KINGDOM OF BAHRAIN
Ministry of Education

مملكة البحرين
وزارة التربية والتعليم

الجغرافيا الطبيعية

للمرحلة الثانوية

قررت وزارة التربية والتعليم بمملكة البحرين تدريس هذا الكتاب بمدارسها الثانوية

إدارة المناهج

الجغرافيا الطبيعية
للمرحلة الثانوية

(أجا١١ ٢١)

طبعة ٢٠١٧م

حقوق الطبع محفوظة لوزارة التربية والتعليم بمملكة البحرين

التأليف والتطوير

فريق مختصّ من إدارة المناهج وخبراء من مؤسّسة "جيوبروجكتس"

حضرة صاحب الجلالة الملك حمد بن عيسى آل خليفة

ملك مملكة البحرين المفدى

بسم الله الرحمن الرحيم

مقدّمة الكتاب

يتناول هذا المقرر المواضيع المتعلقة بالجغرافيا الطبيعية وعلم الخرائط. وهى موزعة على ٢٦ درساً. يتصدرها مدخل يعرف علم الجغرافيا وميادينه، وتعالج دروس المقرر الموضوعات التالية:

١. الجغرافيا الفلكية.
٢. الخرائط الجغرافية.
٣. الجيوموفولوجيا.
٤. المياه.
٥. المناخ.
٦. الأقاليم المناخية على سطح الأرض.

خضع اختيار موضوعات المقرر لأسس ومفاهيم علمية حديثة. وقد عولجت بصورة تمهد لفهم مواضيع المقررات الجغرافية الأخرى الاقتصادية والسكانية وغيرها، إن لجهة تكامل المعرفة الجغرافية أو لجهة تحقيق الأهداف المرتبطة بتدريس علم الجغرافيا.

تم عرض المواضيع والدروس بحسب التسلسل العلمي والمنطقي للمعرفة الجغرافية. فقد بدأ المقرر بدراسة وضع الأرض في الفضاء تلا ذلك كيفية رسم معالم سطح الأرض. ودراسة تضاريسها، والخصائص المناخية والمائية التى تشكل العوامل الأساسية المؤثرة فى هذا السطح. وجاءت دراسة الأقاليم المناخية نتيجة لتفاعل جميع هذه العناصر والخصائص على سطح الأرض.

والتوازن بين النص المكتوب ووسائل الإيضاح، من خرائط ورسوم وصور وجداول، يسهل مهمة الفهم والاستيعاب لأسس ومبادئ الجغرافيا الطبيعية. فللنص دوره ولوسائل الإيضاح دور مكمل وكلاهما يساعد على تفسير المفاهيم. وقد خصصنا لهذا المقرر دفتر تمارين وتطبيقات يؤهلان الطلاب لاستيعاب المفاهيم واستخدامها، ويمكنان المعلمين من تقدير الفائدة التى حققها طلابهم.

هذا الكتاب ليس هدفاً في حد ذاته، إنما هو أداة عمل تتجاوب واهتمامات الطلبة وتنسجم مع تطلعاتهم. وهو يتناسب مع الطرق التعليمية الحديثة وأكثرها أهمية ونشاطاً.

المؤلفون

فريق من خبراء مؤسسة جيوبروجكتس

وفريق من اختصاصيي إدارة المناهج

محتوى الكتاب

رقم الصفحة

مقدمة الكتاب ٥
محتوى الكتاب ٧
مدخل إلى مقرر الجغرافيا الطبيعية ٨
١- دوران الأرض حول نفسها ١٠
٢- دوران الأرض حول الشمس ١٤
٣- اتجاهات الخرائط ومقاييسها ٢٠
٤- تمثيل التضاريس على الخرائط ٢٤
٥- تصنيف الخرائط ٢٨
٦- حركات القشرة الأرضية ٣٤
٧- الصخور ٤٠
٨- التجوية ٤٦
٩- التعرية ٥٢
١٠- الوحدات التضاريسية الكبرى ٥٨
١١- مياه المحيطات والبحار ٦٢
١٢- المياه العذبة ٦٨
١٣- الطقس والمناخ ٧٤
١٤- الغلاف الجوي ٨٠
١٥- التبادل الحراري ٨٤
١٦- الرطوبة – التكاثف – التساقط ٩٠
١٧- الضغط الجوي والرياح ٩٤
١٨- تشكل المناخات الرئيسية ١٠٠
١٩- الأقاليم المناخية الحارة والرطبة ١٠٦
٢٠- الأقاليم المناخية الصحراوية ١١٠
٢١- الأقاليم المتوسطية ١١٤
٢٢- الأقاليم المعتدلة ١١٨
٢٣- الأقاليم المناخية القطبية ١٢٢
نماذج من أسئلة التقويم الشاملة ١٢٦
قائمة المصطلحات ١٣١

مدخل إلى مقرّر الجغرافيا الطبيعية

ما الجغرافيا؟ وما أهميتها؟

الجغرافيا علم من علوم الأرض، يبحث فى ظاهراتها الطبيعية، ويدرس مظاهر الحياة على سطحها، ويحدد التفاعل بين العناصر الحية والطبيعية وما ينتج عنه من أمور تؤدي إلى التقدم فى المعرفة، وبالتالي إلى تحسين أحوال البشر.

كانت الجغرافيا فى السابق علماً يقتصر على وصف سطح الأرض من نواحي تكوينه، وأشكال تضاريسه، والمناخ السائد عليه، ودراسة أحوال السكان الاجتماعية والاقتصادية. وقد اتضح ذلك من خلال التعريفات الكثيرة والمختلفة للجغرافيا، والتى ظهرت منذ بدء الحضارات القديمة، وتطورت بتطور المعرفة الجغرافية نفسها. ومهما كانت التعريفات، ورغم الإخفاق في الوصول إلى تعريف واحد جامع وواضح، فإن الجغرافيا هي اليوم علم تطبيقي، يُعنى بدراسة الأرض دراسة علمية على أنها موطن الإنسان، ودراسة العلاقة بين هذا الموطن والإنسان الذي يعتبر أهم سكانه وأكثرهم تفاعلاً معه وتأثيراً فيه وتأثراً به. وتُعنى الجغرافيا كذلك بدراسة المشاكل الناجمة عن هذا التفاعل، وتسعى جاهدة لإيجاد أفضل الحلول لها.

لقد تخطت الجغرافيا إذاً مرحلة العلم الوصفي البحت، وتحولت إلى علم تطبيقي يعتمد الدراسة العلمية التحليلية والتركيبية وسيلة لمعرفة جميع مقومات بيئة الأرض وعناصرها والعلاقة القائمة بينها. وهذه العلاقة مستمرة ومتغيرة أبداً تبعاً لتغير المكان والزمان.

لبلوغ هذا الهدف المعرفي الكبير، يستعين الجغرافي بعلوم عديدة لها صلة مباشرة بالأرض ومن عليها، يستخلص منها ما يحتاج إليه من معلومات ليستخدمها فى شرح أسباب الظواهر الجغرافية المختلفة. ففي دراسته للأرض في الفضاء يستعين بالأبحاث الفلكية والرياضية... وفي دراسة طبيعة الأرض يعتمد على الأبحاث الجيولوجية والجوية والكيميائية والفيزيائية... وعند دراسته الحياة البشرية والنباتية والحيوانية، يلجأ إلى علوم التاريخ والبيولوجيا والآثار والاجتماع والاقتصاد.

أقسام الجغرافيا وميادينها:

تشكل الجغرافيا وحدة علم ومعرفة قائمة بذاتها. لكن وجوهها ومواضيعها تتعدد بقدر تعدُّد العلوم التى تستقي منها وتستند إليها. ومع هذا يمكن تقسيم الجغرافيا إلى فرعين رئيسين: الجغرافيا العامة والجغرافيا الإقليمية.

١ـ **الجغرافيا العامة:** تدرس عناصر الأرض من حيث مظاهرها الطبيعية والحياتية، وتتناول الكرة الأرضية بأجمعها، وتقسم إلى:

أ- الجغرافيا الطبيعية وهي تشمل:

- الجغرافيا الفلكية والرياضية التي تدرس الأرض في الفضاء ووضعها بالنسبة للمجموعة الشمسية التي تنتمي إليها. كما تدرس قياساتها وأبعادها وطرق تمثيلها بوساطة الخرائط والمخططات.
- علم الجيومورفولوجيا الذي يبحث في نشأة أشكال اليابسة على سطح الكرة الأرضية والعوامل المؤثرة في طبيعتها وتطورها عبر الزمن.
- علم المناخ الذي هو دراسة ميزات الغلاف الجوي وطبقاته وحركاته، والعناصر الجوية المختلفة والمتغيرة بحسب المناطق.
- علم المياه (الهيدرولوجيا) الذي يعني علوم المحيطات والبحار والبحيرات والمياه القارية الجارية. فهو يدرس ميزات كلّ منها وخصائصها وتفاعلها مع العناصر البيئية الأخرى.
- الجغرافيا الحيوية التي تدرس النبات والحيوان على سطح الأرض من خلال توضيح ميزاتهما وأنواعهما، وتوزيعهما وعلاقاتهما بالعناصر الطبيعية الأخرى من مناخ ومياه وتضاريس...

ب- الجغرافيا البشرية وهي تشمل:

- جغرافيا السكان التي تدرس البشر على سطح الأرض لجهة سلالاتهم ولغاتهم وأديانهم وتوزّعهم وحركاتهم وتجمعاتهم، أو سكنهم في المدن والقرى، وطرق معيشتهم، وعلاقتهم بالبيئة الجغرافية، وتأثيرهم عليها وتأثرهم بها.
- الجغرافيا الاقتصادية التي تدرس الإنتاج على أنواعه، من منجمي وزراعي وصناعي، كما تدرس التداول من خلال تضمنها دراسة التجارة والخدمات وطرق المواصلات، وجميع القضايا الاقتصادية المتعلقة بذلك.
- الجغرافيا السياسية التي تدرس نشوء الدول وأنظمتها وعلاقاتها المتنوعة من إقليمية وقارية.

٢- **الجغرافيا الإقليمية**: تدرس العلاقة بين العناصر والعوامل الطبيعية والبشرية المتنوعة، وتدرس تفاعلها مع بعضها ضمن إقليم جغرافي معين.

دوران الأرض حول نفسها

١ صورة للأرض وهي سابحة في الفضاء التقطها أحد الأقمار الصناعية

إنها كوكب أزرق لأن المياه تغطي الجزء الأكبر منها. نرى في هذه الصورة شبه الجزيرة العربية والصحراء الكبرى والقرن الأفريقي باللون الأحمر. وتغطي الغيوم أجزاء كبيرة من الصورة تظهر باللون الأبيض، كذلك يبدو القطب الجنوبي مكسوًا بالجليد.

الأرض كوكب كروي الشكل يدور حول نفسه وحول الشمس. ولهذا الدوران نتائج جغرافية وبيئية وحياتية مهمة، فهو ينظم مظاهر الحياة على سطح هذا الكوكب (مستند ١ و٢).

أولاً: دورة الأرض المحورية والشبكة الجغرافية:

١- دورة الأرض المحورية:

تدور الأرض حول نفسها من الغرب إلى الشرق دورة كاملة في مدة ٢٣ ساعة و٥٦ دقيقة و٤ ثوان، أي في يوم كامل تقريباً، وذلك حول محور وهمي يخترق وسط الأرض ويمر فى القطبين.

٢ أبعاد الأرض ومقاييسها

- متوسط بعدها عن الشمس: ٤٩٥٩٧٨٧٠ كلم.
- قطرها الاستوائى: ١٢٧٥٦,٢٧٤كلم.
- قطرها القطبى: ١٢٧١٣,٥٠٤كلم.
- محيطها الاستوائى: ٤٠٠٧٥,١٧كلم.
- محيطها القطبى: ٤٠٠٠٧٨٦٤كلم
- طول المدار ٣٦٧٨٤,٦٢٢كلم
- طول الدائرة القطبية (٦٦٣٣°) ١٥٩٩٢,٩١٦كلم
- متوسط كثافتها: ٥,٥١٨
- مساحتها: ٥١٠,٠٦٥ ملايين كلم٢
- حجمها/ ١٠٨٣,٣٢٠ مليار كلم٣

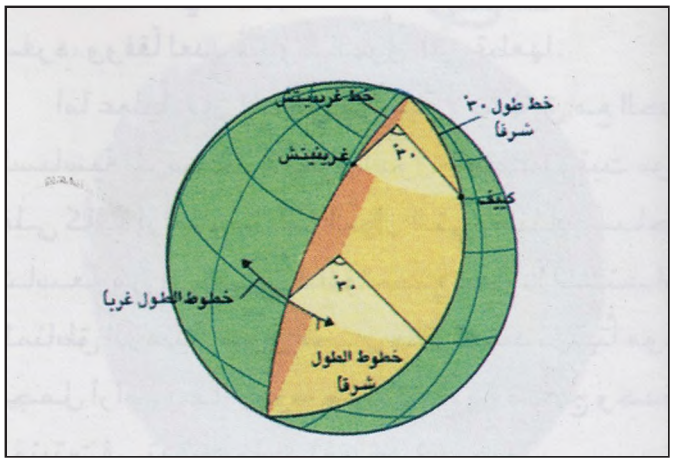
٢- الشبكة الجغرافية:

أن القطبين الشمالي والجنوبي نقطتان أساسيتان ننطلق منهما لرسم الشبكة الجغرافية على الكرة الأرضية، وهي الشبكة المؤلفة من خطوط الطول ودوائر العرض (مستند ٣).

أ- خطوط الطول:

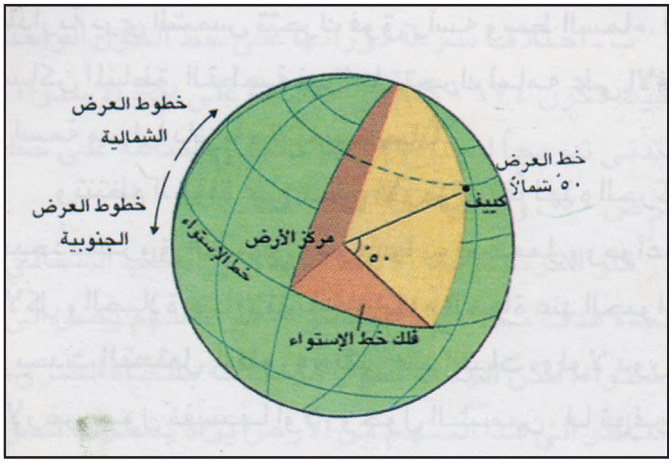
هي أنصاف دوائر وهمية، عددها ٣٦٠ خطاً، أي ما يتطابق مع عدد الدرجات على الدائرة الهندسية. وبالتالي يشكل كل خط مع الذي يجاوره زاوية مقدارها درجة واحدة. تلتقي جميع هذه الخطوط عند القطبين في نقطة واحدة وتتباعد عند الاستواء لتصبح المسافة فيما بينها ١١١,١ كلم.

يعتبر الخط المار بمرصد قرية **غرينتش** الخط الأساس ويحمل الرقم صفر، وهو يقسم خطوط الطول إلى قسمين: ١٨٠ خطاً إلى الشرق منه و١٨٠ خطاً إلى الغرب. أما الخط المقابل لخط غرينتش فيسمى خط الزوال أو خط الانقلاب الزمني أو خط التاريخ الدولي. وهو يمر وسط المحيط الهادئ ويشهد عند منتصف ليله ولادة يوم جديد ونهاية يوم منصرم. وعند هذا الخط تتوقف



٣ قياس درجة خط الطول لأي نقطة على سطح الأرض بالنسبة لخط غرينتش

إنّ خط غرينتش هو الخط الأساس الذي ننطلق منه لمعرفة موقع أي خط على سطح الكرة. وبما أن عدد خطوط الطول هو ٣٦٠ خطًا متطابقًا مع درجات الدائرة الهندسية فإن الزاوية بين خط غرينتش و الخط المارّ بمدينة كييف تحدد لنا خط الطول كما أن العكس صحيح أيضًا.



٤ قياس درجة دائرة العرض لأي نقطة على سطح الأرض بالنسبة لخط الاستواء

إن الاستواء هو الدائرة الأساس التي ننطلق منها لمعرفة موقع أي دائرة عرض على سطح الكرة. فالزاوية التي يشكلها شعاع دائرة الاستواء مع أي نقطة عرض شمالًا أو جنوبًا تحدد لها موقع هذه الدائرة.

خطوط الطول الشرقية وخطوط الطول الغربية. وعليه إذا كنت مسافراً شرقاً وقطعت هذا الخط، فإنك لا تصل إلى الخط ١٨١ إنما الـ ١٧٩ ثم الـ ١٧٨ غرباً.

بهذا التقسيم المتطابق مع درجات الدائرة الهندسية أصبح بإمكاننا تحديد خط الطول المار بأي نقطة على سطح الأرض باحتساب الزاوية بين هذه النقطة وبين خط غرينتش. فمدينة كييف تشكل مع خط غرينتش زاوية من ٣٠°، ومعناه أن كييف تقع على خط الطول ٣٠ شرق خط غرينتش (مستند ٣).

ب- دوائر العرض:

إنها عبارة عن دوائر كاملة موازية لخط الاستواء. إذاً هي متوازية فيما بينها، عددها ١٨٠ دائرة. وهي تتقاطع عمودياً مع خطوط الطول. يقسمها خط الاستواء إلى قسمين: ٩٠ دائرة إلى شماله و ٩٠ دائرة إلى جنوبه. يعتبر خط الاستواء الدائرة الأكبر، وعن جنوبه وشماله يتناقص شعاع هذه الدوائر تدريجياً حتى تنتهي بنقطة عند القطب الشمالي ونقطة عند القطب الجنوبي. أما ترقيم دوائر العرض، فيتطابق مع الزاوية التي تشكلها كل دائرة مع مركز الدائرة الاستوائية. لذلك ترقم دوائر العرض من صفر عند خط الاستواء إلى ٩٠ درجة شمالا، وإلى ٩٠ درجة جنوباً. وبالتالى فإن محور الأرض المار بنقطة القطب الشمالي يشكل مع شعاع دائرة خط الاستواء زاوية قائمة (مستند ٤).

أهم دوائر العرض هي: خط الاستواء، مدار الجدي والسرطان، الدائرتان القطبيتان، وهي تساعدنا على تحديد المناطق المناخية.

وتعتبر الشبكة الجغرافية أساسية لرسم الخرائط وتحديد النقاط والمساحات على سطح الأرض.

ثانياً: نتائج دورة الأرض حول نفسها:

١- تعاقب الليل والنهار والحركة الظاهرية للشمس:

إنّ تعاقب الليل والنهار، في منطقة ما، هو نتيجة من نتائج دورة الأرض حول نفسها. ففي كل لحظة تدخل جميع النقاط الواقعة على خط الطول نفسه في النور، في حين تدخل جميع النقاط الواقعة على الخط الذى يقابله في الظلام. والتالي فإن كل منطقة تمر في ليل ونهار خلال يوم كامل. ويظهر من خلال هذه العملية كأن الشمس هي التى تتحرك في قبة السماء من الشرق إلى الغرب. أما في الواقع فإنّ الأرض هي التى تدور من الغرب إلى الشرق. لهذا نستعمل عبارة «الحركة الظاهرية للشمس». وليست

هذه الحركة الظاهرية للشمس هي نفسها فى كل مناطق الكرة نظراً لشكل الأرض الكروي. فالساكن في المناطق المدارية يرى الشمس تتحرك فوق رأسه وسط السماء. أما ساكن المناطق القطبية فيراها تتحرك أمامه على الأفق راسمة مساراً دائرياً ولا تغيب أحياناً.

وتنتظم الحياة على سطح الأرض وفقاً لهذه الحركة فيحدد شروق الشمس وغروبها دوام العمل، ومواعيد الأكل والصلاة عند الإنسان، وإيقاع الحياة عند الحيوان ويحدث **التمثيل الكلوروفيلى** عند النبات. ولولا دوران الأرض حول نفسها، وحول الشمس، لما توفرت الشروط اللازمة للحياة كالحرارة والضوء والرطوبة المناسبة.

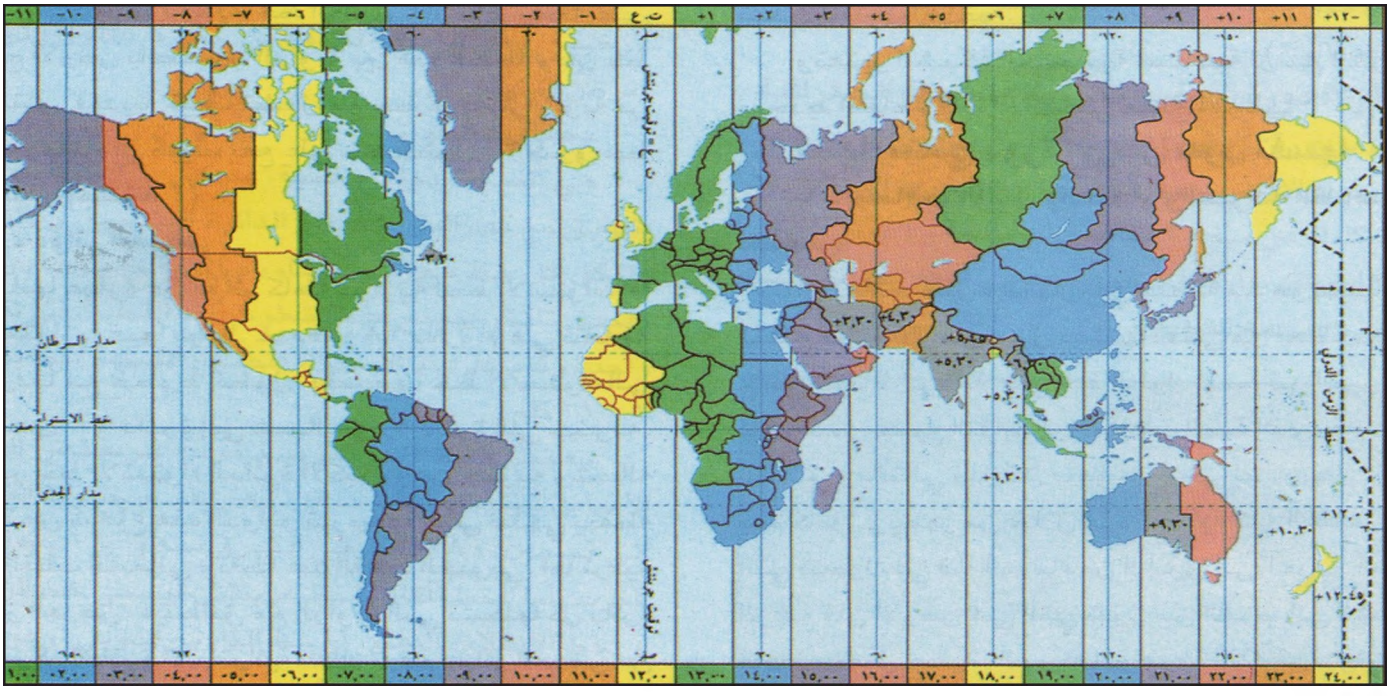
٢ـ المناطق الزمنية:

لضبط الوقت على سطح الكرة الأرضية تم تقسيم اليوم إلى ٢٤ وحدة زمنية، تسمى كل منها ساعة. وبناءً عليه فإن الشمس تقطع المنطقة الممتدة على ١٥ خط طول خلال ساعة واحدة وهذا ما دعي بمنطقة زمنية ويكون التوقيت واحداً في كل منها. واعتمد خط غرينتش خطاً أساسياً للتوقيت العالمي. فكلما ابتعدنا شرقاً عن هذا الخط ازداد الوقت، وكلما ابتعدنا عنه غرباً نقص الوقت. وعلى المسافر بالتالي تقديم ساعته أو تأخيرها وفقاً لاتجاه سفره، ووفقا لعدد خطوط الطول التي قطعها.

أما عملياً، فإن المناطق الزمنية لا تتطابق مع الحدود السياسية المرسومة. إذ تقوم الدول باعتماد توقيت موحد على كافة أراضيها. أما الدول التى تمتلك مساحات شاسعة من الأراضى. فإنها تضع حدوداً استنسابية للمناطق الزمنية. فنرى الصين مثلاً تعتمد توقيتاً موحداً لمجمل أراضيها، وروسيا الاتحادية تدمج وحدتين زمنيتين في توقيت واحد (مستند ٥).

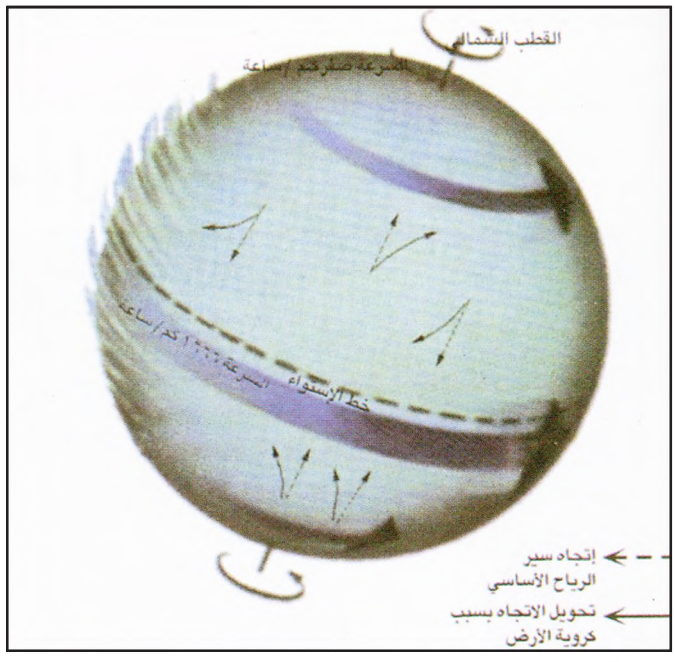
٣ـ تغير مسار الأجسام الغازية والسائلة (مستند ٦):

لاحظ الجغرافيون أن تيارات الريح والتيارات البحرية التي تتحرك متوازية مع خطوط الطول، تنحرف نحو يمين مسارها في النصف الشمالي من الكرة، ونحو يسار مسارها في النصف الجنوبي منها. ومثال على ذلك فإن الرياح الباردة التي تهب من القطب الشمالي باتجاه الاستواء تنحرف نحو يمينها وتصبح شمالية شرقية. أما الرياح المدارية التي تهب من مدار السرطان باتجاه الشمال، فتنحرف نحو يمينها وتصبح جنوبية غربية.



٥ التوقيت الزمني على سطح الأرض ودمج المناطق الزمنية في العديد من البلدان

- كم وحدة زمنية في الوطن العربي، وكم يبلغ فارق التوقيت بين شرق الوطن العربي و غربه؟

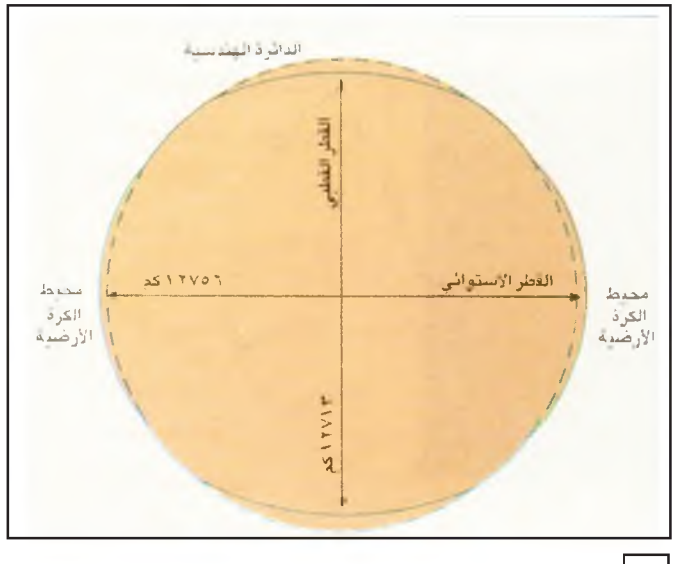


٦ اختلاف سرعة أجزاء الأرض بحسب مواقعها من خطوط العرض في أثناء دورة الأرض حول نفسها

خلال دورة الأرض حول نفسها، تقطع كلُّ نقطة واقعة على الاستواء مسافة ٤٠١٧٦ كلم خلال ٢٤ ساعة، فسرعتها ١٦٧٤ كلم/سا، بينما تكون السرعةُ في نقطة القطب صفر كلم/سا. لاحظ انحراف مسار الرياح نتيجة لدوران الأرض حول نفسها.

لقد فسر عالم الفيزياء غ. كوريوليس هذه القوة فدعيت باسمه قوة كوريوليس.

وقد رد السبب فيها إلى عاملين هما:



٧ الانتفاخ الاستوائي

- قارن بين القطر الاستوائي و القطر القطبي. ماذا تستنتج؟

أ- دورن الأرض حول نفسها من الغرب إلى الشرق.

ب - اختلاف سرعة دورانها على خط الطول الواحد بحيث تكون ١٦٧٤ كلم في الساعة على خط الاستواء، فتتدنى تدريجياً لتصبح ١١٢٣ كلم في الساعة على خط العرض ٥٠°، وصفراً على نقطة القطب.

فلو افترضنا أننا أطلقنا سهماً من القطب الشمالي باتجاه هدف محدد على الاستواء، فإن السهم يصل إلى الاستواء، لكن الهدف يكون قد سبقه باتجاه الشرق، فالناظر إلى هذا السهم من الأرض يراه ينحرف نحو اليمين أكثر فأكثر كلما اقترب من الاستواء. أما الناظر إليه من مركبة فضائية فإنه يراه يسير بخط مستقيم، لكن الأرض هي التي تدور من تحته.

٤- الانتفاخ الاستوائي (مستند (٧))

إن سرعة دوران الأرض حول نفسها التي تصل إلى ١٦٧٤ كلم/سا، تجعل الأشياء تندفع بعيداً عن محور الأرض. وكأن هناك قوة مركزية طاردة تدفعها من المركز إلى الأطراف، مما يؤدي إلى انتفاخ الأرض في المناطق الاستوائية وتفلطحها عند القطبين، وكذلك فإن الغلاف الجوي يصيبه الانتفاخ نفسه، فنرى سماكته تقل عند القطبين وتزداد كلما اتجهنا نحو الاستواء. ولولا جاذبية الأرض لانفلتت العناصر المكونة لها وتطايرت في الفضاء الخارجي.

أسئلة

١- ما الحركة التي على أساسها تم تحديد قطبي الأرض الشمالي والجنوبي؟

٢- عرف الشبكة الجغرافية.

٣- بيّن فوائد كلٍ من: خطوط الطول ودوائر العرض.

٤- عدد نتائج دوران الأرض حول نفسها.

٥- لماذا تضم كل منطقة زمنية ١٥ خط طول؟

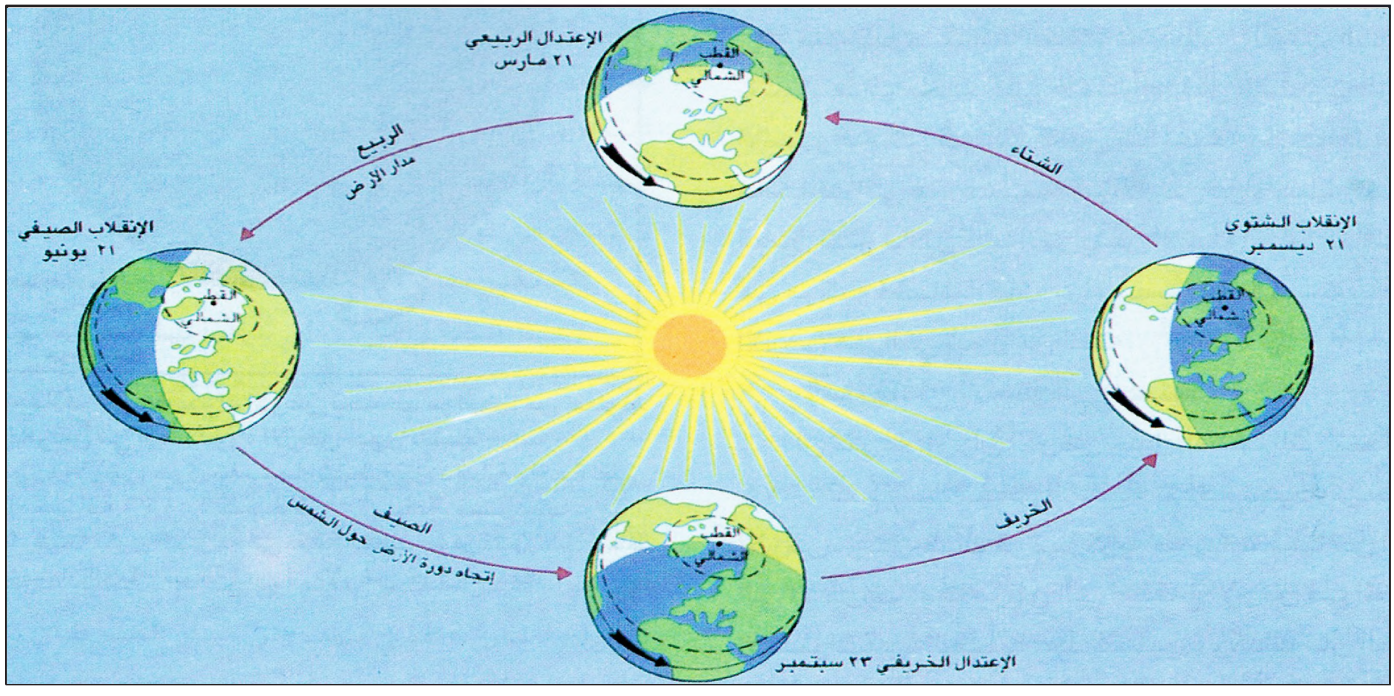
٦- إذا انطلقت من خط غرينتش شرقا كيف تضبط الوقت في ساعتك؟

٧- لماذا تنحرف الأجسام السائلة والغازية نحو يمينها في نصف الكرة الشمالي؟ ونحو يسارها في نصف الكرة الجنوبي؟

﴿وَسَخَّرَ لَكُمُ ٱلشَّمْسَ وَٱلْقَمَرَ دَآئِبَيْنِ وَسَخَّرَ لَكُمُ ٱلَّيْلَ وَٱلنَّهَارَ﴾

(ابراهيم : ٣٣)

دوران الأرض حول الشمس



١ دورة الأرض حول الشمس

في ٢١ يونيو تعرض الكرة الأرضية قسمها الشمالي للشمس التي تقع أشعتها عموديًا على مدار السرطان. في الوقت نفسه، تبدو الدائرة القطبية الشمالية مضاءة كليًا والشمس لا تغيب عنها حتى عند منتصف الليل.

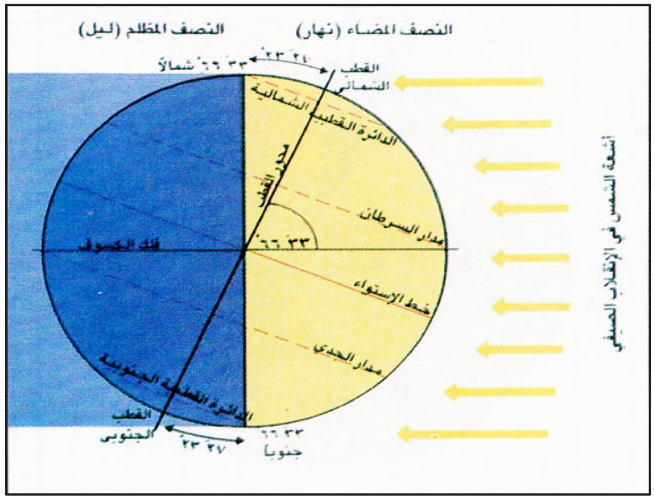
في الوقت الذى تدور فيه الأرض حول نفسها تدور أيضاً حول الشمس في مدة سنة كاملة. وينتج عن هذه الدورة السنوية عدة نتائج أبرزها الفصول الأربعة. أما القمر فيرافقها فى رحلتها هذه ويتبادل معها تأثيرات مهمة.

أولاً: دورة الأرض السنوية:

تدور الأرض حول الشمس من الغرب إلى الشرق في **مدار إهليلجي** (بيضاوي الشكل) طوله ٤٩٠ مليون كلم تقريباً. وذلك في مدة سنة كاملة. فيبلغ متوسط سرعتها خلال رحلتها ٥٥٩٠ كلم/سا. فكيف تتم هذه الرحلة؟ وما أهم نتائجها؟ (مستند ١).

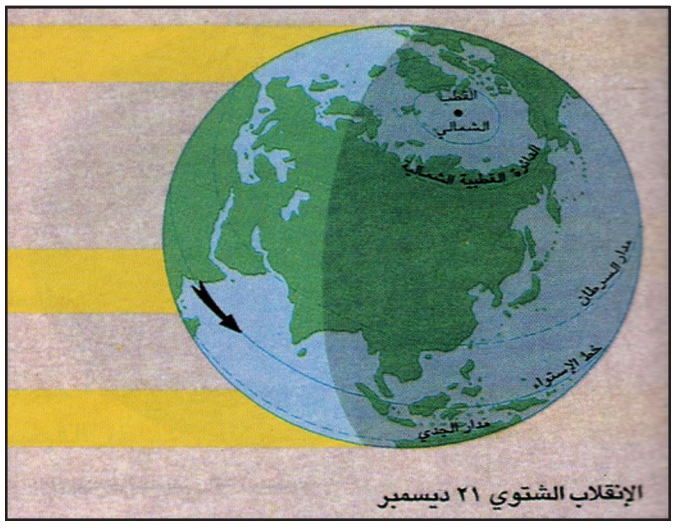
١ـ محور الأرض مائل على فلك الكسوف (مستند ٢)

إن المسطح الذي يحدده المدار الاهليجي للأرض يسمى **فلك الكسوف**. يتقاطع **فلك الكسوف** مع محور الأرض



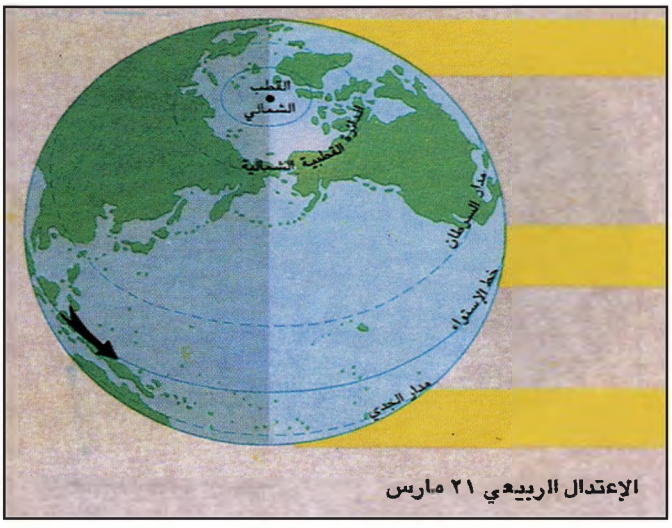
٢ ميل محور الأرض على فلك الكسوف

- حدّد الزاوية التي يشكلها فلك الكسوف مع خط الاستواء والتي يشكلها هذا الفلك مع محور الأرض.



الإنقلاب الشتوي ٢١ ديسمبر

٣ الانقلاب الشتوي



الإعتدال الربيعي ٢١ مارس

٤ الاعتدال الربيعي

● حدِّد موقع عمودية أشعة الشمس وحدود الدائرة الضوئية في المستندات ٣و٤و٥و٦.

فيشكلان زاوية قياسها ٦٦° و٣٣. وهذا يعني أن فلك الاستواء يشكل مع فلك الكسوف زاوية مقدارها ٢٣° و٢٧. وبسبب هذا الميلان فإن أشعة الشمس التي تسير داخل هذا الفلك موازية له تسقط عمودية على عروض معينة وفق موقع الأرض في مدارها حول الشمس.

٢ـ تأرجح الدائرة الضوئية على دوائر العرض:

يفصل بين القسم المضاء من الأرض والقسم المظلم حدّا يسمى الدائرة الضوئية. ولو كان محور الأرض عمودياً على فلك الكسوف لتطابقت الدائرة الضوئية مع خطوط الطول خلال السنة بكاملها، ولانقسمت دوائر العرض إلى أنصاف متساوية، وتساوى الليل والنهار طوال العام. لكن ميلان المحور وحركة الأرض على فلك الكسوف يجعلان الدائرة الضوئية في حركة متأرجحة بين الشمال والجنوب، وفي وضع يقسم دوائر العرض إلى أقسام غير متساوية، فيختلف بالتالي طول الليل والنهار من يوم إلى آخر ولا يتساويان إلا في الاعتدالين.

٣ـ تتابع الفصول:

أ ـ الانقلاب الشتوى (مستند ٣)

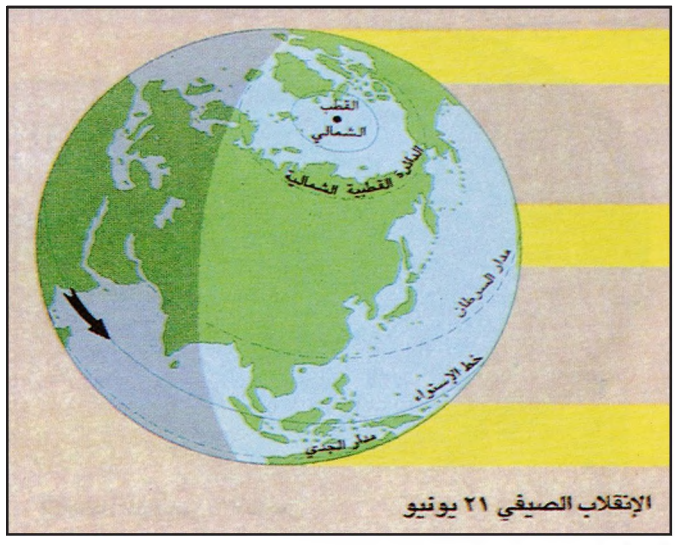
في ٢١ ديسمبر تسقط أشعة الشمس عمودية على مدار الجدي، فتقسم الدائرة الضوئية دوائر العرض إلى أقسام غير متساوية. بحيث تتسع الأقسام المضاءة كلما اتجهنا من الاستواء نحو الجنوب وتتقلص كلما اتجهنا نحو الشمال. فتلامس الدائرة الضوئية الدائرة القطبية الجنوبية من جهة، والدائرة القطبية الشمالية من جهة أخرى. بحيث تكون مجمل المناطق الواقعة جنوب الدائرة القطبية الجنوبية في النور ومجمل المناطق الواقعة شمال الدائرة القطبية الشمالية في الظلام. وهكذا تبقى مدة النهار ١٢ ساعة على خط الاستواء وتطول هذه المدة تدريجياً كلما اتجهنا جنوباً لتصبح ٢٤ ساعة في العروض القطبية الجنوبية ويحدث العكس في النصف الشمالي من الكرة.

في هذه الفترة يسجل في النصف الشمالي من الكرة الأرضية أطول ليل وأقصر نهار. فتتدنى الحرارة فيه ويبدأ الشتاء. أما في الجنوب فيسجل أطول نهار وأقصر ليل ويبدأ الصيف.

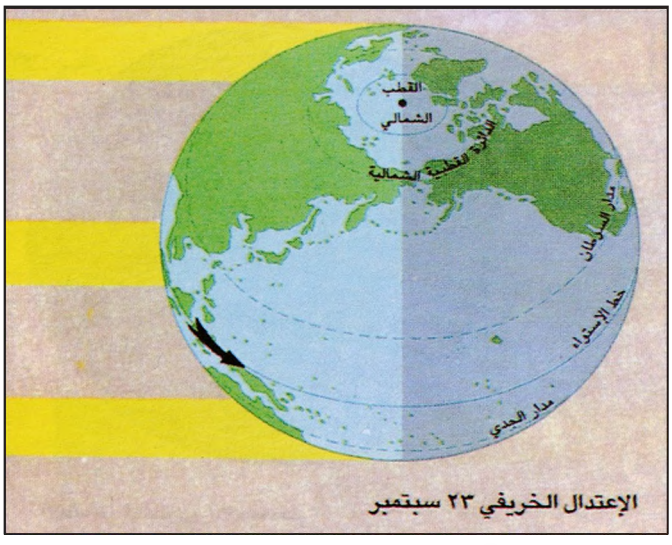
بعد هذا التاريخ تبدأ عمودية أشعة الشمس بالتحرك شمالاً كذلك الدائرة الضوئية. ويبدأ الضوء بالانحسار عن المناطق القطبية الجنوبية.

ب ـ الاعتدال الربيعى (مستند ٤)

في ٢١ مارس تصل عمودية أشعة الشمس إلى خط الاستواء، وتتطابق الدائرة الضوئية مع خطوط الطول مارة في القطبين، وتقسم دوائر العرض إلى أنصاف متساوية فيتساوى طول الليل والنهار على سطح الأرض. بعد هذا التاريخ تتابع عمودية أشعة الشمس تحركها تدريجياً نحو مدار السرطان، وتبدأ الأرض بتعريض نصفها الشمالي للشمس، ويستمر انحسار الضوء تدريجياً عن المناطق القطبية الجنوبية، ويبدأ الربيع فى الشمال لأنّه أخذ يتلقى



٥ الانقلاب الصيفي



٦ الاعتدال الخريفي

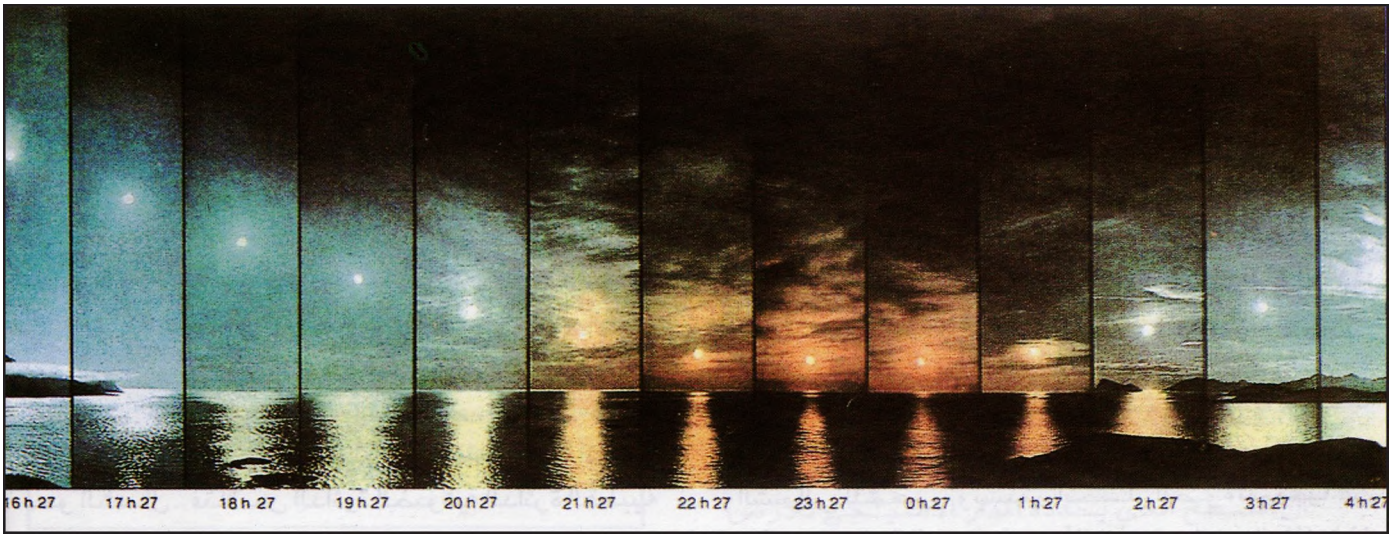
قسطاً أكبر من الإشعاع الشمسى، في حين يبدأ الخريف في الجنوب.

ج ـ الانقلاب الصيفى (مستند ٥)

في ٢١ يونيو تصل عمودية أشعة الشمس إلى مدار السرطان، فتقسم الدائرة الضوئية دوائر العرض إلى أقسام غير متساوية بحيث تتسع الأقسام المضاءة كلما اتجهنا من الاستواء نحو الشمال، وتتقلص كلما اتجهنا نحو الجنوب. فتلامس الدائرة الضوئية الدائرة القطبية الشمالية من جهة، والدائرة القطبية الجنوبية من جهة أخرى، بحيث تكون مجمل المناطق الواقعة شمال الدائرة القطبية الشمالية في النور، ومجمل المناطق الواقعة جنوب الدائرة القطبية الجنوبية في الظلام، وهكذا تبقى مدة النهار ١٢ ساعة على خط الاستواء وتطول هذه المدة تدريجياً كلما اتجهنا شمالاً لتصبح ٢٤ ساعة في العروض القطبية الشمالية (مستند ٧). ويحدث العكس في النصف الجنوبي من الكرة.

في هذه الفترة يسجل في النصف الشمالي من الكرة أطول نهار وأقصر ليل فترتفع الحرارة فيه ويبدأ الصيف أما في الجنوب فيسجل أطول ليل وأقصر نهار ويبدأ الشتاء.

بعد هذا التاريخ تنقلب العملية وتبدأ عمودية أشعة الشمس بالتحرك جنوباً، كذلك الدائرة الضوئية. ويبدأ الضوء بالانحسار عن المناطق القطبية الشمالية.



٧ **شمس منتصف الليل** (أخذت هذه الصور الـ٢٤ خلال يومي ٢٢و٢٣ يونيو في منطقة القطب الشمالي وذلك بمعدل صورة كل

د- الاعتدال الخريفي (مستند ٦):

في ٢٣ سبتمبر تصل عمودية أشعة الشمس إلى خط الاستواء، وتتطابق الدائرة الضوئية من جديد مع خطوط الطول، وتمر في القطبين وتقسم دوائر العرض إلى أنصاف متساوية، فيتساوى الليل والنهار على سطح الأرض. بعد هذا التاريخ تتحرك عمودية أشعة الشمس نحو مدار الجدي وتبدأ الأرض بتعريض نصفها الجنوبي للشمس ويستمر انحسار الضوء عن المناطق القطبية الشمالية. يبدأ الربيع في الجنوب لأنه أخذ يتلقى قسطاً أكبر من الإشعاع الشمسي في حين يبدأ الخريف في الشمال.

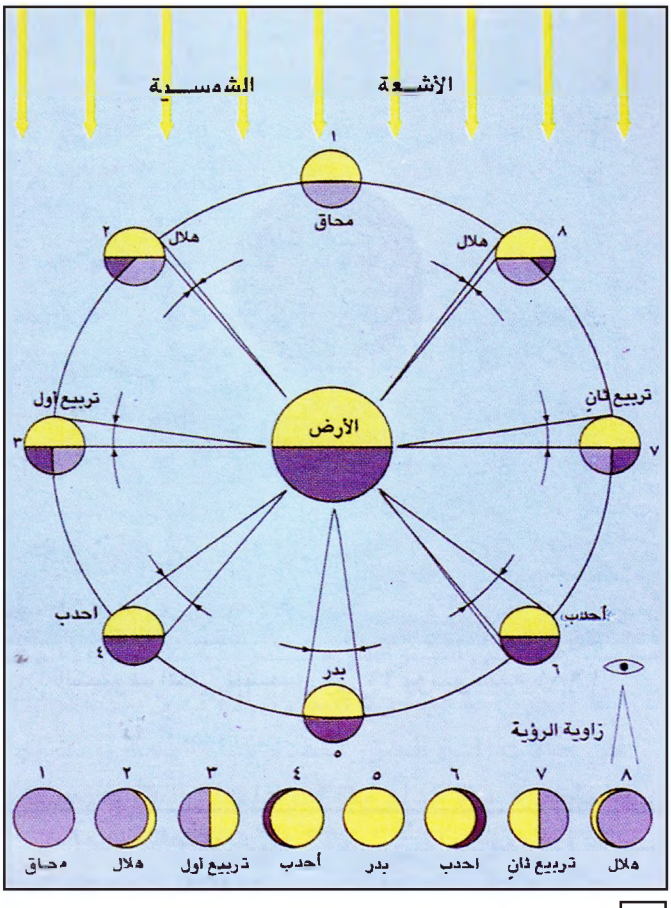
إنّ الحد الشمالي والحد الجنوبي الذين تصلهما الدائرة الضوئية يحددان الدائرتين القطبيتين. والحدان الشمالي والجنوبي لعمودية أشعة الشمس يرسمان مداري السرطان والجدي.

ثانياً: دورة القمر حول الأرض:

في الوقت الذي يدور فيه القمر حول الأرض، يدور أيضاً حول نفسه دورة واحدة كل ٢٩ يوماً و١٢ ساعة و٤٤ دقيقة. لذلك لا نرى منه سوى الوجه المقابل للأرض. ويتجه في دورته هذه من الغرب إلى الشرق في مسار إهليجي بسرعة هي دون سرعة دوران الأرض. لذلك يظهر لنا وكأنه يتحرك نحو الغرب. ينتج عن دورة القمر ظاهرات أهمها:

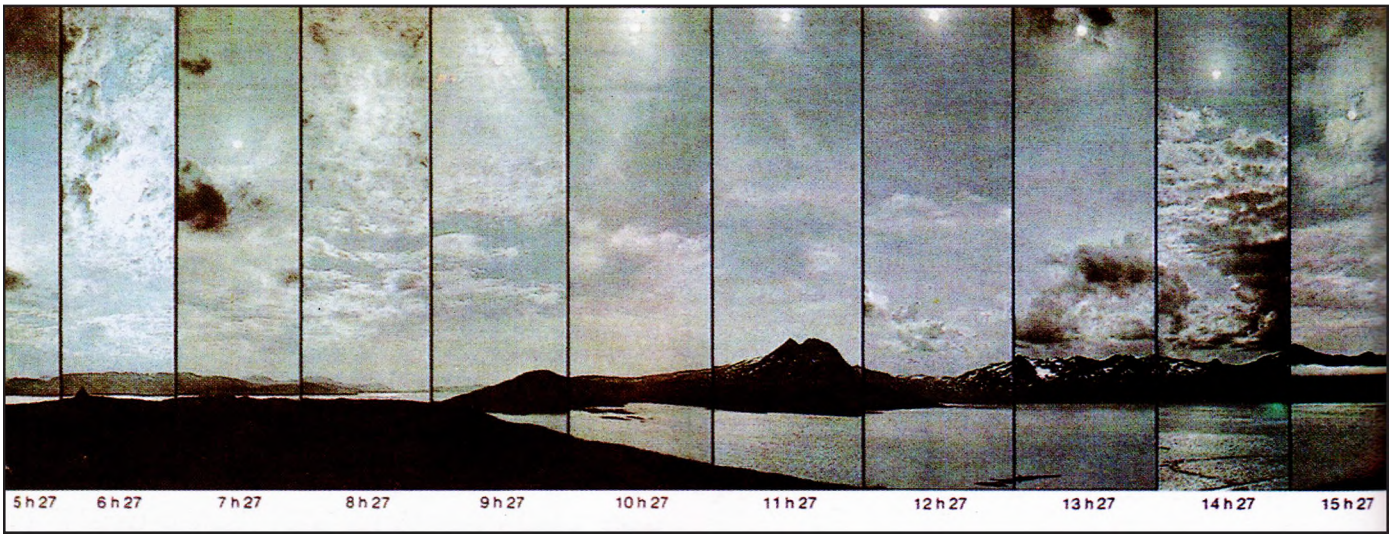
١- اختلاف أوجه القمر (مستند ٨)

القمر ليس مضيئاً بذاته، إنما يعكس على الأرض ضوء الشمس. ويتغير شكل وجهه نظراً لموقعه بالنسبة للأرض والشمس. فيكون في المحاق عندما يقع بين الأرض والشمس، ويكون بدراً عندما تقع الأرض بينه وبين الشمس، ويكون في التربيع عندما يشكل مركز القمر ومركز الأرض

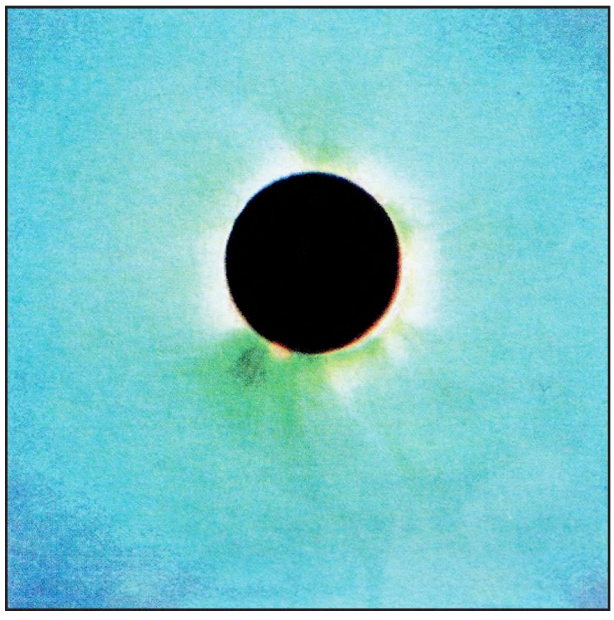


٨ أوجه القمر

● سمِّ أوجه القمر وصف كلًا منها.



ساعة لكي يظهر كيف أن الشمس خلال الانقلاب الصيفي لا تغيب).



٩ الكسوف الكلي للشمس في ٢١ يونيو سنة ١٩٨١

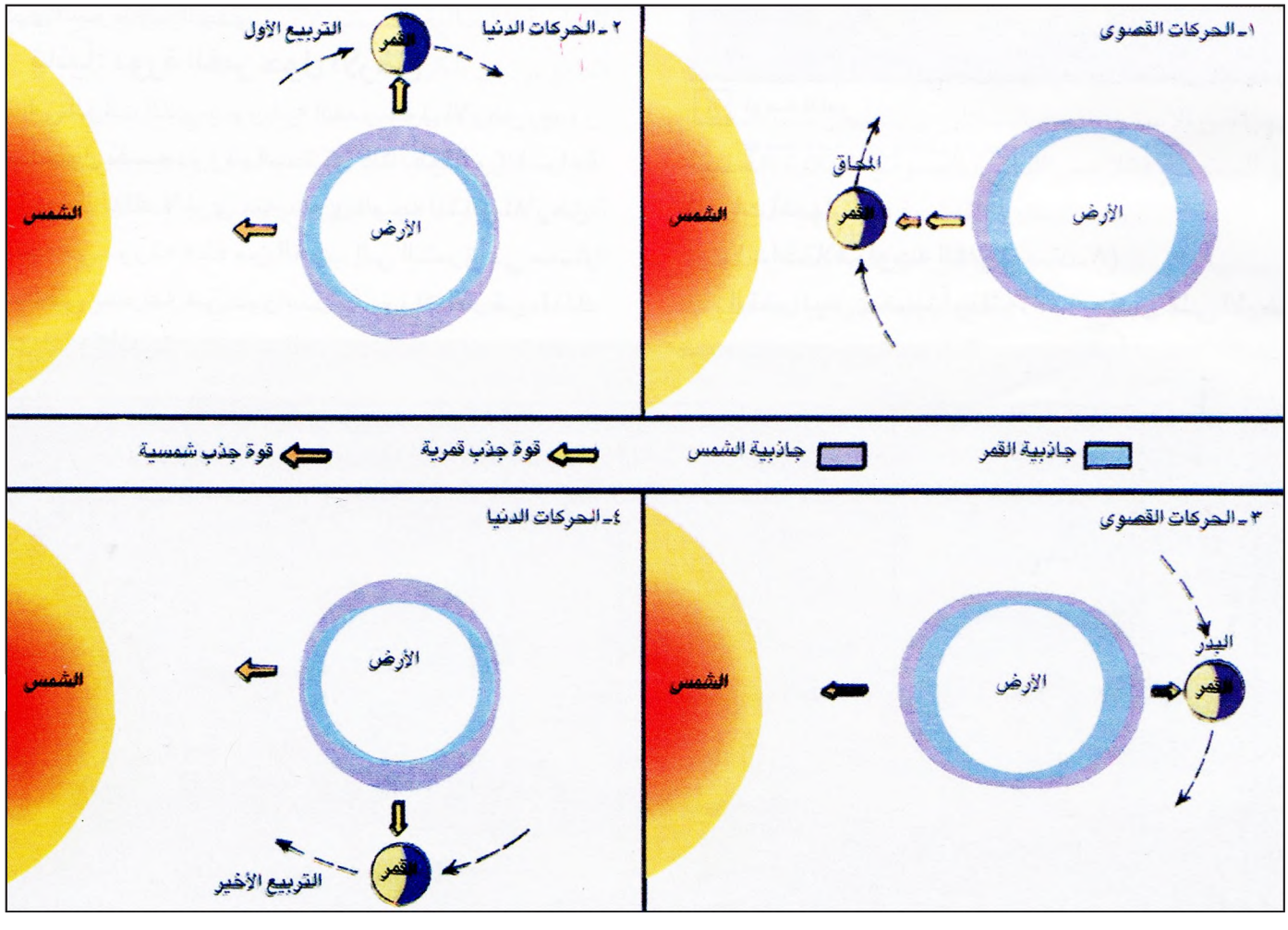
ومركز الشمس زاوية قائمة، وهو في دورته حول الأرض لا يشكل مع الأرض والشمس خطاً مستقيماً واحداً إلا في حالات استثنائية عند الكسوف والخسوف.

٢ـ كسوف الشمس:

كسوف الشمس هو احتجاب أشعة الشمس كلياً أو جزئياً عن الأرض لدى توسط القمر بينهما ضمن خط مستقيم واحد، والكسوف ثلاثة أنواع: كلي حين تختفي أشعة الشمس تماماً عن الناظر إليها (مستند ٩). وجزئي حين يظهر جزء من الشمس ويختفي الجزء الآخر خلف القمر، وحلقي حين تظهر الشمس على شكل قرص مظلم تحيط به حلقة مضاءة.

٣ـ خسوف القمر:

خسوف القمر هو احتجاب ضوء القمر عن الأرض، وهو يحدث إذا توسطت الأرض بين القمر والشمس ضمن



١٠ حركتا المد والجزر وتأثير جاذبيتي القمر و الشمس عليهما

- حدد مواقع القمر والأرض و الشمس في الحركات الدنيا للمد والجزر. حدِّد هذه المواقع أيضًا بالنسبة للحركات القصوى للمد والجزر.

خط مستقيم واحد. وهو نوعان: الخسوف الكلي حين يختفي القمر تماماً، والجزئي حين يكون جزء من القمر فى منطقة ظل الأرض، والجزء الآخر في شبه الظل فنراه مضاء.

٤ـ المد والجزر (مستند ١٠ و١١)

المد هو ارتفاع المياه وتقدمها فوق الشاطئ. أما الجزر فهو عملية انخفاض مستوى المياه وانحسارها عن الشاطئ لمدة مساوية لفترة المد. تحدث هاتان الحركتان المتتاليتان بشكل منتظم مرتين كل ٢٤ ساعة و٥١ دقيقة، أما السبب الأساسي لحدوثهما فهو تأثير جاذبيتى الشمس والقمر على سطح الأرض من جهة، والقوة المركزية الطاردة للأرض من جهة ثانية.

فللقمر قوة جاذبة تؤثر على سطح الأرض المواجه له، فتندفع مياه المحيطات والبحار نحو نقطة الجذب هذه حيث يكون المد. ومن الجانب المضاد لموقع القمر تزيد القوة المركزية الطاردة للأرض، فتندفع المياه نحو النقطة المقابلة لنقطة الجذب فيكون فيها مد أيضاً، وفي الوقت الذى يحدث فيه المد في هاتين المنطقتين المتقابلتين تنحسر المياه عن المناطق المتعامدة معهما حيث يكون الجزر، لذلك تحدث ظاهرة المد والجزر مرتين أثناء دورة القمر حول الأرض مرة واحدة.

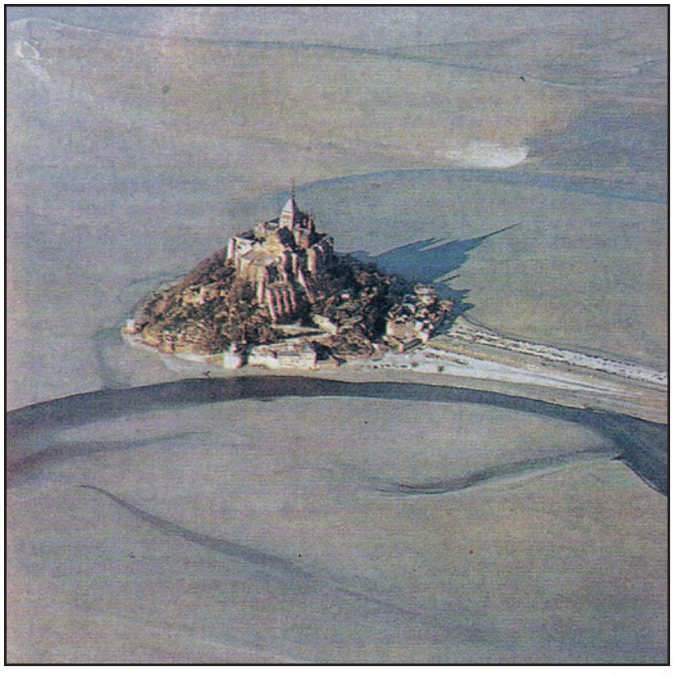
يكون المد في أقصى علو له، كما يكون الجزر في أقصى انحسار له في حالتى المحاق والبدر. إذ تجتمع جاذبيتا الشمس والقمر على منطقة واحدة من الأرض.

ويكون المد والجزر معتدلين في الحالات الأخرى كالتربيع والهلال والأحدب.

يتفاوت المد بين منطقة وأخرى في العالم، فبينما يبلغ ارتفاعه ١٩ متراً فى بعض مناطق الأطلسي، فهو يتراوح بين أربعة أمتار في شمال الخليج العربى ومتر واحد في جنوبه. أما على الشواطئ الشرقية للبحر الأبيض المتوسط فيكون ضعيفاً ولا يتجاوز الأربعين سنتمتراً.

في حالات المد والجزر تتقدم مياه البحار وتتراجع عن الشاطئ عدة كيلو مترات إذا كان الشاطئ شبه مستو كما في هولندا أو بضعة أمتار إذا كان مرتفعاً.

يسهّل ضعف المد والجزر حركة الملاحة فتبقى ثابتة طوال اليوم، كما يسمح أيضاً بطمر مصبات الأنهار وتشكيل الدلتاوات.



١١ صورة لحركة الجزر في إحدى الجزر الفرنسية على المحيط الأطلسي

تنحسر المياه عن شواطئ شبه الجزيرة فتصبح محاطة بمساحات واسعة من الرمال وفي المد تحيط بها المياه من كل الجهات باستثناء الطريق المؤدي إليها.

أسئلة

١ـ صف دوران الأرض حول الشمس من حيث سرعتها ومدارها وبعدها عن الشمس.

٢ـ عرف فلك الكسوف.

٣ـ حدد الزاوية التي يشكلها فلك الكسوف مع محور الأرض.

٤ـ كيف تتحرك عمودية أشعة الشمس على عروض الأرض خلال فصول السنة الأربعة؟

٥ـ قارن بين الانقلاب الشتوي والانقلاب الصيفي، من حيث التوقيت، وطول الليل والنهار والفصول.

٦ـ فسر حدوث الظواهر التالية:

ـ الكسوف، الخسوف، المد والجزر.

٧ـ متى يكون القمر؟

أـ هلالاً أو محاقاً، ولماذا؟

بـ بدراً ولماذا؟

اتجاهات الخرائط ومقاييسها

عند تنفيذ خرائط لإحدى الدول، يحدد المقياس الذي يوافق مساحتها والهدف الذي من أجله ستنفذ الخرائط. ثم يدرس موقع هذه الدولة بالنظر إلى دوائر العرض كي يتم اختيار أفضل طرق الإسقاط ملاءمة. فتحدد شبكة تربيعات كيلو مترية، وعلى أساسها يتم المسح الطوبوغرافي ونقل المعلومات والتفاصيل من هذا الموقع إلى الخريطة.

أولاً: موضوع الخريطة واتجاهاتها

١ـ المسح الطوبوغرافي (مستند ١):

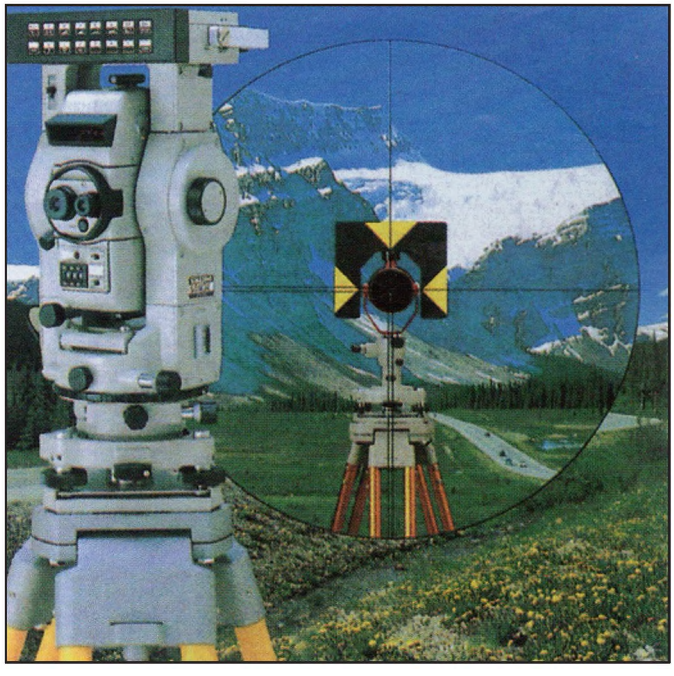
يتم **المسح الطوبوغرافي** على الأرض مباشرة. ويقوم بتنفيذ العمليات عدة فرق من المهندسين الجغرافيين، فيمسحون الأرض ويقيسون مستوياتها، أي ارتفاعاتها أو انخاضاتها بالنسبة إلى مستوى سطح البحر. وتهدف عملية مسح الأراضي إلى نقل المساحات الأرضية إلى الخريطة، وتحديد جميع معالمها من أنهار وينابيع وطرق ومصانع وبيوت وغيرها. وتستعمل في عملية المسح آلات هندسية متطورة وعديدة، كالتيودوليت والتاكيومتر (مستند ١). ويُعتمد في أثناء التنفيذ على عمليات هندسية ورياضية مناسبة لتحديد مواقع جميع النقاط على سطح الأرض. وقد تطور المسح حالياً باستعمال الصور الجوية والفضائية. وبعد المسح يتم رسم الخريطة التي تحتوي على عدة عناصر أهمها العنوان والاتجاه **وشبكة التربيعات** والمقياس وخطوط الكونتور وغيرها من العناصر التي يتضمنها مفتاح الخريطة.

٢ـ عنوان الخريطة:

لكل خريطة عنوان. وهو أول ما نقرأه فيها لأنه يشير إلى موضوعها أو إلى محتواها. لذلك يجب اختيار العنوان بدقة ووضعه في مكان بارز فى الأعلى أو في الأسفل. من الأمثلة على عنوان الخريطة: الكثافة السكانية في البحرين، أو: التضاريس في الوطن العربي، أو توزع الصناعات في مصر.

٣ـ الشمال الجغرافي والشمال المغناطيسي:

اتفق الجغرافيون على جعل الشمال في أعلى الخريطة، والجنوب في أسفلها، والشرق على يمين القارئ والغرب



١ الات ألكترونية حديثة مستعملة في مسح سطح الأراضي: التاكيومتر والتيودليت. وهذه الآت مزودة بحاسبات ألكترونية تؤهلها لإعطاء جميع القياسات والزوايا المطلوبة بدقة وبأقصر وقت ممكن.

على يساره. يتوافق هذا الشمال الجغرافي مع اتجاه خطوط الطول الموجودة على الخرائط.

فالشمال الجغرافي هو إذاً نقطة ثابتة لا تتغير حتى لو نظرنا إليها من أماكن مختلفة من سطح الأرض. هذه النقطة هي مركز القطب الشمالي (مستند ٢).

يختلف الشمال الجغرافي عن الشمال الذي تشير إليه إبرة البوصلة، والذي يدعى الشمال المغناطيسي يتمثل الشمالان في هوامش معظم الخرائط بأسهم موجهة وتتوضح الزاوية بينهما في تاريخ معين. يسمى هذا الفارق بالانحراف أو بالميل المغناطيسي (مستند ٣).

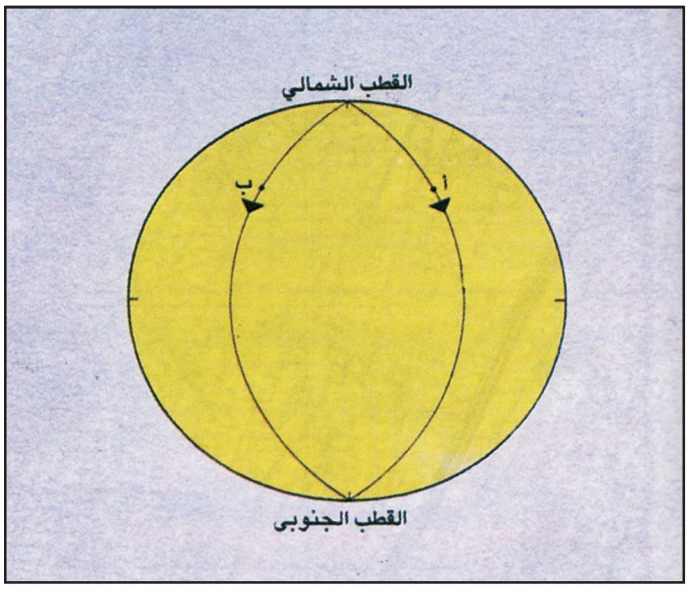
تحتوي بعض الخرائط الطوبوغرافية على اتجاه ثالث للشمال، كـ «شمال لامبير» مثلاً، فهو يختلف عن الشماليين السابقين لكونه اصطلاحاً اقترحه «لامبير» واضع التربيعات التي يتم على أساسها المسح الطوبوغرافي لدولة معينة (مستند ٤).

٤ـ نقطة الأساس وشبكة التربيعات (مستند ٥):

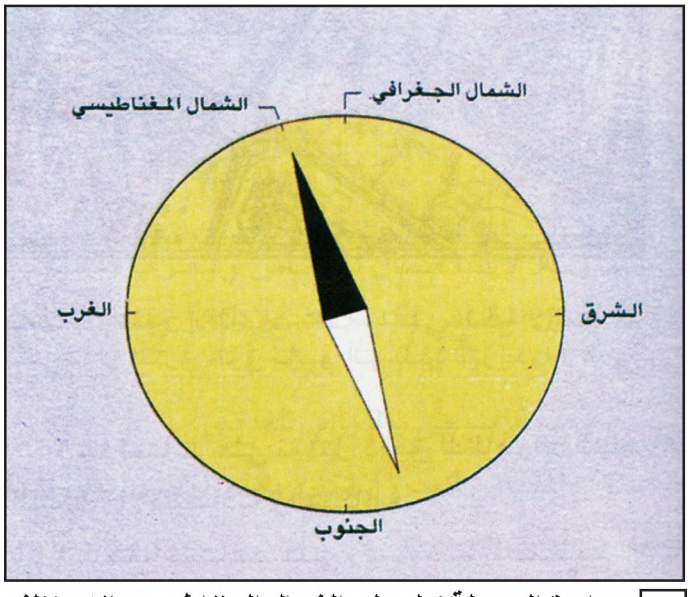
عندما يبدأ الطوبوغرافيون بمسح منطقة جغرافية معينة، فإنهم يتخذون نقطة محددة ينطلقون منها في عملية المسح تسمى نقطة الأساس، وتكون في جنوب غربي المنطقة أو البلد. يتم رسم محورين متعامدين انطلاقاً من هذه النقطة، محور شمال – جنوب وآخر شرق – غرب. ثم تضاف إليهما، على مسافات متساوية، خطوط متوازية. ويجري ترقيم هذه الخطوط من الغرب إلى الشرق بالنسبة للخطوط الرأسية ونسميها الشرقيات، ومن الجنوب إلى الشمال بالنسبة للخطوط الأفقية وتسمى الشماليات. وتعرف هذه الخطوط بشبكة التربيعات.

ففي الخرائط الطوبوغرافية، مثلاً، نرسم كل كيلو متر واحد أو كل خمسة كيلومترات، خطاً موازياً للمحور العمودي، وخطاً موازياً للمحور الأفقي. فنحصل على شبكة التربيعات الموجودة في هذه الخرائط. ولكي نعين موقعاً لنقطة ما على سطح الأرض. نلجأ إلى استخدام هذا النظام الذي يدعى **نظام الإحداثيات** ويتوافق هذا النظام إلى حد ما مع نظام الشبكة الجغرافية الذي تمثله خطوط الطول ودوائر العرض.

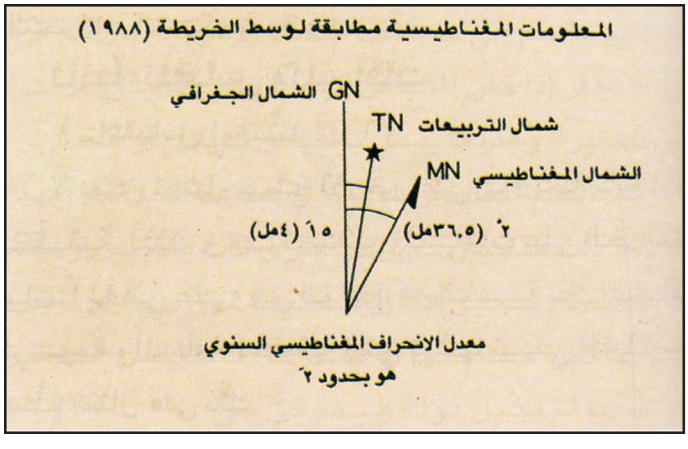
أن نقطة الأساس لرسم خرائط بلاد الشام. مثلاً، هي بلدة تدمر التي تقع على خط طول ٣٧,٢١° شرقاً، وعلى دائرة عرض ٣٤,٣٩° شمالاً.



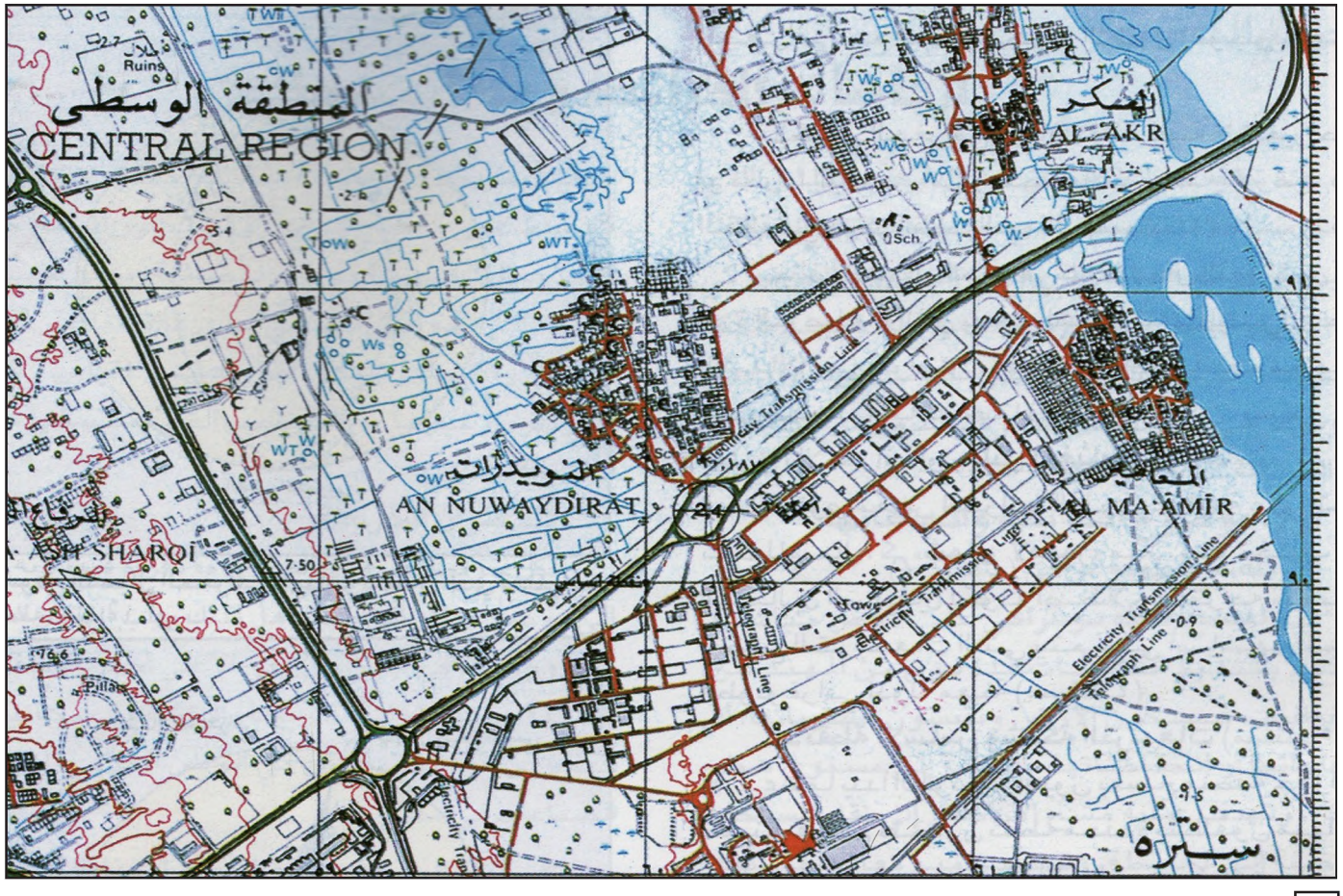
٢ موقع الشمال الجغرافي لايتأثر بالمكان الذي ننظر إليه. سواء أ أو ب



٣ إبرة البوصلة تدل على الشمال المغناطيسي. إنه يختلف من حيث الموقع عن الشمال الجغرفي



٤ اتجاهات الشمال الثلاثة التي توجد في هوامش جميع الخرائط الطوبوغرافية (خريطة البحرين ١/٥٠٠٠٠)



٥ **إحداثيات نقطة على الخريطة الطوبوغرافية**

تعتبر نقطة التقاء أي محورين متعامدين نقطة أساس، وبناء عليها يتم تعيين إحداثيات نقطة ما على سطح الأرض. إنّ الإحداثيات الكيلومترية للنقطة المرقومة ٢،٤ مثلا موجودة على دوار لمفترق طرق يؤدي إلى بلدة النويدرات هي عرض ٩٠,١٨٧ وطول ٦٠،٢٥١ (خريطة الرفاع - البحرين ١/٢٥٠٠٠)

تقسم إذاً شبكة الإحداثيات الخريطة إلى مربعات متساوية، ويمكن تقسيم المسافة ما بين خطين على شبكة التربيعات إلى عشرة أجزاء متساوية (تقسيمات عشرية)، بحيث يمثل كل جزء ١٠٠ متر عندما تكون المسافة بين الخط والآخر كيلو متراً واحداً، ويمثل الجزء ٥٠٠متر عندما تكون المسافة بين الخط والآخر خمسة كيلو مترات.

تسهل لنا هذه الطريقة في الترقيم عملية تحديد موقع أية نقطة على الخريطة. فالدوار المؤدي إلى بلدة النويدرات يقع على خط العرض ٩٠,١٨ وخط الطول ٦٠,٢٥ أما الدوار المؤدى إلى المنطقة الوسطى فيقع على خط العرض ٨٩,١٩ وخط الطول ٥٩,٤.

٥- فوائد الإحداثيات:

للإحداثيات فوائد مهمة:

أ- فهي تمكننا من تعيين موقع أي نقطة على وجه الأرض بشكل دقيق.

ب- وتساعد على تمثيل دقيق للظاهرات الجغرافية الطبيعية والاقتصادية والسكانية.

كما تساعد على رسم خطط تنظيم **المجال الجغرافي**.

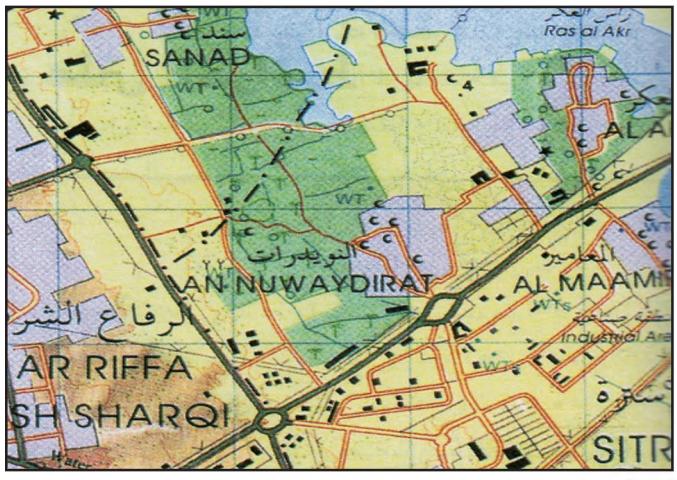
ج- وتستخدم كوسيلة أساسية في الأعمال والتحركات العسكرية والهندسية.

ثانياً: المقياس والمسافات:

١- المقياس (مستند ٥ و٦)

لا يمكن تمثيل الأرض على الخريطة بأبعادها الحقيقية. لذلك وجب تصغير المسافات على الخريطة قياساً لما هي عليه في الواقع. إن النسبة بين المسافة المرسومة والمسافة الحقيقية التي تمثلها تسمى المقياس أو السلم. مثال على ذلك:

طريق طولها ٥ كلم. رسمت على إحدى الخرائط بـ ٥ سنتمترات، فيكون مقياس هذه الخريطة.



٦ خريطة لمنطقة النويدرات بمقياس $\frac{١}{٥٠٠٠٠}$

$$\frac{٥\text{سنتم}}{٥\text{كلم}} = \frac{٥\text{ سنتم}}{٥٠٠٠٠٠\text{ سنتم}} = \frac{١}{١٠٠٠٠٠}$$

وهذا معناه أن مسافة سنتمتر واحد على الخريطة تمثل مسافة ١٠٠٠٠٠ سنتمتر على سطح الأرض، أي كيلو متر واحد.

تسهيلاً لاستعمال المقياس ومعرفة المسافات بسرعة، يُمثل المقياس بكسر عددي يكون بسطه الرقم ١ ومقامه من أضعاف الـ ١٠، مثلاً: $\frac{١}{٢٠٠٠}$ ، $\frac{١}{٥٠٠٠٠}$ ، $\frac{١}{١٠٠٠٠٠٠}$

وهذا يسمى بالمقياس العددى.

يكون المقياس كبيراً إذاً كان مقام الكسر الذى يمثله صغيراً والعكس صحيح.

فالمقياس $\frac{١}{٥٠٠٠٠٠}$ أكبر من المقياس $\frac{١}{١٠٠٠٠٠٠٠}$

ويمكن أن يرسم المقياس أيضاً على شكل خط مستقيم مقسم إلى مسافات متساوية مرقمة بأرقام ترمز إلى الأمتار إذا كان المقياس كبيراً، وإلى الكيلو مترات إذا كان صغيراً، وهذا ما يدعى بالمقياس البياني أو الخطي.

تستخدم المقاييس أحياناً لتصنيف الخرائط. فهناك خرائط ذات مقاييس كبيرة وأخرى ذات مقاييس وسطى أو صغيرة يتغير هذا التصنيف من دولة إلى أخرى بحسب كبر مساحتها أو صغرها. فالمقاييس الصغيرة المعتمدة لتمثيل دولة البحرين هي ١/٢٥٠,٠٠٠ أو ١/١٠٠,٠٠٠ مستند (٥)، وتعتبر هذه المقاييس كبيرة في تمثيل الولايات المتحدة الأميركية مثلاً.

٢ـ احتساب المسافات الفعلية (مستند ٥):

لاحتساب المسافة بين نقطتين على الخريطة. نقيس بالسنتمتر المسافة الفاصلة بينهما ونضرب الرقم بمقام الكسر المحدد في المقياس، ونقسم على بسطه، ثم نحول الجواب إلى أمتار أو كيلو مترات، وفقا لصنف الخريطة أكانت مليونية (أي مقياسها ١/١٠٠٠٠٠٠) أو كادسترالية (أي مقياسها أكبر من ١/١٠٠٠٠). وتمثيلاً لذلك نقول: المسافة بين الدوارين (أ) و(ب) في الخريطة رقم (٥) هي ٥ سنتم في الخريطة، ومقياس الخريطة هو ١/٢٥٠٠٠.

فتكون المسافة الفعلية:

$$\frac{٥ \times ٢٥٠٠٠}{١} = ١٢٥٠٠٠ \text{ سنتم}$$

$$\frac{١٢٥٠٠٠}{١٠٠} = ١٢٥٠ \text{ متراً أو } ١,٢٥\text{كلم}$$

ويمكن أن نطبق هذه القاعدة على أي خريطة جدارية أو غيرها. فنقول مثلاً المسافة بين جدة والمنامة على خريطة مليونية بمقياس ١/١٢٠٠٠٠٠٠ هى ١٠,٦ سنتم (خط مستقيم). والمسافة الفعلية هي:

$$\frac{١٠,٦ \times ١٢٠٠٠٠٠٠}{١} = ١٢٧٢٠٠٠٠٠ \text{ سنتم}$$

تحويل إلى أمتار وكيلو مترات:

$$\frac{١٢٧٢٠٠٠٠٠}{١٠٠} = ١٢٧٢٠٠٠ \text{ متراً}$$

أو $\frac{١٢٧٢٠٠٠}{١٠٠٠} = ١٢٧٢$ كيلو متراً

أسئلة

١- ما الهدف الأساسي من عملية المسح الطوبوغرافي؟
٢- بين الفرق بين الشمال الجغرافي والشمال المغناطيسي.
٣- أشرح العلاقة بين نقطة الأساس وشبكة التربيعات.
٤- عدد فوائد الإحداثيات.
٥- أيهما الأكبر من المقياسين التاليين: ١/١٠٠٠٠٠ و ١/٢٥٠٠٠؟
٦- إذا المسافة بين مدينتين ٧ سم على خريطة بمقياس ١/٥٠٠٠٠، فكم تكون المسافة الفعلية بينهما.
٧- قس المسافة بين نقطتين على خريطة جدارية أو في الأطلس، ثم أحسب المسافة الفعلية بينهما.

تمثيل التضاريس على الخرائط

التضاريس هي الأشكال الحقيقية لسطح الأرض وقد اهتم بها الجغرافيون، وبعناصرها الثلاث على الأخص الانحدار والارتفاع والشكل. وحاولوا تمثيلها على الخرائط بطرق متعددة أهمها: الهاشور أو الشطبة والتظليل وخطوط الكونتور.

أولاً: طريقة الهاشور (الشطبة) (مستند ١):

هذه طريقة قديمة كانت تقضي برسم خطوط مهشرة أو شطبات تدل على شكل التضاريس وارتفاعها عن سطح البحر. وكلما كانت الخطوط قصيرة ومتقاربة كان الإنحدار كبيراً، وكلما كانت طويلة ومتباعدة كانت الأرض منبسطة أو أقل انحداراً. إنها طريقة تتطلب اتقاناً عالياً في الرسم لتجسم الأشكال والانحدارات، لكن تشوبها عيوب عديدة أهمها:

- طغيان التظليل الكثيف على تفاصيل الخريطة في المناطق الشديدة الانحدار.

- عجزها عن التمييز بين الأسطح المستوية في المرتفعات كالهضاب مثلاً والأسطح المستوية في المنخفضات ففي الحالتين تبدو أسطحاً بيضاء لا شطبات فيها.

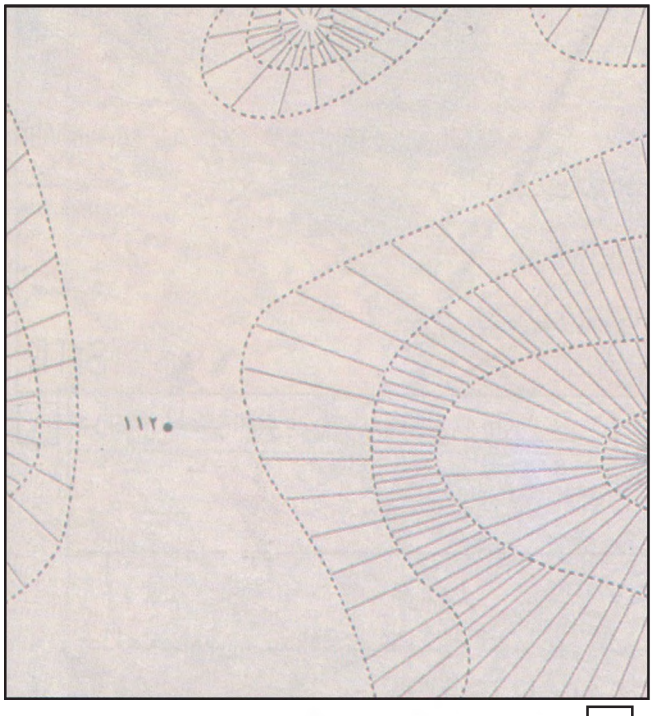
- تقصيرها عن تحديد الارتفاعات بدقة.

ثانياً: طريقة التظليل (مستند ٢):

تعتمد هذه الطريقة، لإظهار شكل التضاريس وحجمها وامتدادها، على لعبة الإضاءة والظل. وتفترض وجود مصدر ضوئي في الزاوية الشمالية الغربية للخريطة كي تبدو السفوح المواجهة لهذا المصدر فاتحة اللون والسفوح المواجهة للزاوية الجنوبية الشرقية داكنة اللون. ومن عيوب هذه الطريقة أن اللون الداكن يخفي بعض التفاصيل، كما أن تدرج الظلال لا يعكس الارتفاع بدقة. لذلك تستخدم بعض الأطالس ظلالاً شفافة جداً مع خطوط الكونتور.

ثالثاً: طريقة خطوط الكونتور:

قدمت طريقة خطوط الكونتور حلاً مناسباً لمشكلة التمثيل الدقيق الواضح للتضاريس بأشكالها وانحدارتها وارتفاعاتها، وهي لذلك تعتمد اليوم في الخرائط على



١ الخطوط المهشرة: من المفترض أن يفصل فيما بينها خطوط الكونتور

٢ خريطة يظهر عليها التظليل بالإضافة إلى خطوط الكونتور

أنواعها وفي كل دول العالم.

١ـ ما هي خطوط الكونتور (مستند ٣):

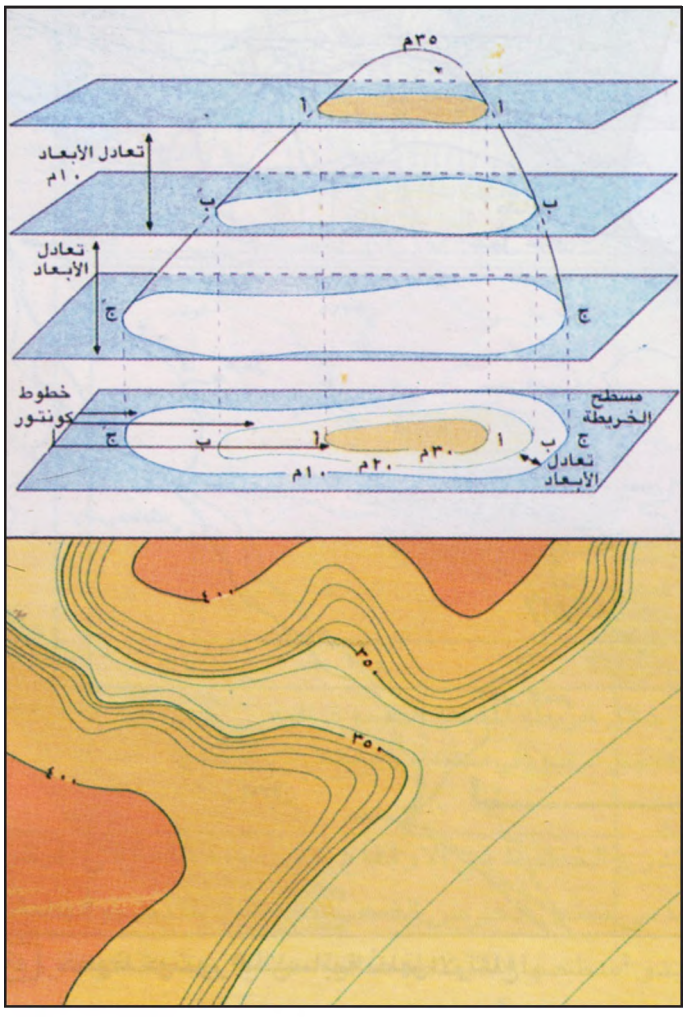
خطوط الكونتور هي الخطوط التي تجمع بين النقاط المتساوية الارتفاع على سطح الأرض. فهي الطريقة الأكثر دقة في تمثيل التضاريس وإبراز شكلها وانحدارها وارتفاعها. وقد دمج الجغرافيون بينها وبين طريقة التظليل، مما ساعد على إبراز التضاريس بأبعادها الثلاثة. ولتوضيح فكرة خط الكونتور نفترض وجود هرم بعلو ٣٥م جرى تقطيعه بأشرطة أفقية متوازية من القاعدة حتى القمة، كل ١٠ أمتار شريط. نلاحظ أن الأشرطة ترسم خطوطاً دائرية مغلقة. وأن الخط (ج) يعلو عن القاعدة فى كل نقاطه مقدار ١٠ـ أمتار، والخط (ب) ٢٠ متراً، والخط (أ) ٣٠ متراً. ولو اسقطنا هذه الخطوط على لوحة القاعدة لحصلنا على ما يسمى خطوط الكونتور.

٢ـ أنواع خطوط الكونتور وأبعادها (مستند ٣):

لكي يكون هذا التمثيل واضحاً، يجب أن يكون فرق الارتفاع بين أي خطين متجاورين واحداً في جميع أنحاء الخريطة. وهذا ما يدعى بـ«تعادل الأبعاد» أو «الفاصل الكونتوري». يكون سطح الأرض ممثلاً بدقة أكبر إذا كان هذا الفارق صغيراً. ولتسهيل قراءة خطوط الكونتور وما تمثله من ارتفاعات، تصنف هذه الخطوط، اصطلاحاً، على النحو التالي:

خطوط رئيسة،ترسم بخط بني عريض يُكتب عليه ما يمثله من ارتفاع من حين إلى آخر.

فى الخرائط الطوبوغرافية ذات المقياس الكبير يُعتمد خط رئيسى كل خمسين أو مئة متر، وتقسم الأبعاد ما بين خطين رئيسيين إلى خمسة أبعاد متساوية. وترسم بشكل ٤ خطوط ثانوية، فيكون الفاصل الكونتوري (أو تعادل الأبعاد) بالنسبة للحالة الأولى (عندما تكون المسافة ٥٠م بين خطين رئيسيين) مساوياً لعشرة أمتار، ولعشرين متراً بالنسبة للحالة الثانية (عندما تكون المسافة ١٠٠م بين خطين رئيسيين).وفي الخرائط المليونية صغيرة المقياس يُعتمد فاصل كونتوري استنسابي، ويجري رسم الخطوط الكنتورية التي تُبرزُ التضاريس الرئيسية، فنجد مثلاً خط كنتور المئتي متر، يليه خط الخمس مئة، ثم خط الألف



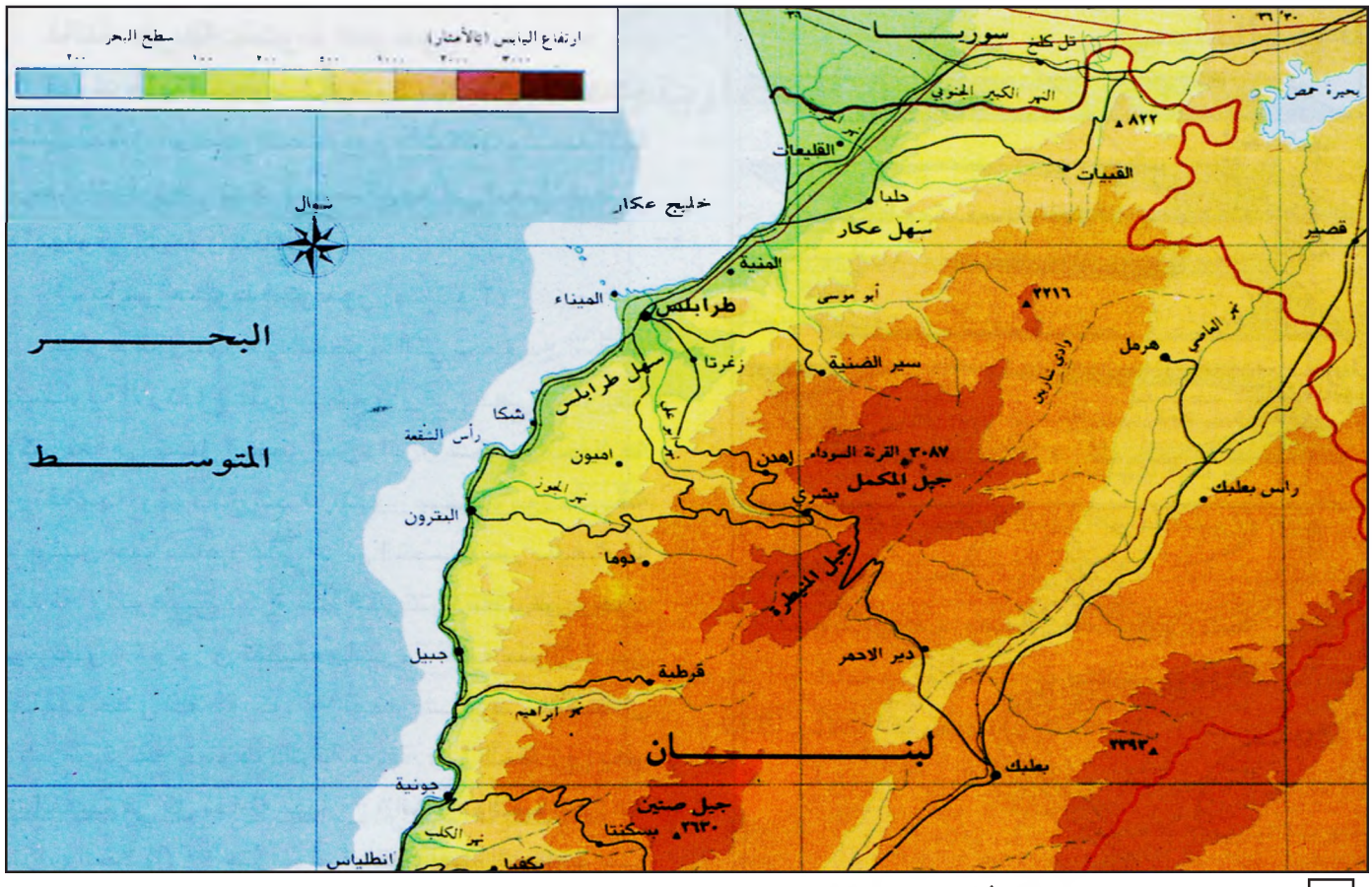
٣ مبدأ خطوط الكونتور في الأعلى وكيفية تمثيلها للتضاريس في الأسفل

فالألفين وهكذا (مستند ٤).

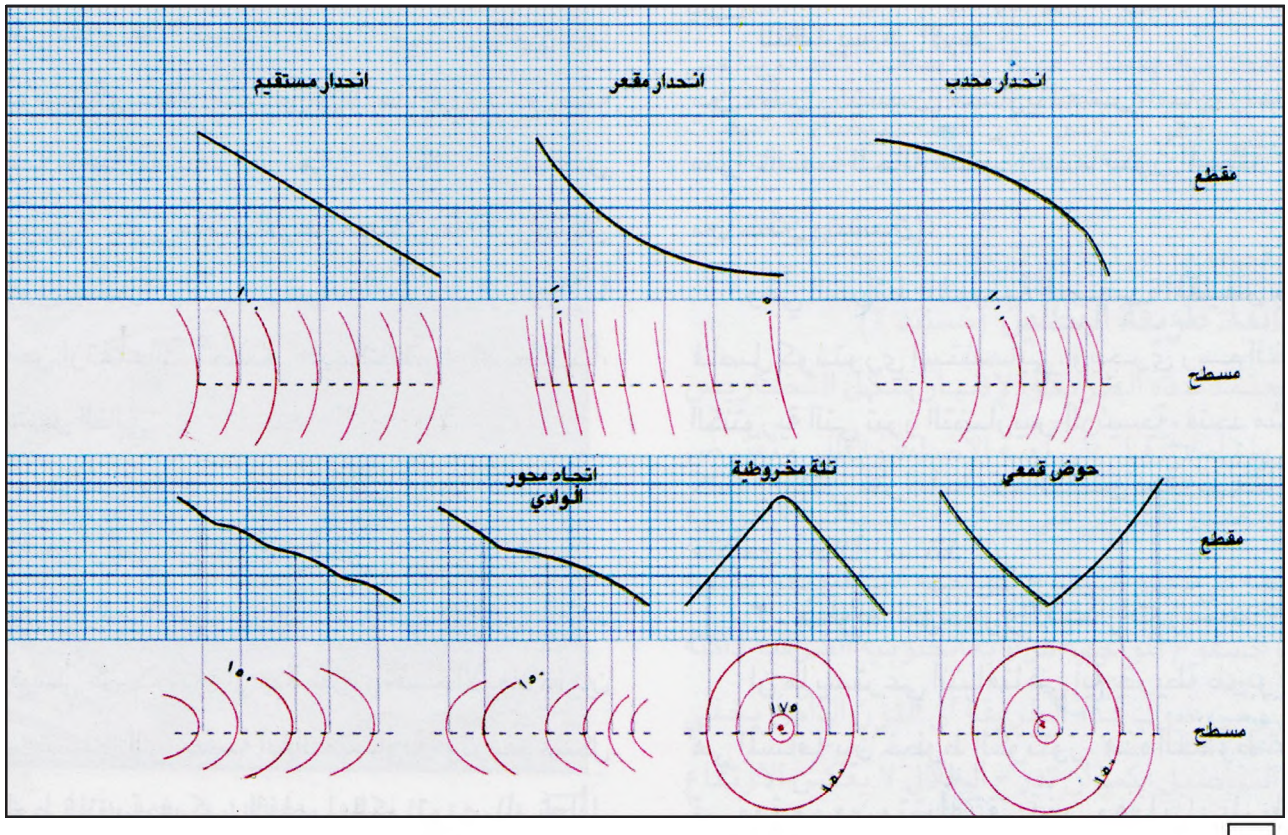
٣ـ خطوط الكونتور والانحدارات (مستند ٥):

إنّ ما يسترعي انتباهنا في أية خريطة طوبوغرافية هي المسافة بين خطوط الكونتور. هذه الخطوط تتقارب في موقع معين وتتباعد في آخر. وهذا يدل على انحدار المنطقة أو انبساطها. فخطوط الكونتور المتقاربة تدل على شدة الانحدار وكلما تباعدت قل هذا الانحدار. وحيث تخلو الخريطة من هذه الخطوط تكون الأرض منبسطة.

إذا كان السفح منتظم الانحدار جاءت خطوط الكونتور على الخريطة متساوية المسافات. وإذا كان السفح مقعراً، أي شديد الانحدار في الأعلى وقليل الانحدار في الأسفل. تقاربت الخطوط في الأعلى وتباعدت في الأسفل، وإذا كان السفح محدباً حدث العكس على الخريطة. أما في حالات **الجروف**

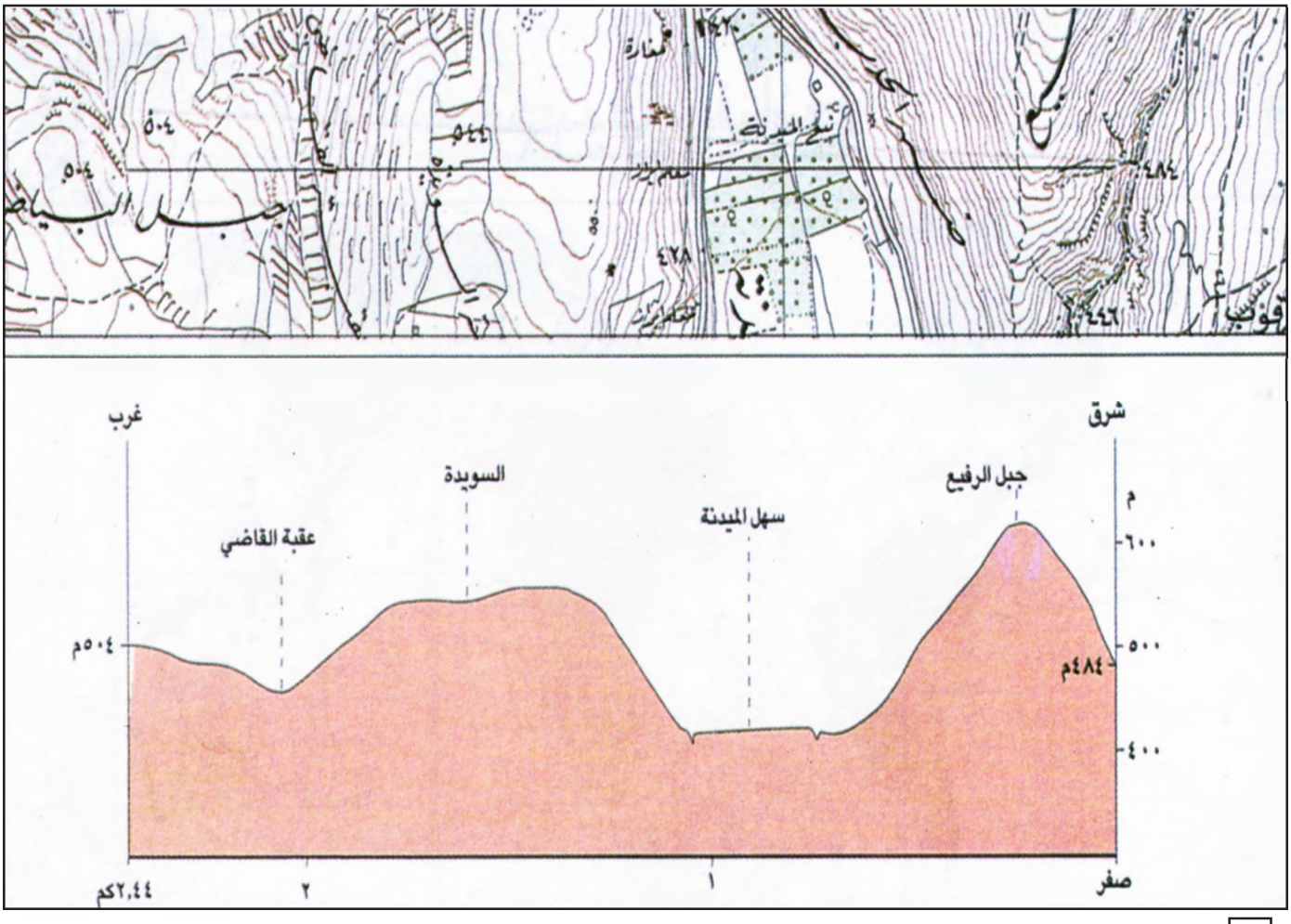


٤ خطوط كونتور استنسابية تُظهر الارتفاع



٥ التطابق بين خطوط الكونتور وشكل الإنحدارات وبعض انواع التضاريس في الطبيعة

- بيِّن كيف يختلف شكل خطوط الكونتور باختلاف شكل الانحدارات؟



٦ مقطع طوبوغرافي بين نقطتين على سطح الأرض تم تنفيذه من خلال خريطة المنطقة الطوبوغرافية

- لاحظ العلاقة بين قرب خطوط الكونتور أو بعدها وميل الانحدار في منطقة جبل الرفيع، وفي منطقة سهل الميدنة، ماذا تستنتج؟

فإن خطوط الكونتور تتقارب كثيراً إلى حد التماس.

تتضمن بعض الخرائط الطوبوغرافية أسهماً تشير إلى اتجاه الانحدار. وإذا غابت هذه الأسهم نلجأ إلى قراءة القيمة المدونة لكل خط وإلى نقاط الارتفاع المحددة على الخريطة. نقارن ارتفاع كل خط رئيسي مع سابقه ولاحقه، فنعين بذلك صعود الاتجاه أو هبوطه.

٤ـ الأشكال التضاريسية والتمثيل الكونتوري:

هناك ارتباط وثيق بين أشكال التضاريس وصورة خطوط الكونتور التي تمثل كلاً منها. فالتل كالحوض القمعي، تمثله خطوط كونتور مقفلة. ففي تمثيل التل تتدرج الخطوط في الارتفاع حتى تبلغ القمة في المركز أما في تمثيل الحوض القمعي فالعكس يحدث. والهضاب تبدو أسطحها المنبسطة خالية من أية خطوط كونتورية. أما الوديان فتمثلها خطوط منحنية، وهذا ما توضحه لنا المقاطع الطوبوغرافية (مستند ٦).

أسئلة:

١ـ ما عيوب طريقة كل من:

ـ الهاشور ـ التظليل

٢ـ لماذا أبقت الأطالس على استعمال طريقة التظليل الشفاف في خرائطها؟

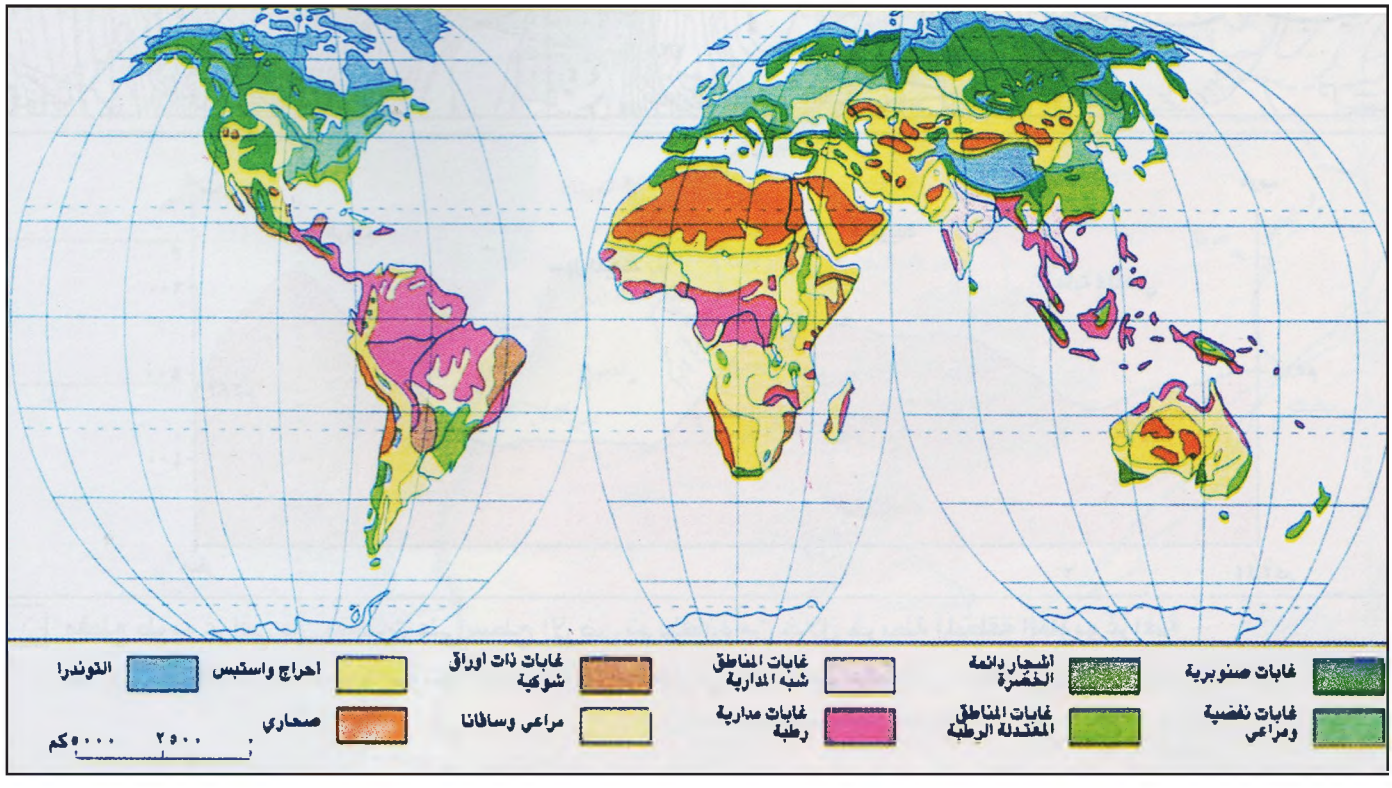
٣ـ عرف خطوط الكونتور.

٤ـ عرف الفاصل الكونتوري وأشر إليه على خريطة التضاريس.

٥ـ كيف تكون الأبعاد بين خطوط الكونتور في منطقة شديدة الانحدار؟

٦ـ حرر فقرة تبرز فيها دور خطوط الكنتور في معرفة اشكال التضاريس المتنوعة.

تصنيف الخرائط



١ خريطة مليونية للنباتات الطبيعية في العالم من أطلس لاروس مقياس ١/٢٥٠ ٠٠٠ ٠٠٠

يعتبر تصنيف الخرائط من العمليات الصعبة والمعقدة، نظراً لكثرة المواضيع التي تعالجها أنواع الخرائط، ونظراً لتنوع أشكال التعبير البيانية فيها، غير أن تصنيف الخرائط، وفقاً للمقياس والشكل والموضوع، هو الأكثر استعمالاً من سواه.

أولاً: تصنيف الخرائط بحسب مقاييسها:

تصنف الخرائط بحسب مقاييسها إلى ثلاثة أنواع أساسية هي: الخرائط العالمية، والخرائط الطوبوغرافية، والخرائط الكدسترالية.

أ- الخرائط العالمية أو المليونية (مستند ١):

إنّها خرائط مقياسها صغير جداً، هو ١/١٠٠٠٠٠٠ فما دون، كالخرائط ذات المقياس ١/٢٠٠٠٠٠٠، أو ١/٥٠٠٠٠٠٠، وهكذا.

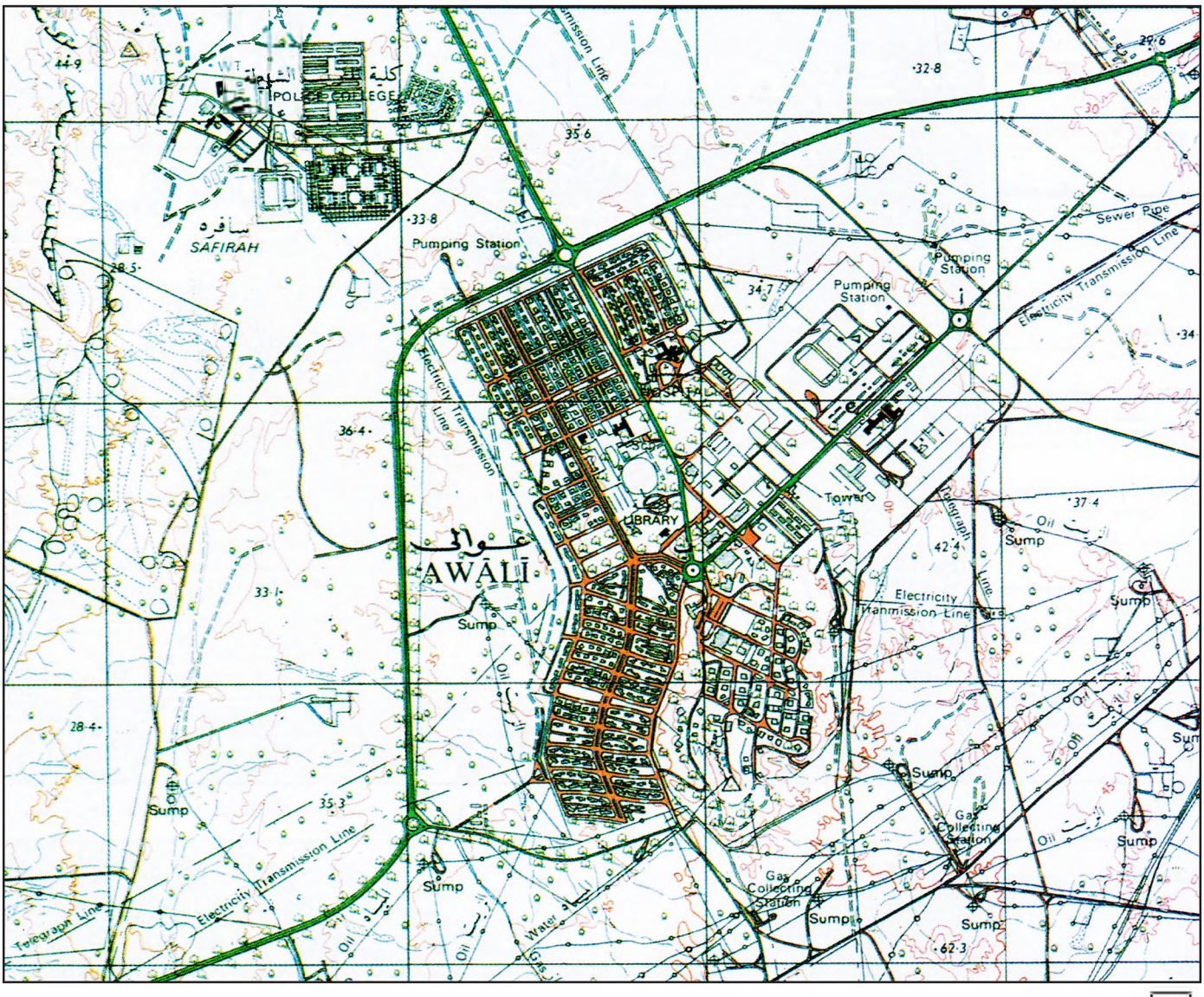
تعتمد هذه المقاييس الأطالس العامة والخرائط الجدارية، لأنها تعطي فكرة عامة عن شكل القارات وصورة الأرض ومواقع المدن والشبكة المائية وتوزع النباتات وغيرها.

وهذه الخرائط هي الأكثر تداولاً في المدارس والمؤسسات التعليمية.

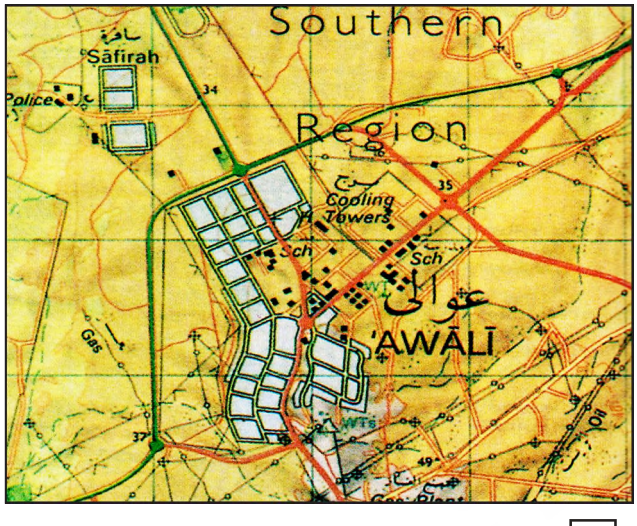
ب- الخرائط الطوبوغرافية ذات المقياس الكبير (مستند ٢ و٣):

تصور هذه الخرائط، وفقاً لما يدل عليه اسمها اليوناني، مكاناً معيناً بشكل تفصيلي، سواء كان مدينة أو حياً أو منطقة جبلية. وتُستعمل الخرائط الطوبوغرافية لإظهار الأنهار **والترع والسبخات** والمستنقعات والوديان والغابات والبساتين والطرق وغيرها، على خطوط الكونتور.

تبدأ هذه الخرائط بمقياس وسط هو ١/٨٠٠٠٠ وتكبر لتصل إلى ١/٢٠٠٠٠. ومعناه أن كل ٢٠٠٠٠ سنتم (٢٠٠ متر) على الأرض يمثل بسنتم واحد على الخريطة. لكن المقياس الأمثل لهذه الخرائط والأكثر استعمالاً هو ١/٥٠٠٠٠ علماً بأن الدول صغيرة المساحة غطت أراضيها بخرائط ذات مقياس كبير، هو ١/٢٠٠٠٠.



٢ مدينة عوالي في البحرين أ- من خريطة الرفاع (البحرين) مقياسها ١/٢٥ ٠٠٠



٣ مدينة عوالي في البحرين

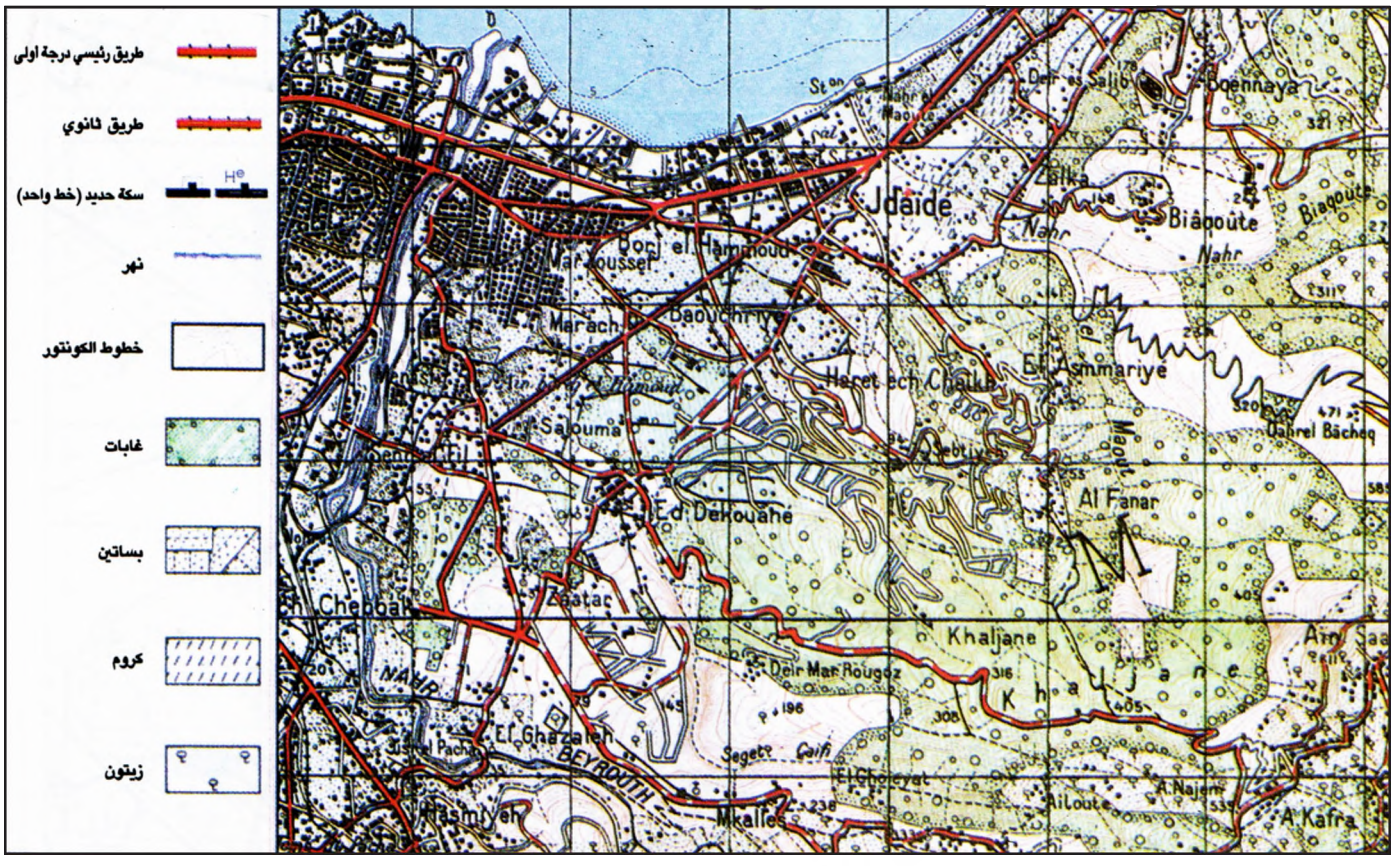
ب- من خريطة النصف الشمالي للبحرين ١/ ٥٠ ٠٠٠

صفر ٥٠٠ ١٠٠٠ ١٥٠٠ ٢٠٠٠ ٢٥٠٠م

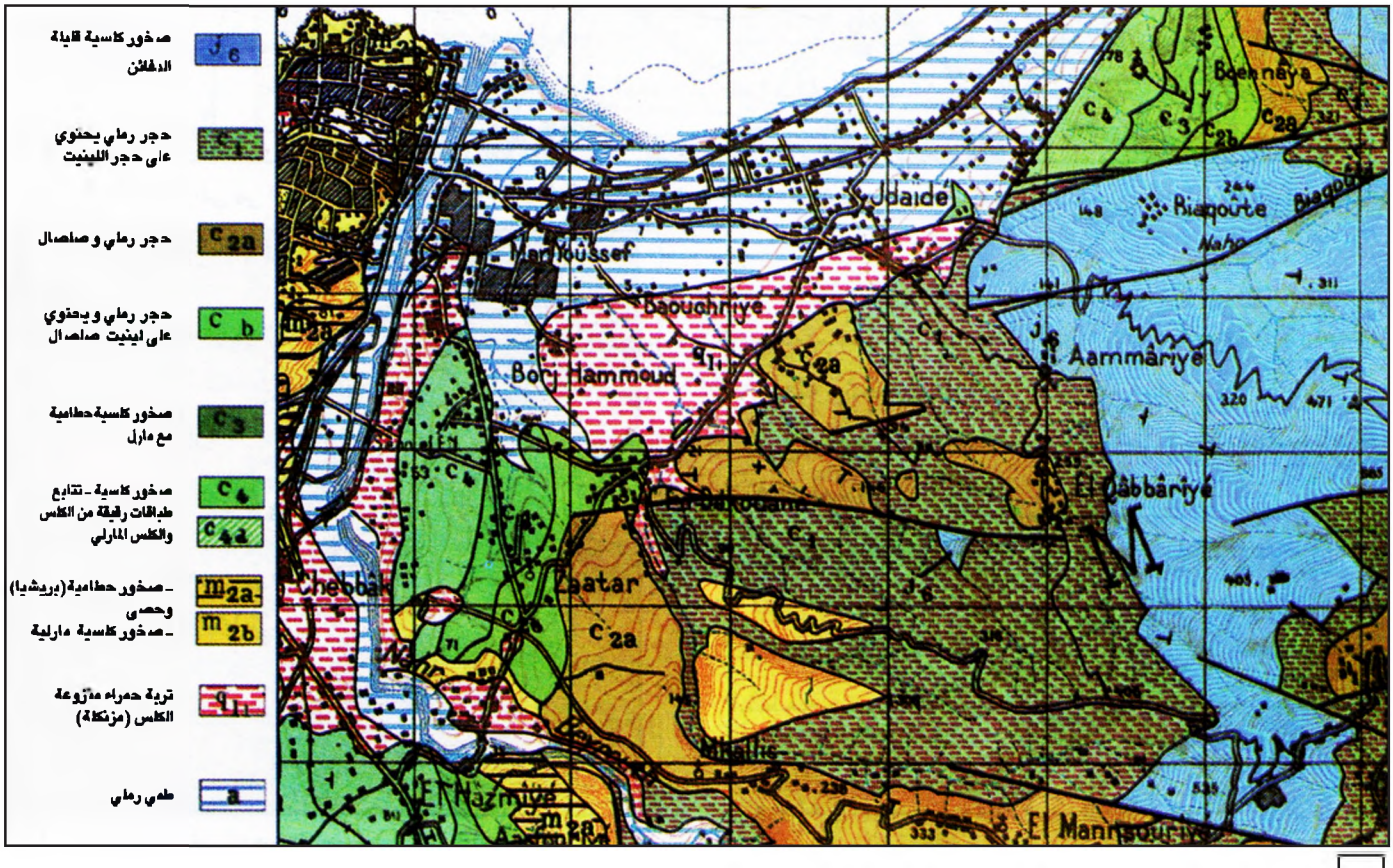
أنشئت هذه الخرائط أساساً للأهداف العسكرية ثمّ أصبحت تستعمل في الأغراض المدنية، كتنظيم الأراضي الزراعية وتخطيط المدن ورسم الطرقات.

جـ - الخرائط الكدسترالية (خرائط المساحة التفصيلية):

هي خرائط ذات مقياس كبير جداً، أكبر من ١/١٠٠٠٠ (كل مئة متر تمثل على الخريطة بسنتم واحد). فمقياس بعضها ١/٥٠٠٠ أو ١/٢٥٠٠ أو ١/١٠٠٠. وهي خرائط تفصيلية لمنطقة محددة المساحة قد تكون زراعية، فتحتوي خريطتها على حدود الحقول والأحواض الزراعية وتفاصيل المنشآت والطرقات وغيرها. وقد تكون مدينة وتحتوي على المباني والشوارع والمدارس ومحطات السيارات والفنادق وغيرها.



٤ خريطة طوبوغرافية (خريطة بيروت ١/٥٠٠٠٠)



٥ الخريطة الجيولوجية للمنطقة نفسها الممثلة في المستند ٤ (١/٥٠٠٠٠)

● لاحظ بدقة ما يوجد فيها بالإضافة الى الألوان: طرقات، مدن، قرى، .... علام يدل ذلك؟

ثانياً: التصنيف بحسب موضوع الخريطة:

تُعنى هذه الطريقة العلمية المنهجية بتصنيف الخرائط تبعاً لمواضيعها. وقد تم الاتفاق عالمياً على تقسيم الخرائط إلى فئتين: الخرائط الطوبوغرافية والخرائط المتخصصة.

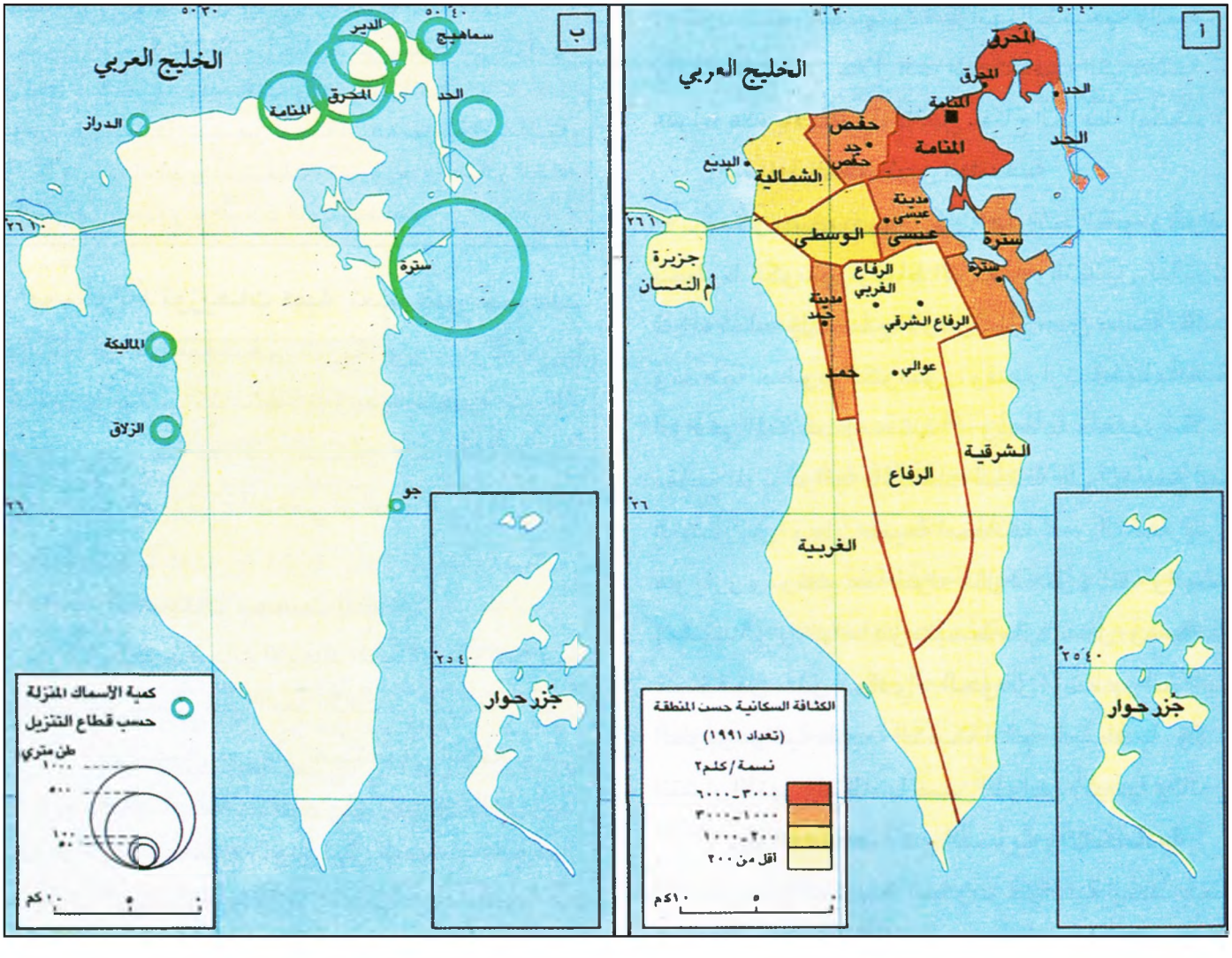
١ـ الخرائط الطوبوغرافية (مستند ٤):

توضح هذه الخرائط المظاهر الطبيعية لسطح الأرض. وبعض ظواهره العمرانية والبشرية والاقتصادية (مستند ٥). لذا فالمعلومات التي تحتويها الخريطة الطوبوغرافية، والإرشادات التي توجد على هامشها، هي من الأهمية بحيث تستخدم لأغراض عسكرية أو لأبحاث أخرى ثانوية، ويتفرع منها أحياناً خرائط متخصصة.

٢ـ الخرائط المتخصصة (مستند ٦ و٧):

تعالج الخرائط المتخصصة ظاهرة جغرافية معينة دون باقي الظواهر. نذكر من هذه الخرائط:

أ ـ خرائط توزيعات نوعية: تهتم هذه الخرائط بتوزيع أنواع الظواهر الجغرافية المختلفة. فهناك خريطة الرياح، وخريطة أنواع التربة، وخرائط التقسيم الإداري وخرائط الغطاء النباتي، والخرائط السياحية، والجيولوجية وغيرها مستند (٥).



٦ خرائط متخصصة ذات توزيعات كمية مختلفة: أ ـ السكان في البحرين عام ١٩٨٩، ب ـ صيد الأسماك في البحرين

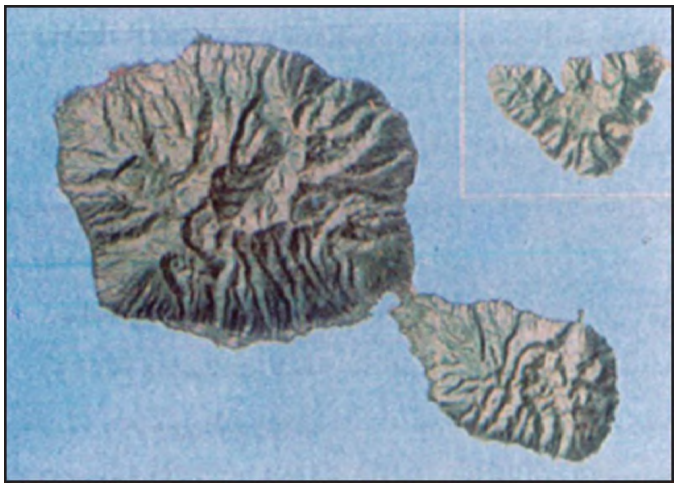
٧ خرائط متخصّصة:

- الخرائط الجيولوجية توضح أنواع الصخور وأعمارها، كما توضح بنيتها العامة.
- الخرائط الجيومورفولوجية: تتضمن وصفاً لأشكال التضاريس واحتمالات تطورها.
- خرائط التربة: تبين توزيع مختلف أنواع التربة، وتوضح خصائص كل منها.
- خرائط الغطاء النباتي: تبين توزيع النباتات الطبيعية ومدى تداخلها وارتباطها بالمناطق الزراعية.
- الخرائط المناخية وخرائط حالة الطقس تعني بالمناخ والطقس.
- خرائط السكان: تبين توزيعهم وكثافتهم ومعيشتهم وحركاتهم.
- خريطة المراكز الأثرية: تصنف المراكز الأثرية وتوضح توزيعها الجغرافي على سطح الأرض.
- خرائط المياه: تتضمن الطبقات الغازية للمياه والطبقات العازلة، مواقع الخزانات الجوفية، واتجاه الجريان الجوفي، إضافة إلى الشبكة المائية السطحية (أنهار، ينابيع، خزانات).
- خرائط التلوث: تتضمن نقاط التلوث على أنواعها، ومدى انتشار التلوث والمجمعات البشرية والحيوية المتأثرة بها.
- خرائط المواصلات: تتضمن خطوط المواصلات على أنواعها، والمحطات الرئيسية، والمسافات، وأنواع الطرقات.
- خرائط الصناعة: تتضمن المجمعات الصناعية الأساسية، وأنواع الصناعات والحرف وتوزعها. ومصادر الطاقة والثروات المنجمية والمواصلات التي تربط بينها.

ب- خرائط توزيعات كمية: تعتمد على إحصاءات وبيانات لظواهر طبيعية وبشرية، فتوضح كمياتها وأعدادها واختلاف كثافتها وتوزيعها، ومنها خريطة الأمطار، وخريطة توزيع السكان، وخريطة كثافة السكان، وخرائط الإنتاج المنجمي أو الصناعي أو الزراعي وغيرها (مستند٦).

ثالثاً: التصنيف بحسب الشكل:

يشمل الخرائط ذات الأبعاد المتساوية والخرائط المجسمة، التى يتمثل فيها البعد الثالث أي الارتفاع. تُبرز هذه الخرائط التضاريس على هيئتها فى الواقع، وهي تصنع من الطين



٨ خريطة مجسَّمة لتاهيتي، مقياس ١/١٠٠٠٠٠٠

المقياس الأصلي للخريطة المجسمة هو (٥٧ × ٧٣ سم)

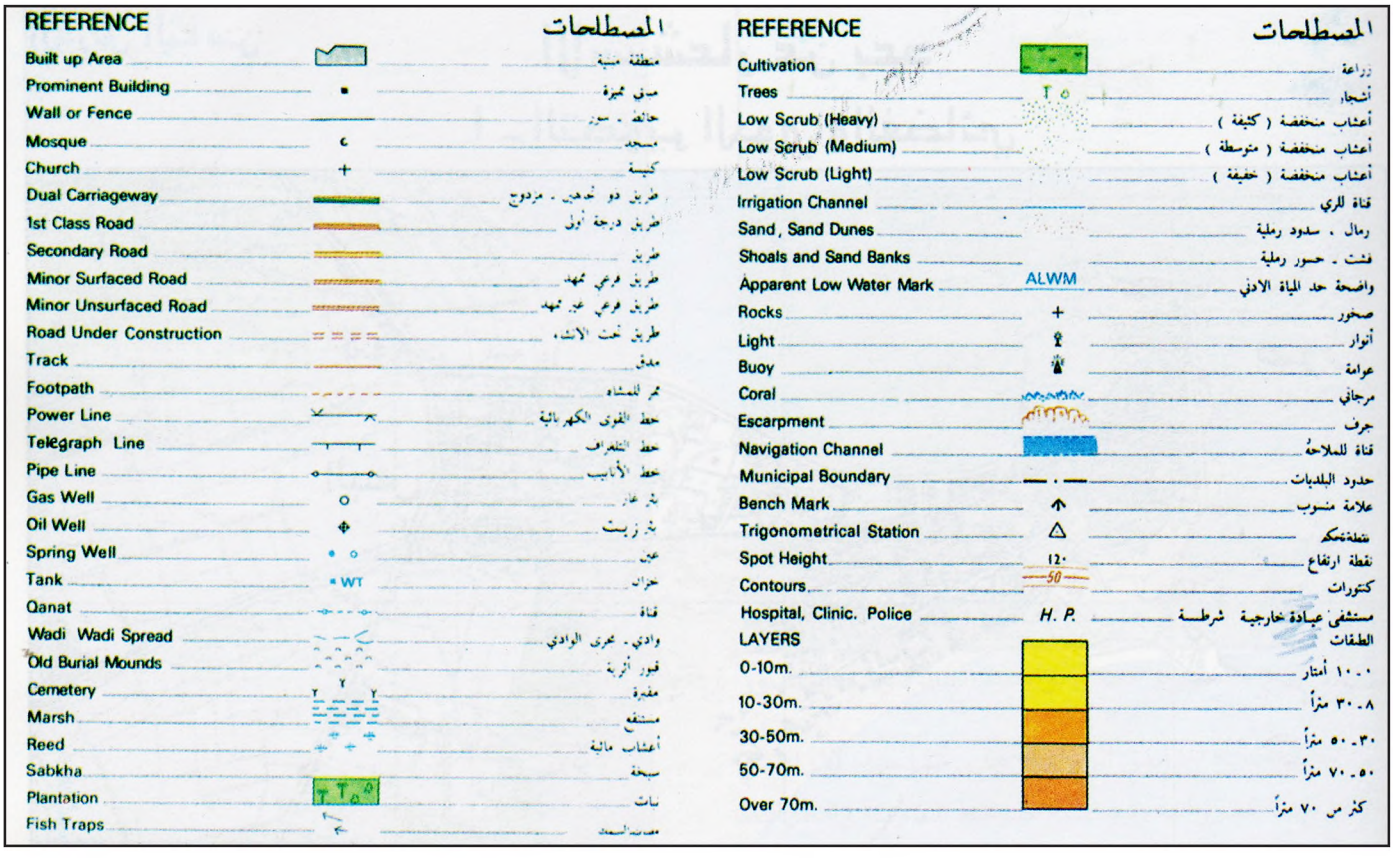
أو البلاستيك. وقد تبلغ من الدقة حداً يمكن من أن ترسم عليها ألوان تمثل النباتات الطبيعية، والطرقات الرئيسية، والأنهار والينابيع والبحيرات وغيرها. وتعتبر هذه الخرائط من أفضل أنواع الخرائط التعليمية (مستند ٨).

رابعاً: قراءة الخريطة الطوبوغرافية

قراءة الخريطة مهارة هدفها تحديد أشكال التضاريس الموجودة على سطح بقعة محددة من الأرض ومعرفة خصائصها ومميزاتها الطبيعية والبشرية والاقتصادية من خلال الخرائط الخاصة التي تمثلها. تبدأ القراءة هذه بالإطلاع أولاً على مفتاح الخريطة (مستند ٩).

١- قراءة الخصائص الطبيعية:

تمثل التضاريس على الخرائط الطوبوغرافية بخطوط الكونتور ونقاط الارتفاع والتظليل. لذا ترتكز قراءة تفاصيل سطح الأرض على مدى صحة تفسير وضعية خطوط الكونتور، وفهم ارتباطها بالشكل الواقعي المناسب (مستند ٩). ويساعد تنفيذ رسم عدة مقاطع طوبوغرافية باتجاهات مختلفة على توضيح أنماط التضاريس، وعلى طبيعة امتدادها. فمن التضاريس ما هو بارز ومرتفع عما حوله مثل الجبل والتلة والهضبة (مسند ٩)، ومنها ما هو منبسط مثل السهل، ومنها ما هو منخفض مثل **الوادي والحوض**. وتظهر الخريطة الطوبوغرافية طبيعة الشبكة المائية السطحية وكيفية انتشار الأنهار وانتظامها ضمن أحواض رئيسية وثانوية.



٩ مفتاح خريطة البحرين الطوبوغرافية ١/٥٠٠٠٠

● صنف الخصائص المذكورة في المفتاح إلى طبيعية واقتصادية

٢ـ قراءة الخصائص البشرية والاقتصادية

توضح الخرائط الطوبوغرافية أيضاً بعض الخصائص البشرية والاقتصادية للمنطقة التي تمثلها فالرموز الاصطلاحية المستعملة، مثل ما يوجد فى مفتاح الخريطة (مستند ٩)، تساعدنا على أن نعرف وندرس ما يلي:

- الغطاء النباتي الطبيعي وتميزه من المناطق المستغلة زراعياً.
- أنواع طرق المواصلات وتوزيعها مع إمكانية تقدير أهميتها في تنشيط الحركة الاقتصادية.
- توزع السكان على القرى والمدن مع إمكانية تحديد أعدادهم وكثافتهم وطبيعة انتشارهم.
- موقع المدن وبنيتها وتصاميمها وبعض وظائفها من خلال قسم من المعالم المرتبطة بها.
- بعض النشاطات الاقتصادية من زراعية وصناعية وخدمات مختلفة.

وأخيراً يمكن القول إن الخريطة الطوبوغرافية، إذا ما تمت قراءتها بأسلوب منهجي مدروس، توفر لقارئها دراسة جغرافية عامة عن وضع المنطقة التي يهتم بالتعرف عليها.

أسئلة

١ـ صنف الخرائط بحسب مقياسها. ومواضيعها.

٢ـ بين الفرق بين الخرائط الطوبوغرافية والخرائط الكدسترالية.

٣ـ أعط ثلاثة أمثلة على خرائط توزيعات نوعية وكمية.

٤ـ ما المرجع الأساسي الواجب الإطلاع عليه لقراءة خريطة معينة؟

٥ـ صنف المصطلحات الواردة في مستند رقم (٩) (مفتاح خريطة البحرين الطوبوغرافية) إلى ثلاث فئات:

ـ مصطلحات تشير إلى خصائص طبيعية.

ـ مصطلحات تشير إلى خصائص بشرية ومدينية.

ـ مصطلحات تشير إلى خصائص اقتصادية.

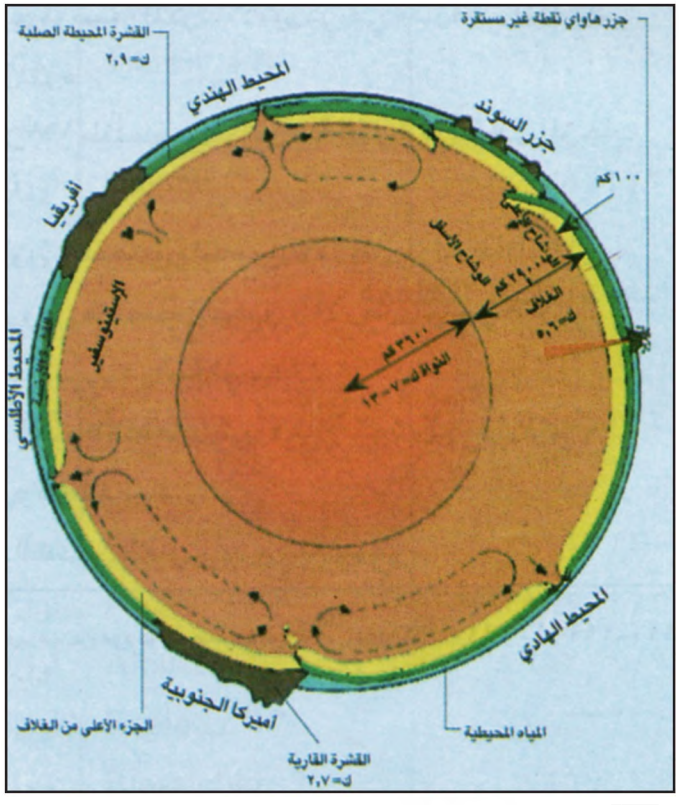
حركات القشرة الأرضية

أثبتت علوم الأرض أن الشكل الحالي لسطح الأرض هو غير ثابت، بل هو متغير باستمرار. أما طبيعة هذا التغيير وأسبابه فترتبط بشكل أساسي ببنية الأرض الداخلية بشكل عام،وبتكوين القشرة الأرضية بنوع خاص.

أولاً: بنية الأرض وحركتها الداخلية:

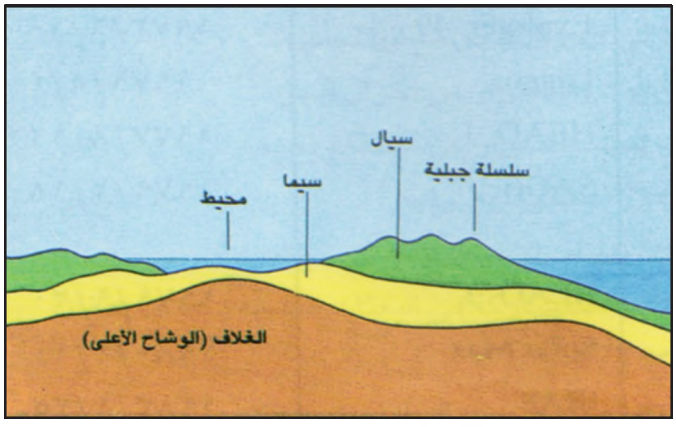
١- بنية الأرض:

إن الكرة الأرضية مكونة من نواة داخلية مركزية يبلغ شعاعها حوالى ٣٦٠٠ كلم، وتتراوح كثافتها بين ٧ و١٣. وتحيط بها طبقة لزجة مختلفة الكثافة والتركيب الكيماوي تسمى «الغلاف» أو «الاستينوسفير»، وتقسم إلى قسمين الوشاح الأعلى والوشاح الأسفل (مستند ١). ويحيط بالأستينوسفير من الخارج قشرة صلبة تسمّى القشرة الأرضية، تتراوح سماكة القشرة الأرضية بين ٥ كلم و٧٠ كلم. وهي تتألف من ثلاث طبقات. من الداخل إلى الخارج: (مستند ٢).



١ التكوين الباطني للكرة الأرضية

لاحظ التيارات التي تجري داخل الغلاف بين أقسامه السفلى وأجزائه العليا



٢ طبقات القشرة الأرضية

- سمِّ طبقات القشرة الأرضية
- أين تضعف سماكة السيال أو تختفي؟

أ- الطبقة البازلتية: تسمى أيضاً «سيما» نظراً لارتفاع نسبة السيليكون والماغنيزيوم فيها. معدل كثافتها ٣,٢. وهي تتكون من مواد معدنية لزجة نسبياً.

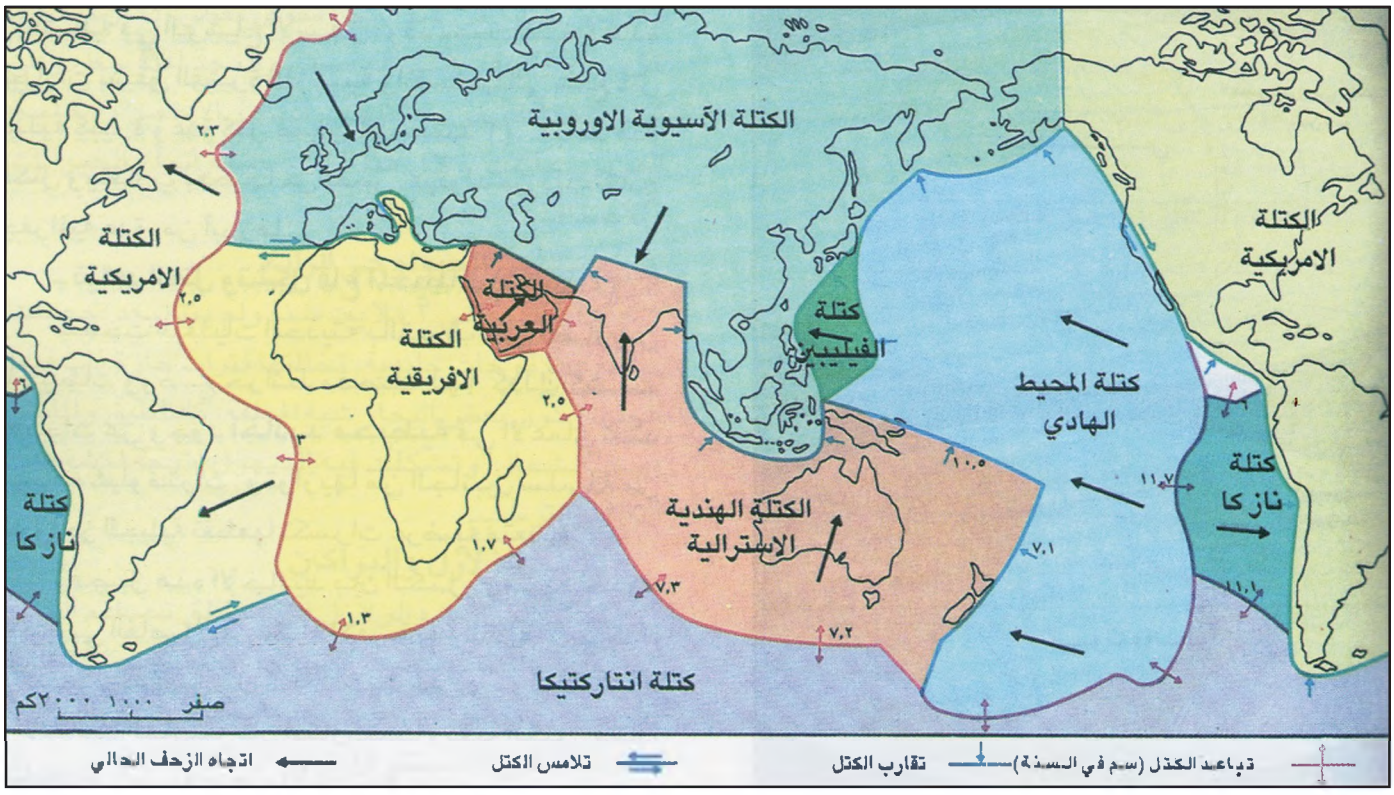
ب- الطبقة الغرانيتية: تدعى «سيال» لأن السيليكون والألمنيوم يعتبران من أهم العناصر المكوّنة لها. وهذان المعدنان يدخلان بشكل أساسي في تركيب صخر الغرانيت.

تختلف سماكة هاتين الطبقتين من مكان إلى آخر فهى كبيرة تحت المناطق الجبلية، وضعيفة تحت المناطق السهلية وفي قاع المحيطات (مستند ٢) حيث تنعدم أحياناً كما هو الحال في المحيط الهادئ.

ج- الطبقة الرسوبية: تتكون من صخور نتجت من تصخر رواسب الطبقتين السابقتين، إضافة إلى جميع أنواع الأتربة والترسبات المختلفة التي توجد على سطح الأرض.

٢- القشرة الأرضية في حركة دائمة:

منذ أوائل هذا القرن طرح «فيجنر» نظرية زحف القارات. فاعتبر أن القارات كانت متلاصقة ثم تباعدت عن بعضها بفعل عوامل باطنية، واعتمد في نظريته هذه على تطابق أشكال شواطئ بعض المحيطات. ولا سيما الأطلسي. وبعد نصف قرن تقريباً أكد العلماء الجيولوجيون هذه النظرية، ووجدوا لها التفسير العلمي.

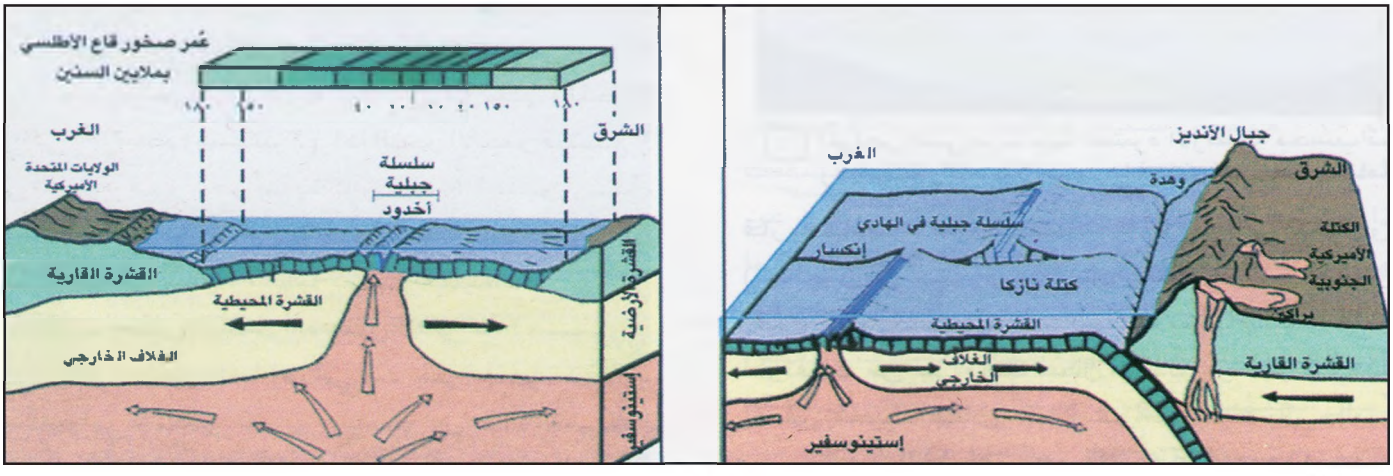


٣ الكتل التي تتشكل منها القشرة الأرضية واتجاهات زحفها

لاحظ منوسط سرعات زحف الكتل

أ- التيارات الصاعدة والهابطة:

تطفو القشرة الأرضية على سطح الطبقة العليا من الغلاف أي من الوشاح الأعلى. وبسبب اختلاف الكثافة والحرارة بين أقسام الغلاف العلوية والسفلية تنشأ تيارات صاعدة وأخرى هابطة تسمى تيارات الحمل. إن حركة هذه التيارات بطيئة إجمالاً في الوشاح الأعلى وناشطة في الوشاح الأسفل، وقد سبب ضغط هذه التيارات تشقق القشرة الأرضية وانقسامها إلى سبع كتل صلبة كبيرة وعدة كتل صغيرة (مسند ٣). تتباعد هذه الكتل ويتقارب بعضها



٤ تاثير زحف الكتل القارية على شكل تضاريس سطح الارض

تشير الأسهم إلى اتجاه زحف الكتل، فكتلة نازكا والكتلة الأمريكية الجنوبية في حالة اصطدام فالقشرة المحيطة انفرزت في داخل الاستينو سفير والتوت طبقات الكتلة الأمريكية الحنوبية مكونة جبال الإنديز. وترسم الوهدة الطولية حدود الاصطدام وفي هذه المنطقة تكثر البراكين. تؤدي التيارات الصاعدة إلى تباعد الكتل ويتشكل في منطقة التباعد أخدود محيطي وسلاسل جبلية محيطية كما نرى هنا ان المحيط الأطلسي يتسع خلال الزمن وهذا ما يدلنا إليه عمر الصخور النارية التي يكبر كلما ابتعدنا عن الأخدود شرقا أو غرباً

من بعض، فيتولد من ذلك نتائج جغرافية عدة، من أبرزها.

تباعد الكتل وتشكل قاع المحيطات (مستند ٤):

سمحت التقنيات الحديثة بالتعرف على تضاريس المحيطات ووضع خرائط مفصلة لها. كذلك كشفت الأبحاث عن وجود **أخاديد محيطية** في الأعماق تمتد مسافة كيلو مترات. وتوازيها من الجانبين سلسلة من الحواجز الجبلية تقطعها تكسرات عرضية متعددة.

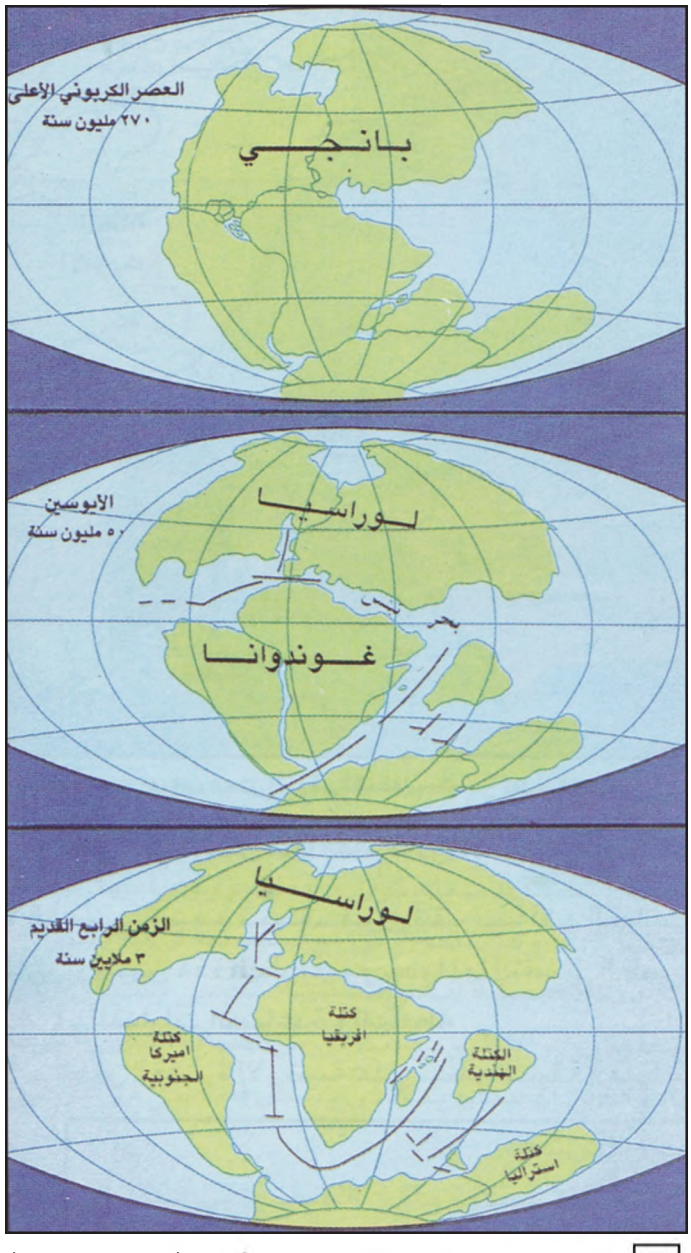
تفصل هذه الأخاديد بين الكتل. ومنها أخدود الأطلسي الفاصل بين الكتلة الأفريقية والكتلة الأميركية، والأخدود الفاصل بين كتلة المحيط الهادئ وكتلة نازكا، والأخاديد الفاصلة بين انتاركتيكا وبقية الكتل. فماذا يحدث على مستوى هذه الأخاديد؟

تقوم تيارات الحمل الصاعدة من الغلاف، عند مستوى الأخاديد المحيطية، بدفع «**الماغما**» اللزجة إلى السطح. فتبرد وتتجمد. وتترافق عملية دفع الماغما مع تحرك الكتل وابتعادها من جراء قوة الدفع، فيتوسع بذلك الأخدود المحيطي، لتليه بعد حين دفعة أخرى فتوسعه من جديد. وهكذا يتسع المحيط، وتتباعد الكتل عن بعضها بسرعات متفاوتة. فمثلاً يتسع المحيط الأطلسي سنوياً حوالي ٢ سم والمحيط الهادئ أكثر من ١٢سم، والمحيط الهندي إلى ٢,٥سم (مستند ٣). أما البحر الأحمر فيتسع ٣ سم في السنة. فهو بحر بدأ يتكون منذ ١٥ مليون سنة، وقد يبلغ اتساعه مئات الكيلو مترات بعد عدة ملايين من السنين. إنّه ظاهرة حديثة لكيفية تشكل المحيطات.

تقارب الكتل وتشكل الجبال الالتوائية (مستند ٤):

إذا كانت الكتل تتباعد في مناطق فإنها تتقارب وتتصادم في مناطق أخرى. وينتج عن هذا الاصطدام ارتفاع الرواسب والتواءها وتتشكل بذلك الجبال الالتوائية كما حدث عند اصطدام الكتلة الهندية – الاسترالية بالكتلة الآسيوية – الأوروبية وبروز جبال الهيمالايا.

وعندما تصطدم كتلة محيطية مرتفعة الكثافة بكتلة قارية فإنها تنغرز تحتها. مما يؤدي إلى تشكل وهدات (أخاديد) من جهة، وسلاسل جبلية موازية لها من جهة أخرى. كما حدث عند تصادم كتلة نازكا بالكتلة الأميركية فارتفعت



٥ المراحل التي مرت بها القشرة الأرضية بحسب نظرية زحف القارات، كما تصورها فيغنر قبل ثمانين عاما

من جراء ذلك جبال الانديز، وظهرت وهدات في أعماق المحيط الهادئ قبالة شواطئ التشيلي والبيرو.

ثانياً: القارات عبر الأزمنة الجيولوجية:

إن التوزيع الحالي للقشرة الأرضية بين اليابسة والمياه ما هو إلا حصيلة زحف القارات. وقد عرف هذا التوزع تغيرات عديدة ولا يزال يتغير حتى الآن (مستند ٥). وقسم الجيولوجيون أزمنة هذا التغير إلى خمسة معتمدين في تقسيمهم هذا على دراسة تحليل المواد التي تتكون منها القشرة الأرضية، وعلى **الدفائن** (المستحثات) التي تحتويها، وعلى التغيرات التي شهدتها هذه القشرة. وهذه الأزمنة هي:

١- الزمن القديم (ما قبل الكمبري):

بدأ مع تكون القشرة الأرضية، أي منذ حوالي ٤,٥ مليارات سنة. ودام حوالي ٣,٩٣ مليارات سنة. وفي هذا الزمن عاشت الكائنات الحية ذات الخلية الواحدة.

٢- الزمن الجيولوجي الأول:

بدأ مع الكمبري ودام حوالي ٣٤٠ مليون سنة. في بداية هذا الزمن كانت اليابسة كتلة واحدة تسمى «بانجيا» تحيط بها المياه من جميع الجهات. انتهى هذا الزمن بظهور **الجبال الهرسينية** التي لا يزال قسم منها موجوداً في الولايات المتحدة الأميركية: الأبلاش، وقسم آخر في أوروبا: الفوج. وأصبحت اليابسة تتمثل في أواخره بوجود قارتين (مستند ٥) القارة اللوراسية في الشمال ومن بقاياها حالياً سيبيريا الوسطى وسكنديناڤيا وكندا، والقارة الغوندوانية في الجنوب. ومن بقاياها اليوم معظم اراضى أفريقيا والجزيرة العربية والدكن الهندي وبعض أجزاء من استراليا وأميركا الجنوبية. وكان يوجد بين هاتين القارتين بحر يدعى «بحر التيتس». أما باقي سطح الكرة الأرضية فكان مغموراً بالمياه. وقد تم اكتشاف دفائن تعود إلى هذا الزمن. تتألف من نباتات وأسماك مختلفة.

٣- الزمن الجيولوجى الثاني:

دام ١٦٥ مليون سنة. عاشت خلاله الأصداف والزواحف والطيور وبعض الحيوانات المجترة. وتشققت في هذا الزمن قارة الغوندوانا إلى عدة كتل تباعدت عن بعضها، فنشأ القسم الجنوبي من المحيط الأطلسي، كما نشأ المحيط الهندي. وارتفعت بعض الرواسب على الأطراف الجنوبية لقارة لوراسيا، فتشكلت بعض السلاسل الجبلية كالجورا في فرنسا وجبال الهند الصينية.

٤- الزمن الجيولوجي الثالث:

دام حوالى ٦٢ مليون سنة. أخذت فيه القشرة الأرضية شكلها الحالي نسبياً، بعد أن نشأت سلاسل جبلية مكان بحر التيتس كجبال الهيملايا وجبال الألب. ولم يبق حالياً من هذا البحر سوى بعض الآثار كبحري قزوين وآرال فى آسيا الوسطى والبحر المتوسط. وفي أواخر هذا الزمن بدأ ظهور البحر الأحمر والخليج العربي. عاشت خلال هذا الزمن جميع أنواع الحيوانات والأصداف.

٥- الزمن الجيولوجى الرابع:

بدأ منذ حوالي ٣ ملايين سنة ولم ينته بعد حصلت خلاله عدة موجات جليدية. تخللتها فترات حارة ذاب فيها الجليد وتكونت بعض البحار شبه المغلقة، كالبلطيق والمانش وبحر الشمال، وتشكلت فيه السهول نتيجة لنشاطات التآكل والترسب.

ثالثاً: الزلازل والبراكين:

تكثر البراكين والزلازل في مناطق تصادم الكتل القارية وتباعدها، بسبب الضعف الحاصل في القشرة الأرضية، وبصورة خاصة عندما تنغرز كتلة محيطية تحت كتلة قارية (مسند ٧).

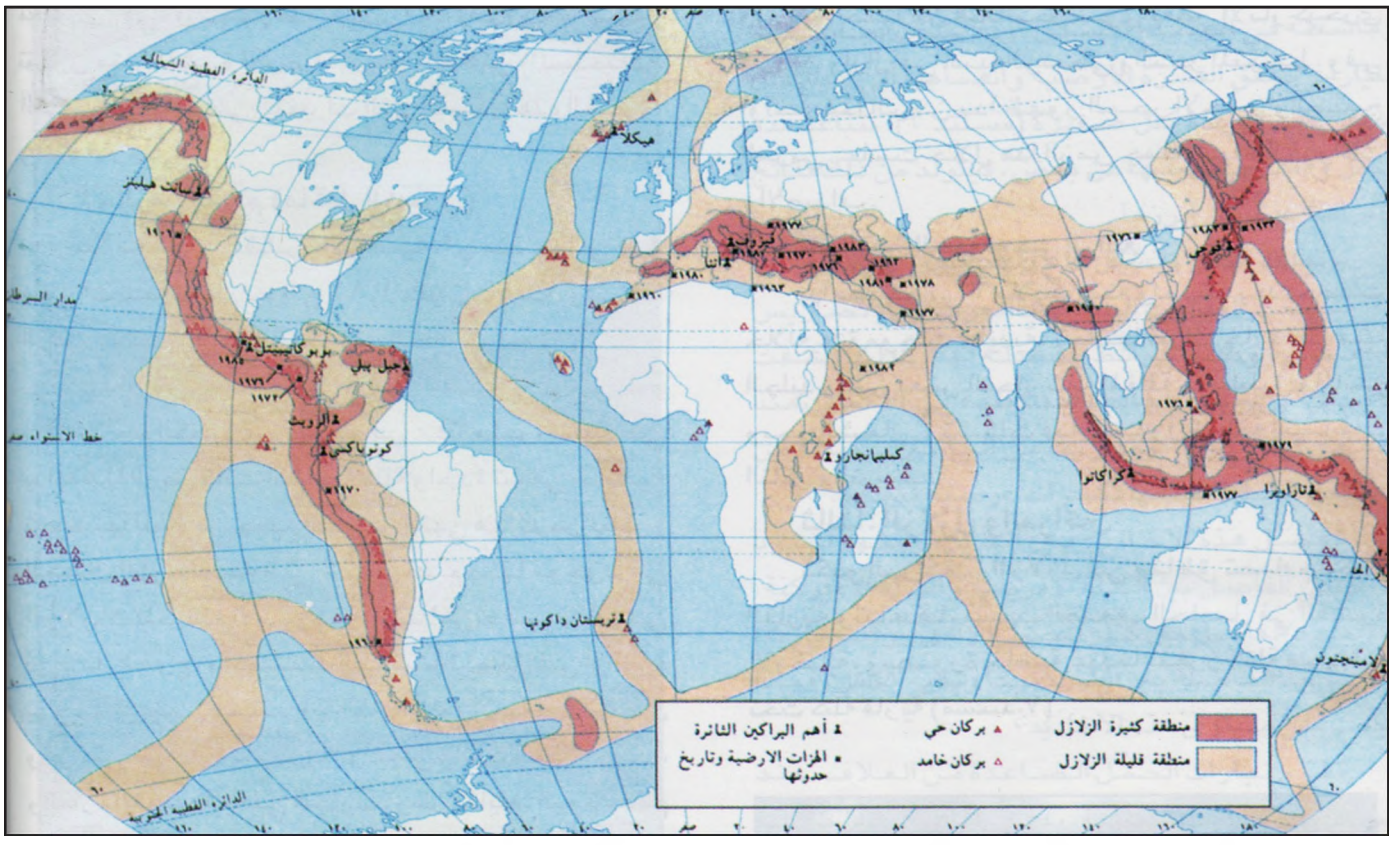
١- الزلازل:

هي ارتجاجات تنتشر في اتجاهات مختلفة، فتكون عمودية أو أفقية أو رحوية. تحدد آلة تسجيل الزلازل (سيسموغراف) وقت حدوث الزلازل ومدتها وقوتها واتجاهها.

وقد أثبت علم السيسمولوجيا (علم الزلازل) أن، لكل

٦ أضرار الزلزال الذي ضرب مدينة مكسيكو في سنة ١٩٨٥

(أدى إلى مقتل حوالي ١٣٥ ألف قتيل مواطنا. تهديم ٤١٢ بناء، تصدع ٣٠٠٠ منزل)



٧ التوزع الجغرافي الحالي لمراكز الهزات الأرضية وللبراكين الناشطة في العالم

● أين تتركز مراكز الهزات والبراكين النشاطة في العالم؟ كيف تفسر هذا التوزّع؟

زلزال منشأ أساسيّ في داخل الأرض يكون فيه الزلزال على أشده. ويسمى بالمركز الداخلي Hypocentre، ثم المركز السطحي Epicentre يتحدد في مكان ظهور أثر الارتجاجات المنطلقة من المركز الداخلي. والواقع أن المراكز ليست نقاطاً على سطح الأرض أو في جوفها بقدر ما هي مناطق ذات مساحات مختلفة يعتريها خلل في بنيتها نتيجة الزحف القاري، فينطلق الزلزال منها. ويلاحظ أن قوة الزلزال تخف تدريجياً كلما ابتعدنا عن المركز السطحي حتى تتلاشى نهائياً.

لقد وضع العالم، ريختر» مقياساً لتصنيف الزلازل بحسب قوتها. يشتمل مبدئياً على تسع درجات. تعبر الدرجة الأولى عن هزات خفيفة تسجلها المراصد فقط ولا يشعر بها الإنسان. بينما تعد الدرجة التاسعة درجة الخراب والدمار الشامل (مستند ٦).

٢ـ البراكين:

أـ ما البراكين؟

البركان ظاهرة طبيعية تندفع من خلالها المواد المنصهرة من داخل الأرض إلى سطحها ويتخذ تراكم هذه المواد شكلاً مخروطياً (مستند ٨).

يتألف البركان من فوهة في الأعلى وقصبة أو مدخنة أساسية ومداخن فرعية. تعمل حجرة الماغما أو حجرة التغذية المتصلة بالغلاف، أو الوشاح اللزج، على قذف اللاّفا أو الحمم إلى الخارج بشكل متقطع أو دائم ، وقد يخمد البركان عدة قرون ثم يعود إلى الثورة من جديد.

ب ـ مقذوفات البراكين:

مقذوفات البراكين مواد حطامية ومواد منصهرة سائلة (Lavas) ومواد غازية.

المواد الحطامية ناتجة من تحطيم صخور القشرة الأرضية في منطقة فوهة البركان، ومنها القنابل البركانية، وحجر الخفاف والحصى والرماد البركاني.

والمواد المنصهرة السائلة، هي الماغما المندفعة من الفوهة بحرارة تفوق الألف درجة مئوية، بحيث ينساب الصهير على شكل أنهار أو فرشات مكوناً، عندما يتجمد،

الهضاب البركانية.

أما الغازات فتمثل ٥٪ من المقذوفات البركانية، وأهمها بخار الماء بين ٦٠ و٩٠٪ ثم بقية الغازات كثاني أكسيد الكربون والنيتروجين، والكلوريد والكبريت والنشادر.

ج- الظاهرات المرتبطة بوجود البراكين:

ترتبط بعض الظاهرات الجيولوجية بوجود البراكين، منها:

- المداخن:

وهى ثقوب في الأرض تنبثق منها الأبخرة والغازات. كثانى أوكسيد الكربون والميثان والهيدروجين والكلور والكبريت.

- الينابيع الساخنة:

هي مياه جوفية تندفع من باطن الأرض بعد تسربها عبر طبقات بركانية حارة فتصبح غنية بالأملاح والمواد المعدنية، وهي مياه تستعمل لأغراض طبية.

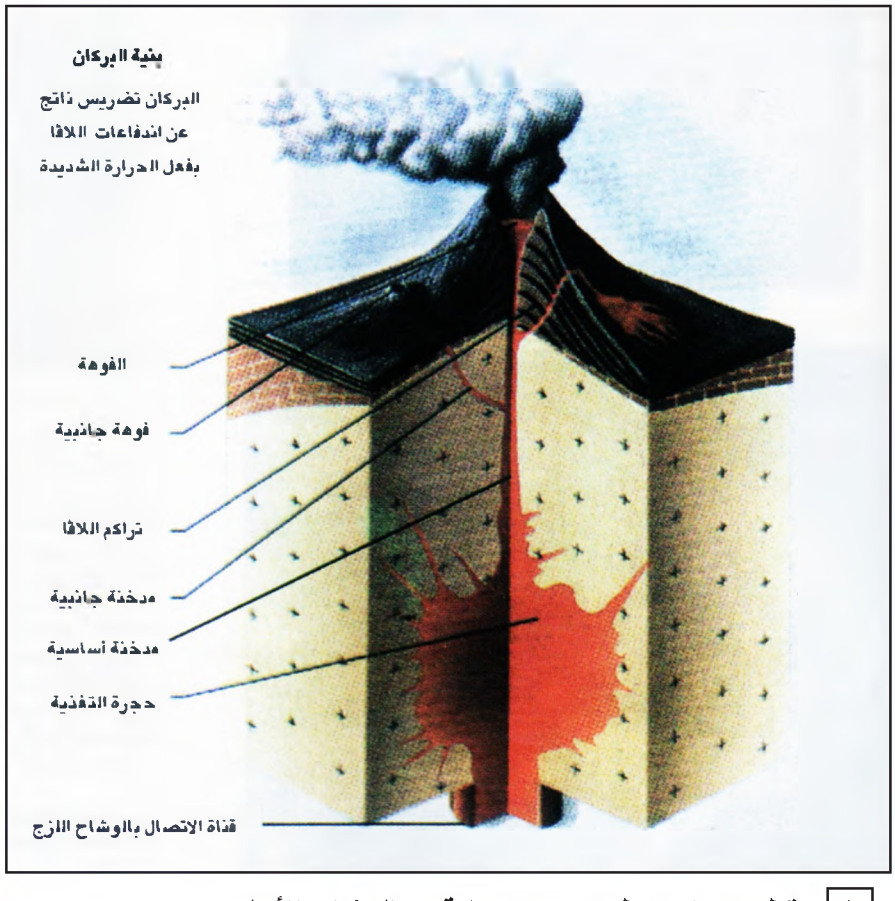
- النافورات الحارة Geysers:

إنها ينابيع حارة تندفع منها المياه لتصل إلى ارتفاع ٥٠ متراً أحياناً على دفعات متتالية ومتقطعة. وسبب اندفاع هذه المياه هو الضغط الذي يحدثه تحول المياه إلى بخار عندما تعبر طبقة بركانية مرتفعة الحرارة.

د- الأثر الجغرافى للبراكين:

تحرق مقذوفات البراكين الغطاء النباتي وتطمره تحت طبقات كبيرة من الرماد والحجارة. وتؤدى إلى تهجير القرى والمدن القريبة. وقد تطمرها أحياناً بسبب فجائيتها تحت مقذوفاته. فتصبح دفائن تاريخية. كما حدث لمدينة بومباى Pompéi الايطالية سنة ٨٠م إثر ثورة الفيزوف الذي ظل خامداً أكثر من ٧٠٠ سنة.

وتؤدي غازات البراكين المنبعثة في أعالي الجو إلى تغييرات عامة في المناخ فتتغير نسبة الأمطار ونسبة الإشعاع.



٨ مقطع بركان: تظهر بنيته وعلاقته بالوشاح الأعلى

أسئلة

١- عدد الطبقات التي تتألف منها الأرض.
٢- كيف تتشكل المحيطات وتتوسع؟
٣- سم محيطاً لا يزال في طور النشوء والتوسع.
٤- كيف تتشكل الجبال الالتوائية؟
٥- عدد الأزمنة الجيولوجية.
٦- أشرح تشكل جبال همالايا.
٧- عرف الزلزال.
٨- أين تكثر الزلازل؟ ولماذا؟
٩- مم يتألف البركان؟
١٠- عدد مقذوفات البراكين.
١١- ما الظاهرات المرتبطة بوجود البراكين؟

﴿ وَجَعَلْنَا فِي الْأَرْضِ رَوَاسِيَ أَن تَمِيدَ بِهِمْ وَجَعَلْنَا فِيهَا فِجَاجًا سُبُلًا لَّعَلَّهُمْ يَهْتَدُونَ ﴿٣١﴾ ﴾
(الأنبياء: ٣١)

الصخور

إنّ التيارات الباطنية (تيارات الحمل) الحاصلة في الوشاح اللزج تمارس على طبقات القشرة الأرضية الصلبة ضغوطات أفقية وعمودية تستجيب لها الصخور بالتشقق أو الالتواء أو التكسّر وفقاً لنوعية هذه الصخور. فما أنواعها، وما التواءاتها وتكسراتها؟

أولاً: الصخور:

١ـ ما الصخور؟

الصخور هي المواد أو المعادن المكونة للقشرة الأرضية الصلبة، وهي تتألف من معادن مختلفة يفوق عددها ألفي معدن. وأهمها السيليكون (٥٩٪ من مجموع المعادن) يليه الألومنيوم والحديد والكلسيوم والبوتاسيوم والصوديوم والمغنيزيوم ونادراً ما يتكون صخر معين من معدن واحد إنما من اتحاد معدنين أو أكثر.

توصف الصخور بالصلابة، لكن هذه الصفة ليست ملازمة لها بصورة دائمة. فالرمل صخر كذلك البترول والفحم الحجري والغاز الطبيعي. إذا للصخور أشكال ثلاثة صلبة أو سائلة أو غازية.

٢ـ أنواع الصخور:

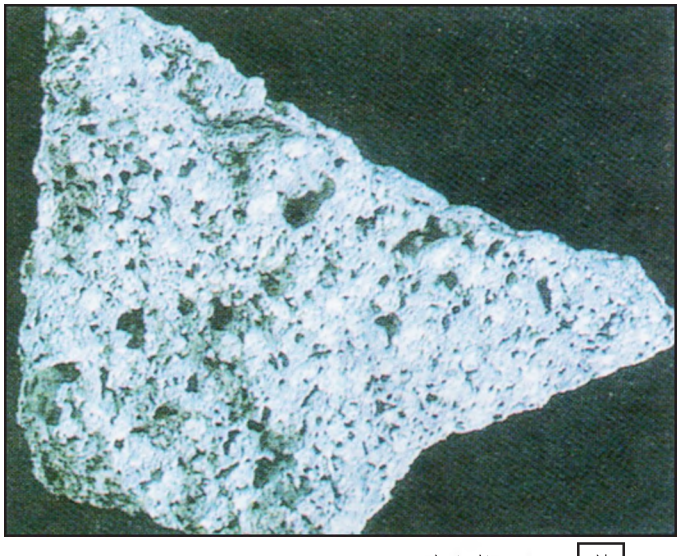
تقسم الصخور إلى ثلاثة أنواع: الصخور النارية والصخور الرسوبية والصخور المتحولة.

أ ـ الصخور النارية أو الاندفاعية:

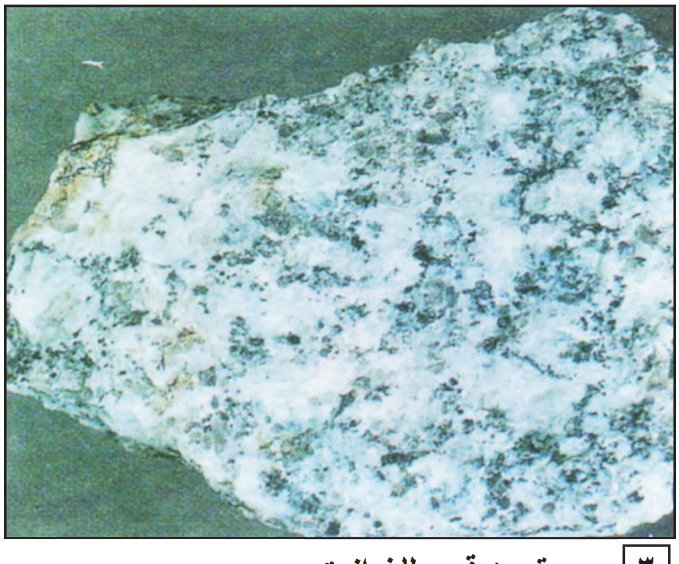
هي الصخور القديمة أو الأساسية، لأنها الأصل الذى اشتقت منه أنواع الصخور الأخرى. ويعود منشأ هذه الصخور إلى برودة الماغما التي تتجمد وتتبلّر إثر احتكاكها بالهواء أو المياه. وتتكون هذه الصخور بشكل أساسي من السيليكون. وتقسم إلى نوعين أساسيين الغرانيت والبازلت (مستند ٢ و٣).

يشكل الغرانيت أكثر من ٩٠٪ من حجم القشرة الأرضية الصلبة. وهو أول الصخور التي تشكلت بفعل تبرد سطح الأرض في العصور القديمة. وتراها حالياً على سطح

١ الدرع الكندى في منطقة اللابرادور



٢ صخر البازلت



٣ صورة عن قرب للغرانيت

٤ صخور رسوبية ملتوية

الأرض في الاماكن التي لم يترسب فوقها أية أنواع أخرى من الصخور. وما يظهر منها على السطح نسميه **الدروع** (مستند ١). أما البازلت فهي الصخور التي نشأت بفعل تجمد المواد التي قذفتها البراكين على سطح الأرض أو في قاع المحيطات، وما يظهر منها على السطح نسميه الحرات في بعض المناطق.

تتواجد هذه الصخور في مناطق عدة أبرزها، أعماق المحيطات و**أقواس الجزر الآسيوية** ومناطق البحر الأحمر، وفي أجزاء من الجبال حديثة التكوين كالآلب والهمالايا والقوقاز وغيرها. وتوجد في الدروع القارية المنتشرة في أفريقيا، شبه الجزيرة العربية، سيبيريا، كندا، البرازيل، وغيرها.

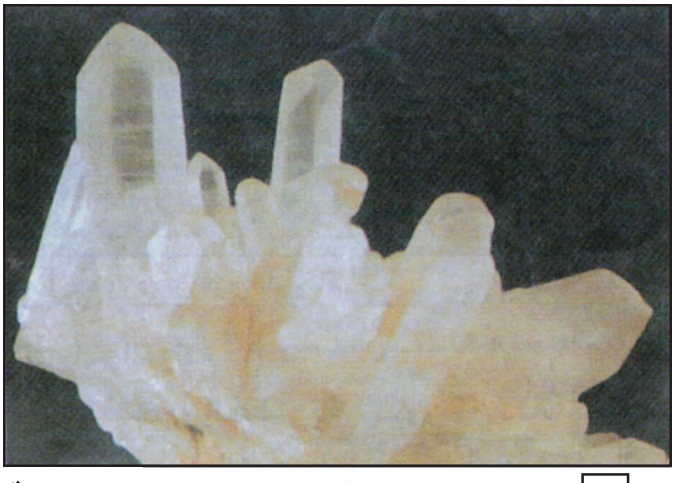
تتميز هذه الصخور بأنها متماسكة، لا أثر للطبقات فيها ولا تحتوي على أية دفائن (مستحثات)، ونظرًا لكونها مؤلفة من بلوريات متفاوتة الأحجام. فإنها صخور قاسية جداً تقطع الزّجاج وتقاوم الحت الكيميائي.

ب- الصخور الرسوبية: هي المواد التي تكونت وما زالت تتكون على سطح الكرة الأرضية من خلال تفتت الصخور وانجرافها وترسبها في قيعان المحيطات والبحار والبحيرات والمنخفضات، ومن ثم تصخرها مع الزمن، ومن أهم أنواعها: **الصلصال والجير والرمل والمارن والصوان.**

تقسم الصخور الرسوبية من حيث نشأتها إلى عدة أنواع منها:

- الصخور الحطامية: هي صخور ناتجة من تفتت الصخور بفعل عوامل التجوية والتعرية، كالرمل والصلصال. وقد تلتحم مواد رسوبية مفتتة. كالرمل والحصى بوساطة مادة

٥ تحتفظ الصخور الرسوبية بالدفائن كالحشرات المتحجرة وغيرها

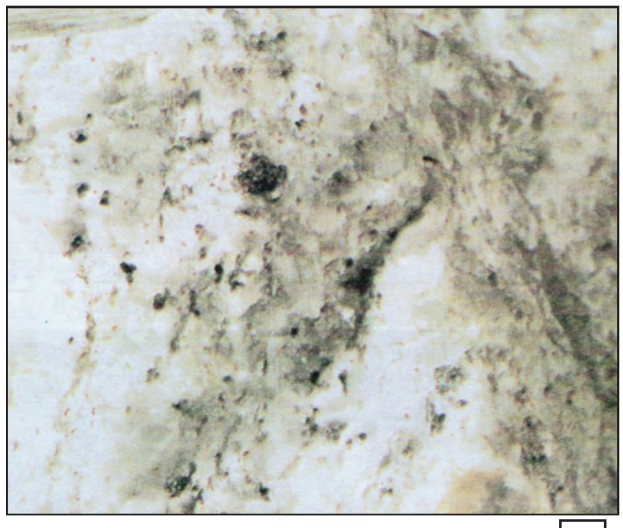


٦ صخر الكالسيت الناتج عن تحلل الصخور الكلسية

٧ فحم حجري من نوع الانتراسيت الذي يحتوي على نسبة عالية من الكربون

كلسية أو طينية فتشكل صخور **الرصص** Conglomerate (المرجان، الصدفيات، الأسماك، القواقع...).

الصخور العضوية: تتكون من بقايا كائنات حية، منها ما تحجر مع الزمن وأصبح جزءاً من طبقات الصخور الرسوبية كالدفائن أو المستحثات (Fossile)، ومنها ما يشكل طبقة قائمة بذاتها كمعظم الصخور الجيرية والفحم والزفت والعنبر، ومنها ما يتجمع في جيوب كالنفط والغاز (مستند ٥ و٧).



٨ صورة عن قرب للرخام

الصخور كيميائية المنشأ: ناتجة من تحلل الصخور في الماء ثم ترسبها أو توضعها في المنخفضات والمغاور. منها الكالسيت (مسند ٦) والجيبس والصوان والبوتاسيوم والفوسفات.

تتميز الصخور الرسوبية بأنها طبقية، تتألف من طبقات متراصفة ومتوازية ذات نسيج متمايز (مستند ٤). فالطبقات الكلسية، مثلاً، متماسكة ذات حبيبات دقيقة، بينما الصخور الرملية هشة متوسطة الحبيبات سريعة التآكل.

تحفظ الصخور الرسوبية العديد من الدفائن أو المستحثات النباتية والحيوانية. لذلك تعتبر سجلاً جيولوجياً مهماً يزودنا بالمعلومات عن التاريخ الجيولوجي للأرض. فيكشف لنا التغييرات المناخية، والواقع البيئي الذى كان سائداً خلال العصور الجيولوجية.

هذه الصخور هي الأكثر انتشاراً على سطح الأرض. فهي تغطي حوالي ٧٠٪ من مساحة القارات والمحيطات معا. ولا تشكل أكثر من ٨٪ من حجم القشرة الأرضية الصلبة.

الصخور المتحولة: هي صخور رسوبية أو نارية تعرضت لعوامل الضغط والحرارة، فتحولت إلى أنواع جديدة من الصخور.

يحدث التحول إذا تعرضت الصخور للعوامل التالية:

- ضغط كبير بفعل وزن الطبقات الواقعة فوقها.
- حرارة مرتفعة (بين ١٥٠° و١٠٠٠°) بفعل احتكاكها بالماغما.
- مدة زمنية معينة كافية لعملية التحول.

فالرمل مثلاً يتحول إلى كوارتزيت والصلصال إلى اردواز والجير إلى رخام (مستند ٨). والغرانيت إلى نياس (Gneiss).

توجد الصخور المتحولة في السلاسل الجبلية حديثة التكوين بحيث يكون بينها وبين الماغما تماس وفي الدروع القديمة.

٣- الدورة الصخرية:

تتألف القشرة الأرضية الصلبة من أنواع الصخور الثلاثة التالية النارية والرسوبية والمتحولة. وهذه القشرة مجزأة إلى كتل تتحرك بشكل دائم بفعل تيارات الحمل الحاصلة في الوشاح اللزج، مما يؤدى إلى دفع الماغما إلى سطح الأرض عبر الأخاديد المحيطية، أو عبر البراكين، فتتجمد وتصبح صخوراً نارية.

تتعرض الصخور النارية بشكل دائم لعوامل التعرية التي تحمل فتاتها وترسبه في المحيطات والبحار والمنخفضات، فتتشكل بذلك الصخور الرسوبية.

إن الصخور الرسوبية في أعماق المحيطات هي عرضة لعمليات التحول أيضاً. فهي تتعرض في مناطق اصطدام الكتل للضغوطات الهائلة وتحتك بالماغما العالية الحرارة فتصبح صخوراً متحولة. أو قد تتغرز فى أعماق الماغما حيث تنصهر من جديد وتصبح جزءاً لا يتجزأ من الماغما.

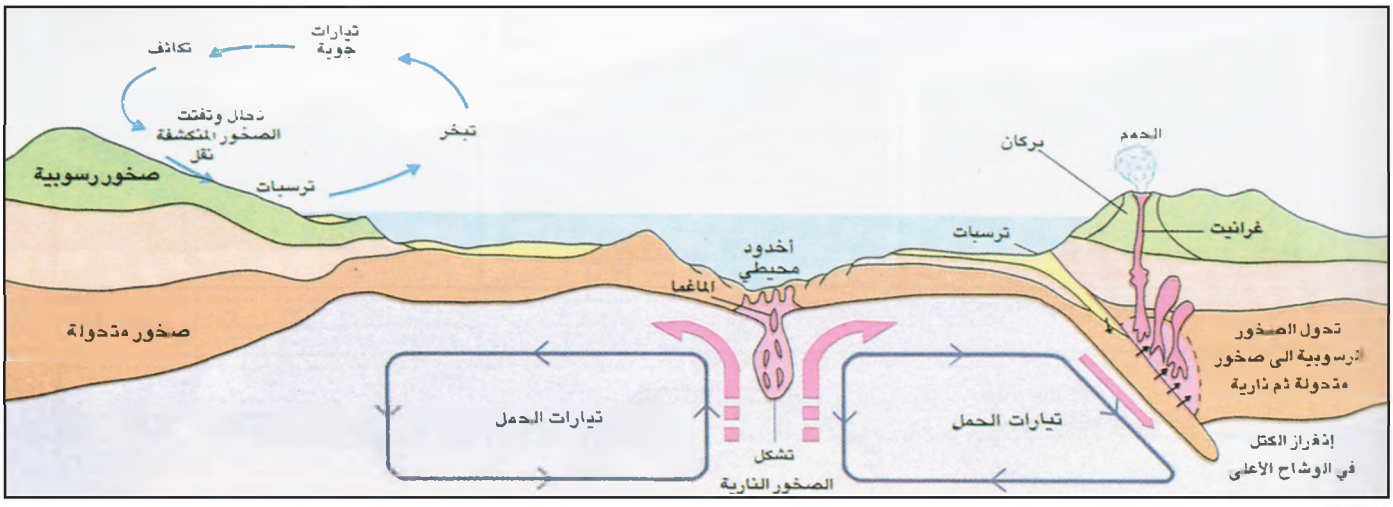
والصخور النارية معرضة أيضاً لأن تصبح متحولة بتأثير الضغط والحرارة. إذا اقتربت من الماغما.

إن الصخور بأنواعها الثلاثة تتفتت بفعل عوامل التعرية المختلفة، وتنقل وتترسب فتتصخر مع الزمن وتصبح رسوبية.

وهكذا تتعرض الصخور لدورة دائمة تحولها من حالة إلى حالة بفعل الضغط والحرارة من جهة، وعوامل التعرية من جهة أخرى (مستند ٩ و١٠).

ثانياً: الانكسارات والالتواءات تغير معالم التضاريس:

الانكسارات والالتواءات هي تجسيد لاستجابات الطبقات



٩ مقطع نظري للدورة الصخرية

• عيّن أماكن تشكل الصخور الرسوبية والمتحولة والنارية

يمثل هذا المقطع الدورة الصخرية التي تحركها تيارات الحمل في باطن الأرض، وعوامل التعرية على السطح. فالصخور المنكشفة تتعرض لعوامل التعرية فتتفتت وتُنقل الى قاع المحيط حيث تترسب. وتقوم تيارات الحمل بدفع الماغما الباطنية إلى السطح حيث تتحول إلى صخور نارية وعند تماسها مع الصخور الرسوبية تحولها الى صخور متحولة بفعل الحرارة والضغط.

وعلى السطح تتعرض الصخور النارية والمتحولة والرسوبية إلى مختلف عوامل التعرية بحيث تتحول إلى صخور رسوبية. وعندما تنزلق الصخور المنكشفة على أنواعها إلى باطن الأرض من جراء تيارت الحمل تنصهر من جديد. واذا عادت إلى السطح تحولت إلى صخور نارية منكشفة وهذه حركة بطيئة تتم عبر ملايين السنين .

الصخرية **للحركات التكتونية**. فإذا كانت قوة الضغط فجائية حدثت الانكسارات. وإذا كانت القوة بطيئة حدثت الالتواءات.

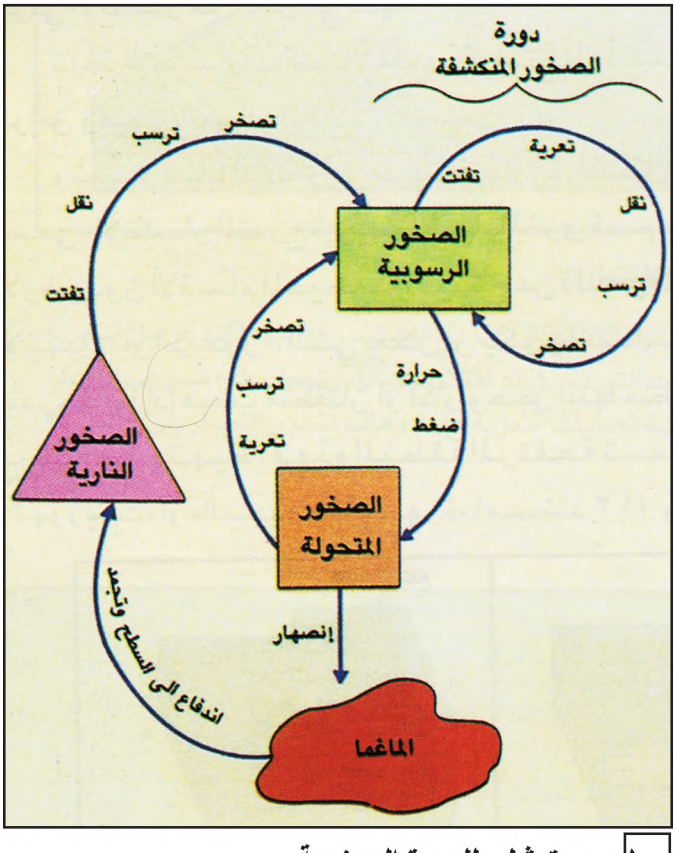
١ـ الانكسارات

الانكسار تصدع يحدث في طبقات صخرية تعرضت لعوامل ضغط باطنية فجائية إجمالاً. ينجم عن هذا التصدع انقسام الطبقات الصخرية إلى جزئين ينزلق أحدهما أفقياً أو عمودياً. ويمكن أن يأخذ الانكسار أشكالاً عديدة، وذلك بحسب اتجاه الطبقات المتكسرة وميلها.

فعندما يكون الانكسار عمودياً يفصل بين الجزء الهابط والجزء المرتفع مسطح عمودي يدعى «مرآة الانكسار» أما «مدى الانكسار» فيدل على المسافة التى فصلت بين جزئي الانكسار قبل تآكل أي منهما.

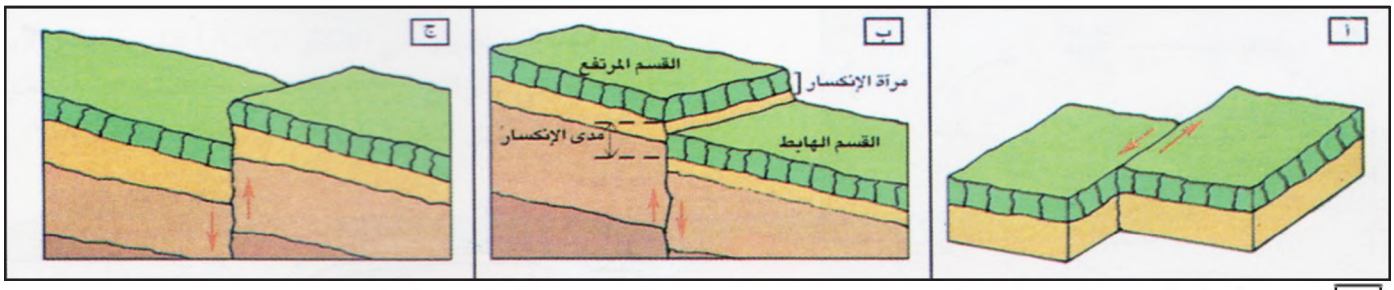
تأخذ الانكسارات أشكالاً متنوعة، فمنها الانكسار الموافق ومنها الانكسار المعاكس (مستند ١١).

وتحدث أحياناً انكسارات عديدة متجاورة، فتشكل ما يسمى «الانكسار المتدرج» ويهبط أحياناً أخرى قسم من الأرض دون الأقسام المحيطة به، فينتج عن ذلك «وهدة

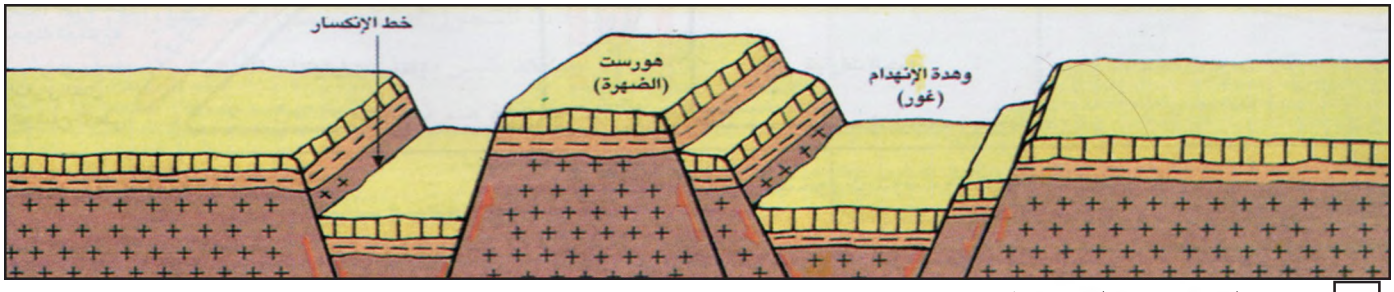


١٠ رسم تمثيلي للدورة الصخرية

• كيف تتشكل الصخور المتحولة وكيف تتشكل الصخور الرسوبية ؟



١١ اشكال الانكسارات أ- انكسار أفقي. ب- انكسار عمودي موافق. ج- انكسار معاكس



١٢ انواع التضاريس المتكسرة

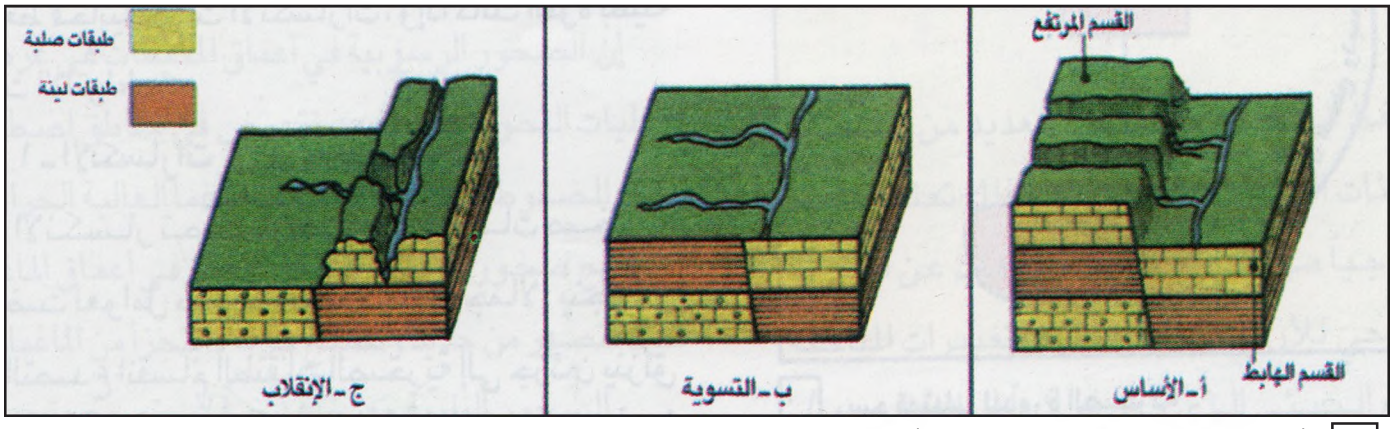
الانهدام» أو لـ «غور»، التى يمكن أن يكون انهدامها متدرجاً. أما إذا هبطت منطقتان أو أكثر وحجز بينها منطقة مرتفعة، لم تهبط، فهذه المنطقة المرتفعة تسمى «الهورست» أو «النجد» أو «الظهرة» (مستند ١٢) ولا تبقى التضاريس المتكسرة على حالتها الأولى، بل تقوم عوامل التعرية بتغيير معالمها، فيحدث أحياناً انقلاب التضاريس إذا تمكنت هذه العوامل من حت الطبقات المرتفعة حتا يدنو بها عن مستوى الجزء الهابط. وبذلك يبدو الجزء الهابط مرتفعاً، والعكس بالعكس (مستند ١٣).

٢- الالتواءات

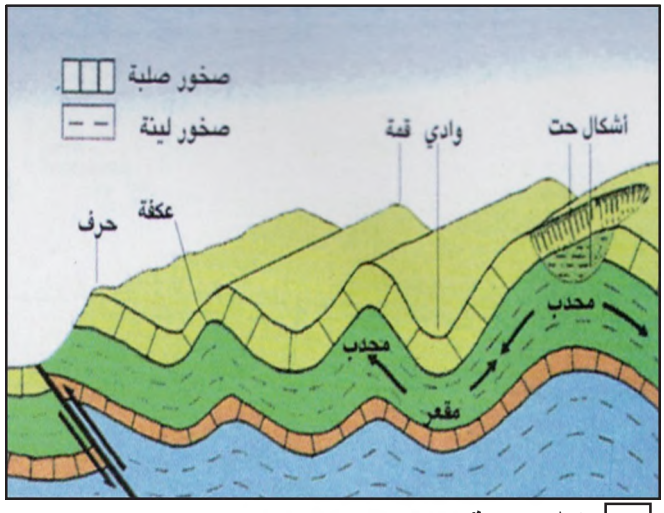
تؤدى عملية التآكل المستمرة للتضاريس القارية إلى تجمع معظم الرواسب الناتجة عنها في منخفضات ووهاد بحرية. وتزداد سماكة هذه الرواسب على مر العصور ثم تخضع، في وقت من الأوقات، لعمليات ضغط نتيجة زحف الكتل القارية، فتتجعد ويحصل الالتواء.

والالتواءات ذات أشكال عديدة، تختلف بحسب اتجاه القوى الدافعة ومقدار ضغطها، وتعتبر الطية العادية أبسط أشكالها، وهي تتكون من عنصرين: المحدب والمقعر، ولكل منهما جانبان يلتقيان في مفصل يمر به محور الالتواء (مستند ١٤).

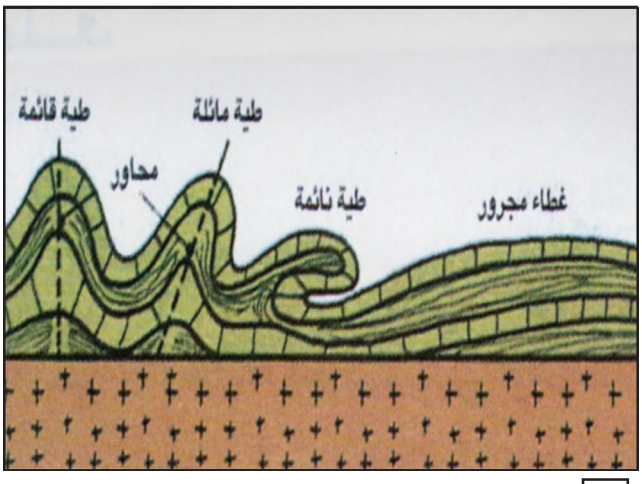
عندما يكون محور الطية عمودياً، تكون الطية قائمة، وعندما يكون مائلاً تكون الطية نائمة (مستند ١٥). وقد تكون الطيات مروحية أو نائمة أو مجرورة إلى مسافات بعيدة، فتشكل أغطية ملتوية ومكسورة. وأحياناً يصيب الطبقات المستوية هبوط رأسى دون أن تتكسر، فتشكل طية وحيدة الميل (Flexure).



١٣ تأكل التضاريس المتكسرة وتطور أشكالها

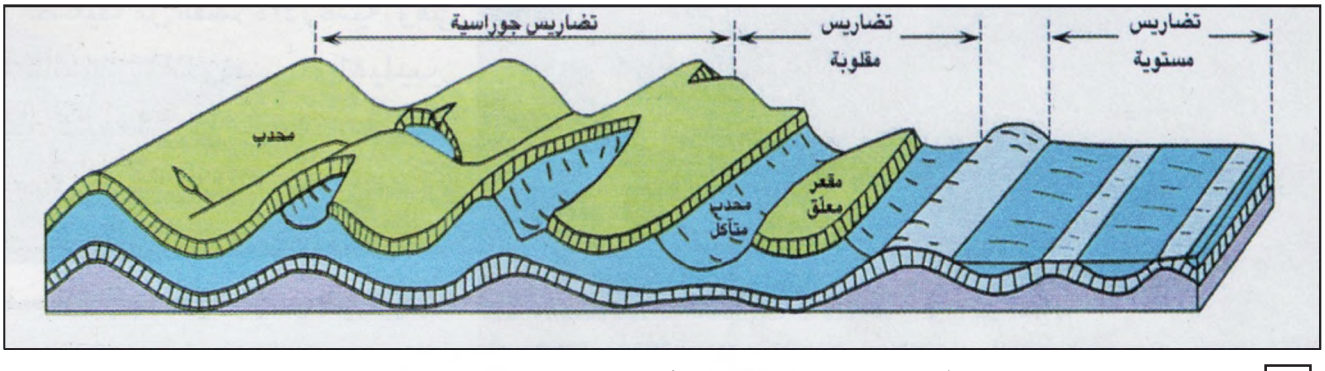


١٤ الطيات: اقسامها وعناصرها



١٥ أنواع الالتواءات

تشكل الالتواءات، إلى جانب الانكسارات، أبرز العوامل التكتونية في هندسة السلاسل الجبلية. لكن هذه الالتواءات لا تبقى كما هي، بل تعمل عوامل التعرية على حت محدباتها وطمر مقعراتها وصولا إلى تسويتها بسطح الأرض (مستند ١٦).



١٦ تطور التضاريس الالتوائية بدءا من ظهورها إلى أن استوى سطحها

عند تعرض الطبقات الرسوبية للعوامل التكتونية تصيبها التواءات متنوعة الأشكال كما في المستند رقم ١٤ لكن عوامل التعرية (الماء، الرياح، الجليد...) تعمل على تعرية الأقسام العلوية من الالتواءات التي تكون قد تفتت أحياناً. وتعمل على تسويتها ولكن هذه التسوية تشوبها ارتفاعات بسيطة ناتجة من مقاومة الطبقات الصلبة لعمليات التعرية هذه. وهكذا تتطور التضاريس الالتوائية بدءا من ظهورها

أسئلة:

١- أشرح خصائص الصخور الرسوبية.

٢- أذكر العوامل الثلاثة التى تحول الصخور الرسوبية والنارية إلى صخور متحولة.

٣- كيف يمكن للصخور الرسوبية أو المتحولة أن تصبح صخوراً نارية؟

٤- هل تتعرض الصخور المارنية أو الرملية للانكسارات؟ لماذا؟

٥- ارسم انكساراً وأشر إلى مرآته.

٦- حدد الفرق بين الظهرة والغور.

٧- صف التواء محدباً والتواء مقعراً.

التجوية

التجوية عملية تفكك أو انحلال للصخور في مكانها الطبيعي على سطح الأرض أو تحت التربة. تحدث هذه العملية بفعل تعرض الصخور لعوامل المناخ المختلفة كالأمطار والرطوبة وتغيرات الحرارة والإشعاع الشمسي وغيرها. ولا تتضمن عمليات نقل أو ترسيب.

تقسم التجوية إلى ثلاثة أنواع: التجوية الفيزيائية والتجوية الكيماوية والتجوية الأحيائية.

أولاً: التجوية الفيزيائية:

هي عملية تحطم الصخور وتفكك حبيباتها دون أي تغيير في طبيعتها. تقسم التجوية الفيزيائية، طبقاً للعوامل المسببة، إلى أنواع هي:

١- الإزاحة (Unloading)

تتعرض الطبقات الصخرية المدفونة في أعماق القشرة الأرضية لضغوطات هائلة مصدرها وزن الكتل المتراصة فوقها. وعندما تتحرر كتلة صخرية نارية أو طبقة رسوبية، بفعل التعرية من الطبقات التي فوقها، فإنها تتمدد بعد زمن قصير، وتظهر في الصخور المكشوفة الشقوق.

٢- التمدد الحراري (مستند ١)

ينتج التمدد الحراري من التعرض لأشعة الشمس. فألوان الصخور متعددة: منها صخور بيضاء تعكس الحرارة وأخرى سوداء تمتصها، وهناك جزء من الصخر معرض للظل وآخر للإشعاع. هذا الواقع يؤدي إلى تفاوت في توزع الحرارة. بحيث يتمدد جزء من الصخر ويتقلص آخر، فتتشقق الصخور وتتفتت وتصبح قابلة لأن تُنقل من أماكنها.

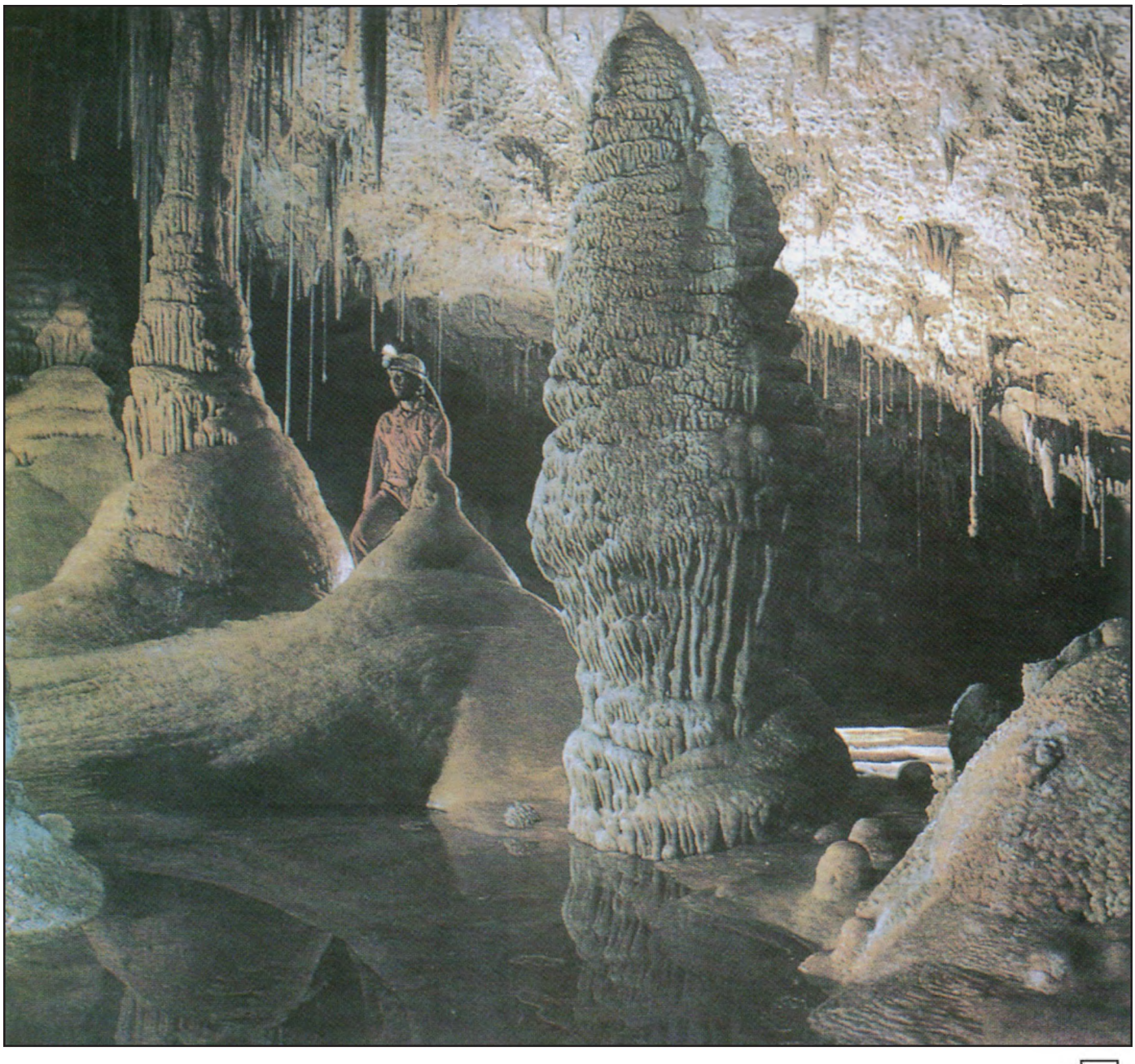
٣- التبلر المائي (مستند ١)

التبلُّر المائي هو عملية تجمد المياه في شقوق الصخور بفعل تدني الحرارة.

يحدث تبلر المياه في المناطق الباردة ليلاً: تمتلىء شقوق الصخور نهاراً بالمياه. فتتجمد ليلاً لدى تدني الحرارة إلى ما دون الصفر، ويكبر حجمها فتضغط على جوانب الشقوق

١ تحطم الصخور بفعل التمدد نهاراً والتقلص ليلا وبفعل التبلر المائي حيث تتجمد المياه ليلا بين شقوق الصخور فيكبر حجمها مما يؤدي إلى تسكرها

٢ تميّه الصخور بفعل الرطوبة الدائمة يؤدي إلى تدهورها وتحولها الى تربة. فنرى التربة تتكون اولا بين الشقوق على السطح



٣ تحلل مياه الأمطار الصخور الكلسية فتتوسع شقوقها وتشكل مغاور واسعة ومهمة. ويتوضع كاربونات الكالسيوم المحلول في المياه ليكون أشكالاً متميزة داخل المغاور والتجاويف

فيتجزأ الصخر ويتفتت.

٤ـ التبلر الملحي:

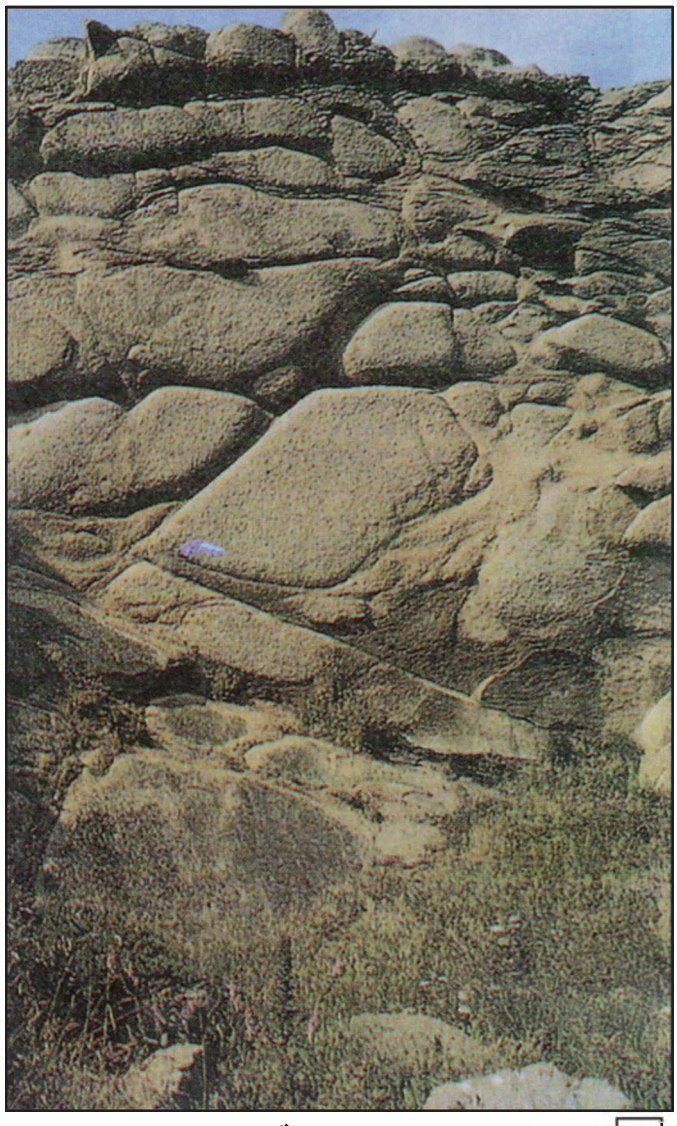
هناك نمط آخر من التبلر ناتج من تبخر المياه المالحة وترسب الأملاح وتبلرها. يحدث هذا النمط نهاراً على الشواطئ إجمالاً، إذ تمتلئ المفاصل والشقوق الصخرية برذاذ البحر المالح، وعندما تتبخر المياه بفعل الحرارة يتبلر الملح ويكبر حجمه، مما يؤدي إلى تكسر الجروف وتفتت الصخور.

ثانياً: التجوية الكيميائية:

هي عملية ذوبان الصخور أو تحللها بفعل تفاعلها مع الأحماض والأملاح الذائبة في الماء أو الموجودة في رطوبة الجو. تختلف التجوية الكيماوية عن التجوية الفيزيائية بهذا التحول الذي تحدثه في طبيعة الصخور. والتجوية الكيمياوية أنواع متعددة.

١ـ التميّه (مستند ٢)

التميّه هو عملية تشبع بعض عناصر الصخور بالمياه، فتصبح أقل تماسكاً وصلابة، مما يسهل عملية تفككها.



٤ تفتت الغرانيت بفعل التجوية

٢ـ الإذابة:

إنها عملية ذوبان الصخور بالمياه، كما يحدث للصخر الملحي (الهاليت) أو الكلسي. وكلما زادت نسبة الحوامض في المياه تسارعت عمليات الإذابة. لذلك تعتبر الأمطار الحامضية، مثلاً، شديدة العدوانية على الصخور الرسوبية والمتحولة. فتأخذ بذلك الصخور التي تصيبها التجوية أشكالاً متنوعة.

٣ـ التكوين (مستند ٣)

يغير التميه والإذابة أشكال الصخور. أما المواد التي تترك الصخر الأساسي بفعل هاتين العمليتين فتتوضع لتعطى أشكالاً صخرية جديدة كما في المغاور أو تتحول إلى تربة حمراء أو سوداء أو غيرهما وفقاً لنوع الصخور المنحدرة منها ووفقاً للمناخ السائد.

٤ـ الأكسدة:

هي عملية تفاعل بين أحد عناصر الصخر والأوكسجين الموجودة في الماء أو في الهواء، مما يؤدى إلى تفكك العناصر المكونة للصخور. تبدو هذه العملية واضحة في عنصر الحديد حيث يصطبغ الصخر بلون أحمر أو برتقالي هو لون الصدأ.

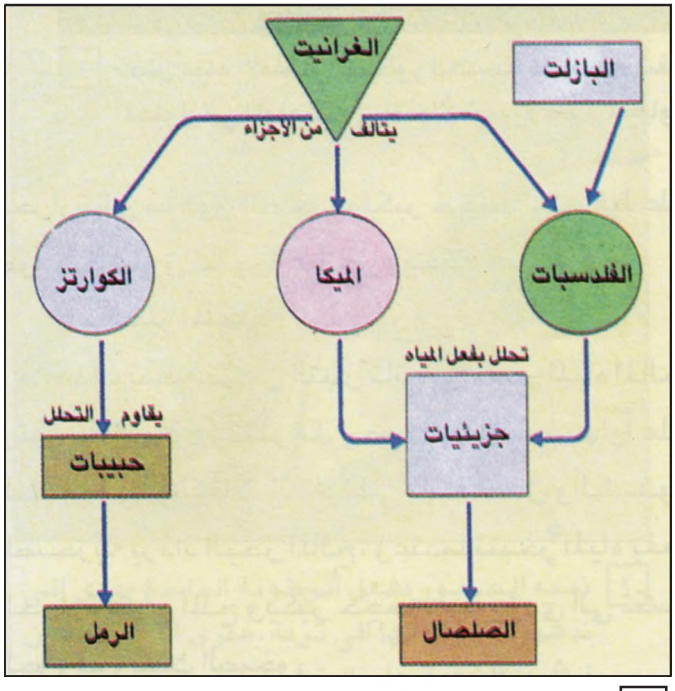
ثالثاً: التجوية الأحيائية:

تضغط جذور الأشجار التي تنغرز داخل مفاصل الصخر وبين طبقاته بشكل متزايد، مع نموها، على ما حولها، مما يؤدي إلى توسيع المفاصل ورفع الطبقات. كما أن العديد من الحيوانات كالنمل والأرانب وغيرها، تحفر لها أنفاقاً في طبقات الصخور اللينة. ومن الحيوانات ما يفرز أحماضاً تساعد على تحليل الصخور وتوسيع فجواتها. فهذا النوع من التجوية هو مزيج من التجوية الكيماوية والفيزيائية على حد سواء.

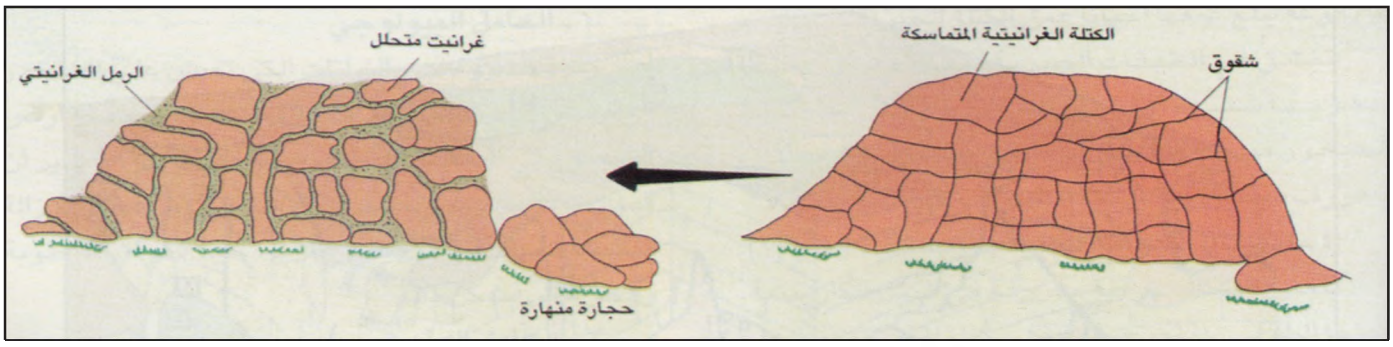
رابعاً: أثر التجوية على الصخور الغرانيتية والبازلتية والكلسية:

١ـ تحلل الصخور الغرانيتية والبازلتية (مستند ٤ و٥ و٦).

يتألف الغرانيت من ثلاثة أنواع من البلوريات هي: **الكوارتز والميكا والفلدسبات**. ويتألف البازلت من



٥ تحولات البازلت والغرانيت بفعل المياه



٦ رسم توضيحي لتحلل الصخور الغرانيتية

الفلدسبات. يتحلل الميكا والفلدسبات بمياه الأمطار ويتحولان إلى صلصال، أما الكوارتز فيسقط رملاً بسبب تركيبته المقاومة للمياه. تتم هذه العملية ببطء شديد وتتناول سطح الصخور والأجزاء المتشققة منها. تتوسع الشقوق وتصبح جيوباً مملوءة بالصلصال والرمل، فيسهل بعد ذلك على عوامل التعرية، كالرياح والمياه والأمواج، نقل الفتات (صلصال ورمال) إلى المنخفضات. هذه عمليات هدم دائمة لكنها متفاوتة بين منطقة جغرافية وأخرى، وفقاً للظروف المناخية السائدة.

تظهر المناطق الغرانيتية أو البازلتية مغطاة، إما بطبقة من التربة الصلصالية أو بطبقة من الرمل. أو تظهر على شكل صخور مستديرة تفصل بينها صفوف من الأشجار والنباتات المختلفة.

٢ـ إزالة الصخور الجيرية (مستند ٣)

تحتوي الصخور الجيرية على مكون أساسي لها هو كاربونات الكالسيوم. فعندما تلامس مياه الأمطار المحتوية على الحامض الكاربوني هذه الصخور، تحدث عمليات تفاعل مهمة بين كاربونات الكالسيوم والحامض الكاربوني وفقاً للمعادلة التالية:

$$H_2O + CO_2 \rightarrow H_2CO_3$$

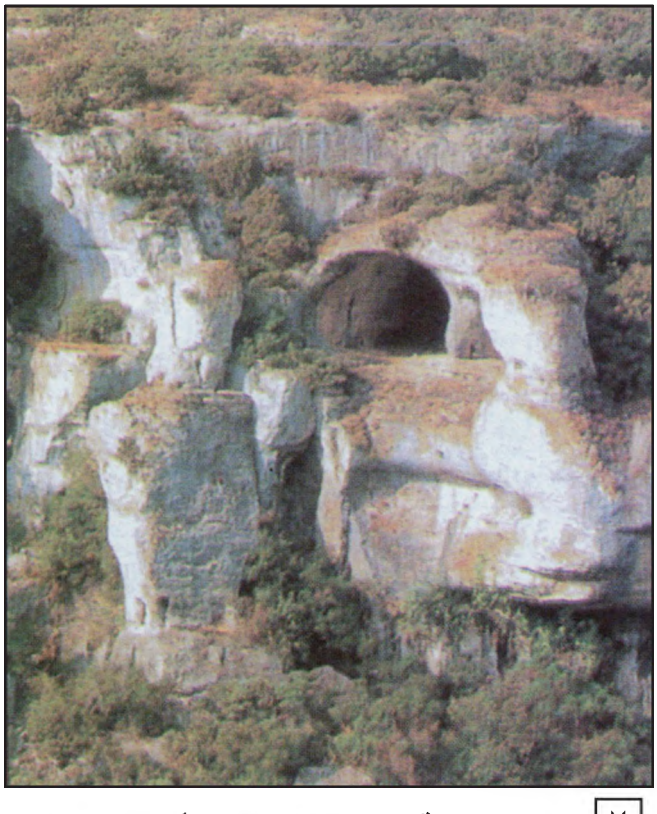
الحامض الكاربوني ← ثاني أكسيد الكربون + المياه

$$H2CO_3 + CaCO_3 \rightleftarrows (CO3H)_2\ Ca$$

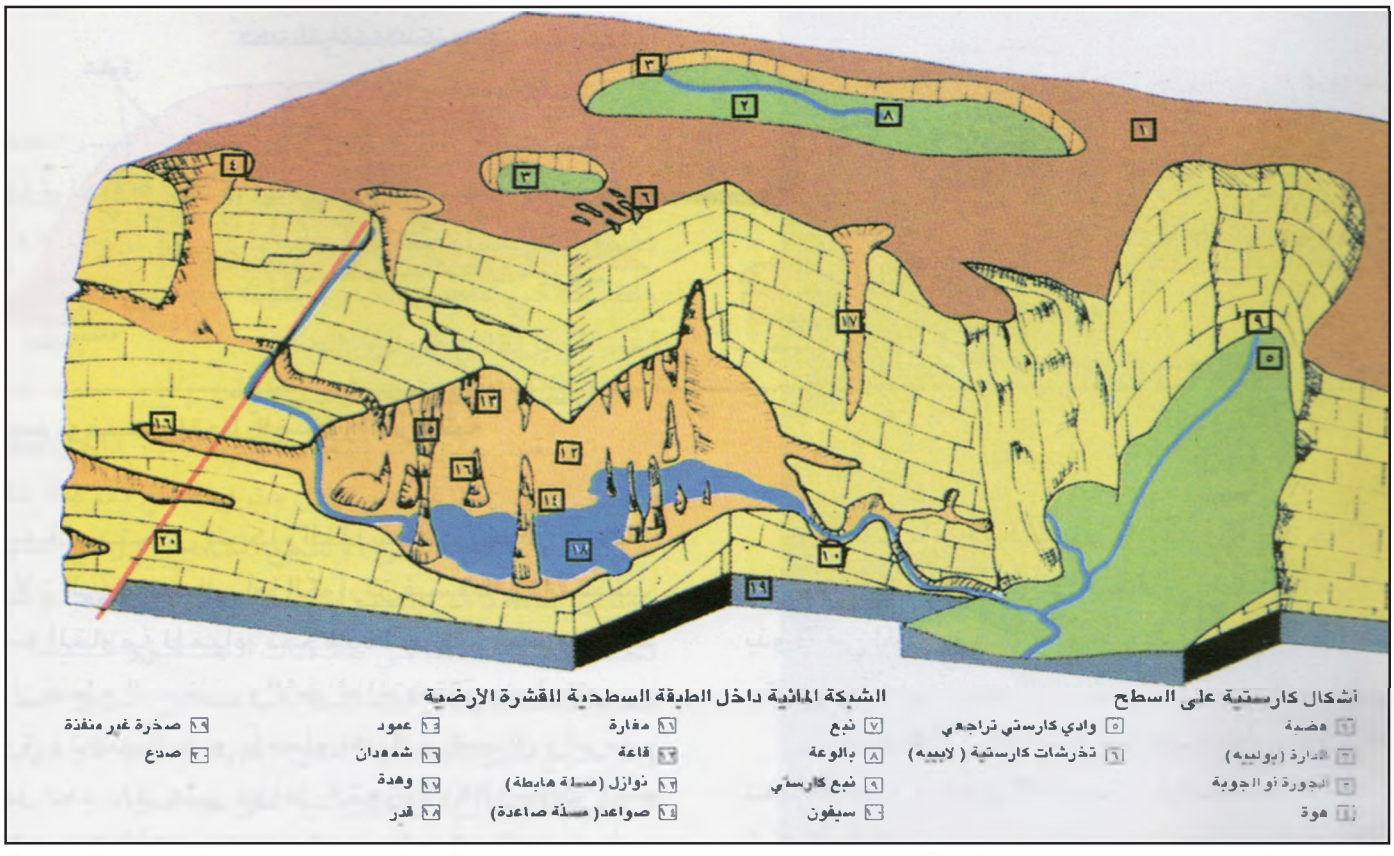
الحامض الكاربوني — كاربونات الكالسيوم ⇄ بيكاربونات الكالسيوم (تفاعل معكوس)

هكذا تتم إزالة الصخور الجيرية من خلال تحول كاربونات الكالسيوم إلى بيكاربونات الكالسيوم الذي يذوب في المياه. وهكذا تتوسع شقوق الصخور الجيرية وتقل سماكة سطحها.

ويتم هذا التفاعل عكسياً. فيأخذ اتجاهاً مضاداً إذا تغيرت ظروف حدوثه. فعندما تتناقص كميات ثاني أوكسيد الكاربون في المياه تتحول بيكاربونات الكالسيوم إلى كاربونات الكالسيوم الذي لا تستطيع المياه حمله فيتوضع من جديد، خصوصاً داخل المغاور والكهوف أو في المنخفضات والبحار.



٧ صخور جيرية تحللت بفعل مياه الأمطار وظهرت فيها أشكال متنوعة



٨ تحلل الصخور الجيرية على سطح الطبقات وفي داخلها

تغطي الصخور الجيرية حوالى ١٥٪ من مساحة اليابس. وتعتبر خزاناً جوفياً للمياه العذبة. وعملية إزالتها الدائمة نحتت فيها أشكالاً خارجية وداخلية متميزة (مستند ١ و٥)، وقد تمت دراسة أشكال هذه الصخور في منطقة الكارست في سلوفينا في أواخر القرن التاسع عشر، لذلك يطلق على هذه الأشكال «الكارست».

٣ـ أشكال الكارست السطحية (مستند ٧ و٩)

من النادر أن نرى جرياناً سطحياً في المناطق الكارستية بسبب شدة نفاذية الصخور الناتجة من كثيرة التكسرات والشقوق التي تتوسع بشكل دائم. وأهم الأشكال الكارستية هي:

- الجورة أو الجوبة: وهي منخفض صغير من الأرض مغلق الجوانب، تكسوه تربة حمراء، ويصرف مياهه داخلياً.

- الدارة: منخفض مغلق أكثر اتساعاً من الجورة، يرويه نهر ينبع منه ويختفي فيه. إذ تغور مياهه في هوة أو بالوعة يبلغ عمقها أحياناً عمق الكتلة الجيرية.

تنشق في الطبقات الجيرية إجمالاً وديان عميقة سفوحها

٩ شقوق تشكلت بفعل تحلل الصخر الجيري

شديدة الانحدار تسمى خوانق، أما سطح الصخور فيحتوي على فرضات ومسيلات ونواتيء وحروف مسننة، وتكثر فيه التجاويف على أنواعها.

٤ـ الأشكال الجوفية للكارست (مستند ٣و ٨و ١٠)

المغاور أشكال جوفية معروفة في الكتل الكارستية، ومنها الطولى المتعرج والشبكي كالمتاهة. تتضمن هذه المغاور أروقة وقاعات وممرّات وأنفاقاً. كما تتصل بالخارج بالهوات والينابيع والمداخل الجافة. وبسبب تدنى نسبة ثانى أكسيد الكربون في جو المغاور. فإن كربونات الكالسيوم الذائب في المياه يتكلس ويتخذ أشكال الصواعد والنوازل والأعمدة والأجران والستائر.

خامساً: العوامل المنشطة للتجوية:

تنشّط **التجوية** الكيماوية عدة عوامل أهمها العامل البيولوجي والعامل البشري.

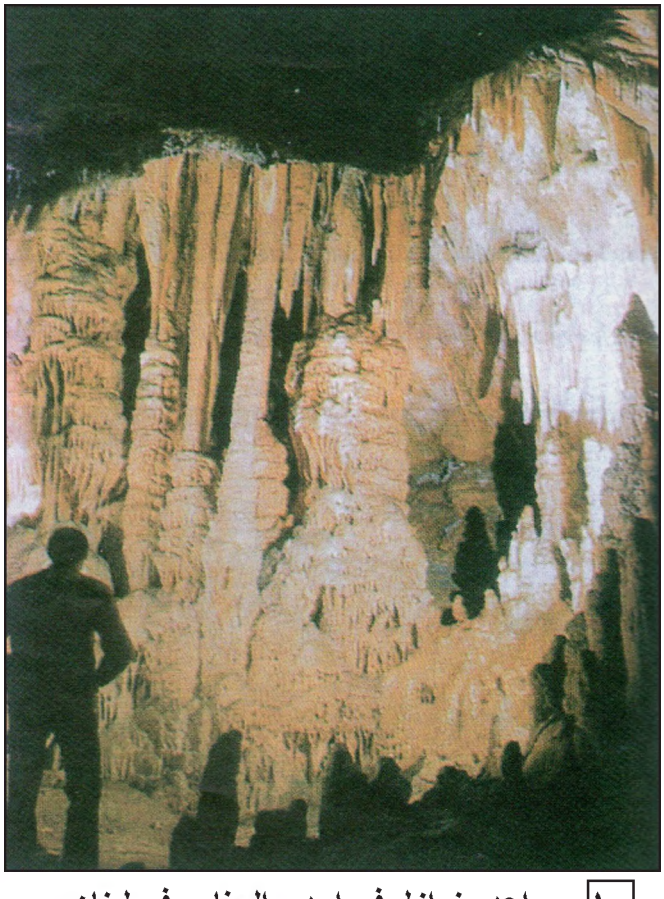
١ـ العامل البيولوجي

تفرز الحيوانات والنباتات التي تعيش على الصخور العديد من الحوامض التي تذيب الصخور. وتجد **قوارض الصخور** في الطبقات الصلبة بعضاً من غذائها. ونشير أنّ الدبال يغني التربة بالعديد من الأحماض. لذلك فإن الإزالة النشطة تحدث إجمالاً تحت التربة، حيث تتوافر الرطوبة والحوامض بشكل دائم.

٢ـ العامل البشري

أحدث الإنسان خلال القرن العشرين تغييرات في نوعية الأمطار، وبصورة خاصة في البلدان الصناعية و أجواء المدن. فازدادت نسبة حموضة الأمطار بسبب الكميات الهائلة من غاز الكبريت والكربون التي تنفثها الصناعات في الجو يومياً، الأمر الذي ضاعف عملية التعرية الكيماوية.

وأصبحت هذه الأمطار شديدة الضرر على الأبنية والتماثيل والمنحوتات الجيرية والرخامية والبازلتية الموضوعة في الهواء الطلق. وقد بينت الدراسات أن تمثال «أبو الهول» في مصر معرض للتآكل الكيماوي، وكذلك تماثيل روما وأثينا وباريس وتاج محل وغيرها.



١٠ صواعد ونوازل في احدى المغاور في لبنان

أسئلة :

١ـ قارن بين التجوية الكيميائية والتجوية الفيزيائية.
٢ـ كيف تتحلل صخور الغرانيت؟
٣ـ كيف تتحلل الصخور الكلسية؟
٤ـ عرف الكارست.
٥ـ صف أهم الأشكال الخارجية والجوفية للكارست.
٦ـ أعط أمثلة عن بعض العوامل البيولوجية المنشطة للتجوية الكيماوية.
٧ـ بيّن دور الإنسان في تسريع التجوية الكيماوية حالياً.

التعرية

التعرية هي عملية هدم ونقل وترسيب تطول الصخور، وتقوم بها الرياح والأنهار والجليد والأمواج وغيرها. وهي تتمثل في تحطيم الصخور وتحويلها إلى مواد منقولة متفاوتة الأحجام، دون تغيير في طبيعتها الكيماوية، ثم حمل هذه المواد، مع ما فتتته التجوية إلى الأماكن المنخفضة حيث تترسب.

أولاً: الحت الريحي

الريح هي العامل الأساسي في حت الصخور، وهي الأكثر تأثيراً في الأقاليم الجافة والصحراوية خاصة ويتمثل عمل الريح في التذرية والحت.

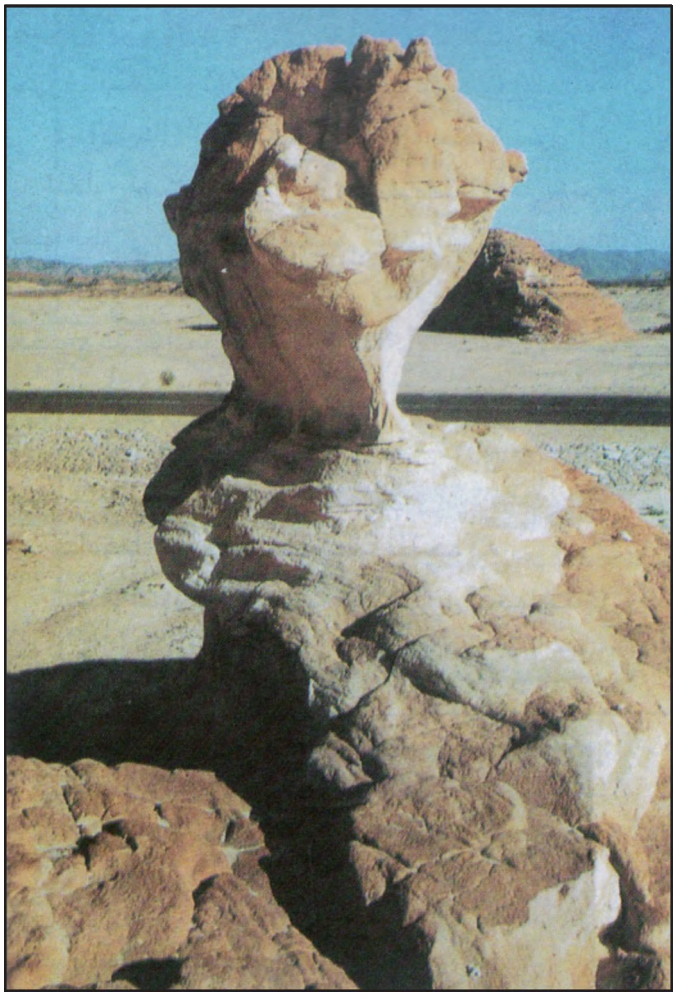
١- **التذرية:** مع انعدام الغطاء النباتي وشدة الجفاف تقوم تيارات الهواء، عند احتكاكها بالسطح، بحمل الرمال والأتربة الدقيقة من بعض الأماكن لترسبها عندما تتناقص سرعتها في أماكن أخرى، تاركة وراءها صفحات **الرق**. وتقوم هذه التيارات أيضاً بتجويف بعض الأماكن مشكلة، **المنخفضات الصحراوية**.

٢- **الحت:** هو التخديش والنحت اللذان يُحدثهما على ارتفاع لا يتعدى المتر، ما تحمله الرياح من الرمال، فتضرب حبيبات الرمل أقدام الصخور وتشكل **القور الصحراوية** (مستند١) الشبيهة بأشكال الفطر، وتوسع الرمال كذلك تجاويف الصخور، في الطبقات اللينة خصوصاً، لتصنع **كهوف الرياح** (مستند ٢ و٤). وعندما تحتك الرمال بالصخور الصلبة تصنع أسطحاً صخرية مصقولة.

٣- **الترسيب:** عندما تتدنى سرعة الريح ترسب حمولتها من الرمال، وتأخذ أشكالاً متعددة كالتموجات الرملية والكثبان والعروق. أما الأتربة الدقيقة والغبار فتسقط، عندما تتلاشى سرعة الريح، في الأقاليم الصحراوية أو المجاورة لها (مستند ٢).

لا يقتصر الحت الريحي على الصحاري فقط، بل يتعداها إلى الشواطئ والمنبسطات الرملية.

يتدخل سكان الصحراء للحد من أثر الحت الريحي على المدن والمزارع. فيزرعون صفوف الأشجار ليصدوا



١ **القور في الصحراء العربية**

تقوم الرياح المحملة بالرمال بتجويف الصخور وتشكيل القور الصحراوية

٢ **أشكال التعرية بوساطة الريح**

٣ زحف الرمال في الوادي الجديد في مصر

تحمل الرياح الرمال وترسبها كثباناً في الأراضي الزراعية مما يسبب أضراراً اقتصادية بالغة

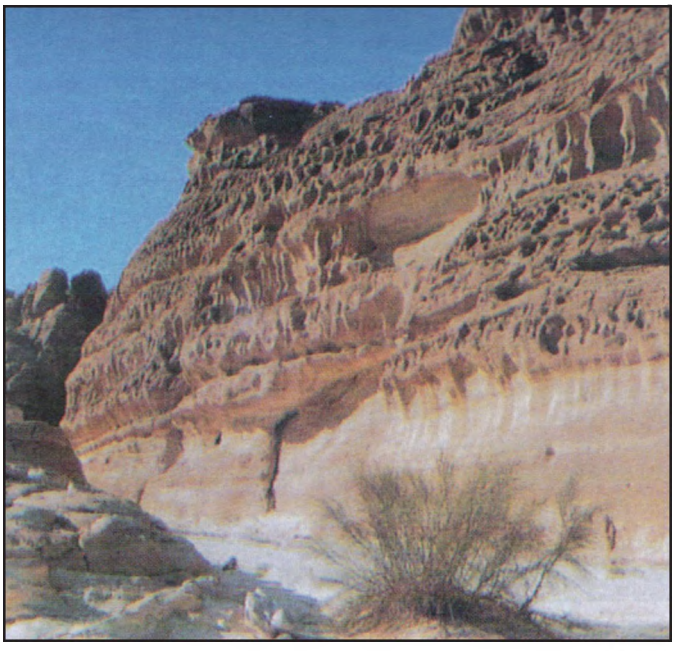
الرياح وأخطارها.

ثانياً: المياه الجارية (مستند ٥و ٦)

إلى جانب التجوية الكيماوية، تقوم المياه الجارية بعملية تعرية ميكانيكية، تتلخص في انتزاع المواد المفتتة من أتربة وصلصال ورمال وحصى من مواقعها، ونقلها وترسيبها في المنخفضات، وعملية التعرية هذه ترتبط من حيث أهميتها بعدة عوامل منها: سرعة الجريان والانحدار، **وصبيب الأنهار** الذي يزيد من قدرتها على الحت والنقل، وطبيعة الصخور من حيث ليونتها وقابليتها للتفكك.

١ـ سرعة الجريان والانحدار

للمياه الجارية طاقة على حمل المواد ونقلها ذائبة (الأملاح)، أو محمولة (الصلصال والرمال)، أو دحرجة (الحصى والكتل الصخرية). ترتطم هذه المواد، خصوصاً الكبيرة منها، بمجرى النهر فتعمقه وتوسعه. وترتفع طاقة المياه إذا ارتفعت سرعة جريانها، وهذا ما يحدث في المنحدرات والشلالات، وتخف سرعة المياه عندما تنساب في أرض منبسطة، وبالتالي تخف طاقتها على الحمل فترسب تدريجياً حمولتها بدءاً بالحصى ثم الرمل فالصلصال، وهذا ما يشكل عند مصاب الأنهار دلتا تتوسع



٤ كهوف الرياح في صحراء سيناء

باستمرار. وتشكل بعض الأنهار الجارية المناطق المنبسطة سهولاً فيضية بفضل ترسب حمولة النهر على ضفتيه، وهو ما تفعله دجلة والفرات والنيل (مستند ٨).

٢ـ صبيب النهر

صبيب النهر هو كمية المياه المتدفقة خلال وقت معين في نقطة معينة من النهر. ويتبع صبيب النهر في ارتفاعه أو انخفاضه نظاماً معيناً مرتبطاً بنظام الأمطار. في المناطق المتوسطية يرتفع صبيب الأنهار خلال الشتاء والربيع وينخفض في الصيف. أما في المناطق الموسمية فيرتفع الصبيب في بداية الصيف إلى حد الفيضان وبذلك تتغير طاقة النهر على التعرية بتغير الفصول فتتضاعف خلال فصل الفيضانات وتخف في فصل الشحائح.

وقد تغير صبيب الأنهار خلال العصر الجيولوجي الرابع نتيجة لتغيرات المناخ الحاصلة. فقد كانت المناطق الجافة مطيرة. **والمصاطب النهرية** في المناطق المعتدلة والأودية والشبكات الجافة في اليمن وعسير، شواهد على ما كان عليه الواقع المائي سابقاً (مستند٧).

٣ـ طبيعة الصخور

تتأثر كمية الحمولة النهرية بطبيعة الصخور حيث يجرى النهر وروافده. فإذا انسابت المياه على طبقات قاسية كالجير والغرانيت. فإنها تحفر فيها ببطء. وإذا عبرت طبقات لينة

٥ خانق حفره أحد الأنهار في الطبقات الرسوبية

هشة كالرمل والمارن والصلصال وسعتها وعمقتها وحملت معها كميات كبيرة من **الطمي** لكن هذه ليست قاعدة عامة، لأن الغطاء النباتي يحد من عمليات الحت هذه.

ثالثاً: التعرية البحرية

٦ مجرى السيل تظهر فيه عمليات الحت والنقل والترسيب

الأمواج عامل تعرية أساسي، فهي تقوم بهدم مناطق معينة من الشاطئ، وتنقل المواد ثم ترسبها في مناطق أخرى.

١ـ المناطق حيث يغلب الهدم

أـ الجروف: تقوم الأمواج مع ما تحمله من حصى بعملية هدم للجروف المشرفة على الشاطئ فتصدم هذه الأمواج أقدام الجرف الصخري بشكل متتابع، ويصبح الاصطدام أكثر عنفاً إذا اشتدت العواصف، ينتج من هذا الاصطدام تجويف في أسفل الجرف ويأخذ في الاتساع سنة بعد أخرى حتى تسقط أجزاؤه العلوية بفعل الجاذبية. فتتعهد الأمواج

٧ المصاطب النهرية شواهد على التغيرات في منسوب مياه الأنهار

٨ صورة من الجو لدلتا النيل الناتجة من الإرسابات التي يحملها هذا النهر من هضاب اثيوبيا وغيرها من المناطق

بنقلها ومعاودة عملية تجويف الجرف من جديد (مستند٩).

هكذا يتراجع الشاطئ تدريجياً ويتشكل رصيف صخري يتسع باستمرار.

ب- الكهوف والمسلات: الصخور الشاطئية متفاوتة القساوة، لذلك يصيب الحت الذي تقوم به الأمواج الطبقات اللينة، فتتشكل فيها الكهوف. وهو ما يدعى الحت التفاضلي. وقد تزيل الأمواج أجزاء من الجروف وتُبقي على صخرة ناتئة منعزلة، فتشكل مسلة تشهد على ما كان عليه الشاطيء سابقاً. (مستند ١٠).

ج- الأرصفة: هي المسطحات الناتجة من حت الأمواج للشاطئ الصخري. وغالباً ما تكون الأرصفة متدرجة، فيدل ذلك على تغير مستوى مياه البحر صعوداً وهبوطاً بفعل التغيرات المناخية أو الحركات الباطنية.

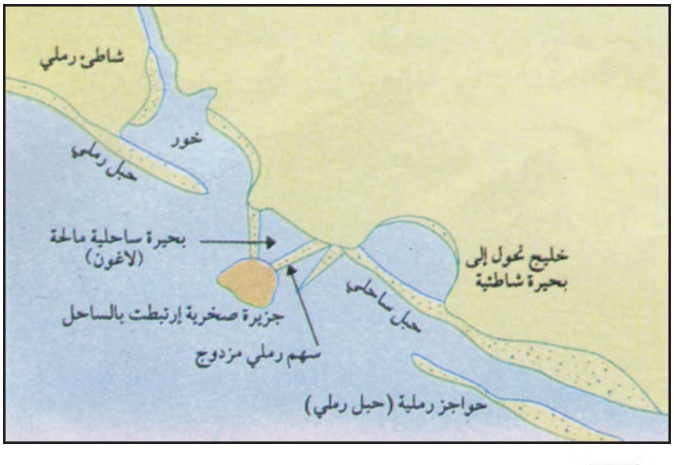
٢- المناطق حيث يغلب الترسيب: (مستند١١)

أ- الشواطئ الحصوية والشواطئ الرملية: تقوم الأمواج، في أثناء نقلها للمواد المفتتة، بعملية فرز، فتلقي بالحصى على الأجزاء الشاطئية المواجهة للموج، أما الرمال فيلقى بها فى الخلجان المنعزلة حيث طاقة الموج ضعيفة، فتتشكل بذلك الشواطئ الحصوية والشواطئ الرملية.

٩ فعل الأمواج في الشاطئ الصخري

تقوم الأمواج بهدم الأجزاء اللينة من الصخور وتترك الأجزاء الصلبة المقاومة إنّه الحت التفاضلي.

١٠ إحدى جزر المسلات الصخرية المحاذية لشواطئ عمان



١١ أشكال التضاريس الساحلية

● سمّ أشكال التضاريس الساحلية

١٢ جزيرة اصطناعية في مدينة كوبي (اليابان)

ب- السهام والجبال الرملية: السهام تراكمات من الرمال والحصى يرسبها التيار على مداخل الخلجان. وقد تتطور هذه السهام وتتمدد فتشكل جبالاً رملية تقفل مدخل الخليج أحياناً.

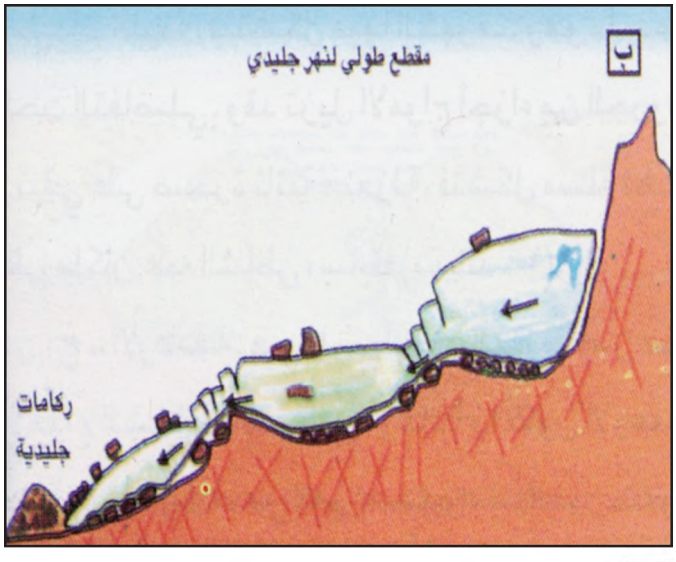
وهناك تشكيلات شاطئية تنتج من عمل الأنهار والأمواج على السواء. كالدلتاءات على أنواعها.

إن الإنشاءات الشاطئية من موانيء وردميات ومجمعات سكنية وجزر اصطناعية وغيرها، جعلت الإنسان من أهم عوامل تغيير شكل الشاطئ لأغراض تجارية وسياحية وصناعية (مستند١٢).

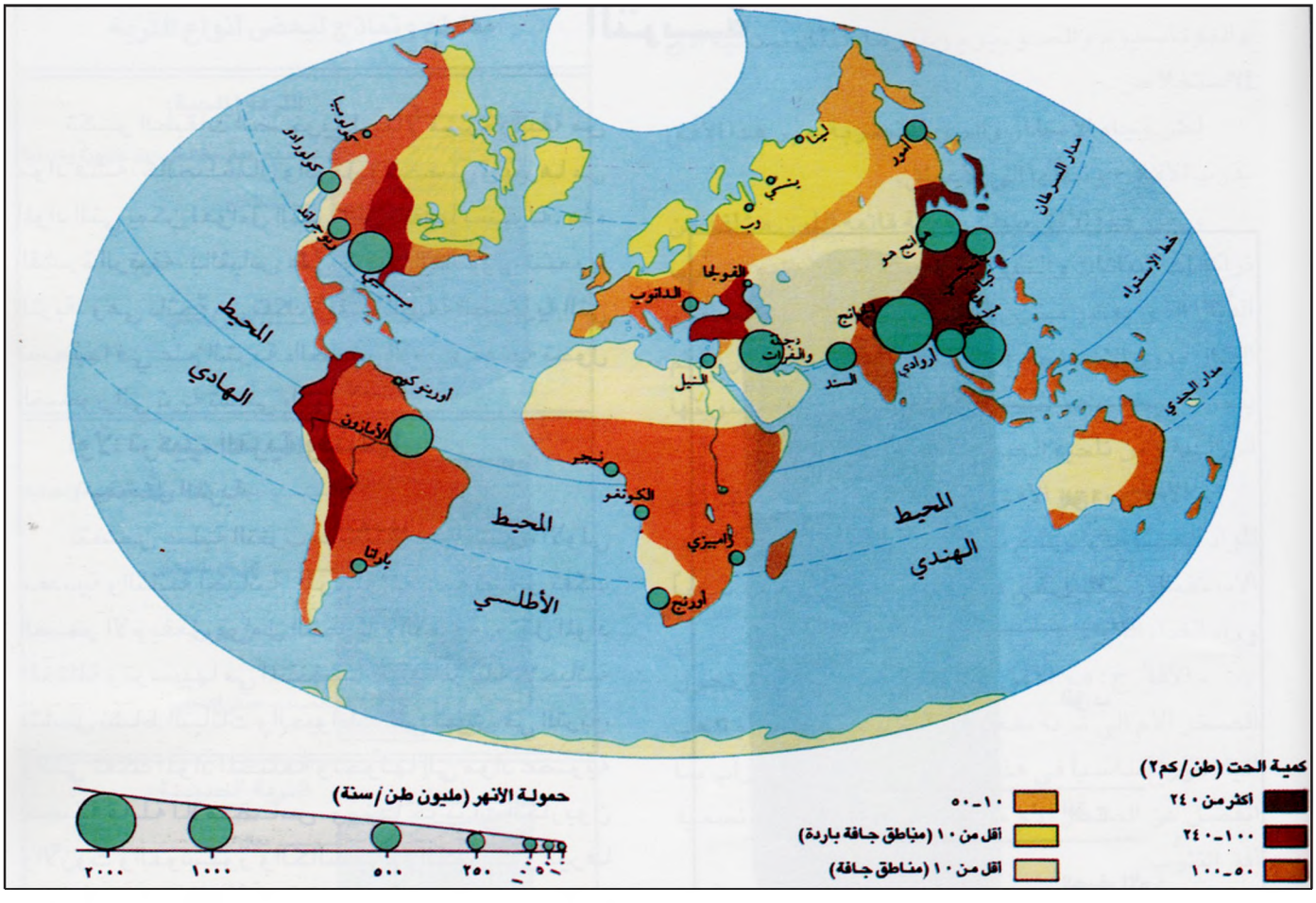
رابعاً: التعرية الجليدية: (مستند ١٣)

تقوم بها **ألسنة الجليد** الزاحفة نحو أسافل الجبال بفعل الجاذبية، فتوسع الوديان التي تأخذ شكل U. وهي تحفر من الجانبين أكثر مما تعمق. تحمل أنهار الجليد التي تتحرك ببطء شديد صخوراً كبيرة إلى جانب المواد دقيقة الحجم، وعندما تذوب نهايات هذه الألسنة في الصيف تترك حمولتها مكانها. وتتكرر العملية في الموسم التالي. ونهاية ألسنة الجليد إجمالاً بحيرات تقع عند أقدام الجبال، وحافاتها من تراكم حمولات الألسنة الجليدية. هذا النوع من التعرية

١٣ نهر جليدي يتغذّى من الثلوج في أعالي الجبال وينساب ببطء إلى اسفل



١٤ مقطع تفسيري لعمليات الحت الجليدي



١٥ تلازم عملية حت التضاريس القارية وعملية نقل الأنهار الفتات الذي تنتجه، وارتباط حمولة الأنهار هذه بالغطاء النباتي والمناخ السائد في حوض كل نهر

تعرفه الجبال العالية (الهملايا، الألب، الروكي، والمناطق القطبية المنحدرة) (مستند ١٤).

التضاريس معرضة للتعرية والتجوية بشكل دائم:

يصيب الحت معظم مناطق سطح الأرض، ولكن بأشكال مختلفة. ويمكن قياس أهميته في كل كيلو متر مربع. لكن قوته وفعاليته تختلفان من منطقة إلى أخرى، تبعاً للظروف المناخية السائدة في كلّ منها. فالمناطق الجافة جداً تتعرض لعملية حت خفيفة نسبياً تسببها الحرارة والرياح فقط، وذلك لندرة المياه الجارية فيها. والمياه الجارية أنشط عوامل التعرية وأهمها على سطح الأرض، أما المناطق شديدة البرودة، ففيها تظل الحرارة فترات طويلة دون الصفر، مما يسبب تحول المياه الموجودة داخل الصخور إلى جليد لفترة زمنية طويلة، وهذا ما يحد من نشاطها المتكرر وفعاليتها في تفتيت الصخور. (مستند ١٥).

أسئلة:

١- عرف التعرية.
٢- اذكر انواع التعرية.
٣- صنف في جدول انواع التعرية حسب عواملها ومظاهرها.
٤- ما المناطق المناخية الأكثر عرضه للتعرية؟ ولماذا.

﴿ خَلَقَ ٱلسَّمَٰوَٰتِ بِغَيْرِ عَمَدٍ تَرَوْنَهَا وَأَلْقَىٰ فِى ٱلْأَرْضِ رَوَٰسِىَ أَن تَمِيدَ بِكُمْ وَبَثَّ فِيهَا مِن كُلِّ دَآبَّةٍ وَأَنزَلْنَا مِنَ ٱلسَّمَآءِ مَآءً فَأَنۢبَتْنَا فِيهَا مِن كُلِّ زَوْجٍ كَرِيمٍ ﴾ (لقمان: ١٠)

الوحدات التضاريسية الكبرى

تتنوع التضاريس على سطح الأرض وفي قيعان البحار وتختلف من حيث أشكالها واتساعها، ويجري تصنيفها ضمن ثلاثة أنواع أساسية هي الجبال والهضاب والسهول، ولكل نوع منها خصائص محددة إن من حيث الشكل والارتفاع عن سطح البحر، أو من حيث طريقة التكوين.

أولاً: التضاريس القارية (مستند ٢)

١ـ الجبال:

يُعد من الجبال كل مرتفع من الأرض مشرف على ما يحيط به من تضاريس. يتعدى ارتفاع الجبال إجمالاً من القاعدة إلى القمة عدة مئات من الأمتار. أما من حيث الاتساع فتشكل الجبال سلاسل تحتل قواعدها آلاف الكيلومترات. ومن أهم السلاسل الجبلية في العالم الهمالايا، البامير، الألب، الأنديز، الأطلس وغيرها.

وتقسم الجبال من حيث تكوينها إلى ثلاثة أنواع هي:

أ- الجبال البركانية:

هي الجبال التي نشأت بفعل البراكين وتراكم اللافا على جوانبها، كجبل الاتنا في إيطاليا، والفوجي في اليابان، والتيبستي في الصحراء الأفريقية العربية.

ب- الجبال الانكسارية:

هي الجبال الناتجة من حركات الماغما الصاعدة التى تؤدي إلى تقبب القشرة الأرضية، ومن ثم انكسارها وتباعدها عند منطقة التقبب، وبذلك تتشكل سلاسل الجبال على جانبي الانكسار، وغالباً ما يرافق عملية الانكسار هذه ظهور البراكين، من هذه الجبال سلاسل الجبال المشرفة على البحر الأحمر في الوطن العربي والسلاسل الجبلية الموازية للأخدود الأفريقي.

ج- الجبال الالتوائية: (مستند ١)

هي السلاسل الجبلية الناتجة من التواء الطبقات الرسوبية وارتفاعها من جراء تصادم الكتل، تتنوع أشكال الالتواءات في هذه الجبال وتكثر الصدوع. ومن الجبال الالتوائية

١ **جبال التوائية شمالي الألب**

وهي طبقات كلسية تعرضت للالتواء بفعل الضغوطات الجانبية، وتظهر فيها بعض التكسرات

جبال الهمالايا والألب والأطلس وجبال بلاد الشام وجبال كردستان وغيرها.

٢ـ الهضاب:

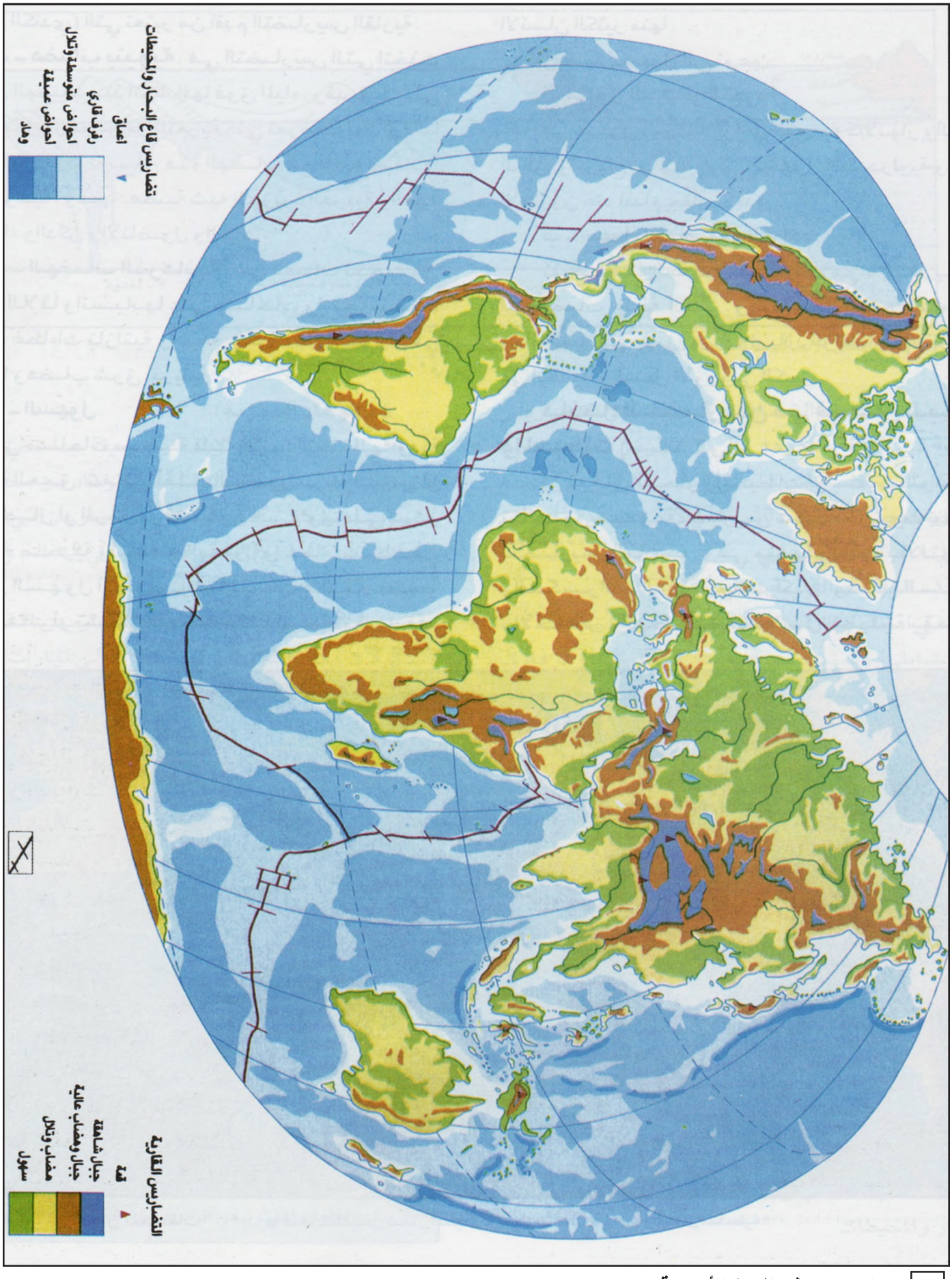
الهضبة أرض مسطحة قليلة الانحدار حفرت فيها الأنهار أودية عميقة.

من أهم الهضاب في العالم هضبة التيبت، وهي أكثر الهضاب ارتفاعاً، وهضبة الدكن، وهضبة أفريقيا السوداء، وهضاب الوطن العربي. تصلح الهضاب للزراعة في الأقاليم الرطبة وشبه الرطبة، وللرعي في الأقاليم الجافة.

أنواع الهضاب:

تقسم الهضاب من حيث تكوينها إلى ثلاثة أنواع:

أ- هضاب التعرية (أو هضاب الحت): تتكون من بقايا السلاسل والكتل الجبلية القديمة التي هدمتها عوامل التعرية، وسوت سطحها، وحفرت الأنهار فيها بعض الأودية، كهضاب أفريقيا السوداء والهضبة الكندية (الدرع الكندي) التي تعتبر من أقدم التضاريس القارية.



٢ تضاريس سطح الكرة الأرضية

ب- هضاب بنيوية: هي التضاريس التى اتخذت أشكال الهضاب منذ انكشافها فوق المياه، وقد بقيت على هذا الشكل برغم عوامل التعرية التي تعرضت لها، وغالباً ما يتوافق استواء سطح هذه الهضاب مع أفقية طبقاتها الجيولوجية، ومنها: هضبة شبه الجزيرة العربية والغابة السوداء والدكن والأناضول والتيبت.

ج- الهضاب البركانية: هي هضاب نتجت من تراكم اللافا وانسيابها على مساحات واسعة، بحيث شكلت غطاءات بازلتية واسعة: منها هضبة حوران في سوريا وهضاب شرق أفريقيا.

٣- السهول:

هي مساحات مسطحة قليلة الانحدار تتخللها أودية قليلة العمق. تغطي أغلب السهول تربة اللوس أو الصلصال أو الرمل، وقد تكون السهول على شكل سطوح صخرية واسعة خالية من أي غطاء، تنساب في بعض السهول أنهار أوديتها ليست عميقة، فتخط منعطفات أو تشكل مستنقعات واسعة، وقد جفف الإنسان الكثير منها.

وتقسم السهول إلى نوعين:

أ- سهول الحت أو التعرية:

هي سهول سوتها عوامل الترعية كالأنهار وألسنة الجليد والرياح، ومنها بعض السهول الصحراوية وسهل الأمازون عند أقدام جبال الأنديز.

ب- سهول التراكم أو الفيضية:

نتجت هذه السهول من تراكم مواد التعرية في المنخفضات قليلة العمق. ومنها سهل الصين الشمالي، ودلتا النيل في مصر، وسهول بلاد الرافدين، وسهل البو في إيطاليا، والسهل الأوروبي الكبير.

ثانياً: التضاريس في قيعان البحار والمحيطات (مستند ٣ و ٤)

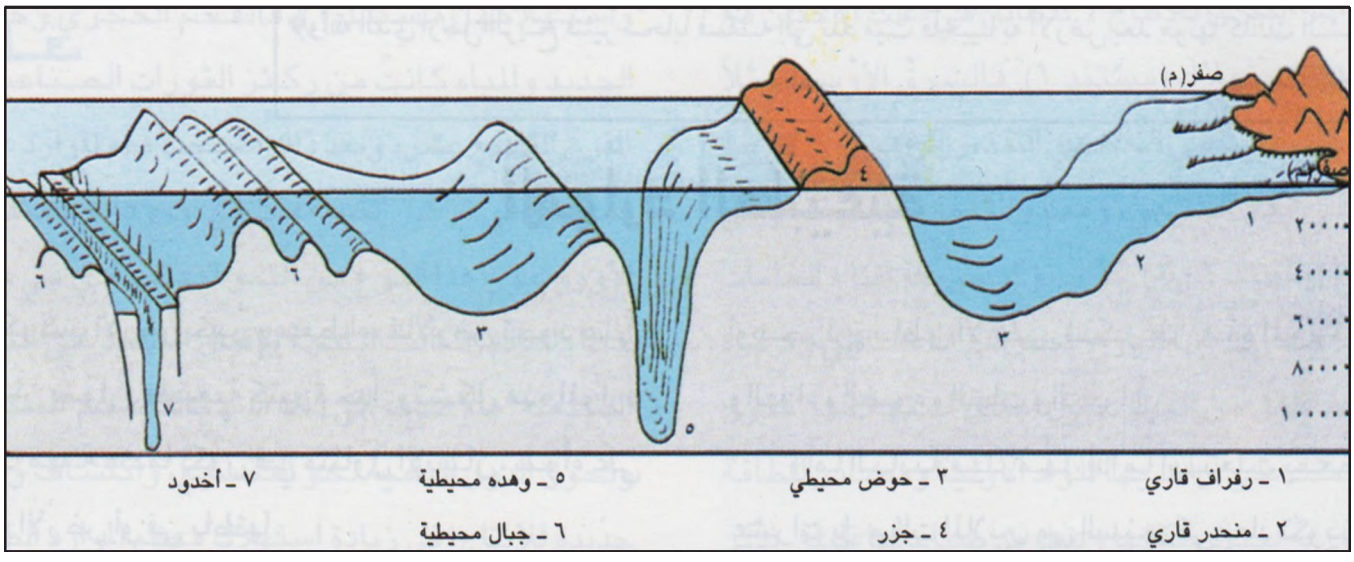
إن قيعان البحار والمحيطات ليست مستوية، بل تتألف من مجموعة تضاريس شبيهة من حيث تنوعها بتضاريس اليابسة. وهي مثلها متأثرة بالالتواءات والتكسرات والزلازل والبراكين، وفيها السهول والأحواض والهضاب والسلاسل الجبلية بقممها ووديانها لكن هذه التضاريس تختلف عن التضاريس القارية في طريقة تطورها فهي لا تتعرض لعوامل الحت والتآكل التي يغلب تأثيرها على اليابسة. بقدر ما تخضع بشكل ملموس لعمليات التراكم والإرساب فوقها، وأهم أشكال هذه التضاريس هي:

١- الرفارف القارية (الأرصفة):

هي امتداد للقارات تحت مياه البحار والمحيطات، تبدأ من الشاطئ وتمتد حتى عمق ٢٠٠٠م تقريباً. والرفارف القارية مراكز مهمة للثروة السمكية، وهي غنية ببعض الثروات

٣ تضاريس قيعان المحيطات

• صف تضاريس قيعان المحيطات، كيف تتشكل الأخاديد والجبال المحيطية؟



٤ الأشكال الأساسية للتضاريس في قيعان البحار والمحيطات

المعدنية (القصدير في سومطرة..) والنفطية (الخليج العربى وبحر الشمال...) تنتهي هذه الرفارف بمنحدرات كبيرة تفضي إلى الأعماق، هي المنحدرات القارية.

٢ـ السلاسل الجبلية:

ترتفع في قاع البحار والمحيطات جبال تشبه تلك الموجودة على اليابسة. إلا أنها إجمالاً أكثر اتساعاً وأكبر حجماً. وتتكون هذه الجبال من صخور بركانية أو مرجانية أو رسوبية. ويعتبر بركان هاواى (٩٤٥٠م) أعلى جبال العالم إذا جمعنا ما هو موجود منه تحت المياه (٥٤٢٠م) إلى ما هو فوقها.

٣ـ الأحواض المحيطية:

تنحصر بين أقدام المنحدرات القارية وبين الحواجز الجبلية المحيطية أحواض سهلية واسعة، يتراوح عمقها بين ٤٠٠٠ و٦٠٠٠م، وتشكل ٨٣٪ من مساحة قيعان البحار والمحيطات.

٤ـ الوهاد البحرية:

هي أخاديد شديدة الانحدار وعميقة جداً، تضيق كلما اقتربنا من الأعماق، ويختلف عمق الوهاد من محيط إلى آخر (مستند ٤). وأهم الوهاد وهدة ماريان في المحيط الهادىء (١١٥٢١م)، وهي الأعمق في العالم على ما يُعرف حتى الآن.

إن التضاريس القارية والتضاريس المحيطية تشكيلات متحركة بفعل قوتين: الأولى تيارات الحمل الباطنية التي ترفع الجبال وتوسع أعماق المحيطات والثانية دورات الرياح والمياه التي تهدم التضاريس وترسب موادها في أعماق المحيطات طبقات أفقية ما تلبث أن ترتفع وتشكل الجبال الالتوائية.

أسئلة :

١ـ ما أهم أنواع التضاريس القارية؟

٢ـ حرّر فقرة تبرز خلالها انواع الجبال، وكيفية تكونها.

٣ـ عرف هضاب التعرية والهضاب البنيوية.

٤ـ أعط أمثلة عن الهضاب البركانية.

٥ـ فى أى مواقع من الوطن العربى توجد سهول التراكم أو السهول الفيضية؟

٦ـ سم التضاريس الموجودة فى قاع المحيطات.

٧ـ كيف تكونت السلاسل الجبلية فى قيعان المحيطات؟

مياه المحيطات والبحار

المياه عنصر ضروري للحياة، وهي مورد متجدد، يتألف الغلاف المائي للأرض من المحيطات والبحار والبحيرات والجليديات والأنهار وغيرها. وتشكل مياه البحار والمحيطات النسبة الأكبر من حجم الغلاف المائي، وهي مياه مالحة وفي حركة دائمة وتعتبر خزاناً حرارياً يلطف مناخ المناطق المجاورة لها.

أولاً: المياه ثروة متجددة.

١ـ توزع المياه:

تغطي المياه من سطح الكرة الأرضية مساحات واسعة، تبلغ حوالي ٣٦١ مليون كلم٢، أي ما نسبته ٧١٪ تقريباً من مساحة الأرض. ويبلغ حجم الغلاف المائي حوالي ١٣٧٠ مليون كلم٣.

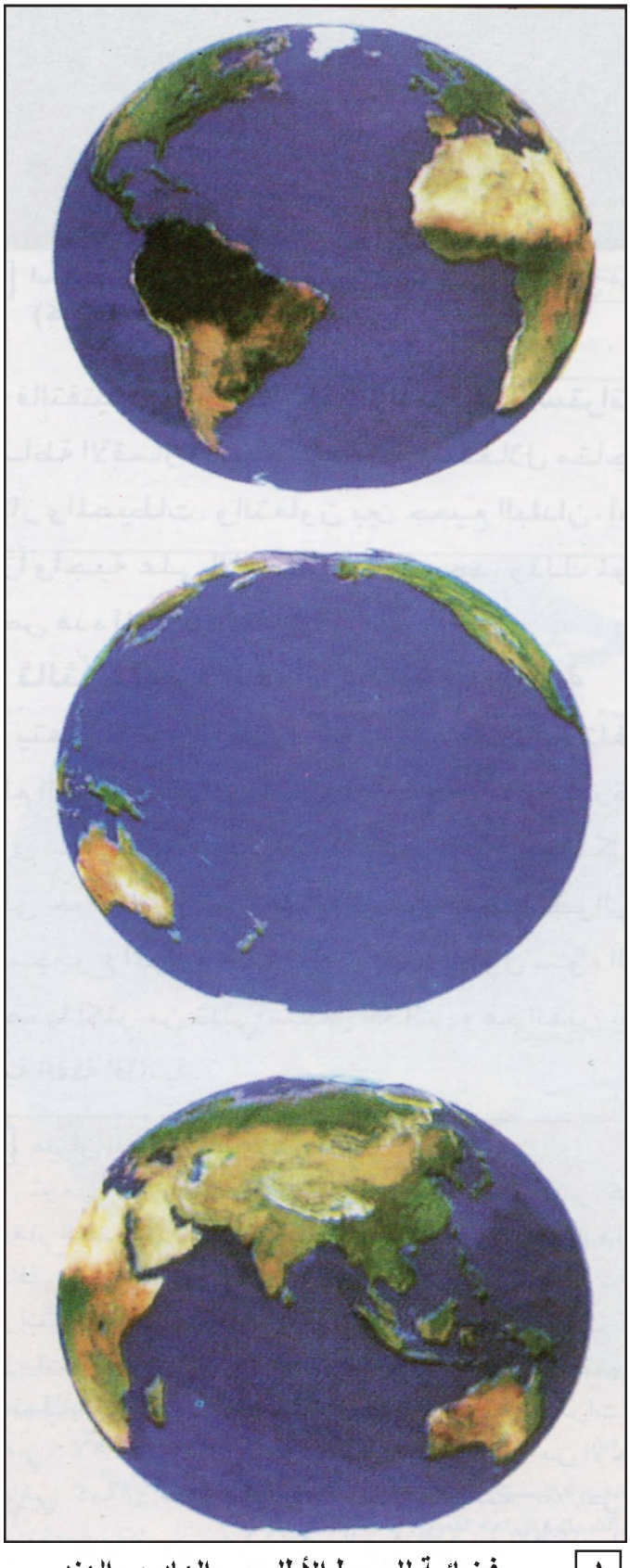
يوجد في المحيطات والبحار نسبة ٩٧,٤٪ من حجم الماء، والباقي يقع في اليابسة، وأكثر ماء اليابسة موجود إما في جليديات القطبين وإما في المياه الجوفية العميقة، أما مياه الأنهار والبحريات فلا تشكل سوى نسبة ضئيلة جداً من ماء اليابسة.

لا يستخدم الإنسان سوى القليل من مياه هذين المصدرين. وما يستعمله الإنسان من مجمل مياه الأرض نسبته ٠,٠١٤٪ ويأتي من البحيرات والأنهار والينابيع ومن مياه جوفية سطحية. وينتفع الإنسان كذلك من بخار الماء والمياه الموجودة في الكائنات الحية (مستند ٢).

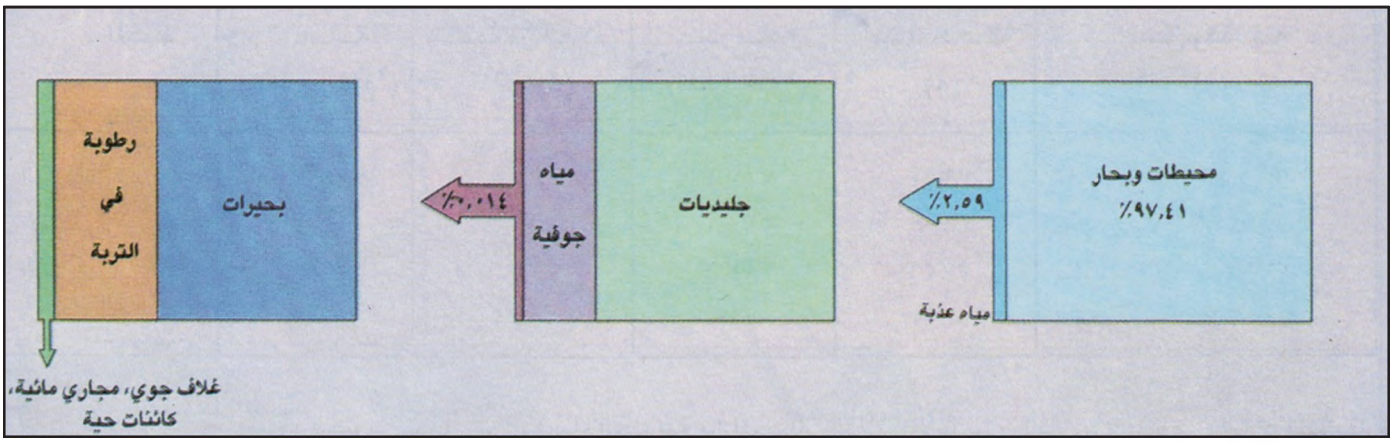
٢ـ الدورة العامة للمياه:

المياه على سطح الأرض مورد متجدد له آليته الخاصة به، ونعني بذلك الدورة العامة للمياه التي تتألف من المراحل التالية (مستند ٣):

- التبخر والنتح: يتحول قسم كبير من المياه إلى بخار بتأثير الأشعة الشمسية، ويشمل هذا التحول حوالي نصف مليون كلم٣ سنوياً من مياه المحيطات والبحيرات والأنهار، إضافة إلى كميات مهمة يطلقها الغطاء النباتي بوساطة النتح.



١ صور فضائية للمحيط الأطلسي والهادئ والهندي



٢ توزع كميات المياه على سطح الأرض

- الانتقال: ينقل الهواء المتصاعد بخار الماء معه نحو الغلاف الجوي، ومع الارتفاع يبرد الهواء تدريجياً فيتكاثف بخار الماء على شكل ذرات صغيرة تكون الغيوم، وينقل الهواء أيضاً قسماً من الغيوم المتوافرة فوق المحيطات نحو اليابسة.

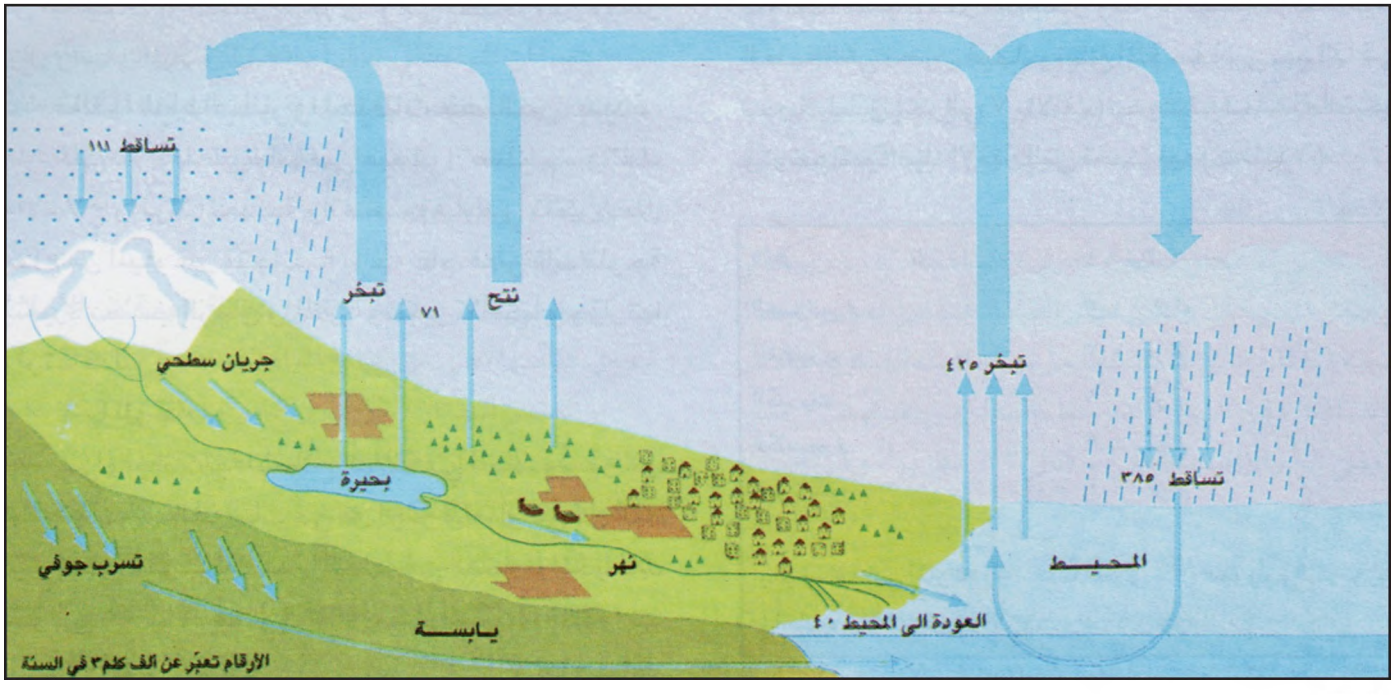
- التساقط: هو عملية عودة المياه إلى حالتها السائلة، تحصل عندما يكبر حجم ذرات بخار الماء وتصبح ثقيلة الوزن بحيث لا يقدر الهواء على حملها، فتشدها الجاذبية نحو الأرض وتنزل على شكل متساقطات (أمطار وثلوج) تتساقط نسبة ٧٠٪ تقريباً من الكمية الهاطلة فوق المحيطات ويهطل الباقي فوق اليابسة.

- العودة إلى المحيطات: يجري قسم من المتساقط في الأنهر ويعود إلى الميحطات، ويتسرب القسم الآخر إلى داخل الأرض فيغذى المياه الجوفية، وتظهر هذه على شكل ينابيع يعود معظم مياهها إلى المحيطات كذلك.

إذاً الدورة العامة للمياه هي دورة مقفلة، وتؤمن التوازن بين التبخر والتكاثف والتساقط، وتجعل من المياه مورداً متجدداً.

ثانياً: مياه المحيطات والبحار (مستند ١ و ٤)

يختلف توزيع المحيطات والبحار على سطح الأرض من نصفها الشمالي إلى نصفها الجنوبي (٦١٪) من نصف



٣ دورة المياه العامة

• اشرح سير الدورة العامة للمياه

المحيط	المساحة (مليون كلم٢)	النسبة من الغلاف المائي(٪)	حجم مياهه (مليون كلم٣)	متوسط عمقه (م)	أعمق وهدة فيه (م)	
الهادئ	١٧٨,٧	٤٩,٥	٧٠٧,١	٣٩٥٧	ماريان	١١٥٢١
الاطلسى	٩١,٦	٢٥,٤	٣٣٠,١	٣٦٠٢	بورتوريكو	٩٢١٩
الهندي	٧٦,٢	٢١	٢٨٤,٦	٣٧٣٦	جاوه	٧٤٥٥
المتجمد الشمالى	١٤,٨	٤,١	١٦,٧	١١٣١	البوشن	٧٦٧٨

٤ المحيطات الأربعة

إن تسمية المحيط المتجمد الجنوبي تطلق على الأقسام الجنوبية من المحيطات الثلاثة: الاطلسي. الهادئ. والهندي. والتي تحيط بقارة الانتاركتيكا

الكرة الأرضية الشمالي و ٨١٪ من نصفها الجنوبي).

المحيطات الكبرى أربعة، تفصل بينها القارات وتحدها خطوط اصطلاحية وهذه المحيطات هي: الهادئ، والأطلسي، والهندي، والمتجمد الشمالي.

أما البحار فهي مسطحات مائية شبيهة بالمحيطات، لكنها أصغر منها مساحة وأقل أهمية من حيث حركات مياهها والحياة فيها، وهي تشمل البحار الواسعة، كالبحر المتوسط والبحر الأحمر، والبحار الهامشية أو الفرعية، كبحر الشمال وبحر العرب وبحر الصين وغيرها، وهناك بحار مغلقة كلياً، تقع ضمن القارات ولا تتصل مطلقا بأي من المحيطات أو البحار الأخرى، وهي بحر قزوين وبحر آرال والبحر الميت.

ثالثاً: لمياه البحار والمحيطات خصائص عديدة:

البحار والمحيطات هي محلول عظيم من الماء والأملاح والمواد المعدنية والعضوية. وهي تتكون من أنواع من المياه غير متجانسة بوجه عام، فهي ذات ملوحة متغيرة بحسب الزمان والمكان، وتتغير كثافتها وحرارتها ولونها كذلك.

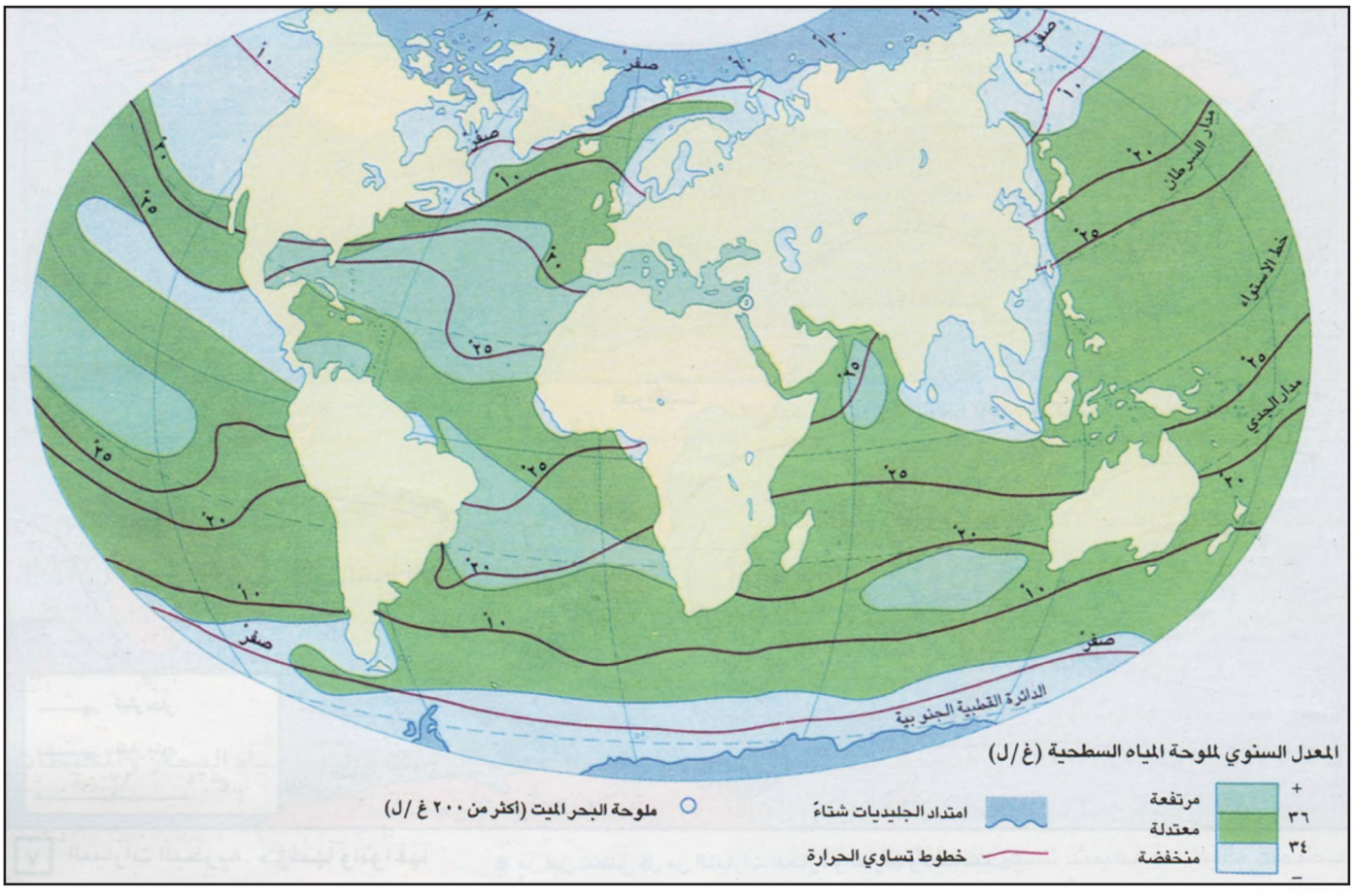
١ـ الملوحة:

هي وليدة كمية الأملاح الذائبة في المياه، ويُعبر عن نسبتها بعدد الغرامات في كل ليتر ماء، أو في كل ألف ليتر يبلغ متوسط نسبة الملوحة في البحار والمحيطات حوالي ٣٥ بالألف، ويشكل ملح الطعام (كلوريد الصوديوم) نسبة ٧٧٪ من وزنها (أي ما يعادل ٢٧,٢١٣غ/ليتر) (مستند ٥). وتختلف نسبة الملوحة باختلاف العمق، فهي شبه ثابتة فى الأعماق، فتحت عمق ٢٠٠٠م في جميع البحار والمحيطات، تكون نسبة الملوحة بين ٣٤,٦ و٣٤,٩ بالألف. أما في المياه السطحية فتختلف نسبة الملوحة من منطقة إلى أخرى ضمن المحيط نفسه، أو من بحر إلى آخر، وذلك بتأثير عوامل عديدة، منها الحرارة والتبخر وكمية الأمطار ومياه الأنهار. ففي المحيط الأطلسي مثلاً ترتفع نسبة الملوحة بالقرب من المدارين إلى ٣٨ بالألف، بينما تنخفض هذه النسبة إلى ٣٤ بالألف عند القطبين، وترتفع الملوحة أيضاً في البحار شبه المغلقة كالبحر الأحمر والخليج العربي، حيث تصل إلى ٤٣ بالألف، بسبب كثرة التبخر وندرة الأمطار وقلة المياه العذبة التي تصب فيها، وتبلغ الملوحة أدنى حد لها في بحر البلطيق (حوالي ٧ بالألف)، حيث تخف نسبة التبخر وترتفع كمية مياه الأنهار التي تصب فيه (مستند ٦).

الكلور	١٩ غرماً
الصوديوم	١٠,٥ غرام
الماغنزيوم	١,٣ غرام
الكبريت	٠,٩ غرام
الكلسيوم	٠,٥ غرام
البوتاسيوم	٠,٤ غرام

بالإضافة إلى آثار لـ٥١ معدناً أخرى مثل البروم والكربون والفلويور والأرغون والأزوت واليود وغيرها.

٥ معدل وزن أهم الأملاح والمعادن في ليتر واحد من مياه البحر



٦ حرارة مياه المحيطات وملوحتها

• كيف تختلف حرارة مياه المحيطات وملوحتها بالنسبة لمواقعها من دوائر العرض؟

٢- الحرارة:

الشمس مصدر رئيسي لحرارة مياه البحار والمحيطات، لكن أشعتها تؤثر في عمق لا يتعدى الـ٢٠٠ متر، مّما يسبب فروقات حرارية بين مياه السطح ومياه الأعماق.

ففي الأعماق تكون حرارة المياه ثابتة تقريباً في مجمل المحيطات وعلى مدار السنة، أما في بعض البحار شبه المغلقة التي لا تصلها مؤثرات المياه القطبية فالأمر يختلف ففي البحر المتوسط، ابتداءً من عمق ٣٠٠ متر، تبقى الحرارة ثابتة على معدل ١٣° تقريباً، وفي البحر الأحمر تبلغ حرارة مياه الأعماق حوالى ٢١°، وتصل في بعض الوهاد إلى ٥٠° تقريباً.

أما على السطح فتختلف حرارة مياه المحيطات باختلاف الموقع من دوائر العرض فالمعدلات القصوى تتركز في المناطق الاستوائية (حوالي ٢٨°). والمعدلات الدنيا في المناطق القطبية حوالي -٢°) حيث تتجمد مياه المحيطات (مستند ٦).

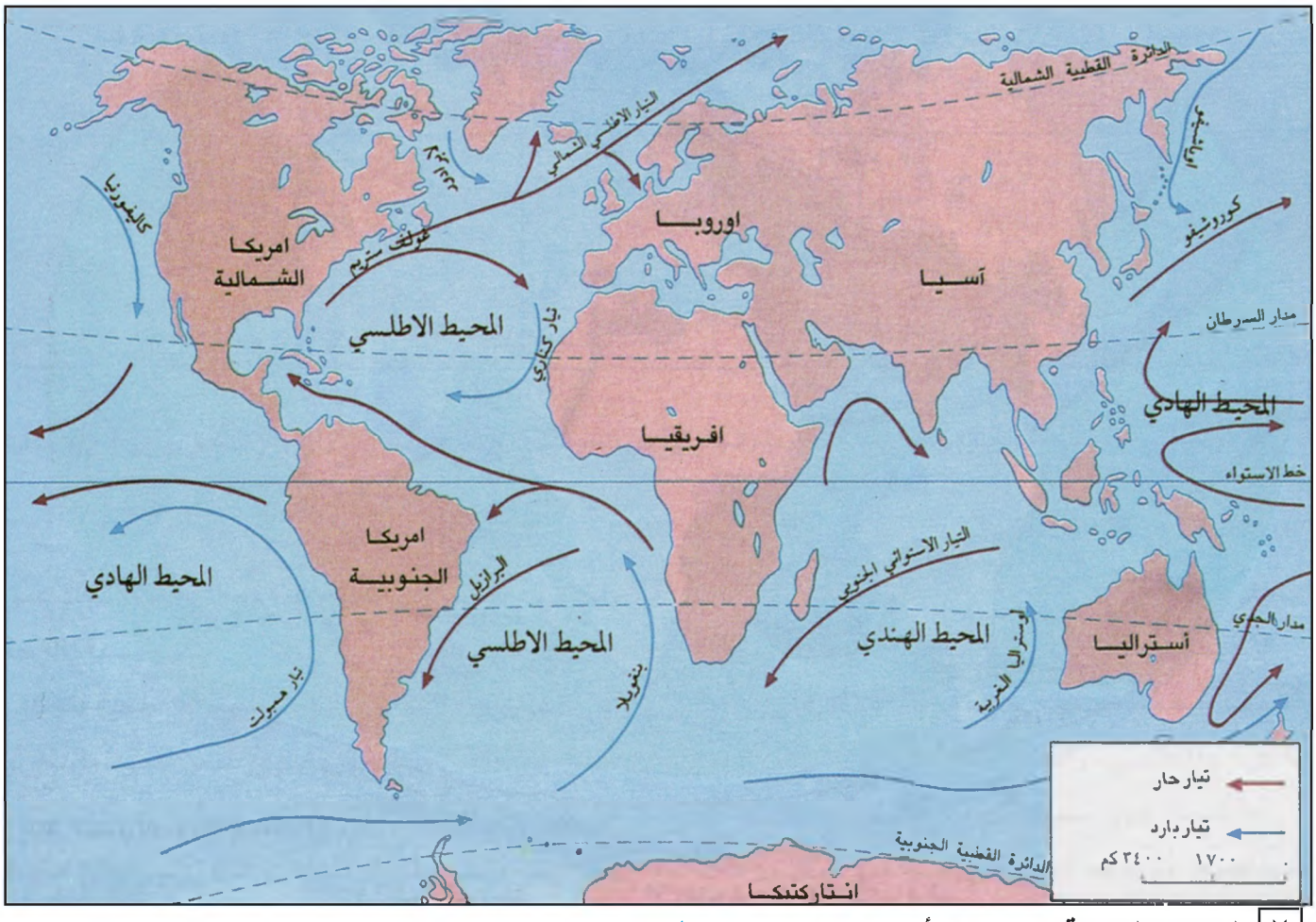
وبما أن المياه أقل تأثراً بالحرارة من اليابسة من حيث الفروقات الحرارية اليومية والفصلية، فإن المحيطات تعتبر خزاناً حرارياً مهماً يسهم في تعديل مناخ المناطق المجاورة لها وتلطيفه.

٣- الكثافة:

إن احتواء مياه البحار على نسبة مهمة من الأملاح يجعل كثافتها أعلى من كثافة المياه العذبة، بمعدل ١,٠٢٦°

وتعتبر الحرارة من أبرز العوامل التي تؤثر على كثافة مياه البحار. فكلما ارتفعت حرارة هذه المياه تدنت كثافتها، والعكس صحيح، فكثافة مياه المحيطات تصل إلى أقصاها بوصولها إلى درجة -٣,٥°.

إذن مياه المحيطات القطبية الباردة أكثر كثافة من مياه المحيطات المدارية الأكثر حرارة، واختلاف الكثافة في مختلف مناطق المحيطات هي من العوامل الأساسية المؤثرة في تحرك المياه وتشكل التيارات: فالمياه الكثيفة



٧ **التيارات البحرية: حركاتها وأنواعها**

● من أين تنطلق كل من التيارات الحارة والباردة وكيف تتجه؟

الباردة القادمة من المناطق القطبية تهبط نحو الأعماق وتحل مكانها مياه أكثر دفئاً وأقل كثافة.

٤ـ اللون:

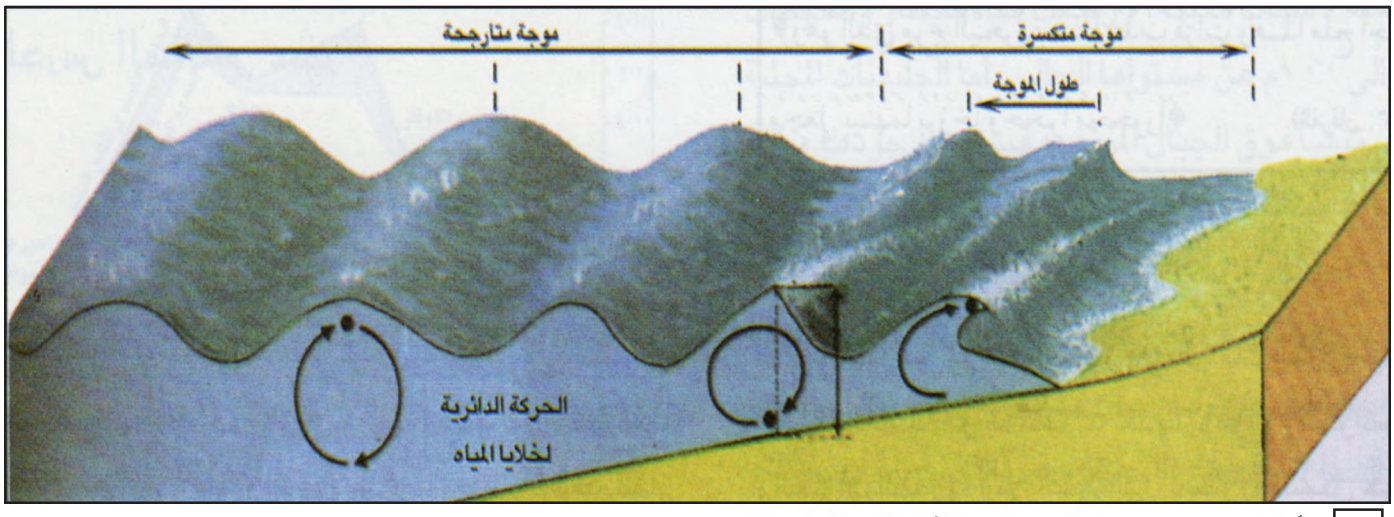
تأخذ المياه لوناً أزرق كلون السماء، لكن اللون يختلف من مكان إلى آخر بحسب نوع المواد الموجودة في المياه أو الواردة إليها، وبحسب كمياتها يصبح لون المياه أخضر حين تكثر النباتات **والأشنيات** كما في شمال المحيط الأطلسي. ويتحول اللون إلى أصفر أو أسمر بالقرب من مصبات الأنهار، حيث تمتزج مياه البحار بالرواسب التي تجرفها هذه الأنهار، كما يحدث عند مصب النهر الأصفر في الصين، حيث تكثر رواسب اللوس الصفراء، ونهر الأمازون في البرازيل، حيث تكثر الرواسب الصلصالية الحمراء.

رابعاً: مياه البحار والمحيطات في حركة دائمة:

تتعرض مياه البحار والمحيطات للعديد من الحركات الدائمة، فبالإضافة إلى تأثير الرياح المباشر الذي يولد الأمواج على سطح المياه. هناك قوى عديدة أخرى تسهم في توليد هذه الحركات كجاذبيتي الشمس والقمر، واختلاف كثافة المياه وحرارتها، ودورة الأرض حول نفسها وقد اكتسبت هذه الحركات أهمية كبرى نظراً لما لها من تأثير على الملاحة البحرية، وصيد الأسماك، وبعض الأعمال البحرية الأخرى، وأهم حركات مياه البحار والمحيطات هي التيارات البحرية، والمد والجزر، والأمواج.

١ـ التيارات البحرية:

هي أهم الحركات المائية، تنشأ داخل المحيطات الكبرى لأسباب عديدة أهمها: قوة بعض الرياح الدائمة والموسمية التي تدفع المياه قسراً، واختلاف حرارة المياه وبالتالي كثافتها ما بين المناطق الاستوائية والمناطق القطبية من جهة، والمياه السطحية والمياه العميقة من جهة أخرى. يتغير نظام هذه التيارات ويتبدل بحسب حركة الشمس العمودية بين المدارين، وهذا ما يسمى بالزحف الأوقيائي، ويتم هذا الزحف باتجاه الشمال خلال فترة الصيف الشمالي، ونحو



٨ الأمواج: تطور حركتها وشكلها باقترابها من الشاطئ

الجنوب خلال الصيف الجنوبي.

والتيارات نوعان: حارة وباردة، وذلك بحسب أمكنة مصادرها فالتيارات الحارة تنطلق من المناطق الاستوائية، والباردة من المناطق القطبية، وبسبب دورة الأرض حول نفسها وبتأثير «قوة كوريوليس» تنحرف التيارات نحو يمين مسارها في النصف الشمالي من الأرض، ونحو يسارها في النصف الجنوبي، إلا إذا اصطدمت باليابسة فحينئذ تسير بمحاذاتها.

من هنا نلاحظ أن التيارات الحارة تحاذي الواجهات الشرقية للقارات. والتيارات الباردة تحاذي الواجهات الغربية للقارات، وذلك في نصف الكرة الشمالي، أما في نصف الكرة الجنوبي فيحدث العكس (مستند ٧).

يسهم هذا الأمر في زيادة دفء الواجهات الشرقية للقارات وزيادة أمطارها، وفي برودة الواجهات الغربية للقارات وجفافها في نصف الكرة الشمالي ويحصل العكس في نصف الكرة الجنوبي.

٢ـ الأمواج: حركات متموجة ومتنوعة:

الأمواج اهتزازات لبعض الخلايا المائية، تظهر على شكل اختلاف واضطراب في مستوى سطح المياه، وهي تحدث بتأثير ضغط الهواء على أحد أوجه التموجات التي أحدثتها الرياح، فتهتز كتلة المياه المتأثرة وتتأرجح في مكانها محدثة الموجة الأولى، ولا يلبث تحرك هذه الموجة أن يؤثر على كمية المياه المجاورة لها، فتهتز بدورها وتؤثر على جوارها، وهكذا تتشكل موجة متأرجحة ممتدة على مسافة تقدر بآلاف الكيلومترات، هي ما يسمى «النوء»، وجمعه «أنواء» (مستند ٨).

أما التسونامي فهي تموجات مائية ضخمة تنتج عن حدوث الهزات الأرضية وانفجار البراكين في أعماق البحار والمحيطات، وتسبب أمواجاً عالية ذات انتشار سريع، ينجم عنها خراب وأضرار هائلة في الشواطئ التي تضربها.

بالإضافة إلى ذلك تشهد مياه البحار والمحيطات حركات مد وجزر منتظمة.

أسئلة:

١ـ كيف تتوزع كميات المياه على سطح الأرض؟

٢ـ هل المياه ثروة متجددة؟ بين ذلك.

٣ـ كيف تختلف نسبة ملوحة مياه البحار والمحيطات باختلاف العمق؟

٤ـ يختلف معدل حرارة مياه المحيطات والبحار باختلاف العمق وضح هذا الاختلاف.

٥ـ ما الأسباب التي تجعل حرارة مياه السطح في المحيطات تختلف باختلاف الموقع من خطوط العرض أعط أمثلة.

٦ـ لماذا تختلف ألوان مياه المحيطات من منطقة إلى أخرى.

٧ـ بين أسباب الاختلاف في الحرارة والرطوبة بين الواجهات الشرقية والواجهات الغربية للقارات.

٨ـ كيف تنشأ الأمواج؟ وكيف تتطور أشكالها؟ يمكن الاستعانة بالمستند ٨.

﴿وَهُوَ ٱلَّذِي مَرَجَ ٱلْبَحْرَيْنِ هَـٰذَا عَذْبٌ فُرَاتٌ وَهَـٰذَا مِلْحٌ أُجَاجٌ وَجَعَلَ بَيْنَهُمَا بَرْزَخاً وَحِجْراً مَّحْجُوراً﴾ (الفرقان : ٥٣)

المياه العذبة

تتوافر المياه العذبة بشكل أساسي من مصادر سطحية وجوفية، يجري حالياً استهلاك مخزونها بكثافة، وهي البحيرات والأنهار والخزانات الجوفية، ويبقى هناك مصدر ضخم يشكل احتياطياً مهما، ويتمثل في الجليديات.

أولاً: موارد المياه السطحية العذبة:

١ـ الجليديات:

تتكون الجليديات من جراء تساقط الثلوج وتراكمها فوق بعضها سنة إثر سنة. يحدث هذا التراكم في أعالي الجبال (مستند ١). وفي المناطق القطبية (مستند ٢)، حيث تبقى الحرارة منخفضة دون الصفر فترة طويلة من السنة. تغطي الجليديات حالياً حوالي ١٠٪ من مساحة القارات، وبسماكة يبلغ متوسطها حوالي ٢٠٠٠م، لكن هذه السماكة تصل حتى ٤٥٠٠ م في قارة القطب الجنوبي (١٤ مليون كلم٢) وحتى ٣٠٠٠م في غرينلاندا (مليوني كلم٢)، ويؤمن هذا الجليد احتياطياً مهماً من المياه العذبة، يقدر بـ٨٠٪ من مجموعها على سطح الأرض.

تكمن أهمية الجليديات في أنها تتلقى كميات من الثلوج أكثر بكثير مما تخسر في عمليات التآكل، وأهم مظاهر تآكلها هو ما تنتزعه منها الأمواج والعواصف والتيارات البحرية التي تدفعه إلى البحار، فتتشكل **جبال الجليد** وتتلاشى تدريجياً بابتعادها عن أماكن مصادرها وعلى هذا الأساس تزداد سماكة الجليد سنة بعد سنة، ليؤمن مخزوناً ضخماً من المياه العذبة فلو ذاب الجليد بأكمله لأسباب معينة، لارتفع مستوى

١ تراكم الجليديات فوق المرتفعات

٢ الجليديات القطبية

خزان مائي ضخم واحتياطي للمستقبل (من الأنتاركتيكا). يقدر الحجم الإجمالي للجليد بحوالي ٢٨ مليون كلم٣، أي ما يساوي مجموع ما تصبه الأنهار على سطح الأرض خلال ٧٠٠ سنة

مياه البحار والمحيطات حوالي ١٠٠م عن مستواها الحالي، أما الجليديات المحلية التي تنشأ فوق الجبال المرتفعة فيرتبط وجودها **بخط الثلوج الدائمة** الذي يختلف ارتفاعه بحسب الموقع من دوائر العرض (مستند ٣)، ولا تشكل هذه الجليديات سوى نسبة ضئيلة من الإجمالي العالمي (حوالى ٣٪). ويزحف قسم كبير من جليدها ببطء (بين ١٠٠م و٣٠٠م فى السنة) في بعض الأودية، مكوناً الألسن الجليدية.

٢ـ البحيرات: مخزون مهم من المياه العذبة:

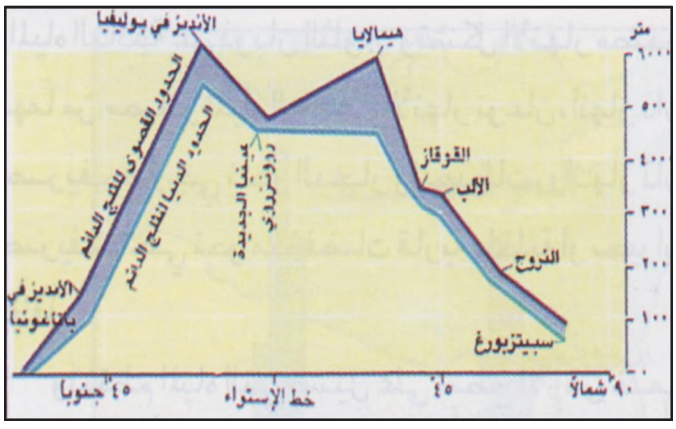
البحيرات هي حفر ومنخفضات قارية، كبيرة أحياناً، امتلأت بالمياه: يتصل بعضها بالمحيطات والبحار عبر أنهار مهمة: فسان لورانس يربط البحيرات الخمس الأميركية بالمحيط الأطلسي، والنيل يربط بحيرات إفريقيا الاستوائية بالبحر المتوسط، والبحيرات ذات مساحات وأعماق مختلفة (مستند٤)، تغذيها مياه الأمطار والثلوج، وأحياناً أنهار وجداول كثيرة (مستند ٥). لكن عندما تفوق نسبة التبخر من مياهها الكمية التي تصب فيها، تصبح مياه هذه البحيرات مالحة (بحر آرال، البحر الميت...). يختلف التركيب الكيماوي لمياه البحيرات تماماً عن تركيب مياه البحر، فهو يتأثر بنوعية صخور أحواض الأنهار التي تصب فيها، وعندما تزيد كمية التبخر كثيراً كما في المناطق الجافة، تتحول البحيرات إلى «سبخات» أو «شطوط» تغطي معظم قيعانها طبقة سميكة من الأملاح.

يختلف مستوى المياه في معظم البحيرات مع مدار السنة ويتغير. فهو يرتبط بنظام الأنهار التي تغذيها، والتي يختلف صبيبها بحسب الفصول، وهطول الأمطار وذوبان الثلوج اللذين يتمان في أوقات معينة.

تكونت بعض البحيرات بفعل ذوبان الجليد وانحساره بعد الموجة الجليدية الأخيرة التي حصلت في الزمن الجيولوجي الرابع، كبحيرات أمريكا الشمالية وفنلندا والسويد، وتكون البعض الآخر نتيجة عوامل تكتونية، كنشوء المقعرات الالتوائية والشقوق والأخاديد، كبحيرات إفريقيا الشرقية، وهناك بحيرات كارستية أو بركانية.

٣ـ الأنهار:

تعتبر الأنهار من أهم مظاهر الجريان السطحي للمياه،



٣ تختلف حدود الثلوج الدائمة بحسب الموقع من خطوط العرض وحسب الارتفاع. لاحظ الفرق بين نصفي الكرة الشمالي والجنوبي

٤ أكبر البحيرات مساحة في العالم

اسم البحيرة	المساحة (كلم٢)	العمق الاقصى (م)
بحري قزوين	٤٢٣٣٠٠	٧٦٨
البحيرة العليا	٨٢٧٠٠	٣٠٧
بحر آرال	٦٨٧٠٠	٦٨
فيكتوريا	٦٨١٠٠	٨٥
هورن	٥٩٨٢٠	٢٢٩
ميشيغان	٥٨٢٤٠	٢٦٥
تنجانيكا	٣١٩٠٠	١٤٣٥
بايكال	٣١٥٠٠	١٧٤١
الدب الكبرى	٣١٠٨٠	١٣٧
مالاوي (نياسا سابقا)	٣٠٨٠٠	٧٠٠

٥ بحيرة باتيو التي كوّنتها الجليديات في الزمن الجيولوجي الرّابع (الجبال الصخرية ـ الولايات المتحدة الامريكية)

تغذيها مياه الينابيع، بالإضافة إلى قسم من مياه الأمطار والأمطار الناتجة عن ذوبان الثلوج، وتشكل الأنهار مصدراً هاماً من مصادر المياه العذبة. والأنهار نوعان: أنهار ذات تصريف خارجي نحو البحار والمحيطات، وأنهار ذات تصريف داخلي نحو منخفضات قارية داخلية أو بحيرات مغلقة.

وتنتظم المياه التي تسيل على سطح الأرض ضمن شبكات مائية متنوعة وعديدة، تتألف كل شبكة من عدة شرايين مائية ترفد نهراً أساسياً، ومهمتها تصريف مياه مساحة معينة تدعى «حوض النهر».

يتميز النهر بصبيبه وبنظام جريانه، فالصبيب هو كمية المياه التي يصرفها النهر في مكان معين وزمان معين، وتقاس الكمية بعدد الأمتار المكعبة التي تسيل خلال ثانية واحدة (م٣/ث). يرتبط الصبيب بكمية المياه الهاطلة، بمساحة حوض النهر، وبنوعية الصخور التي يتشكل منها هذا الحوض، أما نظام الجريان فهو مجموعة المتغيرات التي يمر بها الصبيب خلال سنة كاملة. يرتفع صبيب النهر أحياناً خلال فترة معينة من السنة، فيعرف حداً أعلى لمستوى مياهه، ويهبط أحياناً أخرى فتنخفض كمية المياه إلى مستوى أدنى في فترة أخرى من السنة نفسها (مستند٦).

يرتبط هذا النظام بالتغيرات المناخية الفصلية (أمطار وحرارة)، والأنهار ذات أنظمة مختلفة، منها ما هو بسيط بسبب وجود مصدر تغذية ثابت ودائم، ومنها ما هو معقد لارتباطه بعوامل عديدة أبرزها مصادر تغذية مختلفة ومتفاوتة الصبيب (مستند٧).

تفيض الأنهار في أوقات معينة من السنة، فترتفع كمية المياه بشكل فجائي واستثنائي وخلال فترة زمنية قصيرة، فيحدث الطوفان مسبباً في بعض الأحيان خسائر بشرية ومادية.

تختم الأنهار الدورة العامة للمياه بإعادة القسم الأكبر من المتساقطات القارية إلى البحار والمحيطات.

ثانياً: موارد المياه الجوفية العذبة:

يتسرب من المتساقطات ١٥٪ إلى داخل الأرض، من خلال التربة وشقوق الصخور، تمتص التربة قسماً مما تسرب، والجزء الآخر يكون خزانات مائية جوفية، تشكل مياه هذه الخزانات حوالي ٢٠٪ من المياه العذبة الموجودة في الأرض وعلى سطحها وتلعب نوعية الصخور دوراً مهماً في تسرب المياه وتخزينها، فالصخور التي لا تنفذ منها المياه كالصلصال والغرانيت والمارن، تشكل حاجزاً صلباً يحول دون تدهور المياه في أعماق الأرض، فتبقى محفوظة ضمن خزانات الصخور النافذة كالرمل والصخور المشققة والمتكسرة كالصخور الجيرية.

وقد أدى الاختلاف بين أنواع صخور الخزانات الجوفية إلى اختلاف في شكل تواجد المياه وأشكال حركتها داخل هذه الخزانات، وهو ما ترتب عليه وجود نوعين من الخزانات الجوفية: الخزانات العادية والخزانات الكارستية.

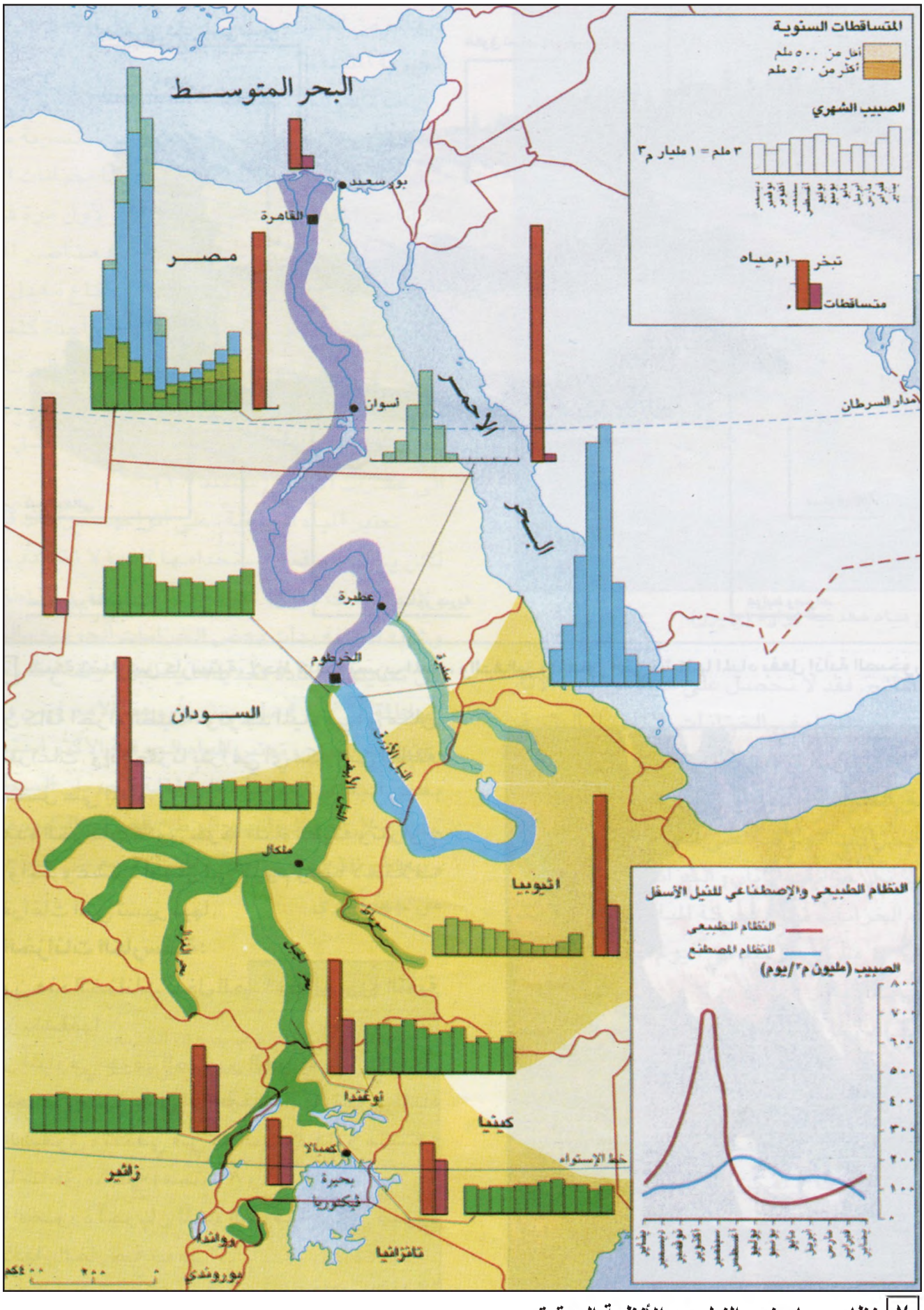
٦ تختلف أنظمة الأنهار على سطح الأرض ، فمتغيرات الصبيب تكون ضعيفة في المناطق المدارية. بينما تكون أشد واقوى في المناطق المعتدلة

اسم النهر	الحد الأقصى م٣/ثا	الحد الأدنى م٣/ثا	نسبة التغيير
الأمازون	٢٨٠	١٩٠	١,٥
المسيسيبي	٦٨	١٨	٣,٧
التيبيسي	١٢٠	١٧	٧

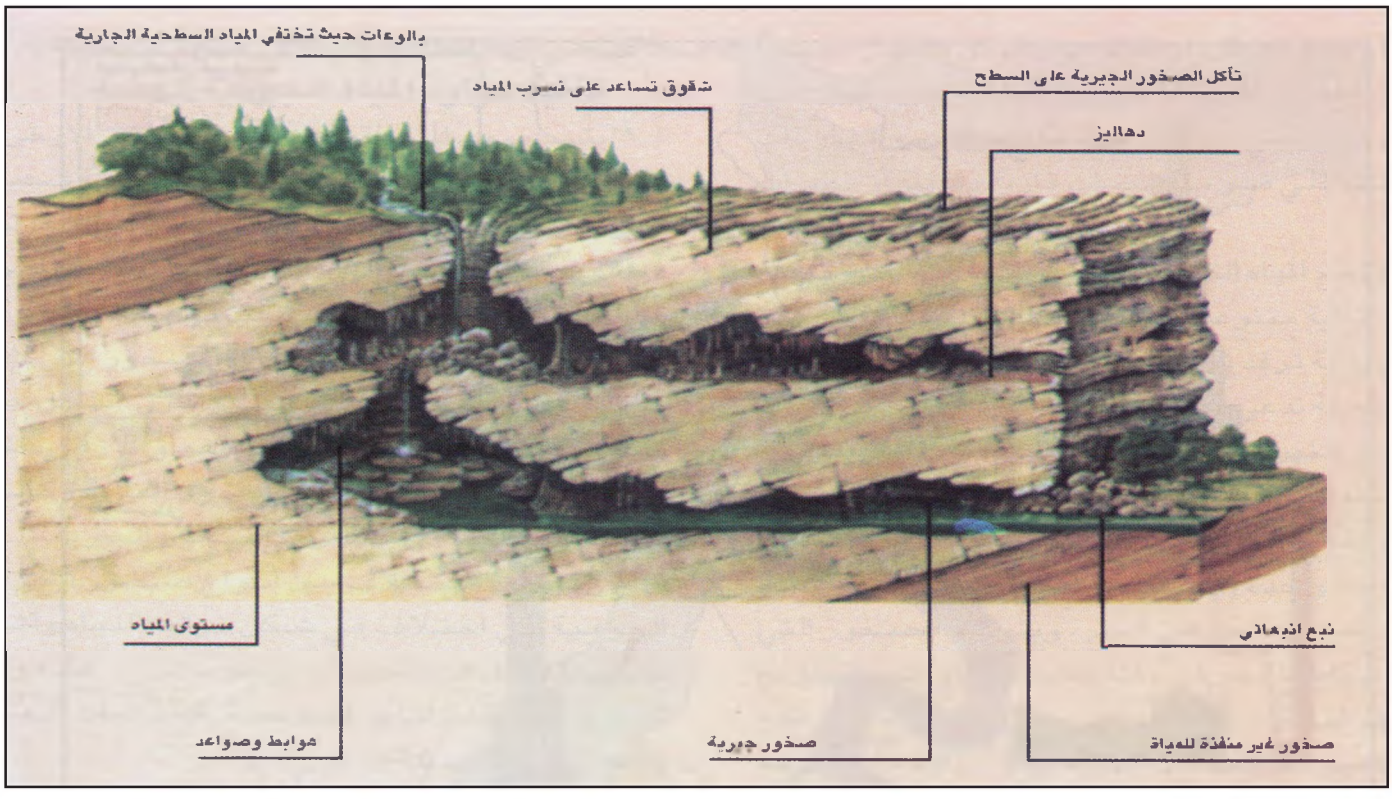
في المستند ٧:- تزداد كمية المياه المتبخرة وتقل كمية المتساقطات كلما اتجهنا شمالاً. حتى أن كمية المياه التي يخسرها نهر النيل من جراء التبخر تصبح اكثر بكثير من كمية المياه التي يمده بها التساقط. ونتيجة لذلك كان صبيب نهر النيل الأبيض جنوب مدينة الخرطوم أدنى من صبيب الروافد التي تغذيه (بحر الغزال. بحر الجبل، السوباط). وكانت كمية المياه الواصلة إلى منطقة سد أسوان من نهري السوباط والنيل الأبيض. أدنى بكثير من كمية مياه هذين النهرين عند منابعهما.

- يشكل صبيب نهري النيل الأزرق وعطبرة العامل الأساسي في ارتفاع صبيب نهر النيل. ومن ثم في فيضانه عند مصبه (بين أغسطس ونوفمبر).

- الرسم البياني الموجود في أسفل المستند إلى اليمين يبين الفرق بين النظام الطبيعي لنهر النيل عند مصبه (اي صبيب النهر قبل إنشاء سد أسوان) ومن خلال المقارنة بين صبيب النهر في النظامين نلاحظ ان سد أسوان لعب دوراً في تعديل صبيب النيل عند المصب فقد تدنى الصبيب هناك عن مستواه المألوف بين شهري اغسطس وفبراير (وتوقف الفيضان) ومن جهة ثانية ارتفع الصبيب عن مستواه المعهود بين فبراير واغسطس.



٧ نظام جريان نهر النيل من الأنظمة المعقدة



٨ شبكة تضاريس كارستية، لاحظ كيفية تسرب المياه، والدهاليز والمغاور التي تشكلها المياه بفعل إذابة الصخور

١ـ الخزانات الجوفية العادية (أو الكلاسيكية):

تتكون هذه الخزانات داخل الصخور الحبيبية المكونة من حبيبات بينها الرمل والحصى والحصيم. وتتميز المياه في هذه الخزانات بأنها تملأ كل فراغات الطبقة الصخرية. والفراغات تكون موزعة بصورة متعادلة تقريباً بين كافة أجزاء الطبقة، وتوجد المياه في أي مكان من هذه الفراغات، وإذا حفرنا بئراً في أي مكان من الطبقة المخزنة نحصل على المياه.

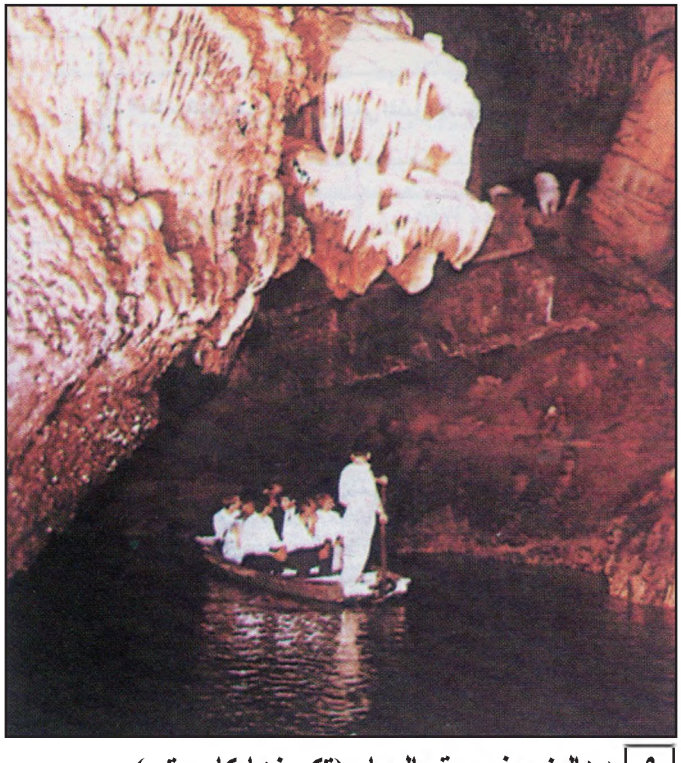
في هذه الخزانات تكون حركة المياه بطيئة وتتراوح بين متر واحد وعشرة أمتار في اليوم وفقاً لاختلاف أحجام الفراغات التي تسير فيها.

٢ـ الخزانات الكارستية:

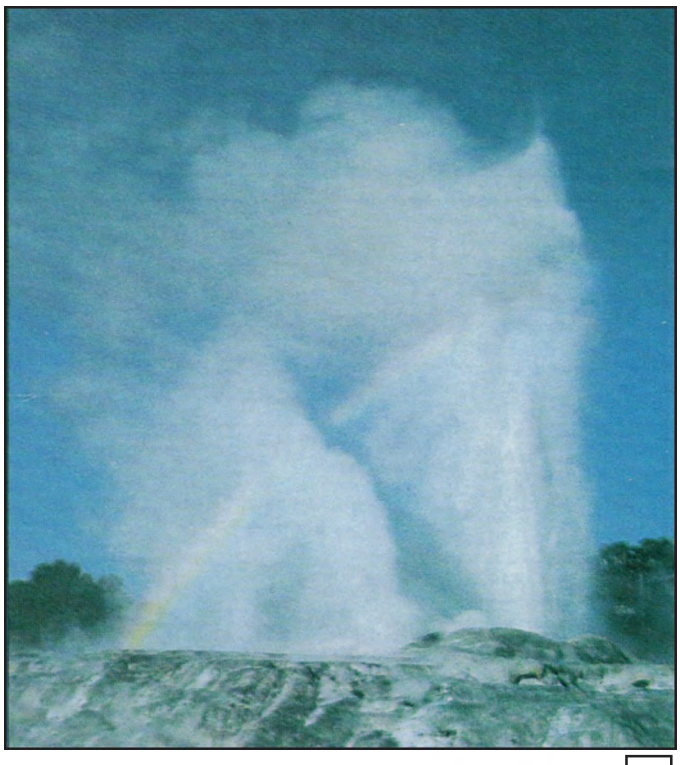
تتكون هذه الخزانات داخل الصخور الجيرية النقية التي تتميز بتشققها.

تكون المياه في جوف الصخور الجيرية موزعة داخل شقوق متعددة ومتقاربة في سعة فراغاتها، تجري المياه من هذه الشقوق وتلتقي في دهاليز ومغاور متسعة تتصل بها مناطق مشققة (مستند ٨ و٩).

تتميز الخزانات الكارستية عن الخزانات العادية بفارق أساسي، ففي حين تكون آبار الخزانات العادية مضمونة وإيجابية، نجد آبار الخزانات الكارستية غير مضمونة



٩ دهاليز مغمورة بالمياه (تكوينها كارستي)



١٠ ينابيع مياه معدنية فوارة (جيزر)

النتائج، فقد لا نحصل على مياه من هذه الآبار بالرغم من وجود المياه في الخزانات، لأن قناة البئر قد تنزل في صخور لا شقوق فيها ولا مياه.

٣ـ عمق الخزانات الجوفية:

توجد الخزانات الجوفية على أعماق مختلفة بحيث يمكننا التمييز بين خزانات الآبار والخزانات العميقة.

في هذه الخزانات تكون حركة المياه سريعة ويمكن أن تتراوح بين ٤٠ متراً و١٠كلم في اليوم.

أ ـ خزانات الآبار:

سميت كذلك نظراً لإمكانية استغلال مياهها بوساطة الآبار، فالطبقات التي تحتوي هذه الخزانات تكون عادة قريبة من سطح الأرض، لكن مستوى المياه فيها يتبدل ويختلف باختلاف تتابع الفصول الممطرة والفصول الجافة ومدة كل منها، ويمكن لهذه الخزانات أن تغذي الأنهار عن طريق الينابيع التي تربطها بالخارج.

ترتبط درجة نقاوة المياه في هذه الخزانات بسرعة تسرب المياه من خلال التربة والشقوق، وبسماكة ونوعية الطبقات الصخرية التي تعبرها فالطبقات المكونة من صخور رملية ناعمة وسميكة تنقي المياه من المواد العالقة فيها، ومن الكثير من الجراثيم، بشكل أفضل من الطبقات الجيرية المتشققة.

ب ـ خزانات عميقة:

تغذي هذه الخزانات مياه سطحية متسربة من خلال شقوق كبيرة، أو مياه جوفية مصدرها «خزانات الآبار» أو **خزانات «المياه الأولية»** التى تكونت لأول مرة في داخل الأرض، وهذه تكون عادة غنية بالعناصر المعدنية المختلفة، كما تكون حارة بسبب ارتفاع معدل الحرارة داخل الطبقات العميقة (ارتفاع درجة واحدة كلما تعمقنا ٣٣م). وتظهر هذه المياه بكثرة في المناطق البركانية على شكل ينابيع مياه معدنية، أو على شكل «جيزر» حيث يكون ظهور المياه مصحوباً بصعود أبخرة يصل ارتفاعها إلى عشرات الأمتار (مستند ١٠).

تعتبر المياه الجوفية، على أنواعها، خزانات المستقبل لكن يجب مراقبة استخدامها لأنها لا تتجدد بسرعة ولأنها تمتلك قابلية سريعة للتلوث، ففي المناطق الجافة وشبه الجافة بدأت بعض الخزانات الجوفية بالنضوب لأن تغذيتها وإعادة تجديدها يتطلبان ارتفاع كمية الأمطار الهاطلة إلى ٤٠٠ملم سنوياً، وهذا الأمر ليس واقعاً في وقتنا الحاضر، وتعتبر المياه الجوفية الأكثر استعمالاً في بعض البلدان العربية نظراً لقلة الجريان السطحي من جهة، ولأن معظم أنهار الوطن العربي الكبيرة، كالنيل ودجلة والفرات هي أنهار عابرة، تنبع من خارج أراضيه من جهة أخرى.

أسئلة :

١ ـ عدد مصادر المياه السطحية والجوفية العذبة.

٢ ـ كيف تتكّون الجليديات؟ وأين توجد؟

٣ ـ هل تحافظ البحيرات على مستوى ثابت طيلة أيام السنة؟ وضح ذلك.

٤ ـ صنف الانهار حسب جريانها.

٥ ـ بم يرتبط نظام الأنهار؟

٦ ـ بم تختلف «الخزانات الجوفية العادية» عن «الخزانات الجوفية الكارستية»؟

٧ ـ هل تستغل المياه الجوفية في البحرين؟ كيف يتم ذلك؟

الطقس والمناخ

تتناول مواضيع علم الطقس وعلم المناخ دراسة الأحوال الجوية وتأثيراتها على الأرض والإنسان.

أولاً: عِلْمَا الطقس والمناخ علمان متمايزان

١ - الطقس: يشمل تعريف الطقس الحالة الجوية السائدة فوق مكان معين، وتطور هذه الحالة خلال مدة زمنية قصيرة تتراوح ما بين عدة ساعات وعدة أيام.

٢ - المناخ: هو التتابع المنتظم لأحوال الطقس المعتادة فوق مكان معين وخلال مدة زمنية طويلة لا تقل عن ٣٠ سنة.

ثانياً: عِلْمَا الطقس والمناخ علمان متكاملان

يرتكز علما الطقس والمناخ على العناصر الجوية نفسها، من حرارة ورطوبة وضغط جوي ورياح وأشعة شمسية ومتساقطات (مستند ١ و٢)، فعلم الطقس يقوم على عمل الأرصاد الجوية، حيث تُراقب وتُقاس العناصر الجوية السائدة، واستناداً إلى هذه المراقبة والقياسات يحدد نوع الطقس السائد فوق مكان معين وفي وقت محدد.

أما علم المناخ فيبدأ دوره حيث ينتهي دور علم الطقس، فهو يجمع وينظم معلومات علم الطقس وقياساته المتراكمة على مر السنين، ثم يقوم بدراستها وتحليلها، ويستخرج منها معدلات إحصائية مناخية، والنتائج المناخية التي نحصل عليها، هي التي تحدد الخصائص الجوية الثابتة، أو الخصائص المناخية لمكان معين في زمن محدد.

فعلم الطقس إذاً هو القاعدة والمنطلق لعلم المناخ.

ثالثاً: عناصر الطقس والمناخ:

الطقس والمناخ من مظاهر الطبيعة المرئية والمحسوسة، وهما يتكونان من تفاعل عناصر جوية عديدة، هي: الأشعة الشمسية وحرارة الهواء والضغط الجوي والرياح ورطوبة الهواء والمتساقطات. هذه العناصر تعمل مجتمعة لتشكل حالة الطقس السائدة أو نوع المناخ القائم.

١ - الأشعة الشمسية: الأشعة الشمسية هي أهم العناصر المناخية على الإطلاق، وهي المصدر الرئيسي للحرارة والنور على سطح الأرض، وترتبط كمية الأشعة الشمسية الواصلة إلى سطح الأرض بعاملين اثنين هما:

أ- زاوية سقوط الأشعة الشمسية على الأرض.

ب- مدة سطوع الشمس أو طول النهار.

وبقدر ما تكون زاوية سقوط الأشعة الشمسية عمودية وعدد ساعات سطوع الشمس طويلاً، تكون كمية الطاقة الشمسية الواصلة إلى سطح الأرض كبيرة وفاعلة، لذلك فالمناطق الواقعة بين المدارين تتلقى أكبر كمية من الطاقة الشمسية، وتقل هذه الكمية تدريجياً كلما ابتعدنا نحو القطبين (مستند ٣).

تقاس الأشعة الشمسية بآلات متنوعة، ويُعبر عن قوتها بعدد السعرات الحرارية في كل سنتمتر مربع خلال دقيقة واحدة. تقدر كمية الطاقة الشمسية الواصلة إلى حدود الغلاف الجوي الخارجية بحوالي سعرتين حراريتين في السنتمتر المربع في الدقيقة ولا تصل بكاملها إلى سطح الأرض بسبب خسارة قسم منها في الغلاف الجوي.

٢ - التغيم: هو جزء من قبة السماء محجوب بالغيوم فوق منطقة جغرافية معينة، ويقاس بالـ«أوكتا» أو تُمنية (نسبة إلى جزء من ثمانية). إذا كانت السماء صافية يكون التغيم

العناصر	القياسات
حرارة الهواء (درجة مئوية)	٢١,٣
الضغط الجوي (ميلليبار)	١٠١٥,٣
الرطوبة النسبية (٪)	٧٠
سرعة الرياح (عقدة) (١,٨كلم في الثانية)	٤
الأشعة الشمسية (سعرة/سنم٢)	٦٩٦
سطوع الشمس (ساعة)	١٠,٣
التغيم (جزء من ثمانية)	٢,٨
الأمطار (ملم)	لا شيء

١ الطقس في مدينة أبو ظبي يوم ١٧ مارس ١٩٩٠ (مطار البطين الدولي: الارتفاع عن سطح البحر ٥م، خط عرض ٢٦° ٢٤' شمالاً وخط طول ٥٤° ٢٧' شرقاً)

طقس صاح، لطيف ومنعش، معتدل الرطوبة وبدون أمطار غائم جزئياً مع هبوب رياح خفيفة السرعة (المرجع: الطيران المدني – أبو ظبي).

	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	ديسمبر	يناير	فبراير	مارس	أبريل	مايو	يونيو	يوليو	أغسطس	المتوسط السنوي
الأشعة الشمسية (سعرة/سنتم٢)	٦٨٥	٥٩٧	٥٠٠	٤٢٥	٤٥١	٥٢٦	٦٢٠	٦٩٢	٧٩٥	٧٩٦	٧٢١	٧١٨	٦٢٧
حرارة الهواء (درجة مئوية)	٣٢	٢٩	٢	٢٠	١٨	١٩	٢٢	٢٦	٣٢	٣٢	٣٥	٣٥	٢٧
الرطوبة النسبية (٪)	٥٥	٥٥	٥٨	٦٣	٦٤	٦٣	٥٩	٥٠	٤٧	٥٠	٥٢	٥٥	٥٦
الضغط الجوي (ميلليبار)	١٠٠٦	١٠١٢	١٠١٦	١٠١٩	١٠١٩	١٠١٧	١٠١٤	١٠١١	١٠٠٦	١٠٠٠	٩٩٨	٩٩٩	١٠١٠
التساقط (ملم)	١,٤	١,٧	٤,٢	٩,٦	١٢,٦	٣٦	٣٤	١٠,٧	٢,٩	٠,٦	١,٨	٢,٣	١١٩

٢ مناخ دولة الإمارات العربية المتحدة (٢٦° ٢٢' و٠٤° ٢٦' شمالاً)

مناخ مداري صحراوي، حار وجاف من أبريل حتى نوفمبر، ومعتدل الحرارة والرطوبة وقليل الأمطار من ديسمبر حتى مارس من كل سنة (المرجع: الأطلس الوطني لدولة الإمارات العربية المتحدة).

«صفر أوكتا»، وإذا كانت السماء مغطاة كلياً بالغيوم تكون درجة التغيم «ثمانية أوكتايات»، وعادة ما تكون درجة التغيم منخفضة في أيام الصيف ومرتفعة في أيام الشتاء.

٣- سطوع الشمس: ويعبر عنه بعدد ساعات سطوع الشمس في اليوم أو الشهر أو السنة، ويختلف هذا العدد بين منطقة وأخرى باختلاف الفصول والموقع من دوائر العرض ودرجة التغيم، فالعدد الأكبر من ساعات سطوع الشمس السنوية يسجل في الصحاري الواقعة بين المدارين (حوالى ٣٩٠٠ ساعة)، أما العدد الأدنى من ساعات سطوع الشمس السنوية فيسجل في المحيطات القطبية (حوالي ١٠١٥ ساعة) (مستند٤).

٤- حرارة الهواء: يؤدي عدم تساوي كميات الأشعة الشمسية الواصلة إلى مختلف مناطق سطح الأرض إلى نشوء مناطق حرارية متباينة، فالمناطق القطبية باردة ومناطق ما بين المدارين حارة، والمنطقة الواقعة بينهما معتدلة الحرارة.

تُرصد حرارة الهواء في الظل وعلى علو مترين عن سطح الأرض، وتقاس بالدرجات والدرجات أجزاء من سلالم متنوعة (مستند ٥)، أهمها سلم سلسيوس أو السلم المئوي. إن حرارة الهواء اليومية متبدلة على مدار ساعات اليوم، وأدنى حرارة له تسجل صباحاً بعد عدة دقائق من شروق الشمس، وتسمى الحرارة اليومية الدنيا، وأعلى حرارة تسجل له بعد ساعتين من مرور الشمس فى وسط السماء، وتسمى الحرارة اليومية القصوى، أما القياسات المتعلقة بالحرارة فهي:

$$\text{متوسط حرارة اليوم} = \frac{\text{الحرارة اليومية الدنيا} + \text{الحرارة اليومية القصوى}}{٢}$$

- المدى الحرارى اليومي: هو الفارق ما بين الحرارة اليومية القصوى والحرارة اليومية الدنيا.

- متوسط حرارة الشهر: هو مجموع متوسط حرارة كل

دائرة العرض	مقدار زاوية سقوط الاشعة الشمسية (بالدرجات)			شدة الأشعة الشمسية (على أساس أن الأشعة العمودية = ١)		
	يونيو	مارس وسبتمبر	ديسمبر	يونيو	مارس وسبتمبر	ديسمبر
٧٥° شمالاً	٥١,٥	٧٥	٩٨,٥	٠,٦٢	٠,٢٦	صفر
٣٥° شمالاً	١١,٥	٣٥	٥٨,٥	٠,٩٨	٠,٨٢	٠,٥٢
الدائرة الاستوائية	٢٣,٥	صفر	٢٣,٥	٠,٩٢	١,٠٠	٠,٩٢
٢٥° جنوبا	٥٨,٥	٣٥	١١,٥	٠,٥٢	٠,٨٢	٠,٩٨
٧٥° جنوبا	٩٨,٥	٧٥	٥١,٥	صفر	٠,٢٦	٠,٦٢

٣ مقدار زاوية سقوط الأشعة الشمسية وشدة هذه الأشعة بالنسبة للموقع من دوائر العرض

دائرة العرض (شمالا) (الصيف الشمالي)	الدائرة الاستوائية	١٧°	٤١°	٤٩°	٦٣°	٦٦,٣٠°	٦٧,٢٠°	٩٠°
عدد ساعات سطوع الشمس / اليوم	١٢	١٣	١٥	١٦	٢٠	٢٤	شهر	٦ شهور

٤ اختلاف عدد ساعات سطوع الشمس بالنسبة للموقع من دائرة العرض

أيام الشهر مقسوماً على عدد أيام هذا الشهر.

متوسط حرارة السنة: هو مجموع متوسط حرارة كل أشهر السنة مقسوماً على عدد أشهر السنة.

٥- **الضغط الجوي:** يتكون الغلاف الجوي من الهواء ويزن كل ليتر هواء ١,٣ غرام، والضغط الجوي فوق أي مكان على سطح الأرض هو وزن الهواء الذي يعلو هذا المكان.

يقاس متوسط الضغط الجوي بمحاذاة سطح البحر، وهو يساوي وزن أنبوب من الزئبق مساحة قاعدته سم^{٢} واحدوعلوه ٧٦٠ملم، وهذا ما يعادل في أنظمة قياس الضغط ١٠١٣ مليبار.

وفي مراكز خلايا الضغط الجوي المرتفع تتراوح قيمة الضغط الجوي عادة بين ١٠٢٠ و١٠٣٠ ميليبار عند مستوى سطح البحر، وقد تتجاوز أحياناً ١٠٨٠ ميليبار، (ويشار إلى هذه المراكز في الخرائط المناخية إجمالاً بعلامة «+») وفي مراكز خلايا الضغط الجوي المنخفض تتراوح قيمة الضغط الجوي عادة بين ١٠٠٠ و٩٨٠ ميليبار عند مستوى سطح البحر، وقد تتدنى أحياناً إلى ما دون ٨٧٥ ميليبار، (ويشار إلى هذه المراكز في الخرائط المناخية إجمالاً بعلامة «-»).

وتجدر الإشارة إلى أن الضغط الجوي ينخفض كلما ازداد الارتفاع عن سطح الأرض، فعلى ارتفاع ١٠٠٠٠ متر تبلغ قيمة الضغط الجوي حوالى ٢٥٠ ميليبار.

٦- **الرياح:** الريح هي الهواء المتحرك، ويقترن إسم الريح دائماً بسرعتها وجهتها، ويقصد بجهة الريح الجهة التي تأتي منها الريح، فعندما يقال رياح غربية فهذا يعني أن الريح تهب من الغرب (مستند ٧).

أما السرعة فيعبر عنها بـ العقدة أو بعدد الأمتار المقطوعة في الثانية (أو كلم/سا) (مستند ٦). وتتصف الرياح من حيث سرعتها بأنها ساكنة أو خفيفة أو معتدلة أو قوية أو عاصفة، أما أنواع الرياح فيمكن أن تكون دائمة كالرياح التجارية التي تعم المنطقة الواقعة بين المدارين، أو إقليمية كالرياح الموسمية في الهند مثلاً، أو محلية كنسيم البر ونسيم البحر في بلدان الخليج العربي مثلاً.

٧- **الرطوبة:** يحتوي الهواء على بخار الماء وكلما ارتفعت الحرارة ازدادت قدرة الهواء على استيعاب كميات أكبر من بخار الماء، ويقابل كل حرارة معينة للهواء كمية قصوى محددة من بخار الماء لا يمكن للهواء أن يتجاوزها.

٨- **التساقط:** عندما يرتفع الهواء الرطب تتناقص حرارته، فلا يعود قادراً على حمل كمية بخار الماء نفسها التي كان يحتويها، إن كمية بخار الماء الزائدة تتحول بالتكاثف إلى حبيبات ماء صغيرة جداً هي التي تتشكل منها الغيوم، تتلاحم حبيبات الغيوم لتشكل قطرات كبيرة يجبرها وزنها على التساقط.

تقاس كمية التساقط مرة واحدة كل ٢٤ ساعة، وفي الوقت المحدد نفسه من كل يوم، ويُعبر عن كمية التساقط بالمليمتر في السنتم المربع الواحد وفي اليوم، فإذا قلنا مثلاً، إن التساقط في بيروت يوم ٧ يناير ١٩٩٣ كان ٨٨ ملم، فهذا يعني أن المياه المتساقطة في هذا اليوم تشكل طبقة سماكتها ١١ ملم على كل سم٢.

رابعاً: العوامل المؤثرة في الطقس والمناخ:

المناخ والطقس لا يتشكلان فقط من تفاعل عناصر طبيعية داخل الغلاف الجوي، إنما يتكونان من تفاعل الغلاف الجوي بكامله مع سطح الأرض اليابس ومع المسطحات

٥ **السلالم الحرارية**

سلم سلسيوس أو السلم المئوي من صفر إلى ١٠٠

سلم فهرنهايت من ٣٢ إلى ٢١٢

درجة الحرارة (فهرنهايت) = ١,٨ × درجة الحرارة (مئوية) + ٣٢

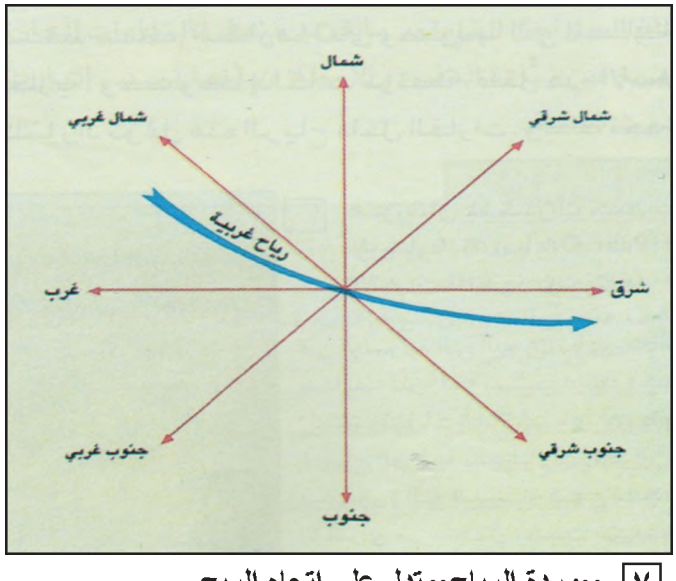
درجة الرياح	نوع الرياح	السرعة (كلم / ساعة)	السرعة (بالعقدة)	مدى استجابة الأشياء للرياح
صفر	هواء ساكن	اقل من ١	١	ارتفاع الدخان الى أعلى
١	هواء خفيف	١ ـ ٥	١ ـ ٣	يُحرك الدخان أفقياً
٢	نسيم طفيف	٦ ـ ١١	٤ ـ ٦	يحرك اوراق الاشجار ودورة الرياح
٣	نسيم هادئ	١٢ ـ ١٩	٧ ـ ١٠	يحرك رايات الاعلام
٤	نسيم معتدل	٢٠ ـ ٢٩	١١ ـ ١٦	يثير الاتربة وتتطاير أوراق الأشجار
٥	نسيم عليل	٣٠ ـ ٣٨	١٧ ـ ٢١	يحرك أغصان الأشجار الكبيرة
٦	نسيم قوي	٣٩ ـ ٥٠	٢٢ ـ ٢٧	يحرك أغصان الأشجار الكبيرة والأمواج
٧	رياح عالية	٥١ ـ ٦١	٢٨ ـ ٣٣	يصعب السير في الاتجاه المضاد للرياح
٨	هوجاء	٦٢ ـ ٧٤	٣٤ ـ ٤٠	يكسر بعض أغصان الأشجار
٩	هوجاء شديدة	٧٥ ـ ٨٦	٤١ ـ ٤٧	يقلب السارية ويكسر المداخن
١٠	هوجاء عاصفة	٨٧ ـ ١٠٠	٤٨ ـ ٥٥	يقتلع الاشجار ويسبب الدمار
١١	عاصفة	١٠١ ـ ١٠٥	٥٦ ـ ٦٥	تدمير شديد وتتطاير أسقف المنازل

٦ اختلاف سرعة الرياح

المائية وامتداداتها الواسعة. والعوامل المؤثرة في تكوين الطقس والمناخ كثيرة، أهمها:

١ـ موقع المكان من دوائر العرض

تنتظم مناخات سطح الأرض داخل أحزمة جغرافية متوازية فيما بينها ومع خط الاستواء (مستند ٨) إنّ موقع أي مكان على سطح الأرض، بالنسبة إلى دوائر العرض، ما هو سوى موقع هذا المكان بالنسبة إلى المناطق المناخية الكبرى، فالمناطق الواقعة ما بين دائرتي العرض ٣٠° شمالاً و٣٠° جنوباً، حارة ورطبة عند الاستواء، وحارة وجافة عند المدارين، والمناطق الواقعة بين دائرتي العرض ٣٠° و ٦٠° شمالاً وجنوباً معتدلة مائلة إلى الدفء لجهة



٧ ورودة الرياح تدل على اتجاه الريح

دائرة العرض ٣٠°، ومائلة إلى البرودة لجهة دائرة العرض ٦٠°، أما المناطق الواقعة ما بين دائرتي العرض ٦٠° شمالاً وجنوباً ونقطتي القطب فباردة جداً.

٢ـ الارتفاع عن سطح البحر والحرارة:

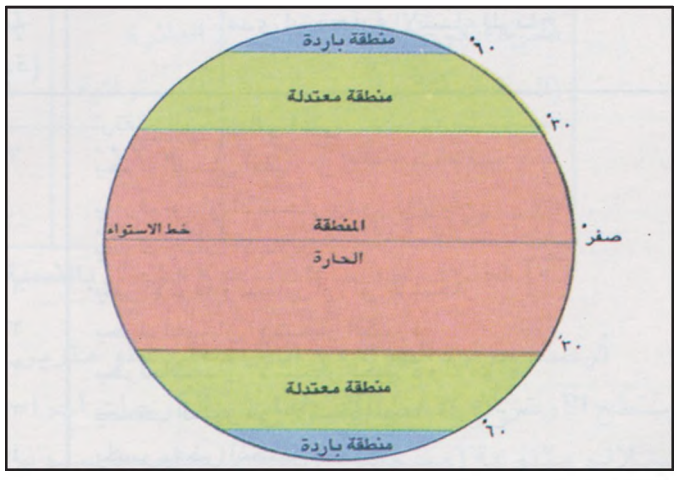
بسبب تناقص الرطوبة والضغط الجوى طرداً مع الارتفاع، تنخفض حرارة الهواء بمعدل درجة مئوية واحدة لكل ١٥٠ متر ارتفاع، وهذا ما يؤدي إلى تدرج المناخ في المناطق الجبلية (مستند ٩).

٣ـ الجبال والمتساقطات:

الجبال والتلال لا توقف حركة الرياح، بل تجبرها على الارتفاع أو الانحراف أو الهبوط تبعاً لاتجاه منحدراتها، فالرياح الرطبة عند اصطدامها بجبل أو بسلسلة جبال تضطر للارتفاع لكي تكمل طريقها، وعندما ترتفع يبرد هواؤها ويتكاثف بخارها وتسبب متساقطات غزيرة، وبعد اجتيازها الحاجز الجبلي تعود إلى الهبوط، فينضغط هواؤها ويسخن، وتقل رطوبتها، وتقل كثيراً المتساقطات الناتجة منها (مستند ١٠).

٤ـ تأثير المساحات القارية والواجهات البحرية:

يختلف المناخ داخل المنطقة المناخية الواحدة، ما بين شرق القارات وغربها، تبعاً لحركة الرياح العامة فيها، فالرياح العامة في المناطق المعتدلة غربية، وفي منطقة ما بين المدارين شرقية، والرياح الرطبة القادمة من المحيطات

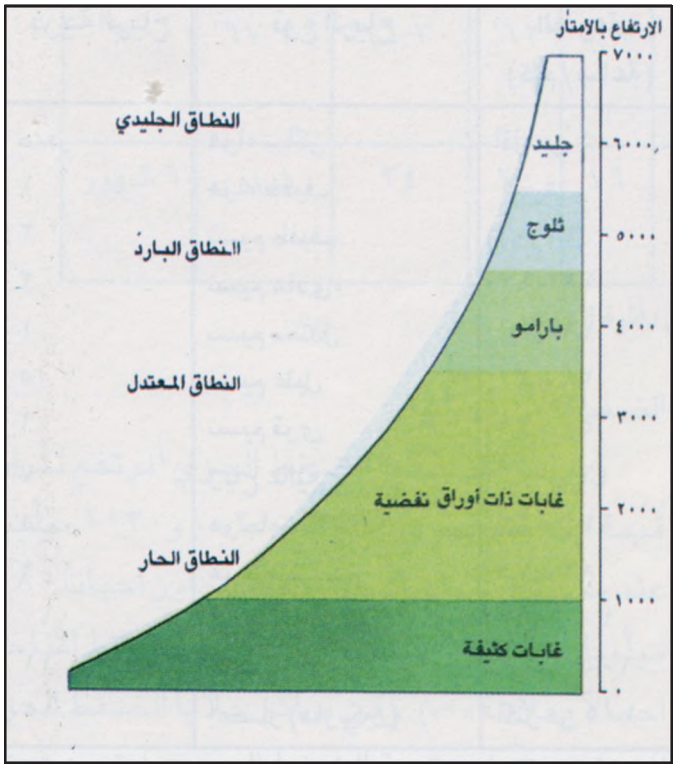


٨ المناطق المناخية الكبرى على سطح الأرض وموقعها بالنسبة لدوائر العرض

تُسقط معظم أمطارها لدى وصولها إلى المساحات القارية، وخصوصاً إذا كانت مرتفعة، فتقل هذه الأمطار كلما زاد توغل هذه الرياح داخل القارات، ولذلك نجد أن السواحل الغربية في المناطق المعتدلة أكثر أمطاراً ودفئاً من السواحل الشرقية، أما السواحل الشرقية في منطقة ما بين المدارين، فهي كثيرة الأمطار، بينما السواحل الغربية جافة وصحراوية، وتؤثر التيارات البحرية في مناخ السواحل التي تمر بالقرب منها، فالتيارات الحارة تسهم في زيادة الدفء والأمطار، بينما تسبب الباردة حدوث الجفاف.

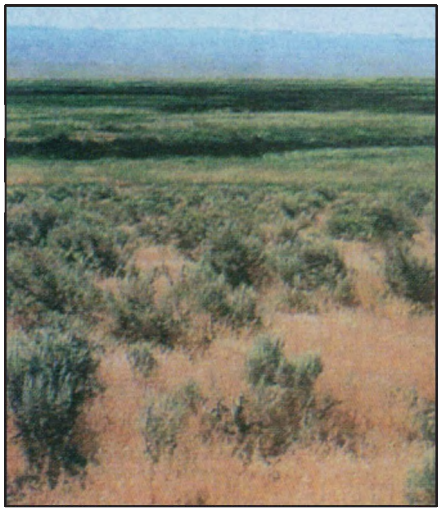
خامساً: الأقاليم المناخية:

تختلف عناصر المناخ والعوامل المؤثرة فيه من منطقة إلى أخرى، مما يؤدي إلى اختلاف المناخات على سطح الأرض، ففي المنطقة الحارة تسود المناخات الاستوائية



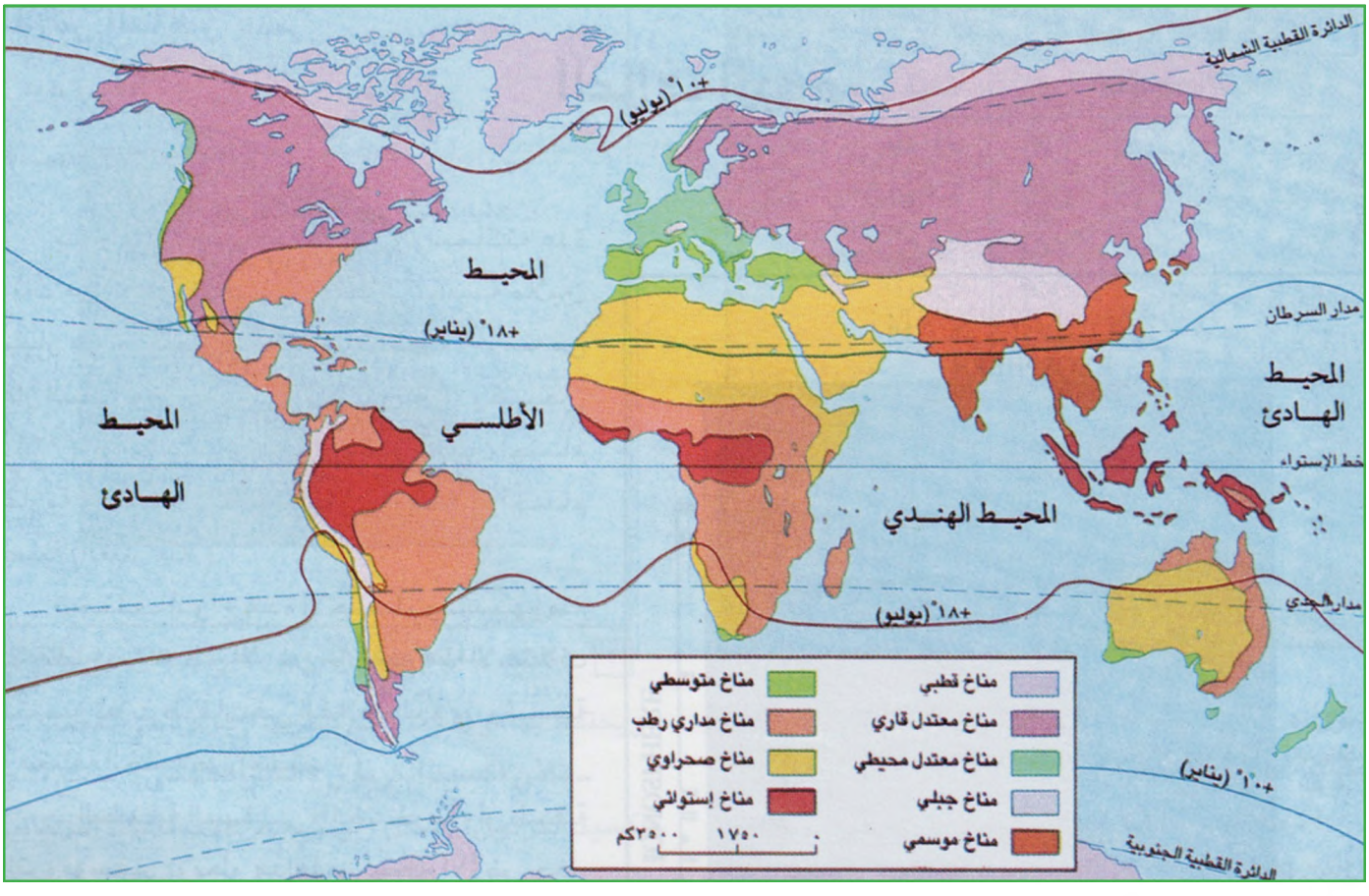
٩ تتابع المناخات في جبال الأنديز من القاعدة إلى القمة

والمدارية والموسمية والصحراوية، وفي المنطقة المعتدلة يسود المناخان المتوسطي والمعتدل (المحيطي والقاري) أما في المنطقة الباردة، فيسود المناخ القطبي (مستند ١١).



١٠ صورتان لمنحدرات جبل بير اورشارد (Pear Orchards) في الولايات المتحدة الإمريكية

في الصورة إلى اليمين تظهر مناطق صالحة للزراعة بسبب ارتفاع كمية المتساقطات الناتجة من اصطدام الرياح الرطبة بمنحدرات الجبل، اما الصورة الى اليسار فهي للجهة الأخرى من الجبل، حيث تنخفض الرطوبة بسبب جفاف الهواء وتصبح النباتات صحراوية.



[١١] موقع الاقاليم المناخية

أسئلة :

١- ما الفرق بين الطقس والمناخ؟

٢- عدد عناصر الطقس والمناخ.

٣- استنتج العوامل المؤثرة في كمية الأشعة الواصلة إلى سطح الأرض؟

٤- أبحث في موقع دائرة الارصاد الجوية عن درجات الحرارة في مدينة المنامة لشهر مارس واحسب معدلها.

٥- حدد قيم الضغط الجوي المنخفض؟ وقيم الضغط الجوي المرتفع؟

٦- أعط أمثلة عن أنواع الرياح.

٧- ما الرطوبة؟ وكيف تتغير بتغير الحرارة؟

٨- كيف يحدث التساقط؟ وكيف يتم قياسه؟

٩- بين تأثير الجبال على المتساقطات.

١٠- لماذا يختلف المناخ بين المناطق الداخلية للقارات وواجهاتها البحرية؟

١١- بين سبب اختلاف المناخ بين السواحل الشرقية والسواحل الغربية للقارات.

الغلاف الجوي

يدور مع الأرض «غلاف جوّي» سماكته عدة مئات من الكيلومترات ووزنه حوالي خمسة ملايين مليار طن. ويتكون هذا الغلاف بنسبة ٩٩٪ منه من غاز النيتروجين (الآزوت) (٧٨٪) وغاز الأوكسيجين (٢١٪) أما الأجسام الأخرى فتتوزع بين أجسام غازية وأجسام سائلة (بخار الماء مثلاً) وأجسام صلبة (الغبار مثلاً).

تختلف أنواع هذه الأجسام ونسبها مع الارتفاع عن سطح الأرض. وسمح هذا الاختلاف بتمييز ثلاث طبقات في الغلاف الجوي، رئيسية ومختلفة الخصائص (مستند ١).

- الطبقة السفلى «المضطربة» أو طبقة التروبوسفير: ويعلو مداها من سطح الأرض حتى ١٢كلم.

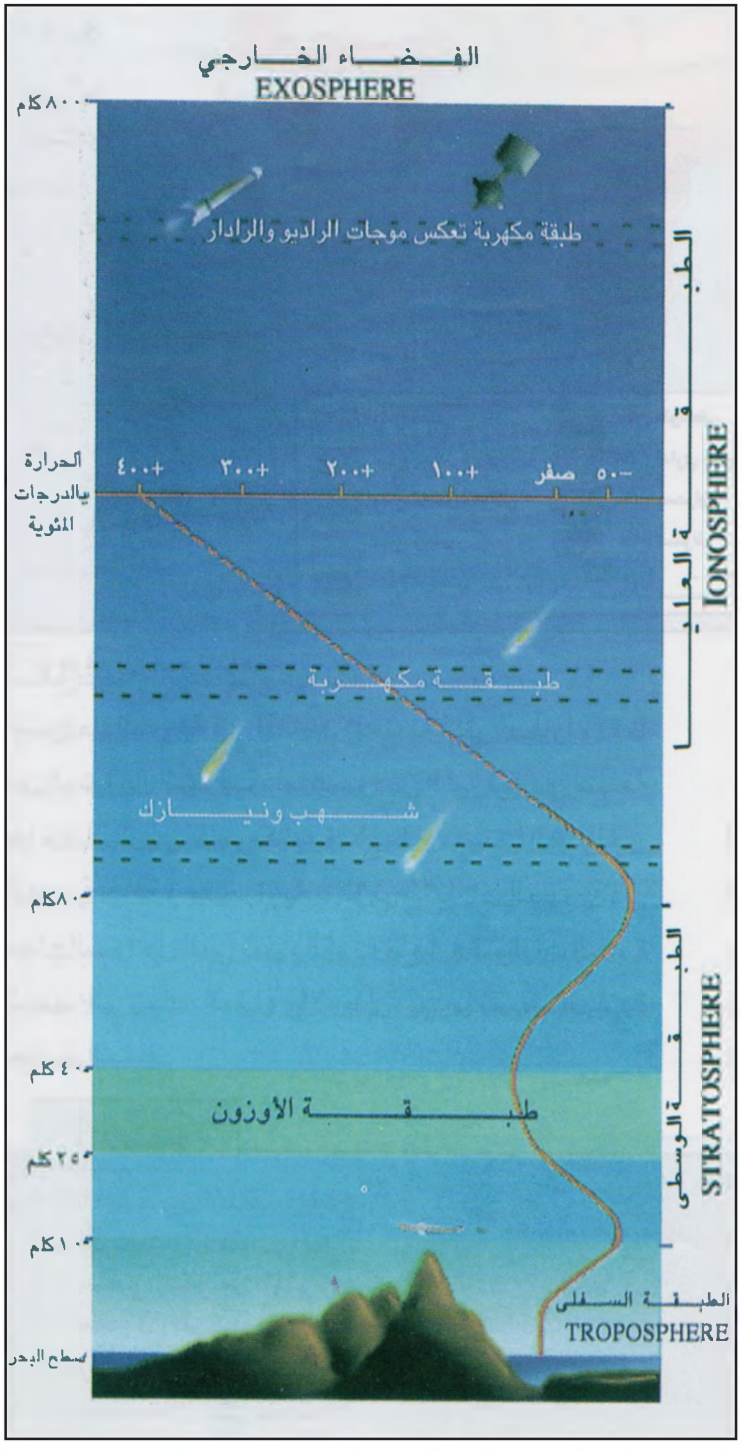
- الطبقة الوسطى «الهادئة» أو طبقة الستراتوسفير: مداها يمتد من نهاية الطبقة الأولى حتى علو ٨٠كلم.

- الطبقة العليا «المكهربة» أو طبقة الأيونوسفير ومداها من فوق الـ٨٠ كلم حتى ٨٠٠كلم.

أولاً: الطبقة السفلى أو طبقة التروبوسفير:

تلامس هذه الطبقة سطح الأرض، وتبلغ سماكتها حوالى ١٦ كلم فوق خط الاستواء و٨كلم فوق القطبين (مستند ٣). وبسبب جاذبية الأرض فإن أكثر من ٨٠٪ من الأجسام المكونة للغلاف الجوي، ومن وزنه، تتركز في هذه الطبقة، وتكمن أهميتها في أنها تحوي الغازات الضرورية لحياة الإنسان والحيوان ولنمو النبات (أوكسجين، نيتروجين، ثانى أكسيد الكربون (غاز فحمي)...). وتتميز باشتمالها على أكثر الظواهر الجوية كالغيوم،والمتساقطات، والرياح وغيرها. وهي الظواهر التي تحدد حالات الطقس، وبالتالي المناخات المختلفة فوق سطح الأرض.

أ- محتويات التروبوسفير ودورها في تغيرات حالات الجو:



١ المقطع العمودي للغلاف الجوي

- سمّ طبقات الغلاف الجوي من أسفل الى أعلى وحدد سماكة كل واحدة منها.
- حدد موقع طبقة الأوزون.
- أنطلاقاً من الرسم أقرأ التغيرات العمودية للحرارة.

٢ تركيب الهواء الجاف

الغازات المكونة		نسبة حجمها (٪)
النيتروجين (الآزوت)	(N_2)	٧٨,٠٩
الأوكسجين	(O_2)	٢٠,٩٥
الأرغوان	(A)	٠,٩٣
ثاني اكسيد الكربون	(CO_2)	٠,٠٣
النيون	(Ne)	٠,٠٠١٨
الهليوم	(He)	٠,٠٠٠٥٢٤
الكريبتون	(Kr)	٠,٠٠٠١
الهيدروجين	(H_2)	٠,٠٠٠٠٥
الكزيتون	(Xe)	٠,٠٠٠٠٠٨
الأوزون	(O_3)	٠,٠٠٠٠٠١
الرادون	(Rn)	٦ × ١٠^-١٨

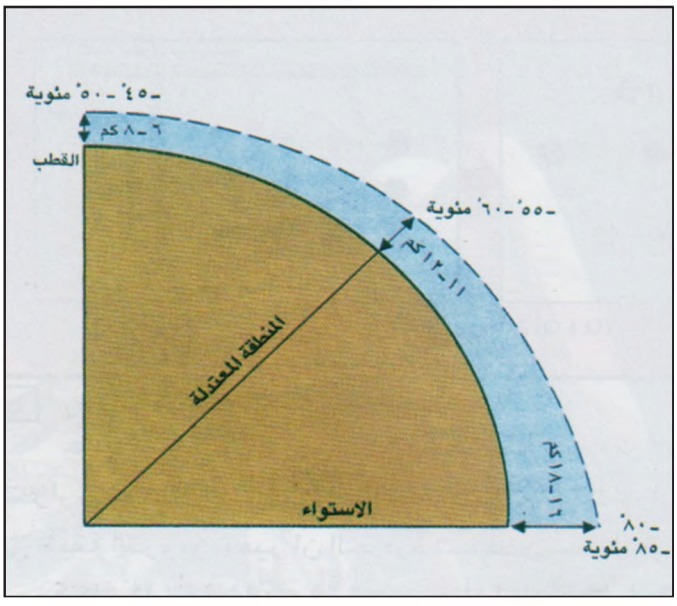
تحتوي هذه الطبقة على عدد كبير من أجسام متنوعة يمكن تصنيفها ضمن ثلاث مجموعات:

١- **الغازات الثابتة:** وهي غازات لا تتغير نسبها من زمان إلى زمان ولا من مكان إلى آخر. ومنها الأوكسين والنيتروجين والغازات النادرة (الهيدروجين، الهيليوم، الأرغون، النيون...) وهذه الغازات، لثبات نسبها، لا تلعب دوراً أساسياً في التغيرات التي تطرأ على أحوال الطقس والمناخ، لذا لن نتوقف عندها (مستند ٢).

٢- **الأجسام المتغيرة:** وهي الأجسام التي تتغير نسبها بتغير الزمان والمكان وأبرزها:

- **بخار الماء:** ينجم بخار الماء عن تبخر المسطحات المائية، وتتراوح نسبته تبعاً لاختلاف الأمكنة والأوقات، بين صفر و٤٪ من حجم طبقة التروبوسفير. وتجدر الإشارة إلى أن ٣/٤ كميات بخار الماء المتوافرة في هذه الطبقة توجد في مستوى لا يتعدى ارتفاعه ٤كلم. ولبخار الماء دور مهم في المناخ، فهو أساس المتساقطات على الأرض من جهة، ومن جهة ثانية فهو يمتص قسماً من الأشعة دون الحمراء التي تبثها الشمس والأرض، ويحتفظ بها، وهذا ما يمنع تسرب الحرارة في الفضاء.

- **ثاني أكسيد الكربون (الغاز الفحمي):** ينجم ثاني أكسيد الكربون، بشكل رئيسي، عن الاندفاعات البركانية والمصانع وتنفس الكائنات الحية. وتتراوح نسبته بين



٣ تختلف سماكة طبقة التروبوسفير بين الاستواء والقطب

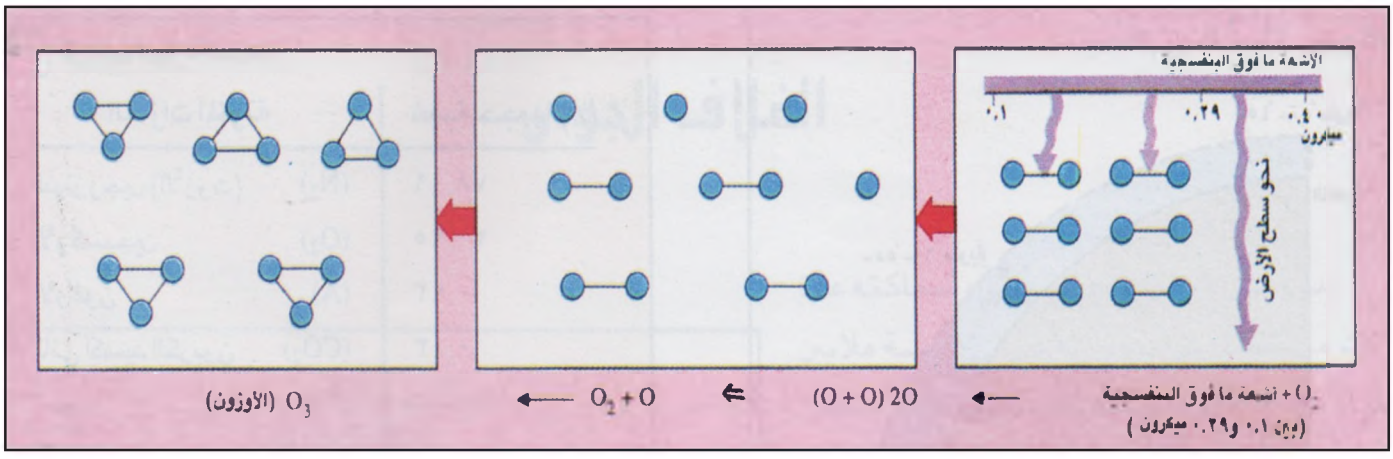
صفر و٠,٠٣٪ من حجم طبقة التروبوسفير. يكمل ثاني أكسيد الكربون دور بخار الماء في امتصاص الأشعة دون الحمراء وفي الاحتفاظ بها.

إضافة إلى بخار الماء وثاني أكسيد الكربون تحوي طبقة التروبوسفير غازات أخرى متغيرة، لكن كمياتها ضئيلة جداً، ومنها الأوزون والغازات الكبريتية.

٣- **الأجسام الصلبة:** هي أجسام صغيرة الحجم تسبح في طبقة التروبوسفير، ومنها الغبار والدخان والرماد والأملاح والميكروبات. ولهذه الأجسام وخصوصاً الصغيرة جداً منها (١/١٠٠٠ من الميكرون) دور مهم في المناخ، لكونها تشكل النواة التي يتجمع حولها بخار الماء على شكل قطرات صغيرة من المياه، وهذا ما نسميه «التكاثف» الذي يعتبر المرحلة الأولى والأساسية في عملية تساقط الأمطار.

ب- الخصائص الحرارية والديناميكية لطبقة التروبوسفير:

- يؤدي انخفاض كمية الهواء، وبالتالي انخفاض الضغط الجوي، مع الارتفاع، إلى انخفاض في درجات الحرارة، وقد تبين من خلال القياسات المتعددة للحرارة في طبقة التروبوسفير أن الحرارة تنخفض بمعدل ٠,٦ درجة كلما ارتفعنا ١٠٠ متر، وفي أعلى هذه الطبقة تنخفض الحرارة إلى ٨٠° تحت الصفر فوق خط الاستواء و٥٠° تحت الصفر فوق القطبين. هذا الانخفاض في الحرارة مع الارتفاع يميز مناخات المناطق الجبلية عن مناخات المناطق المنخفضة



٤ رسم توضيحي لتشكل الأوزون

- كيف يتكون الأوزون؟
- لماذا يحذر العلماء من خطر استنزاف طبقة الأوزون؟

المجاورة لها (مستند ١).

- وتتميز هذه الطبقة بأنها في اضطراب دائم، والهواء يتحرك فيها بشكل متواصل وباتجاهات مختلفة: صعوداً وهبوطاً، وأفقياً.

ثانياً: الطبقة الوسطى أو طبقة الستراتوسفير:

يلي طبقة التروبوسفير طبقة الستراتوسفير. ويتراوح مستوى مداها علواً بين ١٢ كلم و٨٠ كلم تقريباً. يفصل بين هاتين الطبقتين طبقة انتقالية تتراوح سماكتها بين ١ و٣ كلم، وتعرف باسم طبقة التروبوبوز.

أ- محتويات الستراتوسفير:

- **غياب شبه كلي لبخار الماء:** لأن ارتفاع الغيوم لا يتخطى ١٢كلم، ولم تسجل في أسفل طبقة الستراتوسفير أي نسبة رطوبة تتجاوز ٢٥٪.

- **ندرة قوية للغازات:** على ارتفاع ٢٠ كلم تبلغ قيمة الضغط الجوى حوالي ٢٠ مليبار مقابل ١٠١٥ مليبار عند سطح البحر. ويبلغ الغلاف الجوي نسبة ٩٥٪ من وزنه قبل أن يتجاوز ارتفاعه ٢٠ كلم.

- **وجود القسم الأكبر من الأوزون:** ينتشر الأوزون بين ارتفاع ١٥كلم و٥٠كلم تقريباً، ويشكل ما يعرف بطبقة «الأوزونوسفير».

يتكون الأوزون (O_3) (مستند ٤) عند تلك المستويات من جراء امتصاص الأوكسجين (O_2) للقسم الأكبر من الأشعة فوق البنفسجية القادمة من الشمس، وذلك وفقاً للمسار التالي:

- ترسل الشمس، من ضمن أشعتها، أشعة يراوح طول موجاتها بين ٠,١٢ و٠,٤٠ ميكرون، هي الأشعة فوق البنفسجية.

- يقوم قسم من الأشعة فوق البنفسجية يتراوح طول موجاتها بين ٠,١٢ و٠,٢٩ ميكرون بتفكيك قسم من جزيئات الأوكسجين الذي يتكون طبيعياً من اتحاد ذرتين (O_2)، فتتحول (O_2) إلى ذرتين منفصلتين (2O).

- تتحد جزيئات من الأوكسجين غير المفككة (O_2) مع ذرات من الأوكسجين المفكك (O_2)، فتتشكل جزيئات من ثلاث ذرات متحدة من الأوكسجين، هي جزيئات الأوزون (O_3). الذى ما يلبث أن يتفكك أيضاً بتأثير هذه الأشعة.

أما الأشعة فوق البنفسجية التى يتراوح طول موجاتها بين ٠,٢٩ و٠,٤٠ ميكرون، فتشكل القسم الذي يصل إلى سطح الأرض ويلعب دوراً إيجابياً في الحد من انتشار الميكروبات، بينما تلعب مجمل الأشعة فوق البنفسجية (بين ٠,١٢ و٠,٤٠ ميكرون) دوراً سلبياً، إذ تقتل الخلايا الحية، وتستطيع أن تجعل الحياة مستحيلة على الأرض في حال وصولها بكاملها إلى سطح كوكبنا.

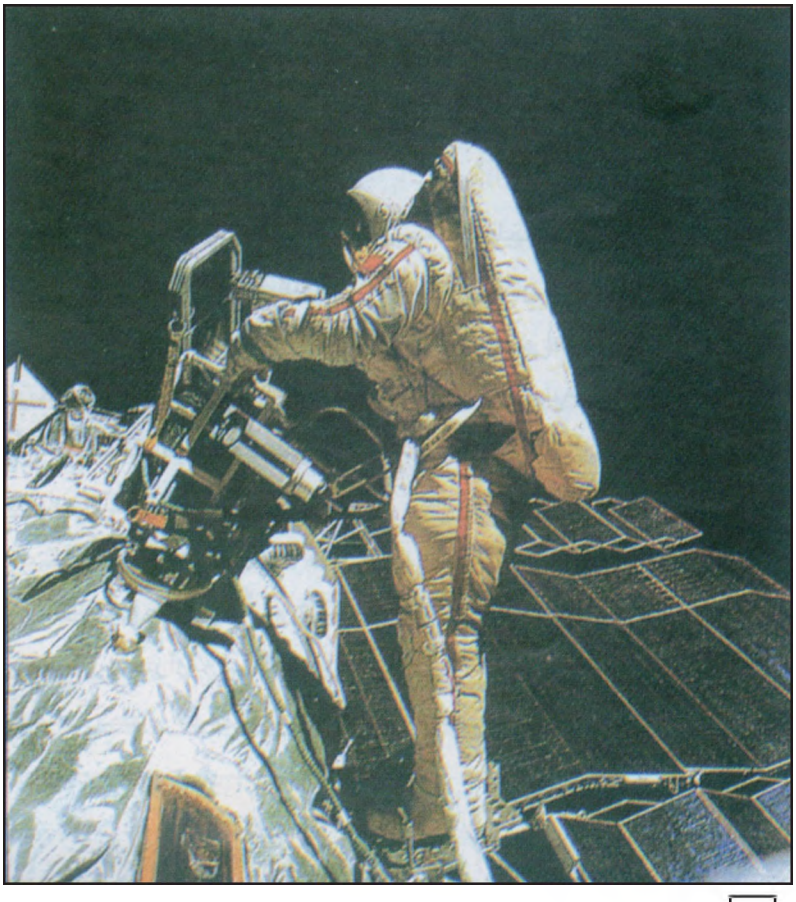
ب- الخصائص الحرارية والديناميكية لطبقة الستراتوسفير:

- يتوقف تدني الحرارة مع الارتفاع فور الخروج من طبقة التروبوسفير، وتبقى الحرارة شبه مستقرة حتى ٢٠

الأرتفاع عن مستوى البحر (بالامتار)	الضغط الجوي (ملليبار)
صفر	١٠١٣
١٠٠٠	٩٠٠
٢٠٠٠	٨٠٠
٣٠٠٠	٧٠٠
٥٥٦٠	٥٠٠
٩٠٠٠	٣٠٠
١٢٠٠٠	٢٠٠
١٦٠٠٠	١٠٠
٢٠٠٠٠	٥٠
٤٠٠٠٠	١٠

٥ اختلاف قيمة الضغط الجوي بالنسبة للأرتفاع عن سطح البحر.

- قارن بين الأختلاف في قيمة الضغط الجوي ودرجات الحرار(مستند ١) مع الارتفاع عن سطح الأرض. فماذا تستنتج؟



٦ رائد فضاء يثبت المعدات العلمية على إحدى المحطات الفضائية لدراسة الفضاء

كلم تقريباً فوق الأرض، بعد هذا المستوى ترتفع الحرارة بشكل ملحوظ حتى مستوى٥٠ كلم تقريباً، وتصل أحياناً إلى حدود ١٠٠°، يعود سبب هذا الارتفاع الحراري في هذه المنطقة (بين ٢٠ و٥٠كلم) إلى امتصاص الغلاف الجوي لقسم من الأشعة فوق البنفسجية، وتكون طبقة الأوزون في تلك المنطقة، وفوق هذه الطبقة تتدنى الحرارة طرداً مع الارتفاع، لتصل إلى حوالي ٩٠° في أعلى الستراتوسفير (مستند ١).

- الهواء على ندرته في الستراتوسفير يتحرك بسرعة كبيرة تصل إلى حوالي ٢٥٠كلم في الساعة، وتكون حركته أفقية فقط (من الشرق إلى الغرب صيفاً ومن الغرب إلى الشرق شتاءً)، بخلاف حركته في التروبوسفير.

ثالثاً: الطبقة العليا أو طبقة الإيونوسفير:

هي أعلى طبقات الغلاف الجوي، وتصل حتى ارتفاع ٨٠٠كلم، وأبرز ميزاتها:

- اختفاء جزيئيات الغازات من هذه الطبقة وتحول الهواء النادر جداً فيها إلى ذرات مفككة (مستند ٦).
- قلة الضغط الجوّي حتى انعدامه بعد ارتفاع حوالي١٥٠كلم (مستند ٥ و٦).
- ارتفاع كبير في درجات الحرارة يصل إلى حوالي ١٠٠٠° في أقصى هذه الطبقة.

أسئلة:

١- كيف يتوزع الهواء عمودياً ضمن الغلاف الجوي؟

٢- بين دور كل من بخار الماء وثاني أكسيد الكربون والأجسام الصلبة في المناخ.

٣- قارن بين خصائص طبقتي التروبوسفير والستراتوسفير.

٤- ما الدور الذى تلعبه الأشعة فوق البنفسجية في نشوء طبقة الأوزون؟

٥- ما أهمية طبقة الأوزون بالنسبة للحياة على سطح الأرض؟

٦- بم تفسر تغير الحرارة بين طبقات الغلاف الجوي الثلاث؟

التبادل الحراري

الحرارة من العناصر الأساسية في المناخ، فهي تسهم بشكل أساسي في التأثير على حركة بعض الرياح، وهي السبب في نشوء بخار الماء الذي هو أساس المتساقطات، كما أنها تحدد المناطق المناخية الرئيسية، ولا حياة للكائنات الحية على الأرض بدونها، ومن أبرز مصادرها الأشعة الشمسية.

أولاً: ما الأشعة؟

الأشعة مجموعة من التموجات التي يرسلها كل جسم تزيد حرارته عن الصفر المطلق (-٢٣٧°)، وتتميز الأشعة بطول موجاتها (أي المسافة التي تفصل بين موجتين من موج كل شعاع).

ونلاحظ في الأشعة الشمسية مجموعة كبيرة من الموجات مختلفة الطول والتي يمكن تصنيف غالبيتها ضمن ثلاث فئات (مستند ٢):

- **الأشعة فوق البنفسجية:** هي الأشعة التي يتراوح طول موجاتها بين ٠,١ و٠,٤ ميكرون (الموجات القصيرة).
- **الأشعة المرئية:** هي الأشعة التي يتراوح طول موجاتها بين ٠,٤ و٠,٧٨ ميكرون (الموجات المتوسطة).
- **الأشعة دون الحمراء:** هي الأشعة التي يراوح طول موجاتها بين ٠,٧٨ و٥٠ ميكرون (الموجات الطويلة).

يرتبط طول موجات الأشعة بحرارة الجسم الذي يبثها (مستند١)، فعندما تكون حرارة هذا الجسم متدنية تكون غالبية موجات الأشعة التي يبثها طويلة (دون الحمراء)، وعندما ترتفع حرارة هذا الجسم تصبح غالبية موجات الأشعة

١ العلاقة بين طول موجات الأشعة والحرارة:

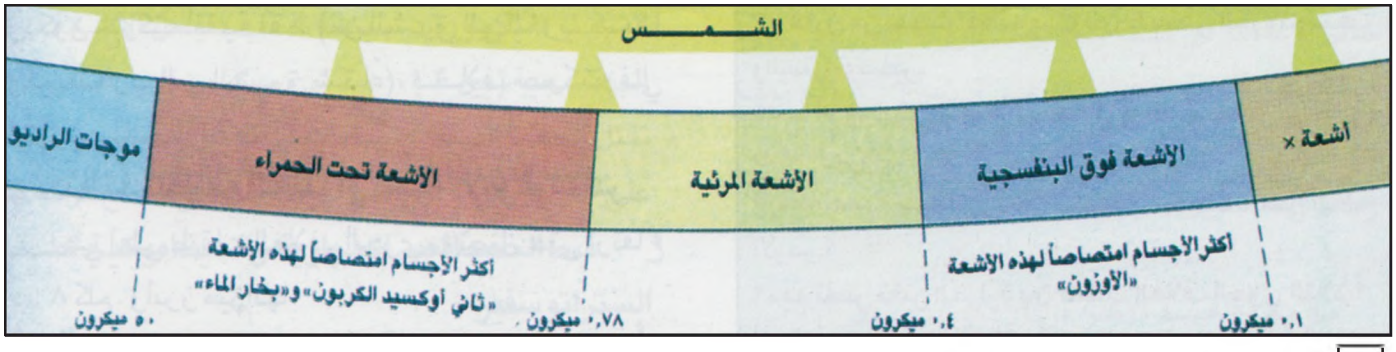
الأشعة عبارة عن تموجات تتميز بطول موجاتها (المسافة التي تفصل بين موجتين) وسرعتها، ففي «الطيف الشمسي» Spectre Solaire (أي مجموع الأشعة الإلكترومغناطيسية التي تبثها الشمس) توجد الموجات المتنوعة الأطوال، فمن موجات الراديو التي تقاس أطوالها بالكيلو متر، إلى أشعة إكس (X) وأشعة غاما التي تقاس أطوال موجاتها بأجزاء الميكرون (الميكرون = ١/١٠٠٠ من المليمتر) أما سرعة التموجات فتبلغ حوالى ٣٠٠,٠٠٠ كلم في الثانية وهي سرعة الضوء.

تتحدد غالبية أطوال الموجات التي يمكن لأي جسم أن يبثها بحرارة هذا الجسم، فإذا ارتفعت حرارة جسم معين فإن طول الموجات التي يبثها هذا الجسم تتغير، وذلك من ضمن المعادلة التالية: طول موجات الإشعاعات التي يبثها جسم معين (λm) × درجة حرارة هذا الجسم = ٢٩٠٠. من هنا نلاحظ أن طول موجات الأشعة التي يبثها جسم معين تتناسب عكسياً مع حرارة هذا الجسم فكلما ارتفعت حرارة هذا الجسم قصر طول الموجات التي يبثها والعكس صحيح.

فإذا سخنا جسماً معيناً فإن الموجات التي يبثها تكون طويلة في البداية (أشعة دون الحمراء)، وكلما ارتفعت درجة حرارة هذا الجسم، فإن موجاته تقصر تدريجياً وصولاً إلى الموجات القصيرة لأشعة غاما.

فعلى سبيل المثال: لدى مشاهدتنا حداداً يعالج الحديد بالأوكسجين، فإننا في البداية لا نلمح تغييراً في لون الحديد، لكننا سرعان ما نشاهد احمرار لونه ثم اقترابه من اللون الأبيض. هذا يعني أن الأشعة التي يبثها الحديد بداية هي موجات طويلة وغير مرئية (أشعة دون الحمراء)، ومع ارتفاع الحرارة قصرت موجات الأشعة التي بثها الحديد وأصبحت مرئية.

(المؤلفون)



٢ مجمل الإشعاعات التي تبثها الشمس

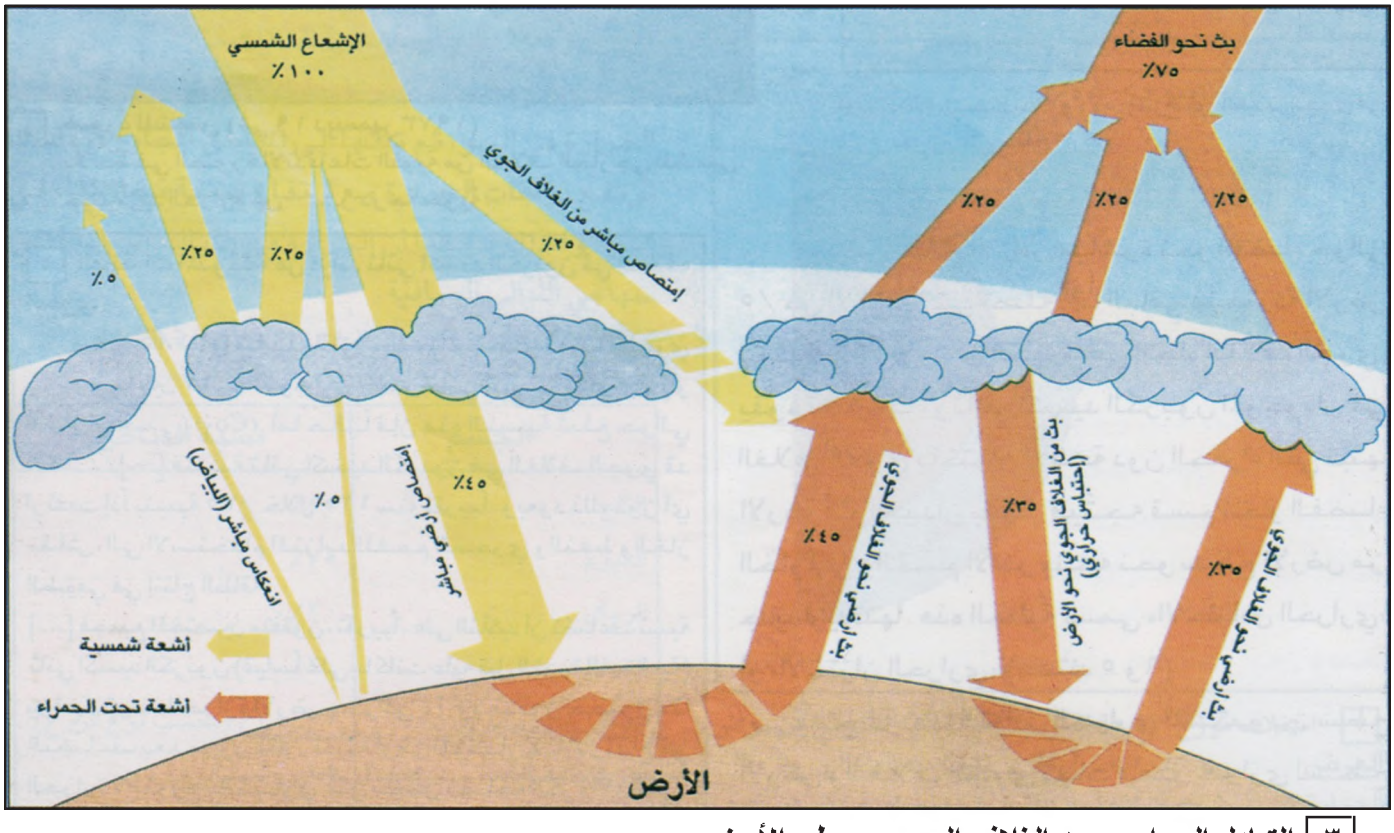
التى يبثها متوسطة أو قصيرة (مرئية أو فوق البنفسجية). وبما أن حرارة الشمس عالية (حوالى ٦٠٠٠°) فإن غالبية الأشعة التي تبثها هي من الأشعة المرئية (الموجات المتوسطة)، بينما غالبية الأشعة التي تبثها الأرض هي من الأشعة دون الحمراء، بسبب تدنيّ متوسط حرارة الأرض (حوالى ١٥°).

ثانياً: تبادل حراري مستمر بين الغلاف الجوي وسطح الأرض (مستند ٣)

تعتبر الأشعة الشمسية المصدر الرئيسي للحرارة على الأرض (مستند ٤) (فالحرارة الناجمة عن الأرض كالحرارة الجوفية والحرارة الناجمة عن الاندفاعات البركانية، لا تكاد تذكر مقارنة مع حرارة الأشعة الشمسية)، وتقدر الطاقة الحرارية للأشعة الشمسية عند مدخل الغلاف الجوى بحوالي ٢ سعرة / في ١ سم٢ خلال دقيقة، وهذا ما يسمى «ثابت الإشعاع الشمسي».

تشكل الأجسام الموجودة داخل الغلاف الجوي حاجزاً في وجه قسم كبير من الأشعة الشمسية، فتمنعه من الوصول إلى سطح الأرض، فطبقة الأوزون مثلاً (في الستراتوسفير) تمتص غالبية الأشعة فوق البنفسجية والأجسام الصلبة والغيوم الموجودة في الجزء السفلي من طبقة التربوسفير تعكس قسماً من الأشعة الشمسية نحو الفضاء الخارجي، وبخار الماء وثانى أكسيد الكربون يختزنان من الأشعة الشمسية قسماً آخر، خاصةً الأشعة ذات الموجات الطويلة (الأشعة دون الحمراء)، وبالتالي فإن القسم الذي يصل إلى سطح الأرض لا يتجاوز نصف الأشعة الشمسية الموجودة عند مدخل الغلاف الجوي.

ويعكس سطح الأرض مباشرة نحو الفضاء حوالي ٥٪ من الأشعة التي تصله، أما الباقي فتختزنه الأرض لتبثه ليلاً أشعة دون الحمراء في اتجاه الغلاف الجوي يقوم بخار الماء وثاني أكسيد الكربون الموجودان في الغلاف الجوي

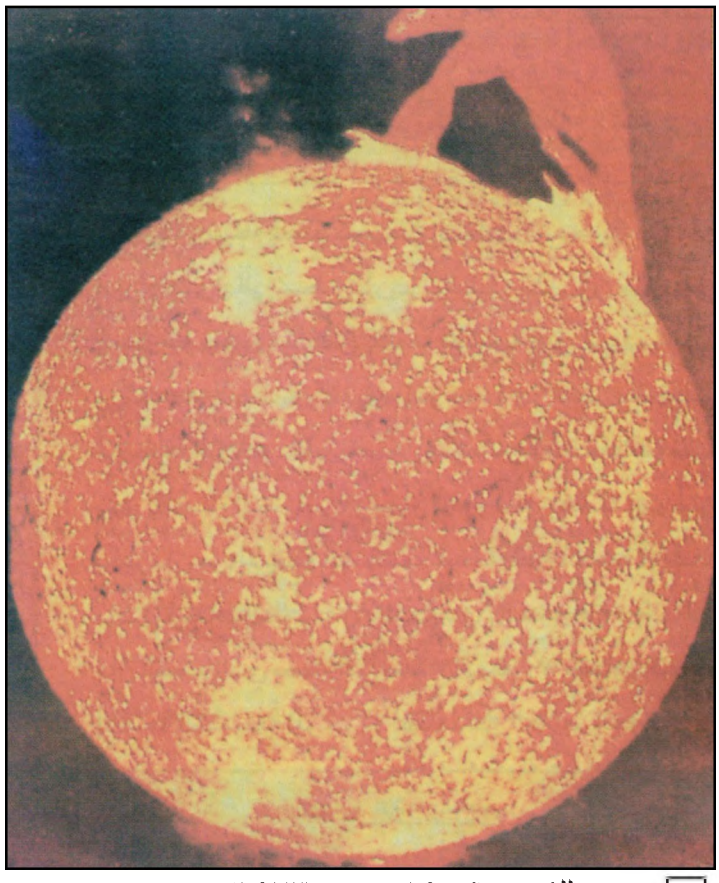


٣ التبادل الحراري بين الغلاف الجوي وسطح الأرض

أعتمد في هذا الشكل المقياس ١٠٠ بالنسبة للأشعة الشمسية

- الموازنة عند مدخل الغلاف هي: تلقّي ١٠٠وبث ٧٠ + ٣٠ = ١٠٠. اذاً الموازنة متعادلة عند مدخل الغلاف الجوي.
- الموازنة داخل الغلاف الجوي هي: تلقي ٢٥ + ٤٥ + ٣٥ = ١٠٥وبث ٧٠ + ٣٥ = ١٠٥. اذاً الموازنة متعادلة داخل الغلاف الجوي.
- الموازنة عند سطح الارض هي: تلقّي ٤٥ + ٣٥ = ٨٠وبث ٤٥ + ٣٥ = ٨٠. اذاً الموازنة متعادلة عند سطح الأرض.

● كيف يتم التبادل الحراري بين الغلاف الجوي وسطح الارض؟



٤ صورة للشمس (في ١٩ ديسمبر ١٩٧٣)
يلاحظ في الصورة الاندفاعات القوية من الغلاف الخارجي للشمس.
حيث تزيد الحرارة عن ٦٠٠٠ درجة مئوية

٥ التأثيرات المتوقعة من تزايد ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي:

قبل سنة ١٨٥٠، أي قبل بدء الثورة الصناعية، كان الغلاف الجوى يحتوى ما بين ٠,٠٢٧٪ و٠,٠٢٨٪ من ثاني أكسيد الكاربون (أو الغاز الفحمي) (CO_2) أما حالياً فإن هذه النسبة تبلغ حوالي ٠,٠٣٥٪ [...] فنسبة ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي قد ارتفعت إذاً بنسبة ٢٥٪ خلال ١٣٠ سنة تقريباً. ويعود ذلك دون أي نقاش، إلى الاستخدام المتزايد للفحم الحجري، والنفط والغاز الطبيعي في إنتاج الطاقة.

[...] فجميع المختصين متفقون تقريباً، على التأكيد أن تضاعف نسبة ثاني اكسيد الكربون (قياساً على ما كانت عليه قبل الثورة الصناعية) يرفع متوسط حرارة الأرض بحوالي ٤°، ويحددون حصول هذا التضاعف بعد مرور عقود قليلة، ومن المؤكد أن هذا الارتفاع في الحرارة لايتوزع بالتساوي على مجمل مساحة الكرة الأرضية: فنسبته قليلة في المناطق الواقعة بين المدارين، وبارزة في المناطق المعتدلة والباردة، وهذا الارتفاع في الحرارة يؤدي إلى تقلص مساحة الأطواف الجليدية (البحار الجليدية) والجليديات (الجليد الدائم فوق اليابسة) إضافة إلى تقلص مدة فصل الثلوج في المناطق القارية، ويؤدي بالتالي إلى تغير في نسبة البياض على الأرض.

أ. ريبيرول، جريدة Le Monde، ٢٨ ديسمبر ١٩٨٨

٦ الاحتباس الحراري

تسمح البيوت الزراعية البلاستيكية (الزراعة المحمية) بمرور أشعة الشمس المرئية التي تحمل كمية كبيرة من الطاقة الحرارية إلى داخل هذه البيوت، كما تمتص الأشعة دون الحمراء التي تشكل أساس الطاقة الحرارية، والتي تبثها التربة الساخنة، هكذا تحبس هذه البيوت الحرارة جزئياً في داخلها.

والاحتباس الحراري الذى تشهده الأرض يستند على مبدأ البيوت الزراعية البلاستيكية نفسه تقريباً (...) فينبغي أولاً أن يكون الغلاف الجوي شفافاً نسبياً ليسمح لجزء مهم من الأشعة الشمسية بالوصول إلى الأرض. ويجب ثانياً أن يحتوي في طبقاته السفلية على أجسام متنوعة (ثاني أكسيد الكربون بخار الماء...) لتمتص الأشعة دون الحمراء التي يبثها سطح الأرض.

إن قسماً من الأشعة الممتصة يعاد بثها إلى سطح الأرض فتدفئة.

ب. كورتن. س.ب ماك كاى، ج.ب بالاك، **الاحتباس الحرارى فى النظام الشمسى**. مجلة La recherche ، العدد ٢٤٣، ١٩٩٢.

باختزان الأشعة دون الحمراء التي تبثها الأرض ثم يعيدان بثها، فيتجه قسم نحو الفضاء الخارجي والقسم الآخر يتجه نحو سطح الأرض من جديد ويدفئها هذه العملية تسمى «الاحتباس الحراري» أو «الاختزان الحراري» (مستند ٥ و٦).

ينتج عن هذا التبادل الحراري المستمر بين سطح الأرض والغلاف الجوي ثبات معدل حراري لسطح الأرض يبلغ حوالي١٥°.

ثالثاً: تختلف الموازنة الحرارية بين مناطق الأرض:

الفرق بين حرارة الأشعة الشمسية الواصلة إلى سطح الأرض وحرارة الأشعة الأرضية المبثوثة نحو الفضاء هو ما يعرف بـ«الموازنة الحرارية»، وهذه الموازنة هي متعادلة بالنسبة لمجمل الكرة الأرضية، غير أنها تشهد فائضاً في أماكن وعجزاً في أماكن أخرى، وذلك يعود إلى عدة عوامل أبرزها:

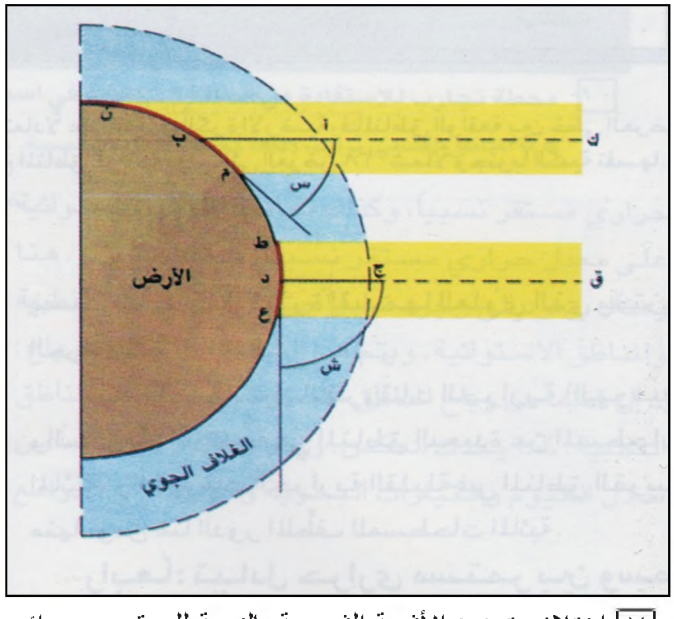
- الموقع من دوائر العرض:

تشهد الموازنة الحرارية في المناطق القطبية عجزاً،

بعكس المناطق الاستوائية التي تشهد فائضاً، فبسبب كروية الأرض تصل حزمة معينة من الأشعة الشمسية إلى المناطق القطبية بشكل مائل، في حين تصل حزمة مماثلة إلى المناطق الاستوائية بشكل عمودي، وبسبب الفرق في ميلان أشعة الشمس من هنا إلى هناك تتوزع حرارة الحزمة الشمسية المحددة، في المناطق القطبية، على مساحة أوسع مما في المناطق الاستوائية، لذلك تكون المناطق الاستوائية أكثر دفئاً وحرارة من المناطق القطبية.

أضف إلى ذلك، أنه في الغلاف الجوي للمناطق القطبية، تقطع الأشعة الشمسية مسافة أطول من التي تقطعها في المناطق الاستوائية، وتصطدم في جو المناطق القطبية بكمية أكبر من الأجسام، الأمر الذي يزيد في هذه المناطق من نسبة الأشعة المنعكسة نحو الفضاء الخارجي ويزيد بالتالي من تدني نسبة الأشعة التي تصل إلى سطحها، فضلاً عن أن الأشعة التي تصل مائلة إلى تلك المناطق تزيد من نسبة الانعكاس أيضاً (مستند ٧).

- **البياض (أو طبيعة الغطاء الأرضي):** هو النسبة التي يعكسها جسم معين من مجمل الأشعة التي يتلقاها ويُعبر



٧ اختلاف توزع الأشعة الشمسية بالنسبة للموقع من دوائر العرض

• ما العوامل التي تسهم في تدني معدل الحرارة في المناطق القطبية؟

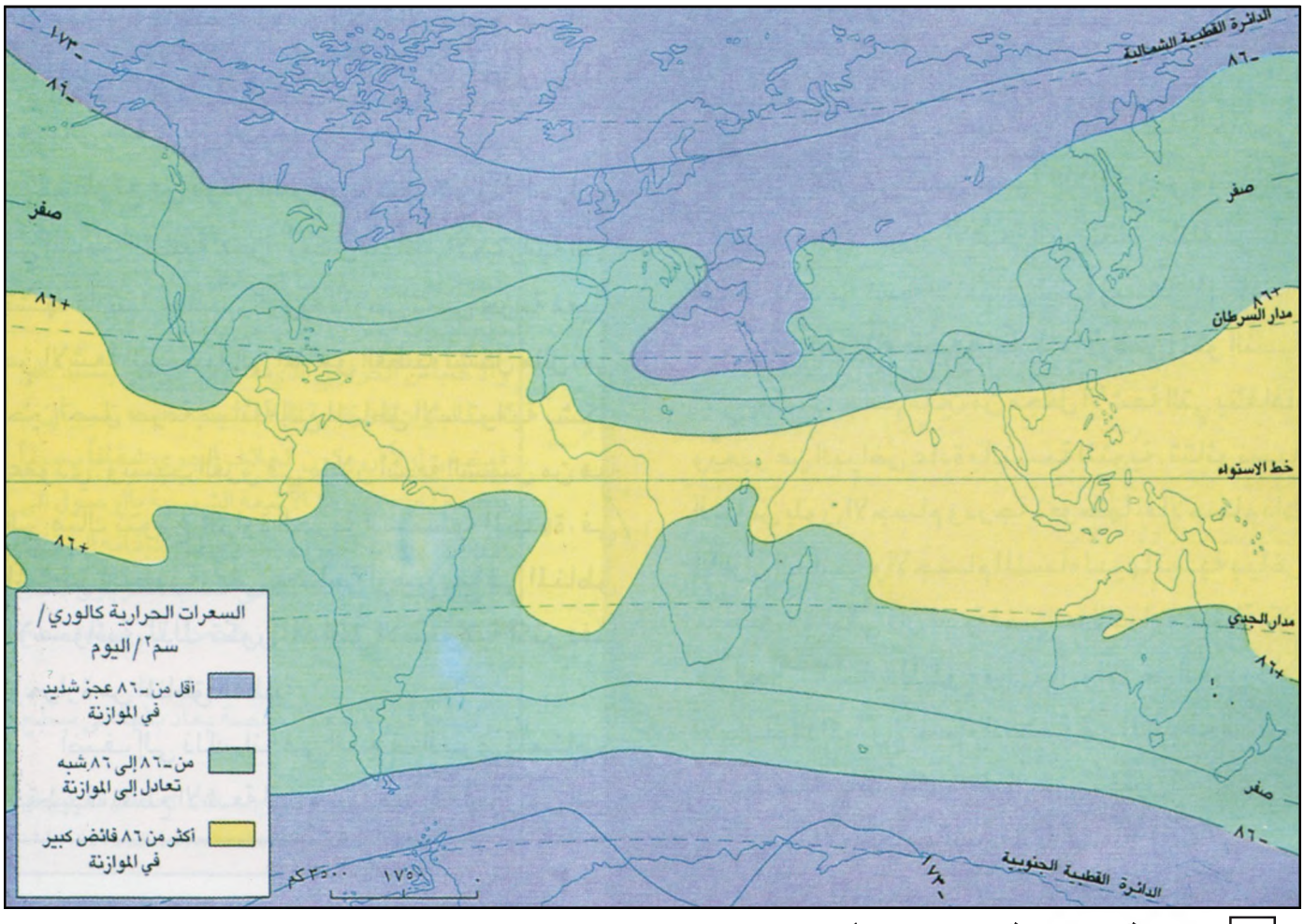
عن البياض عادة بالنسبة المئوية. تتأثر نسبة البياض بلون الأجسام ودرجة نعومتها، فالأجسام ذات الألوان الفاتحة والأجسام الملساء لديها نسبة بياض مرتفعة، وبالتالي فإن نسبة اختزانها للحرارة ضئيلة، كما هو الحال بالنسبة للثلوج والرمال والأرض الجرداء، أما الأجسام الداكنة والأجسام الخشنة غير المستوية السطح فلديها نسبة بياض متدنية، لذلك فهي تختزن كمية أكبر من الحرارة كما هو الحال بالنسبة للغابات مثلاً (مستند ٨).

- **بخار الماء:** هو من الأجسام الأساسية التي تختزن الحرارة في الجو، ثم تبثها إلى المناطق المجاورة، ولذلك ترتفع درجات الحرارة مع ارتفاع نسبة بخار الماء في الجو، ولطالما لاحظنا أن الحرارة في الليالي الرطبة أعلى منها في الليالي الصافية.

- **المسطحات المائية:** تختلف كمية الحرارة التي تختزنها اليابسة من أشعة الشمس عما تختزنه منها المسطحات المائية، ففي النهار لا تخترق الأشعة الشمسية سوى سماكات قليلة من اليابسة، وبالتالي فإن الحرارة المختزنة فيها تتركز في القشرة السطحية منها، أما في المسطحات المائية فيحدث العكس: إذ أن الأشعة الشمسية تخترق مياه هذه المسطحات إلى عمق يتجاوز المائة متر، لذلك تكون حرارة سطح المياه خلال النهار (وأيام الصيف) أدنى من حرارة اليابسة: فالحرارة المختزنة في المياه تكون موزعة على سماكات أكبر، والتبخر الذي يحدث بقوة نهاراً في المسطحات المائية يصطحب قسماً من حرارة هذه المسطحات ويبددها في الفضاء، أما في الليل (وأيام الشتاء)، فاليابسة سرعان ما تبدد في الفضاء مخزونها الحراري أشعة دون الحمراء، على عكس المسطحات المائية التي تأخذ وقتاً أطول لتخسر حرارتها بسبب السماكة الكبيرة لقسمها العلوي الذي يختزن الحرارة.

الجسم	نسبة البياض
الثلج	٨٥٪
الغيوم	٧٥٪
الرمال	٣٠٪
الغرانيت	٣٠٪
الحقول المزروعة	١٥-٣٠٪ (بحسب نوع الزرع)
الأرض الجرداء	١٥٪
البازلت	١٥٪
المحيطات	١٠٪
الغابات الكثيفة	٥٪

٨ جدول نسبة البياض لبعض الأجسام الطبيعية



٩ الموازنة الإشعاعية على سطح الأرض

إن ما تتلقاه الأرض من طاقة (سعرات حرارية) وما تخسره منها ليس متعادلا على مجمل الكرة الأرضية، فالمناطق الواقعة بين خطي العرض ٣٨° والقطبين، تخسر حوالي ٤٠ مليار كيلو كالوري في السنة. بينما تربح المناطق الواقعة بين خطي العرض ٣٨° شمالاً وجنوباً الكمية نفسها.

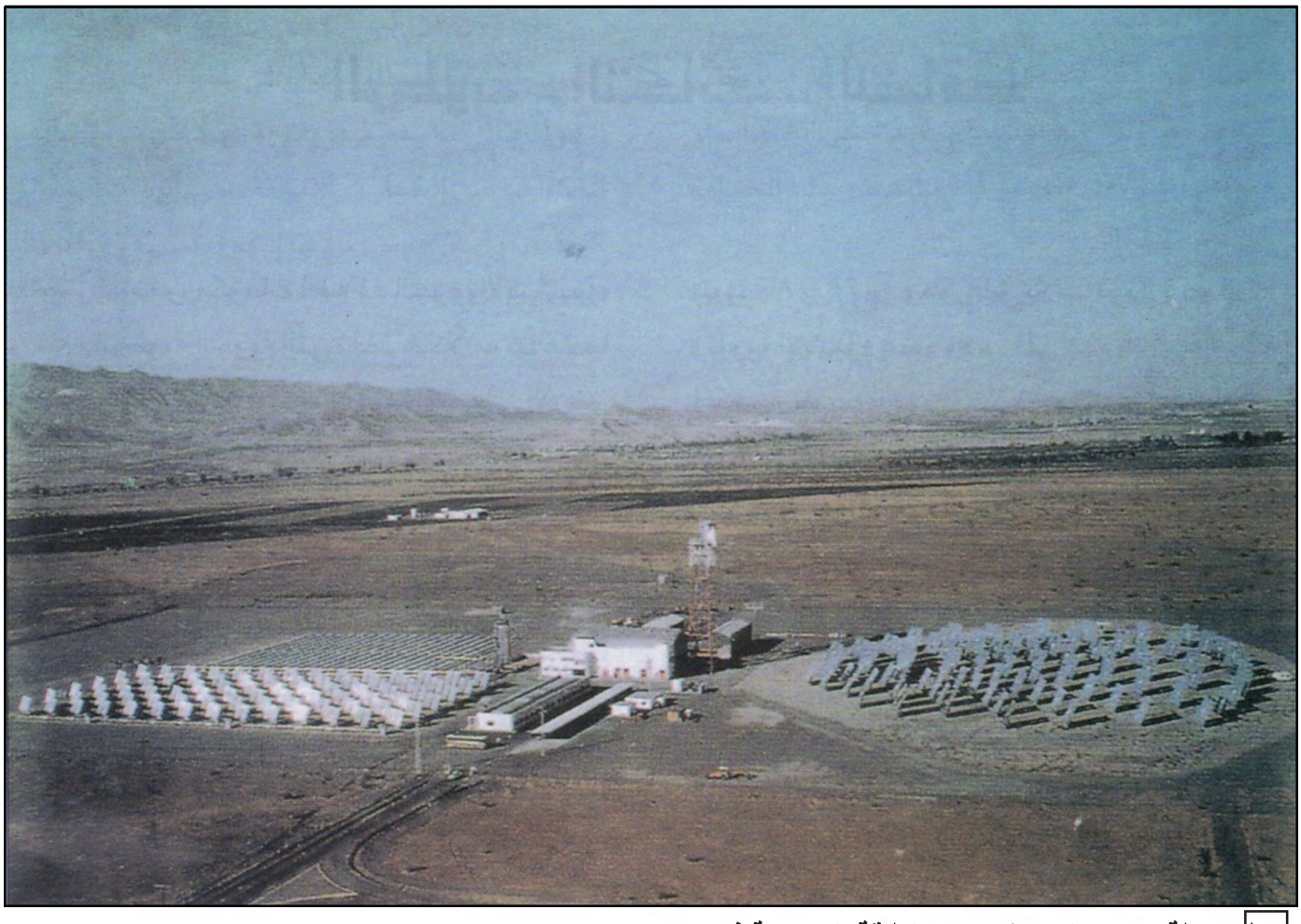
● من خلال المستندين ٧و٩ فسر أسباب اختلاف الموازنة الحرارية على سطح الأرض.

ذلك هو تفسير الفروقات الحرارية (اليومية والسنوية) المرتفعة في المناطق البعيدة عن المسطحات المائية، والفروقات الحرارية القليلة في المناطق القريبة منها، ومن هنا الدور الملطف للمسطحات المائية.

رابعاً: تبادل حراري مستمر بين وسط الأرض وأطرافها:

لاحظنا أن الموازنة الحرارية تشهد عجزاً في المناطق القطبية، بينما تشهد فائضاً في المناطق الاستوائية، علماً بأن تراكم هذا العجز وهذا الفائض يؤدي، على مر السنين، إلى انخفاض في معدل حرارة المناطق القطبية وارتفاع في معدل حرارة المناطق الاستوائية، غير أن المناطق القطبية تحافظ، من سنة إلى أخرى، على معدل حراري مستقر نسبياً، وكذلك تحافظ المناطق الاستوائية على معدل حراري مستقر نسبياً، هذا الاستقرار، هنا وهناك، يعود إلى وجود تبادل حراري بين المناطق القطبية والمناطق الاستوائية، ويتم هذا التبادل من خلال الرياح؛ إذ إن قسماً من رياح المناطق الاستوائية يتجه نحو المناطق القطبية، كما يحدث العكس، ويتم هذا التبادل أيضاً من خلال الغيوم والتيارات البحرية وغيرها، هذا الواقع يُمكننا من تمييز ثلاث مناطق حرارية رئيسية على الأرض: المنطقة الحارة، والمنطقة المعتدلة، والمنطقة الباردة، (مستند ٩).

والطاقة الكبيرة التي توفرها الأشعة الشمسية لكثير من البلدان دفعت المسؤولين فيها إلى إقامة دراسات ومحطات للاستفادة من هذه الطاقة، خصوصاً لأن مصادرها متجددة (مستند ١٠).



١٠ محطة تجارب للاستفادة من الطاقة الشمسية في اسبانيا

● ما المناطق الفضلى برأيك، لاقامة محطات للطاقة الشمسية على سطح الأرض . ولماذا؟

أسئلة :

١ـ لماذا تتألف غالبية الأشعة التي تبثها الشمس من الأشعة المرئية، وغالبية الأشعة التي تبثها الأرض من الأشعة دون الحمراء؟.

٢ـ عرف «الاحتباس الحراري» والبياض.

٣ـ كيف تختلف حرارة المناطق التي تشهد احتباساً حرارياً مرتفعاً عن المناطق التي تشهد احتباساً حرارياً منخفضاً.

٤ـ بم تفسر ارتفاع الحرارة في المناطق الاستوائية وانخفاضها في المناطق القطبية؟

٥ـ لماذا يطلق على المسطحات المائية صفة «المعدل الحراري»؟

٦ـ حدد على خريطة العالم الطبيعية المناطق الحرارية الرئيسية.

٧ـ فسر أسباب احتفاظ كل منطقة حرارية بمعدل حراري مستقر نسبيًا.

الرطوبة – التكاثف – التساقط

عنصر الماء من مكونات الغلاف الجوي الأساسية، ويعبر عنه بالرطوبة الجوية التي تأخذ شكلاً مرئياً عندما تصبح غيوماً أو ضباباً، أو عندما تتساقط على الأرض أمطاراً وثلوجاً، ولهذه التحولات شروط محددة تختلف من منطقة إلى أخرى.

أولاً: الرطوبة

الرطوبة هي بخار الماء الموجود في الهواء، ويأتي بخار الماء من تبخر المسطحات المائية ومن تنفس الكائنات الحية، ويعبر عن كمية بخار الماء الموجودة في الهواء في مكان وزمان معينين بالغرام في المتر المكعب من الهواء (غ/م٣)، وهذه الكمية هي الرطوبة المطلقة للهواء.

١ـ رطوبة الإشباع:

تتغير الكمية القصوى من بخار الماء التي يمكن للهواء أن يحملها بحسب تغير حرارة الهواء. فبقدر ما ترتفع حرارة الهواء تكبر قدرته على حمل كميات من بخار الماء. وعندما تصل حمولة الهواء من بخار الماء، إلى حدها الأقصى يكون الهواء قد تشبع ببخار الماء، ونسمي هذه الكمية القصوى رطوبة الإشباع، فمثلاً: عندما تكون حرارة الهواء ـ٢٠° تكون رطوبة الإشباع عنده ١غ/م٣، وعندما تكون درجة حرارته صفراً تكون رطوبة الإشباع عنده ٤,٨غ/م٣، وعندما تكون حرارته ٣٠° تكون رطوبة الإشباع عنده ٣٠,٤غ/م٣ (مستند١). من هنا فإن رطوبة الإشباع في الهواء القطبي البارد أقل بكثير من رطوبة الإشباع في الهواء المدارى الحار، ولذلك تكون كميات الأمطار في المناطق الباردة أقل بكثير من كميات الأمطار في المناطق الحارة.

٢ـ الرطوبة النسبية:

إن معرفة الخصائص المائية للهواء تتطلب مقارنة رطوبته المطلقة برطوبة الإشباع عنده، وهذا ما نسميه الرطوبة النسبية، فمثلاً تبلغ الرطوبة المطلقة لهواء منطقة معينة ٤,٨غ/م٣ وهو على درجة حرارة صفر، وتبلغ رطوبة الإشباع عنده وهو على هذه الدرجة ٤,٨غ/م٣، فتكون رطوبته النسبية ١٠٠٪ وتحسب كما يلي:

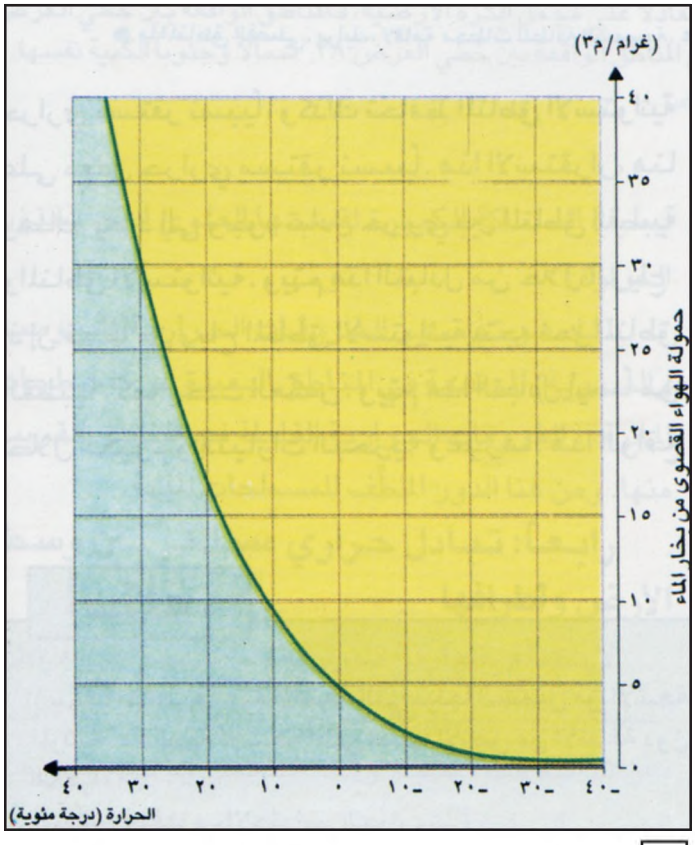
٤,٨ ÷ ٤,٨ = ١ ونضرب الحاصل بمئة لتلافي الفواصل

١ × ١٠٠ = ١٠٠

هواء آخر تبلغ رطوبته المطلقة ٤,٨غ/م٣ أيضاً ولكن درجة حرارته ٣٠° ورطوبة الإشباع عنده ٣٠,٤غ/م٣ فتكون رطوبته النسبية ١٥٪:

٤,٨ ÷ ٣٠,٤ × ١٠٠ = ١٥٪

في الحالة الأولى نقول عن الهواء أنه رطب جداً (١٠٠٪)، في حين نقول عن الهواء في الحالة الثانية أنه جاف جداً



١ حمولة الهواء القصوى من بخار الماء بحسب الحرارة (رطوبة الإشباع)

● كيف تختلف حمولة الهواء من بخار الماء باختلاف حرارة هذا الهواء؟

(١٥٪) مع أن لهما الرطوبة المطلقة نفسها (مستند ٢).

ثانياً: التكاثف

يحدث التكاثف عندما تتدنى حرارة الهواء الرطب تدنياً يبلغ برطوبته حد الإشباع، فيتشكل الضباب أو الغيوم، وهي المظاهر المرئية للتكاثف، وهذه الحرارة تسمى حرارة نقطة الندى.

لكن وصول حرارة الهواء إلى مستوى حرارة نقطة الندى، وبالتالي الوصول برطوبة الهواء إلى درجة الإشباع، غير كافٍ وحده لحدوث التكاثف، إذ أن التكاثف لا يحدث إلا بتوافر شرط إضافي وهو احتواء الهواء على ما يعرف بـ «نواة التكاثف».

١ـ «نواة التكاثف» شرط ضروري لحدوث التكاثف

أثبتت التجارب المخبرية أن الهواء النظيف، يمكن أن يصل إلى درجة الإشباع من دون الوصول إلى التكاثف، وأثبتت بالعكس أن الهواء العكر الذي يحتوي على مجموعة كبيرة من الأجسام يتكاثف مباشرة بعد وصوله إلى درجة الإشباع، وقد رُصدت في المناطق العليا من طبقة التربوسفير، حيث الهواء نظيف هناك، غيوم نسبة الرطوبة فيها ستة أضعاف الرطوبة الضرورية لبلوغ الإشباع.

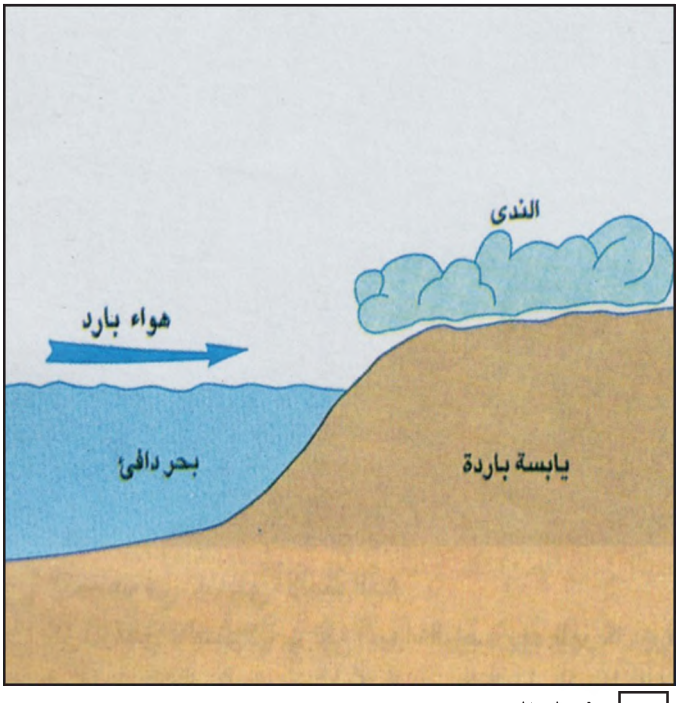
إذاً ليس من الضروري أن نصل إلى التكاثف فور حدوث الإشباع. وللوصول إلى التكاثف يجب أن يحتوي الهواء على ما يعرف «نواة التكاثف»، وتتألف نوى التكاثف من الغبار، والإيونات، وبلورات صغيرة من الجليد، وأملاح يتزود بها الهواء المار فوق المسطحات المائية وغيرها. يتجمع بخار الماء حول هذه النوى ويشكل قطرات

٢ الإحساس الفيزيولوجي بالرطوبة

يعتبر الهواء شديد الجفاف إذا تراوحت رطوبته النسبية بين صفر و٥٠٪ ويعتبر الهواء قليل الرطوبة إذا تراوحت رطوبته النسبية بين ٥٠ و٧٠٪، كما يعتبر الهواء شديد الرطوبة إذا تراوحت رطوبته النسبية بين ٨٠ و١٠٠٪.

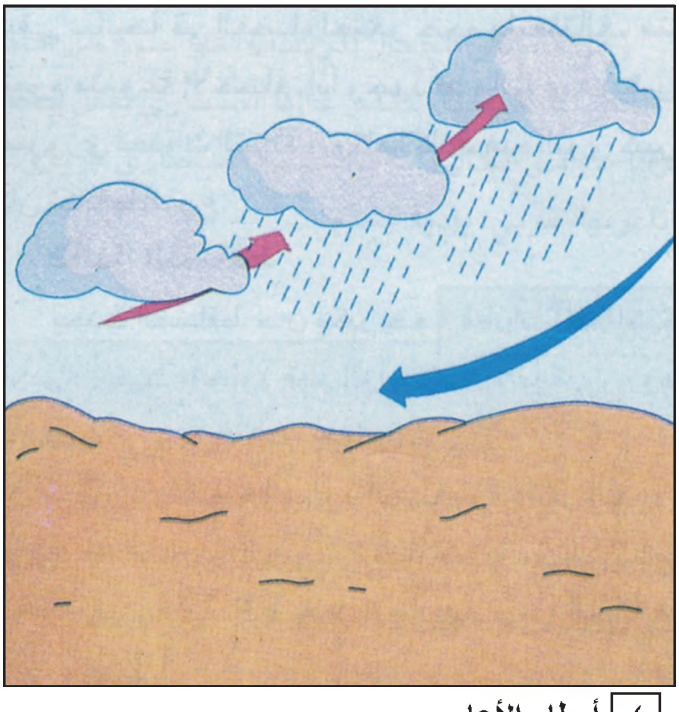
والرطوبة النسبية لا تعبر وحدها عن مجمل الخصائص المائية لكتلة هوائية معينة، كما أنها لا تترجم بدقة الإحساس الفيزيولوجي للإنسان إزاءها: فمثلاً عندما تكون الرطوبة النسبية لكتلة هوائية معينة ٨٠٪ وبدرجة حرارة تتراوح بين ١٠° و ١٥° فإنها لا تعطي الإحساس بالإزعاج، لكن الرطوبة النسبية للهواء هذه تصبح مزعجة للإنسان إذا وصلت درجة الحرارة إلى -٢٠°، عندها يشعر الإنسان وكأنه في مغطس ماء متجمد وإذا وصلت درجة الحرارة هذه إلى ٣٠°، فإن إحساساً بضيق التنفس تنتاب الإنسان أيضاً، لذلك فإن الإحساس الفزيولوجي لا يتحدد إلا بمعرفة الرطوبة النسبية ودرجة الحرارة في آن معاً.

المؤلفون



٣ تشكل الندى

يتشكل الندى عندما يصل الهواء البحري الرطب إلى اليابسة الاكثر برودة منه



٤ أمطار الأعاصير

يتشكل مطر الإعصار عندما ينزلق الهواء البارد تحت الهواء الحار الرطب ويدفعه هذا إلى الأعلى فيبرد ويتكاثف ويتساقط أمطاراً

٥ التكاثف في المناطق الاستوائية

في المناطق الاستوائية يرتفع الهواء الرطب بعد ظهر كل يوم، لشدة الحرارة، مثلما نرى في الدخان الكثيف المتصاعد من مواقد النار، ومع ارتفاعه يتكاثف البخار فتتشكل الغيوم الكثيفة: الأمطار الغزيرة على وشك السقوط

صغيرة يتراوح قطر الواحدة منها بين ٤ - ٢٠ ميكرون، فتبقى سابحة في الفضاء لصغر حجمها، فتتألف منها غيوم متنوعة الأحجام. إذاً وجود هذه النوى هو شرط ضروري لحدوث التكاثف، وكلما كانت هذه النوى كبيرة، كان تكاثفها أسرع.

ثالثاً: التساقط:

يحدث التساقط حين يكبر حجم قطرات الماء المشكلة للغيوم، بحيث يتجاوز قطر الواحدة ١٠٠ ميكرون، وهذا ما يحدث فى عدة حالات، منها:

- تساقط قطع الجليد الصغيرة داخل الغيوم، والتصاق القطرات الصغيرة بها، مما يؤدي إلى تشكل قطرات كبيرة تتساقط بفعل الجاذبية، وهذه الحالة هي الأكثر انتشاراً.

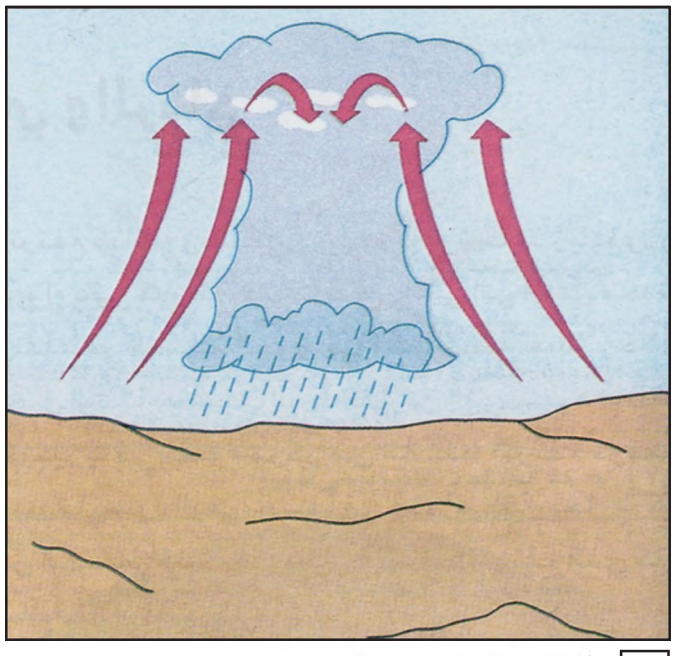
- تؤدى حركة الهواء القوية إلى التصاق القطرات الصغيرة داخل الغيوم، فتكبر أحجامها وتتساقط أمطاراً.

ويشترط لاستمرار تساقط الأمطار، مواصلة صعود الهواء من الأسفل إلى الأعلى، لكي يستمر التكاثف.

رابعاً: أشكال التساقط

١-الضباب والندى: عندما تكون السماء صافية ليلاً، والرطوبة قليلة جداً في الجو، تفقد اليابسة حرارتها بسرعة من خلال الإشعاع الأرضي، فليس في الجو بخار ماء كافٍ للاحتفاظ بهذه الأشعة وإعادة بثها مجدداً إلى اليابسة، ولذا تسود البرودة، ومع مرور النسيم اللّيلي فوق هذه اليابسة الباردة تتدنى حرارته، وعندما تصل إلى حرارة نقطة الندى يتكاثف بخاره على شكل ضباب سرعان ما يندثر مع عودة الأشعة الشمسية في الصباح (مستند٣)، أما في حالة الركود وغياب النسيم ليلاً فإن جزءاً من هذا الضباب يتساقط قطرات صغيرة من الندى.

٢-المطر الإعصاري: عندما يصطدم هواء حار ورطب بهواء بارد فإنهما لا يمتزجان، بل ينزلق الهواء البارد تحت الهواء الحار الأقل وزناً، فيرتفع هذا الأخير نحو الأعلى، ومع ارتفاعه تتدنى حرارته لتبلغ حرارة نقطة الندى، فتتشكل الغيوم الكثيفة، وهذا النوع من التكاثف يحدث خاصة في المناطق المعتدلة، وينتج عنه أمطار غزيرة تعرف «بأمطار الأعصاير» (مستند ٤).



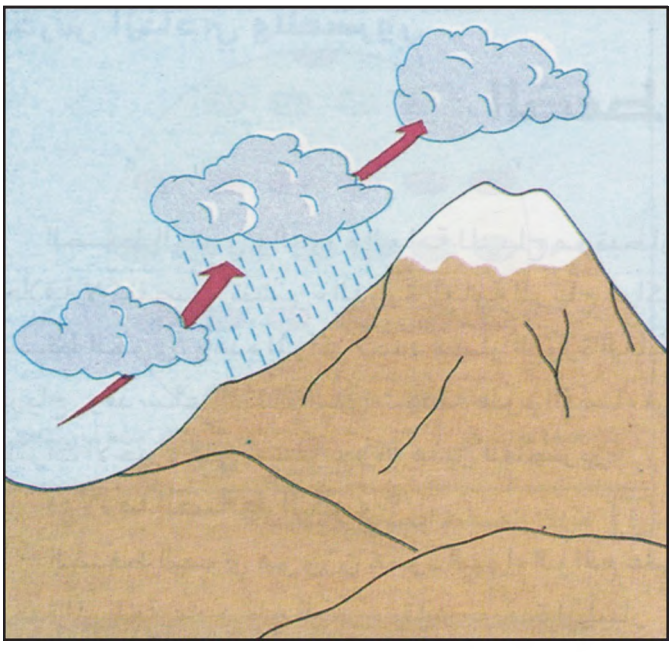
٦ الأمطار الناجمة عن تصاعد الهواء بفعل الحرارة الشديدة

يرتفع الهواء الساخن في المناطق شديدة الحرارة فيبرد بسبب الارتفاع ويتكاثف ويتساقط أمطاراً.

٣- المطر الحملي: عندما يسخن هواء رطب من جراء الحرارة الشديدة يخف وزنه فيرتفع نحو الأعلى، ومع الارتفاع يبرد ثم يتكاثف بخاره، هذا النوع من التكاثف ينتشر، خصوصاً في المناطق الاستوائية حيث تنتج منه أمطار أغزر بكثير من الأمطار التي تتساقط في أماكن أخرى تعرف مثل هذا النوع من التكاثف، وذلك لأن المناطق الاستوائية تعرف الحرارة المرتفعة على مدار السنة، ولوجود الغابات الكثيفة التي تعطي كميات كبيرة من بخار الماء (مستند ٥ و٦).

٤- المطر التضاريسي: لدى اصطدام الهواء الرطب بتضاريس تعترض مجراه يندفع إلى الأعلى، فتزداد برودته، يتكاثف بخار هذا الهواء عند بلوغ درجة حرارته مستوى حرارة نقطة الندى، فيتساقط أمطاراً غزيرة على السفوح المواجهة للهواء، كما هو حاصل في جبال: هيمالايا، الأنتيل، الألب، الأطلس، بلاد الشام وغيرها.

أما في الجهة الأخرى من التضاريس، فيهبط الهواء وترتفع حرارته وتقل أمطاره، وذلك لأن الهواء يكون قد أفرغ حمولته البخارية على السفوح المواجهة له، ولأن الهواء ترتفع حرارته من جراء هبوطه، ونسمي هذه السفوح «ظل المطر» (مستند ٧).



٧ أمطار التضاريس

ترتفع الرياح الرطبة عند اصطدامها بالجبال فتبرد ويتكاثف بخارها فيتساقط أمطاراً. وعندما تنحدر إلى الجهة الأخرى من الجبال (ظل المطر) تكون قد وصلت جافة.

- **ادرس المستندات ٣و٤و٦و٧: وفسر كيفية حدوث أنواع التكاثف الواردة فيها.**

وفي مناطق الجبال المرتفعة، من جهة ظل المطر والمناطق المحاذية لها، تنتشر غالباً الصحاري بفعل جفاف الرياح، وهو الحال ذاته بالنسبة لصحاري: أريزونا، باتاغونيا، غوبي، بادية الشام.

أسئلة:

١- عرف المصطلحات التالية: الرطوبة المطلقة، رطوبة الإشباع، الرطوبة النسبية.

٢- كيف يمكن لهواء رطب أن يتحول إلى هواء جاف دون أن تتغير رطوبته المطلقة؟

٣- بيّن شروط حدوث التكاثف والندى والتساقط؟

٤- صمم جدولاً وبين خلاله انواع الامطار واسباب حدوثها استناداً إلى المستندات (٤، ٦، ٧).

الضغط الجوي والرياح

الضغط الجوي والدورة العامة للرياح مرتبطان بعلاقة لا تنفصل، تنشئ الدورة العامة للرياح مراكز للضغط الجوي، وهذه المراكز تحدد مسار الدورة العامة للرياح. وقد ساعد التقدم الذي شهدته علوم الفضاء في الفترات الأخيرة على تفسير حركة هذين العنصرين.

أولاً: ما الضغط الجوي؟

الضغط الجوي هو وزن عمود الهواء الواقع على وحدة المساحة عند سطح البحر ويقاس بوحدة الميليبار.

يبلغ متوسط مقدار الضغط الجوي عند مستوى سطح البحر حوالي ١٠١٣ ميليبار، أي ما يعادل وزن ٧٦ سنتم من الزئبق، وعندما يرتفع الضغط الجوي يتخطى هذا المقدار، وعندما ينخفض يتدنى عنه.

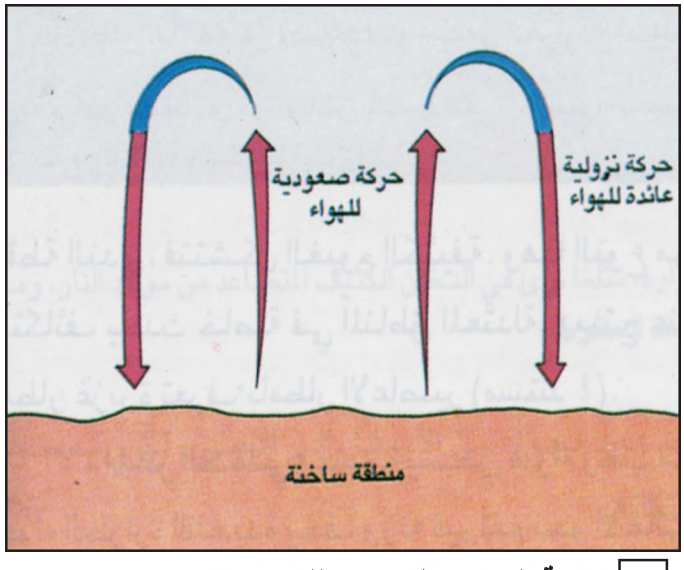
يرتبط هذا التغير في مقدار الضغط الجوي بخصائص الهواء، وهذه الخصائص، كالحرارة والرطوبة، تؤثر على حركة الهواء صعوداً أو هبوطاً في طبقة التروبوسفير. فعندما يهبط الهواء من الفضاء باتجاه الأرض في منطقة معينة، يرتفع فيها الضغط الجوي، وعندما يرتفع الهواء فوق منطقة معينة، ينخفض فيها الضغط الجوي.

أ- مراكز الضغط الجوي حرارية وديناميكية: تقسم مراكز الضغط الجوي إلى نوعين رئيسيين، وذلك تبعاً لاختلاف أسباب هبوط الهواء أو ارتفاعه في منطقة معينة.

١- مراكز الضغط الجوى الحرارية: هي مراكز تنشأ بفعل الحرارة.

فعندما يسخن الهواء في منطقة معينة يتمدد وتنخفض كثافته وبالتالي يخف وزنه، وتساعد خفة وزن الهواء على ارتفاعه، فيتحرك من أسفل إلى أعلى مُحدثاً نقصاً في كمية الهواء الموجودة فوق هذه المنطقة، فيؤدي ذلك إلى انخفاض الضغط الجوي فيها (مستند ١).

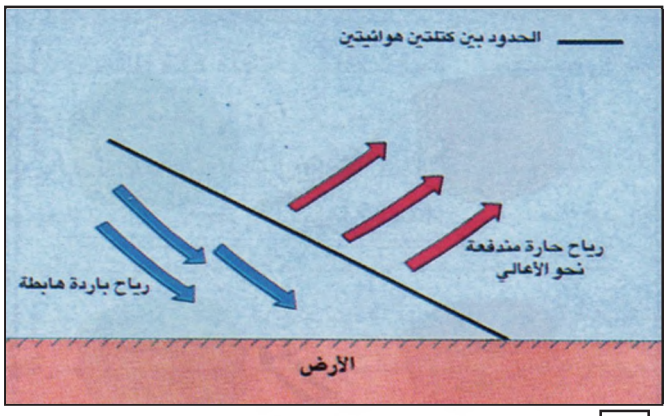
أما عندما يبرد الهواء في منطقة معينة فإنه يتقلص وترتفع كثافته وبالتالي يزيد وزنه، وتساعد زيادة وزن الهواء على هبوطه، فيتحرك من أعلى إلى أسفل محدثاً ارتفاعاً في الضغط الجوي في تلك المنطقة، فمثلاً، خلال فصل الشتاء يتسبب البرد القارس الذي يسود منطقة سيبيريا في نشوء مركز من الضغط المرتفع فوقها، وعندما يسود الدفء صيفاً في هذه المنطقة، يحل مركز من الضغط المنخفض مكان الضغط المرتفع الذي كان سائداً خلال فصل الشتاء.



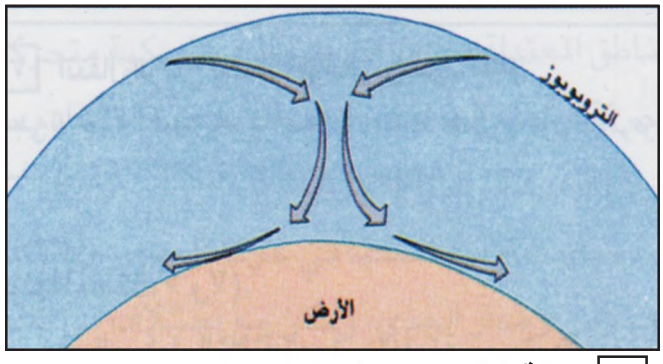
١ حركة الصعود الحراري للهواء

- مراكز الضغط الديناميكية: تنشأ عندما يرتفع الهواء أو يهبط من جراء تدخل قوة معينة: فمثلاً، عندما تصطدم الرياح القطبية الباردة بالرياح المدارية الحارة في المنطقة المعتدلة تدفع الرياح الباردة الرياح الحارة نحو الأعلى وتحل محلها (مستند٢)، فتنشأ من جراء ذلك مراكز من الضغط المنخفض في تلك المنطقة، كما أن التقاء الرياح التجارية العكسية بالرياح الغربية السريعة في أعلى طبقة التروبوسفير، يجبر الهواء على الهبوط نحو المناطق الواقعة حول المدارين، فتنشأ من جراء ذلك مراكز من الضغط المرتفع في هذه المناطق (مستند ٣).

ب- مراكز الضغط الجوي متحركة وليست ثابتة: يمكن للضغط الجوي أن يكون مرتفعاً هنا ومنخفضاً هناك. وبعد وقت قصير قد ينخفض حيث كان مرتفعاً ويرتفع حيث كان



٢ حركة الصعود الديناميكي للهواء

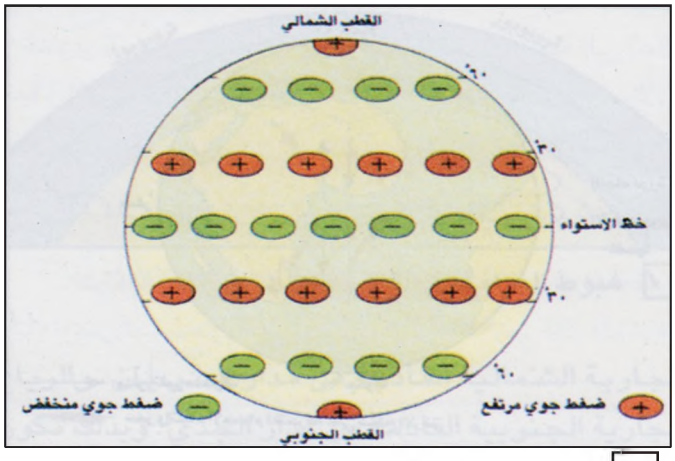


٣ حركة الهبوط الديناميكي للهواء

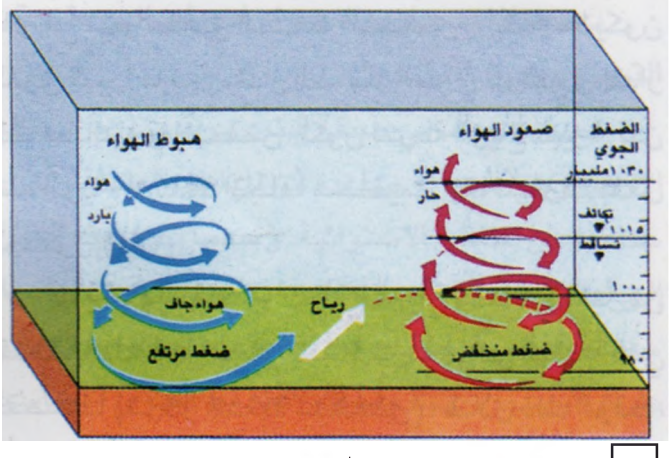
منخفضاً، ولكن إذا أخذنا متوسطات الضغط الجوي فوق كامل مناطق سطح الأرض، وعلى فترة زمنية طويلة، يتبين لنا أن هنالك مراكز ضغط جوي حاضرة دائماً فوق مناطق محددة من سطح الأرض، وهذه المراكز الدائمة من الضغط الجوي، والتي تسمى مراكز الضغط الجوي الأساسية، تتوزع على سطح الأرض بشكل أحزمة عريضة متباعدة وموازية لدوائر العرض، وذلك وفقاً للترتيب التالي (مستند ٤):

- حزام من الضغط الجوي المنخفض فوق خط الاستواء.
- حزامان من الضغط الجوي المرتفع فوق المدارين الشمالي والجنوبي.
- حزامان من الضغط الجوي المنخفض نسبياً فوق دائرتي العرض ٦٠° في الشمال والجنوب (المنطقتان المعتدلتان).
- منطقتان من الضغط الجوي المرتفع فوق القطبين الشمالي والجنوبي.

إن أحزمة الضغط الجوي الأساسية ليست ثابتة في أماكنها على مدار السنة، بل هي متحركة، تزحف إلى الشمال أو إلى الجنوب من مواقعها الأساسية مع تبدل فصول السنة.



٤ مراكز الضغط الجوي الأساسية



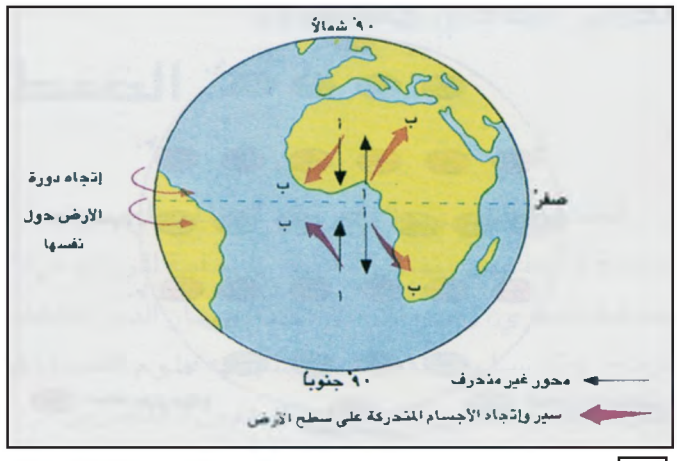
٥ حركات صعود وهبوط الهواء ونشوء الرياح

- كيف تتجه الرياح على سطح الأرض؟

ثانياً: آلية الدورة العامة للرياح

تلعب مراكز الضغط الجوي الأساسية دوراً رئيسياً في تشكيل الدورة العامة للرياح وفي آلية تحركها. وتخضع هذه الآلية لتأثير عوامل عديدة أهمها:

- **فروق مقدار الضغط الجوي:** تؤدي حركة هبوط الهواء في مناطق الضغط المرتفع إلى حدوث تراكم للهواء في تلك المناطق (مستند ٥)، كما تؤدي حركة صعود الهواء من مناطق الضغط الجوي المنخفض إلى حدوث نقص في هواء تلك المناطق، لذلك فإن الهواء المتراكم في مناطق الضغط الجوي المرتفع يتجه نحو مناطق الضغط الجوي المنخفض، ليعوض نقص الهواء في هذه المناطق، من هنا فإن الهواء يتحرك دائماً من مناطق الضغط الجوي المرتفع نحو مناطق الضغط المنخفض، وبقدر ما يكون الفرق كبيراً ما بين مقدار الضغط الجوي المرتفع ومقدار الضغط الجوي المنخفض، تكون سرعة الرياح كبيرة، لكن هذه الرياح لا تأخذ اتجاهاً مستقيماً، إنما تنحرف بفعل قوة كوروليس.



٦ انحراف واجهة الرياح بحسب قوة كوريوليس

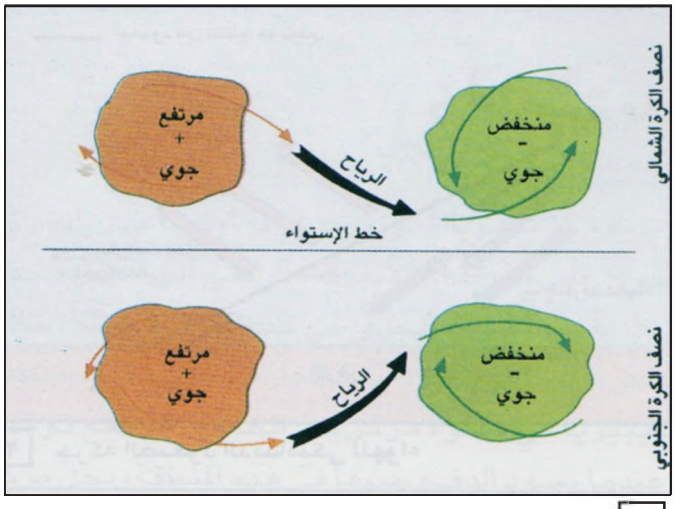
- قوة كوريوليس: تحتاج الرياح وقتاً كي تعبر من منطقة انطلاقها (مركز ضغط مرتفع) إلى النقطة التي تقصدها (مركز ضغط منخفض) خلال ذلك الوقت، والأرض في حالة دوران حول نفسها من الغرب إلى الشرق، لذلك فإن هذه الرياح تنحرف عن الاتجاه الذي كانت تقصده أساساً إلى جهة يمينها في نصف الكرة الشمالي وإلى جهة يسارها في نصف الكرة الجنوبي (مستند ٦).

- قوانين بويس – بالّلو: هي قوانين تقوم على المزج بين العاملين السابقين: ففي نصف الكرة الشمالي يدور الهواء حول المرتفعات الجوية بنفس اتجاه دوران عقارب الساعة، ويدور حول المنخفضات الجوية بعكس اتجاه عقارب الساعة وبالتالي تترك الرياح خلال تحركها المرتفعات الجوية على يمينها والمنخفضات الجوية على يسارها، أما في نصف الكرة الجنوبي فيحدث العكس: إذ أن الهواء يدور حول المرتفعات الجوية بعكس دوران عقارب الساعة، ويدور حول المنخفضات الجوية بنفس اتجاه دوران عقارب الساعة، وبالتالي تترك الرياح المرتفعات الجوية عن يسارها والمنخفضات الجوية عن يمينها (مستند ٥ و٧).

هذه العوامل الثلاثة تعمل متزامنة ومجتمعة، وتنتج عن فعلها وتأثيرها الرياح الدائمة على سطح الأرض:

أ- الرياح الدائمة على سطح الأرض (مستند ٨)

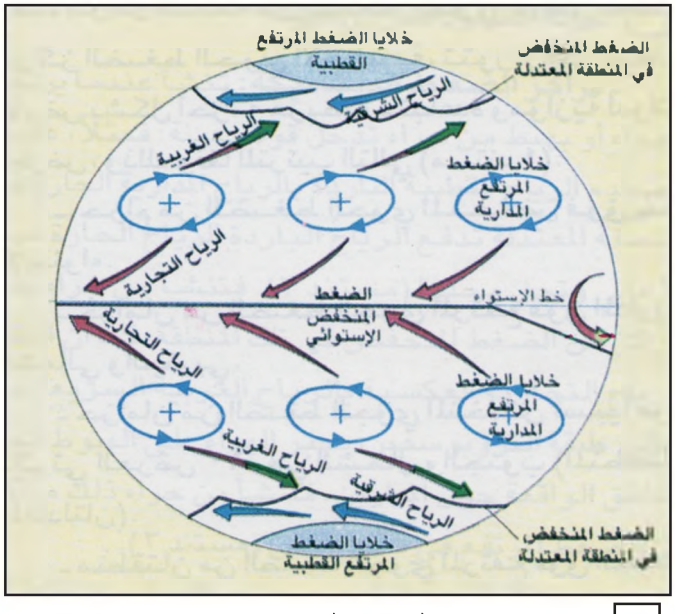
• بسبب البرودة الشديدة في منطقة القطبين يهبط الهواء ويتراكم مشكلاً بذلك منطقة من الضغط الحراري المرتفع، وتنطلق من القطب في نصف الكرة الشمالي رياح شرقية



٧ انتقال الرياح بحسب قوانين بويس - بالّلو

• على اي جهة من مسار الرياح يقع مركز الضغط الجوي المرتفع ومركز الضغط الجوي المنخفض في كل من نصفي الكرة الأرضية

(قطبية) باردة باتجاه المنطقة المعتدلة حيث الضغط الجوي منخفض، كما تنطلق باتجاه هذه المنطقة أيضاً رياح غربية حارة قادمة من مراكز الضغط المرتفع فوق مدار السرطان، تصطدم الرياح الشرقية الباردة بالرياح الغربية الحارة في المنطقة المعتدلة (حوالي دائرة العرض ٦٠° شمالاً) فينجم عن هذا التصادم حدوث أعاصير شديدة تدفع بالهواء صعوداً نحو أعلى طبقة التروبوسفير، وبقدر ما تكون الفروق الحرارية مرتفعة بين الرياح الشرقية والرياح الغربية، تكون حدة هذه الأعاصير قوية، من هنا فإن مراكز



٨ الرياح السطحية الدائمة

• سم الرياح الرئيسية في نصف الكرة الشمالي وحدد اتجاه كل منها بالنسبة لمراكز الضغط الجوي.

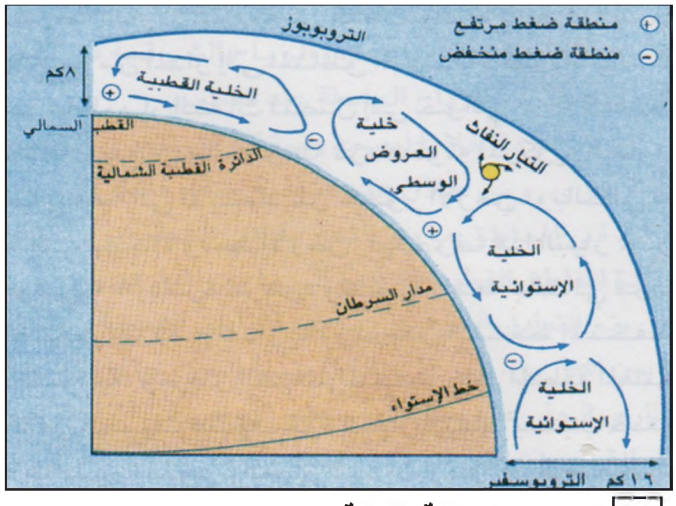
الضغط المنخفض في المناطق المعتدلة هي مراكز ضغط ديناميكية متحركة، وحركة ارتفاع الهواء هناك تنجم عن قوة التصادم بين الرياح الشرقية والرياح الغربية.

وتحدث الآلية نفسها في حركة الرياح بين القطب الجنوبي ومدار الجدي، ولكن مع اختلاف في اتجاه الرياح.

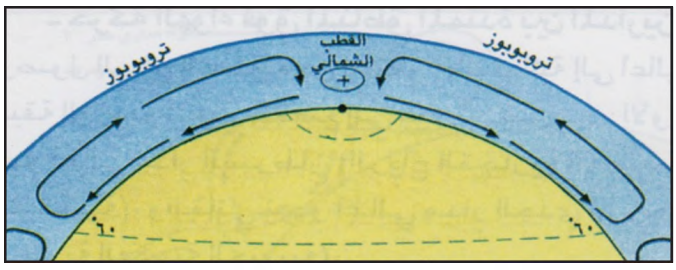
• تصل إلى مراكز الضغط الجوي المنخفض في المناطق الاستوائية رياح شرقية (رياح تجارية) قادمة من مراكز الضغط الجوي المرتفع عند المدارين، وعند وصول هذه الرياح إلى المناطق الاستوائية، حيث الحرارة مرتفعة، تزداد سخونة الهواء وتقل كثافته، وبالتالي يرتفع إلى أعالي طبقة التروبوسفير، ومما يساعد على ارتفاع الهواء في تلك المناطق أيضاً، التصادم الذي يحصل بين الرياح التجارية الشمالية القادمة من مدار السرطان، والرياح التجارية الجنوبية القادمة من مدار الجدي، وبذلك تكون مراكز الضغط الجوي المنخفض في المناطق الاستوائية مراكز ضغط منخفض حرارية وديناميكية في آن واحد.

ب- ماذا يحل بالهواء في أعلى طبقة التروبوسفير؟ (مستند ٩)

تصل إلى أعلى طبقة التروبوسفير من سطح الأرض رياح عمودية صاعدة في المناطق المعتدلة وأخرى صاعدة من المناطق الاستوائية، وعندما تصل هذه الرياح إلى أعلى طبقة التروبوسفير، يتحرك كل منها باتجاه مختلف، وتحرك الرياح هذا في الأعلى يجعلها تتحكم بشكل أو بآخر، بموقع مراكز الضغط الجوي الأساسية على سطح الأرض، وبالتالي بالدورة العامة للرياح على الأرض:



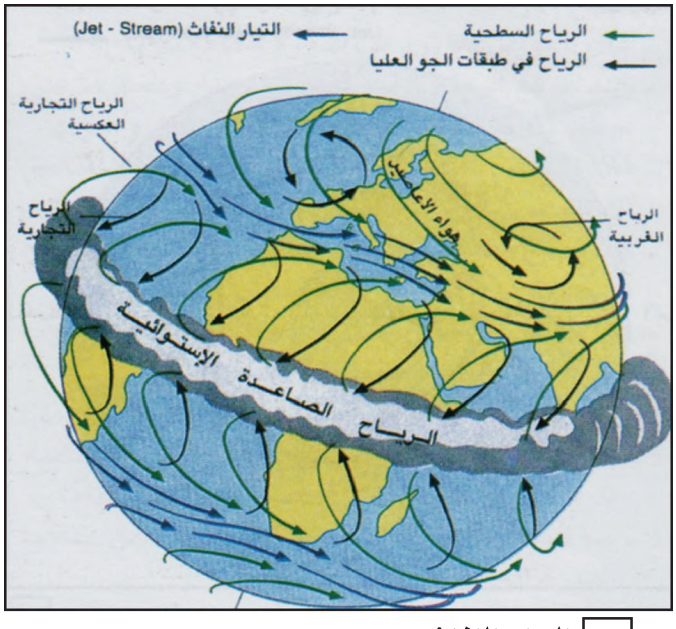
٩ الدورة الهوائية العامة



١٠ هبوط الهواء فوق القطب الشمالي

- حركة الهواء فوق المناطق الممتدة بين المدارين: بوصول الرياح الصاعدة من المناطق الاستوائية إلى أعلى طبقة التروبوسفير تنقسم إلى تيارين شرقيين: الأول نحو أعلى مدار السرطان (الرياح التجارية العكسية الشمالية)، والثاني نحو أعلى مدار الجدي (الرياح التجارية العكسية الجنوبية).

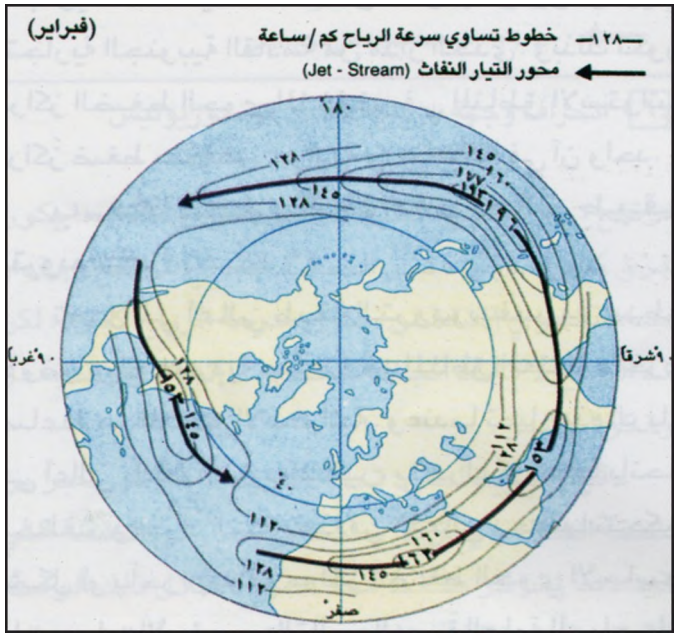
- حركة الهواء فوق المناطق الممتدة بين القطبين والمدارين: بوصول هواء الأعاصير من مراكز الضغط المنخفض في المنطقة المعتدلة إلى أعلى طبقة التروبوسفير، ينقسم إلى تيارين أفقيين: التيار الأول يتوجه نحو أعلى القطب حيث يلتقي مع التيار المعاكس له، فيهبط فوق نقطة القطب ليسد نقص الهواء الناجم عن هبوب الرياح الشرقية السطحية باتجاه المناطق المعتدلة (مستند ١٠) أما التيار الثاني فيتوجه نحو أعلى مدار السرطان في نصف الكرة الشمالي، ونحو أعلى مدار الجدي في نصف الكرة الجنوبي، حيث يلتقي بالرياح التجارية العكسية، وإذ ذاك يتراكم الهواء ويتشكل تيار هوائي سريع يعرف بالتيار



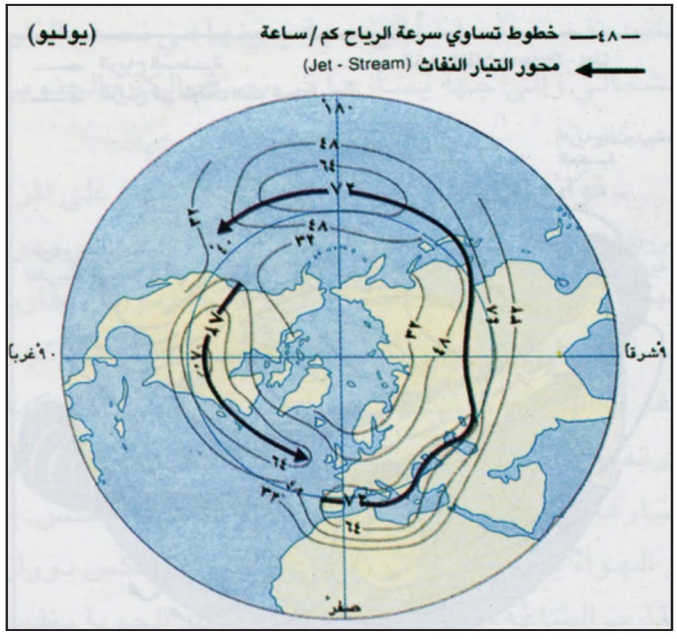
١١ التيار النفاث (Jet Stream)

النفاث (Jet Stream) (مستند ١١) يهبط جزء من هذا التيار نحو سطح الأرض فوق المناطق الواقعة على المدارين وفي محيطهما ليسد نقص الهواء الناجم عن هبوب الرياح التجارية السطحية باتجاه الاستواء.

- التيار النفاث وانحراف مواقع الدورة العامة للرياح:
منذ الحرب العالمية الثانية لاحظ الطيارون في المنطقة العليا من طبقة التروبوسفير، وجود تيار هوائي سريع جداً (أكثر من ٢٥٠كلم/سا)، يتجه بشكل دائري من الغرب إلى



١٢ التيار النفاث شتاء



١٣ التيار النفاث صيفاً

● حدد موقع التيار النفاث في كل من فصلي الصيف والشتاء.

الشرق فوق المنطقة الممتدة بين دائرتي العرض ٣٠° و٤٥° في كل من نصفي الكرة الأرضية.

يتغذى هذا التيار المعروف بالتيار النفاث من هواء الأعاصير القادم من المناطق المعتدلة.

وترتبط سرعته بسرعة تغذيته من هواء الأعاصير، فكلما زادت حدة هذه الأعاصير كلما زادت سرعة هذا التيار، والعكس صحيح فخلال فصل الشتاء تشتد قوة الأعاصير، بسبب الفروق الحرارية الكبيرة بين الرياح الشرقية الباردة القادمة من القطب والرياح الغربية الحارة القادمة من المدار إلى المناطق المعتدلة، فتزداد بالتالي سرعة التيار النفاث لتصل إلى حوالى ٥٠٠كلم/سا أحياناً، ومع ازدياد سرعته تزداد قوته المركزية الطاردة، مما يدفعه إلى الابتعاد عن محور الأرض وبالتالي عن القطب، باتجاه وسط الأرض، فينحرف هذا التيار جنوباً حوالي ١٥ دائرة عرض، وتنحرف معه بالتالي مراكز الضغط المرتفع المدارية، ومراكز الضغط المنخفض الاستوائية، ومراكز الضغط المنخفض عند المنطقة المعتدلة، أما في الصيف فتخف قوة التيار النفاث بسبب ضعف الأعاصير فيعود التيار النفاث ومراكز الضغط إلى الانحراف شمالاً (مستند ١٢ و١٣).

لذلك نلاحظ أن مجمل الدورة العامة للرياح تنحرف شتاءً نحو الجنوب وصيفاً نحو الشمال.

ج- الدورة العامة للرياح: دورة خلوية؟

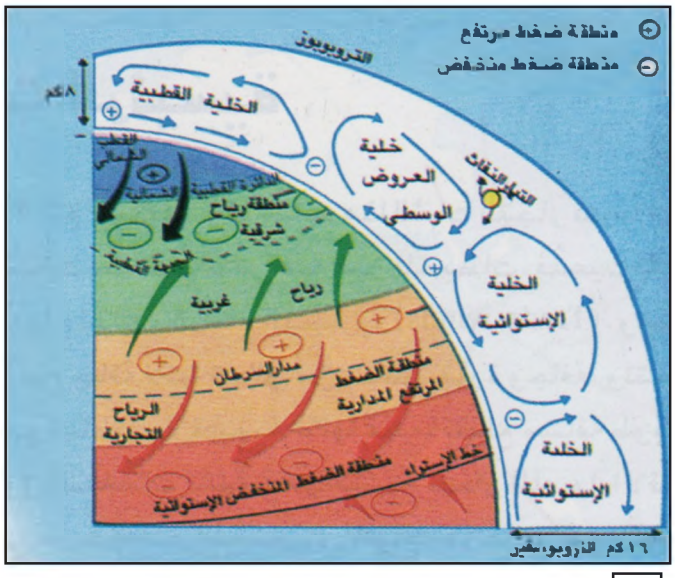
نلاحظ من خلال ما سبق أن الدورة العامة للرياح للأرض هي دورة خلوية، تتضمن ثلاث خلايا رئيسية (مستند ١٤):

- **الخلية الاستوائية:** تشمل الرياح التجارية العكسية، والرياح الهابطة المدارية، والرياح التجارية، والرياح الصاعدة الاستوائية.

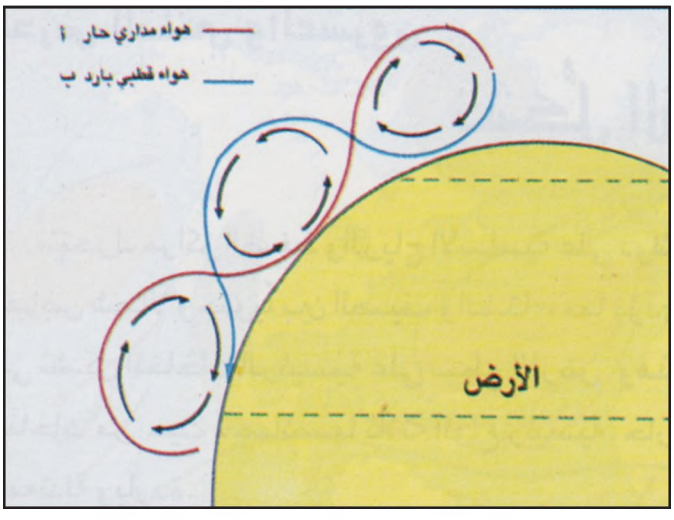
- **خلية العروض الوسطى:** تشمل التيار النفاث والرياح الهابطة المدارية، والرياح الشرقية السطحية، ورياح الأعاصير الصاعدة.

- **الخلية القطبية:** تشمل الرياح القطبية (الغربية)، ورياح الأعاصير الصاعدة، والرياح الشرقية في أعلى التروبوسفير، والرياح الهابطة عند القطب.

رياح هذه الخلايا ليست مستقلة بل تتغذى الواحدة من



١٤ الخلايا الرئيسية للدورة الهوائية العامة



١٥ التبادل الحراري بين المناطق المختلفة

● حدّد مسار انتقال الحرارة من المناطق الأستوائية نحو المناطق القطبية

الأخرى، ومن خلال هذه التغذية ينتقل فائض الحرارة الزائد فى المناطق ما بين المدارين إلى القطبين، وتنتقل برودة المناطق القطبية الزائدة إلى ما بين المدارين.

يتم التبادل الحراري ما بين المناطق القطبية ومناطق ما بين المدارين، عبر المنطقة المعتدلة التي يجتازها الهواء المداري الحار على مستوى سطح الأرض في أثناء توجهه إلى القطبين، وفي الوقت نفسه يجتازها الهواء البارد القطبي في الأعلى متوجهاً إلى منطقة ما بين المدارين (مستند ١٥).

إن هذا التبادل الحراري، الذي يتم عن طريق الدورة العامة للرياح، هو الذي يجعل حرارة مناطق سطح الأرض المختلفة ثابتة، ولولاه تتدنى حرارة المناطق القطبية أكثر فأكثر، وترتفع درجة حرارة المناطق ما بين المدارين أكثر فأكثر كذلك.

أسئلة :

١ـ عرف ما يلي: الضغط الجوي، مراكز الضغط الديناميكي، الضغط الجوي الحراري، الرياح الدائمة، الدورة الهوائية العامة.

٢ـ كيف ينشأ الضغط الجوي المرتفع والضغط الجوي المنخفض.

٣ـ حدد مواقع المراكز الدائمة للضغط الجوي على خريطة العالم الطبيعية.

٤ـ بيّن العوامل المؤثرة في الدورة العامة للرياح.

٥ـ حدد موقع الرياح السطحية الرئيسية ومسارها على سطح الأرض، ذاكراً مكان انطلاقها ومكان وصولها.

٦ـ لماذا تتصف مراكز الضغط الجوي في المناطق الاستوائية بأنها حرارية وديناميكية في آن واحد؟.

٧ـ بم تفسر انحراف مجمل خلايا الدورة العامة للرياح نحو الشمال صيفاً ونحو الجنوب شتاءً.

٨ـ ما الرياح التي تتألف منها كل خلية من خلايا الدورة العامة للرياح؟

تشكل المناخات الرئيسية

تتحرك مراكز الضغط والرياح الأساسية على دوائر العرض شمالاً وجنوباً بين الصيف والشتاء، مما يؤدي إلى تشكل المناخات الرئيسية على سطح الأرض، وهذه المناخات من حيث خصائصها ثلاثة أنواع رئيسية: حارة ومعتدلة وباردة.

أولاً: الدورة العامة للرياح في المناطق الواقعة بين المدارين (مستند ٢ و٣)

تشمل الدورة العامة للرياح في المناطق الحارة الواقعة بين المدارين في كل من نصفي الكرة الأرضية.

١ـ أحزمة الضغط المرتفع المدارية

تسود هذه الأحزمة في المناطق الواقعة إجمالاً بين دائرتي العرض ٢٥° و٤٠° درجة شمالاً وجنوباً، في هذه المناطق يتراكم الهواء الهابط من أعالي التروبوسفير، ثم يتجه نحو المناطق الاستوائية من جهة، ونحو المناطق المعتدلة من جهة ثانية.

ينجم عن حركة هبوط الهواء في هذه المناطق غياب الرياح الأفقية، وبالتالي سيادة الركود، كما ينجم عنها أيضاً أرتفاع حرارة الهواء الهابط بدرجة كبيرة ويتميز هذا الهواء الهابط بجفافه لأنه يكون قد أفرغ حمولته المائية فوق المناطق الاستوائية والمعتدلة قبل بلوغه أعالي التروبوسفير، لهذا نلاحظ انتشار عدد من الصحاري في المناطق المدارية، كصحاري الوطن العربي، وصحراء استراليا وصحراء كلهاري في أفريقيا وغيرها (مستند ١).

ومنطقة الضغط المرتفع المدارية ليست متماسكة، فهي تتألف من سلسلة من الخلايا المرتفعة الضغط يفصل بينها مساحات أقل ضغطاً تسمى ممرات، وهذه الممرات تسمح للرياح الباردة القادمة من المناطق الباردة والمعتدلة بالتغلغل داخل المناطق المدارية الحارة.

٢ـ الرياح التجارية:

تتمثل في الرياح الشرقية التي تنطلق من خلايا الضغط المرتفع المدارية نحو المناطق الاستوائية، وهي تتميز بكونها ثابتة تقريباً في اتجاهها وسرعتها (حوالي ٢٠كلم/ساعة) وقد ساعد هذا الثبات التجار قديماً في رحلات سفنهم الشراعية عبر المحيطات، فدعيت تلك الرياح لذلك بالرياح التجارية (Trade Winds)، وهذه الرياح جافة لأنها تنطلق من مناطق حارة وجافة، وتتجه نحو مناطق حارة أيضاً، لكنها عندما تقطع مسافة طويلة فوق المسطحات المائية، فإنها تتشبع ببخار الماء وإذا لاقت في طريقها أحد التضاريس العالية فإنها ترتفع وتبرد وتسبب تساقط بعض الأمطار.

٣ـ أحزمة الضغط المنخفض الاستوائية

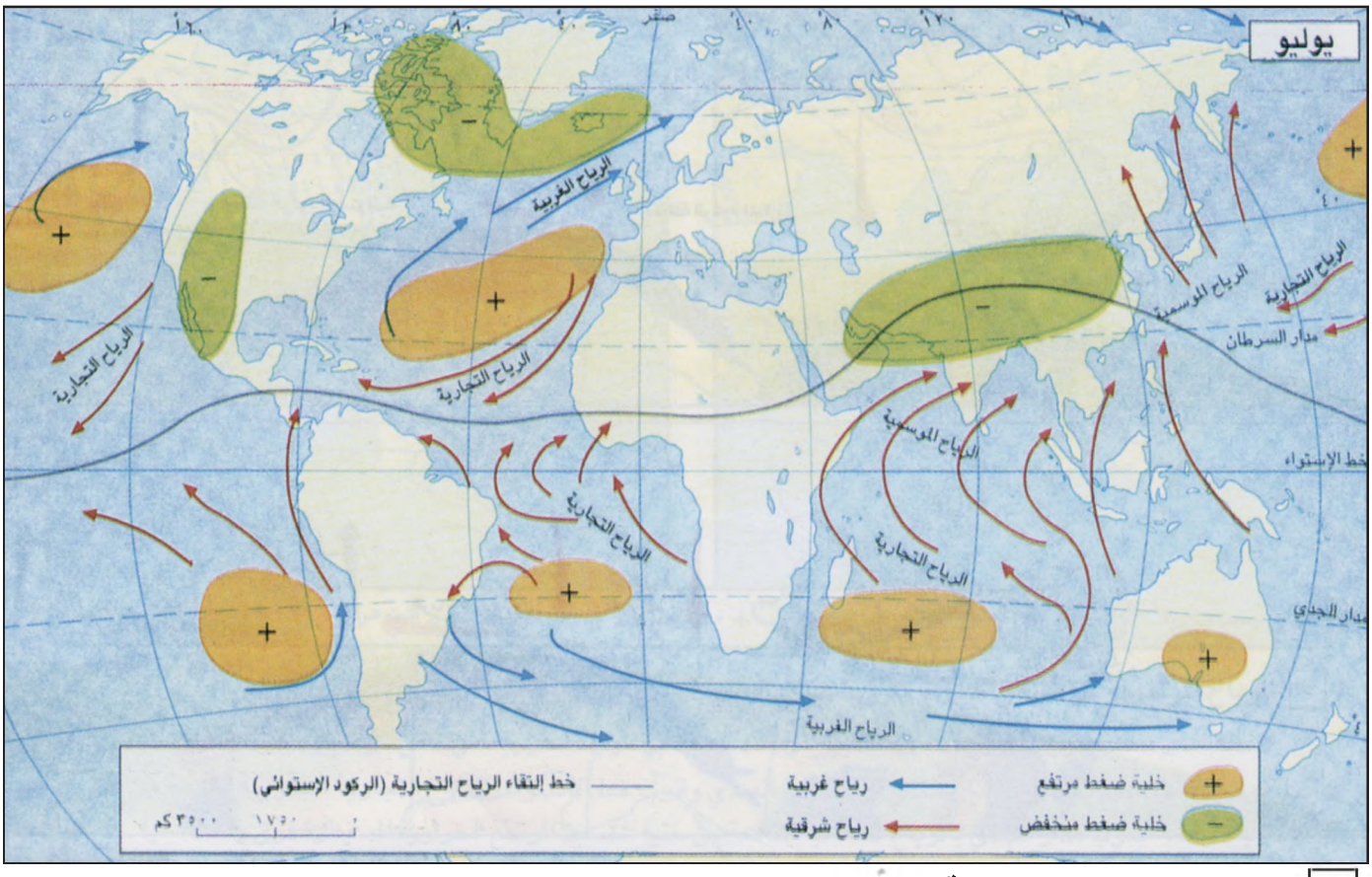
تسود هذه الأحزمة المناطق المحيطة بخط الاستواء،وهي تمتد بعرض يبلغ معدله حوالي ٥٠٠ كلم، في هذه المناطق تلتقي الرياح التجارية القادمة من نصفي الكرة الأرضية، وترتفع بفعل الحرارة المرتفعة من جهة، ومن جراء اصطدامها ببعضها من جهة ثانية، وبسبب حركة صعود الهواء يسود الركود هذه المناطق معظم أيام السنة. وإن مناطق الركود الاستوائية بعكس مناطق الركود المدارية، تشهد تساقط أمطار غزيرة على مدار أشهر السنة بسبب ارتفاع الهواء وتدنيّ حرارته إلى مستوى حرارة نقطة الندى.

١ منطقة الركود المدارية

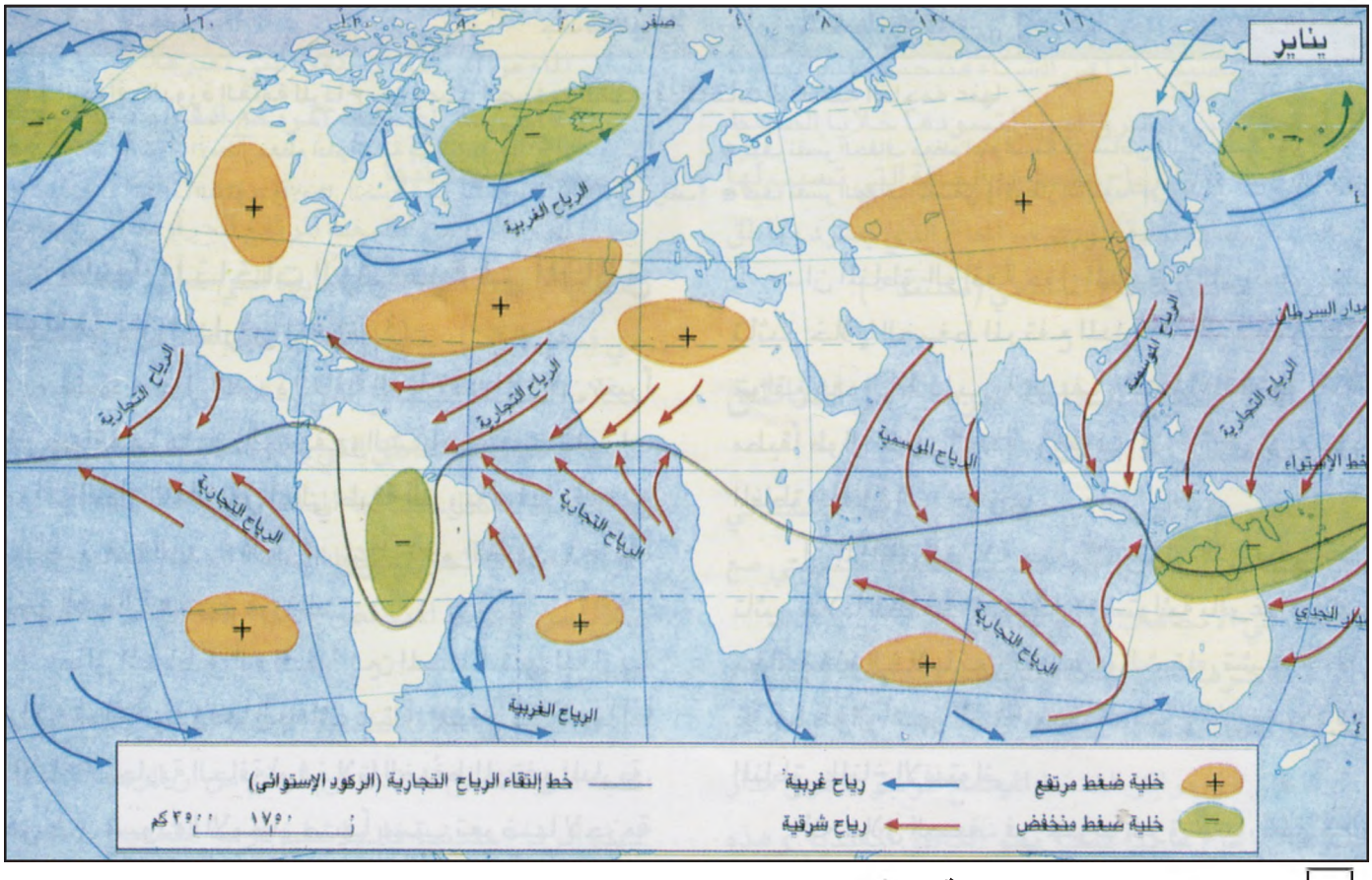
تغيب الحركة الأفقية للهواء تقريباً داخل خلايا الضغط المرتفع المدارية، فتغيب الرياح ويسود الركود كما أن حركة هبوط الهواء تجعله جافاً في المناطق التي تسودها تلك الخلايا لذلك تسود الصحاري الجافة في المناطق المجاورة لخط العرض ٣٥° شمالاً وجنوباً، حتى أن الأمطار تغيب عن المسطحات المائية في تلك المناطق.

وفي عصر السفن الشراعية، حين كانت السفن الأسبانية تنقل الخيول إلى المستعمرات الأميركية، كانت هذه السفن تراوح مكانها لعدة أسابيع فى منطقة الركود المدارية، فيستنزف مخزون المبحرين المائي مما يضطرهم إلى رمي الخيول في البحر، من هنا أطلق على منطقة الركود هذه اسم «عروض الخيل» (Horses Latituds)

المؤلفون

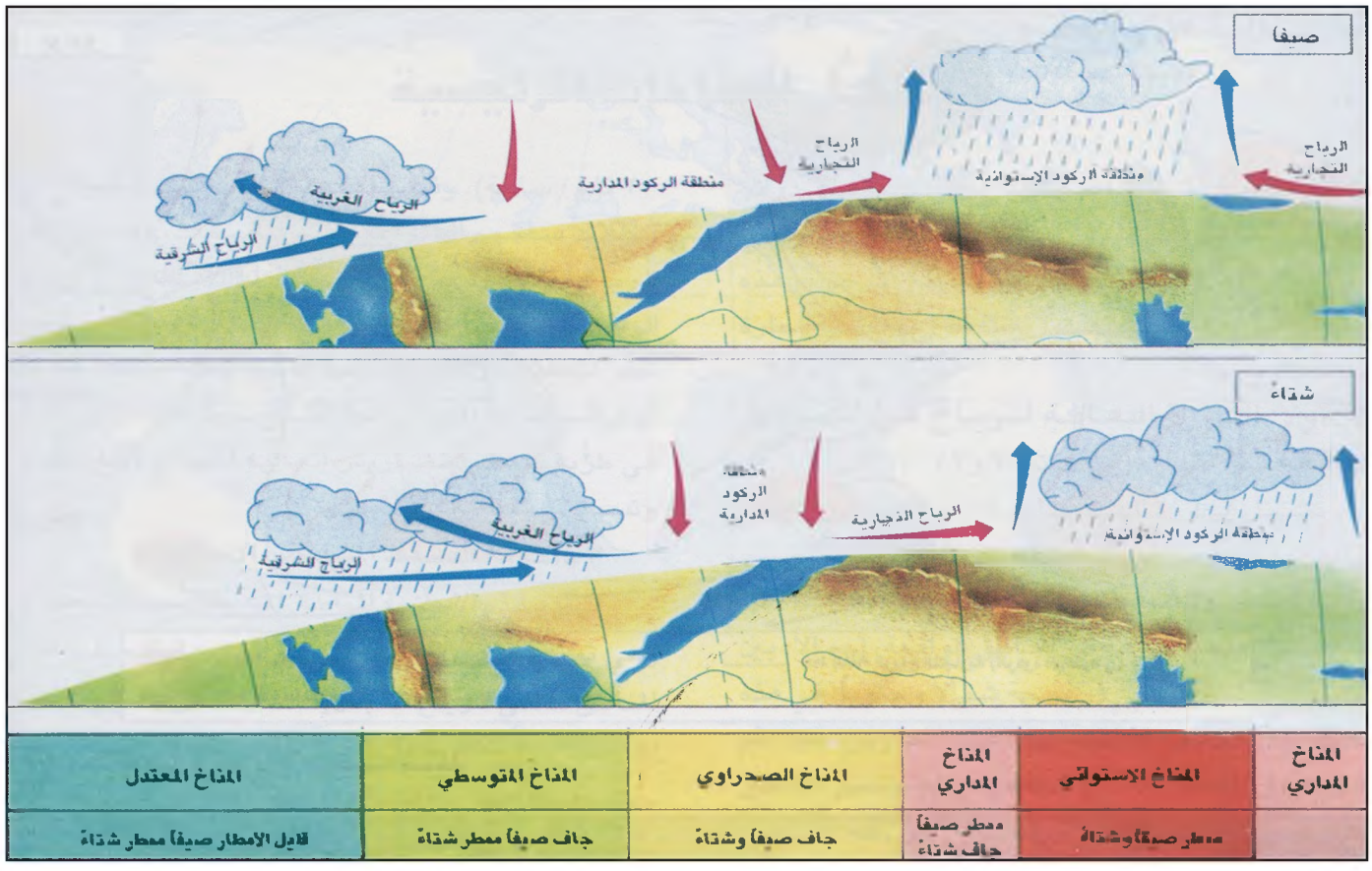


٢ خلايا الضغط والرياح الرئيسية صيفاً



٣ خلايا الضغط والرياح الرئيسية شتاءً

- كيف تختلف مواقع مراكز الضغط الجوي والرياح السطحية الدائمة بين الصيف والشتاء؟



٤ انحراف الدورة العامة للرياح بين فصلي الصيف والشتاء والمناخات الرئيسية الناجمة عنها

- كيف تفسر تساقط الأمطار معظم أيام السنة في مناطق المناخ الاستوائي؟
- كيف تفسر الجفاف معظم ايام السنة في مناطق المناخ الصحراوي؟
- كيف تفسر الجفاف الشتوي والأمطار الصيفية في مناطق المناخ المداري الرطب؟
- كيف تفسر الجفاف الصيفي والأمطار الشتوية في مناطق المناخ المتوسطي؟

ثانياً: المناخات الرئيسية في المناطق الواقعة بين المدارين (مستند ٤)

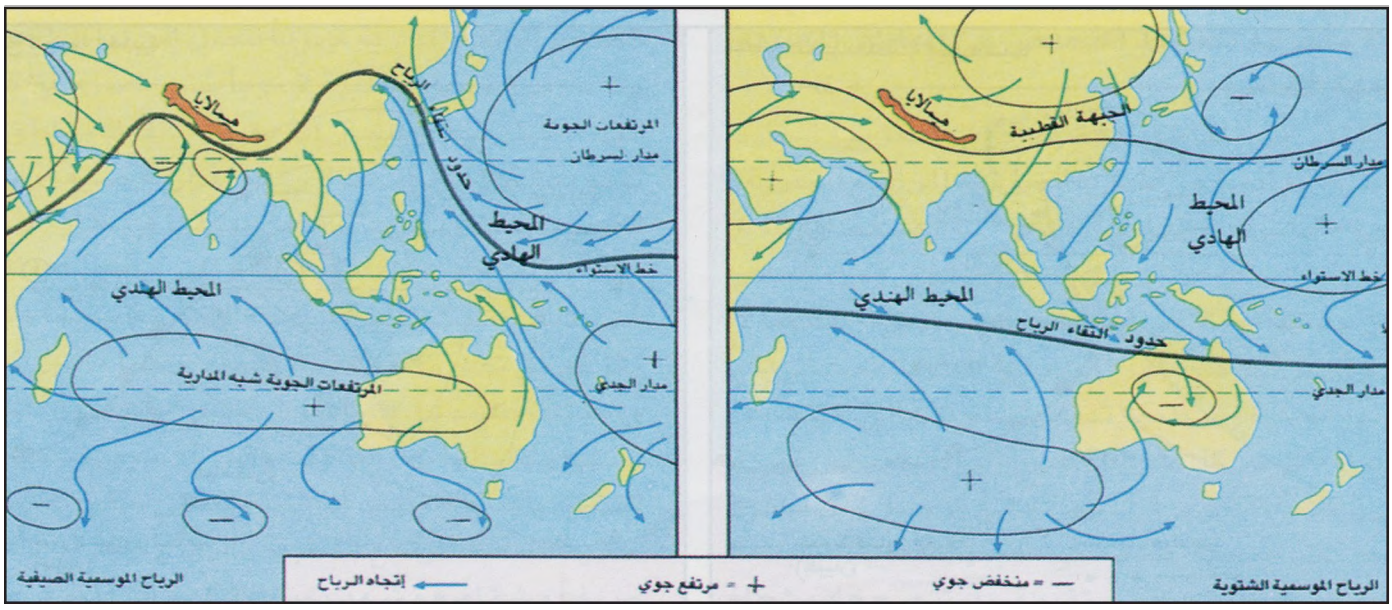
تشهد مجمل الدورة العامة للرياح بين المدارين تغيراً في مواقعها ما بين الصيف والشتاء، بسبب تغيرات مواقع التيار النفاث في أعالي طبقة التروبوسفير، فجميع عناصر هذه الدورة تنحرف شتاءً نحو الجنوب وصيفاً نحو الشمال، وينجم عن ذلك:

- أن المناطق الواقعة بين المنطقتين المدارية والاستوائية يسودها الجفاف شتاءً، بسبب تعرضها إما للرياح التجارية الجافة أو لخلايا الضغط المرتفع المدارية، في حين تسودها الأمطار صيفاً بسبب تعرضها لأحزمة الضغط المنخفض الاستوائية. ويعرف المناخ الذى يسود هذه المناطق بالمناخ المدارى الرطب.

- إن المناطق الواقعة حول المدارين، التي تبقى تحت تأثير خلايا الضغط المرتفع المدارية، بالرغم من تغير مواقع هذه الخلايا بين الصيف والشتاء، تعرف جفافاً مطبقاً طوال أشهر السنة، ويعرف المناخ الذي يسود هذه المناطق بالمناخ الصحراوي.

- إن المناطق الواقعة حول الاستواء، التي تبقى تحت تأثير خلايا الضغط المنخفض الاستوائية بالرغم من تغير مواقع هذه الخلايا بين الصيف والشتاء، تشهد أمطاراً غزيرة طوال أشهر السنة، ويعرف المناخ الذي يسود هذه المناطق بالمناخ الاستوائي.

- أنه خلال الصيف في جنوب شرق آسيا، تبلغ خلايا الضغط المنخفض الاستوائية أقصى امتدا لها، فتصل حتى جبال هيمالايا، لذلك تسود الأمطار الغزيرة هذه المناطق في الصيف، أما في الشتاء فتنحسر هذه الخلايا عن مناطق جنوب شرق آسيا لتسودها خلايا الضغط المرتفع المدارية والرياح التجارية الجافة التي تسبب لها في الشتاء جفافاً مطبقاً، ويعرف المناخ الذي يسود مناطق جنوب شرق آسيا بالمناخ الموسمي (مستند٥).



٢ **الرياح الموسمية في مناطق جنوب شرق آسيا**

● لماذا تعتبر مناطق المناخ الموسمي من أبرز المناطق التي تشهد تعادلاً في الموازنة الحرارية على سطح الأرض؟

في الشتاء، وفي مناطق جنوب شرق آسيا، تلتقي في المحيط الهندي وقرب خط الاستواء، الرياح التجارية الجنوبية القادمة من خلية الضغط المرتفع المدارية الواقعة جنوب مدار الجدي بالرياح الشمالية القادمة من خلية الضغط المرتفع الحرارية المسيطرة فوق وسط آسيا.

في الصيف، تحل خلية من الضغط المنخفض مكان خلية الضغط المرتفع الحرارية في وسط آسيا، اما الرياح التجارية الجنوبية فتبقى حاضرة لأنها تاتي من خلية الضغط المرتفع الثابتة فوق المحيط الهندي (جنوب مدار الجدي) تعبر الرياح التجارية الجنوبية خط الأستواء وتتجه نحو خلية الضغط المنخفض الآسيوية، وتكون هذه الرياح قوية ورطبة فتسبب سقوط أمطار غزيرة في الفترة الممتدة من أبريل حتى اكتوبر.

ثالثاً: الدورة العامة للرياح في المناطق المعتدلة والباردة (مستند ٢ و٣)

عناصر هذه الدورة في مناطق نصف الكرة الشمالي هي العناصر نفسها في نصف الكرة الجنوبي مع اختلاف في الاتجاهات، وهي تشمل:

١- أحزمة الضغط المرتفع المدارية والرياح الغربية المنطلقة منها

تنطلق من مراكز الضغط المرتفع الموجودة فوق مدار السرطان رياح غربية تتجه نحو المناطق المعتدلة، وهذه الرياح رطبة لأنها تتجه نحو مناطق أكثر برودة، مما يسهل عليها تغيير طبيعتها الجافة، والتشبع بسهولة ببخار الماء من المسطحات المائية التي تعبرها.

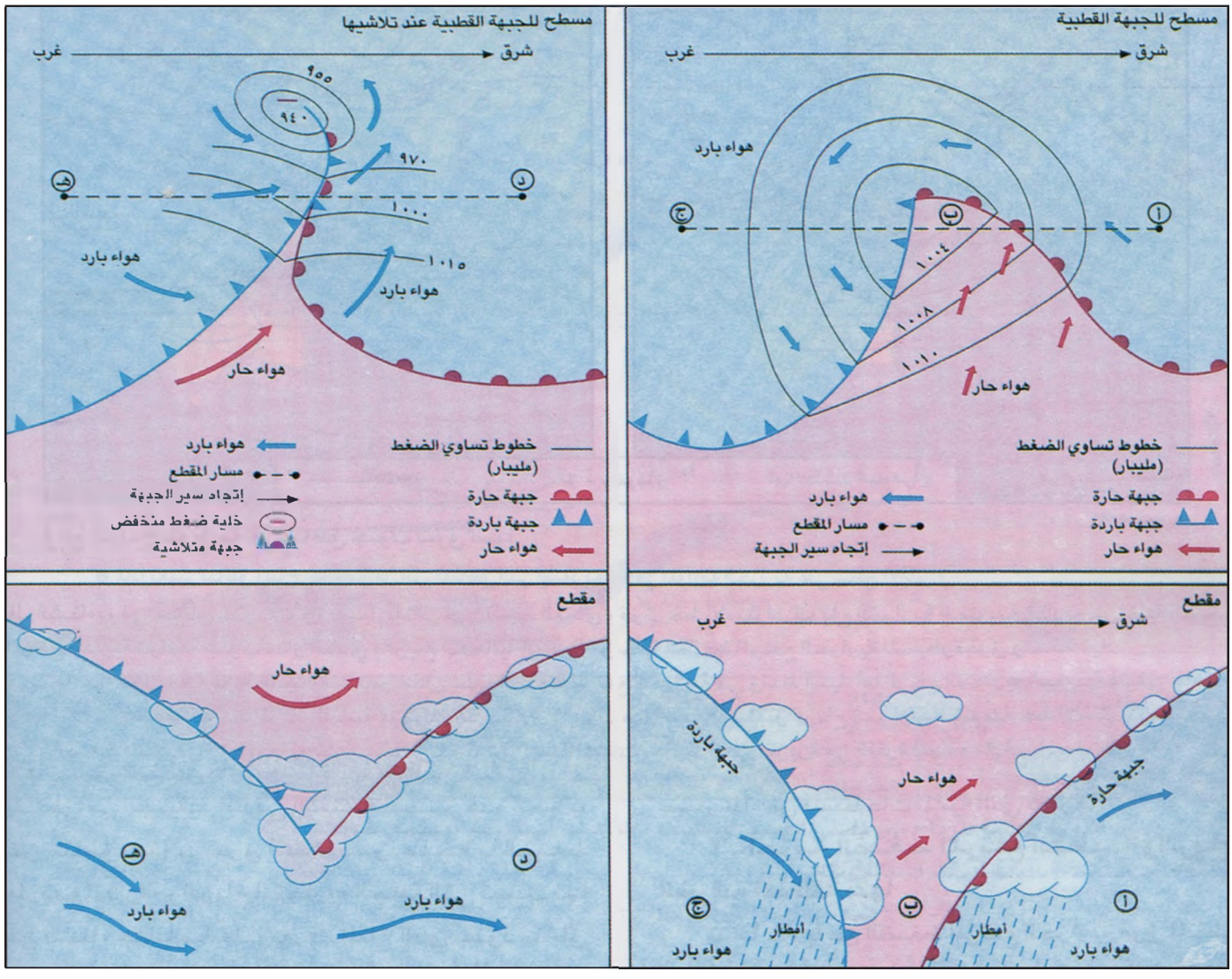
٢- أحزمة الضغط المرتفع القطبية والرياح الشرقية المنطلقة منها

تنشأ خلايا من الضغط المرتفع الحرارية فوق المناطق القطبية بسبب البرودة الشديدة التي تسود تلك المناطق. في فصل الشتاء تتصل خلايا الضغط المرتفع القطبية بخلايا الضغط المرتفع التي تنشأ في هذا الفصل فوق سيبيريا، فتتسع المناطق التي يسودها الضغط المرتفع، أما في الصيف فتقل مساحة المناطق التي يسودها الضغط المرتفع، بسبب تحول خلايا الضغط المرتفع السيبيرية إلى خلايا من الضغط المنخفض بفعل ارتفاع الحرارة في هذا الفصل.

تنطلق من خلايا الضغط المرتفع القطبية رياح شرقية تتجه نحو المناطق المعتدلة، وبالرغم من أن الرطوبة المطلقة لهذه الرياح متدنية فإنها تبلغ درجة التشبع بسهولة، بسبب البرودة الشديدة التي تسود المناطق التي تعبرها، وخصوصاً في فترات الليل.

٣- أحزمة الضغط المنخفض في المناطق المعتدلة والجبهة القطبية

تلتقي في المناطق المعتدلة الرياح الغربية الحارة والرطبة القادمة من خلايا الضغط المرتفع المدارية، بالرياح الشرقية القادمة من خلايا الضغط المرتفع القطبية، وبما أن هاتين



٦ الجبهة القطبية (مسطح ومقطع)

تنشأ أعاصير الجبهة القطبية من جراء اصطدام الرياح القطبية الباردة بالرياح الغربية الحارة القادمة من مراكز الضغط المرتفع المدارية .وتسمى الواجهة التي تفصل بين هاتين الريحين الجبهة القطبية. وعلى طول هذه الجبهة تدفع الرياحُ القطبية بالرياح الغربية نحو الأعلى، مكونة مركزاً من الضغط المنخفض يدور حوله الهواء بعكس عقارب الساعة.

ومن جراء عملية الدفع هذه تتخذ الجبهة شكل تموجات تسير من الغرب باتجاه الشرق، وتشمل كل موجة الأجزاء التالية:

- الجزء (أ) يشمل الرياح القطبية من الجهة الغربية من الموجة. وهذه الرياح تضغط على الرياح الغربية.

- الجزء (ب) يشمل الرياح الغربية في وسط الموجة. وهذه الرياح تتلقى ضغط الرياح القطبية.

- الجزء (ج) يشمل الرياح القطبية في الجهة الشرقية من الموجة. وهذه الرياح تتلقى ضغط الرياح الغربية.

- الجبهة الباردة تشمل الواجهة التي تفصل بين الجزء (أ) والجزء (ب).

- الجبهة الحارة تشمل الواجهة التي تفصل بين الجزء (ب) والجزء (ج).

يرافق مرور الجبهة القطبية غيوم وأمطار غزيرة وعندما تنتهي الرياح القطبية من دفع مجمل الرياح الغربية الحارة نحو الأعلى تلتقي الجبهة الباردة بالجبهة الحارة وتتلاشى الموجة، فيطيب الطقس بانتظار قدوم موجات أخرى. وهكذا دواليك

- **حدد حالات الطقس التي يمكن ان تشهدها منطقة تقع شرقي الجبهة القطبية خلال مرور هذه الجبهة فوقها وبعده.**

الريحين قادمتان من مصادر تكوين مختلفة، وبالتالي لهما خصائص مختلفة، فإنهما لا تمتزجان بل تنزلق الرياح الشرقية الباردة تحت الرياح الغربية الحارة والرطبة وتدفعها نحو الأعلى، فيتشكل من جراء ذلك حركة حلزونية للهواء يرافقها أمطار غزيرة تسمى الأعاصير، والواجهة التي تفصل بين هاتين الريحين عند اصطدامهما تسمى الجبهة القطبية»، وليست الجبهة القطبية واجهة مستقيمة، بل تتعرج على شكل تموجات تسير من الغرب باتجاه الشرق، تتلاشى الجبهة القطبية عندما تنتهي الرياح الشرقية الباردة من دفع الرياح الغربية الحارة نحو الأعلى وتحل مكانها في مناطق الاصطدام، فتسود البرودة والصحو في هذه المناطق بانتظار تشكل تموجات جبهة جديدة (مستند ٦).

تشتد حدة الأعاصير في المناطق المعتدلة شتاءً بسبب الفروق الحرارية الكبيرة بين الرياح الشرقية والرياح الغربية، أما في الصيف فتخف حدة هذه الأعاصير كثيراً، بسبب تدني الفروق الحرارية بين هاتين الريحين من جهة، وبسبب تدني مساحة وقيمة خلايا الضغط المرتفع القطبية من جهة ثانية، وتجدر الإشارة إلى أن الجبهة القطبية هي المسؤولة عن الأمطار الشتوية التي تتعرض لها مناطق الولايات المتحدة الأمريكية وكندا وأوروبا وحوض البحر المتوسط والمناطق الوسطى والشمالية من شبه الجزيرة العربية ومناطق وسط آسيا.

رابعاً: المناخات الرئيسية فى المناطق المعتدلة والباردة

تنحرف جميع عناصر الدورة العامة للرياح في المناطق المعتدلة والباردة، كما هو الحال بالنسبة للدورة العامة للرياح بين المدارين، نحو الشمال صيفاً ونحو الجنوب شتاءً.

ففي الصيف تنحرف خلايا الضغط المرتفع المدارية شمالاً لتصل حتى مستوى دائرة العرض ٥٠° شمالاً، كذلك تنحرف شمالاً الجبهة القطبية لتصل إلى مستوى دائرة العرض ٦٠° شمالاً، أما في الشتاء فتنحرف خلايا الضغط المرتفع المدارية جنوباً لتصل إلى أواسط أفريقيا، وتنحرف الجبهة القطبية جنوباً حتى تصل إلى حوض البحر المتوسط وشمال أفريقيا، لذلك فالمناطق التي تسودها خلايا الضغط المرتفع المدارية صيفاً والجبهة القطبية شتاءً تشهد جفافاً صيفياً وأمطاراً شتوية. ويعرف مناخ هذه المناطق بالمناخ المتوسطي، أما المناطق التي تبقى تحت تأثير الجبهة القطبية صيفاً وشتاءً، بالرغم من تغير مواقع هذه الجبهة وحدتها ما بين الصيف والشتاء، فتشهد أمطاراً طوال أشهر السنة، وإن اختلفت حدتها وكمياتها بين الصيف والشتاء، ويعرف مناخ هذه المناطق بالمناخ المعتدل، أما المناطق التي تبقى تحت تأثير خلايا الضغط المرتفع القطبية والرياح الشرقية الباردة، صيفاً وشتاءً، فتشهد تساقط كميات قليلة جداً من الأمطار، حتى أن البعض يطلق على هذه المناطق تسمية الصحاري القطبية، ويعرف المناخ الذى يسود هذه المناطق بالمناخ البارد القطبي.

أسئلة:

١- صف حركة الهواء في المناطق التي تنتشر فيها أحزمة الضغط المرتفع المدارية.

٢- كيف تتمكن الرياح الباردة القادمة من المناطق المعتدلة والباردة من الوصول إلى المناطق المدارية؟.

٣- من أين تنطلق الرياح التجارية؟ وإلى أين تتجه؟ ولماذا سميت بهذا الاسم؟

٤- بالرجوع إلى المستند ٢ و٣، حدد مناطق انطلاق الرياح التجارية واتجاهها.

٥- بين الميزات الرئيسة للمناخات الواقعة بين المدارين، واشرح أسبابها.

٦- قارن بين الرياح الموسمية والرياح الغربية.

٧- كيف تتكون الجبهة القطبية وكيف تتلاشى؟ وما المناطق التي تعبرها؟

٨- اذكر انواع المناخات الرئيسية في المناطق المعتدلة والباردة.

الأقاليم المناخية الحارة والرطبة

تشمل الأقاليم المناخية الحارة الرطبة منطقتين طبيعيتين تتميزان بارتفاع دائم لمعدلات الحرارة والرطوبة، هما: المنطقة الاستوائية والمنطقة المدارية الرطبة، تقع الأولى عند خط الاستواء وعلى جانبيه الجنوبي والشمالي، وتمتد بشكل عام بين دائرتي العرض ٥° جنوبا و١٠° شمالاً، أما المنطقة الثانية فتجاور المنطقة الاستوائية شمالاً وجنوباً، وتتميز المنطقة المدارية الرطبة عن الاستوائية بفصل جاف، تطول مدته مع الابتعاد عن خط الاستواء (مستند ١).

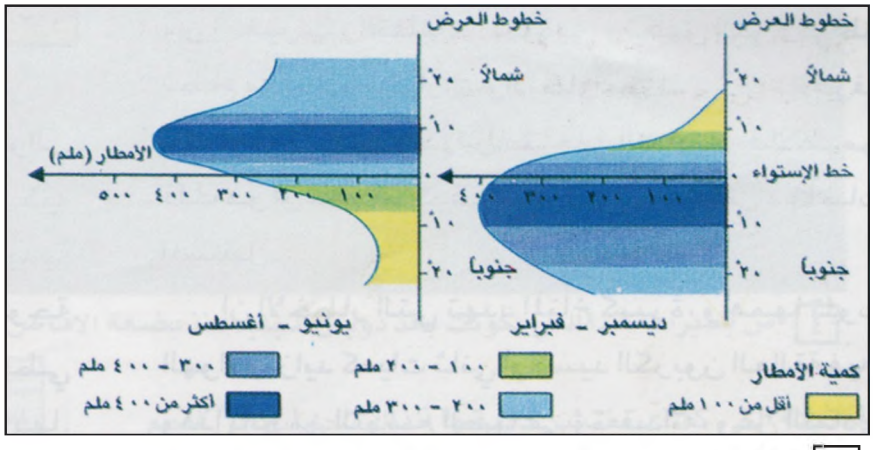
أولاً: خصائص مناخية متكاملة

١ـ المنطقة الاستوائية

مناخ المنطقة الاستوائية مستقر إجمالاً طيلة أيام السنة، يتميز بخضوعه الدائم لفصل واحد حار ورطب، فالحرارة في المنطقة الاستوائية مرتفعة بشكل دائم، يعود ذلك إلى هبوط أشعة الشمس عليها بشكل عمودي أو شبه عمودي طيلة أيام السنة، ويتراوح معدل الحرارة السنوي فيها بين ٢٥° و٢٧°، أما أمطار هذه المنطقة فغزيرة وتتساقط معظم أيام السنة، لكن كميتها تتغير بتغير مواقع الدورة العامة للرياح ما بين الصيف والشتاء، يبلغ المعدل السنوي للأمطار حوالي ٢٠٠٠ ملم، لكن بعض المناطق الاستوائية، وبصورة خاصة المناطق التي تتعرض باستمرار لنسيم البحر وتحاذى شواطئها سلاسل جبلية، تتجاوز كمية الأمطار فيها ٥٠٠٠ ملم سنوياً، ومنها: ساحل كولومبيا وساحل ليبيريا وجزر مارشال (مستند ١و ٣و ٤)

٢ـ المنطقة المدارية الرطبة

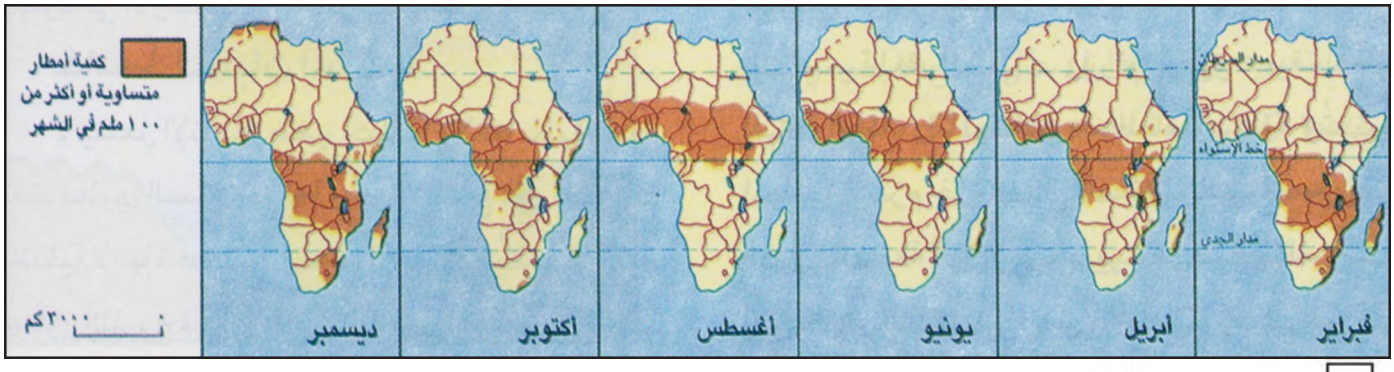
مناخ المنطقة المدارية الرطبة يتميز بوجود فصلين: الأول حار وجاف يكون مع فصل الشتاء، والثاني رطب وأكثر حرارة ويكون مع الصيف، ولا يعود سبب تعاقب هذين الفصلين إلى عامل الحرارة التي تبقى دائماً مرتفعة



١ اختلاف كمية الأمطار بحسب الموقع من دوائر العرض خلال فترات مختلفة من السنة

٢ تناقص كمية الأمطار بين جنوب وشمال مالي

المحطة	موقعها	المعدل السنوي للامطار (ملم)	عدد أيام الهطول
سيكاسو	١١° ٢٠َ	١٣٢٩	٧٠
باماكو	١٢° ٤٠َ	١٠٩٩	٥٨
كايس	١٤° ٢٦َ	٨٢١	٥٠
تومبوكتو	١٦° ٤٣َ	٢٢٥	٣٠



٢ تناوب سقوط الأمطار على افريقيا بحسب الفصول

ويتراوح معدلها الشهري بين ٢٥° و٣٢°، بل إلى عامل الأمطار التي تنحبس خلال فترة زمنية معينة من السنة، ويُلاحظ في هذه المنطقة أنه كلما ابتعدنا عن الاستواء باتجاه المدارين تطول فترة الجفاف وتنخفض بالتالي كمية الأمطار السنوية (مستند ٣و ٤).

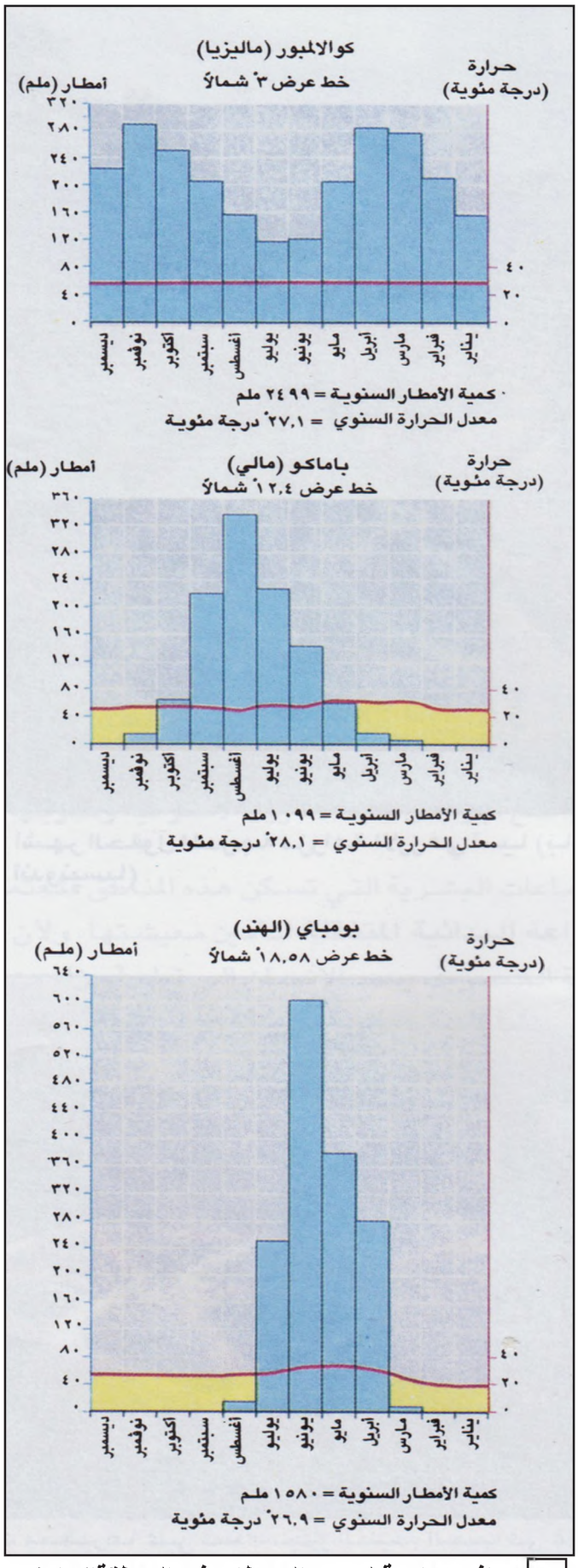
٣ـ الأمطار الموسمية نمط مداري رطب مميز

تهب على مناطق جنوب شرق آسيا رياح موسمية قادمة من خلايا الضغط المرتفع المدارية، هذه الرياح منها ما هو شتوي يهب من القارة باتجاه المحيط ويكون بارداً وجافاً، ومنها ما هو صيفي يهب من المحيط نحو اليابسة ويكون عادة حاراً وعاصفاً وغزير الأمطار (مستند ٤).

تسبب هذه الأمطار للناس أضراراً جسيمة، لأنها تكون أحياناً مصحوبة بأعاصير مدمرة وفيضانات قوية (مستند ٥). والجدير بالذكر أن مناطق جنوب شرق آسيا التي تتعرض لتأثير الرياح الموسمية الصيفية هي أكثر المناطق اكتظاظاً بالسكان، وقد استفاد الإنسان فى هذه المناطق من وفرة المياه، فاستغلها في زراعة الأرز، فزرع الأرز في كل قطعة أرض غمرتها المياه، أكانت في الوادى، أو في دلتا النهر، أو على المنحدرات التي حولها إلى مُدرجات (مستند ٦).

ثانياً: الغطاء النباتى كثيف ومتنوع

تمتاز الأقاليم المناخية الحارة والرطبة بوجود غطاء نباتي كثيف ومتنوع.



٣ نماذج مناخية لبعض المحطات في المنطقةالحارة الرطبة

٤ الفيضانات الموسمية في بنغلادش

- المنطقة الاستوائية تغطيها غابات كثيفة تظل في نمو دائم، لذا فهي دائمة الاخضرار وذات مستويات ثلاثة، يتجاوز ارتفاع الأشجار في المستوى الأعلى ٤٠م (مستند ٧). تشتهر هذه الغابات بتنوع أشجارها، غير أن الأشجار ذات الصنف الواحد تكون متباعدة ومشتتة على مساحات واسعة، الأمر الذي يجعل استثمارها اقتصادياً قليل الفائدة.

تنمو معظم جذور هذه الأشجار أفقياً، نظراً لتوافر الدبال والغذاء في الطبقة العليا من التراب، وهي طبقة لا تتعدى سماكتها ٣٠ سنتم، ولذا فهي سريعة العطب، ضعيفة المقاومة للعوامل الطبيعية كالأمطار الغزيرة والسيول.

تسكن هذه الغابات قبائل بدائية لا تزال تعيش على الصيد وقطف الثمار، كقبائل الأقزام مثلاً، وحيوانات هذه المنطقة قليلة الأنواع وصغيرة الأحجام، فالحيوانات الضخمة ينعدم وجودها لعدم وفرة الأعشاب على أرض الغابة الاستوائية ولصعوبة السير داخلها، ولكن تكثر فيها الزواحف من أفاع وثعابين، والحشرات من عناكب ونمل... والحيوانات المتسلقة من قردة وسناجب... والطيور على أنواعها.

- أما المناطق المدارية الرطبة فيتحول فيها الغطاء النباتي ويتبدل، تبعاً لطول فصل الجفاف أو قصره، فتتدرج النباتات الطبيعية من غابات كثيفة تتناقص أشجارها وتتباعد حتى تصير نادرة، ويحل مكانها منطقة حشائش عالية تدعى «السافانا»، ويصل ارتفاعها إلى حوالي ٥ أمتار.

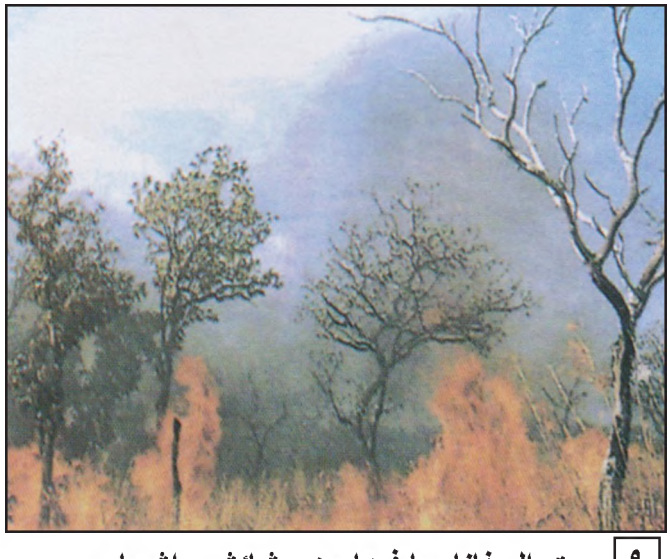
وبسبب توافر الأعشاب بكثافة، تعيش في هذه المناطق حيوانات من آكلات الأعشاب، كالزرافات والغزلان والفيلة والثيران البرية... مما يجذب آكلات اللحوم كالأسود والنمور والضباع والثعالب... أما الجماعات البشرية التي تسكن هذه المناطق فتعتمد على **الزراعة البدائية المتنقلة** لتأمين معيشتها، ولأن التربة قليلة الخصوبة، يعمد الإنسان إلى قطع أجزاء من الغابة والسافانا لاستخدامها في زراعة الأشجار المثمرة، كما يعمد في أماكن

٦ أشهر الحقول المدرجة لزراعة الأرز في أسيا (بالي، أندونيسيا)

٧ بعثة علمية وضعت مختبرها على قمم أشجار الطبقة العليا في غابات الأمازون لمعرفة هذه الطبقة ودراستها عن كثب

٨ قطع اجزاء من غابة الأمازون الاستوائية وتحويلها الى اراضٍ زراعية

أخرى إلى حرق الغابة والسافانا التي يتحول رمادها سماداً يخصب التربة، فتزرع بالذرة والموز، وذلك لفترة محددة (مستند ٨ و٩) وبعد الحصاد والقطاف يترك القسم الذي أحرقه ليحرق قسماً آخر ويستغله وهكذا يتكرر الأمر سنوياً مما يؤدى إلى زوال الغابة تدريجياً، وإلى تعريض الأرض البائرة لعوامل التعرية التي تجرف التربة، وتسبب ظهور دروع صخرية ومعدنية صلبة غير صالحة للزراعة.



٩ حرق السفانا بما فيها من حشائش واشجار

أسئلة :

١- حدد المناطق الجغرافية التي تنتمي إلى الأقاليم المناخية الحارة والرطبة من خلال المستند ١.

٢- صنف الأقاليم المناخية الحارة والرطبة تبعاً لخصائصها المناخية.

٣- حدد العوامل المناخية المساعدة لنشاط الإنسان، وتلك التي تعيق هذا النشاط في مناطق المناخ الموسمي.

٤- بم تمتاز النباتات في المنطقة الاستوائية؟ وفي المنطقة المدارية الرطبة؟

٥- هل تعتبر الأقاليم المناخية الحارة والرطبة مكاناً صالحاً لحياة الإنسان؟ وضح ذلك.

الأقاليم المناخية الصحراوية

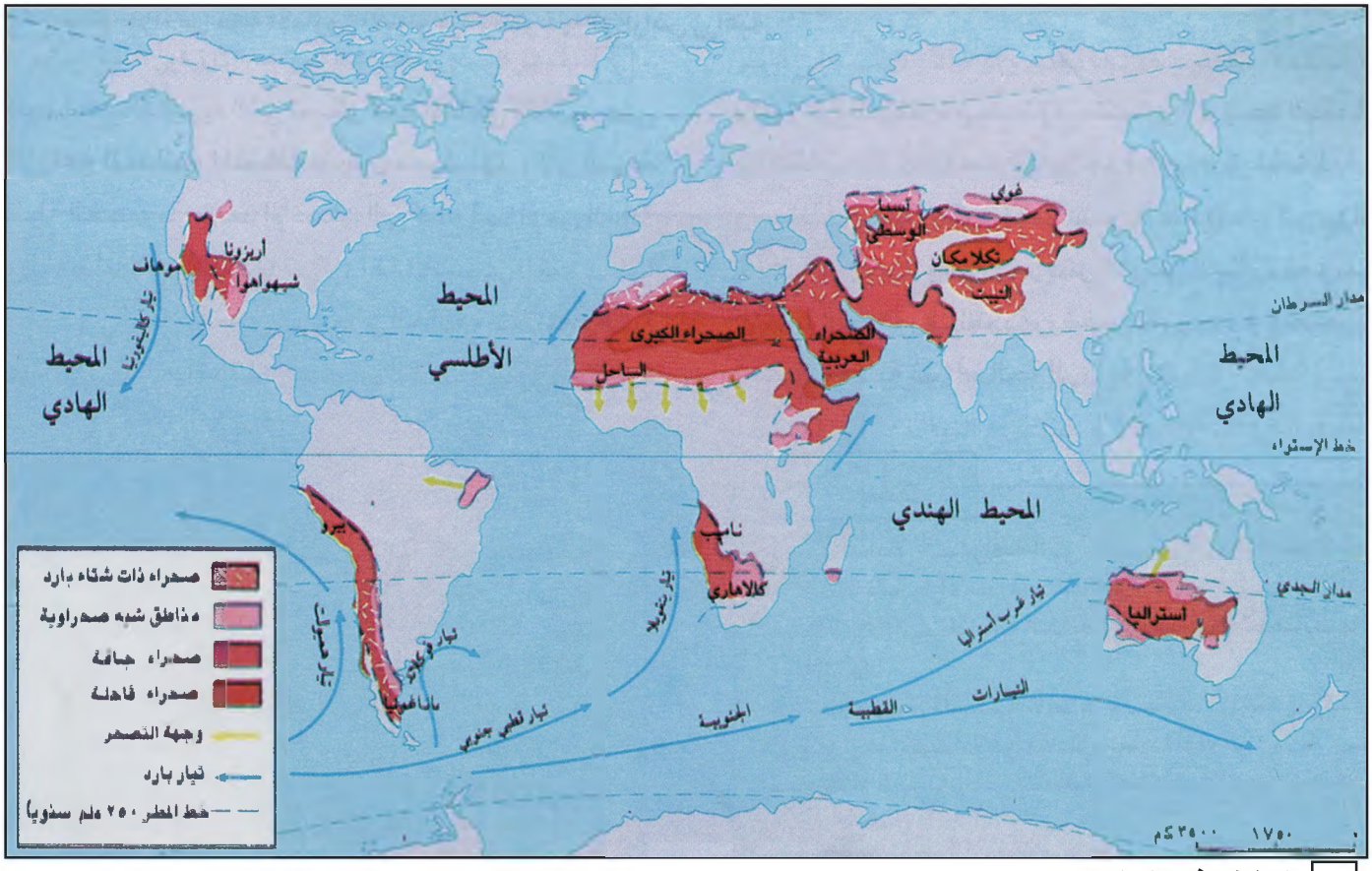
الأقاليم المناخية الصحراوية والجفاف متلازمان، الجفاف نقص في كميات المياه الضرورية لحياة الكائنات الحية، يحدث هذا النقص عندما تفوق كمية المياه المتبخرة كمية المياه المتساقطة. وفي هذه الأقاليم يطبع الجفاف المحيط الحيوي بطابع خاص، إذ يؤثر على شبكة المياه السطحية والتربة والنبات، وبالتالي على حياة الإنسان.

أولاً: الأقاليم المناخية الصحراوية مناطق مختلفة يجمعها الجفاف

يرتبط وجود الأقاليم المناخية الصحراوية بسيطرة الجفاف، وهذا ما ينطبق على ٣٤٪ من مساحة اليابسة (مستند ١)، الجفاف هو المسؤول الوحيد عن وجود الأقاليم المناخية الصحراوية، وهو يرجع إلى أسباب وعوامل عدة أهمها:

• الدورة العامة للرياح التي تفسر وجود الصحاري الحارة المدارية وشبه المدارية، فوجودها مرتبط بسيطرة دائمة لمناطق ضغط جوي مرتفع. من هذه الصحاري: الصحراء الكبرى في شمال أفريقيا، وصحاري شبه الجزيرة العربية، وصحاري أوستراليا... (مستند ١).

• الحواجز الجبلية التي تشكل عائقاً في وجه الرياح الرطبة، وتحولها بفعل الارتفاع إلى رياح جافة، وهذا ما يفسر وجود الصحاري الواقعة في جهات «ظل المطر»، كما هو ظاهر عند أقدام السفوح الشرقية للجبال الصخرية في أميركا الشمالية (نيفادا، أريزونا)، وشرق جبال الأنديز في أميركا الجنوبية (باتاغونيا)، وشرق جبال لبنان وسوريا (بادية الشام) وتساعد هذه الحواجز على وجود صحاري في الأحواض الجبلية المرتفعة التي تقع في منأى عن الرياح، كصحراء موهاف في الجبال الصخرية في أميركا الشمالية (مستند ١).



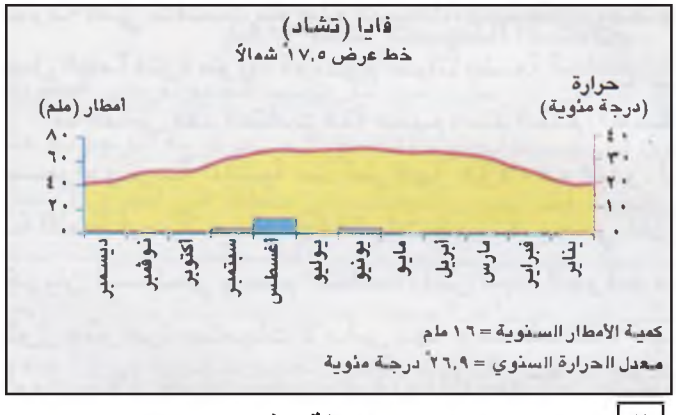
١ الجفاف في العالم

مرور تيارات بحرية باردة طيلة أيام السنة بالقرب من بعض الشواطئ الواقعة في مناطق شبه مدارية. وهذا يسبب برودة الهواء وجفافه بالقرب من سطح الأرض، إذ تتدنى قدرته على حمل بخار الماء بسبب البرودة، ويوضح ذلك وجود الصحاري على بعض السواحل الغربية للقارات، كصحراء كاليفورنيا في أميركا الشمالية (بالقرب من تيار كاليفورنيا البارد)، وصحراء تشيلي في أميركا الجنوبية (بالقرب من تيار همبولت البارد)، وصحراء موريتانيا وناميبيا في أفريقيا (بالقرب من تيار كناري وتيار بنغويلا الباردين).

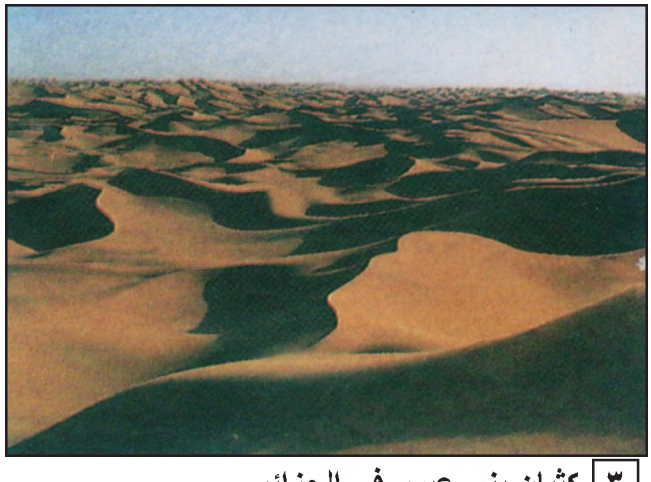
ثانياً: ما الصحراء؟ وما خصائصها المناخية؟

الصحراء، أينما وجدت، هي منطقة من اليابسة قاحلة وجافة، تمتاز بخصائص مناخية قاسية أهمها (مستند ٢):

- انخفاض معدل الرطوبة النسبية إلى ما دون ٥٠٪، يستثنى من ذلك بعض الصحاري الساحلية، كتلك الواقعة على الخليج العربي والبحر الأحمر وصحاري ناميبيا وتشيلي وكاليفورنيا...



٢ رسم بياني مناخي لمحطة "فايا" شمال التشاد



٣ كثبان بني عبس في الجزائر

- ارتفاع متوسطات الحرارة، بحيث تتراوح بين ٢٥° و٣٥°، وارتفاع قيمة الفروق الحرارية اليومية والفصلية التي تتجاوز أحياناً كثيرة ٣٠° ف ٤٠° في المناطق المدارية. وقد تصل هذه الفروق في الصحاري القارية إلى أكثر من ٦٠°. والحرارة القصوى قد تبلغ ٥٥° نهاراً و– ١٠° ليلاً.

- قلة الأمطار أو ندرتها أحياناً كثيرة وعدم انتظام هطولها، فهي قد تنحبس سنوات عدة ثم تعود من جديد وبكميات قليلة، ففي أريكا، في شمال تشيلي، مثلاً، هطل ١٠ملم في إحدى السنوات ثم انحبس المطر بعدها ثماني عشرة سنة متتالية.

- ارتفاع كميات المياه المتبخرة بحيث تقدر أحياناً، في حال توافر المياه بكمية كافية، بما لا يقل عن ٢٠٠٠ ملم سنوياً.

- ارتفاع نسبة ساعات الإشماس التي قد تبلغ حوالي ٣٥٠٠ ساعة سنوياً.

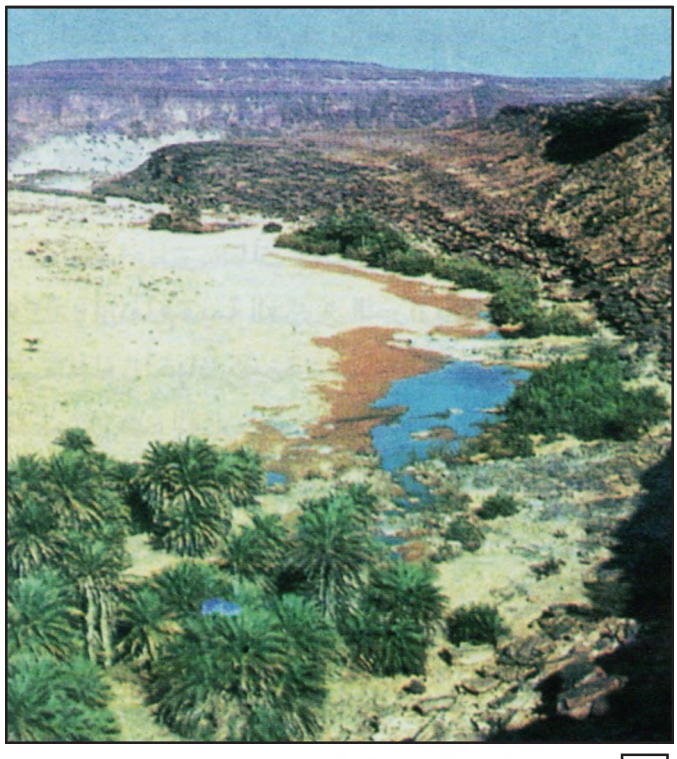
- قلة الرياح في داخل المناطق الصحراوية، وتزايدها تدريجياً باتجاه الأطراف، خصوصاً أطراف المناطق المعتدلة، حيث تهب رياح قوية محملة بالرمال، كرياح الهارماتان (Harmattan).

- هيمنة فصل واحد جاف طيلة أيام السنة، حار خلال الصيف والنهار، وبارد خلال الشتاء والليل.

ثالثاً: الصحاري متنوعة الأشكال

تتميز الصحاري، مع اختلاف مواقعها وأنواعها، بظهور صخور قديمة التكوين على سطحها، ولكن بأشكال مختلفة، والنبات إذا ما وجد، لا يغطي سوى مساحات قليلة متقطعة

٤ رق من الصحراء الجزائرية



٥ واد في الصحراء الموريتانية

ومتباعدة، فلا يحجب الصخور الظاهرة على السطح بشكل كامل، ومن أهم أنواع الصحاري:

• **العروق (Ergs):** هي مساحات رملية واسعة مؤلفة من كثبان مختلفة الأشكال والأحجام، تسهم الرياح في نقلها وخصوصاً عند الأطراف (مستند ٣). إلا أن معظم كثبان الصحراء الكبرى تحافظ على مواقعها منذ حوالي ١,٥ مليون سنة.

• **الرقوق (Regs):** هي مساحات حصوية شاسعة قامت الرياح بتذريتها، فحملت رمالها وأرسبتها إلى أماكن أخرى، وتركت ما لا يمكن حمله من حجارة وحصى نظراً لثقله (مستند ٤).

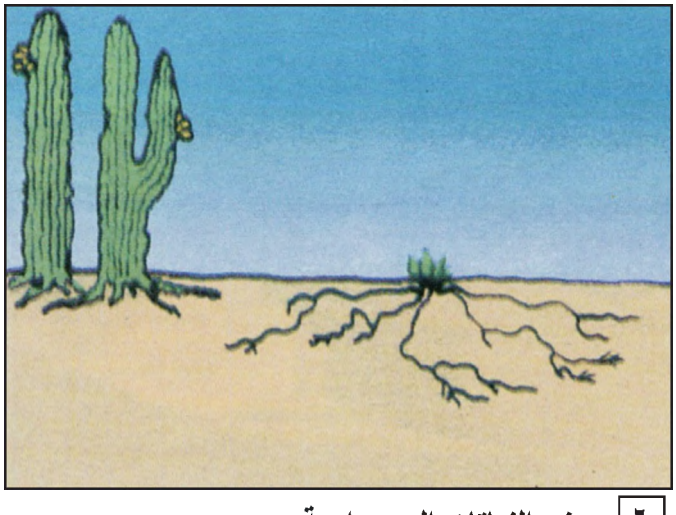
• **الحمادى (Hamadas):** هى هضاب صخرية قاحلة، تخترقها أحياناً أودية سيلية ذات جريان وقتي، ويعود تكونها إلى أزمنة جيولوجية بعيدة، كان المناخ خلالها مختلفاً عما هو عليه الآن (مستند ٥).

رابعاً: الحياة في الصحاري صعبة

ينعدم وجود التربة الفعلية في الصحاري، فهي غير مكتملة التركيب الفيزيائي والكيماوي، لندرة الحياة النباتية التي تؤمن للتربة عناصرها العضوية، وهذا يعود إلى ندرة المياه، وارتفاع الحرارة بشكل يعيق وجود أي غطاء نباتي متكامل ودائم. لكن حين توفر الأمطار للصحاري كمية ضئيلة من الماء تنمو بعض النباتات الصحراوية التي تمتاز بقصرها وأوراقها الشوكية القاسية وجذورها الطويلة، أو بكبر جذوعها بحيث تتمكن من تخزين كميات كبيرة من مياه الأمطار لتستفيد منها خلال فترات الجفاف الطويلة (مستند ٦). أما المناطق شبه الجافة فإن أمطارها الخفيفة تسمح بنمو سهوب ذات حشائش صغيرة تشكل مناطق رعي مهمة على أطراف الصحاري، وتدعى «الاستبس» أو «البوادي».

ينعكس هذا الفقر في الغطاء النباتي على وجود الحياة الحيوانية، فالحيوانات التي يمكنها العيش في الصحاري قليلة العدد، ومعظمها يعيش تحت الرمال خلال النهار، كالأفاعي والعقارب، وبعض الحيوانات اللبونة التي تأقلمت مع هذه البيئات، كالجمال، التي يمكنها تحمل الظمأ فترة طويلة قد تدوم أحياناً بضعة أسابيع.

أما الناس فقد اعتادت فئة منهم، منذ القدم، اجتياز الصحراء وتربية الماشية عند أطرافها، هؤلاء هم البدو. إن قلة الأمطار وانحباسها فترات طويلة، يعني ندرة الجريان السطحي وعدم انتظامه، لكن المياه الجوفية قد تكون متوافرة بكميات لا بأس بها، ومعظم هذه المياه تكونت خلال فترات مطيرة عرفتها المناطق الصحراوية قديماً، تعرف هذه المياه أحياناً بـ«المياه الدفينة»، وقد استطاع الإنسان بمجهود كبير جداً، أن يستثمر هذه المياه بتقنية مدروسة فانشأ الواحات المهمة داخل الصحراء، ليؤمن حياته وديمومته، وفي النصف الثاني من القرن الحالي ترافق التطور التقني مع



٦ بعض النباتات الصحراوية

• لاحظ تأقلمها مع الجفاف. ماذا تستنتج؟

٧ أرض دائرية في الصحراء الليبية مروية اصطناعياً ومزروعة

٨ مراعي في النيجر تتصحر تدريجاً بفعل الرعي الجائر

ظهور وسائل حديثة لحفر الآبار، وأساليب ري متطورة مما سمح بقيام زراعات متنوعة في رمال الصحراء (مستند ٧).

خامساً: التصحر خطر داهم

عرفت الأرض، عبر تاريخها الجيولوجي الطويل، تغيرات عديدة لحدود المناطق الصحراوية الموجودة على سطحها فقد تحول الجفاف من منطقة إلى أخرى لأسباب مناخية، تمثلت بتراجع كمية المتساقطات وزيادة نسبة التبخر، هذا ما حدث مرات عديدة خلال الزمن الجيولوجي الرابع، الذي تغيرت فيه مراراً حدود الصحراء الأفريقية الكبرى.

وتشهد حالياً مناطق عديدة في العالم زحف الصحاري على الأراضي المستغلة زراعياً، وعندما يصيب الجفاف إحدى المناطق تختفي منها معالم الحياة، من نبات وحيوان ومياه، وتجتاحها رمال الصحراء (مستند ٨). فالحدود الجنوبية لإقليم **الساحل الإفريقي** (مناطق الاستبس) مثلاً تزحف سنوياً باتجاه الجنوب، ولا يعود هذا الأمر لأسباب مناخية، بقدر ما يعود لتدخل الإنسان الجائر بحق بيئته. لقد أدى الازدياد السكاني الكبير في جنوب الساحل الإفريقي إلى ازدياد قطع أشجار الغابات، لاستعمالها في التدفئة وتقديم أوراقها علفاً للحيوانات وأدى استخدام الرعي الجائر لمساحات محددة يتوافر فيها الكلأ، خلال الجفاف خاصة، إلى انعدام الغطاء النباتي بسرعة، كما حال دون تجدده.

وفي المقابل يحاول الإنسان جاهداً، في عدة مناطق من العالم، الحد من تقدم الصحراء ببناء السدود وإنشاء بحيرات اصطناعية، وإعادة تشجير مناطق عديدة، وكذلك بتجنبه استهلاك نبات أطراف الصحاري قدر المستطاع.

أسئلة:

١- ما أهم الأسباب التي تؤدي إلى الجفاف وتكون الصحاري؟

٢- للمناطق الصحراوية خصائص مناخية قاسية تميزها عن سواها من المناطق الطبيعية الأخرى. ما هذه الخصائص؟

٣- ما الفرق بين العروق والرقوق؟

٤- لماذا لا يوجد في الصحاري تربة مكتملة التركيب والعناصر؟

٥- كيف يمكن أن يتعايش الإنسان مع البيئة الصحراوية؟

٦- فسر مفهوم التصحر.

الأقاليم المتوسطية

تشكل الأقاليم المناخية المتوسطية أطراف المناطق المعتدلة الممتدة حتى المناطق المدارية الجافة الصحراوية، ويشمل مجالها الطبيعي منطقة مثالية هي منطقة حوض البحر المتوسط، بالإضافة إلى مناطق صغيرة من الواجهات الغربية أو الجنوبية الغربية للقارات: كاليفورنيا في أميركا الشمالية، وسط تشيلي في أميركا الجنوبية، منطقة الكاب في جنوب غرب إفريقيا، وجنوب غرب أوستراليا.

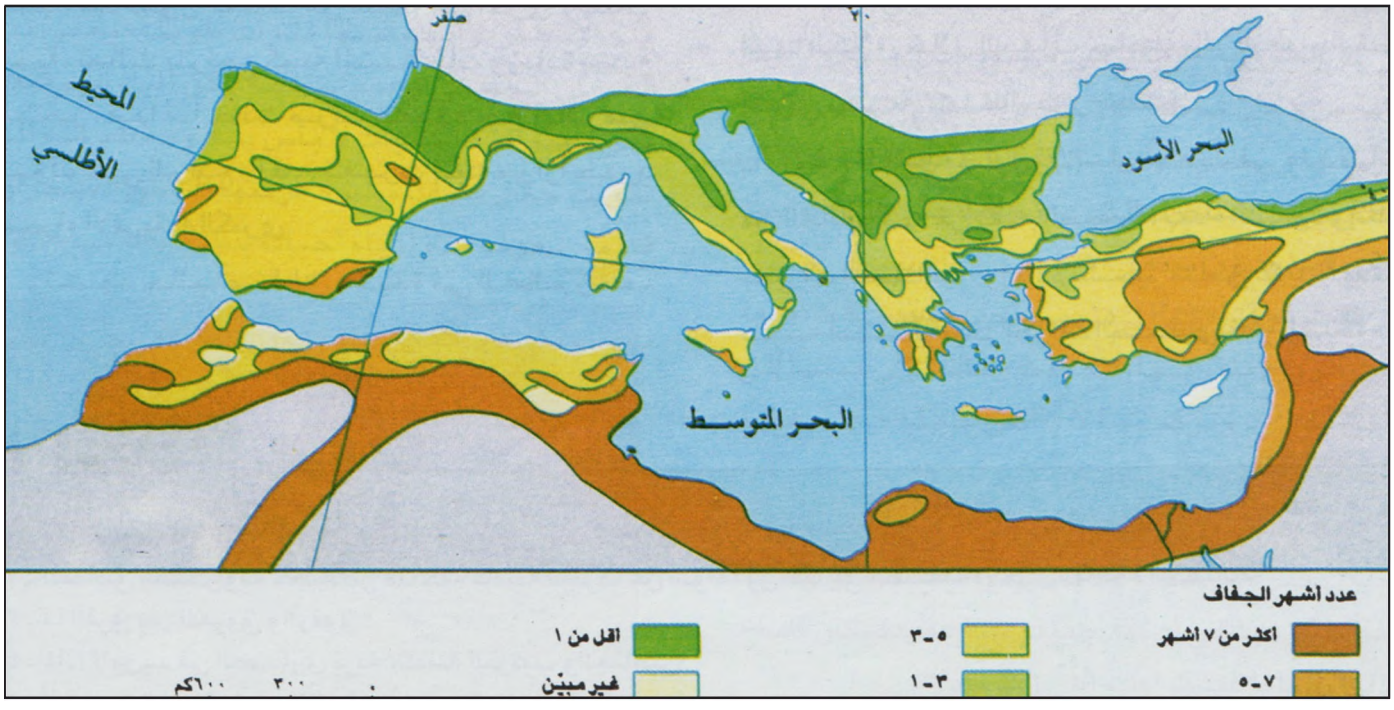
أولاً: أقاليم ذات مناخ مميز كثير التناقضات

يشكل مناخ الأقاليم المناخية المتوسطية مرحلة انتقالية ما بين مناخ المناطق المدارية الجافة ومناخ المناطق المعتدلة، وهو يتميز بوجود فصلين أساسيين: صيف حار وجاف إجمالاً، وشتاء معتدل وممطر، أما الربيع والخريف فهما فصلان انتقاليان قصيران، يتميزان بوجود تقلبات مناخية، أبرزها سقوط أمطار فجائية قوية تؤدي إلى حدوث سيول ضارة في أحيان كثيرة.

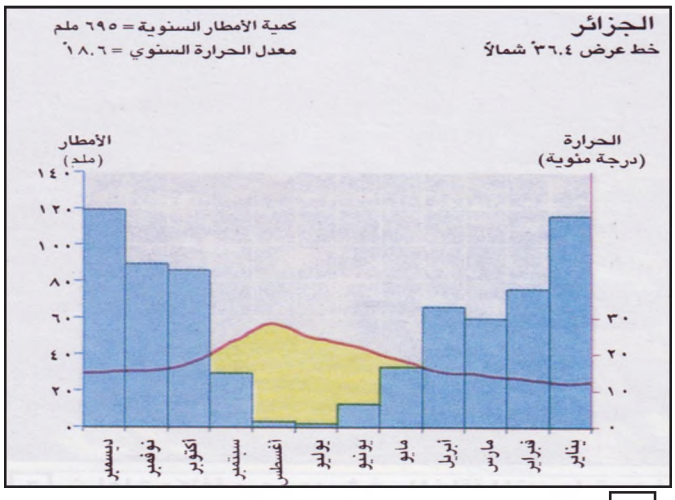
وابتداء من ٢١ مارس من كل سنة، وفي نصف الكرة الشمالي، تبدأ جميع الكتل الهوائية بالانتقال نحو الشمال، متزامنة مع انتقال عمودية أشعة الشمس من خط الاستواء نحو مدار السرطان، مما يضع منطقة البحر المتوسط تحت تأثير الضغط الجوي المرتفع الذي كان فوق المدار، وهذا ما يسبب الجفاف طيلة الصيف وآونة من الربيع والخريف (مستند ٢و ٣) أما ابتداء من ٢٣ سبتمبر فتنتقل جميع الكتل الهوائية نحو الجنوب. مما يسمح لأعاصير الجبهة القطبية، التي تحمل معها الأمطار الغزيرة، بالمرور فوق حوض المتوسط، وتهب على حوض البحر المتوسط شتاءً، من وقت لآخر، رياح شمالية باردة تسبب تساقط الثلوج، خصوصاً على القسم الشمالي من هذا الحوض (مستند ٢).

تتناقص كمية الأمطار في حوض المتوسط من الشمال باتجاه الجنوب (اللاذقية ١٠٠٠ ملم، طرابلس ٩٣٠، بيروت ٩٠٠، صيدا ٦٦٠، حيفا ٦٣٠، غزة ٣٧٥ملم). وتتناقص هذه الأمطار كذلك من الغرب نحو الشرق (بيروت ٩٠٠ملم، كسارة ٦٣٤ملم، ودمشق ٢١٣ملم).

وتتميز المنطقة المتوسطية بعدم انتظام كمية الأمطار الهاطلة فوقها من سنة إلى أخرى، بحيث قد تتغير الكمية



١ الجفاف في حوض البحر المتوسط



٢ رسم بياني مناخي لمحطة الجزائر

٣ زراعة الزيتون في مقاطعة خاين في اسبانيا. كما تبدو في الصورة بعض الأشجار الصنوبرية

الساقطة من ضعف إلى ثلاثة أو أربعة أضعاف (مستند ٤).

ثانياً: الأقاليم المناخية المتوسطية بلاد الزيتون والسنديان الأخضر

ترتبط حدود الأقاليم المناخية المتوسطية بوجود شجرة مميزة هي الزيتون البري (مستند ١). لكن نباتات الأقاليم المناخية المتوسطية متنوعة وكثيرة، ولكل منطقة نباتها، إلا أنه لا توجد شجرة تشكل غابتها غطاء موحداً فى جميع المناطق المتوسطية سوى شجرة الزيتون (مستند ٣)، لقد استفاد الإنسان من وجود هذه الشجرة، فاستغلها وطور زراعتها حيث تسمح الظروف المناخية بذلك. وأضحى الزيتون والزيت المستخرج منه، ملازمين لحياة الإنسان المتوسطي ولتاريخه وتراثه.

وتتميز الغابة المتوسطية بوجود أشجارالسنديان الأخضر ذات الأوراق الصغيرة الدائمة الاخضرار، تنتشر هذه الأشجار على الأراضي الكلسية في الهضاب وعلى التلال، لكن عندما تصبح التربة رملية، سرعان ما تحل مكانها أشجار السنديان الفليني، ينتشر السنديان بكثرة على سفوح الجبال وخصوصاً على سفوح جبال الأطلس ولبنان وسوريا وتركيا وأوروبا المتوسطية، وتصاحبه أشجار الصنوبر والأرز والعرعر، وقد تعرضت هذه الغابات إلى عمليات حرق وقطع كثيرة، قام بها الإنسان الذي سكن هذه المناطق منذ أقدم العصور، فاستهلاكها المتواصل، بالإضافة إلى استخدامها كأماكن رعى مكثف، وبصورة خاصة لقطعان الماعز، جعلها تتقهقر كثيراً، وقد اختفت من مناطق عديدة، وحلت مكانها نباتات ثانوية قصيرة ومتباعدة على الأراضي الكلسية تدعى «غاريك» (Garrigue)،

المحطة	الحد الأدنى (ملم) / س	الحد الأقصى (ملم) / س
مرسيليا	٣٨٨	٨٠٣
أجاكسيو	٣٦٩	٩٨٥
روما	٤١٣	١٠٢٧
بيروت	٤٩٠	١٦٠٠
سانتياغو	١٩٦	٥٨٤

٤ الهطول في محطات مختلفة ضمن مناطق المناخ المتوسطي

٥ "ماكي" في منطقة كارجيز (كورسيكا)

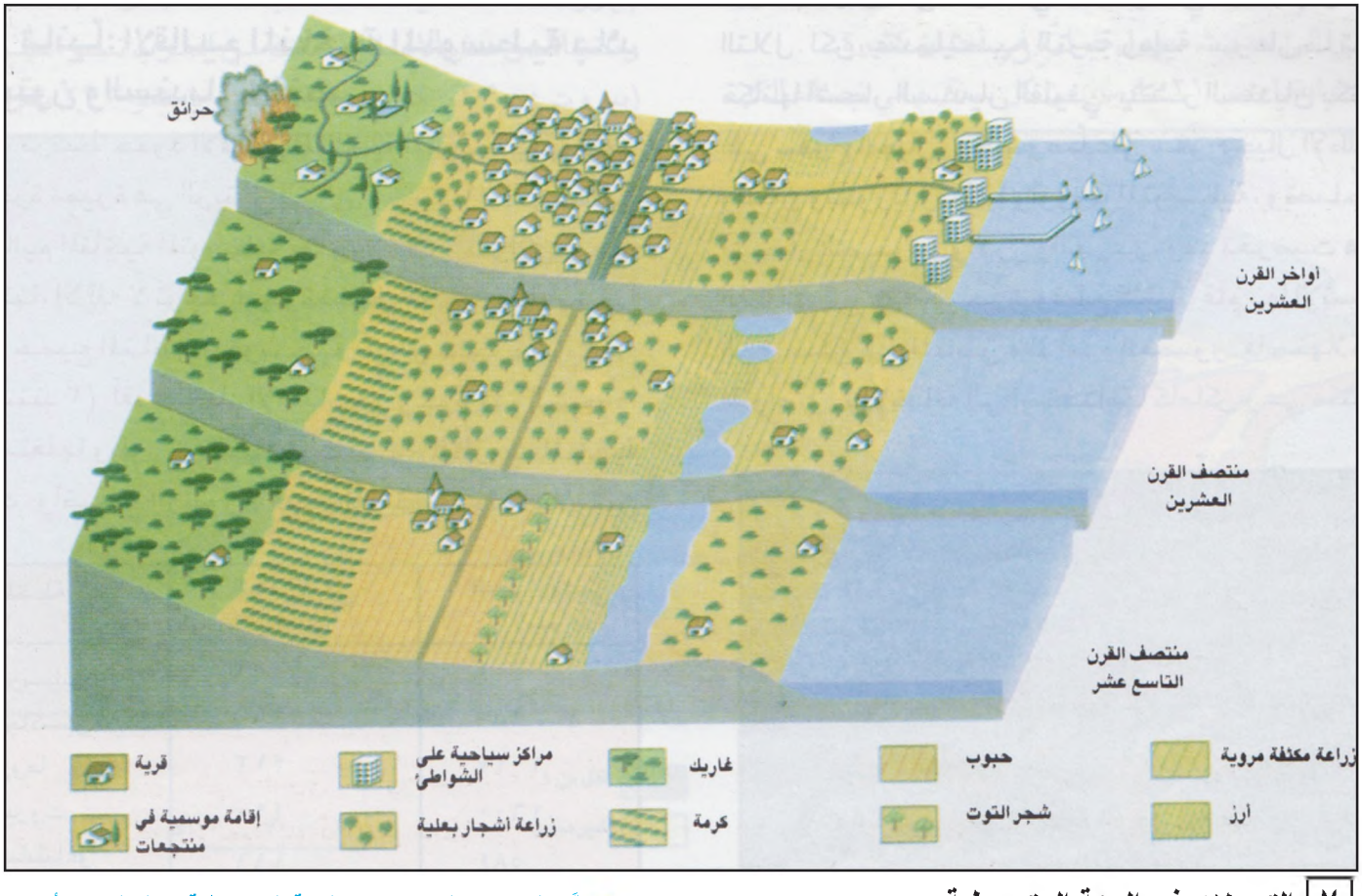
ونباتات كثيفة وأكثر ارتفاعاً على الأراضي الرملية تدعى «ماكي» (Maquis) (مستند ٥).

ثالثاً: المنطقة المتوسطية بيئة جاذبة للسياحة العالمية

تتصف معظم المناطق المتوسطية بجمال طبيعتها وتنوع تضاريسها التي تجمع ما بين السواحل والهضاب والجبال والسهول (مستند ٧) فالسهول ضيقة إجمالاً، صغيرة المساحة، ذات تربة حمراء يشكل الصلصال نسبة عالية في تكوينها، وترتفع نسبة الكثافة السكانية فى هذه السهول التي تخضع حالياً لزراعة مكثفة وتجارية، وقد قام الإنسان في هذه المنطقة بعدة عمليات لاستصلاح الأراضي، هادفاً إلى زيادة مساحة الأراضي الصالحة للزراعة، فجفف الكثير من المستنقعات، وحول معظم المنحدرات إلى مدرجات استثمرها في زراعة الأشجار المثمرة واستخدام وسائل ري متعددة قديمة وحديثة (مستند ٦)، فأصبحت هذه السهول الصغيرة تؤمن معظم ما تحتاجه شعوب الدول المتوسطية حالياً من فواكه وخضار، بالرغم من تأثيرات المناخ السلبية في معظم الأحيان (مستند ٩).

٦ زراعات مكثفة وري حديث في المنطقة المتوسطية من فرنسا

وأضحت بلدان حوض المتوسط، بفضل صيف جبالها المميز، مركزاً مهماً للاصطياف وللسياحة العالمية، فالجبال



٧ التحولات في البيئة المتوسطية

• بيِّن التحولات التي شهدتها البيئة المتوسطية خلال القرن الأخير

٨ حوض المتوسط: أهم المناطق السياحية في العالم

٩ تأثير المناخ على الزراعة التقليدية في المنطقة المتوسطية:

يتميز المناخ المتوسطي بالتفاوت الكبير في نظام هطول الأمطار، فهو نظام متقلب كثيراً، وهذا ما يدفع الفلاح إلى التنويع في زراعاته لضمان نموها فمقابل زراعات الحبوب المسيطرة في المناطق المعتدلة تتميز المناطق المتوسطية بكبر لائحة الزراعات وتنوعها فمن زراعة الأشجار المثمرة إلى زراعة الخضار إلى زراعة الأزهار وغير ذلك، والجفاف الصيفي، وهو ميزة أساسية من ميزات المناخ المتوسطي، له آثار عميقة على نظام الزراعة والحياة الاجتماعية فالزراعات الربيعية مستحيلة إجمالاً، وفي غياب الري تنحصر زراعة الحبوب في فترة الشتاء، لذا فالدورة الزراعية ثنائية، تتألف من مرحلتين، مرحلة زراعة الحبوب ومرحلة إراحة الأرض وهذا ما يستدعي توسيعاً دائماً لمساحة الأرض الزراعية إما على حساب الغابات، وإما بتحويل السفوح إلى مدرجات أما على صعيد الحياة الاجتماعية، فالمياه كانت وما تزال مصدر خلاف بين الناس، وخصوصاً خلال الصيف والخريف، حيث تكون الحاجة إلى الري في أوجها...

بتصرف عن ك.دبلانول وب.رونيون «المناطق المدارية الجافة وشبه المدارية» كولان ١٩٧٠

اللبنانية مثلاً، تستقبل سنوياً عدداً مهماً من المواطنين العرب الذين يميلون إلى قضاء فصل الصيف في ربوعها، وقد عمت المنتجعات السياحية معظم الشواطئ المتوسطية، إذ استفاد منشئوها من الشمس والبحر، وجعلوها أساساً لتطور نوعي ومتخصص في مجال السياحة (مستند ٨). لذا تتابعت على طول الشريط الساحلي المتوسطي الضيق أماكن سياحية ذات شهرة عالمية، كسواحل الريفييرا والشاطئ الأزرق في فرنسا، والكوستا برافا في أسبانيا، والشاطئ اللبناني، والساحل التونسي.

أسئلة:

١- لماذا تعتبر الأقاليم المناخية المتوسطية كثيرة التناقضات من الناحية المناخية؟

٢- ما أهم أنواع النباتات التي تعيش في الأقاليم المناخية المتوسطية؟

٣- ما التربة المميزة للأقاليم المناخية المتوسطية؟

٤- حرّر فقرة تبين خلالها مزايا سهول المناطق المتوسطية وأهم المزروعات.

٥- تكلم عن الظروف الطبيعية التي جعلت من حوض المتوسط منطقة سياحية مهمة عالمياً، وأعط بعض الأمثلة معتمداً على المستند ٨.

الأقاليم المعتدلة

تمتد الأقاليم المناخية المعتدلة (المحيطية والقارية)، بصورة إجمالية، بين دائرتي العرض ٤٠° و٦٠° في النصف الشمالي من الكرة الأرضية كما في النصف الجنوبي، فتغطي بذلك خُمس مساحة القارات. وتتوافر في اغلب هذه المناطق أفضل الشروط المناخية، ولاسيما عاملاً الحرارة والأمطار، لوجود الحياة بجميع أنواعها، البشرية والحيوانية والنباتية.

أولاً: المناطق المعتدلة فسيفساء مناخات يجمعها الاعتدال

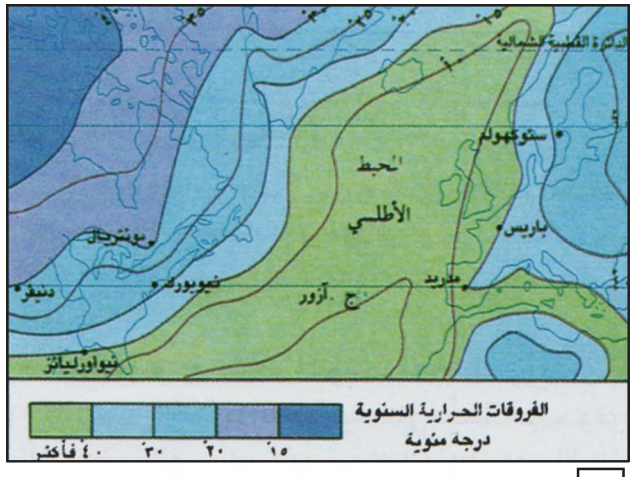
إن موقع الأقاليم المناخية المعتدلة، في العروض الوسطى، جعل منها منطقة تصادم بين كتل هوائية باردة آتية من النماطق القطبية وأخرى حارة آتية من المناطق المدارية، كما جعلها مسرحاً لحدوث اضطرابات وتقلبات جوية، تكون سريعة في معظم الأحيان.

وبالرغم من أن المعدل السنوي للحرارة فيها يتراوح بين ٨° و١٥° مئوية، فإن مناخاتها ليست دائماً لطيفة ومعتدلة، فبينما تعرف المناطق المعتدلة الواقعة داخل القارات نوعاً من التجانس في خصائصها المناخية، نراها تختلف وتتنوع عند أطراف القارات المطلة على البحار، هذا بالإضافة إلى عوامل أخرى قد تلعب دوراً أساسياً في تبدل المناخات المعتدلة وفي اختلاف توزعها الجغرافي، ويمكن إيجاز هذه العوامل في أربعة:

١ـ القرب من البحر والبعد عنه

يُعدل البحر من حدة المناخ في المناطق القريبة منه، فيكون شتاؤها لطيفاً وماطراً، وصيفها منعشاً ورطباً، وتكون الفروقات الحرارية ضعيفة، وقد أسهم مرور تيار شمالي الأطلسي، المتفرع من تيار الخليج الدافئ (غولف ستريم)، بمحاذاة السواحل الغربية لأوروبا وأميركا الشمالية في جعل مناخ هذه السواحل والمناطق المجاورة لها أكثر اعتدالاً، بما في ذلك السواحل الواقعة في أقصى العروض الوسطى، كما هي الحال على السواحل الشمالية والشمالية الغربية للنرويج وقد بات يعرف المناخ في هذه المناطق «بالمناخ المعتدل المحيطي».

ويترتب على بعد المناطق عن البحر زيادة تدريجية في حدة الفروقات الحرارية والمطرية (مستند٢). وهذا ما يجعل المناخ يتدرج من النموذج المحيطي إلى النموذج القاري، فبينما يتميز شتاء المناخ القاري بطول مدته وبرده وجفافه، يكون الصيف حاراً ماطراً وعاصفاً في معظم الأحيان، **والقارية** تعدل من طول فصل الإنبات، وتفسر تناقص الكثافة السكانية التدريجي مع التوغل إلى أواسط القارات وإلى شرقها، حيث تصبح الظروف المناخية أكثر قساوة وأقل ملاءمة للحياة (مستند ٣).



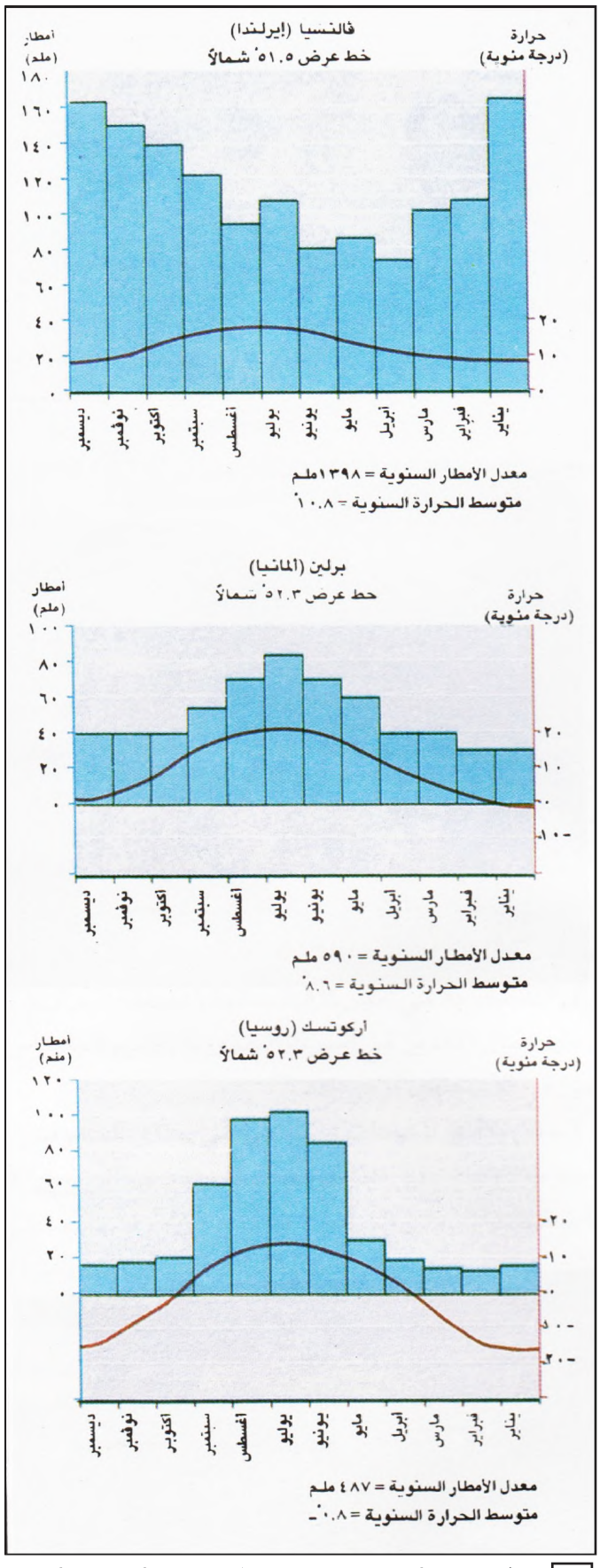
١ تاثير البحر على المناخ

• ما تاثير البحر على المناخ؟

المحطة	معدل حرارة الشهر الأكثر برودة	معدل حرارة الشهر الأكثر دفئاً	المعدل السنوي المتساقطات (ملم)
بير غن (النروج) ٢٤ ٦٠°	١,٣° فبراير	١٥° يوليو	١٩٥٨
بريست (فرنسا) ٢٧ ٤٨°	٥,٨° فبراير	١٦° أغسطس	١١٢٦
واميكون (شرق سيبيريا) ١٦ ٦٣°	-٤٣° يناير	١٩,٥° يوليو	٢١٣
موسكو (روسيا) ٤٥ ٥٥°	-٩,٩ يناير	١٩° يوليو	٥٧٥

٢ بعض المحطات المناخية من المنطقة المعتدلة

لاحظ الفرق بالنسبة لموقع المحطات من دوائر العرض



٣ نماذج مناخية لبعض المحطات في المنطقة المعتدلة

٢- الموقع من دوائر العرض:

يتغير طول فصلي الشتاء والصيف، وتتبدل خصائص المناخ فى أثنائهما باتجاهنا شمالاً أو جنوباً ففي نصف الكرة الشمالي مثلاً تزيد مدة فصل الشتاء وبرودته كلما اتجهنا نحو الشمال، بينما تزيد مدة فصل الصيف وحرارته كلما اتجهنا نحو الجنوب (مستند ٢ و٣).

٣- التضاريس العالية

إن امتداد الجبال على أطراف القارات يشكل عقبة في وجه تحرك الكتل الهوائية المنعشة والرطبة التي تهب من الغرب، وهذا ما يؤثر على مدى سيطرة المناخ المحيطي وعلى مدى توغله داخل القارات. فبينما تصل التأثيرات المحيطية إلى داخل البر الأوروبى عبر إقليم غرب أوروبا نظراً لعدم وجود الحواجز الجبلية في طريقها، نراها تتوقف عند الشريط الساحلي غرب أميركا الشمالية بسبب ارتفاع الجبال الصخرية واعتراضها لها (مستند٤).

٤- الموقع الجغرافي للقارات بالنسبة للدورة العامة للرياح

إن الرياح السائدة في المناطق المعتدلة هي عادة رياح غربية، لذا يظهر التباين بين غربي القارات وشرقيها حيث يضعف أو ينعدم تأثير الرياح الغربية الرطبة، ولذا يتمتع غرب القارات بمناخات أكثر لطفاً ومطراً، بينما يظل الشرق أكثر برودة وأقل أمطاراً (مستند٤).

ثانياً: الأقاليم المناخية المعتدلة مخازن العالم الغابية والغذائية

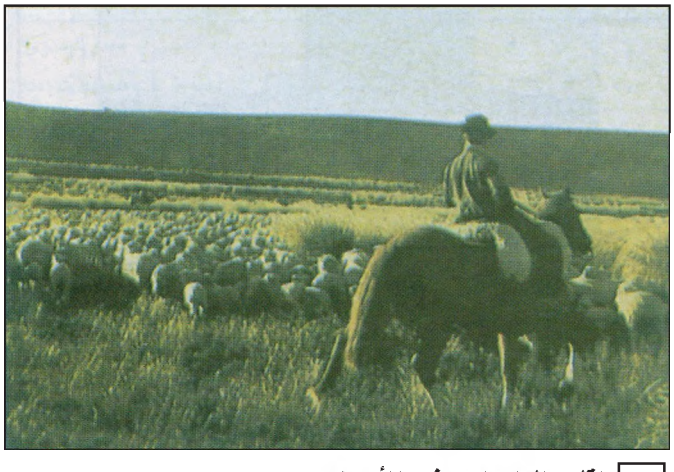
١- نطاق الغابات والمراعي

• تشكل غابات المنطقة المعتدلة نطاقاً واسعاً يعتبر الأكبر في العالم، وتتميز هذه الغابات بكثافة أشجارها وتنوعها الذي يرتبط بالخصائص المناخية السائدة، ففي مناطق المناخ المحيطي، يسبب برد الشتاء بالرغم من قلة حدته، سقوط أوراق الشجر، فتنمو فيها الغابات النفضية بشكل واسع، وأهم أشجارها السنديان والبلوط والزان والكستناء، تنمو هذه الغابات في تربة خصبة، غنية بالمواد العضوية وصالحة للزراعة، لكمن ازدياد البرودة خلال الشتاء، في المناطق الشمالية للمناخ القاري، يفسح المجال

٤ المناطق المعتدلة في النصف الشمالي من الكرة الأرضية

٥ غابة التايغا في ألاسكا (الولايات المتحدة الأمريكية)

لظهور غابات مخروطية دائمة الخضرة، تدعى «التايغا» (مستند ٥). تغطي هذه الغابات مساحات كبيرة جداً من مناطق الأقاليم المناخية المعتدلة، حتى إنها تشكل نطاقاً دائرياً شبه متصل، يمتد من كندا وألاسكا إلى سيبيريا وشبه الجزيرة الأسكندينافية، تغطي أرض هذه الغابات تربة حامضية فقيرة، رمادية اللون، تدعى «بودزول» تخسر هذه التربة عناصرها المعدنية المغذية خلال هطول الأمطار أو مع ذوبان الجليد، لأن المياه المتسربة من خلال التربة إلى باطن الأرض تذيب هذه المواد وتحملها معها وتعيد ترسيبها في الطبقات العميقة من التربة.



٦ إقليم الباماباس في الأرجنتين

• وعندما تتناقص كمية الأمطار في الوسط والشرق، تحل الغطاءات العشبية مكان الغابات، وتشكل نطاقاً واسعاً

٧ حقول مزروعة بالقمح وقد نمت على حساب إقليم المراعي (كندا)

يدعى «نطاق المراعي» يمتد هذا النطاق فى أوراسيا من هنغاريا في الغرب إلى أطراف سيبيريا الشرقية. إن تربة هذا الإقليم، في معظمها، سميكة وسوداء، وهي من أخصب أتربة العالم، وتدعى «تشيرنوزيوم» أما في القارة الأمريكية فتغطي المراعي مساحات واسعة، تقع في ظل الجبال الصخرية في أميركا الشمالية (منطقة البراري) وفي ظل جبال الأنديز في أميركا الجنوبية (إقليم البامباس الشهير في الأرجنتين) (مستند ٦).

٢ـ من نطاق الغابات والمراعي إلى نطاق الحبوب:

يقوم الإنسان في المناطق المعتدلة، منذ حوالي ٥٠٠٠ سنة، بقطع أشجار الغابات لاستعمال أخشابها في مجالات عديدة، وقد حول أماكنها إلى أراض زراعية ومراع ومناطق عمرانية. كانت المراعي تشكل في حالاتها الطبيعية، المجال الأساسى لبعض الحيوانات البرية، كالثيران والغزلان وغيرها، لكن اتساع أراضي المراعي، وغنى تربتها، وانخفاض أسعارها، وقلة السكن فيها، شجع بعض الدول على تحويلها إلى أراض زراعية لإنتاج الحبوب على أنواعها فقد رأت تلك الدول في ذلك مجالاً لحل أزماتها الناجمة عن النمو السكاني المتزايد، والتطور الصناعي المتنامي، فزادت مساحات الأراضي الصالحة للزراعة على حساب الغابات والمراعي (مستند ٧)، وحلت زراعة الحبوب في المرتبة الأولى، كما فى كندا والولايات المتحدة الأميريكية (حزام القمح، حزام الذرة، حزام القطن) وكذلك في أوكرانيا ونتيجة للطلب المتزايد على الحبوب تتوسع زراعة الحبوب وتمتد لتصل إلى مناطق أقل خصوبة، مهددة بذلك التوازن البيئي في مساحات تقدر سنوياً بملايين الهكتارات.

أسئلة:

١ـ أين تقع الأقاليم المناخية المعتدلة؟

٢ـ حدد أهم أنواع مناخات البيئات المعتدلة.

٣ـ من خلال مناطق المناخ المعتدل بين دور التيارات البحرية في اختلاف الخصائص المناخية بين شرق القارات وغربها.

٤ـ كيف تتوزع الغابات في الأقاليم المناخية المعتدلة؟ وما أنواعها؟

٥ـ متى يحل نطاق المراعى مكان الغابات؟

٦ـ تحدث عن أهمية الأقاليم المناخية المعتدلة في الاقتصاد العالمي.

الأقاليم المناخية القطبية

تمتد الأقاليم المناخية القطبية في أقاصي الشمال من الكرة الأرضية وجنوبها، ويسود فيها، بصورة مستمرة، برد شديد قارس. وخلال السنة تشهد هذه الأقاليم المناخية فترتين: فترة نهارية تظل فيها الشمس مشرقة، وفترة ليلية تجعلها تعيش في ظلام دامس، هذه الميزات تجعل منها منطقة تصعب فيها الحياة.

أولاً: الأقاليم المناخية القطبية بلاد البرد

تبدأ المنطقتان القطبيتان نظرياً مع الدائرتين القطبيتين الشمالية والجنوبية، لكن حدودهما تختلف عملياً، فالمنطقتان القطبيتان الشمالية والجنوبية تشملان جميع الأراضي التي لا يتعدى فيها معدل الحرارة في أدفأ أشهر السنة ١٠ درجات مئوية (مستند ١ و٢)، فهي إذاً مناطق ينعدم فيها فصل الصيف، والمنطقتان القطبيتان، بالرغم من اختلاف طبيعتهما، إذ يغلب الطابع البحري على المنطقة الشمالية، والقاري على الجنوبية (مستند ١ و٢) يجمعهما البرد القارس. يبلغ متوسط الحرارة السنوي داخل قارة القطب الجنوبي (الأنتاركتيكا) حوالي ٥٥ درجة مئوية تحت الصفر، وفي غرينلندا حوالي ٣٠ درجة مئوية تحت الصفر، مع العلم بأن الحرارة الدنيا قد تكون أحياناً كثيرة منخفضة جداً (-٧٠° في وسط غرينلندا و-٩٤,٥° على بعد حوالي ٢٠كلم عن نقطة القطب الجنوبي في الأنتاركتيكا) (مستند ٣ و٤).

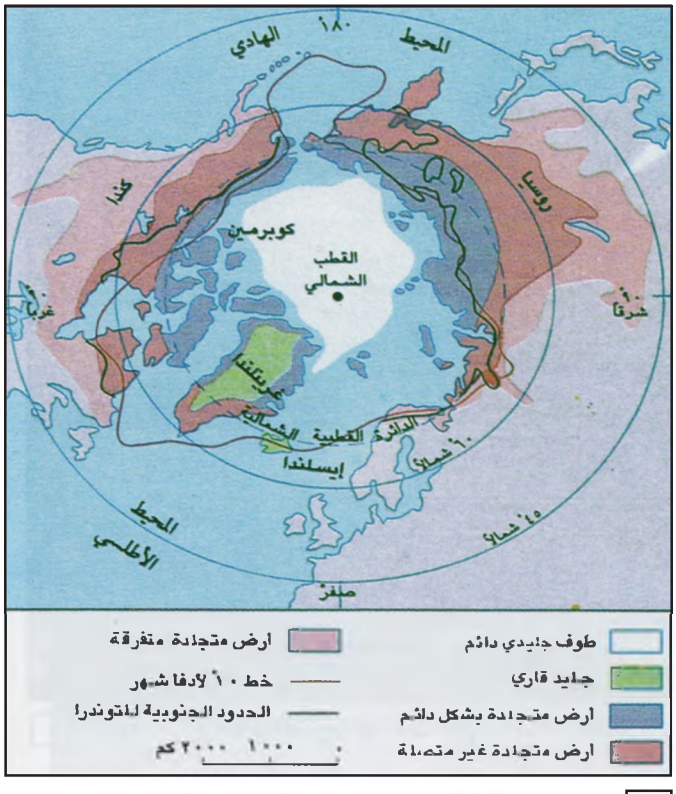
يعود سبب البرد الشديد إلى أن الموازنة الحرارية في هذه المناطق سلبية جداً (مستند ٣)، وأسباب هذه السلبية عديدة أهمها:

١- الليل الطويل والإشعاع الأرضي الكبير (مستند ٥)

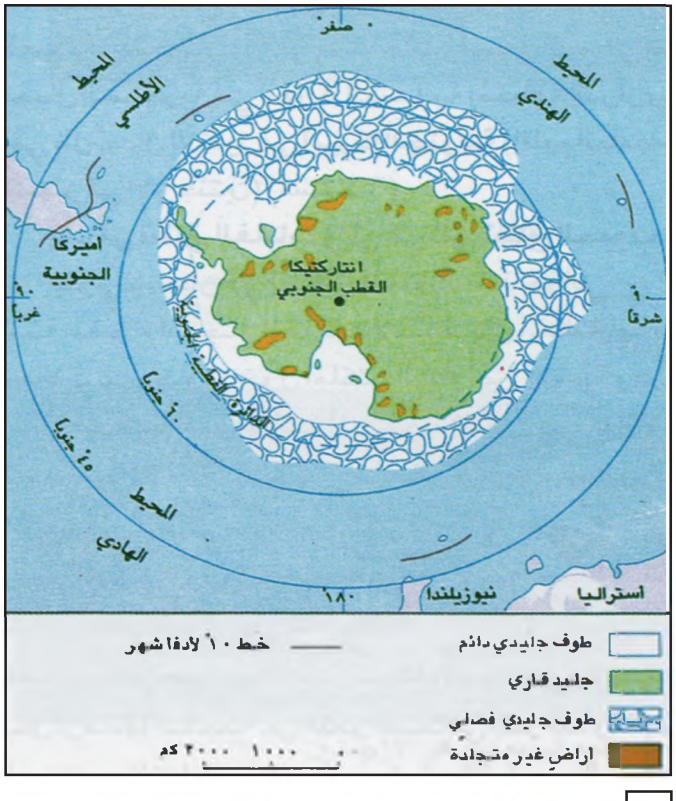
خلال الليل الشتوي الطويل الذي يدوم حوالى ستة أشهر، تبلغ خسارة الأرض من الحرارة في المناطق القطبية حدها الأقصى، لأن الإشعاع الأرضي فيها كبير ولا يُعوض بسبب احتجاب الشمس.

٢- ميل أشعة الشمس خلال النهار الطويل

خلال النهار الطويل تبقى عملية التسخين ضعيفة جداً بسبب الميل الشديد للأشعة الشمسية التي لا تلامس المناطق



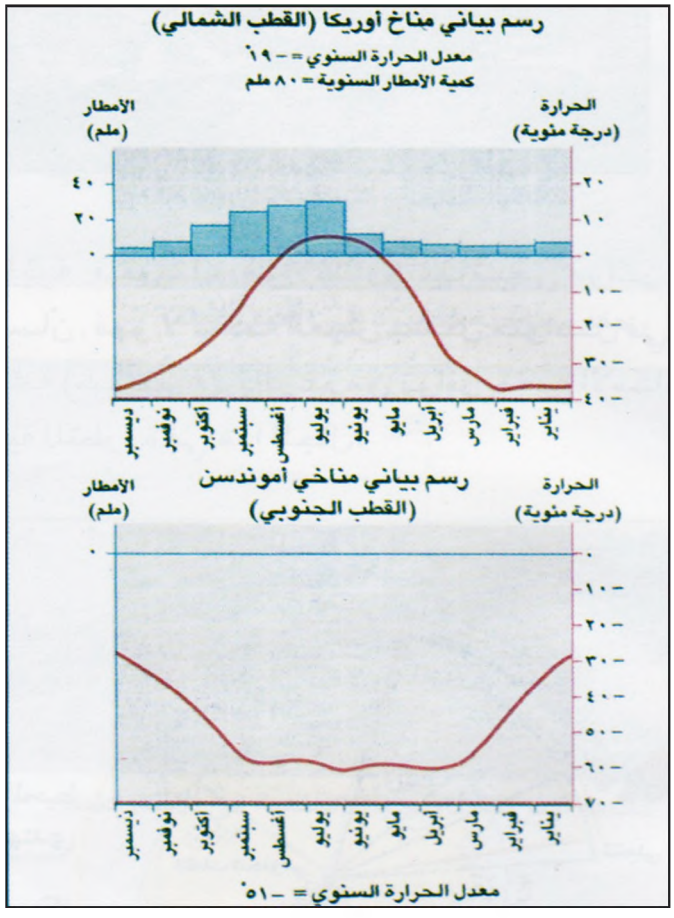
١ القطب الشمالي



٢ القطب الجنوبي (قارة الانتاركتيكا)

المحطة	حرارة الشهر الأكثر برودة	حرارة الشهر الأكثر دفئاً	المتوسط السنوي
اوربيكا (كندا) ٨٢° ٣٠ شمالاً	-٣٧,٣° فبراير	٥,٧° يوليو	-١٩,١°
كوبرمين (كندا) ٦٧° ٤٩ شمالاً	-٣٠,١° فبراير	٩,٣° يوليو	-١١,٤°
ايسميت (غرينلندا) ٧١° شمالاً	-٤٧,٢° فبراير	-١١,٢° يوليو	-٣٠,٢°
فوستوك (الأنتركتيك) ٧٨° ٣٠ جنوباً	-٦٨,٤° أغسطس	-٣٢° يوليو	-٥٥,٦°

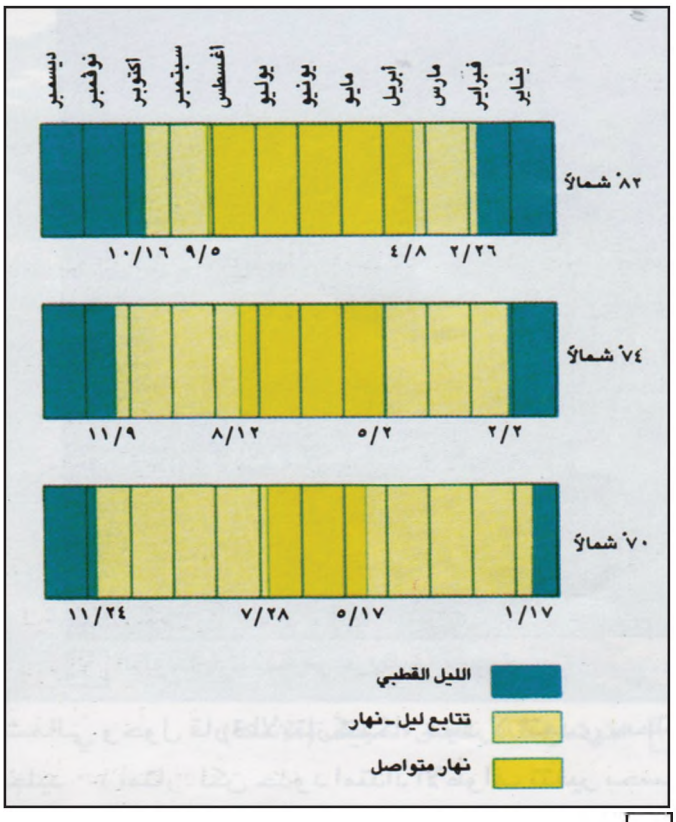
٥ البرد في بعض المحطات المناخية في المناطق القطبية



٤ نماذج مناخية لبعض المحطات في المنطقة القطبية

القطبية إلا بصورة مائلة جداً، هذا الميل يُجبر الأشعة الشمسية على قطع مسافة طويلة من الغلاف الجوي الذي يمتص منها كميات كبيرة. والكمية التي تصل إلى الأرض ينعكس منها قدر وافر لا يمتصه الثلج والجليد، نظراً لارتفاع نسبة بياضهما (حوالى ٨٥٪).

تختلف حدة البرودة في المناطق القطبية، بحسب القرب أو البعد عن المحيطات، فبينما تكون شديدة داخل الجليديات



٥ طول مدة الليل القطبي وفترة شمس منتصف الليل في غرينلندا بحسب الموقع من دوائر العرض.

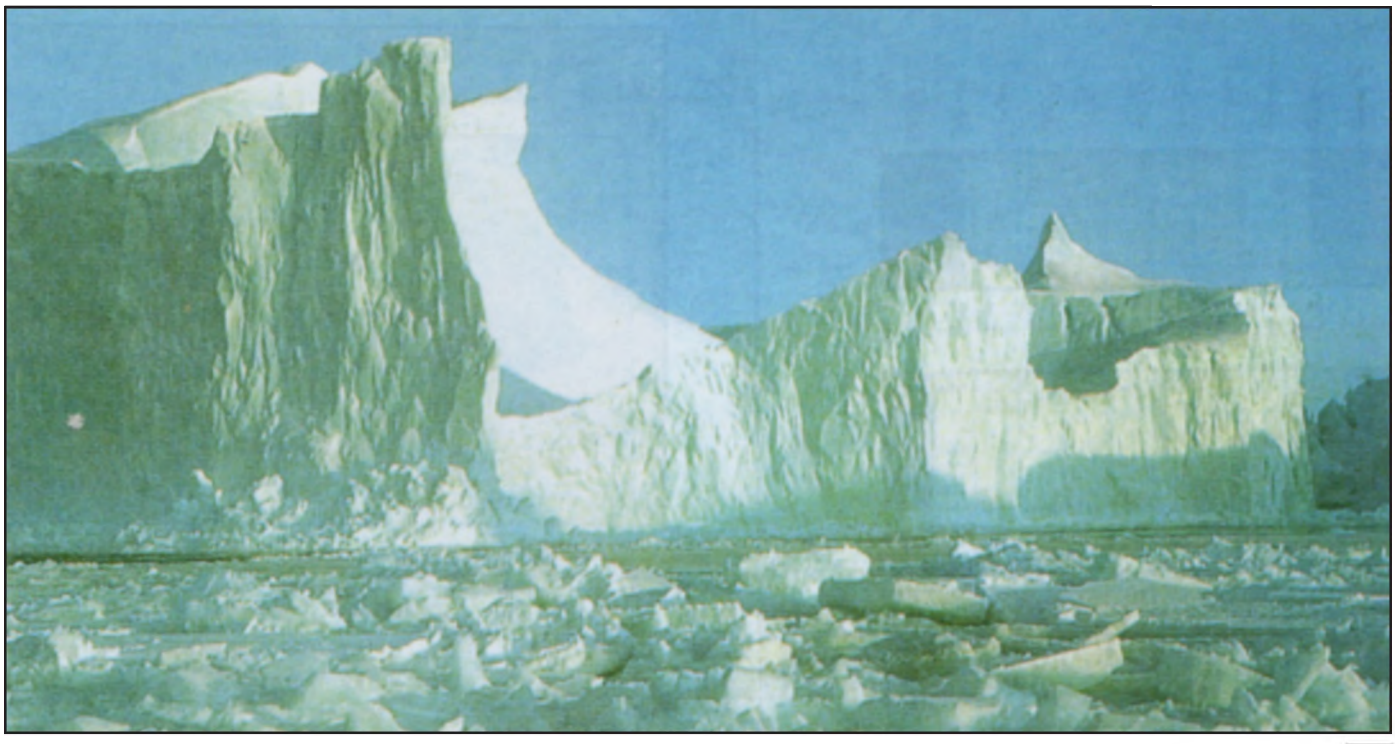
القارية في غرينلندا والأنتاركتيك، وفي المناطق القارية الداخلية، كما في شمال كندا وشمال سيبيريا نجد الواجهات الغربية لشمال القارات تنعم بمناخ قطبي أكثر لطفاً، كما في ألاسكا وفنلندا وغرب غرينلندا.

يسبب البرد وجود ضغط مرتفع فوق القطبين، مما يسهم في سيطرة مناخ جاف نسبياً، متساقطاته قليلة إجمالاً، تتراوح عادة بين ١٠٠ و٢٠٠ملم، وهي نادراً ما تتخطى ٤٠٠ ملم، وذلك عند الأطراف الخاضعة لتأثير البحار والمحيطات، حيث يصل تأثير بعض التيارات الدافئة، ويكون معظم الهطول على شكل ثلوج، خصوصاً خلال الأشهر التي تميل فيها الحرارة إلى الارتفاع وتسبب منطقة الضغط المرتفع هبوب رياح شديدة باتجاه الأطراف، وعلى الأخص خلال الليل الطويل.

ثانياً: المناطق القطبية صحار من جليد

يغطي الجليد المناطق القطبية بشكل دائم وبسماكات مختلفة، ويكون على الشكلين التاليين:

- شكل أطواف تغطي سطح المياه، وتظهر في القطب الشمالي وحول قارة الأنتاركتيكا، حيث لا تتعدى سماكة



٦ اطواف جليدية في غرينلاندا

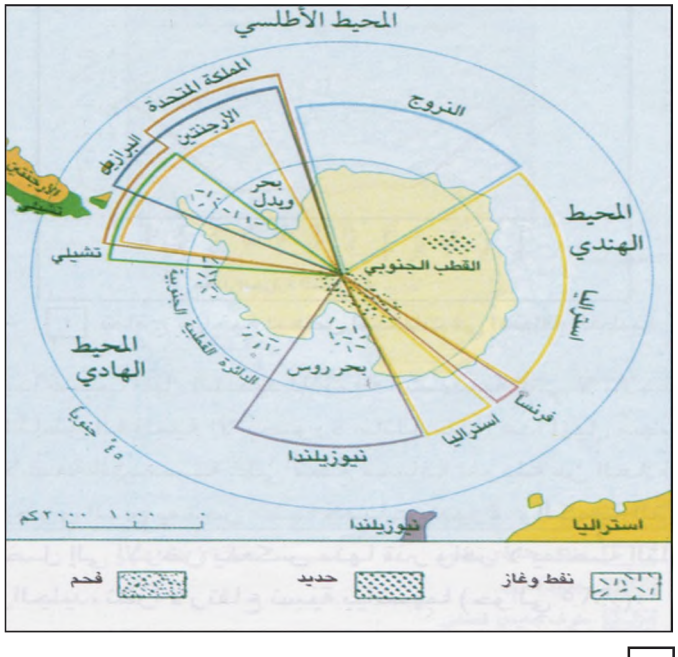
الجليد ١٠ أمتار، لكن حدود امتداد الأطواف تتغير بحسب الفصول، فتزيد مساحتها شتاء حتى تبلغ حوالى ٤٠ مليون كلم٢ (حوالي ١٢٪ من مساحة المحيطات).

● شكل جليديات قارية تغطي حوالي ١٠٪ من مساحة اليابسة، كما في الأنتاركتيكا (٠٠٠ ٦٥٠ ١٢ كلم٢). وغرينلاندا (٠٠٠ ٨٠٠ ١ كلم٢) (مستند ٦). وتشكل هذه الجليديات ما يقارب ٩٦٪ من المسطحات الجليدية للأرض، ويبلغ متوسط سماكة الجليد في غرينلاندا حوالي١٥٠٠م بينما يصل في الأنتاركتيك إلى ٢٥٠٠م.

ثالثاً: المناطق القطبية بيئات رافضة للحياة، ولكن!

إنّ الظروف المناخية القاسية التي تسيطر على المناطق القطبية، والتي تعتبر عوامل طرد للحياة، لم تمنع الحياة من الوجود في بعض أراضيها الساحلية وفي مياهها البحرية، فقد تأقلم بعض النبات مع البرد الشديد. فعصارة النباتات القطبية تتحمل درجة حرارة منخفضة جداً، مما يمنع خلاياها من التجمد والانفجار، وللحيوانات التي تعيش في تلك المناطق جلود سميكة تغطيها فراء تقيها شر البرد القارس، لكن الجليد والبرد والزمهرير تشكل عوائق تحول دون سكن الإنسان في المناطق القطبية، فغرينلاندا والأنتاركتيك تبقى مراكز طرد للإنسان، فهو لا يمكنه العيش بشكل متواصل فى هذه الأمكنة (مستند ٨)، بالرغم من توافر جميع الإمكانيات التقنية المتطورة فى هذا المجال.

لكن اكتشاف بعض الثروات المنجمية (بترول، حديد، أورانيوم...) في المناطق القطبية دفع الدول الكبرى إلى الاهتمام بترسيخ وجودها هناك (مستند ٧)، على الرغم من صعوبة استخراج هذه المعادن حالياً في ظل الظروف المناخية الطبيعية السائدة، ويقتصر الوجود البشري، الآن



٧ الأنتاركتيك: قطاعاتها وثرواتها

٨ رحلة سياحية قصيرة الى الأنتاركتيك

٩ محطة أميركية للأبحاث العلمية في الأنتاركتيك

في تلك المناطق، على بعض البعثات العلمية في عدد من المحطات التي تسعى إلى فهم بعض الأمور المتعلقة بمناخ الأرض وتاريخها الجيولوجي (مستند ٩).

رابعاً: التوندرا الإقليم النباتى الوحيد فى المناطق القطبية

توجد على أطراف الجليديات القارية مناطق ترتفع فيها الحرارة إلى ما فوق الصفر، خلال فترة قصيرة قد تطول بضعة أسابيع فيذوب الجليد في الأجزاء السطحية

١٠ التوندرا خلال فصل الصيف (الاسكا)

من الأرض (بضعة سنتيمترات) بينما تبقى الأجزاء السفلية منها متجمدة (عدة أمتار)، فيتحول سطح الأرض إلى مستنقعات تفصل بينها أحياناً فسحات ذات تربة فقيرة وقليلة السماكة، في هذه التربة ينمو غطاء نباتي مؤلف من حشائش قصيرة، ونباتات شوكية صغيرة وطحالب متنوعة يدعى هذا الإقليم النباتي بالتوندرا (مستند ١٠) وهو يجذب بالرغم من فقره على الصعيد النباتي، العديد من الطيور المهاجرة والحيوانات، كالدب القطبي والرنة، وتعيش فيه على الرغم من استحالة الزراعة، بعض القبائل التي تعتمد في معيشتها على الرعي والصيد كاللابون والأسكيمو، ولا تخلو بعض مناطق التوندرا من نشاط صناعي، يقتصر على استخراج بعض الثروات المنجمية كالنفط في ألاسكا.

أسئلة:

١ - أين تقع الأقاليم المناخية القطبية؟
٢ - بيّن الخصائص المناخية للاقاليم القطبية.
٣ - لماذا تعتبر المناطق القطبية بيئات غير قابلة للحياة.
٤ - عرف التوندرا.
٥ - فسر انتشار التوندرا في الاقاليم المناخية القطبية.

نماذج من أسئلة التقويم الشاملة

الموضوع الأول: الجغرافيا الفلكية

١- معتمداً على المستند ٤ من الدرس الأول والمستند ٦ من الدرس ٢ والمستند ١ من الدرس ٣: حاول أن تدرس شروط توافر الحياة على سطح الأرض، ومدى توافر هذه الشروط على كواكب المجموعة الشمسية.

٢- اجمع من الصحف والمجلات خلال مدة أسبوعين ما ينشر عن الفضاء والمجموعة الشمسية، واكتب تقريراً حول هذا الموضوع، وأعرضه في الصف مدعوماً بالصور والشواهد.

٣- اختر خمس ظواهر جغرافية أو بيئية أو حياتية تتأثر مباشرة بدوران الأرض حول نفسها وحول الشمس، وبين مدى تأثر كل ظاهرة بهذه الحركة.

٤- معتمداً على كتاب التاريخ والجغرافيا وغيرهما من المراجع المتوافرة في مكتبة المدرسة: أعرض كيف فسر الأقدمون حركة الشمس الظاهرية وتعاقب الفصول، ثم وضح ما أدخله العرب من جديد على صعيد شكل الأرض، وعلم الفلك عامة.

٥- بين أن الأرض والشمس والقمر تشكل منظومة واحدة تتبادل التأثير فيما بينها.

٦- ألف لائحة تشمل أكثر من عشرين سلوكاً بشرياً، بعضها ناتج من حركة الأرض حول نفسها، وبعضها من حركة الأرض حول الشمس، وبعض آخر ناتج من حركة القمر حول الأرض. ثم صنف هذه السلوكات تحت ٣ عناوين: اقتصادي، ثقافي، اجتماعي، ثم وضح مدى تفاعل الإنسان مع هذه الحركة الكونية.

الموضوع الثاني: الخرائط والاستشعار عن بُعد

١- معتمداً على خريطة الحرارة وتوزعها على سطح الأرض، وعلى خريطة الجفاف في الكتاب، المستند ١ الدرس ٢٤، وعلى المستند ٢والمستند ٣ من الدرس التاسع:

- اكتب تقريراً حول توزع الحرارة على سطح الأرض مبيناً دور الأقمار الاصطناعية في دراسة هذا التوزع.

٢- قارن بين الصور الفضائية وبين الخرائط من حيث: شكل إيصال المعلومات، السرعة في الإنتاج، الكلفة، الوسائل التقنية المعتمد عليها في الحصول على المعلومات، حجم الطاقم البشري اللازم، وذلك إذا أردنا إنتاج خرائط طوبوغرافية وحرارية، وخرائط التيارات البحرية، وخرائط الغطاء النباتي للعالم.

٣- بين الأهمية البيئية والمدينية للخرائط والصور الفضائية والصور الجوية، ثم أذكر السبب الذي يدفعنا اليوم للاعتماد على الاستشعار عن بعد للحصول على المعلومات البيئية والمدينية.

٤- لماذا شاع في عصرنا الحاضر استعمال الإسقاط فوللر والإسقاط القطبي المركب؟ هل ترى علاقة بين هذين الإسقاطين وتطور التصوير الفضائي والجوي؟.

٥- اختر من كتب الجغرافيا الاقتصادية، أو جغرافية الخليج العربي، أو أي أطلس، ثلاث خرائط مرسومة وفقاً لإسقاط

فوللر والإسقاط القطبي المركب وإسقاط مركافو، عين مواضيعها ثم أذكر الأسباب التي دفعت إلى اختيار الإسقاط.

٦- اكتب نصاً يفسر كيفية وضع إحداثيات الخرائط مستعملاً التعابير التالية: الطوبوغرافيون، الشماليات الشرقيات، نقطة الأساس، الإحداثيات، شبكة التربيعات.

٧- اختر كتاباً من كتب الجغرافيا التي تدرس في المرحلة الثانوية، ثم:

- نفذ جدولاً بالخرائط الموجودة في هذا الكتاب، مصنفاً هذه الخرائط، وفقاً لموضوعاتها، إلى خرائط طوبوغرافية، أو خرائط توزيعات نوعية، أو خرائط توزيعات كمية.

- قارن بين هذه الخرائط وبين الصور الفضائية. ماذا تلاحظ؟

- هل يمكن اعتبار الخريطة وسيلة لتمثيل كل الظاهرات المرئية وغير المرئية؟ أعط أمثلة.

٨- من هم أصحاب الاختصاصات العلمية والفنية الذين يحتاجون في عملهم إلى الوسائل التالية: الخرائط الكدسترالية، الخرائط الطوبوغرافية، الخرائط المليونية، الصور الجوية، الصور الفضائية.

- ما الغايات من هذه الخرائط والصور.

- سم الاختصاصات والمهن المنبثقة من علم الخرائط والاستشعار عن بُعد.

٩- اكتب نصاً يفسر مبدأ الاستشعار عن بُعد مستعملاً المصطلحات التالية:

الطاقة الإشعاعية للأجسام، الموجات الإشعاعية المرئية، الأشعة غير المرئية، القناة، المجاس، متعدد القنوات، النوافذ الجوية.

- لماذا تجري المعاينة الحقلية للظاهرة بعد أخذ صورتها بواسطة الأقمار الاصطناعية من خلال قناة غير مرئية.

- قارن بين الصورة الفضائية والخريطة من حيث وسائل قراءتهما ومن حيث أشكالهما.

- تحدث عن بعض المكاسب العلمية المشتركة بين الصورة الفضائية والخرائط، وأذكر ما تتميز به الصور الفضائية.

١٠ هل يوجد في البحرين مركز للاستشعار عن بُعد، ومركز لرسم الخرائط الكدسترالية والطوبوغرافية. عرف كل منهما، وبين الأهمية العلمية والبيئية لهذين المركزين.

الموضوع الثالث: الجيومورفولوجيا

١- بالاعتماد على المستندات التالية: (٣ درس ١٠) – (٩ درس ١١) – (١٥ درس ١٣) – (٢ درس ١٤)، أكتب نصّا يشرح عمليات تشكل الجبال والمحيطات، وعمليات تحول الصخور وعمليات هدم القشرة الأرضية.

٢- معتمداً على المستندين ١٣ و١٦ من الدرس١١ والمستندات ٥-٦-٩ من الدرس ١٢، وعلى عوامل التجوية والتعرية: إشرح كيفية تفتت الصخور وتسوية سطح الأرض.

٣- تسيطر على الوطن العربى ثلاثة أقاليم مناخية أساسية: المتوسطي والصحراوي والاستوائي، حدد عوامل التعرية الأساسية الفاعلة في كل إقليم، وبين بواسطة الرسوم التوضيحية أو الصور أهم التشكيلات في كل إقليم، أبرز دور الإنسان في الحد من تأثيرات هذه العوامل أو تنشيطها.

٤- معتمداً على المستند ٥ الدرس ١٠، والمستندين ٣ و٤ الدرس ١٤:

قارن بين تشكل البحر الأحمر وتشكل الخليج العربي ثم أشر إلى ما سيؤول إليه كل منهما في المستقبل البعيد.

٥- عدد الاختصاصات العلمية والفنية المنبثقة من علوم الأرض (الجيولوجيا والجيومورفولوجيا) وأذكر الاختصاصات

المتوافرة في جامعات البحرين ودول الخليج العربي.

- هل يستهويك اختصاص منها؟ لماذا؟

- ما الاختصاصات والميادين العلمية الأخرى التي تعتمد في عملها على دراسات العاملين واستنتاجاتهم في مجال الجيولوجيا والجيومورفولوجيا.

٦- على الخريطة العامة للتضاريس: حدد مواقع جبل بركاني، وجبل انكساري، وجبل التوائي، ثم حدد مواقع هضبة تعرية، وهضبة بنيوية، وهضبة بركانية، وسهل حت وسهل توضع.

- بين كيفية تشكل كل من هذه التضاريس.

- بناءً على الخريطة المناخية: اختر عامل التعرية أو التجوية الأكثر تأثيراً على كل نوع من هذه التضاريس.

- هل يمكن القول أن الثابت الوحيد على الأرض هو التغيير الدائم في سطحها؟

٧- تسهم عوامل نشوء الجبال والعوامل الهادمة للتضاريس في تشكل الأماكن السياحية الطبيعية، اختر أمثلة متنوعة من هذه التشكيلات الجميلة الجاذبة للسياح، وصف طريقة تشكلها، ثم عين أماكن وجودها موجزاً ما يميزها.

دعّم نصك بالصور والرسوم والنصوص المكتوبة حول الموضوع . من المفضل إذا توافرت لك المراجع أن تختار أماكن سياحية من الوطن العربى.

٨- سمّ أنواع الصخور المستعملة لأهداف اقتصادية. عّين أماكن وجودها في الوطن العربى والعالم. بيّن أثر بعضها على القرارات السياسية، العربية والدولية.

الموضوع الرابع: المياه

١- سم أهم موارد المياه العذبة السطحية والجوفية.

- حدد نسبة مياه كل مورد قياساً على المجموع.

- هل يعتبر هذا المخزون آمناً من حيث كميته ونوعيته؟ لماذا؟ حدد الأخطار التى تهدده.

- أعط أمثلة محددة تثبت أن مخزون المياه على الأرض مهدد بالنضوب والتلوث.

- اقترح الوسائل الواجب إتباعها لحماية مخزون المياه العذبة.

- اقترح حلاً لكل خطر تجد فيه تهديداً لهذا المخزون.

- كيف تؤثر المياه العذبة على نوعية المياه المالحة.

٢- معتمداً على المستند ٧ من الدرس ١٦، وعلى المستند ٣ من الدرس ١٥، وعلى الخريطة المناخية لأفريقيا:

بين أسباب غزارة مياه النيل.

- أبرز دور الإنسان في تغيير نظام جريان النيل.

- أثبت أن للنيل أهمية اقتصادية أساسية بالنسبة للعديد من بلدان أفريقيا.

- كيف تشكلت دلتا النيل؟ أهي مستمرة في التوسع كما كان شأنها دائماً؟ لماذاً؟

- أذكر بعض التغيّرات التي طرأت على البحر الأبيض المتوسط بعد إنشاء السد العالي فيما يخص مراعي الأسماك والترسبات البحرية.

٣- ارسم شكلاً تبين فيه بالتفصيل دورة المياه بمراحلها المختلفة.

- حدد الأخطار المحدقة بالمياه في كل من هذه المراحل.

- كيف تؤثر هذه الدورة على الملوحة والحرارة والكثافة في المحيطات، أعط أمثلة توضّح كل حالة.

- أدرس الدور المناخي والإقتصادي للتيارات البحرية عامة، معتمداً على المستندين ٢ و٣ من الدرس ٩ والمستند٧ الدرس ١٥.

- اختر ثلاثة تيارات تؤثر مباشرة، حيث تمر على المناخ.

- فسّر كيف يحصل هذا التأثير.

- لماذا تتركز مصائد الأسماك في مناطق محيطية محددة؟ أجب معتمداً على المستند ٤ من ملف الموارد الطبيعية.

- عّين الأعماق التي تتوافر فيها أكبر كمية من البروتين في البحار والمحيطات. وأذكر الأسباب.

الموضوع الخامس: المناخ

- عرف الضغط الجوي.

- حدد اتجاهات الرياح العمودية في مناطق الضغط الجوي المرتفع ومناطق الضغط الجوي المنخفض، ثم اتجاهاتها الأفقية.

- أذكر خصائص الرياح في حالتي الضغط الجوي المنخفض والمرتفع.

- بين أسباب وجود الصحاري فى المناطق المدارية.

- بين أسباب الأعاصير في المناطق المعتدلة.

- لماذا تتميز المناطق الاستوائية بأمطار موزعة على مدار السنة؟

٢- ما الفرق بين:

- مراكز الضغط الجوية الحرارية والمراكز الدينامية.

- الأمطار الإعصارية والأمطار التضاريسية.

- الرياح التجارية والرياح التجارية العائدة.

- حدد أماكن وجود كل منها.

٣- فتش عن العلاقة بين الأعاصير، والتيار النفاث، ومراكز الضغط المرتفع الدينامية، واحتباس الأمطار عن المناطق التوسطية خلال الصيف.

٤- فسّر كيفية حدوث المطر، وأدرس إمكانية اصطناعه فوق المناطق الجافة، أثبت الإجابة.

٥- سّم الغازات الأساسية الثابتة والمتغيرة التي يتكون منها التروبوسفير، وحّدد الوظيفة الإحيائية والمناخية منها.

- أذكر أهم التغيّرات التي طرأت على نسب هذه الغازات في الجو.

- لخص المضاعفات البيئية والجغرافية والمناخية الناتجة من هذه التغيرات.

٦- أذكر لماذا:

- يميل السكان في المناطق الحارة إلى ارتداء ملابس ألوانها فاتحة؟

- تتميز المناطق الداخلية من القارات بفروقات حرارية كبيرة؟.

- لا يتزايد العجز في الميزانية الحرارية للمناطق القطبية؟

- لا نعتمد الجدول الخاص بمعدلات عناصر الطقس لمدة سنة مستنداً أساسياً لتحديد صفة المناخ؟

- تتصف المناطق الباردة بانخفاض رطوبتها المطلقة.

- تتركز الأمطار صيفاً في المناخ الموسمي ويسوده الجفاف النسبي في فصل الشتاء؟.

٧- بالاعتماد على المستند ٦ الدرس ٢ والمستندين ٦ و٧ الدرس ٢١:

- فسر أسباب انحراف التيارات الهوائية والبحرية.

- سم تيارين هوائيين وتيارين بحريين. صف مسارهما بحيث تثبت القانون الذي توضّحه المستندات المشار إليها.

الموضوع السادس: الأقاليم المناخية

من خلال دراستك للأقاليم المناخية الواردة في الكتاب:

١- استخلص العناصر المناخية والتضاريسية والإحيائية التي تقوم عليها البيئة بشكل عام.

٢- اشرح أثر العوامل البيئية على العمل الزراعي من خلال دراستك لأنماط الزراعة في الأقاليم: الاستوائية والصحراوية، والمتوسطية، والمدارية.

٣- عوامل التعرية متعددة لكنها متفاوتة التأثير على الصخور والتضاريس وفقاً للأقاليم المناخية أذكر العنصر الأكثر تأثيراً في كل إقليم، وبين دور الإنسان في الحد من أثره السلبي أحياناً، وفي مضاعفة أثره أحياناً أخرى.

٤- هناك أقاليم مناخية جافة، وأقاليم رطبة، وأخرى معتدلة، فبناءً على أي العوامل قام هذا التقسيم؟

- دعّم خيارك بأمثلة معينة من الأقاليم التي تمت دراستها.

- تأكّد من خلال خريطة توزع الأمطار على سطح الأرض، من صحة إجابتك.

قائمة المصطلحات

أ

الأخاديد المحيطة: وديان عميقة في أعماق المحيط ناتجة من تيارات الحمل وتباعد الكتل.

استدامة التنمية: هي التنمية التي توفر حاجات الناس وتحافظ على استمرار تدفق الموارد خلال ترشيد الاستهلاك ومنع الهدر والتلوث وزيادة الكفاءة.

الإسقاط: هو تقنية نقل مساحة كروية الشكل على ورقة مسطحة بأكبر قدر من الأمانة والدقة.

الإشعاعات غير المرئية: هي الإشعاعات التي لا نراها بالعين المجرة كالإشعاعات فوق البنفسجية، والإشعاعات دون الحمراء والموجات الدقيقة والراديوية.

الاشنيات: تشكيلات نباتية لا يزيد ارتفاعها عن مليمترات قليلة، تنمو في الأماكن حيث تنمو الفطريات. كجذوع الأشجار والصخور والتربة.

أقواس الجزر الآسيوية: هى الجزر الموجودة غرب المحيط الهادئ كأرخبيلات اليابان وأندونيسيا والفيليبين، تأخذ شكل أقواس، وهي ناتجة من اصطدام الكتل بعضها بالآخر.

ألسنة الجليد: الجزء الأدنى من النهر الجليدي، وهو يأخذ شكلاً مستطيلاً على طول الوادي يصل إلى عدة كيلومترات.

ب

البتروغرافيا: فرع من علم الجيولوجيا يدرس طبيعة المواد التي تتركب منها الصخور وخصائص كل منها.

البقع الشمسية (بقع مظلمة): بقع تتخلل سطح الشمس، وتختلف أحجامها ومساحتها ومصدرها غير واضح حتى الآن، وقد تأكد بعد رصدها، أنها غير ثابتة، وهذا ما ساعد على تحديد دورة الشمس حول نفسها من الغرب إلى الشرق.

ت

التبلّر: هو تحول السوائل إلى أشكال بلّورية.

التحكم عن بُعد: عملية توجيه الأجهزة ومراقبتها عن بُعد.

التّرع: القنوات الاصطناعية كقناة السويس، أو قنوات جر المياه للزراعة كترع النيل.
التضخم السكاني: تزايد أعداد السكان بحيث يتخطى الموارد الاقتصادية المتاحة، وبحيث يضيق بهم المجال الجغرافي.
التعرية المطرية: هي التعرية الناتجة من الأمطار بفعل اصطدامها بالأرض وجريانها.
التلسكوب: ويدعى المِرْقب، وهو آلة ذات عدسات ضخمة، تستعمل لرصد النجوم البعيدة.
التمثيل الكلوروفيلي: هو الآلية التي تحول بها النباتات الخضراء والعلقيّات النباتية الطاقة الشمسية إلى طاقة كيميائية تستخدم لتثبيت غاز ثاني أوكسيد الكربون وتحويله إلى كربوهيدرات. وتسمى أيضاً عملية التخليق الضوئي.

ث

الثورة الخضراء: هي عملية تحديث الزراعة على الصعيد العالمي، انطلقت هذه العملية إثر الحرب العالمية الثانية بهدف القضاء على المجاعة.

ج

الجبال الالتوائية: جبال تشّكلت بفعل العوامل الباطنية وزحف الكتل القارية وتصادمها فيما بينها، وتظهر فيها التواءات الطبقات وتكسراتها، منها جبال الألب والهمالايا.
جبال الجليد: هي كتل جليدية انسلخت عن جليديات المناطق القطبية، تطفو هذه الكتل فوق مياه المحيطات بحيث يظهر بعضها على ارتفاع ٢٠٠م من سطح المحيطات، ويبقى، بشكل دائم، حوالي ٤/٥ حجمها مغموراً بالمياه.
الجبال الهرسينية: هي جبال ظهرت خلال حقبة جيولوجية من الزمن الجيولوجي الأول.
الجروف: هي الحافات الصخرية أو الانحدارات العمودية الموجودة في الطبيعة، على الشاطئ، أو داخل القارات.
الجير: هي الصخور التي تحتوي على عنصر كاربونات الكلسيوم، كالصخور الكلسية، والدولومي، والمارن، وغيرها.

ح

الحركات التكتونية: هي ما ينتج من المواد الموجودة في باطن الأرض من حركات.
الحصيم: قطع صخرية حجمها أصغر من الحصى وأكبر من حبيبات الرمل.
الحقل المغناطيسي للأرض: تشبه الأرض قطعة مغناطيسية، فهي تمارس تأثيراً مغناطيسياً في الفضاء المحيط بها، وهذا التأثير يضعف كلما ابتعدنا عن الأرض حتى يتلاشى مجال التأثير هذا هو الحقل المغناطيسي للأرض، وهذا الحقل ليس متجانساً إنما يقوى ويضعف من منطقة إلى أخرى بسبب التفاوت في توزّع المعادن والحرارة على سطح الأرض.
الحوض: المنطقة الجغرافية التي تغذي مياهها نهراً معيناً.

خ

خط الثلوج الدائمة: هو الحد الذي يتطابق مع خط «تساوي الحرارة» صفر درجة مئوية للشهر الأكثر دفئاً وحرارة. يختلف ارتفاع هذا الخط بحسب موقع الجبال من خطوط العرض وينخفض مع الابتعاد عن خط الاستواء باتجاه القطبين.

خطوط الكونتور: هي الخطوط التى تجمع النقاط المتساوية الارتفاع على سطح الأرض.

د

الدروع: هى مناطق من الأرض يظهر فيها الغرانيت وغيره من الصخور النارية على السطح، وقد انكشفت قديماً وتعرّضت لمختلف عوامل التعرية.

ر

الرادار: يستخدم في مجال علم الفضاء لالتقاط الموجات الراديوية التي تبثها الأجسام الفضائية كما يمكن بث موجات راديوية في اتجاه جسم معين. ويمكن للرادار أن يعيد التقاط هذه الموجات بعد أن يعكسها هذا الجسم، فيتحدد بذلك بعد الجسم عن مركز الرادار، نستخدم هذه التقنية في وضع خرائط للأرض وغيرها من الكواكب وكذلك في قياس سرعة هذه الكواكب.

الرصص: صخر مؤلف من مواد حطامية متماسكة فيما بينها بفعل مواد كلسية أو غيرها.

الرق: منطقة صحراوية مكسوة بشرائح الحجارة، يسّببها البْري الريحي.

ز

الزراعة البدائية المتنقلة: زراعة يعتمدها السكان المحلّيون في المناطق الحارة والرطبة، وذلك بحرق مكان من الغابة أو السافانا، واستغلاله لزراعة ثلاثة أو أربعة مواسم. ونظراً لنفاد المواد الخصبة في التربة، يعمد السكان إلى حرق مكان آخر وزراعته. وهكذا تنتقل هذه الزراعة من مكان إلى آخر.

س

الساحل الإفريقي: هو الإقليم الإفريقي الواقع إلى الجنوب من الصحراء الكبرى، يمتاز بوجود حشائش الاستبس التي تتخللها شجيرات متباعدة ذات أوراق شوكية.

السبخات: برك ومستنقعات المياه المالحة، وتسمّى أيضاً في المغرب العربي: الشطوط، توجد على السواحل وفي المنخفضات الداخلية لبعض القارات.

السلاح الغذائي: السلاح الناتج من استعمال المواد الغذائية كوسيلة سياسية، كبيع القمح لدولة ما لقاء مواقف سياسية معينة.

ش

شبكة التربيعات: شبكة من المربعات تستخدم لرسم الخرائط الطوبوغرافية لبلد معين، وتحدد انطلاقاً من نقطة أساس في مكان محدد من البلد المعني بالمسح، ويتم رسم محورين متعامدين في نقطة الأساس، قريبين، قدر المستطاع، من خطي الطول والعرض المارين فيها، ثم تضاف خطوط موازية لهذين المحورين وعلى مسافات متساوية، وهكذا نحصل على شبكة تربيعات تساعد في تنفيذ المسح الحقلي للبلد، وتعرف شبكة التربيعات أيضاً بنظام الإحداثيات.

شبه الظل: (منطقة شبه الظل) ترسم الأرض في الفضاء مخروطاً هو ظلها الذي تقع قاعدته على الجهة المظلمة من الأرض أما المنطقة التي تحاذي جانبي هذا المخروط فتسمى منطقة شبه الظل لأنها لا تتلقى سوى قسطاً محدداً من الأشعة الشمسية، فتبدو أقل ظلاماً من مخروط الظل المشار إليه، وأقل إشعاعاً من المناطق الأخرى.

الشتاء البركاني: تلبّد السماء بالغيوم الناتجة من الرماد والغازات البركانية التي تحجب أشعة الشمس.

شمال لامبير: هو اتجاه الشمال الذي وضعه لامبير واضع التربيعات التي على أساسها يتم المسح الطوبوغرافي لدولة معينة.

الشهب: راجع النيازك لاحقاً.

ص

صبيب النهر: كمية المياه التي يصبها النهر في الثانية وفي نقطة معينة من مجراه، يعبر عن الصبيب بعدد الأمتار المكعبة في الثانية، أو عدد الليترات في الثانية، وفقاً لقوة الدفق.

الصلصال: صخر رسوبي أحمر اللون يصنع منه الفخار والقرميد.

الصوان: صخر رسوبي صلب مؤلف من السيليكون.

ط

الطمي: ما يحمله النهر من أتربة ويرسّبها على ضفتيه أو في مصبه.

ع

العقدة: وحدة قياس للسرعة تساوي ١٨٥٣ متراً في الساعة.

العلقيات: أنواع من النباتات والحيوانات المجهرية والدقيقة تعيش عالقة في المياه المالحة والعذبة تنشأ بفعل الإشعاع الشمسي وتوافر المواد المعدنية، وتشكّل أساس السلسلة الغذائية المائية.

غ

غرينتش: ضاحية قريبة من مدينة لندن يمر فيها خط الطول الأساس (صفر).

ف

الفاصل الكونتورى (أو تعادل الأبعاد): هو الفارق في الارتفاع بين خط كنتور رئيسي والخط الرئيسي الذي يليه مباشرة.

الفلدسبات: معدن مؤلف من سيليكات مضاعف من الألومنيوم والبوتاسيوم والكلسيوم والصوديوم.

فلك الكسوف: هو المسطح الذي يحدّده المدار الأهليلجي للأرض.

ق

القارية: صفة مناخية تُنسب للمناطق الواقعة داخل القارات والبعيدة عن المؤثرات البحرية.

القطب الاقتصادي: دولة مهمة اقتصادياً تؤثر قراراتها الاقتصادية والسياسية على دول العالم، أو على الدول المحيطة بها، كاليابان والولايات المتحدة الأمريكية، ودول المجموعة الأوروبية وغيرها.

قوارض الصخور: الحيوانات التي تعيش على الصخور وتفرز مواد كيميائية لتذيبها.

القور الصحراوية: التجاويف الحاصلة في الصخور وسط الصحراء بفعل البّري الريحي الذي يجوف المناطق الصخرية اللينة ويترك القاسية منها.

ك

الكتلة الحيوية: مجموع النباتات والحيوانات التي تعيش على الأرض، وتسمّى أيضاً الغلاف الحيوي.

الكدسترالية: خرائط المساحة التفصيلية، مقاييسها كبيرة جداً ١/٢٥٠٠ أو ١/١٠٠٠.

كهوف الرياح: كهوف تحفرها الرياح في الشواهق الصخرية.

الكوارتز: سيليكون متبلر قاس جداً شفاف بعض الشيء.

الكواكب: مفردها كوكب، وهو جسم فضائي مظلم، يستمد ضوءه وحرارته من الشمس، يدور حول نفسه وحول غيره، ومن الكواكب الأرض وغيرها من كواكب المجموعة الشمسية.

كويكبات: (مفردها كويكب وهو تصغير كوكب) اسم يطلق على جميع الكواكب الصغرى السيارة التي تدور حول الشمس ويقع مدارها بين مداري المشتري والمريخ.

م

المارن: صخر جيري رسوبي لونه أصفر أو أزرق.

الماسح (Scanner): يستخدم في علم الفضاء لفحص أو اختبار مساحة معينة، أو منطقة معينة وهو يقوم بفحصها نقطة نقطة في ترتيب منظم حتى نهايتها، معتمداً على الأشعة فوق البنفسجية التي تخترق الحواجز الجوية.

الماغما: المواد المنصهرة في أعماق الأرض، تتألف أساساً من خليط من أنواع متعددة من السيليكات التي ذابت وانصهرت مع مواد غازية متعددة بفعل الحرارة.

المتحجرات: (الدفائن أو المستحثات)، وهي الحيوانات والنباتات المتحجرة داخل الطبقات الجيولوجية.

المجاس: مفردها مجس، هو الجهاز الحساس الذي يلتقط الإشعاعات ويقيس طاقتها، تتعدد أنواع المجسات وفقاً لحساسيتها ووفقاً لأنواع الطاقة الإشعاعية التي تلتقطها.

المجال الجغرافي: الأرض التي أنشأ عليها الإنسان العمران كالمدن والقرى والمزارع وطرق المواصلات وغيرها.

المجرة: وحدة كونية تضم أعداداً لا تحصى من النجوم والمجموعات الكونية، والمجرات مختلفة الأشكال والأحجام، طول أصغرها مئات الألوف من السنين الضوئية، والمجموعة الشمسية تنتمى إلى مجرة «درب التبانة».

مدار إهليلجي: مدار بيضوي الشكل.

المذنبات: أجرام كونية لها رأس لامع في وسطه نواة أكثر توهجاً ولمعاناً، ولها ذنب طويل يزداد اتساعه طرداً مع البعد عن النواة، تتكون المذنبات من غازات متوهجة كالهيدروجين، ومن أجسام صغيرة صلبة كالغبار والتراب الكوني، تدور المذنبات حول الشمس فى مدارات إهليلجية طويلة، أشهرها مذنب «هالي» الذى كان آخر ظهور له عام ١٩٨٦.

المسبار: مركبة فضائية تحمل أجهزة قياس ومجسات وأجهزة تصوير وإرسال، تطلق إلى الفضاء الخارجي بهدف تزويدنا بالمعلومات عن الهدف المرسلة إليه.

المسح الطوبوغرافي: عملية تمثيل المساحات الأرضية على الخريطة وتحديد معالمها من جبال وأنهار وطرقات وأبنية وغيرها.

المصاطب النهرية: هي منبسطات من الأرض تحاذي مجرى نهر معين، تسببها عمليات التعرية التي أحدثها النهر فى عصور سابقة.

منطقة التقبب: هي المنطقة التي ترتفع فيها القشرة الأرضية الصلبة، وتأخذ شكل القبة بفعل الدفع الناتج من حركة الماغما الصاعدة.

المواد الاستراتيجية: هي المواد الأولية التي تعتبر أساسية للتنمية الاقتصادية كالنفط والحديد والنحاس وغيرها، وهي ضرورية لاستمرار النشاط الاقتصادي.

الموجات دون الصوتية: مدى الذبذبات الصوتية التي يقل ترددها عن تردد التذبذبات المسموعة عادة، وهي تقل عن ١٥ هرتز.

المواليير: صخور صوانية نخرة تستعمل في صناعة أحجار «الرحي».

الميكا: سيليكات الألومنيوم والبوتاسيوم، تكون سوداء أو بيضاء.

ميكرون: وحدة طول رمزها μ تساوى ١/١٠٠٠٠٠٠ متر.

الميل المغناطيسي: هو الزاوية التي يرسمها سهم الشمال الجغرافي مع سهم الشمال المغناطيسى.

ن

النتح: عملية تبخر الماء من خلايا النبات بفعل تنفسها من جهة، وبتأثير أشعة الشمس من جهة أخرى، وتلعب النباتات دور مضخة مائية: تمتص المياه بجذورها، وتبخر قسماً منها من مسام أوراقها.

النجم: جسم غازي منير وملتهب، لا يدور حول غيره بل حول نفسه، والشمس واحد من النجوم.

نجوم هرقل: كتلة كروية ضخمة من المجرات والنجوم، يتجاوز عددها المليون، تسير باتجاهها المجموعة الشمسية بسرعة ٢٠ كلم فى الثانية.

نظام الإحداثيات: راجع شبكة التربيعات.

النيازك: أجرام كونية تشكّلت نتيجة اصطدام أجرام فضائية، فإذا اقتربت من جو الأرض تنشّد إليها بفعل الجاذبية وتدخل جوها. تسقط كتل منها على الأرض محدثة حفرا تختلف أعماقها باختلاف أحجام الكتل. أما الكتل التي تحترق وتتبعثر مادتها لدى احتكاكها بالغلاف الجوي، فتسمى الشهب، وتبدو لسكان الأرض على شكل أسهم نارية سريعة تستمر ثواني معدودة، ثم تختفي.