محاضرات في

جغرافية الأراضي الجافة

قنـا

فهرس المحتويات

الموضوع	رقم الصفحة
الفصل الأول: تعريف الجفاف وأنواعه وأسبابه	٥-٣٤
الفصل الثاني: تحديد الجفاف وتصنيفه وتوزيعه	٣٥-٦٠
الفصل الثالث: الملامح الجيومورفولوجية في الأقاليم الجافة والقاحلة	٦١-١٠٠
الفصل الرابع: السمات المناخية وموارد المياه في الأقاليم الجافة والقاحلة	١٠١-١٤٢
الفصل الخامس: البيئة الحيوية في الأقاليم الجافة والقاحلة	١٤٣-١٨٢
الفصل السادس: الأنشطة الاقتصادية وطرق التنمية ومواجهة المشكلات في الأقاليم الجافة والقاحلة	١٨٣-٢٢٨
المراجع	٢٢٩

الفصل الأول

تعريف الجفاف وأنواعه وأسبابه

الفصل الأول
تعريف الجفاف وأنواعه

أولا: مقدمة:

تمثل دراسة جغرافية الأراضي الجافة جانبا جغرافيا مهما في الدراسات الجغرافية والبيئية، وذلك لاهتمامها بإبراز المشكلات والأخطار المناخية والبيئية في المناطق الجافة والقاحلة.

وأصبح الجفاف Drought من أهم المشكلات والأخطار التي تواجه كثير من الدول، وبصفة خاصة الدول الفقيرة، لعدم قدرتها الاقتصادية والعلمية على المواجهة.

وتعد دول إقليم الساحل الأفريقي The Sahel Region من أكثر دول العالم معاناة من كثرة تكرار موجات الجفاف القاتلة.

حيث زادت مع التغيرات المناخية The Climatic Changes رقعة الأراضي التي زحفت عليها الصحراء، وتعرضت التربة في المناطق الجافة والقاحلة إلى التدهور في بنيتها وخواصها الفيزيائية والكيميائية، مما أدى إلى فقدان الحياة النباتية والتنوع الحيوي كماً، وبالتالي عدم قدرة التربة على الإنتاج الزراعي ودعم الحياة الحيوانية والبشرية، وهو ما يعرف بالتصحر Desertification، تلك المشكلة التي تحولت إلى خطر أصبح يهدد الكثير من دول العالم.

ثانيا: تعريف الجفاف:

يعتبر تعريف الجفاف من الأمور الأساسية في بداية دراسة هذا المقرر لما به من بعض الاختلافات في وجهات النظر، وحدود كل تعريف من حيث الجوانب الجغرافية، ومن حيث دلالة المفهوم اللفظي باللغة الإنجليزية وما يقابله، بدقة، في اللغة العربية.

سواء ما يشار إليه مصطلح الجفاف (Drought)، أو ما يشار إليه بمصطلح القحولة (Aridity)، والفرق بينهما من جهة وبين الصحراء (Desert)، نفسها من جهة أخرى.

يعرف لفظ Arid بأنه قاحل، ولذا يشار به إلى الأرض القاحلة Arid Land،

وصفة القحولة Aridity يقصد بها المناطق التي يقل فيها المطر عن ١٠ بوصات (٢٥ سم أو ٢٥٠ ملم).

أما اللفظ Drought فيعرف بالجفاف، والذي يشار إليه بالأراضي الجافة Dry Lands وهي الأراضي أو المناطق التي يحدث أن تقل فيها كمية التساقط المطري عن المتوسط العام في أية سنة من السنوات،

حتى ولو كانت هذه المناطق مطيرة طوال العام أو ذات مطر فصلي "شتوي أو صيفي"، أو في العروض الحارة أو المعتدلة أو الباردة.

وبهذا يتضح الفرق بين الأرض القاحلة Arid Land (أراضي محددة بكمية التساقط)، بحيث إذا قلت كمية التساقط عنها أصبحت الأراضي في عداد الأراضي القاحلة والأراضي الجافة Dry Lands.

تتحول الأراضي، بشكل مؤقت (أو دائم)، من أراضي تتكيف مع كمية أمطار محددة، إلى أراضي جافة لسنة أو لعدة سنوات متتالية ، ويصيبها الجفاف.

وقد تعاود كمية الأمطار تساقطها بالمعدلات الطبيعية الأولى، التي كانت عليها، وهنا تنتهي موجة الجفاف.

كان يشار إلي مفهوم "Dry جاف" على أنه عبارة عن تعبير قابل للفظ "Arid قاحل" حتى منتصف الثمانينيات من القرن العشرين، إلى أن تم التدقيق بين مصطلحين أساسيين في هذا المجال، وهما Aridity & Drought.

وقد عرف برنامج الأمم المتحدة للبيئة (UNEP) الأراضي الجافة Dry Linds بأنها تلك الأراضي التي تشمل: الأراضي القاحلة وشبه القاحلة، والمناطق المدارية شبه المطيرة.

ويشير خبراء الأمم المتحدة إلى أن النمو السكان المتزايد، يؤدي إلى حدوث الجفاف Drought.

وقد ينتج الجفاف أيضا عن ممارسات الإنسان السيئة، وسوء استخدام الأرض في مناطق كثيرة؛ حيث أصبح الآن نحو ٥٧% من كل الأراضي المنتجة في المناطق القاحلة والجافة أراضي متصحرة،

ويمتد فيها مظهر التصحر Desertification بمساحة كبيرة نسبيا.

وفي عام ١٩٩٢م نجد أن "لو هوريو" قد بدأ في تحديد مفهوم المنـــاطق أو الأراضي الجافة Dry Lands بأنها المناطق التي يظهر فيها عجز فـــي كميـــة المطر التي تسقط في السنة، مقارنة بمتوسط التساقط خلال سنة أو فترة القياس،

وينتج عن هذا العجز هبوطاً في الإنتاج الزراعي في الأراضي ذات التكثيف الزراعي، بينما تكون الأمطار ثابتة مناخيا (منخفضة بشدة أو منعدمة) في الأقاليم القاحلة Arid Regions.

أما تعريف "سميث، ٢٠٠١" للجفاف، فهو فترة جافة، غير عاديـــة ، ينـــتج عنها نقص في المياه، وعجز في سقوط الأمطار، ولذا فإن الجفاف يكون مثيـــرا دائما، ويتسبب هذا النقص في حدوث نقص دائم للمياه التي توجد في التربة، وفي الأنمار، وأمام السدود، وقد ينتج في النهاية حدوث كارثة. ولهذا ينظر إلى الجفاف بأنه نظام مناخي Climatic System.

أما مفهوم الصحراء Desert فقد حدده "جون موري" بأنها المناطق التـــي تتلقى أمطارا في حدود ١٠ بوصات (٢٥ سم).

في حين حدد الإقليم الجاف بأنه المنطقة التي تصل كمية الأمطار بها إلـــى ٢٠ بوصة (٥٠ سم).

ومنذ عام ١٩٧٠م، أصبح مظهر الجفاف أكثر شيوعا، خاصة في العروض المدارية، كما أن أحوال الجفاف قد أصبحت أطول في فترتها الزمنية، وأشد فـــي قسوتها، وأصبحت مؤثرة على مساحات أوسع.

وتتركب ظاهرة الجفاف من:

- نقص المطر في بعض المناطق.
- حدوث ارتفاع في درجات الحرارة، بحيث تصبح أعلى من معدلاتها، مما يتسبب في حدوث حالات الجفاف.
- زيادة درجة حرارة سطح مياه البحر (فيما يعرف بظاهرة النينا واللانينا)، وحدوث انصهار للجليد، وتمثل كلها إضافات لحدوث حالات الجفاف.
- وفي الفترة من ١٩٦١م حتى عام ٢٠٠٣م زادت درجة حرارة سطح مياه البحر بمقدار ٠,٣٥ من الدرجة السليزية.

ثالثا: أنواع الجفاف (الميتيورولوجي، الهيدرولوجي، الزراعي، جفاف المجاعة):

يمكن تقسيم أحوال الجفاف Drought إلى أربعة أنواع، حسب التقسيمات العالمية، وهي على النحو التالي:

١- الجفاف الميتيورولوجي Meteorological Drought

٢ -الجفاف الهيدرولوجي Hydrological Drought

٣ -الجفاف الزراعي Agricultural Drought

٤- جفاف المجاعة Famine Drought

١- الجفاف الميتيورولوجي Meteorological Drought:

يرتبط هذا النوع من الجفاف بأحوال الطقس والمناخ، ومدي التقلبات التي تحدث فيهما، وهو يعرف بالجفاف الجوي.

وهذا النوع من الجفاف هو أقل الأنواع قسوة، وينتج هذا النوع من الجفاف عن نقص شديد، غير متوقع في كمية الأمطار المتساقطة. وتشتد الحاجة المياه الأمطار في هذه الحالة، مما يتسبب في حدوث كارثة.

ويحدد هذا النوع حسب الطول الكلي الفترة الجفاف، ومن هنا فإنه يختلف من مكان لآخر. ففي ليبيا تكون الفترة سنتان، بينما تقل الفترة في جنوب كندا إلى شهر، وفي جزيرة بالي في إندونيسيا تصل إلى ٦ أيام فقط.

وتعتبر السنة التي تقل فيها كمية الأمطار بمقدار ٢٥ % عن المتوسط العام للتساقط، هي سنة جفاف. فعلى سبيل المثال: في إحدى المحطات المناخية التي تقع في سهول شمال ليبيا (أي أن مناخها بحر متوسط)، حيث الاعتماد على الزراعة المطرية.

ففي خلال ٢٩ سنة بلغ عدد السنوات التي قل فيها التساقط بمقدار ٢٠٪ عن المتوسط العام للتساقط (١٢ سنة)، أي أن نحو ٤٦ % من سنوات فترة الدراسة كانت سنوات جفاف.

لمزيد من الإيضاح

- **المتوسط العام للتساقط = مجموع كمية الأمطار : عدد سنوات فترة الدراسة**
- **المتوسط العام للتساقط = ٢٦٠٠ سم (١٠٩٠ بوصة) : ٢٩ سنة**
- **المتوسط العام للتساقط = ١٠٠ سم (٤٠ بوصة).**
- **المتوسط العام للتساقط = ١٠٠ سم × ٠,٢٥ = ٢٥**
- **المتوسط العام للتساقط = ١٠٠ سم - ٢٥ = ٧٥ سم (٧٥٠ ملم)**
- **إذا أية سنة من سنوات فترة الدراسة تقل فيها كمية المطر عن ٧٥ سم أو (٧٥٠ ملم) تعد سنة جفاف.**

٢- الجفاف الهيدرولوجي Hydrological Drought:

يسمى هذا النوع من الجفاف باسم الجفاف المائي، وهو ينطبق أساسا على الصورة المائية الأرضية، وليست الصورة الغازية الجوية للمياه، ومن هنا فإن هذا النوع يرتبط بالمياه سواء أكانت مياه سطحية، التي تجري في الأودية والأنهار، أو قابعة في البحيرات العذبة، أو في المياه الموجودة تحت السطح في صورة مياه جوفية Underground Water .

ويحدث الجفاف الهيدرولوجي نتيجة هبوط في مستوى التدفق الطبيعي لمياه الأنهار، وبالتالي انخفاض مستوى المياه في الأنهار، أو هبوط مستوى المياه الجوفية، أو هبوط مستوى مياه البحيرات الطبيعية، أو تلك الموجودة أمام السدود.

وكل ذلك يؤدي إلى نقص المياه وضعف قدرتها على إمداد السكان بالمياه المطلوبة للحياة وقيام الأنشطة البشرية المختلفة.

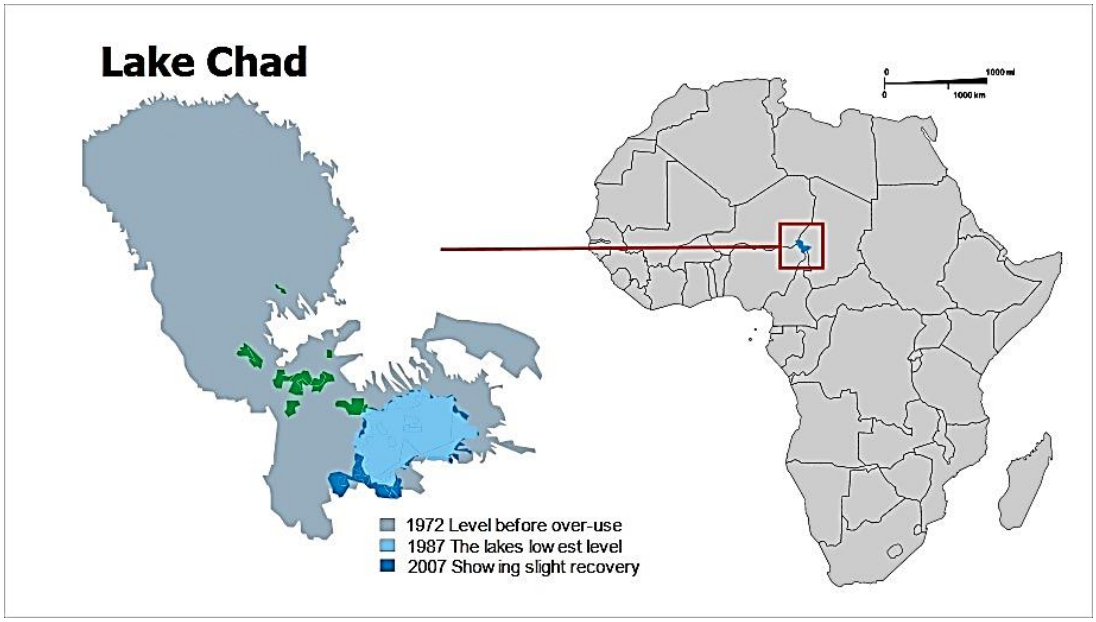
في الصين عام ١٩٩٧م، حدث جفاف للنهر الأصفر (هوانج هو) وأصبح لا يمد الصينيين بمياهه سوى ١٠ % فقط من كمية مياهه، وجف مجرى النهر في المناطق المنخفضة، لعدد من أيام السنة غير مسبوقة، بلغ عددها ٢٢٦ يوما في السنة، وبلغ طول منطقة المجرى النهري التي جت منها المياه نحو ٩٠٠ كم على اليابسة.

وهناك أنهار أخرى في العالم تحدث فيها هذا النوع من الجفاف، ومنها نهر كلورادو في الولايات المتحدة، والجانج في الهند، ونهر الأردن، ونهر النيل، ونهر الفرات بالعراق .

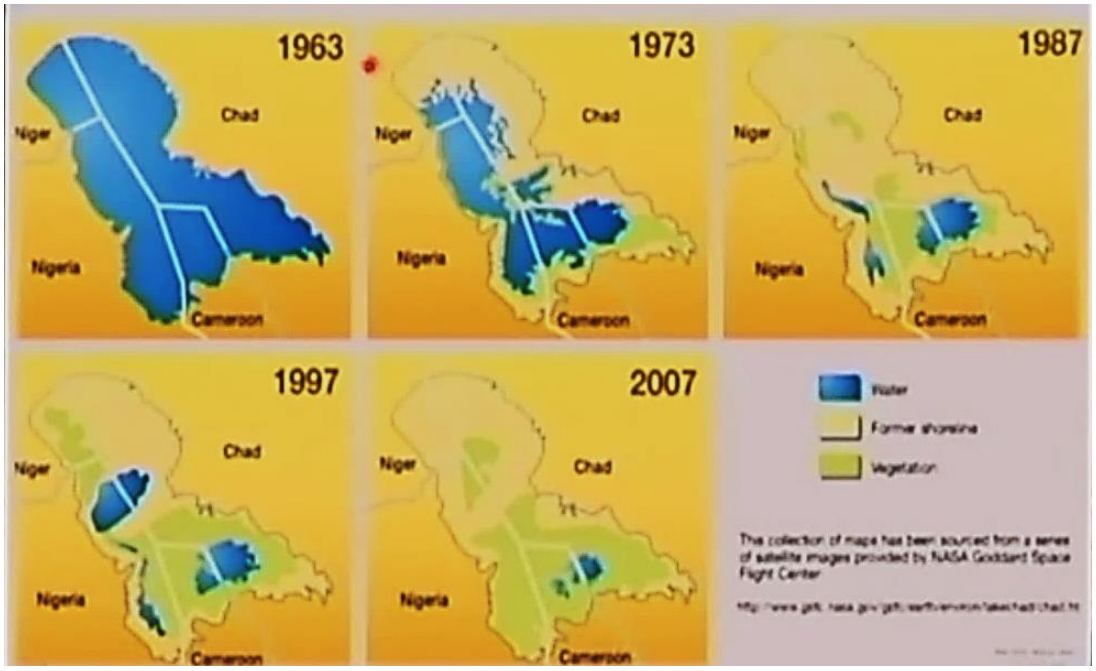
وقد تحدث الجفاف الهيدرولوجى كذلك في بحيرة تشاد، التي تقع في النصف الشمالي لقارة أفريقيا. وتصب فيها أنهار قادمة من الجنوب من العروض الاستوائية المطيرة،

ومن أهمها: نهر تشاري Chari، الذي يصب في البحيرة من الركن الجنوبي الشرقي، قادما من جمهورية أفريقيا الوسطى والكاميرون وجنوب تشاد.

وتعد بحيرة تشاد من البحيرات التي تعرضت لسوء إدارة الأحواض المائية، بطرق مباشرة، وقد كان حجم البحيرة طبيعيا في عام ١٩٩٣م، ولكن بعد ٤٠ عاما، في عام ٢٠٠٣م، قلت مساحتها إلى ١٠٪ فقط مما كانت عليه في عام ١٩٦٣م.



بحيرة تشاد



بحيرة تشاد

ومن أهم الأسباب التي أدت إلى نقص مساحة بحيرة تشاد، ما يلي:

• انخفاض معدلات تساقط الأمطار في الفترة من ١٩٦٦ – ١٩٧٥م.

• تضاعف متطلبات الري إلى أربع مرات، مما أدي إلى سرعة استنفاد المورد المائي.

• ضعف التعاون الدولي بين دول حوض البحيرة.

• استتراف مياه الأنهار التي ترفد إليها.

• إنشاء مجموعة سدود صغيرة على الأنهار، التي تزودها بالمياه، سواء في الكاميرون أو في نيجيريا.

وبالنسبة للمياه الجوفية فقد حدث لها كذلك، في كثير من الدول، جفاف هيدرولوجي، في مصر مثلا: يتم سحب كميات كبيرة من المياه الجوفية في الصحراء الغربية، منذ أن بدأ تعمير الوادي الجديد في أوائل الستينيات من القرن العشرين، وأدي هذا إلى هبوط مستوى الماء الجوفي، الموجود في طبقات صخور الحجر الرملي النوبي بمعدل عدة أمتار / السنة.

يعتمد التوسع الزراعي والعمراني في واحات صحراء مصر الغربية على حفر الآبار، التي كانت تتدفق طبيعيا في الماضي، لم ا الآن فأصبح يستخدم مواتير وطلمبات لرفع المياه الجوفية من باطن الأرض.

مواتير وطلمبات لرفع المياه الجوفية من باطن الأرض

٣- الجفاف الزراعي Agricultural Drought:

يقصد به حدوث نقص المياه في التربة المزروعة عن الكمية التي يحتاجها المحصول، أو نقص مياه الأمطار، التي تعتمد عليها الزراعة المطرية، والتي عرف بالزراعة البعلية Rainfed Agriculture.

ويحدث هذا النوع من الجفاف في حالة عدم قدرة رطوبة التربة على استمرار نمو المحصول والإنتاج، ونقص المياه في التربة عن حاجة النبات. وتعتمد هذا النوع من الجفاف على مقدار رطوبة التربة.

الجفاف الزراعي هو نقص المياه التي تحتاجها المحاصيل في المناطق التي تسودها زراعة مطرية، فعندما تقل المياه عن حاجة النبات في التربة خلال

مراحل نموه بسبب إدخال محاصيل زراعية أكثر حاجة للمياه في مناطق ذات موارد مائية محدودة.

مثال:

إدخال زراعة الأرز في بعض مناطق هوامش الدلتا في مصر، وهو محصول يحتاج لوفرة مياه رغم قلة الموارد المائية التي تعاني منها مصر.

<u>قد يحدث الجفاف أيضا بسبب:</u>

١- زيادة الأنشطة الاقتصادية والتوسعات العمرانية في المناطق الهامشية والتي لا تكفي موارد المياه فيها للتوسع الزراعي أو الرعوي.

٢- إدخل محاصيل جديدة إلى مناطق تتميز بأنها تعاني من نقص في المياه مما يعرض تلك المناطق إلى الجفاف.

الآثار السلبية للجفاف وأمثلة لبعض قارات العالم ودول العالم

شهدت مناطق كثيرة من العالم إلى جفاف حاد وقحطا شديدا أدى إلى :

أ- تدمير شبه كامل للنظم الأيكولوجية.

ب- ترك وراءه أزمات اقتصادية مزمنة.

ت- نزوح الآلاف من السكان في المناطق المنطوبة.

ث- موت الآلاف من سكان العالم.

- **وأمثلة لبعض قارات العالم ودول العالم**

١- الجفاف في إفريقيا بدول الساحل الإفريقي (موريتانيا – مالي – النيجر – تشاد – السودان)

- تعرضت تلك الناطق لكوارث الجفاف بسبب التذبذب الواضح في كمية الأمطار الساقطة في الفترة من ١٩٦٨ إلى ١٩٧٣.

- توالي الجفاف لسنوات متتالية تقل فيها الأمطار داخل تلك الدول أدى إلى:
- التخلف التقني التي تعيشه تلك الدول.
- أدى إلى نمو السكان المتسارع مع قلة الأمطار ونظم الرعي العشوائي الجائر إلى زيادة تفاقم حدة الجفاف.
- تعرض تلك المناطق للتصحر – ومجاعات – ونزوح جماعي.
- خسائر بشرية بلغت ١٠٠.٠٠٠ نسمة – ملايين المتضررين.
- خسائر الثروة الحيوانية قدرت بملايين الرؤوس
- فقد خسرت (دولة مالي ٥٠٪ من حيواناتها – خسرت النيجر ٨٠٪ من حيواناتها – خسرت تشاد ٩٠٪ من حيواناتها)
- هذه الكارثة لم تستطع أن تجدي معها معونات منظمة الإغاثة أو منظمة الصحة العالمية.

الجفاف في شبه الجزيرة العربية.

- تعرضت شبه الجزيرة العربية خلال تاريخها لحوادث جفاف وقحط شديد حيث تعرضت:
  - منطقة الحجاز عام ٥٨٩هـ – ٨٢٢هـ,
  - مكة عام ٧٤٤هـ أدى إلى:
  - حدوث مجاعات وضحايا في الأرواح.
- انعكس الجفاف على سكان المنطقة وعلى الحجاج الذين تعرضوا للعطش والجوع ومات منهم عدد كبير.
- نزوح عدد كبير من السكان إلى العراق وبعض دول الخليج.

الجفاف بالمملكة العربية السعودية

شهدت السعودية في فترات قريبة إلى جفاف هيدرولوجي ترتب عليه

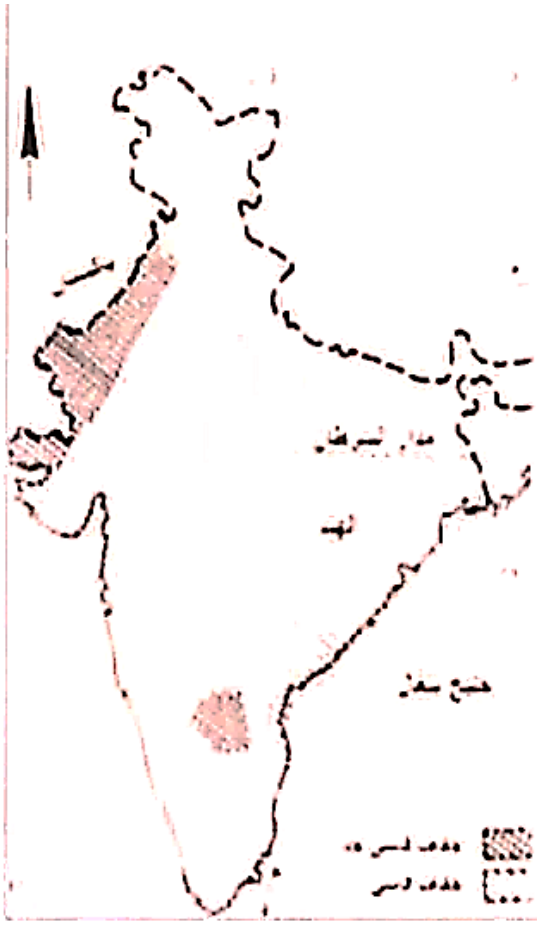
- جفاف كثير من الآبار.
- هبوط منسوب مياه العديد من المخزون الجوفي للمياه.
- ارتفاع نسبة الملوحة مما أثر على الإنتاج الزراعي.

الجفاف في السودان في الفترة من ١٩٨٢ – ١٩٨٤

تعرضت لجفاف هيدرولوجي نتج عنها

- تعرضت نباتات المراعي للتدهور حيث فقد ٥٠٪ من الثروة الحيوانية.
- إتلاف المحاصيل الزراعية شمال وجنوب ولاية دارفور.
- تعرضت التربة للجفاف والتعرية
- تعرض السكان للمجاعة مع حدوث حالات وفيات كبيرة
- هجرة السكان من المنطقة المنكوبة إلى مناطق أخرى مثل منطقة بحر العرب أو نحو مدن الخرطوم.

٤- جفاف المجاعة Famine Drought:



يقصد بجفاف المجاعة، حالة الجفاف الشديد الذي ينتج عنه في النهاية حدوث مجاعة، وتشريد للسكان وهجرات ووفيات. ويعد جفاف المجاعة نوعا من الجفاف الزراعي، ولكنه شديد للغاية، ويكون مدمرا للأمن الغذائي، لدرجة أن السكان يجاهدون للحفاظ على حياتهم فقط.

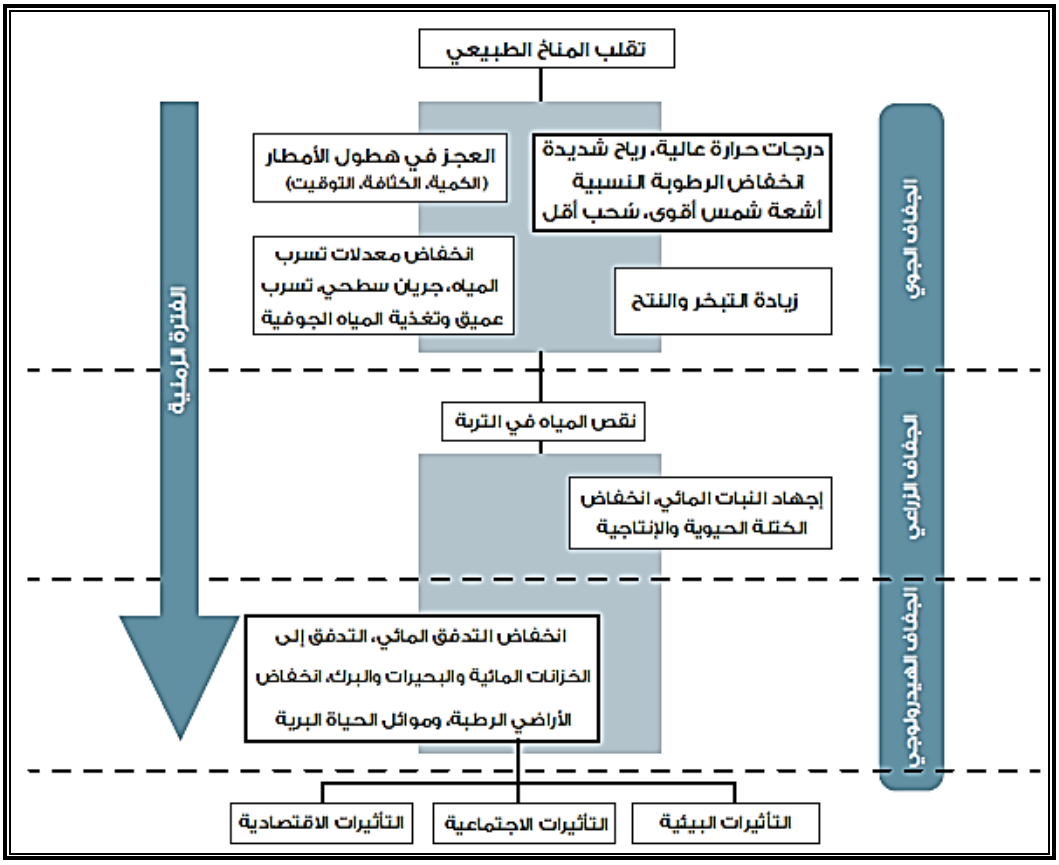
تمثل الهند نموذجا مثاليا وصارا لجفاف المجاعة، الذي يظهر في قارات العالم المختلفة، حيث تعرض نحو خمس مساحة الدولة في الشمال الغربي للجفاف، منها ٣٠% من هذه المساحة جفاف قاسي وجدا (وهو يؤدي للمجاعة). أما في الوسط والجنوب الشرقي والجنوب على هضبة الدكن نجد سيادة الجفاف القاسي.

وكذلك البرازيل حدث فيها جفاف مجاعة عام ١٩٨٥م، حيث لجأ السكان إلى بيع مزارعهم، والهجرة من الريف إلى المدن، وسكنوا في مدن الصفيح والتي تعرف باسم «مدن الأشانتي».

و في إثيوبيا: تسبب انحباس المطر، بإثيوبيا بالقارة السمراء، في نقص الزراعة التي تعتمد على مياه المطر، وسقوط نحو ١٢ مليون شخص آخر تحت خط الفقر في النصف الثاني من التسعينيات من القرن الماضي، علاوة على أولئك الذين كانوا يعيشون حياة فقر من قبل.

وكذلك منطقة القرن الأفريقي: بلغ عدد السكان المهددة حياتهم بالمجاعة في الصومال وجيبوتي نحو ٢٠ مليون نسمة؛ بسبب الجفاف الذي حدث في عام ٢٠٠٠م.

كما يحدث جفاف المجاعة في منطقة العروض الاستوائية، فإن إندونيسيا تفقد سنوا نحو ٢٥٠٠٠ نسمة، نتيجة للأخطار المرتبطة بالجفاف.



العلاقة بين الأنواع المختلفة للجفاف

رابعاً: أسباب وعوامل حدوث الجفاف والقحولة:

تفسير نشأة وتكوين ظاهرة الجفاف Drought وحدوث القحولة Aridity في العالم يمكن أن يتضح من خلال دراسة مجموعة من الأسباب والعوامل التي تؤدي إلى نقص المطر، وقلة كميته، مما يؤدي إلى ظهور مشكلة الجفاف.

تتعدد عوامل ظهور حالات الجفاف وأسباب تكونه فوق سطح القارات، سواء على المستوى الإقليمي أو المستوى العالمي، وهي تتنوع وتتضافر ما بين مجموعة من العوامل الطبيعية المختلفة، بالإضافة إلى تفاعل الإنسان مع البيئة ومشاركته في ظهور حالات الجفاف أو زيادة المساحة المتأثرة به، ويمكن عرض مجموعة هذه العوامل، كالآتي:

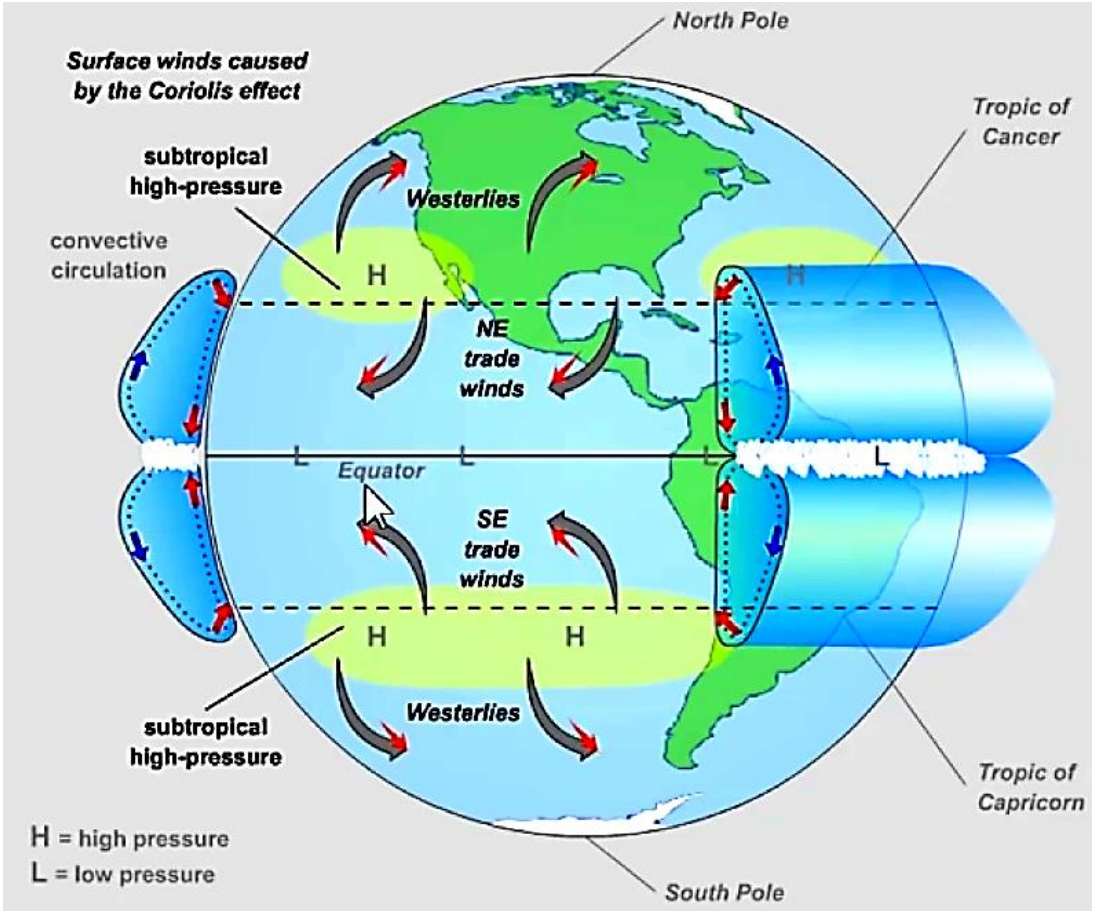
العامل الأول: الهبوط الرأسي للرياح:

يرتبط ذلك العامل بنظام الدورة الهوائية العامة Wind Circulation، على مستوى الكرة الأرضية بالعروض الوسطى، ويحدث هذا حول دائرة عرض ٣٠ ° شمالاً و٣٠ ° جنوباً.

في العروض الاستوائية يسخن الهواء ويرتفع لأعلى، وينقسم إلى قسمين في الطبقات العليا Upper Air، أحدهما يتجه نحو القطب الشمالي والآخر يتجه القطب الجنوبي، وهما يتجهان نحو القطبين وأثناء ذلك تهبط شعبه من أعلى إلى أسفل عند دائرة عرض ٣٠ ° شمالا، وشعبه أخرى عند دائرة عرض ٣٠ ° جنوبا، ولذا فإن هذه المناطق تصبح ذات ضغط مرتفع دائم؛ بسبب تركيز الهواء وتجمعه.

والهواء هنا يكون جافا، حيث إن الرياح قادمة من ضغط مرتفع High Pressure فوق اليابس وتهب نحو اليابس كذلك؛ مما يتسبب في تكوين بعض الصحاري، مثل: صحراء جنوب غرب آسيا، وشمال القارة الأفريقية، وصحراء ونورا في الولايات المتحدة الأمريكية، و صحراء كلهاري جنوب غرب أفريقيا، بالإضافة إلى صحراء أستراليا.

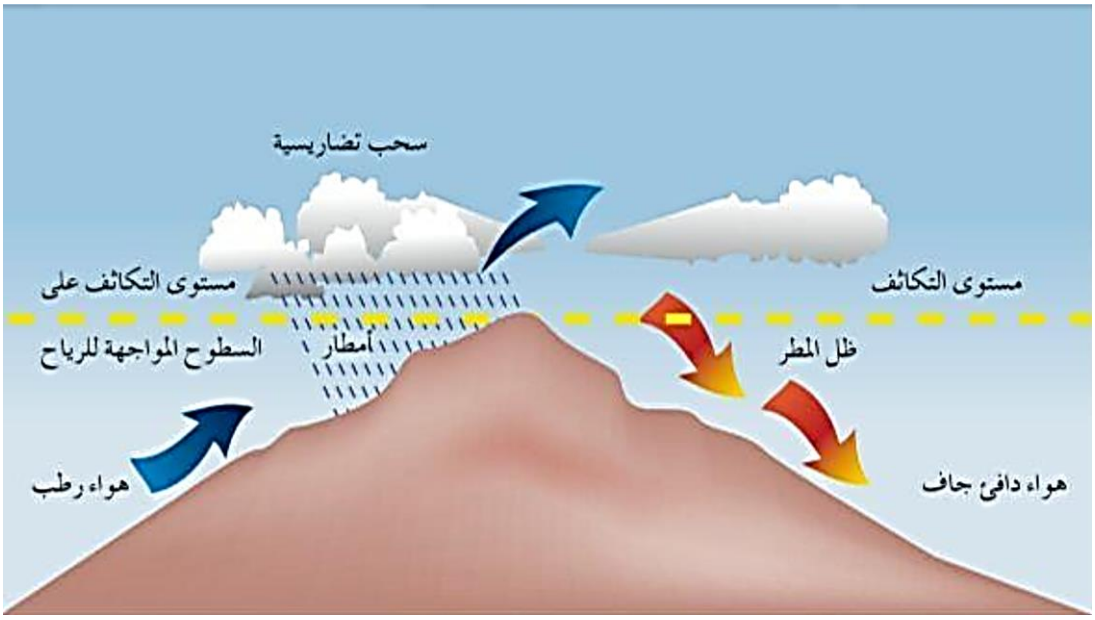
وهذا العامل يعد من أكبر الأسباب تأثيرا على زيادة مساحة المناطق الجافة والقاحلة في العالم، حيث يسيطر عليها الضغط المرتفع الدائم، بسبب هبوط الهواء.



الدورة العامة للهواء وخلايا هادلي

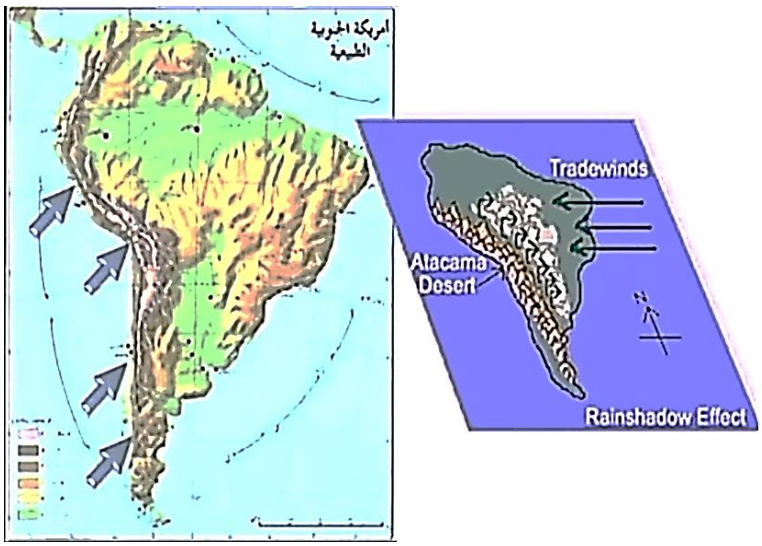
العامل الثاني: العامل التضاريسي:

ويتمثل هذا العامل في وجود حواجز جبلية شاهقة الارتفاع، تحول دون وصول الرياح المحملة بخار الماء إلى داخل القارات، فتتحول هذه المناطق إلى أقاليم جافة أو شبه قاحلة.

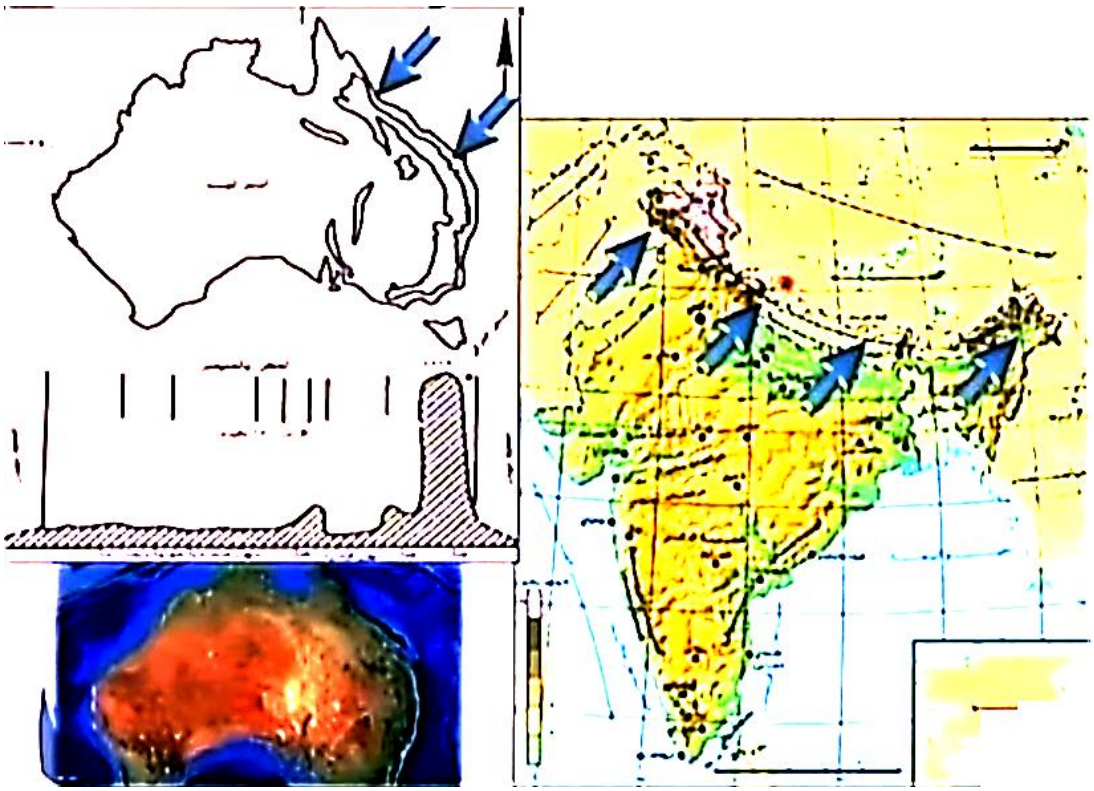


الأمطار التضاريسية وتكون صحاري ظل المطر

ومن أمثلة ذلك: امتداد سلاسل جبال روكي في قارة أمريكا الشمالية من الجنوب إلى الشمال، وبشكل يجعل الرياح تتعامد عليها، مما يجعلها تحول دون وصول الرياح الغربية والجنوبية الغربية. القادمة من المحيط الهادي، إلى المناطق الواقعة إلى الشرق منها. ويشبهها في ذلك سلاسل جبال الإنديز الممتدة بمحاذاة الساحل الغربي لقارة أمريكا الجنوبية، والتي ساعدت على تكوين صحراء بتاجونيا الأرجنتين وتشيلي)، وصحراء أتكاما (تشيلي).



ومن أمثلة ذلك: وجود جبال الهيملايا بشبيه القارة الهندية، التي تحول دون عبور الكتل الهوائية الرطبة من الرياح الموسمية الصيفية الجنوبية إلى الداخل. وكذلك قد لعبت جبال الألب الأسترالية، شرق وجنوب شرق القارة، دورا مماثلا في حجز الرياح الرطبة، إلى حد كبير، عن وسط وغرب أستراليا، مما ساد فيهما الجفاف والقحولة.



العامل الثالث: الهبوط المحلي للهواء:

يرتبط ذلك العامل بهبوط الهواء وانزلاقه، حينما تقابله سلسلة جبلية فإن الهواء يصعد إلى أعلى، وحينما يصل إلى قمة السلسلة الجبلية فإن الهواء يهبط مرة ثانية منحدرا على الحافة، ويسخن الهواء أثناء هبوطه، إما بالانضغاط أو بارتفاع درجة حرارته كلما اقترب الهواء من سطح الأرض (كلما انخفضنا).

وهذا يزيد من قدرة الهواء على التشبع ببخار الماء بدرجة أكبر من عملية لتكاثف، ولذا فإن الهواء لا يسقط مطرا فقط، بل أنه يعمل على زيادة فخر من التربة والنبات والمسطحات المائية، فتقل الرطوبة ويزيد الجفاف.

ومن أمثلة ذلك: ما يحدث غرب جبال الإنديز، حينما يحدث هبوط للهواء، وتستمر العملية فوق الساحل الشمالي في تشيلي وبيرو، ما يؤدي إلى تكوين صحراء أتكاما وصحراء بتاجونيا.

ويشبها في ذلك بعض الأحزمة الجبلية في العروض الوسطى، وفي غرب أمريكا الشمالية، وكذلك في أجزاء من داخل قارة آسيا قد نشأت الصحاري فيها بهذه الطريقة.

العامل الرابع: ثبات الكتل الهوائية:

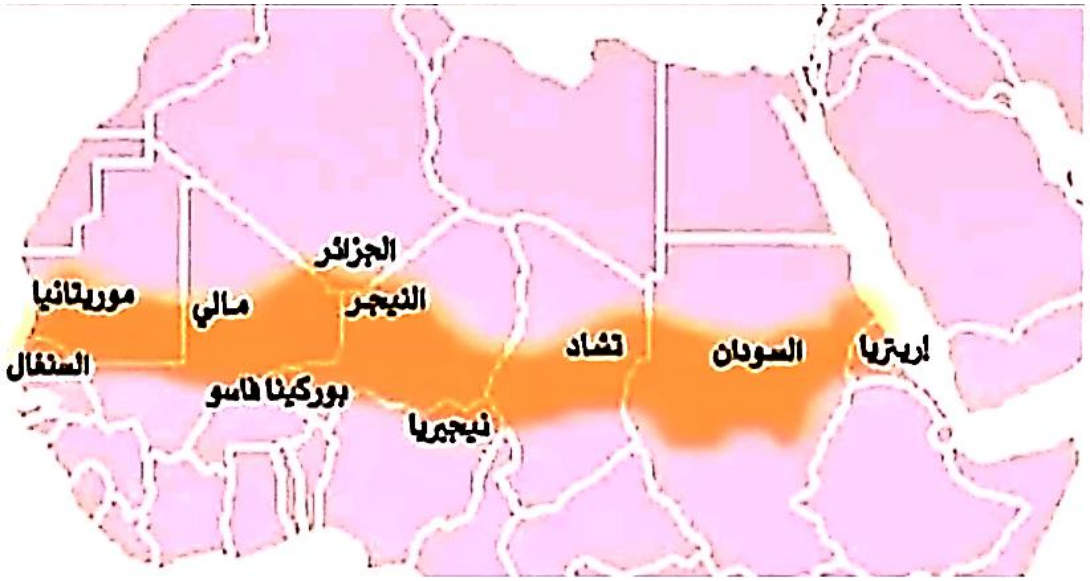
يقصد بثبات الكتل الهوائية، عدم وجود حركة أفقية للرياح تساعد في انتقال الكتل الهوائية الرطبة من أماكن تكونها (أقاليم المصدر إلى أماكن أخرى أكثر جفافا.

كما الحال في صحاري وحشائش الاستبس في وسط آسيا، والتي تكونت بعيدة عن الرياح الموسمية، التي تقف جبال الهيملايا وهضبة التبت حاجزا منيعا لها.

العامل الخامس: خصائص تساقط الأمطار:

تمتاز الأمطار في الأقاليم القاحلة وشبه القاحلة بالتباين الشديد في كمية التساقط، وكثيرا ما تكون كمية التساقط أقل من المعتاد (مسنة الجفاف، مما يؤدي إلى زيادة القحولة Aridity والجفاف Drought وظهور الكثير من المشكلات والأخطار البيئية.

وأكبر مثال على ذلك ما يحدث بدول إقليم الساحل الأفريقي، كل ثلاث إلى سبع سنوات تقريبا.



ويعتبر النقص في فعالية المطر The effectiveness of rainfall خاصية من الخصائص التي تؤدي إلى حدوث الجفاف، وينشأ ذلك بسبب اختلاف فعالية المطر، من فصل لآخر أو من سنة إلى أخرى، وقد تصبح فعالية المطر منخفضة، بدرجة أقل من انخفاض جملة كمية الأمطار المسئولة عن كوارث الجفاف.

ومن أمثلة ذلك: ما حدث بدول إقليم الساحل الأفريقي من جفاف، خلال القرن العشرين، حيث انخفضت كمية الأمطار عن المتوسط السنوي للتساقط، وكان التفاوت في التساقط كبيرا وكمية أمطار قليلة، مما قلل من فعالية الأمطار، وحدوث جاف كارثي.

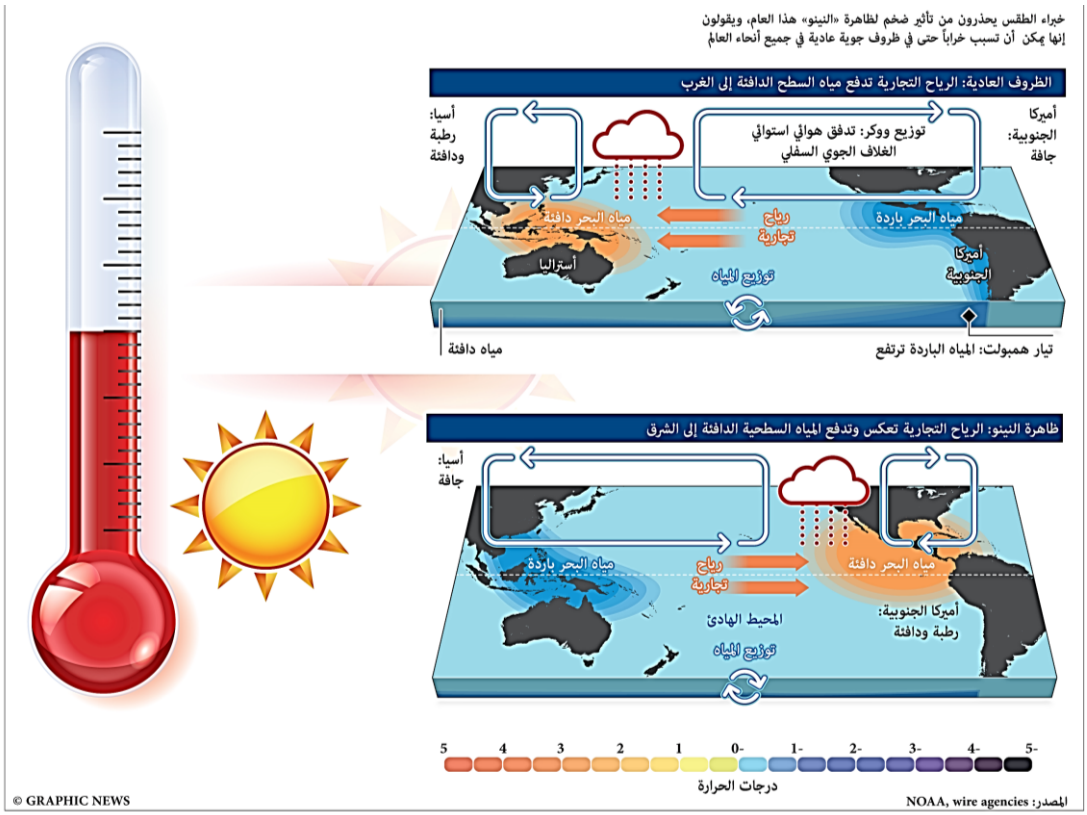
العامل السادس: ظاهرة النينيو:

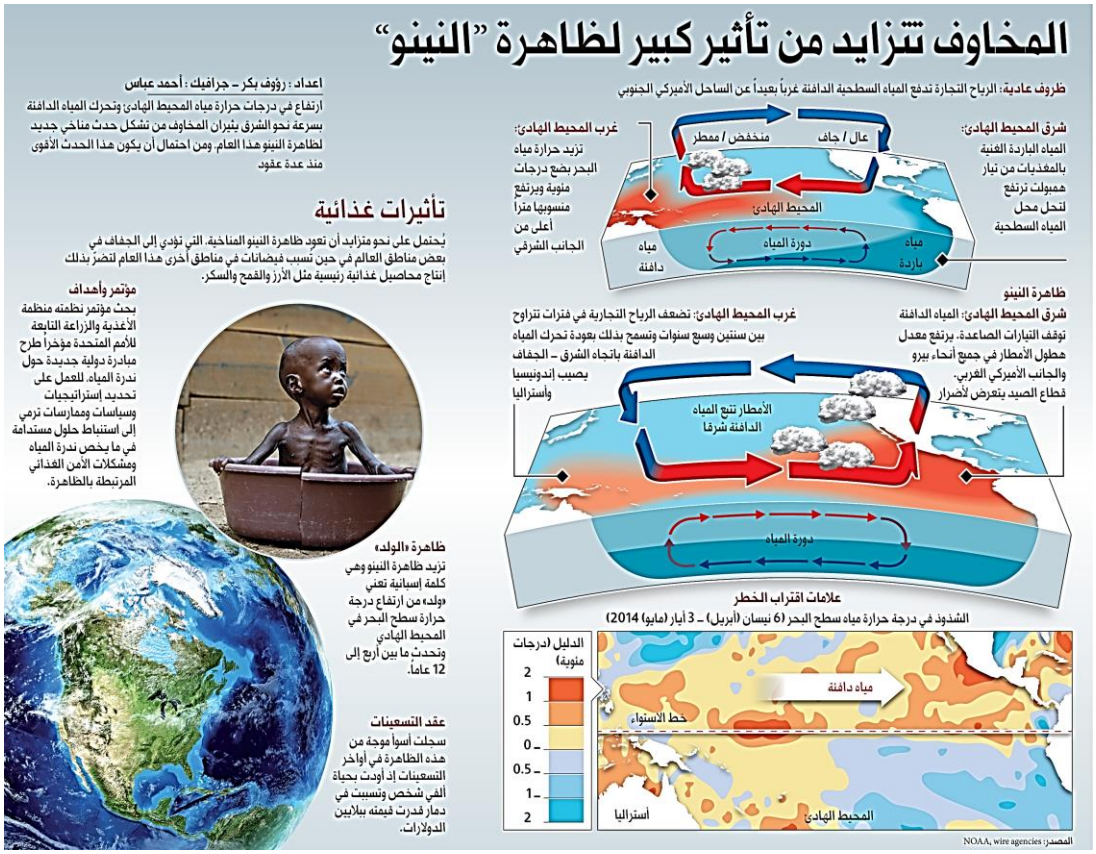
النينيو El Nino، ظاهرة مناخية طبيعية، تحدث كل ثلاث سنوات تقريبا في المحيط الهادئ، وهي ارتفاع في درجة حرارة سطح المحيط بنحو نصف درجة سليزية (٠,٥°س).

وقد تستمر هذه الظاهرة لمدة خمس سنوات؛ نتيجة لتسخين القسم الشمالي من المحيط الهادي، وتتسبب في تبدلات مناخية في كل الكرة الأرضية، وتتمثل في حدوث الجفاف في بعض الدول، والفيضانات وتدمير المحاصيل الزراعية في دول أخرى.

ظاهرة إلنينيو El Nino:

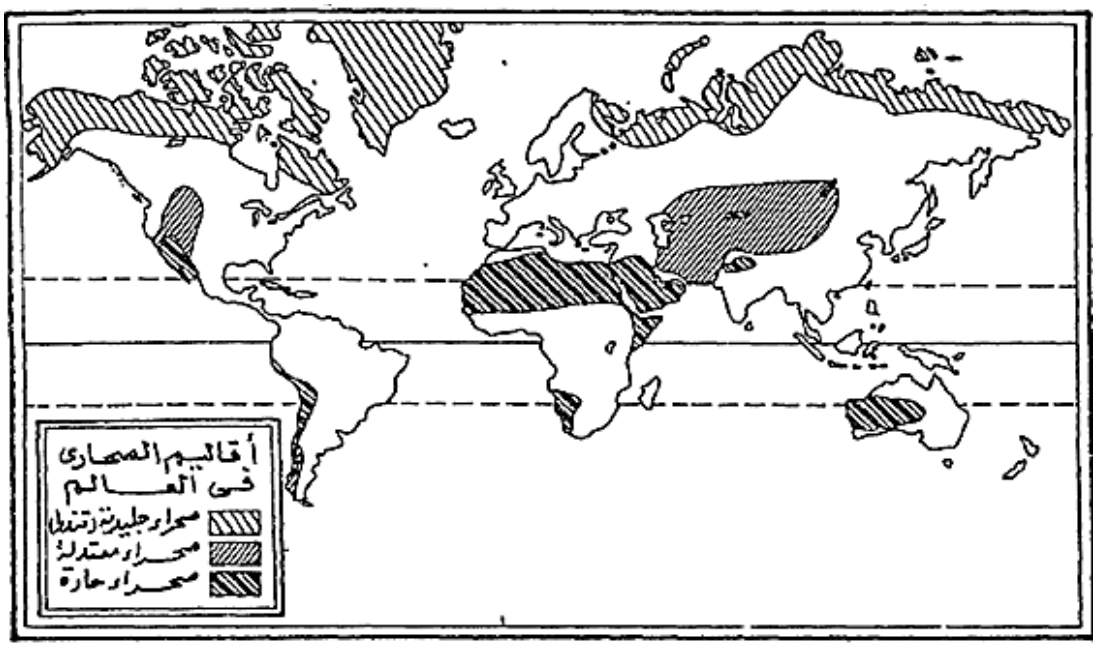
- كيف تحدث؟
- ما هي الآثار المناخية والبيئية المترتبة على حدوثها؟
- ما هي الدول المتأثرة بها؟



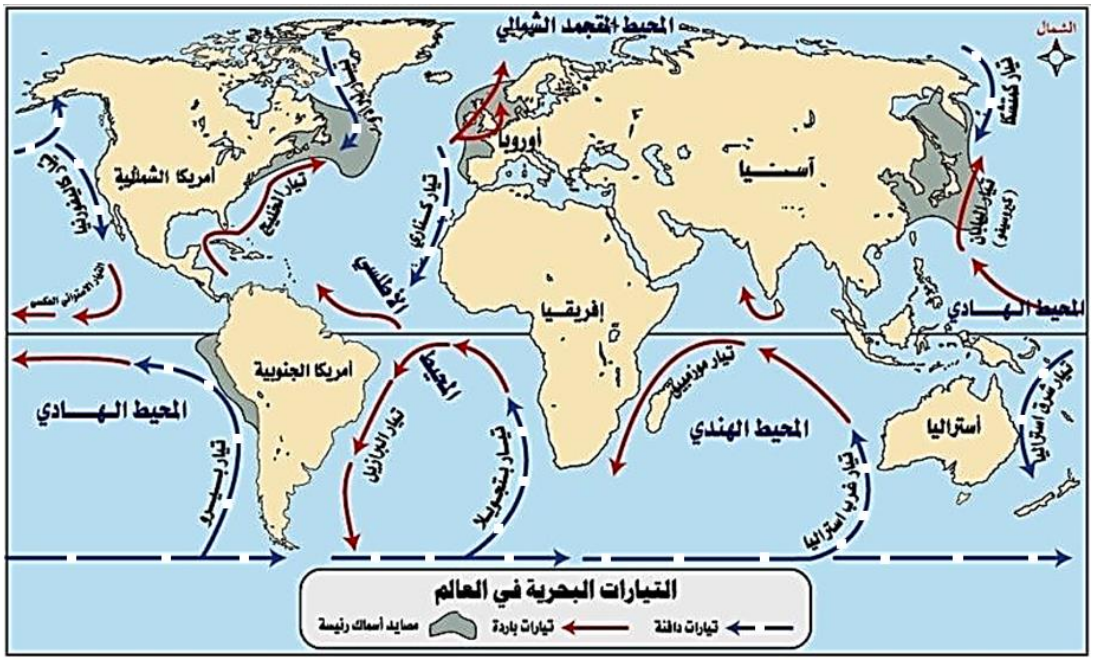


العامل السابع: التيارات البحرية:

التيارات البحرية Ocean Currents نوعان، منها الدفيئة ومنها الباردة. ولما كانت السواحل الغربية للقارات، سواء في أفريقيا أو أمريكا الشمالية أو أمريكا الجنوبية، يمر بموازاة تيارات بحرية باردة، فإنها تتضافر مع الدورة العامة للرياح وتتسبب في حدوث الجفاف، حيث إنها تيارات باردة قادمة من تجاه العروض القطبية ومتقدمة نحو دائرة الإستواء.



توزيع الصحاري في العالم



التوزيع الجغرافي للتيارات البحرية

العامل الثامن: العوامل البشرية:

شاركت يد الإنسان في حدوث الجفاف والقحولة، متضافرة في ذلك مع العوامل الطبيعية، للعمل على ظهور هذه المشكلة. ويظهر أثر الإنسان بسبب التنمية الاقتصادية في المناطق القاحلة، لشدة الاحتياج الاقتصادي، خاصة نشاط الزراعة للأراضي القابلة للإنتاج، وهذا أدى إلى انتهاج الإنسان سياسة التكثيف والتحميل الزراعي لزيادة الإنتاج المحلي، وهذا تسبب في زيادة معدلات نحت وتدهور الأراضي الزراعية.

الفصل الثاني

تحديد الجفاف وتصنيفه وتوزيعه

الفصل الثاني

تحديد الجفاف وتصنيفه وتوزيعه

أولا: مقدمة:

إن لفظ الجفاف Drought، والمرادفات والمصطلحات الأخرى ذات الصلة، يتضح من خلال شرح كل لفظ وحدوده الجغرافية، من حيث الدلالة وما يشار به إلى حالة البيئة الجغرافية. وكذلك من خلال اختلاف الآراء العلمية لبعض العلماء.

ثانيا: تحديد الجفاف بطريقة (دي مارتون):

دي مارتون Emmanuel de Martonne عالم جغرافي فرنسي، ابتكر عدة طرق رياضية بسيطة، يمكن من خلالها تحديد قيمة تعكس حالة وجود قحولة Aridity، أو عدم وجودها، والحالة النباتية المصاحبة لها في كل الأحوال. ويعتبر دي مارتون من أوائل الجغرافيين الذين وضعوا طريقة لتحديد القحولة.

معامل القحولة The Index of Aridity، عند دي مارتون، هو:

$$P/(T+10)$$

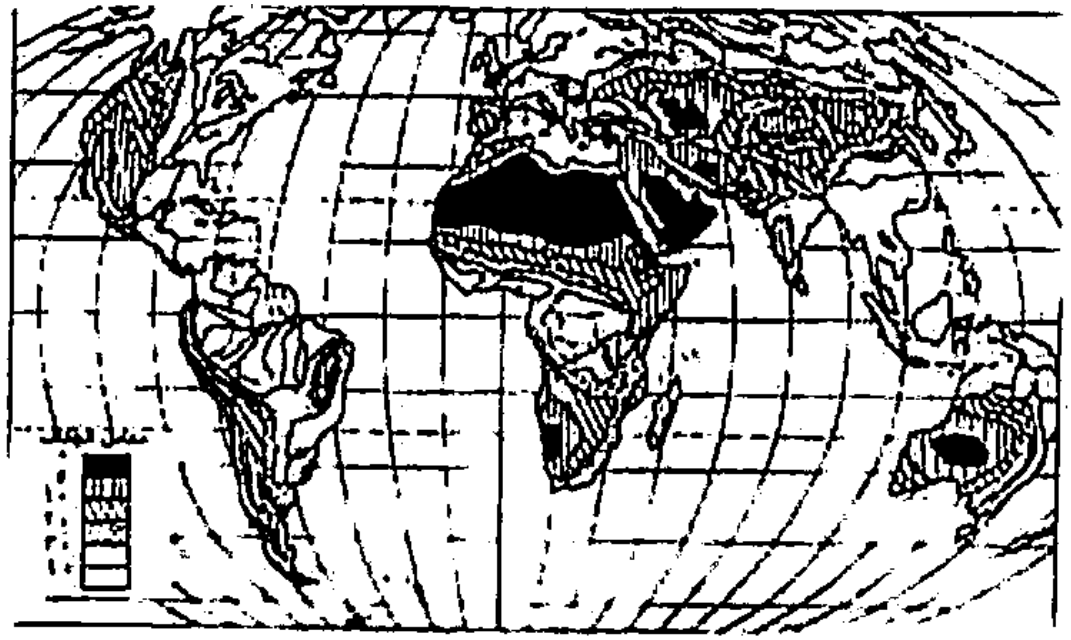
حيث أن:

P = التساقط السنوي، بالملليمتر .

T = متوسط درجة الحرارة السنوي، بالدرجة السليزية.

10 = معامل ثابت أو قيمة ثابتة.

قيمة معامل القحولة	دلالته
٥	يشير إلى: وجود صحراء حقيقية من الناحية النباتيـــة أو من الناحية الهيدروجرافية (المائية)
١٠	يشير إلى: الاستبس الجاف
٢٠	يشير إلى: البراري (سافانا غنية)
٣٠ فأكثر	يشير إلى: وجود غابات وأشجار بالنسبة للنبات الطبيعي



الأمثلة التطبيقية:

إذا علمت أن متوسط كمية تساقط الأمطار، بمدينة «درنة» بليبيا (خـــلال ٣١ سنة) بلغت نحو ٢٩٣,٢ ملم، وبلغ متوسط درجة الحرارة السنوية ٢٠,٢°س.

قم بتطبيق معامل القحولة لدي مارتون؛ لمعرفة إلى أية درجة مـــن درجـــات القحولة تنتمي مدينة درنة الليبية.

الإجابة:

معامل القحولة هو: P/(T+10) حيث أن:

P = التساقط السنوي، بالملليمتر .

T = متوسط درجة الحرارة السنوي، بالدرجة السليزية.

10 = معامل ثابت أو قيمة ثابتة.

الإجابة:

معامل القحولة هو: P/(T+10) حيث أن:

P = التساقط السنوي، بالملليمتر .

T = متوسط درجة الحرارة السنوي، بالدرجة السليزية.

10 = معامل ثابت أو قيمة ثابتة.

معامل القحولة = التساقط السنوي بالملليمتر ÷ (متوسط درجة الحرارة السنوي بالدرجة السليزية + ١٠)

= ٢٦٣,٢ ÷ (١٠+٢٠,٢)

= ٢٦٣,٢ ÷ ٣٠,٢

= ٨,٧٢

وحيث أن:

- **القيمة ٥ تشير إلى صحراء حقيقية.**
- **والقيمة ١٠ تشير إلى الاستبس الجاف.**
- **وحين كانت القيمة أقرب إلى القيمة ١٠ وأبعد عن القيمة ٥، فإن هذا يشير إلى وجود الاستبس الجاف، وهو (نباتات الحشائش المعتدلة)، وأنه جاف (كمسمى) نظرا لقلة التساقط.**

<u>مثال تطبيقي آخر:</u>

إذا علمت أن متوسط كمنية تساقط الأمطار، بمدينة « صنعاء» باليمن (خلال ١٣سنة) بلغت نحو ١٤٦,٥ ملم، وبلغ متوسط درجة الحرارة السنوية ١٦,٢°س.

قم بتطبيق معامل القحولة لدي مارتون؛ لمعرفة إلى أية درجة من درجات القحولة، تنتمي مدينة (صنعاء).

<u>الإجابة:</u>

معامل القحولة = P/(T+10)

= التساقط السنوي بالمليمتر ÷ (متوسط درجة الحرارة السنوي بالدرجة السليزية + ١٠)

=١٤٦,٥ ÷ (١٦,٢+١٠)

=١٤٦,٥ ÷ ٢٦,٢

= ٥,٦

وحيث أن:

- القيمة ٥ تشير إلى صحراء حقيقية.
- والقيمة ١٠ تشير إلى الاستبس الجاف.
- بهذه القيمة يمكن الحكم على المنطقة التي تقع فيها مدينة صنعاء، بأنها صحراء حقيقية من الناحية الهيدروجرافية المائية)، وبالتالي من الناحية النباتية.

مثال تطبيقي ثالث:

بلغ متوسط كمية تساقط الأمطار، بمدينة «أحمد آباد» بالهند، نحو ٧٦٠ ملم، وبلغ متوسط درجة الحرارة السنوية ٢٧°س.

قم بتطبيق معامل القحولة لدي مارتون. لمعرفة إلى آية درجة من درجات الحولة، تنتمي مدينة "أحمد آباد".

الإجابة:

معامل القحولة = P/(T+10)

= التساقط السنوي بالمليمتر ÷ (متوسط درجة الحرارة السنوي بالدرجة السليزية + ١٠)

= ٧٦٠ ملم ÷ (٢٧°+١٠)

= ٧٦٠ ÷ ٣٧

= ٢٥,٣

وحيث أن:

- القيمة ٥ تشير إلى صحراء حقيقية.

- والقيمة ١٠ تشير إلى الاستبس الجاف.
- بهذه القيمة يمكن الحكم على المنطقة التي تقع فيها مدينة أحمد آباد في الهند، بأنها براري من الناحية النباتية، حيث الغني النسبي في تساقط الأمطار.

ثالثا: تصنيف الجفاف:

ثمة عدة تصنيفات لأحوال الجفاف Drought، وهي على النحو التالي:

١- تصنيف هيئة المطر البريطانية: (جفاف مطلق، جفاف جزئي، نوبة جفاف).

٢- تصنيف قسم الأرصاد الهندية : (جفاف عادي، جفاف قاس).

٣- التصنيف الأسترالي: (جفاف قاس، جفاف خطر).

١- تصنيف هيئة المطر البريطانية: ينقسم إلى ثلاث فئات، وهي:

(أ) جفاف مطلق Absolute Drought: ويحدث حينما يصبح التساقط العادي أقل من ٠,٠١ من البوصة يوما (٠,٢٥ ملم)، ولمدة ١٥ يوما بشكل مستمر.

(ب) جفاف جزئي Partial Drought: ويظهر حينما يكون معدل التساقط أكثر من ٠,٠١ من البوصة (٠,٢٥ ملم)، لمدة ٢٩ يوما على الأقل، وبشكل مستمر .

(ج) نوبة جفاف Dry Spell: يحدث حينما يكون المطر المتساقط أقل من ٠٤. من البوصة (١ ملليمتر واحد)، وبشكل مستمر لمدة ١٥ يوماً.

٢- تصنيف قسم الأرصاد الهندية : ينقسم إلى قسمين، وهما:

(أ) جفاف عادي Normal Drought:

يظهر السنوي إلى ٧٥٪ بالنسبة للتساقط السنوي المعتاد، أي أن نسبة غياب المطر تصل إلى ٢٥٪، بينما يقل التساقط الشهري إلى ٦٠٪ أو أقل من ذلك، قياسا على التساقط الشهري المعتاد.

(ب) جفاف قاس Severe Drought:

تظهر هذه الدرجة من للحاف إذا كان غياب المطر بنسبة ٢٦-٥٠٪ عن التساقط المعتاد.

٣- التصنيف الأسترالي: ينقسم إلى قسمين، وهما:

(أ) جفاف قاسي Severe Drought:

وفيه يتم سقوط المطر بنسبة ٥٪ عن معدل التساقط، وذلك لمدة لا تقل عن ٣ شهور.

(ب) جفاف خطر Serious Drought:

وفيه يقل سقوط المطر بنسبة ١٠٪ عن معدل التساقط، وذلك لمدة لا تقل عن ٣ شهور.

رابعاً: سنة الجفاف:

سنة الجفاف هي تلك السنة، التي يتناقص فيها سقوط المطر عن كمية التساقط في السنوات المعتادة.

ولكن ما هي حدود هذا التناقص؟

تعتبر السنة التي تقل فيها كمية الأمطار بمقدار ٢٠ % عن المتوسط العام للتساقط، هي سنة جفاف. أي إذا قلت كمية سقوط المطر إلى ٧٥٪ فقط من كمية التساقط المعتادة، أو أقل من ذلك.

أي أنها السنة التي يقل فيها التساقط إلى ٧٥٪ فقط عن متوسط التساقط السنوي.

مثال تطبيقي:

إذا علمت أن متوسط كمنية تساقط الأمطار، في محطة نجامينا في تشاد (خلال ٥٩ سنة) بلغت نحو ١٢٠ ملم.

وبحساب قيم المطر السنوي أمكن تحديد:

- قيمة ال ٧٠٪ من متوسط كمية المطر، وهي = ٤٦٩ ملليمترا،
- وقيمة الـ ٥٠٪ من متوسط كمية المطر = ٣١٢,٥ ملليمترا (نصف الكمية).

وبهذا يكون:

- الجفاف العادي = نقص المطر السنوي بنسبة ٣٥٪ أو أقل (سنة الجفاف).
- الجفاف القاسي = نقص المطر السنوي بنسبة بين ٢٠- ٥٠٪.
- الجفاف الكارثي = نقص المطر السنوي بنسبة أكبر من ٥٠٪ عن المتوسط.

• في محطة نجامينا في تشاد بلغ متوسط كمية المطر السنوي (خلال ٥٩ سنة) نحو ٦٢٥ ملم .

• وفي إحدى سنوات فترة الدراسة، بلغت كمية المطر نحو ٥٢٤ ملم، إذا هي سنة تناقص «عجز» في كمية المطر .

• ولحساب نسبة النقص في كمية المطر «خلال هذه السنة، وكذلك تحديد نوع الجفاف فيها (عادي أو قاسي أو كارثي) نقوم بعمل الآتي:

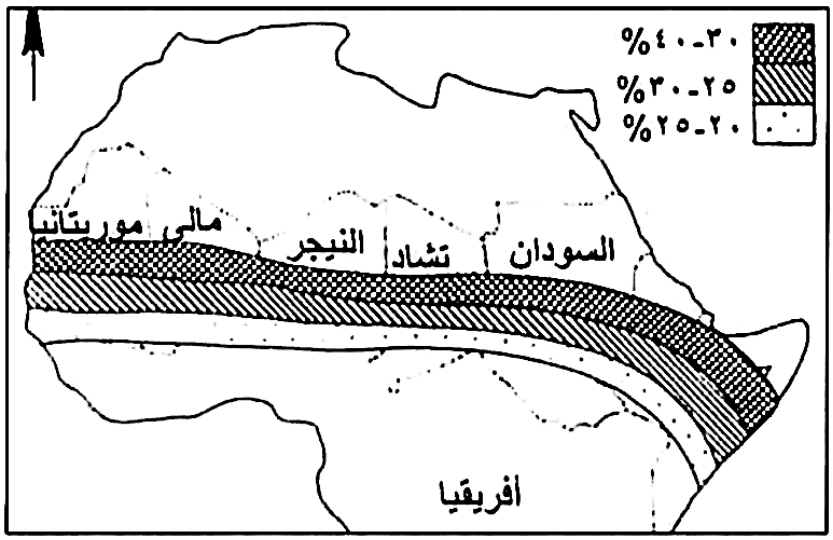
نسبة النقص في كمية المطر «خلال هذه السنة» =

كمية المطر في سنة التناقص (٥٢٤ ملم)
المتوسط العام لكمية المطر (٦٢٥ ملم)

= ٨٣,٨٪

= ٨٣,٨ % – ١٠٠٪ = ١٦,٢٪

وبما أن نسبة النقص في كمية المطر «خلال هذه السنة» أقل من ٢٥٪، فهي سنة جفاف عادي.



الدول المتأثرة بحدوث الجفاف

خامسا: التوزيع النوعي للأراضي القاحلة:

يتضمن هذا التوزيع درجات الجفاف المختلفة، اعتمادا على كميات المطر التي تستقبلها الأراضي، ولذا يمكن تقسيم الأراضي إلى عدة نطاقات، هي:

١- الأراضي الداخلية. ٢- الأراضي شديدة القحولة.

٣- الأراضي القاحلة. ٤- الأراضي شبه القاحلة.

٥- الأراضي المدارية شبه الرطبة.

١- الأراضي الداخلية Eremitic:

وهي الأراضي المحصورة في داخل القارات، في صورة أحواض داخلية، ويندر فيها سقوط الأمطار، بحيث يقل التساقط فيها - إذا حدث - عن ٥٠ ملم في السنة. وتبلغ مساحتها في العالم نحو ٧,٥ مليون كم٢، أي إنما تمثل نسبة قدرها ٦٪ من جملة مساحة القارات.

وتأتي قارة أفريقيا كأكثر القارات التي توجد بها أراضي الأحواض الداخلية «نادرة سقوط الأمطار»، تليها القارة آسيا.

٢- الأراضي شديدة القحولة Hyper Arid:

وهي الأراضي التي مستقبل كمية أمطار قليلة تتراوح بين ٥٠ ــ ١٠٠ ملليمتر سنويا. وتبلغ مساحة هذه الأراضي نحو ٧ مليون كم ٢، وبذلك تبلغ نحو ٠,٥٪ من مساحة اليابس، وتوجد أغلبها في آسيا وأفريقيا وأقلها في أستراليا ثم أمريكا الشمالية.

٣- الأراضي القاحلة Arid:

وهي الأراضي التي تحدد بمقدار معين من التساقط، وذكر البعض بأنه يتراوح ما بين ١٠٠-٤٠٠ ملليمتر / سنوياً.

بينما يذكر آخرون بأنها توجد في المناطق ذات المطر الذي يتراوح ما بين ٦٣٥ - ١٢٥٠ ملليمترا سنويا.

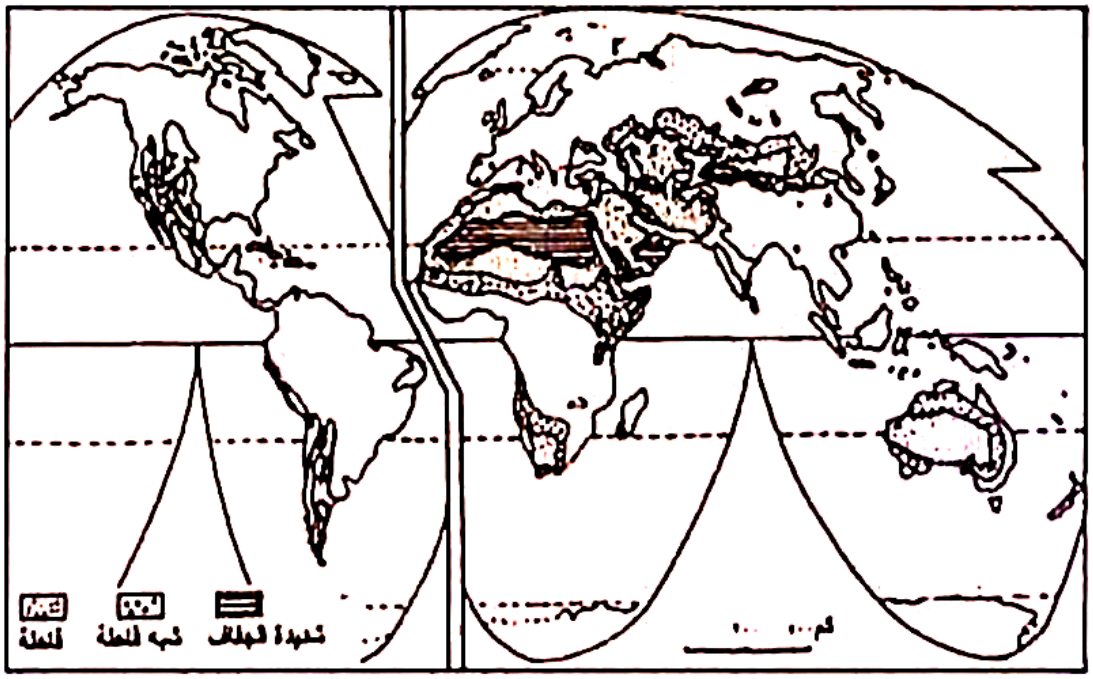
ولكننا سوف نأخذ بالرأى الأول، حيث يتمشى مع هيراركية التقسيم.

وبناء على ذلك تبلغ مساحة الأراضي القاحلة في العالم قدر مجموع مساحة النوعين السابقين، حيث تبلغ نحو ١٤,٥ مليون كم٢.

٤- الأراضي شبه القاحلة Semi Arid:

وهي الأقاليم التي تتلقى كمية من الأمطار تتراوح بين ٤٠٠ - ٦٠٠ ملليمتر/ سنويا، وتغطي مساحة تبلغ نسبتها نحو ١٠٪ من مساحة اليابس، أغلبها في قارة آسيا التي تبلغ فيها المساحة ضعف مساحتها تقريبا في أفريقيا.

ويقع النطاق شبه القاحل في هوامش الصحاري المدارية، وأقصى اتساع لهذه الأراضي في أفريقيا من الغرب إلى الشرق يكون في إقليم الساحل، فراسيا يوجد أقصى اتساع لها في شرق باكستان.



توزيع الأراضي القاحلة والجافة في العالم

٥- الأراضي المدارية شبه الرطبة Semi Humid:

وهي الأقاليم التي تقع على هامش النطاق المداري المطير، في نصفي الكرة الأرضية، وتتأثر هذه المناطق بالجبهة المدارية Intertropical (ITCZ) Convergence Zone التي يتغير موقعها من سنة لأخرى والمطر في هذه المناطق يكون في فصل الصيف، ويتميز بقصر فترة التساقط، ثم يستمر الجفاف في باقي السنة.

سادسا: الصحاري وأنواعها:

الصحراء هي المناطق التي تلقى أمطارا في حدود ١٠ بوصات أو ٢٥ سم)، وهي المناطق التي لا زرع فيها ولا ماء، باستثناء بقع الواحات التي تتناثر في داخلها.

ولما كانت المناطق الجافة في العالم قد تنوعت أسباب تكونها، وأن الصحاري تقع في قسم كبير من المناطق الجافة، لذلك تنوعت الصحاري في عوامل تكونها،

وهذا يجعلنا نقسم الصحاري إلى أنواع، وهي: (الصحاري المناخية، صحاري ظل المطر، للصحاري الساحلية، الصحاري الترابية، صحاري فعل الإنسان.

١- الصحاري المناخية:

هي المناطق التي تتباين في أحوالها المناخية المحلية، وهي التي تكونت نتيجة لنظام الدورة الهوائية العامة للرياح، وهي صحاري مدارية وشبه مدارية، وتوجد في نطاق هبوط الرياح الرأسي، وذلك حول دائرتي عرض ٣٠° شمالا و ٣٠° جنوبا، ويمكن أن نطلق على هذه الصحاري كذلك صحاري الضغط المرتفع الدائم.

٢- صحاري ظل المطر:

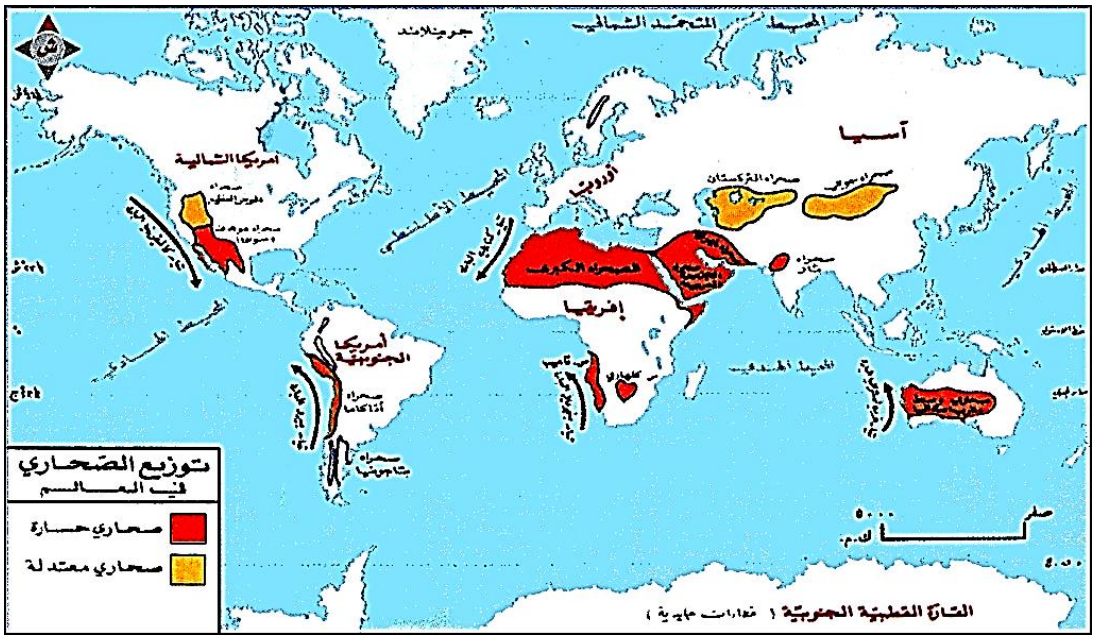
وهي نوع من الصحاري يرتبط أساسا بالتضاريس، ومرتبطا كذلك بمدي سقوط الأمطار، حيث تقع هذه الصحاري على الجانب الآخر من واجهات الجبال

التي تسقط عليها الأمطار، ويصبح الوجه الآخر في ظل المطر، مثل: صحراء أتكاما بأمريكا الجنوبية.

٣- الصحاري الساحلية:

يرجع تكونها إلى ثبات الهواء والناتج عن حركة تقليب مياه البحر الباردة إلى أعلى، ووجود التيارات الساحلية البحرية الباردة.

ومن أمثلتها: سواحل غربي الأمريكتين، حيث في الجنوب تيار همبولت "بيرو البارد" على سواحل تشيلي وبيرو، وتيار كاليفورنيا البارد غرب الولايات المتحدة الأمريكية، وتيار بنجويلا البارد جنوب غرب أفريقيا، وتيار كناريا البارد في شمالها الشرقي.

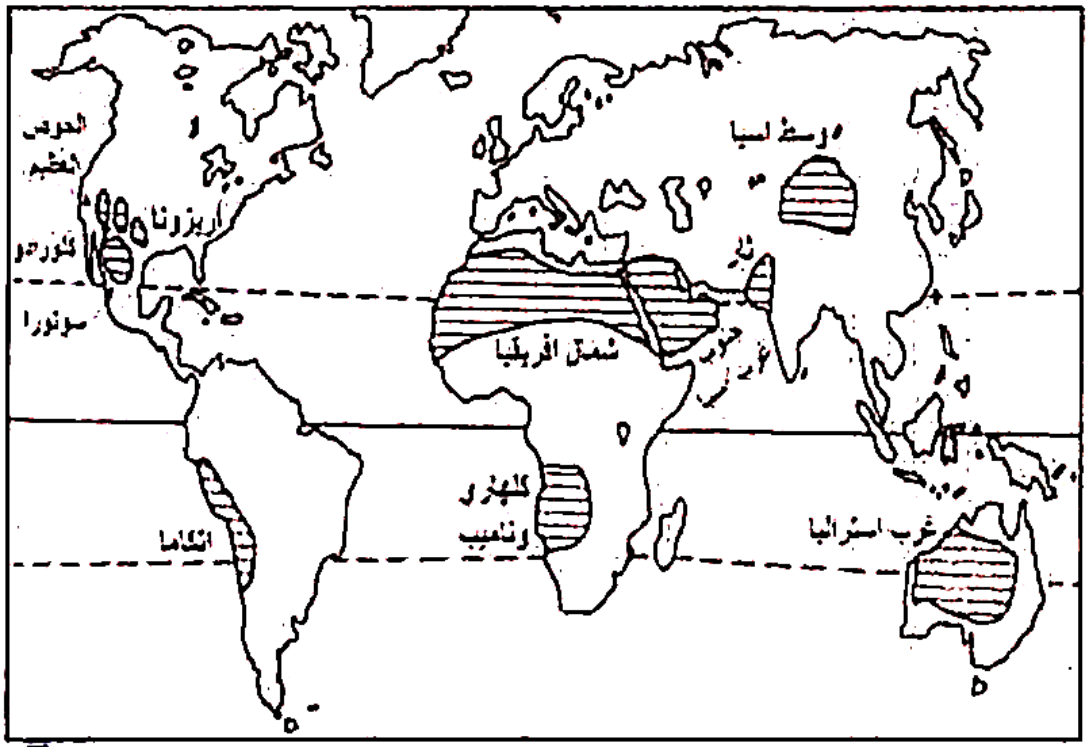


٤- الصحاري الترابية:

ويقصد بما أن التربة مميزة لهذا المظهر الصحراوي، حيث تكون التربة غير معدة أو غير مؤهلة للأنشطة الزراعية أو نمو النبات الطبيعي بكثافة، حيث توجد التربة على هيئة، إما صخور صلبة غير مجواة.

٥- صحاري من فعل الإنسان:

حيث ينتج عن الأنشطة البشرية تدمير للموارد الأرضية، وهذا يزيد القحولة Aridity، مثل: شمال الصحراء الكبرى، وهي صحاري من صنع الإنسان، ناتجة عن التصحر Desertification.



سابعاً: التوزيع الجغرافي للمناطق الجافة وشبه الجافة داخل القارات:

يمتاز توزيع الأراضي الجافة وشبه الجافة بثلاث ميزات رئيسة هي:

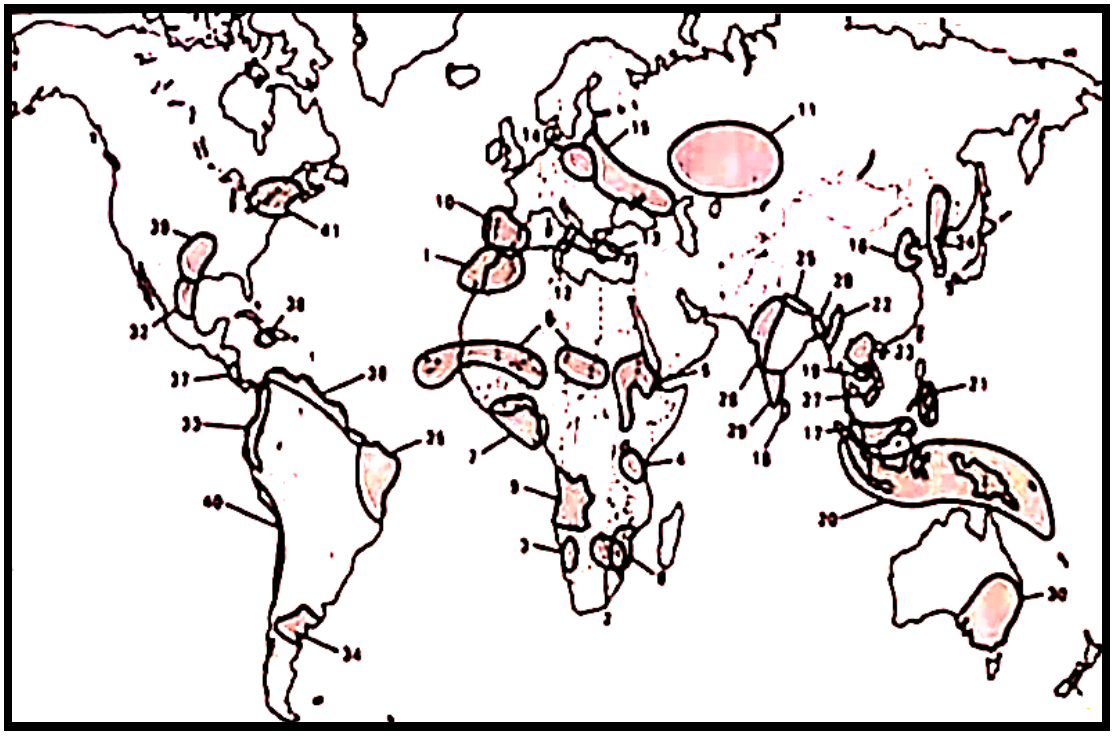
١ – تنتشر المناطق الجافة فوق مساحات واسعه من القارات الخمس باستثناء قارة اوروربا والتى تضم اراضى شبه جافة محدودة حول بحر قزوين.

٢ – وتتمثل الاراضى الجافة فى كلا من (اسيا – افريقيا – امريكا الشمالية – امريكا الجنوبية – استراليا) وتغطى مساحة تقدر بحوالى ٤٩ مليون كم٢.

٣ – قد تكون الاراضى الجافة:

- متصلة كما هو الحال فو وسط وغربى استراليا.
- منفصلة كما هو فى شمال وجنوب افريقيا.

٤– يصل عدد أكثر الأماكن التي تشهد أحداث جفاف حول العالم نحو ٤٠ موقعا في العالم، أغلبها تقع في دول قارات العالم القديم، كما تعد دول إقليم الساحل الأفريقي من أكثر دول العالم تأثرا بظاهرة الجفاف وهذه المواقع، هي كما تتضح على الخريطة الآتية:



٥- تتوزع الأراضي الجافة وشبه الجافة بمعظم قارات العالم، أما عن التوزيع الجغرافي التفصيلي لتلك الأراضي بقارات العالم:

(أ) المناطق الجافة فى افريقيا وتتمثل فى منطقتين:

١ – شمال افريقيا (الصحراء الكبرى)

- تمتد من المحيط الاطلنطى غربا حتى البحر الاحمر شرقا
- تمتد من نطاق السافانا الحار الرطب جنوبا الى اقليم البحر المتوسط شمالا

٢ – جنوب افريقيا وتتمثل فى منطقتين هما:

- صحراء ناميب : وهي تمتد على طول ساحل المحيط الاطلنطى جنوب غرب افريقيا فى كلا من دول ناميبيا وانجولا
- صحراء كلهارى: وهي توجد جنوب افريقا فى دولة بتسوانا

٣ – جنوب شرق افريقيا

- تتمثل فى المناطق الجافة جنوب مدغشقر وموزمبيق

(ب) المناطق الجافة فى قارة اسيا:

١ – صحراء شبه الجزيرة العربية

- امتداد للصحراء الكبرى الافريقية
- تمتد جنوب غرب اسيا

٢ – الصحارى الممتدة على امتداد الخليج العربي – جنوب ايران – صحراء ثار بالهند

٣ – الاراضى الجافة المنتشرة وسط وشمال اسيا وتضم اراضى روسيا الاسيوية ومنغوليا

(ج) المناطق الجافة فى استراليا:

- تحتل الاراضى الجافة معظم الاجزاء الوسطى والغربية من استراليا
- تسود الحرارة المرتفعة مع الجفاف فى الاجزاء الشمالية من استراليا
- يسود اعتدال الحرارة مع الجفاف فى الاجزاء الجنوبية

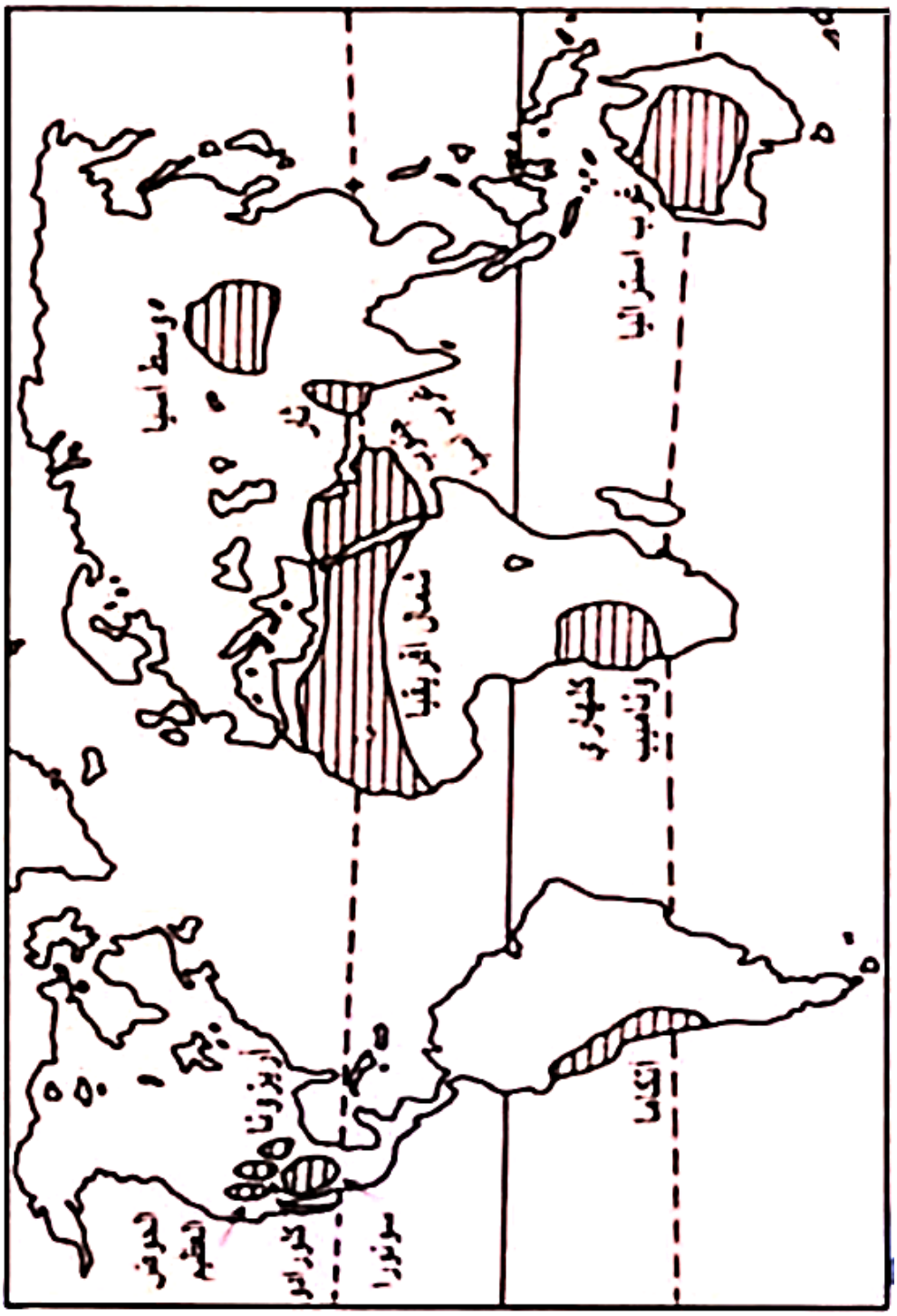
(د) امريكا الشمالية:

- معظم هضاب المكسيك
- اجزاء فسيحة اعلى جبال غرب الولايات المتحدة جبال روكى.
- الصحارى الحارة فى كلا من كاليفورينا – أريزونا.

(هـ) امريكا الجنوبية:

تتمثل المناطق الجافة فى كلا من

- الشريط الطولى المشرف على المحيط الهادى.
- صحراء (اتاكاما) فى دولة بيرو.
- المنطقة الممتدة على طول ساحل فنزويلا.
- منطقة كاتيجيا شرق البرازيل.
- صحراء بتاجونيا فى دولة الارجنتين شرق امريكا الجنوبية.



التوزيع الجغرافي لأهم الصحاري بالعالم

٦- تصنيف الأمم المتحدة للعالم وفقا لدرجة الجفاف:

تصنف الأمم المتحدة العالم وفقا لدرجة الجفاف اعتمادا على معامل الجفاف عند ثورنثويت إلى ثلاثة أنواع هي:

- صفر -٢٠ يكون مناخ شبه رطب
- ٢٠ -٤٠ يكون مناخ شبه جاف
- ٤٠ -١٠٠ يكون مناخ مناخ جاف

وبناء على ذلك قامت الامم المتحدة بالاعتماد على النسبة تلك في تصنيف العالم بناء على درجة الجفاف الى اربعة مجموعات:

١ – مناطق بالغة الجفاف:

تبلغ مساحتها ٩٧٨ مليون هكتار بنسبة ٧.٥ % من مساحة اليابس موزعه كالتالى:

- ٦٧٢ مليون هكتار فى افريقيا
- ٢٧٧ مليون هكتار فى اسيا
- ٢٦ مليون هكتار فى امريكا الجنوبية
- ٣ مليون هكتار فى امريكا الشمالية
- تختفى المناطق بالغة الجفاف فى استراليا واوروبا

٢- المناطق الجافة:

تبلغ مساحتها ١٥٧١ مليون هكتار بنسبة ١٢.٥ % من مساحة اليابس:

- ٦٢٦ مليون هكتار فى اسيا
- ٤٠٥ مليون هكتار فى افريقيا
- ٣٠٣ مليون هكتار فى استراليا
- ٨٢ مليون هكتار فى امريكا الشمالية

- ١٥ مليون هكتار في اوربا وامريكا الجنوبية

٣ – مناطق شبه الجافة:

تبلغ مساحتها ٢٣٠٥ مليون هكتار بنسبة ١٧.٧ % من مساحة اليابس موزعه كالاتى:

- ٦٩٣ مليون هكتار فى اسيا
- ٥١٤ مليون هكتار فى افريقيا
- ٤١٩ مليون هكتار فى امريكا الشمالية
- ٣٠٩ مليون هكتار فى استراليا
- ٢٦٥ مليون هكتار في اوربا وامريكا الجنوبية
- ١٠٥ مليون هكتار فى اوربا

٤– مناطق شبه رطبه جافة:

تبلغ مساحتها ١٢٩٦ مليون هكتار موزعه كالتالى:

- ٣٥٣ مليون هكتار فى اسيا
- ٢٦٩ مليون هكتار فى افريقيا
- ٢٣٢ مليون هكتار فى امريكا الجنوبية
- والباقى موزعة على باقى قارات العالم

ثامناً: الملامح العامة للمناطق الجافة:

١ – يمتد توزيع المناطق الجافة وشبه الجافة فى شكل نطاقات ارضية متصلة حول الكرة الارضية عند دائرتى عرض ٣٠ شمالا وجنوبا.

٢ – تقع معظم تلك الصحارى ضمن نطاق الضغط المرتفع دون المدارى حيث يسود الاستقرار فى تلك المناطق وينذر فى تلك المناطق استقطاب المنخفضات الجوية المشبعة ببخار الماء.

٣ – مرور تيارات بحرية باردة على طول امتداد سواحل تلك المناطق مما جعل الرياح الى تهب على تللك المناطق تمر فوق هذه التيارات الباردة مما يجعل هذه الرياح تفقد جزء من طاقتها على حمل بخار الماء بحيث تصل الىلا داخل اكثر استقرارا ولا تسقط مطر.

٤ – يلعب تيار كناربا الممتد على طول الساحل الافريقيى الشمالى الغربي فى زيادة حدة الجفاف فى صحراء مورتينيا وصحراء المغرب.

٥ – يلعب تيار غرب استراليا البارد دورة فى زيادة الجفاف بصحراء غرب استراليا.

٦ – تلعب الحواجز الجبلية دورا هاما فى تكوين بعض الصحارى مثال:

- صحراء الربع الخالى بشبه الجزيرة العربية والتى تقع محجوزة بين جبال عمان– مرتفعات عسير.
- صحراء اتكاما والتى تقع فى ظل جبال الانديز.

٧ – تشغل المناطق الجافة ما يتراوح بين ٣٥ .٣٧ % من جملة مساحة اليابس اى ما يساوى ٤٥ بليون كيلو متر مربع.

٨ – عدد السكان الذين يعيشون فى المناطق الجافة حوالى٢٠.٢٥ % من جملة السكان فى العالم.

٩ – الاراضى الجافة لا ترتبط بعروض معينة فهى موجودة فى العروض المدارية حتى القطبية.

١٠ – توصف اى منطقة بالجفاف اذا كانت موارد مياها من المطر اقل من كمية المياه التى تفقد بواسطة التبخر والنتج سواء على المستوى الشهرى او الفصلى او السنوى.

١١ – تتسم المناطق الجافة بان التبخر من التربة والسينات يزيد على معدل التساقط السنوى.

١٢ – تتعرض تلك المناطق فى بعض اوقات من السنه الى جريان سيلى مركز وفجائى ولكن لوقت قصير سرعان ما تتبخر وتتسرب المياه فى التربة وما تحتها من صخور.

١٣ – كثير من الاراضى وشبه الجافة تخترقا انها ر ذان جريان دائم وكلها تنبع من مناطق رطبة كما هو الحال فى نهر النيل.

الفصل الثالث

الملامح الجيومورفولوجية في الأقاليم الجافة والقاحلة

الفصل الثالث

الملامح الجيومورفولوجية في الأقاليم الجافة والقاحلة

أولاً: مقدمة:

تتسم الأقاليم الجافة بملامح جيومورفولوجية (أشكال سطح الأرض) خاصة بها، حيث تتأثر إما بعوامل باطنية فتظهر الأشكال البنائية، أو بملامح النحت الهوائي،

حيث إن للرياح السيادة دون العوامل الأخرى في تشكيل ملامح السطح بهذه المناطق الجافة، حيث تنشط الرياح في عملها في ظل ظروف الجفاف.

كما تنتشر ملامح الإرساب الهوائي على مساحات كبيرة في هذه البيئة القاحلة.

تتنوع الملامح الأرضية (الجيومورفولوجية التفصيلية الدقيقة في الأراضي الجافة والقاحلة في قارات العالم المختلفة. فهناك أشكال سطح الأرض البنائية، التي شاركت مجموعة العوامل الباطنية في نشأتها.

وهناك كذلك أشكال النحت، الممثلة في وجود المنخفضات، والجزر الجبلية أو التلال المنعزلة، وظاهرة الياردنج، إضافة إلى الأرصفة الصحراوية، والأودية الجافة والكهوف.

ومن جهة ثالثة، أشكال الإرساب الهوائي، وتشمل كل من الكثبان الرملية، وفرشات الرمال، والنباك، ورواسب اللويس، والبلايا والروضات، والطفوح البركانية، والمراوح الفيضية.

ويمكن التعرف على الصورة العامة لأنواع الأشكال الجيومورفولوجية وتوزيعها في كل قارة، وخصائص هذه الأشكال، كما يلي:

ثانياً: توزيع الملامح الجيومورفولوجية "أشكال سطح الأرض" في قارات (آسيا، وأفريقيا، وأمريكا الشمالية، وأمريكا الجنوبية، وأستراليا):

(١) أشكال بنائية:

هي الأشكال الناتجة عن العوامل الباطنية، مثل:

- الصدوع Faults.
- والبراكين Volcanoes.
- والحافات الصدعية.
- والكويستات.
- والجبال والهضاب الانكسارية والالتوائية.
- والأحواض التكتونية.

قارة آسيا:

- **السلاسل الجبلية الانكسارية والالتوائية، مثل:**

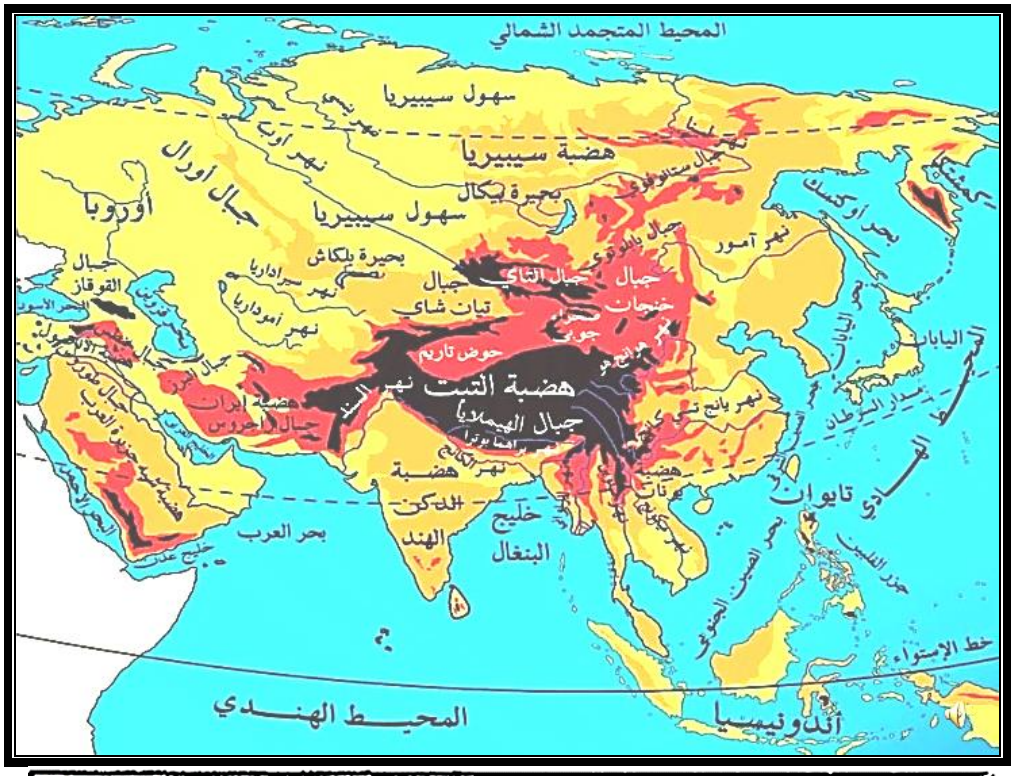
- **سلسلة جبال الهيمالايا:**

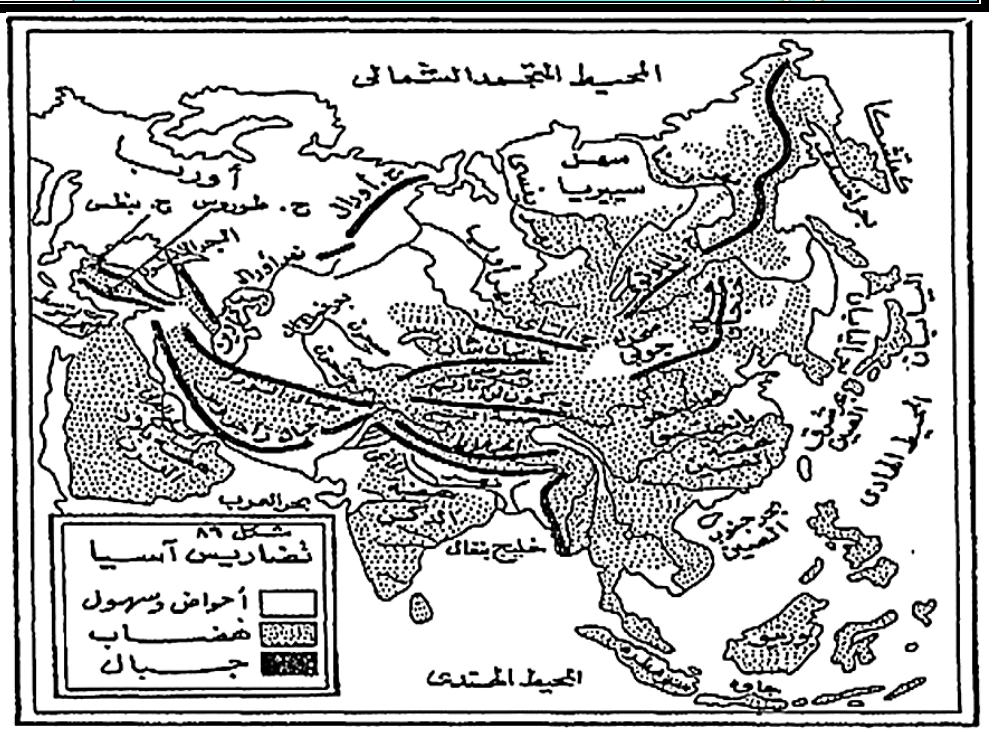
تمتد سلسلة جبال الهيمالايا المسافة تزيد على ٢٤٠٠ كم، وعرضها يتراوح ما بين ٢٥٠ إلى ٣٠٠ كم، وارتفاعها يبلغ نحو ٨٨٥٠ مترا.

وهي تتكون من ثلاث سلاسل جبلية متوازية تشكلت بسبب حركة الصفائح أو الألواح التكونية (صفيحة المحيط& الصفيحة الآسيوية في العصور الجيولوجية القديمة.

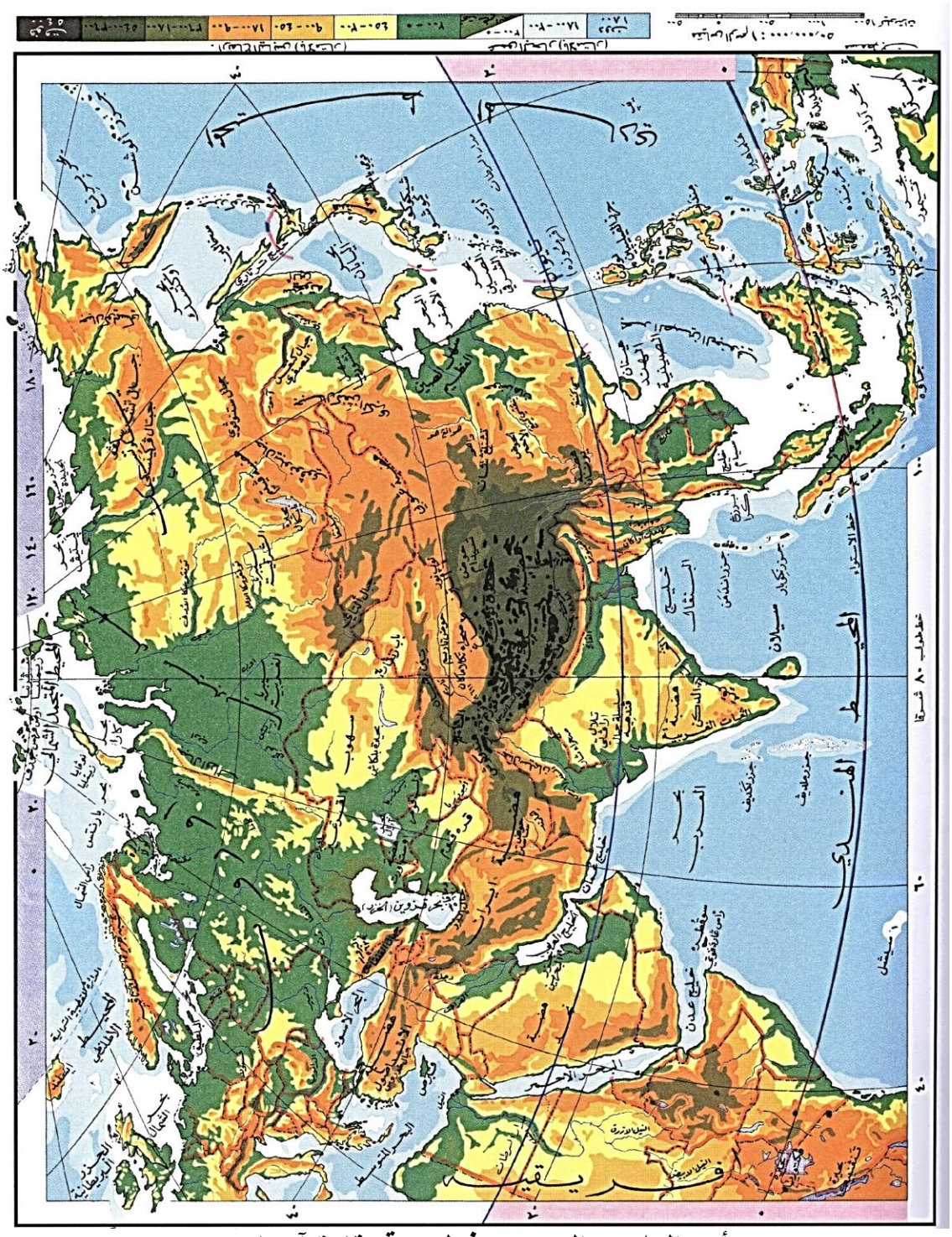
- السفوح الغربية والشمالية الغربية لشبه الجزيرة العربية: وهي انكسارية ذات نشأة صدعية، حيث إنها مرتبطة بنشأة الأخدود الأفريقي العظيم.

- ومن الجبال ذات النشأة الالتوانية: جبال التالي وتيان شان و جبال هندكوش وزاجروس في آسيا الوسطى.

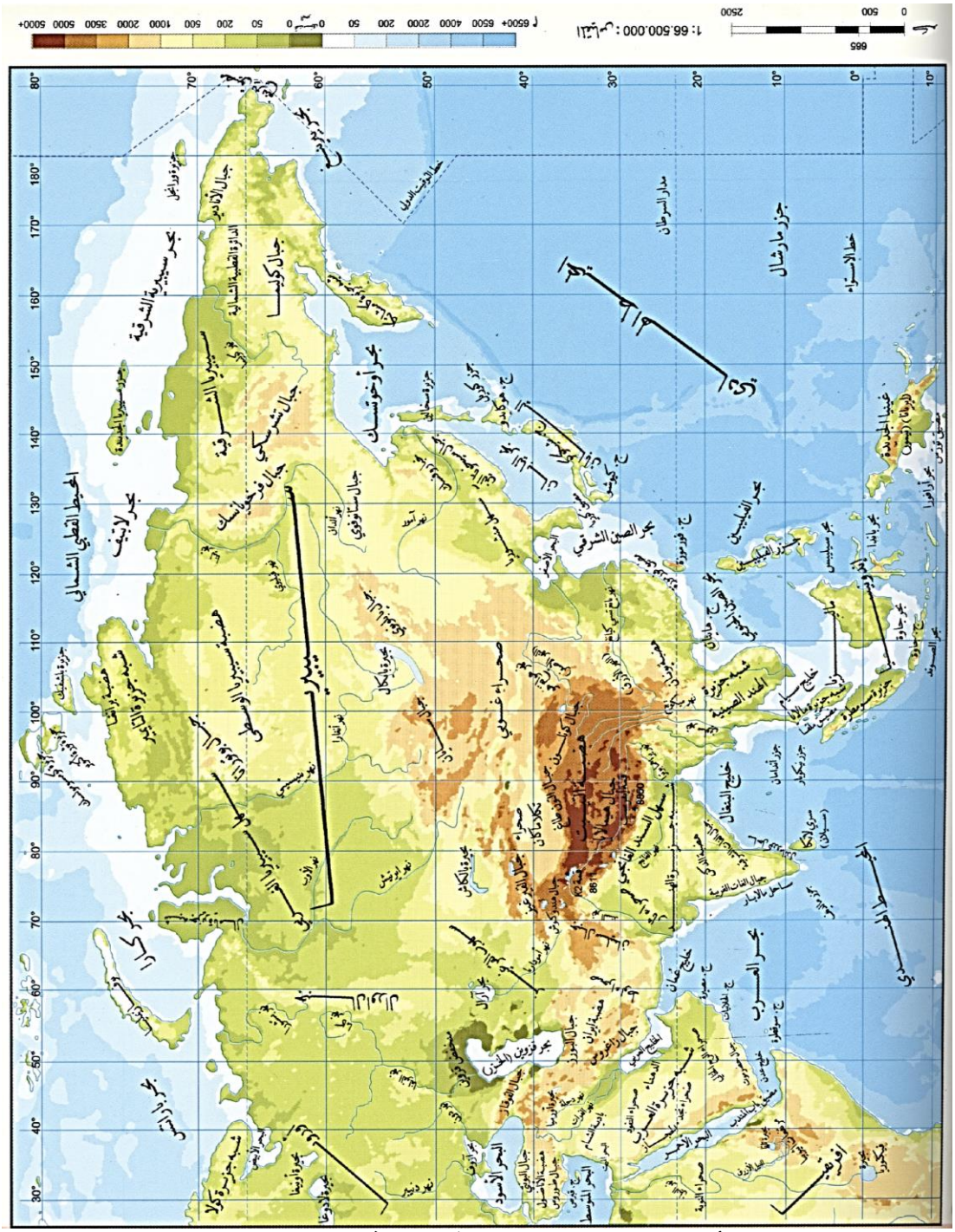




أهم الملامح الجيومورفولوجية بقارة آسيا



أهم الملامح الجيومورفولوجية بقارة آسيا



أهم الملامح الجيومورفولوجية بقارة آسيا

قارة أفريقيا:

- **السلاسل الجبلية الانكسارية والالتوائية، مثل:**

- سلسلة جبال البحر الأحمر: انكسارية، تمتد على طول ساحل البحر الأحمر في مصر والسودان.

- المثلث الأركي الناري: جبل سانت كاثرين في شبه جزيرة سيناء.

- سلسلة جبال أطلس: التوائية.

- جبل العوينات: بين مصر وليبيا والسودان.

- **الطفوح البركانية، مثل:**

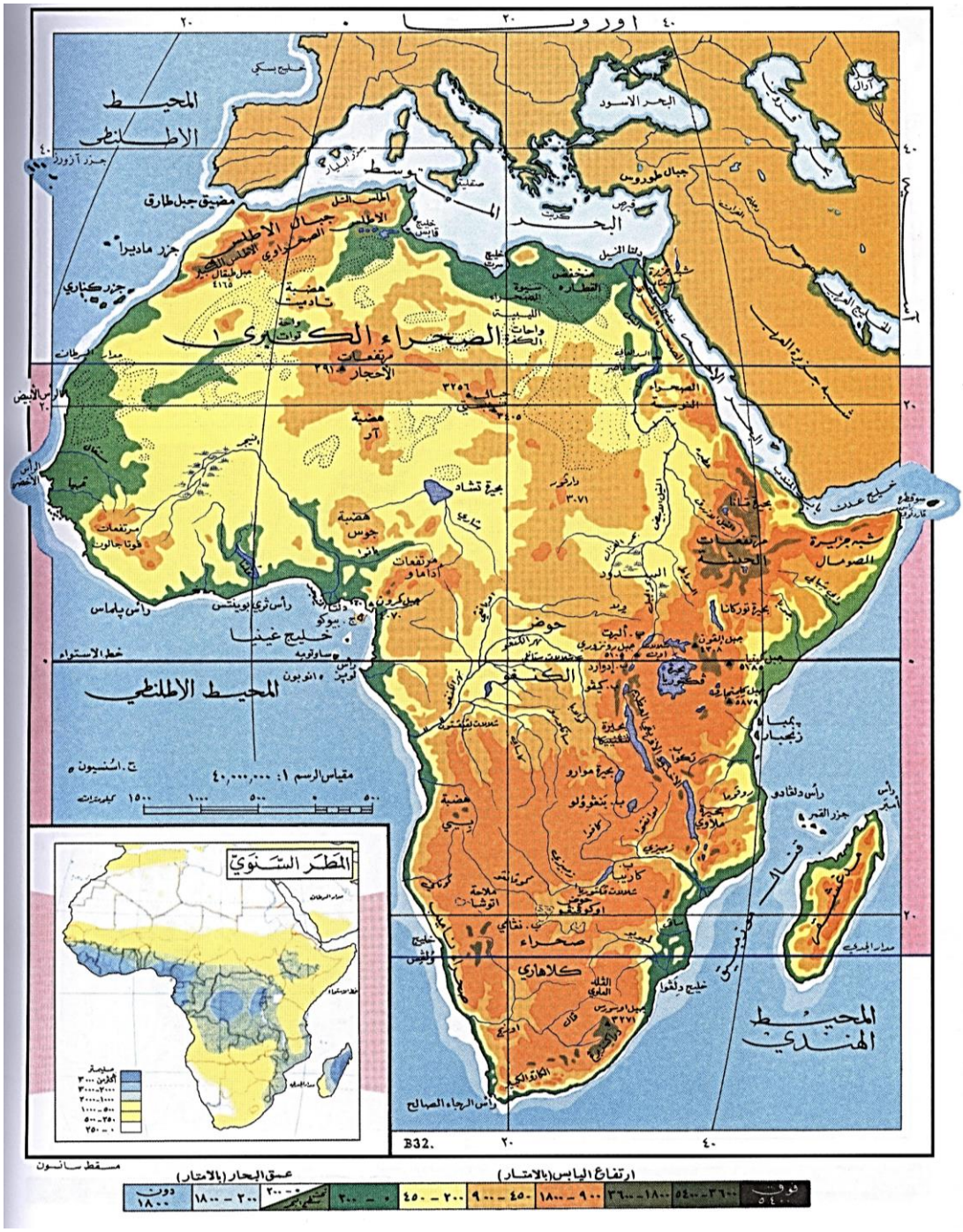
- هضبة الحبشة «الهضبة الإثيوبية».

- الجبال والتلال البركانية: كجبل كلمنجارو «تنزانيا»، وجبل كينيا.

- سلسلة جبال أطلس: التوائية.

- كتلة جبل العوينات: بين مصر وليبيا و السودان.

- **الأحواض التكتونية: التي كما الأخدود الأفريقي العظيم، وتقع فيها بحيرات شرق أفريقيا، مثل (تنجانيقا، إدوارد، ألبرت).**



أهم الملامح الجيومورفولوجية بقارة أفريقيا

أهم الملامح الجيومورفولوجية بقارة أفريقيا

قارة أمريكا الشمالية:

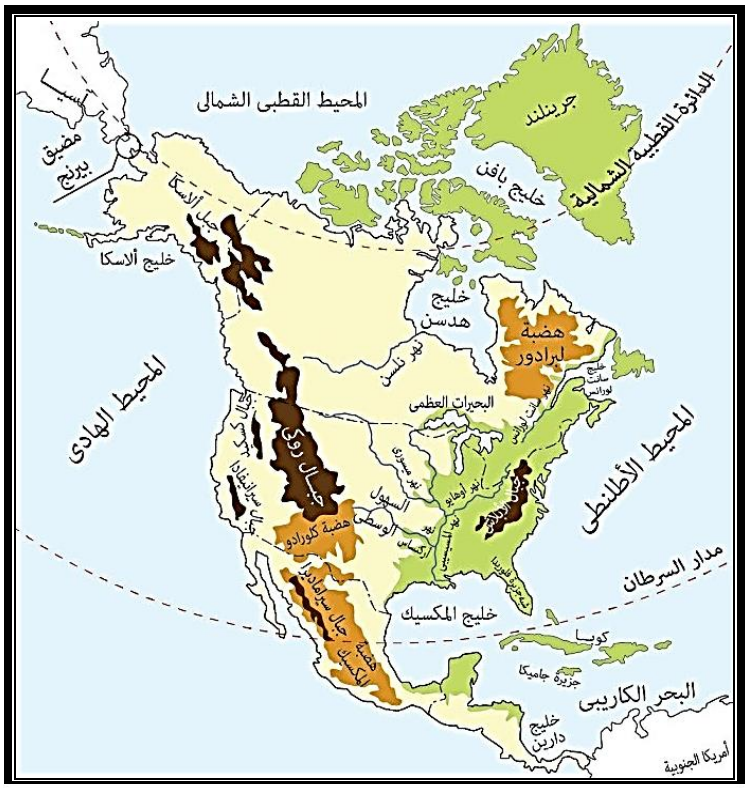
تظهر في الركن الغربي والجنوبي الغربي بأمريكا الشمالية الملامح الجيومورفولوجية البنائية، ممثلة في المخاريط البركانية في صحراء سونورا (التي تقع على الحدود الأمريكية المكسيكية)، والتي تبدو في شكل جبال.

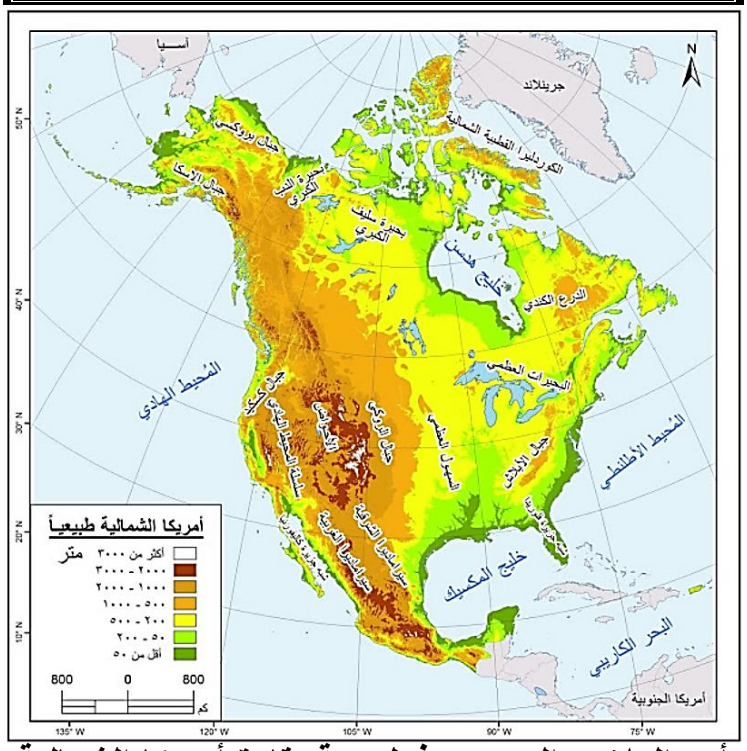
توجد الملامح الجيومورفولوجية البنائية «الناتجة في نشأتها عن أحداث باطنية تكتونية» في كثير من الأراضي الجافة بالولايات المتحدة و المكسيك، حيث تعمل الصدوع هناك على تقسيم القشرة الأرضية إلى كتل أو أجزاء، تفصلها ملامح بنائية حادة. وقد نتج عن ذلك أيضا وجود حافات صدعية، منها جبال سييرا نيفادا Sierra Nevada.

ومن أوضح المعالم الجيومورفولوجية، هي الحافات المتوازية التي توجد بينها منخفضات، يطلق عليها "أودية"، وأعمق منطقة وأشهرها تلك التي تعرف بوادي الموت Death Valley في جنوب شرق كاليفورنيا و في الجزء الجنوبي من ولاية نيفادا.

أهم الملامح الجيومورفولوجية بقارة أمريكا الشمالية

أهم الملامح الجيومورفولوجية بقارة أمريكا الشمالية





أهم الملامح الجيومورفولوجية بقارة أمريكا الشمالية

قارة أمريكا الجنوبية:

ظهرت العديد من القمم والسفوح شديدة الانحدار ، ذات الأصل الصدعي، في الشمال الشرقي. أما في الغرب، حيث توجد صحراء اتكاما (التي تمت في تشيلي) فتظهر الحافلات الصدعية، سواء التي تحدد امتداد جبال الإنديز من الجهة الغربية، أو تلك التي تظهر موازية خط الساحل على المحيط الهادئ.

أهم الملامح الجيومورفولوجية بقارة أمريكا الجنوبية

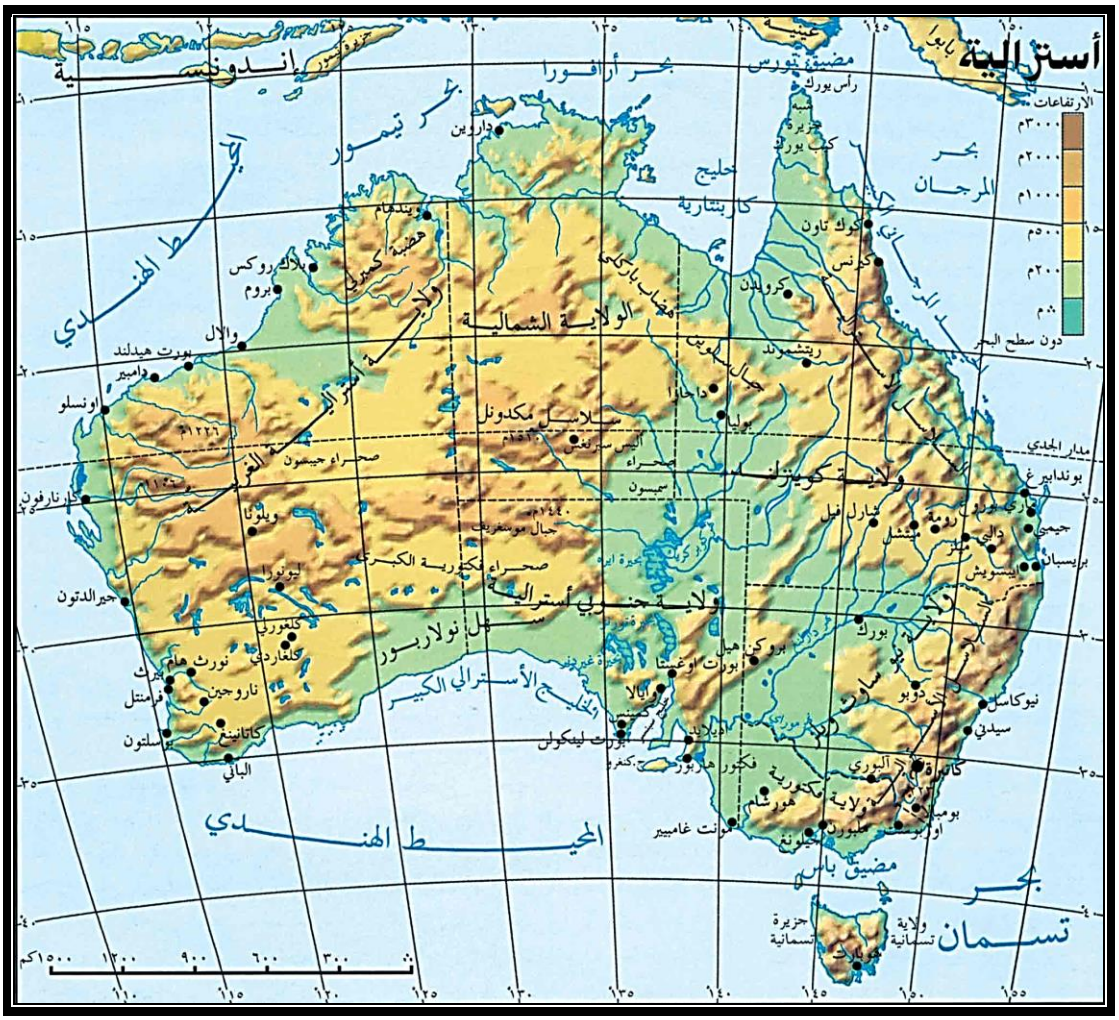
أهم الملامح الجيومورفولوجية بقارة أمريكا الجنوبية

أهم الملامح الجيومورفولوجية بقارة أمريكا الجنوبية

أهم الملامح الجيومورفولوجية بقارة أمريكا الجنوبية

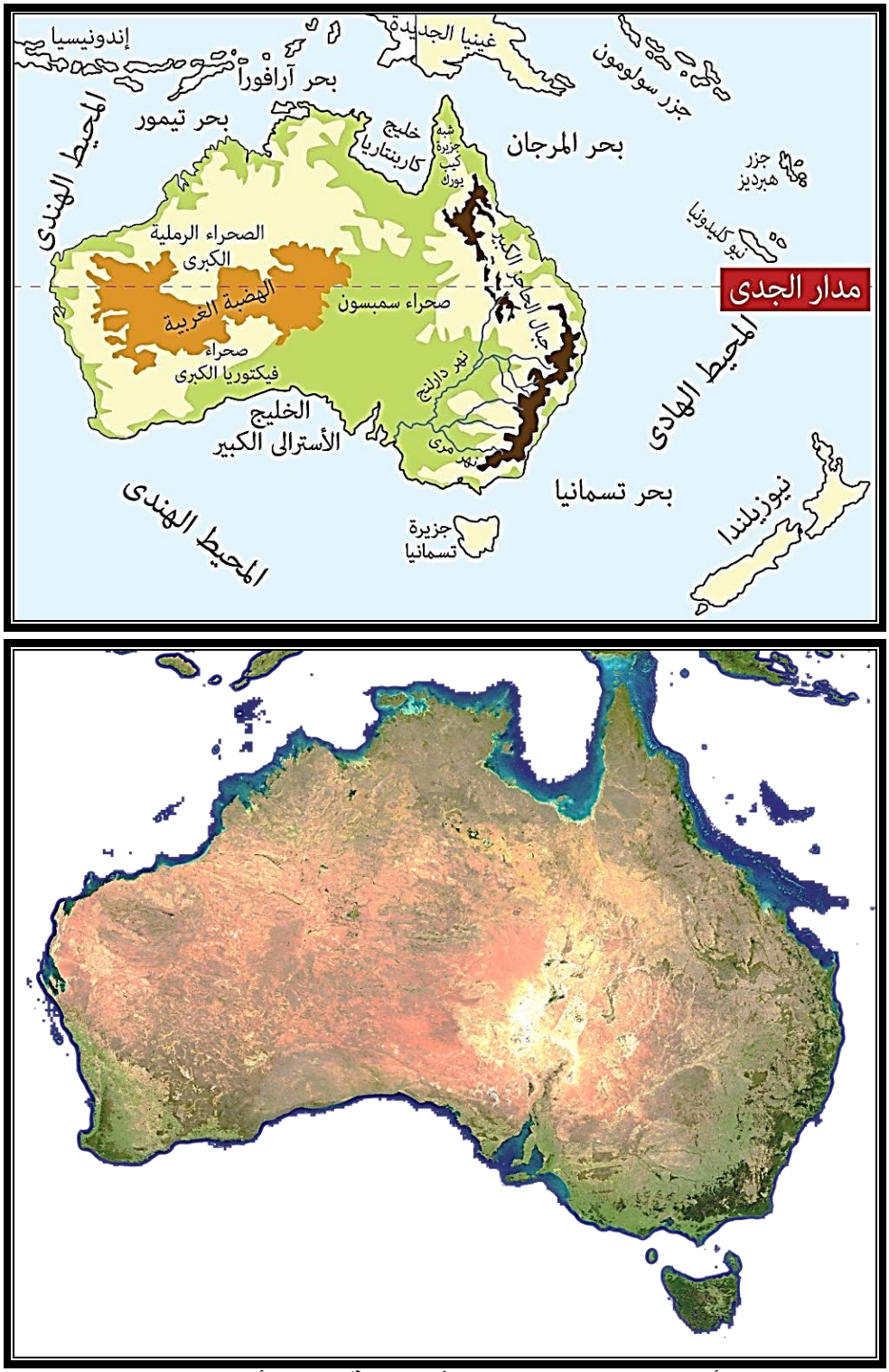
قارة أستراليا:

تظهر السهول وأشباه السهول الصحراوية، ذات الأصل البنائي Structural Plains، والتي تتوزع إما في الجنوب الغربي لقارة أستراليا أو في الوسط الجنوبي أو في الوسط الشمالي. وترتفع هذه الملامح، خاصة في الغرب، بارتفاع يتراوح بين ١٥٠٠- ٢٠٠٠ قدم فوق مستوى سطح البحر.

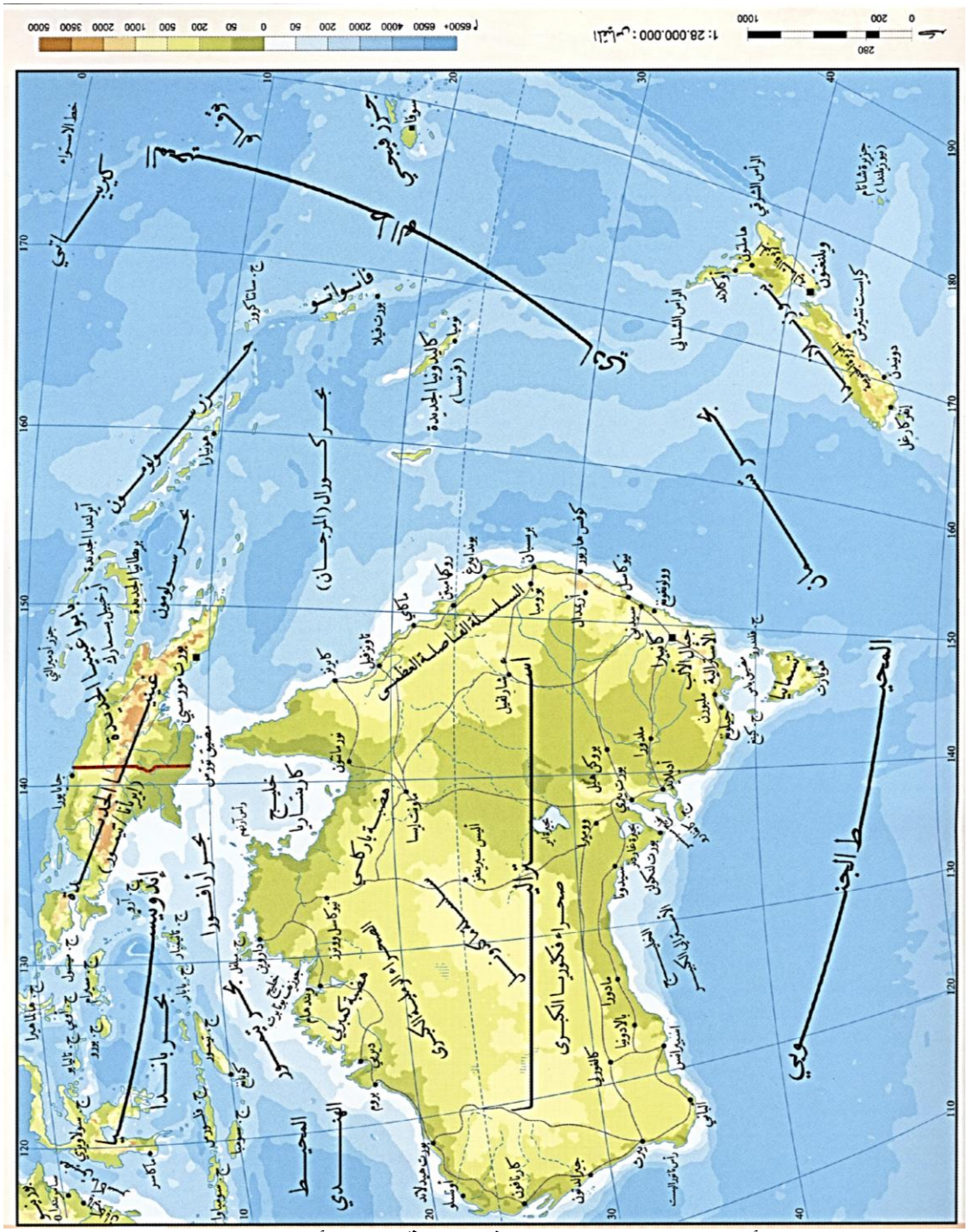


أهم الملامح الجيومورفولوجية بقارة أستراليا

أهم الملامح الجيومورفولوجية بقارة أستراليا



أهم الملامح الجيومورفولوجية بقارة أستراليا



أهم الملامح الجيومورفولوجية بقارة أستراليا

(٢) أشكال النحت:

هي الأشكال الناتجة عن عمليات النحت والتعرية، سواء أكان النحت بواسطة الرياح أو المياه الجارية أو الجوفية، مثل:

- المنخفضات الصحراوية Desert Depressions
- والجزر الجبلية «التلال المنعزلة» Inselbergs
- واليارداتج «الكدوات» Yardang
- والأودية الجافة Dry Valleys
- والأرصفة الصحراوية Desert platforms

قارة آسيا:

تتعدد أشكال النحت في المناطق الجافة والقاحلة في القارة الآسيوية، منها:

- **المنخفضات الصحراوية Desert Depressions:**

وهي أهم ملامح عمليات النحت في المناطق الجافة والقاحلة. وهي عبارة عن تجويفات غائرة في الصخور، وقد تكون هذه المنخفضات معمورة بالسكان (اذا توافرت فيها المياه الجوفية، وتصبح حينئذ واحات)، أو غير معمورة بالسكان. (كل الواحات منخفضات، وليس كل المنخفضات واحات).

ومن أمثلة هذه المنخفضات التي تنتشر في النطاق الجاف والقاحل بالقارة الآسيوية، سواء في الشرق والوسط أو في الغرب تلك المنخفضات الصغيرة الموجودة في صحراء ألاشان جنوبي صحراء جوبي، والتي تتسم بأن قيعانها

مسطحة ومغطاه بالبحيرات الملحة أو العذبة. كما توجد منخفضات في القارة الآسيوية نشأت نشأة كارستية (بسبب عمليات التعرية في الحجر الجيري).

أما في شبه الجزيرة العربية فتظهر بما أعداد هائلة من المنخفضات، منها :

- منخفض الجوف في الشمال،
- والمنخفضات في حائل والقصيم في الوسط الغربي خصبة نجد،
- وكذلك منخفضي الأحساء والقطيف واللذان يميزان الملامح الطبوغرافية للمنطقة الشرقية بالمملكة العربية السعودية، وكلها تمثل الآن واحات تتم فيها ممارسة العديد من الأنشطة الاقتصادية.

- **الجزر الجبلية Inselbergs أو التلال المنعزلة:**

وهي عبارة عن تلال مرتفعة معزولة، وتنتشر فوق أسطح السهول وأشباه السهول، وتمثل البقية الباقية من عملية نحت الصحراء والوصول بالسطح إلى مرحلة الشيخوخة من دورة التعرية الصحراوية. وتعتبر ملامح نحت مميزة للأقاليم الجافة وشبه القاحلة.

ومن أمثلة هذه الجزر الجبلية و التلال المعزولة، تلك الموجودة في الصين في النطاق الجاف، الممتد من الشرق إلى الغرب، وتلك التي تتوزع فوق هضبة إيران، وقد تصل ارتفاعات بعض الجزر الجبلية بما ما بين ٢٠٠- ٣٠٠ متر، وكثيرا ما تضم صحراء جوبي Gobi تلالا قديمة، وجزرا جبلية وعرة تحيط بما سهولا فسيحة.

أما في شبه الجزيرة العربية فتعرف الجزر الجبلية باسم «قارة».

- **اليارداتج Yardang:**

وهي ملامح نحت هوائي في الصحاري والبيئات القاحلة وشبه القاحلة، وتسمى كذلك بالكدوات Hummocks، وهي تشبه التلال ولكنها تتشكل بفعل الرياح وتقترب في هيئتها العامة من هيئة الكثبان الرملية (مع الفارق).

وتظهر ملامح اليارداتج في إيران بطول ١- ١٠ أمتار، وبارتفاع يصل إلى ٢٠٠ متر، فوق أسطح المنخفضات التي تقع بين المحاور الجبلية، أو تتوزع فوق هضبة إيران.

اليارداتج «الكدوات» في صحراء لوط بإيران

- **الأودية الجافة:**

وهي أودية كانت ممتلئة بالمياه في عصور المطر، ومع التغيرات المناخية، وزحزحة أحزمة المطر، جفت المياه منها و بقيت آثار نحت المياه. وتقطع

الأودية الجافة أسطح جل المناطق الصحراوية الجافة و شبه الجافة في العالم. وفي فترات سقوط المطر تجري فيها المياه، منحدرة من فوق السفوح الجبلية والهضاب المرتفعة.

قارة أفريقيا:

- **المنخفضات الصحراوية Desert Depressions:**

تكثر في الصحراء الكبرى الأفريقية، حيث يوجد منها العديد في مصر، بدءا من منخفض توشكى جنوبا حتى منخفض سيوة شمالا. وفي ليبيا توجد منخفضات جغبوب والكفرة، وفي الجزائر منخفض صلاح، الموجود به عين صلاح.

كما تنتشر التلال المنعزلة بلا نظام واضح- فوق قاع منخفض الواحات البحرية بصحراء مصر الغربية بقارة أفريقيا ، كالجزر Inselberg أو أرخبيل من التلال، فمنها ما اقتطع من حافات المنخفض، كـ (الدست و المغرفة) من الحافة الشمالية الغربية للمنخفض، ومنها ما تخلف عن نحت قبو البحرية القديم، فيظهر مبعثرا في وسط البياض "فيما يعرف بالصحراء السوداء".

كما تظهر أشكال اليارداتج «الكدوات»، في كثير من المناطق الجافة بالقارة الأفريقية ، كما أنها تتوزع في قلب المنخفضات الصحراوية مرتبطة في تكونها إما نحن في الصخور الجيرية والرملية.

كما هو الحال في صحراء مصر الغربية. في شمال منخفض الخارجة ووسط الفرافرة، وكذلك عند السفوح الشمالية لمنخفض الداخلة، أو تكون قد تم نحتها وتشكيلها في صخور الحجر الطيبي (رواسب البلايا Playa Deposits) كما هو

الحال على طول امتداد درب الأربعين من شمال منخفض الخارجة حتى منخفض توشكى وكذلك في الجزء الجنوبي من منخفض الواحات البحرية.

- الأودية الجافة:

وتظهر الأودية الجافة وقد قطعت السفوح الجبلية وجوانب الهضاب، ولذا فإن تصريفها في معظمها داخليا، فيما عدا أودية الصحراء الشرقية في مصر، والتي إما أن تتجه نحو البحر الأحمر أو تصب في نهر النيل، وكذلك الأودية الجافة في الجزء الشمالي الغربي لمصر، والتي تصب في البحر المتوسط مباشرة.

- **قارة أمريكا الشمالية:**

تظهر في صحاري الولايات المتحدة ومناطقها الجافة جميع أشكال النحت السابق ذكرها في قاربي آسيا وأفريقيا.

- **قارة أمريكا الجنوبية:**

تظهر التلال المستديرة والجزر الجبلية وقد انتشرت في صحراء أتكاما، وهذه التلال مقطعة بفعل المسيلات المائية، التي تتعامد مع محور اتجاه الجبال والساحل، وأغلبها يوجد في النطاق الأوسط من الصحراء، والقليل منها يوجد في النطاق الغربي. ومع شدة جفاف صحراء أتكاما إلا أنه تقطعها الأودية الجافة، التي تأخذ نظاما متوازيا أو شبه متوازيا، وتتجه نحو الغرب إلى المحيط الهادي، وقد عملت هذه الأودية على نحت أخاديد في المنطقة الغربية من الجزء الهضمي، وقد انتشرت الأخاديد كمظهر حتي في المنطقة وغالبيتها تأخذ مقاطعها العرضية شكل حرف V.

- **قارة أستراليا:**

تظهر الأرصفة الصحراوية والصحراء الحجرية، بالقارة الأسترالية في شكل نطاق متسع المساحة، يتوزع في ثلاث مناطق، هي: الشرق والوسط وجنوب النطاق الجاف بالقارة. والصحراء الحجرية هنا مكونة من صحاري زلطية - رملية وصحاري حصوية.

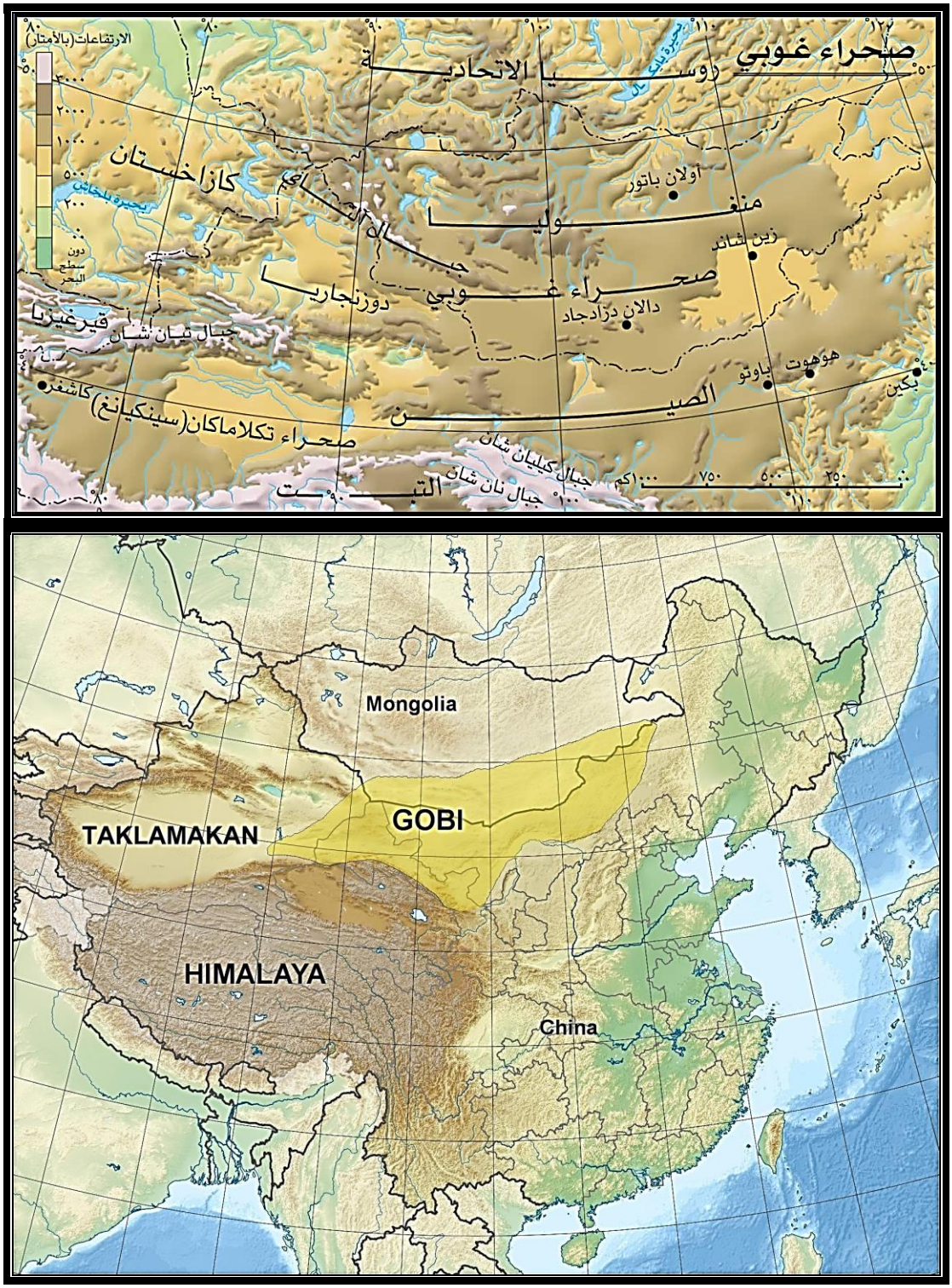
ومن أشهرها صحراء جبسون الحجرية الزلطية، التي تنتشر بها كومات متباعدة مكونة من الصخور القديمة.

(٣) أشكال الإرساب:

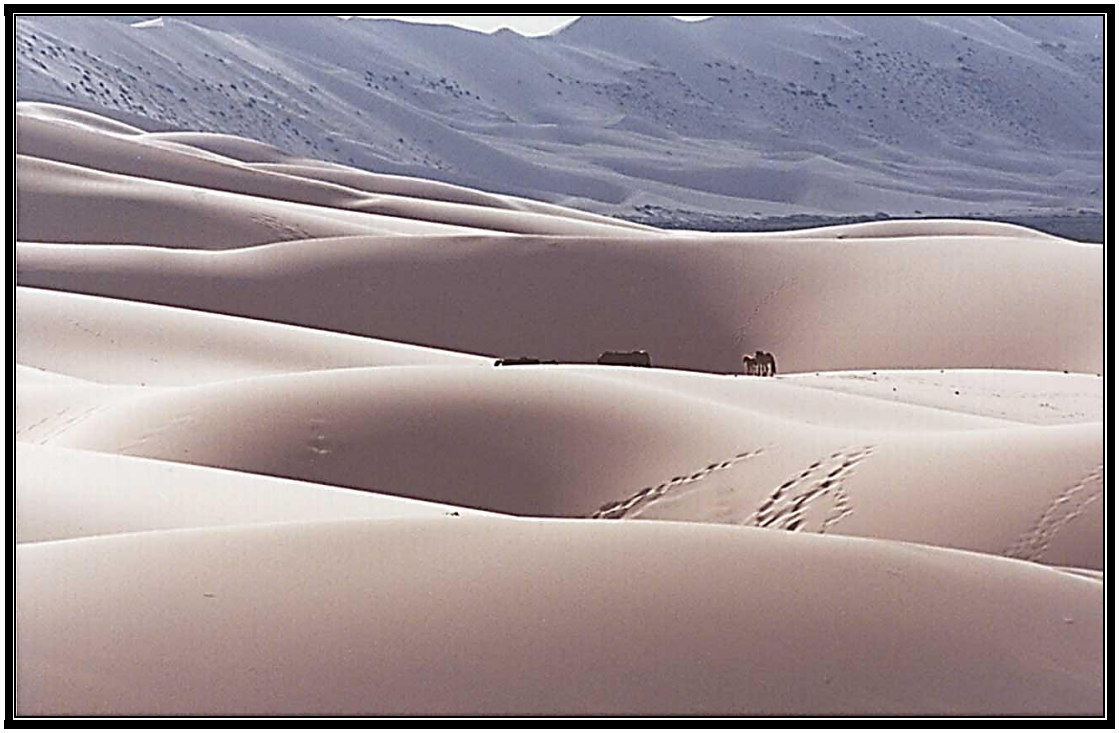
- **قارة آسيا:**

تنتشر الكثبان الرملية في قارة آسيا، كما هو الحال في صحراء جوبي Gobi إحدى أكبر الصحاري الموجودة في آسيا، وتقع بين الصين ومنغوليا).

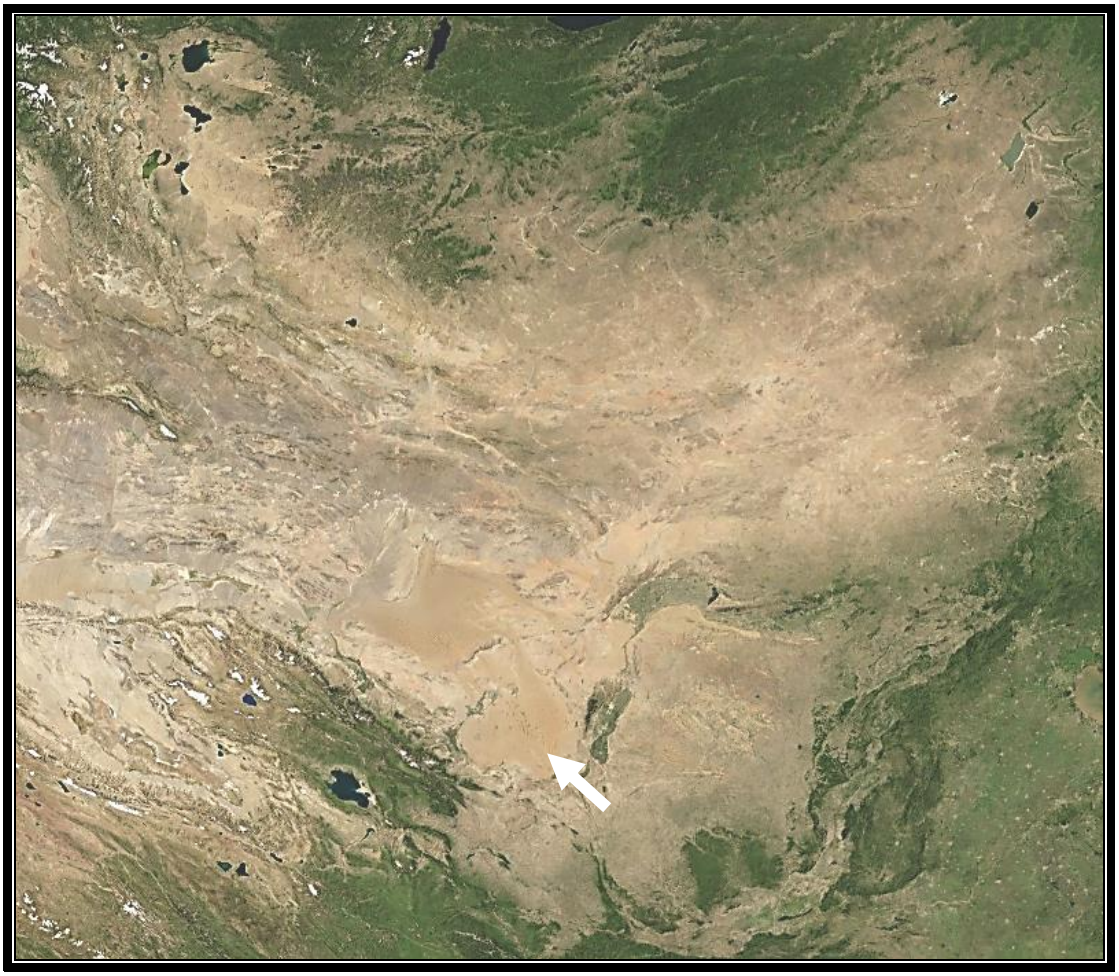
وكذلك في صحراء تكلاماكان التي تمت فيها الرمال لمسافة ١٠٠٠ كم من الشرق تجاه الغرب وباتساع ٤٢٠ كم، وتغطي مساحة تزيد على ربع مليون كم٢.



صحراء جوبي وتكلامكان بالصين ومنغوليا



أشكال أو أنماط الكثبان الرملية



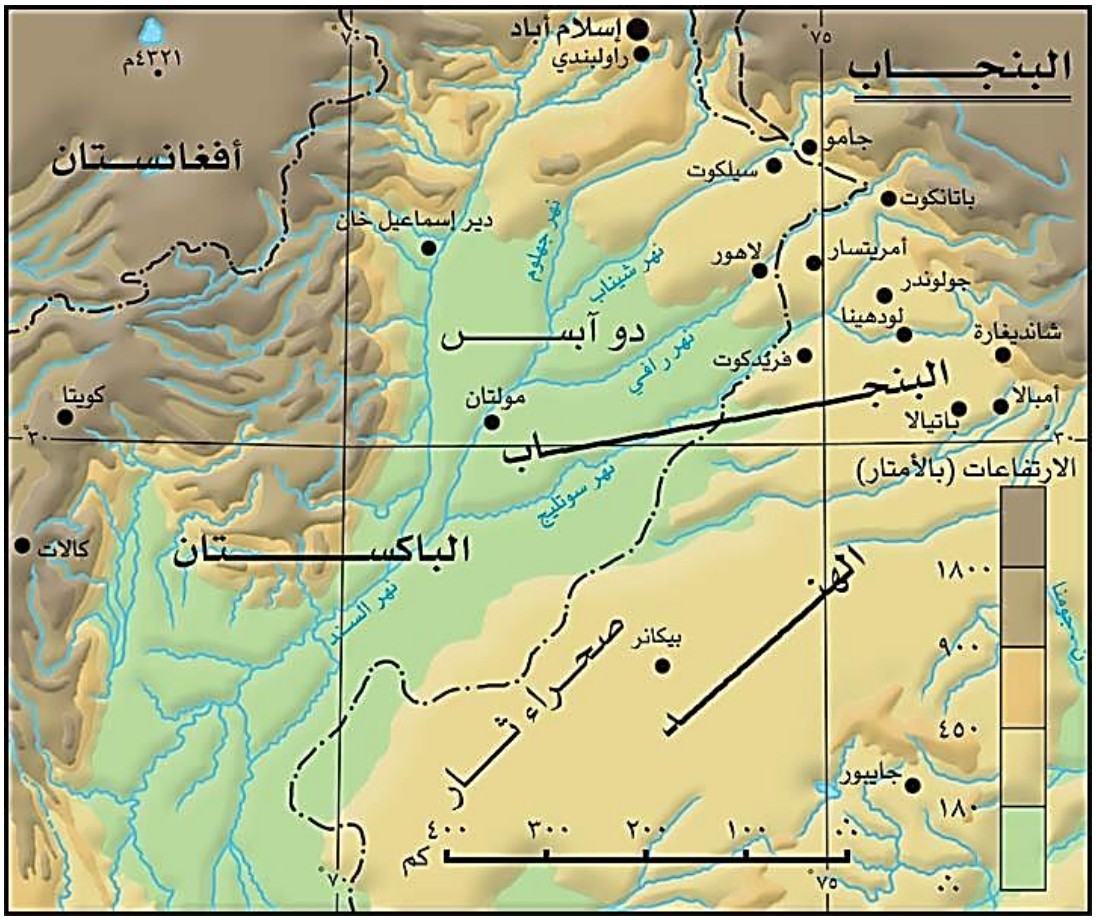
الكثبان الرملية في صحراء جوبي

- **<u>قارة آسيا:</u>**

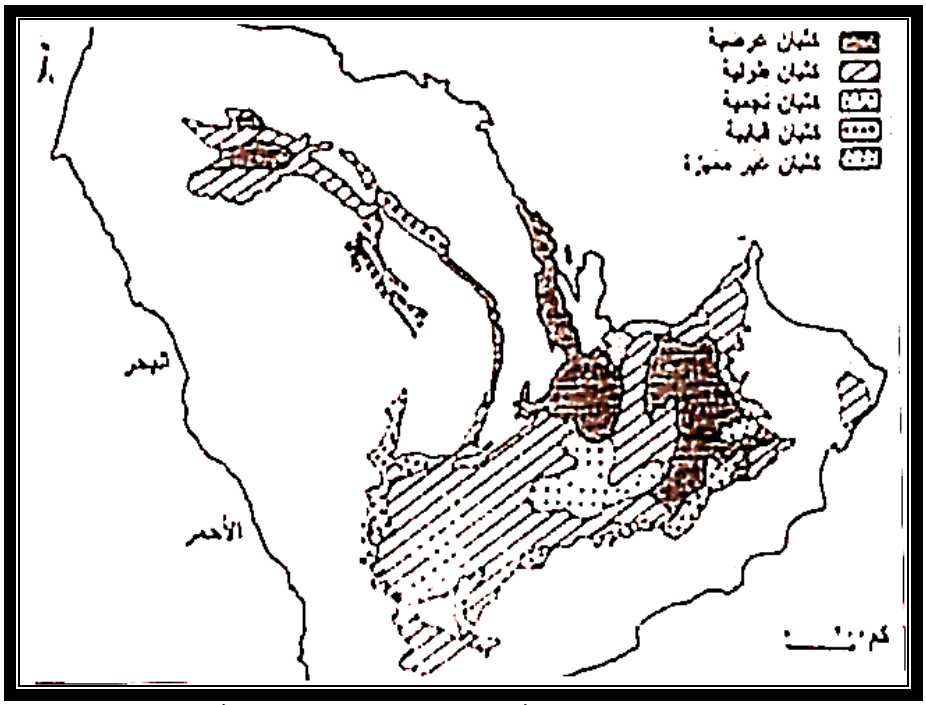
كما تنتشر الكثبان الرملية كذلك في صحراء راجستان، التي تشمل صحراء ثال شمالا (تقع في ولاية البنجاب في باكستان) وصحراء ثار جنوبا (تقع شمال غرب الهند على الحدود مع باكستان، والتي تشغل الرمال ٣٠% من مساحتها. كما تشغل الكثبان الرملية نحو ٥٠- ٦٠٪ من جملة مساحة صحراء ثار.

وفي صحراء تركمانستان تنتشر الكثبان الرملية وكذلك في صحراء كراكوم قره قوم»، وفي صحراء لوط بإيران.

وتعد شبه الجزيرة العربية متحفا مفتوحا للعديد من أنماط الكثبان الرملية النموذجية، و لا تخلو معظم دول شبه الجزيرة العربية من انتشار الكثبان الرملية فيها (اليمن، الكويت، الإمارات، سلطنة عمان).



صحراء ثار



الكثبان الرملية بشبه الجزيرة العربية

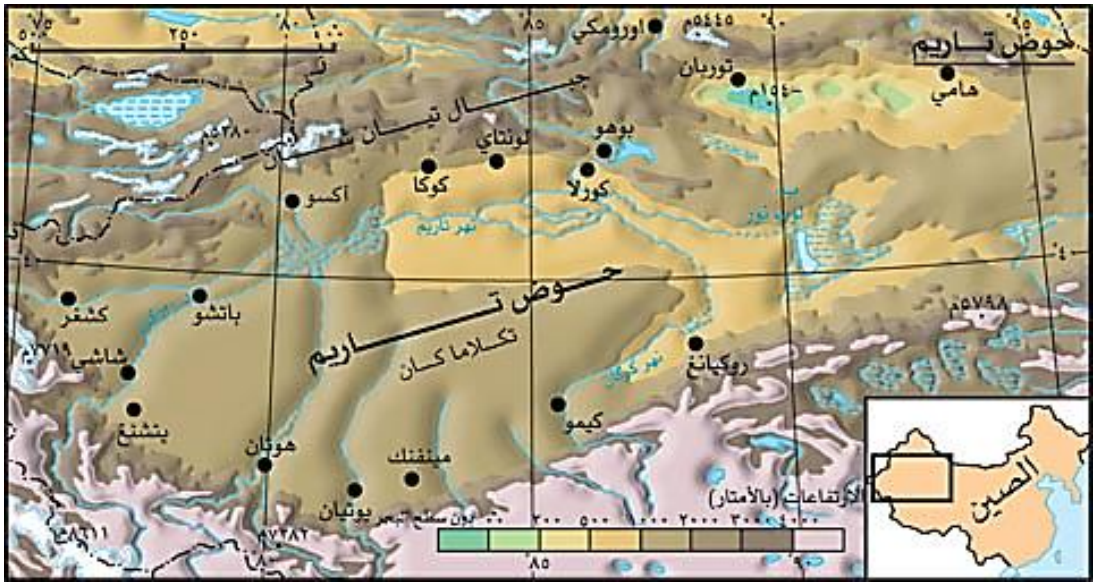
الكثبان الرملية بشبه الجزيرة العربية

وتمثل رواسب اللويس الملمح الإرسابي الثاني، الذي كوّنته الرياح في قارة آسيا، وهي عبارة عن: رواسب غير متماسكة من الطين والتراب، يميل لونهما إلى اللون الرمادي أو الأصفر، وترتفع بها نسبة مركبات الجير. كما تتميز بسهولة إنفاذها للمياه. وتظهر بوضوح في شمال غرب الصين، مكونا سطحا شبه مستويا، يعرف بمضبة اللويس، والتي استمدت رواسبها من صحراء جوبي ومن وسط آسيا، حيث ساعد فعل الصقيع شتاء على تفتت الرواسب ثم قامت الرياح بحملها ثم إرسالها، وتوجد رواسب تربة اللويس كذلك في وسط آسيا فيها، وبعض الدول الإسلامية في وسط القارة الأسيوية.

كما تظهر ملامح البلايا Playa في أرجاء الأراضي الجافة بقارة آسيا، وغيرها من القارات الأخرى، وهي مواضع منخفضة نسبيا تنصرف إليها المياه كتصريف داخلي، وتكون مسطحات طينية أو طمييية.

وقد تتجمع بها بعض الأملاح، كما أن المياه قد تتجمع لفترة طويلة، فتعمل على تكوين مسطحات برك أو بحيرات صغيرة. ويعرف هذا الملمح بأسماء عديدة، منها: "السبخة البلايا، المملحة، الشط"، كما تعرف في المملكة العربية السعودية باسم "القاع أو الروضة أو الرويضة"، وقد تعرف باسم "الخبر".

ومن أمثلة البلايا Playa بقارة أسيا، تلك التي تنتشر في قاع حوض تاريم، والشطوط والبحيرات العديدة فوق هضبة ايران.

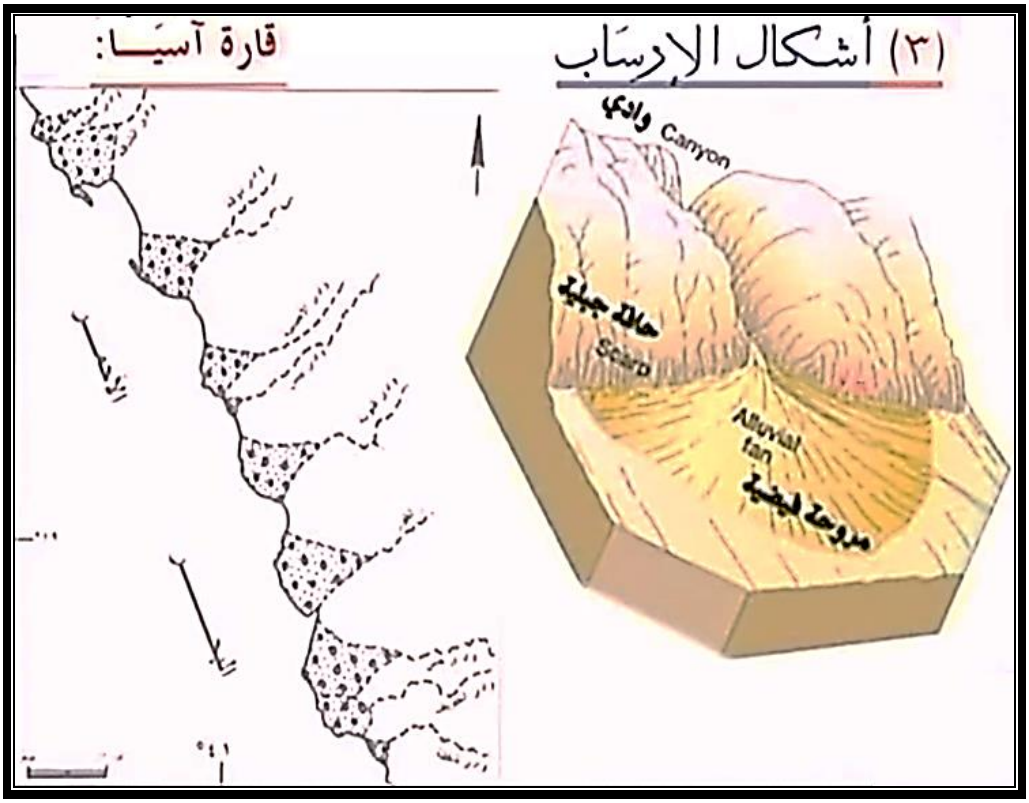


حوض تاريم

أما في شبه الجزيرة العربية فتنتشر رواسب البلايا بأعداد هائلة في نهايات التصريف الداخلي للأودية الجافة، ولذلك فأعدادها هائلة بنفس العدد الكبير لأودية التصريف الداخلي.

وهناك كذلك المراوح الفيضية Alluvial fans كملمح جيومورفولوجي، لا يقل أهمية عن البلايا في وجودها بالمناطق الجافة في قارة آسيا، حيث ترتبط غالبيتها هنا بحضيض الحافات الجبلية (أقدام السفوح الجبلية أو البيدمونت).

ونظرا لكثرة الحافات الجبلية وتنوعها وتباين اتجاهاتما؛ فإن المراوح الفيضية أيضا قد تأثر وجودها وأعدادها بكل الخصائص السابقة. و في شبه الجزيرة العربية تظهر المراوح الفيضية صغيرة المساحة في المناطق الداخلية، خاصة بهضبة نجد، بينما تظهر الدلتاوات على ساحل تهامة وساحل خليج العقبة.



- **قارة أفريقيا:**

تنتشر الكثبان الرملية Sand Dunes في قارة أفريقيا، كما هو الحال في الصحراء الكبرى (أكبر امتداد صحراوي في العالم، بمساحة تزيد على ٩ مليون كم ٢، وهي تحتل الجزء الأكبر من شمال أفريقيا. وتعد الأشكال الرملية المتجمعة في صحاري شمال أفريقيا من أوضح المعالم الجيومورفولوجية، بل وأكثرها انتشارا وامتدادا؛ نظرا لوقوع أكثر من نصف القارة، تقريبا، في الإقليم الصحراوي والإقليم المداري الجاف. وتبدو التجمعات الرملية في عدة أشكال، سواء الكثبان الهلالية «البر خانات»، أو الكثبان الطولية «السيوف أو الغرود الرملية، أو الفراشات الرملية.

في مصر تنتشر الكثبان الرملية في وسط شمال سيناء، وفيما بين وادي النيل والصحراء الغربية. وفي قيعان منخفضات صحراء مصر الغربية، وفوق سطح هضبة الجلف الكبير بالاتجاه نحو جبل العوينات.

كما تظهر ملامح البلايا Playa في أرجاء الأراضي الجافة بقارة أفريقيا، وخاصة في الصحراء الكبرى، وينتشر وجودها في قيعان المنخفضات الصحراوية، وكذلك في مواضع محددة، مرتبطة بالأودية الجافة وطبوغرافية منخفضة، شبيه حوضية، تعمل على تجميع المياه والرواسب . ويطلق على البلايا في القارة الأفريقية مسميات عديدة، فهي في شمال أفريقيا تعرف باسم "السبخة"، وفي جنوب أفريقيا تعرف باسم " "Panوالتي تعني تجمعا مائيا أو روضة.

ومن أشهر البلايا Playa الجافة تلك التي تنتشر في الواحات الخارجة والداخلة وفي منخفض توشكى، وفي الفرافرة و في الواحات البحرية .

أما البلايا الرطبة فنجدها في منخفض الفيوم والنطرون والسلوم وجغبوب، وفي منطقة الشطوط في بلاد المغرب العربي، وتلك التي تنتشر في تونس بكثرة وتعرف باسم شط الجريد.

وتعد المراوح الفيضية من الملامح الجيومورفولوجية المنتشر تحت أقدام السفوح والحافات الجبلية. فكثيرا ما ترتبط المنطقة الواقعة أسفل السفوح الشرقية لجبال البحر الأحمر بمصر، وكذلك خليجي السويس والعقبة بدلتاوات كبيرة المساحة ومراوح فيضية عديدة.

وعلى كثير من هذه المراوح الفيضية أنشأت المدن، فقد أنشأت مدينة نويبع على مروحة وادي وتير بشبه جزيرة سيناء، وكذلك مدينة دهب على مروحة وادي دهب.

مروحة وادي وتير على خليج العقبة وإنشاء مدينة نويبع عليها

وعلى الجانب الآخر لجبال البحر الأحمر نجد مراوح فيضية عند التقاء مصبات الأودية الجافة بالسهل الفيضي لوادي النيل، وعند اتصال أكثر من مروحة فيضية يتكون ملامح جيومورفولوجي البجادا أو البهادا، وذلك حين تصل أكثر من مروحة ببعضهم البعض وتصبح سهولا رسوبية، ويشبهها في ذلك الأحوال في ليبيا والجزائر والمغرب.

- **قارة أمريكا الشمالية:**

تظهر في صحاري أمريكا الشمالية جميع أشكال الإرساب السابق ذكرها في قاري آسيا وأفريقيا، كالكثبان الرملية بأشكالها المختلفة، والمراوح الفيضية، والبلايا. وتشغل المراوح الفيضية مع البلايا نحو ٦٠٪ من صحراء موهاف بولاية كاليفورنيا الأمريكية.

- **قارة أمريكا الجنوبية :**

- تظهر ملامح الإرساب الرملي في قارة أمريكا الجنوبية في الجزء الصحراوي الواقع في بيرو وتشيلي، وأغلبها من نوع البرخان، وهي كثبان متحركة ونشطة (صحراء أتكاما). وتظهر كذلك في صحراء بتاجونيا بالأرجنتين.

- كما تظهر رواسب اللويس في شمال غرب و شمال شرق وغرب هضبة بتاجونيا.

- وتكثر رواسب البلايا في صحراء تشيلي وبيرو (صحراء أتكاما).

- وتنتشر كذلك المراوح الفيضية على الساحل الغربي لصحراء أتكاما.

- **قارة أستراليا:**

ساعد استواء سطح وسط وغرب أستراليا، على تكوين بحار الرمال والعروق الرملية المتنوعة بالقارة. وتوجد الصحاري الرملية ممثلة في:

(١) صحراء فكتوريا العظمى.

(٢) الصحراء الرملية العظمى وهي أكبرها.

(٣) صحراء جبسون.

(٤) صحراء سمبسون.

(٥) الصحراء الشمالية.

ومع الجفاف الشديد الذي تشهده المناطق الداخلية في قارة أستراليا إلا إنه توجد بها مظهر البلايا، والتي تعرف بعدة مسميات هناك، فالبعض يستخدم لفظ بحيرة البلايا Playa Lake، والبعض الآخر يستخدم لفظ بركة أو بحيرة صغيرة pan.

الفصل الرابع

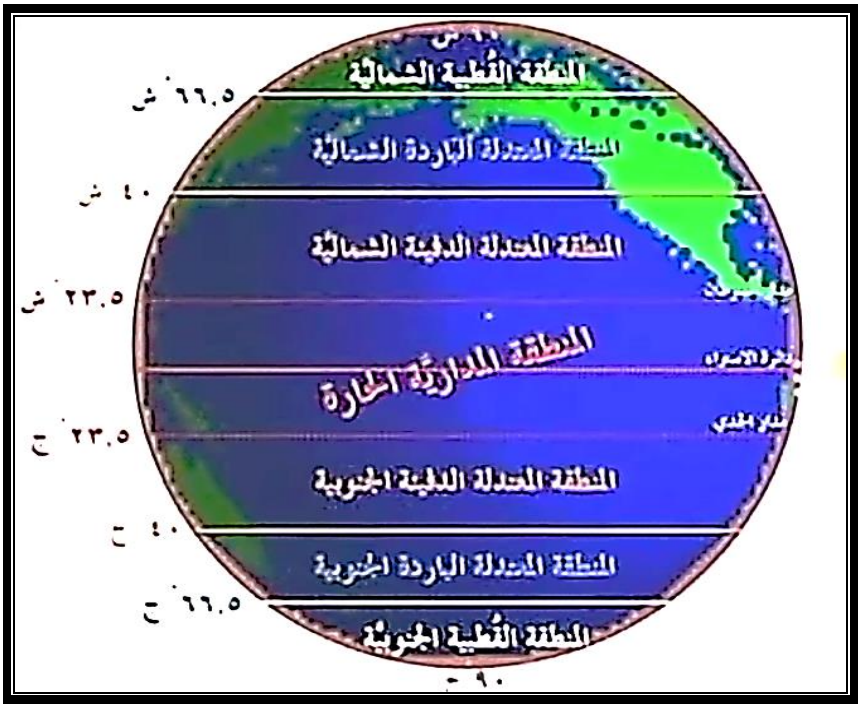
السمات المناخية وموارد المياه في الأقاليم الجافة والقاحلة

الفصل الرابع

السمات المناخية وموارد المياه في الأقاليم الجافة والقاحلة

أولاً: مقدمة:

يعد المناخ Climate من أهم العناصر البيئية وأكثرها تأثيرا، سواء على البيئة الطبيعية أو البشرية. وتصيف الأقاليم القاحلة Arid Zones والأراضي الجافة Dry Land بسمات مناخية تختلف عن الأقاليم الأخرى؛ وذلك من حيث: التطرفات الحرارية، وذبذبة تساقط المطر، أو درة التساقط في كثير من الأحيان، بالإضافة إلى هبوب العواصف الترابية والرملية، فضلا عن الشح المائي الذي تعاني منه هذه الأقاليم.



الأقاليم الحرارية على سطح الأرض

ثانياً: الخصائص المناخية العامة بالأراضي الحارة الجافة وشبه الجافة:

يتسم المناخ الصحراوي بالجفاف، الذي لا يرتبط بكمية أمطاره فقط، بل بدرجة الحرارة، وسرعة الرياح، والرطوبة الجوية، ونوعية التربة كذلك. وعلى الرغم من أن كثيراً من العلماء، يحددون المناخ الصحراوي بالمناطق، التي لا تزيد فيها كمية المطر السنوية على ٥٢٠ مليمتراً، فإن منطقة التندرا، التي لا تزيد كميتها على ذلك، لا تُعَد منطقة صحراوية. وكذلك بعض المناطق، التي تناهز أمطارها السنوية ٥٠٠ مليمتر تتسم بالجفاف، وعدم قدرتها على إنتاج أي محصول زراعي؛ لأنها تَفقِد معظم الأمطار بالتبخر والجريان السطحي.

لذا، فإنه لا يمكن تحديد المناخ الصحراوي، بالاعتماد على معدل المطر السنوي فقط، بل بمراعاة قِلّته أو زيادته على معدل التبخر والنتح الإمكاني السنوي كذلك؛ إضافة إلى فصل سقوط الأمطار. ومعدل التبخر والنتح الإمكاني، يعتمد اعتماداً أساسياً على كمية الأشعة الشمسية الساقطة، ودرجة الحرارة، ورطوبة الهواء، وسرعة الرياح؛ ولذلك، فهو، في المناطق الحارة، إبّان الصيف خاصة، أعلى منه في المناطق الباردة، ولاسيما في فصل الشتاء.

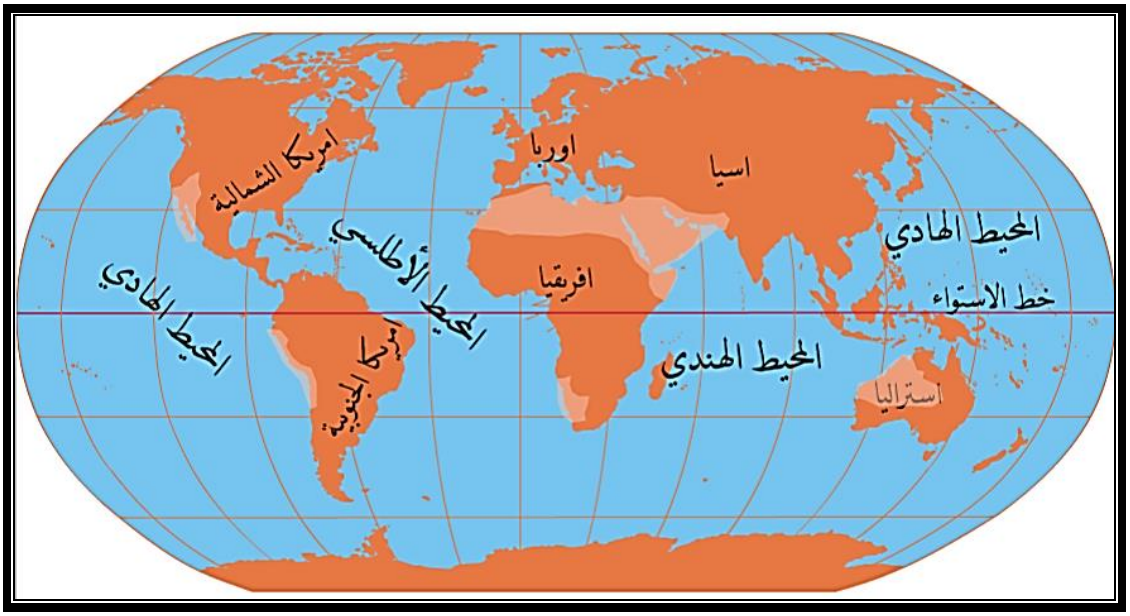
ومعظم المناخات النطاقية، تتراجع فاعلية المطر فيها، في غير اتجاه، لتتحول إلى مناخات صحراوية. فالمناخ المداري، تتراجع فاعلية المطر فيه، في اتجاه الشمال، في نصف الكرة الشمالي، وفي اتجاه الجنوب، في نصفها الجنوبي؛ ليصبح مناخاً صحراوياً. أمّا المناخ المعتدل الدافئ، فإنه يتحول إلى مناخ صحراوي، عند تجاوز حدود المناطق المتأثرة بالرياح الغربية، في الجزء الجنوبي منه، في نصف الكرة الشمالي، وفي الجزء الشمالي من النطاق نفسه،

في نصفها الجنوبي. كما أن المناخ البارد، يتحول، تدريجاً، إلى مناخ صحراوي، بالاتجاه شرقاً من السواحل الغربية للقارات، حيث الرياح الغربية، قد فقدت معظم رطوبتها.

وتقسم الصحاري إلى نوعَين؛ بحسب درجة حرارة فصل الشتاء: صحارٍ حارة وأخرى باردة. فالأُولى هي تلك التي لا يقلّ متوسط حرارتها، في أبرد شهور السنة، عن ست درجات مئوية؛ والصحاري الباردة، هي ما قلّ متوسط حرارتها عن ذلك.

أ. الصحاري الحارة:

تنشأ الصحاري، المدارية وشبه المدارية، أساساً، عن الضغوط الجوية المرتفعة، ذات الهواء الهابط. وتسهم في نشوئها، كذلك، التيارات المحيطية الباردة، قرب السواحل الغربية للقارات، في العروض المنخفضة. وتسود الصحاري الحارة بين خطَّي العرض ٥١ و٣٠ درجة، شمالاً وجنوباً، في نصفَي الكرة، الشمالي والجنوبي، على التوالي؛ فلا تصل، إذاً، إلى الأطراف الشرقية من القارات، التي تسودها مناخات مدارية موسمية؛ ولكنها تمتد، غرباً، إلى سواحلها المتأثرة بالتيارات المحيطية الباردة (انظر شكل الصحاري الحارة). وتنقسم الصحاري الحارة، وفقاً لمواقعها وعوامل نشوئها، إلى نوعَين، هما: الصحاري الحارة القارية، والصحاري الحارة الساحلية. ويتشابه هذان النوعان في قِلة الأمطار، وهبوط فاعليتها؛ ويختلفان في فصليتها، ودرجة الحرارة، وعوامل المناخ الأخرى.



الصحاري الحارة

(١) الصحاري الحارة القارية

تسود الصحاري الحارة القارية عروض الضغوط المرتفعة المدارية، حيث الهواء هابط؛ ما يحُول دون التكاثف، ثم التساقط؛ وتقع في وسط القارات وغربيها، بعيداً عن الرياح الموسمية، التي تهب على غربي القارات، في تلك العروض. وهي تتسم بقِلة الأمطار السنوية وتذبذبها؛ إذ يبلغ تساقطها، في بعض السنوات، ضعف متوسطها السنوي؛ ولا يتجاوز، في سنوات أخرى، ٥٢٪ منه. وتتسم الأمطار، في هذه الصحاري، بفجائيتها وغزارتها؛ إذ قد يتساقط أكثر من نصف الأمطار السنوية، في يوم واحد، بل في ساعات منه؛ ما قد يسبب سيولاً وفيضانات جارفة. ومصداق ذلك مدينة يوما، في صحراء أريزونا، في جنوب غربي الولايات المتحدة الأمريكية، والتي تلقت ٠٨٢ مليمتراً من الأمطار، عام ٥٠٩١؛ بينما لم تتلقَّ سوى ٥٢ مليمتراً، عام ٩٩٨١. أمّا محطة تامنراسيت، في الجزائر، الواقعة في الصحراء الكبرى، في شمالي القارة الإفريقية، فقد

تلقت، في إحدى السنوات، نحو ٠٦١ مليمتراً؛ بينما لم تتلق سوى ٦ مليمترات، في سنة أخرى.

والرطوبة النسبية للهواء منخفضة جداً، في الصحاري الحارة القارية؛ إذ تراوح بين ٦٣٪، في فصل الشتاء، و٥٢٪، في فصل الصيف؛ وقد تَقِلّ عن ٥١٪، في بعض الأيام. وهي في الليل أعلى منها في النهار؛ نظراً إلى عملية التبريد، أثناء الليل، من خلال فقدان الأرض لحرارتها، الناجمة عن التسخين الحاد لأشعة الشمس شبه العمودية، أثناء النهار. ويزيد من حدة التسخين النهاري، والتبريد الليلي، أن السماء خالية من الغيوم؛ ما يسمح لأشعة الشمس بالوصول إلى السطح، أثناء النهار؛ ويتيح للأشعة الطويلة المنبعثة منه، أثناء الليل، الخروج من الغلاف الجوي.

والمدى الحراري، السنوي (فرق في متوسط الحرارة بي أحر شهور السنة وأبردها)، واليومي (الفرق بين درجة الحرارة العظمى، أثناء النهار، ودرجتها الصغرى، أثناء الليل) ـ كبير جداً، في الصحاري الحارة القارية، حيث يراوح أوّلهما بين ١١ و٧١ درجة مئوية؛ ويراوح الثاني بين ٤١ و٥٢ درجة مئوية؛ بل قد يطاول، في بعض الحالات ٠٤ درجة مئوية. وكثيراً ما تتعدى درجة الحرارة العظمى، أثناء فصل الصيف، في بعض مناطق الصحاري الحارة القارية، الخمسين درجة مئوية؛ بل بلغت ٧٥ درجة مئوية، في وادي الموت، في جنوبي ولاية كاليفورنيا، في جذوب غربي الولايات المتحدة الأمريكية؛ و٨٥ درجة مئوية، في الصحراء الكبرى، في ليبيا. أمّا درجة الحرارة الصغرى، فكثيراً ما تنخفض إلى ما دون الصفر المئوي، بل قد تهبط، أثناء الليل، في أبرد شهور السنة، إلى عشر درجات دونه.

ومن أهم الصحاري الحارة القارية: الصحراء الكبرى، والصحراء العربية، والصحراء الإيرانية، والصحراء الهندية، والصحراء الأسترالية، والصحراء الأمريكية، والصحراء الجنوب إفريقية، وصحراء القرن الإفريقي.

(أ) الصحراء الكبرى

الصحراء الكبرى Sahara Deset، هي أكبر صحاري العالم؛ إذ تغطي مساحة شاسعة من شمالي القارة الإفريقية، تمتد من المحيط الأطلسي، في الغرب، إلى البحر الأحمر، في الشرق، يناهز طولها ٥١٥٠ كيلومتراً (٠٠٢٣ ميل). كما تمتد من سواحل البحر الأبيض المتوسط، شمالاً، إلى حوض نهر النيجر، في الجنوب، ليناهز عرضها ١٦١٠ كيلومترات (ألف ميل). وتقدَّر هذه المساحة الشاسعة بنحو ٠٠٥٦٠٩ كيلومتر مربع (٥,٣ ملايين ميل مربع). وتضم المغرب، وموريتانيا، والصحراء الغربية، والجزائر، وتونس، وليبيا، وتشاد، ومصر، والأجزاء الشمالية من السودان، ومالي، والنيجر (انظر شكل الصحراء الكبرى).

الصحراء الكبرى

والمطر قليل جداً، في الصحراء الكبرى، حيث لا يزيد معدله السنوي على ٥ سنتيمترات. ويزداد هذا المعدل قِلَّةً، في الأجزاء الداخلية، فلا يتجاوز، في القاهرة، ثلاثة سنتيمترات؛ بل هو دون ذلك، في الصحراء الليبية. أمّا في الأجزاء الساحلية، فقد يزيد على عشرة سنتيمترات. وتهطل الأمطار على الأجزاء الشمالية من الصحراء الكبرى، خلال فصل الشتاء، بسبب مرور المنخفضات الجوية الجبهية، الآتية من الغرب. أما أجزاؤها الجنوبية فتهطل أمطارها في فصل الصيف؛ نظراً إلى انتقال نطاق الأمطار الحملانية الاستوائية نحو الشمال.

(ب) الصحراء العربية

تشغل الصحراء العربية الجزء الجنوبي الشرقي من قارة آسيا، فتشمل شبه الجزيرة العربية (المملكة العربية السعودية، الكويت، البحرين، قطر، الإمارات العربية المتحدة، سلطنة عُمان، الجمهورية العربية اليمنية)، والعراق، وسورية، ولبنان، والأردن وفلسطين (انظر شكل الصحراء العربية).

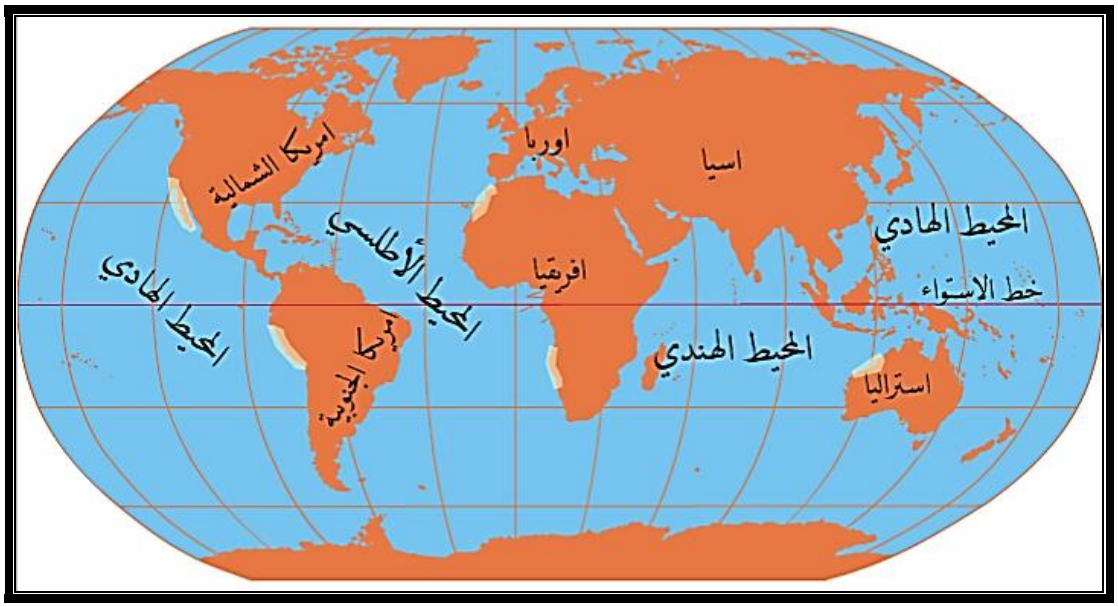
الصحراء العربية

وتَشِحّ الأمطار في الصحراء العربية، لموقعها، الفلكي والجغرافي. فوقوعها، فلكياً، في النطاق شبه المداري، الذي يسوده نظام الضغط المرتفع، ذو الهواء العلوي الهابط ـ يحُول دون التكاثف والتساقط. ووقوعها، جغرافياً، في جنوب شرقي آسيا، القارة الرحيبة ـ يحرمها التأثيرات البحرية الموسمية. يَسُوْق الأمطار إليها، في أواخر الخريف، وفي فصل الشتاء، وأوائل الربيع، بعض المنخفضات الحركية، الآتية من الغرب، والتي تجلب معها رطوبة، وتسبِّب عدم استقرار، ينجم عنه، في بعض الأحيان، تساقط. وتأثير المنخفضات الحركية، يكون واضحاً، في الأجزاء الشمالية من الصحراء العربية؛ ويتضاءل بالاتجاه نحو أجزائها الجنوبية، فيكاد يضمحل في المملكة العربية السعودية، واليمن، وعمان.

(٢) الصحاري الحارة الساحلية

ما كان للصحاري الحارة الساحلية، أن تنشأ في العروض شبه المدارية، على السواحل الغربية للقارات، لولا التيارات المائية الباردة، مثل: تيار همبولدت البارد، في المحيط الهادي، بمحاذاة السواحل الغربية لبيرو، في أمريكا الجنوبية؛ وتيار بنغوليا البارد، في المحيط الأطلسي، بمحاذاة السواحل الغربية لجنوب إفريقيا؛ وتيار كناري البارد، في المحيط الأطلسي، على ساحل المغرب العربي؛ وتيار كاليفورنيا البارد، في المحيط الهادي، على سواحل ولاية كاليفورنيا، في غربي الولايات المتحدة الأمريكية؛ وتيار أستراليا البارد، على الساحل الغربي للقارة الأسترالية (انظر شكل الصحاري الحارة الساحلية). فالرياح، التي تهبّ

تجاه السواحل، آتية من المحيط، تكون باردة؛ وما إن تصل إلى اليابسة حتى تعتريها السخونة، فتزداد قابليتها للرطوبة.



الصحاري الحارة الساحلية

وتخالف الصحاري الحارة الساحلية عن نظيرتها القارية، في اعتدال درجة حرارتها، الناجمة عن التأثير المحيطي البارد؛ وفي صيفها الأكثر برودة، وشتائها الأكثر اعتدالاً؛ ما يخفض مداها الحراري السنوي تخفيضاً ملحوظاً. فالمتوسط الحراري السنوي، في مدينة كالاو Callao، في بيرو، في أمريكا الجنوبية، على ساحل المحيط الهادي ـ يناهز ٩١ درجة مئوية؛ ويقارب متوسط الحرارة، في أحر شهورها، ٢٢ درجة مئوية؛ ويدنو متوسطها، في أبرد شهورها، من ٧١ درجة مئوية؛ ما يجعل مداها الحراري السنوي خمس درجات مئوية فقط. أمّا المدى الحراري اليومي، فهو منخفض، كذلك، مقارنة بنظيره في

الصحاري القارية؛ إذ لا يزيد، في المناطق الساحلية، على ٢١ درجة مئوية، أيّ نحو نصف المدى الحراري في المناطق الداخلية.

وتتميز الصحاري الحارة الساحلية عن صنوها القارية، بضبابها، والارتفاع النسبي لرطوبة هوائها. ففي الصباح، تكون الرطوبة النسبية للهواء عالية جداً، فوق مستوى التشبع ببخار الماء (١٠٠٪)، ما يسبب الضباب الكثيف. وبعد منتصف اليوم، تبدأ الحرارة ترتفع، والضباب ينقشع؛ وتنخفض الرطوبة النسبية إلى نحو ٥٧٪.

أمّا كميات الأمطار السنوية ونظام سقوطها على الصحاري الحارة الساحلية وتلك القارية، فلا يختلفان كثيراً؛ إذ يبلغ متوسط المطر السنوي، في السواحل الغربية لبيرو، ٥٢ مليمتراً فقط؛ ويناهز في سواحل جنوب غربي إفريقيا، ٦١ مليمتراً. ويتصف مطر الصحاري الساحلية بعدم الانتظام، سواء في توزُّعه الفعلي، وفي كميته السنوية؛ إذ قد يهطل معظم أمطار السنة، في يوم واحد فقط؛ كما قد ينهمر، في بعض السنوات، أضعاف المتوسط السنوي؛ وربما لا يتساقط، في سنوات أخرى، سوى بضعة مليمترات.

ج. الصحاري الباردة

ساعدت الضغوط الفصلية المرتفعة على نشوء الصحاري الباردة، في العروض المتوسطة، في قلب القارات الكبرى، بعيداً عن التأثيرات البحرية؛ ويبرز ذلك جلياً في القارة الآسيوية (انظر شكل الصحاري الباردة). ولم يَحُل تشابُه الصحاري، الباردة والحارة، في قِلة الأمطار وعدم إمكانية الاعتماد عليها في الزراعة؛ دون اختلافهما في قساوة فصل الشتاء، والمدى الحراري السنوي

الكبير. ففي مدينة طشقند، في صحراء وسط آسيا، على خط العرض ١٤ درجة، شمالاً، يبلغ متوسط الحرارة، في يوليه، ٨,٢٣ درجة مئوية؛ وينخفض، في يناير، إلى درجتَين دون الصفر المئوي.

الصحاري الباردة

ثالثا: السمات المناخية في الأقاليم الجافة والقاحلة:

(١) الخصائص الحرارية:

تتحكم مدة سطوع الشمس Sunshine Duration of Bright في تحديد كمية الإشعاع الشمسي الواصل إلى سطح الأرض، وبالتالي في ارتفاع درجة الحرارة في المناطق الصحراوية الجافة. وينقسم السطوع الشمسي إلى: سطوع فعلى Actual Sunshine، هو : الأوقات التي يظهر فيها قرص الشمس بازغا في السماء، دون أن يحجبه غائق كالسحب أو الأتربة.. & سطوع نظري (ممكن) Possible Sunshine، هو : طول النهار. الذي يبدأ مع شروق الشمس وينتهي عند غروبها. بغض النظر عن ظهور قرص الشمس او احتجابه (الفترة المحصورة بين شروق الشمس وغروبها).

وقد أثبتت جميع العلاقات الإحصائية علاقة الارتباط الطردية الموجبة بين عدد ساعات سطوع الشمس الفعلي Actual Sunshine & كمية الإشعاع الشمسي الكلي Global Solar Radiation، فبينهما علاقة ارتباط قوية، أي أنه بتزايد عدد ساعات سطوع الشمس الفعلية تزداد كمية الأشعة الشمسية، والعكس صحيح،

وبالتالي تحظى الأقاليم القاحلة والجافة (خاصة في العروض المدارية) بنصيب وافر من الإشعاع الشمسي؛ نظرا لزيادة عدد ساعات سطوع الشمس الفعلية، التي لا تقل عن ٩ ساعات يوم، وبالتالي فهي تكتسب طاقة حرارية طوال العام أكثر بكثير من تلك الطاقة التي تفقدها.

في محطة أرصاد الواحات الخارجة بصحراء مصر الغربية، يبلغ متوسط عدد ساعات سطوع الشمس الفعلي، خلال فصل الصيف ١٢ ساعة و٦ دقائق.

وهذا هو السبب الرئيس الذي جعل المناطق الصحراوية يسجل بها أعلى المتوسطات الشهرية لدرجة الحرارة العظمى "التي تسجل نهارا"، والتي تزيد على ٣١ ° سليزية في جميع شهور فصل الصيف "يونيه، يوليو، أغسطس" في نصف الكرة الشمالي.

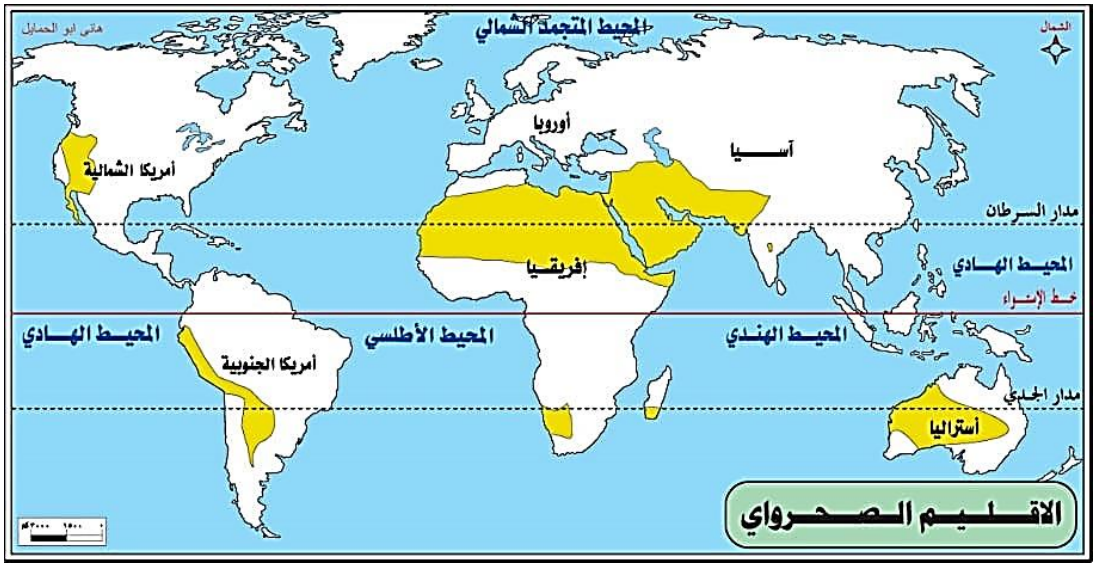
وبصفة عامة، تتميز الصحاري الحارة - دائما- بارتفاع درجة الحرارة بها؛ بسبب موقعها في المناطق المدارية وشبه المدارية، التي تتسم بارتفاع درجة حرارة الهواء صيفا وبالدفء في فصل الشتاء.

وقد وضع أكثر من تصنيف مناخي لتحديد الحدود الحرارية، التي على هداها يتم تحديد الأقاليم الحارة والدفيئة في العالم.

بعض التصنيفات المناخية لتحديد الأقاليم الحارة والدفيئة

التصنيف المناخي	وصف الإقليم	الحدود الحرارية للإقليم
هلت Hwlt (١٨٩٢م)	الأقاليم الدفيئة	المتوسط السنوي لدرجة الحرارة بها أكثر من ٢٠°س
رافنشتين Ravenshtein (١٩٠٠م)	الأقاليم الدفيئة	المتوسط السنوي لدرجة الحرارة بها يتراوح ما بين ١٥: ٣٠°س
فلاديمير كبن .W Koppen (١٩٣٦م)	الأقاليم الحارة	المتوسط السنوي لدرجة الحرارة بها أكثر من ١٨°س
أوستن ملر Ausitn Miller (١٩٤٦م)	الأقاليم الحارة	المتوسط السنوي لدرجة الحرارة بها أكثر من ٢١°س
تصنيف بيلي Bailey (١٩٦٠م)	الأقاليم الحارة	المتوسط السنوي لدرجة الحرارة بها أكثر من (٦٩,٤°ف) أي ٢٠,٨°س

ولما كانت الصحاري الحارة تتوزع بشكل أساس في شبه الجزيرة العربية، وفي شمال أفريقيا، وفي أستراليا، وفي الأجزاء الغربية من الأمريكتين، فبطبيعة الحال أن يرتفع فيها المتوسط السنوي لدرجة حرارة الهواء، الذي يتراوح بين (٢٣ °: ٣٢ °س).



وكذلك نجد ارتفاع المدى الحراري Temperature Range، بشكل كبير في هذه الأقاليم الصحراوية، سواء أكان:

المدى اليومى Daily Range (الفرق بين درجة الحرارة العظمي & درجة الحرارة الصغرى، أثناء اليوم)،

أو المدى الشهري Monthly Range (متوسط الفرق بين درجة الحرارة العظمي & درجة الحرارة الصغرى، في شهور السنة)،

أو المدى السنوي Annual Range (الفرق بين متوسط درجة حرارة أعلى شهور السنة حرارة & أدناها حرارة)،

أو المدى المطلق Absolute Range (الفرق بين أعلى درجة حرارة & أدناها، جلت في مكان ما خلال فترة زمنية معينة).

ويعد المدى الحراري Temperature Range أهم مؤشر يستدل بواسطته على قارية المناخ (المناخ القاري Continental Climate) أو بحريته (المناخ الجزرى Insular Climate).

فكلما ارتفع المدى الحراري دل ذلك على قارية مناخ المكان وتطرفه الحراري سبب سيادة المؤثرات القارية، والعكس صحيح.

وبملاحظة قيم المدى الحراري في بعض مناطق الصحاري الحارة، نجدها مرتفعة، وذلك بسبب موقع هذه الصحاري في داخل القارات،

وبالتالي يتعرض سطحها للتسخين الشديد، مارا وصيفا، وإلى التبريد السريع، ليلا وشتاء، مما يؤدي إلى زيادة الفارق بين درجتي الحرارة العظمي والصغرى، وبالتالي ارتفاع قيم المدى الحراري.

وتعد التطرفات الحرارية Extreme Temperature، سواء أكانت بالارتفاع أم الانخفاض، من أهم الأخطار المناخية التي تتعرض لها الأقاليم الجافة وشبه الجافة؛ لما لها من آثار سلبية على مختلف الأنشطة البيئية خاصة النشاط الزراعي،

فعلى هدى درجة حرارة الهواء تتحد مراحل نمو النبات وأطواره، خاصة في مرحلتي الإزهار والإثمار، وقد يتجاوز المدى الحراري المطلق Absolute Range of Temperature (٥٠°س).

ويتراوح المدى الحراري السنوي، في مناطق الصحاري الحارة، بين (٩ و ١٧,٥ ° س)، وبين (٣٦ و ٤٥,٥ °س، بالنسبة للمدى الحراري المطلق).

وذلك من أهم سمات المناطق الصحراوية الحارة الجافة؛ حيث إن ارتفاع درجة حرارة الهواء يزيد من نشاط عملية التبخر.

كما تتميز الأراضي الرملية بأنها ذات حرارة نوعية Specific Heat منخفضة (أي لا تحتاج فترة تسخين طويلة لارتفاع درجة حرارتها)، ومن ثم فإن الطبقة السطحية منها تسخن بسرعة وبشدة أثناء النهار، وتكون مصدرا للحر اللافح Scorching،

وبالتالي يسخن الهواء الملامس السطح الأرض، فلا غرابة إذ وجد أن أقصى درجات الحرارة في المناطق الصحراوية هي التي تسجل فوق سطح الرمال مباشرة، وبخاصة فيما بين الساعة الواحدة والثالثة بعد الظهر ، فقد تتجاوز درجة الحرارة ٧٠ °س.

وتحتفظ مدينة العزيزية في ليبيا بالرقم القياسي بالنسبة لدرجة الحرارة الهواء، التي بلغت ٥٧,٧ °س في عام ١٩٢٢م.

وفي المرتبة الثانية جاء وادي الموت بولاية كاليفورنيا الأمريكية، حيث سجلت فيه درجة الحرارة ٥٦,٦ °س.

وفي المرتبة الثالثة جاء كل من واحة غدامس في ليبيا و كيبيلي في تونس ٥٥ س. أما في المرتبة الرابعة فكانت تمبكتو في مالي ، حيث سجلت فيها درجة الحرارة ٥٤,٤°س.

أما **بالنسبة لدرجة حرارة السطح**، فتربع سطح صحراء لوط في إيران على قائمة أعلى السطوح حرارة على مستوى العالم، حيث وصلت درجة الحرارة فوق سطحها إلى ٧١ °س في عام ٢٠٠٥.

تنخفض قيم متوسطات درجات حرارة الهواء، في الصحاري التي تقع في العروض المعتدلة، في وسط أسيا وأمريكا الشمالية. فعلى سبيل المثال : يتراوح المتوسط السنوي لدرجة الحرارة العظمى، في صحاري التركمنستان بين (٢٦ و ٣٤° س). وهي قيم أقل نسبيا من نظيرتها في الصحاري الحارة، والتي تتراوح بين (٣١ و ٣٧ °س).

وإذا كان الفارق في درجات الحرارة بين الصحاري الحارة والصحاري المعتدلة ضئيلا نسبيا، فإن البؤن واسع في الصحاري الساحلية،

وهي الصحاري التي تطل على واحل شرق المحيطات، والتي تكونت بشكل رئيس بسبب التيارات المحيطية الباردة التي تعمل على جفاف الهواء وقلة رطوبته، كما سبق الذكر في الفصل الثالث.

على سبيل المثال: يبلغ المتوسط السنوي لدرجة الحرارة العظمى، في الصحاري الساحلية بأمريكا الجنوبية، في تشيلي (٢٠°س)، وفي بيرو (٢٢°س)، وفي صحراء ناميب بجنوب غرب أفريقيا (٢١,٥°س).

وذلك بسبب سيادة المؤثرات البحرية، على الصحاري الساحلية، حيث المناخ الجزري **Insular Climate**، فإن المدى الحراري السنوي والفصلي بالصحاري الساحلية، قليل ويتراوح بين (٣ و ٧°س).

(٢) قلة الأمطار وندرتها:

أهم السمات المناخية في المناطق الصحراوية الجافة والقاحلة، وبخاصة التي تقع في العروض المدارية، هي: قلة تساقط الأمطار أو تذبذب أو ندرة سقوطها. فقد تمر عقود بدون أي تساقط Precipitation مطري يذكر، ويأتي عام تفيض فيه الأودية الجافة بالسيول الجارفة Torrents.

ويتميز المطر في الأقاليم الصحراوية بعدة خصائص، أهمها:

١- أنه مطر ذو تساقط محلي أو موضعي In- Situ أو بقعي Spotty؛ فقد يسقط المطر بغزارة على مكان ما، بينما لا تسقط قطرة مطر واحدة في مكان آخر مجاور، على بعد بضعة كيلو مترات من المكان الأول، وفي اليوم نفسه.

٢- مطر ذو تساقط مركز Concentrated، حيث يتم التساقط في غضون سويعات أو بضع ساعات من اليوم ثم يتوقف، أي إن التساقط غالبا- لا يكون موزعا طوال اليوم أو الشهر أو السنة.

٣- يحدث التساقط في صورة رخات Showers أو ما يمكن أن يطلق عليه مطر غزير Heavy Rain.

٤- في كثير من الأحيان، يكون التساقط في الأقاليم الصحراوية مصحوبا بالعواصف الرعدية Thunderstormsوتساقط حبات البرد Hail.

ولا يقتصر الأمر في المناطق الصحراوية الجافة والقاحلة على قلة أو ندرة سقوط الأمطار، وإنما تذبذب سقوط الأمطار، وتوزعه على فترات زمنية

متباعدة، وكذلك قلة الكمية الساقطة في كل رخة من رخات المطر، حيث يرتبط توزيع المطر، ومدته، وفصلية سقوطه بمدى إمكانية استغلال الإقليم اقتصاديا.

فعلى سبيل المثال: في محطة ولاية أدرار" بجنوب غرب الجزائر ، تفاوتت كمية المطر الساقطة عليها، وتراوحت ما بين: (٥١٩ مللم في عام ١٩٩٧ وإلى ١,٨ مللم في عام ٢٠١٣م).

وقد وضعت فئات لتصنيف المناطق أو الأقاليم القاحلة، وذلك حسب التقسيم الذي وضعه (تيفى Tivy، ١٩٩٣):

حدود القحولة	مناطق قاحلة Arid	مناطق شديدة قاحلة Hyper Arid
الحدود العليا	٣٠٠ - ٤٠٠ مللم / سنة	٥٠- ١٠٠ مللم / سنة
الحدود الوسطى	٢٠٠ - ٣٠٠ مللم / سنة	٢٠ - ٥٠ مللم / سنة
الحدود الدنيا	١٠٠ - ٢٠٠ مللم / سنة	صفر - ٢٠ مللم / سنة

وإذا تم تطبيق تصنيف «تيفى، ١٩٩٣» على المناطق الصحراوية الحارة في العروض المدارية، نجد أن معظمها تقع ضمن المناطق شديدة القحولة Hyper Arid (بفئاتها الثلاث)،

والقليل منها تقع ضمن المناطق القابلة Arid (في فئة الحدود الدنيا). حيث يتراوح متوسط كمية تساقط المطر السنوي عليها ما بين (٥ و ٢٠٠ ملليمتر).

ولا يختلف الحال كثيرا في الصحاري المعتدلة، من حيث كمية التساقط السنوي للأمطار، فهي تتراوح ما بين (٥٠ و ٣٠٠ ملليمتر)، أي أنها تصل إلى

فئة الحدود الوسطى، في المناطق القاحلة Arid، وبالرغم من ذلك فهي لا تقل قحولة عن نظيرتها الصحاري الحارة.

أما الصحاري الساحلية فقد يزداد التساقط عليها قليلا؛ نظرا لقربها من المؤثرات البحرية، ولكنه لا يتجاوز الـ ٥٠٠ ملليمتر في المتوسط العام. وفي ٢٠١٠م بلغ مجموع كمية المطر السنوي في "رويبانك Rooibank" بصحراء ناميب (٣٢٥ مللم)، وهي بذلك تقع ضمن المناطق القاحلة (في فئة الحدود العليا)، وفقا لتصنيف «تيفى، ١٩٩٣م».

وبدراسة كميات المطر في المناطق القاحلة والجافة، وجد أنها أقل كثيرا من الحد الذي يسمح بالاعتماد عليها في قيام أي نشاط اقتصادي، بالإضافة إلى عدم انتظام سقوط المطر، وتفاوت كمية السقوط من عام لآخر،

وبالتالي لا توجد أية قيمة فعلية للأمطار Rainfall Effectiveness على المناطق القاحلة والجافة،

لذلك إن عنصر المطر لا يشكل أية أهمية اقتصادية للسكان، فلكي تقام أية أنشطة اقتصادية قائمة على المطر، يجب أن لا تقل كمية التساقط السنوي عن (٢٥٠ مللم / سنة)، ويا حبذا لو كانت هذه الكمية موزعة طوال العام.

(٣) شدة التبخر:

التبخر والتكاثف عمليتان متضادتان، فعند تحول الماء من الحالة السائلة إلى الحالة الغازية فإنه يحتاج إلى طاقة حرارية Thermal Energy (تكمن هذه الطاقة بعد ذلك في ذرات بخار الماء)، وهو ما يعرف بعملية التبخر Evaporation.

وحين يتكاثف بخار الماء Water Vaporويعود إلى حالته السائلة (قطرات مائية) أو يتحول إلى الحالة الصلبة (بلورات ثلجية)، فإنه يتم الإفراج عن تلك الحرارة الكامنة Latent Heat، التي امتصها أثناء عملية التبخر، والتي تستخدم حينئذ في تسخين طبقات الهواء، التي تمت أثناء عملية التكاثف condensation

يستمد الهواء رطوبته من ذرات بخار الماء المتبخرة من المسطحات المائية والتربة الزراعية، وكذلك من عمليتي التنفس من الكائنات الحية، والنتح من النبات.

ثمة علاقة جوهرية حقيقية بين درجة حرارة الهواء وما يتبخر منه، وما يتبقى فيه من بخار الماء؛ إذ إنه لما ارتفعت درجة الحرارة نشطت عملية التبخر، وانخفضت نسبة الرطوبة في الهواء .

وقد سبقت الإشارة إلى: قلة تساقط الأمطار وتذبذب وندرة سقوطها في المناطق الصحراوية الحارة.

ونظرا للكسب الحراري الزائد الذي تتميز به المناطق الصحراوية الجافة والقاحلة "معظم العام"؛ حيث زيادة عدد ساعات سطوع الشمس الفعلي Actual Sunshine، ومن ثم زيادة كمية الإشعاع الشمسي Solar Radiation، وبالتالي ارتفاع درجة حرارة الهواء، مما يؤدي إلى زيادة نشاط عملية التبخر Evaporation، والتي تصل الى أضعاف مضاعفة من كمية تساقط المطر السنوي.

وإذا أخذنا الصحاري الحارة في أستراليا - كمثال - نجد أن معدل التبخر في محطة "أليس سبرينجز Alice Springs " يبلغ نحو (٢٤١٣ ملليمترا في السنة) وهو مقدار يفوق حوالي ١٠ أمثال كمية التساقط من الأمطار هناك .

وفي مصر، في الواحات البحرية، بلغ متوسط كمية المطر السنوي، خلال الفترة من (١٩٧٦: ٢٠١٠) نحو (٣,٥ ملليمترا)، في حين تضاعفت معدلات كمية التبخر السنوي لتصل إلى (١٢٤ ملليمترا)، أي أن كمية التبخر فاقت كمية تساقط الأمطار بنحو ٣٥ مرة بالواحات البحرية.

تؤثر عملية التبخر بشكل فعال، على الاحتياجات المائية للمحاصيل الزراعية، تعويضا عما تفقده بواسطة عملية النتح Transpirationخصوصا في الشهور الصيفية لافحة الحرارة. كما تؤثر عملية التبخر كذلك على القيمة الفعلية للأمطار Rainfall Effectiveness، وبخاصة في المناطق الصحراوية الجافة و القاحلة، حيث ارتفاع معدلات كمية التبخر أضعاف مضاعفة على معدلات كمية المطر السنوي، وإن كان سكان هذه المناطق يعتمدون على مياه الآبار والعيون، بشكل أساسي، في معظم أنشطتهم البشرية.

(٤) نشاط العواصف الترابية:

تعد العواصف الترابية والرملية Dust , Sand Storms أو ما يطلق عليها «العواصف الغبارية» من أهم الظواهر المناخية المألوفة والمميزة في الأراضي الجافة والقاحلة، وذلك نظرا لما تعاني منه المناطق الصحراوية، في العروض المدارية الجافة وشبه الجافة، من ارتفاع في درجات الحرارة، وانخفاض في نسبة رطوبة الهواء، وندرة سقوط الأمطار، ومن ثم تبدأ التربة في الجفاف.

ومع نشاط سرعة الرياح يتم استنهاض واستنفار جزيئات الغبار من التربة الجافة المفككة (غير متماسكة الحبيبات). ومع زيادة عمق المنخفضات الجوية تهب العواصف الغبارية.

والفرق الرئيس والجوهري بين العاصفة الترابية Dust Storm والعاصفة الرملية Sand Storm هو: (سرعة الرياح وحجم ذرات الغبار المثارة).

في العاصفة الترابية تكون سرعة الرياح أقل و حجم جزيئات الغبار المثار أدق، ولذلك تحمله التيارات الهوائية الصاعدة لارتفاعات عالية، قد تصل إلى بضعة آلاف من الأمتار فوق سطح الأرض.

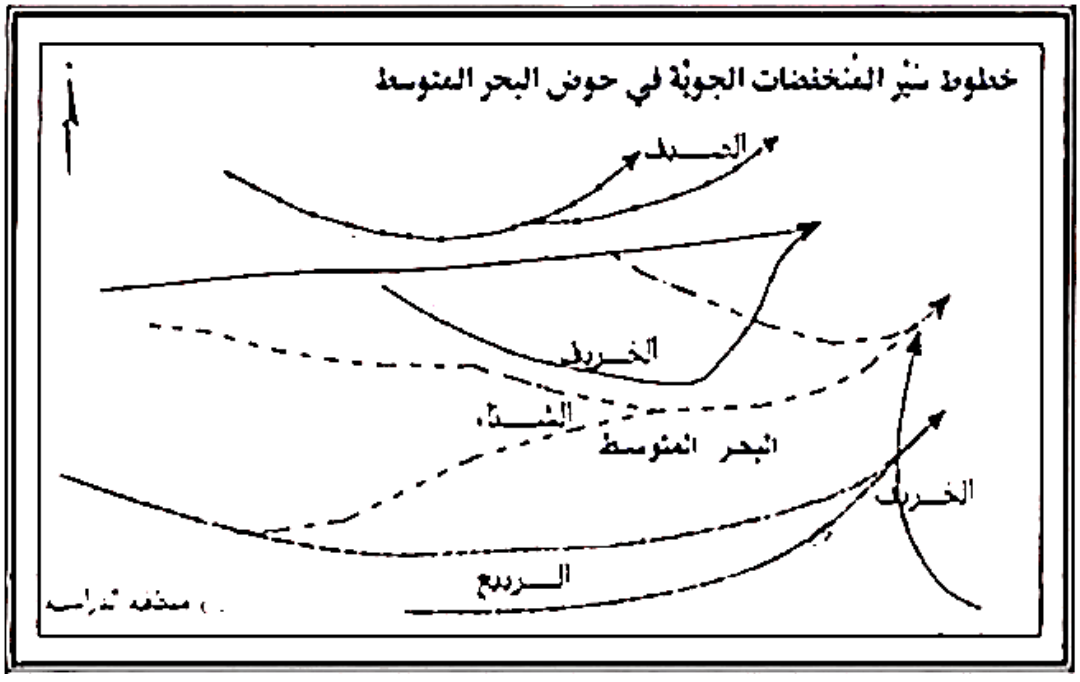
أما في العاصفة الرملية تكون سرعة الرياح أنشط وحجم جزيئات الغبار المثار أكبر، ولذلك تكاد تنحصر ذرات الرمال في الطبقة القريبة من سطح الأرض (الطبقة الحدية من الغلاف الجوي Atmospheric Boundary Layer) والتي يتراوح ارتفاعها بين ١: ٢ كم. وفي كل من العاصفتين ينخفض مدى الرؤية الأفقية Horizontal Visibility إلى ١٠٠٠ متر (١ كم) أو أقل

من ذلك. ويتلون الهواء بلون الغبار الذي تحمله الرياح (أصفر، بني، أحمر، رمادي).

ومع زيادة عمق المنخفضات الجوية Atmospheric Depressions تنشط الرياح وتزداد سرعتها وقدرتها على حمل الرواسب المفككة الناعمة. مما يؤدي إلى إثارة الرمال والأتربة، ومن ثم تهب العاصفة الغبارية، التي تزيد سرعة الرياح فيها على (٢٠ عقدة). أي (٣٧ كم / ساعة).

وتعد المنخفضات الجوية هي المسئولة الأولى و الرئيسة عن هبوب العواصف الترابية والرملية. والقاعدة العامة لخطوط سير المنخفضات الجوية، في العروض المعتدلة. هي: من الغرب إلى الشرق.

القاعدة العامة لخطوط سير المنخفضات الجوية هي: من الغرب إلى الشرق على طول حوض البحر المتوسط، خاصة في فصول (الشتاء، الربيع، الخريف).



وتهب العواصف الغبارية في جميع قارات العالم الست، وتنقسم إلى ثلاث فئات (حسب درجة حرارة الرياح)، هي: (رياح محلية حارة، رياح محلية دفيئة، رياح محلية باردة).

وسوف نهتم هنا بالرياح الحارة الجافة المحملة بالرمال والأتربة العواصف الغبارية)، والتي تأخذ أسماء محلية في كل دولة أو إقليم هم عليها، وهي تعتبر من أهم الأخطار المناخية على مختلف نواحي الحياة عموما.

أهم العواصف الغبارية بالعالم

اسم الرياح المحلية (العاصفة الغبارية)	النطاق المحلي والإقليمي لهبوبها	سبب هبوب العاصفة	خصائص العاصفة
رياح الخماسين	مصر	المنخفضات الجوية	رياح مرتفعة الحرارة شديدة الجفاف أو مرتفعة في نسبة الرطوبة إذا عبرت أحد المسطحات المائية
رياح القبلي "الجبلي"	ليبيا		
رياح الشهبلي	تونس		
رياح السيروكو	الجزائر وصقلية وإيطاليا واليونان		
السولانو	المغرب وأسبانيا		
رياح الهبوب	السودان		
رياح الهرمطان	غانا وغرب أفريقيا		
رياح السموم	شبه الجزيرة العربية		
رياح الكوس	حوض الخليج العربي		
رياح الطوز	الكويت		
رياح لوو LOO	الهند وباكستان		
رياح بريكفيلدر	أستراليا		
رياح زوندا	الأرجنتين		

أهم العواصف الغبارية بشمال أفريقيا وجنوب غرب آسيا

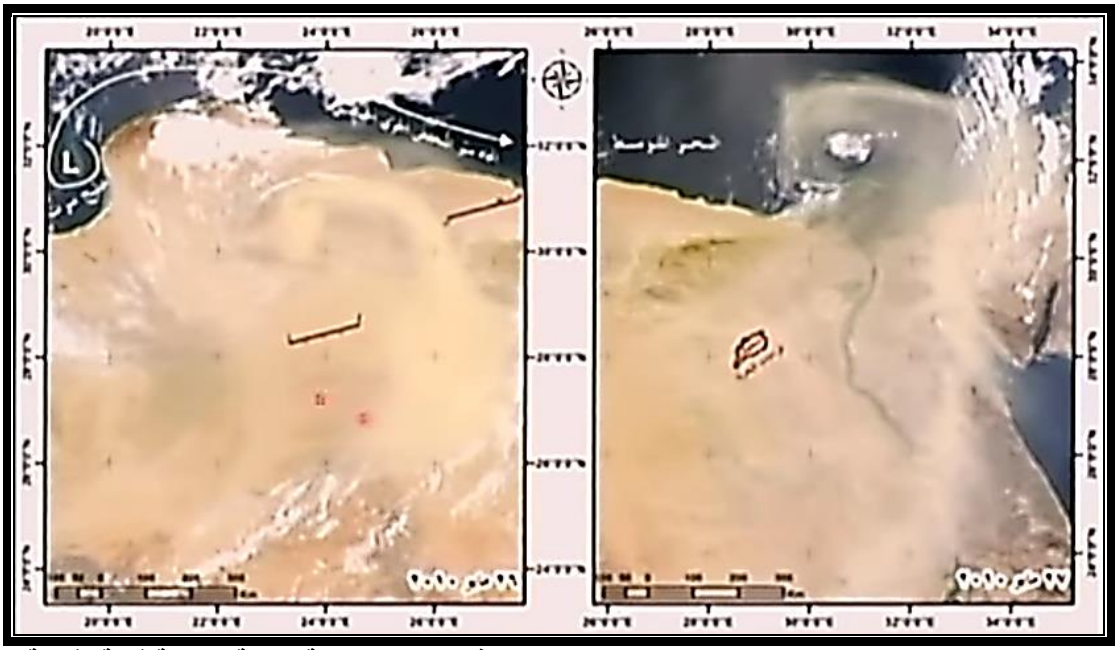
ونأخذ رياح الخماسين كنموذج، وهي: رياح محلية تهب على مصر في فترات متقطعة، أثناء فصل الربيع (مارس، إبريل، مايو)، ولا تستمر موجاتها الحارة الجافة أكثر من ثلاثة أيام في كل موجة.

وهي مرتفعة الحرارة وشديدة الجفاف، منقلة بالرمال والأتربة؛ لأنها تهب من جوف الجهات الصحراوية الجنوبية إلى شمال مصر، ويرجع السبب الرئيس في هبوبها إلى مرور المنخفضات الجوية المتجهة من الغرب إلى الشرق.

يبدأ المنخفض الجوي الخماسيني في التكوين إلى الغرب من مصر ثم يتحرك شرقا فإذا كان المنخفض شديد العمق زادت قوته على سحب الهواء الساخن من جوف الصحراء، ويلف به البلاد والعباد.

ولرياح الخماسين آثار سيئة على جميع الكائنات الحية، فالنبات يذبل لشدة جفاف الهواء، وتجرح الثمار وتقصف غصون الأشجار، خاصة الخضر والفاكهة

بسبب شدة سرعة الرياح المحملة بالرمال والأتربة. وهذه الرياح الحارة الجافة المتربة غير مريحة كذلك للإنسان والحيوان على حد سواء.



تكون منخفض جوي خماسيني عند خليج سرت الليبي، تسبب في حدوث عاصفة ترابية ورملية قوية، قادمة من الصحراء الكبرى أثرت بشكل كبير على ليبيا ومصر خلال يومي (٢٦ و ٢٧ مايو ٢٠١٠)

تسيطر العواصف الغبارية على مناطق هبوبها محليا وإقليميا، حيث إنهما كثيرا ما تتحرك من أقاليم تولدها إلى أقاليم أخرى - تبعد عنها مئات الكيلومترات ولا يوجد فيها رمال - ويتناسب ذلك طرديا حسب عمق المنخفض الجوي، وشدة المنحدر الضغطي Pressure Gradient.

وقد يمتد تأثير العواصف الغبارية إلى أسطح البحار والمحيطات المجاورة لليابس، كما هو الحال في غربي الصحراء الكبرى وإقليم الساحل الأفريقي، إذ يمتد تأثير العواصف الغبارية إلى شرقي المحيط الأطلنطي، بل كثيرا ما تعبر العاصفة الغبارية، القادمة من شمال أفريقيا الصحراء الكبرى"، حوض البحر المتوسط وتصل إلى جنوب أوربا.

رابعاً: موارد المياه في الأقاليم الجافة والقاحلة:

١- المياه السطحية:

يعد العجز في موارد المياه والنقص الحاد فيها، من أهم محددات الحياة في الأقاليم الجافة والقاحلة. وصدق الله العظيم حين قال:

"وجعلنا من الماء كل شيء حي أفلا يؤمنون"

ثمة بعض فرص الحياة، في المناطق الجافة والقاحلة، اعتمادا على: مياه سطحية أو أخرى جوفية أو مياه متسربة في باطن الأرض.

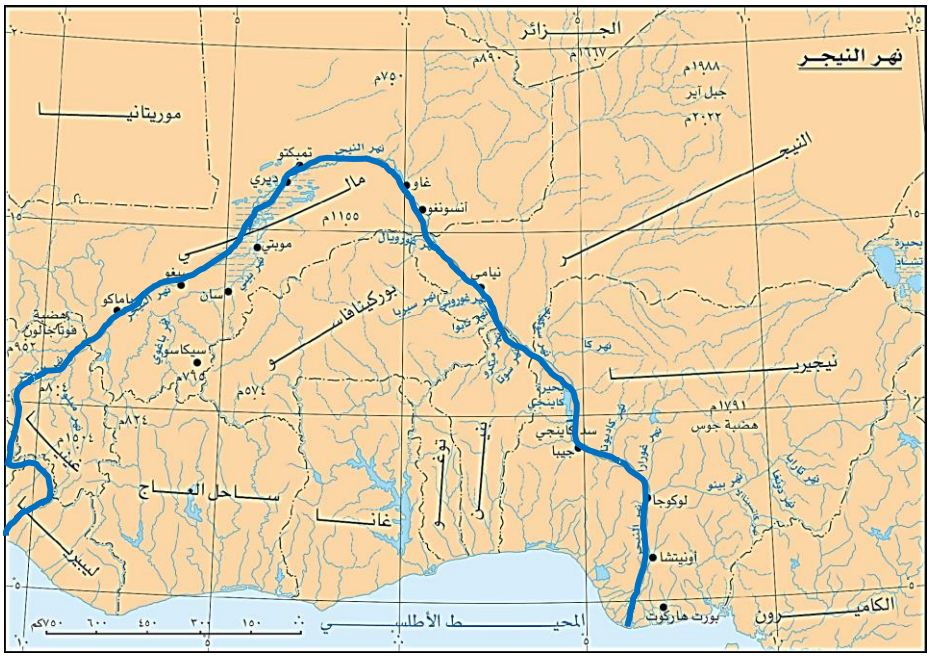
تخترق بعض المناطق والأقاليم الصحراوية في العالم أنمار كبيرة، سواء في العروض الحارة أو المعتدلة، ومثل هذه الأنهار المصدر الرئيس للمياه السطحية الجارية Run off Water، والتي تعمل على وجود واحات كبرى في الصحاري، مترامية الأطراف، كما هو الحال في مصر، التي جعلها نهر النيل من أكبر واحات العالم.

في الأراضي الجافة والقاحلة، توجد أنهار كثيرة بتصريف مائي كبير في القارة الأفريقية، مثلا: نجد نهر النيل، الذي يمتد من العروض الاستوائية (٣٠َ ٣° جنوبا، مخترقا العروض المدارية التي يصيبها الجفاف، ومتقدما نحو الشمال الأفريقي (حيث الإقليم الصحراوي شديد الجاف واصلا إلى الأراضي القاحلة والمتمثلة في الصحراء السودانية والصحراء المصرية، ليصب في البحر المتوسط عند دائرة عرض (٣٦َ ٣١° شمالا)، وهو بذلك يمتد على نحو (٣٥° عرضية)، بطول يبلغ نحو ٦٦٦٠ كم.

يعتبر نهر النيل من أكبر الأنهار التي تتدفق في الأقاليم الصحراوية وشبه الصحراوية في العالم.

في شمال تونس يوجد فر مجردة، الذي ينبع من المرتفعات الجزائرية الشمالية الشرقية، بطول نحو ٤٥٠ كم، ويصب كذلك في إقليم البحر المتوسط، الذي يتعرض - أحيانا - لموجات الجفاف.

ومن مرتفعات فوتا جالون، الواقعة في شمال شرق غينيا على الحدود المشتركة مع مالي والسنغال، ينبغ نهر السنغال ونهر النيجر (جنوب الصحراء الكبرى).

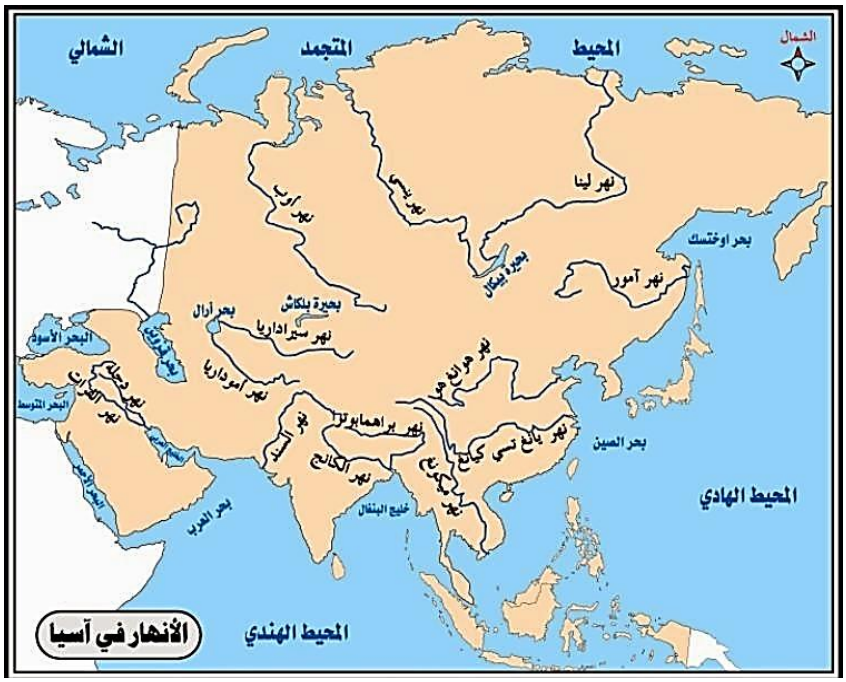


نهر النيجر

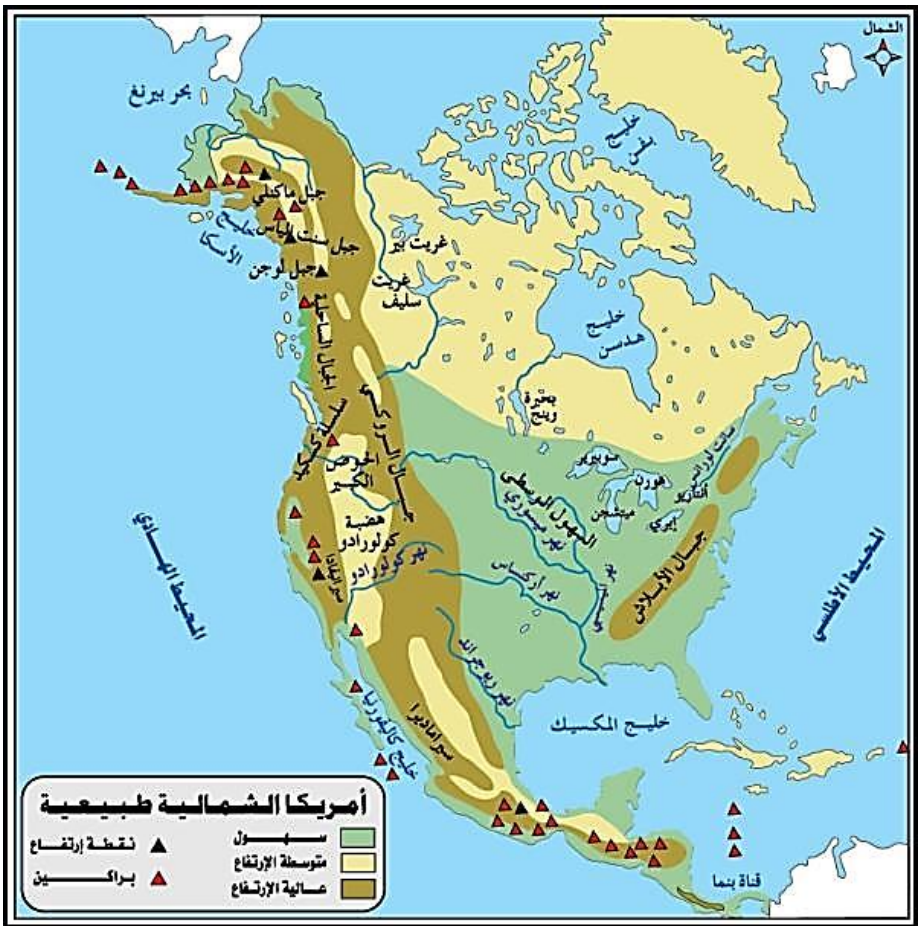
كما توجد كثير من الأودية الجافة، تقطع قارة أفريقيا، وتجري بمياه سطحية في شكل سيول، كما يحدث في الأودية الجافة في شبه جزيرة سيناء، وفي الصحراء الشرقية بمصر.

وكذلك الأودية الجافة التي تخترق صحراء ليبيا وتصب في البحر المتوسط. كما توجد أودية جافة بالسودان، وغيرها.

وفي قارة آسيا، تجري مجموعة من الأنهار، في الأقاليم الصحراوية والمناطق الجافة وشبه الجافة، ينبع بعضها من الأقاليم الموسمية الصيفية بجنوب أسيا، مثل أنهار: (السند و الكانج و براهمابوترا و ميكونج و هوانج هو و تاريم). والبعض الآخر يجري في فصلي الشتاء والربيع، متأثرا بنظام سقوط الأمطار في نظام البحر المتوسط، مثل أنهار: (دجلة و الفرات و الأردن وغيرهم). بالإضافة إلى بعض الأودية الجافة في آسيا، ومن أكثر المناطق كثافة بمثل هذه الأودية، هي: شبه الجزيرة العربية، وأفغانستان وإيران.



وفي قارة أمريكا الشمالية، يقطع نهر كلورادو المشهور بأوديته الضيقة، و جريان مياهه السريع النطاق الصحراوي الجاف، وذلك في الركن الجنوبي الغربي من الولايات المتحدة الأمريكية مع حدود المكسيك (وهو النهر الرئيس هناك)، مكونا دلتا كبيرة عند رأس خليج كاليفورنيا، وينبع من وسط جبال روكي.

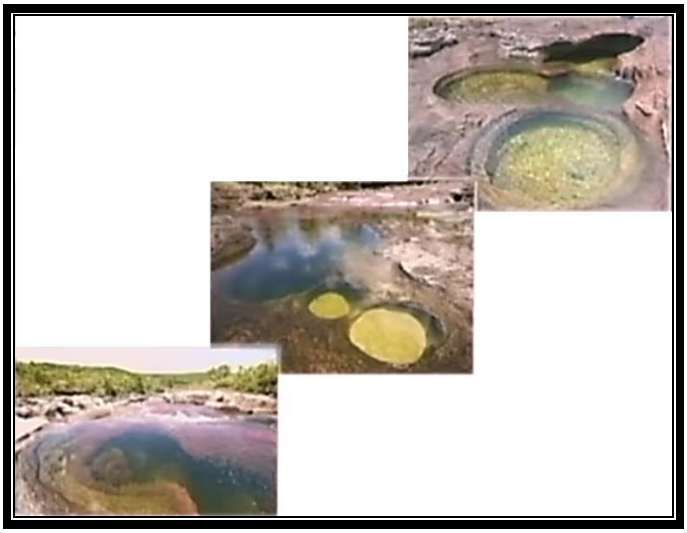


وفي قارة أستراليا، تتدفق مياه نهر موراي من جبال الألب الأسترالية: نتيجة ذوبان الجليد في الربيع و جريان مياه الأمطار في الشتاء، وكذلك من الأمطار

الصيفية التي تجري إلى نهر موراي عبر نهر دارلنج (أهم روافد نهر موراي).
كما يعد نهر موراي أطول الأنهار بأستراليا، ويصب في المحيط الهندي.

نهر موراي أطول الأنهار بأستراليا

ويضاف إلى موارد المياه السطحية في المناطق الصحراوية والأقاليم الجافة بقارة أستراليا، وجود حفر وعائية كبيرة، تمتلئ بالأمطار.



حفر وعائية كبيرة تمتلئ بالأمطار

ويتم كذلك الحصول على المياه السطحية في المناطق الصحراوية والأقاليم الجافة من خلال الخزانات الصخرية، وهي عبارة عن تجويفات نحتت بواسطة عمليات الإذابة في الصخر، وتملى بالمياه عقب سقوط الأمطار .

ويشير الأمريكان والمكسيكيون إلى هذه التجويفات الصخرية، باسم (تيناجا Tinaja) وهي تعني (باللغة الأسبانية: (جرة الفخار الكبيرة)، ويقصد بها (الخزان الصخري للمياه). وتسمى بالقلوت في البيئة العربية.

إحدى الليناجا Tinajaأو خزانات المياه الصخرية، التي تمتلى بالمياه عقب سقوط الأمطار، بصحراء سونورا بجنوب غرب أمريكا

٢- المياه الجوفية:

توجد المياه الجوفية Underground Water في المناطق الصحراوية الجافة وشبه الجافة، إما قريبة من سطح الأرض أو بعيدة عنه، متخللة طبقات الصخور الرسوبية Sedimentary Rocks وتوجد كذلك تحت الرواسب المفككة.

وكثيرا ما تختزن المياه الجوفية في الرواسب الرملية، كما توجد في بطون الأودية الجافة.

وتختزن المياه الجوفية بين الطبقات الصخرية الحاملة للمياه، وقد تكون في شكل مياه حفرية (غير متجددة)، أو تكون مياه متجددة ومتحركة بين الطبقات الصخرية، بسرعات بطيئة للغاية تقدر بعشرات الأمتار في السنة.

وإذا اتجهنا إلى القارة الأفريقية. نجد أن المياه الجوفية توجد في عدة طبقات صخرية حاملة للمياه. ففي مصر توجد المياه الجوفية في طبقات الخزان الجوفي النوبي Nubian Aquifer «الحجر الرملي النوبي Nubian Sandstone » الذي هو جزء من الحوض الجوفي النوبي في شمال أفريقيا.

الحوض الجوفي النوبي في شمال أفريقيا

توجد المياه الجوفية في صحراء مصر الغربية «بداية من الواحات الخارجة حتى الواحات البحرية». وكذلك في منطقة حلايب «أقصى جنوب شرق مصر» في صحراء مصر الشرقية.

وفي ليبيا توجد عدة أحواض تختزن المياه الجوفية، منها في الشرق حوض الكفرة، ثم حوض السرير. وإلى أقصى الشمال منهما يوجد حوض الجبل الأخضر. وفي القسم الغربي من ليبيا توجد خمسة أحواض، وتبلغ كمية جريان المياه الجوفية في ليبيا ١,٧ مليار م٣/ سنة.

أحواض المياه الجوفية في ليبيا

وتوجد جل المياه الجوفية بقارة أستراليا في الحوض الإرتوازي العظيم، وهو أكبر الأحواض المائية الجوفية في العالم، ويمتد تحت خمس مساحة القارة.

ويصل سنك الطبقات الحاملة للمياه إلى ٨٠ مترا. وتستخدم هذه المياه التغذية مشروعات التعدين في الأقاليم الأسترالية الجافة.

ويتركز جل الأحواض الارتوازية في أستراليا في الوسط الشرقي من القارة، ومن أشهرها الحوض الأسترالي العظيم.

وتبلغ كمية الجريان الجوفي للمياه الارتوازية في أستراليا أكبر كمية بالنسبة لخزانات المياه الجوفية في العالم، حيث تبلغ ٢١٨,٥ مليار م٣ سنة.

أحواض المياه الجوفية بأستراليا

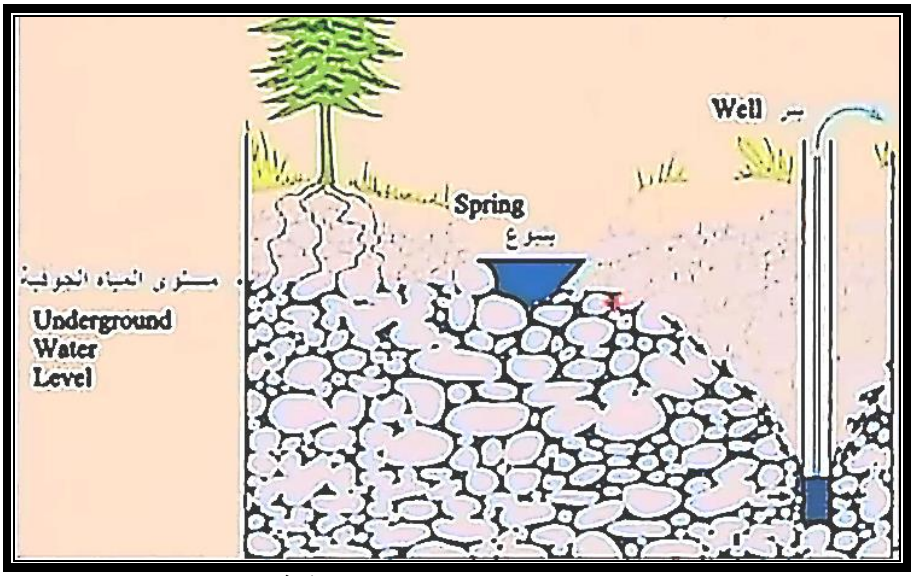
- المياه المتسربة من باطن الأرض:

المياه المتسربة من باطن الأرض هي نوع من المياه التي تتسرب من الأقمار إلى الأماكن المنخفضة حولها، بين مسام الصخور، لتظهر على السطح في شكل مياه جوفية متسربة من باطن الأرض، كما يحدث في مصر وأستراليا.

في مصر يغذي نهر النيل منخفض وادي النطرون بالمياه الجوفية، حيث ينخفض وادي النطرون عن مستوى سطح البحر بحوالي ٨ أمتار، كما أن المنطقة المحصورة بين دلتا نهر النيل ومنخفض وادي النطرون ذات مسامية تسمح بمرور المياه إلى المنخفض، ولذا يتأثر مستوى المياه الجوفية في منخفض وادي النطرون بفيضان النيل.

- طرق الحصول على المياه الجوفية:

يتم الحصول على المياه الجوفية من باطن الأرض بإحدى الطريقتين، إما عن طريق تدفقها طبيعيا في شكل ينبوع Spring، أو حفر الإنسان للآبار Wells.



ينابيع وآبار المياه الجوفية

الينبوع Spring:

هو عبارة عن فتحة في سطح الأرض تنبثق منها المياه الجوفية بصورة طبيعية تلقائية، وبشكل مستمر، دون تدخل الإنسان و بدون الحاجة إلى وسائل ضخ اصطناعية.

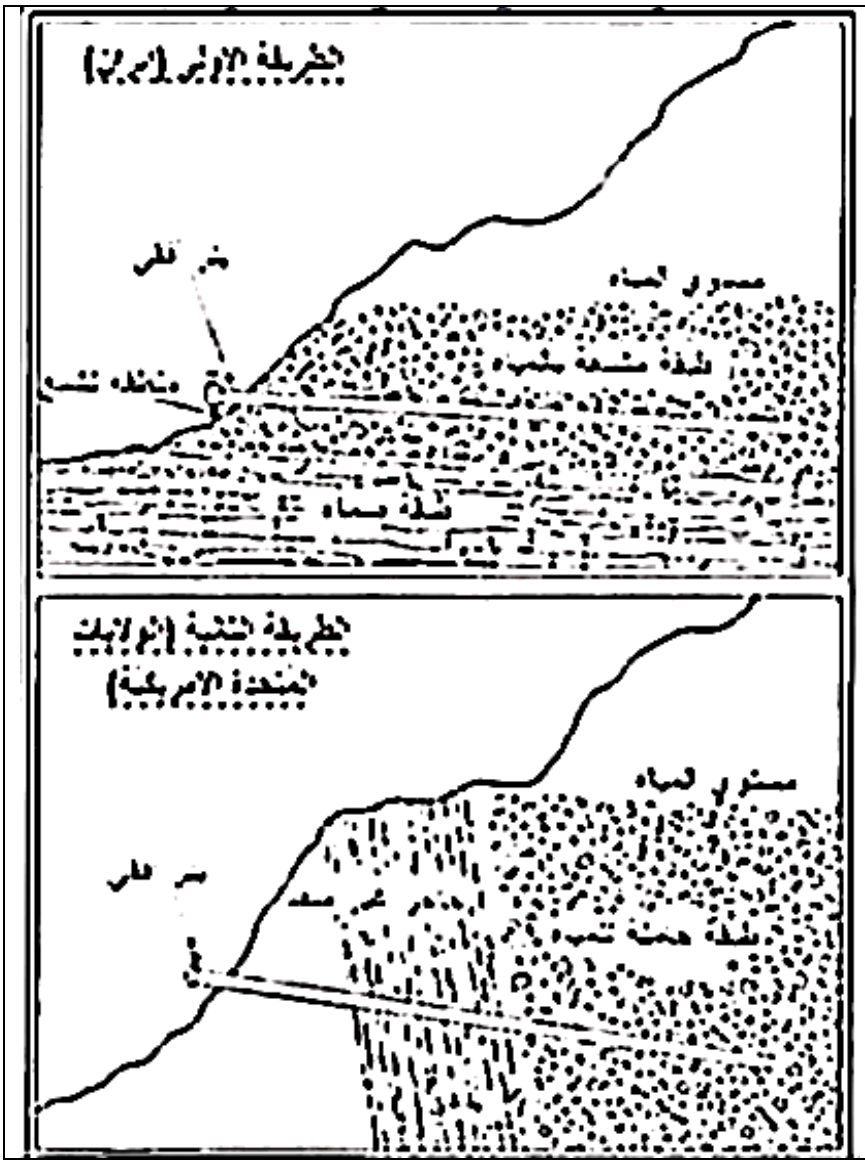
وتظهر الينابيع العيون الطبيعية نتيجة تقاطع السطح العلوي للطبقة الصخرية الحاملة للمياه الجوفية (مستوى المياه الجوفية مع سطح الأرض.

الآبار Wells:

حفر الآبار هو الطريقة الثانية للحصول على المياه الجوفية، ويتم الحفر بواسطة الإنسان، وذلك بعمل فتحات على سطح الأرض، تحفر بشكل رأسي عمودي بامتداد سطح الأرض حتى يتم الوصول إلى مستوى المياه الجوفية.

وتتخلل هذه الفتحات مواسير بأقطار معينة تكون ملائمة للغرض الذي من أجله حفر البئر، وقد تخرج المياه تلقائيا أو يتم استخراجها بواسطة طلمبات أو مضخات لرفع المياه، خاصة إذا كانت المياه الجوفية على عمق كبير.

استخدام موتور ذو قدرة كبيرة على رفع المياه من بئر عين الوادي في قرية الحارة بمنخفض الواحات البحرية	
استخدام الطلبات لرفع المياه الجوفية واستخدامها لري الأراضي الزراعية بمنطقة القصعات في منخفض الواحات البحرية	



ويلاحظ في قارة أسيا، خاصة في إيران، وكذلك في الولايات المتحدة الأمريكية تحفر الآبار بطريقة أفقية،

عكس ما هو معتاد، وهذه الطريقة يتم سحب المياه الجوفية من الطبقة المشبعة بالمياه عن طريق حفر البئر أفقيا.

الآبار والعيون في الواحات هي منبع شريان الحياة لها، كالأنهار في الأقاليم الجافة والقاحلة. وتتم عملية الحفر العشوائي، غير المخطط، للآبار أحد أهم عوامل استنزاف المياه الجوفية، ذلك المورد الذي يعد بمثابة إكسير الحياة لسكان هذه المناطق. ففي واحات صحراء مصر الغربية بلغ إجمالي عدد الآبار بها، حتى عام ٢٠١٤ نحو ٢٥٠٠ بئر.

الفصل الخامس

البيئة الحيوية
في الأقاليم الجافة والقاحلة

الفصل الخامس
البيئة الحيوية في الأقاليم الجافة والقاحلة

أولاً: مقدمة:

كانت العلاقة بين الإنسان وبيئته متوازنة لفترة طويلة من الزمن، وذلك عندما كان حجم الإنسان وقدراته على استغلال موارد البيئة الطبيعية تتوازن مع قدرات بيئته،

ولكن مع تزايد أعداد السكان وضغطهم على موارد البيئة واستهلاكهم المفرط لمعطيات بيئتهم التي يعيشون فيها؛ اختلت العلاقة بين الإنسان وبيئته، حتى وصلت العلاقة بينهما إلى الخط الحرج Critical Line.

فقد أدت المغالاة في عمليات الاستغلال، وإن شئت فقل الاستعراف لموارد البيئة، إلى دمار كبير في المملكتين: النباتية Flora والحيوانية Fauna تتكون البيئة الحيوية The Biotic Environmentمن ثلاثة مكونات رئيسة، هي: (التربة Soil والنبات الطبيعي Flora والحيوان Fauna).

وفي هذا الفصل سوف نتناول التربة والنبات الطبيعي في الأقاليم القاحلة والمناطق الجافة.

ثانيا: التربة: (نشأتهما وخصائصها وأنواعها):

(١) نشأتها:

تنشأ التربة في الأقاليم القاحلة Arid والجافة Dry، تحت ظروف المطر في العصور الجيولوجية، أو المطر القليل والنادر في الأوقات الحالية، وكذلك تحت ظروف الجفاف الذي يسود هذه الأقاليم لفترات طويلة، سواء أكانت متصلة أو منفصلة.

ومع نشاط الرياح تصبح التربة في الأقاليم الجافة والقاحلة غير متجانسة، حيث تقوم الرياح بتعريتها وتحت رواسبها السطحية، أو قد تقوم الرياح بار ساب حمولتها في الصحاري الشاسعة.

كما تعمل السيول Flash Floods على تكوين التربة بفعل ما تحمله مياهها من رواسب. كما ساهم الظروف الطبوغرافية في تكوين ونشأة التربة، حيث الأراضي سيئة ورديئة الصرف؛ إذ تتجمع المياه وتتكون السبخات والبلايا، ومن ثم تتكون التربة الملحية.

وقد يتشكل سطح التربة بفعل شدة التبخر، حيث نشاط الخاصة الشعرية capillarity، التي تعمل على رفع المياه الأملاح من الطبقة تحت السطحية إلى سطح التربة، فتتبخر المياه وتتكون القشور اللحية والجيرية والحبيسة، تغطي سطح التربة.

ومن هنا يمكن التمييز بين نوعين رئيسيين للتربة، في الأقاليم الجافة والقاحلة، هما:

(أ) التربة الموضعية In Situ Soil:

وهي التربة التي نشأت وتكونت في موضعها عن طريق التفكك والتحلل من الصخر الأصلي (بفعل عمليات التجوية Weathering) وهي غالبا ما تكون تربة «ملحية».

(ب) التربة المنقولة Transported Soil:

وهي التربة التي نقلتها عوامل النقل المختلفة، سواء أكانت الرياح أو المياه الجارية أو المياه الباطنية أو الأمواج والتيارات البحرية، أو قلت بفعل الجاذبية الأرضية، حيث اميال الرواسب والمفتتات الصخرية من أعلى السفوح والحافات الجبلية إلى الحضيض.

بسبب ارتفاع درجة الحرارة وشدة التبخر وقلة تساقط الأمطار، فإن التربة في الأقاليم الجافة والقاحلة تتصف بعدة خصائص، أهمها:

- مرتفعة الأملاح.

- قليلة الرطوبة.

- مفككة القوام وغير متماسكة الرواسب ضحلة العمق.

- فقيرة المواد العضوية.

وفيما يأتي تفاصيل كل منها:

- تربة مرتفعة الأملاح:

تتميز تربة الأراضي الجافة والقاحلة بأن تركيز الأملاح بها يكون مرتفعا وتتنوع الأملاح بين كلوريد الصوديوم "ملح الطعام"، وبين كربونات الكالسيوم "الجير"، وزيادة الأملاح بالتربة يؤدي إلى تسمم النبات.

ومن أشهر التربات المحلية "الموضعية"، هي: تربة رواسب السبخات الملحية، وتربة البلايا الصحراوية.

- تربة قليلة الرطوبة:

تتميز تربية الأراضي الجافة و القاحلة بانخفاض أو اعتدال نسبة الرطوبة بها، ولذلك يكون إنتاج النبات فيها ضعيفا ومنخفضا بشكل عام، ولذا فإنها حسب نظام تصنيف التربية الأمريكي USDA Soil Taxonomy تربة جافة Aridisol،

حيث ترتفع درجة حرارة التربة و تصبح من نوع التربة الحارة، خاصة إذا كانت تقع في العروض المدارية الحارة.

- تربة مفككة القوام وغير متماسكة الرواسب ضحلة العمق:

تتسم تربية البيئات الصحراوية الجافة وشبه الجافة، بأنها تربة مفككة القوام وغير متماسكة الرواسب؛ بسبب نشاط عمليات التجوية وعمليات التعرية،

بالإضافة إلى إنها تربة ضحلة العمق؛ إذ يقل عمق قطاعها عن ٥٠ سم من السطح.

- تربة فقيرة المواد العضوية:

حيث يتسبب ارتفاع درجة الحرارة في حرق الديدان والبكتريا النافعة، التي تعمل على تنعيم قوام التربة (حيث إنها تأكل طين وتخرج طينا، وحين موتها تضيف إلى التربة مادة عضوية جديدة).

بالإضافة إلى قلة المطر، وما يرتبط به من قلة النبات، وبالتالي لا تضاف المادة العضوية إلى التربة الا بالقدر الضئيل للغاية.

(٢) أنواعها:

يمكن تقسيم التربة في البيئات القاحلة والصحراوية الجافة وشبه الجافة إلى أنواع مختلفة، وذلك حسب أسس ومعايير متعددة، أهمها:

- التصنيف حسب النبات.

- التصنيف حسب المادة المكونة.

- التصنيف حسب حالة النحت والإرساب.

- التصنيف حسب الظروف المناخية.

وفيما يأتي تفاصيل كل منها:

- التصنيف حسب النبات:

هناك تربة الاستبس الصحراوي الرمادية و الحمراء (حسب التصنيف الفرنسي والروسي للتربة)، وهي تربة طينية غرينية في أغلب قطاعتها، وقد تحتوي على عناصر جيرية.

وهناك كذلك تربة السيروزيم Sierozcm Soilوهي تربة صحراوية رمادية، يطلق عليها، أحيانا، التربة الرمادية نصف الصحراوية. وهي تربة ناضجة، وقطاعها متطور جيدا حتى عمق ١,٥ مترا، ويقل محتواها من المادة العضوية، وبها كمية من الجير.

- التصنيف حسب المادة المكونة:

حيث أن التربة إما أن تكون رملية، مثل: تربة الكثبان الرملية، المنتشرة في جميع الصحاري الحارة في شمال أفريقيا وأستراليا، وكذلك في صحاري وسط أسيا. وهي تربة فقيرة في النترات، وبخاصة النيتروجين.

وتوجد أنواع أخرى من التربات، كما هو الحال في شمال نيجيريا في الجزء الواقع بإقليم الساحل الأفريقي، حيث توجد تربة غرينية رملية و تربة غرينية، وتربة غرينية طينية، وتربة طينية.

وكذلك تربة أراضي توشكي في جنوب مصر، هي بين التربة الغرينية الرملية، والغرينية الطينية، والطينية، والرملية الطينية، و الرملية الغرينية.

- التصنيف حسب حالة النحت والإرساب:

(أ) التربة المجواه بدرجة كبيرة:

حيث تنشط الرياح وتقوم بنحت الرواسب الناعمة، وتتخلف الأحجام الخشنة فتتكون تربات حصوية تعرف بتربة الرق، والتي من أمثلتها التربة قرب فجيج بالجزائر، والتي يقل بها الطمي والطين والرمل. وفي موريتانيا تكون تربة الرق

أقل سمكا، ويمثلها قطاعات التربة الرملية والحصوية في صحراء جوبي بمنغوليا في قارة أسيا.

(ب) التربة الإرسابية:

وتنشأ بفعل الرياح، فإذا أرسبت الرياح الرمل تتكون تربة رملية، أما إذا كان إرسابها للطين والطمي فتكون تربة اللويس. ومنها كذلك تربات النباك والبرخانات وسلاسل الكثبان التي تكون عروقا رملية.

(ج) تربات غير متأثرة بالرياح، سواء بالنحت أو الارساب:

و هي تربات تتكون من أحجام كبيرة من المفتتات الصخرية، وتعرف بالتربة الممهدة Paved soil، والتي تختلف عن التربة الهيكلية، حيث تتميز التربة هنا بانتظام حبيباتها. ومن أنواع التربة الممهدة تربة الحمادة فوق الهضاب وبالسهول الصحراوية.

أما التربة الهيكلية Skeletal Soil فتوجد في الصحاري الجافة وشبه الجافة، وتعرف بالتربة الصخرية Lithosolوهي تربة مفككة من الحجر الجرانيتي أو الرملي أو الجيري، وتتميز بعدم الانتظام في حبيباتها، وتكون ضحلة غير عميقة. ويوجد منها في جنوب تونس وفي الضفة الغربية بفلسطين المحتلة.

- التصنيف حسب الظروف المناخية:

ونخص هنا التصنيف القائم على ظروف تساقط الأمطار، وتنقسم التربة فيه إلى عدة أنواع، منها ما يوجد بالأراضي الجافة والقاحلة:

(أ) تربة التشرنوزيم Chernozem «التربة السوداء باللغة الروسية»:

هي تربات مناخها معتدل إلى بارد، والأمطار تتراوح بين ١٨ - ٣٠ بوصة/ سنة، والمطر صيفي، ولذلك تنمو بها حشائش السهول "حشائش الاستبس". وبقايا هذه الحشائش تتحلل تحللا كاملا، مما يؤدي إلى تكون مادة الدبال Humus التي تعطي التربة اللون الغامق أو الأسود. وهي تربة خصبة، وذات خصائص جيدة جدا للزراعة.

(ب) التربة الكستنائية Chestnut Soil:

تشبه تربة التشرنوزيم في خصائصها المناخية، فهي توجد في المناطق ذات المناخ المعتدل إلى البارد، والأمطار تتراوح بين ١٤ - ٣٠ بوصة (مناطق شبه رطبة)، وتنمو بها الحشائش، ولكنها أقل من الحشائش الموجود في تربة التشرنوزيم، ولذلك تكون المادة العضوية (الدبال Humus) فيها أقل، وهو ما يجعل لونها كستنائياً. وهي تربة خصبة وجيدة للزراعة.

(ج) التربة البنية أو المائلة للحمرة Chestnut Brown:

هي أقل خصوبة من التربتين السابقتين، ويرجع لونها إلى وجود بعض أكاسيد الحديد، التي تتكون، بصفة خاصة، في المناطق ذات الصرف الجيد في الأقاليم المدارية شبه الجافة، التي ينتشر فيها هذا النوع من التربة انتشارا واسعا. وأمطارها تتراوح بين ١٠ - ٢٠ بوصة/ سنة، والصيف بها حار وجاف، وتنمو بها حشائش قصيرة.

(د) التربة الصحراوية Desert Soil:

مناخها دافي إلى بارد معتدل وجاف، المطر يتراوح بين ٣ - ١٠ بوصة/ سنة، ولذلك لا تنمو بها إلا الأعشاب والنباتات الصحراوية.

(هـ) التربة الصحراوية الحمراء:

مناخها شديد الحرارة جاف، المطر يتراوح بين ٣ - ١٠ بوصة أيضا، ولذلك لا تنمو بها إلا الأعشاب الصحراوية.

(و) التربة التيرا روزا Terra Rossa «التربة الحمراء باللغة الايطالية»:

وهي تعرف كذلك بـ«تربة اقليم البحر المتوسط»، وتتميز بارتفاع خصوبتها وجدارتها الإنتاجية. ويعزى احمرار لونها إلى عملية غسل الصخور الجيرية أو الدولوماتية بمياه الأمطار، التي تذيب كربونات الكالسيوم، وتتركز بها أكاسيد الحديد والألومنيوم والسيلكا، والتي تعطي التربة لونها الأحمر.

وتتكون التربة الحمراء في ظروف مناخ البحر المتوسط (حار جاف صيفا، معتدل ممطر شتاء)، وتتراوح كمية المطر السنوي بين ٢٠ - ٣٥ بوصة. وتختلف تربة إقليم البحر المتوسط الحمراء عن التربة الحمراء في المناطق المدارية والصحراوية.

ثالثا: النبات الطبيعي: (أنواعه وتكيفه مع البيئة الجافة):

(١) أنواعه:

تتنوع الحياة النباتية في الأقاليم القاحلة والجافة، بالرغم من قلة الرطوبة وندرة سقوط الأمطار. فهناك نباتات وشجيرات صحراوية، مثل:

«النخيل، والصبار، والتين الشوكي، وغيرها»، بالإضافة إلى حشائش الاستبس الحارة أو المعتدلة (بوسط آسيا وجنوب أمريكا الجنوبية). ولذلك يعتمد نوع النبات والغني النباتي، حسب الأحوال المناخية درجة الحرارة والمطر»، بالإضافة إلى نوع التربة.

تتميز النباتات الصحراوية بأنها بسيطة في تركيبها، وفقيرة في تطورها ونموها. والغطاء النباتي (الحشائش والأعشاب والنباتات الصحراوية) يكون مفتوحا؛ نظرا لتباعد النبات وعدم استمراريته «بسبب شدة القحولة».

وأغلب النباتات في البيئات القاحلة والجافة تكون معمرة، و موسمية أو فصلية النمو، وذات خصائص فسيولوجية خاصة (نباتات محبة للجفاف، ومعروفة بـ Xerophyte).

ترمز الصحراء إلى قِلة الغطاء النباتي وضعفه وتشتته. ويترتب على الجفاف الشديد عدد من المظاهر السلبية الأخرى، التي تعوق نمو غطاء نباتي غني فيها. فإلى جانب الظروف المناخية القاسية، على النباتات الصحراوية، أن تتحمل عدداً من السلبيات، أهمها:

(١) ارتفاع المدى الحراري للتربة، نتيجة لارتفاع الحرارة نهاراً؛ وانخفاضها، ليلاً، انخفاضاً سريعاً؛ نتيجة لجفافها.

(٢) ارتفاع معدلات البخر، وانخفاض رطوبة التربة.

(٣) تفكك التربة ورقّتها، وانكشاف سطحها لعوامل التعرية.

(٤) ارتفاع نسبة المعادن والأملاح في التربة.

(٥) انخفاض نسبة المادة العضوية، أو انتفاؤها من التربة.

(٦) ضعف تطور التربة، وبطء عملياته.

(٧) التفاوت الشديد في كميات المياه، بين موسم وآخر.

ويمكن القول، إن هذه السلبيات كلّها ناجمة عن ضعف الدورة الهيدرولوجية، في الأراضي الصحراوية الجافة.

وتمتاز النباتات الصحراوية بقدرتها على تحمّل ارتفاع الأملاح، وتجنُّب آثارها السامة، في التربة والمياه الجوفية. ويمكن تمييز نوعَين من أنماط النمو النباتي في الصحاري:

(أ) نباتات تتجنب الجفاف، فلا تنمو إلا خلال الفصول، التي تتوافر بها ظروف ملائمة لنموها، وبخاصة الرطوبة. ويطلق عليها النباتات العابرة Ephemerophytes، أو النباتات الموسمية أو الحولية.

(ب) نباتات تقضي جزءاً، طويلاً أو قصيراً، من دورة نموها، في الفصول الجافة؛ فهي نباتات معمرة، تغالب الجفاف، بعدة وسائل، للحصول على قدر كافٍ من الرطوبة، للبقاء. ويطلق عليها النباتات الجفافية Xeroplsytes، أو شبه الجفافية Mesophytes.

(أ) النباتات الحولية

وهي نباتات عشبية ضعيفة، تتجنب الجفاف، وليس لها خواص مقاومته. لها دورة حياة قصيرة جداً، لا تتعدى بضعة أسابيع؛ بل إن منها ما يزهر، وينثر بذوره، ويموت، في ثمانية أيام فقط، مثل النبات المسمى مداد أو الحثرة Boerhavia repens، التي توجد في الصحراء العربية، وفي الحافات الجنوبية للصحراء الكبرى.

تنمو هذه النباتات، وتزهر، في الفصل الرطب من السنة، بعد سقوط الأمطار. ويحدد فترة نموها، ودورة حياتها، طول فصل الأمطار. فهي لا تلبث أن تكمل دورة حياتها، في فترة، تراوح بين ٥ و٩ أسابيع؛ ثم تنثر بذورها في التربة، وتموت.

أعشاب حولية على ضفاف أحد الأودية

وتمكث هذه النباتات، طوال فصول الجفاف، مطمورة في التربة، على شكل بذور، إلى موسم سقوط المطر التالي، لتنمو من جديد. ولهذه البذور المطمورة القدرة على البقاء في التربة، عدة مواسم، فلا تنمو حتى تتهيأ ظروف ملائمة لنموها. والملاحظ أن للنباتات الحولية القدرة على النمو فوق أنواع متباينة من الترب والفرشات الأرضية. فهي تنمو على المسطحات الرملية.

نباتات حولية على الرمال

كما يمكنها النمو على الفرشات الحصوية المستوية وعلى سفوح الجبال.

نباتات حولية صحراوية

ويتفادى بعض أنواع النباتات الصحراوية الجفاف، بطريقة أخرى؛ إذ تعيش، على شكل بصل ودرن، تحت سطح التربة، طوال موسم الجفاف؛ ويطلق عليها النباتات الأرضية[1] Geophytes. وتنمو الأجزاء الظاهرة من هذه النباتات فوق سطح التربة، في موسم الأمطار فقط، وتموت في موسم الجفاف، مرة أخرى.

وتمتاز النباتات الصحراوية، التي تتجنب الجفاف، والتي تشمل الحوليات سريعة الزوال، والنباتات التي تبقى خامدة، ولا تبدو عليها مظاهر الحياة، إلا عند سقوط الأمطار، بعدة ميزات، أهمها:

*** دورة حياتها قصيرة جداً، وتتأقلم مع طول فصل المطر؛ فيمكنها النمو، والإزهار، ونثر البذور خلال موسم المطر.**

*** اقتصادية جداً في احتياجاتها: الرطوبية والمائية؛ فهي إلى جانب أنها نباتات، في الغالب، صغيرة، وأنها ليست نباتات جفافية أصلاً، فإن حاجاتها المائية قليلة. فكمية المياه التي تحتاج إليها هذه الأنواع من النباتات، لإتمام دورة حياتها، قليلة جداً، مقارنة بالنباتات من الحجم نفسه، في البيئات الأخرى.**

*** قدرتها على تحمل الملوحة العالية، في التربة والمياه؛ إذ يسفر تذبذب الأمطار وقلّتها، عن ضعف عمليات غسل التربة، وتركُّز المحلول الملحي، الذائب من الصخور: الجيرية والكلسية، في الماء البيني، الموجود في فراغات التربة.**

---

[1] النباتات الأرضية Geophytes: نباتات تنمو في المناطق الجافة تتماشى الجفاف بالبقاء على شكل أبصال أو درنات تحت سطح التربة طوال موسم الجفاف، وتظهر أجزاؤها العلوية فوق السطح في موسم المطر.

[1] مستوى الماء القاعدي Water table: سطح، في الأحواض الارتوازية غير المحصورة، يفصل النطاق المشبع من التربة، تحته، عن النطاق غير المشبع من التربة، فوقه. ويعرّف ذلك المستوى بأنه النقطة التي كون ضغط الماء الجوفي عندها صفراً. وهو أقصى ارتفاع يصل إليه الماء الجوفي في آبار الخزانات الجوفية غير المحصورة.

[1] الألبيدو Albedo: نسبة الأشعة الكهرومغناطيسية المنعكسة من السطح.

وعلى الرغم من أن نمو النباتات الحولية في الفصل الرطب من السنة، يرتبط بانخفاض تركُّز المحلول الملحي في الماء البيني في التربة الصحراوية، الناتج من تسرب مياه الأمطار في الطبقة السطحية من التربة، التي تمد فيها النباتات جذورها، إلا أن معدلات الملوحة في التربة، تظل مرتفعة، مقارنة بالبيئات الأخرى.

تشكل النباتات الحولية غالبية نباتات البيئة الصحراوية، إذ تناهز نسبتها ٦٠٪ منها؛ على الرغم من أنها تعَد غير مقاومة للجفاف، بل هي تتحاشاه، وقد تهلك، إبّانه، أو تختفي تحت سطح التربة.

(ب) النباتات الجفافية، أو شبه الجفافية:

وهي نباتات صحراوية، تقضي جزءاً، طويلاً أو قصيراً، من دورة حياتها في الفصل الجاف من السنة؛ إذ تقاومه أجزاؤها الخضراء، فتنمو نمواً كاملاً، في المناطق الصحراوية. وتتصف النباتات الصحراوية بعدة خصائص وأنماط حيوية، تساعدها على العيش في المناطق الجافة، والحفاظ على حياتها، خلال فصول الجفاف. ولكن الظروف المعيشية الصعبة، أثرت في التنوع الحيوي في الصحراء.

الغطاء النباتي المشتت

فلا يعيش في الصحاري إلا نحو ١٢٠٠ نوع من باديات الأزهار، مثلاً. ومن الأمثلة على قلة الفلورا النباتية، في البيئة الصحراوية، أنه لم يميز سوى ٢٥٠ نوعاً نباتياً، على مساحة ١٠٠ ألف كيلومتر مربع، في صحراء الحمادة، في أمريكا الجنوبية. ولم يُعرف إلا ٣٠٠ نوع نباتي، في الصحراء التونسية، على مساحة ١٥٠ ألف كيلومتر مربع. وفي صحراء الحجار Haggar، يوجد ٣٥٠ نوع فقط، على مساحة ١٥٠ ألف كيلومتر مربع. ويرتفع عدد الأنواع، في تبستي Tibesti، التي تصل مساحتها إلى ٢٠٠ ألف كيلومتر مربع، إلى ٥٦٨ نوع. وينخفض عددها كلّما ازدادت حدة الجفاف، وقد ينخفض إلى خمسين نوعاً فقط أو دون ذلك. ولئن كانت النباتات الحولية، التي تنمو في الصحراء، تتفادى الجفاف، بإتمام دورة حياتها، خلال مدة قصيرة؛ فإن تلك النباتات الصحراوية المعمرة، تتخذ أنماطاً، ويظهر عليها العديد من التحورات والتكيفات، التي تساعدها على العيش؛ منها:

<u>أ. في المجموع الجذري:</u>

يقصد به الأجزاء المطمورة من النبات تحت سطح التربة. ويمد بعض نباتات المناطق الجافة، في أجزائها المطمورة تحت سطح التربة، عروقاً طويلة، للوصول إلى ما تحت مستوى الماء القاعدي[٢]؛ فتحصل على حاجتها من المياه، من الطبقة الجوفية الخازنة. كما يمد بعض النباتات جذورها أفقياً، بشكل عرضي؛ للحصول على أكبر قدر من مياه الأمطار.

[٢] مستوى الماء القاعدي Water table: سطح، في الأحواض الارتوازية غير المحصورة، يفصل النطاق المشبع من التربة، تحته، عن النطاق غير المشبع من التربة، فوقه. ويعرّف ذلك المستوى بأنه النقطة التي كون ضغط الماء الجوفي عندها صفراً. وهو أقصى ارتفاع يصل إليه الماء الجوفي في آبار الخزانات الجوفية غير المحصورة.

تضخم المجموع الجذري في النباتات المعمرة

ظهور المجموع الجذري على السطح في الأشجار الصحراوية

وقد يتضخم المجموع الجذري بشكل كبير ما قد يؤدي إلى رفع النبات فوق مستوى السطح. وينعكس ذلك، بشكل واضح، على الكثافة النباتية، في المناطق الصحراوية، حيث يحتاج كلّ من نباتاتها إلى مساحة أكبر؛ للحصول على القدر الكافي من المياه. وقد تظهر الجذور على السطح، في كثير من الحالات.

كما أن الجذور، تكون مقاومة لعملية التبخر، إذ يغطيها، في بعض الحالات، غشاء فلّيني، أو يحيط بها غشاء صمغي، تلتصق به طبقة من حبيبات الرمال. وتقاوم الجذور النباتية الترمل والتذرية الهوائية. كما تمتاز النباتات بسرعة إنتاج جذور جديدة.

علاوة على ذلك، فإن الأدران والعروق والجذور، في النباتات الصحراوية، لها قدرة كبيرة على اختزان كميات كبيرة من المياه؛ ما يمكنها من مقاومة الجفاف، عدة فصول، وربما عدة السنوات.

وبصفة عامة، فإن هذا النوع من النبات، ينمو نمواً متباعداً؛ لأن مجموعه الجذري ضخم، مقارنة بمجموعه الخضري، على السطح. ويمتد امتداداً كبيراً، أفقياً ورأسياً، بحثاً عن المياه. وقد يفوق طول الجذور ٤٠ متراً، كما في نباتات العشر **Calatropis procera**، مثلاً شجرة العشر.

شجرة العشر

ب. في المجموع الخضري:

يقصد به الأجزاء الظاهرة من النبات فوق سطح التربة. وتشمل الجذوع والأغصان، والأوراق، والأشواك. وتبلغ عملية التأقلم مع البيئة الجافة ذروتها، في التأثير في مظهر المجموع الخضري من النبات. والمجموع الخضري للنباتات الصحراوية، عموماً، أصغر من المجموع الجذري. فالأغصان قصيرة ومختصرة جداً، والأوراق صغيرة وملتفة (انظر صورة نبات الشرى).

نبات الشرى ويلاحظ صغر الأوراق وضعف المجموع الخضري

وفـي (صـورة التفـاف الأوراق وخشـونتها) يلاحـظ التفـاف الأوراق وخشونتها للمحافظة على الرطوبة وتقليل النتح؛ بل إن بعض النباتات، لـيس لهـا أوراق، إذ يحل محلها نسيج كثيف لخزن المياه. ويغطي الجذع، عادة، لحاء سميك؛ للحماية من الجفاف الخارجي.

التفاف الأوراق وخشونتها

إن لدى نباتات هذه المناطق قدرة على اختزان المياه. فعلى الرغم من معاناتها الجفاف الخارجي، إلا أن أعضاءها تكون غضة؛ لكثرة الماء الذي تختزنه، أثناء مواسم المطر. وتتحول الأعضاء، التي لا تنمو بها الأنسجة البرانشيمية Parenchyma، القادرة على اختزان الماء، إلى أشواك.

ويصغر حجم الأوراق، لتقليل كميات الرطوبة المفقودة بالنتح Transpiration؛ كما تضيق مسامّها، وخاصة خلال النهار. وقد تكون الأوراق ملتفة، لتقليل أثر الرياح الجافة في سطوحها. وتحاط الأوراق، غالباً، بطبقة شمعية، أو غطاء كثيف من الشعيرات الخشنة الملمس؛ للمحافظة على

قدر من الرطوبة حول الورقة. ومن أشهر أنواع النباتات الجفافية، صغيرة الأوراق، أشجار السنط Acacia (انظر صورة شجرة طلح ضخمة)، ويلحظ من الصورة اللون الباهت للأوراق وصغر حجمها، إلى جانب ضخامة الجذوع ولحائها السميك. وفي بعض الحالات، تكون الأوراق معدومة تماماً. وعلى الرغم من ذلك فإن النباتات الصحراوية، تبدو مكفهرة، خلال مواسم الجفاف، كما لو كانت ميتة، ولا سيما تلك التي تنفض أوراقها.

شجرة طلح ويلاحظ ضخامة الهيكل الخشبي وصغر الأوراق

وتستعين العصاريات Succulents على الجفاف، باختزان كميات كبيرة من المياه، في جذورها وجذوعها، التي تتضخم؛ بينما تضمر الأجزاء الأخرى من النبات. وسميت بالعصاريات، لأنها كثيرة العصارة، مثل: الصبار (انظر صورة نبات الصبار)، والتين الشوكي.

نبات الصبار

وعلى الرغم من أن جفاف الصحراء، يطبع جميع نباتاتها بنمط حيوي، مقاوم للجفاف، يظهر على الشكل الخارجي للنبات؛ إلا أن التوزُّع المكاني للأنواع النباتية، داخل الصحراء، تحكمه الاختلافات المكانية في التربة وطبوغرافية السطح. ففي حين تكون مناطق الرمال المتحركة خالية من النباتات تماماً (انظر صورة مناطق الرمال المتحركة).

مناطق الرمال المتحركة خالية من النباتات

وكذلك المناطق متطرفة الجفاف، التي يقلّ متوسط المطر السنوي بها عن ١٠٠ملم؛ فإن الكثبان الرملية، والعروق الرملية، والدكداك الرملي، وهي مناطق تختزن كميات كافية من المياه، تكون غنية، نسبياً، بالحياة النباتية؛ فشجيرات الأرطي Colligonum Comosum (انظر صورة نبات الأرطى)، والعاذر Artemisia abyssinica (انظر صورة نبات العاذر)، وغيرها، تغطي الصحاري الرملية، في شبه الجزيرة العربية. وتكثر في هذه المناطق النجيليات طويلة العروق، عموماً، مثل النصي Aristida hirtigluma؛ والقطنيات، مثل الرتم Retama.

وإذا سلمت هذه المناطق من الرعي الجائر والتدمير البشري للغطاء النباتي، فإن مظهرها النباتي غني يشبه الإستبس (انظر صورة المحميات الصحراوية). وفي الوقت نفسه، تكون ترب الحماد غنية بالنباتات المخشوشبة خاصة.

وتكثر النباتات الملحية Salt Plants في السبخات وحولها، وفي الترب الطينية المالحة. وتكثر الأشجار والشجيرات في بطون الأودية، عموماً، إذ تكون المياه الجوفية في متناول جذورها (انظر صورة كثرة الأشجار والشجيرات).

نبات الأرطى في المناطق الرملية

نبات العاذر

المظهر النباتي الغني بالمحميات الصحراوية

كثرة الأشجار والشجيرات في بطون أحد الأودية الصحراوية

في مناطق المنحدرات الصخرية العارية، تكون الظروف غير ملائمة للإنبات؛ على الرغم من وجود بعض شجيرات الصبار، مثلما هو الحال في صحراء المكسيك.

وينمو في السهول الركامية، والهضاب الصخرية، بعض النجيليات المتباعدة، وبعض النباتات الغنية بالسوائل، مثل: شجر الحليب، الفوربيون Euphorbes، في صحراء كارو. كما تنمو في هذه المناطق شجيرات الرمث haloxylon articulatum؛ وأشجار الغضا Haloxylon ammodendron، التي تميل إلى التكاثر في المناطق الرملية. ويكثر الرمث

والغضا في الصحراء العربية، وفي صحراء النجف. كما تنمو نباتات الألينا Olneya في صحاري جنوب غربي الولايات المتحدة، ونباتات الفرانزريال Franserial في صحراء المكسيك.

أما النباتات الملحية، فإنها تنمو في المنخفضات والأحواض الملحية، التي تكثر في المناطق الصحراوية المنخفضة، والقريبة من البحر؛ وكذلك فوق السهول: الطينية والغرينية، التي تتجمع فيها المياه Playas. وتتمثل نباتات هذه المناطق في شجيرات ذات أوراق قصيرة، رمادية اللون، مثل الساكسول الأسود، في تركستان، من الرفصيات الغاصة بالمياه Chanopodium؛ ونباتات أخرى، مثل: القطف Atriplex halimus، والأثل Tamarix، والطرطريـر أو السويدا Sueda، والغرقد Nitraria Terusa، والأريل Statice، على ضفاف بحر قزوين. وينمو الشيح والقيصوم Artimesia herba alba فوق الأراضي الملحية، في تركستان (<u>انظر صورة نبات التنوم</u>).

نبات التنوم

يوجد المظهر النباتي الغابي الوحيد، في المناطق الجافة، في بطون بعض الأودية، حيث التربة الفيضية، المختزنة للمياه. وتنمو على طول هذه المناطق المنخفضة غابات مفتوحة، من نباتات قطينة، مثل الصبار؛ أو نباتات الفستق البري Pistacia؛ أو أشجار: السلم، والطلح، والسمر Acacia. وتتخلل هذه الأشجار طبقة من النجيليات، لتعطي مظهراً قريباً من مظهر السافانا الفقيرة (انظر صورة المظهر الغابي للنبات).

المظهر الغابي للنبات

يتأثر التوزُّع المكاني لأنواع النباتات الصحراوية، إلى جانب الجفاف، والتربة الملحية، بدرجات الحرارة. فالصحاري في العروض المعتدلة، تشهد انخفاضاً لدرجات الحرارة في فصل الشتاء؛ ما ينعكس على الأنواع النباتية السائدة. إذ تكاد تنتفي النباتات الجذعية، في الصحاري المعتدلة، لتكثر فيها النباتات: الشجيرية ونصف الشجيرية، التي تنفض أوراقها، إبّان انخفاض درجات الحرارة، شتاءً. ومقابل النخلة في واحات الصحاري المدارية، تنمو في

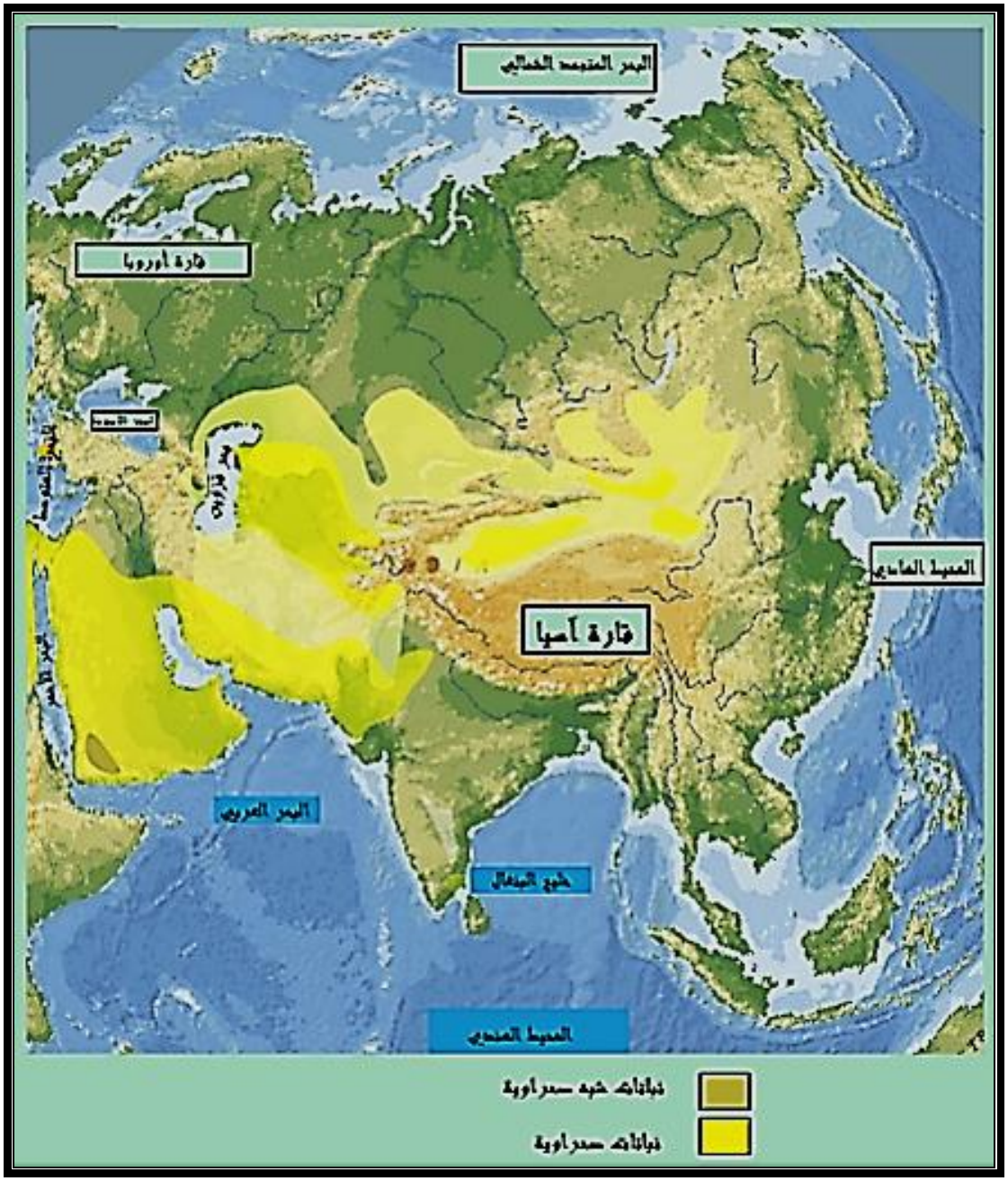
واحـات الصـحاري المعتدلـة نباتـات مرجيـة، وأشـجار سـاقطة الأوراق، وأخـرى عديمة الأوراق، وشوكيات؛ كما في صحاري تاريم وتركستان.

وتختص كلٌّ من المناطق الصحراوية بأنواع نباتية مميزة:

(١) صحاري وسط آسيا:

تنمو، إلى جانب النباتات: العشبية والشوكية، شجيرات صحراوية، يـراوح ارتفاعها بين مترَين وأربعة أمتار. وفي صحراء تكلاماكان، في الوسط الآسيوي، في حوض تاريم، وهـي صـحراء رمليـة، فـي الغالـب، تنمـو نباتـات حرجيـة، مـن الطرفا Tamarix والحور البحري. وفي الصحاري الأقل جفافاً، في وسط آسيا، يكـون الغطـاء النبـاتي أكثـر غنـىً، فتتـوافر نباتـات الارتماسـيا Artimasia، ومنـها: العاذر، والقيصوم، والشيح؛ ونباتات ديمية الجمل Camel Sage.

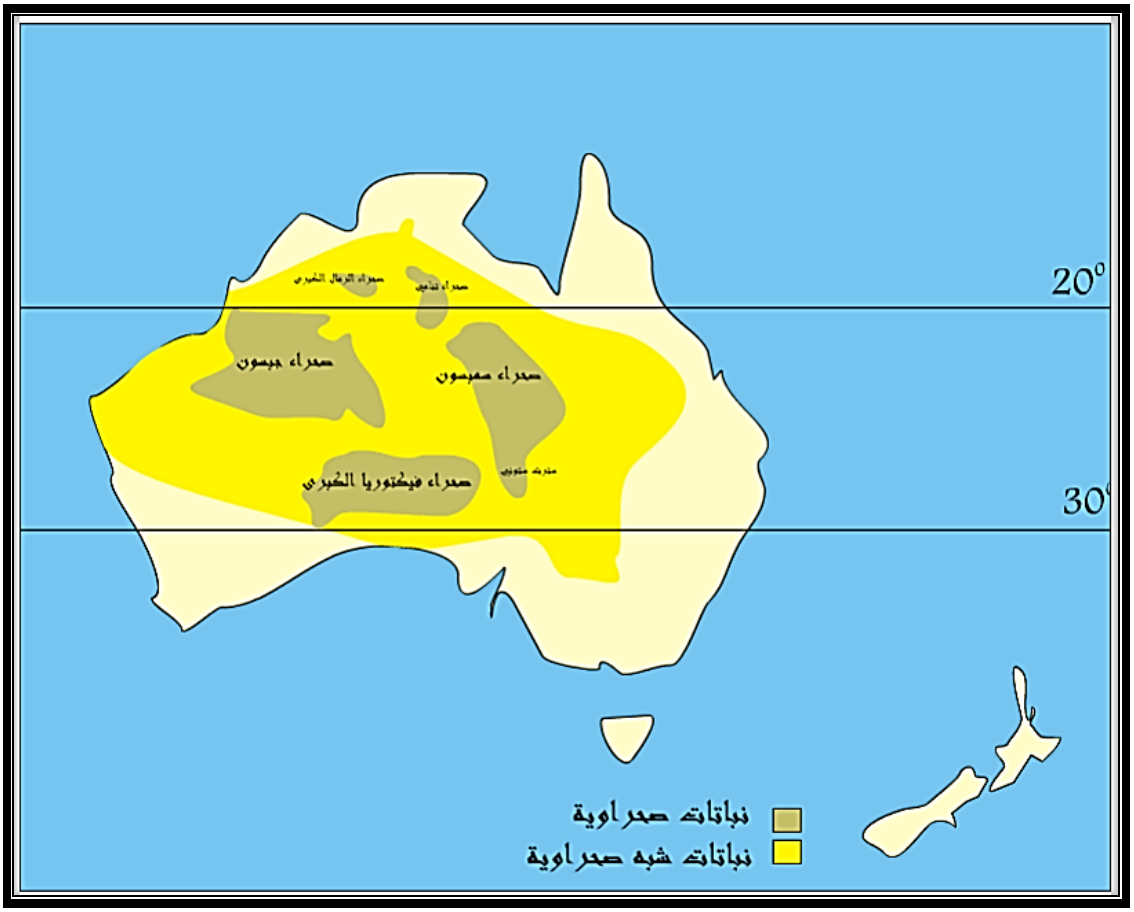
وفي الصحاري الحارة، تكثر أشجار: السـنط، والسـلم، والطلـح، والسـمر، والتين الشوكي، وخاصة في الأجزاء الجنوبية. وتنمو أشجار النخيل في الواحات (انظر شكل الغطاء النباتي الصحراوي في قارة آسيا).



الغطاء النباتي الصحراوي في قارة آسيا

(٢) صحارى أستراليا:

تكوّن أشجار الكينا، والكافور Eucalyptus Camaldwensis، ونوع من أشجار السنط، يطلق عليه ملقا Mulga، أحراجاً شبه صحراوية. كما تنمو في الصحراء الأسترالية حشائش الشيهم الشوكية Porcupine grass، وشجيرات مالي Mallee shrub؛ وتكثر فيها النباتات ذات اللحاء الفليني (انظر شكل الرقعة المكانية للنباتات الصحراوية في أستراليا).



الرقعة المكانية للنباتات الصحراوية في أستراليا

(٣) صحاري أمريكا الشمالية:

تتوافر في صحراء سونوراوا أشجار الصبار، وخاصة الكاكتوس العضوي Organ Cactus، وهو الساجوار والحيار Giant sguaro؛ إضافة إلى أشجار شوكية أخرى، مثل التين الشوكي. ويعد الصبار، في الصحاري الأمريكية، أبرز معالمها؛ على الرغم من أنه ليس أكثر الأصناف عدداً؛ إذ لا يتجاوز عدد أصنافه بضعة آلاف. وتنتشر، كذلك، الكمثرى الشوكية، الكولاس Chollas (انظر شكل الرقعة المكانية للنباتات الصحراوية في أمريكا الشمالية).

الرقعة المكانية للنباتات الصحراوية في أمريكا الشمالية

(٤) صحاري أمريكا الجنوبية:

تقلّ الأنواع النباتية، في أمريكا الجنوبية؛ لقِلة مساحاتها الصحراوية وجفافها الشديد. ولكن، تنمو في بتاجونيا أحراج فقيرة، من نباتات قزمية منخفضة، معروفة باسم مونيت Monte. ويعيش معظم نباتات صحاري الساحل الغربي لأمريكا الشمالية، بالرطوبة المستمدة من الضباب المحيطي (انظر شكل الرقعة المكانية للنباتات الصحراوية فى أمريكا الجنوبية).

الرقعة المكانية للنباتات الصحراوية في أمريكا الجنوبية

تكاد الصحاري المدارية، توازي دوائر العرض، فاصلة بين إقليم حشائش السافانا، صيفي الأمطار، وإقليم حشائش الإستبس، شتوي الأمطار. وإن كانت حافاتها تتأثر بقربها من أيٍّ من هذَين الإقليمَين، في نظامها المطري، وأنواع نباتاتها السائدة ؛ فإن قلب الصحراء، يشكل فاصلاً بين نباتات تلك الحافات: الممطرة صيفاً، والممطرة شتاءً. ولا يُستثنى من هذه الظاهرة إلا صحاري أمريكا لشمالية، التي لا يبدو فيها الفصل واضحاً بين نباتات الحافات الصحراوية: الجنوبية والشمالية.

(٢) استراتيجيات تكيف النباتات الطبيعية مع البيئة بالأراضي الجافة وشبه الجافة:

تتكيف النباتات والحشائش الصحراوية مع ظروف البيئية لافحة الحرارة، شحيحة الرطوبة، شديدة التبخر. وذلك بقدرتها على مقاومة هذه الظروف، قاسية المناخ، حيث وهبها الله عز وجل، خصائص وسمات فسيولوجية خاصة، منها:

- الطبقة الشمعية على الأوراق لاحتفاظ بعصارة النبات،
- صغر مساحة الأوراق لتقليل النتح،
- الجذور العميقة والمتشعبة في التربة للحصول على المياه،
- رفع سيقان النبات لتقليل الإحتكاك بالرياح،
- تحمل النباتات الصحراوية لارتفاع نسبة الملوحة.

النباتات الصحراوية العشبية يصل تحملها لدرجة الحرارة، في الهواء الجاف، حتى (٥٠ - ٥٥° س). وبعض النباتات مثل: الصبير (الصبار)، والتين الشوكي، لها القدرة على تحمل ارتفاع درجة الحرارة في المناطق الصحراوية الجافة وشبه الجافة حتى (٦٥ م).

وهناك كثير من الأنواع النباتية تستطيع الصمود أمام الرياح النشطة في البيئات الصحراوية، خاصة حين تحمل هذه الرياح كميات من الرمال، حيث تعمل النباتات على تجميع الرمال حولها، ثم تنمو النباتات في الرمال التي أرسبتها الرياح (النباك).

أما تكيف النبات مع الرطوبة واحتياجاته المائية فهي الأكثر حيوية؛ لأن عملية التمثيل الضوئي تتم في ظل الرطوبة، وهي تحفظ الخلايا النباتية في حالة حية ولذلك فإن الجفاف الطويل يكون كافيا لأن يقتل النباتات كاملة النمو.

وحين يحدث الجفاف كل ٥ سنوات مثلا، فإنه يموت النبات القديم، ويتم تجديده عبر تولد نباتات أخرى مع موسم المطر الجديد.

ولذلك نجد أن النباتات الصحراوية قد كيفت نفسها على ظروف الجفاف هذه، مثل: شجرة الأكاشيا في قارة أفريقيا، وغيرها في الهند والبرازيل، حيث تموت النباتات العشبية فوق سطح الأرض في فصل الجفاف وتظل جذور النباتات خضراء.

أما في حالة العجز المائي، فيقوم النبات بإطالة وتعميق جذوره من أجل الحصول على المياه من طبقات أعمق من التربة، كما الحال مع نبات الساكسول، الذي لا يزيد ارتفاعه على ١ إلى ٢ متر فوق سطح الأرض، في حين يمد بجذوره إلى أعماق تزيد على ٤ أمتار، ليتمكن من الحصول على المياه العذبة، التي يصل إليها بشبكة من الجذور إلى مستوى الماء الأرضي.

ومن أمثلة النباتات التي تقوم بمثل هذه العملية: شجرة الأثل أو العبل أو الطرفاء وشجرة القطران المالح، حيث ترسل هذه الأشجار بجذورها في أعماق الأرض، بنسبة ١: ٣ تقريبا للحصول على المياه.

ويشير بعض علماء النبات بأنه مجرد وجود مثل هذه الأنواع النباتية في أية منطقة صحراوية، فهو دليل على وجود المياه الجوفية أسفل السطح في هذا الموضع الصحراوي الجاف،

كما يشبهون عملية حصول النباتات الصحراوية على المياه من باطن الأرض، كحصول الإنسان على المياه في الصحراء بحفر الآبار؛ لرفع المياه الجوفية إلى سطح الأرض.

رابعاً: الحيوانات الطبيعية (أنواعها وتكيفها مع البيئة الجافة):

يمكن تمييز نمطَين من أشكال الحياة الحيوانية الصحراوية:

(١) حيوانات تتفادى الظروف الصحراوية:

تعَد حيوانات العدو والقفز، والطيور، من أبرز الأمثلة على الحيوانات، التي تتفادى الظروف الصحراوية، وخاصة قِلة المياه والغذاء. إذ تساعدها قدرتها على الانتقال والتحرك بسرعة، على الوصول إلى موارد المياه، ومناطق الكلأ بسرعة؛ والفرار، في سنوات الجفاف، إلى حافات الصحراء، أو إلى الأقاليم المجاورة.

وتتفادى الظروف الصحراوية حيوانات أخرى، ذات دورة حياة قصيرة، مثل: النحل، والعناكب، والزنابير، والجراد، التي لا يمكنها العيش، إلا في الفصل الملائم من السنة.

(٢) حيوانات تأخذ أنماطاً حيوية مختلفة للتأقلم مع الظروف الصحراوية:

تواجه الحيوانات، في البيئة الصحراوية، ثلاثة تحديات رئيسية:

(أ) التطرف المناخي:

يتمثل في الارتفاع الشديد في درجات الحرارة، صيفاً، وانخفاضها، شتاءً؛ ولعل أولهما، هو التحدي الأبلغ أثراً. ويتجلى نمط التأقلم مع هذا العامل، في كثير

من حيوانات الصحراء، في فراء منخفضة الغَطَش، عالية الألبيدو[٣] Albedo، ذات ألوان ناصعة، تعكس نسبة كبيرة من الأشعة: الشمسية والحرارية، الساقطة عليها، مثل: الإبل والغزلان.

وإن كان من النباتات ما يحمي نفسه من الحرارة الشديدة، باللحاء السميك، لتقليل النتح؛ فإن لبعض أنواع الحيوانات أطرافاً واقية، مثل: القوقع الصحراوي الحلزوني، والحيوانات ذات الفراء الصدفي، الذي يشكل طبقة عازلة، تحميها من حرارة الجو، كما تقلل من العرق.

لكن أبلغ أنماط التأقلم مع حرارة الصحراء، يتجلى في كثرة الحيوانات، التي تعيش في الشقوق الصخرية، أو تحت الأحجار، أو في الكهوف؛ أو في الحفر، التي تحفرها في التربة، تفادياً لأشعة الشمس وحرارة الجو الشديدة. فالعقارب والثعابين، تعيش تحت الصخور، أو في جحورها، وخاصة في التربة الرملية أو الهشة، ومثلها الحشرات، والعناكب، واليرابيع، والفئران. ولبعض الطيور جحور، تأوي إليها.

وتتغذى الحيوانات الحفارة بجذور النبات، وبالحشرات، مثل: الجربوع والجرذان والأرانب. ويحقق الحفر تحت سطح التربة للحيوانات الصحراوية، الحماية من حرارة الجو وسطح التربة، التي قد تصل، منتصف النهار، إلى درجات عالية. فالكنجارو، والجربوع، من الحيوانات الصحراوية، التي تقضي نهارها في جحورها، تفادياً للحرارة الشديدة؛ وتغادرها ليلاً، طلباً للغذاء. ومثلها الذئاب، وبنات آوى. وهذا يجعل الحياة الحيوانية في الصحراء تتغير، يومياً، بين

---

[٣] الألبيدو Albedo: نسبة الأشعة الكهرومغناطيسية المنعكسة من السطح.

الليل والنهار؛ فالحيوانات، التي تشاهد في الصحراء، في النهار، يشاهد أضعافها، في الليل.

ومن وُجُوْه التأقلم مع درجات الحرارة المتطرفة، البيات الفصلي؛ إذ إن في الصحراء حيوانات، تتحاشى برودة الشتاء، بأن تبقى في جحورها، طيلة الفصل البارد، مثل بعض الحيوانات القطبية، وحيوانات البيات الشتوي، في المناخ القاري القاسي. ومن أمثلتها في الصحراء الضب، الذي يقضي فصل الشتاء كاملاً، في بيات شتوي، تحت السطح، في جحره، لا يخرج إلا مع بداية الربيع. وفي الصحراء، كذلك، حيوانات ذات بيات صيفي؛ إذ تتجنب الحرارة المرتفعة، بقضاء فصل الصيف تحت الأرض، في جحورها.

وتكون الحيوانات، خلال البيات الفصلي، في حالة سبات؛ فيقلّ من استهلاك طاقة الجسم، وينخفض معدل التنفس والعرق، والحاجة إلى الغذاء والماء. وينجم عن هذه الظاهرة تغيُّر فصلي كبير في أنواع الحيوانات والحشرات، التي تشاهد في المناطق الصحراوية، أثناء الصيف والشتاء.

(ب) الجفاف الشديد، وندرة المياه:

تعمد الحيوانات الصحراوية، للتغلب على جفاف الصحراء، وقلة الموارد المائية وتباعدها، إلى الحفاظ على كمية السوائل في أجسامها؛ فتقلص مخرجاتها الرطوبية، بتقليل عملية التبخر من الجسم، بالكساء الصوفي، أو الجلد الحرشفي قليل المسام،؛ وتقليل التبول. ويتحقق ذلك للحيوانات، التي تعيش في جحورها، فتتجنب ارتفاع درجات الحرارة؛ ما يقلل التبخر من الجسم، ويقلل المفقود الرطوبي التنفسي، وخاصة أن الرطوبة في الجحور أكثر منها في الهواء الخارجي، بما يزيد على خمسة أضعاف.

كذلك ينظم بعض الحيوانات عملية الاستفادة من مخزونها الرطوبي داخل أجسامها، أطول فترة ممكنة؛ فالجمل يستفيد من مخزونه الرطوبي في دهون سنامه، وقت الحاجة.

وتتفق، في الغالب، دورة حياة الحيوانات، التي تعيش موسماً واحداً فقط، مع الفصل الرطب من السنة، فتكمل دورة حياتها، وتضع بيضها، وتموت في بداية الفصل الجاف. كذلك الحيوانات، التي تلجأ إلى البيات الفصلي، تخرج في الفصل الرطب من السنة. وفي الصحراء، تحصل الحيوانات على الماء، بعدة سُبُل، أحدها، بالطبع، ورود موارد المياه القليلة، من عيون وينابيع وغدران وآبار، والاستقاء منها. ومن الحيوانات ما هو قادر على الحصول على حاجته القليلة إلى المياه، من أوراق النباتات الخضراء وأغصانها، مثل: اليربوع، والضب.

(ج) قِلة الغذاء:

أسهم ضعف الغطاء النباتي وتشتته، في المناطق الصحراوية، في قِلة أعداد حيواناتها العاشبة وأنواعها؛ وهي التي تشكل قاعدة الهرم الغذائي، ما جعل طبقات الهرم الأخرى قليلة في أعدادها. فالحيوانات العاشبة، كاليربوع، والأرنب، والضب، والغزال، ونحوها، هي قليلة؛ ولذلك، فإن الحيوانات اللاحمة، التي تتغذى بها، ستكون، حتماً، قليلة، مثل: الذئاب، والضباع، والأفاعي، والبوم، والنسور، والغربان.

وتتغلب الحيوانات الصحراوية، ببقائها على مشكلة قِلة الغذاء بالقرب من موارد المياه، والمناطق التي تحظى بنصيب أوفر من الأمطار أو الرطوبة؛ فالأماكن التي يبللها الضباب، قرب الشواطئ، هي أوفر حظاً من غيرها.

والحيوانات الأقدر على التأقلم مع مشكلة نقص الغذاء، في الصحراء، هي تلك القادرة على أكل اللحوم والنباتات Omnivores. وأهم الحيوانات الصحراوية، هي:

- الجراد غير الطيار Flightless Locusts، الذي يظهر مع المطر الموسمي، في الغالب.

- الجرابيع والأرانب والجرذان الصحراوية Desert Rats، ومن أنواعها: Jaculus، وgerbilus Campestris، والجربوع Jaculus Jaculus، والأرنب العربي Lepus capansis.

- الذئاب والثعالب الصحراوية، مثل: الذئب العربي الرمادي Ganus vulpes، والثعلب العربي Vulpes vulpes.

- السحالي والعظايا Mastigure Lizards؛ ومنها: الورل Varanus greeca،والضب Uromastix spp.

- الخنافس Beetless.

- الأفاعي: السامة وغير السامة Vipers and snakes؛ ومنها الأفعى ذات القرون Certes cerates، وأفعى مالبولون Malpolon Moilensis، والكوبرا الصحراوية Walterinnesia aeypytia.

الفصل السادس

الأنشطة الاقتصادية
وطرق التنمية ومواجهة المشكلات
في الأقاليم الجافة والقاحلة

الفصل السادس

الأنشطة الاقتصادية وطرق التنمية ومواجهة المشكلات في الأقاليم الجافة والقاحلة

أولاً: مقدمة:

يعد العجز في موارد المياه والنقص الحاد فيها، من أهم محددات الحياة في الأقاليم القاحلة والجافة، وسوف يتم في هذا الفصل عرض جوانب الأنشطة الاقتصادية المختلفة في الأراضي الجافة والقاحلة، والتي تتضمن أساساً حرف:

- الزراعة،
- والرعي،
- والتعدين.

بالإضافة إلى عرض لطرق التنمية الزراعية والعمرانية وتنمية قطاع التعدين، وكذلك مواجهة المشكلات في الأقاليم القاحلة والجافة.

ثانياً: الأنشطة الاقتصادية:

(أ) الزراعة:

يوجد في الأقاليم الجافة والقاحلة ثلاثة أنماط للزراعة:

١- الزراعة الجافة Dry farming:

وهي الزراعة التي تعتمد اعتمادا، يكاد يكون كاملا، على مخزون التربة من ماء المطر، الذي يخزن في التربة، أثناء موسم الأمطار. ولذا فإن هذه الزراعة لا تعتمد اعتمادا مباشرا على مياه الأمطار، ولا تقوم على الري.

٢- الزراعة المطرية Rainfed Agriculture:

وتعرف كذلك (بالزراعة البعلية أو الفصلية)، وهي تعتمد اعتمادا مباشرا على مياه الأمطار، ولا تقوم على الري، كما هو الحال في الساحل الشمالي الغربي لمصر و ساحل شمال سيناء، وفي منطقة الجبل الأخضر بليبيا، وغيرهم. ولكي يقوم هذا النوع من الزراعة يجب ألا تقل كمية المطر السنوي (مو سم سقوط المطر) عن ٢٥ سم.

٣- الزراعة المروية Irrigated Agriculture:

وهي تعتمد بشكل أساس، على المياه الجوفية Underground Water، وذلك عن طريق حفر الآبار لاستخراج المياه اللازمة للزراعة، مثلما يحدث في دول غرب آسيا، ودول الخليج العربي.

أو عن طريق الري بواسطة الأنهار Rivers، كما هو الحال في مصر والعراق والأردن وإيران، وغيرهم.

وهناك الكثير من مشروعات التنمية الزراعية المنتشرة في جل دول العالم، والتي يتم الاعتماد فيها على بناء السدود في بطون الأودية الجافة أو حفر الآبار أو تعذيب المياه أو ابتكار طرق ري حديثة كالري بالتنقيط أو الري بالرش المحوري.

(ب) الرعي:

يمثل الرعي حرفة أساسية قد يكون لها انتشار مساحي أكبر من جرفة الزراعة في الأقاليم القاحلة والجافة. وتنتشر حرفة الرعي في آسيا في صحاري منغوليا وهضبة التبت ووسط آسيا، وكذلك في صحراء شبه الجزيرة العربية.

ومنذ فترة، وحتى عهد قريب، كان يسود الرعي في شبه الجزيرة العربية قبل أن يحل البترول محل الرعي كنشاط رئيس، ويتحول كثير من السكان إلى العمل بالزراعة على الآبار الارتوازية، كما نجد أن الرعي في مصر يوجد في شبه جزيرة سيناء، وهو رعي أودية جبلية، بينما في شمال سيناء فهو رعي سهول ساحلية،

وفي القارة الأفريقية يوجد كذلك في شمال وشمال غرب مصر، حيث جماعات أولاد علي الذين يتحركون عبر الحدود الليبية، ويوجد الرعي كذلك في القطاع الأوسط والشمالي بدولة السودان، وفي أمريكا الجنوبية يته رعي الأغنام والخنازير في صحراء أتكاما.

(ج) التعدين:

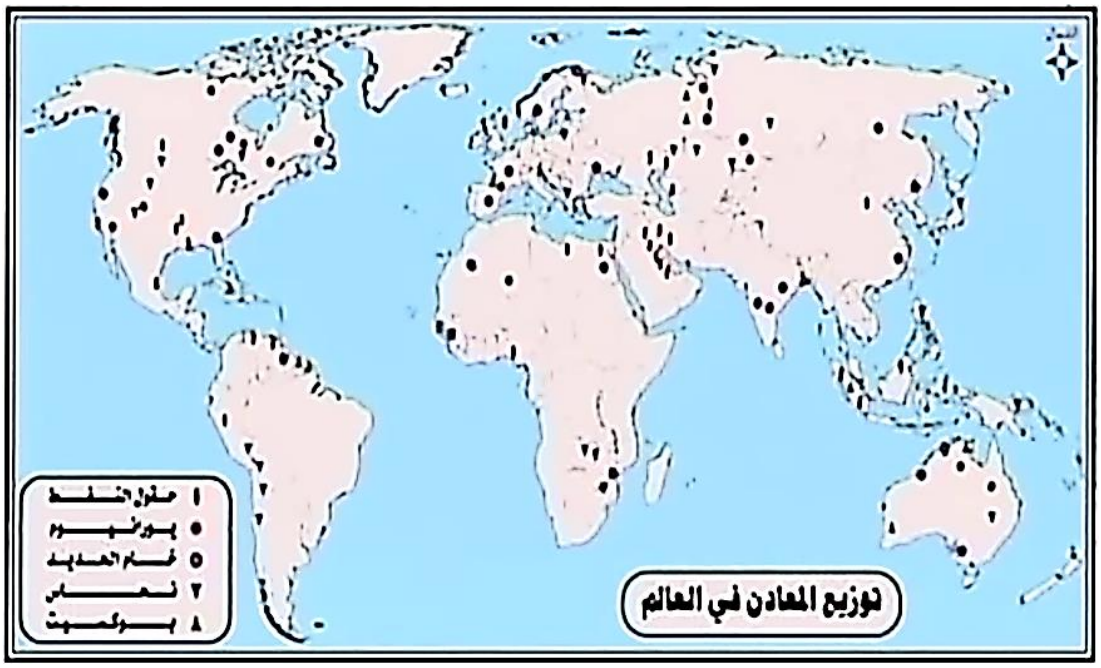
يعد البترول «الذهب الأسود» والغاز الطبيعي من أهم موارد الطاقة استخراج من المناطق الصحراوية الجافة، حيث يستخرج البترول من أحواض الترسيب في صحاري: «الصين و شبه الجزيرة العربية و إيران و ليبيا و الجزائر و مصر و السودان و صحاري غرب الولايات المتحدة و استراليا و غيرهم».

أما الثروة المعدنية، فهي تنتشر كذلك بالأقاليم الصحراوية القاحلة والجافة، حيث يتم استخراج الفحم من صحراء وسط تشيلي، ويستخرج النحاس من صحاري:«الصين و الجزائر و المغرب و استراليا».

كما يتم تعدين الحديد في صحراء مصر الغربية «الواحات البحرية»، وكذلك الذهب فيتم تعدينه في صحراء مصر الشرقية «منجم السكري» وفي صحراء ولاية أريزونا بالولايات المتحدة الأمريكية.

ومن أكثر الموارد المعدنية أهمية وانتشارا في البيئات الصحراوية القاحلة والجافة «الفوسفات و النترات»، وهي تستخدم في صناعة مخصبات التربة. وينتشر تعدين الفوسفات في تشيلي،

وفي مصر فيتم تعدين الفوسفات من هضبة أبو طرطور، بين الواحات الخارجة والداخلة، ومن منطقة السباعية شرق وادي النيل إلى الشمال من مدينة أسوان.



ثالثاً: طرق التنمية ومواجهة المشكلات بالأقاليم الجافة:

تتمثل أهم طرق التنمية ومواجهة المشكلات بالأقاليم الجافة في:

(١) حفر الآبار المنظم.

(٢) الاستفادة من مياه السيول.

(٣) بناء السدود.

(٤) إقامة العقوم (السدود الترابية).

(٥) حفر وتطوير قنوات الري.

(٦) تدوير وتعذيب المياه.

رابعاً: أهم الامكانيات الاقتصادية للأراضي الجافة وشبه الجافة وكيفية تنميتها:

لقد عاش الانسان في الأراضي الجافة آمادا طويلة، واستطاع، بما أوتي من عقل وحكمة، أن يطوع ظروفها القاسية، أو أن يتأقلم بها. وتمكن من معرفة معطياتها واستكشاف مزاياها، فاستغل مواقعها الجغرافية وعلاقاتها المكانية في التجارة والوساطة التجارية، مستخدما الجمل سفينة الصحراء. ومع التقدم في وسائل النقل، جلت محله الشاحنات على دروب الصحاري التي جرى تعديلها وتنظيمها وتمهيدها، وكذلك السكك الحديدية التي تسير عليها القطارات بسرعات متزايدة، إضافة إلى الطيران الداخلي الذي يربط مراكز العمران المتناثرة ويصلها بالخارج.

إن القدرات الخلاقة للإنسان الساكن في الصحراء ، تفسر لنا أزدهار الحضارة ونشوء مراكز العمران النشطة فيما مضى، وهي أيضا الواعدة في التحكم في ظروف المستقبل، وليس بغريب أن يخص الخالق سبحانه وتعالى، الأراضي الجافة برسالاته. ففيها نزل الوحي على موسى وعيسى ومحمد عليهم

جميعا أفضل الصلاة وأزكى السلام. ومن الأراضي الجافة خرجت دعوة الحق إلى مختلف انحاء العالم، وأقاليمه الرطبة، وقدمت الحلول السعيدة المشاكل سكانها.

والآن تتردد آراء وتكثر اقتراحات تزكي الأراضي الجافة وشبه الجافة ، الأن تكون مجالات للاستغلال الرعوي والاستخدام الزراعي، حيث تكمن الحلول المشاكل الغذاء في العالم، إضافة إلى ما تحويه تلك الأراضي من ثروات معدنية وموارد للطاقة .

وتضم الامكانيات الاقتصادية للأراضي الجافة وشبه الجافة البنود الآتية :

- الأراضي الصالحة للرعي البدوي التقليدي.
- أراضي الاستصلاح للاستزراع.
- الثروة المعدنية وموارد الطاقة والصناعة.
- موارد المياه العذبة .

وتأتي المياه العذبة في المقام الأول، فلا رعي ولا زراعة ولا تعدين ولا صناعة بدون المياه العذبة . وقد وضعناها الأخيرة في الترتيب، لأن بنود الاقتصاد كلها، وإمكانات التوسع فيها تتوقف على مدى توفر الماء العذب، واستمرارية الحصول عليه.

(أ) الرعي أساس اقتصاد الصحراء:

لاشك أن رعي الحيوان يمثل الاستخدام الأمثل لأرض المناطق الجافة. ذلك لأن الماء، كما ذكرنا هو العامل المتحكم في الاقتصاد الصحراوي، سواء من حيث الوجود أو النوعية. فالحياة في المناطق الجافة لا تتوقف على وجود المياه ووفرتها، والاقتصاد في استخدامها فحسب، وإنما تعتمد أيضا على نوعيتها ودرجة ملوحتها.

فإذا ما توفرت المياه في الصحاري، وعادة ما توجد بكميات متفاوتة، فإن المشكلة تتركز حينئذ في كيفية معالجة ملوحتها .

فإذا ما أمكن تخليص المياه من الملوحة بوسائل سهلة ورخيصة. فإن قسما كبيرا من مشكلة تعمير الصحارى يصبح وشيك الحل.

وتتراوح ملوحة المياه الجوفية في الأراضي الجافة بين ٣٠٠ و ٣٠٠٠٠ جزء في المليون، بينما يبلغ متوسط ملوحة مياه البحار والمحيطات حوالي ٣٠٠٠٠ جزء في المليون. وعلى الرغم من أن الصخور التي تتألف منها أراضي المناطق الجافة لا يشترط بالضرورة احتواؤها على نسبة عالية من الأملاح، فإن ما يترسب من الأملاح نتيجة لعمليات التبخر الشديد بتأثير ظروف الجفاف، يزداد بازدياد طول فترات الجفاف. ذلك أن أية رطوبة بالأراضي الجافة حينها تصل إلى السطح ما تلبث أن تتبخر، وتترك محتواها الملحي على السطح، بينما تتمكن المياه الوفيرة في الجهات الرطبة من غسل التربة وإزالة أملاحها.

والنبات الطبيعي يستطيع التكيف بالبيئة الصحراوية الجافة، ذلك أن له قدرات خاصة على امتصاص رطوبة التربة، وتحمل درجات ملوحة مرتفعة. أما النبات المزروع فيتطلب كميات كبيرة من المياه العذبة، لا تتعدى ملوحتها درجات معلومة لكل محصول زراعي. وكل ما أمكن

التوصل إليه لتدبير أكبر قدر من المياه، خلط المياه العذبة بمياه الصرف، السقاية أنواع معلومة من المحاصيل الزراعية.

. وإذا كان لكل نوع مناخي نبات خاص يجود فيه طبيعيا دون حاجة التدخل الإنسان، كشجرة الزيتون التي يتركز نموها الجيد في منطقة معلومة على تأثير ظروف مناخ البحر المتوسط، فإن شجرة نخيل التمر تعتبر مثالية للمناطق

الحارة الجافة ، فهي تجود حيثما توفرت ظروف الحرارة والجفاف. وهي تقبل السقاية بمياه مالحة، تصل درجة ملوحتها إلى ٨٠٠٠ جزء في المليون، بل إنها تتحمل درجات ملوحة أعلى من ذلك، لكن إنتاجيتها تتناقص بازدياد الملوحة عن هذا القدر. ويتحدد وجودها بالمناطق الجافة بوفرة المياه ، لأنها تتطلب لسقايتها كميات كبيرة منها. ومن ثم فإن زراعتها تنحصر في الواحات الغنية بالمياه.

وإذا كانت زراعة النخيل، وهي الشجرة المثالية النمو في الصحاري ، تجد صعوبات ومعوقات عدم كفاية المياه، فإن رعي الحيوان أيسر، وأكثر ملاءمة وأبقى على الزمن، فالحيوانات المستأنسة في المناطق الجافة ، وأخصها الإبل والماعز والغنم، تلزم لسقايتها كميات قليلة من المياه، كما أنها تقبل شرب المياه المرتفعة الملوحة،

فالإبل تشرب مرة كل يومين في الصيف، وإذا ما توفر مرعي جيد في المنخفضات وقيعان الوديان، فإنها تكتفي بالشرب كل اسبوع مرة. ويمكنها الامتناع عن الشرب طوال الشتاء، حين يقترن فصل البرودة بالأمطار، وبالتالي بالرعي الجيد الذي تتوفر فيه نسبة من المياه تصل إلى نحو ٨٠ ٪.

وفي هذا الفصل لابد من رعاية القطيع والتجول وراءه لأنه يستطيع أن يقطع في تجواله وراء المرعى مسافة قد تصل إلى ٢٠ كم في اليوم، فهو لا يتقيد بمورد مائي يستقي منه كالماعز والأغنام، وإنما يكفيه المحتوى المائي في النبات، ويغنيه عن الشرب، أما في الصيف مع الحرارة والجفاف، فإن الإبل تلتزم مورد الماء في الواحات، أو ينتقل الرعاة بقطعانهم إلى هوامش الصحراء، أو إلى مناطق الكثبان الرملية حيث يتوفر قدر من المياه اللازمة لسقايتها.

وتلك هي «رحلة الرعي الأفقية» التي تميز القبائل البدوية في المناطق الجافة، وهي طريقة الرعي البدوي التقليدية، التي تتميز عن «رحلة الرعي الرأسية» التي سبق أن وصفناها في مرتفعات تيبيستي، والتي تمارسها قبائل «تيبو» و«تيدا». والتي نجدها أيضا في مرتفعات تاسيلي والحجار الجزائرية، ومرتفعات زاجروس بإيران.

ورغم أن الأغنام والماعز تتطلب السقاية يوميا وتلزم ها مراعي جيدة كى تدر الألبان، بينما يستمر إدرار نوق الإبل طوال السنة تقريبا، فإنها هي الأخرى تستطيع تحمل مياه ملوحتها عالية. فالأغنام الاسترالية تستطيع تحمل ملوحة تصل إلى ٢٠٠٠٠ جزء في المليون، ولكنها تتأثر سلبا على المدى الطويل إذا ما زادت الملوحة عن ١٩٠٠٠ جزء في المليون. وللعلف الأخضر تأثير إيجابي على تحمل الملوحة.

يتضح مما سبق أن رعى الحيوان يمثل الاستخدام الأمثل لأراضي المناطق الجافة، لأن حيوانات الصحراء أكثر اقتصاد من غيرها في استخدام المياه، وأقدر من غيرها على تحمل الملوحة العالية، وعلى الحركة والانتقال وراء المرعى الطبيعي الذي يتميز بقدرات فائقة، أيضا على تحمل الجفاف والملوحة، وعلى الاستفادة من رطوبة التربة .

والرعي لا يقتصر على تلك الجماعات البدوية التي تتجول بقطعانها في داخلية الصحاري بحثا عن المرعي، والذي يتمثل في النباتات الحولية التي تنبت وتزدهر عقب سقوط أمطار فجائية، وإنما يتم أيضا في الأراضي شبه الجافة التي تتساقط فيها الأمطار الفصلية ، بشيء من الانتظام، فإن ممارستها تتم في قلب

المناطق الشديدة الجفاف، إذا ما توفر الري الصناعي عن طريق نهر عابر لها، أو بماء باطني عثر عليه فيها.

إن الرعي البدوي الذي اشتهرت به صحاري العالم القديم يضمحل بخطى حثيثة، ويسرع في الزوال عن طريق مغريات التحضر، وتشجيع الحكومات للبدو على الاستقرار والزراعة غير المضمومة على المدى الطويل . ذلك حال الرعي والرعاة في دول البترول بالشرق الأوسط). أما البدو والرعاة في دول اخرى غير بترولية كتلك التي تقع في نطاق الساحل الأفريقي، فإنهم يعانون من الجفاف، ومن سوء استخدام المراعي، وتدني إنتاجية الحيوان لحوما وألبانا، ومن الإهمال وإحجام الاستثمارات الأجنبية، لعدم وجود الضمانات الكافية، وكثرة القلاقل والاضطرابات وحالة عدم الاستقرار السائدة.

(ب) أراضي الاستصلاح للاستزراع:

١- بالمياه الجوفية الحفرية:

كتب الكثير عن زراعة الواحة، كما ترجم الكثير من الدراسات الخاصة بها، وكلها دراسات متفائلة، تقدر للمياه الباطنية عمرة مديدا، ومن ثم لزراعة الواحة على مواردها الوفيرة مستقبلا طيبا. وتبعا لذلك أقيمت مشروعات زراعية إنتاجية في الأقطار البترولية تحت شعار «زراعة البترول» أوردنا دراسة الأمثلة منها في بحث سابق، في المملكة العربية السعودية وفي ليبيا، وتلك مشاريع حكومية، إضافة تشجيع إلى الحكومات للمزارع الخاصة بإعطاء القروض، التي عادة لا ترد، وتوفير المعدات اللازمة لحفر الآبار العميقة وشراء المحصول. ومثال محصول القمح الوفير في المملكة السعودية مشهور، حتى أن الفائض تم تصديره بدعم، أو في صورة منح ومساعدات إلى بلدان الحاجة .

في رأينا أن تلك المزارع «شبحية»، تظل قائمة ما دام الدعم سندها، وتنتقل «كالشبح» من مكان نضب ماؤه إلى آخر لاستنزاف مائه، وقد نبهنا لذلك منذ بداية السبعينات في أبحاث متعددة عن المياه الحفرية، وقرئت للمؤلف أبحاث في مؤتمرات عربية دولية (في عام ١٩٧٠ ببنغازي - ليبيا، وفي عام ١٩٧٩ بالرياض - المملكة السعودية).

إن الأراضي الجافة لا تنقصها التربات الطميية واللومية الحفرية. ذلك أن منخفضاتها كانت مصبات لتصريف مائي مركزي على مدى فترات طويلة مطيرة، إبان عصر البليستوسين، بل ومن قبله خلال البلايوسين آخر عصور الزمن الثالث، الذي تميز هو الأخر بفترات طويلة رطبة، وفيها تراكمت رواسب فيضية، عمرتها النباتات الطبيعية قديما، ثم النبات المزروع بالاستيطان البشري حديثا. ومن ثم فإنها تتصف بخصائص التربة الخصبة المنتجة، لكنها تفتقر إلى الماء

إن أي دارس لمنخفض صحراوي يمكنه تمييز التربات الغرينية الحفرية بسهولة ويسر. فهي تختفي أسفل غطاء من الرمال السافية متفاوت السمك. وسمكها كبير، يقدر أحيانا بالأمتار، لكن مستوياتها العليا ترتفع فيها نسبة الأملاح، ولذلك فهي بحاجة إلى غسيل واستصلاح، وينبغي أن يصاحب الري الصرف ويلازمه، ففي مثل هذه البيئة الحارة الجافة تتضاعف حاجة الزراعة إلى الماء، لقد تم تقدير المساحات الصالحة للزراعة الفورية في حالة توفر الماء بمنخفضات مصر الغربية وحدها، بنحو نصف مليون فدان، تزداد إلى الضعف ما دام الماء موجودا، بل لقد اكتشفت أراضي منبسطة مستوية ذات تربات صالحة للزراعة، نصل مساحتها إلى مليونين من الأفدنة في شرق جبل العوينات . وقيل أن المياه الجوفية متوفرة وأقيمت هناك مزرعة تجريبية فسيحة.

إن المشكلة في الأراضي الجافة وشبه الجافة ليست مشكلة وجود أراضي قابلة للزراعة، فمنها ملايين الأفدنة مبعثرة في منخفضات ثلث اليابس الجاف، ولكنها مشكلة مياه، والخلل في التوازن المائي الجوفي يعمها جميعاً، نتيجة لتلك المشروعات الزراعية الكبيرة، والتي قامت، أعود فأقول، على أساس فهم غير صحيح، ومعرفة قاصرة بالمياه الجوفية الحفرية.

إن التفاؤل الشديد، وكذلك التسرع، سمتان لا مكان لها في ميدان العمل الزراعي بالأراضي الجافة، ويجب التخلي عن المشروعات الإنتاجية الكبيرة القائمة على الري من المياه الجوفية . ونحن نعتقد أن أنجح المشاريع التي يمكن أن تقام هناك، ينبغي أن تكون صغيرة محدوده الرقعة، ما دامت تعتمد على موارد المياه الجوفية الحفرية، وأن يكون هدفها مجرد تثبيت السكان المقيمين هناك، بتدبير عائد أكبر، وتوفير حياة أفضل، حتى لا يجرفهم تيار الهجرة إلى المدن المكتظة بالسكان، فتخلو الصحاري من البشر.

٢- بمياه الأنهار:

يمكن تدبير كميات إضافية لري أراضي صحراوية جديدة ريا مستديما عن طريق الأنهار العابرة للأراضي الجافة وشبه الجافة، عن طريق بناء مشاريع الري الكبرى، كالسدود على مجاري تلك الأنهار، واستقطاب المياه الضائعة في مناطق المستنقعات، عن طريق حفر مجاري صناعية مستقيمة وعميقة، وتحويل مياه أجزاء من المجاري المائية إليها، وتخزين المياه في بحيرات المجاري العليا، وتنظيم الجريان المائي على امتداد الأنهار زمن الفيضان. ورغم ذلك فإن الزيادة في النهاية لن تتعدى بطبيعة الحال مائية النهر.

ونعود ونعطي المثال بالنيل: يبلغ المتوسط السنوي لمائية النيل الطبيعية حوالي ٨٠ مليار م٣. وتبعا لاتفاقية مياه النيل، يبلغ حجم حصة مصر السنوية من مياه النيل ٥٥,٥ مليار م٣. وبعد استكمال حفر قناة جونجلي فيما بين «نيمولي» والنيل الأبيض شرقي بحيرة «نو» يتوفر لمصر ٢ مليار م٣ تزداد في المستقبل إلى ٤ مليار م٣ بعد استقطاب فاقد مياه بحر الجبل، وهذه تكفي لري نصف مليون فدان ريا مستديما.

وهناك مشاريع ستتم في المستقبل لاستقطاب كل المياه الضائعة بالتبخر في مناطق السدود النباتية والمستنقعات، وتشمل التخزين في بحيرة ألبرت، وفواقد المياه في مستنقعات حوض بحر الغزال وبحر الزراف ونهر السوباط، وجملتها ٣٦ مليار م٣، تنال مصر منها حصة مقدارها ٧ مليار م٣ تكفي لري ٠,٩ مليون فدان، فيصير مجموع مساحة الأراضي الجديدة الممكن زراعتها على مياه هذه الحصة، بالإضافة إلى حصة مياه جونجلي ١,٤ مليون فدان، حينما تروي بالأساليب التقليدية، تتضاعف إلى ٢,٨ مليون فدان باستخدام الأساليب المتطورة .

وتبلغ كمية مياه الصرف التي تأخذ طريقها إلى البحر كل عام ١٦ مليار م٣، وهي كمية تساوي حوالي ٣٠ ٪ من حصة مصر السنوية الحالية في مياه النيل ومقدارها كما ذكرنا، ٥٥,٥ مليار م٣. وتتراوح نسب ملوحة مياه الصرف بين ١٠٠٠ - ٣٠٠٠ جزء في المليون، وبعضها تبلغ ملوحته ٥٠٠ جزء في المليون، بينما لا تزيد ملوحة مياه النيل عن ٢٠٠ جزء في المليون.

ومن الممكن إعادة استخدام مياه الصرف للري بعد خلطها بمياه النيل بنسبة ١ إلى ١ ، وتبلغ مياه الصرف في دلتا النيل وحدها ٧,٥ مليار م٣، يتم

إعادة استخدام نحو ٤ مليار م٣ منها للري بعد خلطها بمياه النيل، وتكفي هذه الكمية سقاية مليون فدان. ويتبقى من مياه الصرف الضائعة نحو ١٢ مليار م٣ يمكن استخدامها للري مستقبلا.

ويبلغ حجم خزان المياه الجوفية في وادي النيل ودلتاه في مصر نحو ٥ مليار م٣، في الدلتا ثلاثة ونصف مليار م٣، وفي الوادي ١,٥ م٣، ويكفي نصف هذا المقدار سقاية نصف مليون فدان. ومن الممكن الجمع بين مياه الري الجارية والمياه الجوفية في نهايات الترع، حيث تضعف الأولى وتغزر الثانية نسبيا.

وإذا ما حصرنا الحجم الكلي لموارد مصر المائية في المستقبل، والذي يتضمن المياه من النيل ومن مياه الصرف ومن المياه الجوفية، سنجده حوالي ٨٠ مليار م٣ في السنة، وهو حجم يوازي حجم متوسط مائية النيل الطبيعية. وتكفي الزيادة في الموارد المائية مستقبلا لإرواء نحو أربعة ملايين فدان . وهي مساحة تتوزع على جانبي الدلتا، وفي الصحراء الشرقية وشبه جزيرة سيناء، وفي صحراء مصر الغربية، وفي نطاق الساحل الشمالي، وفيها يعرف بالوادي الجديد.

وهناك إمكانيات مؤكدة للتوسع الزراعي على مياه النيل في شرقي الدلتا وشبه جزيرة سيناء ، وكذلك في غرب الدلتا والساحل الشمالي غرب الاسكندرية. وتبقى مناقشة إمكانية توصيل مياه النيل إلى أراضي الوادي الجديد وهو المشروع الذي تعثر بسبب عدم كفاية المياه الجوفية .

وفكرة «الوادي الجديد، تتمثل في إطار يجمع منخفضات واحات صحراء مصر الغربية، التي تتنوع في صف طولي من الجنوب نحو الشمال فيما يشبه الوادي، يناظر وادي النيل الاصلي ويوازيه، وذلك بتوصيل مياه النيل إليه من

بحيرة ناصر أو بحيرة السد العالي. ولعل نظرية النيل القديم» Ur Nil للعالم الألماني بلانكين هورن Blanken horn كانت حافزا الفكرة «الوادي الجديد». وقد تبين أن المياه الجوفية لا تكفي طموحات استزراع مساحات كبيرة من أراضي الواحات الطمييية الخصبة التربة، وعدم جدوى الاعتماد عليها في التعمير الحقيقي الدائم، كما كان وجود بحيرة ناصر، بحسبانها مخزنة مائيا ضخما، وقربها من مسار مشروع الوادي الجديد دافعا وحافزا لهذه الفكرة.

وقد تعددت المسارات المقترحة:

١- تخرج القناة من بحيرة ناصر لتصل إلى الواحات الخارجية، ومنها إلى الواحات الداخلة، ثم تعود إلى النيل عند مدينة أسيوط.

٢- يتم استكمال مسار القناة إلى منخفض واحات الفرافرة ومنخفض الواحات البحرية، ثم تنتهي إلى منخفض وادي الريان كمصرف.

٣- يتواصل المسار إلى منخفض القطارة، حيث يرتبط بمشروع المنخفض التوليد الكهرباء، أو كمكمل للمشروع.

٤ - بعد اكتشاف الستة ملايين فدان الصالحة للزراعة شرق العوينات، أصبح المقترح يمر بهذه المساحة الجديدة، قبل أن ينتهي شالا إلى الواحات وحتى النهاية .

<u>وهناك أفكار أخرى، على خلاف الوادي الجديد ، ترى:</u>

١- توصيل مياه النيل إلى الأراضي الصالحة للزراعة بالصحراء الغربية من الشمال بترعة أو أنبوب على امتداد الساحل الشمالي، ومن الدلتا إلى منخفض القطارة.

٢- توصيل مياه النيل من بحيرة ناصر إلى القطاع الجنوبي فقط من الوادي الجديد، أي إلى الواحات الخارجة والداخلة، وكذلك من دلتا النيل إلى القطاع الشمالي فقط في القطارة والساحل الشمالي الغربي، وبالتالي لا تدخل مياه النيل إلى القطاع الأوسط من الوادي الجديد، وهو القطاع الذي يشمل الواحات البحرية والفرافرة، معتمدا على غني هذه الواحات بالمياه الجوفية.

نخرج من دراسة هذا المثال الخاص باستزراع أراضي صحراوية على مياه نهر عابر، أن المشكلة أيضا ليست مشكلة نقص في الأراضي الصالحة للاستزراع، وإنما هي مشكلة تدبير المياه. فحتى لو أمكن في المستقبل استخدام كل قطرة من مياه النهر الإستخدام الأمثل، فإن المساحة محدودة، ولا يمكن أن تتناسب مع الزيادة السكانية المستمرة. والأقطار الصحراوية التي تعتمد على مياه الأنهار العابرة في الزراعة مكتظة فلا بالسكان. ويكفي أن نقول أن نصيب المصري من مساحة أرض مصر المزروعة تبلغ ٠,١ فدان، ومن المساحة المحصولية ٠,٢ فدان (الفدان ٤٢٠٨ متر تقريباً) وكانت في بداية هذا القرن العشرين ٠,٧ فدان. ولهذا فإن التوسع الزراعي الأفقي أمر ضروري، ولكن مداه محكوم بإمكانيات الموارد المائية التي لن تزيد عن تصرف النهر الطبيعي السنوي ، حينها يصير استغلالها على الوجه الأكمل في نهاية المطاف. وإذا ما نجحت خطط التوسع الزراعي الأفقي، وصاحبها تنظيم الأسرة، فإن الوصول إلى مستوى نصيب المصري من الأرض الزراعية والمساحة المحصولية في أوائل هذا القرن، رغم ضعفه، فإن ذلك يحسب إنجازا عظيما.

وليست باكستان، دولة نهر السند بأحسن حالا من مصر. فهي تملك مثل مصر، شبكة كثيفة للري يتم بها سقاية نحو ٣٣,٥ مليون فدان (حوالي ١٤

مليون هكتار) ويتحكم في مياه السند عدد من السدود والقناطر. وهناك عدد من المشاريع، كما في مصر، للتوسع الزراعي الأفقي والرأسي. وتبلغ حصة الباكستاني من الأراضي الزراعية نحو ٠,٢٨ فدانا، ومن المساحة المحصولية نحو ٠,٤ فدانا. وإمكانيات التوسع الأفقي على مائية السند محدودة.

ويبلغ المعدل السنوي لكمية مياه الأنهار بالعراق حوالي ٧٣ مليار متراً مكعبا، منها ٤٤ ملياراً نصيب دجلة، و٢٩ ملياراً للفرات، وتهدف سياسة التحكم والسيطرة على مياه الأنهار بالعراق، كالحال بالنسبة للنيل والسند إلى تحقيق ثلاثة أهداف هي:

- توفير المياه العذبة لسقاية أكبر مساحة زراعية ممكنة.

- درء أخطار الفيضانات خصوصا منها الطوفانية المفاجئة التي يتميز بها نهر دجلة.

- ثم توليد الطاقة الكهربائية المائية.

وإذا أمكن تنظيم الري المستديم، وتم التحكم في مائية نهري دجلة والفرات بخزن مياه الفيضان الاستخدامها للري في الموسمين الشتوي والصيفي، لترتب على ذلك مضاعفة مساحة الأرض المزروعة حاليا، وتحويل الأرض البورية، وهي التي يزرع نصفها كل سنتين مرة، إلى الزراعة الكثيفة، حيث تزرع الأرض كلها وفق دورة زراعية معلومة. وبالتالي يتضاعف المحصول، ويحدث التوسع الزراعي الأفقي، والتوسع الزراعي الرأسي في آن واحد.

ويبلغ مجموع مساحة الأراضي التي تستفيد من مياه النهرين حاليا بطريقة الزراعة البورية (يزرع نصف الأرض كل سنتين مرة) نحو ٣,٢٥

مليون هكتار (مياه دجلة ٢,٠٢٥ مليون هكتار، ومياه الفرات ١,٢٢٥ مليون هكتار) تأخذ من مياه النهرين حوالى ١٧,٤ مليار متراً مكعباً، إضافة إلى نحو ٢ مليون فدان تزرع بمياه الأمطار زراعة بورية أيضا، ويمكن حين التحكم الكامل في مائية النهرين تدبير نحو ٢١,٥ مليارا من الأمتار المكعبة الري ما يقرب من ٢,٢٥ مليون هكتاراً دائماً (١,٥٥ مليون هكتارا بمياه دجلة، و٧٠٠ الف هكتار بمياه الفرات)، وهكذا يمكن أن تبلغ جملة مساحة الأراضي الزراعية نحو ٧,٥ مليون هكتار، أي حوالي ١٨ مليون فدانا مصريا، تحتاج ٣٨,٩ مليارا من الأمتار المكعبة، وهذه كمية تسمح بها مائية النهرين التي تبلغ في أدنى سنى تصريفها ٤٩,٧ مليار مترا مكعبا.

ويبلغ نصيب العراقي من الأراضي المزروعة بالري من مياه دجلة والفرات وبمياه الأمطار بنظام الزراعة البورية حاليا نحو فدانين مصريين اثنين (السكان حوالي ٢٤ مليونا، والأرض البورية ١٢ مليون فدان تقريبا). وحصة الفرد في المساحة المحصولية نحو فدان واحد. لكن حصة الفرد يمكن أن تتضاعف في المستقبل، كما ذكرنا، لو أمكن التحكم في مائية النهرين.

ولما كان قسم كبير من موارد العراق المائية ينشأ خارج حدوده، فإن ما يصل منها إليه يتوقف على حسن نوايا أولئك الذي تقع في أراضيهم مياه أعالي هذين النهرين، ذلك أن مشاريع التحكم في مياه أعالي النهرين خارج حدود العراق، يمكن أن تلحق الضرر الجسيم باقتصاده الزراعي، وتسبب النزاع مع جاراته، كما حدث حينها أقيم سد الفرات في الأراضي السورية.

<u>(ج) موارد المياه العذبة:</u>

إن جهود الكشف عن موارد باطنية للمياه العذبة في الصحاري سيتواصل، لكن نظرا لأن الكميات الكلية التي يحتويها جوف المناطق الجافة محدودة، وترتبط كلية أو تكاد بفترات مطيرة ولت وانتهت، فإن الكشف عن موارد جديدة سيكون محدودا، وتبعا لذلك فإن قيمته الاقتصادية لن تكون كبيرة. أضف إلى ذلك مواقع الموارد المائية المكتشفة في بقاع صحراوية نائية، تجعل عملية استغلالها المكلفة لصالح مجموعات مبعثرة من البدو غير اقتصادية.

وقد تمت تجربة استغلالها محليا على نطاق واسع بمشروع زراعي إنتاجي كبير بمنخفض واحات الكفرة بليبيا، فلم يكتب للتجربة النجاح حسبها أسلفنا. فائخذت تجربة استغلال المياه الجوفية مسارا آخر، شجعت اليه حاجة مدن الساحل الملحة إلى المياه العذبة، بعدما تضخمت عمرانيا بالهجرة إليها من الصحراء، فالمياه تنقل الآن من الجنوب الليبي عبر أنابيب يبلغ طولها ١٠٠٠كم، وسعتها أربعة أمتار، إلى الساحل، حيث يتم تخزينها في خزان مكشوف عند بلدة اجدابيا على خليج سيرت، وهناك تتعرض للتبخر الشديد وللنمو النباتي، ولأنواع من مستعمرات الحشرات الضارة، والطفيليات، وذلك هو مشروع النهر العظيم.

إن إعذاب مياه البحر سيظل يواجه مشكلة الحاجة إلى مصادر طاقة رخيصة، إضافة إلى التلف السريع الذي يصيب معدات معامل الإعذاب ، التي يلزم تبديلها وإحلالها بالجديد كل خمسة عشر عاما مرة. ولعل تكلفة إعذاب مياه البحر المرتفعة كانت من بين أسباب تنفيذ مشروع النهر العظيم في ليبيا الذي أشرنا اليه سلفا، رغم أنها دولة بترولية. واستخدام الطاقة الشمسية حتى الآن، رغم انقضاء أكثر من ثلاثة عقود من الزمن منذ بداية استخدامها، قد يفيد في

مجرد توفير مياه الشرب لمراكز عمران صغيرة منعزلة، وثرية أيضا كي تتحمل نفقاتها المرتفعة.

إن تكلفة إعذاب المياه عن طريق الطاقة الحرارية بالبترول، أو بالطاقة الشمسية بوضعها الحالي، جدٌ مكلف، وليس هناك ما يبرر استخدام هذه الوسائل إلا للضرورة، مثل تموين مركز حضري بالمياه العذبة حينها يتم وجودها. وغني عن البيان أن ارتفاع التكلفة بهذه الوسائل لا يلائم بأي حال مشاريع زراعة، الا في نطاق محدود، كأن تستخدم في إرواء المتنزهات التي تتخلل المدن، أو لسقاية بعض بقاع مزروعة بالخضر التي يتم تسويقها في حلة عمرانية غنية. وحيثما توفرت الطاقة تستخدم المياه الجوفية المرتفعة الملوحة بعد خلطها بالمياه التي جرى إعذابها في إرواء المزارع، كما يحدث في مزارع الكويت، ومزارع منطقة الإحساء بشرقي المملكة السعودية، وهي عملية مكلفة أيضا لا تستمر الا بدوام الدعم من البترول وعائداته.

وقد أمكن إحراز تقدم في مجال مقاومة الملوحة، وذلك عن طريق تطوير مقاومة مختلف المحاصيل من جهة، وبانشاء شبكات للصرف حتى لا تتراكم الأملاح في التربة من جهة أخرى. ففي حالة ارتفاع الملوحة بالمياه يلزم الصرف الجيد. وحينئذ يمكن لمختلف المحاصيل ومنها الأشجار المثمرة أن تنمو نموا جيدا.

إن زيادة الموارد المائية الجوفية في الأراضي الجافة، أمر ممكن، عن طريق تكثيف عمليات البحث والتنقيب، لكن الزيادة ستكون محدودة ومتواضعة، ورغم ذلك فإنه بالإمكان اللجوء إلى أساليب متنوعة لمواجهة المشكلة من ذلك مايلي:

أ- زيادة كميات الناتج من المياه من مصادرها الحالية، كأن تتقدم وسائل الحفر، للوصول إلى أعماق بعيدة ، دون أن تنهار الآبار.

ب- الكشف عن موارد جديدة للمياه، وتحسين كفاءة استخدامها.

ج- إتباع أساليب متنوعة لتقليل الفاقد من المياه بتأثير التبخر، وبالإسراف

في استخدامها، ذلك بالوسائل الآتية:

١- إضافة رواسب طينية دقيقة لمكونات التربة، وذلك للإقلال من مساميتها.

٢- استنباط أصناف جديدة من مختلف المحاصيل تتميز بقلة النتح، ورش غشاء رقيق من المواد الكيميائية التي تعمل على إغلاق المسام في فروع أوراق الشجر.

٣- تبطين قنوات الري (الترع)، وإزالة النباتات المائية مثل ورد النيل، التي تضيع بسببها كميات ضخمة من مياه الري خصوصا حيثما اشتدت كثافة الترع والمصارف، كما في أودية ودالات الأنهار العابرة للصحاري.

٤- إتباع وسائل الري الحديثة كالري بالتنقيط والري بالرش. والأولى هي الأكثر اقتصادا وتوفيرا للمياه ، وكذلك فإنها أكثر الوسائل تقليلا للتبخر، أما الري بالغمر، وهو الشائع في أودية الأنهار، فيتسبب في كثرة التبخر ويساعد على تمليح التربة، كما ينبغي الإقلاع تماما عن الري المميحي، أو الري بالراحة، لأنه مضيعة للمياه، كما يسبب تمليح التربة وإجدابها.

٥- إمكانية تغطية أسطح الخزانات المائية المكشوفة بغشاء رقيق من مادة تحمي المياه من التبخر، خصوصا تلك الخزانات الفسيحة مثل بحيرة ناصر

أمام السد العالي. وتقوم اليابان الآن بتجارب لتغطية خزان المياه باجدابيا حيث مصب النهر العظيم بليبيا.

٦- إجراء التجارب على معدلات استخدام المياه بالنسبة لمختلف المحاصيل. فقد أمكن الإقلال من معدلات المياه اللازمة لري بعض المحاصيل بنسب تتراوح بين الخمس والخمسين في مزارع التجارب بالجيزة، دون أن تتأثر إنتاجية المحاصيل.

٧- تعديل المركب المحصولي أو تغييره بالنسبة لبعض المحاصيل بما يتلاءم مع ظروف مستجدة، مثل زيادة موارد المياه والحاجة إلى إنتاج محاصيل التوفير المواد الخام اللازمة للصناعة مثل قصب السكر، وللتصدير مثل الأرز، وللذرة التي تغير موسمها فجادت وتضاعف إنتاجها، وذلك كله بعد أن تم حجز المياه في بحيرة ناصر.

٨- إعادة استخدام مياه الصرف بعد خلطها بالمياه العذبة، وقد نجحت هذه التجربة في مصر.

٩- خلط مياه النهر العذبة مع المياه الجوفية الأعلى ملوحة واستخدامها للري، كما يحدث في أراضي نهايات الترع في مصر منذ أواخر القرن التاسع عشر، وحتى الآن.

١٠ - التركيز على الصناعات التي لا تتطلب استخدام مياه كثيرة، ذلك أن الصناعة تنافس الزراعة في هذا المضمار، والصناعة منف مهم لإمكانية تواصل الحياة في المناطق الجافة .

من هذا العرض يتضح بجلاء أن التفاؤل الشديد، وكذلك التسرع سمنان لا مكان لها في ميدان العمل والنشاط الاقتصادي بالأراضي الجافة . المشكلة، كما

رأينا تتمثل في المياه، والخلل في التوازن المائي الجوفي يعمها جميعا، كما أن الزيادة في حصيلة المياه العذبة من الأنهار العابرة لها حدود نهائية، ومن ثم لابد من التأني في التخطيط لمشروعات المستقبل. إن استثمار الأموال في أبحاث طويلة المدى مهم للغاية ، فلربما يكون لها عائد له قيمة عامة، وحتى التوصل إلى اكتشاف مصادر طاقة رخيصة، وهذا أمر مايزال بعيد المنال، لا مناص من اللجوء إلى حلول موقوتة لها قيمتها وأهميتها، تتمثل في خطط تنمية متنوعة، تعتمد على معطيات البيئة الجافة، واضعين في الحسبان إمكانياتها المستمرة المتواضعة، حتى تكون عوائدها الاقتصادية.

مضمونة على المدى الطويل. كما وأن الاهتمام بعناصر المجتمع عن طريق التعليم الصحيح، والإصلاح الاجتماعي، والشعور بالواجب الذي هو النتيجة الطبيعية للحقوق، مما يؤدي إلى المشاركة الإيجابية في الاستغلال الاقتصادي واستمراره في الأراضي الجافة. وإذا صحت الحلول الموقوتة في دول المناطق الجافة البترولية لتوفر رأس المال، فإنها لن تصح في دول أخرى كدول إقليم الساحل الفسيح في أفريقيا، فهي وأمثالها ستزداد فقرا وتخلفا، لأنها لن تستطيع استيراد التكنولوجيا، ولن تتمكن من تمويل خطط للتنمية .

(د) الثروة المعدنية وموارد الطاقة والصناعة:

إن اكتشاف موارد البترول والغاز الطبيعي واستغلالها بداية من أواسط هذا القرن العشرين في أقطار الأراضي الجافة بغرب آسيا وجنوبها الغربي وبشمال أفريقيا، قد أحدث تغيرا في اقتصادها العام، فأصبحت قادرة على تمويل خطط اقتصادية طموحة في قطاع التشييد والبناء، وفي مجال التعدين والصناعة، وفي استيراد العلم والتكنولوجيا المتقدمة، وفي الحصول على المساعدات الفنية

من مصادرها الأصلية. إن عملية التطور والتغير التي تجري بها لتعيد إلى الأذهان مراحل التطور التكنولوجي التي مرت بها الأراضي الجافة في جنوب غرب الولايات المتحدة الأمريكية وغرب أمريكا الجنوبية واستراليا. ويتم نقل البترول والغاز الطبيعي عبر أنابيب من قلب الصحاري إلى الموانى المقفرة، التي أنشأت نشأة جديدة، أو طورت من مجرد حلات صيد إلى مدن عصرية.

إن تطور مراكز العمران القديمة المتواضعة إلى مدن عصرية ، ليمثل تواصلا حقيقا لاستيطان الأراضي الجافة ، وشاهدا على استمرار الحياة بين الماضي والحاضر. فقد كانت حضارات المدن هي النمط السائد في عالم المناطق الجافة قديما. حينها بلغ استخدام البيئات الصحراوية، ومواقعها الجغرافية، وعلاقاتها المكانية مرحلة زمنية طويلة، سمحت وفرة الغذاء ، وتنوع مجالات العمل وبذل الجهد، إعالة أعداد كبيرة من السكان، وخاصة حول موارد المياه العذبة الوفيرة. ويتضح التواصل بين حضارات المدن قديما وحديثا حينما نقارن بين «بابل» و«لاس فيجاس». لصحراء نفادا بغرب الولايات المتحدة الأمريكية، ونقارن «نينوى» بالمدينة الصحراوية المكسيكية Monterrey ، ولقد يكون الأخذ بأسباب المدنية الحديثة والتطور الصناعي مفتاح باب المستقبل لهذه الأراضي الجافة.

ولقد كان لاستغلال الثروة المعدنية والأخذ بأسباب الصناعة أثره الكبير في بناء الطرق وتعبيدها. وتشق الأراضي الجافة حاليا طرق مرصوفة سريعة تصل بين مراكز العمران القصية عن بعضها، كما تصل بين مواقع استخراج البترول ومواني‌ء تصديره. وقد شيدت الطرق على دروب قوافل الإبل، كي تستفيد من مواضع العيون والآبار، حيث تستريح وترتوي . ومن المألوف أن

ترى، وأنت تتجول في الصحراء الكبرى الأفريقية، طوابير الشاحنات الثقيلة وهي رابضة للراحة في تلك المواضع، وتقوم هذه الشاحنات في ليبيا وفي الجزائر بخدمة حقول البترول ومراكز العمران المبعثرة ، كما تقوم في الجزائر برحلة تموين فيما بين مدينة الجزائر، والحلة الصحراوية التي تسمى تمانراسيت Tamanrasset، الواقعة على المشارف الجنوبية لمرتفعات الحار.

وفيما مضى لم يكن يستغل من الثروة المعدنية في الأراضي الجافة سوى الملح، إضافة إلى التنقيب عن المعادن الثمينة كالذهب والفضة التي كانت تغري المغامرين على التجوال للكشف عنها، رغم صعوبة المواصلات وغياب موارد الطاقة المحلية حينذاك، أما الآن فإن استغلال عديد من المعادن يجري في الصحاري، ففي صحراء منغوليا يعد الفحم والفضة والرصاص، وفي صحراء جوبي عدن الحديد.

وتنتج الأراضي الجافة بشيلي عشر إنتاج العالم من النحاس، ونحو ثلاثة ملايين طن من النترات سنويا. ويستخرج الحديد من صحاري مصر وليبيا والجزائر وموريتانيا وإيران : وأقيمت مدن تعدين الذهب والفضة في صحاري غرب استراليا (أشهرها كولجاري Colgarie) وصحاري غرب الولايات المتحدة الأمريكية، ولكن معظمها الأن أطلال بعد نضوب المناجم، وتستخدم كمراكز جذب سياحية ومواضع التصوير الأفلام السينمائية.

ولقد نرى أن مستقبل الأراضي الجافة يتمثل في النمو العمراني الصناعي الذي يمكنه الاعتماد على استيراد المواد الغذائية من الخارج، حينها تعز وتشح محليا، فحيثما تقل موارد المياه العذبة، يكون من الأجدى استخدام الأراضي في الصناعة، لأن استهلاك الفرد من المياه في المدن الصناعية يراوح في المتوسط

٤٥٠ لترا في اليوم، بينما تتطلب تربية الماشية والاستخدام الزراعي للأرض مياها كثيرة، ولهذا فإن الصناعة تنافس الزراعة والرعي في مجال المياه العذبة. كما هي الحال في جنوب كاليفورنيا، وكما هي حال مدينة مونترى Monterry الصحراوية الموقع، والتي بد الاستيطان بها باثنتي عشرة أسرة لجأوا إليها هربا من الكوارث الطبيعية في أودية الأنهار كالفيضانات والأمراض وغارات الهنود، وأخذت بأسباب الصناعة، ونمت نموا كبيرا بعد وصلها بخطوط حديدية بالعاصمة مكسيكو، وميناء تامبيكو Tamico على خليج المكسيك وبولاية تكساس المجاورة، التي تمدها بالغاز الطبيعي. وهي الآن ثالثة أكبر مدن المكسيك، ومركز صناعة الحديد والصلب، وتأتيها المياه العذبة عبر الصحراء في أنابيب، وتأخذ الآن بعدد من الصناعات الحديثة التي لا تستهلك كميات كبيرة من المياه . والمدينة مركز جذب لسكان ظهيرها شبه الجاف، فإليها يهاجر كل عام بضعة آلاف من الشبان، تاركين حرفة الزراعة والرعي للشيوخ والنساء والأطفال.

ولقد اتجهت دول البترول الصحراوية في الشرق الأوسط إلى الصناعة حديث، لأن صناعة البترول استخراج وتكريرة لاتتطلب عمالة كبيرة ، والنمو الصناعي سريع، ولكنه منحصر في صناعات الخدمات. فعدا تكرير البترول والصناعات البتروكيماوية، نشأت معامل للأسمدة الكيماوية (آزوتية وأمونيا ويوريا) إلى جوار الصناعات الغذائية وطحن الغلال. لكن الأراضي الصحراوية العربية تحوي ثروة متنوعة من المعادن التي يمكن أن تقوم عليها صناعات مهمة دائمة، كالحديد والمنجنيز والنحاس والرصاص والكبريت والفوسفات، ومعظمها يتم تصديره الآن إلى الخارج، مثل حديد موريتانيا والجزائر وفوسفات المغرب.

خامساً: التصحر أهم المشكلات البيئية التي تواجه الأراضي الجافة وشبه الجافة وكيفية حلها:

التصحر هو تدهور الأراضي في المناطق الاستوائية وشبه الاستوائية ومنخفضة الرطوبة وينتج ذلك عن عدة عوامل والتي تشمل الاختلافات المناخية والنشاطات البشرية.

وتغطي المناطق الجافة ما يقرب من ٤١٪ من سطح اليابسة في الكرة الأرضية، والتي يقطن بها حوالي ٢ . ١ مليار نسمة، وأن ٧٢٪ من الأراضي الجافة تقع في الدول النامية ويعيش ما يقرب من نصف فقراء العالم في هذه الأراضي الجافة، وأن ١٠-٢٠ ٪ من الأراضي الحالية معرضة للتصحر.

وهذا التصحر يعتبر من أخطر المشاكل البيئية في الوقت الراهن.

إن مشكلة تصحر الأراضي ليست قاصرة على حدوثها في الدول النامية أو الدول العربية فحسب، بل إنها مشكلة عربية وعالمية.

والتصحر كلمة مرادفة للاسم الإنجليزى Desertification، و قد كان أول من استخدم هذا اللفظ " تصحر " العالم أوبريفيل Aubreville (١٩٤٩) و قد أطلق عليها اسم Desertification ، و هي عبارة عن المناطق التي لم تكن صحارى وتحولت إلى صحراء، وبالتالي بدأ التحدث عنها عند تعرض الساحل الإفريقي لمشكلة الجفاف، مما أدى إلى نزوح الأهالي عن هذه المنطقة، حيث اختفت النباتات فيها و نفقت الحيوانات الموجودة عليها، وذلك نتيجة لقلة الأمطار في هذه المنطقة مقارنة بالأعوام السابقة لها، وكان ذلك في بداية السبعينات. إلا أن كلمة تصحر كانت مقترنة بزحف الكثبان الرملية من الصحراء

لتغطي الأراضي المنزرعة، ولكن هذا المفهوم هو عبارة عن أحد العوامل والآليات التي تؤدي إلى حدوث التصحر.

وقد تم تعريف التصحر كما ذكر في المؤتمر الدولى للتصحر بأنه عبارة عن عملية تدهور بيئية تحدث في كل المناطق الجافة ونصف الرطبة، ويحدث نتيجة لذلك انخفاض في إنتاجية الأرض أو عدم الإنتاجية، وبالتالي تتوقف المراعي عن إنتاج نباتات رعوية، ولا تؤدي الأمطار المتساقطة إلى استزراعها، حيث تنتشر الأملاح فيها وتصبح أراضى غدقة.

إن التصحر لا يحدث مباشرة على المدى القريب، ولكنه يحدث على فترات طويلة بعيدة المدى، حيث إنه يحدث عقب التعرض لظروف معاكسة وغير مواتية تحت الظروف المروية، ويحدث تلف الغطاء النباتى، زحف الرمال، انجراف التربة، حدوث تمليح وكذلك النشاط البشري.

تدهور التربة كما ذكرتها منظمة الأغذية والزراعة(FA0):

١- زيادة الأملاح بالتربة: Salinizations

وهي عبارة عن زيادة الصودية و تجمع الأملاح المختلفة على سطح التربة عن طريق صعود الأملاح بالخاصية الشعرية من باطن التربة، أو أن الماء الجوفي الصاعد للسطح يتبخر ويترك الأملاح.

٢- الانجراف بالرياح: Wind Erosion

يعد من المشاكل التي تواجه أراضي المناطق الجافة، لأن الرياح تكون شديدة في مثل هذه المناطق والتربة سهلة التفكيك والنقل، والغطاء النباتي قليل، حيث يتم إزالة حبيبات التربة من مكان وترسيبها في أماكن أخرى بواسطة قوة

الرياح، والآثار الناتجة عن الاحتكاك نتيجة لانتقال هذه الحبيبات مع الرياح تعمل على تفكيك وتحريك حبيبات التربة المتجمعة.

٣- النحر بالماء: Water Erosion

يحدث عن طريق الأمطار أو المجاري المائية أو مياه الري أو ذوبان الثلوج، حيث يحدث انجراف للتربة بالماء خاصة عندما يكون السطح عاريا (أي بدون غطاء نباتى)، وعندما يقل رشح الماء في التربة، وكذلك يحدث النحر نتيجة لاصطدام قطرات الماء بسطح الأرض، مما يؤدي إلى إزالة الطبقة السطحية بالتربة وبالتالي تتكون أخاديد نتيجة الحدوث السيول وحدوث حركة الكتل الأرضية كالانزلاقات التي تحدث للتربة وحدوث تدفقات للطين.

٤- التدهور الفيزيائي: Physical Deterioration

عبارة عن حدوث تغير ضار في الخواص الفيزيائية للتربية، ويتمثل ذلك في: تغيرالمسامية، وثبات التربة والكثافة الظاهرية، والنفاذية، وتكون قشرة صلبة أو نقص التهوية، وعدم قدرة الجذور على التغلغل والانضغاط Compaction، وغيرها من الخواص الفيزيائية .

٥- التدهور الكيميائي: Chemical Deterioration

وهو عبارة عن حدوث عمليات طرد للكاتيونات من التربة نتيجة لنفاذ الماء في طبقات التربة، وينقل معه الكاتيونات الأرضية، وبالتالي يؤدي ذلك إلى انخفاض pH التربة، أي تصبح على الجانب الحامضي الذي يقل عن ٧، وتتجمع السموم التي تنتج عن تسمم الأملاح، وعادة فإن ماء المطر يكون ذا حموضة ضعيفة، لأنه يحتوي على نسبة قليلة من (ك ٢١)، بينها في المناطق الصناعية تزيد الحموضة لزيادة الأكاسيد النيتروجينية وثانى أكسيد الكبريت

٦- التدهور الحيوى : Biological Deterioration

عبارة عن نقص في المادة العضوية بالتربة، وكذلك نقص في العناصر المغذية ونقص في نشاط الكائنات الحية وحدوث زيادة في درجة معدنة المادة العضوية (الدبال)، وكذلك تغير في العمليات الحيوية إلى صورة غير ملائمة للنبات.

إنتاج المحاصيل البعلية:

يحدث عادة نقص في رطوبة التربة للمناطق البعلية خلال أكثر مراحل نمو المحصول حساسية. ففي المناخ المتوسطي، يحدث عادة هذا النقص خلال فصل الربيع، وقد يحدث أحيانا في مراحل أخرى. ونتيجة لذلك الإجهاد يكون نمو المحاصيل البعلية منخفضا، الأمر الذي يتسبب معه انخفاض محصول القمح. ويبلغ متوسط الإنتاج البعلي للقمح في أحد المناطق في سوريا حوالي ٠,٤ طن/ فدان، لكنه يتراوح من ٠,٢ إلى أكثر من ٠,٨ طن / فدان، اعتمادا على كمية سقوط الأمطار وتوزيعها، وكذلك على العمليات الزراعية المختلفة كخصوبة التربة وأصناف المحاصيل . وهذه المستويات هي أدنى بكثير من الكفاءة الإنتاجية للقمح التي تصل إلى ما يقرب من ٢,١ أو ٢,٥ طن/ فدان.

ولا تعد محاصيل الحبوب متدنية فحسب، بل تتباين بشكل كبير من عام إلى آخر مع تباين كميات سقوط الأمطار وتوزيعها، الأمر الذي يؤدي إلى حالة من عدم الاستقرار في دخل الزراع.

النوع الأول : التصحر فى الأراضى غير المروية:

يعد التصحر ظاهرة شديدة التعقيد، حيث تشتمل على كل عوامل التغير الجوي، وكذلك التغيرات الاجتماعية وما ينجم عن ذلك، حيث يحدث تغير في

التربة نتيجة نقص المادة العضوية، مما يؤدي إلى نقص ثبات حبيبات التربة الثانوية أو حدوث تكوين قشرة سطحية على التربة غير منفذة، وبالتالي لا يحدث ارتشاح أو تسرب للماء في باطن التربة، وبالتالي يحدث تجفيف والذي يطلق عليه Xerification، مما يؤدي إلى قلة نمو النبات ونشاط أقل لميكروبات التربة، وبالتالي ينخفض المحصول.

إن رعي الحيوانات الجائر على متبقيات المحاصيل السابقة في التربة يؤدي إلى زيادة تعرية التربة، مما يؤدي إلى نقص خصوبة التربة، وبالتالي تتدهور هذه المناطق شبه الجافة نتيجة للتطاير والتعرية لسطح التربة بالرياح وتكوين كثبان رملية، وكذلك الغسيل، خاصة على المدى الطويل والرعي الجائر.

ولذلك من الأفضل عند إجراء عمليات الرعي أن تكون على مساحات صغيرة من الأرض ولفترات قليلة؛ لأن الحيوانات كانت تتغذى على بعض النباتات دون بعضها -لاستساغة بعضها دون الآخر مما أدى إلى تواجد النباتات غير المستساغة للحيوان واندثار النباتات المستاغة، وبالتالي أدى ذلك إلى قيام بعض المزارعين بحرق هذه النباتات، وهذا الإجراء يكون تأثيره الضار أكثر بكثير من الرعي الجائر ، حيث يؤدي إلى فقد ما يزيد عن ٩٠٪ من النتروجين والكبريت.

ولكي يكون هناك زراعة مستدامة تحت ظروف الأراضي غير المروية فإنه يجب في مثل هذه الحالة إجراء عمليات التسميد بعنصرى النيتروجين والفوسفور ؛ لأن التسميد من الممكن أن يؤدي إلى زيادة مقاومة الحوليات للجفاف، لأن الحوليات يمكن أن تثبت النيتروجين بيولوجيا ، ولكن يجب مراعاة

عـدم التسـميد النيتروجينـي الزائـد حتـي لا يعمـل علـى تثبـيط التثبيـت الحيـوي للنيتروجين، وبالتالي يؤدي إلى زيادة المعدنة للمادة العضوية في التربة.

حيث تتميز إنتاجية المراعي في البيئات الجافة بعديد من الظواهر، ومنها:

- تتغير إنتاجيتها بصورة كبيرة وذلك تبعا للتغيرات الشديدة في هطول الأمطار وما تحتفظ به التربة من ماء.
- تتميز توزيع النباتات في هذه البيئات بعدم الانتظام والتبقع - حيث إن الغطاء النباتي في البيئات الجافة يكون متناثرا.
- مقاومة النباتات والحيوانات في هذه البيئات للظروف البيئية السيئة، ومن المفروض المحافظة على مثل هذه النباتات والحيوانات للاستفادة بها في مجالات تربية النبات والحيوان وغيرها من المجالات الأخرى.
- استزراع المراعي في هذه البيئات يكون بطيئا إذا حدث تلف هذه المراعي، حيث إن قدرة الماء في هذه المناطق غير كافية لاستعادة زراعة هذه المراعي، وكذلك أصناف النباتات المتأقلمة فيها تكون محدودة.

ولذلك فإن الرعي الجائر له آثار ضارة قد تكون مباشرة وقد تكون غير مباشرة.

<u>أ- الأضرار المباشرة للرعى الجائر هى:</u>

١- الدهس:

وهو عبارة عن: تزاحم قطيع الماشية عند البئر أثناء شرب الحيوانات مما يؤدي إلى تلف الغطاء النباتي الموجودة في هذه المنطقة. وكذلك هناك تلف أيضا ينتج عن الرعي الجائر إلا أن الدهس عند الشرب يكون أكثر ضررا من الرعي الجائر، حيث إن حوافر الحيوانات تؤدي إلى إتلاف بناء التربة حول

البئر، مما يؤدي إلى عدم نفاذية الماء عند سقوط المطر إلى باطن التربة، فتصبح الأرض غدقة غير منفذة للماء وبالتالي لا تصلح لنمو النباتات، وتكون هذه التربة أيضا سيئة التهوية، ويحدث أيضا للمركبات النيتروجينية الناتجة عن فضلات الحيوانات عند البئر عملية عكس التأزت.

٢- الرعي:

إن زيادة عدد الحيوانات عن المساحات الرعوية يؤدي إلى حدوث رعى جائر، حيث تقوم الحيوانات بالتغذية على أوراق النباتات التي تستسيغها الحيوانات الموجودة ، وبالتالي لا تستطيع هذه النباتات أن تقوم بعملية التمثيل الضوئي، وبالتالي لا تتكون بذور، أما النباتات غير المستساغة للحيوانات فإنها لا تتغذى عليها، وبالتالي يزيد عددها عن عدد النباتات المستساغة، مما يزيد نسبتها في تلك المراعي، وذلك يؤدي إلى اختلال النسبة بين النباتات المستساغة وغير المستساغة.

ب - الأضرار غير المباشرة:

كا سبق القول فإن النباتات غير المرغوبة وغير المستساغة للحيوانات تمثل أغلب نباتات المراعي، كذلك تتلف بعض النباتات المرغوبة نتيجة للرعي الجائر. ويحدث أيضا غزو عن طريق زيادة أعداد الشجيرات الخشبية في هذه المناطق، ويزيد أيضا أعداد النمل الأبيض التي تنافس الحيوانات، حيث إن هذه الجيوش من النمل تتغذى على العشب الموجود في هذه المراعي، وبالتالي فإن هذه النباتات التي تتغذى عليها جيوش النمل أو نتجت عن الرعي الجائر تموت، مما يؤدي لوجود نسبة كبيرة من سطح الأرض مكشوفة فيقل امتصاصها لمياه الأمطار، وبالتالي لا ينفذ خلال طبقات التربة، ويزيد تدفق مياه الأمطار على

سطح الأرض، مما يؤدي إلى حدوث نحر وانجراف لسطح التربة، وبالتالي يحدث تدهور لهذه التربة.

صيانة واستخدام الأراضي و المياه في المناطق الجافة

يجب لصيانة واستخدام الأراضي والمياه في المناطق الجافة والمقاومة التصحر أن تكون هناك خطة للمحافظة على هذه المصادر تحت ظروف هذه المناطق وإدارة رشيدة للمرعى وذلك لتحقيق الزراعة المستدامة ويشمل ذلك:

١- وضع خطة لزراعة واستغلال هذه الأراضي استغلالا جيدا.

٢- عمل مسح و تقويم ورصد للأراضى والمياه في هذه المناطق، بحيث يكون هذا الرصد من النواحي الهيدرولوجية والمناخية والأراضي والنباتات، وأن يشمل هذا المسح عدد السكان وأنشطتهم المختلفة وطريقة معيشتهم وعاداتهم وتقاليدهم في تعاملهم مع التربة.

٣- الإدارة السليمة للموارد الأخرى المرتبطة بزراعة واستغلال هذه الأراضي والمياه. وفي الساحل الشمالي الغربي هناك دراسات عديدة لمتابعة ومقاومة عمليات التصحر. وقد تم اتخاذ الوسائل التالية لتقليل أثر التصحر على هذه المناطق، وذلك كما يلي:

أ- اتخاذ الإجراءات اللازمة وإقامة الأنشطة المختلفة لزيادة الإنتاجية الحيوانية والنباتية.

ب- من أهم عمليات مقاومة التصحر في كل من واحة سيوة والمناطق المتاخمة لها هي السيطرة على البحيرات المائية التي نتجت عن الصرف الزائد و إيجاد آلية جيدة لإدارة المياه الجوفية، وحصد مياه الأمطار وذلك للاستغلال الجيد للأمطار المتساقطة والسيول.

ج- عمل مسح شامل للمرعى باستمرار لكي يتم التعرف على حالته وعلى النباتات النامية فيه.

د- عدم الرعي الجائر والذي ينتج عن زيادة عدد الحيوانات على طاقة المرعى.

هـ- تبادل الخدمات بين كل من الرعاة ومزارعي الحاصلات الزراعية.

و- الرعاية الصحية المستمرة للحيوانات والتحسين الوراثي لها.

ز- العناية بتكاثر النباتات حتى لا تظهر بقع جرداء تؤدي إلى انجرافها بالرياح والتحسين الوراثي المستمر للنباتات.

ح- خلال فترات الجفاف فإنه يجب تقديم إعانات للرعاة والتأمين على الحيوانات.

ط- نمو النباتات نموا جيدا في المرعى يؤدى إلى حماية التربة من الانجراف وفي الوقت نفسه تصبح مرعي جيدا للحيوانات.

ي- الإدارة السليمة والرشيدة لمثل هذه المراعي.

ك- صيانة التربة من عوامل الانجراف، سواء بالماء أو الرياح.

إن صيانة الموارد الطبيعية تعد بمثابة أهم أولوية من أولويات سياسات وبرامج التنمية المستدامة والتي يتم تطبيقها في الدول العربية التي تقع في المناطق الجافة وشبه الجافة.

ونجد أن التصحر أصبح يسيطر على مساحات كبيرة من أراضي المراعي الطبيعية، وقد حدث أن انخفضت الإنتاجية الأراضي المراعي، واختفت أعداد كبيرة من الأنواع النباتية ذات القدرة العالية للقيمة الرعوية، وبالتالي قد حل محلها أنواع أخرى من النباتات الشوكية غير المستساغة من قبل الحيوان،

وكذلك انخفاض قيمتها الرعوية، كما انخفضت أيضا الكثافة النباتية والغطاء النباتي، مما أدى إلى سرعة عملية الانجراف بالرياح والانجراف المائي، مما أدى إلى تدهور أراضي المراعي.

ولكي يتم تقليل حدوث التصحر في هذه المناطق الرعوية فقد تم تطبيق تقانات زراعية مختلفة، وذلك لمدة ست سنوات لكي يتم إعادة تأهيل المراعي المتدهورة في البادية الأردنية بمحافظة المفرق بإجراء عملية الاستزراع للأنواع الملاءمة للمنطقة، وكذلك تطبيق تقانات حصاد مياه الأمطار بهدف تحسين المستوى الاجتاعي والاقتصادي لأهالي المنطقة، وكذلك وقف تدهور وتصحر الأراضي مما أدى إلى زيادة الغطاء النباتي من ٤٦,٣٪ إلى ٦٢,٩٪ بزيادة قدرها ٣٥,٦٪، وازداد متوسط تغطية الشجيرات من ٩٪ إلى ١٩٪ مما أدى إلى الحماية للغطاء النباتي وتقليل سطح التربة المعرض للانجراف المائى والرياح.

وقد زادت أيضا الإنتاجية النباتية من ٢٥٧ كجم / هكتار كمادة جافة إلى ١١٤٥ كجم / هكتار، وهذا بدوره أدى إلى زيادة رءوس الأغنام التي تتغذى على هذه المراعي.

- تصحر الأراضي التي يتم زراعتها بالحاصلات تحت ظروف الزراعة المطرية (البعلية):

تختلف مناطق الزراعة المطرية نتيجة لاختلاف مناخ المنطقة ونوع المحصول و التقنيات التي يتم استخدامها في هذه المناطق.

إن محصولى الشعير والقمح تتم زراعتها تحت ظروف الزراعة المطرية في حوض البحر المتوسط، حيث تتساقط الأمطار في فصل الشتاء، فدرجة الحرارة

تكون ملائمة لزراعتها ونموها في مثل هذه المناطق، بينما تتم زراعة محصول الذرة في مناطق الأمطار التي تتساقط صيفا في المناطق الحارة في الجنوب.

ويحدث تصحر تحت ظروف الزراعات المطرية لحدوث الانجراف بالرياح والأمطار حيث يحدث تلف وضرر لبعض الأراضي.

ولكي يتم تلافي حدوث هذه الأضرار والتصحر ولكي يكون هناك زراعة مستدامة فإنه يراعي ما يلي:

١- وجود تقنيات لصيانة التربة والماء من الانجراف عن طريق إجراء عملية الحرث، بحيث تكون على خطوط الكنتور، وإنشاء مصاطب لتقليل فقد المياه.

٢- زراعة الأشجار المحيطة بالمناطق المنزرعة لتكون بمثابة مصدات للرياح.

٣- عدم ترك سطح التربة بدون غطاء نباتى، حتى لا يحدث انجراف سواء بمحاصيل منزرعة أو مخلفات المحصول السابق.

٤- استنباط أصناف ذات مقاومة عالية للجفاف.

٥- إجراء ريات تكميلية عند عدم كفاية الأمطار المتساقطة.

٦- تقليل الفقد من مياه الأمطار المتساقطة . ٧- إزالة الحشائش لتقليل عملية النتح.

وفي بعض المناطق التي تعتمد على الأمطار، فإن قطرات المطر عند اصطدامها بالتربة تبدأ حبيباتها في الانفصال عن بعضها البعض، وتنجرف مع تدفق الماء، وبالتالي فإن التربة السطحية تفقد خصوبتها، وبمرور الوقت فإن مثل هذه الأراضي ستفقد قدرتها على الإنتاجية، وبالتالي يحدث لها تصحر.

وتعد الأمطار عاملا من أهم العوامل المحددة لزراعة الأراضي الجافة وشبه الجافة، وإن الاستقرار في الإنتاج الزراعي والحاصلات الزراعية الناتجة يتوقف على مدى كفاية الأمطار سواء من ناحية مقداره أو موعد سقوطه وذلك كما يلي:

(أ) في حالة سقوط الأمطار:

إنه في حالة سقوط الأمطار بمعدل جيد لا يقل عن ٥٠٠ ملم في الموسم الزراعي فإن هذه الكمية تكفي لإنتاج محصول اقتصادي، بحيث تتساقط هذه الكميات إما في الموسم الزراعي الشتوي فيكون ذلك بمثابة نمو النباتات نموا جيدا للمحاصيل الشتوية، وكذلك إذا تم هطولها في الموسم الزراعي الصيفي، فإن المحاصيل الصيفية تعطى محصولا مناسبا، بحيث يتم تجهيز وإعداد الأرض قبل حلول هطول الأمطار. وهذه المناطق يتم زراعتها في الغالب مرة واحدة خلال العام، حيث إن المصدر الرئيسي لهذه المناطق هو اعتمادها على مياه الأمطار فقط، سواء في الصيف مثل اليمن والسودان، أو في الشتاء مثل سواحل سوريا ولبنان وفلسطين والمغرب والجزائر، حسب سقوط الأمطار وتترك للعام التالي.

أما إذا كان معدل سقوط الأمطار يتراوح بين ٣٠٠ - ٥٠٠ ملم في الموسم الواحد مثل المناطق الداخلية، فإن المناطق التي تقع تحت هذه الظروف - في سوريا والمغرب والجزائر وتونس - يكون الإنتاج الزراعي فيها غير مستقر حيث من المهم جدا سقوط هذه الأمطار في مرحلة من مراحل النبات الحرجة والتي تحتاج إلى مثل هذه الأمطار، أما إذا سقطت الأمطار في أوقات غير مناسبة للنبات، فإن الإنتاج يقل بدرجة متفاوتة. في المناطق الجافة وشبه الجافة نجد أن كميات الأمطار لا تكفي لنجاح زراعة المحاصيل، ولذلك تعتمد الزراعة أساسا على المياه المتوفرة من الأنهار أو الآبار لري المحاصيل.

النوع الثاني: تصحر الأراضي المروية:

إن التصحر ليس مقصورا فقط على المناطق القريبة للصحراء والمعرضة لزحف الكثبان الرملية ، ولكن أيضا الأراضي البعيدة عن الصحارى مهددة أيضا بالتصحر مثل الأراضي المروية والتي يتم تجميع الماء الراشح في باطن التربة (الصرف الرأسي) دون وجود شبكات صرف جيدة، حيث يمكن أن تتحول التربة من لونها الطبيعي الأسود إلى لون أبيض والذي ينتج نتيجة لتجميع الأملاح بواسطة الخاصية الشعرية والناتج من ارتفاع منسوب الماء الأرضي، وكذلك يتبخر الماء الجوفي الذي صعد إلى السطح تاركا الأملاح التي كانت موجودة معه، وبالتالي تنخفض إنتاجية هذه الأراضي وقد يتوقف إنتاجها بعد ذلك، ويتم ترك المزارعين لها وهجرها.

إن المناطق الجافة وشبه الجافة التي يتم ريها بريات تكميلية يحدث عندما يكون هناك مصادر مائية ملائمة، لذلك فإن الزراعة الكثيفة تعد السمة الأساسية الموجودة في مثل هذه المناطق. ويجب العناية بالأراضي التي يتم فيها الري التكميلي، حيث لا يحدث لها تصحر وهو ما يسمى (بتصحر الأراضي المروية) حيث إن الري في كل من المناطق الجافة وشبه الجافة يعد عاد الزراعة الكثيفة.

إن المزارع القديم دائما وأبدا يبحث عن الماء ليزيد من إنتاجية الأرض، وبالتالي يحصل على غذائه فيقوم بحفر الآبار وحصاد الأمطار وإقامة الخزانات وسدود أو شق قنوات، ولكن قد تأتي الرياح بما لا تشتهي السفن فنجد أن المزارع قد يقوم برى الأرض بنظام معين، ولكن تحت ظروف هذا النظام من الري ينشأ تلف مثل هذه الأراضي بدلا من الحصول على غذائه الذي يقتات منه، وبالتالي تتصحر الأرض وتتحول إلى أراضي جرداء، وهذا يحدث نتيجة للري

دون أن يصاحبه نظام صرف جيد، مما يؤدي إلى إضافة كميات مياه كثيرة دون إجراء صرف مناسب لهذه المياه الزائدة، وبالتالي يحدث ارتفاع مستوى الماء الأرضي.

وتحت ظروف المناخ الحار الجاف فإن عملية البخر نتح تزداد، وبالتالي يتبخر الماء الجوفي الذي يصل إلى سطح التربة ويترك ما يحمله من أملاح، وبالتالي تتزهر الأملاح على السطح، ومما يؤدي إلى تلف التربة، ولذلك فإنه لابد من تنفيذ نظام صرف جيد لمثل هذه الأراضي، حيث إن عدم وجود مصارف في الأراضي التي يزيد بها أملاح الصوديوم فإن الصوديوم المتبادل يبدأ في الزيادة ، وبالتالي تتحول التربة إلى أرض صودية، والتي تؤدي إلى تكون أرض ذات خواص فيزيقية سيئة؛ لأنها تكون رديئة التهوية وقليلة النفاذية وتتكون قشور سطحية تكون غير منفذة للماء، وكذلك وجود ارتفاع المستوى الماء الأرضي يؤدي إلى عدم نمو الجذور بصورة جيدة، مما يؤدي إلى حدوث تمليح ثانوي وذلك نتيجة الارتفاع مستوى الماء الأرضي، وعندما يكون هناك ري بمياه ذات صفات غير جيدة يؤدي إلى التمليح الثانوى نتيجة لتراكم الأملاح المستمر في التربة، مما يؤدي إلى زيادتها.

وفي دراسة قام بها عبد السلام أحمد محمد علي الموارد الزراعية والمشكلات البيئية التصحر) نموذج تطبيقي من ليبيا على مناطق من أهم مناطق الزراعة المروية والبعلية والتركيز السكاني والصناعي، وجد أن:

١- أدى تناقص الغطاء النباتي وتدهوره نتيجة عمليات الاستصلاح في بعض المشاريع الزراعية إلى القضاء على بعض النباتات الحولية.

٢- الانخفاض المستمر في منسوب المياه الجوفية، وتداخل مياه البحر المالحة على المياه الجوفية.

٣- انجراف التربة وتعريتها بسبب إزالة الغطاء النباتي وتسوية الأرض والحراثة غير المناسبة.

٤- الزحف العمراني على الأراضي الزراعية، والغابات حول المدن الرئيسية.

٥- تكون وزحف الكثبان الرملية على طرق المواصلات وعلى المزارع.

٦- ظهور بؤر تصحر واضحة نتيجة لوجود مخلفات وذلك حول بعض التجمعات الصناعية بالمنطقة.

ولتحقيق الزراعة المستدامة تحت ظروف الزراعة في الأراضي المروية فإنه يجب مقاومة التصحر في مثل هذه الأراضي كا يلي:

١- تطوير نظم الري في الأراضي القديمة وتبطين الترع لمنع الرشح للأراضي المجاورة.

٢- منع ارتفاع مستوى الماء الأرضى عن طريق تقليل مساحة الأرز المنزرعة في الدلتا ومنطقة وادي النيل.

٣- إجراء الحرث تحت التربة كل خمس سنوات، وذلك نتيجة للحرث على عمق ثابت حتى لا تتكون طبقات صماء يتكون فوقها مستوى ماء أرضي كاذب يؤدي لتمليح التربة بالخاصية الشعرية.

٤- عدم استخدام مياه الصرف ذات المستوى المرتفع من الملوحة في عملية الري وعدم استخدام مياه الآبار عالية الملوحة في ري مثل هذه الأراضي.

٥- تنفيذ نظام صرف جيد وذو كفاءة عالية، ووجود مصارف بين الأراضي ذات مستوى الماء الأرضى المرتفع والأراضي ذات مستوى الماء الأرضي المنخفض.

٦- تسوية سطح التربة بواسطة الليزر خاصة التي يتم ريها بالغمر.

٧- عدم ترك التربة بدون زراعة لمدة طويلة حتى لا يؤدي ذلك لتجمع الأملاح، حيث إن عملية الري تؤدي إلى غسيل الأرض المستمر.

٨- الخدمة الجيدة عند إعداد الأرض.

٩- إضافة كميات مياه كبيرة عند زراعة الأراضي الملحية.

إن تدهور التربة في المناطق الجافة يكون عادة بفعل البشر في العالم بأسره، حيث استمر ذلك منذ آلاف السنين، حيث تمثل الأراضي الجافة حوالي ثلث مساحة سطح الكرة الأرضية، والتأثير على التربة يكون عن إما طريق التربة بواسطة المياه في الأماكن المرتفعة أو عن طريق تمليح الأراضي المروية وغير المروية وذلك بفعل الإنسان، وهذه هي المسببات المباشرة.

وعند حدوث التصحر لا يتأتي هذا مباشرة، ولكن يحدث على فترات طويلة حيث تجتمع بعد الظروف المعاكسة والمغايرة وغير المواتية تحت الظروف المروية وذلك مثل تلف الغطاء النباتي، زحف الرمال، انجراف التربة و التمليح، وكذلك النشاط البشري.

إن إزالة الغابات في حوض البحر الأبيض المتوسط بدات منذ زمن ليس قريب، مما أدى إلى حدوث تعرية مائية متسارعة.

وهناك أسباب مباشرة وغير مباشرة تسبب تدهور التربة في المناطق الجافة: أولا: الأسباب المباشرة

قطع الأشجار مثل ما يحدث في كثير من الغابات حاليا في مناطق عديدة في العالم، الرعي الجائر، زراعة الأراضي المتأثرة بشدة لعوامل التعرية أو شديدة الجفاف، الإدارة غير الصحيحة للتربة أو الماء، الصرف الصحي غير المعالج، سوء استعمال أراضي المتنزهات والحدائق، عدم الوعي البيئي، عدم معرفة كيفية التحكم في التدهور الناتج في الأراضي أما المسبب المباشر فإنه كما سبق القول التمليح والتعرية.

ثانيا: الأسباب غير المباشرة ومن هذه الأسباب الفقر وزيادة تعداد السكان وكذلك الحيوانات. وهناك أيضا أسباب أخرى تؤدى إلى تدهور التربة في الأقاليم الجافة، ومنها:

١- <u>التلوث عن طريق استخدام المبيدات</u>: مثل مركبات الرصاص والزرنيخ، الهيدروكربونات المكلورة.

٢- <u>تراكم العناصر السامة</u>: متل ترسيب بعض الفلزات الثقيلة البورون وعناصر أخرى سامة، مما تؤدي إلى تسمم الحيونات والنباتات وينتج ذلك عن طريق تلوث البيئة مثل الدخان والغبار، أو نقلها عن طريق مياه الري وما يلقى فيه من ملوثات الصناعة والتعدين والجريان السطحى وغيرها من العوامل الأخرى.

٣- <u>قلة المادة العضوية</u>: حيث تقل المادة العضوية دائما نتيجة الزراعة المكثفة وغياب الدورة الزراعية التي تؤدي إلى تعاقب المحاصيل البقولية مع المحاصيل الأخرى ، تبوير الأرض في الأوقات التي يقل فيها هطول الأمطار مثل فصل الصيف والرعي الجائر ، وتقطيع الأشجار والغابات يؤثر أيضا تأثيرا ضارا على المادة العضوية في التربة.

ونجد أن الأراضي قليلة المادة العضوية يؤثر فيها الجريان السطحى؛ لأن غياب المادة العضوية في التربة يؤدي إلى تماسك حبيبات التربة معا عن طريق الدبال والمادة العضوية، حيث يحدث ضعف تجمع حبيبات التربة الثانوية وقلة ثباتها.

٤- <u>تكون القشرة</u>: مما يؤدي إلى قابلية مثل هذه الأراضي الجافة للتعرية عن طريق الماء والرياح، حيث تميل الأراضي الجافة وشبه الجافة إلى تكوين أغشية وقشور على السطح واللتان تؤديان بدورهما إلى بطء النفاذية، والتي بدورهما تعملان على تقليل رشح الماء إلى داخل التربة، مما يؤدي إلى زيادة الجريان السطحي وبالتالي يؤدي ذلك إلى زيادة تعرية التربة وكذلك تقلل من الماء الميسر للنبات ، وتكوين هذه القشرة هي عبارة عن أحد أشكال الاندماج الشديد للتربة.

المراجع

١- جوده حسنين جوده، مستقبل الأراضي الجافة، رسائل جغرافية، الرسالة ١٧٧، فبراير ١٩٩٥، الكويت.

٢- محمود عبد الفتاح عنبر، جُغرافيَة الأراضي الجَافّة، محاضرات منشورة على شبكة الانترنت.

٣- السيد حامد الصعيدي، الزراعة المستدامة للأراضي الجافة والمروية، دار النشر للجامعات، ٢٠١٠، القاهرة.