جمهورية العراق
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
جامعة بغداد

التصحر

تأليف
أ.م.د. ماجد خضير عباس
أ.م.د. عبد الامير نجيل صالح

كلية الزراعة

٢٠١٢

المحتويات

الموضوع	الصفحة
المقدمة	5
الفصل الاول : التصحر	
مفاهيم التصحر	7
مؤشرات التصحر	9
درجات التصحر	11
مخاطر التصحر والخسائر الناتجة عنة	13
التصحر في العراق	17
التصحر في الوطن العربي	18
التصحر في العالم	22
الفصل الثاني : التصحر والصحاري	
التصحر والصحاري	35
تصنيف الصحاري	35
النظم البيئية الهشة وتأثيرها في توسع التصحر	37
الصحاري العربية	43
اولاً :التضاريس	44
ثانياً: الظروف المناخية	49
ثالثاً : التربة والغطاء النباتي	53
الفصل الثالث : اسباب التصحر	
اسباب التصحر	55
اولاً : المناخ	55
ثانياً : الانشطة البشرية	57
ثالثاً : العوامل البيئية والاقتصادية – الاجتماعية	67
الفصل الرابع : الجفاف	
الجفاف	69
نوبات الجفاف	71
أسباب الجفاف	72
النتائج العامة للجفاف	73
أثار الجفاف على البيئة والتنوع البيولوجي	74
أثار الجفاف على الجوانب الاجتماعية – الاقتصادية	75
توزيع الجفاف في مناطق العالم	77
الفصل الخامس : الكثبان الرملية	
الكثبان الرملية مظهر من مظاهر التصحر	79
الأصل والتركيب المعدني للكثبان الرملية	79

81
كيفية تكوين الكثبان الرملية 83
حركة الكثبان الرملية 84
سرعة حركة الكثبان الرملية 85
اشكال الكثبان الرملية 93
موقع الكثبان الرملية في العراق 95
أسباب تكون الكثبان الرملية في العراق 99
تثبيت الكثبان الرملية 111
دراسات التي اجريت حول التشجير في العراق 112
بحوث تثبيت الكثبان الرملية في العراق
الفصل السادس : مكافحة التصحر
115
مكافحة التصحر 115
بعض المقترحات المطروحه لمكافحة التصحر 121
الطرق المتبعة لإيقاف حركة الكثبان الرملية والحد من التصحر 123
المؤشرات التي يجب معرفتها للمساعدة في رصد التصحر ومكافحته
الفصل السابع : حصاد المياه
129
حصاد المياه 130
اولاً : ما المقصود بحصاد المياه 131
ثانياً : فوائد حصاد المياه 133
ثالثاً : تقنيات تقليدية في حصاد المياه 134
مكونات نظم حصاد المياه 135
استعراض نظم حصاد المياه 147
1- طرائق المستجمعات المائية الصغيرة
2- طرائق نظم المستجمعات المائية الكبيرة
ومياه السيول على مستوى المزرعة
تصميم نظم حصاد المياه 155
تنفيذ نظم حصاد المياه 165
الفصل الثامن : وسائل وطرق قياس التصحر
وسائل وطرق قياس التصحر والكثبان الرملية 167
قياس التعرية والكثبان الرملية 168
اولاً : وسائل تقدير التعرية الريحية 168
ثانياً : وسائل تقدير زحف الكثبان الرملية 169
قياس قابلية التربة على الازالة (التعرية) 170
قياس معدل التعرية في الكثبان الرملية 175
المصادر
اولا:المصادر العربية 177
ثانيا:المصادر الاجنبية 180

بسم الله الرحمن الرحيم

المقدمة

الحمد الله رب العالمين والصلاة والسلام على خاتم الأنبياء والمرسلين محمد (**صلى الله عليه وسلم**) وعلى اله وصحبه أجمعين وبعد .

تزداد معدلات التصحر بشكل واضح يوماً بعد يوم. فالاستعمالات من استخدام الموارد الطبيعية المتاحة والنشاط البشري اتسم بترجيح الاستنزاف المركز لتلك الموارد لتحقيق مكاسب سريعة سببها في الأغلب زيادة السكان وأحياناً تراجع معدلات النمو الاقتصادي في بعض البلدان، أن عملية الاستنزاف تتراكم نتائجها وبالتالي تؤدي إلى نشوء ظاهرة التصحر. والتصحر ليس بظاهرة في دول دون الأخرى فهو الآن مشكلة ابعد من الحدود الدولية بل شمل أقاليم بيئية واسعة لذلك فالتصدي لهذه المشكلة ومعالجة أسبابها يتطلب جهوداً محلية مع تنسيق وتكامل في الجهود الدولية. أن من أول مظاهر التصحر هو انخفاض الإنتاجية لوحدة المساحة مما يؤدي الى حدوث سلسلة من التفاعلات المؤثرة سلبياً في المكونات الأخرى للبيئة.

لذلك فان الأولوية يجب أن تكون المحافظة على الغطاء النباتي من التدهور وانحسار رقعته وضرورة تنميته وتوسيع مساحاتها فهو كفيل بالحد من التصحر وهو أسلوب وقائي لذلك فان جهود الدولة والمجتمع لابد وان تتجه لتنمية الغطاء النباتي ومنها تحسين المراعي والغابات والمحافظة عليها ومن ثم تثبيت وتشجير المناطق التي يحتمل أن تتعرض للتعرية المائية أو التعرية الريحية.

لذلك فان هذا الكتاب الموجه لطلبة كلية الزراعة – قسم علوم التربة والموارد المائية والذي تتم الاستفادة منه من قبل مهندسي البناء والطرق والبيئة وكذلك المؤسسات الحكومية وأصحاب القرار جاء بعد بحث وجهد من

اناس لهم الخبره في مجال مكافحة التصحر وتعرية التربة ونأمل ان تكون جهودنا قد وفقنا فيها لعرض المواضيع بما يمكن القارئ الكريم من متابعة المادة المقدمة والمفصلة في الكتاب عن كافة الجوانب . ان هذا الكتاب عونا لكل المهتمين من صانعي القرار والباحثين في مجالات التصحر والجفاف لا سيما وأننا نواجه بصوره مباشرة بجفاف و تأثراً سلبياً على البيئة .

نتمنى أن يكون هذا الكتاب عونا للجميع وإضافة للمكتبة العربية

ومن الله التوفيق

المؤلفان

2012

الفصل الاول

مفاهيم التصحر

ظهر مفهوم التصحر في كتابات المؤلفين منذ القرن التاسع عشر الميلادي، والمعنى الأصلي للفظة (desert) بالإنجليزية هو (deserted) أي مهجور، وكانAubreville هو أول من استخدم كلمة تصحر (desertification) في عام (1949). وعلى الرغم من أن هذه اللفظة فرنسية الأصل، فقد دخلت اللغة الإنجليزية في زمن مبكر جداً. وكانت منظمة الغذاء والزراعة الدولية (FAO) هي أول من استخدم لفظة "تصحر" من بين الوكالات الدولية سنة 1962 .والألفاظ الاصطلاحية التي استخدمها أوائل الكتاب كان لها تعريفات لا تختلف اختلافاً واضحاً عن معنى لفظة "تصحر" المستعملة في الوقت الحاضر. وقدم (Le Houerou, 1977) اللفظ الاصطلاحي " تصحر (desertization) " ليقتصر على الأراضي الجافة. غير أن لفظة "تصحر" أعم وأشمل، ولذا نجدها تضم مناطق أخرى خلاف تلك المناطق. ووردت لفظة تجفف الأرض (land aridization) بنفس المعنى العام الشامل للفظة تصحر (desertification) كما قدمه (Kovda 1980).

التصحر هو "التدهور البيئي للأرض، حيث ان بعض مظاهره يمكن حدوثها في خارج المناطق الجافة. وقد سبب اللفظ الاصطلاحي (desertification) ومرادفه العربي تَصَحُّر الذي يعني حرفياً تحول بعض الأراضي إلى صحراء فكرة خاطئة بين الناس، حتى في بعض الدوائر العلمية حيث يربطون التصحر بالجفاف، ومن ثم هم يعزون السبب إلى هذا العامل باعتباره العامل الوحيد المسؤول عن إحداث تدهور البيئة.

ولذا يقترح استخدام الاصطلاح (تَصْحِيْر) ليدل على التصحر بفعل الإنسان، وبأستخدام هذين اللفظين الاصطلاحيين يستطيع الناس التمييز بين (التصحر) بفعل الجفاف و(التصحير) بفعل النشاطات البشرية.

ولم يقتصر الخلاف على استعمال الألفاظ، بل لقد تعددت تعريفات هذا المفهوم، وقد عرفت الأمم المتحدة التصحر في المؤتمر الذي عقد في نيروبي سنة 1977 لمناقشة التصحر على انه التدهور الذي يسبب انخفاض الامكانيات البيولوجية للارض او تدميرها مما يقود الى احوال شبيهه باحوال الصحراء.

ثم عدلت الأمم المتحدة هذا التعريف سنة 1992 في "مؤتمر قمة الأرض Earth Summit" في ريو دي جانيرو ليشمل الفعاليات البشرية وكما يلي: "التصحر تدهور الأرض في المناطق الجافة وشبه الجافة والجافة شبه الرطبة الناتج عن عدد من العوامل بما فيها التقلبات المناخية والأنشطة البشرية" (UNEP,1992).

وهذا التعريف أفضل من سابقه، لعمومه حيث لا يقتصر على التدهور البيولوجي، بل يشمل كل أشكال التدهور في المناطق الجافة. كما أن التعريف الجديد تخلّى عن فكرة أن عملية التصحر غير قابلة للعلاج فالتدهور في المناطق الجافة يمكن علاجه، بينما تدمير الإمكانات البيولوجية لا يمكن استعادتها. وكانت هذه النقطة مثار خلاف بين العلماء الذين لم يؤيدوا التعريف الأول بحجة أن أراضي منطقة الساحل الأفريقية المتصحرة قابلة للعلاج (Ibrahim,1993).

أما الباحثون في هذا الموضوع فعرّف كل منهم التصحر حسب دراسة الحالة التي يهتم بها. وبعد استعراض لما كتب عن هذا الموضوع ظهر أن جميع التعريفات على وجه التقريب تقع داخل مدى التعريف الذي سبق ان استعمله العالم (Grove, 1973). حيث أشار انه **"ليس من السهل تعريّف "التصحر"**، فهو يتضمن تخريباً للأرض له ارتباط بتناقص المياه السطحية، وتضاؤل الغطاء النباتي، مع تناقص الفائدة والنفع بالنسبة للإنسان والحيوان نظراً لانخفاض معدلات الإنتاج النباتي بصفة رئيسة".

أما (Dregne 1978, 1977, 1976) فقد اتخذ تعريفاً اكد عليه في عدد من بحوثه وهو أفضل تعريف ممكن – على ما يبدو – لأنه يضم أغلب الاعتبارات وثيقة الصلة بالموضوع، حيث عرّفه كالأتي:

"التصحر هو عملية اضمحلال الأنظمة البيئية الجافة ، وشبه الجافة ، وشبه الرطبة؛ نتيجة للتأثيرات المشتركة بين أنشطة الإنسان والجفاف. إنه عملية التغير في هذه الأنظمة البيئية التي يمكن قياسها بانخفاض الإنتاجية للنباتات المرغوبة والتغييرات في الكتلة الحيوية (Biomass) وتنوع الغطاء النباتي والحيواني سواء على نطاق ضيق أو واسع، تزايد تدهور التربة، وتزايد الأخطار التي تتهدد السكان.

مؤشرات التصحر

للتصحر مؤشرات طبيعية وأخرى بشرية وعلى الرغم من الاقتناع بأهمية التأثر البشري كونه وثيق الصلة بالمشكلة إلا ان الدليل على وضعها كأساس للقياس لم يتوفر بعد بشكل تام وفي ضوء الكثير من الاعتبارات الأخرى ثبت انه من الصعب مراقبتها لذلك لم تستعمل بوصفها مؤشرات أولية في تقييم برنامج الأمم المتحدة للبيئة. وفيما ياتي أهم المؤشرات الطبيعية التي تترافق مع عملية التصحر:

1. غزو الكثبان الرملية للأراضي الزراعية .
2. تدهور الأراضي الزراعية المعتمدة على الأمطار.
3. تملح التربة .
4. إزالة الغابات وتدمير النباتات الغابية .
5. انخفاض كمية المياه الجوفية والسطحية ورداءة نوعيتهما.
6. تدهور المراعي..
7. انخفاض خصوبة الأراضي الزراعية.
8. اشتداد نشاط التعرية الهوائية.
9. زيادة ترسبات السدود والأنهار واشتداد الزوابع الترابية وزيادة كمية الغبار في الجو.

و يمكن استخدام هذه المؤشرات و غيرها في تعيين حالة التصحر او بيان وضعه في المناطق المختلفة، والتي يقصد بها درجة تقدم عملية التصحر في الأراضي التي يحددها المناخ والأرض والتربة و الغطاء النباتي من ناحية ودرجة الضغط البشري من ناحية ثانية.

من هنا يتبين إن التصحر أحد المشاكل البيئية الخطيرة،التي تواجه العالم حاليا و هو يتطور في اغلب أرجاء المعمورة وبمعدلات متسارعة. وتقدر مساحة الأراضي ، التي تخرج سنوياً من نطاق الزراعة نتيجة عملية التصحر، بحوالي 50000 كم^2* وتبلغ نسبة الأراضي المعرضة للتصحر بحوالي 40% من مساحة اليابسة والتي هي موطن اكثر من مليار إنسان. واغلب المناطق المعرضة للتصحر تقع في الدول النامية في أفريقيا و آسيا و أمريكيا اللاتينية ومنطقة الكاريبي. ويقدر برنامج الأمم المتحدة للبيئة قيمة الإنتاج التي يفقد سنويا في الدول النامية بسبب التصحر بـ 16 مليار دولار. علما ان هذا التقدير لا يتضمن تكاليف التصحر الجانبية الناتجة مثلا عن تملح المجاري السفلى للسدود التي تشير التقارير بانها كبيرة ، ففي المغرب على سبيل المثال تبلغ 60 مليون دولار في السنة.

ومن الجدير بالملاحظة إن الكثير من هذه الأراضي المتصحرة أو المهددة بالتصحر يقع في أرجاء عالمنا العربي. إذ تشير بعض الأرقام إلى أن حوالي 357000 كم^2 من الأراضي الزراعية أو الصالحة للزراعة أي نحو 18%من مساحتها الكلية والبالغة 1.98 مليون كم^2 ، أصبحت واقعة تحت تأثير التصحر في الوطن العربي .

وتتسارع في العراق ظاهرة التصحر لاسباب مختلفة منها التملح وتقدر نسبة الأراضي الزراعية التي تعاني من التملح بـ 50% بسبب الاهمال الذي

---

* المصدر: المنظمة العربية للتنمية الزراعية، دراسة حول مؤشرات رصد التصحر في الوطن العربي، 2005.

لازال مستمراً لسنوات لقطاع الزراعة والاساليب المستخدمة في الري. وهذه الإحصائية قديمة، واذا أضفنا إلى ذلك الكوارث البيئية الاخرى. واستنادا لأحدث دراسة أن نسبة خطر الملوحة في الأراضي العراقية أصبحت عالية جدا , وتبين الإحصاءات الرسمية العراقية بان هناك تراجع في مساحة الأراضي الصالحة للزراعة من 5.78 مليون هكتار في 1994 إلى 5.54 مليون هكتار في1998.

درجات التصحر

تتفاوت حالات التصحر ودرجة خطورته من منطقة الى اخرى وبحسب عوامل التصحر التي تؤثر في النظام البيئي وتعرضه للتدهور والاخلال بتوازنه. وقد حدد مؤتمر التصحر الذي عقد في نيروبي – كينيا عام1977 بإشراف الامم المتحدة اربع درجات لحالات التصحر وكالآتي :-

1- تصحر طفيف Slight Desertification :

يحدث هذا النوع اذا تعرضت كل من التربة والنباتات الطبيعية الى تلف أو تدمير طفيف جداً لا يؤثر على الطاقة البيولوجية والطبيعية للبيئة.

2- تصحر معتدل Moderate Desertification :

اذا تعرضت النباتات الطبيعية لتلف قليل او تكونت أرض رديئة وعرة بفعل التعرية المائية والريحية ،او تكونت كثبان رملية صغيرة ، او تعرضت التربة الزراعية لتملح أدى الى خفض انتاجيتها بنسبة 25% .

3-تصحر شديد : Severe Desertification :

يحدث التصحر الشديد اذا تدهورت النباتات الطبيعية بشكل يقضي على النباتات المستساغة من قبل الحيوانات ويبقى على الانواع غير المرغوبة . كما يحدث نتيجة لنشاط عملية التعرية المائية والريحية في غياب الغطاء النباتي بحيث تتكون الاخاديد الكبيرة وتفقد التربة طبقتها السطحية الخصبة .ويحدث هذا النوع ايضاً نتيجة لآرتفاع ملوحة التربة لدرجة تنخفض فيها انتاجيتها بحدود 50% .

4- تصحر شديد جداً Very Severe Desertification :

يصبح التصحر شديداً جداً اذا ازدادت درجة تدهور النباتات الطبيعية بشكل تصبح فيه البيئة خالية منها الى حد كبير ، الامر الذي يعرض التربة الى الانجراف الشديد بحيث تزول معظم آفاقها ويظهر الصخر الاصلي . اضافة إلى ذلك فان تعرض التربة للتملح الشديد يعمل على تدميرها وتحويلها الى تربه غير قابلة للاستعمال الزراعي وغير منتجة.

وهذه الدرجات الأربع توجد في الاقطار العربية. ومن المهم ان يتم التعرف على درجة التصحر ؛ لان ذلك يساعد على كشف سرعة التدهور في النظم البيئية ومن ثمة يساعد على وضع الحلول المناسبة لمكافحة التصحر في الوقت المناسب. ويبين الجدول (1) درجات التصحر للأراضي الجافة في مختلف قارات العالم .

جدول (1-1) درجات تصحر الأراضي الجافة في مختلف القارات

القارة		طفيف	معتدل	شديد	شديد جداً	المجموع
أفريقيا	a	28.8	36.4	35.8	0.5	100.0
	b	17.0	22.3	21.9	0.03	61.32
أسيا	a		66.2	26.8		100.0
	b		25.8	10.4		38.9
استراليا	a	42.3	45.8	11.9		100.0
	b	30.2	32.7	8.5		71.4
أمريكا الشمالية	a	1.8	61.1	36.8	0.3	100.0
	b	0.4	12.6	7.6	0.1	20.7
أمريكا الجنوبية	a	4.2	86.7	8.2	0.9	100.0
	b	0.7	15.1	1.4	0.2	17.4
أوربا (اسبانيا)	a		79.8	20.2		100.0
	b		42.5	10.7		35.2
المجموع العام		18.0	53.6	3ز28	0.1	100.0

a : النسبة المئوية من الأراضي الجافة
b : النسبة المئوية من القارة

عن (Dregene, 1983)

مخاطر التصحر والخسائر الناتجة عنه

تقدر المساحة الكلية للأراضى القابلة للزراعة فى العالم بحوالى 3200 مليون هكتار أو 24% فقط من المساحة الإجمالية لسطح الأرض . يزرع حاليا نصف هذه المساحة تقريبا. تعتمد إنتاجية الأراضي الزراعية أساسا على تكوين التربة وأسلوب إدارتها . التربة تحتوى علىَ مكونات معدنية ومواد عضوية وحيوية دقيقة فى توازن ديناميكي طبيعي تكونت مفرداته خلال آلاف وملايين السنين (عصور جيولوجية). والإخلال بهذا التوازن نتيجة الضغوط البشرية والإستخدام السيء للأرض يؤدى إلى تدهور التربة فى أعوام قليلة.

تعد عملية تدهور التربة عملية معقدة تسببها عوامل مختلفة طبيعية وكيميائية وبيولوجية. وعلى الرغم من أن تعرية التربة هي عملية طبيعية فإن النشاط البشرى قد زاد كثيرا من حدتها. ويقدر المتوسط العالمى لمعدل تعرية التربة فى السنة ما بين نصف و2 طن لكل هكتار، حسب نوع التربة ودرجة إنحدار الأرض وطبيعة عملية التعرية. وتختلف معدلات تعرية التربة من منطقة إلى أخرى، ففى الولايات المتحدة الأمريكية مثلا يتأثر 44% من الأراضي الزراعية بالتعرية بدرجات متفاوتة، وفى الهند تتعرض قرابة نصف الأراضي الزراعية لعمليات التعرية. وفى بعض المناطق – ولاسيما فى الشرق الأوسط – تعد الرياح عاملا مهما من عوامل التعرية التى تؤثر فى حوالى 35% من مساحة الأراضي فى المنطقة.

تنتج أهم مشاكل التغير فى التربة وربما أخطرها من زيادة كمية مياه الري المضافة للمحاصيل. فيسود التشبع بالمياه والتملح وإرتفاع الصوديوم خاصة اذا استخدمت مياه محدودة النوعية فى عمليات الري، أو استخدمت أساليب غير مناسبة لإدارة المياه كالإسراف في إضافة المياه مع سوء الصرف.

---

* المصدر: القصاص، محمد عبد الفتاح، 1998، التصحر تدهور الاراضي في المناطق الجافة، عالم المعرفة – الكويت.

وتعد منطقة الشرق الأوسط من أكثر المناطق تعرضا لهذه الآثار، ففى العراق تشكل عمليات التملح والتشبع بالمياه مشاكل في حوالي 50% من الأراضي المروية فى وادى الفرات. وفى إيران خلقت عمليات التملح وإرتفاع الصوديوم مشاكل في 15% من الأراضي الزراعية. كما أثرت هذه العمليات فى 25% من الأراضي الزراعية فى الباكستان.

وتقدر الدراسات أن15% من المساحة الكلية للأرض فى العالم قد تدهورت بدرجات متفاوتة بسبب الأنشطة البشرية. ومن هذه المساحة تدهور نحو 55% بسبب التعرية بالمياه و28% بسبب التعرية بالرياح و12% بسبب التعرية بعوامل كيميائية (التشبع والتمليح). كما وجد أن من الأسباب الرئيسية لهذا التدهور هى الإفراط فى الرعي، الذى يعد مسؤولا عن تدهور نحو 34% من المساحة المتدهورة، وإزالة الغابات 29%، والأنشطة الزراعية 28%، والإستغلال المفرط للأراضي 7%، والأنشطة الأخرى غير الرشيدة 1.2%.

ولقد قدر ان نحو30% من المساحات المروية فى الأراضي الجافة، و47% من الأراضي المحصولية المطرية، و73% من أراضى المراعي قد تأثرت بالتصحر على الأقل بدرجة متوسطة. وتعد أفريقيا فى مقدمة المناطق التى تأثرت فيها الأراضي بالتصحر . ولقد اوضحت عدة دراسات أن من عوامل زيادة التصحر فى القارة الأفريقية تعود لحدوث فترات طويلة من الجفاف . فهذه الفترات الطويلة تؤدي إلى حدوث إضطرابات فى التفاعلات البيولوجية فى التربة بشكل يزيد من تدهورها وتصحرها . بينما يعد الانسان العامل الرئيسي فى تدهور الأرض وتصحرها فأنه أيضاً ضحية هذا التدهور . ففى الدول النامية يعتبر تدهور الأرض الزراعية وإنخفاض إنتاجيتها سببا رئيسيا فى هجرة سكان الريف إلى المدينة، و يصاحب ذلك إنتشار المناطق العشوائية فى المدن وحولها، وتفاقم مشاكلها البيئية والصحية والإجتماعية والإقتصادية . ولقد أدت هذه الهجرة غير المنظمة من الريف إلى المدينة إلى

إعاقة عمليات التنمية سواء اكانت فى المناطق الريفية أم الحضرية على حد سواء في مختلف مناطق العالم المتاثرة بالمشكلة والعراق من اكثر الامثلة في هذا الشأن حيث يستوطن السكان على اطراف المدن ثم يزحفون بعد ذلك الى داخل تلك المدن .

فمثلا المناطق التى يصيبها الجفاف المتكرر أو طويل المدى فقد دفعت هذه الظروف البيئية بمئات الآلاف من الرعاة الرحل إلى الإنتقال مسافات طويلة. فعلى سبيل المثال في أفريقيا إنتقل كثير من هؤلاء " اللاجئين البيئيين " إلى دول غرب أفريقيا الساحلية، حيث أستقروا فى مدن الصفيح والأحياء الفقيرة . ونظرا لطول فترات الجفاف وتكرارها وصل فى عام 1984 عدد من كانوا على حافة الجوع إلى 150 مليون شخص من 24 بلدا فى أفريقيا الغربية والشرقية والجنوبية . وكان أشد البلدان تأثرا فى شرق أفريقيا إثيوبيا والصومال . ولم يتمكن كثير من هؤلاء اللاجئين البيئيين – ولاسيما النساء والأطفال والشيوخ – من البقاء على قيد الحياة. وساهم الجوع والأمراض المعدية فى الإسراع بوفاة مئات الآلاف منهم. وتشير تقديرات متحفظة إلى أن جملة الوفيات المرتبطة مباشرة بالجفاف وتدهور الأرض فى أفريقيا بلغت نحو نصف مليون نسمة بين أعوام 1974 و1984 . وفى قمة الأزمة فى أفريقيا فى الفترة 1984 / 1985 قدر عدد الأشخاص الذين تأثروا بدرجة خطيرة بتلك الأوضاع بحوالي 35 مليون نسمة في 21 دولة أفريقية .

إن تدهور الأرض وتصحرها يؤثر في قدرة البلدان على إنتاج الأغذية . وينطوي بالتالي على تخفيض الإمكانيات الإقليمية والعالمية لإنتاج الأغذية . ولا شك أن خفض الإنتاج الغذائي له آثار سلبية على تجارة الغذاء فى العالم، مما قد يلحق أضرارا بالدول النامية الفقيرة التي هي أصلا متأثرة بالتصحر .

تحت الظروف البيئية العادية تستطيع التربة استخلاص ثاني اكسيد الكربون (الغاز الرئيسي المسبب لرفع حرارة الأرض) من الهواء والاحتفاظ

كامل لفيظ

به ضمن مكونات التربة ، ثم نقل بعضه الى الكتلة الحيوية الموجودة عليه وذلك فيما يعرف بالدورة الجيوكيميائية للكربون.وقد يقل الكربون المخزون فى التربة المزروعة عنه فى الأراضي ذات الترب المستخدمة فى اغراض اخرى مثل الغابات وزراعة الأشجار، الا أنه تحت مختلف هذه الظروف، فان مخزون التربة من الكربون هو أكبر بكثير من الكتلة الخضراء النامية فوق سطحها. وهناك بعض الممارسات الحقلية التى يمكن أن تؤدى الى زيادة انبعاث الكربون من المناطق المزروعة، على سبيل المثال حرق المخلفات الزراعية، وبقايا المحاصيل التى يمكن عند إعادتها الى التربة بدلاً من حرقها، لتؤدى الى عدم فقد الكربون الى الغلاف الجوى، بالإضافة الى تحسين خواص التربة وزيادة قدرتها الإنتاجية.

من ناحية أخرى يؤدي فقد الطبقات السطحية من التربة نتيجة التعرية المائية والهوائية إلى خفض محتوى التربة من الكربون فى المواقع التى اصابتها هذه التعرية.

تؤثر استخدامات التربة تأثيراً مباشراً على معدلات التنوع الحيوي المرتبطة بها. فمثلا إزالة الغطاء النباتى الطبيعي من الغابات والمراعي ؛ لاستخدام الأرض فى الزراعة ، يؤدي الى فقد الكثير من انواع التنوع البيولوجى. من ناحية أخرى يؤدي تدهور التربة الى آثار غير مباشرة على التنوع البيولوجي، فمثلا يؤدي تملح التربة الى فقد الأنواع النباتية غير المقاومة للملوحة. كما أن الرعي الجائر، لاسيما فى المناطق الجافة وشبه الجافة يؤدي الى فقد الكثير من أنواع نباتات المراعي التى تأقلمت على الظروف الطبيعية السائدة ولاسيما ظروف الجفاف والحرارة. بالاضافة الى ذلك فان خفض إنتاجية الأراضي المزروعة، باتباع أساليب الإدارة غير الملائمة، يمكن أن يؤدي الى خفض التنوع البيولوجي الزراعي. كما أن تلوث التربة من المصادر المختلفة، سواء باستخدام الكيمياويات الزراعية أو التلوث بالمخلفات الصناعية أو مياه

الصرف الصحي، او اضافة مخلفات المنازل والبناء يؤدي الى خفض التنوع البيولوجي . وأخيراً فان الحركة النشطة للكثبان الرملية تؤدي الى طمر النباتات النامية بالمناطق الصحراوية وفقدان الكثير منها، وسيادة أنواع قليلة من النباتات التى تستطيع مقاومة مثل هذه الظروف و النمو فى بيئة الكثبان الرملية.

يؤدي تدهور التربة من خلال التعرية الهوائية والمائية إلى أضرار بيئية بالغة سواء في المناطق التى ينشط فيها الانجراف أو المناطق التى تنتقل اليها مواد التربة المنقولة بالهواء والمياه، وهذه المواد المنجرفة يمكن أن تكون فى صورة سفى للرمال أو حركة نشطة للكثبان الرملية أو مواد محمولة بواسطة ترسب وحركة المياه فى القنوات المائية. وترتبط مناطق الترسيب بعوامل الانجراف والترسيب دون اعتبار للحدود الدولية. ولذلك فان الكثير من الأضرار الناشئة من تعرية مواد التربة بالهواء والمياه تحدث فى بلاد متجاورة اوفي بلاد يشملها إقليم بيئي واحد أو حوض واحد لأحد الأنهار الكبرى . وفى كثير من الأحيان فان الأضرار الناشئة عن ترسيب هذه المواد فى الدول المجاورة يؤدي الى أضرار وخسائر بيئية قد تفوق بكثير الأضرار فى المناطق التى تنشأ فيها التعرية.

التصحر في العراق

تقع حوالي 90% من مساحة العراق ضمن المنطقة الجافة وشبه الجافة وتتميز إن ارتفاع درجات الحرارة في الصيف الى حدود 52 درجة مئوية وارتفاع نسبة التبخر ولاسيما في السهل الرسوبي لتصل الى 2000 ملم سنوياً ومع ارتفاع عدد الايام المشمسة حيث تصل في معدلها السنوي الى 260 يوماً سنوياً وانخفاض نسبة تساقط الامطار حيث تقل في اغلب مناطق العراق عن 150 ملم ولا يتجاوز معدل الأمطار الممطرة في الجنوب عن 40 يوماً وفي الشمال عن 70 يوماً بالإضافة إلى قلة الرطوبة والتي تعد مهمة جدا في الدورة البايولوجية للتربة ونمو الأعشاب واعادة تكوين التربة كان عاملا مهما في

الاسراع من حدوث التصحر كما ان الرياح السائدة في العراق هي رياح شمالية غربية جافة وحارة وتنشر الغبار المحلي يرافقها صيف حار جاف وطويل لها دور مهم في حدوث التصحر في العراق الى جانب الخواص الطوبوغرافية والطبيعية للتربة والتي عملت على تفاقم ظاهرة التصحر .يضاف الى ذلك مشكلة الملوحة وارتفاع مستوى الماء الأرضي المرافقة للعمليات الاروائية في السهل الرسوبي ادى الى ان تكون هناك مظاهر أخرى لمحدودية استخدام الأراضي وقلة النبات الطبيعي .

التصحر في الوطن العربي

تعاني الاقطار العربية بدرجات متفاوتة من مشاكل التصحر وهي قلة المصادر المائية ، وتملح التربة ، ومشاكل الكثبان الرملية ، والجفاف وسوء الإدارة للموارد الطبيعية حيث تعاني كل منها المشاكل المؤثرة وكما في ادناه :

الأردن :

يعاني من قلة التساقط السنوي ونوبات الجفاف المتكررة والتربة في الاردن هشة البناء مع تدهور الغطاء النباتي مما يجعل مساحات شاسعة منه صحراء تكون خالية من السكان او التنمية الزراعية وتنحصر الزراعة في منطقة الاغوار الى حد ما.

الامارات العربية المتحدة :

دولة الإمارات جزء من النطاق الحراري الجاف، معدل التساقط يتراوح بين 50–100 ملم.سنة$^{-1}$ مع ارتفاع التبخر السنوي حيث يبلغ 4 x 10^{3} ملم . المياه السطحية قليلة وموجودة في بعض وديان المناطق الجبلية. تتوفر المياه الجوفية ولكن معدلات السحب في دولة الامارات تفوق معدلات التغذية السنوية (معدلات السحب 640 مليون متر مكعب بينما التغذية السنوية 240 مليون متر مكعب سنويا) أما التربة والغطاء النباتي فهي كتلك السائدة في المناطق الصحراوية الرملية لذلك يمكن اجمال مظاهر التصحر في الامارات بما يلي :

1. قلة مصادر المياه السطحية .
2. تدهور المياه الجوفية بسبب عمليات السحب الكبيرة وعدم تجدد الخزين .
3. تدهور الغطاء النباتي بسبب القطع الجائر الذي حصل للنباتات الخشبية قبل اعتماد الإمارات على مواد أخرى لبدائل الوقود .

البحرين :

تتميز بكميات مطر شحيحة حيث مناخها حار جاف والتساقط السنوي 80 ملم، الأراضي الزراعية محدودة وتعتمد في مواردها المائية على المياه الجوفية وعلى تحلية مياه البحر وتتميز مظاهر التصحر في مملكة البحرين بقلة الموارد المائية وتدهور الأراضي والمراعي وتدهور التربة لتعرضها للتعرية والتملح .

تونس :

لتونس مناخ جنوب حوض البحر المتوسط حيث يكون رطباً في المرتفعات الشمالية ويتدرج من الشمال حيث التساقط اكثر من 1500 ملم.سنة$^{-1}$ اما في الجنوب حيث المناخ الجاف يكون التساقط 150–350 ملم.سنة$^{-1}$ وكذلك تشمل الجزء الصحراوي من تونس حيث المناخ الجاف والتساقط اقل من 100 ملم.سنة$^{-1}$ وأن المياه السطحية في هذا البلد تقدر بحوالي 4.5 x 10 ^{3} مليون متر مكعب مع مياه جوفية تقدر كميتها 1.7 x 10 ^{3} مليون متر مكعب .

ومظاهر التصحر فتتمثل بالآتي :

1. تدهور المراعي .
2. الانجراف والتعرية يهددان حوالي 60% من الاراضي الزراعية .
3. تتراكم الكثبان الرملية في الاراضي الزراعية في المناطق الجافة وشبه الجافة في تونس .
4. تملح مساحات من الاراضي حيث زادت الاراضي المتأثرة بالملوحة في المناطق المزروعة في المناطق الجافة وشبه الجافة .

الجزائر :

مناخها إلى حد ما مشابه لمناخ تونس حيث يكون التساقط السنوي في المناطق الساحلية الرطبة وشبه الرطبة 600-1500 ملم.سنة$^{-1}$ ويكون الامتداد الصحراوي في أقصى الجنوب حيث التساقط السنوي اقل من 100 ملم.سنة$^{-1}$. أما مظاهر التصحر في الجزائر فتتمثل في تدهور الغابات الشمالية بسبب قطع الاشجار اضافة لحدوث الحرائق في تلك الغابات وهنالك مساحة 6.4 مليون هكتار من مناطق الحشائش في المناطق الغربية معرضة للتصحر نتيجة الرعي الجائر بسبب قطع الاشجار اما الاراضي الزراعية المطرية والمراعي فتتعرض للضغط الزائد المستمر من خلال الاستغلال المفرط مما يسبب تدهور الغطاء النباتي وتعرض التربة للتعرية الريحية والمائية مما يساعد في زحف الرمال التي هي من الظواهر المنتشرة والشائعة في المناطق الجنوبية من الجزائر .

المملكة العربية السعودية :

تتميز المملكة بالمناخ الصحراوي القاري ويتراوح التساقط السنوي بين 50-100 ملم.سنة$^{-1}$ ويزداد التساقط في المرتفعات الغربية حيث يبلغ 200-500 ملم مما يساعد في نمو اشجار الغابات. وبسبب طبيعة المناخ فأن الموارد المائية السطحية محدودة وهناك سدود سطحية عدة لحصاد المياه في الوديان . ان المياه الجوفية في السعودية ثرية بسبب وجود عدة طبقات حاملة للمياه وهي في الغالب مخزونة منذ قديم الزمان اما مظاهر التصحر في السعودية فهي :

1. حركة الرمال ولاسيما في المناطق ذات الغطاء النباتي المتدهور .
2. تملح التربة في المناطق التي تروى بالمياه الجوفية باسراف وبدون إدارة جيدة.

3. تدهور الغطاء النباتي بسبب الرعي الجائر وقطع الاشجار ، وتقدر مساحة الأراضي المتضررة بالرعي الجائر حوالي 25% من مجموع أراضي المراعي .

4. تدهور الغابات .

5. استنزاف موارد المياه الجوفية .

السودان :

تتميز السودان بالتساقط السنوي العالي المتدرج من 1200-1500 ملم في الجنوب ويتناقص كلما اتجهنا شمالاً إلى حدود المنطقة الجافة حيث يكون التساقط السنوي 150 ملم . وهذه الإمطار تهطل في الصيف اما موسم المطر فيكون قصيراً في الشمال . وهذا البلد غني بالموارد المائية حيث تبلغ المياه الواردة من الأنهار حوالي 25 مليار متر مكعب وتبلغ مساحة أراضي المراعي الطبيعية حوالي 118 مليون هكتار وعانى البلد من مشاكل الحروب ونزوح السكان مما سبب ضغطاً كبيراً على المراعي والأراضي الخصبة في آن واحد وهنالك معانات بدرجة اقل من تدهور الأراضي والمتأثر بالكثبان الرملية في بعض المناطق .

سوريا :

تتميز سوريا بمناخ رطب في الأجزاء الساحلية وسلاسل جبال المنطقة الغربية حيث يكون التساقط السنوي حوالي 800-1200 ملم، مع مناخ جاف في السهول والهضاب الوسطى والشرقية حيث يكون التساقط السنوي 200 ملم . وتغطي المناطق الجافة حوالي 60% من مساحة سوريا. وتتوفر لسوريا مياه سطحية تقدر بحوالي 30 مليار متر مكعب ويضخ من المياه الجوفية حوالي 3.7 مليار متر مكعب علماً ان المياه الجوفية تتجدد سنوياً بحوالي 2.3 مليار متر مكعب .

تتميز مشاكل التصحر في سوريا بتملح الترب الاروائية وارتفاع مستوى الماء الارضي وفي المناطق المطرية فان تعرية التربة تاخذ مدى مؤثر فيها ولاسيما في مناطق البادية هذه العوامل أدت إلى تدهور المراعي حيث حصل تناقص في الغطاء النباتي مما عرضها لأشد الضرر خلال سنوات الجفاف حينما كان معدل التساقط المطرية اقل من المعدل المعروف.

التصحر في العالم

عملت منظمات الامم المتحدة المهتمة بقضايا المناطق الجافة والتصحر عدة محاولات لتقييم حالة التصحر في العالم وكانت النتائج غير متوافقة وذلك بسبب الاجتهادات التي توصل اليها الفرقاء، كما كان من الصعوبة عمل قياس على مستوى واقعي بحيث يتم التقدير على مساحة اليابسة من الكرة الارضية. لذلك تم وضع المعلومات على شكل مراحل متسلسلة وكالاتي:

1- التقييم الأول عام (1977) . الذي توصل الى أن مساحة أراضي المناطق الجافة المتدهورة بالتصحر تبلغ 3970 مليون هكتار اي حوالي 75.1% من جملة الاراضي الجافة خارج نطاق اراضي الصحاري بالغة الجفاف، ومساحة الاراضي المتدهورة تقع في حوالي مائة قطر وان عدد السكان المتأثرين على نحو مباشر بأضرار التصحر يبلغ حوالي 78.5 مليون نسمة.

2- التقييم الثاني عام (1984) الذي توصل الى ان التصحر مايزال يتزايد ، وان مساحة الاراضي المتدهورة بالتصحر تبلغ 3100 مليون هكتار من اراضي المراعي (80% من جملة مراعي الاراضي الجافة) و335 مليون هكتار من اراضي الزراعة المطرية (60% من جملة اراضي الزراعة المطرية في الاراضي الجافة)، و40 مليون هكتار من اراضي الزراعة المروية (30% من جملة اراضي الزراعة المروية)، إذ ان 3475 مليون هكتار اي 70% من الاراضي الجافة خارج المناطق بالغة الجفاف، وان السكان المتأثرين على نحو مباشر بأضرار التصحر يبلغ 135 مليون نسمة.

3- التقييم الثالث عام (1992) الذي توصل الى ان الاراضي المتضررة بالتصحر في العالم تبلغ حوالي 3562 مليون هكتار اي حوالي 69% من اراضي المناطق الجافة التي تنتج انتاجاً زراعياً.

هذه الارقام تعتمد على اجتهادات معقولة لتقييم التصحر، ولكنها ليست قياسات دقيقة. فالاجتهادات تعتمد على عدد من دراسات الحالة تمت في عدد من الاقطار، وعلى اية حال تبين مدى اهمية الضرر الذي يصيب الاراضي المنتجة للغذاء والمراعي في المناطق الجافة ، وتبين ان هذا الضرر واقع في قارات العالم جميعاً وان مداه الجغرافي واسع تستحق به قضية التصحر مرتبة القضايا العالمية.

التصحر في آسيا

يعبر عن التصحر في قارة آسيا بأنه تدهور المراعي في المناطق الجافة في الشرق الاوسط ووسط آسيا، وتعرية التربة في الاراضي الزراعية ضمن النطاق الممتد من شرق الصين الى البحر المتوسط، وتملح الارض في المناطق المروية على نطاق واسع في العراق وباكستان والصين واقطار الاتحاد السوفيتي السابق.

إن تاريخ الإنسان في آسيا قديم، والشواهد التاريخية تبين تعرية التربة، وقطع الغابات والأحراش، وتدهور الأرض ولاسيما في مناطق الجبال وسفوحها في النطاق الممتد من الصين الى بلاد المشرق العربي ، وتملح الترب الزراعية المروية في حوض نهري دجلة والفرات. البيانات الواردة في الجدول (2) تبين ان مساحة الزراعية الاروائية المتدهورة في قارة اسيا تبلغ (21.81 مليون هكتار) وهو ما يساوي 35% من مساحة الزراعة المروية المتدهورة في مجموع القارات . وأما مساحة الزراعة المطرية المتدهورة هي (122.28 مليون هكتار) وهي تساوي أكثر من 50% من مساحة الزراعة المطرية في القارات كافة. أما مساحة المراعي المتدهورة تبلغ (1187.61 مليون هكتار) وهو ما يمثل ثلثي مجموع اراضي المراعي في العالم 76% ، من ذلك نجد ان قارة آسيا من اكثر القارات مواجهة للتصحر من باقي قارات العالم.

جدول (1–2) تقديرات حجم تدهور الاراضي المستخدمة في الزراعة والمراعي في المناطق الجافة – المساحة بالمليون هكتار

القارة	أراضي الزراعة المروية			أراضي الزراعة المطرية			أراضي المراعي		
	المساحة الكلية	المساحة المتدهورة	%	المساحة الكلية	المساحة المتدهورة	%	المساحة الكلية	المساحة المتدهورة	%
افريقيا	10.42	1.90	18	79.82	48.86	61	1342.35	995.08	74
آسيا	92.02	21.81	35	218.17	122.28	56	1571.24	1187.61	76
استراليا	1.87	0.25	13	42.12	32.14	34	657.22	261.35	55
اوروبا	11.90	1.91	16	22.11	11.85	54	111.57	80.52	72
امريكا الشمالية	20.87	5.86	28	74.17	11.61	16	483.14	411.15	85
امريكا الجنوبية	8.42	1.42	17	21.35	6.64	31	390.90	297.75	76
المجموع	145.50	43.15	30	457.74	215.56	47	4556.42	3333.46	73

عن (Kassas, 1995)

حالة التصحر في أسيا :

الباكستان :

تضمنت الدراسات الخاصة التي قدمت لمؤتمر الأمم المتحدة عن التصحر المنعقد في كينيا – نايروبي (1977) دراسة عن تصحر اراضي الزراعة المروية في الباكستان. وخصت دراسة الحالة مشروع (مونا) لتجربة استصلاح الاراضي، واراضي المشروع جزء من نهر الهندوس، وتمثل اراضي الزراعة المروية ومشاكلها التي تنشأ عن عدم التوازن بين الري الفائض والصرف الناقص. كان المشروع تجربة حقلية في اطار مشروعات مكافحة الملوحة والاستصلاح، تهدف الى الافادة من نتائج البحوث والدراسات التي بدأت عام 1965.

اوصى المشروع بما ياتي من النقاط :

1. ان تملح التربة في مناطق الزراعة المروية ينتج عن أسباب عدة ، منها : ارتفاع الماء الأرضي وما تحمله من أملاح بالخاصة الشعرية وبأثر التبخر الزائد من سطح التربة، حمل الاملاح في مياه الري، علماً مياه الري المضافة لا تكفي لغسل الأملاح عن منطقة الجذور.
2. استصلاح الاراضي المتملحة يتم بعمليات غسل التربة، واختيار المحاصيل المناسبة وإضافة الاسمدة.
3. ضرورة اهمية المحافظة على التوازن بين المدخلات الزراعية ومراعاة تفاعلاتها ، حتى انه يمكن استعمال المياه منخفضة النوعية اذا صاحبتها المواد المضافة المناسبة .
4. يمكن زيادة خصوبة التربة بالاستعمال المتوازن للسماد العضوي والاسمدة الكيميائية.
5. للارشاد الزراعي دور مهم في نقل المعرفة والتقنيات المناسبة الى المزارعين ومستفيدي الاراضي.

6. اهمية ضبط مستوى الماء الارضي بواسطة البزل العمودي (الآبار، الانابيب)، وتحقق حفظ مستويات الماء الارضي في منطقة المشروع من 1-2 متر.
7. ادارة وحدات البزل العمودي (مواصفات الآبار والأنابيب وتوزيعها وضخ مياهها) تحتاج الى المزيد من الدراسة.
8. العلاقات الاجتماعية في العشيرة الزراعية ، ونظم ملكية الارض وادارتها تحتاج المزيد من الدراسة بوصفها من عوامل التكامل في جهود استصلاح الاراضي.

التصحر في افريقيا :

تتوضح ابعاد مشكلة التصحر في افريقيا من خلال نوبات الجفاف التي اصابت منطقة الساحل الافريقي في اواخر الستينات من القرن الماضي (1968-1972) وامتدت شرقا لتشمل سائر اقاليم السودان – الساحل الممتد جنوب الصحراء الافريقية الكبرى من المحيط الاطلسي حتى القرن الافريقي ، وبلغت اقصى شدتها عام 1984. حيث كانت هذه كوارث بيئية اصابت ملايين البشر وتسببت في المجاعات والتشرد فبلغ عدد ((اللاجئين البيئيين)) حوالي 10 ملايين شخص، وكانت سبباً في لفت انظار العالم الى قضايا الاراضي الجافة وتدهورها (التصحر). واهم اسبابها ما ياتي:

المجموعة الاولى تتصل بالعناصر والعوامل البيئية الفيزيائية وتشمل :

1. واجهت القارة الأفريقية نوبات جفاف.
2. تقلبات المناخ التي حصلت خلال فترة قصيرة .
3. ماحصل في 1و2 أدى إلى مجاعة .
4. الهشاشه البيئية .

نوبات الجفاف بنوعيها ترتبط بالعناصر المناخية وتقلباتها وتتسبب في المجاعات وتدني موارد الحياة وتكريس الفقر . اما تدهور الأرض يتصل بظروف

الهشاشة البيئية في الاراضي ، المناطق الجافة واثر الاستخدام الجائر لأي شيء ؟ للمياه المتوفرة ، للرعي المفرط ، قطع الاشجار التي يتجاوز القدرة الفطرية على العطاء.

المجموعة الثانية ذو علاقة بالبيئة الاجتماعية والاقتصادية والسياسية التي زادت من أثر عوامل البيئة الطبيعية وتشمل:

1. تدني المستوى الثقافي والاقتصادي والسياسي للبيئة الاجتماعية .
2. الاهتمام بتنمية المحاصيل الخاصة بالتصدير .
3. الاعتماد على الاستيراد الخارجي .
4. النزاع الداخلي والنزاعات المسلحة بين الاقطار .
5. تدني الاهتمام بمكافحة التصحر .

تعد الزيادة المطردة في عدد السكان (معدلات الزيادة السنوية تتراوح من 2% الى 4% وهي اعلى المعدلات في القارات جميعاً) ، وبالظروف الاقتصادية والمحلية والدولية التي اغرقت الاقطار الافريقية في الديون الخارجية حتى اصبحت نفقات خدمة الديون عبئا ثقيلا على الاقتصاد ، ودفعت توجهات التنمية الوطنية الى الاهتمام بتنمية محاصيل التصدير لتستطيع مقابلة نفقات استيراد الطاقة وخدمة الدين على حساب زراعة محاصيل الطعام ، ومن ثم تعرضت كثير من الاقطار الافريقية الى نقص انتاج الغذاء ، والحاجه الى استيراد الطعام او طلب المساعدة . يضاف الى ذلك تعرض كثيرمن الدول الى عدم الاستقرار السياسي المحلي والاقليمي وما اسفر من نزاعات وحروب اهليه . كل ذلك لم يتح للمجتمعات الافريقية في المناطق الجافة ان تعطي مكافحة التصحر حقها في اولويات العمل الوطني.

ان تحليل قضايا التصحر في القارة الافريقية يبين ان التدهور البيئي هو حصيلة التفاعلات بين الأرض (الموارد الطبيعة) والسكان (أعداد الناس) وكذلك اعداد قطعان الماشية والمصالح المتضادة (الرعاة الرحل والزراع

المستقرون) والاطار السياسي التي تدير به المجموعة الحاكمة سياسات التنمية واستغلال الموارد . وفي المحافل الدوليه كانت الاقطار الافريقية أشد المجموعات الدولية حرصا على ابراز قضايا الجفاف والتصحر والعمل على لفت انتباه المجتمع الدولي الى هذه القضايا ، لهذا عقدت الامم المتحدة مؤتمرها الاول عن التصحر في نايروبي- كينيا 1977 سنة ان وضع اتفاقيه دوليه لمكافحة التصحر كانت نتيجة مساعي الدول الافريقية خاصة ؛ وذلك لشعور القارة باهمية الضرر الواقع عليها.

التصحر في أمريكا الشمالية

أبعاد المشكلة

تمتد الأراضي الجافة في قارة أمريكا الشمالية عبر ولايات الجنوب الغربي (كاليفورنيا، نيفادا، أوريغون، إيداهو، يوتاه، أريزونا، نيومكسيكو، تكساس)، والمناطق الجنوبية الغربية من كندا، والمناطق الشمالية من المكسيك. انظر البيانات في جدول(2).

إن المظاهر الرئيسية للتصحر في الولايات المتحدة الأمريكية تشمل:

1. هبوط مستويات المياه الجوفية.
2. تملح سطح التربة والمياه السطحية.
3. نقص موارد المياه.
4. تعاظم تعرية التربة.
5. تدهور الغطاء النباتي وتناقصه.

ان تناقص النمو النباتي في المرعي تحت وطأة الرعي الجائر الذي يتجاوز قدرة الغطاء النباتي على التعويض (إنتاج الكتلة الحية والنمو). يظهر مساحات من سطح الأرض خالية من الغطاء النباتي فتتعرض تربتها للتعرية والفقد. بالاضافة الى غزو شجيرات شوكية غير مستساغة (لا ترعاها الحيوانات)، وأهمها أنواع المسكيت *Prosopiss* pp. التي تحل محل نمو

الحشائش والأعشاب من نباتات المرعي. وفي دراسة عن مراعي ولاية تكساس بلغت مساحة الأراضي المتضررة بنمو الشجيرات الخشبية 42 مليون هكتار، منها 36.6 مليون هكتار غزتها الشجيرات المختلفة ومن بينها 23.3 مليون هكتار غزتها شجيرات المسكيت.

مكافحة التصحر من قبل الولايات المتحدة الامريكية

يمكن القول بان للولايات المتحدة تجربة خاصة في مكافحة التصحر، وسوف نسوق الكلام التالي الذي يبين ما تعرضت له تلك الدولة وكيف حاولت معالجته. في ثلاثنيات القرن الماضي اصيبت مناطق السهول الكبرى بنوبة جفاف حيث ان بعض الزوابع نفذت الطبقة السطحية من التربة، واستمرت الرياح القوية حتى صيف 1934، في الخمسينيات حصلت نوبة جفاف ثانية ولكن لم تترك أثار مدمرة كالسابقة. وقد تبين بان استخدامات الارض قبل 1930 كان لها الاثر البالغ في هشاشة الانظمة البيئية التي واجهت مشكلة 1930 وما انجز بين 1930 و1934 من تدابير وفعاليات سبب وجعل البيئة القدرة على مواجهة جفاف سنة 1950 وتبين بان اكثر الضرر سنة 1930 كان بسبب خمسين سنة السابقة من الرعي الجائر الذي مارسه المستوطنون حينذاك، لقد وضعت سياسة رصينة في استعمالات التربة وصيانتها وثم التحذير من كوارث مستقبلية لذلك تم اصدار القرارات والتشريعات والتوصيات التالية:

1- السياسة تجاه الارض

عقد مؤتمر وطني لدراسة استخدامات الأرض، نتج عنه انشاء هيئة وطنية لتخطيط استخدامات الأرض تتبع لمجلس الموارد الطبيعية الوطنية. وقدرت الهيئة أن أكثرمن 2.7 مليون هكتار من المزارع في السهول الكبرى يلزم أن ترجع إلى حشائش المراعي، وأن حوالي 16 ألف مزارع يلزم أن يعاد توطينهم خارج الإقليم. وقد وضعت سياسة وطنية لذا تحتم عدم تجاوز قدرة المرعى على الحمل مع الأخذ فى الاعتبار مخاطر نوبات الجفاف.

2- قانون تايلور لتنظيم الرعي 1934

صدر هذا القانون أخذاً بتوصيات تقوير جون ويزلي باول التي أشرنا إليها. إذ وسع القانون مساحة وحدة المراعي، وأعطى السلطات الفيدرالية حق تحديد عدد الحيوانات التي يسمح بها حسب قدرة الأرض على الإنتاج المتواصل. وأنشأ القانون (مكتب إدارة الأراضي) الذي عمل على تنفيذ أعمال صيانة التربة وحسن إدارة موارد الأرض. وفي 1934 بدأ أول مسح علمي لتقييم مدى تعرية التربة في الولايات المتحدة. وفي 1935 صدر تشريع بإنشاء هيئة صيانة الأراضي، وهي هيئة تابعة للحكومة الفيدرالية وجزء من وزارة الزراعة الامريكية .

3- الدعم المالي الفيدرالي

اقر الكونغرس والحكومة الفيدرالية اعتماد المبالغ اللازمة لدعم ((إعادة البناء البيئي للأراضي))، بما في ذلك دعم أسعار الاراضي، واغاثة المناطق الريفية ونفقات الاشغال العامة اللازمة لاعادة التعمير. كان الهدف تشجيع تبني إجراءات صيانة الأراضي وأن يقوم الملاك بهذه الاجراءات بدعم مالي من الحكومة. وكانت الحكومة تتحمل ما يقرب من 80% من النفقات. وتقدر الاموال التي دفعتها لتحفظ الناس في مناطق السهول الكبرى في الثلاثينيات 2 مليار دولار، وبلغت جملة ما قدمته الحكومة من دعم مالي في الفترة من 1935 حتى 1975 حوالي 15 مليار دولار من الموارد الفيديرالية انفقت في أعمال صيانة التربة وإعادة تأهيل المزارع والمراعي ودعم التنمية عموماً.

4- تنمية المواصلات

امتدت خطوط السكك الحديد الى المناطق الجافة، وكذلك امتدت الطرق المرصوفة. وقد هيأ ذلك وسائل لنقل الماشية من مراعي الصيف الى مراعي الشتاء، ونقلها من المراعي الى الاسواق. هذا التنقل عبر البلاد كانت تقطعه الماشية والرعاة على الاقدام واصبح التنقل بالوسائل السريعة.

5- اعتماد وتوفير السلالات الجديدة من الماشية

حيث كانت تعتمد سلالات الماشية من صنف تكساس طويل القرن الذي يتحمل الرحلات الطويلة ، فاستبدل بأصناف أقل احتمالاً ولكن أجود لحماً مثل أصناف هيرفورد وبراهمان والقرن القصير. وكان هذا التغيير ممكناً نظراً لتطور وسائل النقل والمواصلات.

6- تنظيم الرعي وادارته

إن التوسع في استخدام حواجز الحيوانات (أسوار الأسلاك) أدى الى ادارة المراعي بما في ذلك إدارة دورات الرعي وغيرها من وسائل صيانة المراعي.

7- الاستفادة بشكل افضل من الموارد المائية

أقامت الحكومة مشروعات ري كبرى باقامة السدود على الانهار مثل جراند كولي وبولدر وشاسنا وهي سدود هيأت موارد مائية لري مساحات من الارض واسعة خصص جزء منها لانتاج الاعلاف في اراضي الري، واصبحت الارض المروية في تكامل مع ارض المراعي وانتاج الماشية. تطور الامر فيما بعد الى التوسع في محطات التسمين التي تعتمد على الاعلاف المزروعة.

8- الاستفادة من علوم البيئة التطبيقية

تطورت علوم جديدة في مجالات علوم البيئة التطبيقة مثل صيانة التربة، إدارة المراعي، وهي علوم نشأت وتطورت فيما بعد الثلاثينيات في الولايات المتحدة الامريكية. وقد وجدت هذه العلوم وسائل التطبيق عن طريق إدارات للارشاد الزراعي في صورة العديد التي أوصلت المعلومات العلمية الى المزارع والراعي.

هذه الحزمة المتكاملة من الادوات جمعت بين: الضبط الحكومي (الوسائل التشريعية والتنفيذية) والدعم الحكومي (الموارد المالية الكافية للعون على تنفيذ أعمال الصيانة) والتوجيه الحكومي (خطوط السياسات الحكومية

الواضحة) ومشروعات لتنمية الوطنية (تنمية شبكة المواصلات ومشروعات تنمية موارد المياه) والتقدم العلمي وتطبيقات المعلومات العلمية والتكنلوجية عن طريق خدمة ارشادية ذات كفاءة، وبذلك اصبحت إدارة الموارد الطبيعية على اسس علمية تحقق لها تواصل العطاء وتحفظها من التدهور. بذلك استطاع النظام ان يتلقى نوبة الجفاف في الخمسينات دون ان يتدهور.

علاج التصحر واستصلاح الاارضي المتدهورة يحتاج الى سلسة متكاملة من الجهود تغطي الاوجه المتعددة للتدهور البيئي ذي الصلة المباشرة بالخلل الاجتماعي والاقتصادي وبالقصور في سياسات التنمية وادارة الموارد الطبيعية. الحلول التكنلوجية وحدها لا تكفي – مع اهميتها – أنما ينبغي ان تتكامل مع الوسائل الاقتصادية لذلك يعتبر النموذج الامريكي المبين في معالجة التصحر هو برنامج متكامل وواضح حيث يتم التخطيط والتنفيذ التام للاجراءات اللازمة ويعتمد الفترة اللازمة مهما طالت .

التصحر في أمريكا الجنوبية:

تنحصر مظاهر التصحر في قارة أمريكا الجنوبية في مايلي:

1. استخدامات الأراضي في المناطق الجافة حيث تتجاوز قدرة النظم البيئية من خلال الرعي الجائر وقطع الأشجار وزراعة الأراضي التي لاتصلح للزراعة.
2. زيادة عدد السكان والتنافس الشديد بين الرعاة والمزارعين ووجود علاقات ذات خلل بين المجتمعات الريفية.
3. تدهور الأراضي المروية.

ان استخدامات الأراضي في امريكا الجنوبية والكاريبي يبين ان الرعي يشغل88% من مجموع الاراضي وان اكثر القطاعات المتضررة هي أراضي المراعي حيث إن 76% من تلك المراعي متضررة ويبلغ تدهور الأراضي المروية 34% في بيرو و31% في الأرجنتين علماً بأن الاراضي المروية تبلغ 2% من المساحة الكلية.أما أراضي الزراعة المطرية فأن متوسط التدهور بلغ 31%. وبعض البلدان مثلاً شيلي تعاني من الجفاف ومن مشاكل الكثبان

الرملية والمصاطب الساحلية وتعاني القارة بكاملها من مشاكل التعدين والصناعة على حساب الأرض والبيئة حيث ان التعدين والصناعة قضت في بعض الأماكن على معظم الغطاء النباتي مما سبب اختفاء النباتات الاصلية وحلت محلها نباتات غازية ,وتتأثر بعض المناطق بتعرية التربة.كما ان البرازيل شهدت تاثيراً واضحا من خلال قطع الاشجار في المناطق المطيرة مما ادى الى نقص الغطاء النباتي وقلل من المنتج الحاصل وبالتالي ادى الى الاخلال بالدورة الهايدرولوجية الى حد ما ان التغير في مسارات نهر الامزون المعروف باكبر تصريف في العالم يؤثر في تلك المناطق ويراقب العلماء تلك التغيرات عن كثب اخذين بنظر الاعتبار بتاثيرها على التغير المناخي .

فقط
(53 -51 -50 -49)

الفصل الثاني

التصحر والصحارى

نقصد بالصحراء بانها تلك المناطق الموجودة في بلد او اقليم والتي تتصف بظروف لا تساعد على توطن الناس فيها وهذه الظروف يمكن ان تكون شحة المياه وقلتها مما يؤثر في امكانية العيش للسكان . تشغل الصحاري بكافة أنواعها (الباردة، والمعتدلة، والحارة) نحو 45.5 مليون كم2، وتمتد في نصف الكرة الشمالي ما بين دائرتي عرض 22° ــ 48° شمالاً في قارة آسيا، وتكاد تكون نطاقاً عرضياً، يمتد من الغرب إلى الشرق لمسافة تصل إلى 11 ألف كيلومتر ما بين أفريقيا وآسيا. وتمتد صحاري قارة أمريكا الشمالية بين دائرتي عرض 22° ــ 44° شمالاً. وتتمثل الصحاري في نصف الكرة الجنوبي في أمريكا الجنوبية (ما بين دائرتي عرض 5° ــ 30° جنوباً)، وأفريقيا (6° ــ 33° جنوباً)، واستراليا (20° ــ 34° جنوباً) . وتتباين المساحات الصحراوية من قارة إلى أخرى، تتصدرها قارة استراليا ، إذ تمثل الصحاري بها نحو 49% من إجمالي مساحتها، وتعتبر قارة أوروبا من اقل المناطق تاثرا بالتصحر، إذ لا تشغل الصحاري بها إلاّ نحو 1% فقط من مساحتها، وكذلك تتفاوت أقطار العالم من حيث المساحات التي تشغلها الصحاري، فعلى سبيل المثال إن الصحاري تشغل 98% من مساحة ليبيا، و96% من مساحة مصر، و95% من مساحة شبه الجزيرة العربية، و88% من مساحة باكستان، و11% من مساحة الهند.وهناك فرق بين التصحروالصحراء, فالصحراء نظام بيئي بينما التصحر ظاهرة تحدث نتيجة للإخلال بين السكان والموارد الطبيعية في أي منطقة وغالبا ما يحدث لكون الأنظمة البيئية في هذه المنطقة هشة وسريعة التأثر وتفقد مواردها بسهولة نتيجة سوء الاستعمال والاستغلال غير السليم من قبل السكان مع عوامل مناخية وطبوغرافية مساعدة ومشجعة لهذا التدهور.

تصنيف الصحارى

1- تنقسم الصحارى بحسب العوامل المناخية الى ثلاثة انواع هي :

أ- الصحاري الجليدية :

يقصد بها الصحاري المغطاة بالجليد طوال ايام السنة، والذي لا يحصل له ذوبان ، إذ لا ينحسر إلا عن 1 % فقط من المساحة الإجمالية، وتعرف بالصحاري البيضاء أو القطبية أو الثلجية (Ice of White Deserts)، وتتركز هذه الصحاري في قارة انتاركتيكا، وشبه جزيرة ألاسكا، وجزيرة جرينلند، وشمالي أوراسيا. وأن أقل درجة حرارة سجلت في تلك الصحاري، يوم 20 اب 1960 في فوستوك(Vostok)، إذ بلغت 88.3 درجة مئوية تحت الصفر.

ب- الصحاري المعتدلة :

وتظهر في الأجزاء الداخلية من القارات في نطاق العروض الوسطى في كل من أوروبا، وآسيا، وأمريكا الشمالية، ويتميز مناخها بالبرودة الشتوية الشديدة، وارتفاع درجات الحرارة في الصيف، وأمطارها القليلة، التي لا تزيد عن 250 ملم / سنة، ومعظم الامطار صيفية، ويعزى جفاف تلك الصحاري إلى بعدها عن المسطحات المائية، وبالتالي تصلها رياح جافة، بعد أن تكون قد تخلصت مما كانت تحمله من ابخره منتجه للامطار.

ج- الصحاري الحارة :

وتوجد حول دائرتي العرض 20° ، 25° شمالاً وجنوباً، تمثّلها الصحراء العظمى الأسترالية وتتميز هذه الصحاري بأنها أكثر جهات العالم جفافاً وذلك لوقوعها في نطاق الضغط المرتفع المداري، وهي لا تتأثر بأعاصير العروض المعتدلة.

2- تقسيم للصحاري بحسب الموقع الجغرافي:

أ- الصحاري القارية Continental .

ب- الصحاري البحرية Maritime .

النظم البيئية الهشة وتأثيرها في توسع التصحر

يضم المحيط الحيوي وحدات, كل وحدة نظام بيئي فيه الكائنات الحية (نبات وحيوان) وعناصر غير حية (التربة – الماء – الهواء) وطاقة وقوى (طاقة الشمس – قوى الرياح والمياه الجارية والأمواج والتيارات البحرية). يجمع بين هذه العناصر جميعا عمليات بيئية وحيوية تنظم العلاقات والترابط بينها في اطار من التوازن الذي يحفظ النظام البيئي توازنه.

ان الانظمة البيئية كانت متوازنة فالموارد المائية وخاصة في المناطق الرطبه بل حتى المناطق الجافة التي تمر فيها الانهار كانت تلك الموارد المائية كافية بحيث تزيد المياة عن حاجة السكان للزراعة وللاستهلاكات الاخرى وكانت تلك الموارد كافية وهذا يصح على مساحات المراعي والغابات ولكن بعد كل ما حدث من زيادة السكان والتغير المناخي اصبحت هنالك تغيرات في ميزان الموارد المائية السطحية ان ارتفاع درجة الحرارة ادى الى تغير في النبات الطبيعي لذلك ازداد الضغط على الموارد المائية وعلى الغابات وعلى المراعي الطبيعية بحيث ان المطلوب هو اكثر من الموجود لهذا حصل عدم توازن بيئي يسود اليابسة وبالتالي هنالك ضغط من قبل الانسان على البيئة فكل شيء تحت ضغط كبير مما يؤدي بالتالي الى خلق ظروف بيئية هشة . وفي ادناه نماذج النظم البيئية الهشة:

أولا: الأراضي الجافة

ترجع هشاشة النظم البيئية في المناطق الجافة بمختلف درجاتها الى صفاتها الطبيعية وكالاتي:

1- ان شحة الموارد المائية على اختلاف مصادرها يجعل النمو النباتي المعمر مبعثر او قليل الكثافة لا يوفر غطاء دائما يساعد التربة على مقاومة عوامل التعرية والانجراف. وقدرة هذا النمو النباتي القليل على الحمل فتكون النباتات الطبيعية للرعي الحيوان او كاخشاب لوقود الانسان محدودة.

2- موارد المياه (التساقط) تكون فصلية اي تتاح في جزء من السنة دون بقية اجزاء السنة الاخرى ، مما يسبب ان يكون نمو النباتات الحولية فصليا لا يلبث ان يجف وتجرفه الرياح مع ما تجرفه من التربة.فعلى سبيل المثال في قياس لنمو النباتات الحولية في صحراء أم درمان بالسودان (عن رسالة مقدمة لجامعة الخرطوم من الدكتور عبد السلام محمود) كانت كتلة النباتات (الوزن الجاف) في 6 أمتار مربعة كالاتي:

30-93 غرام في شهر ايلول 1965

3-52 غرام في شهر تشرين الثاني 1965

صفرغرام في شهر حزيران 1966

3- قلت الموارد المائية (التساقط) في بعض السنوات (حصول الجفاف)، ويكون نمو النبات دون مستواه المعتاد، وتتعرض التربة للمزيد من التعرية وخاصة في مناطق الزراعة المطرية التي تحرث فيها التربة ، ويتعرض الناس وقطعانهم لاحتياجات بالغة ويزداد ضغطهم البيئي على المساحات المحدودة . واذا امتدت فترات الجفاف لعدد من السنين فقد النظام البيئي قدرته على العطاء وفقد الناس مورد حياتهم فيهاجرون مواقع التوطين الاصلية الى مواطن جديدة غريبة عنهم.

إن تطور التربة لا يتضمن امدادها بالخصوبة (المواد العضوية) كما يحدث في ترب المناطق الرطبة. ولكن تطور التربة يتضمن عمليات فيزيائية وكيميائية ينشأ عنها طبقات غنية بالكربونات او الجبس. فقد تكون هذه الطبقات تحت السطح (طبقة صماء) او تتكون على السطح فتسبب تصلب سطحي، وهي جميعا لا توفر الظروف الملائمة لنمو النبات.

4- كثير من أنواع النبات والحيوان التي تعيش في المناطق الجافة تكون عند اقصى حدود احتمالها الحراري، ومن ثم تتضرر بسبب ارتفاع الحرارة ، او الصقيع الطارئ مما يسبب القضاء عليها .

5- التربة في المناطق الجافة احيانا تتكون من فتات الصخور او ما تجمعه الرياح من رمال او ما تحمله مياه السيول من رواسب. ولكون الغطاء النباتي ليس له اثر في امداد التربة بالمادة العضوية، وتظل التربة أقرب الى ((الرواسب السطحية)) منها الى ((التربة)) بالمفهوم التصنيفي.

ثانيا: المرتفعات

تمثل سفوح التلال والجبال ومنحدراتها وأخاديدها بيئات هشة في أقاليم العالم جميعا. يرجع ذلك الى شدة الجريان السطحي للمياه وقوة الانجراف الناتجة عنه . ففي المناطق الرطبة تغطي الأشجار أغلب السفوح والمنحدرات. ويقلل هذا النمو النباتي قوة الانجراف ويحفظ التربة. فاذا تعرضت الغابات للتقطيع والتدمير زادت معدلات انجراف التربة والرواسب السطحية التي تغطي ما دونها من تكوينات صخرية. في سائر مناطق المرتفعات ذات المطر العالي (أكثر من 1000 مليمتر في السنة) تعرضت الغابات للتدمير وتعرضت النظم البيئية للتدهور في المغرب وتونس وسوريا ولبنان والعراق وإيران وجنوب السودان وأثيوبيا وسائر مناطق شرق أفريقيا.

أما في المناطق الجافة فالنمو النباتي على سفوح المرتفعات ومنحدراتها غير كثيف، لكنه يكفي للتخفيف من قوة الأنجراف التي يتصف بها الجريان السطحي . القمم المرتفعة لبعض جبال المناطق الجافة، ولاسيما سلاسل الجبال الساحلية على نحو ما نجد على جانبي البحر الأحمر،إذ تستقطر كميات إضافية من التساقط (تساقط التضاريس) مما يثري النمو النباتي ويجعل من هذه القمم ((واحات ندى)).

إنَّ استغلال هذه السفوح لاستزراع المحاصيل المناسبة (مثل زراعة البن على سفوح مرتفعات اليمن وزراعة البرتقال وغيره من فواكه المناطق الباردة والمعتدلة على سفوح جبال مرة في إقليم دارفور المداري في السودان) يقتضي عمليات لصيانة التربة بإقامة المصاطب والحواجز وزراعة أشرطة الحشائش أو

خطوط الأشجار. هذه المنشآت تصون التربة وتحفظ المياه وتجعل للنظام البيئي قدره اكبر على التوازن والاستقرار. حيث نجد لهذه المنشآت نماذج على السفوح العالية من جبال اليمن، وصيانة هذه الأعمال تحتاج إلى عمل مستمر وعمالة كثيفة، والاهمال في صيانتها يؤدي إلى تدهور النظام البيئي وتدني الإنتاج الزراعي.

توجد نماذج تقليدية ونماذج حديثة لأعمال صيانة التربة والمياه على سفوح الجبال في اليمن وسلطنة عمان وليبيا (الجبل الأخضر) والسودان (جبال مرة) وغيرها. هذه الصيانة تجعل من هذه المرتفعات مناطق انتاج زراعي خصب ، ولكنه نظام هش وتراجع الصيانة يؤدي الى التدهور والتصحر. لقد أشارت بعض الدراسات الى ان تغير الخريطة الاقتصادية لشبه الجزيرة العربية ونشأة مناطق جذب للقوى العاملة في مناطق انتاج البترول استقطبت قوى عاملة من اليمن وحرمت اعمال صيانة مصاطب السفوح مما تحتاجه من ايادي عاملة، الأمر الذي ادى الى تضرر هذه النظم وتدني انتاجها. وهذه مسألة ذات مغزى؛ لأن الحديث عن التصحر غالباً ما يرجع التدهور البيئي الى زيادة السكان وزيادة الطلب على احتياجاتهم من النظم البيئية غير القادرة على احتمال هذا الطلب. اما في حالة اليمن فالتصحر يرجع الى تخلخل في اعداد السكان ونقص في القوى العاملة.

ثالثا- الوديان

من المعلوم ان تضاريس الارض تحكم اعادة توزيع مياه التساقط، لان المياه تتحرك من المواقع المرتفعة إلى المواقع المنخفضة . وهذه الحالة واضحة في المناطق الجافة.إن المطرعلى ندرته يسقط على سطح الارض فيذهب جزء من الماء إلى (التربة) بل الجزء الاكبر اذا سقط المطر على الرمال (الكثبان الرملية)، ولكن اذا سقط المطر على التكوينات الصخرية، ولاسيما العارية من كساء الرواسب السطحية والنبت، فان جزء قليل من الماء يتسرب

إلى الشقوق الصخرية ومسامه . وفي جميع الاحوال يذهب جزء منه بالتبخر وجزء يمتصه النمو النباتي ، والباقي- وهو الجزء الاغلب في كثير من الاحوال - يتحرك في اتجاه ميل السفوح نحو الاراضي المنخفضة وربما جزء منه يذهب كجريان قاعدي.

إن تاثير اشكال سطح الارض وتضاريسها على اعادة توزيع المياه جعل بعض خبراء الدراسات الصحراوية يقترحون تقسيم المناطق الجافة إلى نوعين:

أ- صحاري الجريان السطحي، وهي المناطق البالغة الجفاف ، وفيها يقتصر نمو انواع النباتات المعمرة على مواقع تجمع المياه .

ب- صحاري المطر، وهي المناطق الجافة وشبه الجافة ، وفيها ينتشر نمو النباتات المعمرة على المنطقة مع زيادة كثافتها في مواقع تجمع المياه.

وفي اغلب الاحوال في المناطق الجافة فان مياه الجريان السطحي تتجمع في شبكات تنتظم في اخاديد تتجمع في فروع، والفروع تتجمع في روافد، والروافد تتجمع في مجرى رئيسي هو الوادي (الوديان هي الاماكن التي تجرى فيها المياه خلال فتره اوايام معينة من السنة ولا يحصل فيها جريان قاعدي).اذا نظرنا إلى بعض انواع الوديان بروافده وفروعه على خريطة أو صورة جوية نجده اشبه ما يكون بالنهر في سائر تفاصيله ربما، و قد كانت الوديان انهارا جارية في عصور المناخ المطير . اما الان وقد ساد المناخ الجاف، اذا حصل سقيط عالي في حوض التجمع من زخات المطر يتحول هذا الوادي إلى مجرى بماء السيل حاملاً معه الرواسب العالقة وربما الصخور.

بعض هذه الوديان، ولاسيما في مناطق التكوينات للصخور الرسوبية، مجاري انهار قديمة حفرت شبكاتها من الروافد والفروع في عصورماطرة سبقت .البعض الاخر، ولاسيما في مناطق تكون صخور القاعدة ، ان عناصر الشبكة تشغل ما تيسر من تضاريس الارض. وفي اغلب الاحوال تجمع شبكة

الوادي بين العنصرين ، اذ كثيرا ما يمتد حوض الوادي عبر تكوينات جيولوجية متوالية ، ولكل وادي منطقة منابع تمتد على جبهة عريضة من الاراضي المرتفعة ، وموقع مصب . نذكر على سبيل المثال ان سلسلة جبال الاحمر في مصر تكون خطاً لتقسيم المياه بين مجموعة الوديان الكبيرة التي تتجه غربا من سفوح جبال البحر الاحمر وعبر الصحراء الشرقية المصرية حتى مواقع المصبات في حوض وادي النيل . وعلى الجانب الاخر مجموعة كثيرة العدد من الوديان تتجه شرقا من منابعها عند خط تقسيم المياه إلى المصبات في البحر الاحمر.ومثل هذا نجده على الجانب الاخر من البحر الاحمر،حيث نجد سلسلة جبال عسير (في المملكة العربية السعودية) وهي خط تقسيم المياه بين مجموعة الوديان التي تتجه غربا إلى منطقة التهامة الساحلية ثم البحر الاحمر، ومجموعة الوديان التي تتجه شرقا إلى الهضبة الداخلية. في هذا الشأن نشير الى واحد من وديان الصحراء الشرقية في مصر ، وهو وادي العلاقي الذي تتبع فروعه العليا من جبال البحر الاحمر فيما بين خط عرض 21 درجة شرق (السودان) وخط عرض 23درجة شمال ويصب في دلتا فسيحة اصبحت الان جزءاً من بحيرة ناصر بعد انشاء السد العالي. ويمتد الوادي لاكثر من 300 كيلو متر ويتلقى روافد عديدة على جانبيه، وتقدر مساحة تجمع المياه في حوضه بحوالي 44الف كيلو متر مربع. في هذا الوادي وفي روافده جزء مهم من مناجم الذهب القديمة ،احدها منجم ام قريات الذي يمتد تاريخ انتاجه عبر القرون الطويلة منذ تاريخ قدماء المصريين حتى بدايات هذا القرن، وقد رصد العاملون في هذا المنجم ملاحظات على السيول في هذا الوادي.

إن للسيل اثر ايجابي لانه يجلب فيضا من المياه إلى مختلف المناطق المار بها وهو عامل سلبي بسبب قوة دفع المياه وما تحمله من رواسب، حتى ان السيول تحسب ضمن " الكوارث الطبيعية".حين ما تكون التصاريف اكبر من قابلية الاستيعاب للوديان وفي المناطق التي لا تتحدد فيها مجاري المياه (الوادي وشبكة روافده وفروعه) على النحوالذي يكون بين سفوح المرتفعات والسهول أو الهضاب الممتدة عند اقدامها حيث تتحول مياه الجريان السطحي الى فيضا عريضاً.

رابعا- الجزر البحرية

الاقاليم الجافة في منطقة الشرق الاوسط تضم عددا من البحار: البحر الاحمر، والبحر المتوسط، وخليج عدن، والبحر العربي، ثم الخليج العربي حيث يوجد في هذه البحار عدد كبيرمن الجزر بعضها مأهول واكثرها غير مأهول، وهذه الجزر تمثل نظما بيئية هشة، ويرجع ذلك إلى ما ياتي :

1- حجم الجزر محدود، أي ان التنوع البيئي محدود، وهي عرضة للزوابع البحرية التي تتضرر منها البيئة. وكثير من هذه الجزر تكوينات مرجانية لا ترتفع الا قليلاً عن سطح البحر، وهي مهددة بالغرق فيما يرتفع منسوب سطح البحار حسب ما يتوقع الكثيرون من علماء تغير المناخ.

2- تمثل الجزيرة بيئة منعزلة، لذلك تكون قدرة الاحياء (أنواع النبات والحيوان) والانسان عَلى مقاومة الآفات والأوبئة الوافدة محدودة.

3- في بعض هذه الجزر رواسب معدنية تتعرض للاستنزاف، وعمليات التعدين كثيرا مما يسبب تغير البيئة.

4- اصبحت كثير من الجزر مواقع جذب للسياح، وقد تزيد اعدادهم وآثارهم البيئية على قدرة النظام البيئي الهش على الاحتمال.

5- تحمل الأمواج والتيارات البحرية إلى شواطئ الجزر احمالا من الملوثات ولاسيما بقايا البترول ونفايات السفن.

الصحاري العربية

يشغل الوطن العربي حوالي 3.14 مليون كيلومتر مربع، وهذا يعني أن الوطن العربي يشغل نحو عُشر مساحة اليابسة من الكرة الأرضية. وتشكل المساحة المأهولة، التي يتم استغلالها للزراعه نحو 12% من مجموع مساحة الوطن العربي، بينما تمثل المساحة الباقية 88 % النطاق الصحراوي في العالم العربي، الذي يمتد بين خطى عرض 15 ، 30 درجة شمال خط الاستواء، ويتوسطها مدار السرطان.

اولاً: التضاريس :

تنقسم التضاريس في الصحاري العربية إلى ثلاثة أقسام رئيسية هي:

1- الهضاب :

تتوزع الهضاب العربية جغرافياً على قارتين هما أفريقيا وأسيا، وتعد أهم الظواهر الجغرافية الطبيعية في العالم العربي. فهضبة شبه الجزيرة العربية تشغل الجزء الأكبر من الجناح الشرقي للعالم العربي في قارة آسيا، حيث تمتد من الحدود الشمالية للعالم العربي، عند مرتفعات طوروس إلى بحر العرب في الجنوب. ومن مرتفعات البحر الأحمر في الغرب إلى ساحل الخليج العربي ومرتفعات عُمان في الشرق. ومن الملاحظ أن سطح هضبة شبه الجزيرة العربية ينحدر تدريجياً من الجنوب والغرب صوب الشمال والشمال الشرقي، ويبلغ أقصى ارتفاع للهضبة في منطقة الجنوب الغربي في دولـــة اليمن، فالهضبة ترتفع بشكل فجائي من ساحل البحر الأحمر إلى منسوب يتراوح من 1200 ــ 2400 متر فوق سطح البحر وتنقسم هضبة شبه الجزيرة العربية، نظراً لاتساعها، إلى عدة هضاب صحراوية وأحواض تفصل بينهما. وأهم هذه الهضاب: بادية الشام، ونجد، وحضرموت. وتنحصر هضبة بادية الشام بين مرتفعات طوروس وكردستان في الشمال، وصحراء النفود في الجنوب، وسطح هذه الهضبة يكاد يكون خالـــياً من أي تضاريس، فهو مستو ومكشوف تماماً، وتغطي سطحه بعض الحشائش الفـــقـــيرة. وتغطي الرمال والحصى نطاقات من هذه الهضبة، التي تأخذ شكل صحراء قاحلة، وإن بدأت بعض مشروعات التنمية تاخذ مداها في المنطقة. وينحدر سطح الهضبة تدريجياً من الغرب باتجاه الشرق، ويبلغ متوسط ارتفاع هذه الهضبة 600 متر فوق مستوى سطح البحر، ولا يرتفع عن هذا المتوسط سوى جبال: الدروز، والشعر، والبويضة (2000، 1257، 1245 متر)على التوالي. وأما هضبة نجد، فتقع بين صحراء النفود في الشمال وصحراء الربع الخالي في الجنوب، ويحدها من جهة الشرق امتداد

صحراء الدهناء، ومن جهة الغرب جبال عسير والحجاز. ويتراوح ارتفاعها 500 ــ 900 متر عن مستوى سطح البحر ، وانحدارها العام من الغرب والجنوب الغربي، ويتماشى ذلك مع الانحدار العام. وأما المنطقة الجنوبية من هضبة شبه الجزيرة العربية فتشغلها هضبة حضرموت، التي تمتد في أقصى الجنوب بين صحراء الربع الخالي شمالاً وساحل بحر العرب جنوباً، وانحدارها عموماً من الغرب إلى الشرق. وأما الأحواض في هضبة شبه الجزيرة العربية، فهي تلك الأحواض والمناطق المنخفضة والمحصورة بين الهضاب، وهــذه المنخفضات ملــيئة بالترسبات الرملية، التي تظهر على شكل صحاري عظيمة، أهمها في هضبة شبه الجزيرة العربية: النفود، والدهناء، والربع الخالي.

وأما الهضاب العربية في قارة أفريقيا فتعد أهم أشكال السطح في هذا الجزء. وأهمها هضبة الصحراء الكبرى، التي تمتد من ساحل المحيط الأطلسي غرباً إلى مرتفعات البحر الأحمر شرقاً، وتمتد من ساحل البحر المتوسط شمالاً صوب الجنوب لمسافة تقدر بنحو2000 كم، ويبلغ منسوبها (640 ــ 1500 متر) فوق مستوى سطح البحر. وتنحدر الهضبة تدريجياً من الجنوب باتجاه الشمال. ويتغير الانحدار فجأة في بعض المناطق، كما هو الحال في منطقة الجبل الأخضر في ليبيــا، حيث ينحدر السطح بصورة حادة بأتجاه ساحل البحر، لينتهي عند نطاق سهلي ضيق. وتضم هضبة الصحراء الكبرى نطاقاً من الحافات المرتفعة، تمتد من الجنوب الشرقي بأتجاه الشمال الغربي، اذ يقسم سطح الهضبة إلى قسمين شرقي وغربي. هذا النطاق يمثله جبل العوينات ومرتفعات دارفور. وبجانب الحافات المرتفعة، تضم الهضبة مجموعة من الأحواض، أهمها من الغرب إلى الشرق: تاودينى في شرق موريتانيا وجنوبها، وبسكرة في الجزائر، وفزان، والقطارة، والنطرون، ووادى النيل بصعيد مصر.

وساهمت عوامل التعرية المختلفة في تكوين هذه المنخفضات والأحواض، وينتشر في تلك المنخفضات مجموعـــة من الواحات المأهولة زراعياً.

والكثبان الرملية تشغل مساحات واسعة، ويعد بحر الرمال الأعظم أهم النطاقات الرملية في هضبة الصحراء الكبرى.إذ يمتد في جنوب غرب جمهورية مصر العربية من هضبة الجلف الكبير في أقصى جنوب غرب الصحراء الغربية إلى منخفض واحة سيوه في الشمال، أي أنه يمتد لمسافة 800 كم، ويبلغ عرضه 300 كم، ويتكون من رواسب رملية تغطي هذه المنطقة، ويصل عمقها في بعض المواقع 85 متراً. وتأخذ الكثبان الرملية هنا شكل سلاسل طولية، تسببها الرياح وهي كثبان طولية متوازية، يتألف كل مجموعة منها من سلسلة من التلال الرملية، تنتمي إلى النوع الهلالي المعروف بالبرخان، وقد يبلغ طول كل منها ما يقارب من 60 كيلو متراً، وأما عرضه فلا يزيد على بضع عشرات من الأمتار.

وتفصل هذه السلاسل الطولية بعضها عن البعض الاخر مسافات متساوية، بحيث تعطي هيئة الأرض الطبيعية كمظهراً، يتميز بوجود سلاسل متوازية من الحافات الفقرية، تنحصر بينها أراض واطئة أشبه بالممرات. وتتكون قيعان هذا الممرات من ترب الأراضي الصخرية، التي تتألف منها ترب السطوح الصحراوية ذاتها.

2- الجبال :

تضم الصحاري العربية مجموعة من السلاسل الجبلية، وتنتشر جغرافياً على أجزاء من الحيز المكاني للصحاري العربية، ففي الجانب الآسيوي العربي جبال الشام، وجبال لبنان الشرقية والغربية، ومرتفعات الأردن وفلسطين، ومرتفعات الحجاز، وعسير، واليمن، ومرتفعات كردستان وزاجروس. وأما السلاسل الجبلية في الصحاري العربية الأفريقية فتضم: أطلس الشمالية، والجنوبية، والعظمى، وجبال البحر الأحمر.

3-السهول:

يقصد بالسهول تلك الأراضي المستوية السطح، القليلة التموج و الانحدار، إذ لا تزيد درجة انحدارها في المتوسط عن خمس درجات، لذا فهي تتكون فوق الأراضي، التي تتألف من صخور طبقية أفقية الميل تكون متصلة ببعضها (Horizontal or Flat - Lying Strata ،) وهي تشغل مساحات شاسعة من سطح الأرض.ويمكن تصنيف السهول إلى المجموعات الرئيسية التالية:

1-السهول الساحلية (Coastal Plains):

تكونت هذه السهول بفعل سرعة الجريان الناتج من سقوط الأمطار على السلاسل الجبلية، من أهمها: سهل سوس، الممتد بين جبال أطلس العظمى وأطلس الداخلية، وسهل نهر سيبو، الممتد بين أطلس الريف وهضبة الميزتا المراكشية، وسهل وادي ماجردة في تونس وسهول أودية شبيلي، وجوبا، ونوجال في الصومال .حيث تظهر بجوار خط الساحل والمناطق القريبة منه، ولا يزيد منسوبها غالباً عن 500 قدم فوق سطح البحر، وهي تتسم بسطحها المستوي، ذو تضاريس قليلة.

2- السهول الفيضية النهرية (Flood Plains):

السهول الفيضية في العالم العربي هي التي تكونت نتيجة لفعل الأنهار، عن طريق ترسيب المواد المختلفة العالقة بالمياه، ومن أمثلتها: وادي النيل في مصر والسودان، وسهول نهري دجلة والفرات في العراق، وسهل نهر العاصي في سورية، وسهل مرج بن عامر في فلسطين، وتتمثل في أراضي الأودية النهرية، وتتألف رواسبها من الدقائق الصخرية، التي حملها النهر من مناطق المنابع، أن السهول الفيضية تظهر نتيجة للترسبات النهرية. ويختلف منسوب السهول الفيضية النهرية من موقع إلى آخر على طول الوادي النهري، فيبلغ

منسوبها بالقرب من أعالي النهر حوالي300 متراً، في حين لا يزيد منسوبها بالقرب من مصب النهر عن 30 متراً فوق سطح البحر .

3-السهول التَّحاتِّيَّة (Erosional Plains):

تتكون هذه السهول فوق صخور مختلفة الصلابة والتركيب، ولا ترجع نشأتها إلى أثر التكوين الصخري(Lithology) وبناء الطبقات(Structure)، وأنماط تعود الى فعل عوامل التعرية المختلفة، وتتشكل سهول هذه المجموعة بخصائص جيومورفولوجية متعددة تبعاً للعوامل المختلفة، التي ساهمت في نشأتها. وتتلخص أهم هذه العوامل، التي تؤدي إلى تكوينها:

أ. فعل التعرية النهرية وتكوين السهول التحاتية النهرية(Peneplains) ويتميز هذا النمط من السهول بقلة التضاريس(Relief Faint) واستواء السطح بصورة تكاد لا تكفي أكثر من استمرار جريان المجاري النهرية ببطء شديد نحو مصباتها، وتتعرض هذه السهول باستمرار لفعل عوامل التعرية، مما يؤدي إلى تجزئتها إلى بقايا متناثرة محدودة المساحة(Erosio - Surface Remnants) تنفصل فيما بينها بواسطة المجاري النهرية.

ب. فعل التعرية البحرية وتكوين السهول التحاتية البحرية(plains of Marine Denudation) ويرجع تكوينها إلى فعل الأمواج في الأراضي المجاورة لخط الساحل، أو بسبب تراجع البحر وانحساره عن الأراضي المجاورة له، ومن ثم تتكون سهول واسعة الامتداد، تتغطى أحياناً ببعض الرواسب والكائنات البحرية المختلفة، وتتميز سهول هذا النمط بخصائص عدة تميزها عن غيرها من السهول التحاتية الأخرى، فقد تظهر على شكل مصاطب سُلمية(Terraces of Staircases) تمتد موازية لخط الساحل المجاور، وتتميز باستواء سطحها وتشابه مناسيب أجزائها المختلفة.

ج. فعل التعرية الريحية (Wind Erosion) وتكوين السهول التحاتية الجبلية

(Pediplains) وتنتشر سهول هذا النمط في المناطق الصحراوية، نتيجة لتآكل الطبقات الصخرية وتراجعها إلى الخلف، ليحل محلها سهول مستوية السطح، مغطاة بالرواسب والفتات الصخرية، وتنشأ أيضاً نتيجة لتآكل الجوانب الصخرية للحافات (Ridges)، وتُعرف باسم سهول أقدام المرتفعات(Pedi Planation) وأهم ما يميز السهول التحاتية الريحية استواء سطحها واختلاف درجة انحدارها، فيتشكل سطح هذه السهول، تبعاً لفعل الرياح بوصفة عامل نحت ونقل وترسيب، كما أنها تأخذ في الارتفاع التدريجي بأتجاه موقع الجبال أو الحافات الصخرية المتراجعة.

ثانياً: الظروف المناخية

تتسم الصحاري العربية بالارتفاع الشديد في درجة الحرارة، الأمر الذي يزيد من صعوبة المناخ ، وانخفاض الرطوبة النسبية، مما يسبب ارتفاع معدلات التبخر والنتح. وتأتي الصحاري العربية من ضمن أشد مناطق العالم حرارة واقلها من حيث معدل التساقط السنوي. ويتناول هذا الجزء عرضاً لعناصر المناخ المختلفة في الصحاري العربية. وسيركز هذا الجزء على عناصر: الحرارة والرطوبة، والتساقط على اعتبار انهما من العناصر المناخية المهمه.

1- الحرارة والرطوبة:

تعد الصحاري العربية من أشد أقاليم العالم حرارة خصوصاً في فصل الصيف، وتعد من أعلى مناطق نصف الكرة الأرضية الشمالية حرارة في فصل الشتاء أيضاً. فالمنطقة الصحراوية في العالم العربي تقع بين خطى15 ، 30 درجة شمال خط الاستواء، بهذا يتوسطها تقريباً مدار السرطان، حيث تتعامد الشمس أو تقترب من التعامد على سطح الأرض. في حين أن أشعة الشمس في

فصل الشتاء، الساقطة إلى سطح الصحاري العربية تميل ميْلاً واضحاً يتراوح عموماً بين حوالي 55 درجة مئوية، 70 درجة مئوية في أشد الحالات ميلا.

ويزداد الإشعاع الشمسي كلما اتجهنا جنوباً خصوصاً في الجانب الآسيوي في المملكة العربية السعودية والجانب الإفريقي في ليبيا، حيث سجلت في العزيزية جنوب ليبيا أعلى درجة حرارة في العالم وهي حوالي 58 درجة مئوية. بينما يبلغ متوسط درجة الحرارة في مدن كالرياض بالمملكة العربية السعودية 36 درجة مئوية،و 40 درجة مئوية في أسوان.

ويتباين المدى الحراري اليومي في الصحاري العربية، فتصل درجة الحرارة نهاراً بمدينة الرياض 43 درجة مئوية، في حين تنخفض في الليل 22 درجة مئوية، حيث أن المدى الحراري اليومي يبلغ 21 درجة مئوية.

وهناك عوامل عده ساعدت على سيادة الجفاف في الصحاري العربية من أهمها :

1 - وقوع هذا الإقليم في نطاق الضغط الجوى المرتفع.

2 - بعده عن مسارات الانخفاضات الجوية الممطرة.

3 - **هبوب الرياح التجارية الشمالية الشرقية بانتظام. التي من أهم سماتها أنها رياح جافة.**

وهناك مرتفعات الشام وأطلس، التي تعترض مسار الرياح الممطرة القادمة من جهة البحر، وهناك أيضاً تيار كناريا البارد الذي له أثره في جفاف النطاق الغربي من الصحراء الكبرى والمطل على المسطح المائي العظيم (المحيط الأطلسي)، فهذا التيار البحري (كناريا) يعمل على خفض درجة حرارة المياه، والمعروف أن المياه الباردة لا تتبخر. لذلك يؤدي هذا التيار إلى انتشار الجفاف فوق اليابس وحدوث ظاهرة الشابورة على المناطق الساحلية.

ومن أهم ما يتصل بشدة الجفاف الرطوبة النسبية والرطوبة المطلقة، ودرجة الحرارة، وعدم توفر مسطحات مائية أو أي مصدر آخر للرطوبة مما

يؤدى إلى انتقال بخار الماء من هذا المصدر إلى الهواء فترتفع الرطوبة المطلقة والنسبية إذا لم ترتفع درجة حرارة الهواء لسبب ما.

ويؤدي انخفاض الرطوبة النسبية في الصحاري العربية دوراً مهماً في زيادة التبخر، مما ينعكس على زيادة الفاقد بالتبخر والنتح، مما يضر بالتنمية الزراعية المطلوبة في هذه الصحاري بجانب الرعي الذي يُعدّ حرفة رئيسية. أما الرطوبة المطلقة فتعد الصحاري العربية أقل مناطق العالم احتواء لبخار الماء في جوها، ذلك أن هذه النسبة تقل عن3% في كل الصحاري وأشباه الصحاري. بينما نجدها في الصحاري العربية تقل عن 2% بل تصل في بعض الأجزاء إلى 1% . ويرجع سبب ذلك إلى أنه لا توجد مساحات مائية كبيرة وسط الصحاري العربية، الأمر الذي أدى إلى قلة توفر بخار الماء في الجو لانعدامه تقريباً على سطح الأرض.

2- الأمطار :

تتفاوت الأمطار الساقطة على الصحاري العربية في الكمية والتوقيت، بل تندر في بعض الأحيان مما يؤدّي إلى سيادة الجفاف، الذي لا يسمح بظهور حياة نباتية طبيعية ذات قيمة. ولا تتجاوز كمية الأمطار السنوية الساقطة فوق مساحات واسعة من هذا الإقليم عن 100 ملم، بل توجد بعض المناطق الجغرافية في الصحاري العربية، التي قد لا تسقط عليها أمطار لسنوات عديدة، وربما يكون سقوطها على فترات متباعدة.

وتأخذ الأمطار الساقطة شكل زخّات شديدة ومصحوبة بعواصف رعدية، ربما ينتج عنها سيول جارفة، تخترق الأودية الجافة، التي تنتشر في جهات كثيرة في الصحاري العربية. ومن أهم المناطق، التي تستقبل كميات مناسبة من الأمطار، أطراف الصحراء الشمالية، خصوصاً في فصل الشتاء، ويرجع سبب ذلك إلى أنها تقع مجاورة لإقليم البحر المتوسط. وأما الأطراف

الجنوبية للصحاري العربية فتستقبل كميات وفيرة من الأمطار في فصل الصيف ويرجع سبب ذلك أنها تقع مجاورة للإقليم المدارى.

1- المنطقة شبه الجافة، ويبلغ متوسط سقوط المطر السنوي فيها 160 ملم.

2- المنطقة الجافة، ويتراوح المعدل السنوي للمطر الساقط ما بين 100 ــ160ملم،.

3- المنطقة شديدة الجفاف،حيث يقل المعدل السنوي للمطر الساقط فيها عن 20 ملم، علما المنطقة (3) تغطي مساحة واسعة من الصحاري .

إن المناطق شديدة الجفاف تشمل مساحة واسعة تمتد من منطقة الصحراء الكبرى، التي تكون أجزاء كبيرة من موريتانيا، والمغرب، والجزائر، وتونس وليبيا، ومصر، والربع الخالي في الجنوب الشرقي من شبه الجزيرة العربية.

وأما المنطقة الجافة، فتشغل مساحة كبيرة تحيط بالصحراء شديدة الجفاف في كل هذه البلدان. وبذلك يكون المتوسط السنوي للمطر في أغلب أرجاء الوطن العربي لا يزيد على 100 ملم.

بينما تشغل المنطقة شبه الجافة المرتفعات في شمالي العراق، وفي بعض مناطق سورية، والأردن، ولبنان واليمن، والمناطق الساحلية في تونس والجزائر، ومراكش، وبعض المناطق في السودان.

ونتيجة للآثار السلبية للمناخ، فقد حدثت تغيرات مناخية كبيرة، تعاقبت فيها عصور رطبة وأخرى جافة عبر الأزمنة الجيولوجية، أدت إلى نشوء الصحاري، التي تغطي جزءاً كبيراً من منطقتنا العربية، وعلى الرغم من أن هذه العصور تلاشت، إلاّ أنها لا تزال تؤثر بشكل فعال في نشوء البيئات الصحراوية من خلال الظروف القاسية، التي تتميز بها الصحاري العربية، التي تؤثر في المناطق المجاورة لها.

والملاحظ أيضاً أن طبيعة المناخ في الوطن العربي، منذ أكثر من خمسة آلاف سنة، كان جافاً بطبيعته. ودورات الجفاف الطويلة والقصيرة دائمة

الحدوث، ولم يحدث فيها أي تغيير ملموس حتى يومنا هذا، حيث يمتاز بالانخفاض الشديد في معدلات السقوط المطري وعدم انتظامه، والارتفاع الملحوظ في درجات الحرارة، وشدة الرياح، وسيادة الرياح القارية.

ثالثاً: التربة والغطاء النباتي

يعرض هذا الجزء المتغيرين معاً نظراً للارتباط الوثيق بين التربة والغطاء النباتي، وسنحاول إلقاء الضوء على أهم أنواع الترب في العالم العربي مع التركيز على التربة الصحراوية، التي تنتشر في الصحاري العربية وغطائها النباتي. ويمكن ان تتنوع التربة في العالم العربي إلى ثمانية أنواع هي: التربة الفيضية، والحشائش المدارية، والاستبس، والصحراوية، والمرتفعات، والمدارية الحمراء، والبحر المتوسط. وتتكون التربة الصحراوية من الرمال الناعمة والحصى، ويغلب على لونها اللون الأصفر أو الرمادي، الذي يغلب عليه الحمرة في بعض الحالات. وتعد التربة في الواحات والأودية الجافة من أخصب أنواع التربة الصحراوية وأصلحها للعمليات الزراعية، حيث تتوافر بها نسبة محدودة من العناصر الغذائية وتقل فيها نسبة الاملاح وتعتبر قبل استغلالها ترب بكر .

وتعد التربة الصحراوية من الترب واطئة المحتوى في العناصر الغذائية، ويرجع سبب ذلك إلى جفاف الصحراء، وقلة الغطاء النباتي وقلة اعداد الحيوانات الموجودة فيها لندرة الأمطار ومصادر المياه. وهناك محاولات جادة من قبل الدول العربية لاستصلاح هذه الترب واستزراعها وسنعرضها في موضع ما للتعرف عليها .

كذلك فان الترب في المناطق المروية والتي تحوي مناطق مادة ام تحوي املاح وقابلة للذوبان وبسبب الري الكثيف فان الاملاح تتحرك من اسفل مقد التربة الى الطبقة السطحية وبسبب زيادة التركيز الملحي في هذه الطبقة لذلك نجد مساحات واسعة من الاراضي الزراعية قد تحولت الى اراضي ملحية يصعب الاستفادة منها الا بادارة خاصه او لا بد من استغلالها وفق العمليات والادارة الخاصة بادارة واستصلاح الاراضي الملحية المكلفه جدا وهي بالتالي تخرج من نطاق المساحات المزروعة حاليا قبل استصلاحها .

حاصل ضغط

وتؤدي الرياح دوراً مهماً في تعرية التربة الصحراوية، من خلال عمليات النحت، والنقل، ثم الترسيب. ولاسيما في مساحات من الترب الصحراوية، التي تشكل ترب مناسبة للتوسع الزراعي والرعوي، إذا توفرت المياه اللازمة للنشاط البشرى. وقد تكون هذه المساحات مروحات رسوبية عند نهاية المنحدرات في الصحاري وأشباه الصحاري العربية.

وتستطيع الرياح أن تنحت وتنقل بعض مواد التربة غير المترابطة أو شبه المتماسكة من مواضعها إلى جهات أخرى، خصوصاً في المناطق، التي تخلو من الغطاء النباتي أثناء فصل الجفاف، ويؤثر ذلك على النشاط البشري، والتجمعات العمرانية، والطرق، والمنشآت، وتحدث بذلك ظاهرة التصحر.

إن الصحاري العربية، تتميز بغطاء نباتي فقير، يرجع سببه إلي قلة الأمطار والموارد المائية السطحية، ولذلك نجد أن هذا الغطاء يتكون من نباتات تتحمل الجفاف الشديد، بل تقاوم هذا الجفاف بطرق عديدة، من أهمها اختزان المياه في سيقانها، وأوراقها كما في نباتات الصُبير.

وتحاول هذه النباتات التغلب على ظروف الجفاف في الصحاري العربية، وذلك عن طريق امتصاص ما تحتاج إليه من الرطوبة من الندى، أو الضباب، أو امتداد الجذور إلى أعماق بعيدة عن سطح الأرض حتى تصل إلى منسوب المياه الجوفية، أو تستفيد من الرطوبة الأرضية كأشجار النخيل، والزيتون التي تناسب البيئة الصحراوية الجافة وشبه الجافة كما ان هنالك من النباتات الصحراوية التي تتكيف لتحمل الاجهاد المائي في مثل هذه الظروف .

وتتساقط البذور من بعض هذه النباتات وتظل موجودة في التربة لحين تساقط الأمطار في المواسم التالية، بحيث تنمو مرة أخرى بعد سقوط الأمطار مباشرة، وتستمر نامية لمدة شهر تقريباً، مما يعنى استمرار نموها، وجدير بالذكر أنه ينمو عند أطراف الأقاليم الصحراوية الشمالية والجنوبية غطاء عشبي مميز، لمجاورة هذه الأطراف لنطاقات تنتمي لأقاليم ممطرة، تتمثل في أقاليم البحر المتوسط شمالاً والإقليم المداري جنوباً.

الفصل الثالث

اسباب التصحر

إن مشكلة التصحر مشكلة معقدة جداً نشأت عن التفاعل المتبادل بين بيئة المناطق الجافة، وهي بيئة صعبة وحساسة ذات هشاشه عالية ، وبين استخدام الإنسان لها واحتلاله إياها محاولاً كسب قوته والحفاظ على حياته (United Nations,1977)، ان أغلب من تعرضوا لهذه المشكلة من الباحثين يقسمون أسبابها على قسمين رئيسين هما: الاسباب المناخية واسباب الانشطة البشرية.

أولاً: المناخ

عندما تنبه العلماء إلى جفاف الساحل الافريقي بين أعوام 1968-1973 نشأ تساؤل: هل هذا الجفاف جزء من اتجاه بعيد المدى نحو جفاف أشد، أم أن ذلك كان فترة جفاف عارضة؟

وظهرت مجموعتان لكل واحدة رأي مختلف عن الاخرى :

اولا: **المجموعة الأولى** : وهي في الغالب تتكون من عدد من المتخصصين في علم المناخ. وقد رأت هذه المجموعة أن ذلك الجفاف ليس إلا بداية لفترة طويلة من الجفاف، وأنه سيزداد سوءاً، ويعتقد هؤلاء المتخصصون أن امتداد الهواء البارد من المناطق القطبية سيحدث لا محالة تغييراً ناحية خط الاستواء بالنسبة للمناطق ذات الضغط المرتفع الرئيسة، وأن من شأن هذا التغيير أن يحد من تقدم الهواء الرطب الاستوائي ناحية المناطق المدارية.

ثانيا: **المجموعة الثانية** : كانت من المتخصصين في علم المناخ والجيولوجيا، والهيدرولوجيا البيئية والجغرافيا والأحيائية ، ويرون أن الأرصاد الجوية التي تعود في بعض الأحيان إلى 135 عاماً أو اكثر لا تتيح للمرء التوصل إلى أي نتائج بخصوص التغير المناخي بعيد الأجل.

ومناخ العالم في حالة توازن ديناميكي دقيق بين عوامل كثيرة، يتحكم فيها بصورة أساسية حالة التوازن القائمة بين الأشعة الشمسية القادمة من الشمس والأشعة الصادرة من الأرض والتي تخضع لعوامل متنوعة تنتج عنها حالة التوازن هذه، ويتفاعل الغلاف الجوي أيضاً مع الغلاف الحيوي والغلاف المائي، ومن شأن أي تغير يطرأ على هذه العوامل المؤثرة أن يحدث بعض التغيرات في مناخ الأرض.

والآثار المناخية المترتبة على عملية التصحر متعددة الجوانب، فزيادة الرعي خلال أعوام تساقط المطر تؤدي إلى رص التربة نتيجة لسير الحيوانات عليها، ويعاني الغطاء النباتي وتتزايد تعرية التربة والسيح السطحي(Runoff) والبياض(Albedo) وقد تؤدي الزراعة الكثيفة خلال أعوام سقوط المطر مما ينشط فعاليات حرث التربة والحصاد مما يؤثر في تجمعات التربة وبالتالي الى جرفها مسبب تفتت تجمعات التربة وانتاج دقائق صغيرة الحجم تتطاير باقل سرعة من الرياح خلال الفصول الجافة، ومن شأن ذلك أن يؤدي إلى إضعاف طاقة التربة على تخزين المياه. وثمة نتيجة أخرى لذلك وهي زيادة البياض السطحي (Surface Albedo)

كما يؤدي ازالة الاشجار وتجميع الاخشاب المقطوعة ورفعها من المساحات المزروعة بحيث ينكشف سطح التربة ويحصل ارتفاع في درجة حرارته وانخفاض في التبخر والنتح بسبب ازالة النباتات. ويعتقد بأن الجفاف المستمر من العوامل الفعالة المؤثرة في التعجيل بعملية التصحر ولكن يعادل هذا العامل في الأهمية استمرار المطر لأعوام طويلة في بيئة من البيئات الجافة، فمن شأن ذلك تضاعف قطعان الماشية واتساع الزراعة بدرجة تفوق قدرة التربه الاحتمالية مما يعرضها لخطر التدهور (United Nations, 1977).

وقد يؤثر الإنسان على المناخ دون قصد، بأن تكون له فعاليات ما : كتغيير سمات مظهر الأرض(landscape) والإخلال بدورة الماء(Water)

cycle، وتغيير التوازن بين مكونات الغلاف الجوي، وهو أمر لم يتفق جميع العلماء عليه، فهل الجو يدفأ نتيجة حقن كميات كبيرة من ثاني أوكسيد الكربون بإحراق كميات كبيرة من الوقود ومن هنا يزداد أثر البيت المحمي؟ أو هو يبرد نتيجة لزيادة عدد الجزيئات في الغلاف الجوي بتأثير الانفجارات البركانية وغير ذلك من الذرات ؟ إن ارتفاع درجة حرارة الغلاف الجوي بمقدار 3° درجة مئوية فقط يزيد الرياح الموسمية قوة، وهذا معناه زيادة في الأمطار الموسمية في أحزمة الصحراء العربية وآسيا ، ولكن معناه أيضاً خلل شديد في مناخ المناطق المنتجة للغذاء كوسط غرب الولايات المتحدة على سبيل المثال إن التغير المناخي يبدو واضحا في السنين الاخيرة فقد شهدنا امطارا وسيولا غزيرة لم تشهد مثل تلك الحالات وبذلك تشهد حالات جفاف في مناطق لم يحصل فيها جفاف سابقاً كما يحصل حالياً.

ثانياً: الأنشطة البشرية:

الانسان بنشاطه وسلوكه وفعاليته ادى الى تغيرات في البيئة على مر التاريخ، ولكن هذه التغيرات ليست سيئة على الدوام، فالإنسان يعمر الأرض ويدخل النباتات الجديدة ويعالج التربة المالحة ويحمي الحياة البرية في بعض الأحيان، وسنركز الاهتمام على التغيرات السلبية التي يسببها الإنسان على بيئته، مما يؤدي بها في كثير من الأحوال إلى التصحر . وفيما يأتي الأسباب الرئيسة للتصحر الذي حدث بتأثير الأنشطة البشرية:

1. الزراعة المروية وملوحة التربة:

وهي من أقدم المشاكل التي واجهها المزارع في سعيه لزيادة المحصول. والتملح موجود دائماً في المناطق الجافة حيثما وجدت الزراعة المروية، يعود إلى عدد اسباب نذكر منها على سبيل المثال جفاف المناخ والجيولوجيا وشكل التضاريس وهي عوامل تحدد طبيعة الصرف وخواص التربة الفيزيائية

والكيميائية، وكذلك نوع التربة وخطة الإدارة الخاصة بالتربة والمياه (Khatib, 1971).

وقد واجهت الحضارات القديمة في سومر وبابل ومصر ووادي السند والصين مشكلة تملح التربة بدرجات متفاوتة، فتاثرت سلبيا الأراضي الزراعية و انخفضت انتاجيتها على نحو شديد، وافترض كثير من الكتاب أن نهاية حضارة وادي السند ترجع إلى سوء الصرف والافتقار إلى تقنية تحافظ على التربة من التملح. واليوم نحن نواجه مشكلة التملح في العالم أجمع، فلا تنحصر في الدول الفقيرة وحدها، ولكنها تحدث أيضاً لاكثر الدول تقدماً، ففي الولايات المتحدة الأمريكية خطر حقيقي من التملح في الوديان الغنية مثل (San joaquin) و(Imperial).

وتعاني الدول العربية من هذه المشكلة إلى حد كبير، وهذا يرجع إلى سوء الصرف، وانخفاض نوعية المياه، وجهل الفلاحين بعمليات الري وأساليبه. وثمة درجات متفاوتة من الملوحة والتشبع بالماء (Water logging) في دول أخرى بالمنطقة غير أنه لا تتيسر الإحصاءات الدقيقة عن ذلك (El-Gabaly, 1977) .

وهذه المشكلة العالمية صورة من صور التصحر المدمر للغاية، فالتملح يمثل تهديداً خطيراً لانتاجية الزراعة المروية في جميع أنحاء العالم، وكثير من مشروعات الري الكبرى التي تطلبت رأسمال كبير ثبت أنها مهددة بخطر تملح التربة بعد وقت أقصر مما كان مخططا ويؤكد خبراء (FAO) أن أكثر من 50% من أراضي العالم المروية متملحة أو تعطي أنتاجاً أقل مما يجب او ان لا تستغل في الزراعة على الإطلاق، فمئات الآلاف من الهكتارات من الأراضي المروية تبقى بدون استغلال كل عام بسبب التملح. وحسب تقديرات الخبراء التقديرية يكون الانسان قد خسر عدة ملايين من الهكتارات من الأراضي الخصبة بسبب التملح (Kovda, 1980).

2. الإفراط في الرعي:

تقدر أراضي الرعي بثلث مساحة سطح الأرض، وهي تشمل مساحات كبيرة من الأقاليم الجافة وشبه الجافة. فمهنة الرعي عرفها الإنسان ، منذ حوالي 10000 سنة، حيث تمارس نسبة كبيرة من السكان بصورة مباشرة العناية بالحيوانات، والخروج بها للرعي إلى أماكن جديدة حيث المراعي الطبيعية على امتداد الأرض حيث توفرت المياه في السهول والوديان.

ن الرعي المفرط آثار مباشرة واخرى غير مباشرة،

- فالآثار المباشرة هي:

1. الرص للتربة، وقد ثبت أن رص الحيوانات للتربة أكثر ضرراً من الرعي ولاسيما حول أماكن الري (United Nations, 1977). فالإسراف في رص التربة خلال فترات الجفاف يحطم ويؤثر بصورة كبيرة على بناء التربة ومخلفات النبات مما يعرض التربة لتذرية الرياح (Wind deflation).
2. الرعي الخفيف كالقضم على سبيل المثال يزيد إنتاجية المراعي في المعتاد، بل يساعد في بعض الأحيان على تفتح البراعم الغضة (Goudie, 1981). وان لكل مرعى من المراعي سعة احتمالية(Carrying capacity) والتي تعرف بما يلي:

(هي الحد الأعلى من عدد الماشية الذي تستطيع مساحة من الأرض إستيعابه مدة عام كامل بدون أن يحدث تدهور في إنتاجية المرعى (Sanford, 1982).

وتتفاوت طاقة العطاء والسعة الاحتمالية هذه حسب الفصل والوقت (Sherbrooke & Paylore, 1973). ففي فصل المطر تزيد طاقة السعة الاحتمالية للمرعى نتيجة لتوفر الغطاء النباتي الذي يكفي لغذاء عدد من الحيوانات يفوق العدد الذي يمكنه في فصل الجفاف حين تتبدل الظروف. ونظراً لاختلاف ظروف المراعي من عام إلى آخر فلا يمكن تحديد العدد الأمثل

من الحيوانات الذي يناسب طاقة العطاء للمرعى. فخلال فترات الجفاف الشديد يصبح أي عدد يقع عليه الاختيار أكثر من طاقة المرعى وقدرته. أضف إلى ذلك أنه من الصعوبة بمكان فرض نظام للرعي في دول العالم الثالث يقوم على السعة الاحتمالية لكل مرعى وقدرته على العطاء، نظراً لعوامل كثيرة تتعلق بسوء إدارة البيئة.

- **الآثار غير المباشرة**

1. دمار في الغطاء النباتي وتغير في تجديده.
2. تغير في الخواص الفيزيائية للتربة بسبب رص القطعان خلال وجودها وكذلك مخلفاتها التي تحدث بعض التغيرات في الغطاء النباتي بصورة عامة.
3. إدخال بذور لأنواع من النباتات الدخيلة تجلبها الحيوانات في مخلفاتها أو تعلق بجلودها (Peyre de Fabregues,1970).

هنالك قسم من الرعاة يمارسون عملية الرعي المرتحل (Nomadic pastoralism) أو الارتحال الرعوي(Pastoral nomadism)وهذا الموضوع عميق الجذور في الأنظمة الحضارية للأراضي الجافة، في جنوب غرب آسيا وشمال أفريقيا يعيش الرحل في الصحراء، معتمدين على سقوط المطر غير الثابت أو المضمون، وهم في واقع الأمر قد أنشأوا نظاماً للتجوال والترحال وراء المناطق ذات المطر أينما تكون ، أو قد تتخذ حركتهم صورة التأرجح بين مكانين معروفين(Transhumance). فالحركة إذن هي أفضل وسيلة للدفاع اتخذها الرعاة الرحل لمواجهة ظروف الصحراء القاسية. وقد دعا إلى هذا اللون من الحركة التغير الفصلي والمكاني لمواقع المراعي وموارد المياه، فالمناطق الجافة تتسم على الدوام بندرة الماء وقلة الغطاء النباتي.

تعتبرعملية الترحال اساسية بالنسبة لمربي الماشية ولذلك فكافة الشعوب فيها نمط من الحياة، ان الناس مربي الماشية يتواجدون على اطراف المدن وما

بين الدول يتجولون من حين الى اخر بحثا عن مواد علفية طبيعية ومصادر المياه . لذلك فان هؤلاء يساهمون في ازالة الغطاء النباتي بصورة تامة ويؤثرون سلبا على سطح التربة كالاتي :

إن المرتحلين يملكون القطعان ، هذه القطعان تبدأ السير وهي تلتهم كل ما تصادفه في طريقها. ان النباتات لم تكتمل نموها وبالتالي فهي ليس مزهرة ولم يحصل ان تكونت فيها البذور، فأن حصل وتلاشت تلك النباتات من منطقة ما وهذا يعني عدم امكانية عودة بذور تلك النباتات وبالتالي فأن الرعي غير المنضبط وغير المسؤول من الممكن ان يزيل الغطاء النباتي هذا من ناحية ومن ناحية اخرى إن سير الحيوانات على الارض سوف يولد ضغطا كبيرا على الطبقة السطحية للتربة فيتم دكها وبالتالي تفتيت جزء من سطح التربة وتصبح التربه هشه بسبب حوافر تلك الحيوانات مما يساعد على امكانية نقلها بكل سهوله بواسطة الرياح وبالتالي تصبح التربة قابله للازالة وهو ما يساعد على توفير ظروف مساعدة على التصحر.

وعموماً فأن أفضل لون من ألوان الترحال هو الترحال الحقيقي، حيث يخف الضرر الذي يلحق بالبيئة، أما سوى ذلك من صور الترحال كتوطينهم أو تجمعهم حول موارد المياه أو المراكز الحكومة وأشباه الرحل من أصحاب المزارع الصغيرة التي تقتضي بقاءهم في مكان واحد مدة طويلة فهي ضارة بالبيئة مؤدية في المعتاد إلى حدوث التصحر نتيجة للمبالغة والإسراف في استغلال مناطق الرعي.

3. الاستخدامات غير المناسبه لقطع الاشجار والنباتات :

الضرر الحقيقي الذي يلم بالغطاء النباتي هو جمع الأخشاب عن طريق قطعها، ولقد ظلت هذه مشكلة كبرى في المناطق الجافة. فسكان الصحراء يقطعون الأخشاب لعدة أسباب ظاهرة: أحدها: إطعام جمالهم كما هي الحال عند الرعاة في منطقة تيبستي، والرحل يفعلون ذلك على وجه العموم في المناطق

الجافة في أغلب بقاع العالم، وهم أيضاً يستخدمون فروع الأشجار لبناء حظائر لماشيتهم (Grove, 1973). وثمة سبب آخر لقطع الأخشاب هو سد الحاجة إلى الوقود، ليس بالنسبة إلى الرحل فحسب، بل للمناطق المدنية أيضاً.

4. استغلال المياه الجوفية وسوء استثمارها :

المياه الجوفية في المناطق الجافة إما أن تأتي من مصدر خارجي أو تكون مياهاً حفرية، وثمة طبقات كثيرة خازنة للمياه في المناطق الجافة مثل الحوض الارتوازي الأسترالي العظيم والمياه الجوفية في الأحجار الرملية النوبية في الصحراء الكبرى، وفي صحراء شمال أفريقيا الليبية والنوبية والصحراء العربية. وبعض هذه المياه الجوفية قديم يرجع إلى 24000 عام مضت أو أكثر، وقد حدثت فترات مطيرة في الماضي في هذه النطاقات الصحراوية، حيث نتج عن المطر ارتشاح الى الطبقات الجيولوجية الرسوبية بمقادير أكبر من الوقت الحاضر وخزنت المياه في التكوينات الجيولوجية المختلفة (Burdon, 1971).

ولم يترك سكان المناطق الجافة وسيلة من وسائل الحصول على الماء إلا اتخذوها فطوروا الزراعة في الوديان بحفر آبار في ترسبات الأودية السميكة، وتمكن الناس باستخدام هذه الترسبات في السهول الفيضية للأودية من استيطان أغلب أجزاء الصحراء (Burdon, 1971). كما ابتدعوا بعض الوسائل البارعة للحصول على المياه ففي جنوب غرب آسيا وشمال أفريقيا حصل الناس على المياه الجوفية بحفر أنفاق أو آبار أفقية في المراوح الفيضية تمتد في الجزء الأعلى من المنحدر حتى تصل إلى المياه الجوفية في نهاية الأمر، فيجلب الماء إلى السطح من خلال المنحدر، ويصل إلى الواحات في القنوات، وتحفر آبار رأسية متقاربة لصيانة هذه الأنفاق، وتسمى هذه الأنفاق بالقنوات أو الأفلاج (Karez) وفي شمال أفريقيا تسمى بالفقارة (Foggaras) وهي تتراوح في الطول من بضع مئات من الأمتار إلى عشرة كيلومترات (Cressey, 1968).

في حالة الطبقات الحاملة للمياة والعميقة فقد حفرت فيها ابار مائية تتراوح اعماقها من 1000- 1600 متر في بعض المناطق الجافة ، والآبار الأرتوازية تتدفق تلقائياً دون الحاجة للضخ مما يثير سكان هذه المناطق لدرجة كبيرة غير أن هذا التدفق الذي لا يخضع ولا يعتمد على دراسات هيدروجيولوجية يؤدي في النهاية الى انخفاض الضغط المسلط على تلك المياه مما يسبب نقص تدفق المياه بعد انخفاض منسوب المياه الجوفيه . والآبار الارتوازية ليست متينة البناء على الدوام ولذلك يؤدي التسرب منها إلى امتزاج المياه المنبثقة من مختلف طبقات الصخور الخازنة التي تتفاوت جودة مياهها (Burdon, 1971).

5. غزو الرمال للأراضي الزراعية:

إن غزو الرمال للأراضي الزراعية خطر يتهدد الحياة في واحات الصحراء، وينذرها بالدمار والخراب، فعندما يسرف الناس في ممارسة الرعي وقطع الأشجار والشجيرات تتفكك الرمال وتحملها الرياح في سهولة ويسر من مكان إلى مكان. وهي مشكلة واجهها الإنسان منذ أقدم العصور. وفي المناطق الجافة حيث تكون تعرية الرياح شديدة وفي مناطق الرمال المتحركة تواجه المستوطنات والأراضي الزراعية والطرق البرية وسائر المنشآت خطراً دائما هو خطر الرمال المتحركة والكثبان المتنقلة، فتراكمات الرمال تملأ الجداول والقنوات وتؤثر على الطرق وتملأ ممرات تلك الطرق وكذلك تدمر الأراضي الزراعية (Hagedorn, 1977).

6. آثار الحروب:

للحروب آثار بيئية مدمرة ويظهر ذلك بصورة اوضح في الدول التي تعاني من الصراعات القبلية والطائفية ، فالحروب لها الاثار السلبية التالية :

1- اثار سلبية على الاقتصاد الوطني حيث تصبح الدول والمجتمع عاجزتان حيال الحفاظ على الموارد البيئية.

2- انفاق الاموال الطائلة على شراء السلاح والعتاد وافراد القوات المسلحة ومتطلباتها مما يقلل من الاموال المتوفرة للاستصلاح الاراضي او التوسع الزراعي او حتى البحث العلمي.

3- تفريغ البلد من الافراد المهتمين بالزراعة واستصلاح الاراضي وعادة ما يتأثر الريف اكثر من المدن بالتفريغ من الشباب الذي يمارسون الزراعة .

4- في بعض الحروب تستخدم الاساليب غير المقبولة والمحرمة مما يؤثر سلبا على المظاهر الطبيعية ويشمل ذلك استخدام المواد الكيميائية والبايولوجية ذات الآثار المدمرة للبيئة وعلى سبيل المثال استخدام الجيش الامريكي مادة كيميائية تسمى (Agent orange) لمقاتلة الشعب الفيتنامي، هذه المادة التي استعملت ضد الثوار لمنعهم من الحركة ادت الى أثار مدمرة مأساوية على الانسان والمزروعات والحيوانات على حد السواء ولا زالت اثارها السلبية مؤثرة على البيئة لغاية الان لبعض المناطق.

5- المشاكل الداخلية وما يتبعها من حروب ونزاعات في بعض بلدان العالم تؤدي الى تدمير مساكن بيد الناس انفسهم ويؤثرون على البيئة بصور سلبية ولذلك فهي اشد ضرراً من الحروب الخارجية التي يمكن ان تكون على الحدود او في اماكن محدده اما في حالة النزاعات والحروب المحلية فهي ذات تاثير مدمر على المواقع المحلية وعلى كل المتحاربين.

7. الهجرة:

من أسباب التصحر الأخرى هجرة الناس من الريف إلى المدن بحثاً عن حياة أفضل. وهجرة الأيدي العاملة من دولة إلى أخرى تعد صورة أخرى من صور الهجرة الضارة،فعلى سبيل المثال تعبر أعداد كبيرة من العمال الحدود بين المملكة العربية السعودية واليمن وبين الولايات المتحدة والمكسيك.ومشكلة دارفور في السودان اصلها حركة جماعات من مناطق غير رعوية الى الأماكن الأكثر خصبه في دارفور إنهم يتركون مزارعهم بسبب افتقارها لحاجتهم

لسنوات عديدة، مما قد يتسبب في ضياع التربة عن طريق التعرية الهوائية ، وحتى إذا لم تترك الأرض على حالها فسوف يتولى أمرها إما الأطفال غير المتمرسين بالزراعة أو الشيوخ الضعفاء الذين لا يستطيعون إلا على زراعة جزء صغير من الأرض. أما المهاجرون فلن تنقطع صلتهم بطرق حياتهم التقليدية فحسب، بل ربما قلت مهارتهم في مجال الزراعة أيضاً. لذلك يتم تبديل مهنهم وقابليتهم الزراعية ويتركون ذلك ويشتغلون بمهن اخرى عندما تتاح لهم أول فرصة في المدن.

8. أسباب أخرى لعملية التصحر:

هناك أسباب أخرى لعملية التصحر لن نستعرضها بالتفصيل لأنها قليلة الحدوث في المناطق الجافة ومنها:

1- ازالة الانسان مساحات واسعة من الغابات في المنطقة الاستوائية لأغراض الزراعة أو لاستخدامها للوقود أو التجارة.

2- إن الصيد هو أحد تخصصات الإنسان قضى قضاء تاماً أو يكاد على أي حيوان من ذوات الدم الحار، يرى فيه خطراً عليه أو منافساً له، وقد حدث ذلك في جميع الحضارات القديمة على وجه الخصوص حيث اختفت مع الحيوانات بعض النباتات التي كانت موجودة.

3- يتزايد عدد السكان بمعدل عالٍ واصبح من واجب الدول الزراعية أن تنتج الغذاء الكافي، لهذا فتتوسع في مجال الزراعة فتكثفها، وأن تزايد السكان في منطقة ما يؤدي في المعتاد إلى اختلال التوازن بين السكان والموارد البيئية. وسوف يمضي الناس في مسعاهم للحصول على الطعام من أجل استمرار حياتهم ، بغض النظر عما تحدثه تصرفاتهم من أضرار للبيئة، وهنا تأتي مسألة أثر توزيع الثروة والعون الدولي في تخفيف الضغوط السكانية على المصادر الطبيعية. وثمة رابطة قوية بين الضغط السكاني على المصادر الطبيعية وبين طاقة العطاء للأرض، وفي البلاد الجافة قد يرى البعض أن

خمسة أو سبعة أشخاص في الكيلومتر الواحد هم أكثر مما يجب، بحيث قد يؤدي وجودهم إلى نوع من أنواع الإسراف في استغلال الموارد الطبيعية في المنطقة، بينما في وادي النيل بمصر قد تصل الكثافة السكانية إلى أكثر من ألف شخص في الكيلومتر المربع الواحد.

4- إن اتساع المناطق المدنية في اكثر الأحيان من عوامل الدمار بالنسبة للأراضي الزراعية المجاورة. فعملية التمدن تمثل بعض المشاكل البيئية الخطيرة، وتتطلب المدن الجديدة والعراق مثلا على ذلك عادةً تزويدها بالوقود الذي قد يؤخذ من الخشب، وإمدادها بالماء الذي يأتي في المناطق الجافة من المياه الجوفية في أغلب الأحيان، كما تتطلب أيضاً شق الشوارع وطرق المواصلات الاخرى . وبالتالي تؤثر المدن الجديدة بصورة غير مباشرة على المصادر الطبيعية للقرى والواحات، وذلك بجذب أعداد كبيرة من العمال منها وتفريغها من العمال والمشتغلين بالزراعة وخدمة الأراضي بصوره صحيحة .

5- للتعدين والصناعة المترتبة عليه آثار ضارة بمظاهر الطبيعة، حيث تنتج مخلفات المصانع ووجود آبار البترول بجوار الشواطئ فقد ينتج المخلفات السامة التي تكون ذات تاثير دائم على البيئة.

6- إن السياحة وانشاء المناطق السياحية مهم جدا وهو دليل على رفاهية الناس ولكن السياحة غير المخططه التي تترك الاعداد غير المحدودة من المواطنين يتصرفون بالسياقة بسياراتهم في طرق غير معبدة حول المناطق السياحية او ترب المناطق السياحية سيؤدي الى رص التربة وتفكيك سطحها كما يقومون بتدمير الغطاء النباتي إن كان هنالك نباتات نامية في تلك المناطق . إن منظر السيارات التي تجوب البوادي او مناطق العشب خلال الربيع مألوفة كثيرة وهذا فيه ضرر اكثر من النفع الذي يستفاد منه مسببه.

ثالثاً: العوامل البيئية و الاقتصادية - الاجتماعية

هناك جملة من العوامل الطبيعية و البشرية تتداخل لتخلق ظاهرة التصحر فبالنسبة للعوامل الطبيعية يلعب المناخ دورا هاما إذ تقع معظم البلاد العربية في النطاقات الجافة و شبه الجافة حيث ان 95% من الأراضي،تحصل على اقل من 400 ملم من الأمطار سنويا. في حين ان النسبة الباقية فقط يسقط فيها اكثر من 400 ملم سنويا. في العراق يسود المناخ الصحراوي في 70% من الأراضي وبالأخص في السهل الرسوبي والهضبة الغربية حيث تتراوح الأمطار السنوية ما بين 50-200 ملم. وعمليا فكل البلاد العربية تعاني من مظاهر تسبب تصحر وتوسعه . أضف إلى ذلك فان المواسم الجافة التي تحدث من سنة لأخرى، تساهم في إشاعة ظروف التصحر. أما تعرية التربة فهي نشطة في معظم الاقطار العربية قاحلة لذا فهي معرضة بصورة دائمة لتأثير التعرية المائية الهوائية.

وللنباتات والحيوانات دورها بتفاعلها مع بيئتها فهي تساهم بصورة رئيسية إما بالحفاظ على توازن البيئة أو بتدهورها.فالإفراط الرعوي يؤدي إلى سرعة إزالة الغطاء النباتي وما ينتج عنه من اشتداد التعرية.

أما فيما يخص العوامل البشرية التي يؤكد الباحثون بانها تلعب دوراً رئيسياً في خلق التصحر فيتمثل دور الإنسان في الامور التالية:

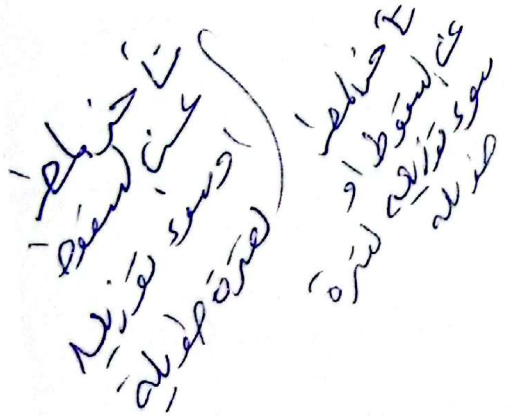
1. الضغط السكاني فإذا أخذنا في الاعتبار توقع عدد السكان سيزداد في السنوات القادمة فهذا يعني استمرار الضغط السكاني الذي ينتج عنه مزيد من التوسع الزراعي وزيادة أعداد الماشية، ومن ثمة زيادة الرعي وقطع الغابات والهجرة واستيطان أماكن غير ملائمة لاستغلال مواردها بشكل مستمر إضافة إلى توسع المدن وتضخمها الذي يكون في كثير من الحالات على حساب الأراضي الزراعية . كل هذه العوامل تساهم بتسريع التصحر.حيث ان نمو السكان والفقر والتدهور البيئي يعزز كل منهما الأخر.
2. نمط استخدام الأرض الذي تختلف نوعيته وكثافته من مكان إلى أخر فعلى سبيل المثال يساهم الضغط الرعوي بخلق التصحر حيث يتم تحميل أراضي

المراعي عددا من الماشية أو أنواعا معينة منها لا تتفق وطاقة هذه المراعي على تغذيتها.والملاحظ أن تصحر الأراضي الرعوية لا يؤثر في الإنتاج الحيواني فقط لكنه يعجل بحدوث مجموعة ظروف تؤثر في كل النظام البيئي، مثل قلة أو زوال الغطاء النباتي وما يصاحبه من تعرية التربة وزيادة خطر انجرافها. وهذا غالبا ما يقود إلى انخفاض في الإنتاجية الأولية بشكل يتعذر معالجته .ومن ثم يضعف من إمكانية البيئة على التعويض النباتي.كذلك فان الإفراط الرعوي يعمل على إحداث تبدل نباتي بواسطة إحلال أنواع غير مستساغة ، محل الأنواع المستساغة نتيجة الرعي المختار.

وهناك مثال اخر يتمثل بالضغط الزراعي الذي يقصد به تكثيف استخدام الأرض بالزراعة أو تحميل التربة اكثر من طاقتها الحيوية حيث يؤدي ذلك إلى حدوث تدهور في التوازن البيئي و إشاعة التصحر.

بالاضافة الى سوء استغلال الترب المروية وسوء ادارتها والإسراف في ريها يؤدي إلى تملح التربة وتغدقها وبالتالي يتدهور إنتاجها وتبرز هذه الظاهرة في التربة ذات التصريف السيئ أو عند الري بمياه ترتفع فيها نسبة الملوحة.

كذلك فأن استخدام الحراثة الآلية غير المتكيفة مع الظروف البيئية في المناطق الجافة يعمل على الإخلال بالتوازن البيئي ومن ثم يسرع عملية التعرية كما يحدث في الأقطار العربية في شمال أفريقيا وفي شرق البحر المتوسط. إجمالا فان استمرار الضغط على الأراضي الزراعية و تحميلها اكثر من طاقتها يؤدي في نهاية الأمر إلى تدهور إنتاجيتها وتوسع التصحر.



الفصل الرابع

الجفاف

الجفاف

لقد اختلفت تعريفات الجفاف وفقاً لطبيعة الاحتياجات من الماء أو الرطوبة. وقد مر تعريف بسيط يركز على تأخر المطر عن السقوط في موسمه المعتاد بتعديلات عديدة. ومن بين العبارات والتعريفات العديدة التي وضعت للجفاف هي الجفاف الموسمي والجفاف العارض والجفاف المتصل بالأحوال الجوية والجفاف الزراعي والجفاف الهيدرولوجي والجفاف الفيسيولوجي.

واقترحت عبارات أخرى لوصف الجفاف وفقا لاستخدام الأرض أو حاجتها مثل" الجفاف الرعوي" و"الجفاف البيئي . واقترحت المنظمة العالمية للأرصاد الجوية تعريفين للجفاف هما:

1- تأخر المطر عن السقوط أو سوء توزيعه لفترة طويلة.

2- فترة يسودها طقس جاف بدرجة غير عادية وتطول بما يكفي لكي يتسبب نقص الأمطار في اختلال هيدرولوجي يؤثر تاثيرا ضارا على نظم انتاج الموارد الارضية.

اما الأمم المتحدة وفي مجال مكافحة التصحر فقد عرفت الجفاف بالظاهرة الطبيعية التي تحدث عندما يكون المطر أدنى بدرجة محسوسة من مستوياته المسجلة، مما يؤدي الىّ وقوع اختلالات هيدرولوجية تؤثر تأثيرا ضارا على نظم إنتاج الموارد الأرضية.

يمكن توضيح حالة الجفاف في منطقة الشرق الأدنى (كإقليم جاف أو شبه جاف) ويتالف من 29 بلدا وتمتد من المحيط الأطلسي (موريتانيا والمغرب) إلى وسط آسيا (باكستان وقرغيزستان). ويقدر عدد سكان المنطقة بحوالي 561 مليون نسمة (10% من سكان العالم)، منهم 52 % ريفيون و48 % حضريون.

وتحتل المنطقة مساحة من الأرض تبلغ مساحتها 18.5 مليون كم مربع (14 % من مساحة العالم).ويبلغ متوسط سقوط الأمطار 205 ملم، ويعد شح المياه أخطر تحد يواجه الزراعة في كل بلدان الإقليم تقريبا. وتتنبأ تقارير البنك الدولي بأن إمدادات المياه المتجددة سنويا في كل بلدان الإقليم تقريبا ستقل عن 700 مترمكعب لكل فرد في عام 2025. وفي حين يغطي الشرق الأدنى 14% من مساحة العالم، فإن موارده المائية لا تزيد عن 2 % تقريبا من إجمالي موارد المياه الداخلية المتجددة للعالم. وتعبر المنطقة عدة أنهار دولية تنبع من خارج المنطقة، وأهمها النيل ودجلة والفرات[3].

إن 70 % تقريباً من الأراضي الزراعية في المنطقة تعد مناطق جافة أو شبه جافة، ولا يصلح للزراعة إلا 20 % من أراضيها. وتؤدي الزراعة دوراً مُهما في اقتصاد أغلبية هذه البلدان وتتفاوت هذه الأهمية إلى حد كبير بين بلدان المنطقة. وتسهم الزراعة إسهاماً ملموساً في التجارة الخارجية في بعض هذه البلاد ؛ لأنها تضيف جزءا من العملة الأجنبية وتلبي الاحتياجات الغذائية المحلية. والمحاصيل الرئيسية التي تزرع في المنطقة هي الحبوب والخضروات والفواكه ومحاصيل العلف والألياف، وتتضمن محاصيل الحبوب الكبرى القمح والأرز والذرة الصفراء والشعير والذرة الرفيعة.وقد أدى أسوأ جفاف وقع منذ عقود إلى تقليل الناتج الزراعي في عدة بلاد، وتبع ذلك حدوث انخفاض شديد في الناتج الزراعي في كل من الأردن وإيران وسوريا والعراق. وتدل تقديرات سنة 1999 على أن مجموع الناتج من الحبوب في هذه المنطقة الفرعية كان يتوقع له أن يصل إلى حوالي 52.4 مليون طن، وهو يقل بنسبة 10-16 % من انتاج سنة 1998، كما كانت 12 % أقل من المتوسط خلال السنوات الخمس الأخيرة. وقد كانت لنوبات الجفاف المتعاقبة التي حصلت ببلاد الشرق الأدنى

---

[3] المصدر: منظمة الاغذية والزراعة للامم المتحدة، الخطط الطويلة الاجل بشأن ادارة ظاهرة الجفاف وتخفيف أثارها في الشرق الادنى، 2002.

نتائج سلبية على حياة النبات والحيوان والانسان على حد سواء. وقد زاد من شدتها نشوب النزاعات الأهلية في عدد من هذه البلدان. إلا أن أشد الجوانب تأثراً كان الإنتاج الزراعي، وهو المرتبط مباشرة بسبل معيشة السكان. وقد أدت السنوات الثلاث الأخيرة من الجفاف إلى صعوبات متزايدة في بعض بلاد المنطقة[4].

نوبات الجفاف

نوبات الجفاف هي السنوات ذات المطر الأقل من المتوسط ، ونوبات الجفاف صفة طبيعية من صفات التساقط في سائر الأقاليم الجافة والرطبة، ولكن أثرها أبلغ في الأقاليم الجافة، لأن نوبة الجفاف تعني قلة الموارد المائية مما يؤثر على استغلال الاراضي للانتاج الزراعي ويؤثر على وفرة المياه للتخزين مما يسبب تدهورا كبيرا في حالة البلد .

تكون نوبات الجفاف في العادة نقصاً في كميات التساقط في موسم مطر واحد، قد يمتد الى موسمين متواليين يعود بعدها المطر الى معدله الطبيعي، وفي بعض الاحيان تمتد فترة المطر القليل لعدة سنوات جافة متوالية .

في السنوات العشرين الماضية تعرض كثير من بلدان الإقليم (الشرق الاوسط) لفترات طويلة من الجفاف. فقد عانى المغرب من الجفاف في فترتي 1980- 1985و1990-1995؛ بينما أصاب الجفاف تونس وقبرص في 1982-1983 ثم أصابهما مرة أخرى في الفترة 1993-1995، ثم عانت قبرص من الجفاف مرة أخرى من 1995 - 2000 .

وعانى الإقليم معاناة شديدة من تكرار نوبات الجفاف التي كان لها تأثير بدرجات مختلفة من بلد إلى آخر. غير أن الجفاف الذي استمر لثلاث سنوات متعاقبة (1998-2000) كان أبرزها. ويجتذب تكرر الجفاف الواسع النطاق

[4] المصدر: منظمة الاغذية والزراعة للامم المتحدة، الخطط الطويلة الاجل بشأن ادارة ظاهرة الجفاف وتخفيف أثارها في الشرق الادنى، 2002.

الانتباه ؛ نظرا لهلاكه على عدد متزايد من السكان والحيوانات الزراعية نتيجة لنقص المياه والغذاء والعلف. وكانت أشد البلاد تأثرا به كل من الأردن وأفغانستان وباكستان وإيران والسودان وسوريا والعراق والمغرب.

أسباب الجفاف

1- البعد عن المؤثرات البحرية:

وهو يعد من الأسباب الرئيسية للجفاف في كثير من أقاليم العالم، لذا تتسم الأجزاء الداخلية من القارات بالجفاف، ويزيد من هذا التأثير اتجاه الرياح السائدة، حيث تمتد الصحاري على السواحل الغربية حينما تهب الرياح الشرقية وتمتد في الأجزاء الشرقية حينما تهب الرياح من المناطق الغربية، وتجدر الإشارة إلى أن هناك فرقاً بين البعد عن المسطحات البحرية والبعد عن المؤثرات البحرية، ولا يعني البعد عن المؤثرات الأخيرة البعد عن البحار، إذ توجد صحار ساحلية كما هو الحال في صحراء ناميب وأتكاما.

2- الوقوع في منطقة ظل المطر:

وتعني وجود سلاسل جبلية، تعترض اتجاه الرياح، فيؤدي ذلك إلى تساقط ما بها من رطوبة على هيئة أمطار، وحينما تعبر تلك الرياح السلاسل الجبلية، تكون قد تخلصت مما بها من بخارماء, ومن ثم تصل جافة إلى المناطق المظاهرة لاتجاهها، ومن أمثلتها:

أ- الصحراء المعتدلة في اقليم بتاجونيا,حيث يسودالجفاف ,نتيجة وجود جبال الانديز(امريكا الجنوبية).

ب- صحراء جنوب غرب الولايات المتحدة الامريكية ؛ نتيجة لاعتراض جبال سيبرانيفادا للرياح الغربية.

ج- صحراء وسط استراليا,حيث تعمل المرتفعات الشرقية على اعتراض الرياح الجنوبية الشرقية.

3- التيارات البحرية الباردة :

وهي تساعد على جفاف المناطق الساحلية، ويعزى ذلك إلى أن الرياح، التي تهب من البحار في تلك المناطق، تتميز بقدرتها على امتصاص بخار الماء ؛ لأنها تبرد نتيجة مرورها فوق التيارات الباردة وتتجه بتجاه اليابس الأدفأ منها. ونادراً ما تسقط أمطار، إذ أن شدة الحرارة تعمل على تبخر الماء ولا تكون هناك فرصة لتكثيفه.

4- أثر الإنسان والحيوان :

يمكن تعليل حدوث الجفاف بالرجوع إلى الإنسان ؛ وذلك نتيجة لإزالته الغابات والنباتات الطبيعية، مما يؤدي إلى قلة النتح، وبالتالي قلة الرطوبة في الجو، وينجم عن ذلك ازدياد التبخر لمياه المطر، إضافة إلى أن الغطاء النباتي يحمي التربة من الانجراف والتعرية من جهة، ومن جهة أخرى يؤدي الرعي الجائر إلى إزالة الغطاء النباتي وتعرية التربة.

5- كان ارتفاع حرارة الجو أساسا لآراء عده بوصفه سببا لزيادة تكرار موجات الجفاف المرتبطة بالأحوال الجوية.

6- من شأن العمليات الجوية المسببة للمطر إذا ضعفت نتيجة لانحسار الغطاء النباتي في المناطق الجافة وشبه الجافة أن تؤدي إلى تناقص انعكاسية سطح الأرض.

7- إن لأنماط شتى من الدوران الجوي الضخم في مواقع الأعاصير المضادة أو نظم الضغط المرتفع، فهي إذا استمرت لفترات طويلة يمكن أن تؤدي إلى الجفاف والفيضانات وموجات من الحرارة والبرودة.

النتائج العامة للجفاف

إن المتغيرات السائدة التي تسبب التغيرات البيئية هي عوامل مادية مثل سقوط الأمطار الذي يخرج عن السيطرة والإدارة. ولقد كانت نوبات الجفاف الممتدة لأكثر من عام مشكلة صعبه على المعالجة في جميع الحالات الاتية :

1- الجفاف يؤثر تأثيراً مباشراً على سبل العيش لدى السكان لأنه يقلل الإنتاج الغذائي ويهلك الحيوانات الزراعية ويخفض القوة الشرائية.

2- الجفاف قد يؤدي إلى الصراعات الأهلية ويزيد من عدد المتضررين.

3- الجفاف يؤدي في نهاية الامر بأن يصبح الناس معتمدين على المعونة الدولية بوصفهم نازحين داخل بلادهم أو لاجئين في بلدان أخرى.

4- فترة الجفاف الأخيرة في إيران، على سبيل المثال، أصبح كثير من الأراضي الرطبة والبحيرات المعروفة دوليا، مثل أراضي هامون الرطبة، أصبحت جافة تماما.

5- قد أثر تزايد حرائق الغابات والعواصف الرملية واشتدادها على سبل العيش لدى السكان والحياة البرية في كثير من مناطق العالم، وواجه بعض الأنواع خطر الانقراض.

كما تؤدي فترات الجفاف الممتده إلى تدهور الموارد. وقد تجلى هذا واضحا في نقص المياه الشديد وهبوط الإنتاجية في الأراضي المزروعة وأراضي الرعي وفقدان خصوبة التربة وتدهور الموارد بالإضافة إلى الموارد الوراثية. وكانت النتيجة النهائية لذلك حدوث انحسار بيئي وزيادة التصحر.

ويختلف تأثير الجفاف في الشرق الأدنى من بلد إلى آخر وفيما بين المناطق داخل البلد الواحد. وقد عرفت المنطقة تاريخيا نوعين من حالات الطوارئ التي تبرر المعونة الغذائية، ومنها موجات الجفاف التي اصابة المنطقة يضاف إلى ذلك أن مشاكل الزراعة وإهمال الري وتوزيع المياه ، يمكن أن تضاعف من آثار الجفاف ونقص المياه على الإنتاج الزراعي.

آثار الجفاف على البيئة والتنوع البيولوجي

يمكن أن تتأثر التنمية الزراعية والأمن الغذائي بشدة نتيجة لقوى مضادة تمتد عبر البلدان، مثال ذلك إزالة الغابات والتدهور البيئي. وقد أدى التدهور والتغير في كثير من العمليات البيئية إلى فقدان أنواع مختلفة من النباتات

ومواجهة أنواع أخرى خطر الانقراض. وقد أثر الجفاف والتصحر تأثيراً مباشراً وغير مباشر على تنوع الحياة البرية، وهو ما أدى إلى أن تصبح المنطقة خالية أو تكاد من الحياة البرية نتيجة لبعض نوبات الجفاف المتكررة. وينبغي أن يكون هناك إدراك واضح بأن انقراض التنوع البيولوجي لا يمكن استرجاعه.والمثال الواضح على الآثار السلبية للجفاف هو السودان؛ فقد كانت الأراضي الجافة منتجة وغنية بالتنوع البيولوجي الزراعي. ولكن نوبات الجفاف والتصحر التي أصابت مناطق شاسعة من البلد مرة بعد أخرى خلال السبعينيات والثمانينيات والتسعينيات أثرت بشكل كبير على زراعة الأراضي الجافة في ذلك البلد. نتيجة لذلك فقد تعرضت للخطر أنواع المحاصيل وأصناف النباتات التقليدية والمحلية التي تشكل الغذاء الأساسي للسكان في المناطق الجافة. كما عانت أنواع الذرة الرفيعة، والأصناف المحلية من الفول السوداني، والكركديه، واللوبيا من التصحر المتسارع نتيجة للتغيرات المناخية في المناطق المتأثرة من البلد. وكانت هناك قائمة طويلة من أنواع الأشجار المهمة التي يتهددها خطر الانقراض بسبب تكرار موجات الجفاف والتصحر في مناطق عديدة من السودان، لاسيما ولايتي كردفان ودارفور. كما أثر الجفاف تأثيرا مباشرا على إنتاج الصمغ من أشجار الصمغ العربي (الهشاب).

آثارالجفاف على الجوانب الاجتماعية – الاقتصادية

يؤدي الجفاف وتدهور الأراضي في النهاية الى التصحر وحدوث أزمات مثل المجاعة والفقر والاضطرابات الاجتماعية وإلى الحرب في بعض الأحيان. وتؤدي الحرب إلى حركة السكان ونزوحهم وهجرتهم، وتضطرهم هذه التحركات إلى فقدان هويتهم الثقافية وتشويه نسيج حياتهم الاجتماعية. وكانت أكثر شرائح السكان عرضة لآثار الجفاف هي التي تقيم في المناطق الريفية التي ليس لها عادة مصادر بديلة للدخل. وفي بلدان المنطقة، باستثناء عدد قليل منها، تنخفض معدلات الزيادة فى الإنتاج الغذائي بصفة عامة عن معدلات نمو

السكان. وفي الفترة الممتده من 1991 إلى 1996 كانت معدلات نمو الإنتاج الغذائي على مستوى الفرد سلبية في 15 بلدا من بلدان الإقليم .وقد دلت نسبة الواردات الزراعية إلى إجمالي استهلاك الغذاء على مدى اعتماد المنطقة على هذه الواردات. وقد بلغت الواردات الزراعية ما يقارب الربع من مجموع واردات المنطقة التجارية. وما زالت المنطقة تواجه فجوة غذائية متزايدة الاتساع، وهو ما يؤدي إلى تزايد الواردات الغذائية، ولاسيما الحبوب ومنتجات الألبان والسكر والزيت النباتي .ويواجه معظم بلدان المنطقة، باستثناء البعض القليل منها، انخفاضاً فى نسب اكتفائها الذاتي في مجال الغذاء. غير أن إجمالي الميزان الزراعي (أي إجمالي الصادرات الزراعية كنسبة مئوية من الواردات الغذائية) تراوح فيما بين مستويات شديدة الانخفاض في البلاد الغنية بالنفط مثل الجزائر والسعودية وقطر وليبيا وبين مستويات مرتفعة نسبيا في أفغانستان وتركيا والسودان وسوريا والمغرب.وفي العراق ما زالت توجد في كثير من مناطقه مشاكل صحية وغذائية على الرغم من برنامج التنمية الذي ساعد فى تحسين وضع إمدادات الغذاء .وكان من المتوقع أن يزيد الجفاف من سوء مشكلة الإمدادات الغذائية.

وفي سنة 1999 شهدت طاجيكستان أدنى مستوى لسقوط الأمطار فيها خلال 75 سنة، وأصبحت الأسر التي تعتمد في كسب الدخل على بيع الأبقار والدواجن محرومة من أي وسائل أخرى لمواجهة آثار الجفاف. واضطرت قسم من الاسر إلى بيع جزء من نوافذ مساكنها وأعمدة الخشب من سقوف مساكنها لغرض الحصول على احتياجاتها.

وفي الصومال أدى الجفاف والحرب الأهلية إلى نقص القدرة على المواجهة وزيادة النزوح، ولا سيما في المناطق الجنوبية من البلد.

وفي رأي منظمة الصحة العالمية أن الجفاف كان هو السبب الرئيسي للوفاة على نطاق العالم بأكمله بالنسبة لنصف ضحايا الكوارث الطبيعية .وترجع أسباب ذلك إلى نقص الغذاء وتفاقم أوضاع سوء التغذية من بين عوامل أخرى.

وأوضحت المنظمة أن الوفيات في البلدان الحارة أو في أثناء موجات الحرارة المقترنة بالجفاف يمكن أيضا أن تكون متصلة على نحو مباشر لدى ترافق الحرارة مع نقص المياه. والجفاف لا يجلب المجاعة ، وهي أعظم قاتل فحسب، بل يجلب معه أيضا عوامل أخرى ذات تأثير على الصحة مثل الملاريا وحرائق الغابات. ولقد كان تأثير الجفاف واضحا على معدلات العدوى في الحالات التي تقل فيها المياه المتاحة للشرب والنظافة الشخصية. ومن الممكن أيضا أن تترتب على آثار الجفاف أمراض مثل الرمد الربيعي للعيون والجرب. وكان الناس أكثر عرضة للخطر عن طريق شرب المياه غير المقبولة للاستهلاك بما تحمله من عدوى. وقد بينت دراسات منظمة الصحة العالمية أن الناس في حالات نقص المياه يميلون إلى استخدام الماء في الطهي بدلا من أغراض النظافة والصحة.

توزيع الجفاف في مناطق العالم

الجفاف صفة جغرافية لمناطق من العالم تكون فيها موارد المياه التي مصدرها التساقط أقل من كمية الماء المفقودة من خلال التبخر.

وفي ادناه المناطق المتأثرة بالجفاف في العالم

1- في افريقيا:

الصحراء الكبرى تحدها من الشمال تخوم البحر المتوسط ذات الاحراش والغابات المتدهورة ومن الجنوب نطاق الساحل وما دونه من مناطق الاحراش والغابات الجافة. وفي المناطق المدارية الجنوبية توجد الأراضي الجافة في هضبة كالاهاري وصحاري ناميبيا والمناطق القارية من جنوب افريقيا والجزء الجنوبي الغربي من جزيرة مدغشقر. وهذه جميعاً من الاراضي المعرضة للتصحر.

2- في آسيا:

يمتد النطاق الجاف بدرجاته جميعا من الشرق الأوسط وشبه الجزيرة العربية عبر أوزبكستان وكازاخستان وكيرغيزستان وطاجيكستان

وتركمنستان شرقا حتى الصين وشمال غرب الهند والباكستان ونطاقات كبيرة من ايران وافغانستان. وصحاري شبه الجزيرة العربية الربع الخالي ونجد والدهناء والنفود من أكبر المناطق البالغة الجفاف.

3- في امريكا الجنوبية:

توجد صحاري أتكاما في شيلي وتخومها من الأراضي الجافة بدرجاتها في الأرجنتين وباراجواي وبوليفيا. وتوجد مناطق في الشمال الشرقي للبرازيل تعاني من الجفاف.

4- في أمريكا الشمالية:

تمتد المناطق الجافة عبر الولايات الجنوبية الغربية للولايات المتحدة الأمريكية، والمناطق الشمالية من المكسيك.

5- في استراليا:

الأراضي الجافة تغطي الجزء الأكبر من الأقاليم القارية (الداخلية).

التوزيع الجغرافي للمناطق الجافة يشير الى عدد من العوامل الجغرافية ذات الأثر على توزيع نطاقات الأراضي الجافة. هذه العوامل تتكامل او تتناقض، ولكن محصلة تفاعلها هي قدر التساقط ومن ثم درجة الجفاف.

س/ ناقش انتشار الكثبان الرملية في العراق ؟

الفصل الخامس

الكثبان الرملية

الكثبان الرملية مظهر من مظاهر التصحر

تعد الكثبان الرملية وشبه الرملية إحدى مظاهر التصحر ، فعندما تفقد الرياح سرعتها فجائياً وبالتدريج ، فأنها تلقي مما تحمله من أتربة ورمال. وباستمرار تراكم هذه الرمال تتكون في غالب الاحيان تلال مختلفة الاشكال والمساحات تعرف بالكثبان (Dunes) ، ويغلب وجود الكثبان في الصحاري و على امتداد سواحل البحار والمحيطات والبحيرات وضفاف الانهر ويندر ان يزيد ارتفاع الكثبان على 40 متر غير ان ذلك لايعني ان بعضها لايمكن ان يصل ارتفاعه في بعض الاحيان الى اكثر 250 متر.

يمكن ان توجد الكثبان الرملية في اي مكان تتوفر فيه العوامل الاتية:

- قطع الصخور المفتتة والرمال والمواد المتخلخلة الصغيرة الاخرى .
- ندرة او انعدام المزروعات التي تحول درجة ما بين الرياح العاتية وبين تلك المواد المكونة من رمال واتربة.
- وجود رياح تهب بشدة في ذلك المكان.

وعلى ضوء ذلك توجد كثبان على امتداد سواحل البحار والبحيرات الكبيرة وهي التي تعرف بالكثبان الساحلية أو الشاطئية كما وتوجد غيرها في داخل القارات وهي التي تعرف بالكثبان الداخلية او الصحراوية .

الاصل والتركيب المعدني للكثبان الرملية

ان كلا النوعين من الكثبان الرملية (الساحلية او الشاطئية والصحراوية) متشابه في صفاتها وهي تختلف عن بعضهما في كون الكثبان الساحلية تتكون من رمال مغسولة نظيفة خالية من الاتربة وجيدة الفرز(Well sorted) وتحتوي على المعادن الاساسية التالية:

1. كوارتز .
2. مايكا
3. اجزاء صغيرة من اصداف الحيوانات البحرية والمائية

في حين ان الكثبان (الصحراوية) تكون رمالها مختلطة بكميات من الاتربة وذات فرز غير جيد (Bad sorted) وتحتوي على المعادن الاساسية التالية .

1. كوارتز
2. اطيان
3. امفيبول
4. بايروكسين
5. ابيدوت
6. كلورايت
7. زركون
8. اجزاء صخرية

تتكون الكثبان عادة من سلاسل رملية متوازية ومتعاقبة ويتراوح ارتفاع الكثبان الساحلية مابين 5-30 متر. بينما يصل ارتفاع الكثبان داخل القارات كما هو الحال في الصحاري الى 250 متر تقريباً.

تتكون الكثبان الساحلية من مواد يكون سطحها قليل الميل اذ يتراوح ميلانه مابين 5-10° درجات وذلك في الطرف الذي تنشأ منه الريح والذي يطلق عليه اسم(Wind ward) في حين ان هذا الميل يزداد في الجهة المقابلة بحيث يتراوح مابين 25-30 درجة (Lee ward). اما بقية الكثبان القارية فتكون زاوية استقرارها مابين 30-35° درجة.

تعلو معظم الكثبان تموجات متوازية تسمى بعلامات النيم(Ripple marks) تكون عمودية على اتجاه هبوب الرياح . ويبلغ معدل ارتفاع هذه

التموجات 3 سم تقريباً وهي في تكونها انما تماثل تلك التموجات التي تحصل في قيعان المياه الضحلة ، ويعزى سبب تكونها الى الاحتكاك الذي يحصل من جراء هبوب الرياح أو جريان الماء على سطح الارض وما يحصل بسبب ذلك من دوامات فيهما . هذا مايلاحظ على سطح الكثبان اما في داخلها فانها اكثر تعقيداً من ظاهرها لوجود التقاطع الكثير في ترب الطبقات الرملية المتصلبة ، ومن المعلوم انه حيثما وجدت الكثبان ولم يوقف سيرها بالاساليب الاصطناعية كالمزروعات او بطرق اخرى فأنها تنتقل من اماكنها بفعل الرياح .

كيفية تكوين الكثبان الرملية

1. الظلال الرملية

هذه التجمعات الرملية تتكون مباشرة نتيجة وجود عائق ثابت في مسار الرياح المحملة بالرمال . وقد يكون هذا العائق حصاة او كتلة من الصخر او جرفا او شجرة. ويتوقف وجود الظلال الرملية على بقاء العائق في مكانه . كما ان هذه التجمعات الرملية لاتنقل من مكانها الذي يحدده العائق، وهذه الظلال تتكون بعد تساقط حبيبات الرمال التي تصطدم بالعائق وتتراكم امامه حيث يكون الهواء ساكنا وبعد ذلك ينقسم تيار الهواء الذي يمر بالعائق الى جناحين ولايتم الترسيب في خارج حدودهما . وان الترسيب يكون قليلا جدا خلف العائق حيث تنشط الدوامات الهوائية. ويزداد بعد ذلك حجم جناحي الرمل على الجانبين خلف العائق تدريجيا حتى يتلاقيا وتمتلي بذلك المساحة الموجودة خلف العائق بتجميع رملي يكون بمثابة ظل للعائق.

2. الكثبان الرملية

(في حالة عدم وجود عوائق تؤدي الى نمو الظلال الرملية) فان من اهم العوائق التي تساعد على تكوين الكثبان الرملية الصحراوية هو تفاوت احجام الحبيبات المتكونة منها الرمال. فقد لوحظ بالتجربة ان حركة الرمال تزداد نشاطاً مع زيادة درجة التفاوت بين احجام الحبيبات المكونة لهذه الرمال.

عندما تهب الرياح خفيفة فوق سطح مغطى برمال ذات حبيبات متفاوتة الاحجام فان ذلك يؤدي الى رفع او زحف الحبيبات الدقيقة من فوق السطح تاركة الرمال الخشنة في مكانها، وبذلك تتكون بقع حصوية ، ويزيد استمرار تأثر هذه الرياح من التذرية الخفيفة لهذه البقع التي تتغير بتركيز الحبيبات والحبات الكبيرة. وكذلك يمكن ان تترسب الرمال الدقيقة في بقع اخرى تسمى بالبقع الرملية.

واذا حصلت ريح ذات سرعة قوية فأنها تزيد من تذرية البقع الحصوية اذ ان الرمال تصطدم بالحصى وتزداد قوة رفعها .

اما البقع الرملية فإنها تستقبل مزيداً من الرمال الدقيقة ويزداد فيها التركيز بفعل قوة الجذب. اي بتأثير الكتلة الرملية المتراكمة التي تعمل كحاجز يصد الحبيبات التي تحملها الرياح. وبذلك تعلو البقع الرملية بالنسبة للبقع الاخرى وتكون النتيجة تموج سطح الرمل في هيئة مايسمى بعلامات النيم(Ripple Marks) وهذه العلامات كثيرة الانتشار على المسطحات الرملية ويلاحظ ان قمم الموجات المكونة لعلامات النيم تحتوي رمالاً دقيقة اما المنخفضات بين الموجات فتحتوي على رمال خشنة وعلى حصى صغيرة وتختلف علامات النيم من حيث طول الموجة وهذا يتوقف على درجة تفاوت احجام حبيبات الرمل وقوة الرياح.

وقد دلت التجارب العملية بان هنالك حداً ادنى لطول موجات النيم يقع مابين 4 الى 6 امتار ويجب ان لا يقل عنه طول هذه الموجات لكي يتسنى لها ان تنمو الى كثبان رملية. وبذلك يلاحظ ان تكون الكثبان الرملية يعتمد على :

1. طول الموجة بين علامات النيم المتكونة.
2. ان طول الموجة بدوره يعتمد على متوسط سرعة الرياح.
3. متوسط حجم الحبيبات المكونة للرمال.
4. درجة فرز هذه الحبيبات التي تذروها الرياح .

وتحدد كل هذه المتغيرات مايسمى بقوة انسياب الرمال.

حركة الكثبان الرملية

بعد ان تتكون في الرمال موجات من النيم على مستوى واسع تسمح بتكون الكثبان. تبدأ الدوامات الهوائية المختلفة القوة في النشاط على الجناحين الموازيين للريح (المدبرة للريح Lee ward) وينمو الكثيب من ترسب الرمال المنسابة مع الهواء على جانبه المقابل للري(Wind ward side)ويكون انحدار سطح الكثيب على جانبه المقابل للريح انحداراً طفيفاً يتراوح بين (7° الى 10°) اما المواد التي لايجذبها ذلك الجانب وتنساب مع الريح فتنهار على الوجه الموازي للريح وتترسب عليه مكونة منحدراً شديداً يساوي زاوية الاستقرار الطبيعية للرمال الجافة وتتراوح هذه الزاوية مابين (30°-35°).و تعمل الدوامات في الجانب الموازي للريح من الكثيب على عدم تجاوز الرمال المتطايرة قمة الكثيب الناشيء وبهذا ترتفع القمة ويستطيل الكثيب في الناحية المقابلة للريح على هيئة منحدر طويل طفيف. بعد درجة معينة من النمو يبدأ تدحرج هذه الحبيبات الى قمة الكثيب وهناك تسقط على المنحدر الشديد للجانب الموازي للريح. وباستمرار هذه العملية يتقدم الوجه الموازي للريح للكثيب على حساب الرمال المكونة للجانب المقابل للريح لنفس الكثيب وبهذه الطريقة يتقدم الكثيب كله في الجانب الموازي للريح . وفي حالة استمرار هذه العملية من دون اضافات رملية جديدة فأن الكثيب يتوقف عن النمو وتدفع الرمال المكونة لجانبيه المواجهة للريح تدريجياً الى الجانب الاخر على حساب ارتفاع الكثيب وبهذه العملية يقل هذا الارتفاع تدريجياً. وفي حالة اضافات رملية جديدة فإن الكثيب ينمو باستمرار. ويزداد الكثيب في النمو الى ارتفاع يتوقف على طول الموجة في علامات النيم الاصلية التي ينشأ منها الكثيب . وقد وجد العلماء من خلال ملاحظات وقياسات حقلية عديدة ان هناك علاقة ثابتة بين طول موجة الكثبان الرملية (ل) وارتفاعها (ع) : $\frac{ل}{ع} = 17$ هذه النسبة سماها العلماء بنسبة النضوج.

حيث ينمو الكثيب الرملي في الارتفاع حتى يصل الى هذه النسبة وعند وصول هذه النسبة (نسبة النضوج) يتوقف نمو الكثيب ويبدأ في الحركة بفعل

طاقة الرياح التي لاتمده بعد ذلك برمال تزيد من نموه. اذ تتحرك الرمال الزائدة التي يمكن ان تحملها الرياح الى مسافات ابعد والى كثبان اخرى لم يكتمل نموها بعد. وتستمر حركة الكثبان الناضجة طالما لايعترض سبيلها اي عائق .

سرعة حركة الكثبان الرملية :

الكثبان الهلالية اوالبرخانية [5] هي اكثر الكثبان الرملية حركة، وهي تتقدم تحت تأثير الرياح متوسطة القوة بسرعة تتناسب عكسيا مع احجامها (اي ان الكثبان الضخمة تتحرك بسرعة اقل من سرعة الكثبان الصغيرة). اما تحت تأثير العواصف ، فقد لوحظ ان الكثبان الكبيرة هي التي تتحرك بسرعة اكبر. حيث تتكون الدوامات الهوائية القوية عند جوانبها الموازية (المدابرة) للريح والتي لاتعد في هذه الحالة امكنة هادئة بل امكنة للاضطراب الشديد يساعد على تطاير الرمال وتتفاوت سرعة هجرة الكثبان في اتجاه الريح السائدة حسب :

1. حجم الكثبان
2. قوة الريح
3. درجة الرطوبة
4. عوامل اخرى

وقد تبطيء هذه السرعة حتى لاتتعدى 5 م في السنة وقد تزداد حتى تصل الى 25 م. كما تصل سرعة الكثبان الرملية تحت الظروف الاستثنائية مئات الامتار في السنة الواحدة وتقسم سرعة حركة الكثبان الرملية إلى ثلاثة مستويات.

أ- كثبان بطيئة سرعة الحركة: حيث يقل معدل الحركة في تلك الكثبان الرملية عن 5 م / سنة .

---

5 وهي كثبان ذات شكل هلالي تتجه حافتها باتجاه حبوب الرياح تتكون في الصحاري ذات السطح المنبسط وهي تنتج حينما تكون حركة الرياح ثابتة وكمية محدودة من الرمال .

ب- كثبان متوسطة سرعة الحركة: وهي التي يتراوح معدل الحركة فيها بين 5- 15 م / سنة

ج- الكثبان سريعة الحركة: وهي التي يزيد معدل سرعة الحركة فيها عن 15م/ سنة .

ويمكن حساب الفترة الزمنية التي تستغرقها الكثبان الرملية بأنتقالها الى وضعها الجديد او حساب المسافة المقطوعة بمعرفة الزمن بالمعادلة التالية :-

$$\text{الزمن} = \frac{\text{المسافة المقطوعة}}{\text{ارتفاع الكثبان الرملية}}$$

اشكال الكثبان الرملية :

تقسم الكثبان الرملية الى المجاميع التالية حسب اشكالها على النحو التالي :

1. الكثبان الساحلية او الشاطئية او النهرية:

وهي عبارة عن رواسب مختلفة الحجوم تجاور السواحل والقسم الداخلي منها عموماً مغطى بالنباتات. في حالة الكثبان الشاطئية او النهرية التي تتكون على السهول المنبسطة للشواطيء الرملية او بالقرب من الانهار لا يكون اصل الرمال التي تتكون منها محلياً، ولكنها تكون منقولة بتيار المياه ومترسبة على الشاطيء حيث تجف وتحولها الرياح لتكون كثبانا غير بعيدة من الشاطيء. ومثل هذه الرمال تكون في العادة على درجة عالية من الفرز (Sorting) حيث تكون احجام الحبيبات المكونة لها متقاربة، ويقال انها جيدة الفرز وتكون هذه الرسوبيات الرملية في العادة خالية تقريبا من الحبيبات الكبيرة تقسم هذه الكثبان على ضوء موقعها الى قسمين :

أولاً: كثبان رملية في مناطق جرداء غير مزروعة او خالٍ من الغطاء النباتي وتشمل على الأنواع الأتية :

1. كثبان رملية ذات اجنحة او حواف مستعرضة او عرضية(Transvers Ridges): تتكون هذه الانواع من الكثبان نتيجة لهبوب رياح دائمية من اتجاه ثابت وتكون هذه الكثبان بوضع عمودي على اتجاه هبوب الرياح .

2. الكثبان الرملية ذات الحواف او الاجنحة المائلة(Oblique Ridges): تتكون هذه الانواع من الكثبان نتيجة لهبوب الرياح من اتجاهين خلال فصول السنة ولهذا السبب تكون الكثبان ثابتة وليس لها قابلية الحركة والهجرة .

ثانياً: كثبان رملية في مناطق مزروعة اولها غطاء نباتي وتشمل الكثبان التالية :

1. كثبان رملية ذات شكل بارابوليك(Parabalic Dunes)يكون شكل الكثبان معقر والتقعر بأتجاه الوجه ذات الانحدار الشديد (Lee Face).

2. كثبان مترسبة (Precipitation Dunes): تتكون هذه الانواع من الكثبان نتيجة هبوب رياح رملية كثيفة بعكس اتجاه المنطقة المزروعة ولها طابع التحرك والتوغل بأتجاه الاشجار في تلك المنطقة .

2 ـ **اما الكثبان الداخلية او القارية أو الصحراوية فلها الاشكال التالية :**

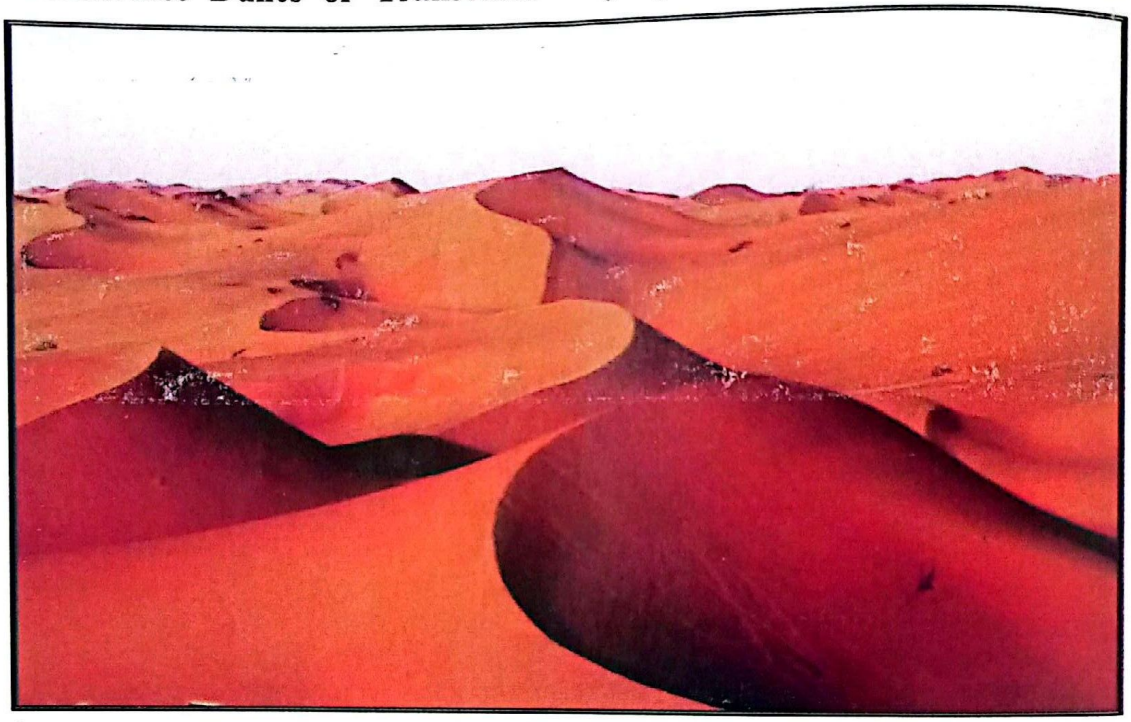
1. **الكثبان الهلالية او البرخانية** Crescentric or Barchan:

هي ذات شكل هلالي تتجه حافاتها باتجاه هبوب الرياح تتكون في الصحاري ذات السطح الصلب المنبسط وهي تتكون حينما تكون حركة الرياح ثابتة وكمية محددة من الرمال الشكل (5-1). ان كلمة برخان اتت اصلا من المناطق الصحراوية لوسط آسيا. وتتكون الكثبان الهلالية عندما يبلغ الكثيب المستطيل نسبة النضوج ويبدأ في الحركة في اتجاه الرياح السائدة وفي اثناء هذه الحركة تكون اطراف الكثيب النحيلة اقل مقاومة للريح من وسط الكثيب وبذلك يمتد طرفا الكثيب في هيئة جناحين يصل طولهما وتقوسهما الى الدرجة التي تحقق مقاومة للريح تساوي مقاومة الجزء الاوسط من الكثيب. وعندئذ يتكون الكثيب الهلالي او البرخان النموذجي والذي يظل على شكله هذا طالما بقيت الريح تهب في نفس الاتجاه .يتراوح ارتفاع الكثبان الهلالية بين متر واحداً

وخمسة عشر متراً واحيانا يمكن ان يصل ارتفاعها الى عشرين او ثلاثين متراً (كثبان الصحراء الغربية المصرية) وفي معظم الحالات يتراوح عرض هذه الكثبان بين (40 الى 70) متراً ولكن يمكن ان يصل عرضها احيانا الى 150 متراً .

شكل (5-1)الكثبان الرملية الهلالية او البرخانية

2. الكثبان المستعرضة او العرضية Transverse Dunes or Transverse



:Ridges Sands

ان هذه الكثبان عبارة عن حواجز طويلة من الرمال المتجمعة او عبارة عن صفوف من البرخان اتجاهها عمودي على اتجاه الرياح شكل (5-2). وهي تتكون في العادة فوق سطح صحراوي صلب ، وتنمو عندما ينقلب اتجاه الرياح بصفة موسمية الى اتجاه عمودي على الاتجاه الاصلي وتقوم هذه الظروف عادة في المناطق الصحراوية التي تقابلها جبال عالية حيث تصطدم الرياح بالجبال وترتد مرة ثانية في اتجاه عكسي لاتجاهها الاصلي .

١- ل ٢- ـــ ٣- ـــ ٤- ☆ ٥- U ٦- قبيبة

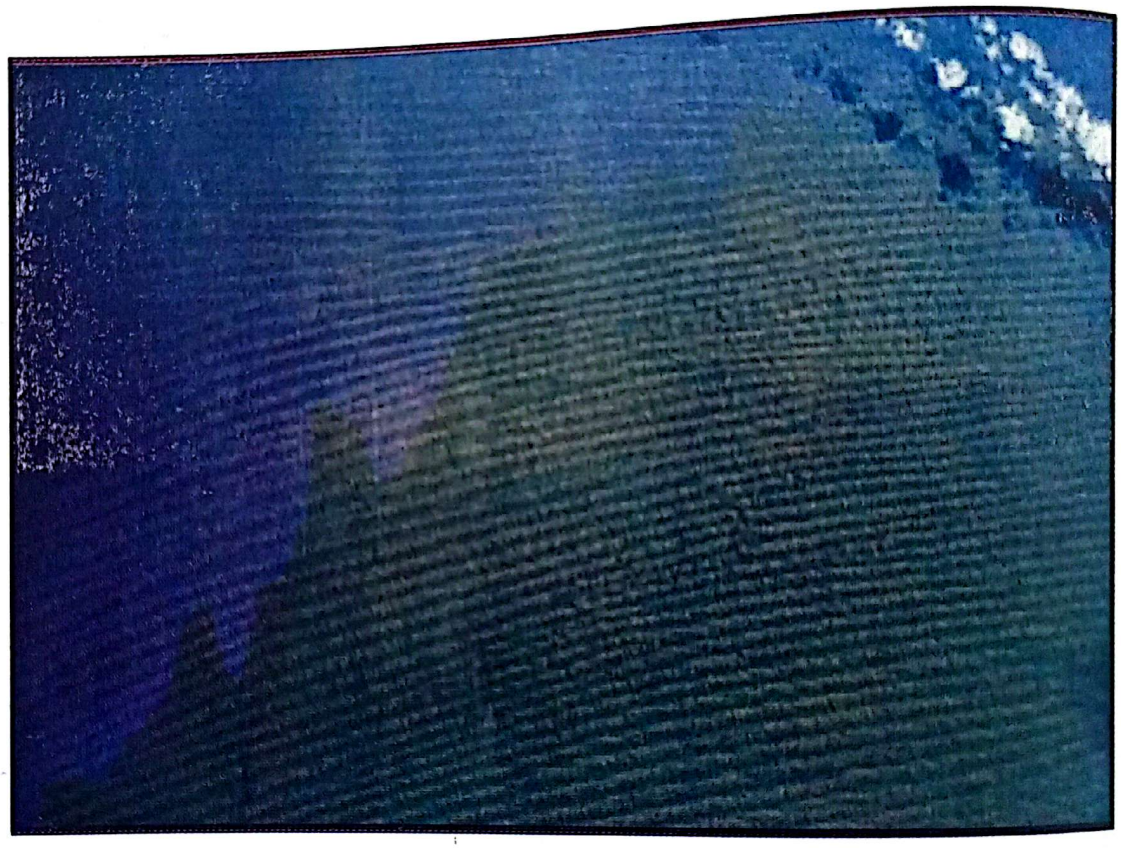
٧- عكسية

شكل (5-2) الكثبان الرملية المستعرضة او العرضية

3. الكثبان الطويلة او السيفية Longitudinal or Seif Dunes:

تتكون هذه الكثبان في المناطق الصحاري المدارية التي تسود فيها الرياح التجارية مثل شمال افريقيا وتتكون هذه الكثبان من تراكمات مستطيلة من الرمال تمتد في اتجاه مواز لأتجاه الرياح خصوصا في المناطق التي يكون فيها اتجاه الرياح ثابتاً الشكل (5-3). كما يمكن ان تتكون الكثبان الطويلة من مراحل نمو كثبان البرخان التي تستطيل تدريجيا نتيجة لاستطالة احد جناحيها. ويمكن ان تنمو هذه الكثبان الطويلة الى احجام هائلة ، فهي ترتفع مثلا في الصحاري المغطاة بالرسوبيات النهرية الى عشرة امتار وفي بعض الصحاري في اواسط اسيا الى 40 متر كما ان هناك كثباناً سيفية اكبر من ذلك موجودة في الصحراء الغربية المصرية. وتمتد هذه المجاميع من الكثبان احياناً مسافة تبلغ درجتين

ونصف من درجات العرض وهذه الاحزمة من الكثبان السيفية يبلغ متوسط ارتفاعها حوالي 100 متر وقد يصل احيانا هذا الارتفاع الى 200 متر اما عرض هذه الاحزمة فلا يزيد على عدة كيلومترات. ولكنها تمثل اصعب المناطق اجتيازاً في الصحراء. ومن الصفات المميزة للكثبان الطويلة ان المسافات التي تفصل بين الواحد والآخر تصل اكثر من ثلاثة كيلومترات وتكاد تكون خالية تماماً من الرمال وذلك بسبب تولد دوامات هوائية بين هذه الكثبان نتيجة نمو الكثبان الطويلة الموجودة على جانبي المسافة الفاصلة بينهما.

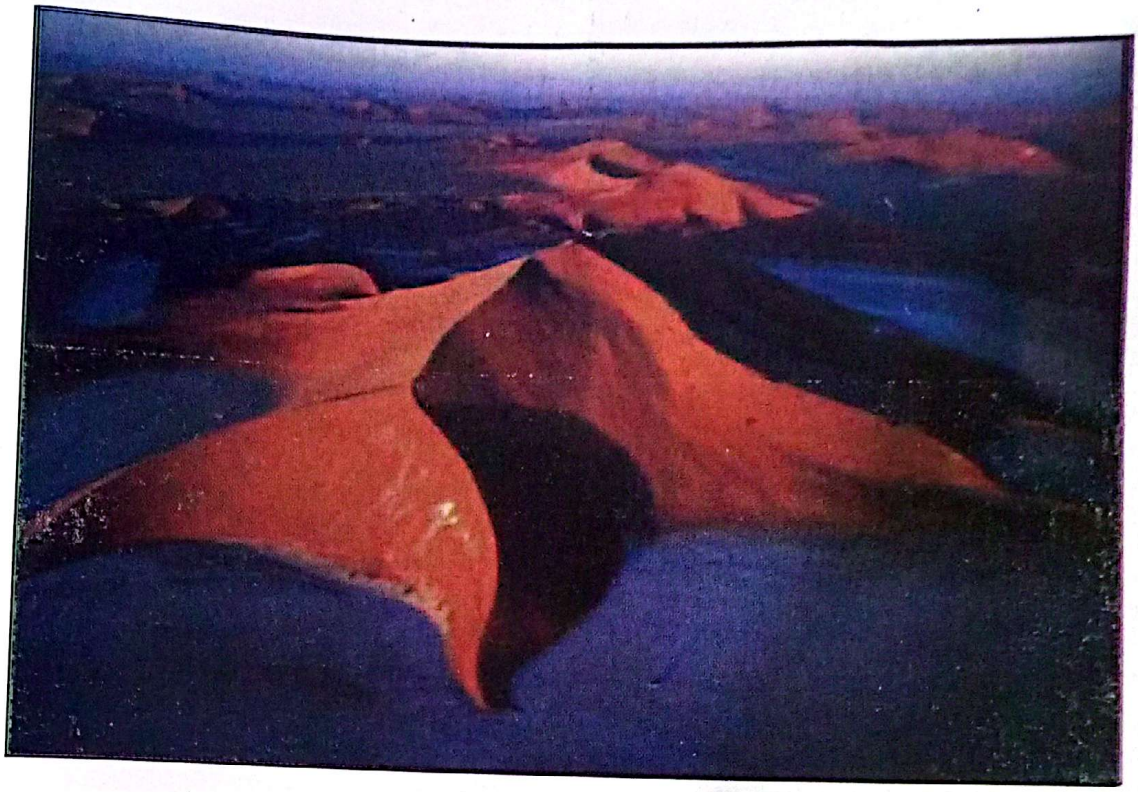


شكل (5-3) الكثبان الرملية الطويلة او السيفية

4. **الكثبان النجمية او الهرمية** Star Dunes or Pyramidal Sand Forms:

وهي عبارة عن مجموعة اجنحة تتفرع من نقطة وسطية باتجاهات مختلفة وتتكون هذه نتيجة عدم ثبات حركة الرياح ، كما تتكون هذه الاشكال في المناطق التي يكثر فيها تغير اتجاه الريح الشكل (5-4). وهذه الاشكال الهرمية

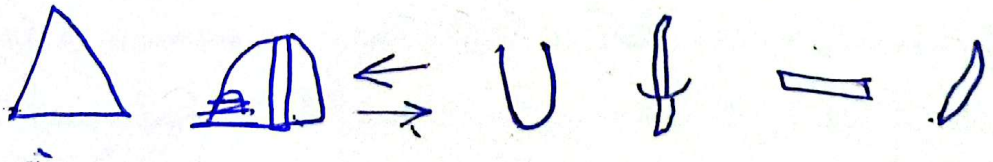
للتراكمات الرملية قليلة الانتشار وتوجد عادة في المساحات الصحراوية الواقعة امام كتل جبلية غير منتظمة تؤثر عليها التيارات الهوائية .

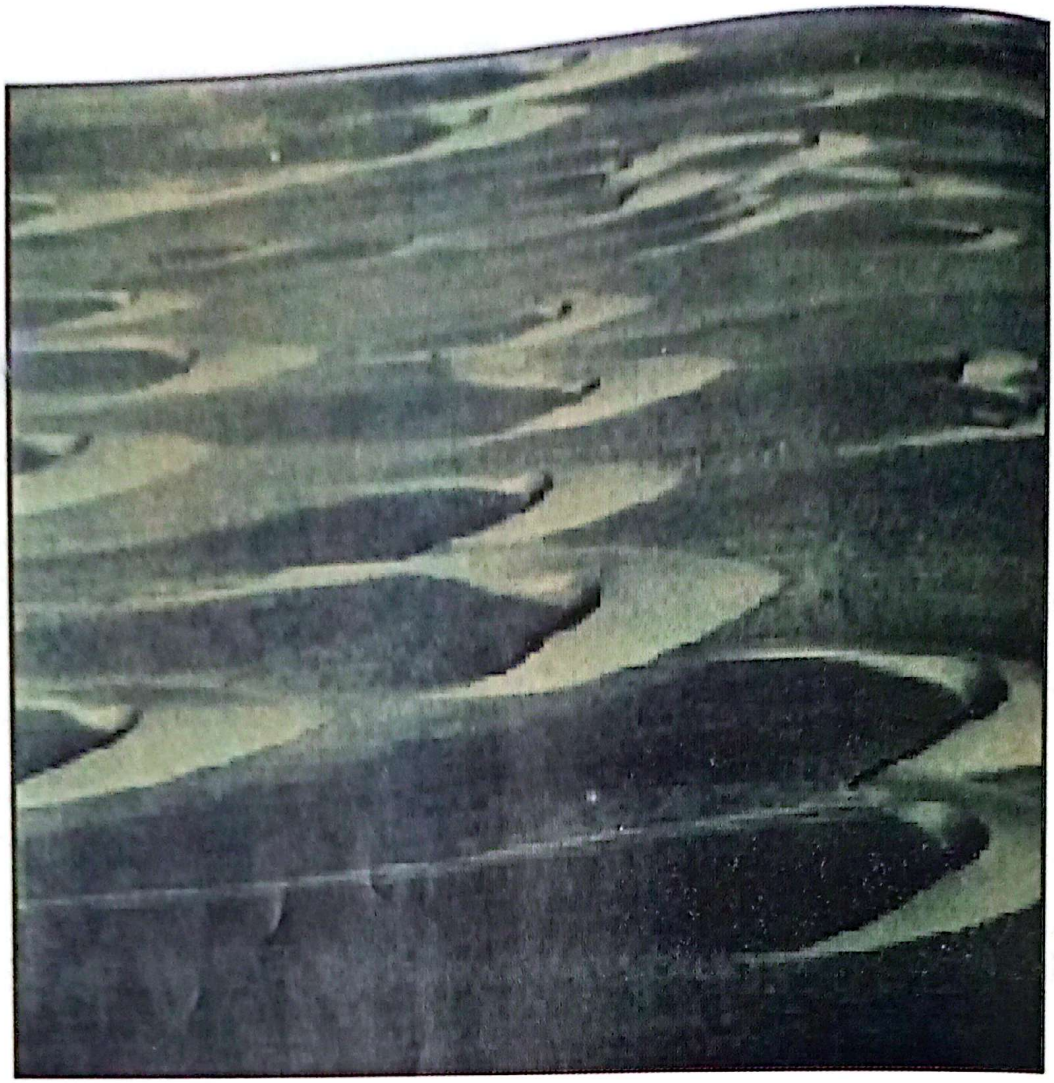


شكل (5-4) الكثبان الرملية النجمية او الهرمية

5. الكثبان بشكل حرف (U) او بارابوليك U – Shaped or Paraballic Dunes:

وهي الكثبان التي تكون على شكل حرف (U) وفتحتها تكون بالاتجاه الذي تهب منه الرياح وتتكون بعضها نتيجة لتجمع الرمال على جانب معاكس لهبوب الرياح والحافات الجانبية لكثبان قديمة متعرضة لعملية نقل قوية . كما يعتقد بأن للاعشاب دوراً في تكون الكثبان في هذا الشكل (5-5) .





شكل (5-5) الكثبان الرملية بشكل حرف (u) او البارابواليك

6. كثبان قببية الشكل Dome Shaped Dunes:

هذه الكثبان هي عبارة عن اشكال دائرية ذات ارتفاعات منخفضة ويعتقد بأنها تتكون نتيجة لهبوب رياح قوية بدون وجود اي عائق في طريقها مما يسبب ازالة الرمال المتراكمة العالية وبالتالي انخفاض ارتفاع الكثيب الرملية. ان الكثبان القببية الشكل تخلو بصورة عامة من الانحدارات الشديدة. على عكس ماوجدناه في الكثبان الاخرى بل تكون ذات الانحدار المعتدل حول محيط هذا الكثيب الشكل (5-6) .

شكل (5-6) الكثبان الرملية القببية الشكل

7. **الكثبان العكسية او المعكوسة** Reversing Dunes:

هي عبارة عن اطراف او اجنحة رملية ذات ارتفاعات مختلفة موسمية التكوين ، ناتجة عن تغيير في اتجاه الرياح السائدة في تلك المنطقة وهذا بدوره يغير اتجاه الكثبان الى عكس اتجاهها الاولى وتكون كثبانا شبيهة بالكثبان البرخانية وحتى في بعض الاحيان تأخذ شكل الكثبان المستعرضة الشكل (5-7) .

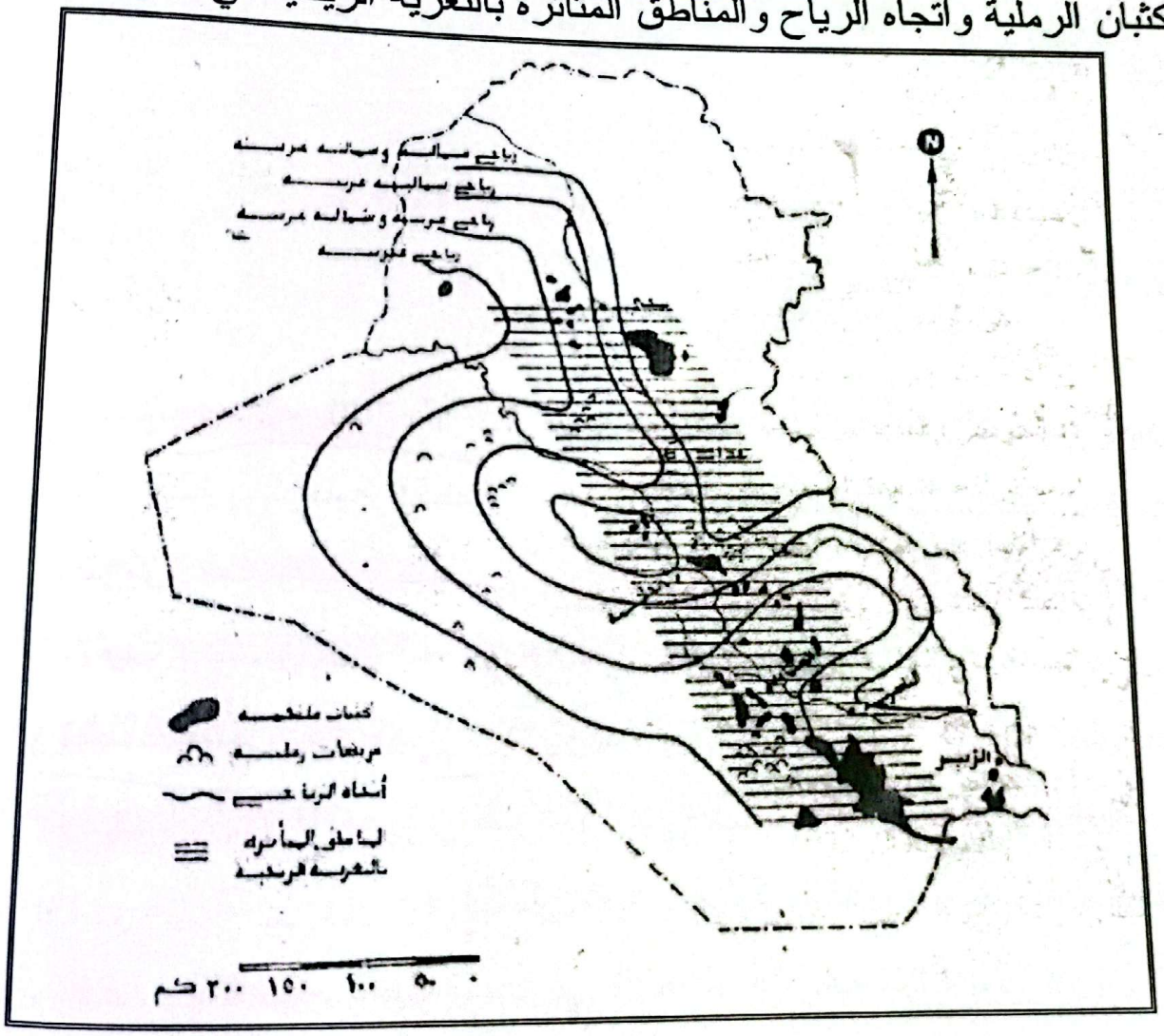
شكل (5-7)الكثبان الرملية العكسية او المعكوسة

مواقع الكثبان الرملية في العراق

تتواجد الكثبان الرملية وشبه الرملية في العراق في المناطق الآتية:

- محافظة صلاح الدين: اذ تنتشر في هذه المحافظة مئات الالاف من الهكتارات من الكثبان الرملية (الحقيقية) ،وبشكل متصل حينا او متناثر حينا آخر ، وتتركز الكثبان في منطقتي بيجي بمساحة تقدر بحوالي 9500، دونم ؛ والعيث بمساحة تقدر بحوالي 560000 دونم .
- منطقة السهل الرسوبي : اذ يتواجد بين حوضي نهري دجلة والفرات اكثر من 437.5×10^3 هكتار من الاراضي المتأثره بالتعرية الريحية الشديدة مما يؤدي الى تكون وزحف الكثبان شبة الرملية (الكاذبة) وتشمل محافظات بابل وواسط والقادسية. حيث توجد في الاجزاء الشرقية من محافظة بابل (المسيب والشوملي) وفي الاجزاء الجنوبية الشرقية والجنوبية من محافظة القادسية (عفك ونفر والمنطقة بين الفجر وآل بدير)، وفي محافظة ذي قار (على امتداد مشروع المصب العام ومنطقة الفجر) ، وفي محافظة واسط (الأجزاء الجنوبية منها ومنطقة النعمانية) .

- منطقة الشريط الممتد من محافظة النجف وحتى الحدود العراقية-الكويتية ، حيث تنتشر هناك مساحات شاسعة من الأراضي المتأثرة بالتعرية الريحية الشديدة والغطاء الرملي والكثبان الرملية، وهي أوسع منطقة للكثبان وتقدر مساحتها بحوالي 421000 هكتار، وتمتد عبر محافظات النجف والمثنى وذي قار والبصرة .
- مناطق متفرقة اخرى متأثرة بالتعرية الريحية الشديدة وتكون الكثبان في محافظات الانبار وديالى وميسان وكربلاء . وتوضح خارطة (5-1) مواقع الكثبان الرملية واتجاه الرياح والمناطق المتأثرة بالتعرية الريحية في العراق .



خارطة (5-1) موقع الكثبان واتجاه الرياح والمناطق المتأثرة بالتعرية الريحية في العراق

اسباب تكون الكثبان الرملية في العراق

ان اسباب تكون الكثبان الرملية في العراق ترجع الى الظروف البيئية من جهة، والى طبيعة ادارة الموارد البيئية الطبيعية ولا سيما التربة والمياه من جهة اخرى. وسوف يتم التطرق الى اسباب تكون الكثبان الرملية في المناطق المتأثرة بشكل واضح بتلك الظاهرة .

أولا: العوامل المناخية

1- الرياح :

تعد الرياح من اهم العوامل المؤثرة في تكوين وحركة الكثبان الرملية، اذ تؤثرالرياح الجافة والسريعة ولاسيما في اشهر الصيف وبوجود العوامل المساعدة الاخرى كانخفاض معدل الامطار واستنزاف الغطاء النباتي الى انتقال دقائق التربة من مكانها الاصلي لتترسب في المنخفضات او أمام الحواجز الطبيعية او الصناعية مما يؤدي الى تكون الكثبان الرملية في منطقة ما. وحدوث تعرية وانجراف للتربة في منطقة اخرى. ان فقدان المواد العضوية من التربة او انخفاض محتواها في التربة يعد من العوامل المساعدة في تفكك وتحطم مجاميع التربة بفعل العوامل الطبيعية كالجفاف والامطار والعوامل البيئية الأخرى مما يسهل نقلها حسب صغر حجمها، وسوف يتم التطرق لبعض المناطق كمثال على ما ذكر اعلاه.

في منطقة المصب العام في وسط وجنوب العراق يتراوح المعدل السنوي لسرعة الرياح ما بين 3.4 – 3.8 م / ثا، وتحدث الرياح السريعة في اشهر الصيف الجافة (حزيران – آب)، تبلغ معدلات سرعتها بين 4.0 – 4.9 م/ثا، وان الاتجاه السائد لها هو الاتجاه الشمالي الغربي وقد تصل سرعة الريح احياناً ال 30م / ثا وان عدد الايام التي تحدث فيها الزوابع الترابية يتراوح بين 45–50 يوماً في السنة .

اما في منطقة بيجي فان اعلى معدل شهري لسرعة الرياح يكون في شهر تموز اذ يبلغ 3.86 م / ثـــا، وادنى معدل له هوخلال شهر كانون الثاني حيث يبلغ 2.57 م /ثـــا وان الاتجاه العام للرياح هناك هو الشمال الغربي، وان مجموع الايام التي يحدث بها زوابع ترابية هو 13 يوم في السنة ان مثل هذه السرع للرياح كافية لنقل ذرات الرمل او دقائق التربة الناعمة من مكان لاخر .

2- الأمطار :

تقع مناطق الكثبان الرملية ضمن مناطق لا يزيد فيها معدل تساقط الامطار السنوي عن 200 ملم تنحصر في فصل الشتاء. في منطقة المصب العام يتباين المعدل السنوي لسقوط الامطار من 117.5 ملم في الجزء الجنوبي منها الى 147.3 ملم في جزئها الشمالي، بينما في منطقة بيجي يبلغ 179.3 ملم، ولا تتساقط الامطار في اشهر الصيف، اذ يبدأ سقوط الامطار عادةً في شهر تشرين الاول وتمتد لغاية شهر ايار ان قلة التساقط تسبب عدم وجود الغطاء النباتي أي تساعد على ترك التربة خالية من جذور النباتات التي يمكن ان تساعد على تجميع دقائق التربة مما يترك تلك الدقائق منفردة يسهل تحريكها ورفعها بالرياح السائدة .

3- درجـــــة حرارة الهـــــــواء :

تقع جميع مناطق الكثبان في العراق ضمن مناطق يبلغ فيها معدل درجات الحرارة السنوية اكثر من 22.5° درجة مئوية، ان اعلى معدل شهري لدرجة الحرارة في منطقة المصب العام يحدث خلال شهري تموز وآب اذ يبلغ 34° و 36.3° درجة مئوية على التوالي، واعلى درجة حرارة سجلت كانت خلال شهر تموز اذ بلغت 51.7° درجة مئوية، وان اكبر الفروقات الحرارية بين الليل والنهار تحدث في فصل الصيف.

في منطقة بيجي يكون اقصى معدل شهري لدرجة حرارة الهواء هو 37.1° درجة مئوية خلال شهر تموز وادنى معدل لها هو 9.9° درجة مئوية خلال شهر كانون الثاني.

- الرطوبة النسبية :

ان المعدل السنوي للرطوبة النسبية للهواء هو عموماً واطئ، اذ يتراوح منطقة المصب العام بين 44 -47 % ان اعلى معدل شهري للرطوبة سبية بلغ 73% خلال شهر كانون الثاني، وادنى معدل شهري لها كان خلال هر تموز فبلغ 26 %، كما ان الفارق كبير بين درجة الرطوبة النسبية اثناء يل والنهار.

5- التبخر :

بسبب ارتفاع درجات الحرارة لمعظم ايام السنة حيث يرافقها انخفاض في درجات الرطوبة النسبية فإن معدلات التبخر تكون عالية ولاسيما خلال اشهر الصيف الحارة. ان اعلى معدل سنوي للتبخر كان في منطقة المصب العام فبلغ 4515.1 ملم وفي منطقة بيجي حيث كان 2414 ملم وكما هو واضح من حالة الظروف المناخية فان المناطق المتأثرة بوضوح بالكثبان الرملية ذات مواصفات مناخية قاسية متمثلة بقلة التساقط المطري وارتفاع معدلات التبخر وسيادة رياح عالية مما يجعل دقائق التربة والرمال عرضه لتلك الظروف وبالتالي تحركها وانتقالها من مكان إلى أخر.

ياً: التضاريس :

ان تكون الكثبان الرملية وتحركها غالباً مايحدث في المناطق السهلية الية من العوارض الطبيعية او الصناعية التي تؤثر على سرعة الرياح وهذا لاحظ في مناطق الكثبان الرملية العراقية حيث استواء المساحات الشاسعة من راضي الامر الذي يساعد على حركة الرياح دون عائق ومن ثم سهولة كتها وتأثيرها على سطح التربة وتجفيفها واحداث التعرية الريحية.

ثاً: ادارة التربة :

حراثة التربة :

ان زيادة معدلات النمو السكاني زاد من احتياجات الانسان الغذائية فلجأ التوسع في استخدام الترب لغرض زراعتها وتلبية حاجاته المتزايدة ، ولكن

لازالت تتبع بعض الاساليب الخاطئة بنطاق واسع ولاسيما في الاراضي الديمية ، كاستعمال المحاريث العميقة القلابة بدون الحاجة الفعلية لها ، والحراثة المبكرة للتربة بخطوط موازية لاتجاه الريح السائدة في المنطقة ثم ترك التربه لفترة طويلة بعد ذلك دون زراعتها خلال فصل الصيف الحار مما يعرض التربة الى الجفاف وتحطم مجاميع الطبقة السطحية وتفككها فيسهل تعريتها بالرياح ولاسيما انها تكون بدون غطاء نباتي وليس هناك تضاريس يكون عائق بوجه الرياح السائدة في المنطقة.

2- الرعي الجائر :

يعد الرعي الجائر احد الاسباب الرئيسة في تدهور الغطاء النباتي الطبيعي واستنزافه، إذ تزداد هذه الظاهرة مع زيادة النمو السكاني حيث يتطلب هذا النمو زيادة في انتاج الغذاء فتتم زيادة الاراضي المزروعة على حساب مساحة اراضي المراعي وترافق ذلك مع زيادة اعداد الحيوانات فيؤدي كل ذلك الى زيادة الضغط على النباتات الطبيعية وبالتالي استنزافها والقضاء عليها فيسهل تعرض التربة بفعل الرياح .

كما ان الرعي المبكر (استغلال المراعي قبل بلوغ النباتات مرحلة النضج) هو ممارسة ضارة لاتؤدي فقط الى حصول الماشية على كمية قليلة من العلف، وانما تؤدي ايضاً الى اختفاء النباتات الحولية وعدم اعطائها الفرصة لتكوين بذورها.

وحركة الحيوانات ذات الحوافر كالاغنام والماعز تعد ايضاً من العوامل الضارة التي تلعب دوراً كبيراً في تحطيم مجاميع التربة للطبقة السطحية ومن ثم تفككها وتعرضها للتعرية الريحية ولاسيما ان ذلك يترافق مع استنزاف الغطاء النباتي من قبل الحيوانات نفسها.

3- تبوير الاراضي :

ان ترك الارض بدون زراعة لفترة طويلة (تبوير الارض) يؤدي الى انخفاض محتواها الرطوبي ومن ثم جفافها وانخفاض محتواها من المادة العضوية فتسهل تعريتها بالرياح.

س/ ماهي العلاقة بين الغطاء النباتي والتصحر؟
س/ هدك علاقة موجبة أو سالبة بالتصحر؟

4- استعمال المكائن والالات :

ادى استعمال الالات والمكائن والمعدات الزراعية والسيارات بشكل كبير نتيجة لمشاريع التنمية الكبرى في القطر الى التأثير على الحالة الطبيعية للتربة فدمر الغطاء النباتي الطبيعي وتحطم بناء التربة وتجمعاتها وتكوين الدقائق الصغيرة في سطح التربة مما يسهل تعريتها بالرياح.

5- مصدات الرياح :

ان عدم الاهتمام بإقامة مصدات الرياح لمعظم الاراضي والحقول الزراعية والجهل بأهميتها ودورها في حماية التربة من التأثر بالتعرية الريحية الى سهولة تأثير الرياح على الطبقة السطحية للتربة ومن ثم بدء تعريتها .

6- السيطرة على الفيضان :

ادى انجاز مشاريع السدود والخزانات على نهري دجلة والفرات لكي تتم السيطرة على مياه الفيضانات التي كانت تحدث في السابق ، فنتج عن ذلك حرمان مساحات كبيرة من الاراضي القريبة من الانهار من مياه الفيضانات التي كانت تؤدي (بالرغم من مساوئها المعروفة) الى تأثير ايجابي وهو غمر مساحات كبيرة من الاراضي غير المستغلة ولفترة طويلة قد تستمر الى نهاية فصل الصيف مما يعمل على زيادة محتواها الرطوبي ويبعد عنها خطر الجفاف فيقل احتمال تعرضها لمخاطر التعرية الريحية.

تثبيت الكثبان الرملية

ان الطرق المتبعة في تثبيت الكثبان الرملية تتشابه في اهدافها الى حد ما وان الاختلافات في اساليب التنفيذ ترجع الى توفر الامكانيات الفنية والمادية والمستلزمات الضرورية في عملية التثبيت وسوف نتطرق الى طرق التثبيت المتبعة عالميا وقسم منها مستخدم في العراق .

س/ ماهي الاعمدة التي يجب ان تأخذ بنظر الاعتبار لتقليل من تأثير التصحر؟
1- السيطرة على التعرية
2- النزل
3- الري
4- السيطرة على الفيضانات
5- المحافظة على رطوبة

الطرائق المعتمدة في تثبيت الكثبان الرملية تقوم على اساسين هما:

أولاً: التثبيت الميكانيكي (المؤقت) ويهدف الى:

1- تخفيض سرعة الرياح وافقادها القدرة على تحريك الرمال وتقليل طاقة النقل فيها .

2- اعاقة وصول الرياح الى سطح الكثبان الرملية وذلك لضمان استقرار سطح الكثبان وتحسين حالة تجمع التربة وزيادة قابلية دقائق الرمل على مقاومة التعرية الريحية .

ثانياً: التثبيت الحيوي (الدائم) ويهدف الى :

1- استقرار وتثبيت الكثبان الرملية .

2- تحسين الظروف البيئية المحلية .

3- تحويل مناطق الكثبان الرملية الى مناطق منتجة للاستفادة منها في مجالات متعددة.

الوسائل والاساليب المستخدمة في التثبيت الميكانيكي (المؤقت):

هي الوسائل التي تستخدم مؤقتاً لتثبيت الكثبان تمهيداً لعملية التثبيت الحيوي الدائم (الزراعة والتشجير)، ومنها:

أولاً: الحواجز والدفاعات الامامية :

تقام هذه الحواجز في اطراف (حواف) مناطق الكثبان الرملية وفي مواجهة الرياح الشديدة المحملة بالرمال كمصد للرياح حيث يعمل على تخفيض سرعة الرياح وتقليل القدرة الانجرافية لها ، وايضاً الى ترسيب ماتحمله الرياح من رمال. تنشأ هذه الحواجز والدفاعات بعدة اشكال وتصاميم تبعا لطبيعة الكثبان ولاتجاه الرياح وبشكل متعامد او منحرف مع اتجاه الرياح السائدة ، وتستخدم في انشائها المواد المتوفرة محلياً.

ومن اهم انواع الحواجز المستخدمة :

1- استعمال الحواجز النباتية ، ومنها :

أ- الاسيجة النباتية :

في هذه الطريقة تنسج الاغصان النباتية بشكل حزام يوضع على الارض بهيئة خط متصل ولمسافة تتناسب مع المنطقة التي يراد حمايتها ويثبت بوساطة الاسلاك الحديدية.

[في العراق استعملت انواع مختلفه من الاسيجه النباتية الواقيه (او ما تدعى بالاسيجة الميكانيكية) ، اذ تستخدم مجموعه من النباتات الجافه والاغصان الجافه في صنع هذه الاسيجه ، ففي محطة تثبيت الكثبان الرملية في النعمانية في محافظة واسط استعملت الانواع الاتية (تقريرمحطة النعمانية 1979) .

1- اسيجة نبات الجبجاب (Salsida destifera):

ان هذا النبات ينمو في المنطقة ما بين الكثبان وعلى سطوح الكثبان في الجهه المغايره لهبوب الرياح (Lee ward) ، حيث يمتاز هذا النبات بجذورة العميقة وانه مقاوم للجفاب لكنه نبات حولي ينمو في الربيع . وقد استعملت النباتات الجافه منه بشكل مربعات الشطرنج بابعاد 3*3 متر ، وارتفاع هذه الاسيجه يترواح بين 30- 35 سم من السطح.

2- اسيجة سعف النخيل:

تنشأ هذه الاسيجة من سعف النخيل ، ورتفاع هذه الاسيجة عن سطح الكثبان يترواح بين 40-50 سم وعلى شكل مربعات بابعاد 3*3 متر.

3- اسيجة نبات القصب (Phragmitis communis) :

هذه الاسيجة اقيمت على شكل خطوط متوازية عمودية على اتجاه الرياح السائدة في المنطقة ، والمسافة بين هذه الخطوط حوالي 7 متر وارتفاعها يتراوح بين 70-80 سم .

اما في بيجي في محافظة صلاح الدين التي تتميز بالكثبان الرملية الحقيقية فقد استعملت انواع اخرى من الاسيجه من نباتات اخرى اضافة للانواع الاخرى ، ومن هذه الانواع :

4-اسيجة نبات السلماس(Artemisia scorpia) :

ان نبات المستخدم في هذه الطريقة ينمو في الصيف ويتكاثر بسرعة وله تفرعات كثيرة واوراق صغيرة تشكل حاجزا جيدا لايقاف دقائق الرمال الزاحفة وفي الشتاء تنتشر بذورة وتحمل الى مناطق اخرى تنمو بالموسم التالي تنشأ الاسيجه بهذه المربعات بابعاد 3*3 متر او 4*4 متر وقد لوحظ بان البذور المتساقطة من اسيجة هذا النبات قد انبتت في الموسم التالي واصبحت عاملا مضافا مهما في تثبيت الكثبان الرملية في المنطقة (تقرير محطة بيجي ، 1979))

ب- استعمال الأوتاد الخشبية :

في هذه الطريقة تستخدم الاوتاد الخشبية والاغصان وذلك بتثبيتها على ابعاد مناسبة وتنسج الاغصان فيما بينها بعد تدعيمها بالاسلاك او الحبال.

ج- استعمال الاعمدة الخشبية وسعف النخيل :

تعتمد هذا الطريقة على اعمدة خشبية بطول 2.5-3 متر، ويدفن في الرمال جزء منها بطول 0.5 -1 متر بابعاد تتراوح بين 3-5 امتار، وتربط بالاسلاك المعدنية او بالحبال ، وهذه الطريقة على الرغم من نتائجها الايجابية الا انها قليلة الاستعمال لكونها مكلفة وتتطلب كميات كبيرة من السعف او الاغصان.

2- استعمال الحواجز النباتية والمواد المصنعة :

تعتمد هذه الطريقة على المواد المصنعة كالاوتاد الحديدية والتوصيلات السلكية لتلافي النقص في المواد النباتية الخشبية وبعض المساوىء الناتجة عن استعمالها في عمليات التثبيت المختلفة، واستخدمت هذه الطريقة في بعض الاقطار العربية ومن مميزاتها انه يمكن استعمال المواد المستخدمة في هذه

الطريقة لمرات عديدة، في تونس مثلا استخدمت اوتاد حديدية بقطر يتراوح بين 10-12 ملم حيث تقوس من طرفها العلوي وتثبت جيداً في الرمال ثم توضع على ابعاد 30 سم وينسج فيما بينها سعف النخيل .

2- استعمال الحواجز غير النباتية :

تستخدم المواد المصنعة لتلافي المساويء والنقص في المواد النباتية من اغصان وفروع واعمدة خشبية وللمساهمة في المحافظة على الغطاء النباتي من الاستنزاف والتدمير ولاسيما في مناطق الواحات والمناطق التي لاتتوفر فيها المواد الاولية اللازمة، وهذه المواد يمكن صناعتها وانتاجها محلياً او متوفرة طبيعياً، ومنها :

أ. استعمال الواح او صفائح الاسمنت :

تصنع هذه الالواح بطول 85 سم وعرض 45 سم ويتم اقامتها على الكثبان الواحدة بعد الاخرى مع ترك فراغ بحوالي 1 سم فيما بينها بعد تثبيتها جيدا في الرمال، واستعملت هذه الصفائح في الستينات في مناطق الواحات في تونس وفي مناطق الكثبان الرملية قرب نواكشوط عاصمة موريتانيا.

ب. استعمال الواح اللبن (الاسيجة الطينية) :

تقام هذه الاسيجة وتنشأ من مادة التربة الموجودة في الترب المجاورة للكثبان او الموجودة بين الكثبان، حيث تعمل مكعبات من اللبن (التربة الناعمة ممزوجة بالماء بنسبة معينة) و بأبعاد 5×20×40 سم، وبعد جفاف هذه المكعبات تدفن في الرمل بعمق 15سم بشكل متجاور، وقد تتحلل بفعل الامطار فتتغطى حينئذ بعض المساحات المجاورة لهذه الاسيجة بالتربة الناعمة مما يساعد على تكون تجمعات من الرمل والطين يصعب نقله بواسطة الرياح.

ج. استعمال البراميل الفارغة :

استخدمت هذه الطريقة في بعض الاقطار العربية عندما يتواجد فيها فائض من البراميل الفارغة ، حيث يرصف الواحد بجانب الآخر عند طرف

الكثبان المواجه للرياح(Wind ward) يملأ البرميل بالرمال لزيادة وزنه ومقاومته للرياح بحيث تكون مصداً لتلك الرياح ، ويمكن رفع مستوى هذه البراميل عندما يزداد تراكم الرمال امامها.

د. استعمال السداد الترابية :

ان هذا الاسلوب في انشاء السداد الترابية قد تم تطبيقه في العديد من دول العالم التي تعاني من مشكلة الكثبان الرملية، الا ان العائق الاساس في هذه الطريقة هو ضخامة حجم العمل المطلوب ومتطلباته الكبيرة من المكائن والمعدات . وقد استعمل هذا الاسلوب بنطاق واسع في مشروع تثبيت الكثبان الرملية في منطقة المصب العام ، وذلك لكونها طريقة فعالة في حجز الرمال وتأخير زحفها مما يفسح المجال لأعمال التشجير والري تحت ظروف افضل ، ولكون السداد الترابية يمكن ان تعد اسيجة حماية جيدة (ولاسيما ذات الارتفاع بين 3–4 امتار) لغلق مساحات كبيرة من الكثبان الرملية وبالنتيجة تحديد حركة الرعي فيها بل ومنعها نهائياً ، كما لوحظ بأن جوانب السداد الترابية تعد حاجزا للبذور الزاحفة بتأثير الرياح او المحمولة في الهواء ، اضافة الى حصولها على نسبة اكبر من الرطوبة عند تساقط اية كمية من المطر نتيجة لوجود الانحدار في جوانب السداد الترابية مما يشجع على زيادة انبات البذور ونمو مختلف الانواع النباتية مما يخلق ظروف مناسبة لتثبيت الكثبان حول تلك السداد مما يجعل منها فعالية لاحقا في وقف زحف الرمال .

ونتيجة للعمل الحقلي والدراسات الحقلية التطبيقية استقر اسلوب تنفيذ السداد الترابية على الشكل الآتي :

1. ارتفاع السداد الترابية بحدود 2.5 – 3 متر، ويتم التنفيذ بوساطة البلدوزرات حيث يتم تجميع التربة واعطائها شكل السدة وبدون اجراء عملية رص لها.

2. بالنظر لتغير اتجاهات الرياح (على الرغم من ان الرياح السائدة في المنطقة هي الريح الشمالية الغربية) فأن الشكل العام لتنفيذ السداد يكون اشبه بلوحة الشطرنج، وغالباً ماتعمل بأبعاد 500×500 متر، اي بمساحة 100 دونم للوحدة الواحدة.

هـ- التغطية بالتربة الطينية :

يقصد بالتغطية الطينية اضافة مادة تربط تربط دقائق الرمال المنفردة وتجعلها اكثر مقاومة للنقل بواسطة الرياح لذلك يتم نقل تربة تحوي بما لايقل عن 30% من الطين وتفرش كطبقة على سطح الكثبان الرملية وبسمك 7-10 سم مما ينتج عنه اختلاط دقائق التربة المنقولة بدقائق الرمل المنفردة في الكثبان، ويصبح حجم هذه المجاميع اكبر من حجم دقائق الرمل ويصعب على الرياح تحريكها من مكان الى اخر وهذه الطريقة يمكن ان تستعمل في حالة توفر الامكانيات المادية وتوفر التربة في منطقة مناسبة لمواقع الكثبان الرملية.

ثانياً: زيادة قابلية دقائق الرمل لمقاومة التعرية الريحية :

للتعرية الريحية سواءا كانت للرمال او للتربة علاقة مباشرة بحجم الدقائق ، إذ هو احد العوامل المحددة لذلك ، ومن هذا المنطلق اجريت العديد من الدراسات والبحوث واستعملت العديد من المواد بهدف زيادة مقاومة الدقائق للتعرية الريحية ، ولابد من التطرق الى بعض الاسس في كيفية ارتباط هذه المواد بالدقائق.

ان الاواصر (Bonds) تقوم بالربط بين دقائق الرمال او دقائق الطين والغرين حيث تربطهما مع بعضها، اذ تكون الاواصر كمواد (سمنتية) تربط بين الجزيئات الكبيرة للمواد الكيميائية او العضوية المضافة ودقائق التربة. ان مايحدث هو عملية امدصاص (Adsorption) بين سطوح هذه الدقائق والمواد المضافة من خلال الاواصر التي تنشأ بينها، والاواصر هي الآصرة الايونية

اكثر قوة من الاواصر الاخرى تليها الأصرة التساهمية ثم الهيدروجينية ثم آصرة فان دير فال.

ان ضعف القوة التي تجمع وتربط بين دقائق التربة في بعض الظروف ادت الى نشوء فكرة ايجاد مادة لاصقة(Adhesive) لها مرونة كافية لتصل بين عدد كبير من دقائق التربة ومنتشرة على مساحة كبيرة وتربط بينها ، وفي نفس الوقت تكون ذات تماسك قوي (Coherent)بحيث لها القابلية على مقاومة التمزق او القطع او الانحلال ، وقد استعملت البوليمرات(Polymers) (اللدائن) من اجل ذلك . ان استعمال البوليمرات واهميتها في ربط دقائق التربة يتأتى من انها تحتوي على عدد كبير من الاقطاب ذات الشحنات المختلفة والتي يمكن ان تكون اواصر من نوع فان دير فال مع دقائق التربة المختلفة (Adsorption) ومع بعضها البعض (Cohesion) ، وان كل البوليمرات لها صفة الالتصاق (Adhesion) حالما تكون بتماس مع الاسطح (Hallsworta,1975) .

تقسم البوليمرات على مجموعتين رئيسيتين ، هما المحبة للماء (Hydrophilic)والكارهة للماء(Hydrophobic) ، ومن المواد التي تعود الى المجموعة الاولى هي البتيومين (bitumen) و(poly steren) و(poly vinylacetate) ومشتقات المطاط (Natural rubber latex) . ومن المواد التي تعود الى المجموعة الثانية فهي بولي فنيل الكحول (Polyvinylalcohol)(PVA) و (Polyacrylamide) (PAM) و (Poly (Ethylene glycol) (PEG) .

لابد من توفر الصفات الاتية في المواد التي تستعمل بهدف تثبيت دقائق الكثبان الرملية :

1. تكون ذات قوة لصق عالية (Adhesive) لدقائق الكثبان ولاسيما عند وجود دقائق من الطين والرمل معاً، وان هذه الصفة للمواد الكيميائية لها

علاقة مباشرة بالوزن الجزيئي حيث بزيادة تزداد قوة اصرة فان دير فال .

2. تتوزع هذه المواد وتنتشر بين الدقائق بصورة جيدة ومتجانسة .
3. تكون ثابتة في الماء ، اي لاتتحلل او تتفتت او تذوب بتساقط الامطار مثلا .
4. لاتكون سامة للنباتات .
5. تكون مدة بقائها تتناسب والفترة الزمنية المطلوبة لنمو النباتات .
6. تستعمل بكميات قليلة ، لتقليل الكلفة الاقتصادية لها .

المواد (المحسنات) التي استخدمت في تثبيت الرمال :

أ- المواد او المشتقات النفطية :

وهي من اهم المواد التي استخدمت في تثبيت الرمال و الكثبان الرملية، ومن انجحها سواءً من الناحية العملية او الاقتصادية، ومنها :

1- المستحلبات الراتنجية المائية (الفلانكوت):

وهي مستحلبات سائلة من الماء وراتنجات نفطية طبيعية ويمكن تخفيفها بنسب كبيرة من الماء دون حدوث اي تكسير فيها.

ومن اهم خواصها قدرتها على تحمل العوامل الجوية المتغيرة ومقاومتها لعوامل التحلل، وتكون المستحلبات سطحا مساميا صلبا يقاوم عوامل التعرية المختلفة ويساعد على تسرب مياه الامطار او مياه الري، وتستخدم بمعدل 3 الاف غالون / هكتار .

2- المستحلبات الاسفلتية :

يكون تحضيرها بسرعة ، وهي لاتتسرب في الطبقات العميقة للتربة كالذي يحدث في المستحلبات الراتنجية ولكنها افضل منها في حالة تثبيت مساحات تحت ظروف مناخية قاسية ، وتضاف بمعدل 2500 غالون /هكتار .

3- مستحلبات القار:

ان لهذه المستحلبات تأثير جيد في حفظ الرطوبة في التربة ، وتستخدم بمعدل 1000 كيلو/هكتار.

4- زيوت شمعية ثقيلة :

وهذه يمكن استخدامها كمواد مثبتة ورخيصة وتنفذ بعمق 10-20 سم ، وتعمل كمواد لاصقة لدقائق الرمل .

5- النفط الخام :

أستخدم النفط الخام في تثبيت الرمال منذ عام 1929 واول تجربة دولية له كانت في عام 1950 حيث تم استخدامه بنجاح كبير في ليبيا .

6- مستحلب البتيومين :

يتصف هذا المستحلب بأنه يكون طبقة ثابتة تتميز بصلابتها فوق اسطح الدقائق الرملية ، حيث تؤدي الى تجميع دقائق الرمل وتمنع تبخر المياه من التربة ويتصف ايضا بامكانية رشه بوساطة المضخات دون الحاجة الى تسخينه .

7- هناك العديد من المواد الاخرى التي تتصف بقابليتها على لصق دقائق الرمال مع بعضها ، كما توجد ايضا طبقات بشكل صفائح بأطوال مختلفة تتكون من طبقة عليا واخرى سفلى من مادة سليلوزية مسامية (مثل ورق الترشيح) توجد بينهما طبقة وسطى من نوع (هيدروجيل) وهي مادة مصنعة من النفط ، وتصنع هذه الصفائح بثلاثة انواع متفاوتة السمك تختلف في حجمها ووزنها . وتنشر هذه الصفائح في الرمال بعد ازالة الطبقة السطحية للرمال ثم تعاد الرمال بعد وضع الصفائح . كما يوجد نوع اخر من الصفائح يكون بشكل شبكة تنشر فوق سطح الرمال مباشرة .

التثبيت الدائم للكثبان الرملية

ان التثبيت الحيوي الذي يتم عن طريق التشجير هو من اهم وانجح الوسائل المتبعة في تثبيت الكثبان الرملية ، التشجير يؤدي الى تثبيت الكثبان الرملية بشكل دائم ويعمل على استقرارها وعدم حركتها الى اماكن اخرى ، ومن ثم تحويلها الى مناطق منتجة .

فالتشجير: هو اختيار وزراعة الانواع الشجرية المناسبة في المناطق او الاراضي التي اصبحت او في طريقها الى ان تصبح جرداء بسبب تدهور غطائها النباتي وسوء الاستغلال لهذه المناطق .

من المميزات التي توفرها عملية التشجير ، مايأتي :

1. تثبيت الرمال وحماية الاراضي الزراعية و المنشآت الاقتصادية والمدنية من زحف الرمال والتخلص من اثارها السلبية .
2. صفة الاستدامة والاستمرار .
3. تحسين الظروف البيئية المحلية .
4. تحسين الصفات الفيزيائية والكيميائية للتربة .
5. توفير الاخشاب والمحاصيل الزراعية نتيجة لزراعة اشجار الغابات والفواكه .
6. ايجاد مناطق جديدة للتنزه والترفيه .
7. يؤدي التشجير بالاضافة الى تثبيت الكثبان الرملية الى اعادة الغطاء النباتي الطبيعي ومن ثم الى زيادة محتوى التربة من المادة العضوية وخلق توازن جديد بين مكونات البيئة الاساسية.

مواصفات النباتات الموصى بها لتشجير الكثبان الرملية:

من الضروري اختيار الانواع الشجرية الملائمة للنمو في الكثبان الرملية ولها القابلية على تحمل ظروفها القاسية ، اي ان تكون مقاومة للجفاف والحرارة العالية والظروف البيئية الصعبة ، وتتحمل الرعي

مواصفات النباتات الموصى بها لتشجير الكثبان الرملية

والاستغلال السيء للارض وقادرة على تثبيت التربة وتحسين صفاتها ،

من خلال المواصفات الاتية :

1- ان يكون نمو الجذور عموديا وتفرعاته الافقية كثيفة .

2- ان يكون نمو الشتلة في السنوات الاولى لزراعتها سريعا .

3- ان يكون المجموع الخضري سريع النمو وكثير الاوراق وذلك ليوفر العلف قابلة مخلفات نباتية اكثر.

4- ان تكون قابلة للتكاثر الخضري .

عوامل اختيار الشتلات والمغروسات :

1- تستخدم العقل في حالة كون الماء الارضي عميق الى حد ما، أما في حالة ان الماء الارضي قريب من سطح التربة فيمكن ان نستعمل الشتلات لاغراض الزراعة.

2- مرحلة الزراعة، هناك مرحلة اولية قبل مرحلة التشجير النهائية مثل زراعة الشجيرات لتحسين الاحوال البيئية المحلية نحو الافضل.

3- الفائدة الاقتصادية ، ماهي الفائدة الاقتصادية التي يطلب تحقيقها من الاشجار وهل يمكن الاستفادة منها للعلف او الوقود او التنزه وربما تهمل الفائدة من النباتات في حالة وجود حاجه فعلية وضرورية ولا تتوفر تلك النباتات .

4- ان الشتلات تتصف بالمواصفات الاتية:

1- ان تكون كبيرة وطويلة لها مجموع جذري جيد قابل للامتداد والانتشار وان تكون مزروعة في وعاء وليست عارية الجذور.

2- ان تكون مؤقلمة ومارة بمرحلة التقسية اللازمة قبل زراعتها لتتحمل الظروف البيئية القاسية الجديدة ويكون ذلك عن طريق :

أ. تقليم الجذور لتتمكن من اعطاء مجموعة جذرية قادرة على الانتشار والحصول على الرطوبة.

ب. تقليل التظليل وعمليات الري تدريجيا لتتعود على تحمل الحرارة المرتفعة والجفاف.

ج. تغيير اماكن الشتلات في المشتل لتعويد الشتلة على تحمل التغيرات المفاجئة في البيئة.

5- ان تتصف العقل بالمواصفات الاتية :

1- ان تكون من الانواع سريعة التجذير والنمو.

2- ان تكون العقل طويلة (1-2 م) ولايقل قطرها عن (1.5-2سم) وبعمر (1-2 سنة).

3- ان تكون حديثة القطع وان تزرع مباشرة ودون تأخير.

ومن المعروف ان العقل اما ان تنقع بالماء او تعامل بحامض الجبريلك (كهرمون) المساعد على تسريع نمو الجذور . لذلك فان معاملة العقل قبل زراعتها يساعد على نمو تلك العقل بصورة جيدة

الدراسات التي اجريت حول التشجير في العراق :

اجريت بعض الدراسات حول التشجير في محطة بيجي لتثبيت الكثبان الرملية ، حيث اظهرت النتائج نجاح زراعة اشجار اليوكالبتوس *Eucalyptus microthica* والاكاسيا *Acacia cyanophylla* وشوك الشام *Prosopis spp.* والباركنسونيا *Parcinsonia spp.* و الاثل *Tamarix articulate* (تقرير محطة بيجي ،1979).

وفي محطة تثبيت الكثبان الرملية في النعمانية تمت زراعة العديد من الاشجار مثل اليوكالبتوس والاكاسيا ، وفي المصب العام زرع الاثل والكازورنيا واليوكالبتوس والاكاسيا وشوك الشام والباركنسونيا .كما يجب ان لايغفل دور النباتات الاخرى التي تساهم في خلق غطاء نباتي جديد كشجيرات الرغل *Atriplex spp.* و الدخن الازرق *Panicum spp.* وهو نبات نجيلي

والخروع *Ricinus communis* . اضافة الى النباتات التي تنمو بشكل طبيعي في هذه المناطق كالطرطيع *Suaeda spp.* والجبجاب *Pulicaria spp.* و العاكول *Alhagi marorum* والشوك والقصب *Phragmitis communis* .

ومن الطرائق التي اثبتت نجاحاً كبيراً في التثبيت الدائم الكثبان الرملية طريقة الزراعة عقل الجافة Dry planting، (الزراعة الجافة تعني زراعة الشتلات أو العقل بدون ري)، اذ تزرع النباتات اعتماداً على الرطوبة المخزونة في الطبقات تحت السطحية للكثبان الرملية. وتتضمن هذه الطريقة غرس عقل الاثل ذات الطول 1.5 متر المنقوعة بالماء لمدة 24 ساعة، في الكثبان الرملية بعمق 1 متر. ان نجاح هذه الطريقة يعتمد أساساً على خواص التربة الرملية التي تقوم بخزن كل مياه الامطار الساقطة وهي كميات تثبت بانها كافية لامداد عقل الاثل بما تحتاجه من الرطوبة لنموها (صالح، 1986).

بحوث تثبيت الكثبان الرملية في العراق

فيما ياتي بعضاً من التجارب والدراسات التي تناولت موضوع تثبيت الكثبان الرملية في العراق من جوانب مختلفه ، وتكاد تنحصر هذه التجارب والدراسات في بعض محطات تثبيت الكثبان ومنطقة المصب العام .

في محطة بيجي اجريت عدت دراسات لتثبيت الكثبان الرمليـــــة منذ انشاء هذه المحطة في عام 1975، ومن هذه التجارب استعمال مادة الكيروسول لتثبيت الكثبان ، حيث استخدمت معدات الرش اليدوي لرش هذه المادة بعد تخفيفها بالماء بنسبة 6:1 و 8:1 و 10:1 (كيرسول : ماء) ، وقد تكونت طبقة صلبه منها بعد الجفاف يتراوح سمكها بين 4-6 ملم ويزداد سمكها كلما ازداد التركيز ويتبع ذلك ازدياد صلابتها ومقاومتها للريح . لقد اظهرت النتائج ان المعاملة 8:1 حافظت على تماسكها لمدة ثلاث سنوات واخذت النباتات الطبيعية بالنمو في المنطقة بصورة جيدة .

كما اجريت في المحطة نفسها التغطية بالترب الطينية ، حيث تضاف طبقة طينية فوق سطح الكثبان الرملية بسمك يتراوح بين 10-30 سم لتكوين طبقة تمنع حركة الرمال . وقد اضيفت كميات مختلفة من الترب الطينية لتغطية الكثبان كان أفضلها 12.5 طن / دونم مقارنة بالمعاملات 10 طن / دونم و7.5 طن / دونم

واجريت تجربه لدراسة تاثير محسنات التربة (Soil conditioners) في تثبيت الكثبان الرملية قام بها القريشي وصالح (1988) ، حيث استخدم عدة محسنات من المشتقات النفطية والنفط الاسود (fuel oil) ومستحلب البتيومين (Bitumen emulsion) والمخلفات النباتية (السوس والكوالح والبكاز والسوبر موس) . اذ اضيفت هذه المواد بعدة معدلات ودرست تاثيراتها في بعض الصفات الفيزيائية والرطوبية للطبقة السطحية من الكثبان الرملية وتاثيرها في الغطاء النباتي الطبيعي .

اظهرت نتائج البحث تفوق المشتقات النفطية على النباتية في تحسين الصفات الفيزيائية المدروسة حيث زادت كل من قيمة المعدل الموزون (Mean weight diameter) ومن قيمة نسبة المجاميع الجافة ذات القطر الاكبر من 0.84 ملم (غير القابلة للتعرية الريحية) وخفضت من معدل الهدم

(De aggregation rate) للمجاميع الجافة بالنخل الجاف وزادت من الزمن المطلوب للتحطيم التام لمجاميع التربة الجافة وارجاعها لحالتها الاصلية. وكان النفط الاسود اكبر تاثيرا من البتيومين في حين كان تاثير المواد النباتية ضعيفاً خلال فترة التجربة (سنه كاملة).

لقد ادت المستويات العالية من اضافة المشتقات النفطية رشاً (1و 2 لتر / م^2) للنفط الاسود و (2.5 و 5%) للبتيومين الى تاثيرات سلبية على الغطاء النباتي الطبيعي ، بينما كان تاثير مستويات الاضافة الواطئة للمشتقات

(0.5 لتر / م^2) للنفط الاسود و (1%) للبتيومين ايجابياً على النبات الطبيعي.

في محطة النعمانية استخدمت عدت مواد لتثبيت الكثبان الرملية منها مادة الكيروسول التي اضيفت بعدة مستويات وتم قياس معدل التعرية للمعاملات خلال فترة التجربة ولمدة سنتين واظهرت النتائج ان افضل معاملة من حيث نتائجها كانت 8:1 ثم 10:1 اذ ساهمة في تثبيت الرمال ولم تتاثر بالحرارة او الرياح الشديدة وقد نمت النباتات الطبيعية في هذه المعاملات بصورة جيدة.

ودرس الباحث الراوي (1986) تاثير اضافة بعض المواد الكيميائية والنفطية (المطاط واليوريا فورمالديهايد) والاسترات في تثبيت الكثبان الرملية ، و اوضحت النتائج ان المشتق النفطي (الاسترات) الذي استعمل مع عدة خلائط له مع النفط الابيض والغاز بنسب مختلفة للرش لكثبان رملية متحركة قرب ناحية الفجر في جنوب العراق هو الافضل في التثبيت اذ اتضح للباحث ان الكثبان الرملية التي تم رشها بهذه المادة بقيت ثابته في مكانها حتى بعد مرور 4.5 سنه من بدء التجربه في حين تعرضت الكثبان المعاملة بالمواد الاخرى الى التعرية الريحية بعد فترة قصيرة .

الفصل السادس

مكافحة التصحر

يعد التصحر أحد المظاهر الخطيرة للتدهور البيئي، فإذا لم تحدد اسباب التصحر، وتعالج، فقد يبلغ الأمر درجة يجعل من الصعوبة علاجه لاحقاً. ان الإدارة الجيدة في مجالات التربة والمياه وكيفية استغلال الموارد البشرية هي افضل طريق للتخفيف من حدة التصحر وخطره، ولكي تضمن الدولة مراقبة دقيقة للأحوال الطبيعية السائدة في البيئة عليها أن تنفذ خطة وطنية ذات اتجاهات متعددة ومتكاملة في هذا المجال.

لقد بذلت كثير من الدول جهوداً لمكافحة التصحر، ومع أن التعاون العالمي ضروري في هذا المجال اذ ينبغي أن تأخذ برامج مكافحة التصحر في الحسبان الاحتياجات الفردية لكل دولة من الدول، فما ينطبق من حلول على دولة متقدمة ربما لا يفي باحتياجات دولة في طريق النمو، لأن برامج مكافحة التصحر لا تاخذ في حسبانها الخصائص الطبيعية للبيئة فحسب، بل تهتم أيضاً بالخصائص الاجتماعية والاقتصادية والثقافية في القطر، ومن هنا يعتمد نجاح البرنامج على مستوى الوعي البيئي والمقدرة الاقتصادية والخبرة التقنية للاقطار، وكذلك درجة خطر التصحر وتعتبر معالجات التصحر الجذرية مكلفة ولكنها ضرورية جداً.

بعض المقترحات المطروحة لمكافحة التصحر

أولاً: اقترح (Hare et. at.,1977) على بذل الجهود للتغلب على التصحر والتخفيف من وطأة آثاره البيئية إلى أدنى حد ممكن بحيث لا يصبح الإنسان أحد عوامل عملية التصحر، وفي مجال الارصاد الجوية و تخفيفاً لآثار التغايرات المناخية. ويوصي الباحثون بالاهتمام الكبير بمكافحة التصحر وضرورة وضع الخطط والبرامج في الامور الاتية:

أ- الاستفادة من السجلات المناخية المتوفرة للفترات السابقة .

ب- بذل المحاولات للتنبؤ بالاختلافات المناخية الفصلية والسنوية عن طريق النمذجة(Modelling).

ج- استخدام الوسائل المتقدمة للتنبؤ كصور الأقمار الصناعية على سبيل المثال.

د- تعديل الطقس عن طريق تلقيح السحب (الامطار الاصطناعية.

ثانياً: ذكر (Bowden, 1977) نقطة مهمة للتخفيف من خطر التصحر، فبعد مناقشته للتصحر في السهول العظيمة (Great Plains) بالولايات المتحدة الامريكية اكتشف أن المزارعين في محاولتهم تخفيف الأزمة اذ كيفوا أنفسهم مع بيئة السهول العظمى منذ التسعينات من القرن التاسع عشر، وكان من نتائج هذا التكيف فقد زادت مزارعهم من ناحية المساحة. ولاحظ أن مساحات المزارع قبل سنة 1890 كانت مساحات صغيرة متوسط مساحتها 65 هكتاراً، ومعظم تلك المزارع لم تعطي أي انتاج يذكر نتيجة للجفاف الذي حدث سنة 1890. ونتيجة لذلك حدثت زيادة مطردة في مساحة المزارع حيث بلغ متوسطها في هذه الأيام 283 هكتاراً، ومن المتوقع أن تستمر مساحات المزارع في النمو، بينما تنخفض أعدادها. وأطلق Bowden على ذلك (الثورة الزراعية) التي تقوم على مبدأ دمج المزارع، وتنبأ بنشاط هذه الحركة عند حدوث أي جفاف في المستقبل أي ان تغير نمط العلاقات بين المزارعين كان له اثر كبير في معالجة الجفاف واثاره.

وتوحيد المزارع فكرة أعطت نتائج مثمرة، فقد نجحت في الولايات المتحدة الامريكية، ومن الممكن نقلها إلى أجزاء أخرى من العالم، ولاسيما في العالم الثالث، حيث يمكن تطبيقها مع شيء من التعديل، فالمزارعون ينبغي أن يتملكوا أسهماً في المزرعة الكبيرَة، وأن يعملوا فيها في الوقت نفسه. وبمساعدة الحكومة ستتاح لكل شخص فرصة امتلاك حصة في المزرعة، كما سيتاح للناس فرص عمل كثيرة، ان المزارعين سوف يتفهمون مشكلة الجفاف وان ما

يواجههم هو هم للجميع ،فتستطيع المزارع ذات المساحة الأكبر من سواها أن تتحمل الخسارة، بينما لا تستطيع المزارع ذات المساحة الأصغر أن تفعل ذلك.

ثالثاً: اقترح (Dregne, 1976) برنامجاً لمكافحة التصحر للدول النامية من أربع نقاط:

أ. الالتزام الوطني في البداية لمكافحة التصحر وتتبعها حتى النهاية وعدم التوقف في المنتصف .

ب. توجيه برامج الإصلاح إلى أحسن المناطق ظروفاً حتى تتاح فرص أفضل للنجاح مما يشكل دفعة للاقتصاد إلى الأمام، وبالتالي يتفهم الناس والمزارعين ويندفعون للعمل ، وتتأكد مشاركتهم في البرامج لبيان نتائجه الايجابية الناجحة.

ج. إنشاء صناعات تحويلية على نطاق ضيق تعتمد على الزراعة لاستفادة المواطن .

د. العمل على تحسين القاعدة الوطنية الاقتصادية والتعليمية في المناطق المتأثرة بالمشكلة.

ويؤكد (Dregne, 1976) أن النقاط الأربعة ينبغي تنفيذها واحدة بعدالأخرى، نظراً لأهميتها، وعدم إمكان الاستغناء عن إحداها.

رابعاً: يعتقد الكثيرون أن التقنية هي العلاج الأهم لجميع المشاكل المتعلقة بالتصحر، ومع ذلك فالاعتماد الكلي على التقنية الحديثة تصاحبها الكثير من الاخطاء، بل نجده يؤدي في بعض الأحيان إلى التصحر، بدلاً من تجنبه، مثل سوء إدارة مياه الري، والإسراف في استغلال المياه الجوفية، وأنظمة الصرف التي تفتقر إلى الكفاءة، والترسيب وفقدان التربة الخصبة بسبب أنظمة الزراعة التي تخلو من الادارة العلمية السليمة، ونقص الغطاء النباتي، والتحديد غير الكافي للموارد المائية (Anaya-Garduno 1977).

إن الإدارة السليمة للأنظمة البيئية بالأراضي الجافة مهمّة جداً، قبل تطبيق أي نمط من أنماط التجديد التقني، فالطرق التقنية والمعدات التي استخدمت بنجاح في المناطق الرطبة قد أسهمت في التصحر في البيئات الأكثر جفافاً، ولذلك ينبغي الاهتمام بالتقنية التقليدية المحلية التي يمكن بقليل من التعديل أن تكون أكثر ملاءمة من التغيير التقني الجديد بصورة جذرية، والسبيل لتحاشي سوء استخدام التقنية هو أن نلتزم بالأسلوب البيئي الذي يتعامل مع النظام البيئي الجاف لكونه كلاً متكاملاً، تتفاعل عناصره فيما بينها على نحو من التناسب السليم (United Nations,1977).

ولا يمكن لأي نظام تقني مهما بلغت درجة تقدمه أو اتصافه بالعملية أن يحقق النجاح إلا إذا اهتم بالبرامج التعليمية والتدريبية لنشر المعلومات، والمحافظة على سيطرة المجتمع على موارده، والعدل في توزيع هذه الموارد، وضمان مستويات للمعيشة تتسم بالأمان، والتغلب على معوقات النشاط البشري والحيواني (Anaya– Garduno, 1977).

ويؤكد (Cloudsley–Thompson,1977) بأن مشكلة زحف الصحراء هي مشكلة سياسية واجتماعية، كما يؤكد – أيضاً – أن الحلول العلمية معروفة منذ عقود على الرغم من أن أي أحد يعتقد بإمكان حل المسألة عن طريق التقنية وحدها، لابد أن يكون ممن يحلقون في عالم من الأحلام لاستحالة ذلك .

خامساً: اقترح البعض ضرورة تغيير الطقس والمناخ، حتى نتمكن من تخفيف خطر التصحر في المناطق الجافة، وأوصى Black & (Tarmy,1963) باستخدام الإسفلت كغطاء حتى تزيد الأمطار حيث يرش هذا الغطاء الإسفلتي قرب جسم مائي كبير. وطبعاً سيكون بياض (Albedo) في الغطاء الإسفلتي أقل من المناطق المجاورة، فتنشأ تيارات حمل حراري فوق الغطاء الإسفلتي، تشابه على نحو من الأنحاء فعل الجبل، إذ يجبر الهواء على الصعود لأعلى، مما يؤدي إلى التكثف وتكون السحب، فتتاح الفرصة لسقوط

الأمطار.وقد تعرضت هذه الفكرة للنقد، بدعوى أنها قامت على اسس نظرية، ولم تطبق بعد (Glantz, 1977).

سادساً: أوصى آخرون بتوزيع غبار الكربون في الغلاف الجوي فمن شأن الكربون أن يمتص الإشعاع الشمسي في الغلاف الجوي الذي يؤدي إلى تسخين الهواء الذي حوله. ومن المفترض أن هذا المصدر الحراري يزيد من عملية التبخر فوق المسطحات المائية مما يؤدي إلى تكون السحب الركامية التصاعدية فوق سطح الأرض(Gray, et. al. 1976). ويخشى أن يكون لهذه المادة آثار طويلة الأجل على البيئة نظراً لضرورة استخدامها بصورة مستمرة كلما تكون حاجه لاستعمالها (Glantz 1977).

سابعاً: اقترح البعض إنشاء مناطق مياه مفتوحة في الأحواض المنخفضة بأفريقيا، لرفع معدل التبخر، وإيجاد مصدر مائي يحدث التبخر فوقه، وسيؤدي هذا بطبيعة الحال إلى زيادة بخار الماء في الهواء، غير أن المشكلة تكمن في أنه حتى في أشد فترات الجفاف الذي قد يحدث في أي مكان في العالم تنطلق كتل مائية ضخمة على شكل بخار ماء غير منظورة فوق رؤوس الناس. والسبب الرئيس للجفاف في جميع الأحوال تقريباً هو نقص العمليات الديناميكية القادرة على إنتاج الحمل الحراري الذي يسبب التبريد الذاتي(Adiabatic cooling). وبالتالي يكون تكوّن السحب أول خطوة لا غنى عنها لسقوط أي كمية من الماء على سطح الأرض (MacDonald, 1962, Quoted in Glantz,1977).

ثامناً: يمكن تعديل الطقس بتلقيح السحب(Cloud–seeding) وجرب ذلك في عدة دول محققاً قدراً محدوداً من النجاح. وفي الولايات المتحدة نجح مشروع حوض نهر كولورادو (Colorado River Basin Project) في زيادة كمية الثلج بنسبة 30% (Eagleman,1980).

تاسعاً: اقترحت تدابير أخرى للتخفيف من خطر التصحر، مثل تشجير الأراضي الجافة من خلال استغلال موارد المياه الجوفية واستخدام اقل الكميات من الماء في الري الذي يعد أمراً جوهرياً لتثبيت التربة، وإيقاف غزو الرمال، وزيادة فرص المطر، فقد أشير إلى أن ثمة صلة بين الغطاء النباتي وسقوط الأمطار.

وأهم من ذلك هو وجود الماء، ولذلك فقد اقترح أن أفضل طريقة للتغلب على نقص الماء، إلى جانب تنمية الموارد المحلية، هو إحضاره من مناطق أخرى خارج المناطق الجافة، وأحد هذه المناطق هو القارة القطبية الجنوبية (Antarctica)، حيث يمكن نقل جبال الثلج عبر البحار إلى مناطق مثل كاليفورنيا والمملكة العربية السعودية وأستراليا وكثير من دول أفريقيا. وعلى كل حال فأفضل وسيلة للتخفيف من خطر التصحر هو اتباع خطة واقعية جيدة لا تأخذ في حسبانها محدودية الموارد الطبيعية بالمناطق الجافة فحسب، بل تهتم أيضاً باحتياجات السكان هناك. ويتبقى أن تضع الخطة في الحسبان الموارد المتاحة، ودرجة استعداد الناس للتعاون من أجل تنفيذ الخطة، بالإضافة إلى الطبيعة الهشة للنظام البيئي بالمناطق الجافة، واستغلال الموارد والتقنية المحلية والعمل على تطويرها ومثل هذه التقنيات شبه مستحيلة لكلفتها العالية.

أو أن نظام الحمى التقليدي، والدعم الحكومي لحركة المحافظة على الحياة الفطرية، وإقامة المناطق المحمية .(المنطقة المحمية : تعني المنطقة من الأرض التي تحمى من الرعي وقطع الأشجار، إنه نظام توفير احتياطات للرعي)، حيث تترك الحشائش والأعشاب والأشجار دون مساس بها لمدة ممتدة من الزمن، ولا يجوز الرعي بها إلا تحت ظروف معينة، كاشتداد الجفاف على سبيل المثال. وهذا النظام أكثر انتشاراً في دول العالم ,وهناك محميات كثيرة يتفق الباحثون على أنها ترجع إلى ما قبل الإسلام، ويختلف الغرض من هذه المحميات من مكان إلى آخر.ولا شك أن رعي الناس قطعانهم حيثما أرادوا، أضف إلى ذلك

للرعاة وقطعانهم وعيشهم الدائم ، قد أدت إلى التدهور السريع للمراعي وتظهر آثار ذلك بجلاء ووضوح عندما تقارن الأشجارفي المناطق التي وُفرت لها الوقاية والحماية فهذه المناطق تتميز عما سواها من البيئة الجافة بغطائها النباتي الكثيف، أما المناطق غير المحمية حولها فقد خلت من الأشجار. وهذا دليل آخر على أن الجفاف ليس هو العامل الوحيد المتسبب في تدهور المراعي.

ويعترف خبراء المراعي بأن المناطق المحمية من رعي الماشية تعد من العوامل المهمة في تقويم آثار الرعي، واتخاذ الخطوات والتدابير اللازمة لعلاج حالة الإفراط في الرعي. وهي غالباً تعد نقاط انطلاق لبرامج الإصلاح الرعوي (Rehabilitation) ، ونشر بذور النباتات المحلية لإعادة الغطاء النباتي والشجري إلى حالته الطبيعية.

الطرق المتبعة لايقاف حركة الكثبان الرملية والحد من التصحر

1- خفض ارتفاع الكثبان القريبة من القرى والارياف وحتى من المدن وذلك بنقل بعض الرمال في كل كثيب من الجهة المقابلة للريح الى الناحية الموازية (المدابرة) له حتى تتم تسوية قمة الكثيب بباقي أجزائه وهنا يتوقف عن الحركة.

2- تتوقف حركة الكثبان بغرس دعامات خشبية أو حديدية في هذه الكثبان والقيام بمحاولة زرع بعض النباتات على الجوانب المقابلة للريح من الكثبان مما يساعد على تثبيت الرمال ويمنع دحرجتها نحو قمة الكثبان وتختار النباتات على ضوء المناطق المناخية التي توجد فيها الكثبان المراد ايقاف حركتها.

3- في حالة وجود غطاء نباتي على الكثبان لابد من حمايته وذلك بالري السليم وعدم اقلاع جذور هذه النباتات وسيقانها وذلك لان السيقان والاوراق المكونة للغطاء النباتي للكثبان تساعد على تماسك الرمال وعلى تكوين مواد دبالية

وتربة تقلل من تبخر الماء الكائن في الكثبان وكل هذه العوامل تساهم في تثبيت هذه الكثبان.

4- زرع الاشجار الكبيرة والمعمرة في مناطق الكثبان. ولا سيما عند حدودها المقابلة للريح، وفي العادة لاتزرع هذه الاشجار الاّ بعد محاولات لتعشيب الكثبان وزراعتها بالنباتات الصغيرة والحولية.

5- من الطرق الحديثة لمكافحة حركة الكثبان الطريقة التي تسمى بقتل الكثبان حيث يتم غرسها بطبقة من الحصى على الجوانب المقابلة للرياح وهذا يؤدي الى التقليل من تطاير الرمال مع حركة الرياح.

6- هناك ايضاً طريقة تعتمد على التاثير الكثبان برشها بالنفط الاسود أو باية مواد اصطناعية ذات لزوجة عالية غير قابلة للتطاير. تستعمل هذه الطرق في المناطق الصحراوية القاحلة التي لا تسمح بنمو اي نوع من النباتات فيها.

7- لمكافحة الكثبان الشاطئية التي تتحرك بسرعة كبيرة من الشاطئ نحو البر هي استزراع الكثبان وتشجيرها واقامة الاسوار عليها. وهذه العملية اسهل من مكافحتها في المناطق الصحراوية؛ وذلك بسبب ارتفاع الرطوبة في الكثبان الرملية بالاضافة الى قربها من الشاطئ وارتفاع الماء الارضي هناك ونود الاشارة الى ما وجده احد المؤلفين لهذا الكتاب ان المسؤولين في باكو يستخدمون مياه البحر لري نباتات على الشواطئ الرملية باستخدام الري بالتنقيط وكانت الزراعة ناجحة جدا .

8- يمكن تثبيت الكثبان الرملية بطرق حديثة ايضاً وذلك باحداث أمطار اصطناعية واسقاطها على الكثبان الرملية أو الاستفادة من السيول الموسمية في منطقة الكثبان والاتية من مناطق بعيدة اخرى مما يساعد على تثبيت الكثبان الرملية. وهاتان العمليتان تؤديان في المستقبل كمستودعات نموذجية لخزن المياه فيها والاستفادة منها في فترات معينة ولغايات مختلفة ومتعددة خلال السنة ولاسيما في فترات الجفاف. ولكن هناك شرطاً اساسياً يجب ان يتوفر في

الكثبان وهي وجود كثبان رملية على سطح صحراء طينية أو طبقة غير نفاذية. ففي هذه الحالات عندما يسقط الماء يغيض بسرعة في الكثبان مما تحميه من التبخر ويصل الماء الغائض الى الطبقة غير النفاذية الموجودة تحت الكثبان بعد ذلك مما يساعدها على تجمعها على شكل أحواض مائية في داخل جوف الصحراء.

المؤشرات التي يجب معرفتها للمساعدة في رصد التصحر ومكافحته

تعد عملية رصد التصحر ومعرفة الجوانب المتعلقة بها من الامور المهمة الواجب ان تراعى في برامج مكافحة التصحر؛ لان معرفة اسباب المشكلة وحجمها وموقعها والضرر الذي تسببة يساعد كثيرا في وضع الخطط اللازمة لايقاف التصحر ومكافحة .ان الدول والمنظمات التابعة للامم المتحدة والوكالات الدولية والاقليمية وضعت كثيرا من المفردات واللوائح التي يجب ان تؤخذ بنظر الاعتبار وهذه تتضمن مايلي:

اولا-أختيار المؤشرات :

إن اختيار المؤشرات يقصد به الوقوف على اثار التصحر ودرجة تأثيره لكي تساعد على وضع البرامج الكفيلة بالتصدي للمشكلة والمؤشرات هي

1- ضرورة معرفة الضغط الناتج عن التصحر ومكان تاثير ذلك الضغط.

2-ما هي الحالة الناتجة عن التصحر واين يحصل التدهور .

3 -مامدى الاستجابة الممكنة للحلول المقترحة من قبل من يهمه الامرسواء اكانت الدولة ام المجتمعات المتاثرة بالحلول .

ثانيا-المؤشرات المقترحة والواجب دراستها تشمل مايأتي:

1-الفيزيائية-البيولوجية:

أ- المناخ:

- كمية الامطار.

-الحرارة.

-الرطوبة النسبية.

-التبخر -النتح.

- سرعة الرياح.

- سطوع الشمس .

ب- المياه:

-مصادر المياه السطحية عددها وتوزيعها.

-عمق وتذبذب عمق المياه الجوفية .

-السحب الامن من الخزانات ومن المياه الجوفية.

-العجز الحاصل في الموارد المائية.

- نوعية المياه تغيرها.

2- التربة:

- ظهور الجيوب الصخرية.

- تكون القشرة,سمكها وطبيعتها.

- القلوية Alkalinity.

- التملح Salinity.

- الصودية Sodicity.

- التغدق Water logging.

- ملوحة الماء الارضي .

- تلوث التربة والمياه.

3- الانجراف:

- انجراف التربة بالماء سطحي.

- فقد الطبقة السطحية.

- زحف الرمال والعواصف.

4- النباتات والزراعة:

- التغطية النباتية .
- الكتلة الحية.
- الكثافة.
- التغير في التركيبة النباتية.
- التغير في المساحة المحصولية والانتاجية.
- مساحة الغابات وانتاجيتها .
- مساحة المراعي الطبيعية وانتاجيتها.
- التغير في استخدام الاراضي.
- انواع الحيوانات البرية والداجنة وكثافتها.
- نفوق الحيوانات .
- نظام استخدام الارض.

5- الاجتماعية والاقتصادية:

- عدد السكان في المنطقة .
- كثافة السكان.
- نمو السكان.
- النزوح.
- الهجرة.
- تطور المساحات المزروعة بالاراضي المتضررة.
- استخدام الطاقة البديلة .
- قطع حطب الوقود.
- اسعار .
- الزحف العمراني.

استخدام تقنية الاستشعار عن بعد:

تستخدم هذه التقنية في بعض بلدان العالم ومنها البلدان العربية لغرض استكشاف ورصد وتتبع ومن ثم تقييم مؤشرات التصحر في المجالات المختلفة لكي يتم من ذلك الحصول على مايلي:

1- الاستفادة في اعداد الخرائط الخاصه بتدهور الاراضي .
2- معرفة تدهور التربة والكشف عنه.
3- اعداد خرائط للاراضي المالحة والقلوية.
4- رصد المناطق التي يحدث فيها التغدق .
5- الاستفادة في وضع خرائط للغطاء النباتي وتتبع حالات استخدام الاراضي .
6- اعداد الخرائط للتركيب المحصولي ورصد انتاجية المحاصيل (لتركيب المحصول ورصد الانتاجية للمحاصيل) .
7- فرز طبيعة الكثبان الرملية من حيث التوزيع والثباتية والحركة.
8- اعداد ووضع خرائط هايدروجيومورفولوجية وخرائط المياه الجوفية.

لقد تمكن المختصون باستخدام صور الاقمار الاصطناعية من رصد وتتبع ظاهرة التصحر من خلال المؤشرات الاساسية للتصحر كالغطاء النباتي وحالة الموارد المائية والملوحة وزحف الكثبان الرملية وحالات الجفاف وقد استخدمت المعلومات في وضع انذار مبكر للجفاف والتهيؤ لظروفه ومحاولة ايجاد الحلول لمعالجة مشاكله مسبقا .

ان من اهم الفوائد التي يمكن ان يقدمها استخدام نظام الاستشعار عن بعد هي في اعداد البيانات الجغرافية ووضع البرامج اللازمة لمكافحة الجفاف ونتائجه في التصحر وذلك من خلال رصد احتمالات تردي التربة وتتبعها . من حيث الانجراف والتعرية ومدى ثبات الكثبان الرملية وتردي صيانة المياه. إن المعلومات الاساسية من التحسس النائي تساعد في مجال استخدام الاراضي, والغطاء النباتي, والتربة , والمياه السطحية , واذا اضفنا لذلك البيانات الخاصة

بالبيئة الاجتماعية الاقتصادية ففي تلك الحالة يمكن وضع الخطط اللازمة لعمليات مكافحة التصحر والجفاف ووضع سياسة تنمية مستديمة لفترة طويلة.

إن من اهم الامور في رصد وتقييم التحصر بواسطة الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية GIS هو ضرورة تحديد المؤشرات التي نستخدمها بشكل واضح مع تحديد المساحة التي يتم القياس فيها لتلك المؤشرات من خلال قاعدة بيانات بعمل طبقة لقاعدة البيانات سواء كانت فراغية او غير فراغية من خلال تصميم لقاعدة البيانات لتحقيق اغراض الرصد والتحقق. ومن المؤشرات المهمة في تحديد اثار الجفاف والتصحر مما يأتي :

1- التغير في المناخ .

2- التغير في الغطاء النباتي.

3- مساحة الاراضي المتدهورة والتغير الذي طرأ عليها .

4- التغير الحاصل في اشكال مصادر المياه السطحية وتوزيعها.

5- مراقبة الخزين في المياه الجوفية وامكانية المحافظة على ذلك الخزين .

الفصل السابع

حصاد المياه

أولاً: ما المقصود بحصاد المياه؟

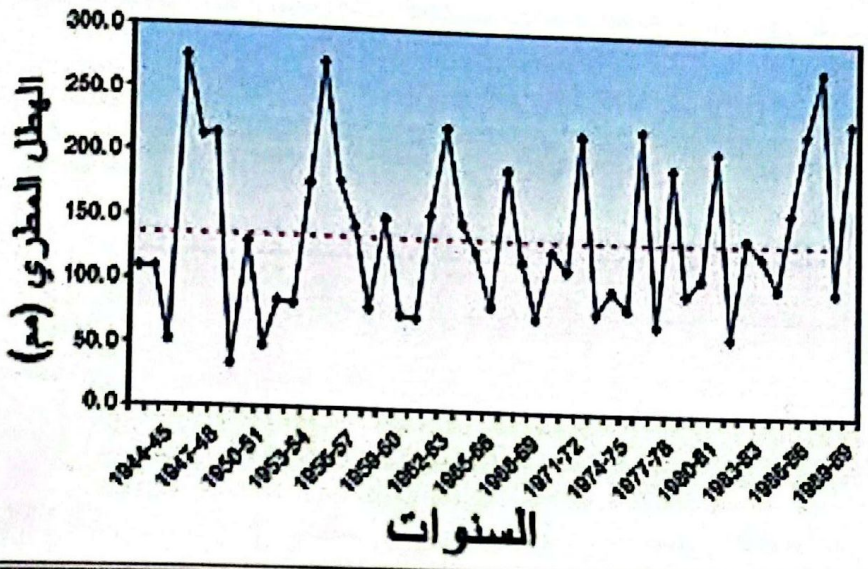
إن حصاد المياه ليس بالمفهوم الجديد بل هو مفهوم كان يمارس منذ القدم. يعتمد حصاد المياه على مبدأ حرمان جزء من الأرض من نصيبها من جمع مياه الأمطار التي عادة ما تكون ضئيلة الكميّة وغير إنتاجية، وإضافتها إلى حصّة أجزاء أخرى من الأرض، الأمر الذي يقرّب كمية المياه المتوافرة للمنطقة الأخيرة من الكمية التي يتطلبها المحصول وبذلك تسمح هذه العملية بإنتاج زراعي اقتصادي.

مثلاً ان الارض بمساحة 4 هكتار وفي منطقة قاحلة يكون فيها التساقط المطري 150 ملم لايمكن ان يعتمد عليها في انتاج محصول اقتصادي ولكن اذا تم اضافة ما يسقط على مساحة مجاورة مساوية لهذه المساحة يكون لدينا 300 ملم واذا ما تم اضافة من مساحة اخرى ربما يكون لدينا 450 ملم وهذه الكمية يمكن بواسطتها زراعة محصول بصورة اقتصادية. إن عملية تجميع مياه الأمطار يطلق عليها حصاد المياه، وهي عملية تعرف بأنها "عملية تركيز التساقط بوساطة الجريان والتخزين، لاستخدامه بصورة جيدة وحسب الاحتياجات المهمة .

قد تتم عملية حصاد المياه بصورة طبيعية أو بتدخل العنصر البشري. ويمكن مشاهدة الحصاد الطبيعي للمياه في أعقاب عواصف شديدة، إذ تتدفق المياه إلى المناطق المنخفضة مشكلة مساحات يستثمرها الزرّاع في الزراعة.

أما بالنسبة لحصاد المياه بوساطة التدخل البشري فيشمل تهيئة ظروف مناسبة لتسريع الجريان، ومن ثمّ يصار إلى جمعه أو توجيهه، أو كليهما معاً، من أجل استعماله في منطقة مستهدفة .وإضافة إلى استخدام حصاد المياه

لأغراض زراعية، يمكن تطويره لتزويد الإنسان والحيوان بمياه الشرب، إلى جانب استخدامه لأغراض منزلية وبيئية (شكل 7-1) .



شكل (7-1) تساقط مطري سنوي نموذجي مع اختلاف كبير وكميات متدنية في البيئات الجافة في منطقة مطروح، شمالي مصر.

ثانياً: فوائد حصاد المياه

ثمة فوائد عديدة لحصاد المياه على الصعيد العملي ولاسيما في الظروف التالية:

أ- في البيئة الجافة، ان التساقط المطري المتدني والتوزيع السيء له يجعل من الزراعة أمراً مستحيلاً. وإذا اعتبرنا أن عوامل الإنتاج الأخرى كالتربة والمحاصيل هي عوامل مناسبة، فإن حصاد المياه يجعل من الزراعة أمراً ممكناً على الرغم من الافتقار إلى موارد مائية أخرى .

ب- في المناطق الديمية، حيث يمكن إنتاج المحاصيل، إلا أنها تكون ذات انتاج واطئ احيانا مع خطر كبير يهدد بالإخفاق.بسبب قلة كمية المياه و نظم

حصاد المياه تسبب الحصول على كمية كافية من المياه لتكميل التساقط المطري، وبذلك تزيد من الإنتاج وتعمل على استقراره.

ج- في المناطق التي لا تكفي فيها المياه للاستخدام البشري ولاحتياج الحيوانات. يمكن تلبية هذه الاحتياجات من خلال حصاد المياه.

د- في مناطق قاحلة تعاني من التصحّر، تتضاءل فيها إمكانية الإنتاج على نحو متواصل نتيجة الافتقار إلى الإدارة الملائمة. وإن عملية تزويد هذه الأراضي بالمياه من خلال حصادها يمكن أن تحسن من الغطاء النباتي وتساعد في تغيير التدهور البيئي.

إن الفوائد المدرجة أعلاه تؤدي بدورها إلى مكاسب أخرى غير ملموسة وغير مباشرة على الصعيد الاجتماعي-الاقتصادي.

وتشمل هذه المكاسب استقرار المجتمعات الريفية؛ والبدوية والتخفيف من هجرة الريفيين إلى المدن؛ واستخدام المهارات المحلية وتحسينها؛ وتحسين المستويات المعيشية لملايين من الناس الذين يعيشون في مناطق متأثرة بالجفاف.

ثالثاً: التقنيات التقليدية في حصاد المياه

لقد ارتبط اتخاذ الناس المناطق الجافة وشبه الجافة موطناً لهم وزراعة المحاصيل فيها بعملية حصاد المياه. وقد ساعدت جداول المياه الموسمية (الوادي)، والمياه التي يتم جمعها في الأودية والخزانات في دعم مصادر العيش والعمل عند سكان المناطق القاحلة وشبه القاحلة منذ آلاف السنين، وكانت سبباً لفتح الطريق أمام نمو المدن وتطورها .ولاشك في أن ملايين الهكتارات في المناطق الجافة من العالم قد كانت في يوم ما أرضاً مزروعة تعتمد على حصاد المياه، غير أن هذه الممارسة قد أخذت طريقها إلى التضاؤل على نحو مضطرد نتيجة لأسباب متعددة.

وهنالك أهمية لمنطقة غربي آسيا وشمالي إفريقيا في تطوير التقنيات القديمة لحصاد المياه. ففي جنوبي الأردن، يُعتقد أن المنشآت الأولى لحصاد المياه قد تم عملها منذ ما يزيد على 9000 سنة خلت. ويظهر بالدليل القاطع أن التقنيات البسيطة لحصاد المياه يعود استخدامها في جنوبي وادي الرافدين إلى عام 4500 قبل الميلاد .

وقد تعود الزراعة التي تعتمد على الجريان في صحراء النقب (Negev) إلى القرن العاشر قبل الميلاد. وفي اليمن ثمّة نظام يعود تاريخه إلى العام 1000 قبل الميلاد على الأقل كان يقوم بتحويل مياه الجريان لري مساحة 20000هكتار، تعطي محاصيل كافية لزهاء 300000 نسمة. وفي جنوبي تهامة، باليمن، تستخدم الزراعة التي تعتمد على مياه الجريان بشكل تقليدي لإنتاج الذرة الرفيعة.

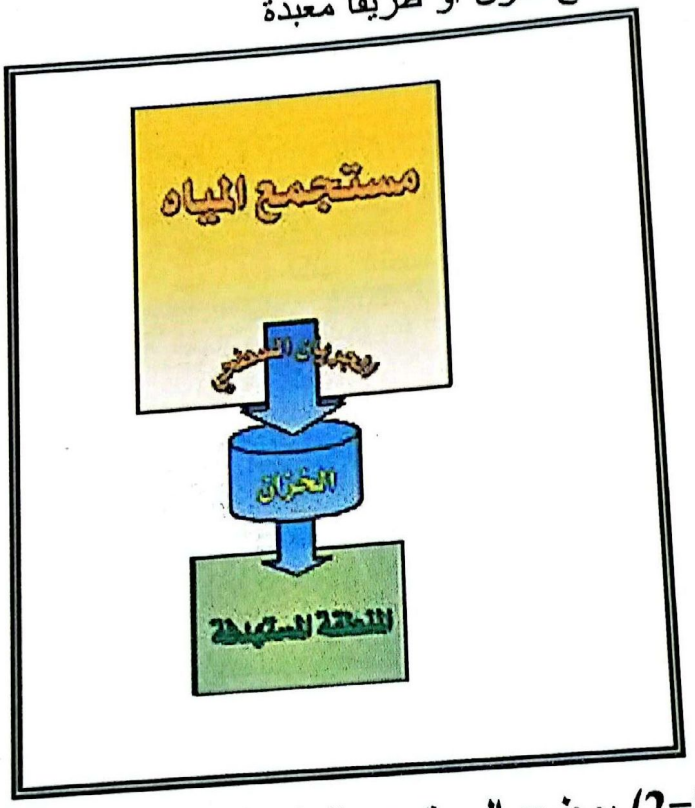
وقد كانت تستخدم تقنيات حصاد المياه على نطاق واسع في شمالي إفريقيا حتى في عصور ماقبل الرومان. وكشف خبراء الآثار أن الثروة التي حققتها "مخازن القمح التابعة للامبراطورية الرومانية" كانت تعتمد على الزراعة المروية بمياه الجريان .أما في المغرب، فلاتزال اعداد واسعة من تقنيات حصاد المياه تستخدم في المنطقة المقابلة لجبال أطلس. وفي تونس، فإن لنظم حصاد المياه المعروفة باسم المسقاة (Meskat) ، والجسور(Jesour) ، والمغود(Mgoud)، التي تستخدم المنحدرات والجدران، تاريخاً تقليدياً طويلاً وهي لاتزال إلى اليوم موضع الاستخدام .وفي مصر، فإن الساحل الشمالي الغربي ومناطق شمالي سيناء تتمتع بتاريخ تقليدي طويل في استخدام الخزانات (Cisterns)ومياه الجريان في قرار الوادي من أجل الزراعة كل ذلك على امثلة وشواهد على نظم لا يمكن ان توصف الا بحصاد المياه كانت مستخدمة منذ القدم ولا وال قسم منها يستخدم لحد الان.

مكونات نظم حصاد المياه

ان المكونـــات الرئيســـة لـــنظم حصـــاد الميـــاه تكـــون كـــالاتي :

1- منطقة المستجمع المائي:

وهي جزء من الأرض يسهم في بعض أو كامل حصته من مياه الأمطار لصالح المنطقة المستهدفة الواقعة خارج حدود ذلك الجزء (شكل 7-2). ويمكـــن أن تكون منطقة الجمع صغيرة لاتتجاوز بضعة أمتار مربعة أو كبيرة تصل إلـــى عدة كيلومترات مربعة. ويمكن أن تكـــون أرضـــاً زراعيـــة، أو صـــخرية، أو هامشية، أو حتى سطح منزل أو طريقاً معبدة



شكل (7-2) يوضح المستجمع المائي(حصاد المياه) لصالح المنطقة المستهدفة

2- مرفق التخزين :

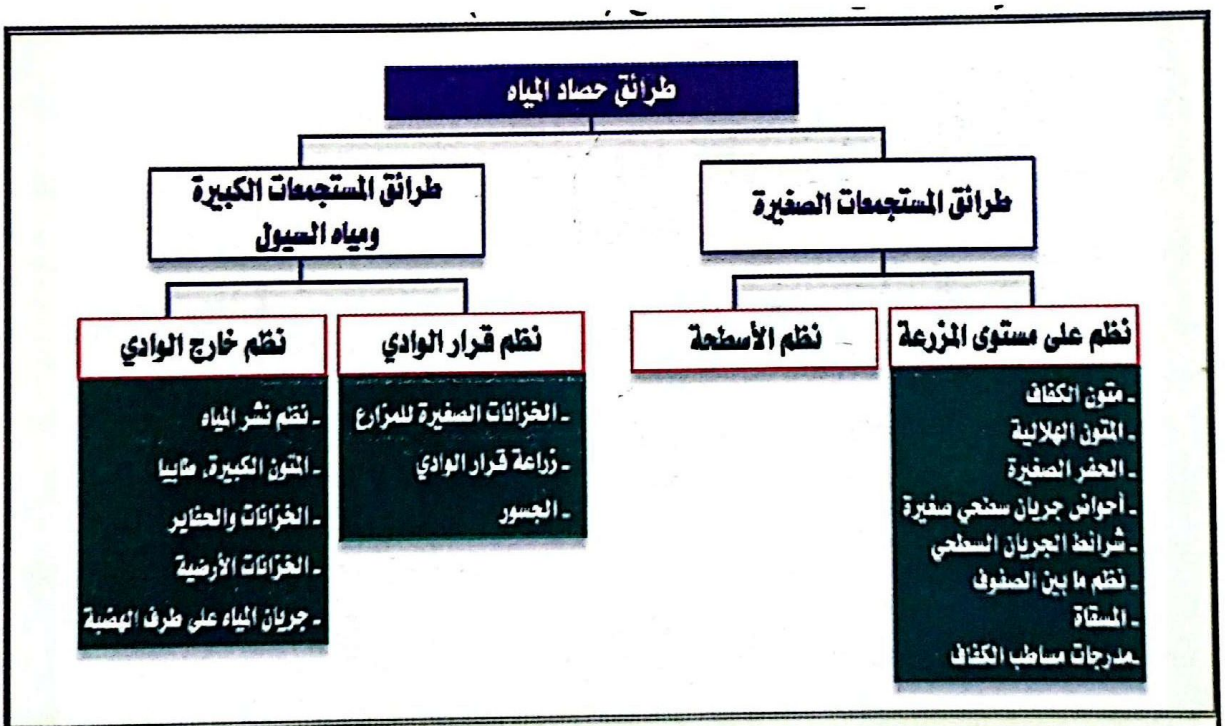
وهو المكان الذي تحتجز فيه المياه الجارية من وقت جمعها وحتى استخدامها. ويمكن أن يكون التخزين في خزانات أرضية تحت الأرض ، أو في التربة ذاتها للاحتفاظ به كرطوبة تربة، أو في مكامن المياه الجوفية(أي تغذية المكامن الجوفية الموجودة) .

3- المنطقة المستهدفة :

وهي المنطقة التي تستخدم فيها المياه التي جرى حصادها. ففي الإنتاج الزراعي، يتمثل الهدف في النبات أو الحيوان، بينما في الاستخدام المنزلي، فإن احتياجات الإنسان المختلفة هي الهدف.

استعراض نظم حصاد المياه

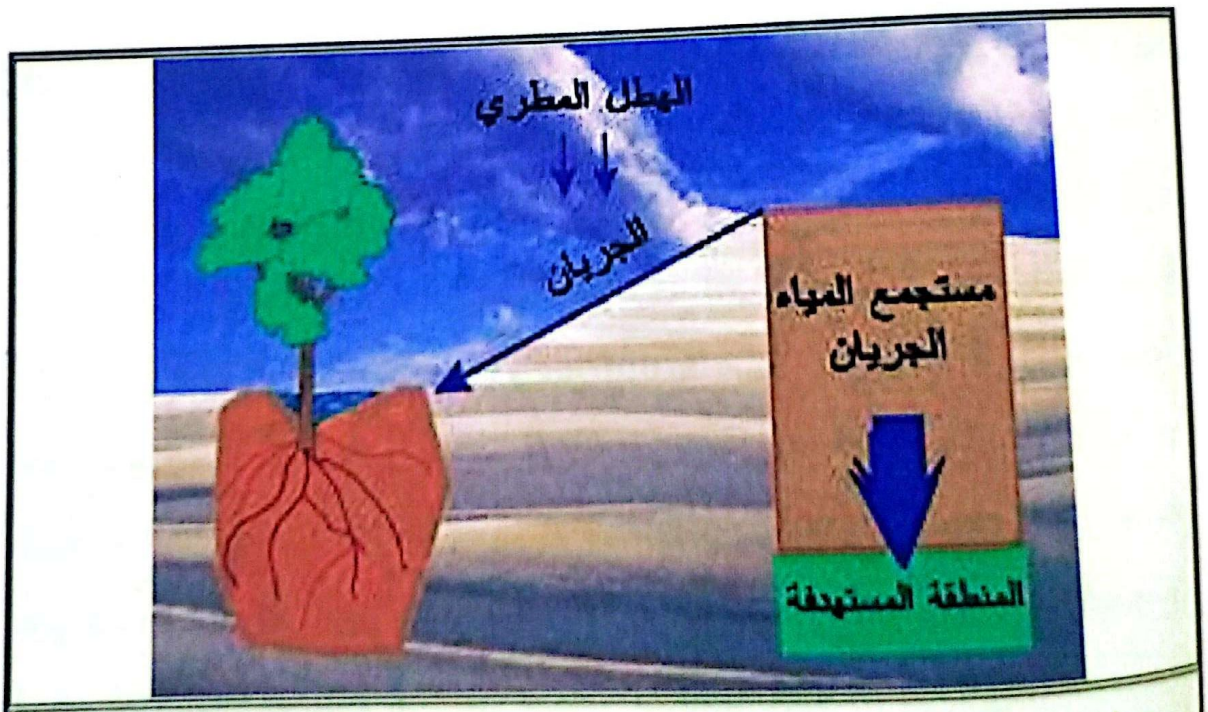
على اعتبار أن حصاد المياه يعد تقليداً قديماً استخدم منذ آلاف السنين في معظم الأراضي الجافة من العالم، إلا أن ثمة تقنيات كثيرة قد جرى تطويرها، معظمها لأغراض الري، بينما طورت تقنيات أخرى من أجل حفظ المياه لغرض استهلاكها من الإنسان والحيوان. وقد تختلف تسميات هذه التقنيات أحياناً تبعاً للمنطقة، في حين يأخذ بعضها الاسم ذاته، مع أنها مختلفة تماماً من الناحية العملية. وتصنف أساليب حصاد المياه بطرائق متعددة، معظمها يعتمد على نمط استخدام المياه أو تخزينها، غير أن أكثر التصنيفات شيوعاً في الاستخدام هو ذلك الذي يعتمد على مساحة المستجمع (شكل 7-3).



شكل (7-3) تصنيف نظم حصاد المياه

1- طرائق المستجمعات المائية الصغيرة:

إن نظم المستجمعات المائية الصغيرة(شكل 7-4) هي تلك التي تُجمع فيها المياه السطحية الجارية من منطقة مستجمع صغيرة تنساب منها المياه إلى مسافة قصيرة. وعادة ماتضاف المياه الجارية إلى منطقة زراعية مجاورة، لغرض تخزينها إما في منطقة الجذور ليستخدمها النبات بشكل مباشر أو يتم تخزينها في حوض صغير لتستخدم فيما بعد. ويمكن زراعة المنطقة المستهدفة إما بالأشجار، أو بالشجيرات، أو بالمحاصيل الحولية. ويتراوح مساحة المستجمع من بضعة أمتار مربعة إلى ما يقارب الالاف الامتار المربعة وقد تكون أسطح المستجمع الأرضي أسطحاً طبيعية، مع غطائها النباتي، أو قد تنظف وتعالج بطريقة ما لتسهيل وتسريع الجريان، لاسيما عندما تكون التربة خفيفة. أما أسطح المستجمعات المائية غير الأرضية فتشمل سطوح الأبنية، والمناطق الغير مشيدة في الدار احياناً .



شكل (7-4) مخطط لنظم حصاد المياه في المستجمعات المائية الصغيرة .

اولاً: طرائق على مستوى المزرعة

تعد نظم المستجمعات المائية الصغيرة على مستوى المزرعة نظماً بسيطة في تصميمها، ويمكن إنشاؤها بتكاليف منخفضة، مما يجعل تكرارها والقدرة على التحكم بها أمراً سهلاً. وتتسم هذه النظم بكفاءة جريان أكبر مقارنة بنظم المستجمعات الكبيرة، ولا تحتاج عادة إلى وسيلة لنقل المياه. كما تسمح بالتحكم بانـــجراف التربة وتوجيه الرواسب للاستقرار في المنطقة المزروعة. وتتوافر تقنيات للمستجمعات الصغيرة المعتمدة على الأرض لتناسب مع أي منحدر أو أي محصول. غير أن هذه النظم تتطلب صيانة دورية متواصلة مع يد عاملة كثيرة إلى حد ما. وعكس نظم المستجمعات المائية الكبيرة، فإن المزارع يتمتع بالسيطرة ضمن مزرعته على المستجمع والمناطق المستهدفة على حد سواء، حيث يتم إنشاء كافة مكونات النظام ضمن حدود المزرعة. وتعد هذه المسألة من النقاط الإيجابية من ناحية الصيانة والإدارة، غير أنه، ونتيجةً لخسارة جزء من الأرض المنتجة، فإن هذه النظم تقتصر على البيئات الأكثر جفافاً، حيث تواجه زراعة المحاصيل خطر الإخفاق، الأمر الذي يؤدي بالزرّاع إلى تخصيص جزء من المزرعة لعمل المستجمع. ونقدم فيما يلي وصفاً لأهم نظم مستجمعات المياه الصغيرة المعتمدة على الأرض أو نظم حصاد المياه على مستوى المزرعة في المناطق الجافة من غرب آسيا وشمال افريقيا.

1- طريقة متون الكِفاف Contour ridges

وهي حواجز ترابية يتم إنشاؤها على طول خطـــوط الكِفـــاف، تبعـــد الواحدة عن الأخرى عادة مسافة تتراوح مابين 5-20 متر. وتتركـــز الزراعـــة على مسافة 2-1 متر أعلى المتن، أما ما تبقى من المسافة فيشـــكل المســـتجمع (شكل 7-5). ويختلف ارتفاع كل متن تبعاً لدرجة ميل الأرض، وتحتجز ميـــاه الجريان المتوقعة مُقدم هذا المتن. وقد تُدَعم المتون بالحجارة إذا لـــزم الأمـــر. وتعتبر عملية إنشاء المتون تقنية بسيطة يمكن تنفيذها إما يـــدوياً بوســـاطة آلـــة

يجرها حيوان، أو بوساطة جرّار مزود بالتجهيزات المناسبة. ويمكن إنشاؤها على نطاق واسع من المنحدرات، من 1% حتى 50% ويكمن مفتاح نجاح هذه النظم بوضع المتون بأكثر دقة ممكنة على طول خط الكِفاف. وإلا انسابت المياه على امتداد المتن، وتجمعت عند أخفض نقطة، ثم اخترقته ودمرت النظام الموجود في أسفل المنحدر بأكمله. ويمكن استخدام أدوات المسح، أو معدات يدوية لتحديد الكِفاف، غير أن هذه الأساليب بالغة التعقيد وتعد مضيعة للوقت بالنسبة لمعظم صغار المزارعين. أما أبسط الأساليب فيتمثل في استخدام الخرطوم الشفاف المرن بطول يتراوح مابين 10–20 متر مثبتاً على عمودين مدرّجين. يُملأ الخرطوم بالماء بحيث يظهر مستويا الماء عند طرفيه بوضوح على المقياس. ويمكن لشخصين تتبع خط الكِفاف من خلال تعديل موقع أحد العمودين بحيث يصبح مستوى الماء عند الطرفين فيهما واحداً.

إذا لم يكن تحديد الكِفاف بدقة أمراً مجدياً، فإنه يمكن إضافة سدود عرضية صغيرة (وصلات) على مسافات مناسبة على طول المتن لوقف تدفق المياه على طول المتن .وتعد متون الكِفاف إحدى أكثر التقنيات أهمية في دعم تجدّد الأعلاف والأعشاب والأشجار المقاومة وإيجاد مزارع خاصة بها على المنحدرات البسيطة والشديدة في البادية. كما تستخدم في المناطق الاستوائية شبه القاحلة للمحاصيل القابلة للزراعة من قبيل الذرة الرفيعة، والدخن، واللوبياء، والفاصولياء.

ويمكن إنشاء شكل خاص من متون الكِفاف لاستخدامها مع سدود (حواجز) حجرية فوق المنحدرات البسيطة. فالحواجز الحجرية هي نافذة تعمل لإبطاء حركة جريان المياه وزيادة عملية الترشيح فقط. ويمكن القيام بحفر الأرض لإضافة التراب الناتج إلى جانب الحاجز المتصل بمجرى المياه لتحويله إلى متن كِفاف كتيم للمياه. ويستخدم هذا النظام أحياناً في المناطق الاستوائية شبه القاحلة مع تقنيات أخرى، من قبيل نظام زاي (zay) أو نظام متون الكفاف مع

وصلات. ولايمكن استخدام نظم الحواجز الحجرية هذه إلا إذا توافرت حجارة بأحجام كبيرة ومناسبة في المناطق المجاورة.

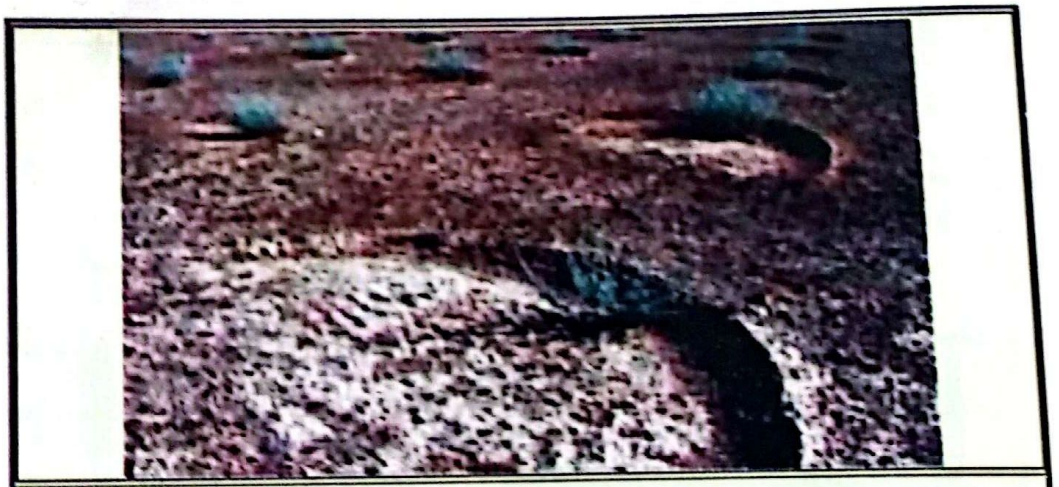
شكل (7-5) متون الكفاف (بحوث إيكاردا)

2- طريقة المتون الهلالية وشبه المنحرفة Semi-circular and Trapezoidal Bunds

هي حواجز أو متون ترابية على شكل نصف دائرة، أو هلال، أو شبه منحرف تكون مواجهة لأعلى المنحدر بشكل مباشر .ويتم إنشاؤها على مسافات تتيح لمستجمعٍ كافٍ القيام بتجهيز مياه الجريان المطلوبة، فتتجمع أمام الحاجز وهو المكان الذي تزرع فيه النباتات (شكل7-6). وعادة مايتم إنشاء هذه الحواجز على شكل صفوف متفاوتة. يتراوح قطر الدائرة أو المسافة مابين نهايتي الحاجز من 1-8 متر، بينما يبلغ ارتفاعه مابين 30-50سم. إن الحفر في الجانب العلوي لخط المتن عند إنشائه يسبب انخفاضاً ضئيلاً في مستوى التربة، حيث تتوقف المياه عن الجريان وتتجمع عند المتن وتخزن في منطقة جذور النبات .كذلك، فإن درجة الانحدار ستزداد مما يرفع من معامل الجريان

السطحي؛ وبهذه الحالة يمكن استخدام هذه التقنية فوق الأرض المنبسطة، مع إمكانية استخدامها أيضاً فوق المنحدرات التي لاتزيد عن 15%. وتُستخدم هذه المتون والحواجز بشكل رئيس من أجل إعادة إحياء المراعي الطبيعية أو من أجل إنتاج الأعلاف، إلا أنه يمكن استخدامها أيضاً من أجل زراعة الأشجار، والشجيرات، وأحياناً من أجل زراعة المحاصيل الحقلية (مثل الذرة الرفيعة)، والخضروات (مثل البطيخ الأحمر).

تعد المدرجات التي تتخذ شكل حاجب العين شكلاً من أشكال السدود نصف الدائرية المدعومة بالحجارة عند الجانب الخلفي. ويتناسب تعزيز السدود بالحجارة مع شدة ميل المنحدر. كما يتطلب تأسيس هذا النظام وصيانته الكثير من اليد العاملة.



شكل (7-6) مخطط لمتون هلالية الشكل في صفوف متفاوتة

3-طريقة الحفر الصغيرة Small pits

يعود تاريخ عمل الحفر إلى زمن بعيد جداً، ويجري استخدامها بشكل رئيس في المناطق الغربية والشرقية من إفريقيا، وانتشرت أيضاً في بعض مناطق شرق أسيا وغرب أفريقيا وتعد هذه التقنية جيدة من أجل إعادة إحياء الأراضي الزراعية المتدهورة (شكل 7-7). ويتراوح قطر الحفرة من 0.3-2متر. وأشهر نظم الحفر هو نظام زاي (zay) المستخدم في بوركينا فاسو. وهو

عبارة عن عمل حفر بعمق وتراوح بين 5-15سم، حيث يمزج السماد العضوي ومختلف أنواع الأعشاب مع قليل من التربة ويوضع المزيج في حفرة الزاي. أما باقي التربة فتستخدم لتشكيل حاجز ترابي هلالي صغير عند أسفل المنحدر الذي توجد فيه الحفرة. وتستخدم الحفر مع السدود والمتون لحفظ جريان المياه، الذي تتباطأ سرعته بسبب وجود الحواجز. ويسمح هذا النظام بإعادة استخدام كثير من الأراضي الزراعية المتدهورة.

تستخدم نظم الحفر بشكل رئيس من أجل زراعة المحاصيل الحولية، ولاسيما محاصيل الحبوب كالذخن، والذرة الصفراء، والذرة البيضاء. ولكن إذا ماتم عمل الحفر في أرض منبسطة بدلاً من أرض منحدرة، عندها يمكن اعتبار ذلك أقرب إلى إحدى تقنيات حفظ الرطوبة في التربة لا عملية لحصاد المياه. وتكون الحاجة إلى اليد العاملة لعمل حفر نظام الزاي كبيرة، وقد تشكل استثماراً لابأس به خلال السنة الأولى أو خلال السنوات اللاحقة، ويجب إعادة ترميم الحفر عقب كل عملية حراثة. ويمكن تحوير محراث قرصي خاص من أجل عمل حفر صغيرة لإعادة إحياء المراعي الطبيعية .

شكل (7-7) نظام الزاي يوضح تركيز كميات من مياه الجريان في الحفر التي يزرع فيها المحصول لاحقاً.

4- طريقة أحواض جريان سطحي صغيرة Small runoff basins

يطلق عليها أحياناً اسم نجاريم(Negarim) ، وهي أحواض جريان صغيرة تتألف من بناء صغيرة تتخذ شكل المعين أو المستطيل، وتحيط بها متون ترابية قليلة الارتفاع (شكل 7-8). ويتم توجيه الأحواض بحيث يكون انحدار الأرض الأعظم موازياً للقطر الطويل للمعيّن، مما يؤدي إلى جريان المياه إلى أخفض ركن وهي المكان الذي يزرع فيه النبات. إن استخدام النجاريم ملائم فوق الأرض المنبسطة.

تتراوح الأبعاد المعتادة لهذه الأحواض من5-10متر عرضاً، ومن 10-25متر طولاً. ويمكن إنشاء أحواض جريان صغيرة مهما كانت درجة الميل منخفضة ، بما في ذلك حالة السهول ذات الانحدار1-2%؛ غير أنه قد يحدث إنجراف للتربة فوق المنحدرات التي يزيد الانحدار عن 5%، الأمر الذي يتطلب زيادة ارتفاع المتن .كما تعتبر هذه الأحواض الأكثر ملائمة لزراعة الأشجار المثمرة مثل الفستق الحلبي، والمشمش، والزيتون، واللوز، والرمان، هذا ويمكن استخدامها لمحاصيل أخرى أيضاً .وعندما يتم استخدامها من أجل الأشجار، فإنه يجب أن يكون عمق التربة كافياً لتحتفظ بكمية كافية من المياه على امتداد موسم الجفاف .

وإذا ما أجريت صيانة جيدة لمستجمع المياه، عندها يمكن حصاد 30-80% من مياه الأمطار واستخدامها من قبل المحصول. ويعتبر حفظ التربة من التأثيرات الجانبية الإيجابية لأحواض النجاريم. وان إنشاء نظام النيجاريم، يدوم سنوات ولايتطلب سوى قدر يسير من الصيانة. وقد تكون الحراثة لمكافحة الأعشاب داخل الأحواض غير ممكنة عملياً. الأمر الذي يتطلب استخدام اليد للتعشيب أو استخدام المبيدات الكيميائية للقيام بذلك. ويمكن الحصول على معامل جريان مرتفع إذا ما أنشئت أحواض النجاريم فوق تربة طينية أو قشرة عليه. ولما كان النظام يدعم محاصيل مرتفعة القيمة، فإن اتخاذ التدابير لحث جريان إضافي سيكون امرا مهما على الصعيد الاقتصادي.

شكل (7-8) نظام النجاريم حيث يقوم بتركيزمياه الجريان عند أخفض زاوية للحوض

5 طريقة شرائط الجريان السطحي Run off strips

تعد تقنية شرائط الجريان السطحي مناسبة لمناطق قليلة الانحدار ، حيث تستخدم الشرائط

لدعم محاصيل حقلية وعلفية في البيئات الأشد جفافًا ، حيث يكون الإنتاج مجازفة والغلال متدنية.

ويتم تقسيم الأرض إلى شرائط على امتداد خطوط الكنتو ، يستخدم الجزء العلوي منها كمستجمع للمياه ، بينما يزرع الجزء السفلي للشريط بالمحاصيل ، ويجب إلا يكون الشريط المزروع بالمحاصيل عريضًا بحيث يتراوح بين1- 3 متر في حين يحدد عرض الشريط المستجمع بما يتوافق والكمية المطلوبة من مياه الجريان . يمكن أن تتم زراعة المحاصيل باستخدام خطوط الجريان السطحي. وتتم حراثة الاشرطة المزروعة ذاتها كل عام .وقد يكون تنظيف أشرطة المستجمع ورصها أمرًا مطلوبًا لتحسين الجريان السطحي

تستخدم المستلزمات الزراعية كالأسمدة ومبيدات الآفات للمساحة المزروعة إلى جانب استخدام المياه وإذا ما توافرت الإدارة الجيدة فإنه يمكن

للحراثة المتواصلة للشريط المزروع بالمحاصيل أن تزيد من خصوبة التربة وتحسين بنيتها، الأمر الذي يكسب الأرض المزيد من القدرة الإنتاجية. ويوصي بهذه التقنية بشكل كبير لزراعة الشعير والقمح ومحاصيل علفية أخرى على مساحة واسعة المناطق الجافة وشبه الجافة ، فقد تخفف من حدة المجازفة وتحسين الإنتاج بشكل ملموس.

يواجه المزارع مشكلة عدم تساوي في توزيع المياه فوق الشريط المزروع ، وذلك عندما يكون الانحدار ضعيفًا والشريط المزروع عريضًا إذا ما تشكلت حافة صغيرة أثناء الحراثة على طول الطرف العلوي للشريط المزروع، وللتغلب على هذه المشكلة ، يوصي بأن لا يتجاوز عرض الشريط المزروع من مترين إضافة إلى تسهيل توزيع المياه وذلك بتحضير سطح الشريط بشكل جيد.

يمكن زيادة توزيع المياه بشكل متساوي فوق الشريط المزروع بالحراثة العمودية على الانحدار حيث تشكل أخاديد صغيرة والتي تزيد من تدفق الجريان السطحي داخل المساحة المزروعة بالمحصول ، ولزيادة واستقرار الإنتاج بهذه التقنية يجب ان تحدد النسبة بين مساحة الالتقاط والمساحة المزروعة.

6 – طريقة نظم ما بين الصفوف Inter-row system

قد تكون نظم جمع المياه ما بين الصفوف ، التي يطلق عليها أيضًا اسم المستجمعات الطرقية، أفضل تقنية يمكن استخدامها فوق الأراضي المنبسطة . ويتم إنشاء سدات أو حواجز عرضية مثلثية الشكل على طول المنحدر الرئيسي للأرض . وعند زراعة محاصيل مرتفعة القيمة مثل الأشجار المثمرة والخضروات يمكن إحكام عمل السدات وربما تغطيتها بصفائح بلاستيكية أو مواد أخرى لحث الجريان السطحي . ويتم بناء الحواجز أو السدات بارتفاع يتراوح ما بين 40 إلى 100 سم على مسافات من2 – 10متر.

عندئذ يتم توجيهها نحو خزان موجود في نهاية القناة أو نحو محصول مزروع ما بين

الحواجز . ويجب تعشيب منطقة المستجمع ورصها بصورة منتظمة لضمان الحصول على جريان سطحي مرتفع.

7- طريقة المسقاة miskat

المسقاة نظام محلي لحصاد المياه في تونس . ويقوم هذا النظام بدعم أشجار الزيتون والتين وأشجار مثمرة أخرى بشكل رئيسي بالمياه ، ويتألف هذا النظام من مستجمع (miskat) أو كما يعرف بمسقاة. شغل المنحدر الذي يعلو أرض مزروعة مستوية تدعى المنقع(manga)وقد يحيط بمناطق المستجمعات أحيانًا حواجز أو أكتاف ترابية صغيرة قد تزود بمفيضات لجعل الجريان يتدفق بين قطع الأراضي المزروعة دون أن يتسبب في حدوث الانجراف ويتلخص دور المساقي في تقديم ري تكميلي فعال للزيتون من الأمطار والحماية من الفيضانات.

يتوجب أن تصمم المسقاة حسب نسبة مساحة المسقاة بالنسبة للمنقع (K)وذلك حسب العلاقة :

أذ أن:

CWR : الاحتياج المائي للنبات السنوي (mm)

P : متوسط الهطل السنوي

Rc : معامل الجريان السطحي

بشكل عام فإن نسبة مساحة المسقاة إلى المنقع (K) تساوي المتوسط (2) . أي ان مساحة المسقاه اكبر بمرتين من المنقع (المساحة المزروعة).

8- طريقة مدرجات مصاطب الكفاف Terraces

هي إحدى التقانات المعروفة لحصاد مياه الأمطار في مناطق سفوح الجبال وتعتبر المدرجات من أكفأ التقانات المستخدمة في أعمال صيانة التربة ، خاصة

في الانحدارات التي تتراوح بين 10-35% وهي تشمل أفضل الطرق لتحويل الأراضي الزراعية ضعيفة الإنتاج بالمنحدرات إلى أراضي عالية المردود شريطة توفر الظروف التالية:

1-ان لا يقل عمق التربة بعد إنشاء المدرج عن 40 سم في الطرف العلوي له.

2-بناء تربة المنحدرات من النوع المتوسط – رملية مزيجة.

3-اهتمام جاد ومستمر لمتابعة صيانتها فور اكتشاف أي خلل فيها وتنفذ المدرجات بحيث يكون حجم الأتربة المدرجة مساويًا للأتربة المردومة في الطرف الأسفل من المدرج.

ويفضل أن يكون طرفها السفلي عاليًا بحوالي10 - 15 سم لمنع حدوث انجراف التربة إذا ما زادت كمية المياه الواردة للمدرج من الأمطار أو المياه من المدرج الذي يعلوه. عادة يكسي الجدار الترابي للمدرجات بالركام أو الأعشاب أو تبني بالحجارة والتي تسمى المدرجات الحجرية لتقلل من انجراف التربة ، وتهيئ تصريفًا هادئًا لمياه الأمطار الجارية من المدرج الأعلى للأسفل الذي يليه .يتم تحديد الأبعاد الهندسية (الارتفاع ، العرض المقطع، التباعد بينها، الميل الخ) اعتمادًا على ميل الأرض الطبيعية والهطل المطري ومعامل الجريان السطحي ونوع التربة.

تنتشر المدرجات في معظم الدول العربية ,تزرع المدرجات بأشجار الزيتون والتين واشجار الغابات والمحاصيل الحقلية والخضروات وعادة ما يتم عمل المدرجات المخصصة للزراعة بشكل مستوي، وتزود هذه المدرجات بمياه جارية إضافية تأتي من مناطق أشد انحدارًا غير مزروعة تقع ما بين المدرجات وعادة ما تزود المدرجات بمصارف للتخلص من المياه الزائدة بشكل امن.

تعتبر تقنية المدرجات ذات كفاءة عالية في حفظ التربة والماء . ومن أهم سلبياتها، كلفتها العالية بسبب حجوم الأعمال الترابية الكبيرة ، كما أن هذه التقنية بحاجة لمتابعة مستمرة وصيانة دورية.

يمكن إنشاء المدرجات أما اليا بأستخدام الالات والمعدات المخصصة لذلك او يدويا .ويمكن تمييز نوعين من المدرجات وهما المدرجات التصريفية والمدرجات الامتصاصية. بالنسبة للمدرجات التصريفية يمكن تعميمها باستخدام علاقة بوجا (Bugeat) استنادًا إلى ميل الارض الطبيعية 1% يمكن حساب ارتفاع المدرج (H) , وبعد حساب ارتفاع المدرج يتم حساب المسافة بين المدرجات(E).

$$H = 2.2 + 8i$$

$$E = H/I \qquad E \rightarrow 8 + (2.2/ i)$$

أما بالنسبة للمدرجات الإمتصاصية فهي عادة تشيد في المناطق الجافة وشبه الجافة ، لذا يجب أن تحدد النسبة بين مساحة الالتقاط (C) والمساحة المزروعة (مساحة المدرج) (CA) وحسب النسبة تكون المسافة بين المدرجات

ثانياً : طرق نظم الأسطح Roof top systems

تقوم نظم الأسطح بجمع مياه الأمطار وتخزينها من أسطح المنازل أو المباني الكبيرة والبيوت البلاستيكية ، والمساحات وما يشابه ذلك من سطوح مرصوصة بما في ذلك الشوارع. مما يمكن من جمع وتخزين معظم مياه الأمطار . وتعتمد كيفية استخدام المياه بعد حصادها على نوع السطح المستخدم في جمعها ودرجة نظافته ، إضافة إلى احتياجات المستخدمين لهذه المياه . فعلى سبيل المثال تسمح المواد الحديثة المستخدمة في صناعة الأسطح من ناحية والأنابيب المثبته على السقوف التي تنقل الماء من ناحية أخرى بجمع مياه نظيفة صالحة للشرب واستخدامات منزلية أخرى ولا سيما في مناطق ريفية لم تصلها شبكة المياه العامة بعد، إلا أن المزارعين عادة ما يتجنبون تخزين مياه الجريان الناتجة عن أول هطل مطري بسبب احتوائه على شوائب تجعله غير صالحًا للشرب. وإذا ما تم جمع المياه من احد السقوف التي قد تحتوي على تربة أو بقايا نباتات ، فإن المياه الجارية يجب أن تمر عبر حوض ترسيب قبل تخزينها

إن نظامًا كهذا يزود الإنسان والحيوان بالمياه في المناطق النائية بتكاليف منخفضة يعتبر عاملاً مهمًا في المياه بالمناطق الريفية ورغم أن هذه التقنية تستخدم لأغراض منزلية بشكل أساسي إلا أن لها استخدامات زراعية أيضًا إذ يمكن أن تستخدم المياه غير الصالحة للشرب لري حدائق المنزل . أما المياه التي تم حصادها من سطح بيت بلاستيكي ما فيمكن استخدامها لري ما بداخل البيت البلاستيكي.

من إيجابيات هذه الطريقة أنها لا تحتاج إلى مهارة أو خبرة واسعة في التشغيل والصيانة، إلا أن هذه الطريقة لم تعد مستخدمة على نطاق واسع بسبب الاعتماد على شبكة مياه الشرب

وتنحصر الآن في القرى الصغيرة والنائية.

عند تصميم الخزانات على سطح التربة أو داخل سطح التربة والتي ستخزن المياه المحصودة في الأسقف يجب أن يكون حجم الخزان متطابق مع كمية المياه المحصودة فمثلاً إذا كانت مساحة السقف 200 م^2 وكان متوسط الهطل المطري 500 ملم/سنويًا فإن حجم الخزان 100 متر مكعب . ولقد حققت هذه الطريقة فعاليتها في المناطق التي يتراوح الهطل المطري فيها بين350 - 500 ملم/السنة وهي منتشرة في معظم الدول العربية .

2- طرائق نظم المستجمعات المائيةالكبيرة ومياه السيول:

توصف نظم المستجمعات المائية الكبيرة ونظم حصاد مياه السيول بجمع مياه الجريان من

مستجمع كبير نسبيًا وغالبًا ما يكون المستجمع مسقط مائي كامل أو بادية أو منطقة جبلية . وفي معظم الأحيان توجد المستجمعات التابعة لهذين النظامين خارج حدود المزرعة حيث يكون تحكم المزارعين بمفردهم فيها ضئيلا أو معدومًا . ويشار إلى نظم المستجمعات الكبيرة أحيانًا بعبارة حصاد المياه من المنحدرات الطويلة أو بعبارة الحصاد من مستجمع خارجي . وتختلف سعة

الجريان المضطرب والتدفق الجدولي لمياه المستجمع الكبير عن التدفق الصفيحي الذي يميز المستجمعات المائية الصغيرة.

وعمومًا تكون المياه التي يتم جمعها من الجريان السطحي أدنى من تلك التي هي جارية في نظم المستجمعات الصغيرة . وتتراوح من نسبة ضئيلة وحتى 50%من الهطل المطري السنوي.

وغالبًا ما تخزن المياه في خزانات سطحية أو تحت السطح لكن قد تخزن أيضًا في التربة ويتم استخدامها مباشرة من قبل المحاصيل ، كما تخزن المياه أحيانًا في الطبقات الحاملة للماء كنظام لتغذية المياه الجوفية المرتبطة بهذه النظم.

وتعتبر حقوق المياه التي تؤثر في توزيع المياه ما بين المستجمع والمناطق المزروعة ومختلف المستخدمين في المناطق التي تقع في أعلى وأسفل مجرى المياه من بين أكثر المشكلات في وضع خطط للتدخل باستخدام نهج متكامل لتنمية مساقط المياه يشارك فيه المسؤولون كافة. وغالبًا ما يطلق على نظم المستجمعات المائية الكبيرة في مناطق البوادي أو المناطق الجافة اسم نظم حصاد مياه السيول. وتبعًا لواقع المنطقة المستهدفة ثمة نمطان للمستجمعات الكبيرة ونظم مياه السيول هما نظم بطن الوادي ونظم خارج الوادي.

اولا: طريقة نظم جمع المياه في بطن الوادي:

يستخدم بطن الوادي في هذا النظام لتخزين المياه إما على السطح وذلك بوقف تدفق المياه.

أو في التربة وذلك بإبطاء التدفق لتمكين المياه من الرشح إلى داخل التربة ووجُد أن نظم بطن

الوادي التالية هي الأكثر مواءمة المناطق الجافة وشبه الجافة.

1- طريقة الخزانات الصغيرة للمزارع:

يمكن للمزارعين الذين يمر واد في أرضهم أن يقيموا سدا صغيرًا . إذا ما كان الموقع ملائمًا لتخزين بعض أو كل المياه الجارية التي تتدفق إلى أسفل

الوادي لتستخدم هذه المياه لري المحاصيل أو استهلاكها من قبل الأسرة أو الحيوانات ، وهذه الخزانات هي في العادة صغيرة الحجم ، لكن قد يتفاوت حجمها من 1000 مترمكعب إلى 500.000 مترمكعب وهي بحاجة لمساعدة المهندسين لتخطيط وتصميم وتنفيذ هذه المنشآت.

ويعتبر وجود مفيضات ذات قدرة كافية على السماح لتدفق الذروة بالمرور عبر الوادي من المزايا الأكثر أهمية لأنه قد أنهار الكثير من الخزانات الصغيرة التي قام بإنشائها المزارعون والتي تم إنشاؤها في مناطق مختلفة بسبب غياب المفيضات أو عدم كفايتها إن وجدت.

وتعتبر الخزانات الصغيرة على قدر كبير من الفاعلية في البيئات الجافة وشبه الجافة وذلك

لأنها تزود المحاصيل بالمياه وتزيد من القدرة الإنتاجية واستقرارها . وينصح بفتح المياه التي تم جمعها بأسرع ما يمكن ثم تخزينها في منطقة جذور النبات مع الاحتفاظ ببعض منها لشرب الانسان والحيوان، وذلك لزيادة كفاءة استخدام المياه المحصودة ، والتقليل من التبخر والتسرب إلى الحد الأدنى . ولتحقيق مزيد من الكفاءة ، فإن هذه العملية تنطوي على وجوب استخدام المياه لري المحاصيل الشتوية بشكل تكميلي خلال فترة الهطل المطري الشتوي ، بدلاً من الاحتفاظ بها لري المحاصيل الصيفية بشكل دائم.

2- طريقة زراعة بطن الوادي عن طريق الحواجز:

تعتبر هذه التقنية كثيرة الشيوع في بطون الأودية ذات الانحدار القليل وكنتيجة للسرعة البطيئة للمياه، فإن الرواسب المنجرفة غالبًا ما تستقر في بطن الوادي وتخلق أرضًا زراعية جيدة النوعية. وقد يحدث ذلك بصورة طبيعية أو يمكن الوصول إليها بإنشاء سد صغير أو حاجز عبر الوادي للتخفيف من سرعة التدفق والسماح للرواسب بالاستقرار. ومن المفضل عادة أن تكون الجدران العرضية في الوادي والتي لا يزيد ارتفاعها عن المترين إذا كانت من حجارة.

ويجب أن يكون أعلى الجدار في مستوى واحد حتى يشكل أرضًا متناسقة أمامه .ويسمح للمياه الزائدة بالتدفق على طوله بشكل كامل وتحدد المسافات ما بين الجدران على طول الوادي تبعًا لانحدار الوادي وارتفاع الجدار . وتعتبر هذه التقنية شائعة جدًا لزراعة الأشجار المثمرة كالتين، والزيتون، والنخيل ، ومحاصيل أخرى مرتفعة القيمة على اعتبار أن التربة في الوادي عادة ما تكون خصبة. ويمكن الاعتماد على توافر المياه في تلك المنطقة كأمر مسلم به إلى حد ما . وتزيد هذه الجدران من مجال اختيار المحاصيل التي يمكن زراعتها في هذه المناطق الهامشية.

أما المشاكل الرئيسية المرتبطة بهذه التقنية لحصاد المياه فتتمثل في ارتفاع تكاليف صيانة الجدران. وثمة مشكلة أخرى ظهرت مؤخرًا في مناطق مختلفة حيث يتم تطوير المستجمعات من أجل المساكن الأمر الذي يؤدي إلى وصول كمية أقل من مياه الجريان إلى بطون الأودية مما يسبب اصابة المحاصيل المزروعة في أسفل المجرى باجهاد نقص المياه على نحو متزايد . وفي ظروف كهذه ثمة حاجة إلى نهج متكامل لتطوير مساقط المياه بغية تحقيق العدالة في تزويد المياه.

إن تصميم الحواجز يتطلب تحديد ميل الوادي وعمقه مما يقود إلى تحديد ارتفاع الحاجز والمسافة بين الحواجز.

3- طريقة الجسور

تتمثل الجسور في إقامة سدود صغيرة من التراب أو الأحجار في مجاري الأودية الموسمية في المرتفعات بهدف حجز الطمي والرسوبيات المنقولة بالمياه .بالإضافة إلى تهدئة الجريان السطحي الناشئ عن هطل الأمطار على المنحدرات وسفوح الجبال وإتاحة وقت أطول للمياه المتجمعة في الجسر للتسرب داخل التربة المحجوزة التي يسمح بزراعتها.

ثانيا: نظم خارج الوادي:

تستخدم مياه الأمطار التي يتم حصادها في هذه النظم لري مناطق تقع خارج بطن نظم الوادي . وقد تستخدم منشآت لاجبار مياه الوادي على الانحراف عن مجراها الطبيعي والتدفق إلى مناطق قريبة ملائمة للزراعة خارج الوادي . وقد تستخدم منشآت مشابهة لجمع مياه الأمطار من مستجمع يقع خارج بطن الوادي . وفيما يلي أكثر التقنيات المستخدمة خارج الوادي أهمية.

1- طريقة نظم نشر المياه Water spreading

يتم في هذه التقنية التي يطلق عليها أيضًا اسم تحويل مياه السيول، إجبار جزء من مياه الوادي المتدفقة على التحول عن مجراها الطبيعي إلى مناطق قريبة ويتم استخدامها لري المحاصيل المزروعة . تخزن هذه المياه في منطقة جذور المحاصيل أي أنها تكمل الهطل المطري ، وعادة ما يتم إنجاز تحويل المياه بواسطة حاجز يرفع من مستوى المياه في بطن الوادي ، مما يسمح للجريان بالتوزع بفعل الجاذبية على أحد طرفي الوادي أو كليهما معًا . ويتم توجيه الجريان خارج الوادي بواسطة حواجز منحرفة قليلاً دون خطوط الكنتور ومبتعدة عن خط الوادي. تتطلب عملية توزيع المياه ارضاً متجانسة نسبياً ذات انحدار قليل. وقد تدرج الاراضي الزراعية وتقسم الى احواض بانشاء سدود وللسماح بتخزين كمية كافية من المياه من أجل الموسم، كما يجب ان تكون التربة عميقة تتسم بقابلية عالية على الاحتفاظ بالمياه.

وبما ان نظاماً كهذا يتطلب اختيار الموقع المناسب ووجوده في تصميم المنشآت والقناة الناقلة وتنفيذها فقد يستعان بخبرة المهندسين، ويجب ان تكون المنشآت متينة بالشكل الكافي لمقاومة قوى الجريان وتكون على ارتفاع كافٍ لتحويل القدر المطلوب من مياه السيول المتدفقة من الوادي.

ومن بين النقاط المهمة التي يجب اخذها بنظر الاعتبار هي بان تسمح درجة الانحدار قناة النقل بسرعة جريان كافية لمنع تراكم الترسبات بالقرب من

المنشآت والاستعمل هذه الترسبات على اغلاق التدفق، الامر الذي يستلزم تكبد نفقات مرتفعة من اجل الصيانة.

عند تصميم حواجز ترابية لنشر المياه في الوادي، فانه بالامكان استخدام نوعين من الحواجز افقية ومائلة، علماً بان لا يزيد ميل الارض الطبيعية عن 1%.

2- طريقة نظم الحواجز الكبيرة والطابيات :

يطلق على هذه الحواجز في تونس والمغرب ما يعرف باسم طابيا ويتألف هذا النظام من سدود ترابية أو حواجز ترابية تأخذ شكلا نصف دائري أو شبه منحرف أو شكل الحرف V ويصل طولها(المسافة ما بين نهايتي كل حاجز أو سد) حوالي 10 – 100 متر بارتفاع يتراوح مابين 1 – 2 متر وغالبًا ما يتم عملها بشكل خطوط طويلة ومتعرجة ومواجهة للجهة العلوية للمنحدر . ويجب حماية نهايتي الحاجز من الانجراف فغالبًا ما تكون سرعة جريان المياه كبيرة حولها . ويتم إنشاء الحواجزالكبيرة عادة بواسطة الآليات ، ونادرًا ما يتم عملها يدويًا . وتستخدم هذه الحواجز لدعم الأشجاروالشجيرات والمحاصيل الحولية . كما تستخدم لدعم الذرة الرفيعة والدخن في منطقة جنوب الصحراء الإفريقية.

وتستطيع الحواجز الكبيرة ذات الشكل نصف الدائري تخزين كميات كبيرة من المياه غير أنها قد تتعرض للتهدم إذا ما تعرضت إلى عواصف مطرية شديدة . الأمر الذي يتطلب التخطيط الجيد للسيطرة على المياه الفائضة . إن أكثر الفترات حرجًا هي تلك التي تعقب إنشاء الحواجز مباشرة وقبل استقرارها بشكل كامل . يجب إصلاح أي انهيار يحدث في الحاجز على الفور وعلى اعتبار أن هذه النظم هي نظم غير تقليدية فإن إنشاءها قد تعتريه بعض المشاكل.

تمثل الطابيات أو الجسور إحدى التقانات الملائمة التي تهدف إلى المحافظة على مياه الأمطار في التربة وحمايتها من الانجراف وتغذية الطبقات الحاملة للمياه الجوفية ، وينتشر تطبيقها في المنحدرات والمرتفعات الجبلية . تسمح هذه التقنية بزراعة الزيتون والأشجار المثمرة وتنتشر في تونس والمغرب.

وصف الطابية ومكوناتها:

-تتكون الطابية من الوحدات الرئيسية التالية:

***السد** : ويسمى أيضًا بالطابية ، وهو الحاجز الرئيسي المشيد على الوادي ولا يتجاوز ارتفاعه 3 أمتار.

***الجسر** : وهو السطح المراد تكوينه أمام الطابية.

***الشعبة** : وهي مساحة الأراضي المنحدرة التي تغذي الجسر بالمياه والتربة.

3- طريقة الخزانات والحفائر:

تتألف الخزانات عادة من أحواض ترابية يتم حفرها في الأراضي في مناطق قليلة الانحدار تستقبل مياه الجريان القادمة إما من الوادي أو من منطقة مستجمع مائي كبير، وتعرف هذه الخزانات في بعض الدول بالبرك الرومانية ، ويتم بناؤها عادة بعمل جدران حجرية ، وتتراوح الطاقة التخزينية لهذه البرك من بضع مئات من الأمتار المكعبة.

تسمى هذه الحفائر بالخزانات أيضًا وهي ذات انتشار واسع في معظم الدول العربية ، لكن التسمية تختلف من بلد إلى آخر، فهي تنتشر في حوض البادية السورية ، ولكن انتشارها الواسع في السودان وخبرة السودان كبيرة في هذا المجال ، وقد عرفت الحفائر منذ زمن بعيد وبصورة خاصة في المجتمعات التي تعيش في البيئات الجافة وشبه الجافة.

تعتبر الحفائر خزانات أرضية اصطناعية ، ودائمًا ما يتم حفرها تحت سطح الأرض في تربة

تكون في معظم الحالات مرصوصة أو يتم معالجتها لتصبح مرصوصة (Impervious)في السابق كان يتم حفر الحفائر باليد ، بينما الآن يتم حفرها بالآليات الثقيلة ويمكن تمييز عدة أنواع من الحفائر والتيمن أهمها:

* حفير التجمع الذاتي Self Catchment Hafir
* حفير التجميع الجبلي Mountain Catchment Hafir
* حفير مغذي بخور Stream fed Hafir
* حفير مغذي من النهر River Fed Hafir
* حفير مبطن Lined Hafir
* حفير تخزين فوق الارض Overgound Storage Hafir

4- طريقة الخزانات الارضية:

هذا النوع من الخزانات هو احواض محلية يتم انشاؤها تحت الارض ، وهي ذات طاقة استيعابية تتراوح من 10- 500 م^3. ويتم فيها تخزين المياه ليتم استهلاكها من قبل الانسان والحيوان وفي كثير من المناطق كما هو الحال في الاردن وسوريا وتونس والمغرب واليمن، حيث يتم حفر هذه الخزانات في الصخور. وفي هذه الحالة تكون طاقتها الاستيعابية صغيرة في العادة يقوم المزارع بحفر خزانات كبيرة 200 -300 م^3 في الترسبات الترابية تحت طبقة من الصخر الصلب، اذ تشكل الطبقة الصخرية سقف الخزان. اما الخزانات الاسمنتية الحديثة فيتم انشاؤها في مناطق لا توجد فيها طبقة صخرية. تجمع مياه الجريان من مستجمع مجاور او تأتي عبر قناة من مستجمع بعيد، وعادة ما يحول اول جريان لمياه الهطل المطري في الموسم بعيداً عن الخزان للتقليل من احتمال حدوث التلوث، وفي بعض الاحيان يتم انشاء احواض للترسيب بهدف التقليل من كمية الرواسب.

ولا تزال الخزانات تمثل المصدر الوحيد لمياه الشرب بالنسبة للانسان والحيوان في كثير من المناطق الجافة في معظم الدول العربية. اما المشاكل

المرتبطة بهذا النوع من الخزانات فتشمل كلفة انشائها وطاقتها المحدودة والرواسب والمواد الملوثة التي تأتي في المستجمع.

5- طريقة نظام جريان المياه على طرف المنحدر Hillside-run off Systems :

يتم توجيه مياه الجريان بهذا النظام من خلال أقنية صغيرة إلى حقول منبسطة تقع عند سفح المنحدر . وتتم تسوية الحقول وإحاطتها بسدود صغيرة مع مفيض لتصريف فائض المياه إلى حقل آخر أسفل المجرى ، وعندما تملأ الحقول التي تقع على سلسلة واحدة بالمياه يسمح للمياه الزائدة بالتدفق إلى الوادي . وعندما يتم التخطيط لعمل اقنية عديدة رافدة فإن أحواض التوزيع تكون على قدر من الفائدة، ويعتبر هذا النظام مثاليًا لاستخدام مياه الجريان القادمة من المناطق الهضبية أو الجبلية الجرداء أو ذات النباتات المتناثرة.

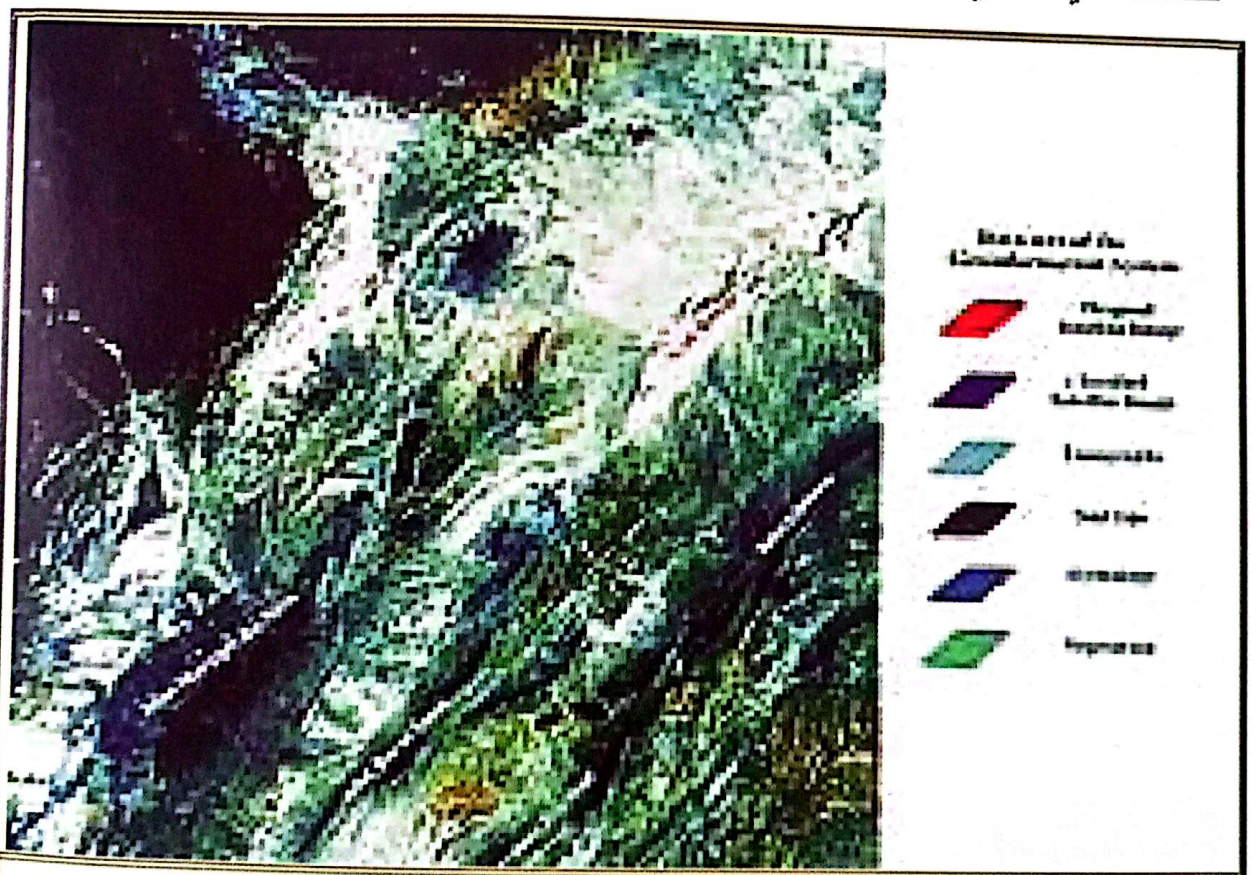
ويتطلب عمل نظم أقنية جانب الهضبة تصميمًا ملائمًا من ذوي خبرة . وربما قد يتطلب ذلك المساعدة من أحد المهندسين ويجب أن يكون انحدار القنوات كافيًا لمنع حدوث الترسيب وإلا فإن تنظيفها عقب كل عاصفة مطرية شديدة يعد أمرًا واجبًا . كما يجب تسوية الحقول وإنشاء المفيضات عند ارتفاع ملائم لضمان توزيع متجانس للمياه ، ويمكن استخدام هذه التقنية لري أي محصول تقريبًا.

تصميم نظم حصاد المياه

1- اختيار الموقع والتقنية:

تعتمد ملائمة منطقة ما لحصاد المياه على قدرتها على تلبية المتطلبات التقنية الأساسية للنظام. إضافة إلى ذلك، يجب أن تتوافق أية تقنية يتم اختيارها الظروف الاجتماعية والممارسات الزراعية السائدة. وعند وضع خطط لتطوير

هذه النظم، يجب أن تتوافر بيانات ملائمة حول المناخ، والتربة، والمحاصيل، والطبوغرافيا، والجوانب الاجتماعية-الاقتصادية الخاصة بمنطقة المشروع. وتعتبر الزيارات الميدانية، ومعاينة الموقع، والمصورات الطبوغرافية والمتخصصة، والصور الجوية الملتقطة بوساطة الأقمار الاصطناعية (استشعار عن بعد) ونظام المعلومات الجغرافية (GIS) من بين الوسائل والأساليب المستخدمة في اكتساب البيانات من أجل وضع خطط نظم حصاد المياه وتصميمها وتنفيذها (شكل 7-9). وكإحدى وسائل المساعدة في اختيار الطريقة المثلى، يقدم الجدول (7-1) خطوطاً إرشادية عامة حول متطلبات أكثر تقنيات حصاد المياه أهميّة .



شكل (7-9) استخدام بيانات الاستشعار عن بعد والمعلومات الأرضية من نظم المعلومات الجغرافية (GIS) الجهود عند دراسة ملائمة الموقع لحصاد المياه.

جدول (7-1) يوضح خطوطاً ارشادية عامة حول متطلبات تقنيات حصاد المياه.

معاملات الجريان السطحي المقدرة وتكلفة تقنيات الحصول عليها			
المعالجة	معامل الجريان%	العمر المقدر (سنوات)	التكلفة دولار أمريكي لكل 100م^2
تنظيف المستجمع	20-35	1-3	1-4
تسوية السطح	25-40	2-4	2-4
رص التربة	40-60	2-3	6-10
تعديل التربة	70-90	3-5	10-20
منع تسريب السطح	60-80	5-10	4-10
غطاء كتيم	95-100	10-20	20-100

ويتم تحديد الموقع والطرائق من خلال وضع الغاية التي ستستخدم فيها المياه التي يتم جمعها من خلال نظام الحصاد.وستكون مسألتا القرب من موقع السكن ونقاء المياه من الجوانب التي يتم الاهتمام بها عند استخدام المياه منزلياً أو للثروة الحيوانية، مع وجوب تلبية الاحتياجات المختلفة من المياه من أجل الزراعة أو من أجل استخدام متعدد الأغراض .

ومع امكانية تنفيذ نظم حصاد المياه على نطاق واسع من المنحدرات، إلا أن الطبوغرافيا لاتزال عاملاً رئيساً يدخل في اختيار التقنية الملائمة. فعلى وجه العموم، وليس دائماً، يتم استخدام الأراضي الأشد انحداراً ذات التربة القليلة العمق كمستجمعات للمياه، بينما تخصص المنحدرات الأقل ميلاً لزراعة المحاصيل، إذ تكون التربة فيها أكثر عمقاً. إن هذه العملية تسمح للتربة الأقل عمقاً وإنتاجية في مشاركة نصيبها من مياه الأمطار مع التربة الأكثر عمقاً وإنتاجية.

أما بالنسبة للتربة التي تتسم بمعدلات ايصالية مائيـة مرتفعـة، كالتربـة الرملية على سبيل المثال، فهي غير ملائمة لتكون مستجمعات لحصاد المياه من دون القيام ببعض التدابير اللازمة للتاثير في الجريان. وغالباً ما تقتصر امكانيـة استخدامها كمستجمع صغير لحصاد المياه من أجل استهلاكها من قبل الإنسـان والحيوان أو من أجل إنتاج محاصيل مرتفعة القيمة. تعد نسجة التربه وعمقهـا عاملَين مؤثرَين في إجمالي طاقة تخزين المياه في التربة، وهذا بـدوره، يـتحكم بكميّة المياه التي يمكن توفيرها لري المحاصيل خلال الفترات الجافة .

ان حقوق المياه، وحيازة الأرض واستخدامها من بين المشاكل التي ربمـا تشكل أحياناً عائقاً أمام اختيار المواقع والتقنيات المناسبة. ففي الماضـي، أخفـق الكثير من مشروعات حصاد المياه بكل بساطة نتيجة عدم الاهتمام بهذه المسائل بشكل كامل. وتزيد الملكية الجماعية للأراضي من عدد الخيارات المتاحة، بمـا في ذلك اختيار مستجمع كبير. وقد تكون الـنظم ذات النطـاق الواسـع أكثـر اقتصادية، إذ أنها تتطلب مقداراً أقل من العمل على مستوى الإنشـاء وأعمـال الصيانة في وحدة المساحة.

ونتيجة للتغيرات التي أصابت الأوضاع الاجتماعية مـن ناحيـة الملكيـة الخاصة، والحوافز الاقتصادية، والتطلعات الشخصية، أصـبح اليـوم صـغار الزرّاع أكثر تقبلاً لفكرة إنشاء نظام مستجمع مائي صـغير فـي الأرض التـي يملكونها. إلا أن قدرة المزارع على تشغيل النظام وصيانته تبقـى عائقـاً أمـام استخدام نظم أكثر تعقيداً. أما الجوانب الأخرى التي يجب أخذها بعين الاعتبـار أيضاً عند اختيار النظم فتتمثل في متطلبات الإنشاء ومن ذلـك تـوافر المـواد والعمالة التي تتمتع بالمهارة. والكلفة (شكل 7-10) .

شكل (7-10) تصنيف المناطق تبعاً لملائمتها لطرائق مختلفة لحصاد المياه.

2- اختيار المحاصيل

تُعد الأنواع المحلية للمحاصيل والأشجار هي الأفضل تكيفاً مع البيئة بصورة عامه ويجب أن تحظى بالأولوية مقارنة مع غيرها من الانواع (شكل 7-11). غير أن حصاد المياه قد يعطي الزرّاع إمكانية زراعة أنواع اعتبرت زراعتها سابقاً مجازفة كبيرة. وقد تكون الأصناف المحسنة ملائمة، على اعتبار أن إدخالها قد تم عقب القيام ببرامج بحثية وتكيفية للتحقق من قابليتها للنمو. ويجب أن تكون المحاصيل والأشجار المنتخبة قادرة على التكامل مع نظام زراعي محلي وقادرة على تحمل يومين أو ثلاثة من الغمر وبهذا تعتبر مثالية في معظم نظم حصاد المياه في أعقاب عواصف شديدة. فالذرة الصفراء على سبيل المثال لاتصلح لذلك.

وإذا كانت نظم حصاد المياه يمكن أن تعوض بشكل جزئي فقط عن الموارد المائية السطحية ، فإنه يوصى بانتخاب أشجار وشجيرات ومحاصيل متحمّلة للجفاف، لها القابلية على النمو حتى في حالات الجفاف ،(عندما أخفق

النظام بتوفير رطوبة كافية) .وبشكل عام تستطيع الشجيرات والأشجار العلفية في بيئات أكثر جفافاً التجدد بشكل أسرع عقب رعي جائر. ولضمان أكبر كفاءة في استخدام المياه والحصول على حصاد سريع للمياه، فإنه يجب إعطاء الأولوية للمحاصيل الشتوية قبل المحاصيل الصيفية .وعندما يقع الاختيار على الأشجار، فإن توفر تربة عميقة ذات طاقة تخزين كافية للمياه يعد أمراً أساسياً من أجل توفير رطوبة كافية خلال فترة الجفاف أثناء الموسم. بينما يجب انتخاب محاصيل متحملة للغمر في مناطق تتوافر فيها إمكانية بقاء المياه على السطح لفترات طويلة .

شكل (7-11) أشجار اللوز، والزيتون، والنخيل المبينه من الاشجار المناسبة للزراعة في البيئات الأكثر جفافاً عند استخدام نظم حصاد المياه.

3- تصميم النظام

يجب أن يضمن تصميم نظام حصاد المياه بشكل معقول توافر كمية معيّنة من المياه من أجل استخدامها لهدف معين .ومن المناسب أن نؤكد على أنه ليس من الضروري دائماً تلبية الحاجة المحتملة إلى المياه بشكل كامل في البيئات الأكثر جفافاً، حيث يمكن للمحاصيل النمو بشكل اقتصادي وإعطاء إنتاج

دون تلبية كامل احتياجاتها من المياه. ويجب أن تسمح كميّة المياه التي صمم نظام حصاد المياه لتقديمها، بالحصول على عائدات اقتصادية، واجتماعية، وبيئية عظمى.

أما بالنسبة لنظم المستجمعات الصغيرة، فإن منطقة المستجمع يجب أن تكون قادرة على تزويد المنطقة المستهدفة بكمية المياه حسب التصميم. ويمكن أن يحدد مساحة المستجمع تبعاً لمواصفات التساقط المطري، وانحدار الأراضي، وخصائص التربة، والغطاء النباتي، والمحاصيل والاعتبارات الاقتصادية. وثمة حاجة إلى العناية بتصميم وتوفير منشآت لحصاد المياه من أجل نقل المياه ومن ثم تخزينها وتوزيعها. كما يجب أن يتمتع تصميم النظام بأكمله بالمرونة الكافية للسماح بأية تغييرات ضرورية في المنطقة المزروعة بالمحصول أو في نمط المحصول خلال التنفيذ والعمليات المستقبلية.

وتتمثل الخطوات الأساسية لتصميم نظم حصاد المياه ذات المستجمع الصغير بمايلي :

1- تحديد معامل الجريان السطحي السنوي للتصميم الخاص بالموقع المختار. وهذا المعامل يساوي نسبة كمية الجريان السنوية إلى عمق التساقط المطري السنوي. أي تعتمد قيمة المعامل على كمية التساقط المطري أو شدته، وهذه تعتمد على التربة، والطبوغرافيا، وسطح الأرض، ومساحة المستجمع. ولا يمكن تطبيق المعاملات التي يتم الحصول عليها من التقنيات الصالحة للمستجمعات الكبيرة على المستجمعات الصغيرة .

وثمة قلة للمراجع التي تتناول الأساليب العملية أو التقنيات المستخدمة لتحديد الجريان من مستجمعات أصغر حجماً (تلك المستجمعات التي يتراوح مساحتها من بضعة أمتار مربعة إلى عدة مئات من الأمتار المربعة). وتتمثل إحدى طرائق تحديد الجريان من خلال تجربة قائمة على استخدام قطع حقلية (Field plots)أو باستخدام نظم محاكاة الأمطار اصطناعياً في الحقل.

وعلى اعتبار أن معامل الجريان السنوي للتصميم يعتمد على خصائص التساقط المطري، فإن القيمة التي يتم اعتمادها يجب أن تكون ذات مستوى مقبول من الاحتمالية .ويمكن لمعالجة التربة فيزيائياً أو كيميائياً (أو كليهما معاً) بأن تزيد من معامل الجريان بشكل معنوي، غير أنها ترفع من التكاليف أيضاً. وقد نعطي لمثل هذه المعالجة التي تهدف إلى زيادة الجريان اهمية من الناحية الاقتصادية، وذلك اعتماداً على الهدف من نظام حصاد المياه (شكل 7-12).

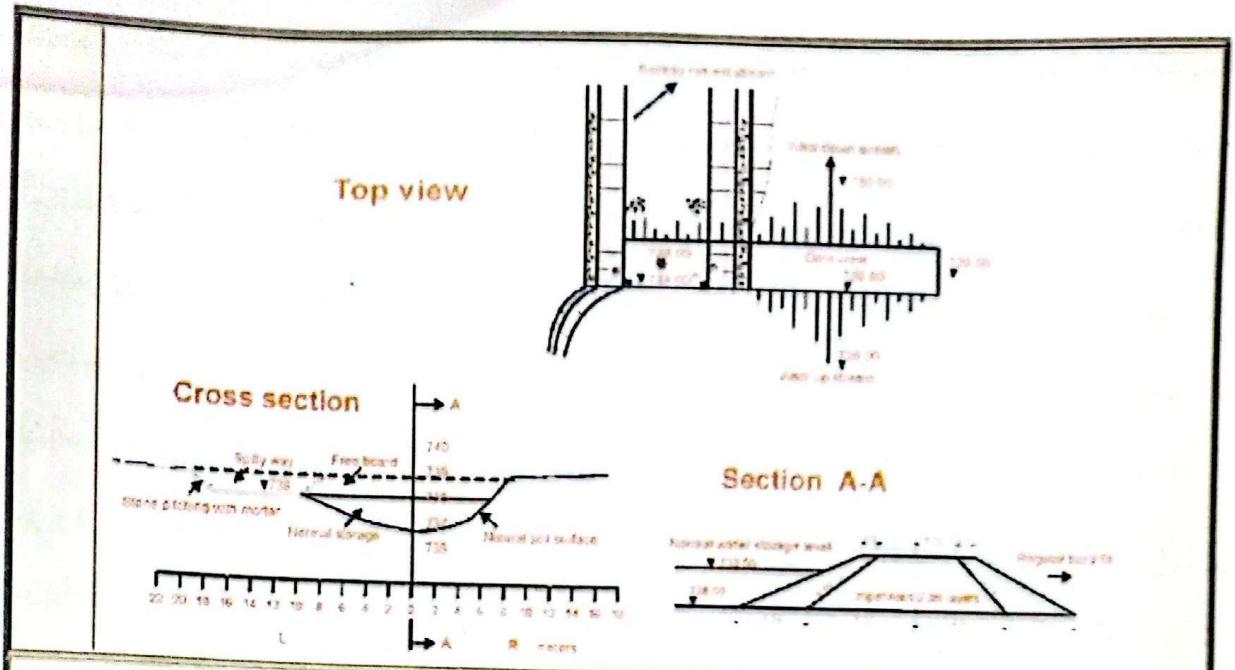
شكل (7-21) يبين قطع الجريان عند عدم توفر المعلومات من اجل تحديد معاير تصميم نظم المستجمعات المائية الصغيرة

2- تحديد متطلبات النبات المزروع من المياه ضمن التصميم (تحت ظروف حصاد المياه). وعادة ما يتم تحديد هذه المتطلبات بوصفها جزءاً من حاجة البنات إلى المياه بدون تعرضه لإجهاد مائي ، تلك الحاجة المرتبطة عموماً باستخدام بالمدخلات والإدارة المناسبة للنظام. وقد تستخدم الطرق المعروفه

لتقدير التبخر-النتح للمحصول في حين يعكس معامل الإجهاد الذي جرى تقديره مستوى الإجهاد المتوقع للمحصول تحمله خلال الفترة الجافة .

3- يجب أن لا يعتمد تصميم نظام حصاد المياه على القيم المتوسطة للتساقط المطري في المنطقة، بل على القيم الادنى؛ وذلك لضمان امكانية النـــجاح. ويجب أن تعتمد نظم حصاد المياه لري الأشجار، والشجيرات، والمحاصيل الدائمة على بيانات التساقط المطري. وعموماً، يجب أن يكون التصميم مساعداً ليزود النبات بالمياه بشكل اقتصادي مدة ثلاث سنوات على الأقل من كل أربع منها ؛ أي بمعدل اعتماد يساوي75%.

4- اعتماداً على نتائج الخطوات 1، و2، و3، يتم تحديد نسبة مساحة المستجمع إلى المساحة المزروعة. ويجب إعطاء سماح بسبب عدم التساوي في توزيع المياه والرشح العميق في منطقة المحصول من خلال عامل كفاءة التخزين. ويمثّل ذلك نسبة حجم المياه المحصودة المخزّنة في العمق الفعّال من منطقة الجذور إلى إجمالي حجم المياه المحصودة. وتتراوح القيم المناسبة لكفاءة التخزين من 50 %إلى 75%. وإذا لم يتم تقدير نسبة مساحة المستجمع إلى مساحة المحصول بالشكل الجيد، فإن القيمة الفعلية لهذا العامل قد تقترب من 100%. وبالعكس، فإذا ماتمت المبالغة في تقدير هذه النسبة، فإن كفاءة التخزين الفعلية قد تكون منخفضة جداً، مما يسبب في ضياع المياه، ووضع مساحات أكبر غير ضرورية من الأراضي خارج حيز الإنتاج كمستجمعات (شكل 7-13).



شكل (7-13) مخطط لسد ترابي صغير ومفيض مصمم ونفذ في منطقة موقر في البادية الأردنية.

5- وعند معرفة المساحة المزروعة ومساحة المستجمع، فإنه يمكن تحديد شكلها وأبعادها اعتماداً على نمط النظام، ونوع المحصول والطبوغرافيا. ويمكن التخطيط بعد ذلك الأعمال الهندسة المطلوبة، لتشمل وضع مخطط للنظام، وتفاصيل الأعمال الترابية أو الحجرية وكمياتها، والمنشآت الأخرى للتحكم بالمياه .

تشمل المستجمعات الكبيرة ونظم مياه السيول في العادة تصميم سد صغير، ومنشآت تحويل، والانظمة اللازمة لنقل المياه وتوزيعها. وقد تشمل هذه مرافق لتخزين المياه من أجل الاستخدام اللاحق لها. ولايمكن للمصمم التحكم في مساحة المستجمع الكبير أو منطقة مستجمع مياه السيل. إنما تنحصر مهمته في تحديد نطاق المنطقة المزروعة التي يجب خدمتها بالجريان المتوقع.

قد يتم تحديد الجريان من خلال وسائل القياس والمنشآت الموجودة في الوادي، ونادراً ما يتم قياسه من خلال مقاطع الجريان العرضية ومقاييس السرعة للجريان. كذلك يمكن أن يقدر من خلال نماذج المحاكاة. وعلى اعتبار

أن هذه النظم (نظم المستجمعات الكبيرة ومياه السيول) ذات النطاق الواسع تتجاوز قدرة الزرّاع الفرديين، لذلك فان الحاجة لإسهام المهندسين من أجل وضع التصميم المناسب الصحيح.

تنفيذ نظم حصاد المياه

يمكن تنفيذ نظم حصاد المياه من قبل:

1- المزارعين :

إن نظم المستجمعات المائية الصغيرة تكون عادة داخل المزارع الفردية، حيث يعد ذلك نهجاً بسيطاً منخفض الكلفة، بالرغم من إمكانية مواجهة الزرّاع لبعض الصعوبات فيما يتعلق بالنقاط التي تتطلب الدقة، لتتبع خطوط الكِفاف أو تحديد الإنحدار الأعظم.

2- المجتمع :

يمكن للمجتمع أن يشارك في مستجمعات صغيرة أو كبيرة أو في نظم لحصاد مياه السيول بشكل نموذجي من خلال مشروع محلي التخطيط بمساعدة الحكومة وإرشادها واسنادها.

3- الشركات العامة للمقاولات:

ثمة حاجة لشركات العامة للمقاولات من أجل المستجمعات الكبيرة الواسعة النطاق ونظم حصاد مياه السيول. وتستعمل في هذا النهج خدمات الحكومة أو المقاولين. وعادة ما تستعمل في هذه الحالة الآليات أو العمالة المحلية المطلوبة. وتكون التكلفة الأولية مرتفعة نسبياً. غير أن هذا النهج يعد نهجاً شاملاً، وتكمن المجازفة في عدم تقبل المزارعين لهذا النظام أو صيانتهم له.

لقد أثبت النهجان الأول والثاني أنهما أكثر نجاحاً من النهج الثالث، إلا أنهما بحاجة إلى دعم الحكومة من خلال إجراء عروض ومشاهدات بسيطة، وتقديم خدمات التدريب والإرشاد. ولاشك في أن مناقشات المائدة المستديرة التي

تضم كافة الأطراف، وتهدف إلى إيجاد أفضل طرق فنية تخص الموقع هي ذات فائدة. ويجب أن تكون خطة العمل المختارة بسيطة بالشكل الكافي لكي يتم تنفيذها من قبل المواطنين المحليين أنفسهم .كما يتعين على واضع الخطة أن يكون مستعداً للاستماع إلى الزرّاع وأخذ المعلومات منهم لكي يتمكن من الاستجابة لاحتياجاتهم بشكل فعّال. كما أن منح الزرّاع دوراً إدارياً سيسهم في إنجاح المشروع.إن الافتقار إلى الصيانة والادارة غير المناسبة من الأسباب الرئيسة لإخفاق مشروعات حصاد المياه وفشلها، إذ تتطلب النظم واسعة النطاق خلق شراكات وجمعيات محلية من أجل إدارة المرافق والاتصال بالوكالات الحكومية المعنية. وثمة حاجة منذ بداية المشروع إلى فعاليات إرشادية وإجراءات لتشغيل كافة مكونات نظام حصاد المياه وصيانتها.

و يجب فحص النظم الجديدة ومراقبتها، لاسيما خلال الموسم المطر الأول أو الثاني عقب الإنشاء. ويجب فحص نظم المستجمعات الصغيرة عقب كل عاصفة مطرية تتسبب في الجريان، حتى يتسنى إصلاح أي تهدم صغير يحدث في المتون على الفور .ويجب اعطاء اهتمام خاص بالقنوات والمتون الترابية ومرافق تخزين المياه والمفيضات فيها ومنشآت تحويل مجرى المياه. وإضافة إلى المنشآت المستهدفة، وتوفير الحماية للمستجمعات المعالجة من الضرر الذي قد تحدثه الحيوانات الرعوية. كما يجب ازالة الطمي والأوساخ من نظم نقل المياه وتوزيعها ومن مرافق تخزينها. وقد يحتاج الزرّاع الذين لم يألفوا الري إلى تقديم النصح لهم حول تقنيات الري والأنشطة ذات الصلة، ويجب أن تشمل هذه النصائح أساليب لتحسين خصوبة التربة والتحكم بالانجراف. ويتعين حماية تلك النظم التي تقدم مياه الشرب من التلوث والعمل على تنظيفها بشكل دوري. ويعد تنظيف المستجمع سنوياً، وصيانة مصائد الطمي وأحواض الترسيب والخزانات الأرضية من التدابير الضرورية أيضاً للحصول على مياه غير ملوثة صالحة للاستعمال.

الفصل الثامن

وسائل وطرق قياس التصحر والكثبان الرملية

تعاني كثير من دول العالم من ظاهرة التصحر اذ تختفي النباتات الطبيعية وتتدهور انتاجية الترب الزراعية. أن تعرية التربة من المظاهر الرئيسية للتصحر,لزوال الطبقة السطحية من التربة الغنية بالعناصر الغذائية التي تحتاجها النباتات في نموها يؤدي الى تدهور مستمر في حالة هذة الترب وانخفاض قدرتها الانتاجية. وكلما ازدادت حدة التعرية ازدات تاثيراتها الضارة وتفاقمت مشكلة استصلاحها وتصبح مسألة زراعتها صعبة.

أن الإنسان هو المسبب الرئيسي للتعرية, وذلك لاستغلاله غير السليم للغطاء النباتي والتربة والمياة .فحرائق الغابات,والقطع الجائر للنباتات الطبيعية التي تستخدم للوقود , والرعي الجائر, والزراعة الديمية في المناطق التي تقل فيها الامطار عن 300 ملم , واتباع طرق الري غير السليمة التي تسبب تملح التربة وهدر استعمال المياه ,كلها فعاليات ضارة للبيئة .

هناك عوامل مساعدة تسهل حصول التعرية وتسرعها وأهمها المناخ ,فالجفاف مثلا ,يعجل من حدوث التعرية الريحية .ويبدأ الضرر عندما تحدث العواصف الغبارية المحملة بكميات كبيرة من دقائق او مكونات التربة اذ ان خلال حركتها تتصادم محتوياتها بدقائق سطح التربة الثابتة فتقوم بتعريتها ايضا,وهنا يبدأ فقدان العناصر الغذائية باستمرار نتيجة لاستمرار هذة العواصف ويزداد التاثير بزيادة المسافة التي تقطعها الى ان تصل ظاهرة الهيارية* (Avalanching) . عندما تشتد التعرية الريحية في منطقة ما ولفترة طويلة فان التربة ستفقد كميات كبيرة من الدقائق الطينية والغرينية ويزداد تركيز الرمال في

---

* الهيارية: اطلق هذا المصطلح chepil(1958) وتعني ظاهرة حركة الدقيقة الكتلية.

الموقع وعندما تواجه حركة الرمال حواجز فانها تترسب عليها مكونة الكثبان الرملية, وهي اخر مرحلة من مراحل التصحر. لقد جرت محاولات كثيرة في انحاء مختلفة من العالم لتقدير مفقودات التربة بالتعرية الريحية واجريت في العراق دراسات حول تثبيت الكثبان الرملية باستعمال عوامل صيانة مختلفة .

قياس التعرية والكثبان الرملية

اولا: وسائل تقدير التعرية الريحية

وجد الباحثون ان هنالك حاجة لمعرفة مقدار التعرية الريحية كميا ليحددوا حجم هذه المشكلة . ولهذا الغرض طورت موديلات ومعادلات عدة للتنبؤ بالتعرية الريحية واهمها المعادلة التي طورها Woodruff and Siddoway (1965) اذ استعملت على نطاق عالمي واسع ولفترة طويلة للتنبؤ بمعدل التعرية الكامن السنوي. كما استخدمت طرق حقلية عدة لتقدير التعرية الريحية ومنها (البديولوجية والحجمية والشكلية والفوتوغرافية والتأريخية والاثارية والغطاء النباتي وطريقة الميزانية) فضلا عن طرق التذرية (Zachar ,1982) ولتسهيل التقديرات الحقلية ودعمها استعملت انفاق الريح الثابتة والمتنقلة, الصور الجوية والفضائية ,وركزت الدراسات في هذا المجال على تقدير الاضرار الناجمة عن التعرية الريحية وسبل السيطرة عليها .كما استعملت في دراسات التعرية الريحية اجهزة خاصة لقياس التذرية .لقد طورت اجهزة اخرى خاصة لتقدير التعرية الريحية الحقلية من قبل Fryrear (1986),:(1984), Bocharov ,(1983): Merva and Peterson: Armbrust,(1967) :Steen ,(1977) :Leatherman ,(1978). ويعد جهاز The Big Spring No.8(BSNE)من اكثر الاجهزة تطورا واستعمالاً على نطاق عالمي.

اما في العراق فقد صنع دوغرمة جي (1996) مقياس لاصطياد الرواسب الريحية سماها (Sand Traps) ,حيث يجمع هذا المقياس العينات التي يمكن معرفة كميتها وصفاتها المختلفة ومن ثم تحديد التوزيع العمودي لهذة الرواسب .

ثانيا: وسائل تقدير زحف الكثبان الرملية

ان زحف الكثبان الرملية على الاراضي الزراعية يسبب تلف المحاصيل الزراعية ويجعل من الصعوبة استغلال تلك الاراضي مالم يوقف نشاطها ويحدد زحفها . اذ تؤدي الى ردم الانهار وقنوات الري والمبازل المفتوحة.فضلا عن انها تسبب اضرارا مدنية بطرق المواصلات كالسكك الحديدية وطرق السيارات والمطارات ,كماان اضرارها تمتد الى الصحة العامة وتلوث البيئة والمياه . ويمكن ان تغطي القرى والارياف والمناطق المدنية بالاضافة الى ماذكر اعلاه فان الكثبان الرملية تؤدي الى خفض القدرة الانتاجية للاراضي الزراعية .

أ- قياس معدل المسافة الافقية لحركة الكثيب الرملي الحقلية

يتم تثبت اوتاد خشبية او معدنية مدرجة بعدد 2 ذات ارتفاعات 2.5 متر تفوق ارتفاع الكثيب الرملي وعلى مسافات معلومة من 20-40 متر امام الكثيب الرملي، وباتجاة الرياح السائدة في المنطقة. تؤخذ قياسات ارتفاع الكثيب الرملي والمسافة التي يقطعها بشكل دوري , وعلى ضوئها يتم تحديد المسافة التي يقطعها الكثيب الرملي في حركتة .

ب-التنبؤ بمعدل المسافة الافقية لحركة الكثيب الرملي

اقترح الباحث Gregory and Sadeh ,(1991) عدة معادلات لتقدير المسافة المتوقعة التي تتحركها الكثبان الرملية بفعل عاصفة غبارية واحدة او عدة عواصف غبارية خلال الموسم الواحد وتحت ظروف مختلفة في الحقل وبالاعتماد على الشكل الذي تأخذه تلك الكثبان بالنسبة لاتجاة الريح السائدة في المنطقة وكما في الصيغة الرياضية الاتية:

$$La=(C_1/pb)(X/h)$$

اذ ان :

La – معدل تقدم الكثيب الرملي . متر

C_1 - ثابت ويعتمد على شكل الكثيب الرملي فان كان مستطيل الشكل تكون قيمتة تساوي1.0

وان كان مثلث الشكل تكون قيمتة 2.0 وان كان هرمياً ذا ثلاثة ابعاد تكون قيمتة تساوي3.0

Pb– الكثافة الظاهرية للتربة (كغم /م3)

X– معدل حركة التربة(كغم/ م.ساعة)

h – ارتفاع الكثيب الرملي عن سطح التربة وحتى قمتة بالمتر

قياس قابلية التربة على الازالة (التعرية)

تحصل التعرية الريحية نتيجة لتوفر مايأتي :

1- صفات التربة:

تحدث التعرية الريحية في الترب الهشة اوالمفككة، حيث ان 60% من حالات التعرية المسجلة كانت في ترب رملية او رمل مزيجي حيث اوضح Nickling and Fitzsimons(1981) بأن هنالك علاقة مباشرة بين شدة التعرية ونسجة التربة. وتزداد شدة التعرية عندما تزداد نسبة الرمل بالتربة بينما تكون متوسطة في الترب الطينية .وعلى العموم فان التربة ذات المحتوى الطيني العالي تكون اكثر مقاومة من غيرها للتعرية الريحية بسبب استقرارها الميكانيكي وتماسك دقائقها. أنَّ حراثة التربة الطينية بالمحراث القرصي تؤدي الى تفتيت الكتل الطينية الى كتل هشة صغيرة (اصغر من 0.84 ملم) مما يجعلها اكثر قابلية للتعرية من بعض الترب الرملية. وان الاستخدام الامثل للتربة للحفاظ على استقرارها التربة لايمكن تحديدها بشكل واضح مالم تؤخذ بنظر الاعتبار كل الصفات الاساسية للتربة فضلا عن المناخ والطوبوغرافية.

هنالك علاقة بين رطوبة مواد الافق الاول من التربة والزمن الذي تستغرقة التربة في مقاومة الرياح المعرية , ان انخفاض المحتوى الرطوبي في التربة السطحية الى اقل من 1.2% يجعلها تفقد مقاومتها للرياح وتبدأ تعريتها مباشرة.اشار(1950)Chepil الى ان زيادة المحتوى الرطوبي اكثر من نقطة الذبول (15 ضغط جوي) يتطلب زيادة سرعة الريح لاحداث التعرية .وحدد (1977)Azizov المحتوى الرطوبي لتربة رملية مزيجة ب4% كحد فاصل لتأثير التربة بالتعرية ,فأذا كان المحتوى الرطوبي اقل من 4% ستكون التأثيرات الناتجة من الرطوبة مؤثرة جدا, ولكن حين يكون المحتوى الرطوبي اكثر من 4% , فأن التأثيرات على احداث التعرية ستكون قليلة .

درس Belly (1964) التغيرات الحاصلة في عتبة سرعة الاحتكاك للرمل (D_{50}=0.4 mm) عند مستويات مختلفة من المحتوى الرطوبي0%-2% فوجد المعادلة الاتية:

$$V^*_c(W) = V^*_c . K$$

اذ ان:

$$K = 1.8 + 0.6 \text{ Log } w$$

W=النسبة المئوية للمحتوى الرطوبي

V^*_c= السرعة الاحتكاكية الحرجة للرمل الجاف (م/ثا)

$V^*_c(W)$ =السرعة الاحتكاكية الحرجة للرمل الرطب (م/ثا)

يتضح من الدراسات السابقة ان لرطوبة التربة الرملية تأثيراً كبيراً في عملية التعرية. فضلاً عن ذلك فانه كلما زاد المحتوى الحجري لسطح التربة ازداد عمق تغلغل الهواء داخل التربة ويشكل ذلك ملجا لدقائق التربة الاكثر عرضة للتعرية كما وتحتجز الدقائق والبذور التي قذفتها الرياح من مناطق اخرى غير المقاومة للتعرية . ولهذا فأن التربة الرملية الخشنة اقل عرضة

للتعرية من الترب الرملية الناعمة .ان وجود نسبة عالية من الكلس ($CaCO_3$) في التربة سوف يضعف من قوة تماسك الطين يجعلها اقل صلابة مما يؤدي الى تحولها الى كتل هشة يمكن ان تقتلع بسهولة بتأثير قابلية الكشط للجزيئات المدفوعة بالرياح .

كما ان المواد العضوية المتحللة المتحدة مع جزء من الطين لاتكون كبيرة او ثقيلة للحد الكافي لجعلها مقاومة للرياح بل على العكس يسهل رفعها كما انها لاتقاوم القوة المسلطة عليها من قبل الدقائق المحمولة بالرياح .تؤدي الحراثة الى زيادة خشونة سطح التربة وتقليل سرعة الريح , مما تؤدي الى تقليل التعرية الريحية .ان تكوين سطح خشن متكتل يكون ممكنا في العديد من الترب المتماسكة وذلك عن طريق الحراثة الصحيحة والمناسبة .فقد وجد Lyles and Tatarko(1982) ان استخدام المحراث القرصي لزراعة الحنطة الشتوية في تربة طينية مزيجة يزيد من مجاميع التربة غير القابلة للتعرية بدرجة كبيرة دون التأثير على غلة الحبوب .كما يمكن استخدام المحاريث الممرزة, والحفارة , والعازقة , والقرصية, ومكائن حفارة لجلب الكتل المنضغطة الى السطح .ان لنوع واتجاة ودرجة الحراثة تأثيرات مهمة على التعرية والسيطرة عليها وذلك من خلال تكوين تجمعات مواد تربة غير قابلة للتعرية على سطح التربة , وتغطية المواد القابلة للتعرية ملما يؤثر على سرعة الاحتكاك بزيادة خشونة السطح.

2- سرعة الرياح :تعد سرعة الريح من اخطر العوامل المؤثرة في التعرية الريحية. اذ تؤثر الرياح الجافة والسريعة وخاصا في اشهر الصيف وبوجود العوامل المساعدة الاخرى كأنخفاض معدل الامطار وقلة الغطاء النباتي في انتقال دقائق التربة من مكانها الاصلي لتترسب في المنخفضات او امام الحواجز الطبيعية او الصناعية يسبب الى تكوين الكثبان الرملية في المنطقة وحدوث تعرية وانجراف للتربة في منطقة اخرى. تتدرج حركة الرياح فوق سطح التربة تبعا لسرعتها اذ تشمل طبقة هوائية باقية بسمك 2 سم ثم تليها طبقة من الجريان

الصفائحي بعد ذلك الطبقة الهوائية المضطربة والتي تظهر عندما تكون سرعة الريح 20 كم /ساعة (Chepil ,1958) وهذا التدرج له تأثير مباشر على القوى المنجزة بواسطة الرياح . ان الحد الأدنى لسرعة الرياح الكافية لبدء حركة الدقائق 0.1 ملم القابلة للتعرية هو 16 كم /ساعة تحت ظروف الحقل ومع ذلك فأنة في الغالب لايمكن مشاهدة التعرية عندما تكون سرعة الرياح في الاقل 20 كم/ساعة وبارتفاع 30 سم فوق سطح التربة ان الدقائق المتداخلة في طبقة الرياح المضطربة تكون معرضة الى قوى امتصاص طاقة اكبر من قوى الامتصاص في حالة الجريان الصفائحي . واذا كانت القوى المسلطة على دقائق التربة بالقدر المناسب فأن الدقائق سوف ترفع الى الاعلى وتنتقل بعيدا او قريبا بواسطة الرياح حيث انه عندما تتعرض مواد التربة (الافق الاول) الى التعرية فأن الدقائق التي قطرها 2 ملم تزال تاركة خلفها الدقائق التي يزيد وزنها عن وزن الدقائق التي قطرها2 ملم فلا تستطيع الرياح تحريكها من مكانها . تستطيع سرعة الرياح بحدها الادنى (20 كم /ساعة بأرتفاع 30 سم فوق سطح التربة) من فصل دقائق التربة ونقلها من مكانها الى مكان اخر (Glen clark,1989) ومن المعلوم أن الرياح تختلف كثيرا في سرعتها واتجاهها خلال اليوم الواحد , ولهذا فأن المعلومات المسجلة بواسطة الاجهزة المختلفة يجب توحيدها في صيغة مفيدة. فقد وضع Bell(1982) طريقة جديدة لتقديم المعلومات من خلال معرفة التغايرات اليومية او الشهرية في طاقة الريح باستعمال طريقة انطلاق الريح Wind run ()). هذة الطريقة مهمه لمعرفة معدل انتشار الملوثات ومدى التبخر . لكن Lorimer(1985) قدم طريقة مغايرة وهي حساب التكرار الشهري لسرعة الرياح واتجاهها ولفترة 20الى 30 سنة مضت لمنطقة الدراسة. وبصورة عامة فأن المحددات او الصعوبات الناتجة لاي طريقة هي ان الرياح الشديدة تهب في فترة قصيرة خلال اليوم بحيث لايمكن تسجيلها في الاوقات المحددة للتسجيل ولهذا فأن الجداول تقوم بتزويد الباحثين بالمعدلات الشهرية لتكرار سرعة الرياح واتجاهها .

3- الغطاء النباتي :

ان تدهور الغطاء النباتي يؤدي الى الاخلال في التوازن الطبيعي بين المناخ والتربة والنبات ,فالنبات عامل بيئي مهم يعمل على حفظ رطوبة التربة وزيادة نفاذيتها ويؤدي كذلك الة تبديد طاقة قطرات المطر للحد من تحطم تجمعات (Aggregates) مواد الافق الاول للتربة . كما ان المجموع الجذري للنبات يؤدي دورا مهما في ترابط دقائق التربة ويساعد في تكوين التجمعات .من المعلوم ان النباتات الطبيعية تنمو وتزدهر وتتكاثر في اثناء الفترات الرطبة وتضمحل في اثناء فترات الجفاف , ويأتي الرعي الجائر ليقضي عليها نهائيا فتتكشف التربة وتصبح عرضة لعملية التعرية . يعد الغطاء النباتي من اهم العوامل المقاومة للتعرية ويمكن الاعتماد علية بصورة رئيسة في تقليل خطرها . ومن اهم فوائد الغطاء النباتي تثبيت للتربة ومنعها من التعرية الريحية وتحسين بنائها نتيجة لاضافة المواد العضوية للتربة. اشار الباحثون من وقت مبكر الى اهمية بقايا المحصول للسيطرة على التعرية الريحية وحصلوا من ذلك على علاقات كمية من اختبارات نفق الريح على الواح مهيأة خصيصا للحصول على مدى من الغطاء النباتي وبناء التربة وجد Englehorn et al, (1952) علاقة اسية وعبرت الدراسات اللاحقة عن هذة العلاقة كما يأتي :

$$X = a\, I/(RK)b$$

اذأن:

X = قابلية التعرية بنفق الريح (طن/ ايكر)

I = مؤشر قابلية التعرية للتربة(النسبة المئوية للكتل الاكبر من 0.84 ملم)

R = الوزن الجاف لبقايا المحصول (باوند/ ايكر)

K = مكافىء خشونة المتن

a,b= ثابتان

ان كمية قش الحنطة المطلوبة لحماية الكثبان الرملية ذات القابلية العالية جدا للتعرية والترب الاقل قابلية للتعرية ضد الرياح القوية امكن معرفتها (Chepil,1960) . ان تثبيط للتعرية لايزيد مع عدد السيقان او النباتات فحسب , بل مع كمية الاجزاء النباتية تحت وفوق سطح التربة ايضا . فقد استنبط (Zachar,1982) العلاقة الاتية للترب سهلة التعرية بتأثير الغطاء النباتي :

$$V_K = a\,FR/(F+R)$$

أذ ان:

V_K= معامل السيطرة على التعرية للغطاء النباتي

a = الغطاء النباتي (%)

F = وزن المادة النباتية فوق سطح التربة (قنطار/هكتار)*

R = وزن المادة النباتية تحت سطح التربة(قنطار/ هكتار)

قياس معدل التعرية في الكثبان الرملية :

طريقة الاوتاد الحديدية لقياس معدل التعرية في الكثبان الرملية :

وتتلخص هذه الطريقة وضع اوتاد حديدية ذات طول 2 متر مؤشرة بوحدات السنتمتر بحيث تغرس لعمق1 متر في الكثيب الرملي وتكون نقطة العد (الصفر نصف طول العامود) عند سطح الكثيب وتترك بحيث يكون هنالك 1متر داخل الكثيب ونقطة الصفر في الوتد هي عند السطح و1متر من الوتد أعلى من السطح ويتم قياس الفرق في مستوى الكثيب ارتفاعا وانخفاضا أسبوعيا أو شهريا ولمدة سنه وبعد ذلك يمكن معرفة مدى انخفاض أو ارتفاع الكثيب الرملي وهل فقد أم أضيف له من المواد خلال تلك الفترة الزمنية . ويمكن معرفة الإضافات خلال الأسبوع أو الشهر او السنة (صالح عبد الأمير تجيل , 1994).

---

*الوحدات المستخدمة هي (قنطار/هكتار) وتعادل ((1/20) (طن/ هكتار))

المصادر

أولا : المصادر العربية

- إبراهيم نحال ، التصحر في الوطن العربي، معهد الإنماء العربي، بيروت، 1987.
- الراوي، أحمد عبد الغفور. 1986. تقييم اداء بعض المشتقات النفطية في تثبيت الكثبان الرملية. وقائع الندوة العربية الاولى في تثبيت الكثبان الرملية ومكافحة التصحر. المركز العربي لدراسات المناطق الجافة والاراضي القاحلة – اكساد/أض/ن42/1986.
- برنامج الأمم المتحدة للبيئة ، إنقاذ كوكبنا التحديات والآمال وحالة البيئة في العالم، 1972-1992.
- برنامج الأمم المتحدة للبيئة حالة البيئة في العالم، نيروبي، 1991
- تقرير محطة النعمانية. 1979. تقرير عن تجارب المحطة في تثبيت الكثبان الرملية. وزارة الزراعة – العراق.
- تقرير محطة بيجي. 1979. تقرير عن تجارب المحطة في تثبيت الكثبان الرملية. وزارة الزراعة – العراق.
- جان خوري وعبد الله الدروبي . 1990 . ا لموارد ا لمائية في الوطن العربي . المركز العربي لدراسات المناطق الجافة (دمشق) وا لمكتب الاقليمي لليونسكو ، القاهرة.
- حسن حبيب التصحر والدور المنشود للافراد والمنظمات الاهلية ,ورقة عمل مقدمة الى –الندوة الثامنة لجمعيات المكتبات في بلاد الشام, 19 –6–2001 .المؤتمـــر الإقليمي السادس والعشرون للشرق الأدنى .
- زين الدين عبد المقصود ، البيئة والإنسان ، منشأة المعارف ، الإسكندرية ، (بدون تاريخ)
- سامر مخيمر وخالد حجازي - 1996 . أزمة المياه في المنطقة العربية :الحقائق والبدائل الممكنة .عالم المعرفة رقم 209 الكويت.
- ساندرا بوستيل ، مياه الزراعة التصدي للقيود ، القاهرة ، 1992 .

- صالح، عبد الامير ثجيل، 1986. تثبيت الكثبان الرملية في بيجي – وسط العراق. وقائع الندوة العربية الاولى في تثبيت الكثبان الرملية ومكافحة التصحر، المركز العربي لدراسات المناطاطق الجافة والاراضي القاحلة، اكساد\اض\ن42\86.
- صالح عبد الامير ثجيل ، 1994 . قياس معدل التعرية في الكثبان الرملية في منطقة بيجي . مجلد العلوم الزراعية العراقية . المجلد 25 العدد 2 .
- طه محمد جاد. 1992. حول تنمية الصحاري العربية. مطابع الاهرام، القاهرة.
- عباس ، ماجد خضير .1997. اختبار بعض النماذج الرياضية لتوصيف التعرية الريحية في منطقتي بيجي والفجر. اطروحة دكتوراه، قسم التربة والمياه – كلية الزراعة – جامعة بغداد.
- عمر دراز ، 1995 . تنمية المراعي في البادية السورية .فصل من كتاب :التصحر وهجرة السكان في الوطن العربي ، معهد البحوث والدراسات العربية ، المنظمة العربية للتربية والثقافة والعلوم.
- فاضل، أياد محمد وعبد الامير ثجيل صالح، 1992. تأثير التثبيت الدائم في بعض مؤشرات الثباتية للطبقتين السطحية وتحت السطحية للكثبان الرملية في منطقة بيجي. المجلة العراقية للعلوم الزراعية، المجلد (27) العدد (1) : 105 – 114.
- القريشي، أياد محمد فاضل، 1988. دراسة بعض مؤشرات تثبيت الكثبان الرملية لمواد وطرائق مختلفة في منطقة بيجي. رسالة ماجستير مقدمة الى قسم التربة – كلية الزراعة – جامعة بغداد.
- المجموعة الإحصائية لمنطقة اللجنة الاقتصادية والاجتماعية لغربي آسيا ، الأمم المتحدة ، نيويورك ، 2003 .
- محسن عبد الحميد توفيق ، الإدارة البيئية في الوطن العربي ، تونس ، 1993 .
- محمد الخشن (التصحر وتأثيره على الأمن الغذائي) عالم الفكر ، نقلا عن عبد الله إبراهيم : المسألة السكانية وبنية المجال العربي ، 1991 .
- محمد عاطف كشك (المحرر) 1995 . التصحر وهجرة السكان في الوطن العربي . معهد البحوث والدراسات العربية ، القاهرة.

- محمد، كامل مجيد، 1986. الكثبان الرملية لمحافظة صلاح الدين والمصب العام، طبيعتها وتثبيتها. وقائع الندوة العربية الاولى في تثبيت الكثبان الرملية ومكافحة التصحر، المركز العربي لدراسات المناطق الجافة والاراضي القاحلة، اكساد\اض\ن42\86.
- المركز العربي لدراسات المناطق الجافة و الأراضي القاحلة ، 1996 حالة التصحر في الوطن العربي ووسائل وأساليب مكافحته .جامعة الدول العربية . برنامج الأ مم ا لمتحدة للبيئة.
- مصادر ا لمياه واستخداماتها في الوطن العربي ، أعمال الندوة العربية الثانية - الكويت 1997. المركز العربي لدراسات ا لمناطق الجافة ، الصندوق العربي للانماء K الصندوق الكويتي للتنمية الاقتصادية العربية ، 1977.
- مصطفى كمال العيوطي(المحرر) 1973 . مصادر ا لمياه الأرضية في البلاد العربية .المنظمة العربية للتربية والثقافة والعلوم .سلسلة الدراسات العلمية ا لموسعه ، رقم 2.
- معهد الصحراء ، 1983 . الكثبان الرملية في مصر .المحرر العلمي د .محمود منير ، أكادمية البحث العلمي والتكنولوجيا، القاهرة.
- منظمة الأغذية والزراعة (الفاو) 1982 . دراسة إقليمية للزراعة البعلية لأحد عشر بلداً في الشرق الادنى .منظمة الفاو ، روما.
- منظمة الاغذية والزراعة للامم المتحدة,الخطط طويلة الأجل بشأن إدارة ظاهرة الجفاف وتخفيف آثارها فى الشرق الأدنى, 13-9 مارس/آذار 2002.
- هاشم نعمة ، أفريقيا : دراسة في حركات الهجرة السكانية ، مركز البحوث والدراسات الأفريقية ، سبها ، ليبيا ، 1992 .
- هاشم نعمة ، الملامح المميزة لمشاكل البيئة في المرحلة الحالية ، جريدة الشرق الأوسط اللندنية ،6-12-2000.
- هاشم نعمة ، مشكلة التصحر في الوطن العربي ، أسبابها ، أبعادها ووسائل مكافحتها، الملتقى الجغرافي الثاني ، جامعة قار يونس ، بنغازي ، ليبيا ، 1994.

ثانيا المصادر الاجنبية:

- Anaya–Garduno, M., (1977), Technology and Desertification, Economic Geography, Vol.53(4), pp. 407–412.
- Aubreville, A., (1949), Climats, forests et desertification de l'Afrique tropicale, Societe d' Editions Geographiques, Maritimes et Coloniales, Paris.
- Barrow, C. J. 1991. Land Degradation. Cambridge Univ. Press, Cambridge.
- Birks, J., (1981), The impact of economic development on pastoral nomadism in the Middle East: an inevitable eclipse? in J. Clarke and H. Bowen–Jones, (eds.), Change and Development in the Middle East, pp. 82–94, Methuen and Co. Ltd., London.
- Biswas, M. R. and A. K. Biswas 1981. Desertification: Associated Case Studies Prepared for UNCOD, Pergamon Press, Oxf.
- Biswas, M. R. and A. K. Biswas, 1980. Desertification: Associated Case Studies Prepared for UNCOD. Pergamon Press, Oxf.
- Black, J. and Tarmy, B., (1963), The use of asphalt coatings to increase rainfall, Journal of Applied Meteorology, Vol.2, pp.557–564.
- Boers, Th. M. and J. Ben-Asher. 1982. A review of rainwater harvesting. Agricultural Water Management 5: .a145-158.Critchley, W. and K. Siegert. 1991. Water Harvesting. FAO, Rome, Italy
- Bowden, M., (1977), Desertification of the Great Plains: Will it Happen?, Economic Geography, Vol.53 (4), pp.398–406.
- Burdon, D., (1971), Exploitation of groundwater for agricultural production in arid lands, in W. McGinnies B. Goldman, and P. Paylore, (eds.), Food, Fiber and the Arid

Lands, pp. 290–300, The University of Arizona Press, Tucson, Arizona.

- Carruthers, D., (1935), Arabian Adventure to the Great Nafud in quest of the oryx, Witherby, London.
- Cheesman, R.E., (1926), In Unknown Arabia, Macmillan and Co. Ltd., London.
- Choudsley–Thompson, J., (1977), Reclamation of the Sahara, Environmental Conservation, Vol.4 (2), pp. 115–119.
- Chrsholm, A. and R. Dumsday (eds) 1987. Land Degradation: Problems and Policies, Cambridge Univ. Press.
- Consultation, Cairo, Egypt, November 1993, FAO, Rome, Italy
- Cressey, G., (1968), Qanats, Karez, and Foggaras, Geographical Review, Vol.48 (1), pp. 27–44.
- DepartmentofAgriculture,StateDevelopment,westernAustralia,1992. Water Harvesting, Improving the reliability of farm dams in western Australian wheatbelt. A booklet. pp. 22.a
- Desertification Control Bulletin, No.11.UNEP,1984 .
- Desertification Control Bulletin, No.16, UNEP, 1988
- Dregne, H. E. (ed.) 1992. Degradation and Restoration of Arid Lands, Texas Tech. University, USA.
- Dregne, H. E. 1983. Desertification of Arid Lands. Advances in Desert and Arid Land Technology and Development, vol. 3, Harwood Academic Pub.
- Dregne, H. E. 1984. Combating desertification: evaluation of progress. Environmental Conservation, vol. 11, pp. 115-121.
- Dregne, H. E. and N. T. Chou, 1992. Global Desertification Dimensions and Costs. In: Degradation and Restoration of Arid Lands (ed. H. E. Dregue), Texas Tech University, pp. 249-282.
- Dregne, H., (1976), Desertification of a Crisis, in P. Paylore and R. Haney, Jr., (ed.), Desertification: Process, Problems, Perspectives, pp. 12–22.

- Dregne, H., (1977), Desertification of Arid Lands, Economic Geography, Vol.53(4), pp. 322–331.
- Dregne, H., (1978), Desertification: Man's Abuse of the Land, Journal of Soil and Water Conservation, Vol. 33, pp. 11–14.
- Dregne, H., M. Kassas and B. Rozanov, 1991, A new assessment of the world status of desertification. Desertification Control Bulletin, UNEP, 20.
- Eagleman, J., (1980), Meterology: The Atmosphere in Action, D. Van Nostrand Co., New York.
- El Gabaly, M., (1977), Water in Arid Agriculture: Salinity and Water logging in the Near East Region, Ambio, Vol.6, pp. 36–39.
- FAO (Food and Agricultural Organization of the UN), 1994. Water Harvesting for Improved Agricultural Production. Water Reports 3, Proceedings of the FAO Expert Proceedings of the FAO Expert
- Frasier, G.W. 1990. Runoff Farming: Irrigation Technology of the Future. Pages 404-409 in Visions of the Future. ASAE Publication 04-90. American Society of Agricultural Engineers. St. Joseph, Michigan.a
- Frasier, G.W. and L.E. Myer. 1983. Handbook of Water Harvesting. Agricultural Handbook No.600. United States Department of Agriculture, Agricultural Research Service, USA.a
- Gabriel, K., (1967), The Israeli Artifical Rainfall Stimulation Experiment: Statistical Evaluation for the Period 1961–65, in Mathematical Statistics and Probability Symposium, University of California, Berkeley Proceeding, V. 5, pp. 91–113.
- GerasimovT.P. Geography and Ecology, Moscow,1983
- Glantz, H. (ed), 1987. Drought and Hunger in Africa, Cambridge Univ. Press.

- Glantz, M., (1977), Climate and weather modification in and around arid lands, in M. Glantz, (ed.), Desertification: Environmental Degradation in and around Arid Lands, pp. 307–337, Westview Press, Boulder, Colorado.
- Goudie, A., (1981), The Human Impact: Man's Role in Environmental Change, The MIT Press, Cambridge, Mass.
- Gray, W. Frank, W. Corrin, M. and Stokes, C., (1976), Weather Modifications by carbon dust absorption of solar energy, Journal of Applied Meteorology, Vol.15, pp. 355–386.
- Grimwood, I., (1964), Operation Oryx: The second stage, Oryx, vol. 7 (5), pp.223–225.
- Gritzner, J. A., 1988. The West African Sahel: Human Agency and Environmentcel Change. The Univ. Chicago, Geogr. Research Paper No. 226.
- Grove, A., (1973), Desertification in the African Environment, in D. Dalby and R. Harrison Church, (eds.), Drought in Africa, pp. 33–45, School of Oriental and African Studies, London.
- Hachum, A.Y. and J.F. Alfaro. 1980. A Physically-Based Model of Water Infiltration in Soil. Utah Agricultural Experiment Station Bulletin 505. Logan, Utah, USA.a
- Hagedorn, H., (1977), Dune Stablization: A Survey of Literature on Dune Formation and Dune Stablization, German Agency for Technical Cooperation, Ltd., (GTZ), Eschborn.
- Hallsworta, E. G. 1975. Theory of soil conditioning. 3th . Int. symp. On soil conditioning, Ghent.
- Hare. F. Kates, R. and Warren, A., (1977), The Making of deserts: Climate, ecology and Society, Economic Geography, Vol.53(4), pp. 332–346.
- Harrison, D.L., (1968), The Mammals of Arabia, (vol.2), Ernest Benn Ltd., London.

- Heathcote, R., 1983. The Arid Lands: their Use and Abuse. Longman, London.
- Hudson, N.W. 1987. Soil and Water Conservation in Semi-Arid Areas. FAO Soils Bulletin 57. FAO, Rome, Italy.a Hutchinson, G.R., and M.A. Garduno (eds.). 1981. Rainfall Collection for Agriculture in Arid and Semiarid Regions. Proceedings of a Workshop, University of Arizona, USA. Commonwealth Agricultural Bureaux, UK.a
- Ibrahim, F., (1993), A reassessment of the human dimension of desertification, GeoJournal, Vol.31(1),pp.5–10.
- Jacobsen, T. 1958. Salinity and Irrigation: Agriculture in Antiquity. Ministry of Irrigation, Baghdad, Iraq.
- Kassas, M. 1988. Ecology and Management of Desertification. Earth 88: Changing Geographic Perspectives, National Geographic Society, USA, pp. 198-211.
- Kassas, m. 1995. Desertification: A General Review, Jour. Arid Env. 30: 115-128.
- Khatib, A., (1971), Present and potential salt–affected and waterlogged areas in the countries of the Near East in relation to agriculture, in FAO Irrigation and Drainage Paper 7, pp. 13–28, Salinity Seminar Baghdad, Rome.
- Kovda, V., (1980), Land Aridization and Drought Control, Westview Press, Boulder, Colorado.
- Le Houerou, H., (1977), The Nature and causes of desertization, in M. Glantz, (ed.), Desertification: Environmental Degradation in and around Arid Lands, pp. 18–25, Westview Press, Boulder, Colorado.
- Mabbutt, J. A. and C. Floret (eds) 1980 Case Studies on Desertification, UNESCO - UNEP - UNDP, UNESCO Natural Resources Research, vol. XVIII.
- Mabbutt, J. A. and C. Floret, 1980. Case Studies on Desertification, UNESCO, UNEP, UNDP, UNESCO Natural Resources Research, vol. XVIII.

- Michael B.K.Combating Desertification In the South Africa, UNEP, Moscow, 1989
- Nasr, M. 1999. Assessing Desertification and Water Harvesting in the Middle East and North Africa. Policy Implication Discussion Paper No. 10. Center for Development Research (ZEF), Bonn, Germany.a
- National Academy of Science, 1976. Climate and Food: Climatic Fluctuation and Agricultural Production. National Academy Press, USA.
- Oryx, (1961), Arabian Oryx, Oryx vol.6 (1), p.5.
- Oryx, (1973), Spreading the oryx risk, Oryx vol. 12 (1), p.5.
- Oryx, (1977), Arabian Oryx herd, Oryx, vol. 14 (1), p.83.
- Oryx, (1978), Arabian oryx return to Arabia, Oryx vol. 14 (3), p.83.
- Oweis, T, A. Hachum, and J. Kijne. 1999. Water Harvesting and Supplemental Irrigation for Improved Water. Use Efficiency. System Wide Initiative on Water Management Paper No. 7. International Water Management Institute, Colombo, Sri Lanka.a
- Oweis, T.Y. and A.Y. Taimeh. 1996. Evaluation of a small basin water-harvesting system in the arid region of Jordan. Water Resources Management 10: 21-34.a
- Oweis, T.Y., A. Oberle and D. Prinz. 1998. Determination of potential sites and methods for water harvesting in central Syria. Advances in GeoEcology 31: 83-88.a
- Peyre De Fabreques, B., (1970), Paturages natureles saheliens du and Tamensa, Maisons Alfort, Institut d'Elevage et de Medecine veterinaire des Pays Tropicaux (iemvt).
- -Philby, H. St. John, (1957), The Land of Midian, Ernest Benn Limited, London.
- Philby, John, (1928), Arabia of the Wahhabis, (Reprinted in 1977 by Frank Cass and Company Limited, London.
- ponds. Journal of Soil and Water Conservation 5(5): 434-438.a

- Prinz, D. 1994. Water harvesting - past and future. In: Pereira, L.S. (ed.). Sustainability of Irrigated Agriculture. Proceedings of the NATO Advanced Research Workshop. Vimeiro, March 1994. Balkema, Rotterdam.a.
- Reij, C., P. Mulder and L. Begemann. 1988. Water Harvesting for Plant Production.World Bank Technical Paper No. 91, Washington D.C.a
- Reining, P. (ed.) 1978. Handbook on Desertification Indicators, AAAS, Washington DC.
- Reisner, Marc, 1993. Cadillac Desert: The American West and Its Disappearing Water. Revised Edit. Penguin Books, USA.
- Sahelian Region: 1985-1991. United Nation Sudano - Sahelian Office.
- Sanford, S., (1982), Pastoral strategies and desertification: opportunism and conservatism in dry lands, in B. Spooner and H. Mann, Desertification and Development: Dryland Ecology in Social Perspective, pp. 61–80, Academic Press, New York..
- Sharma, K.D. 1986. Runoff behavior of water-harvesting microcatchment. Agricultural Water Management .a11: 137-144
- Shepherd, A., (1965), Flight of the Unicorns, Elek Books, London.
- Sherbrooke, W. and Paylore, P., (1973), World Desertification: Cause and Effect, Office of Arid Lands Studies, University of Arizona, Tucson, Arizona.
- Sheridan, D. 1981, Desertification of the United States, council on Environmental Qualily, USA.
- Smith, E. Adderley. E. and Bethwaite, F., (1963), A Cloud–seeding Experiment in South Australia, Journal of Applied Meterology, Vol.2, pp. 565–568.
- Springuel, I. and A. M. Mekki, 1994. Economic Value of Desert Plants: Acacia trees in Wadi Allaqi biosphere reserve. Env. Cons. 21: 41 - 48.

- Stanley–Price, M.D., (1989), Animal Reproductions, The Arabian Oryx in Oman.
- Stewart, B.A. and J.T. Musick. 1982. Conjun-ctive use of rainfall and irrigation in semiarid regions. Advances in Agronomy 1: 1-24.a
- Stewart, D., 1963, The Arabian Oryx (Oryx leucoryx Pallas), East African Wildlife Journal, (East African Life Society, Nairboi) 1: 103–117.
- Talbot, L., 1960, A look at Threatened Species: A report on some animals of the Middle East and Southern Asia which are threatened with extinction, Oryx, 5 (6): 155–306.
- Tauer, W. and G. Humborg. 1992. Runoff Irrigation in the Sahel Zone. Verlag Josef Margraf Scientific Books, FR, Germany.a
- The State of World Population , UNFPA, 2003
- Thomas, G. W., T. W. Box and J. L. Schuster, 1968. The brush problem in Texas. Brush Control Research Progress Report, Texas Tech. Univ.
- Timberlake, L. 1985. Africa in Crisis, Earthscan Paperback, IIED, London.
- Turkowski, F.G. and Mahoney, G.C., (1964–1971), History, management, and behavior of the Phoenix Zoo Arabian oryx herd, Special Bulletin No.2, The Arizona Zoological Society.
- UNDP (United Nations Environment Program). 1983. Rain and Storm Water Harvesting in Rural Areas. Tycooly International Publishing Limited, Dublin.a.
- UNEP , 1992 World Atlas of Desertification, United Nations Environment Programme and Edward Arnold, 69 pp.
- UNEP, (1992), Status of Desertification and Implemntation of the United Nations Plan of Action to Combat Desertification, GCSS.III/3, Nairobi.
- UNEP, 1991. Financing Anti-Desertification Programmes, Report of the UN Secretary General, UN-GA Resolution 44/172.

- United Nations, (1977), Desertification: Its Causes and Consequences, Pergamon Press, New York.
- UNSO, 1992. Assessment of Desertification and Drought in the Sudano
- UNSO, 1994, Poverty Alleviation, and Land Degradation in the Dryland, United Nations Sudano- Sahelian Office.
- Vorhauer, C.F. and J.M. Hamlett.1996. GIS: a tool for siting farm
- Ware, H., (1977), Desertification and Population: Sub–Saharan Africa, in M. Glantz, (ed.), Desertification: Environmental Degradation in and around Arid Lands, pp. 166–202, Westview Press, Boulder, Colorado.

الدار الجامعية للطباعة والنشر والترجمة