوات، والمدارس، والمراكز الصحية، ومراكز الشرطة ونقاط الجمارك، والاستراحات الحكومية.

٢- **النظام المتردد AC** ويتكون من الآتي:

أ) الألواح الشمسية.

ب) بطاريات (سائلة أو جافة).

ج) منظم الشحن، وهو جهاز إلكتروني يقوم بالتحكم بصورة أوتوماتيكية في شحن البطارية وحمايتها من الشحن والتفريغ الزائدين، وتحَويل التيار المباشر DC (١٢٠ فولت) إلى تيار متردد (٢٢٠ فولت).

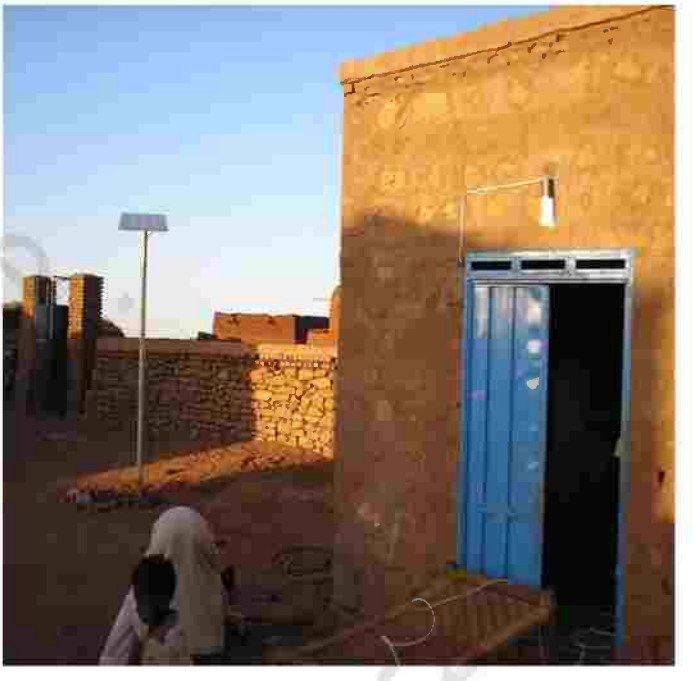
د) حامل الألواح الشمسية وأسلاك ومفاتيح.

يستعمل هذا النظام بالإضافة للإضاءة لتشغيل الأنظمة الكبيرة في المنازل (مراوح وتلفزيون). وفي المستشفيات (أجهزة ومعدات، وتلفزيون ومُسْتَقْبِل فضائي) وفي المدارس (تشغيل حواسيب وأجهزة معامل) وفي المساجد والخلوات (أجهزة

مكبرات الصوت ومراوح).

صورة (٧٢). توضح وحدة من أنظمة الإنارة بالطاقة الشمسية تم تجميعها توطئة لنقلها إلى موقعها لتساهم مع وحدات أخرى في إضاءة احد شوارع قرية الخضراب بمحافظة البطانة بالسودان يلاحظ اللوح الشمسي (١) الذي يتكون من عدد ٣٦ خلية شمسية (٢) صفَت عل ـ ى الت ـ والي في صفوف متوازية، والمصباح (٣) والصندوق (٤) الذي يحفظ البطارية التي تخزن فيها الطاق ـ ة الكهربائية والعمود (٥) الذي ثبتت فيه هذه المكونات.

صورة (٧٣).توضح أحد أنظمة الإنارة بالطاقة الشمسية في أحد شوارع قرية الخضراب بمحافظة البطان ـ ة في السودان ؛ تلاحظ مكونات النظام كاملة ومباني القرية: أ. لوح شمسي (٣٦ خلية شمسية توفر ٥٠ واط). ب. المصباح. ج. الصندوق الذي يحفظ البطارية التي تُخزن فيها الكهرباء.



صورة (٧٤). توضح أحد منازل قرية الخضراب بمحافظة البطانة بالسودان الذي تمت إضـ ـاءته بالطاقـ ـة الشمسية.

ثانياً : تشغيل الأجهزة والمعدات الكهربائية

Operating equipment and electric appliances

وقد شمل ذلك :

١- مجال الخدمات الصحية In the area of the health services : أُدْخِلت أنظمة الطاقة الشمسية في المراكز والمستشفيات الريفية لتشغيل الأجهزة الأساسية لغُرف العمليات وأجهزة التعقيم، وكذلك ثلاجات الطاقة الشمسية لحفظ الأمصال والدم في هذه المرافق في بعض القرى (صورة ٧٥). لقد أسهم كل ذلك في تحسين الخدمات الصحية في القرى النائية وفي تحصين الأطفال، وكذلك في تحسين صحة الحيوان.

صورة (٧٥). توضح المعدات اللازمة لتشغيل ثلاجة لحفظ الدم والأمصال، جمعت توطئة لنقلها لأحـ ـد المستوصفات الريفية. تلاحظ الثلاجة تتوسط لوحين شمسيين، وبطاريتين لتخـ ـزين الطاقـ ـة الكهربائية ومبنى معهد أبحاث الطاقة.

ثالثاً: في مجال تشغيل مضخات سحب المياه وضخها Operating water pumps

يعد هذا أوَّل مجالات تطبيقات الخلايا الشمسية في السودان حيث بُدِئ به في أواخر السبعينيات بتمويل من البنك الدولي ونفذه معهد أبحاث الطاقة، بغرض سحب المياه وضخها من اللآبار والأنهار والحفائر، للشرب وللزراعة.

يتكون نظام ضخ المياه بالطاقة الشمسية من الآتي:

١- مضخة شمسية ومحرك.

٢- ألواح شمسية (صورة ٧٦).

٣- محول يحول التيار المباشر DC إلى تيار متردد ذي ثلاثة أوجه، كما في داخله أجهزة الكترونية لحماية المحرك ضد التيار الزائد والتشغيل بدون ماء.

٤- حامل ألواح وكيبل أنابيب.

صورة (٧٦). توضح الألواح الشمسية التي يعد تجهيزها لتشغيل مضخة رفع المياه في قرية الخضراب بمحافظة البطانة بالسودان.

رابعاً: استخدام الخلايا الشمسية في تشغيل معدات الاتصال (هوائيات)

Utilization of solar cells for operating communication equipment

تستخدم الخلايا الشمسية لتوليد الكهرباء لتشغيل معدات وأجهزة الاتصالات في الريف وأشباه المدن.

هذا ويتكوّن نظام تشغيل مراكز الاتصالات الريفية بالطاقة الشمسية من الآتي:

١- لوح شمسي.

٢- منظم شحن.

٣- بطارية عادية (بطارية سيارات) ٧٠ أو ١٠٠ أمبير.

٤- حامل ألواح شمسية وأسلاك ومفاتيح.

لقد تم تركيب العديد من أنظمة الألواح الشمسية لتشغيل الراديو في نقاط الجمارك والمحليات والمراكز الحكومية الأخرى، ومراكز الشرطة وذلك لدعم النواحي

الأمنية ؛ كما تم تشغيل مراكز اتصالات للاستثمار الخاص، قدمت خدمات جليلة للمواطنين في الريف وشبه المدن.

(٧,١,١,٢) الطاقة الشمسية في المملكة العربية السعودية واستغلالها

Utilization of solar energy in Saudi Arabia

لقد أنعم الله سبحانه وتعالى على المملكة العربية السعودية بقدر وفير من الطاقة الشمسية إذ حباها بأكثر من ٣٠٠٠ ساعة اشعاع شمسي، يوفر ٢٠٠٠ كيلووات ساعة من الطاقة الشمسية الساقطة سنوياً على المتر المربع الواحد من مساحة الأرض (العجلان ، ١٩٩٨م).

لقد أدركت المملكة العربية السعودية أهمية الاعتماد على الطاقة الشمسية في مستقبل ايامها، وأهمية التقليل من اعتمادها على البترول المعرض للنفاد، فبدأت في السبعينات تنفيذ عدّة مشروعات بحثية وتجريبية كبيرة بغرض إدخال التقنيات المتعلقة باستغلال الطاقة الشمسية، اضافة إلى تعزيز القدرات الوطنية لتسهم في تطوير تقنية الطاقة الشمسية وتطبيقها.

بدأت المملكة العربية السعودية استغلالها للطاقة الشمسية في عام ١٩٦٠م حينما انجزت شركة فرنسية تركيب إشارة ضوئية، تعمل بوساطة الخلايا الكهروضوئية، بأحد المطارات الصغيرة.

كما أنها بدأت أنشطة البحوث في مجال تقنية استغلال الطاقة الشمسية بمشروعات صغيرة عام ١٩٦٩م، وتمثل أول مشروع كبير للطاقة الشمسية في انشاء نظام تسخين شمسي ضخم بأحد المدارس وكان ذلك في أواخر السبعينات. هذا ولم يبدأ البحث المنظم والتطوير في مجال الطاقة الشمسية، بالصورة الحقيقية، إلا بعد إنشاء مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية عام ١٩٧٧م (العجلان ، ١٩٩٨م).

وفي أطار سعيها لتوطين تقنية الاستفادة من الطاقة الشمسية، أسست المملكة لتنفيذ برنامج وطني للبحث والتطوير في هذا المجال، كما أنها سعت لاكساب مواطنيها المهارة التقنية من خلال تنفيذ عدة برامج دولية مشتركة. لقد أبرمت إتفاقيتين دوليتين أحداهما مع الولايات المتحدة الأمريكية أطلق عليها اسم (سوليراس)، والثانية مع جمهورية ألمانيا الإتحادية أطلق عليها اسم (هايسولار). لقد أورد (العجلان ، ١٩٩٨م) البرامج المشتركة التي نفذت في إطار الاتفاقيتين، فيما يلي:

أولاً: البرنامج السعودي الأمريكي المشترك لأبحاث الطاقة الشمسية (برنامج سوليراس)
The joint Saudi-American program for solar energy research (SOLERAS)

تأسس برنامج (سوليراس) عام ١٩٧٥م وانتهى تنفيذه عام ١٩٨٧م. وأسهمت كل دولة في ميزانيته بمبلغ ٥٠ مليون دولار امريكي.

١- أهداف البرنامج The program objectives : لقد حددت له الأهداف التالية:

أ) التعاون في مجال الطاقة الشمسية تحقيقاً للفائدة المشتركة للبلدين.

ب) إحراز تقدم في عملية تطوير تقنية الطاقة الشمسية.

ج) تسهيل نقل التقنية المطورة في نطاق إتفاقية (سوليراس).

٢- الخطة الفنية للبرنامج The program technical plan : أعدت خطة فنية للبرنامج عند بداية تنفيذه، وذلك لتحديد نوعية المشروعات التي تحقق اهدافه ومجالات تقنيات استخدامات الطاقة الشمسية التي ستخضع للبحث. وقد ركز البرنامج على أربعة مجالات لإستغلال الطاقة الشمسية التي نورد نبذة عن كل منها ادناه.

٣- الاختبارات الحقلية لهندسة التبريد Field testing of cooling technology : هدفت هذه إلى تحسين الأحوال المعيشية لسكان البيئات الحارة والقاحلة وذلك من خلال دراسة استخدام التطبيقات الشمسية في التبريد. هذا وقد نفذت في هذا المجال أربعة

مشروعات بحثية بالجامعات اضافة لأربعة مشروعات هندسية أخرى لإجراء الاختبارات الحقلية بتكلفة إجمالية بلغت ١٥,٥ مليون دولار أمريكي.

٤- التطبيقات الريفية / الزراعية Rural/ agricultural applications : كان الهدف الرئيس من هذه التطبيقات دراسة جدوى استخدام تقنيات الطاقة الشمسية في المناطق النائية. وتعتبر محطة انتاج القدرة الكهربائية بالخلايا الكهروضوئية، التي انشئت بالقرية الشمسية، من المشروعات الكبرى، وبلغت تكلفتها الإجمالية حوالي ٤١ مليون دولار أمريكي. ويتمثل المشروع الثاني في تصميم نموذج للبيوت المحمية التي تعمل بالطاقة الشمسية الذي بلغت تكلفته ٣,٦ مليون دولار أمريكي.

٥- التطبيقات في ا ٮالات الصناعية Applications in industry : لقد هدفت هذه إلى استخدام تقنيات الطاقة الشمسية في مجالات التطبيقات الصناعية والتشغيلية التي تحتاج إلى طاقة كهربائية أو حرارية. وقد كان اهمها مشروع تطوير وتجريب تقنيات تحلية مياه البحر باستخدام الطاقة الشمسية، الذي بلغت تكلفته الإجمالية ٣ مليون دولار أمريكي.

٦- أنشطة تنمية الموارد Resources development activities : شملت هذه عدة أنشطة، هدفها المساعدة في تنمية الموارد. تمثلت هذه الأنشطة في جمع البيانات المتعلقة بموارد الطاقة الشمسية، وتحليلها، ومنح الجامعات الدعم اللازم لأجراء الأبحاث الاساسية في مجالات الطاقة الشمسية، والتنظيم والإشراف على الحلقات الدراسية الدولية والدورات الدراسية القصيرة في المجالات المتعلقة بالطاقة الشمسية، ونشر المعلومات الفنية التي اكتسبت من خلال تنفيذ البرنامج. وقد بلغت التكلفة الإجمالية لهذه الانشطة ٥,١ مليون دولار أمريكي.

ثانياً: اتفاقية التعاون المشترك مع المانيا المعروفة بـ. (هايسولار)

The joint Saudi-German agreement (HYSOLAR)

هدفت اتفاقية تعاون المملكة العربية السعودية مع جمهورية المانيا الاتحادية إلى معالجة عدة قضايا تتعلق بالطاقة الشمسية وذلك من خلال برنامج دولي مشترك للبحث والتطوير. لقد تمثلت ثمرة هذا التعاون في مشاريع كبيرة خصصت لتطوير تقنيات إنتاج الهيدروجين بالطاقة الشمسية. هذا وسوف نورد فيما يلي عرضاً موجزاً لمشروع إنتاج الهيدروجين بالطاقة الشمسية (هايسولار).

● مشروع إنتاج الهيدوجين بالطاقة الشمسية (هايسولار)

Project for the production of hydrogen, using solar energy

تعد الامكانات المستقبلية للهيدروجين كحامل للطاقة من الأمور التي لاخلاف حولها، نظراً لتميز هذا الغار بإمكانية نقله وتخزينه واحراقه باستخدام تقنيات تماثل تلك التي تستخدم مع الغاز الطبيعي.

إن أبسط وانظف طريقة لانتاج الهيدروجين هي طريقة تحليل الماء تحليلاً كهربائيا باستخدام الكهرباء المولدة بالطاقة الشمسية.

(٧,١,١,٣) الانجازات الفنية التي تحققت في مجالات استخدام الطاقة الشمسية في المملكة العربية السعودية

The technical achievements in the utilization of solar energy in Saudi Arabia

نقدم فيما يلي عرضاً لكل مشروع جاء في اطار برامج الاتفاقيتين وأهم الانجازات الفنية التي تحققت من خلاله:

أولاً: القرية الشمسية The solar village

يعد نظام توليد القدرة الكهربائية بالخلايا الكهروضوئية في مشروع القرية الشمسية بالمملكة العربية السعودية ، الذي انجزه برنامج سوليراس عام ١٩٨١م من أهم المشاريع التي أنجزت بهذا الحجم والتعقيد في العالم. ويشمل النظام محطة لتوليد

الكهرباء باستخدام المجمعات الكهروضوئية بطاقة تبلغ ٣٥٠ كيلووات. هذا وتمد هذه المحطة ثلاث قرى بطاقة كهربائية تتراوح بين ١ إلى ١,٥ ميجاوات/ ساعة يومياً. ويبلغ عدد سكان هذه القرى ٤٠٠٠ نسمة. هذا وتأتي اهمية المشروع، اضافة إلى ما وفره من كهرباء، في الخبرات التي اكتسبت في مجال تطوير هذه التقنية. وقد انعكس ذلك في انخفاض تكلفة الكيلووات الواحد للنظام الكهروضوئي من ٧٠,٠٠٠ دولار إلى ٤,٠٠٠ دولار أمريكي، الأمر الذي ينسب إلى التقدم الذي أحرز والذي شمل تركيب أول منشأة شبه آلية لتصنيع المجمعات الكهروضوئية والاختبار الميداني لمحطة تولد القدرة القائمة بذاتها (صورة ٧٧).

صورة (٧٧). توضح جانباً من ا ممعات الكهروضوئية ومختبرا ا في القرية الشم . سية بمنطقة . ة الري . اض بالمملكة العربية السعودية.

ثانياً :تحلية مياه البحر بالطاقة الشمسية

The desalination of sea water using solar energy

إن المصنع التجريبي لتحلية مياه البحر الذي يعمل بالطاقة الشمسية والذي استكمله برنامج سوليراس عام ١٩٨٤م، ينتج ٢٠٠ م^3 من مياه الشرب يومياً. وتجمع الطاقة الشمسية بوساطة مجمعات موزعة، ويبلغ المتوسط السنوي للطاقة الشمسية المجمعة يوماً ٢,٢ ميجاوات/ ساعة.

هذا وقد مكنت النتائج المستخلصة من عمليات التشغيل والصيانة والأداء الشركات الصانعة لمكونات المجمعات. من اختبار مفاهيم جديدة تتعلق بتطويرها. لقد وفرت شركات فولكنرجلاس حلولاً لحماية حواف المرايا من ظروف البيئة المحيطة، كما طورت شركة باور كينيتيك آليات الدوران، إضافة إلى توفيرها لجيل ثالث جديد من المجمعات الشمسية. كما استفادت، كثيرا، شركة شيكاغو بريدج آند ايرن من هذه النتائج وطورت معدات جديدة لمنتوجها التجاري.

ثالثاً: الاختبار الحقلي لهندسة التبريد Field testing of cooling technology

أشرف برنامج سوليراس على مشروعات الاختبار الحقلي الرامية لاستكشاف امكانية استخدام الطاقة الشمسية في تبريد اغلفة المباني. وقد قامت شركة كاريير ببناء نظامين تبلغ طاقة تبريد أولهما ٥٣ كيلووات وثانيهما ٣٥ كيلووات. كما انشأ مركز ابحاث يونيتد تكنولجي ريسيرش سنتر نظاماً آخر بطاقة تبريد مقدارها ٦٣ كيلووات. كما قدم مركز هونيويل تكنولوجي نظاماً آخر بطاقة تبريد تبلغ ٤٩ كيلووات. علماً بأن هذه الانظمة جميعها تعمل بالطاقة الشمسية.

رابعاً: نظام إنتاج الهيدروجين بالطاقة الشمسية

Hydrogen producing system using solar energy

تعد الوحدة التجريبية لإنتاج الهيدروجين بالطاقة الشمسية والتي تأسست ضمن برنامج (هايسولار) في بداية عام ١٩٨٩م أول وحدة في العالم لانتاج الهيدروجين بالطاقة الشمسية بقدرة ٣٥٠ كيلووات. تنتج الوحدة التيار الكهربائي من النظام الكهروضوئي، ثم تستخدم الكهرباء في اجهزة التحليل الكهربائي القلوي للماء لانتاج ٤٦٣ م^{٣} من الهيدروجين يومياً بالضغط العادي (العجلان ، ١٩٩٨م).

هذا ويوجد عدد من المحركات المتطورة التي يمكن تشغيلها بوقود الهيدروجين، لقد وضعت هذه تحت الاختبار في مختبر يستغل فيه وقود الهيدروجين لتحريكها.

خامساً: أجهزة للإنارة والتحذير على الطرق تعمل بالطاقة الشمسية

Road lighting and warning equipment operated by solar energy

تشرف على هذه المشروعات مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية. لقد قامت مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية، وعلى امتداد فترات زمنية مختلفة منذ سنة ١٤٠٦هـ، بتنفيذ المشاريع الآتية التي استلمتها وزارة المواصلات بداية من ١٤١٠هـ، لتتولي صيانتها (العجلان وآخرون ، ١٩٩٧م):

١- المشروع رقم (٢) بمكة المكرمة ويتمثل في إشارة علوية توضح الخلوص الرأسي المسموح به للشاحنات على طريق مكة/ السيل عند تقاطع جعرانة.

٢- المشروع رقم (٥) بالرياض الذي يتمثل في إشارتين جانبيتين توضحان أقصى مدى للانحدار (وهو ٧٪) على طريق الرياض/ المزاحمية (نزلة القدية).

٣- المشروع رقم (٦) بالمنطقة الشرقية الذي يتمثل في اضاءة عدد (١٠) لوحات إرشادية عند بعض التقاطعات بالمنطقة الشرقية.

٤- المشروع رقم (٨) بمنطقة عسير لانارة النفق رقم (١) بعقبة شعار البالغ طوله (١٦٦م).

٥- المشروع رقم (٩) بمنطقة عسير لانارة النفق رقم (١٠) بعقبة شعار البالغ طوله (٥٤٦م).

سادساً: أنظمة تسخين المياه المترلية Domestic water heating systems

تولى الإشراف على هذه المشروعات عدد من الجهات الحكومية، وقد تم تركيبها في عدة مجمعات سكنية في انحاء المملكة. هذا وتبلغ تكلفة الكيلووات ساعة من طاقة التسخين المولدة بالشمس حوالي ٠,٠٣٥ دولار أمريكي.

لقد خلص (العجلان ، ١٩٩٨م) إلى أن الخبرات التي اكتسبتها المملكة العربية السعودية من تنفيذ وتمويل البرامج المشتركة مع الولايات المتحدة الأمريكية والمانيا في

مجال ابحاث الطاقة الشمسية وتطبيقاتها قد أسهمت في تطوير القدرات الوطنية في مجال ابحاث الطاقة ونقل تقنية الطاقة الشمسية المتطورة إلى المجتمع العلمي بخاصة والجمهور بعامة.

(٧,١,١,٤) بعض برامج بحوث الطاقة في المملكة العربية السعودية

Some of energy research programs in Saudi Arabia

هناك العديد من المشاريع البحثية القائمة بمدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية نذكر منها ما أصدره معهد بحوث الطاقة (٢٠٠٧م) وهي كما يلي :

أولاً: تقييم مصادر الطاقة الشمسية Assessment of solar energy resources

يقوم المشروع على تقييم مصادر الإشعاع الشمسي وتوزعها الجغرافي في المملكة العربية السعودية لتحديث الأطلس الشمسي. ويتم تشغيل اثنتي عشرة محطة موزعة على كافة مناطق المملكة بغرض قياس وتجميع البيانات المتعلقة بمكونات الإشعاع الشمسي في كل من الرياض (القرية الشمسية) والقصيم والأحساء والجوف وتبوك والمدينة المنورة وجدة والقيصومة ووادي الدواسر وشرورة وأبها وجيزان (خريطة ١ وصورة ٧٨). ويسعى المشروع إلى إعداد قاعدة بيانات الإشعاع الشمسي لخدمة القطاعات المختلفة في المملكة العربية السعودية.

خريطة (١) . تبين مواقع رصد الإشعاع الشمسي بالمملكة العربية السعودية.

صورة (٧٨). توضح أحدى محطات تقييم مصادر الاشعاع الشمسي الموزعة في عدة مدن ومناطق بالمملكة العربية السعودية.

ثانياً: مشروع التبريد بالإمتصاص باستخدام الطاقة الشمسية

Project of cooling by absorption using solar energy

يهدف هذا المشروع إلى دراسة مدى الاستفادة من الطاقة الشمسية كمصدر للطاقة الحرارية اللازمة لتشغيل أنظمة التكييف التبريدي بالامتصاص وبالتالي خفض الأحمال الكهربائية خلال أوقات الذروة وتصميم نظام منافس للتكييف بالأنظمة التقليدية(صورة ٧٩). ومدى إمكانية الاستفادة من النظام في تطبيقات أخرى غير التكييف وتوطين تقنية التبريد بإمتصاص ونقلها للقطاع الصناعي لتهيئة استثمارات صناعية جديدة. بالإضافة إلى تنمية مهارات الكوادر البشرية الوطنية في الحقول المتعلقة بهذا النظام.

صورة (٧٩). جانب من محطة تجارب استغلال الطاقة الشمسية في تشغيل أنظمة التكييف التبريدي بالامتصاص ليستفيد منها القطاع الصناعي في خفض الأحمال الكهربائية.

ثالثاً: تحسين كفاءة أجهزة التكييف المركزية

Efficiency Improvement of Central Air Conditioning System

إن أداء أجهزة التكييف في المناطق الحارة والجافة يتأثر بشكل ملحوظ بدرجة الحرارة الخارجية مما يؤثر سلباً على معامل الأداء خلال فترة الظهيرة. وعليه فإن هذه الدراسة تهدف إلى رفع معامل أداء أجهزة التكييف المركزية وذلك باستخدام وسائد التبريد التبخيري المبللة بالماء لخفض درجة حرارة الهواء المار بمكثف أجهزة التكييف خلال أوقات الذروة في فصل الصيف (صورة ٨٠). ويتوقع أن ينتج عن الدراسة تصميم نظام يلحق بأنظمة التكييف المركزية لرفع كفاءة أدائها في التبريد.

صورة (٨٠). توضح استخدام وسائد التبريد التبخيري المللة بالماء لخفض درجة حرارة الهواء المار بمكثفات أجهزة التكييف صيفاً.

رابعاً: البرنامج الوطني لترشيد الطاقة

National energy efficiency program

وهو من أحد اهتمامات مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية (معهد بحوث الطاقة ٢٠٠٧م) حيث يهدف البرنامج إلى مساعدة قطاع الطاقة في المملكة العربية السعودية لمواجهة الطلب المتزايد على الطاقة وذلك من خلال خطط تعتمد على كفاءة الطاقة والاستهلاك الأمثل لها بدعم ومشاركة بعض الجهات الحكومية والقطاع الخاص. وتعود المكتسبات من تنفيذ هذا البرنامج إلى كل من منتج الطاقة ومستهلكها وإلى المستثمر والمواطن وبالتالي الاقتصاد الوطني وذلك من خلال مخرجات البرنامج المتوقعة ومنها:

١- خفض قيمة فاتورة الكهرباء للمستهلك.

٢- زيادة موثوقية واستدامة الخدمة الكهربائية.

٣- ترشيد الاستثمارات المالية في مشاريع الطاقة الكهربائية.

٤- استخدام أجهزة ذات كفاءة عالية.

٥- تقليص الهدر في استهلاك الطاقة.

٦- إيجاد وظائف جديدة في مجال خدمات الطاقة.

٧- تكوين نواة لمركز وطني لإدارة وترشيد الطاقة.

٨- المحافظة على البيئة.

(٧,١,٢) الماء Water

الماء عصب الحياة إذ لا يمكن تصور وجود حياة بالشكل المتعارف عليه بدون ماء، إذ يقول سبحانه وتعالى: ﴿ وَجَعَلْنَا مِنَ ٱلْمَآءِ كُلَّ شَىْءٍ حَىٍّ أَفَلَا يُؤْمِنُونَ ﴾(الأنبياء ٣٠). ويقول تعالى: ﴿ وَٱللَّهُ خَلَقَ كُلَّ دَآبَّةٍ مِّن مَّآءٍ فَمِنْهُم مَّن يَمْشِى عَلَىٰ بَطْنِهِۦ وَمِنْهُم مَّن يَمْشِى عَلَىٰ رِجْلَيْنِ وَمِنْهُم مَّن يَمْشِى عَلَىٰٓ أَرْبَعٍ يَخْلُقُ ٱللَّهُ مَا يَشَآءُ إِنَّ ٱللَّهَ عَلَىٰ كُلِّ شَىْءٍ قَدِيرٌ ﴾ (سورة النور ، آية ٤٥)،

ويقول تعالى ﴿ خَلَقَ ٱلسَّمَٰوَٰتِ بِغَيْرِ عَمَدٍ تَرَوْنَهَا ۖ وَأَلْقَىٰ فِى ٱلْأَرْضِ رَوَٰسِىَ أَن تَمِيدَ بِكُمْ وَبَثَّ فِيهَا مِن كُلِّ دَآبَّةٍ ۚ وَأَنزَلْنَا مِنَ ٱلسَّمَآءِ مَآءً فَأَنۢبَتْنَا فِيهَا مِن كُلِّ زَوْجٍ كَرِيمٍ ﴿١٠﴾ هَٰذَا خَلْقُ ٱللَّهِ فَأَرُونِى مَاذَا خَلَقَ ٱلَّذِينَ مِن دُونِهِۦ ۚ بَلِ ٱلظَّٰلِمُونَ فِى ضَلَٰلٍ مُّبِينٍ ﴾ (سورة لقمان، آية ١٠-١١).

تتنوع مصادر المياه في الصحراء، إذ تتمثل هذه في:

١- مياه الأمطار.

٢- المياه الجوفية وهي المياه التي تتسرب وتتجمع في جوف الأرض بفعل الجاذبية، بعد أن تتشبع طبقات التربة التي تعلوها.

٣- المياه السطحية التي يعتمد وجودها على الموقع الجغرافي للصحراء، وتتمثل هذه في المحيطات والبحار المالحة، ومياه الأنهار العذبة.

هذا وقد إستغل الإنسان في الصحراء هذه المصادر المائية في أغراض الحياة المختلفة مثل الزراعة والصناعة والأغراض المنزلية وغيرها.

(٧,١,٢,١) استخدام مصادر الماء في الصحراء لأغراض الزراعة

Utilization of water resources in the desert for agriculture

تتنوع طرق إستزراع الأراضي الصحراوية بتنوع مصادر المياه فيها، وتصنف طرق الإستزراع هذه على النحو التالي:

أولاً: الزراعة المطرية (الزراعة الجافة) Rain-dependent agriculture

وهي زراعة تعتمد على المطر وحده؛ ونظراً لما يتميز به المطر الصحراوي من حيث قلته، وعدم إنتظامه فإن هذا النوع من الزراعة يقتصر على الصحاري شبه الجافة، التي حباها الله بمطر وفير نسبياً (لا يقل عن ١٥٠ مليمتراً سنوياً)، والذي لا يحد عدم إنتظامه من ممارسة الزراعة المطرية.

هذا ويعتمد نجاح الزراعة المطرية (الزراعة الجافة)، إضافة لتوافر معدل مناسب من المطر السنوي (لايقل عن ١٥٠ مليمتراً)، على ملاءمة التربة وعلى زراعة أنواع

النباتات التي ثبت بالتجربة، أنها تقاوم الجفاف، وذات إحتياجات قليلة من الماء. ولا تحتاج لوقت طويل لتكمل دورة حياتها.

ثانياً:الزراعة في الأودية الصحراوية المعتمدة على مياه السيول

Agriculture in desert wadis

يوفر الوادي الصحراوي، بيئة ملائمة لزراعة المحاصيل، نظراً لمميزاته الطبوجرافية التي أوردناها سابقاً.

ومشروعات إستزراع الأودية الصحراوية ذات أهمية كبيرة في المناطق الصحراوية، ويتم ذلك بإقامة السدود، وتوزيع المياه وحماية إنجراف التربة ؛ فتقام سدود متتالية وذات مداخل متبادلة في طريق السيول المنحدرة، بحيث تتخذ مياهها مساراً متعرجاً، مما يخفف من حدتها وإندفاعها، فيترسب ما بها من ماء ومواد عالقة، وفي ذلك حماية للتربة من عامل السيول.

أما من حيث التركيب المحصولي عند إستزراع الأودية الصحراوية فيتعين إختيار الأنواع قليلة الإحتياجات المائية والتي تتحمل الجفاف، وتكمل دورة حياتها في وقت قصير.

ثالثاً: الزراعة المعتمدة على الري بالمياه الجوفية

Agriculture using water from artesian wells

هي تلك المياه المختزنة في باطن الأرض بعيداً عن السطح، ويتعين حفر الآبار لإستخراجها ؛ هذا وتتفاوت أعماق الآبار بين أمتار قليلة ومئات الأمتار، إذ توجد الآبار الضحلة التي تستمد ماءها من المطر الذي يتساقط في المنطقة وتتشربه الأرض، وهنالك الآبار العميقة، وكذلك الآبار التي يكون ماؤها المختزن تحت ضغط يكفي لرفعه إلى ما فوق مستوى الأرض، وهذا يمثل مصادر المياه الإرتوازية في كثير من الواحات الصحراوية.

هذا فإن التقنيات المتاحة حالياً تجعل ضخ المياه من أعماق مئات الأمتار بالغ التكاليف، ويتعين إجراء البحوث لتطوير تقنيات ضخ المياه الجوفية المختزنة في باطن الأرض؛ والتطوير المطلوب يدخل في باب التطوير التقني للمضخة وتطويع الطاقات غير التقليدية (الشمس، الرياح ... إلخ) لإستخدامها في الضخ.

وهناك حقائق مهمة يجب ألا تغيب عن بال المعنيين بالزراعة المعتمدة على مياه الآبار وهي أن المياه التي تتجمع في الآبار الجوفية مستمدة، في أكثر الأحيان، من الأمطار والتي تنفذ في باطن الأرض مسافات طويلة قبل أن تصل إلى تلك الآبار، فتذيب في طريقها قدراً كبيراً من الأملاح الموجودة في التربة، أي أن ماء البئر يمثل محلولاً ملحياً، تتوقف درجة تركيزه على كمية المطر، إذ يكون مخففاً في السنوات ذات الأمطار الغزيرة، ومركزاً في السنوات الجافة التي يقل فيها المطر؛ فالري بماء الآبار يأتي منه رفع محلول الأملاح الذائبة في التربة إلى سطحها، وتوزيعه في الطبقة السطحية التي تعتمد عليها النباتات؛ ويرتفع هذا المحلول إلى سطح التربة، بعد الري، بالخاصية الشعرية، تحت تأثير التبخر الشديد، فيجف الماء المذيب، وتتراكم الأملاح بالتدريج عند سطح التربة؛ ولما كانت كمية الماء التي يمكن الحصول عليها تحت ظروف الصحراء، ليس بها فائض يسمح بالغسيل والصرف، فإن الفرصة لا تتاح دائماً لإزالة الأملاح المتراكمة بالري من الآبار، ويؤدي ذلك إلى تدهور التربة بالتدريج، وفساد خصائصها الطبيعية والكيمائية، حتى يأتي وقت لا يمكن إستمرار الزراعة فيها، ولذلك يجب الدأب على تحليل مياه الآبار بإستمرار قبل إستعمالها في الري، فإذا كانت ملوحتها عالية أوقف الري منها حتى تخف.

وتعتمد صلاحية المياه الجوفية لري بعض المحاصيل الزراعية على كمية الأملاح المذابة فيها ونوعيتها، كما وأنها تعتمد على نوعية التربة ونوع النبات، والمناخ السائد؛ هذا ويمكن القول، عموماً، بأنه كلما قلت كمية الأملاح المذابة في المياه الجوفية،

زادت جودتها وصلاحيتها للري. هذا وهنالك بعض الأملاح التي لها تأثير سام على النباتات ؛ كما أن لأملاح الصويوم أثراً على التربة الطينية ، إذ إنها تُكوِّن قشرة صلبة على سطحها ، تحد من وصول الماء والهواء إلى جذور النباتات ؛ وبالعكس فإن لأملاح الكالسيوم التي تكثر في المياه الجوفية أثراً كبيراً على تكوين التربة ، حيث إنها تساعد على تفككها وزيادة مساميتها وقابليتها لتمرير الماء والأوكسجين لمنطقة الجذور ؛ وفي بعض الأحيان التي تستعمل فيها مياه غنية بأملاح الصوديوم ، قد يكون من الضروري إضافة مركبات الكالسيوم ، مثل الجبس ، للتربة حتى تحتفظ بخواصها المسامية.

ويختلف أثر المياه الجوفية بإختلاف نوعية التربة والمحصول ، فقد لا يكون هنالك ضرر يذكر إذا ما إستعملت المياه الجوفية بكميات كبيرة لري تربة رملية جيدة الصرف ، بينما يؤدي ذلك إلى تراكم الأملاح في الطبقات العليا من التربة الطينية الثقيلة القوام ؛ كما أن الري بالمياه الجوفية ، على مر السنين ، يسبب في الأراضي الجافة تركيزاً للأملاح ضاراً بالتربة ، بينما تتولى مياه الأمطار غسل التربة وتخليصها من الأملاح الزائدة ، سنوياً ، في المناطق ذات المطر الغزير.

كما يجب أن تنتخب للزراعة أنواع النباتات ذات الإحتياجات القليلة للماء والتي تتحمل الجفاف ، إضافة لتحملها درجة من الملوحة ، واكمال دورة حياتها في فترة قصيرة.

رابعاً: الزراعة المعتمدة على الري بمياه الأ ار

Agriculture using rivers for irrigation

لقد أمكن زيادة الرقعة المزروعة في كثير من المناطق الصحراوية من موارد مائية من أنهار قريبة ، ومن أمثلة ذلك المشاريع المروية في جمهورية السودان والمناطق الواقعة غرب الدلتا في منطقة الساحل الغربي في جمهورية مصر العربية. هذا ويتعين مراعاة التوجيهات الآتية في حالة إستزراع الأراضي بإستخدام مياه الأنهار :

١- أن يتم تقنين كمية ماء الري وفق الإحتياجات المائية الفعلية لأنواع النباتات التي يراد زراعتها ، على أن تنتخب هذه من الأنواع القليلة الإحتياجات المائية

والمتحملة للجفاف ؛ وهذا ويتعين عند تحديد كمية ماء الري ، مراعاة سرعة التبخر من سطح الأرض ، إذ إن الإسراف في الماء يؤدي إلى إرتفاع مستوى الماء الأرضي وزيادة ملوحة التربة.

٢- من الضروري أن يلازم التخطيط لنظام الري تخطيط للصرف ، خوفاً من أن يرتفع مستوى الماء الأرضي وتتملح التربة لدرجة تفقد معها إنتاجيتها.

خامساً: سبل ترشيد استخدام المياه في الزراعة في الأراضي الجافة

Efficient utilization of water for irrigating farms in deserts

إن محدودية الموارد المائية المتاحة للزراعة في المناطق الجافة ، وإزدياد الطلب عليها للأغراض الأخرى ، تحتم تحسين كفاية إستخدامات الموارد المائية وذلك بإجراء تعديل جذري في طرق وتقنيات ونظم وأساليب الري زادت الكفاية المنخفضة ، وإنتهاج كافة السبل والوسائل التي تمكن من ترشيد إستخدام المياه في الزراعة بالمقادير اللازمة ، وضمن الحد الأدنى لتحقيق أعلى قدر من الإنتاجية ؛ وسنتناول فيما يلي عرضاً لما يمكن أن يتبع لتحقيق ذلك :

لقد أثبتت التجارب جدوى إستخدام التقنيات الحديثة في مشاريع الري ولقد أصبح من الضروري إدخالها في مشاريع الري في الصحارى وبخاصة صحارى الوطن العربي والإسلامي والتوسع في إستعمالها ، كبدائل لطرق ووسائل ونظم الري التقليدية ، وتشمل هذه ما يلي :

١- الترشيد في استخدام مياه الري عن طريق الري بالتنقيط

Efficient utilization of water using drip irrigation

يعد الري بالتنقيط أحد المبتكرات الحديثة لتطبيق الري ، وهو بلاشك يعد تقدماً واضحاً في تقنية الري ؛ ويتم توصيل مياه الري ، والمحاليل الغذائية المعدنية في نظم الري بالتنقيط بالكميات المطلوبة والمحسوبة بدقة ، وبمعدلات بطيئة ، على شكل نقط منفصلة أو متواصلة ، من خلال أدوات ميكانيكية تعرف بالمنقطات ؛ وتكون هذه موضوعة عند نقاط محددة ، على طول خطوط توصيل المياه ، ويتراوح معدل التصريف لتلك المنقطات بين (١ — ١٢ لتراً) في الساعة. وفي هذه الحالة يمكن إيصال

المياه قريباً من النبات، حيث يتم تبليل جزء من حجم التربة الذي يحتوي على الجذور الفعالة للنباتات المحصولية. ويتميز الري بالتنقيط بتقارب فترات الري، التي غالباً ما تتراوح بين مرتين في اليوم، ومرة كل ثلاثة أيام، ويتوقف ذلك على عدة ظروف، منها نوع نبات المحصول، والتربة والمناخ؛ كما يمكن إيصال الأسمدة، وبعض المواد الكيمائية، من خلال ري التنقيط بكفاية عالية لكل فرد من أفراد نوع نبات المحصول، أو أفراد أنواع نباتات متعددة؛ هذا ويمكن تطبيق ري التنقيط في الحقل فوق سطح التربة أو تحته؛ ويحتاج الماء الذي يوزع من خلال شبكة الأنابيب الحقلية إلى ضغط يتراوح بين ١٠-٢٠٠ كيلو باسكال.

ويتفوق نظام الري بالتنقيط على نظم الري الأخرى، حيث يمكن إستخدامه بكفاية عالية في الأراضي الرملية، وفي الحقول ذات التضاريس المائلة؛ ويوفر الري بالتنقيط، المصمم جيداً، كميات من المياه تصل ٥٠٪ بالمقارنة بالري السطحي و٣٠٪ بالمقارنة بالري بالرش، وذلك بتقليل فواقد المياه التي قد تضيع بالتسرب العميق، أو الجريان السطحي، أو بالتبخر في نظم الري الأخرى (العمود ، ١٩٩٨م).

وتُعَدُ المملكة العربية السعودية من الدول السباقة في المنطقة العربية التي طبقت تقنية الري بالتنقيط بصورة واسعة، وذلك لإقتناع المسئولين والمزارعين بجدواه؛ وتفيد الإحصائيات الرسمية أن المساحات المروية بالتنقيط في المملكة العربية السعودية تطورت من ٦٦٦ هكتاراً في عام ١٩٨١م إلى ٦٧٣٩ هكتاراً في عام ١٩٩١م (العمود، ١٩٩٨م).

ويكثر إستعمال نظم الري بالتنقيط في ري محاصيل البيوت المحمية، والخضروات والفواكه وأشجار الزينة.

٢- الترشيد في استخدام مياه الري عن طريق الري بالرش

Efficient utilization of irrigation water using sprinklers

لقد تزايد في السنوات الأخيرة، إستعمال طريقة الري بالرش (فوق النباتات)، وفيها يتم توزيع المياه تحت ضغط خلال شبكة من الأنابيب، ثم ترش في الهواء، فتتفتت إلى قطرات صغيرة، وتتساقط على سطح الأرض بصورة مشابهة للمطر

الطبيعي. ويعتبر إستهلاك الماء، وإحتياجات اليد العاملة عموماً أقل في طريقة الري بالرش مقارنة بالري السطحي التقليدي.

هذا فالمكونات التي يتركب منها نظام الري بالرش هي المضخة، والأنبوب الرئيس، وأنبوب الرشاشات، والرشاشات.

أ) المضخة: تقوم هذه بسحب المياه من مصدرها، مثل خزان أو بئر أو مجرى مائي، ثم تدفعها إلى شبكة الري؛ وتدار المضخة بواسطة وحدة قوى محركة مثل آلة إحتراق داخلي أو محرك كهربائي.

ب) الأنبوب الرئيس: الذي ينقل المياه من المضخة إلى أنبوب الرشاشات؛ وفي بعض الأحيان يكون الأنبوب الرئيس دائم الوضع، ويكون هذا إما فوق سطح الأرض أو تحتها، والأخير أكثر شيوعاً. وتصنع الأنابيب الدائمة الوضع من الصلب المجلفن أو من الأسمنت أو من الاسبستس أو من البلاستيك؛ وتصنع الأنابيب غير الدائمة الوضع (المتنقلة) من سبيكة خفيفة من الألمونيوم أو من الصلب المجلفن أو من البلاستيك، بحيث يسهل تحريكها من مكان لآخر.

ج) أنبوب الرش: ويستخدم نوعان من الرشاشات في الزراعة، وهما الرشاش الدوار (Rotary sprinkler) والأنبوب ذو الفتحات (البخاخات) الثابتة؛ ويعد الرشاش الدوار من أكثر الأنواع إستعمالاً. وتستخدم في بعض النظم العديد من الرشاشات الدوارة الصغيرة، والتي تعمل كلها في وقت واحد.

ويتكون الأنبوب ذو البخاخات Spray line من أنبوب به فتحات صغيرة أو فوهات Nozzles موزعة على طول الخط، ومن خلالها تتم عملية بخ الماء؛ أما الأنبوب نفسه فيكون إما ثابتاً أو متحركاً حول محور في حركة ترددية من جانب لآخر أو يدور حول محور مركزي رأسي.

٣- ترشيد إستهلاك الماء في نظام الري بالغمر عن طريق تهيئة وتسوية الأرض، وزيادة كفاءة قنوات الري والإدارة المحسنة لإستخدامات الري في الزراعة

Efficient consumption of water in surface irrigation, by proper preparation and leveling of the ground, by increasing the. Efficiency of irrigation canals and by improving water management systems

وبالرغم من تزايد إستخدام نظم الري بالتنقيط والري بالرش في السنوات الأخيرة، إلا أن الطريقة التقليدية المتمثلة في طريقة الغمر السطحي، ما تزال هي السائدة في معظم بلدان العالم، وخاصة في وطننا العربي. ويمكن ترشيد إستهلاك الماء بطريقتين هما: تهيئة الأرض وتسويتها. وزيادة كفاءة قنوات الري.

أ) **تهيئة الأرض وتسويتها Preparation and leveling of the ground :** ومن المعلوم أن أي تغيير طفيف في مستوى الأرض، يؤثر كثيراً في كفاية الري بشكل ملموس، إذ يؤدي إلى سوء توزيع الماء في الحقل وإلى تغدق التربة في المناطق المنخفضة؛ هذا ويمكن زيادة كفاية نظام الري السطحي، ومن ثم ترشيد إستهلاك الماء بتهيئة الأرض وتسويتها بإستعمال الليزر، وتعد أشعة الليزر إنجازاً حديثاً في تطوير عمليات تهيئة الأرض وتسويتها، لأنها تساعد المكائن على أداء العمل بسرعة عالية ودقة كبيرة.

ب) **زيادة كفاءة قنوات الري Increasing the efficiency of irrigation canals :**

تعد قنوات الري غير المبطنة من أرخص القنوات وأسهلها من حيث الإنشاء، حيث إنها تشق في الأرض الطبيعية وتستعمل الأتربة الناتجة من أعمال الحفريات في إنشاء السدود الترابية الجانبية، ولكن تسرب الماء من أرضية القناة ومن جوانبها يتسبب في فقد كميات كبيرة من الماء، كما يحدث ترسب الغرين العالق في الماء، الذي يساعد على نمو الحشائش والأعشاب التي تعيق سريان الماء (صورة ٨١)، إضافة إلى أنها تتسبب في فقدان كميات كبيرة من الماء عن طريق النتح، ويستلزم ذلك تطهير القنوات بإنتظام (صورة ٨٢). ولمعالجة هذه السلبيات يتم إنشاء قنوات

للري مبطنة. وتستعمل مواد مختلفة في تبطين قنوات الري، علماً بأن أرخص مادة يمكن إستخدامها في تبطين القنوات هي التربة الطينية، على شكل طبقة مرصوصة على جوانب القناة وأرضيتها، وتقلل هذه المادة من تسرب الماء غير انها لا تحد من مشاكل نمو الأعشاب.

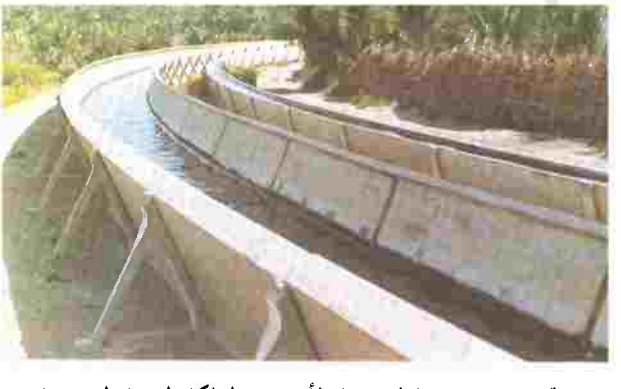
هذا و يفضل أن تكون سطوح المواد المستخدمة في تبطين القنوات صلبة مثل الخرسانة والطوب، للتقليل من التسرب ومنع نمو الأعشاب والسيطرة على نخر التربة؛ ويقلل التبطين بهذه المواد من أعمال الصيانة إلى حدٍ كبيرٍ. هذا وتعد الخرسانة من أفضل مواد التبطين لإمكانية بقائها لفترة زمنية أطول من أي مادة أخرى؛ وتستخدم الخرسانة على هيئة قطع سابقة التصنيع (الصب) أو تصب في الموقع مباشرة (صورة ٨٣).

إن تبطين القنوات بأية مادة صلبة يمنع مبدئياً نمو الشجيرات والأعشاب، ويحد من أضرار فقد الماء عن طريق النتح، ويزيد من سرعة إنسياب الماء، غير أن هذا لا يمكن أن يدوم إلى الأبد، لأن مادة التبطين معرضة للتلف تدريجياً مع مرور الزمن، ولذا تحتاج القنوات لإعادة تبطين، وهذا مكلف جداً؛ ويعتمد عمر بقاء التبطين على نوع المادة، وطريقة التنفيذ المتبعة؛ فعلى سبيل المثال تدوم القناة المبطنة بالخرسانة لمدة خمسين عاماً أو أكثر عند إنشائها بطريقة سليمة، ولكن في حالة عدم رص (دك) طبقات التربة تحت مادة التبطين بالقدر الكافي، أو عدم هز الخرسانة بالشكل المناسب أثناء عمل الإنشاء، قد يتشقق التبطين خلال فترة زمنية وجيزة (سنة واحدة أو سنتين)، ويتطلب ذلك أعمال صيانة معقدة إضافة إلى إستخدام طرق فنية حديثة لإجراء الإصلاح اللازم مما يترتب عليه تكاليف باهظة (العمود ، ١٩٩٨م).

هذا ويجب إستعمال القنوات المبطنة فقط في نقل المياه الخالية من الغرين لأنه يصعب تطهيرها منه دون إلحاق أضرار بالتبطين؛ هذا وعادة يمرر ماء الري المحمل بالغرين من خلال أحواض ترسيب خاصة للتخلص منه قبل دخوله نظام الري.

صورة (٨١). توضح نمو النباتات المائية الكثيف الذي يسد مجري الماء في أحدى الت ـ رع (القد ـ وات) في القسم الشمالي من مشروع الجزيرة بالسودان.

صورة (٨٢). توضح إزالة الإطماء في جزء من ترعة (قناة) في القسم الشمالي م ـ ن م ـ شروع الجزي ـ رة بالسودان، تلاحظ كمية الطمي التي أزيلت من مجرى الترعة.



صورة (٨٣). توضح قناة ري خرسانية في واحة الأحساء بالمملكة العربية السعودية.

٤- الترشيد في إستخدام مياه الري عن طريق الإدارة المحسنة لاستخدامات المياه Efficient consumption of irrigation water by improving water management systems : إن الإدارة المحسنة لإستخدامات المياه في الزراعة المروية، على مستوى المشروعات، تمثل آلية فعالة لترشيد إستخدام المياه في الري؛ ويتحدد مفهوم الإدارة المحسنة للموارد المائية في الزراعة، في كونها جملة من الإجراءات الفنية، والتنظيمية المتكاملة، الهادفة إلى تحقيق أفضل وأمثل إستخدام للموارد المائية المتاحة في مشروع ري ما، بما يحقق أعلى كفاية من وحدة المياه، وذلك بواسطة هياكل مؤسسية تضم عناصر فنية وإدارية متخصصة في التخطيط المائي، ومؤهلة لوضع برامج التشغيل والصيانة لكافة عناصر مشروع الري، وتأمين إستمرارية عملها ومتابعة أداء هذه المكونات، وبالتالي إتخاذ القرارات الصحيحة بما يحقق الهدف الإقتصادي والإجتماعي للمشروع وتطويره المستمر.

ويتطلب تحقيق إدارة محسنة لإستخدامات المصادر المائية المتاحة على مستوى مشاريع الري، توافر عناصر رئيسة هي:

أ) أن تتمتع الإدارة بشخصيتها الإعتبارية المستقلة على مستوى المشروع، (أي غير المركزية)، في إرتباطها بالجهة العليا.

ب) مشاركة المستفيدين من المشروع مشاركة فعالة في إدارة بعض المكونات، وفي إتخاذ القرارات.

ج) توافر الإمكانيات اللازمة لتقويم الأداء، من التجهيزات، ووسائل إتصال وتحكم.

إن تحقيق الإدارة المحسنة يتطلب المتابعة المستمرة لعمل مكونات كل مشاريع الري، وتقويم أداء كل منها وعلى كافة المستويات بدءًا من إنطلاق المياه وحتى إيصال المياه إلى الحقل؛ ولذلك فإن تقويم الأداء في مشروع ري ما – وبغض النظر عن المستوى التكنولوجي للتجهيزات المستخدمة فيه – يجب أن يرتكز على معرفة ما تم تحقيقه مقارنة مع ما كان يجب تحقيقه بموجب خطة الإستثمار الموضوعة.

(٧,١,٣) الهواء Air

كما هو معلوم فإن الهواء الجوي الجاف النقي المحيط بنا يتكون من النيتروجين بنسبة ٧٨٪ والأوكسجين بنسبة ٢١٪ وثاني أكسيد الكربون بنسبة ٠,٠٣٪ وتكوّن النسبة الباقية غازات أخرى مثل النيون، والأرجون، والهيليوم، والكريتون، والزينون، والأوزون والرادون وغيرها.

ويستهلك الإنسان والحيوانات والنباتات الأوكسجين في عملية التنفس وتطرح ثاني أكسيد الكربون في الهواء الجوي، بينما تستهلك النباتات الخضر ثاني أكسيد الكربون وتطرح الأوكسجين في الهواء الجوي أثناء عملية البناء الضوئي.

هذا ويتعرض الهواء في الصحراء للتلوث نتيجة لعوامل طبيعية أو نتيجة لنشاط الإنسان؛ ومع تزايد النشاط الصناعي وتطور وسائل النقل، فقد تعرض الهواء، ولازال، لأنواع شتى من الملوثات متمثلة في أكاسيد الكربون، وأكاسيد الكبريت، وأكاسيد النيتروجين، والروائح، والجسيمات الصلبة من معادن مختلفة وغبار وسناج وأدخنة، مما أضر كثيراً بالبيئة الصحراوية وانعكست آثاره سلباً على الحياة فيها.

وتمثل الرياح طاقة نظيفة رخيصة قد تم إستعمالها في بعض المناطق الصحراوية، ومنها السودان، عن طريق مراوح ضخمة، لرفع المياه من الآبار ولكن مع الأسف الشديد حلت محل هذه المراوح التي تدار بالهواء، المحركات التي تحركها الطاقة الكهربائية أو البنزين أو الديزل وهي بدائل مكلفة جداً.

(٧,١,٣,١) محاولات المملكة العربية السعودية لاستغلال طاقة الرياح

Saudi Arabian attempts to utilize the wind energy

أما في المملكة العربية السعودية، فيقوم مركز الطاقة المتجددة (معهد بحوث الطاقة، ٢٠٠٧ م) بمدينة الملك عبدالعزيز والتقنية بتنفيذ مشروع تقييم مصادر طاقة الرياح حيث يتم رصد سرعة الرياح على إرتفاعات مختلفة واتجاهاتها (صورة ٨٤) في عدد من مناطق المملكة منها الرياض (القرية الشمسية) والظهران وعرعر وينبع والقصيم والجوف وظلم والمدينة المنورة (خريطة ٢). ويتم تحليل المعلومات المجمعة

ودراستها من حيث جدوى استغلال طاقة الرياح. وتتضمن مخرجات المشروع إعداد قاعدة بيانات عن طاقة الرياح لخدمة القطاعات المختلفة وإصدار أطلس محدَّث لطاقة الرياح في المملكة العربية السعودية.

صورة (٨٤). جانب من أحد محطات رصد طاقة الرياح بالمملكة العربية السعودية.

خريطة (٢). تبين مواقع محطات رصد طاقة الرياح بالمملكة العربية السعودية.

(٧,٢) المصادر المتجددة Renewable Resources

وهي التي تتجدد بصفة مستمرة في الطبيعة. وتشمل هذه مصادر ثلاثة وهي: التربة والثروة النباتية والثروة الحيوانية؛ وترتبط هذه المصادر إرتباطاً وثيقاً بعضها ببعض، بل تعتمد كلٌ منها على الأخرى في النظام البيئي الصحراوي. هذا فإن سوء إستغلال أي من هذه المصادر بمعدل يفوق معدل تجدده في النظام البيئي الصحراوي الهش يؤدي إلى اختلاله.

(٧,٢,١) التربة The soil

(التربة في الأراضي الجافة هيكلية أي إنها تتكون من فتات الصخر أو ما تجمعه الرياح من رمال أو ما تحمله مياه السيول من رواسب. ونظراً لأن الغطاء النباتي قليل ويتأكسد نثاره سريعاً فإنه لا يترك في التربة إلا القليل من المادة العضوية وتظل التربة أقرب إلى الرواسب السطحية منها إلى (التربة) بالمفهوم التصنيفي.

وتطور التربة لا يتضمن إغناءها بالدبال (المواد العضوية) كما يحدث في تربة أراضي المناطق الرطبة. ولكن تطور التربة يتطلب عمليات فيزيائية وكيميائية تنشأ عنها طبقات غنية بالكربونات أو الجبس. وقد تتكون هذه الطبقات تحت السطح (طبقة صماء) أو تتكون على السطح فتتكون منها صدفة سطحية، وهي جميعاً لا تتيح الفرصة لنمو النباتات) (القصاص ، ١٩٩٩م).

وتشكل التربة مصدراً للماء وعناصر التغذية المعدنية لنباتات اليابسة، وهي المأوى لكثير من الحيوانات خاصة الدنيا منها كالديدان وبعض الحشرات، ولكثير من الكائنات الدقيقة من بكتيريا وطحالب وفطريات.

والإنسان يستثمر التربة في إنتاج المحاصيل الزراعية والأعلاف، ويحاول إتباع الطرق المختلفة للحفاظ على التربة وزيادة خصائصها الإنمائية ولكن ممارسات

الإنسان، غير الرشيد، في كثير من الأحيان، ممثلة في تدمير الكساء النباتي بالرعي الجائر، والقطع والحرق، وتطبيق نظم الزراعة واساليبها الخاطئة أفقدت التربة خصوبتها وقللت من إنتاجيتها. فقد أفقد الرعي الجائر، والقطع والحرق، التربة غطاءها النباتي الطبيعي مما نتج عنه إنجرافها، وتعريضها لعوامل التعرية الماء والرياح؛ هذا وقد تعرضت مساحات من الصحاري في الوطن العربي لهذه الممارسات الخاطئة. كما إن عمليات الري والصرف غير المنظمة أدت إلى تدهور حالة التربة، فالري بإسراف، خاصة إذا كان بالمياه الجوفية – أدى إلى تمليح التربة ونقص إنتاجيتها؛ كما أن عدم الإهتمام بتوفير شبكات للصرف أدى إلى إغداق التربة بمياه الري وإلى إرتفاع منسوب الماء الأرضي فيها وتدهورها؛ ومع الأسف الشديد فإن مساحات الأراضي المالحة في صحارى الوطن العربي تزداد يوماً بعد يوم، نظراً للإسراف في إستعمال المياه التي بها نسب ملوحة عالية أو لعدم وجود وسائل سليمة للصرف.

وكذلك فإن الإسراف في إستعمال المبيدات الكيميائية أدى إلى تجميعها في التربة، مما أدى إلى قتل كثير من الأحياء الدقيقة في التربة، التي تلعب دوراً مهماً في تحلل المواد العضوية وتكوين الدبال، وإعادة عناصر التغذية المعدنية للتربة، لتكون في متناول النباتات.

(٧,٢,٢) المصادر النباتية Plant Resources

يشكل الكساء النباتي الطبيعي في الصحراء المرعى الطبيعي للأنعام والحيونات البرية كما أنه توجد من بين نباتات الفلورا الطبيعية للصحراء، أنواع ذات أهمية إقتصادية كبيرة، فبعضها نباتات طبية أو عطرية، أو سامة، ونباتات ألياف وأخشاب وقود وبعضها يصلح أن يكون غذاءً للإنسان، وبعضها يصلح للإستعمال في تزيين

الحدائق المنزلية والمنشآت، وتثبيت الرمال، كما أنها تمثل مصادر لأصول وراثية Genetic resources للعديد من النباتات الإقتصادية.

(٧,٢,٢,١) الاستغلال الأمثل للمراعي التي توفرها النباتات البرية وتنميتها

Efficient utilization and improvement of natural pastures

١- الجدير بالذكر أن الإستغلال الأمثل للمراعي الطبيعية أصبح الآن علماً يقوم على قواعد علمية راسخة، منها معرفة الفلورا الخاصة بكل منطقة، وتحليل نباتاتها لمعرفة القيمة الغذائية لكل نوع منها، والعمل على إكثار الأنواع ذات القيمة الغذائية العالية ومنها الأنواع المستساغة التي تقبل عليها حيوانات المرعى وتلك التي تعافها وتعرض عنها ومحاولة التعرف على أسباب الإقبال والإعراض، ومحاولة التعرف على أنواع النباتات السامة ومدى سميتها، وتحليلها لمعرفة تركيز المواد الفعالة بها، وكنه الأضرار التي تلحقها بالحيوانات، وتخليص المراعى منها، مع محاولة الإنتفاع بها في غرض إقتصادي آخر – طبي أو دوائي – .

٢- كما ينبغي الإهتمام بتحديد طاقة كل مرعى من رؤوس الماشية (الحمولة الرعوية)، بحيث لا تؤدي زيادة عدد الحيوانات إلى رعي جائر يقضي على أنواع النباتات المستساغة، ويحرم التربة من غطائها النباتي، فتصبح نهباً لعوامل التعرية – الرياح والماء – . هذا ويدخل في تحسين المراعي وتنميتها وترشيد الرعي، تنظيم دورة رعي مدروسة يستغل فيها عدد من مناطق الرعي، بحيث يسمح بالرعي في أي منطقة منها مرة واحدة كل بضع سنين، ثم يمنع منها الرعي بقية سنوات الدورة لكي يسترد في أثنائها الكساء النباتي الطبيعي كثافته السابقة ويعود مزدهراً.

٣- ومن إجراءات تحسين المراعي أيضاً، العمل على زيادة المصادر المائية لمناطق الرعي بإقامة سدود ترابية لتوجيه مياه السيول والإنسياب السطحي تجاه أراضي الرعي وتركيزها فيها.

٤- ومن الإجراءات أيضاً، تحسين الغطاء النباتي بالإستزراع الرعوي، إذ يتعين إستخدام الإستزراع الموسع بالنباتات الرعوية المحلية، لأنه الوسيلة الملائمة، والسريعة لتنمية المراعي وإعادة الغطاء النباتي ورفع قيمته الإنتاجية، والمحافظة على التربة من الإنجراف، ويتم ذلك إما عن طريق نثر البذور مباشرة، أو إستزراع أراضي المراعي المتدهورة بالشجيرات الرعوية المتحملة للجفاف.

٥- ومنها أيضاً، محاولة إدخال، أنواع نباتات مستوردة ذات قيمة غذائية عالية، وتستسيغها الحيوانات وتقبل عليها، ويكون قد ثبت نجاحها في بيئات صحراوية مماثلة.

ولتخفيف الضغط على المراعي الطبيعية ينبغي الإهتمام بتوفير الأعلاف الخضراء والإستفادة الكاملة من مخلفات المحاصيل الحقلية والصناعية.

٦- هذا وإن الإكثار من قيام المحميات المسورة وغير المسورة، يساعد على تنمية الكساء النباتي في أرض المراعي، وعلى إكثار البذور.

٧- وفوق هذا كله فلابد من إرشاد وتوعية المستفيدين من المراعي الطبيعية (الرعاة) وذلك من قبل المشرفين على مشاريع تنمية المراعي، وذلك حول أهمية المحافظة على المراعي، من حيث عدم زيادة الأعداد من الحد المسموح به من الحيوانات، في وحدة المساحة وفترة بقائها في المرعى، وعدم التحطيب، ودعم تغذية قطعانهم بشراء مواد علفية في سنين الخير والجفاف على حدٍ سواء، لما في ذلك من أثر كبير على إنتاجية قطعانهم، ومساعدة كل ذلك في حفظ التوازن البيئي في المراعي مما يعود عليهم بالفائدة؛ ولابد من إيجاد الوسيلة العملية لإقناع الرعاة بهذه التوجيهات، عن طريق إشتراكهم في التخطيط والإرشاد، لأن لديهم الخبرة العملية في توجيه زملائهم لإتباع الأساليب المطلوبة لحماية المراعي وتنميتها. ولقد كان لنظام الإدارة

الأهلية في السودان الأثر الكبير في توجيه الرعاة وإرشادهم وتنظيم الرعي، والمحافظة على المراعي الطبيعية وتنميتها.

٨- ومن الضروري إصدار القوانين المنظمة لإستعمال المصادر الرعوية الطبيعية، من حيث إحترام مواعيد البدء في الرعي، والحمولة الرعوية، والفترة الزمنية للرعي، والدورات الرعوية، والتنسيق بين مختلف المنظمات المستفيدة من المراعي، والسلطات التي تسهر على تطبيق القوانين والأنظمة، ومن بينهم من يمثلون الرعاة.

ومن أمثلة أنواع نباتات المراعي نذكر: كوخيا سكوباريا *Kochia scoparia*، الثمام *Panicum turgidum* الغرقد (الغردق) *Nitraria retusa*، العرفج *Rhanterium epapposum*، الرغل *Atriplex leucoclada*.

٩- هذا وتشكل أفراد أنواع الأكاشيا ممثلة في مجموعها الخضري وثمارها مصدراً غذائياً لحيوانات الصحراء، خاصة في فترة الصيف، ونذكر منها على سبيل المثال الأنواع الآتية: السَمُر *Acacia tortilis*، والطلح *A. seyal*، السيال *A. raddiana*، السلم *A. ehrenbergiana*.

(٧,٢,٢,٢) إستغلال الثروة النباتية في أغراض أخرى غير الرعي

Utilization of plant resources for functions other than grazing

وثمة جانب آخر من جوانب إستغلال الثروة النباتية الطبيعية في الصحراء، الا وهو ثروة النباتات الطبية، والعطرية، والسامة، وذلك لأنه لا يكاد يخلو أي نوع من أنواع النباتات البرية، التي تعمر الصحراء، من مادة كيميائية، ذات قيمة إقتصادية عالية، وقد تكون تلك المادة عقاراً طبياً أو عقاراً ساماً، مما يستعمل في الطب أو صناعة الأدوية، أو زيتاً عطرياً زكي الرائحة يمكن الإنتفاع به في صناعة العطور؛ ومن الضروري تكثيف الجهود المبذولة في تحليل النباتات الطبية خاصة تلك الموجودة في الصحاري العربية والإسلامية، وتقدير نسب المواد الفعَّالة فيها تمهيداً لإستغلالها

الإستغلال الإقتصادي الأمثل، كما ينبغي أيضاً بحث تأثير عوامل البيئة على كمية المادة الفعَّالة في كل نوع نباتي ودرجة تركيزها.

ومن أنواع النباتات الطبية التي تدخل في صناعة الأدوية، نذكر:

١- نوع نبات السكران *Hyoscyamus muticus* :وهو من أنواع النباتات المعمرة، التي تعمر المجاري المائية متوسطة الحجم (صورة ٨٥) والمنخفضات ويستعمله الأهلون في علاجهم الشعبي للربو وأمراض الصدر كمسكن. ويحتوي هذا النوع النباتي على قلوانيات الأتروبين، وقليل من الهيوسين، وتستعمل كمضادات للتشنج ومهدئات (البتانوني ، ١٩٩٢م).

صورة (٨٥). توضح نمو نوع نبات السكران *Hyoscyamus muticus* في مجرى مائي في شمال المملكة العربية السعودية.

٢- الحنظل *Citrullus colocynthis* : وهو نوع نباتي معمر، واسع الإنتشار في الصحاري الحارة، ينمو الفرد منه منبطحاً ويعطي عدداً كبيراً من الثمار (صورة ٨٦) التي يمكن تصديرها إلى الخارج كما هي، أو بعد تحضير اللب منها، وهو الجزء المستعمل طبياً؛ وتحتوي ثماره على الكولوسنتين، وكولوسنثين وجلوكوسيد؛

وتستعمل الثمار والبذور كمسهل وأيضاً في الإستسقاء والصفراء والأمراض البولية والروماتيزم (البتانوني ، ١٩٩٢م).

٣- الحرمل (الخياسة) ***Peganum harmala*** : وهو نوع نباتي معمر (صورة ٨٧)، يحتوي على قلوانيات الهارمين والهارملين والهارمالول والبيجانين السامة وخصوصاً للحيوانات الأولية، ويستعمل في علاج الدودة الشريطية في الإنسان (البتانوني ، ١٩٩٢م).

صورة (٨٦). توضح نمو نوع نبات الحنظل ***Citrullus colocynthis*** تلاحظ الثمار البيضاء الناضجة والخضراء غير الناضجة.

صورة (٨٧). صورة مقربة لنبات الحرمل ***Peganum harmala*** توضح الأزهار والثمار.

٤- نوع نبات الأراك *Salvadora persica* : وهو نوع نباتي معمر (صورة ٨٨ أ، ب)، تستعمل فروعه وجذوره في السواك، كما تستعمل منه مستحضرات كمعجون للسواك.

صورة (٨٨ أ). دغل كثيف من نوع نبات الأراك ***Salvadora persica***.

صورة (٨٨ ب). من قرب لفروع نوع نبات الأراك تبين الأوراق والنورات الزهرية والثمار.

٥- نوع نبات الهجليج *Balanites aegyptiaca* : من الأشجار وتستعمل ثماره كمسهل وملين (صورة ٨٩).

صورة (٨٩). توضح بعض فروع نوع نبات الهجليج تحمل اوراقاً وازهاراً وثماراً.

٦- نوع نبات الصبار *Aloe vera* : وهو من أنواع النباتات العصارية المعمرة ويستعمل في صناعة الكريمات لعلاج تساقط الشعر.

٧- نوع نبات السنامكة *Senna alexandrina* : وهو نبات معمر، تحتوي أوراقه وقرونه على مشتقات الأنثراكينون ويستعمل كمسهل (البتانوني ، ١٩٩٢م) وهو نوع نباتي واسع الإنتشار في الصحاري العربية، ويمكن التوسع في زراعته وتصنيعه أو تصديره للخارج نظراً لإستعمالاته الطبية على نطاق واسع؛ ويصدر السودان كميات كبيرة منه.

ومن أنواع نباتات الألياف والورق نذكر:

١- نوع نبات العشر *Calotropis procera* : وهو نوع نباتي معمِّر، تصنع من أليافه الحبال التي تستخدم في أغراض مختلفة (صورة ٩٠).

صورة (٩٠). توضح فرعاً من نوع نبات العشر Calotropis procera يحمل الأوراق والأزهار .

٢- نوع نبات الدوم *Hyphaene thebaica* : وهو من الأشجار (صورة ٣٣)، وتصنع من أوراقه الحبال، وكذلك المقاطف بأنواعها وأشكالها المختلفة، وكذلك المفارش (البروش)، كما يستخدم ساقه في سقف المنازل.

٣- نوع السيسال *Agave sp.* : وتستخرج من أوراقه ألياف متينة، تستعمل في صناعة الحبال المتينة ذات الأغراض الخاصة، كما تستعمل في بعض الصناعات مثل صناعة الدوبارة، والحقائب، والقبعات، علماً بأن أليافه قابلة للصباغة، يستزرع في السودان الآن في مساحات مقدرة.

٤- السمار المر بنوعيه *Juncus rigidus* و *Juncus acutus* : أثبتت الدراسات أنه من الممكن إستخدام نوعي السمار في صناعة الورق، وهما من أنواع نباتات المستنقعات الملحية، ويتميزان بقوة تحمل عالية للملوحة بالتربة؛ ولكل من النوعين النباتيين سوق أرضية (رايزومات) تتعمق في باطن الأرض إلى حوالي ٢٠ سنتميتراً، وأفقياً إلى مسافات طويلة، ويعطي كل برعم من الرايزومة ساقاً هوائية خضراء لها خصائص الأوراق التشريحية، لذا يطلق عليها السوق الورقية، والتي تصل أطوالها إلى

أكثر من ١٥٠ سنتميتراً، والتي تحتوي على نسبة عالية من الألياف التي تستخدم في صناعة الورق، علماً بأن هذه الألياف تحتوي على نسبة عالية من السليلوز (حوالي ٣٩,٧٪)، ونسبة قليلة نسبياً من اللجنين؛ وقد أجريت تجارب بإستخدام طن واحد من السمار دون خلطه بلب الخشب المستورد، وأنتج ورقاً جيداً، له مواصفات فيزيائية وكيميائية عالية (زهران ، ١٩٩٥م).

ومن أنواع النباتات التي تصلح لصناعة الأخشاب كما تستخدم كوقود نذكر الأنواع الآتية: السيال *Acacia raddiana*، الهجليج *Balanites aegyptiaca*، السرح *Maerua crassifolia*، السمر *A.tortilis*، الطلح *A.seyal*.

ومن أنواع النباتات التي يأكل الإنسان ثمارها نذكر: الهجليج *Balanites aegyptiaca*، (صورة ٨٩)، التنضب *Capparis decidua*، القضيم *Grewia tenax* السدر *Ziziphus spina-christi*، (صورة ٩١).

وهنالك الكثير من أنواع النباتات التي يستفاد منها في تزيين الحدائق المنزلية والحدائق العامة والطرقات نذكر منها:

الصبار *Aloe vera*،

السنامكة *Senna alexandrina*،

العشرق *S.italica*،

وفيربسينا انسيليوديس *Verbesina encelioides* (صورة ٩٢).

وصبار الحسار *Aloe rubroviolacea* (صورة ٦٦).

ولافانديلا دينتاتا *Lavandula dentata*

ودودونيا فيسكوزا (الشث) *Dodonaea viscosa*، (صورة ٩٣).

والسدر *Ziziphus spina-christi*، (صورة ٩١)

والرجلة *Portulaca grandiflora* (صورة ٩٤).

وحشيش النافورة *Pennisetum setaceum* (صورة ٩٥).

صورة (٩١). توضح بعض فروع من نبات السدر ***Ziziphus spina-christi*** تحمل أوراقاً وثماراً.

صورة (٩٢). توضح نوع نبات فيربسينا نسيليويديس المزهر ***Verbesina encelioides***.

صورة (٩٣). توضح نمو نوع نبات دودونيا فيسكوزا *Dodonaea viscosa* الذي يشكل سياجاً في حديقة أحد المنازل في مدينة الخرطوم بالسودان .

صورة (٩٤). توضح فروع نوع نبات الرجلة المزهر *Portulaca grandiflora* .

صورة (٩٥). توضح أحد أفراد نوع نبات حشيش النافورة *Pennisetum setaceum* الذي يستعمل في تـ . زيين شوارع مدينة الرياض بالمملكة العربية السعودية .

ومن الأنواع التي تستعمل في إنشاء مصدات الرياح نذكر نوع نبات الأثل *Tamarix aphylla* .

ومن أنواع النباتات التي تستعمل في تثبيت الرمال وحجزها، نذكر أنواع النباتات الآتية: الأثل *T.aphylla*، الثمام *Panicum turgidum*، الأرطى *Calligonum polygonoides*، الغضا *Haloxylon persicum*، الرمث *H.salicornicum*، العندب *Cyperus conglomeratus*.

وتمثل كثير من أنواع نباتات الصحراء مصادر لأصول وراثية لعديد من أنواع النبات الإقتصادية؛ فقد تم إستئناس العديد من محاصيل الحبوب والبقول وغيرها من أنواع برية كانت مستوطنة، وما تزال أنواع الأقارب البرية لهذه المحاصيل مستوطنة في الصحراء.

(٧,٢,٣) المصادر الحيوانية Animal Resources

تعج الصحراء بالكثير من أنواع الحيوانات البرية من ذوات الدم متغير الحرارة (ذوات الدم البارد) وذوات الدم ثابت الحرارة (ذوات الدم الحار)؛ وتشمل هذه المفصليات، القواقع، والبرمائيات والزواحف والطيور والثدييات.

وقد أورد (نادر،١٣٩٦هـ) نموذجاً من تشكيلة حيوانات الصحراء ممثلاً بالصحراء السعودية، تشمل الأَرَضَة (Termites)، والنمل، والخنافس والعقارب والعناكب وأنواع كثيرة أخرى من الحشرات والحيوانات غير الفقارية، وكذلك السحالي والأفاعي والطيور، والحيوانات الحفارة وتشمل أنواعاً كثيرة من القوارض كالعضل *Girbullus spp.*، والفئران الشوكية *Acomys spp.* ، والجربوع *Jaculus spp.*، والجرذان البرية، كما تشمل العديد من الحيوانات المفترسة كالنمور والضباع (صورة ٩٦) والثعالب (صورة ٩٧) والذئاب والقطط البرية (صورة ٩٨). وكذلك العديد من الحيوانات العاشبة مثل المها (الوضيحي) (صورة ٩٩) والوعل، والغزلان (صور ١٠٠، ١٠١، ١٠٢)، والأبل، والضأن البري، والأرانب البرية، وكذلك العديد من

الطيور مثل القطا والحباري (صورة ١٠٣).

ضبع مخطط
Striped hyaena (*Hyaena hyaena*)

نمر عربي
Arabian leopard (P*anthera pardus nimr)*

صورة (٩٦). توضح ضبعاً مخططاً ونمراً عربياً من صحراء المملكة العربية السعودية.

(عن إصدارات الهيئة الوطنية لحماية الحياة الفطرية وإنمائها – بالمملكة العربية السعودية)

ثعلب فنك
Fennec fox *(Fennecus zerda)*

ثعلب رملي ، ثعلب روبل
Ruppell's sand fox*(Vulpes ruppelli)*

صورة (٩٧). توضح ثعلب فنك، وثعلب رملي – ثعلب – رويل من صحراء المملكة العربية السعودية.

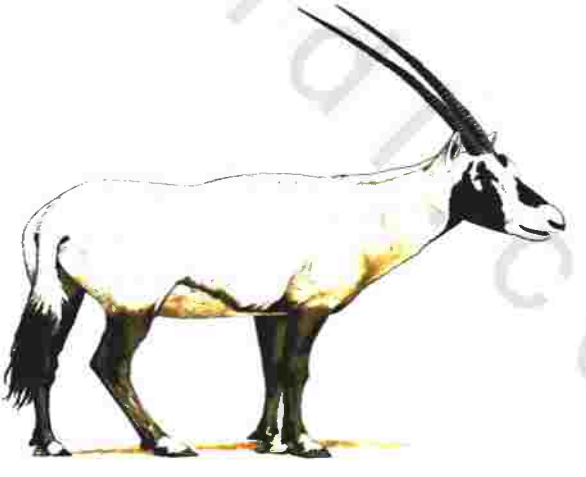
(عن إصدارات الهيئة الوطنية لحماية الحياة الفطرية وإنمائها – بالمملكة العربية السعودية)

ذئب عربي
Arabian wolf *(Canis lupus arabs)*

قط رملي
Sand cat*(Felis margarita)*

صورة (٩٨). توضح ذئباً عربياً وقطاً رملياً من صحراء المملكة العربية السعودية.

(عن إصدارات الهيئة الوطنية لتنمية الحماية الحياة الفطرية وإنمائها – بالمملكة العربية السعودية)



مها ، وضيحي عربي
Arabian oryx*(Oryx leucortx)*

صورة (٩٩). توضح المها من صحراء المملكة العربية السعودية.

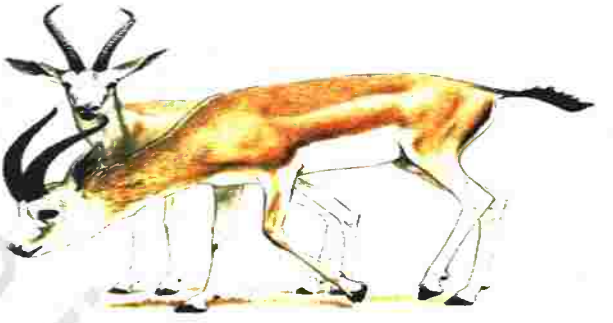
(عن إصدارات الهيئة الوطنية لحماية الحياة الفطرية وإنمائها – بالمملكة العربية السعودية)

أدمي ، غزال جبلي
Arabian gazelle*(Gazella gazella cora)*

صورة (١٠٠). توضح الأدمي – الغزال الجبلي، من صحراء المملكة العربية السعودية.
(عن إصدارات الهيئة الوطنية لحماية الحياة الفطرية وإنمائها – بالمملكة العربية السعودية)

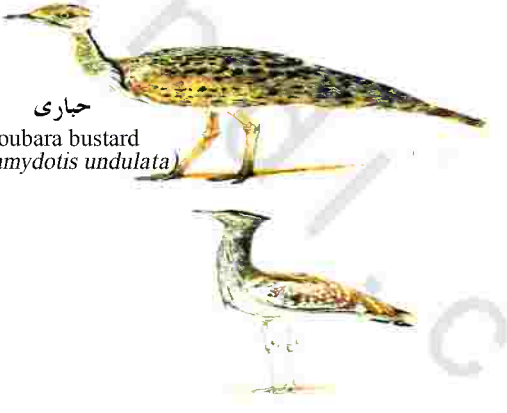
عفري ، غزال دوركاس سعودي
Saudi dorcas gazelle*(Gazella dorcas saudiya)*

صورة (١٠١). توضح العفري – غزال دوركاس السعودي من صحراء المملكة العربية السعودية .
(عن إصدارات الهيئة الوطنية لحماية الحياة الفطرية وإنمائها – بالمملكة العربية السعودية)



ريم ، غزال رملي
Arabian sand gazelle(*Gazella subgutturosa marica)*

صورة (١٠٢). توضح الريم – الغزال الرمل – من صحراء المملكة العربية السعودية .
(عن إصدارات الهيئة الوطنية لحماية الحياة الفطرية وإنمائها – بالمملكة العربية السعودية)



حبارى
Houbara bustard
(Chlamydotis undulata)

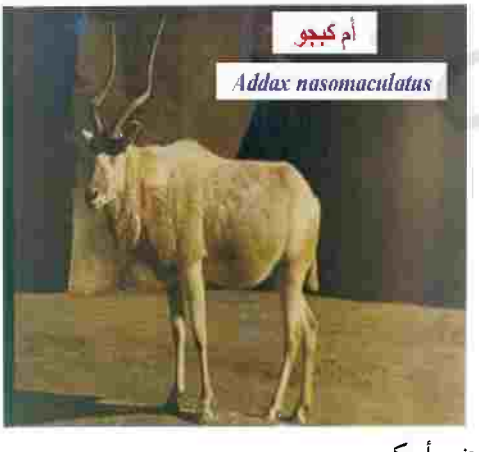
حباري عربية
Arabian bustard *(Ardeotis arabs)*

صورة (١٠٣). توضح نوعين من طائر الحبارى من صحراء المملكة العربية السعودية.
(عن إصدارات الهيئة الوطنية لحماية الحياة الفطرية وإنمائها – بالمملكة العربية السعودية)

هذا وإن الصحراء السودانية هي الأخرى تزخر بالحيوانات البرية ممثلة في المها السودانية *Oryx damma* (صورة ١٠٤)؛ أم كبجو *Addax masomaculatus*، (صورة

١٠٥)؛ الغزال العادي *Gazella dorcas Isabella* (صورة ١٠٦)؛ الماعز البري *Capraibex nubiana* (صورة ١٠٧)؛ والأرنب البري *Lepus capensis* (صورة ١٠٨)؛ وكل هذه حيوانات عاشبة ومهددة بالانقراض.

صورة (١٠٤). توضح المها السودانية ***Oryx damma*** .



صورة (١٠٥). توضح أم كبجو.

صورة (١٠٦). توضح الغزال العادي ***Gazella dorcas Isabella*** .

صورة (١٠٧). توضح الماعز البري(العيو) ***Capraibex nubiana***.

صورة (١٠٨). توضح الأرنب البري ***Lepus capensis*** .

(٧,٢,٣,١) الحيوانات البرية في الصحراء وما أصا ا نتيجة محاولة الإنسان الاستفادة منها

تمثل الحيوانات البرية في الصحراء ثروة يجب المحافظة عليها وتنميتها، فلكثير منها أهمية إقتصادية كبيرة، إضافة إلى أنها ثروة وطنية وعلمية وجمالية (نادر ، ١٣٩٦هـ) ؛ هذا ويستفيد إنسان الصحراء من أنواع كثيرة منها كمصدر غذائي مهم لتزويده بحاجته من المواد البروتينية والدهنية، كما يستفيد من جلودها ومن شعرها ومن منتجاتها الأخرى ويستغل الجمال بصفة خاصة، للسفر وحمل أمتعته. هذا ومايزال الصيد والقنص من وسائل الإفادة من المصادر الحيوانية في الصحراء، وهما من هوايات الترفيه ورياضة الخلاء المحببة ؛ وكانت تعتمد رياضة الصيد على وسائل لا تضر بالتنوع الأحيائي، مثل إستخدام الصقور والكلاب، وهي وسائل تتيح لأفراد الحيوانات المتميزة بالقوة والسرعة والمناورة أن تفلت وتبقى وتتكاثر؛ ولكن الزمن الحديث شهد السيارات الصحراوية والأسلحة النارية، وأصبحت هواية الصيد من عوامل التدمير البيئي الذي ذهب بالكثير من أنواع الحيوان البري والطيور ؛ ولتوضيح ذلك سنقدم نماذج من الحيوانات الثديية والطيور البرية في الصحراء السعودية، ونبين ما

أصابها من ضرر مثل ما أصاب غيرها في الصحاري الأخرى من العالم العربي نتيجة للصيد الجائر، حسب ما أورده (نادر ، ١٣٩٦هـ).

١- الوضيحي العربي *Oryx leucoryx* (ويعرف أيضاً بإسم المها أو بقر الوحش)

ويتميز هذا الحيوان جميل المنظر (صورة ٩٩) بلونه الباهت المائل للبياض وبوجود علامات بنية فاتحة وقاتمة اللون على وجهه وأطرافه؛ ويعد واحداً من أندر الحيوانات البرية في االعالم.

لقد كان الوضيحي حتى أوائل القرن الماضي موجوداً في كافة أنحاء الجزيرة العربية، وتمتد حدوده الجغرافية حتى جنوب العراق وسوريا والأردن وفلسطين، ولكن نظراً لما تعرض له من صيد جائر، فقد تناقصت أعداده، وتقلصت رقعة إنتشاره الجغرافية كثيراً؛ هذا وفي بداية هذا القرن كان موجوداً في شمال المملكة العربية السعودية وبصورة خاصة في صحراء النفود، ولكن تقلصت رقعة انتشاره خلال العشرين سنة الأخيرة، وإنحصر وجوده في منطقة صغيرة جداً تقع في الجنوب الشرقي لجزيرة العرب جنوبي الربع الخالي؛ هذا وتشير التقارير الأخيرة إلى أن أعداد أفراد القطيع الموجود حالياً في هذه المنطقة لا يتجاوز الخمسين، وربما قضي عليها جميعاً الصيد الجائر؛ نحن هنا نقدر الجهود الكبيرة التي بذلتها وتبذلها الهيئة الوطنية لحماية الحياة الفطرية وإنمائها بالمملكة العربية السعودية لحماية قطعان الوضيحي وإكثارها وإرجاعها لبيئاتها الطبيعية.

٢- الأدمي أو الغزال العربي *Gazella gazelle cora*

وهو واحد من ثلاثة أنواع من الغزال الموجود في المملكة العربية السعودية، وهو حيوان جميل المنظر رشيق البناء (صورة ١٠٠).

ويعيش الغزال العربي على شكل قطعان، ويوجد ضربان منه في شبه الجزيرة العربية، أحدهما الضرب العربي *Gazella gazelle cora* الذي يستوطن المنطقة الغربية من المملكة العربية السعودية، واليمن، والجزء الغربي من سلطنة عمان. أما الضرب الثاني فهو الضرب المسقطي *Gazella gazelle muscatensis*، ويستوطن المنطقة الشرقية من سلطنة عمان فقط. لقد بدأت أعداد الغزال العربي بالتناقص في الآونة الأخيرة في أغلب مناطق انتشاره نتيجة للصيد المستمر.

٣- العفري أو غزال دوركاس *Gazella dorcas*

ويوجد العفري (صورة ١٠١) في المنطقة الغربية من المملكة العربية السعودية، حيث يكثر في السهول الواقعة شرقي جبال الحجاز، كما يمتد انتشاره الى الجنوب الغربي من شبه الجزيرة العربية وإلى الكويت وبادية الشام.

ويمثل العفري الذي يعيش بالمملكة العربية السعودية ضرباً خاصاً بالمملكة، وهو الضرب السعودي *Gazella dorcas saudiya*.

وتشير بعض التقارير الى أن هذا النوع من الغزال الذي كان موجوداً بكثرة في مناطق المملكة العربية السعودية الشمالية قد بدأت اعداده بالتناقص بصورة لافته للنظر خلال العشرين سنة الاخيرة الماضية، وإنه قد اختفى في السنوات الاخيرة تماماً من بعض المناطق نظراً للصيد المستمر.

٤- الريم أو الغزال الفارسي *Gazella selguthunosa*

والريم (صورة ١٠٢) واسع الانتشار في المملكة العربية السعودية حيث يوجد في المناطق الرملية اضافة الى المناطق المنبسطة.

ويعيش الريم عادة في شكل قطعان كبيرة، ولكن مع الأسف الشديد، لا تشاهد حالياً مثل هذه القطعان، نظراً لأن ممارسة الصيد الجائر قللت من أعدادها،

وبخاصة في مناطق المملكة الشمالية، علماً بأنه لا زال موجوداً في جنوب المملكة العربية السعودية وبخاصة في الربع الخالي حيث احتمال نجاته من بنادق الصيادين. هذا وتجد الغزلان من الهيئة الوطنية لحماية الحياة الفطرية وإنمائها في المملكة العربية السعودية الرعاية والحماية وبذل الجهد لإكثارها وإعادتها لبيئتها الطبيعية.

٥- طير الحبارى *Ardeotis arabs*

ومن الطيور البرية (Wild birds) التي تعيش في صحراء المملكة العربية السعودية نوعان من طير الحبارى.

هذا ويتميز النوع الذي يستوطن المملكة العربية السعودية (حبارى عربي *Ardeotis arabs*) بأنه طائر كبير الحجم (صورة ١٠٣)، يصل جناحه الى ٦٤٠ مم؛ وهو من الطيور النادرة والمهددة بالانقراض نظراً لتعرضه للصيد الجائر المستمر، حيث لحمه لذيذ الطعم؛ ولقد كان موجوداً بكثرة في سهول تهامة بالمملكة العربية السعودية، وقد تقلص انتشاره فيها بدرجة كبيرة جداً في السنوات الأخيرة.

(٧,٢,٣,٢) حماية الثروة الحيوانية البرية Protection of animal wildlife

لقد اوضحنا فيما سبق ذكره أنه يتعين المحافظة على الحيوانات البرية وتنميتها في صحارينا العربية والإسلامية، وهنا ايضاً اتفق مع ما ذهب إليه (نادر، ١٣٩٦هـ) من مقترحات في هذا الشأن، نوردها فيما يلي:

١- تشجيع إنشاء معاهد لأبحاث الصحراء وبصفة خاصة في بلادنا العربية، والإسلامية تطلع بالبحوث والدراسات المتعلقة بكافة عناصر النظام البيئي الصحراوي، والتوصل للتوقعات التي يمكن أن تنتج عن أية تغيرات محتملة في مكوناته. هذا ويمكن التوصل الى هذه التوقعات عن طريق تجميع المعلومات المختلفة عن مكوناته الطبيعية والبيولوجية، والاستعانة بالمعادلات الخاصة وبرمجتها في

الحاسوب. وبهذه الطريقة يصبح بالإمكان معرفة التأثير الناتج عن تغيير أي من عناصر النظام البيئي الصحراوي، مثلاً معرفة تأثير الصيد المستمر والمكثف للغزلان، أو قتل الثعالب، أو قلع الأشجار، أو إزالة الحشائش، أو الرعي الجائر، على النظام البيئي بكلياته. وتبعاً لهذه التوقعات يصبح من الممكن وضع مخططات علميه مدروسة وواقعية لكيفية الاستفادة من موارد الصحراء الحيوانية واستغلالها دون إتلافها أو تغيير طبيعتها.

٢- ونظراً لانقراض أنواع كثيرة من الحيوانات البرية، وتناقص أعداد أفراد الأنواع الموجودة منها، وتهديد العديد من الأنواع بالانقراض نتيجة للصيد الجائر، فإنه يتعين سن قوانين صارمة تنظم الصيد، وتمنع بصفة خاصة صيد الأنواع المهددة بالانقراض، والحرص على تنفيذها.

٣- هناك حاجة ملحة للتوسع في البحوث العلمية في كافة نواحي حياة حيوانات الصحاري الحارة، خاصة حيوانات الصيد (Game animals)، وتشمل هذه الدراسات بصفة خاصة: التصنيف والتشريح والفسيولوجيا والوراثة والبيئة والتغذية والسلوك والفعاليات الخاصة بالتكاثر والعناية بالصغار؛ إن هذه الدراسة مهمة جداً إذا أردنا المحافظة على الثروة الحيوانية البرية وتنميتها.

٤- ومن أجل المحافظة على ما هو موجود من حيوانات الصحراء الحارة البرية، نقترح التوسع في إنشاء مناطق محمية طبيعية (Nature reserves) يُمْنَع فيها الصيد نهائياً، مع تعيين حراس أو مراقبين للصيد على مستوى عالٍ من الدراية والمسلية من أجل تطبيق هذا القوانين؛ وكذلك إنشاء منتزهات وطنية (National parks) في مناطق مختلفة من الصحراء، تخدم غرضين هما: المحافظة على الأنواع النادرة من الحيوانات، والعمل على تنميتها وتكثيرها، وكذلك للأغراض الترفيهية. وهنا يتعين أن نقدر الجهود التي تبذلها الهيئة الوطنية لحماية الحياة الفطرية وإنمائها في المملكة العربية

السعودية في إنشاء شبكة من المناطق المحمية التي خصصتها للمحافظة على المصادر الفطرية المتجددة نباتية وحيوانية ؛ كما يتعين تقدير الجهود المماثلة المبذولة في جمهورية السودان لهذا الغرض. فقد أنشأت حكومة السودان عدداً كبيراً من المحميات انتشرت في كل أنحاء السودان، نذكر منها على سبيل المثال محمية الدندر الشهيرة.

٥- وأخيراً وليس آخراً فإنه من الضروري توعية المواطنين، الكبار منهم والصغار، بأهمية المحافظة على الثروة الحيوانية البرية، على أن تتكاتف وتتكامل جهود الإعلام وكذلك مؤسسات التعليم في مراحلها المختلفة لتحقيق ذلك.

(٧,٣) المصادر غير المتجددة Nonrenewable Resources

وهي مصادر طبيعية لاتتجدد أو تتجدد ببطء شديد وتتوافر بكميات محدودة من شأنها أن تنضب إن عاجلا أو آجلا. لكن التطور التكنولوجي في الصناعات والمواصلات جعل من الممكن استغلال المصادر غير المتجددة المتوافرة في الصحراء، وأبرز ذلك إنتاج البترول والغاز الطبيعي والمعادن وقيام الصناعات التي تستغل هذه المصادر.

(٧,٣,١) المعادن والخامات المعدنية Metals and Their Ores

إن توزيع هذه المعادن والخامات الاقتصادية في أقطار الوطن العربي (حسن وعوض ، ١٩٧٦م) يبرز الأهمية الخاصة لهذه الأقطار، وهي جميعها ضمن نطاق المناطق الجافة ؛ هذا وقد أصبح البترول والغاز الطبيعي والخامات المعدنية من عمد الإقتصاد الوطني الرئيسة في عدد من هذه البلاد. ورغم توافر المعادن والخامات الاقتصادية في معظم صحاري الوطن العربي، لكن ينقصها وضع الخطط المحكمة المدروسة الطموحة لإنشاء صناعات حديثه تستوعب كل ما هو موجود من مصادر الثروة هذه، وهذا، بالطبع، لا ينفي أن الدول العربية تستغل هذه الثروات بدرجات

متفاوتة ؛ ونوضح أدناه الخامات الاقتصادية في صحاري الوطن العربي، وأهم مناطق وجودها مرتبة تنازلياً (الجدول رقم ٨) .

الجدول رقم (٨) يبين توزيع المعادن والخامات الإقتصادية في صحاري أقطار الوطن العربي.

الخام أو المعدن	الدول
النفط (البترول) Oil (Petrol)	السعودية ، الكويت والجزائر والعراق وليبيا وأبوظبي وسوريا وقطر ومصر ومسقط ودبي والبحرين وتونس والشارقة وفلسطين والمغرب والسودان
الغاز الطبيعي Natural gas	السعودية والجزائر وليبيا ومصر وفلسطين وسوريا وتونس والكويت والبحرين وأبوظبي ودبي والشارقة والسودان
الفوسفات Phosphate	المغرب وتونس والجزائر ومصر والأردن وفلسطين وسوريا
الحديد Iron	السعودية والجزائر ومصر وموريتانيا والمغرب وفلسطين
الرصاص والزنك Lead & Zinc	تونس ومصر والجزائر
المنجنيز Manganese	مصر والجزائر والمغرب والسودان
النحاس Copper	تونس ومصر وموريتانيا والسودان وفلسطين
الملح Salt	السعودية ومصر وليبيا والجزائر والمغرب وموريتانيا والسودان والصومال وفلسطين والأردن ولبنان وسوريا والعراق والكويت واليمن
الجبس Gypsum	السعودية وليبيا والصومال ومصر وفلسطين والأردن ولبنان وسوريا والعراق والكويت واليمن وأبو ظبي

تابع الجدول رقم (٨).

الخام أو المعدن	الدول
الكبريت Sulfur	السعودية ومصر العراق وليبيا وسوريا والكويت
البوتاس Potassium	فلسطين والأردن وليبيا
الرمال البيضاء White sand	السعودية ومصر وفلسطين وسوريا ولبنان والعراق والأردن
الأسبستوس Asbestos	مصر والجزائر
الباريت Barite	الجزائر ومصر والمغرب
الخزف والحراريات Ceramic	فلسطين ومصر والجزائر
الذهب Gold	السعودية ومصر والسودان
الموليبدنم Molybdenum	المغرب ومصر
الفحم Coal	الجزائر والمغرب
الفلوريت Fluorite	تونس
الفضة Silver	تونس
الكروم Chromium	مصر والسودان
الكوبالت Cobalt	المغرب
الميكا Mica	السودان
الزئبق Mercury	تونس
الانتيمون Antimony	الجزائر

(٧,٣,٢) الاحتياطي العالمي من النفط Global Oil Reserves

أفاد (عمر ، ٢٠٠٦م) بأن الاحتياطي العالمي من النفط يقدر بحوالي واحد ترليون برميل، وأن الاستهلاك السنوي منه يصل إلى حوالي أكثر من ٣٠ ملياراً؛ ويعني هذا أن الاحتياطي يكفي لتغطية الاستهلاك العالمي لحوالي ٣٢ عاماً إذا ظل

الاستهلاك بهذه المعدلات، وإذا لم يتم اكتشاف حقول جديدة كبيرة، خاصة في أفريقيا، التي لم تجد قدراً كافياً من الاهتمام في العقود الماضية؛ وربما كانت الاستراتيجيات العالمية في مجال التخطيط للطاقة أن يترك نفطها مخزوناً في باطن الأرض يستغل عند الحاجة إليه مستقبلاً، دون النظر إلى حاجة سكان الدول الأفريقية الفقيرة إلى المصادر العاجلة. هذا فإن٧٨٪ من هذا المخزون العالمي تستحوذ به دول الأوبك، علماً بأن نصيب الدول العربية منه يبلغ حوالي ٦١,٦٪.

(٧,٣,٢,١) تقنيات سعودية رائدة لخفض استهلاك الإحتياطي النفطي

Saudi techniques to reduce the consumption of oil reserves

وتعمل المملكة العربية السعودية جاهدة ممثلة في مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية (معهد بحوث الطاقة، ٢٠٠٧م)، مستفيدة من التقنيات الحديثة التي تستخدمها على مواصلة الدراسات البحثية الرائدة التي تسهم في خفض استهلاك كميات النفط السائل المستخدمة في وسائل النقل المختلفة والمشاريع الصناعية، وفي ذلك مساهمة في المحافظة على بقاء الإحتياطي النفطي مدة طويلة من الزمن، ومن بين هذه الدراسات:

أولاً: أثر تغير خليط وقود السيارات ودرجة حرارته في الإحتراق

وفيها يتم دراسة إمكانية التحكم في الإحتراق في محركات اللإحتراق الداخلي ذات التقنيات الحديثة باستخدام تغير خليط الوقود والهواء ودرجة حرارته، وتساهم الدراسة في مجال تحسن كفاءة الإحتراق في المحركات، وهذا يدعم استدامة استخدام النفط في قطاع النقل والصناعة مما يقلل من استهلاك النفط، كما تساهم الدراسة في توطين وتطوير الطرق التجريبية لدراسات الاحتراق في المحركات للوصول إلى رفع كفاءة الإحتراق وتقليل انبعاث الملوثات الخارجة من عوادم السيارات إلى الجو.

ثانياً: تقنيات خلايا وقود الأكسيد الصلب

انطلاقا من الاهتمام العالمي لدعم نشاطات البحث والتطوير في خلايا الوقود المستخدمة في قطاع النقل وانتاج الطاقة الكهربائية، تبحث هذه الدراسة في استغلال

الوقود السائل كالبنزين والديزل وغيرها لتشغيل خلايا وقود الأكسيد الصلب واختبار وتجريب خلايا مفردة ومصفوفات خلايا وقود الأكسيد الصلب ومحاكاة حاسوبية لعمل هذ النوع من الخلايا (صورة ١٠٩). مما يساهم في خفض كمية النفط المستهلكة.

صورة (١٠٩). توضح جانبا من مختبر مشروع استغلال الوقود السائل لتشغيل خلايا وقـود الأكـسيد الصلب لغرض التقليل من استهلاك الوقود النفطي.

ثالثاً: انتاج انابيب كربون نانو مترية

إذ تعتبر تقنية النانو (التقنية المتناهية في الصغر) من التقنيات الحديثة التي دخلت في مجالات أبحاث المعهد. حيث يتم انتاج أنابيب الكربون النانو مترية باستخدام الترسيب الكيميائي الغازي. وتستخدم هذه الأنابيب في مجالات الطاقة كتصنيع خلايا وقود الأكسيد الصلب. وهذه الدراسة تدعم دراسة إنتاج خلايا وقود الأكسيد الصلب التي تهدف إلى التقليل من استخدام الوقود النفطي السائل في النقل والصناعة.

(٧,٣,٣) الإنتاج والاستهلاك العالمي International Production and Consumption

وحسب البيانات التي أوردها (عمر ، ٢٠٠٦م) فإن الإنتاج العالمي لعام ٢٠٠٥م يتراوح بين ٨٤ إلى ٨٥ مليون برميل يومياً، تنتج منه دول منظمة الأوبك حالياً حوالي ٢٨,٥ مليون برميل. هذا وتستورد الولايات المتحدة الأمريكية حوالي ٥٠٪ من

احتياجاتها النفطية البالغة حوالي ٢١ مليون برميل يومياً. ويتوقع أن يزداد الطلب على البترول باطراد في الدول الآسيوية خاصة الصين والهند، نظراً لمعدلات النمو غير المسبوقة التي تشهدها، حيث يتوقع أن يرتفع استهلاك الصين من حوالي ٦ مليون برميل يومياً عام ٢٠٠٤م إلى حوالي ٧,٢ عام ٢٠٠٥م وإلى مايقارب ٨ مليون عام ٢٠٠٦م.

هذا وقد بدأت تتجه مجدداً أنظار مستهلكي النفط الأساسيين والشركات العالمية المهتمة بأمر النفط تتجه مجدداً نحو دول المنطقة العربية وإيران، نظراً لما لها من احتياطيات هائلة تلبي احتياجاتها العاجلة في المدى القريب. كما تسارعت الخطى نحو أفريقيا، خاصة نحو تلك الدول المطلة على خليج غينيا، وهي نيجيريا والقابون وأنجولا وتشاد، والتي تنتج مجتمعة حوالي أكثر من ٣,٥ مليون برميل يومياً (الجدول رقم ٩)؛ وتصدر هذه الدول مجتمعة أكثر من ٤٠٪ من جملة إنتاجها إلى الولايات المتحدة الأمريكية، ومن هنا يأتي اهتمامها بالنفط الأفريقي.

الجدول رقم (٩). يوضح معدل الإنتاج النفطي اليومي لبعض بلدان غرب أفريقيا والسودان .

الدولة	معدل الإنتاج اليومي
نيجريا	٢ مليون برميل
أنجولا	٧٥٠ ألف برميل
السودان	٥٠٠ ألف برميل
الجابون	٣٣٠ ألف برميل
تشاد	٢٥٠ ألف برميل

الفصل الثامن

التصحر

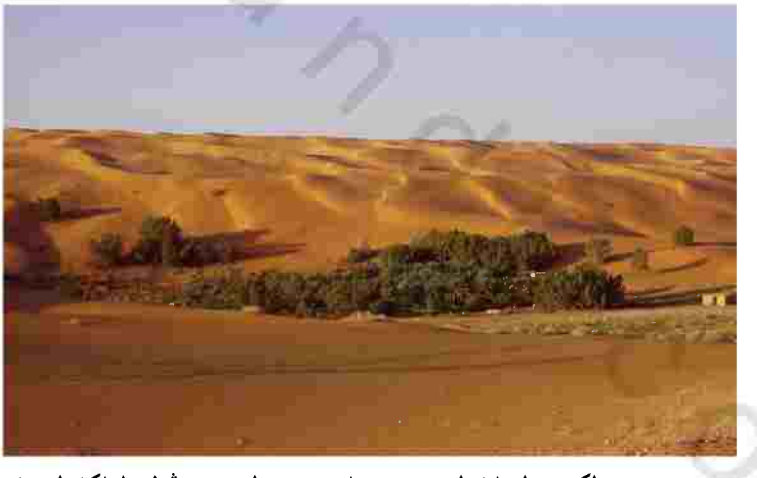
Desertification

(٨,١) مفهوم التصحر

Concept of Desertification

لقد استُعمِل مصطلح "التصحر" في بداية الأمر بديلاً لمصطلح "زحف الصحراء" الذي يشير إلى أن الصحراء تزحف عابرة حدودها الطبيعية لتحتل مناطق مجاورة لها تكون أقل جفافاً منها، مثل مناطق الأحراش وحشائش السافانا في النطاقات الجنوبية للصحراء الأفريقية الكبرى؛ ولعل مرد هذا التصور كما يرى (القصاص، ١٩٩٩م) إلى مايشاهد عندما تزحف كثبان الرمل الصحراوية على قرى الواحات ومزارعها فتطمرها، وهي صورة واقعية ولكنها تمثل جزءًا من المشكلة لا يتجاوز ١٠ ٪. فمثلاً لقد طمرت الرمال قرية جواثة وجزءًا كبيراً من المزارع في منطقة الإحساء في المملكة العربية السعودية؛ توضح الصورة (١١٠) مسجد جواثة الذي كان مطموراً تحت الرمال، وتمثل الصورة (١١١) الكثبان الرملية التي تزحف على إحدى الواحات في شمال المملكة العربية السعودية.

صورة (١١٠). يوضح مسجد جواثة الذي كان مطموراً تحت الرمال مع مباني المدينة الأخرى، في منطقة الإحساء بالمملكة العربية السعودية.



صورة (١١١). توضح الكثبان الرملية التي تزحف على إحدى الواحات شمال المملكة العربية السعودية.

لقد جاء تعريف التصحر وفق الإتفاقية الدولية لمكافحة التصحر ١٩٩٤م، بأنه "تدهور الأرض في المناطق الجافة وشبه الجافة وتحت الرطبة، وينتج عن عوامل عدة منها تغيرات المناخ ونشاط الإنسان".

ولقد قدم هذا التعريف تصوراً يختلف عن مصطلح "زحف الصحراء" إذ يوضح أن الأرض المنتجة خارج الحدود الطبيعية للصحراء تتدهور هي الأخرى، وتفقد قدرتها على الإنتاج، من محاصيل زراعية، وكلأ المراعي، والخشب، وأحطاب الوقود، وتتحول إلى ما يشبه الصحراء، شحيحة الإنتاج، أي أن التصحر يصيب أراضٍ منتجة في المناطق الجافة وشبه الجافة وتحت الرطبة، من أراضٍ زراعية مطرية أو مروية، أو مزارع، ويكون التدهور في أول الأمر قطعاً متباعدة، ما تزال تكبر وتتنامى حتى تتلاقى وتندمج ويتشكل منها نطاق قاحل يُضاف إلى صحاري المناطق المجاورة، إذ أصبح أشبه بها (القصاص ، ١٩٩٩م).

(٨,٢) أسباب التصحر Causes of Desertification

لقد أشرنا سابقاً إلى أن الكرة الأرضية نظام بيئي متوازن في حالته الفطرية، ولكن قد يطرأ على هذا التوازن خلل يذهب ببعض صفاته أو بعض عناصره، وقد يحدث الخلل الذي يُحدث تدهوراً في الأرض نتيجة لتغير في عوامل المناخ مثل حدوث نوبات من الجفاف، ولكن يكون الخلل في أغلب الأحيان نتيجة تعامل الإنسان غير الرشيد مع مكونات النظام البيئي في استخداماته للأرض ومواردها.

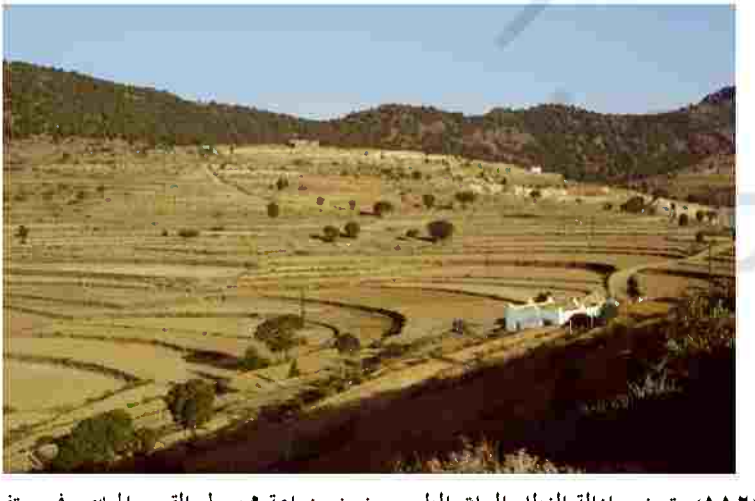
وهنا يجدر بنا أن نشير إلى مانوه به (البتانوني ، ١٩٩٢م) في أنه قد نتج عن المناخ الحار الجاف العديد من الأنظمة البيئية الطبيعية الهشة والحساسة، التي بقيت في توازن حرج مع الظروف البيئية الطبيعية السائدة عبر التاريخ الطويل، وذلك عندما كان عدد السكان قليلاً، ونشاطهم محدوداً وإمكاناتهم التكنولوجية محدودة أيضاً، ولكن مع زيادة السكان، وازدياد إحتياجاتهم، وازدياد إمكانياتهم التكنولوجية، زاد معدل إستغلالهم للموارد الطبيعية في هذه النظم البيئية الهشة، فأدى كل ذلك، متضامناً مع سوء الإدارة، إلى الإخلال بهذه النظم البيئية الهشة وتوازنها، مما أتاح الفرصة للآثار السيئة للعوامل المناخية الجافة أن تتعاظم آثارها وفعالياتها. هذا وإن

الإعتقاد السائد بأن الجفاف هو المسبب الوحيد للتصحر هو إعتقاد جانبه الصواب، لأن العوامل المناخية في الوقت الحاضر هي عامل مساعد ومنشط يتضح تأثيره بصورة واضحة بعد إختلال التوازن في عناصر النظم البيئية، الناتج في الأساس من تعامل الإنسان غير الرشيد مع مكونات النظم البيئية حين استخدامها؛ ويتفق ذلك مع ما أشار إليه (Le Houerou,1977) بأن الإنسان هو الذي يصنع الصحراء في شمال الصحراء الكبرى، والمناخ عامل منشط مساعد فقط. هذا وسنستعرض فيما يلي بعض ممارسات الإنسان التي أدت إلى التصحر:

(٨,٢,١) تدهور الأراضي في مناطق الزراعة المطرية أوالجافة

Deterioration of Land in Areas With Rain-Dependent Agriculture

يتصل تدهور الأراضي في مناطق الزراعة المطرية بعوامل التعرية وإنجراف التربة (الرواسب السطحية) بفعل الرياح أو المياه الجارية أو بهما معاً؛ وتعني الزراعة حرث الأرض وتقليب التربة وإزالة الغطاء النباتي بالقطع أو الحرث أو الحريق، فتفقد الأرض بذلك غطاءها الواقي من عوامل التعرية (صورة ١١٢).



صورة (١١٢). توضح إزالة الغطاء النباتي الطبيعي بغرض زراعة محصول القمح الموسمي في مرتفعات جبال السروات في منطقة الباحة بالمملكة العربية السعودية.

فعندما تزرع الأرض، تنمو نباتات المحصول، وهي في الغالب نباتات موسمية، فإنها تقي الأرض، ولو لدرجة، من عوامل التعرية (صورة ١١٣). ولكن بعد الحصاد تفقد الأرض الوقاية المؤقتة ويكون ذلك في موسم الجفاف، خاصة إذا سيقت قطعان الماشية إلى الأرض لترعى بقايا المحصول النباتي.

صورة (١١٣).توضح عملية حصاد القمح وهو محصول موسمي في منطقة الباحة بالمملكة العربية السعودية.

وعليه فإن الأراضي الزراعية المطرية تظل عرضة ونهباً لعوامل التعرية في أغلب فصول السنة فتنقل الرياح والمياه الجارفة حبيبات التربة الناعمة وما يخالطها من مواد عضوية، وتبقى على سطح الأرض الحبيبات الخشنة والحصى والمُدْرُ، ويبقى في نهاية المطاف على سطح الأرض غطاء من الحصى المتراص الذي لا يسمح بنمو النباتات؛ إضافة إلى أن التعرية بالمياه تحفر في الأرض أخاديد ذات روافد وفروع تجعل إعادة تسوية الأرض شاقة ومكلفة. هذا وإن التعرية بالرياح تذرو دقائق التربة من الأرض المنبسطة، وهي غالباً دقائق رملية تتجمع لاحقاً في تكوينات الكثبان الرملية المختلفة الأحجام؛ وتتحرك هذه الكثبان مع الرياح فتطمر في طريقها مزارع، ومنشآت أخرى، وطرقاً؛ وعلى سبيل المثال، فقد تسببت الزراعة المطرية، في تصحر مساحات كبيرة من أراضي السافنا القصيرة في السودان.

ولقد أفاد (القصاص ، ١٩٩٩م) أنه في جنوب كردفان ودارفور في السودان أقيمت في السابق الزراعة المطرية في الأراضي التي تسودها التربة الرملية ، وذلك في إطار دورة تكون فيها للزارع قطعة أرض لزراعة المحاصيل (زراعة الكفاءة) وقطعة أرض أخرى (جنينة) من شجر الهشاب يجمع فيها الصمغ العربي ، وهو المحصول النقدي الذي تكتمل به مقومات حياته ؛ وقد مثلت هذه الدورة لاستخدام الأرض ، إدارة سليمة للموارد الطبيعية ، وبقيت في هذه الأقاليم على مدى تاريخ طويل. ولكن زيادة السكان وتزاحمهم في منتصف القرن العشرين لم يتح الحيز الكافي للدورة المتنقلة ، ولجأ الناس إلى زيادة وقع الدورة ، فقصرت فترات البور (راحة الأرض) وطالت فترات الاستغلال بما اضر بالنظام البيئي وسَبَّب تدهوره (التصحر) وتدهورت الأرض ولم تنتج ما يكفي في فترات الزراعة واختفت شجيرات الهشاب *Acacia senegal* المنتجة للصمغ العربي ، وحلت مكانها شجيرات السمر *A.tortilis* الصحروية الشائعة في نطاقات المطر الأقل والتي لاتنتج الصمغ.

(٨,٢,٢) تدهور الأراضي في المراعي Deterioration of Pasture Land

وكما أسلفنا فان الكساء النباتي الطبيعي في الأراضي الجافة يوفر المرعى الطبيعي للأنعام والحيوانات البرية ، وأن الإدارة الرشيدة للمراعي الطبيعية للمحافظة عليها وتنميتها لمحاربة الرعي الجائر الذي يؤدي لتدهور أراضي المراعي ، يتطلب في المقام الأول تحديد قدرة المرعي على الحمل ، أي عدد الحيوانات التي يمكن أن تجد كفايتها من غذاء في وحدة مساحة أرض المرعى دون أن يتضرر النمو النباتي ، أي دون أن يفقد قدرته على النمو والتجدد وتعويض ما أكله الحيوان. وتعتمد قدرة النباتات على التجديد والتعويض ، على مجموعة من العوامل البيئية التي تحكم نمو النباتات وقدرتها على بناء الكتلة الحية أي إنها تعتمد على معدلات المطر وخصوبة التربة.

هذا وإن قدرة المرعي على الحمل تتباين في الموقع الواحد في فصل المطر والنمو نتيجة لطبيعة المطر الصحرواي الذي يتغير من حيث المكان وكذلك نتيجة لطبوغرافية الأرض، إذ إن المنخفضات والأودية تجد مدداً إضافياً من ماء الانسياب السطحي من المناطق المرتفعة وما يحمله من تربة، وتتميز بكساء نباتي غزير. وفي هذه الأراضي يكون النمو النباتي استجابة لزخات المطر حيثما ساقها الله، كما تتيح القدرة على الارتحال (البداوة) الإفادة من النمو النباتي حيثما يكون.

هذا ومع توفير آليات النقل الحديثة أصبح من الممكن نقل أعداد كبيرة من الأنعام وتكديسها في المنخفضات والأودية دون مراعاة قدرة المرعى على الحمل، مما نتج عنه الرعي الجائر الذي تسبب في تعرية التربة، وجعلها نهباً لعوامل التعرية فتنقل الرياح والمياه الجارية حبيبات التربة الناعمة وما يخالطها من مواد عضوية، وتبقي على سطح الأرض الحبيبات الخشنة والحصى والمدر، فتتدهور أراضي المراعي وتقل إنتاجيتها.

إن سياسات التنمية الزراعية في الأراضي الجافة تتم عادة على حساب مساحات من الأرض التي كانت متاحة في الأساس للمراعي الطبيعية، ويعني ذلك زيادة الضغط على ماتبقى من أراضي المراعي، فينتج عن ذلك رعي جائر، تختفي على إثره النباتات التي تستسيغها الحيوانات، ولا تبقي إلا تلك التي تعافها، كما أن نقص كثافة الغطاء النباتي يساعد على انجراف التربة وما يتبعه من نقص في إنتاجية الأرض، كما أن الأرض التي تطؤها الحيوانات بكثرة تصبح طبقاتها السطحية متماسكة مما يساعد على زيادة التسرب السطحي لمياه الأمطار، والذي يؤدي بدوره إلى جفاف الأرض وتغيير ظروف البيئة إلى طبيعة صحرواية جافة.

(٨,٢,٣) تدهور الأراضي في الزراعة المروية Deterioration of Land in Irrigated Farms

تعتمد الزراعة المروية غالباً على الري بالغمر، ويستلزم صون الأراضي، الحفاظ على التوازن بين الري والصرف، إذ يؤدي الخلل في هذا التوازن إلى تدهور الأرض.

ويؤدي إدخال نظام الري بالغمر في أراضي المناطق الجافة إلى تكوين ماء أرضي قريب من سطح الأرض، ونظراً لشدة عوامل البخر في الصحاري الحارة الجافة، فان ما يتصاعد من المياه الأرضية خلال مقطع التربة إلى السطح أو قربه، يتعرض إلى البخر ومن ثم تترسب الأملاح في قطاع التربة وعلى سطح الأرض. ويتسبب إرتفاع مستوى الماء الأرضي، حتى ليقترب من سطح الأرض، في تشبع منطقة الجذور مما تنتج عنه ظروف غير هوائية فيها، تضر بنمو نباتات المحاصيل باستثناء تلك التي تتحمل الغمر بالماء.

هذا ويؤدي تزايد أملاح الصوديوم، وخاصة في الأراضي الفقيرة في الكالسيوم، إلى زيادة قلوية الأرض، وهي مسالة تؤثر على بنية التربة وتقلل من نفاذيتها، وكل ذلك يفسد التربة والبيئة التي تعيش فيها مجموعة من الكائنات الدقيقة، من بكتريا وفطريات، التي تلعب دوراً مهماً في تخصيب التربة.

ويزداد تملح التربة بإعادة استعمال مياه الصرف الزراعي في الري أو استخدام المياه الجوفية ذات المحتوى الملحي المرتفع.

هذا وإن نظم الصرف ذات الكفائة العالية تخفض من مستوى الماء الأرضي، وتحفظ رطوبة التربة وهواءها في المستوى الملائم لنمو جذور نباتات المحاصيل، إضافة لغسلها عن التربة الأملاح الزائدة ؛ وتعتبر هذه من عناصر الإدارة السليمة لأراضي الزراعة المروية. ولكن مع الأسف الشديد فإن الإسراف في استعمال مياه الري، وعدم الاهتمام بنظم الصرف ذات الكفاءة العالية خاصة عند ري التربة الطينية، أدى إلى

تدهور الكثير من أراضي الزراعة المروية نتيجة لارتفاع مستوى الماء الأرضي وتملح التربة، وسوء تهويتها لدرجة أنّها فقدت معها إنتاجيتها.

ولقد أدى استعمال الري بالمياه المالحة في الأراضي الطينية ثقيلة القوام دون الاهتمام بنظم الصرف ذات الكفاءة العالية إلى تصحر مساحات كبيرة في شمال أفريقيا، ومصر، والعراق، وايران، وباكستان، والهند، واستراليا، وفي أقطار جافة أخرى، (Le Houerou , 1977).

(٨,٢,٤) تدهور الأراضي في الغابات Deterioration of Land in Forested Areas

الغابة نظام بيئي متطور، لا يقتصر دورها وأهميتها على إنتاج المادة الخشبية إذ إن لها أدواراً بيئية مهمة، منها أن للغابة تأثيراً واضحاً في تكوين التربة وفي المحافظة عليها وعلى خصوبتها في نفس الوقت، إذ إن الأشجار والنباتات الأخرى المكونة لها، تحمي التربة من أشعة الشمس، مما يجعلها تحافظ على الدبال، كما تحمي التربة من حدة سقوط الأمطار عليها مما يخفف إلى حدٍ كبيرٍ من إنجراف التربة، كما أن جذور الأشجار تساهم في تثبيت التربة وتجعلها أكثر مقاومة للإنجراف المطري والريحي. إن الدبال الناتج عن تحول البقايا النباتية يحسن من بنية تربة الغابة، وبالتالي يرفع من نفاذيتها لمياه الأمطار ويجعلها أكثر مقاومة للإنجراف، حيث إن الغابة تخفف من الإنسياب السطحي لمياه الأمطار إلى حدٍ كبيرٍ، وهي بهذه الخاصية تحارب السيول والفيضانات، كما أنها تسهل تسرب المياه إلى داخل التربة، ومنها لتغذية المياه الباطنية، وبذلك تؤمن تدفق مياه الينابيع؛ هذا ومن المعروف أن الينابيع أكثر غزارة وذات تدفق أكثر إنتظاماً في المناطق الحراجية.

لقد أفادت الدراسات أن الإستغلال غير الصحيح، وغير المبرمج لأراضي الغابات، بالقطع الجائر والرعي الجائر والحرق، وفتح الأراضي بغرض الزراعة، وخاصة في المنحدرات، تعمل كلها على زيادة التعرية والإنجراف التي تصل معدلاتها في المناطق التي فقدت تربتها غطاءها النباتي الجيد إلى مئات أمثال ما يحصل في المناطق المغطاة بغطائها النباتي، هذا وتكثر في أراضي الغابات التي فقدت غطاءها النباتي، السيول والفيضانات،

التي تصحبها ترسبات المواد الغرينية، التي تصب في روافد الأنهار، وفي الأنهار، وبحيرات الخزانات؛ ففي السودان مثلاً تكلف إزالة الأطماء من قنوات الري في المشاريع المروية بمياه الأنهار (صورة ٨٢) وروافدها مبالغ ضخمة كل عام.

(٨,٢,٥) تدهور الأراضي نتيجة الحرائق Deterioration of land as a Result of Fires

فكثيراً ما تتعرض مناطق السافانا الجافة في السودان، كغيرها من المناطق المماثلة، إلى الحرائق؛ ومن أهم أسبابها في السودان، أعمال تنظيف الأرض للزراعة المطرية، كما أن رعاة الأبقار يشعلون النار لإزالة الأعشاب الجافة لينمو مكانها عشب أخضر في بداية موسم الأمطار. لقد أدت هذه الحرائق المتكررة الحدوث إلى إتلاف مساحات كبيرة من مكونات أراضي السافانا النباتية، إذ إنها أدت إلى إتلاف الأشجار والشجيرات في مختلف أعمارها وعلى الأعشاب المعمرة وإلى قتل البادرات والبذور. ولقد لعبت الحرائق دوراً كبيراً في تعرية التربة من غطائها النباتي، فأصبحت نهباً لعوامل التعرية من رياح ومياه فتم إنجرافها؛ هذا إضافة إلى أن النار تستنفد المواد العضوية، وتهلك الكائنات الحية في التربة التي تساعد على بناء التربة وخصوبتها؛ وبهذا تتدهور الأراضي في مناطق السافانا الجافة وتتسع مساحة الصحراء.

(٨,٢,٦) المظاهر التي تدل على التصحر Symptoms Indicative of Deterioration

حدد (القصاص، ١٩٩٩م) نقلاً عن (Reining 1978) المظاهر الآتية التي تدل على التصحر:

(٨,٢,٦,١) أدلة فيزيائية Physical symptoms

وتشمل:

١- نقص في عمق التربة نتيجة تعريتها.

٢- نقص في محتوى المادة العضوية في التربة.

٣- نقص في خصوبة التربة.

٤- تكون قشرة صلبة على سطح التربة.

٥- زيادة الأتربة في الهواء وزيادة العواصف الترابية.

٦- زيادة في تكون الكثبان الرملية وفي معدل تحركها.

٧- تملح التربة أو تحولها إلى قلوية.

٨- تدني نوعية المياه الأرضية ونقص كميتها.

٩- تغير نسبة ما ينعكس من الطاقة عن سطح الأرض (البيدو Albedo).

(٨,٢,٦,٢) أدلة بيولوجية Biological symptoms

١- الكساء (الغطاء) النباتي Plant cover

أ) نقص الغطاء النباتي الطبيعي.

ب) نقص الكتلة الحية فوق سطح الأرض.

ج) نقص المحصول الزراعي.

د) تغير في أنواع النباتات الرئيسة وتوزيعها وكم نوعها.

هـ) فشل بعض الأنواع النباتية في التكاثر.

٢- حياة الحيوان Animals life

أ) تغير في أعداد الحيوانات الرئيسة وتوزيعها وكم نوعها.

ب) تغير في تركيب القطيع.

ج) تغير في أعداد الحيوانات المستأنسة.

د) نقص في الإنتاج الحيواني.

(٨,٢,٦,٣) أدلة إجتماعية Social symptoms

أ) تغير في الأحوال و الأوضاع الإجتماعية.

ب) تغير في أحوال الصحة العامة.

ج) تزايد التوتر في العلاقات بين مجموعات السكان.

د) تغير في نمط المستقرات / هجرة السكان.

هذا ويضيف (خوجلي ، ٢٠٠٠م) زيادة فقر الزراع والبدو ؛ ففي حالة هطول الأمطار الغزيرة لا يكون لديهم من البذور ما يزرعونها ، ولا يكون للبدو من مواشيهم ما يربونها ويولدونها. هذا فقد شهدنا معظم هذه الظواهر حينما أصاب التصحر منطقة السهل الأفريقي ، وكذلك في غرب السودان.

(٨,٣) مثال للتصحر ومظاهره وآثاره من مشروع الجزيرة بالسودان

Example of desertification and its effects and manifestations of Al-Jazera project in Sudan

بناء على توجيه من لجنة زيادة الرقعة الخضراء ، التابعة لجامعة الدول العربية ، قام بروفيسور أحمد الطيب وآخرون ، (١٩٨٩م – تقرير غير منشور) بدراسة التصحر ، ومظاهره ، وآثاره ، في مشروع الجزيرة بالسودان والتي سنستعرضها فيما يلي :

يقع المشروع في المثلث الواقع بين النيلين الأزرق والأبيض ، هذا ويعد المشروع أكبر مشروع زراعي مروي تحت إدارة واحدة في العالم ، إذ تبلغ مساحته المليون هكتار ؛ وتُنْتَج فيه محاصيل اقتصادية وغذائية مهمة ، تشمل هذه القطن ، والذرة والقمح والفول السوداني والخضر والفاكهة والإنتاج الحيواني. هذا وللمشروع أهميته في الأمن الغذائي الوطني ، خاصة في سنوات الجفاف نظراً لاعتماده على الرّي الانسيابي من النيل الأزرق ، حيث تنساب المياة منحدرة من خزان سنار في ترعة رئيسة تتفرع منها عدة ترع بأحجام مختلفة توصل الماء إلى المزارع (الحواشات). هذا وقد أدى المشروع دوراً مهماً وبارزاً ، في انقاذ حياة الكثير من الناس – بمشيئة الله – ، في المناطق الأخرى من السودان ، التي يداهمها الجفاف ، وهو كثير الحدوث.

لقد أفادت هذه الدراسة أن إزالة الأشجار والنباتات المُعَمِّرة الأخرى من داخل المشروع ، تسببت في تعريض الكساء النباتي في المناطق غير المروية المتاخمة للمشروع

لرعيٍ واحتطاب جائرين، مما أدى إلى تصحرها وتكوين الكثبان الرملية فيها، والتي أصبحت رمالها عرضة للتحرك نحو المشروع بفعل الرياح الموسمية.

ولقد كان تأثير الرمال المتحركة لافتاً للنظر في أطراف المشروع، وبخاصة في تلك المناطق المقابلة لإتجاه الرياح الجنوبية الغربية، ممثلة في تفاتيش بجيجة، وأبو قوتة وعبد الماجد (والتفتيش هو أصغر وحدة إدارية في مشروع الجزيرة يشرف فيها عدد من المفتشين الزراعيين على مساحة محددة من المزارع، الحواشات، في المشروع).

لقد تسببت حركة الرمال في إحداث أضرار كثيرة في هذه المنطقة من مشروع الجزيرة، تمثلت في إعاقة نظام الرّي، وتغيير خصائص التربة الفيزيائية والكيميائية، وانعكس ذلك سلباً على حياة السكان الاقتصادية والاجتماعية؛ وسنستعرض ذلك وبايجاز فيما يلي:

(٨,٣,١) الآثار السالبة على نظام الري Negative Effects on Irrigation Systems

لقد تسببت الرمال الزاحفة في إعاقة نظام الرّي، وذلك بطمرها القنوات وتغييرها لطبوغرافية الأرض داخل الحقول (الحواشات)، مما أثر على كفاية الرّي الراحي الذي يستخدم في المشروع. هذا فقد تنمو بعض الشجيرات الصغيرة المُعمِّرة داخل المشروع، تجمع حولها الرمال فتكوّن بذلك كثباناً رملية تتسبب في إعاقة الرّي بدرجة كبيرة، وتتضح هذه الظاهرة المؤسفة بصورة لافتة للنظر حالياً في تفتيش بجيجة عند نهاية ترعة (قناة ري) أبو الحسن.

(٨,٣,٢) تغيير خصائص التربة الفيزيائية والكيميائية

Changes of the Physical and Chemical Characteristics of the Soil

تتميز التربة في مشروع الجزيرة، في معظمها، بأنها تربة طينية ثقيلة القوام، تتشقق حين جفافها؛ وعندما تمتلئ هذه الشقوق بالرمال تترسب الرمال على سطحها، وقد زادت كميتها في طبقة التربة السطحية حين الدراسة بنسبة ٤١٪. هذا

وعندما يتم حرث الأرض تختلط التربة الرملية بالتربة الطينية فتتغير خصائصها الفيزيائية، فيصبح قوامها غالباً طمياً رملياً، ويقل تماسكها، ويتغير لونها، وبناؤها، وتتغير فراغاتها البينية ونفاذيتها، للماء وسعتها الحقلية. لقد تسببت طبقة الرمال المتراكمة في سرعة دخول الماء مما نتج عنه زيادة مقننات مياه الرّي، وزيادة عدم كفاية توزيع الماء داخل الحقول.

تقلل تغطيه تربة الجزيرة الطينية بالرمال من خصوبتها؛ ويتمثل ذلك في نقص الكربون العضوي، والفسفور، والنيتروجين، والسعة التبادلية الكاتيونية، وكمية الأملاح، والأس الهيدروجيني. هذا ولقد توصلت دراسة أجراها (Mohammed *et al.*, 1995) أن حركة الرمال من الكثبان الرملية من مناطق متصحرة في شمال غربي مشروع الجزيرة إلى داخل المشروع، تسببت في تغيير قوام التربة من طينية إلى طمية رملية، كما أنها تسببت في طمر قنوات الرّي مما أعاق عملية الرّي الراحي.

(٨,٣,٣) التأثير الاقتصادي والاجتماعي Economic and Social Impact

إن لزحف الرمال على المناطق الغربية والشمالية الغربية لمشروع الجزيرة آثاره السالبة، اللافتة للنظر، على الحالة الاقتصادية والاجتماعية لسكان القرى المتناثرة.

يتبع مشروع الجزيرة نظام دورة زراعية خماسية وهي قطن، وقمح، وذرة، وفول (علف) وبور، إلا أن الزراع في هذه المناطق المتأثرة بالتصحر وزحف الرمال، لا يقومون بزراعة كل الدورات بالطريقة الموصى عليها من قبل هيئة البحوث الزراعية، ويتركون أجزاء مقدرة من الأرض دون زراعتها، وذلك نتيجة لزحف الرمال على قنوات الري وطمرها، وتغيير طبوغرافية الأرض داخل الحقول، مما أعاق نظام الرّي الراحي، فقل بذلك دخل الزراع، من المحاصيل والإنتاج الحيواني؛ هذا و أظهرت هذه الدراسة أن متوسط دخل الزراع في هذه المناطق يأتي في ذيل القائمة مقارنة مع المهن الأخرى.

لقد بلغ عدد القرى المتأثرة بزحف الرمال في هذه المنطقة ٥٢ قرية، تحولت بعضها إلى كثبان رملية، نذكر منها على سبيل المثال قرى الطليح والسوِّيل، والسحيماب وقوز الشيخ مضوي، وقوز ودكبيش وقوز الناقة؛ وقد أدى زحف الرمال إلى دفن ٧٨٪ من المنازل. هذا فإن أكثر المناطق تأثراً بزحف الرمال هي التي تقع في محافظتي الحصاحيصا والقطينة؛ توضح (صورة ١١٤) الرمال التي زحفت على منازل احدى القرى في محافظة القطينة.

صورة (١١٤). توضح الرمال الزاحفة على منازل إحدى قرى محافظة القطيينة بالسودان.

هذا ولقد أدى زحف الرمال في هذه المناطق إلى تردي الخدمات الاجتماعية بصورة لافتة للنظر؛ وقد شمل التردي مصادر مياه الشرب والخدمات التعليمية والصحية؛ هذا فإن نسبة الأمية بين سكان القرى، عامة، عالية تصل حوالي ٥٩٪؛ علماً بأن ٣٥٪ من القرى المتناثرة لا تحظى بنعمة التعليم، وحتى تلك التي حظيت بالتعليم فإنه ينحصر في مرحلتي الخلوة والتعليم الأساسي.

أما الخدمات الصحية فهي غير متوفرة لعدد ٥٦٪ من القرى المتناثرة، وحتى تلك التي حظيت بها، فإنها تنحصر في خدمات أولية تتمثل في نقاط الغيار والعيادات الطبية، التي تقدم الخدمة الطبية الأولية.

(٨,٤) حالة أخرى للتصحر ومظاهره وآثاره من غرب السودان

Another Case of Desertification and its Effects and Manifestations of Western Sudan

وفي دراسة أجراها (خوجلي، ٢٠٠٠م) عن التصحر في الحزام شبه الصحراوي في غرب السودان، والذي يمتد بين خطي عرض ١٤° ش و ١٦° ش، تبين أنه ولأسباب متعددة، البشرية منها والطبيعية، أصبح هذا الحزام متصحراً بصورة لافتة للنظر، كما تبينه الشواهد الآتية:

١- إنخفض الكساء النباتي الطبيعي إنخفاضاً كبيراً حيث أصبحت مساحات واسعة من الأرض جرداء، وقلت كثافة النباتات الحولية، وبقية نباتات المراعي بصورة لافتة للنظر.

٢- هلكت نسبة كبيرة من الثروة الحيوانية واختفت الأبقار تماماً.

٣- فشلت زراعة الحبوب فشلاً كبيراً.

٤- ونتيجة لهلاك الثروة الحيوانية وفشل الزراعة، اضطر عدد كبير من السكان إلى هجر ديارهم والنزوح إلى أطراف المدن الكبيرة في السودان، حيث يمتهنون مهناً هامشية ويكوِّنون السكن العشوائي ويعيشون تحت ظروف اجتماعية وصحية واقتصادية قاسية.

هذا وقد هاجر جزء كبير منهم للعمل في المشاريع الزراعية المرّوية في مناطق أخرى بعيدة عن ديارهم؛ وأما من تمكن منهم الاحتفاظ بجزء لابأس به من ثروة حيوانية، فإنه أحدث تعديلاً كبيراً في نمط حياته، وتحركاته الرعوية الموسمية، إذ أصبح، نظير بحثه عن الماء والكلأ، يتوغل بصورة أكبر في المناطق الجنوبية التي حباها

الله بقدر أكبر من الامطار ؛ ويؤدي هذا النمط من الترحال إلى كثير من الاحتكاك بين القبائل البدوية من جهة وبينها وبين تلك المستقرة من ناحية أخرى.

(٨,٥) مكافحة التصحر Combating Desertification

من دراسات أجرتها منظمات الأمم المتحدة المعنية بقضايا الأراضي الجافة والتصحر (برنامج الأمم المتحدة، بالتعاون مع منظمات الأمم المتحدة للغذاء والزراعة، والأرصاد الجوية، والتربية والعلوم والثقافة) لتقييم التصحر في العالم وذلك للأعوام (١٩٧٧، ١٩٨٤، ١٩٩٢م)، تبين أن التصحر في إزدياد مستمر، ولقد خلص التقييم الثالث في عام ١٩٩٢م إلى أن جملة الأراضي المتضررة بالتصحر في العالم تبلغ حوالي ٣٥٦٢ مليون هكتار، أي حوالي ٦٩٪ من جملة أراضي المناطق الجافة المنتجة زراعياً.

هذا فإن عملية التصحر تزداد بسرعة مخيفة، ويتبع ذلك ضياع مساحات كبيرة من الأراضي المنتجة مما انعكس سلباً على حياة الإنسان، الذي يحصد الآن نتائج تعامله غير الرشيد مع مكونات النظم البيئية المتجددة وغير متجددة حين استخدامه لها ؛ وقد إستلزم الأمر إتخاذ التدابير اللازمة لمكافحة التصحر. إن مكافحة التصحر تعني منع تدهور الأراضي التي تنتج المحاصيل والأخشاب والاحطاب والكلأ، وتعني في اللغة التي أشاعها مؤتمر الأمم المتحدة للبيئة والتنمية ١٩٩٢م أن تكون تنمية موارد الأرض خاصة في المناطق الجافة وشبه الجافة، وهي نظم بيئية هشة، تنمية متواصلة (مستدامة)، أي إنها تنمية تحقق العطاء المُوصِلْ إلى النظام البيئي المنتج ليقابل احتياجات الحاضر واحتياجات المستقبل. وللتنمية، في جميع صورها، علاقة تفاعل مع الإنسان (المجتمع) وبين الموارد الطبيعية ؛ هذا ويتضمن فعل الإنسان ثلاث حزم من الوسائل تُستكمل بها جميعاً التنمية المستدامة وهي: الوسائل التقنية والاقتصادية والاجتماعية (القصاص ، ١٩٩٩م). وسنستعرض هذه الوسائل وبإيجاز فيما يلي:

(٨,٥,١) الوسائل التقنية Technological Methods

والوسائل التقنية الرشيدة التي تحقق التنمية المستدامة وتقي الأرض من التدهور وتحد من التصحر، هي تلك التي تتجه إلى تصويب الوسائل غير الرشيدة التي إتبعها الإنسان في إستخداماته للأرض ولمواردها الطبيعية؛ وتتمثل هذه، كما أسلفنا، في تقطيع الأشجار في الغابات وحرقها بمعدلات تتجاوز قدرة النمو النباتي على تعويض ما أتلف منه، وتكديس الحيوانات دون مراعاة قدرة الحمولة الرعوية، أي قدرة الكساء النباتي على النمو والتجدد وتعويض ما أكله الحيوان، وفي الزراعة المطرية (الجافة) المفرطة التي لا تترك للأرض فترات بور (راحة) كافية لإستعادة خصوبتها، وتجريد الأرض من غطائها النباتي الذي يحمي التربة من عوامل التعرية، وإمتداد هذه الزراعة في مناطق هشة قليلة المطر، وكذلك ممثلة في الزراعة المروية غير الرشيدة التي لا تراعي التوازن بين الري الغامر والصرف القاصر مما يسبب تملح الأرض وتغدقها.

هذا ويضاف إلى سياسات تصويب وسائل إستخدامات الأرض، العمل على التوسع في التشجير، وتثبيت الرمال بما يمنع زحفها على الأرض المنتجة، والقرى السكنية والمنشآت؛ وتعد الكثبان الرملية المتحركة من أكبر المشاكل التي تواجه التنمية في المناطق الصحراوية، إذ إنها تطمر المباني السكنية فيهجرها السكان، كما حدث على سبيل المثال لقرية جواثة في منطقة الإحساء بالمنطقة الشرقية في المملكة العربية السعودية، وبقي مسجدها شاهداً على ذلك بعد إزالة الرمال عنه (صورة ١١٠)، وكذلك دفن المنازل في بعض القرى في محافظتي الحصاحيصا والقطينة في السودان (صورة ١١٤)، كما أن الرمال الزاحفة تهدد المنازل في ولاية الخرطوم (صورة ١١٥) والولاية الشمالية (صورة ١١٦)، كما أنها تطمر المزارع وقنوات الري كما هو الحال في بعض مناطق مشروع الجزيرة بجمهورية السودان، وكذلك في بعض المزارع في شمال السودان، بل إنها تهدد مجرى النيل الرئيس في شمال السودان؛ كما أن حركة الرمال تهدد الواحات ذات التربة الخصيبة، وعيون الماء في كثير من المناطق الصحراوية، كما

هو الحال في واحة الإحساء، وتلك الواحات التي في شمال المملكة العربية السعودية (صورة ١١١) ومثل واحات الصحراء الكبرى في مصر وبلدان المغرب العربي.

صورة (١١٥). توضح زحف الرمال على المنازل في قرية الرواكيب غربي مدينة أم درمان بالسودان .

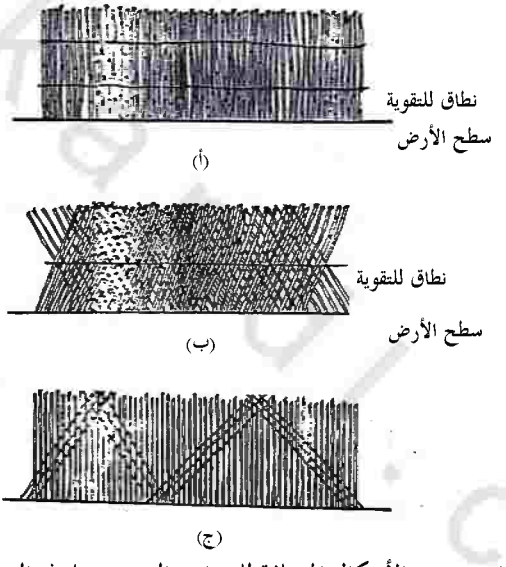
صورة (١١٦). توضح الرمال الزاحفة على منازل إحدى القُرى في منطقة شنديفي الولاية الـ. شمالية في السودان.

(٨,٥,١,١) التثبيت الميكانيكي Mechanical stabilization

ويصبح هذا ملزماً في المناطق التي لا تتاح فيها مصادر للمياه للتشجير؛ وهو عبارة عن إنشاء حواجز قليلة الإرتفاع، تصنع عادة مما يتاح من المواد، مثل:

١- حواجز تصنع من مخلفات نباتية جافة، تربط بعضها ببعض، مثل سعف النخيل، وحشيشة الحلفا *Imperata cylindrica* وسيقان الغاب *Phragmitis australis*، وسيقان نبات القنا *Oxytenanthera abyssinica* والذرة أو أغصان النباتات اليابسة المتشابكة، أو النباتات العشبية اليابسة بكاملها؛ وتنشأ الحواجز بحيث تكون المسافة بين

حاجز وآخر حوالي ١٠ م، وقد تصل إلى ٤٠ مً وذلك حسب شدة الرياح، ووضعية الرمال، والمادة النباتية المستعملة؛ ويمكن أن تتخذ الحواجز التي تقام من سيقان الذرة، أو جريد النخل، أشكالاً مختلفة تبعاً لشدة الرياح؛ ففي المواقع التي تكون فيها سرعة الرياح متوسطة فإنها تكون على شكل قوائم تربط، بغرض مقاومة الحاجز، بنطاق طولي أو بنطاقين طوليين (الشكل رقم ١٨)؛ أما إذا كانت الرياح شديدة فينبغي تدعيم الحاجز بوضع أجزاء النباتات المستعملة متعاكسة، مع عمل نطاق لربطها (الشكل رقم ١٨).



الشكل رقم (١٨). يوضح الأشكال المختلفة للحواجز التي تستعمل في التثبيت المؤقت للرمال.
(أ) حاجز من الغاب الرأسي. (ب) حاجز من الغاب المتقاطع (ج) حاجز رأسي مدعم بنطاقات متقاطعة.

٢- كما استخدمت حواجز من بلوكات الطين (اللِبن) والأسمنت؛ كما أن هنالك طريقة أخرى شائعة لحماية الطرق الصحراوية، تتمثل في استخدام براميل الأسفلت الذي استخدم في رصف الشوارع.

وفي إطار استخدام الطرق الميكانيكية استخدمت ليبيا مشتقات نفطية في تثبيت الكثبان الرملية، وعرفت هذه الطريقة، دولياً، بالطريقة الليبية، وقد تُوسع في استخدامها في إيران والمملكة العربية السعودية وغيرهما، وتتمثل هذه الطريقة في رش هذه المشتقات تحت ضغط حوالي ١٠٠ – ٢٠٠ رطل على البوصة المربعة وذلك لتكوين غشاء موزع توزيعاً منتظماً فوق سطح الرمال؛ كما استخدمت المملكة العربية السعودية الطرق الغطائية الآتية:

أ) رش الزيت الخام كثيف الشمع الذي، يتم رشه بسمك لا يقل عن ٤ بوصات على سطح الكثيب الرملي المواجه لإتجاه الريح.

ب) استخدام المواد الكيميائية، ومنها مادة كيمكو (إسم تجاري) التي يتم رشها على سطح الكثيب بعد خلطها بالماء بنسبة ١.٥ ٪ للمواقع المنخفضة من الكثيب، وبنسبة ٣ ٪ للمواقع المرتفعة منه؛ ويتم رشها باستخدام معدات خاصة.

(٨,٥,١,٢) التثبيت الأحيائي (التثبيت الدائم) Biological stabilization

ويحقق التثبيت الأحيائي التثبيت الدائم للكثبان الرملية، ويتم عادة في المناطق التي تتوافر فيها الموارد المائية المناسبة؛ هذا ويعد التشجير أنجح الطرق لتحقيق التثبيت الدائم للكثبان الرملية المتحركة ووقف زحفها؛ ولتحقيق التشجير الناجح لابد أن تسبقه مرحلة تثبيت ميكانيكي، وتوفير مورد مائي ملائم، وطرق ري تلائم الظروف البيئية السائدة في موضع التشجير واختيار أنواع النباتات الملائمة. ويتم في مرحلة التثبيت الميكانيكي عمل حواجز تكون مهمتها إيقاف الرمال المتحركة ولمدة، بحيث تتمكن النباتات الطبيعية أو المزروعة من ترسيخ نفسها في المنطقة. هذا وبعد إستقرار الرمل بين الحواجز يُشرع في تنفيذ مرحلة التثبيت الدائمة وذلك بزراعة الأشجار أو الشجيرات؛ وقد أفادت التجارب أن أنواع النباتات الطبيعية الموجودة في المنطقة هي أكثر الأنواع صلاحية لهذه العملية؛ ويفضل أن تتميز الأنواع النباتية المستعملة في عملية التشجير هذه بسرعة نموها وكثرة تفرعها عند قاعدتها، وتحملها لطمر الرمال،

ومقاومتها للجفاف، ولها مجموع جذري وتدي متطور يستطيع التغلغل عمودياً وأفقياً إلى أعماق التربة، لأجل الوصول إلى الرطوبة، ويمتص أكبر قدر من الماء وعناصر التغذية المعدنية التي هي أصلاً شحيحة في التربة الرملية (الشعيفاني ، ٢٠٠٢م)؛ كما أنه من الأفضل إستزراع أنواع الأشجار والشجيرات التي تتكاثر تكاثراً خضرياً بالعقل نظراً لسهولة نقل أعداد كبيرة منها بسهولة ويسر وبتكلفة زهيدة، إضافة لإمكانية استعمال عقل طويلة منها.

ومن أنواع الشجيرات المتوطنة في الصحراء والتي استعملت بنجاح في مشروع تثبيت الرمال في الإحساء بالمملكة العربية السعودية نورد:

الأثل *Tamarix aphylla* ، *T.articulata* والطرفة *T.gallica*

وهناك العديد من أنواع النباتات الشجيرية التي تعمر البيئات الرملية في الصحاري العربية والتي يمكن الإستفادة منها في مشاريع تثبيت الرمال، نذكر منها:

الأرطى *Calligonum polygonoides* (صورة ٥٩).

الغضا *Haloxylon persicum* (الصورتان ٥٥ ، ٥٦).

المرخ *Leptadenia pyrotechnica* (صورة ١١٧).

الحمض سويدا مونويكا *Suaeda monoica* (صورة ١١٨).

صورة (١١٧). توضح نمو نوع نبات المرخ *Leptadenia pyrotechnica* ، يلاحظ التربة الرملية في الموطن البيئي الذي يعمره.

صورة (١١٨). توضح نمو مجتمع نبات سويدا مونويكا *Suaeda monoica* يكسو أحد الكثبان الرملي . ة في منطقة جيزان بالمملكة العربية السعودية.

ومن أنواع الحشائش التي تعمر البيئات الرملية والتي لها القدرة على تثبيت الرمال ويمكن إستعمالها في مشاريع تثبيت الرمال نذكر:

قصب الرمال *Ammophila arenaria* الحلفا *Imperata cylindrica* الثمام *Panicum turgidum* (صورة ١١٩).

صورة (١١٩). توضح أحد أفراد نوع نبات الثمام *Panicum turgidum* ، يلاحظ ارتفاع قام . ة النب . ات وغزارة تفرعه وتمدده جانبياً والكثيب الرملي الذي يكونه.

(٨,٥,١,٣) مثال رائد لمشاريع تثبيت الرمال في المملكة العربية السعودية

Leading example of sand stabilization projects in Saudi Arabia

ومن أمثلة المشاريع الرائدة في مجال تثبيت الرمال، ذلك الذي أقامته المملكة العربية السعودية في واحة الإحساء؛ وقد استخدمت وزارة الزراعة والمياه، القائمة على أمر هذا المشروع، نظامي الإستزراع بالري والإستزراع الجاف. فقد حقق المشروع نجاحاً لافتاً للنظر، إذ أنه بالإضافة لتثبيته لمساحة كبيرة من الكثبان الرملية المتحركة، أصبح منتزهاً وطنياً عاماً يقصده المواطنون في منطقة الإحساء ومن خارجها (صورة ١٢٠) وساهم المشروع في حماية الأراضي الزراعية المجاورة من هجمات الرمال (صورة ١٢١).

صورة (١٢٠). توضح بعض الزوار لمنتزه الإحساء الوطني بالمملكة العربية السعودية.

صورة (١٢١). توضح مزارع النخيل في واحة الإحساء التي يحميها مشروع حجز الرمال.

• عملية التشجير بطريقة الزراعة الجافة (بدون ري) في منطقة الأحساء

Afforestation without Irrigation in alhasa area

نظراً لأهمية هذه التجربة الرائدة فإننا سنحاول وبإيجاز إستعراض بعض الجوانب المتعلقة بها فيما يلي:

تسبق عملية الزراعة (التشجير) مرحلة التثبيت الميكانيكي، وذلك بغرض إستقرار المواقع وتهيئتها لظروف ملائمة للنباتات التي سيتم إستزراعها، حيث إن الرياح تعتبر العامل الأساسي في تحرك الرمال وزيادة التبخر.

وقد استعملت مادة محلية متوافرة ورخيصة هي سعف النخيل في أعمال التثبيت الميكانيكي، وذلك بتقطيعه إلى قطع، طول الواحدة منها ١٠٠ سم، ثم تثبيت هذه القطع بحيث يدفن ما يعادل ٢٠ سم منها تحت سطح الأرض، وصفت متعامدة على إتجاه الرياح السائدة بالمنطقة مكونة أسيجة تبتعد عن بعضها البعض مسافة تتراوح بين ٣ - ٥ م (صورة ١٢٢)

صورة (١٢٢). توضح جانباً من الأسيجة التي شيدت من جريد النخيل في الكثبان الرملية بعد طرحها، وتشكل بداية مرحلة التثبيت الميكانيكي التي تسبق مرحلة الت. شجير (الزراع. ة الجاف. ة) في مشروع حجز الرمال بالإحساء.

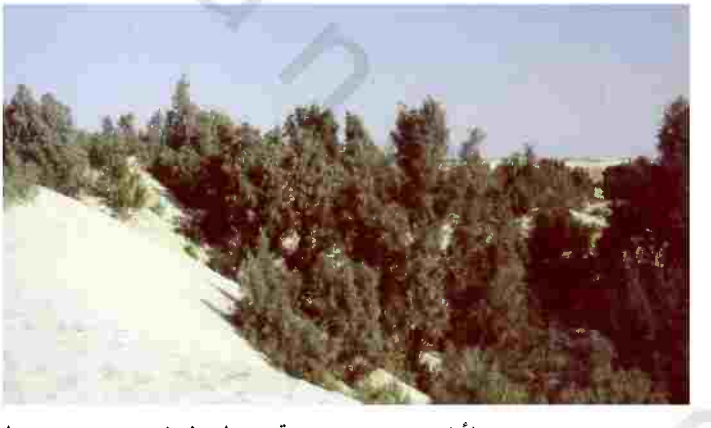
لقد ساعدت عملية التثبيت الميكانيكي للرمال أيضاً على تنمية النباتات الطبيعية المحلية، وبخاصة بين خطوط التثبيت حيث إنها تعمل على تجميع البذور المنقولة وتعتبر مصيدة لها.

تعتمد الزراعة الجافة (بدون ري) أساساً على الزراعة العميقة، أي في مستوى قطاع التربة دائم الرطوبة، الذي تتزايد الرطوبة فيه مع زيادة العمق، ويتراوح ذلك بين ٦٢ — ١٢٠ سم؛ وأعتبرت الفترة من أكتوبر إلى يناير، وهي فترة هطول الأمطار وإعتدال درجة الحرارة، الفترة الملائمة للزراعة الجافة.

هذا فإن الأمطار ليست المصدر الوحيد للرطوبة بهذه الكثبان الرملية، رغم أن الأمطار بلاشك تزيد من مواردها المائية، بل هناك مصدر آخر أكثر أهمية، وهو المياه الأرضية القريبة من سطح التربة الطينية السوداء، التي تغطيها الكثبان الرملية، وأن هذه المياه الأرضية تصعد إلى أعلى داخل الرمال بفضل الخاصية الشعرية. هذا وعند الحفر والوصول إلى عمق التربة المطلوب (١٠٠ — ١٢٠ سم) تزرع عقل الأثل *Tamarix aphylla* و*T.articulata* الطويلة التي يتراوح طولها بين ١٠٠ — ١٢٠ سم وتردم بالرمال الرطبة أيضاً ولا يظهر فيها إلا ما طوله ٥ — ١٠ سم فوق سطح التربة (صورة ١٢٣).

وتثبت العقل بالضغط جيداً على التربة الرطبة من حولها؛ وتفصل العقل المزروعة عن بعضها مسافات تتراوح بين ٣ — ٤ م، ويظلل الجزء البارز من العقل بسعف النخيل، ثم تترك بدون ري؛ توضح (صورة ١٢٤) أفراد نوع نبات الأثل *T.aphylla*، الناتجة من العقل، وهي تحجز الرمال.

صورة (١٢٣). توضح زراعة عقَل الأثل *T. aphylla* في مشروع حجز الرمال بالإحساء يلاحظ التربة الرطبة، وعقل الأثل المهزة للزراعة.



صورة (١٢٤). توضح شجيرات الأثل *T.aphylla* وهي تحجز الرمال في مشروع حجز الرمال بالإحساء (الزراعة الجافة).

وتعد عملية تثبيت الكثبان الرملية بطريقة الزراعة الجافة، رخيصة التكاليف، ولا تحتاج إلى عمليات صيانة بعد إجرائها، ولكنها بحاجة ماسة إلى الحماية التامة من الرعي، وعبث الفضوليين، وعليه يتعين تسوير المناطق المشجرة بسياج لحمايتها.

ويمكن الإستفادة من نتائج هذه التجربة في عمليات التوسع في مشروع تثبيت الرمال في واحة الإحساء أو زراعة مناطق أخرى تتشابه فيها الظروف البيئية بظروف واحة الإحساء.

(٨,٥,٢) الوسائل الاقتصادية Economical Methods

تعد مشروعات مكافحة التصحر وصون نظم الإنتاج في المراعي والزراعات المطرية والزراعات المروية، وتثبيت الكثبان الرملية، كلها مشروعات ذات مردود إقتصادي في المدى الطويل؛ ولذا تحتاج المجتمعات المتضررة من أثر التصحر إلى دعم مالي، إضافة للعون الفني؛ وعليه فالمطلوب من مؤسسات العون الدولي والتمويل الدولي أن تخصص من مواردها القسط اللازم لدعم البرامج الدولية لمكافحة التصحر، كما يتعين على الحكومات الوطنية أن تخصص في موازناتها السنوية القسط اللازم لدعم المجتمعات المتضررة، وذلك لتنفيذ الخطط الوطنية لمكافحة التصحر، شريطة أن تتكامل كل هذه الجهود العالمية والوطنية (القصاص ، ١٩٩٩م).

إضافة لتوفير الوسائل الاقتصادية اللازمة لتمويل برامج مكافحة التصحر، فإن إستمرار نجاح تنمية مشروعات الموارد الزراعية، من غابات ومراعٍ وزراعة بشقيها المطري والمروي، في المناطق الجافة، وبعد إكمال صونها ووقايتها، يعتمد كما يرى (القصاص ، ١٩٩٩م)، وفي إطار الإقتصاد المعاصر، على الإنتاج الكبير إذ إن عائدات الوحدات الصغيرة ما عادت مجزية. هذا ويلزم أن يُدْخَل المحصول بعد حصاده إلى عمليات صناعية أو تغليف أو تعليب، يصبح بعدها للمحصول عائد مربح. ويتطلب هذان الاعتباران (وحدة الأرض الكبيرة والإنتاج المصنع) إيجاد الوسائل التي تيسر إدارة المشروعات الزراعية الصناعية الكبيرة. هذا ويتعين على الدولة إيجاد

الوسائل الناجعة لتسويق المنتجات الزراعية والرعوية والغابية التي توفر الأرباح المجزية للمنتج التي تشجعه على الإستمرار في تنمية الأرض والمحافظة عليها.

(٨,٥,٣) الوسائل الاجتماعية Social Methods

توضح الدراسات أن الجزء الأكبر من الأراضي المعرضة للتصحر هي من مناطق رعي، وهي مناطق هامشية من الناحية البيئية، وتتميز بكثافة سكانية متدنية، ويتنقل السكان كلهم أو بعضهم مع قطعان ماشيتهم طلباً للكلأ والماء، فهي أيضاً مناطق هامشية من الناحية الاجتماعية لأن الوزن السياسي لسكانها متواضع إذا ما قورن بسكان المدن ومناطق الصناعة والإكتظاظ السكاني. وهذا التهميش لا يجعل لقضاياها الأولوية في برامج التنمية الوطنية (القصاص ، ١٩٩٩م) الذي ضرب مثلاً لذلك بقوله (في دراسة تحليلية لأوجه إنفاق العون الثنائي والدولي لدول الساحل الأفريقي فيما بين ١٩٧٨ ، ١٩٨٣م " ست سنوات " أن أموال العون بلغت عشرة آلاف مليون دولار أمريكى بقصد المعاونة على مكافحة التصحر، ولكن أقل من ١٠٪ منها أنفق على مشروعات حقلية لإصلاح الأرض المتدهورة، بينما أنفق الجزء الأكبر منها على مشروعات قليلة الصلة بعلاج الضرر الذي سببه الجفاف والتصحر، مثل مشروعات البنية الأساسية وتنمية المدن العواصم. هذا ومؤسسات العون الدولي تقول إنها تنفق أموالها حسب الأوليات التي تحددها حكومة الدولة التي تتلقى المعونة. مثل هذا قيل عن المعونات التي تقدمها مؤسسات الأمم المتحدة).

وهناك قضية اجتماعية أخرى تتعلق بتنازع حقوق ملكية الأرض والإنتفاع بها في الأراضي الجافة، بين السكان والحكومة، إذ تعتبر الحكومة في كثير من البلاد، ومنها البلاد العربية، أنها مالكة الأرض خارج المعمور، أي الصحاري والبراري، بينما يعتبر السكان أنهم أصحاب هذه الأرض، وأن أعرافهم ومواريثهم تنظم حقوق الإنتفاع بها. وكما

يقترح (القصاص ، ١٩٩٩م) أن (حل هذا الإشكال مدخل لحشد مشاركة الناس في جهود مكافحة التصحر. وقد تنبهت بعض الحكومات، مثل الحكومة السورية، إلى هذا الخلل، وأصدرت التشريعات واللوائح التي تنظم حقوق السكان في الأراضي، وكان لهذا الأثر الإيجابي على إقبالهم للمساهمة في مشروعات تنمية البادية في سوريا).

ويستلزم نجاح مشروعات التنمية المستدامة المتواصلة، عامة، ومشروعات مكافحة التصحر بصفة خاصة، مشاركة الناس في تخطيط هذه المشروعات وتنفيذها، وقد أصاب الكثير منها العطب والفشل لإنعدام هذه المشاركة، وأذكر هنا على سبيل المثال العطب الذي أصاب مشروع حظيرة جبل الحردان في الصحراء شمال أم درمان بالسودان (Obeid and Mahmoud , 1971) ؛ فقد إتضح رغم أنه لم يمض على إنشاء الحظيرة إلا عامان، قبل إجراء الدراسة، النمو الغزير لمجتمع نوع نبات الثمام *Panicum turgidum* في داخل الحظيرة (صورة ٦٢).

ولكن نتيجة لعدم مشاركة الرعاة في المنطقة في التخطيط للمشروع وتوعيتهم بأهميته البيئية بصفة عامة، وفائدته لهم بصفة خاصة، فقد إستباحوا الكساء النباتي داخل الحظيرة، في نهاية موسم الأمطار، فكدسوا حيواناتهم في داخلها، فتعرض الكساء النباتي لرعي جائر. هذا و لم تبق من أفراد نوع نبات الثمام *P.turgidum* السائد، إلا قواعد لا يتجاوز طولها عدة سنتميترات برزت فوق كثيبات الرمل، التي كانت قد جمعتها حولها، إذ إنها تتحمل طمر الرمال التي تحجزها وتجمعها حولها (صورة ٦٣). وقد أصبحت التربة العارية نهباً لعوامل التعرية بالرياح، وقد ساعدت حركة الحيوانات المكدسة من حركة الرمال.

وإننا نتفق مع (القصاص ، ١٩٩٩م) فيما ذهب إليه في أن مشاركة الناس في هذه المشاريع تستلزم أمرين: أولهما برامج للتعليم والتدريب والتوعية بحيث يدرك

الناس أبعاد ما يقبلون عليه من مشروعات، فالتدريب يزيد من قدراتهم على الإسهام بالعمل والأداء الفعَّال؛ وقد أورد مثالاً لذلك تجارب رائدة ناجحة تمت في مجال تثبيت الكثبان الرملية في أقاليم السودان الغربية، إذ أعتمدت على البدء بمشاريع نموذجية محدودة استفيد منها في تدريب الأهالي على وسائل وتقنيات تثبيت الكثبان الرملية، ثم أتيحت الفرصة لهم للقيام بأعمال التثبيت، كل فريق في حيز وجوده. وثاني الأمرين يتمثل في التنظيم الإجتماعي، أي تنظيم الناس في جمعيات أو تعاونيات أو شركات مساهمة مما يعين على حشد إسهاماتهم في تنفيذ المشروعات؛ وقد أورد لذلك مثالاً بتنمية المراعي في بادية الشام في سوريا حيث أعتمد نجاح العمل على تنظيم الأهالي في تعاونيات إنتاجية.

وإننا نتفق مع (القصاص، ١٩٩٩م) فيما أشار إليه من أن مشاركة الناس تستلزم تمليكهم البيانات والمعارف اللازمة حتى يكونوا على بينة من أهداف مشروعات مكافحة التصحر وخطوات تنفيذها. وفي هذا الخصوص ينبغي الإهتمام بأدوات الإتصال والعناية بقدرتها على الأداء؛ وكما ينبغي أن يمتد نشاط أدوات وأجهزة الإرشاد الزراعي والريفي والبيئي إلى المناطق الجافة وسكانها.

هذا ومن الضروري بمكان، أن تتكاتف جهود الإعلام المسموع والمقروء والمرئي، وكذلك مؤسسات التعليم في مراحلها المختلفة لتبصير كل شرائح المجتمع بخطورة التصحر وأسبابه وما هو دور كل فرد في المجتمع للمحافظة على النظام البيئي وتنميته، ومنع أسباب التصحر، والمساهمة في معالجته؛ ونأمل أن يكون فيما أوردناه هنا مساهمة في هذا المجال.

تم وبحمد الله تعالى، ، ، ، ،

obeikandl.com

المراجع
References

المراجع العربية

أبـو العـز، محمـد صـفي الـدين (١٩٧٦م). *قـشرة الأرض - دراسـة جيومورفولوجية*. دار النهضة العربية. القاهرة.

البتانوني، كمال الدين حسن (١٩٩٢م). *بيئة صحراوية*. مركز جامعة القاهرة للتعليم المفتوح. القاهرة.

التيسان، وفاء عبد الرحمن (٢٠٠٠م). دراسات بيئية على نباتي العشرق (*Senna italica*) والسنا (*Senna alexandrina*) في المملكة العربية السعودية، رسالة دكتوراه كلية العلوم للبنات، الدمام.

الشعيفاني، بدرية راشد (٢٠٠٢م). دراسة بيئية عن الكساء النباتي الطبيعي في محافظة عنيزة بالمملكة العربية السعودية، رسالة مقدمة لقسم النبات بكلية التربية للبنات الأقسام العلمية بالرياض ضمن متطلبات الحصول على درجة الماجستير في العلوم تخصص علم البيئة النباتية.

العجلان، صالح بن عبد الرحمن(١٩٩٨م). تقرير عن المشروعات الوطنية الجارية والمستقبلية في مجال الطاقة المتجددة بالمملكة العربية السعودية. للإجتماع السادس للجنة العربية الدائمة للطاقات المتجددة. البحرين.

العجلان، صالح بن عبد الرحمن، سميعي، محمد الصالح، أوجينيو، نيلو(١٩٩٧م). دراسة لتقويم الوضع الحالي لمشاريع الطاقة الشمسية التابعة لوزارة المواصلات. قسم الأبحاث التطبيقية. معهد بحوث الطاقة. مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية. المملكة العربية السعودية. الرياض.

العمود، أحمد ابراهيم (١٩٩٨م). *نظم الريّ بالتنقيط*. النشر العلمي والمطابع. جامعة الملك سعود. الرياض .

القصاص، محمد عبد الفتاح (١٩٩٩م). *التصحر- تدهور الأراضي في المناطق الجافة*. المجلس الوطني للثقافة والفنون والآداب. الكويت.

الوليعي، عبد الله ناصر (١٩٩٧م). *المحميات الطبيعية في المملكة العربية السعودية*. الطبعة الأولى. الهيئة الوطنية للحماية الحياة الفطرية وإنمائها . الرياض .

بدران، عدنان(١٩٧٦م).*الطاقة. في: مرجع في التعليم البيئي لمراحل التعليم العام*. (المحرر مصطفى عبد العزيز).المنظمة العربية للتربية والثقافة والعلوم، بالتعاون مع مدير برامج الأمم المتحدة للشئون البيئية.

حسن، محمد يوسف، عوض، سمير أحمد (١٩٧٦م). *الثروة المعدنية. في: مرجع في التعليم البيئي لمراحل التعليم العام* . (المحرر مصطفى عبد العزيز) . المنظمة العربية للتربية والثقافة والعلوم بالتعاون مع مدير برنامج الأمم المتحدة للشئون البيئية.

خوجلي، مصطفى محمد (٢٠٠٠م). التصحر في شبه صحراء غربي السودان – أسبابه ونتائجه وطرق علاجه. المؤتمر الثالث لدراسات الصحراء. جامعة الملك سعود. الرياض.

زهران، محمود عبد القوي (١٩٩٨م). *أساسيات علم البيئة النباتية وتطبيقاتها*.الطبعة الثانية. دار النشر للجامعات المصرية. مكتبة الوفاء.القاهرة.

عمر، محمد خير (٢٠٠٦م). رؤية مستقبلية للنفط والغاز. خام النفط ٣. مجلة النفط والغاز، ٨: ص ٣-٨ .

مجاهد، أحمد محمد، أمين، عبد الرحمن، يونس، أحمد الباز، عبد العزيز مصطفي (١٩٩٠م). *علم البيئية النباتية*. مكتبة الانجلو المصرية. القاهرة.

مجاهد، أحمد محمد، العودات، محمد عبدو، عبد الله، عبد السلام محمود، الشيخ، عبد الله بن محمد، باصهي، عبد الله بن يحي (٢٠٠٦م). *علم البيئة النباتية*. الطبعة الرابعة. النشر العلمي والمطابع. جامعة الملك سعود. الرياض.

معهد بحوث الطاقة (٢٠٠٧ م) . الكتيب التقريري لأهم أنشطة نقل وتوطين وتطوير تقنيات الطاقة . مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية. المملكة العربية السعودية. الرياض .

نادر، إياد عبد الوهاب (١٣٩٦هـ). الثروة الحيوانية للصحراء. الندوة العلمية الأولى عن الصحراء، أخطارها وامكانيات استغلالها، الجمعية السعودية لعلوم الحياة، الرياض. ص ٦٦-١٠٠.

المراجع الأجنبية

Al-yemeni, M.N. and Zayed, K.M. (1999). Ecology of some plant communities along Riyadh –Al- thumama road, Saudi Arabia/ Saudi J. Bio. Sci, 6(1): 9-21.

Al-yemeni, M.N. (2000). Ecological Studies on sand duenes vegetation in AL-Kharj region, Saudi Arabia. Saudi J.Biol. Sci. 7(1):64-88.

Bartholomew.G.A.and Cade , T.J.(1959).Water consumption of house finches. Condor, 58:406-421.

Batanouny K.H.and Abd-elwahabM.A.(1973).Ecophysiological Studies on desert plants ,111- Root penetration of Leptadenia pyrotechnica (forssk.) decne in relation to it's water balance ; Oecologia (Berl.).11:151-161.

Batanouny, K.H., Lendzian K. and Ziegler H. (1972). Oekophysiogische Untersuchungen an Wustenpflanzen. VI. Hemstoffe. Fur Keimug and Wachstum in den Fruchten von Zilla spinosa Prantl. Oecologia (Berl) 9:12-22.

Batanouny, K.H. (1976). Considerations in the context of land evaluation in arid zones with a special refernce to Saudi Arabia. International Symposium. Surveys Departments. I.T.C Enschede (the Netherlands) December: 9-15.

Black, J.M. (1960). the significance of petiole length, leaf area and light interception in competion between strains of subterranean clover (Trifolium subterraneum L.) grown in swards. Aust. J.Agric. Res. 11-27.

Buxton , P.A.(1923). Animal life in Deserts. Arnold, London.

Cannon, W.A. (1911). The Root Habits of Desert Plants. Publ.131, Carnegie Inst, Washington.

Chapman, R. N, Mickel, C.E, and Parker, J.R. (1926). Studies in the ecology of sand dune insects. Ecology, 7:416-426.

Chaudhary, S.A. and Al-Jowaid, A.A. (1999). Vegetation of the Kingdom of Saudi Arabia, National Agriculture and Water Research Centre , Ministry of Agriculture and Water , Kingdom of Saudi Arabia. Riyadh .

Chew, R.M. (1961). Water metabolism of desert-inhabiting vertebrates. Biol. Rev. 36:1-31.

Cloudsley-Thompson, J.L. (1975). Terrestrial Environments, Croom Helm. London.

Cloudsley- Thompson, J.L. and Chadwick, M.J. (1964). Life in Deserts. G.T. Foulis and Co. Ltd. London.

Denna, D.W (1970). Leaf wax and transpiration in Brassica oleracea. J. Ammer. Soci. Hort. Sci., 95:30-32.

El-Naggar, M.K.R. (1965). Autecology of Rhazia stricta Decne M.Sc. Thesis, University of Ain Shams, Egypt.

El-Sheikh, A.M. (1984). Germination of the Halophyte: Zygophyllum decumbens From Saudi Arabia. Arab Gulf J. Scient. Res., 2 (22), 373-384.

El-Sheikh, A.M.(1988). Germination Ecology of Lagonychium farctum (Banks & Sol.) Bobr. From Saudi Arabia. J. Coll .Sci. King Saud Univ., 19(1), 13-27.

El-Sheikh, A.M., Mahmoud, A. and El-Tom, M. (1985). Ecology of the inland salt marsh vegetation at Al- Shiggah in Al-Qassim district, Saudi Arabia. Arab Gulf J. scient. Res.,3 (1): 165-182.

Evenari, M., Shaman, L. and Tadmor, N. (1971). The Negev- the Challenge of a Desert. Harvard University Press. P. 345.

Fitter, A.H. and Hay, R.K.M. (1981). Environmental Physiology of plants. Academic Press London P. 202.

Geiger, R. (1950). Das Klima der bodennahen Luftschicht, 3rd. ed. Verwg Braunschweig.

Grime, J.P. (1973). Control of species density in Herbaceous vegetation. J. Environ. Management, 1:151-167.

Gutterman, Y. (1993). Seed Germination in Desert Plants. Springer- Verlag Berlin Heidelberg.

Hajar, A.S., Zidan. M.A. and Al-Zahrani, H.S. (1996). Effect of salinity stress on germination, growth and some physiological activities of black cumin (Nigella sativa L.) Arab Gulf J. Scient. Res., 14(2):442-454

Hajar, A.S.A. (1993). A comparative ecological study on the vegetation of the protected and grazed part of Hema Sabihah in Al-Baha Region South Western Saudi Arabia, Arab Gulf J.Scient. Res., 11(2):259-280.

Halwagy, R. (1961a). The vegetation of the semi-desert north east of Khartoum, Sudan. Oikos, 12:87-110.

Halwagy, R. (1961b). The incidence of the biotic factor in Northern Sudan Oikos, 13(1):97-117.

Kassas, M. and Imam, M. (1954). Habitat and plant communities in The Egyptian desert. III. The wadi bed ecosystem. J. Ecol. 42:424-441.

Kassas, M. and Imam, M. (1967). On the ecology of the Red Sea Littoral salt marsh, Egypt, Ecol. Monogr. 37:297-316.

Keast J.A.and Marshal , A.J.(1954). The influence of drought and rainfall on reproduction in Australion desert birds .Zool. Soc. Lond. 124:493-499.

Khudairi, A.K. (1969). Mycorrhiza in desert soils. Bio. Science, 19:598-599.

Kluge, M. (1976). Crassulation acid metabolism (CAM) CO2 and water economy. In Water and Plant life (Eds. Lange O.L., Kappen, and Schulwe L.E.D.) Ecological Studies. 19:313-322 Springer Verlag Berlin.

Kohen, D. (1967). Optimizing reproduction in randomly varying environment when a correlation may exist between the conditions at the time a choice has to be made and the subsequent outcome. J. Theor. Biol 16:1-14.

Koller, D. (1969). The physiology of dormancy and survival in desert environments , in : Woolhouse , H .W.(ed) Dormancy and Survival , P .P . 449 – 469. Symposia of the Society of Experimntal Biology , 23 .Cambridge University Press.

Koller, D. (1972). Environmental control of seed germination. In Kozlowski. T.T. (ed) Seed Biology Vol.2. Academic Press, New York and London, P.P 1-101.

Koller, D. and Negbi, M. (1955). Germination regulating mechanisms in some desert seeds. V, Colutea istrica Mill. Bull. Res. Counc. 5.D:73-84.

Lawrence, R.F. (1959). The sand dune fauna of the Namib desert. S.Afric. J.Sci.,. 55:244-239.

Le Ho'uerou, H. N. (1977). The nature and causes of desertization, In Desertification, Environmental Degradatation in and around Arid lands (ed. Glantz. M .H .). West view Press Boulder, Colorado.

Louw, G.N. and Seely, M.K. (1982). Ecology of Desert organisms. London and New York.

Lofts, B. and Murton, R.K. (1968). Photoperiodic and Physiological adaptations regulating avian breeding cycles and their ecological significance. J. Zool. London, 155: 327-394.

Mac Dougal, D.T. and Spaulding, E.S. (1910). The Water- balance of the Succulent Plants. Carnegi Inst. Wash. Publ. 14,PP.77.

Mahmoud, A. (1977). Germination of three desert Acacias in relation to their survival in arid environment. Proc. First Cof. Biol. Aspects of Saudi Arabia: 74-94.

Mahmoud, A. (1984). Germination of caryopsis of the halophyte, Aeluropus massauensis from Saudi Arabia. Arab Gulf J. Scient. Res. 2(1):21 – 36 .

Mahmoud, A. (1985a). Germination of Cassia italica from Saudi Arabia. Arab Gulf J. Scient. Res. 3(2): 437-447.

Mahmoud, A. (1985b). Germination of Cassia senna from Saudi Arabia .J. of Arid Environ. 9:39-49.

Mahmoud, A. (1985c). Germination of Hammada elegans from Saudi Arabia. Arab Gulf J. Scient. Res. 3(1): 55-56.

Mahmoud, A. and Obeid, M. (1971). Ecological studies on the vegetation of the Sudan 1. General features of the vegetation of Khartoum Province. Vegetatio, 23:153-176.

Mahmoud, A. and Grime, J.P. (1976). Analysis of competitive ability in three perennial grasses. New Phytol., 77:1215-1217.

Mahmoud, A., El-Sheikh, A.M. and Isawi, F. (1982). Ecology of the littoral salt marsh vegetation at Rabigh on the Red Sea coast of Saudi Arabia. J.Arid Environ., 5:35-42.

Mahmoud, A., El-Sheikh, A. M. and Abdul Baset, S. (1983a). Germination of Artemesia abyssinica Sch. Bip J. Coll. Sci. King Saud Univ., 14: 253-272.

Mahmoud, A., El-Sheikh, A. M. and Abdul Baset, S. (1983b). Germination of Francoeuria crispa (Forssk.) Cass (= pulicaria crispa (Forssk)) Benth. Et hook F.) Arab Gulf J. Scient. Res., 2: 289-392.

Mahmoud, A., El-Sheikh, A. M. and Abdul Baset, S. (1983c). Germination of two halophytes: Halopeplis perfoliata and Limonim axillare From Saudi Arabia. .J. Arid Environ., 6: 87-98.

Mahmoud, A., El-Sheikh, A.M. and Abdul Baset, S. (1985a). Germinaton of Anastatica hierocuntica from Saudi Arabia. Arab Gulf J.Sceint. Res., 3(1) 5-32.

Mahmoud, A., and El- Tom, M. (1985 b). Ecological relationships of some vegetation units in the Jeddah – Makkah region, Saudi Arabia. Arab Gulf J.Sceint. Res., 3(2) 607-622.

Mahmoud, A., El-Sheikh, A.M., Yousef, M.M. and El-Tom, M. (1985c). Ecology of the Iittoral salt marsh vegetation at Al-Magawah on the Gulf of Aqaba, Saudi Arabia. Arab Gulf. J. Scient, Res., 3(1):143-163.

Martin, E.V. (1943). Studies of evaporation and its significance as a hydrological factor J. Ecol. 42:442-444.

Martin, T.T. and Junipar, B.E. (1970). The Cuticles of Plants. Arnolod, London.

Migahid, A.M. and El-Sheikh, A.M. (1977). Types of desert habitats and their vegetation in central and eastern Saudi Arabia. Proc. First Conf. Biol. Aspects of Saudi Arabia. K.A.U., Jeddah King Abdul-Aziz University Press., 155-150.

Mohammed , A . E. ,Stigter , C .J . and Adam, H . S . (1995). Moving Sand and its consequences on and near a severely desertified environment and a protective shelter belt . Arid Soil Res . and publica .3 : 423 -435.

Obeid, M. and Manmoud, A. (1969). Vegetation of Khartoum Province. Guide to the natural history of Khartoum Province Part VI. Sudan Notes and Records L. :1-20.

Obeid, M. and Manmoud, A. (1971). Ecological studies on the Vegetation of Khartoum Province II. The ecological relationships of the vegetation of Khartoum Province. Vegetatio,23: 177-198.

Omer, S.A. (1991). Dynamics of range plants following 10 years of protection in arid rangelands of Kuwait. J. Arid Environ., 21:99-111.

Oppenheimer, H.R. (1949). The water turn-over of the Valenca Oak. Palest. J. Bot. Ser. R. 7:177-179.

Orshan, G. (1954). Surface reduction and its significances as a hydrological factor. J. Ecol., 42:442-444.

Parker, J. (1968). Drought-resistance mechanisms. In: Water Deficits and Plant Growth (Ed. Kozlowski T.T.) Vol 3, PP. 125-176 Academic Press, New York and London.

Pierre, F.(1958).Ecologi et peuplement entomologique des sables vits du sahara hord-occidental, Center Nat . de Recherché Scientifique , Paris , PP. 332.

Rzoska, J. (1961). Observations on tropical rain pools and general remarks on temporary waters. Hydrobiologia, 17:265-268.

Schmidt–Nelson, K. (1956). Animals and arid conditions: physiological aspects of productivity and management, PP . 368 – 382. In: The Future of Arid Lands. Am. Associ. Adv. Soci. Washmidton.

Schmidt–Nelson , K . (1964). Desert Animals . University Press London.

Schmidt-Nelson, B., Schmidt-Nelson,K., Houpt T.R. and Jarnum, S.A. (1965). Water balance of the camel. Amer.J. Physiol., 185-194.

Shreve, F. (1951). Vegetation of Sonoran Desert Washington| Carnegie Institute/.No. 591.

Skoss, J.D. (1955). Structure and composition of plants cuticle in relation to environmental factors and permeability. Bot. Gaz, 117, Chicago.

Steiner, J.(1916). Aufzählung der von J. Bornmüler im Oriente gesammelten Flechten. Ann. Naturhist. Mus. Wien, 30:24-39.

Thomas, M. (1951). Carbon dioxide fication and acid synthesis in crassulacean acid metabolism. Symp. Soc. Expt. Biol. 5:72-97.

UNEP ,(1992). World Atlas of Desertification .United Nations Environmental Program and Edward Arnold, PP.69.

Venable, D.L. and Lawlor, L. (1980). Delayed germination and dispersal in desert annuals in space and time, Oecologia (Berlin), 46:272-282.

Vessey-Fitzgerald, D.F. (1957). The vegetation of central and eastern Arabia. J. Ecol. 45(3):779-798.

Waisel, Y. (1972). Biology of Halophytes. Academic Press, Cambridge, P. 484.

Walter, H. (1963). The Water Supply of desert plants. Symp. Brit. Ecol. Soci., 3:199-256.

Yousef, M.M. and El-Sheikh, A.M.(1981a).The Vegetation Alongside a Running Water Canal at Al-Kharj .J.Coll.Sci., king Saud Univ.,12(1),23-51).

Yousef, M.M. and El-Sheikh, A.M. (1981b). Observations on the Vegetation of the Gravel Desert Areas with Special Reference to Succession, in Central Saudi Arabia. J. Coll. Sci.,King Saud Univ., 12(2):231-251.

obeikandl.com

obeikandl.com

ثبت المصطلحات

أولاً: عربي – إنجليزي

أ

أجهزة للإنارة والتحذير على الطرق تعمل بالطاقة الشمسية	Road lighting and warning equipment operated by solar energy
الاحتياطي العالمي من النفط	Global oil reserves
الاختبارات الحقلية لهندسة التبريد	Field testing of cooling technology
أدلة اجتماعية	Social symptoms
أدلة بيولوجية	Biological symptoms
أدلة فيزيائية	Physical symptoms
أدمي (غزال جبلي)	Arabian gazelle
ارتفاع نسبة الماء المقيد (الحبيس)	Increased percentage of bound-water
الارتكاز	Support
الارتواء بالماء	Hydration
أسباب التصحر	Causes of desertification
استجابة البذور لدرجة حرارة البيئة الخارجية	Response of seeds to ambient temperature

Response of seeds to soil salinity	استجابة البذور لملوحة التربة
Utilization of water resources in the desert for agriculture	استخدام مصادر الماء في الصحراء لأغراض الزراعة
Utilization of solar energy for the generation of electricity in the Sudan	استخدامات أنظمة الطاقة الشمسية في مجال التحويل الكهربائي في السودان
Efficient utilization and improvement of natural pastures	الاستغلال الأمثل للمراعي وتنميتها
Utilization of plant resources for functions other than grazing	استغلال الثروة النباتية في أغراض أخرى غير الرعي
Lichens	الأشن
Competitive exclusion	الإقصاء بالمنافسة
Solar cells frames	ألواح الخلايا الشمسية
Spray line	الأنبوب ذو البخاخات
Production of mature seeds and fruits at the advent of the rainy season	إنتاج الثمار والبذور الناضجة في بداية موسم الأمطار
International production and consumption	الإنتاج والاستهلاك العالمي
The technical achievements in the utilization of solar energy in Saudi Arabia	الإنجازات الفنية التي تحققت في مجالات استخدام الطاقة الشمسية في المملكة العربية السعودية
Resources development activities	أنشطة تنمية الموارد
Domestic water heating systems	أنظمة تسخين المياه المنزلية
Anemometer	أنيموميتر

أهداف البرنامج	The program objects
أودية	Wadis
الأيض الكرسيولي	Crassulacean metabolism
إيقاعات الحياة الموسمية	Seasonal rhythms
إيقاعات الحياة اليومية	Diurnal rhythms
إيكولوجية بذور وثمار النباتات الصحراوية	Ecology of seeds and fruits of desert plants
أيونوسفير	Ionosphere

ب

البرخان	Barakhan
البرنامج السعودي الأمريكي المشترك لأبحاث الطاقة الشمسية	The joint Saudi-America program for solar energy research
البرنامج الوطني لترشيد الطاقة	National energy efficiency program
البري	Abrasion
بعض برامج بحوث الطاقة في المملكة العربية السعودية	Some of energy researches programs in Saudi Arabia

ت

التأثير الاقتصادي والاجتماعي	Economic and social impact
تآكل التربة	Soil erosion

Evaporation	التبخر
Biological stabilization	التثبيت الأحيائي (التثبيت الدائم)
Mechanical stabilization	التثبيت الميكانيكي
Desiccation	التجفيف
Accumulation of proline	تجمع البرولين
Efficiency improvement of central air conditioning system	تحسين كفاءة أجهزة التكييف المركزية
The desalination of sea water using solar energy	تحلية مياه البحر بالطاقة الشمسية
Destruction of vegetation	تدمير الكساء النباتي
Low species density	تدني كثافة الأنواع
Deterioration of land in irrigated farms	تدهور الأراضي في الزراعة المروية
Deterioration of land in forested areas	تدهور الأراضي في الغابات
Deterioration of pasture land	تدهور الأراضي في المراعي
Deterioration of land in areas with rain-dependent agriculture	تـدهور الأراضـي في منـاطق الزراعـة المطرية أو الجافة
Deterioration of land as a result of fires	تدهور الأراضي نتيجة الحرائق
The soil	التربة
Efficient consumption of water in surface irrigation	ترشيد استهلاك الماء في نظام الري بالغمر
Efficient consumption of irrigation water by improving water management systems	الترشيد في استخدام مياه الري عن طريق الإدارة المحسنة لاستخدامات المياه
Efficient utilization of water using drip irrigation	الترشيد في استخدام مياه الري عن طريق

الري بالتنقيط	
الترشيد في استخدام مياه الري عن طريق الري بالرش	Efficient utilization of irrigation water using sprinklers
التروبوبوز	Tropopause
تروبوسفير	Troposphere
تزويد البذور والثمار بتكيفات تساعد على إنتشارها	Furnishing seeds and fruits with adaptations which facilitate their dispersal
التساقط (الهطول)	Precipitation
تشغيل الأجهزة والمعدات الكهربائية	Operating equipment and electric appliances
تشغيل مضخات سحب المياه	Operating water pumps
تشغيل معدات الاتصال (هوائيات)	Operating communication equipment
التشوه	Deformation
التصحر	Desertification
تصنيف الصحاري	Classification of deserts
تصنيف الصحاري على أساس درجة الجفاف	Classification of deserts by aridity
تصنيف الصحاري على أساس درجة الحرارة	Classification of desert by temperature
التطبق (التنضيد)	Stratification
التطبيقات الريفية / الزراعية	Rural/ Agricultural applications
التطبيقات في المجالات الصناعية	Applications in industry

Parasitism	التطفل
Progressive successional change	تعاقب تقدمي
Retrogressive successional change	تعاقب تقهقري
Hydrach succesion	التعاقب المائي
Definition and classification of Deserts	تعريف وتصنيف الصحاري
Changes of the physical and chemical characteristics of the soil	تغيير خصائص التربة الفيزيائية والكيميائية
Successional changes	التغييرات التعاقبية
Accidental changes	التغييرات العارضة
Seasonal changes	التغييرات الموسمية
Mutualism	تقايض (مبادلة)
Dwarfing	التقزم
Saudi techniques to reduce the consumption of oil reserves	تقنيات سعودية رائدة لخفض استهلاك الإحتياطي النفطي
Assessment of solar energy resources	تقييم مصادر الطاقة الشمسية
Symbiosis	التكافل
Breakage	التكسر
Sand formations	التكوينات الرملية
Adaptation of animals to desert life	تكيف الحيوانات للمعيشة في الصحراء
Adaptation of plants to desert life	تكيف النباتات للمعيشة في الصحراء
Adaptation of some animals, insects, reptiles and snakes	تكيفات بعض الحيوانات والحشرات

	والسحالي والثعابين
Adaptation of camel	تكيفات الجمل
Adaptations of animals inhabiting sandy habitats	تكيفات الحيوانات التي تعمر المواطن البيئية الرملية
Behavioural adaptations	التكيفات السلوكية
Ripples	التموجات
Preparation and leveling of the ground	تهيئة الأرض وتسويتها
Water balance of desert animals	التوازن المائي لحيوانات الصحراء
Economic and social impact	التأثير الاقتصادي والاجتماعي

ث

Mammals	الثدييات
Wet– and – dry bulb hygrometer	الثرمومتر المبلل والجاف
Maximum and Minimum Thermometers	ثرمومترات الحدين الأقصى والأدنى
Thermographs	ثرمومترات مُسَجِلة
Ruppell's sand fox	ثعلب رملي (ثعلب روبل)
Fennec fox	ثعلب فنك

ج

Mountains	الجبال
Gerbils	الجرابيع
Crickets	الجندب

ح

حالة أخرى للتصحر	Another case of desertification
حبارى	Houbara bustard
حبارى عربية	Arabian bustard
الحرق	Burning
حماية الثروة الحيوانية البرية	Portection of animal wildlife
حمل الرذاذ الملحي	Carriage of saline spray
حياة الحيوان	Animals life
الحيوانات الثديية الكبيرة	Larg mammales
حيوانات الصيد	Game animals
حيوية البذور	Longevity of the seeds

خ

خصائص الغلاف الغازي	Characteristics of the atmosphere
خصائص الكساء النباتي الطبيعي في الصحاري الحارة	Characteristics of the natural vegetation of hot deserts
الخصائص العامة للمجتمعات النباتية التي تشكل الكساء النباتي	General characteristics of plant comunities which constitute vegetation
خصائص تتعلق بإنبات البذور	Characteristics of germination
الخطة الفنية للبرنامج	The program technical plan

خنافس الروث	Dung-beetles

د

درجة الحرارة	Temperature
درع الصحراء	Desert armour
ديناميكية الكساء النباتى الصحراوى الطبيعي	Dynamics of deserts natural vegetation

ذ

ذئب عربي	Arabian wolf

ر

الرشاش الدوار	Rotary sprinkler
الرطوبة	Humidity
الرطوبة المطلقة	Absolute humidity
الرطوبة النسبية	Relative humidity
الرعي	Grazing
الرياح	Wind
ريم (عزال رملي)	Arabian sand gazelle

ز

الزراعة التي تروى بالمياه الجوفية	Agriculture using water from artesian wells
الزراعة التي تروى بمياه الأنهار	Agriculture using rivers for irrigation
الزراعة المطرية (الزراعة الجافة)	Rain-dependent agriculture
الزراعة في الأودية الصحراوية	Agriculture in desert Wadis
الزواحف	Reptiles
زيادة القدرة على الحصول على الماء	Increased capacity for obtaining water
زيادة كفاءة قنوات الرى	Increasing the efficiency of irrigation canals

س

سبات (كمون)	Dormancy
سبل ترشيد إستخدام المياه في الزراعة في الأراضى الجافة	Efficient utilization of water for irrigating farms in deserts
ستراتوسفير	Stratosphere
سرعة الإنبات عند حلول ظروف البيئة الملائمة	Rapid germination when favourable environmental conditions prevail
سرعة نقل الماء بكفاية وتوصيله لأجزاء النبات الناتحة	Rapid transport of water to the transpiring parts of the plant
السهول الرملية المنبسطة	Sand sheets
السهول الصحراوية	Desert plains

ش

شبه متطفلة	Hemi-parasites
الشحوب الضوئى	Etiolation
الشمس واستغلالها	The Sun and utilization

ص

الصحاري بالغة الجفاف	Extremely arid deserts
صحاري جافة	Arid deserts
الصحاري الحصبائية أو المدرية	Gravel deserts
صحاري شبه جافة	Semi –arid deserts
صحراء الحماد	Hammad deserts
صغار الجراد (العتاب)	Grasshopper
الصفات التشريحية للنباتات الجفافية	Anatomical characteristics of xerophytes
الصفات الفسيولوجية للنباتات الجفافية	Physiological characteristics of xerophytes
الصفات المورفولوجية للنباتات الجفافية	Morphological characteristics of xerophytes

ض

ضبع مخطط	Striped hyaena
الضغط الأسموزى المرتفع	High osmotic pressure

ط

الطاقة الشمسية في المملكة العربية	Utilization of Solar energy in Saudi Arabia

السعودية واستغلالها	
طائر القطا	Sandgrouse
الطبقة الأرضية	Field layer
الطبقة الأرضية العليا	Upper field layer
طبقة الأوزون	Ozone layer
الطبقة الشجيرية	Shrub layer
طبوغرافية الصحاري الحارة	Topography of hot deserts
طرق قياس التبخر	Measuring evaporion
طرق قياس الرطوبة الجوية	Methods of measuring relative humidity
طرق قياس سرعة الرياح	Measuring wind speed
الطيور	Birds
الطيور البرية	Wild birds

ع

عائل (مضيف)	Host
عزم البخر	Evaporation potential
عفري (غزال دوركاس سعودي)	Saudi dorcas gazelle
علاقات احيائية	Biotic relationships
العلاقات الإجتماعية بين أنواع النباتات الصحراوية	Social relationships between desert plant species
العلاقات البيئية للمجتمعات النباتية في	Ecological relationships of desert plant communities

obeikandl.com

الصحراء	
علاقات مرتبطة بطبوغرافية الأرض	Topographic relationships
علاقات مناخية عامة	General climate relationships
علاقة الإنسان المباشرة وغير المباشرة بمكونات المجتمعات النباتية ومواطنها البيئية	Direct and indirect Human relationships with components of plant communities and their
عملية التشجير بطريقة الزراعة الجافة (بدون ري) في منطقة الأحساء	Afforestation without irrigation in Alhasa area
عناصر المناخ	Atmospheric elements

غ

الغدران	Creeks
غرفة أرصاد	Meteorological screen
الغطاء (الكساء) النباتي	Plant cover
غلاف ثمري	perianth

ف

فأر الكنغر	Kangaroo rat
فقيرة	Achenes
فوهات	Nozzles

ق

القدرة على تقليل فقد الماء	Capacity to reduce water loss
القرية الشمسية	The solar village
القصرة غير المنفذة للماء تسبب كمون البذرة وتنظم عملية الإنبات	The thick seed testa, which restricts imbibition of water, inhibits and regulates germination
قط رملي	Sand cat
القطع	Cutting
القوارض	Rodontia

ك

كاملة التطفل	Complete parasites
الكثبان الرملية	Sand dunes
الكثبان الطولية (كثبان السيف)	Linear dunes
الكثبان النجمية الشكل	Star dunes
كريات اليورات	Urate pellets
الكثبان الهلالية (البرخان)	Barkhan dunes

ل

للإنارة	For Lighting

م

الماء	Water
الماء المقيد	Bound-water

Definition of a desert	ماهية الصحراء
Albedo	ما ينعكس من الطاقة عن سطح الأرض (ألبيدو)
Parasites	المتطفلة
Leading example of sand stabilization projects in Saudi Arabia	مثال رائد لمشاريع تثبيت الرمال في المملكة العربية السعودية
Example of desertification and its effects and manifestations of Al-Jazera project in Sudan	مثال للتصحر ومظاهره وآثاره من مشروع الجزيرة بالسودان
In the area of the health services	مجال الخدمات الصحية
Communities	مجتمعات (عشائر)
Communities of inland salt marshes	مجتمعات المستنقعات الملحية (السبخات) الداخلية
Communities of coastal salt marshes	مجتمعات المستنقعات الملحية (السبخات) الساحلية
Plant communities inhabiting graded sloped ground	المجتمعات النباتية التي تعمر الأراضي متدرجة الإنحدار
Plant communities inhabiting sand formations	المجتمعات النباتية التي تعمر التكوينات الرملية
Plant communities inhabiting mountains	المجتمعات النباتية التي تعمر الجبال
Plant communities inhabiting desert plains	المجتمعات النباتية التي تعمر السهول الصحراوية

Plant communities inhabiting gravel deserts	المجتمعات النباتية التي تعمر الصحراء الحصبائية (المدرية)
Plant communities inhabiting hammada desers	المجتمعات النباتية التي تعمر صحراء الحماد
Plant communities inhabiting salt marshes	المجتمعات النباتية التي تعمر المستنقعات الملحية (السبخات)
Plant communities inhabiting depression and different water runnels	المجتمعات النباتية التي تعمر المنخفضات والمسايل المائية
Plant communities inhabiting plateaus and rocky habitats	المجتمعات النباتية التي تعمر الهضاب والبيئات الصخرية
Plant communities inhabiting permanent aquatic habitats	المجتمعات النباتية التي تعمر المواطن المائية العذبة الدائمة
Saudi Arabian attempts to utilize the wind energy	محاولات المملكة العربية السعودية لاستغلال طاقة الرياح
Contents	المحتويات
Nature Reserve	محمية طبيعية
Seed bank	مخزون البذور
References	المراجع
Stage of floating-leaved anchored plant species	مرحلة أنواع النباتات ذات الأوراق الطافية
The tree (climax) stage	مرحلة أنواع النباتات الشجرية (الذروة)
Stage of shrub plant species	مرحلة أنواع النباتات الشجيرية
Stage of emergent anchored (amphibious) plant species	مرحلة أنواع النباتات القصبية (البرمائية)

Stage of sedge-meadow plant species	مرحلة أنواع نباتات المروج البردية
Stage of submerged anchored plant species	مرحلة أنواع النباتات المغمورة
Photosynthetic pathways	مسارات عملية البناء الضوئي
water runnels	مسايل مائية
Coastal and Inland salt marshes	المستنقعات الملحية (السبخات) الساحلية الداخلية
Salt marshes	المستنقعات الملحية (السبخات)
Inland salt marshes	المستنقعات الملحية الداخلية
Coastal salt marshes	المستنقعات الملحية الساحلية
Project of cooling by absorption using solar energy	مشروع التبريد بالإمتصاص باستخدام الطاقة الشمسية
Project for the production of hydrogen, using solar energy	مشروع انتاج الهيدوجين بالطاقة الشمسية (هايسولار)
Radiator	المشعاع
Genetic resources	مصادر أصول وراثية
Animal resources	المصادر الحيوانية
Permanent resources	المصادر الدائمة
Natural resources of deserts	المصادر الطبيعية في الصحراء
Renewable resources	المصادر المتجددة
Plant resources	المصادر النباتية
Non-renewable resources	المصادر غير المتجددة

Rain	المطر
Orographic rain	مطر التضاريس
Symptoms indicative of desertification	المظاهر التي تدل على التصحر
Metals and their ores	المعادن والخامات المعدنية
Arthropoda	المفصليات
Concept of desertification	مفهوم التصحر
Introduction	مقدمة
Thermohygrograph	مقياس الحرارة والرطوبة المُسَجِلة
Hygrograph	مقياس الرطوبة المسجل أو الهيجروجراف
Combating desertification	مكافحة التصحر
Air components	مكونات الهواء الجوي
Climate in hot desert	المناخ في الصحراء الحارة
Competition	المنافسة
National Parks	منتزهات وطنية
Depressions, water runnles and wadis	المنخفضات والمسايل المائية والأودية
Arabian oryx	مها (وضيحي عربي)
Permanent aquatic habitats	مواطن بيئية مائية دائمة
Explosive heat death	موت الانفجار الحراري
Primary ecotope	موقع بيئي أولي

Sclerophytes	النباتات الجفافية القاسية
Ephemeral annuals	النباتات الحولية الموسمية
Perennial succulents	النباتات المعمرة العصارية
Halophytes	النباتات الملحية
Succulent halophytes	النباتات الملحية العصارية
Succulent halophytes	النباتات الملحية العصيرية
Salt exclusive halophytes	النباتات الملحية المُبْعِدَة للأملاح
Salt cumulative halophytes	النباتات الملحية المُخَزِّنة للأملاح
Salt excretive halophytes	النباتات الملحية المفرزة للأملاح
Ephemeroids	النباتات شبه الموسمية
Cushion plants	النباتات الوسادية
Hydrogen producing system using solar energy	نظام إنتاج الهيدروجين بالطاقة الشمسية
Saturation deficit	نقص التشبع
Reduction of the plants water content	نقص المحتوى المائى للنبات
Habitat type	نوع الموطن البيئي
The dominant plant species	النوع النباتى السائد

هـ

Plateaus	الهضاب
Air	الهواء

و

Presence of chemical germination inhibitors	وجود مواد كيميائية تعوق الإنبات

الوسائل الاجتماعية	Social methods
الوسائل الإقتصادية	Economical methods
الوسائل التقنية	Technological methods

ي

اليسروع	caterpillar

obeikandl.com

ثانياً: إنجليزي – عربي

A

Abrasion	البَرْي
Absolute humidity	الرطوبة المطلقة
Accidental changes	التغييرات العارضة
Accumulation of proline	تجمع البرولين
Achenes	فقيرة
Adaptations of animals inhabiting sandy habitats	تكيفات الحيوانات التي تعمر المواطن البيئية الرملية
Adaptation of animals to desert life	تكيف الحيوانات للمعيشة في الصحراء
Adaptations of camel	تكيفات الجمل
Adaptation of plants to desert life	تكيف النباتات للمعيشة في الصحراء
Adaptation of some animals, insects, reptiles and snakes	تكيفات بعض الحيوانات والحشرات والسحالي والثعابين
Afforestation without irrigation in Alhasa area	عملية التشجير بطريقة الزراعة الجافة (بدون ري) في منطقة الأحساء
Agriculture in desert Wadis	الزراعة في الأودية الصحراوية
Agriculture using rivers for irrigation	الزراعة التي تروى بمياه الأنهار
Agriculture using water from artesian wells	الزراعة التي تروى بالمياه الجوفية
Air	الهواء

Air components	مكونات الهواء الجوي
Albedo	ما ينعكس من الطاقة عن سطح الأرض (ألبيدو)
Anatomical characteristics of xerophytes	الصفات التشريحية للنباتات الجفافية
Anemometer	أنيموميتر
Animal resources	المصادر الحيوانية
Animals life	حياة الحيوان
Another case of desertification	حالة أخرى للتصحر
Applications in industry	التطبيقات في المجالات الصناعية
Arabian bustard	حبارى عربية
Arabian gazelle	أدمي (غزال جبلي)
Arabian leopard	نمر عربي
Arabian oryx	مها (وضيحي عربي)
Arabian sand gazelle	ريم (عزال رملي)
Arabian wolf	ذئب عربي
Arid deserts	صحاري جافة
Arthropoda	المفصليات
Assessment of solar energy resources	تقييم مصادر الطاقة الشمسية
Atmospheric elements	عناصر المناخ

B

Barakhan Dunes	الكثبان الهلالية (البرخان)

obeikandl.com

Barakhan	البرخان
Behavioural adaptations	التكيفات السلوكية
Biological stabilization	التثبيت الأحيائى (التثبيت الدائم)
Biological symptoms	أدلة بيولوجية
Biotic relationships	علاقات احيائية
Birds	الطيور
Bound-water	الماء المقيد
Breakage	التكسر
Burning	الحرق

C

Capacity to reduce water loss	القدرة على تقليل فقد الماء
Carriage of saline spray	حمل الرذاذ الملحي
Caterpillar	اليسروع
Causes of desertification	أسباب التصحر
Changes of the physical and chemical characteristics of the soil	تغيير خصائص التربة الفيزيائية والكيميائية
Characteristics of germination	خصائص انبات البذور
Characteristics of the atmosphere	خصائص الغلاف الغازي
Characteristics of the natural vegetation of hot deserts	خصائص الكساء النباتي الطبيعي في الصحاري الحارة
Classification of desert by temperature	تصنيف الصحاري على أساس درجة

obeikandi.com

	الحرارة
Classification of deserts	تصنيف الصحاري
Classification of deserts by aridity	تصنيف الصحاري على أساس درجة الجفاف
Climate in hot desert	المناخ في الصحراء الحارة
Coastal and inland salt marshes	المستنقعات المحلية (السبخات) الساحلية والداخلية
Coastal salt marshes	المستنقعات الملحية الساحلية
Combating desertification	مكافحة التصحر
Competition	المنافسة
Competitive exclusion	الإقصاء بالمنافسة
Complete parasites	كاملة التطفل
Communities	مجتمعات (عشائر)
Communities of coastal salt marshes	مجتمعات المستنقعات الملحية (السبخات) الساحلية
Communities of inland salt marshes	مجتمعات المستنقعات الملحية (السبخات) الداخلية
Concept of desertification	مفهوم التصحر
Contents	المحتويات
Crassulacean metabolism	الأيض الكرسيولي
Creeks	الغدران

obeikandi.com

Crickets	الجندب
Cushion plants	النباتات الوسادية
Cutting	القطع

D

Definition and classification of Deserts	تعريف وتصنيف الصحاري
Definition of a desert	ماهية الصحراء
Deformation	التشوه
Depressions, water runnels and wadis	المنخفضات والمسايل المائية والأودية
Desert armour	درع الصحراء
Desert plains	السهول الصحراوية
Desertification	التصحر
Desiccation	التجفيف
Destruction of vegetation	تدمير الكساء النباتي
Deterioration of land as a result of fires	تدهور الأراضي نتيجة الحرائق
Deterioration of land in areas with rain-dependent agriculture	تدهور الأراضي في مناطق الزراعة المطرية أو الجافة
Deterioration of land in forested areas	تدهور الأراضي في الغابات
Deterioration of land in irrigated farms	تدهور الأراضي في الزراعة المروية
Deterioration of pasture land	تدهور الأراضي في المراعي
Direct and indirect Human relationships with components of plant communities and their habitat types	علاقة الإنسان المباشرة وغير المباشرة بمكونات المجتمعات النباتية ومواطنها

obeikandi.com

	البيئية
Diurnal rhythms	إيقاعات الحياة اليومية
Domestic water heating systems	أنظمة تسخين المياه المنزلية
Dormancy	سبات (كمون)
Dung-beetles	خنافس الروث
Dwarfing	التقزم
Dynamics of deserts natural vegetation	ديناميكية الكساء النباتي الصحراوي الطبيعي

E

Ecological relationships of desert plant communities	العلاقات البيئية للمجتمعات النباتية في الصحراء
Ecology of seeds and fruits of desert plants	إيكولوجية بذور وثمار النباتات الصحراوية
Economic and social impact	التأثير الاقتصادي والاجتماعي
Economical methods	الوسائل الإقتصادية
Efficiency improvement of central air conditioning system	تحسين كفاءة أجهزة التكييف المركزية
Efficient consumption of irrigation water by improving water management systems	الترشيد في استخدام مياه الري عن طريق الإدارة المحسنة لاستخدامات المياه
Efficient consumption of water in surface irrigation	ترشيد استهلاك الماء في نظام الري بالغمر
Efficient utilization and improvement of natural pastures	الاستغلال الأمثل للمراعي وتنميتها
Efficient utilization of irrigation water using sprinklers	الترشيد في استخدام مياه الري عن طريق

	الري بالرش
Efficient utilization of water for irrigating farms in deserts	سبل ترشيد إستخدام المياه في الزراعة في الأراضي الجافة
Efficient utilization of water using drip irrigation	الترشيد في استخدام مياه الري عن طريق الري بالتنقيط
Ephemeroids	النباتات شبه الموسمية
Etiolation	الشحوب الضوئي
Evaporation	التبخر
Evaporation potential	عزم البخر
Example of desertification and its effects and manifestations of Al-Jazera project in Sudan	مثال للتصحر ومظاهره وآثاره من مشروع الجزيرة بالسودان
Explosive heat death	موت الانفجار الحراري
Extremely arid deserts	الصحاري بالغة الجفاف

F

Fennec fox	ثعلب فنك
Field layer	الطبقة الأرضية
Field testing of cooling technology	الإختبارات الحقلية لهندسة التبريد
For Lighting	للإنارة
Furnishing seeds and fruits with adaptations which facilitate their dispersal	تزويد البذور والثمار بتكيفات تساعد على إنتشارها

G

Game animals	حيوانات الصيد
General climatic relationships	علاقات مناخية عامة
General characteristics of plant communities which constitute vegetation	الخصائص العامة للمجتمعات النباتية التي تشكل الكساء النباتي
Genetic resources	مصادر أصول وراثية
gerbils	الجرابيع
Global oil reserves	الإحتياطي العالمي من النفط
Grasshoppers	صغار الجراد (العتاب)
Gravel deserts	الصحاري الحصبائية أو المدرية
Grazing	الرعي

H

Habitat type	نوع الموطن البيئي
Halophytes	النباتات الملحية
Hammad deserts	صحراء الحماد
Hemi-parasites	شبة متطفلة
High osmotic pressure	الضغط الأسموزى المرتفع
Host	عائل
Hydrach succesion	التعاقب المائي
Hydration	الإرتواء بالماء
Hydrogen producing system using solar energy	نظام إنتاج الهيدروجين بالطاقة الشمسية

obeikandl.com

Hygrograph	مقياس الرطوبة المسجل أو الإيروجراف
Hygrothermograph	مقياس الرطوبة والحرارة المُسجل أو الإجروثرموجراف
HYSOLAR agreement	إتفاقية هايسولار

I

In the area of the health services	مجال الخدمات الصحية
Increased capacity for obtaining water	زيادة القدرة على الحصول على الماء
Increased percentage of bound-water	إرتفاع نسبة الماء المقيد (الحبيس)
Increasing the efficiency of irrigation canals	زيادة كفاءة قنوات الرى
Inland salt marshes	المستنقعات الملحية الداخلية
International production and consumption	الإنتاج والاستهلاك العالمي
Introduction	مقدمة
Ionosphere	أيونوسفير

K

Kangaroo rat	فأر الكنغر

L

Large mammals	الحيوانات الثديية الكبيرة
Leading example of sand stabilization projects in Saudi Arabia	مثال رائد لمشاريع تثبيت الرمال في

المملكة العربية السعودية	
الأشن	Lichens
الكثبان الطولية (كثبان السيف)	Linear dunes
حيوية البذور	Longevity of the seeds
تدنى كثافة الأنواع	Low species density

M

الثدييات	Mammals
ثرمومترات الحدين الأقصى والأدنى	Maximum and Minimum Thermometers
طرق قياس التبخر	Measuring evaporation
طرق قياس سرعة الرياح	Measuring wind speed
التثبيت الميكانيكي	Mechanical stabilization
المعادن والخامات المعدنية	Metals and their ores
غرفة أرصاد	Meteorological screen
طرق قياس الرطوبة النسبية	Methods of measuring relative humidity
الصفات المورفولوجية للنباتات الجفافية	Morphological characteristics of xerophytes
الجبال	Mountains
تقايض (مبادلة)	Mutualism

N

البرنامج الوطني لترشيد الطاقة	National energy efficiency program
منتزهات وطنية	National Parks

obeikandi.com

Natural resources of deserts	المصادر الطبيعية في الصحراء الطبيعية
Nature Reserve	محمية طبيعية
Negative effects on irrigation systems	الآثار السالبة على نظام الرّى
Non-renewable resources	المصادر غير المتجددة
Non-renewable resources	المصادر غير المتجددة
Nozzles	فوهات

O

Operating communication equipment	تشغيل معدات الاتصال (هوائيات)
Operating equipment and electric appliances	تشغيل الأجهزة والمعدات الكهربائية
Operating water pumps	تشغيل مضخات سحب المياه
Orographic rain	مطر التضاريس
Ozone layer	طبقة الأوزون

P

Parasites	المتطفلة
Parasitism	التطفل
Perennial succulents	النباتات المعمرة العصارية
Perianth	غلاف ثمري
Permanent aquatic habitats	مواطن بيئية مائية دائمة
Permanent resources	المصادر الدائمة
Photosynthetic pathways	مسارات عملية البناء الضوئي

obeikandl.com

Physical symptoms	أدلة فيزيائية
Physiological characteristics of xerophytes	الصفات الفسيولوجية للنباتات الجفافية
Plant communities inhabiting depression and different water runnels	المجتمعات النباتية التي تعمر المنخفضات والمسايل المائية
Plant communities inhabiting desert plains	المجتمعات النباتية التي تعمر السهول الصحراوية
Plant communities inhabiting graded sloped ground	المجتمعات النباتية التي تعمر الأراضي متدرجة الإنحدار
Plant communities inhabiting gravel deserts	المجتمعات النباتية التي تعمر الصحراء الحصبائية (المدرية)
Plant communities inhabiting hammada desers	المجتمعات النباتية التي تعمر صحراء الحماد
Plant communities inhabiting mountains	المجتمعات النباتية التي تعمر الجبال
Plant communities inhabiting permanent aquatic habitats	المجتمعات النباتية التي تعمر المواطن المائية العذبة الدائمة
Plant communities inhabiting plateaus and rocky habitats	المجتمعات النباتية التي تعمر الهضاب والبيئات الصخرية
Plant communities inhabiting salt marshes	المجتمعات النباتية التي تعمر المستنقعات الملحية (السبخات)
Plant communities inhabiting sand formations	المجتمعات النباتية التي تعمر التكوينات الرملية

Plant cover	الغطاء (الكساء) النباتي
Plant resources	المصادر النباتية
Plateaus	الهضاب
Precipitation	التساقط (الهطول)
Preparation and leveling of the ground	تهيئة الأرض وتسويتها
Presence of chemical germination inhibitors	وجود مواد كيميائية تعوق الإنبات
Primary ecotope	موقع بيئي أولي
Production of mature seeds and fruits at the advent of the rainy season	إنتاج الثمار والبذور الناضجة في بداية موسم الأمطار
Progressive successional change	تعاقب تقدمي
Project for the production of hydrogen, using solar energy	مشروع انتاج الهيدوجين بالطاقة الشمسية (هايسولار)
Project of cooling by absorption using solar energy	مشروع التبريد بالإمتصاص باستخدام الطاقة الشمسية
Protection of animal wildlife	حماية الثروة الحيوانية البرية

R

Radiator	المشعاع
Rain	المطر
Rain-dependent agriculture	الزراعة المطرية (الزراعة الجافة)
Rapid germination when favourable environmental conditions prevail	سرعة الإنبات عند حلول ظروف البيئة الملائمة

Rapid transport of water to the transpiring parts of the plant	سرعة نقل الماء بكفاية وتوصيله لأجزاء النبات الناتحة
Reduction of the plants water content	نقص المحتوى المائى للنبات
References	المراجع
Relative humidity	الرطوبة النسبية
Renewable resources	المصادر المتجددة
Renewable resources	المصادر المتجددة
Reptiles	الزواحف
Resources development activities	أنشطة تنمية الموارد
Response of seeds to ambient temperature	استجابة البذور لدرجة حرارة البيئة الخارجية
Response of seeds to soil salinity	استجابة البذور لملوحة التربة
Retrogressive successional change	تعاقب تقهقرى
Ripples	التموجات
Road lighting and warning equipment operated by solar energy	أجهزة للانارة والتحذير على الطرق تعمل بالطاقة الشمسية
Rodontia	القوارض
Rotary sprinkler	الرشاش الدوار
Rural/ Agricultural applications	التطبيقات الريفية / الزراعية

S

Salt cumulative halophytes	النباتات الملحية المُخَزِّنة للأملاح

Salt exclusive halophytes	النباتات الملحية المُبْعِدَة للأملاح
Salt excretive halophytes	النباتات الملحية المفرزة للأملاح
Salt marshes	المستنقعات الملحية (السبخات)
Sand cat	قط رملي
Sand dunes	الكثبان الرملية
Sand formations	التكوينات الرملية
Sandgrouse	طائر القطا
Sand sheets	السهول الرملية المنبسطة
Saturation deficit	نقص التشبع
Saudi Arabian attempts to utilize the wind energy	محاولات المملكة العربية السعودية لاستغلال طاقة الرياح
Saudi dorcas gazelle	عفري (عزال دوركاس سعودي)
Saudi techniques to reduce the consumption of oil reserves	تقنيات سعودية رائدة لخفض استهلاك الإحتياطي النفطي
Sclerophytes	النباتات الجفافية القاسية
Seasonal changes	التغييرات الموسمية
Seasonal rhythms	إيقاعات الحياة الموسمية
Seed bank	مخزون البذور
Semi –arid deserts	صحاري شبه جافة
Shrub layer	الطبقة الشجيرية
Social methods	الوسائل الاجتماعية

Social relationships between desert plant species	العلاقات الإجتماعية بين أنواع النباتات الصحراوية
Social symptoms	أدلة إجتماعية
Soil erosion	تآكل التربة
Solar cells frames	ألواح الخلايا الشمسية
Some of energy researches programs in Saudi Arabia	بعض برامج بحوث الطاقة في المملكة العربية السعودية
Spray line	الأنبوب ذو البخاخات
Stage of emergent anchored (amphibious) plant species	مرحلة أنواع النباتات القصبية (البرمائية)
Stage of floating-leaved anchored plant species	مرحلة أنواع النباتات ذات الأوراق الطافية
Stage of sedge-meadow plant species	مرحلة أنواع نباتات المروج البردية
Stage of shrub plant species	مرحلة أنواع النباتات الشجيرية
Stage of submerged anchored plant species	مرحلة أنواع النباتات المغمورة
Star dunes	الكثبان النجمية الشكل
Stratification	التطبق (التنضيد)
Stratosphere	ستراتوسفير
Striped	ضبع مخطط
Successional changes	التغييرات التعاقبية
Succulent halophytes	النباتات الملحية العصارية (العصيرية)
Support	الإرتكاز

Symbiosis	التكافل
Symptoms indicative of desertification	المظاهر التي تدل على التصحر

T

Technological methods	الوسائل التقنية
Temperature	درجة الحرارة
The coastal salt marshes	المستنقعات الملحية الساحلية
The desalination of sea water using solar energy	تحلية مياه البحر بالطاقة الشمسية
The dominant plant species	النوع النباتى السائد
The inland salt marshes	المستنقعات (السبخات) الملحية الداخلية
The program objects	أهداف البرنامج
The program technical plan	الخطة الفنية للبرنامج
The soil	التربة
The solar village	القرية الشمسية
The Sun and utilization	الشمس واستغلالها
The technical achievements in the utilization of solar energy in Saudi Arabia	الانجازات الفنية التي تحققت في مجالات استخدام الطاقة الشمسية في المملكة العربية السعودية
The thick seed testa, which restricts imbibition of water, inhibits and regulates germination	القصرة غير المنفذة للماء تسبب كمون البذرة وتنظم عملية الإنبات
The tree (climax) stage	مرحلة أنواع النباتات الشجرية (الذروة)
Thermographs	ثرمومترات مُسَجِلة

Thermohygrographs	مقاييس الحرارة والرطوبة المُسَجِلة
Topography of hot deserts	طبوغرافية الصحاري الحارة
Topogrphic relationships	علاقات مرتبطة بطبوغرافية الأرض
Tropopause	التروبوبوز
Troposphere	تروبوسفير

U

Upper field layer	الطبقة الأرضية العليا
Urate pellets	كريات اليوريات
Utilization of plant resources for functions other than grazing	استغلال الثروة النباتية في أغراض أخرى غير الرعى
Utilization of solar energy for the generation of electricity in the Sudan	استخدامات أنظمة الطاقة الشمسية في مجال التحويل الكهربائي في السودان
Utilization of Solar energy in Saudi Arabia	الطاقة الشمسية في المملكة العربية السعودية واستغلالها
Utilization of water resources in the desert for agriculture	استخدام مصادر الماء في الصحراء لأغراض الزراعة

W

Wadis	أودية
Water	الماء
Water balance of desert animals	التوازن المائى لحيوانات الصحراء
water runnels	مسايل مائية
Wet– and – dry bulb hygrometer	الثرمومتر المبلل والجاف
Wild birds	الطيور البرية

الرياح	Wind

obeikandl.com

كشاف الموضوعات

أ

أثر تغير خليط وقود السيارات ودرجة حرارته في الاحتراق ٢٤٢

الآثار السالبة على نظام الري ٢٥٧

أجهزة للإنارة والتحذير على الطرق تعمل بالطاقة الشمسية ١٩٥

الإحتياطي العالمي من النفط ٢٤١

الاختبار الحقلي لهندسة التبريد ١٩٤

أدلة اجتماعية ٢٥٥

أدلة فيزيائية ٢٥٤

ارتفاع نسبة الماء المقيد ١٤٣

الأراضي الجافة ٣ ، ٤

الارتكاز ٥١

أسباب التصحر ٢٤٧

استجابة البذور لدرجة حرارة البيئة الخارجية ١٥٤

استجابة البذور لملوحة التربة ١٥٨

استخدامات أنظمة الطاقة الشمسية ١٨٤

استخدام الخلايا الشمسية في تشغيل معدات الاتصال ١٨٨

استخدام مصادر الماء في الصحراء ٢٠٠

الاستغلال الأمثل للمراعي ٢١٥

استغلال الثروة النباتية في أغراض أخرى غير الرعي ٢١٧

الآليات التي تنظم عملية الإنبات ١٤٧ ، ١٥٧

آلية تنظيم الإنبات ١٥٤

إنبات البذور ١٥١ ، ١٥٣ ، ١٥٥ ، ١٥٦

إنتاج أنابيب كربون نانومترية ٢٤٣

الإنتاج والإستهلاك العالمي ٢٤٣

الإنجازات الفنية التي تحققت في مجالات استخدام الطاقة الشمسية في المملكة العربية السعودية ١٩٢
الإنسياب السطحي ١١ ، ١٢ ، ١٥ ، ١٧ ، ٢٥ ، ١٥٢
أنظمة تسخين المياه ١٩٥
الأودية ١١، ١٢ ، ١٣ ، ٤٢ ، ٧٥ ، ٧٦ ، ١٥٠
إيقاعات الحياة الموسمية ١٦٨
إيقاعات الحياة اليومية ١٦٣ ، ١٦٧
إيكولوجية بذور وثمار النباتات الصحراوية ١٤٧

ب

بذور غير كامنة ١٥٣ ، ١٥٤ ، ١٥٦
البذور الكامنة ١٤٨
براعم النباتات الصحراوية الكامنة ١٤٣
برامج بحوث الطاقة في المملكة العربية السعودية ١٩٦
البرخان ١٠
البرمائيات ١٦٣
البرنامج الوطني لترشيد الطاقة ١٩٩
البَرْي ٦٦
البيئات الجافة ١٥٩
البيئة الصحراوية الجافة ١٤٧

ت

التأثير الاقتصادي والاجتماعي ٢٥٨
التأقلم للحياة في البيئة الجافة ١٣٧
تآكل التربة ٦٦
التبخر ١ ، ٢ ، ٣٥ ، ٣٧ ، ٣٨
التثبيت الأحيائي ٢٦٥
التثبيت الميكانيكي ٢٦٣
التجفيف ١ ، ٦٣
تحسين كفاءة أجهزة التكييف المركزية ١٩٨
تحلية مياه البحر بالطاقة الشمسية ١٩٣
تدمير الكساء النباتي ٦٨
تدهور الأراضي في الزراعة المروية ٢٥٣
تدهور الأراضي في الغابات ٢٥٤
تدهور الأراضي في المراعي ٢٥٠
تدهور الأراضي في مناطق الزراعة المطرية (الجافة) ٢٤٨
تدهور الأراضي نتيجة الحرائق ٢٥٤
التربة ٢١٣
التربة الرسوبية الناعمة ١٣

تربة رسوبية عميقة ١٣
ترشيد استهلاك الماء في نظام الري بالغمر
عن طريق تهيئة وتسوية الأرض
وزيادة كفاءة قنوات الري ٢٠٧
الترشيد في استخدام مياه الري عن طريق
الإدارة المحسنة لاستخدامات المياه
٢١٠
الترشيد في استخدام مياه الري عن طريق
الري بالتنقيط ٢٠٤
الترشيد في استخدام مياه الري عن طريق
الري بالرش ٢٠٥
تزويد البذور والثمار بتكيفات تساعد على
انتشارها ١٦١
التساقط (الهطول) ٢ ، ٣ ، ٥ ، ٦
التشوه ٦٤
التصحر ٢٤٥
تصنيف الصحاري ١
تصنيف الصحاري على
أساس درجة الجفاف ٢
تصنيف الصحاري على
أساس درجة الحرارة ٢
التطفل ٤٦
تعاقب تقدمي ٥٧
تعاقب تقهقري ٦١
التعاقب المائي ٧٩
تعريف الصحراء ١
تغيير خصائص التربة الفيزيائية والكيميائية
٢٥٧
التغييرات التعاقبية ٥٧
التغييرات العارضة ٥٧
التغييرات الموسمية ٥٣
تقايض (مبادلة) ٤٩
التقزم ٦٤
تقنيات خلايا وقود الأكسيد الصلب
٢٤٢
تقنيات سعودية رائدة لخفض استهلاك
الإحتياطي النفطي ٢٤٢
تقييم مصادر الطاقة الشمسية ١٩٦
التكافل ٤٩
التكسر ٦٥
التكوينات الرملية ٧
تكيفات بعض الحيوانات والحشرات
والسحالي والثعابين ١٧٥
تكيفات الجمل ١٧٧
تكيف الحيوانات للمعيشة في الصحراء
١٦٣

تكيف النباتات للمعيشة في الصحراء ١٢٧
التكيفات السلوكية ١٦٣
تنظيم عملية الإنبات ١٤٧ ، ١٤٨ ، ١٥٣ ، ١٥٤
التوازن المائي لحيوانات الصحراء ١٧٢
التيارات البحرية ٥

ث

الثدييات ١٦٣ ، ١٦٨ ، ١٧٤

ج

الجبال ٧ ، ١٧ ، ١٠٩
الجفاف ٢ ، ٢٣ ، ١٤٧ ، ١٧١

ح

حماية الثروة الحيوانية البرية ٢٣٧
حمل الرذاذ الملحي ٦٧
الحيوانات الثديية الكبيرة ١٧٥
حيوية البذور ١٥٩

خ

خصائص تتعلق بإنبات البذور ١٤٧
الخصائص العامة للمجتمعات النباتية التي تشكل الكساء النباتي ٣٩
خصائص الغلاف الغازي ١٩
خصائص الكساء النباتي الطبيعي في الصحاري الحارة ٣٩

د

درجة (درجات) الحرارة ١ ، ٢ ، ٢٠ ، ٢٥ ، ٢٦ ، ٢٨ ، ٢٩ ، ٣٢ ، ٣٤ ، ٣٥ ، ٣٦ ، ٣٧ ، ١٤٧ ، ١٥٠
ديناميكية الكساء النباتي الصحراوي ٥٣

ذ

الذبول الدائم ١٤٣ ، ١٤٤
الذبول المؤقت ١٤٠ ، ١٤١

ر

الرطوبة ٣١
الرطوبة المطلقة ٣١
الرطوبة النسبية ٢ ، ٢٨ ، ٣١ ، ٣٢ ،

٣٣ ، ٣٤ ، ٣٥ ، ٣٦
الرمال ٧ ، ٨
رواسب الرمال ٨
الرياح ٥ ، ٦ ، ٧ ، ١٠ ، ١٣ ، ١٤ ، ٣٦

ز

الزراعة في الأودية الصحراوية ٢٠١
الزراعة المطرية (الزراعة الجافة) ٢٠٠
الزراعة المعتمدة على الري بمياه الأنهار ٢٠٣
الزراعة المعتمدة على الري بالمياه الجوفية ٢٠١
الزواحف ٣٠ ، ١٦٣ ، ١٦٨ ، ١٧٣ ، ١٧٥
زيادة القدرة على الحصول على الماء ١٣٣

س

سجل ترشيد استخدام المياه في الزراعة في الأراضي الجافة ٢٠٤
سرعة الإنبات عند حلول ظروف البيئة الملائمة ١٦٠
سرعة نقل الماء بكفاءة وتوصيله لأجزاء النبات الناتجة ١٣٥
السهول الرملية المنبسطة ٧ ، ٨
السهول الصحراوية ١٤

ش

شبه متطفلة ٤٦
الشمس واستغلالها ١٨١

ص

الصحاري ١ ، ٢ ، ٣ ، ٤
الصحاري الباردة ٢
الصحاري بالغة الجفاف ٣ ، ٤
صحاري جافة ٣ ، ٨
الصحاري الحارة ٢ ، ٧ ، ١٥ ، ١٦ ، ١٧ ، ٢٩ ، ١٠٩
الصحاري الحصبائية (المدرية) ٧ ، ١٤
الصحاري الساحلية ٢ ، ٥
صحاري شبه جافة ٣
الصحاري القارية ٢
الصحراء ١ ، ٦
صحراء الحماد ١٤

الصفات التشريحية للنباتات الجفافية ١٤٠
الصفات الفسيولوجية للنباتات الجفافية ١٤٢
الصفات المورفولوجية للنباتات الجفافية ١٣٥

ض

الضغط الأسموزي ١٣٤ ، ١٤٤
الضغط الأسموزي المرتفع ١٤٤

ط

الطاقة الشمسية ١٨٢ ، ١٨٤ ، ١٨٥ ، ١٨٦ ، ١٨٧ ، ١٨٨ ، ١٨٩ ، ١٩٠ ، ١٩١ ، ١٩٢ ، ١٩٣ ، ١٩٤ ، ١٩٦ ، ١٩٧ ، ١٩٨
طبقة الأوزون ٢٠
طبقة الأيونوسفير ٢٠
طبقة التروبوسفير ١٩
طبقة الستراتوسفير ٢٠
طبوغرافية الصحاري الحارة ٧ ، ١٠٩
طرق قياس التبخر ٣٨
طرق قياس الرطوبة الجوية ٣٢ ، ٣٥
طرق قياس سرعة الرياح ٣٦
الطيور ١٦٣ ، ١٦٤ ، ١٧١ ، ١٧٣

ظ

ظاهرة الكمون ١٥٣
ظاهرة كمون البذور ١٥٢
ظاهرة النينو ٦

ع

عائل (مضيف) ٤٦
عزم البخر ٢ ، ٣
العلاقات الاجتماعية بين أنواع النباتات الصحراوية ٤٦
العلاقات البيئية للمجتمعات النباتية في الصحراء ٦٢
علاقات مرتبطة بطبوغرافية الأرض ٦٨
علاقات مناخية عامة ٦٢
علاقة الإنسان مباشرة وغير مباشرة بمكونات المجتمعات النباتية ومواطنها البيئية ١١٥
عملية البناء الضوئي ١٣٢ ، ١٣٦ ، ١٣٧ ، ١٤٠ ، ١٤٦
عملية التشجير بطريقة الزراعة الجافة

٢٦٩
عملية التنفس ١٣٢
عناصر المناخ ٢١
عناصر المناخ في الصحراء ١٩ ، ٢١
عقارب ١٦٤ ، ١٦٧ ، ١٦٨
عوائق الإنبات الكيميائية ١٥٢
عوائق مانعة للإنبات ١٥٢
العوامل البيئية ١٠٤
عوامل التبخر ١ ، ١٣ ، ١٤ ، ١٣٣
عوامل التعرية ١٧
العوامل الجغرافية ٥
العوامل الجوية ٣

غ

الغطاء (الكساء) النباتي ٢٥
الغلاف الغازي ١٩ ، ٢٠

ق

القرية الشمسية ١٩٢ ، ١٩٣ ، ٢١١
القشريات ١٦٩ ، ١٧٠
القصرة غير المنفذة للماء تسبب كمون البذرة وتنظم عملية الإنبات ١٥٢ ، ١٥٤
القوارض ١٦٤ ، ١٦٥ ، ١٧٤
قواقع ١٦٣ ، ١٧١

ك

كاملة التطفل ٤٦
الكثبان الرملية ٧ ، ٨ ، ٩ ، ١١
الكثبان الطولية (كثبان السيف) ١٠
الكثبان النجمية الشكل ١٠
الكثبان الهلالية (البرخان) ١٠
الكساء النباتي ١ ، ٤٢ ، ١٠٩
الكساء (الغطاء) النباتي الصحراوي ٥٣ ، ١٠٩ ، ١٣٤
الكمون ١٣٠ ، ١٥٩ ، ١٧١
كمون داخل البذرة ١٤٧
كمية المطر ١ ، ٢٣ ، ٢٥

م

الماء ١٩٩
الماء المقيد ١٤٣ ، ١٤٤
مادة عائقة للإنبات ١٤٩
مادة مانعة للإنبات ١٥٠
متوسطات معدلات الأمطار السنوية ٢١ ، ٢٢

متوسطات معدلات درجات الحرارة ٢٦
متوسط درجة الحرارة ٢
متوسط المطر ٣
مثال رائد لمشاريع تثبيت الرمال في المملكة العربية السعودية ٢٦٨
المجتمعات النباتية ٤٢ ، ٦٩ ، ٧٨ ، ٩١ ، ١٠٤ ، ١٠٦
المجتمع النباتي ٨٠
مجتمعات المستنقعات الملحية (السبخات) الداخلية ١٠٣
مجتمعات المستنقعات الملحية (السبخات) الساحلية ٩٠
المجتمعات النباتية التي تعمر الأراضي متدرجة الانحدار ٧٨
المجتمعات النباتية التي تعمر التكوينات الرملية ١١١
المجتمعات النباتية التي تعمر الجبال ١٠٩
المجتمعات النباتية التي تعمر السهول الصحراوية ٨٩
المجتمعات النباتية التي تعمرالصحراء الحصبائية ٨٧
المجتمعات النباتية التي تعمر صحراء الحماد ٨٩
المجتمعات النباتية التي تعمر المنخفضات والمسايل المائية ٦٨
المجتمعات النباتية التي تعمر الهضاب والبيئات الصخرية ١٠٩
المجتمعات النباتية التي تعمر المواطن البيئية المائية ٧٩
محاولات المملكة العربية السعودية لاستغلال طاقة الرياح ٢١١
مرحلة أنواع النباتات ذات الأوراق الطافية ٨١
مرحلة أنواع النباتات الشجرية (الذروة) ٨٥
مرحلة أنواع النباتات الشجيرية ٨٤
مرحلة أنواع النباتات القصبية (البرمائية) ٨٢
مرحلة نباتات المروج البردية ٨٤
مرحلة النباتات المغمورة ٧٩
مسارات عملية البناء الضوئي ١٤٥
المستنقعات الملحية (السبخات) الداخلية ١٦
المستنقعات الملحية (السبخات) الساحلية ١٥ ، ٩١
مشروع التبريد بالامتصاص باستخدام

الطاقة الشمسية ١٩٧
المصادر الحيوانية ٢٢٧
المصادر الدائمة ١٨١
المصادر الطبيعية في الصحراء ١٨١
المصادر المتجددة ٢١٣
المصادر النباتية ٢١٤
المصادر غير المتجددة ٢٣٩ ، ٢٨١
المطر ١ ، ٣ ، ٢١ ، ٢٢
مطر التضاريس ٦ ، ١٠٩
المطر الصحراوي ٢٢ ، ٢٤
المظاهر التي تدل على التصحر ٢٥٤
المعادن والخامات المعدنية ٢٣٩
معدلات الأمطار السنوية ٢٣ ، ٢٤
معدلات درجات الحرارة ٢٦
معدل الجفاف ٣
معدل المطر ٢٤
المفصليات ١٦٢ ، ١٦٣ ، ١٦٨ ، ١٧١ ، ١٧٢ ، ١٧٣
مفهوم التصحر ٢٤٥
مقاومة الجفاف ١٤٣ ، ١٧١
مقاومة الذبول ١٤٣
مقاييس الحرارة والرطوبة المسجلة ٢٨ ، ٣٥
مكافحة التصحر ٢٦١
مكونات الهواء الجوي ٢٠
المناخ في الصحراء الحارة ١٩
المنافسة ٥٣
المنخفضات والمسايل المائية والأودية ١١
مواد عائقة للإنبات ١٤٨ ، ١٤٩
مواد كيميائية تعوق الإنبات ١٥٤
المواطن البيئية ٤٢ ، ١٥١
المواطن البيئية المائية ٧٩
الموطن البيئي ٦٩ ، ٧٩ ، ٩١ ، ١٠٦
موقع بيئي أولي ٧٩

ن

النباتات الجفافية ١٤٣
النباتات الجفافية القاسية ١٣٣ ، ١٣٥ ، ١٣٦ ، ١٣٨
النباتات الجفافية المعمرة ١٣٨ ، ١٣٩
النباتات الحولية ١٢٧ ، ١٢٨ ، ١٦٩
النباتات شبه الموسمية ١٣٩
النباتات الصحراوية ٢٤ ، ١٣٣ ، ١٣٧ ، ١٤٠ ، ١٤١ ، ١٤٢ ، ١٤٣ ، ١٤٤ ، ١٥٩
النباتات العشبية المتخشبة ١٣٣

النباتات المعمرة ١٣
النباتات المعمرة الصحراوية ١٣٦
النباتات المعمرة العصارية ١٣٠ ، ١٣٢ ، ١٤٥ ، ١٤٦
النباتات المعمرة النجيلية ١٣٨
النباتات المغمورة ٨٠
النباتات الملحية ١٠٩
النباتات الملحية العصيرية ١٠٧
النباتات الملحية المبعدة للأملاح ١٠٨
النباتات الملحية المخزنة للأملاح ١٠٧
النباتات الملحية المفرزة للأملاح ١٠٧
النباتات الوسادية ٦٤
النتح ١ ، ٢ ، ٣ ، ١٤ ، ١٣٢ ، ١٣٣ ، ١٣٤ ، ١٣٦ ، ١٣٨ ، ١٤٠ ، ١٤٦
النتح الأدمي ١٣٢ ، ١٣٩
النتح الثغري ١٣٢ ، ١٣٥ ، ١٣٩
نظام إنتاج الهيدروجين بالطاقة الشمسية ١٩٤
نقص المحتوى المائي للنبات ١٤٢

هـ

الهضاب ٧ ، ١٣ ، ١٧
هطول المطر ٥ ، ٦ ، ٢٢ ، ٢٤ ، ١٥٩ ، ١٧٠
الهواء ٢١١
الهواء الجوي ٢١

و

وجود مواد كيميائية تعوق الإنبات ١٤٨
الوسائل الاجتماعية ٢٧٣
الوسائل الاقتصادية ٢٧٢
الوسائل التقنية ٢٦٢

obeikandl.com