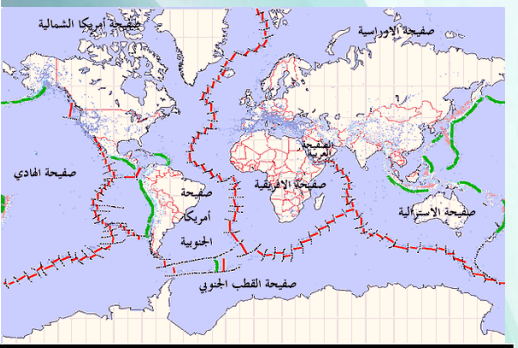
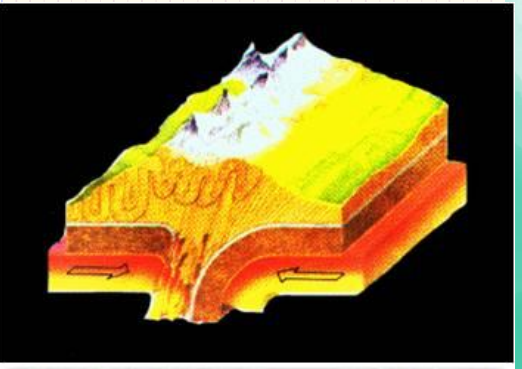
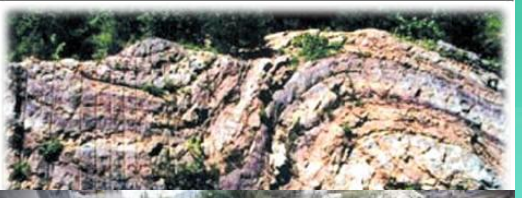
أسباب التغيرات المناخية في الزمن الرابع

اختلفت الآراء في أسباب التغيرات المناخية في الزمن الرابع إلا أن أهم الآراء والنظريات التي حاولت تفسيرها هي :







١- حدوث حركات تكتونية :

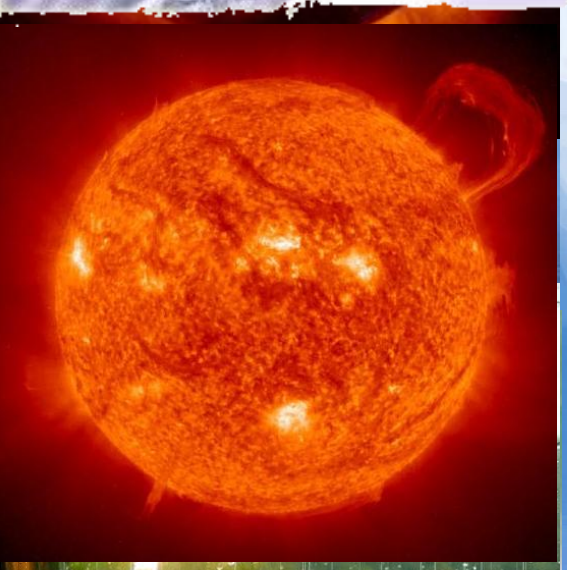
- ربط "بروكس" عام ١٩٤٩ حدوث التغيرات المناخية بحدوث حركات تكتونية ويتلخص رأيه :
- في أن مناخ سطح الأرض كان معتدلاً خلال معظم تاريخها الجيولوجي وأن سبب التغيرات المناخية واتساع الجليد كان بسبب حركات عنيفة في قشرة الأرض أدت إلى ارتفاع سطح الأرض على شكل سلاسل جبلية أدت إلى برودة الجو وذلك سبب ظهور العصور الجليدية .
- أما اعتدال المناخ ودفئه في نظر بروكس كان يحدث بسبب تناقص ارتفاع اليابس لحدوث حركات هبوط أو نشاط التعرية .

تابع ١- حدوث حركات تكتونية :

- وكانت حركات الهبوط في نظره تؤدي إلى طغيان البحر على اليابس واتساع مناطق المناخ البحري الذي أحدث تغييراً في دورة الهواء العامة وفي خطوط سير الأعاصير مما أدى إلى زيادة التساقط الثلجي .
- وهنا يصعب قبول رأي بروكس : فإذا كان هذا الرأي ناجحاً في تفسير حدوث الأدوار الجليدية في الزمن الثالث الذي تميز بحدوث حركات تكتونية فإنه يفشل في تفسير حدوث الأدوار الجليدية في البليستوسين الذي لم يتعرض لحركات تكتونية عنيفة .

٢- التغير في الإشعاع الشمسي :

- يؤدي التغير في الإشعاع الشمسي إلى اختلاف درجات الحرارة على سطح الأرض ويعتمد ذلك على كمية الإشعاع ونوعية الإشعاع .
- ويقدر البعض أن الحرارة تنخفض بين ١ ْ م – ٢ ْ م إذا حدث تناقص في كمية الإشعاع بنسبة ١% .



تابع ٢- التغير في الإشعاع الشمسي :

ذكر جورج سمبسون عام ١٩٣٧ أن :

- زيادة الإشعاع الشمسي في مناطق العروض الدنيا تزيد التبخر من البحار في تلك العروض وذلك يؤدي إلى :

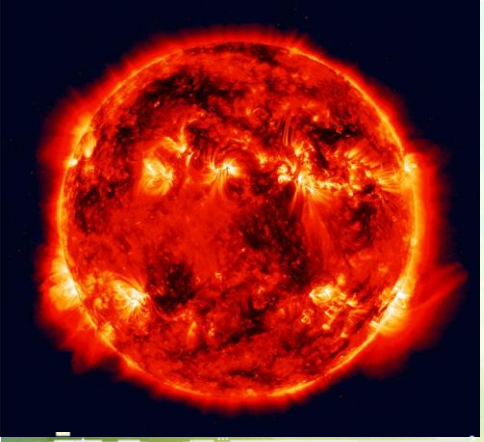
نشاط الأعاصير ...

ونشاط الدورة الهوائية ...

وزيادة التساقط في كل العروض ...

- فيكون التساقط ثلجياً في العروض العليا وبغزارة لا تستطيع معه حرارة الصيف إذابته .

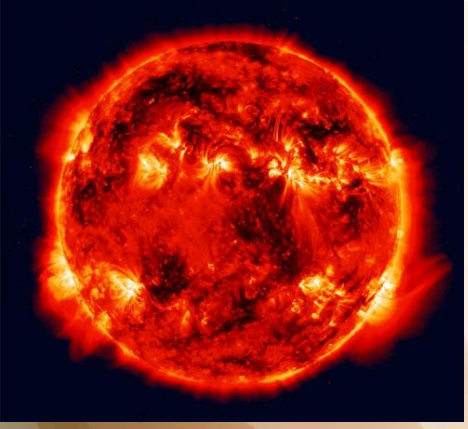
- ومع تكرار التساقط لعدة سنوات يزداد سمك وامتداد الجليد وقد يزداد الإشعاع الشمسي كثيراً فترتفع الحرارة بشدة وينصهر الجليد بسرعة ويتناقص سمكه وامتداده ويختفي من بعض المناطق .



تابع ٢- التغير في الإشعاع الشمسي :

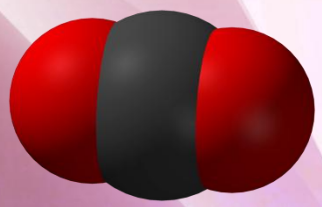
ومن هنا يمكن تفسير حدوث الأدوار الجليدية والدفيئة في البليستوسين :

- عندما بدأ الإشعاع في الزيادة ازداد تساقط الثلج وتراكم فحل دور جونز الجليدي .
- عندما وصل الإشعاع قمته ازدادت الحرارة فانصهر الجليد بسرعة فحلت فترة الدفء الأولى (جونز – مندل) .
- واستمر الوضع بين تناقص الإشعاع وزيادته فتعاقبت فترات الأدوار الجليدية والدفيئة .
- **ووجه إلى نظرية "سمبسون" النقد** لأن الأدلة النباتية والحيوانية لا تتفق مع التراتب الذي افترضته نظريته وأنها تفسر أدوار الجليد في جبال الألب فقط وتعجز عن تفسيرها في شمال أوربا وأمريكا .



٣- حدوث البقع الشمسية :

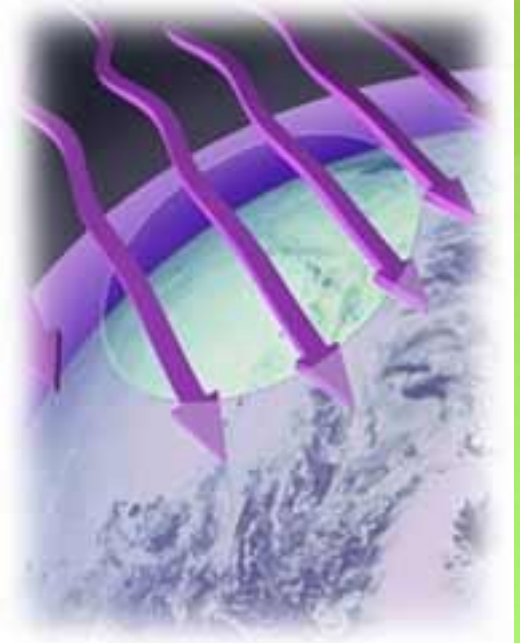
- فسر البعض التغيرات المناخية في العالم بحدوث البقع الشمسية sun spots .
- والبقع الشمسية : هي بقع داكنة وسط المناطق المضيئة البيضاء اللامعة تنشأ عن انفجارات ضخمة في جسم الشمس.
- وتنشأ عن اختلاف سرعة الشمس بالنسبة لعروض الأرض .
- وينشأ عن ذلك دوامات على سطح الأرض تتسبب في اختلاف كمية الإشعاع الشمسي الواصل إلى السطح .
- ويقدر أن الاندلاع الشمسي قد يولد طاقة تستطيع إمداد مدينة كبيرة بالطاقة الكهربائية لمدة ٢٠٠٠ سنة .
- وزيادة البقع الشمسية يؤدي إلى زيادة الأمطار ونشاط العواصف والفيضانات أما نقصها يؤدي إلى الدفء والجفاف.
- وبالرغم من أهمية البقع الشمسية في تفسير التغيرات المناخية إلا أنها ما زالت محل شك في تأثيرها خلال البليستوسين ومازال موضوعها قيد البحث والنقاش .



CO2

٤- تغير نسبة ثاني أكسيد الكربون (CO2) وبعض الغازات الأخرى :

- تناقص غاز CO2 يؤدي إلى هبوط الحرارة وحدوث الأدوار الجليدية في البليستوسين أو البرودة في الهولوسين .
- وقدر أن نسبة CO2 قد تناقصت في البليستوسين بنسبة ٢٥% منها حالياً .
- ويفترض أن هذا الغاز قد زاد خلال فترات الدفء في البليستوسين .
- وقد أظهرت الدراسات زيادة نسبة CO2 في الغلاف الجوي وقدرت زيادته خلال ٢٠٠٠ سنة الأخيرة من ٢٠% - ٣٠% ويتوقع أن يرفع CO2 درجات الحرارة في المستقبل القريب بنسبة ٢٥% من درجة حرارة سطح الأرض .
- وهنا يصعب الربط بين حدوث الأدوار الجليدية والتغير في نسبة CO2 فلا يزال الموضوع يحتاج إلى أدلة قوية تؤكد هذه العلاقة .



تابع ٤- تغير نسبة ثاني أكسيد الكربون (CO_2) وبعض الغازات الأخرى :

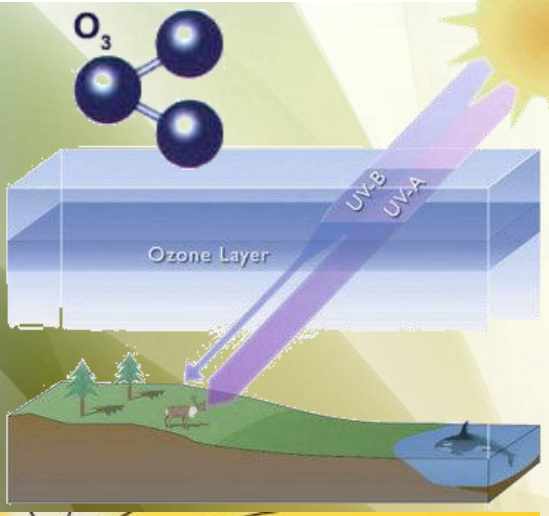
أما الغازات الأخرى مثل :

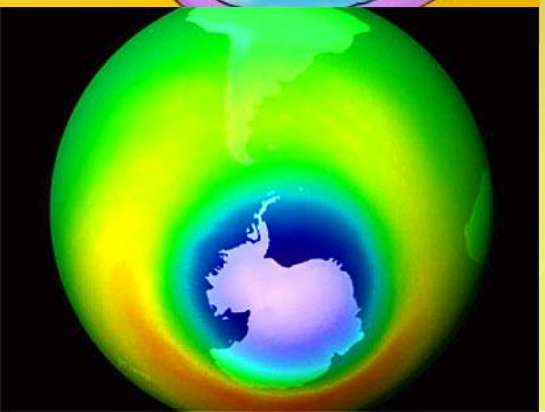
غاز الميثان :

- زادت نسبته في الغلاف الغازي نتيجة عمليات التحلل العضوي وانتشار حظائر الماشية والدواجن وزيادة القمامة والحرائق .
- وتبلغ زيادته السنوية ١% إذ ينبعث ٥٠٠ مليون طن من الغاز سنوياً ويشكل حاجز حراري أفضل ٢٠ مرة من CO_2 .
- ويُشار إلى أنه لا علاقة له بالتغير المناخي في الزمن الرابع .

أما غاز الكلوروفلوروكربون :

- يفوق تأثيره غاز CO_2 بنسبة ٥٨% ويؤثر في طبقة الأوزون وعلى كمية الأشعة فوق البنفسجية ، وهذا الغاز يؤثر في الذبذبات المناخية في القرن العشرين ويصعب وصول تأثيره إلى البليستوسين .





٥- التغيرات في طبقة الأوزون :

- الأوزون : غاز عازل للأشعة فوق البنفسجية التي ترسلها الشمس وله دور في تنظيم حركة الكرة الأرضية .
- ويُكَوّن جزء ضئيل من الغلاف الغازى المحيط بالكرة الأرضية ويصل ارتفاعه إلى ٦٠ كيلومتر فوق مستوى سطح الأرض ، ويُقدّر وزنه في الغلاف الجوي بحوالي ٣٠٠٠ مليون طن متري .
- يزداد فى الأيام المشمسة ومع صفاء الجو لذلك يكثر فى المناطق المحصورة بين المدارين ويبلغ أقصى تركز له أثناء النهار ويحفظ حرارة الأرض .
- وهناك علاقة قوية بين التغير فى طبقة الأوزون والتغيرات المناخية وهو من أهم العوامل التي قد تفسر التغيرات المناخية المحتمل حدوثها مستقبلاً . ويكون له تأثير فى فترات سابقة .

٦- نشاط الغبار البركاني :

- يؤدي تراكم الغبار البركاني في طبقات الجو العليا إلى حجب الأشعة الشمسية وتشتتها قبل وصولها إلى سطح الأرض .
- ولأن الغبار البركاني لا يدوم طويلاً في طبقات الجو فقد أثبتت الدراسات أن تأثيره محلياً غير واسع الانتشار .
- وأثبتت الدراسات أن هناك علاقة بين الغبار البركاني والتغيرات المناخية فاتحاد الكبريت مع بخار الماء مكوناً حمض الكبريتيك يؤدي إلى انخفاض درجات الحرارة .

ومن الأمثلة :

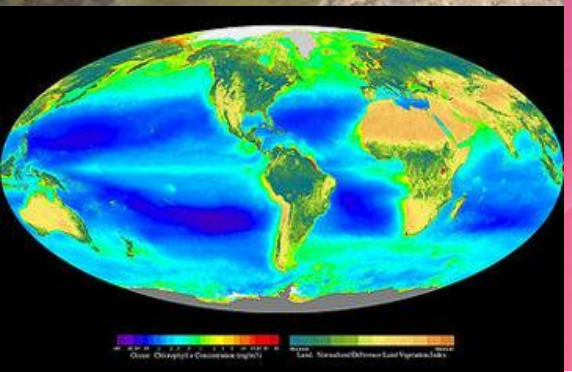
- وجدت علاقة قوية بين انخفاض " درجة الحرارة وزيادة الرطوبة" في انكلترا في فصل الصيف خلال القرون الثلاثة الماضية والزيادة في النشاط البركاني .

تابع من أمثلة العلاقة بين الغبار البركاني والتغيرات المناخية :

- وقدر التناقص في درجات حرارة طبقة التروبوسفير في المناطق المدارية بحوالي درجة مئوية نتيجة للغبار البركاني المنبعث من بركان جبل أجيونج فى جزيرة بالى الأندونيسية واستمر التأثير حتى دائرة عرض ٦٠ ° شمالاً وبانخفاض في درجات الحرارة وصل إلى ٨ ° م وحدث ذلك أيضاً في جزيرة جاوة .
- وكذلك بزيادة الغبار البركاني يزداد نشاط الرياح التجارية فوق العروض المدارية في المحيط الأطلسي الشمالي ، والرياح الموسمية على شبه القارة الهندية ، وتيار النينو أمام سواحل بيرو أمام السواحل الغربية لأمريكا الجنوبية .

النتائج المترتبة على التغيرات المناخية في الزمن الرابع

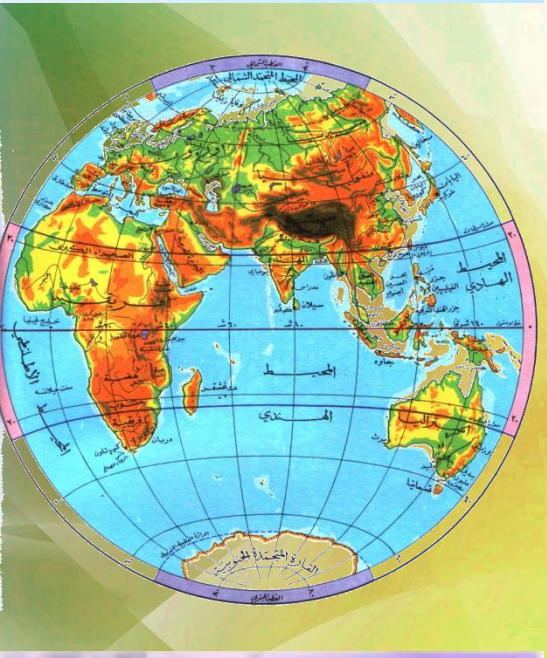
لم تقتصر التغيرات البيئية في الزمن الرابع على التغيرات المناخية بل تعدتها إلى بعض **النتائج التي تركت دلالاتها على سطح الأرض والتي تتلخص في :**



- بقايا الغطاءات الجليدية في مناطق هوامش الجليد .
- ما خلفه الجليد في مناطق العروض العليا .
- ما خلفه المطر في مناطق العروض الوسطى والمدارية من تكوينات إرسابية وظاهرات جيومورفولوجية .
- حدوث ذبذبات في مستوى سطح البحر .
- نشأة بعض الظاهرات المورفولوجية على السواحل مثل (الأرصفة البحرية) أو عبر المسطحات المائية الضيقة (المعابر الأرضية) أو على جنبات الأنهار (المدرجات النهرية) .
- بالإضافة إلى التغيرات في الغلاف الحيوي وتأثير التغيرات البيئية على الإنسان .

١- الغطاءات الجليدية في أواخر الدور الجليدي الأخير (فورم) وأوائل الهولوسين :

- اختلف توزيع الغطاءات الجليدية في العروض العليا بين أدوار الجليد والدفء .
- وقد كان توزيع هذه الغطاءات في أواخر البليستوسين حسب بعض الدراسات كالتالي :



أ- كان في أوربا مركزان للجليد منذ ١٨ ألف سنة مضت :

- الأول : فوق شبه جزيرة اسكندیناوه والبحرالبلطي وغطى النرويج والسويد وفنلندا وامتد نحو الجزر البريطانية والدنمرك وشمال ألمانيا وشرق بولندا وشمال غرب روسيا . حتى وصل سمك الجليد في خليج بوثينيا ٢ كم ، وفي الجزر البريطانية ١,٥ كم .
- مركز الجليد الثاني في أوربا : في جبال الألب بالإضافة إلى عدد من المراكز الثانوية في هضاب وجبال وسط وجنوب أوربا .

وفي أمريكا الشمالية :

- غطى الجليد خليج هدسن ومنه عبر الحدود مع كندا حتى البحيرات العظمى جنوباً وحتى جبال روكي غرباً وجزر الأرخبيل الكندي شمالاً وولايات الأطلسي الكندية شرقاً .
- وقدر سمك الجليد في خليج هدسن بـ ٣ كم وامتد الجليد حتى المرتفعات الشرقية والغربية .
- وبين غرب أوربا وشرق أمريكا الشمالية غطى الجليد جزر جرينلنده والجزر المجاورة لها .

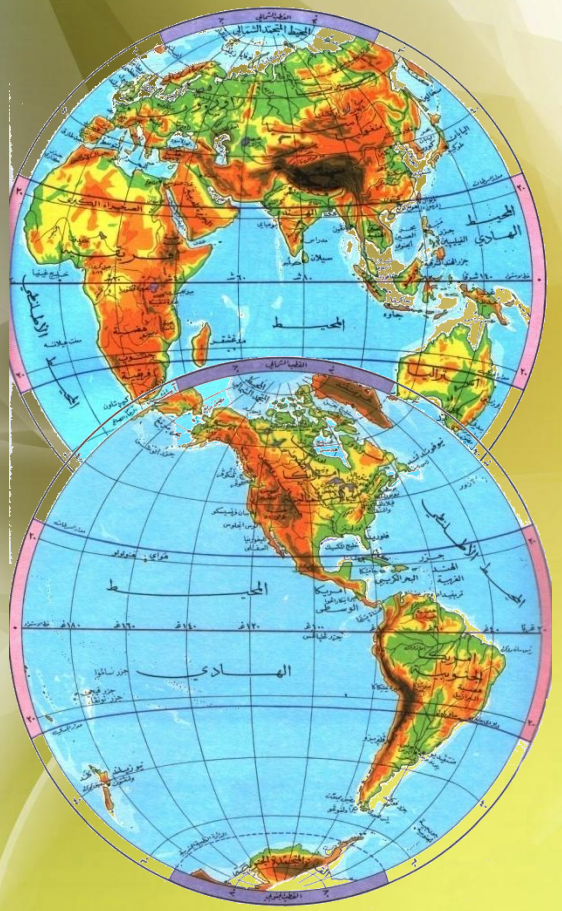
ب- تقلص الجليد بمقدار النصف منذ حوالي ١٣ ألف سنة مضت مع استمرار حالة الدفء في العروض العليا أثناء تراجع جليد فورم .

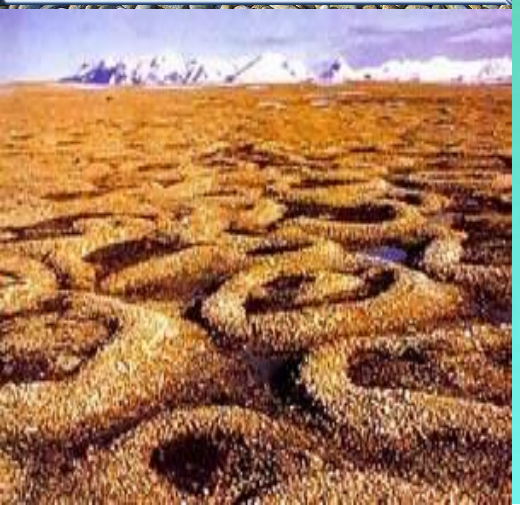
ج- منذ ١٠ آلاف سنة اختفت معظم الغطاءات الجليدية من بريطانيا وتقلص جليد أمريكا الشمالية .

د- استمرت الغطاءات الجليدية على جبال الألب خلال الهولوسين حتى ١٠ آلاف سنة مضت بينما تراجع جليد السويد منذ ٧٥٠٠ سنة .

٢- التغيرات البيئية في مناطق هوامش الجليد :

- تأثرت المناطق الواقعة على أطراف الغطاءات الجليدية بتغيرات بيئية مناخية ونباتية وقدرت مساحة هذه المناطق بحوالي ربع مساحة سطح الأرض .
- وأشارت الأدلة إلى أن الظروف المناخية التي اتصفت بها مناطق هوامش الجليد في قمة فورم (العصر الجليدي الأخير) شغلت في أوربا جنوب فرنسا شرقاً حول مقدمات جبال الألب وعلى امتداد وادي الدانوب .
- وبلغت الحرارة السنوية شمال هذه المناطق أقل من ٢ ْ م .
- وفي أمريكا الشمالية : شغلت جبال الأبلاش نحو الجنوب في جنوب ولاية كارولينا الجنوبية والمرتفعات الغربية ، وبلغ متوسط الحرارة ١٠ ْ م .
- ومع التحسن المناخي تراجع الجليد منذ ١٤ ألف سنة مضت فانتقلت مناطق هوامش الجليد نحو الشمال بمسافة من ٨٠- ٢٥٠ كم .





- ولا زالت مناطق واسعة في أمريكا الشمالية تسودها الظروف المناخية التي أعقبت الدور الجليدي الأخير (فورم) حتى الوقت الحالي مثل جزيرة آلسكا ونصف كندا والمرتفعات الغربية .

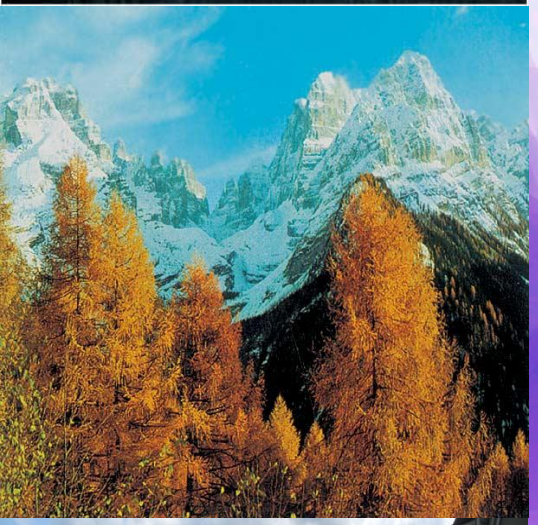
٣- الإرسابات والظاهرات الجيومورفولوجية المتخلفة عن الجليد والمطر :

من التكوينات الإرسابية التي خلفها الجليد في مناطق العروض العليا :

- الركامات الجليدية : بأنواعها المختلفة وهي بقايا مفتتات صخرية أرسبت بعد ذوبان الجليد بالإضافة إلى جلاميد الطين (الصخور التائهة) وتمتد هذه الركامات في أمريكا الشمالية على هيئة خطوط طولية .

- التربة الجليدية :

المنتشرة في شمال أوراسيا وفي شمال أمريكا الشمالية .



- وتعد **تربة اللويس** من أهم الإرسابات التي تكونت في البليستوسين وهي مفتتات دقيقة حملتها الرياح من الركامات الجليدية وأرسبتها في مناطق تمتد من جنوب إنكلترا إلى شمال فرنسا إلى جبال الألب حتى جنوب روسيا وإلى وسط آسيا حتى شمال الصين .

ومن الظاهرات الجيومورفولوجية التي خلفها الجليد :

- **ظاهرات النحت الجليدي في المناطق الجبلية** : وأهمها الثلاجات أو الأودية الجليدية (في اسكندیناوه ووسط أوربا) ، والحلبات الجليدية ، والسيوف الجبلية ، والقمم الهرمية ، وظهور الخراف في قيعان الأودية الجبلية .
- وتعد **البحيرات** أهم مخلفات الجليد في العروض العليا . ومن أهمها في أوربا : بحيرات فنلندا ، والنرويج ، والسويد ، واسكتلندا والألب ، وشمال ألمانيا وبولندا .

وبحيرة لادوجا وأونيجا في روسيا ، وبحيرة أتباسكا في كندا .

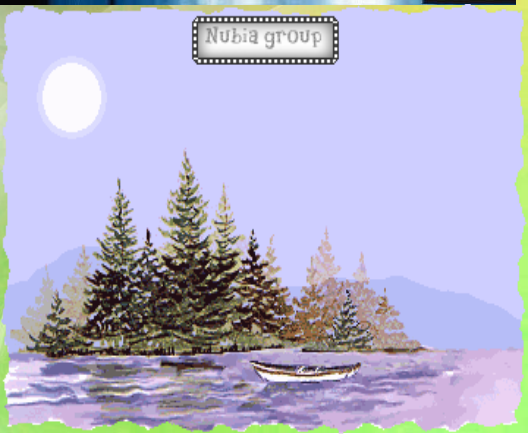
ومن أدلة حدوث المطر :

- **رواسب البحيرات والينابيع (الطوفا) :** ومن أشهر تكوينات الطوفا الموجودة على جوانب منخفض الواحة الخارجة بمصر.
- يقابل تكوينات الينابيع **تكوينات البريشيا** التي تدل على حدوث الجفاف .
- وتدلنا الكثبان الرملية المتحجرة على تعاقب المطر والجفاف وعندما نعثر في منطقة رطبة أمطارها غزيرة على كثبان رملية قديمة فهذا يدل أنها مرت بفترة جفاف .
- ويدلنا انتشار تربة اللاتريت في إفريقيا حتى دائرة ١٠ ° شمالاً على حالة المطر والحرارة العالية آنذاك هناك .

٤- تذبذب مستوى سطح البحر والظاهرات المرتبطة به :

ترتب على التغيرات المناخية في الزمن الرابع حدوث :

- تذبذب في مستوى سطح البحر واختلاف توزيع اليابس والماء صاحبها حركات باطنية ترتب على هذا التذبذب تكون الأرصفة البحرية على امتداد السواحل ، والمدرجات النهرية على جنبات الأنهار والمعابر الأرضية في المناطق الضيقة بين المسطحات المائية واليابس .



أ- مناسيب البحر في الزمن الرابع :

❖ من السهل التعرف على المناسيب العالية السابقة لمياه البحار ولكن من الصعب معرفة وتحديد خطوط المناسيب المنخفضة لها .

❖ **ويمكن التعرف على هذه المناسيب المنخفضة عن طريق :**

الأشكال القارية الغارقة ، أو سواحل القنوات والمجاري المائية الغارقة والتكوينات النهرية في قاع البحر الضحل، والمجاري النهرية وأشكال الدلتاوات .

وقد اختلف تذبذب مستوى سطح البحر خلال الزمن الرابع ثم تحديد ثلاث فترات منه هي :

الفترة الأولى : في البليستوسين الأسفل والأوسط :

هناك نوعان من الذبذبات في مستوى البحر وهي :

أولاً : الذبذبات الناتجة عن الحركات التكتونية أو التوازنية:

- وما يرتبط بهذه الحركات من كميات المياه التي تنبثق من جوف الأرض من المواد المنصهرة النارية التي تفرز بخار الماء .
- ويقدر أن ما يضاف إلى البحار والمحيطات من هذه المياه الأصلية عن طريق الطفح البركاني حالياً حوالي ٠,١كم مكعب/ السنة .

ثانياً : الذبذبات الناتجة عن فعل الجليد وانصهاره :

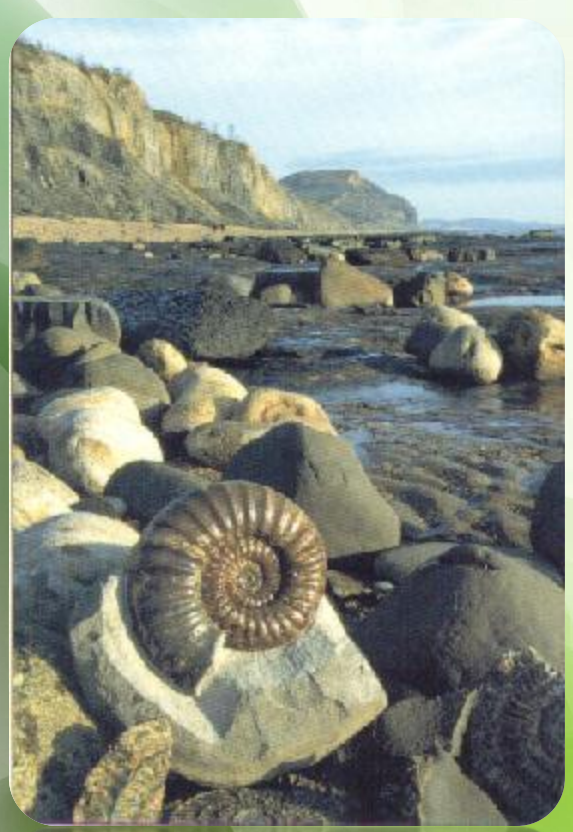
- أثرت في تغير مستوى البحار والمحيطات ، ففي النصف الأول من البليستوسين تكونت الكتل الجليدية فهبط مستوى سطح البحر وقدر منسوبه آنذاك بحوالي ١٠٠ متر أعلى منه حالياً .

تابع ثانياً : الذبذبات الناتجة عن فعل الجليد وانصهاره :

- وخلال فترة جليد جونز هبط مستوى سطح البحر إلى (-١٠) عن مستواه الحالي بمقدار ١١٠ متر عن ما كان عليه في بداية البليستوسين .
- عاد البحر يرتفع تدريجياً مع انهيار الجليد في فترة الدفء الأولى (جونز - مندل) وقدر مستواه بحوالي ٥٥ متر عنه حالياً . وهكذا في الفترات المختلفة بين الارتفاع والهبوط .
- وأثرت هذه التغيرات في تشكيل الخصائص الطبيعية لمياه البحار أثناء البليستوسين ، ففي فترات البرودة زادت ملوحة المياه بشدة مثال : البحر البلطي ، وانخفضت الملوحة أثناء فترات الدفء .

الفترة الثانية : في أواخر البليستوسين :

- تم التعرف على التغيرات في مستوى سطح البحر خلال هذه الفترة بشكل أدق وأفضل عنها في البليستوسين الأسفل والأوسط والسبب : هو توفر الأدلة من الرواسب البحرية التي وجدت فوق الشواطئ المرتفعة .



تابع الفترة الثانية : في أواخر البليستوسين :

- فقبل تراجع الدور الجليدي الأخير (فورم) أي (منذ ١٨ ألف سنة مضت) تحولت كميات كبيرة من مياه البحار والمحيطات لليابس مكونة غطاءات جليدية وثلاجات فحدث انخفاض في مستوى سطح البحر بلغ (-١٣٠ مترا) أدنى منه حالياً وعلى إثرها هبط اليابس في إنكلترا وغيرها .
- وبعد أن حل الدفء منذ ١٦ ألف سنة مضت ذاب الجليد فارتفعت البحار ، وأيضاً ارتفع اليابس لإزاحة الضغط عنه .

الفترة الثالثة : في الهولوسين :

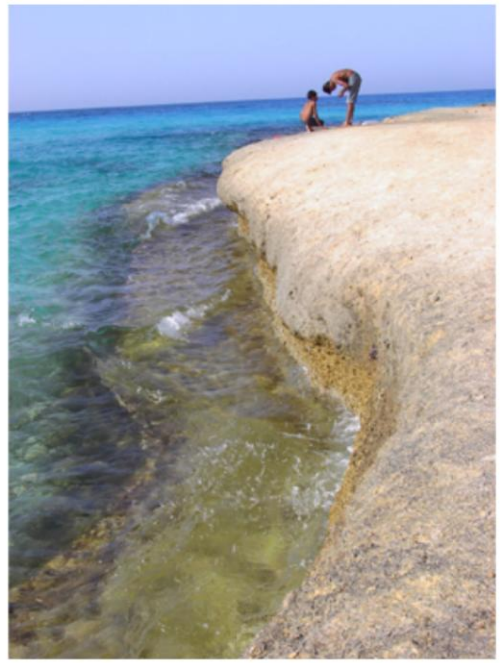
- وضحت خرائط خطوط الرفع المتساوية (Isobase) استمرار ارتفاع اليابس في المناطق التي غطاها الجليد في البليستوسين .
- فقدر أن الأراضي المحيطة بالبحر البلطي ارتفعت ٧٠٠ متر في الهولوسين وفي أسكتلنده ٢٥٠ متر ، وفي سواحل أمريكا الشمالية ٢٠٠ متر .
- والارتفاع في مستوى السطح يؤدي إلى انخفاض في مستوى سطح البحر .

هنا نتساؤل ؟ هل استمر سطح البحر في الانخفاض ؟

- كلا . فلقد أثبتت الأدلة حدوث ارتفاع تدريجي في مستوى سطح البحر حالياً بسبب تراجع الجليد وانصهاره في جبال وسواحل مناطق العروض العليا .

وهناك تقديرات لتذبذب البحر في الهولوسين منها :

- تقدير أثبت حدوث ارتفاع في منسوب البحر بإنكلترا بحوالي ٢,٣ ملم/ السنة .
- وفي تقدير آخر أن مستوى سطح البحر ارتفع في القرن الـ ٢٠ بما يتراوح من ١٠-١٥ سم .
- وفي تقدير ثالث أن ارتفاع حرارة مياه المحيطات زاد منسوب سطح البحر في العشر سنوات بين عامي ١٩٨٠-١٩٩٠ ما بين ٢-٥ سم وأسهم ذوبان ثلوج الأودية الجليدية بما يتراوح بين ٢-٧ سم . وانهار ثلوج المناطق القطبية أسهم بباقي الارتفاع في منسوب سطح البحر .
- وهناك تقديرات لمستوى سطح البحر في القرن الـ ٢١ ففي بدايته يتوقع ارتفاع سطح البحر بحوالي ١٨ سم وفي نهايته ٦٦ سم .
- وكل هذه التقديرات تعتمد على توقع حدوث ارتفاع في الحرارة حتى عام ٢١٠٠ م .



ب : الظاهرات المرتبطة بالتغيرات في مستوى سطح البحر:

مثل : الأرصفة البحرية والمدرجات النهرية والمعابر البرية .

١- الأرصفة البحرية :

- تعكس الأرصفة البحرية التذبذب في مستوى سطح البحر في الزمن الرابع خاصة في (البليستوسين) .
- وعلى أساس أن منسوب سطح البحر في بداية البليستوسين يبلغ ١٠٠ متر فوق مستواه الحالي لذلك يشترط أن تكون الأرصفة البحرية البليستوسينية على ارتفاع أدنى من ١٠٠ متر .
- ولو وجدت خطوط للشواطئ أعلى من هذا الارتفاع فقد تكون قد تكونت بفعل البحر قبل البليستوسين أو بفعل عوامل تكتونية.
- ومن بين خطوط السواحل البليستوسينية التي درست بدقة سواحل جنوب إيطاليا وصقلية (البحر المتوسط) من قبل كل من جيجنو (١٩١٣) وديبيريه (١٩١٨) ووضعوا أسماء للأرصفة البحرية كانت الأساس فيما بعد .
- وقد أمكن أيضاً تتبع بعض الأرصفة في قارة أمريكا الشمالية والتي يستدل منها على تذبذب مستوى مياه المحيط الأطلسي وتتلخص هذه الأرصفة في الجدول التالي :

	اسم الرصيف	موقعه	ارتفاعه	فترة تكوينه	عمره
في أوربا	الكالابري	جنوب إيطاليا	١٠٠-٢٠٠م	ما قبل البليستوسين	-
	الصقلي	قرب بالرمو بصقلية	٨٠-١٠٠م	أواخر البليوسين وأوائل البليستوسين	٦٦٠ ألف سنة
	الميلازي	قرب ميلازو شمال صقلية	٥٥-٦٠م	-	نصف مليون سنة
	التيراني	جنوب إيطاليا	٢٨-٣٠م	-	٢٧٠ ألف سنة
	المونستيري	قرب موناستير بتونس	٨-١٨م	-	١٢٥-١٥٠ ألف سنة
	الفلندري	على ساحل الفلندر في بلجيكا على بحر المانش	٣-٤م	بعد انتهاء دور فورم	٥٠٠٠ سنة
	نيس	سواحل جنوب فرنسا	٢م	-	-
في أمريكا الشمالية	براندوين	شرق أمريكا الشمالية بين نيوجيرسي شمالاً حتى سواحل خليج المكسيك جنوباً	٨١م	فترة ما قبل الجليد	-
	كوهاري		٦٥م	فترة الدفء الأولى	-
	ساندرلاند		٤٩م	فترة الدفء الثانية	-
	ويكوميكو		٢٩م	-	-
	كواوان		٢٠م	-	-
	باماليكو		٧,٥م	-	-

وفي حالة ربط الأرصفة الأمريكية بأرصفة حوض البحر المتوسط يتضح أن :

يلاحظ أن هناك أرصفة تتقابل تتضح بالألوان من الجدول :

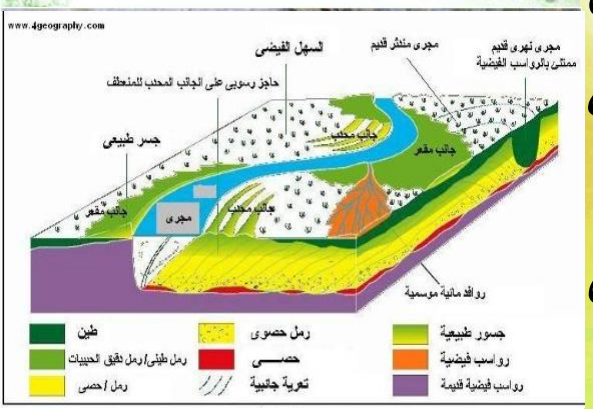
✓ وهناك أرصفة أمكن تتبعها على سواحل أمريكا الجنوبية وجنوب إفريقيا والقارة القطبية الجنوبية .

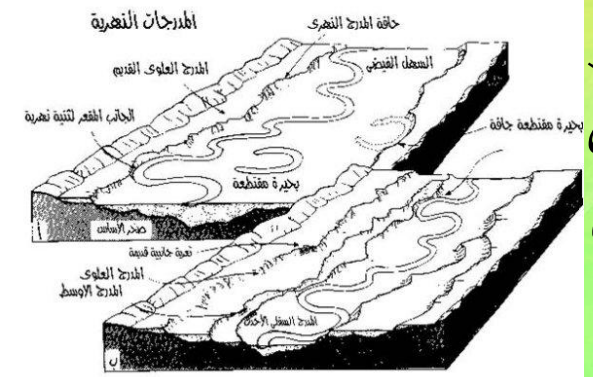
وبناء على كل الدراسات التي أجريت لسواحل العالم يمكن القول :

- بأن مستوى مياه البحر والمحيطات قد ارتفع أثناء الفترة الدفيئة الثالثة (ريس – فورم) إلى ما بين ١٠-٢٠ م فوق منسوب البحر الحالي .
- وانخفض خلال الفترة الجليدية الأخيرة إلى ما بين ٩٠-١٠٠ م تحت مستوى سطح البحر الحالي .

٢- المدرجات النهرية River Terraces:

- يقابل الأرصفة البحرية على السواحل المدرجات النهرية فوق اليابس على جنبات الأنهار .
- تنشأ بفعل هبوط مستوى سطح البحر ، ووجود المدرجات النهرية يشير إلى قدرة النهر على النقل والنحت .





تابع ٢- المدرجات النهرية :

❖ وتوجد هذه المدرجات في مناطق المطر والجليد على حد سواء.

كيفية تكوّن هذه المدرجات ؟

- عندما تذوب الثلاجات الجليدية تملأ الأنهار بالمياه التي تحمل معها كمية كبيرة من الحصباء .
- فإذا ارتفع مستوى البحر ركد الماء في الأنهار وأرسبت الحصباء في القاع فيرتفع مستوى الماء ويزداد عرضه في النهر .
- وقد ينحت هذا النهر ويعمق من جديد بواسطة الماء المتدفق لانصهار الثلوج مرة أخرى .
- وبالتأكيد لا تنحت كل الحصباء التي أرسبت بعد الدور الجليدي الأول فالحصباء المتخلفة تظهر كدرجة على طول جوانب الوادي حتى بعد الدورة الثانية للانصهار الجليدي وامتلاء الوادي بالحصباء من جديد .

ومن أمثلة المدرجات النهرية المدروسة : مدرجات نهر النيل :

- بلغت ٩ مدرجات تنسب إلى عصور مختلفة ونجد أن هذه المدرجات لا تتماثل على جانبي النهر في كل أجزائه .
- وفي العصر الحديث لا يعد النيل في مرحلة تعرية بل إرساب ورفع لمستواه .

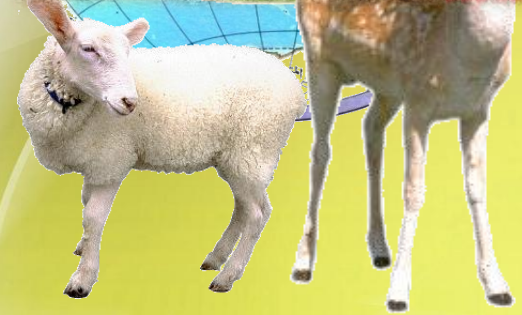
٥- التغيرات في الغلاف الحيوي :

- تتمثل التغيرات في توزيع الغطاءات النباتية وأنواع الحيوانات وأنواع التربة وخصائصها وهي المرآة الحقيقية للتغيرات المناخية .
- وندرس التغيرات خلال فترتين هما :

أ- التغيرات في الغلاف الحيوي في البليستوسين الأسفل والأوسط:

- **خلال أدوار الجليد في القارات الشمالية :**

(النبات) : تقلصت مناطق الغابات الصنوبرية وتزحزحت نحو الجنوب وعلى هوامشها : (الحيوان) عاشت الحيوانات المحبة للبرد مثل الرنة والدببة القطبية . (التربة) تعرضت طبقتها العلوية للتجمد وقلت بها المواد العضوية وساد مناطق العروض العليا تربة الغابات .



أما في المناطق المدارية وشبه المدارية في الدور المطير :

(النبات) زادت الأمطار فاتسعت الأحراج والمراعي فأصبحت منطقة جذب للحيوانات آكلة العشب واللحم أما (الحيوان) : عاش في شمال إفريقيا حيوانات إفريقية وآسيوية ومن أصل أوربي مثل (الغزال ، الدب ، الأغنام) . (التربة) : اتسعت مساحات تربة اللايتريت حتى دائرة عرض ١٠ شمالاً .

- أما خلال فترات الدفء في مناطق العروض الشمالية والجفاف في المدارية حدث العكس .
- اتسعت الغابات الصنوبرية شمالاً محل الجليد ، وقل المطر في المناطق المدارية وشبه المدارية فقلت الحشائش فهاجرت الحيوانات نحو الشمال .

أما التربة زادت نسبة الأملاح بها كما في شمال إفريقيا وغرب آسيا .

ب : التغيرات في الغلاف الحيوي في أواخر البليستوسين والهولوسين :

- بسبب توافر الدراسات أمكن التعرف بدقة على التغيرات في الغلاف الحيوي خلال هذه الفترة التي استغرقت ٢٠,٠٠٠ سنة.

فصنفت أربع مراحل للتغيرات في النبات الطبيعي والتربة وعلاقتها بتغير المناخ في مناطق العروض المعتدلة في نصف الكرة الشمالي وهي :

- تقابل المرحلة الأولى فترة تراجع آخر أدوار الجليد ، ولبرودة المناخ نمت الأعشاب القطبية وحشائش الاستبس ونباتات المستنقعات في مناطق تراجع الجليد ، والبلوط والصنوبر نمت في إسبانيا .
- تقابل المرحلة الثانية فترة الدفء عقب فورم استمرت ٥٠٠٠ سنة سادت الغابات المعتدلة معظم أوربا والاستبس في أيبيريا.
- تقابل المرحلة الثالثة فترة أحسن المناخ واستمرت ٤٠٠٠ سنة اتسعت فيها مساحات الغابات المعتدلة الباردة والتربة البنية .
- استغرقت المرحلة الرابعة ٥٠٠٠ سنة ، نشط الإنسان في إزالة الغابات والتأثير على التربة ، سادت الغابات الصنوبرية واتسعت مساحة تربة البودزل .

وجدير بالذكر : أن هذه التغيرات في الغلاف الحيوي في أواخر البليستوسين لم تقتصر على العروض المعتدلة شمالاً وإنما شملت أيضاً مناطق العروض المدارية وشبه المدارية .

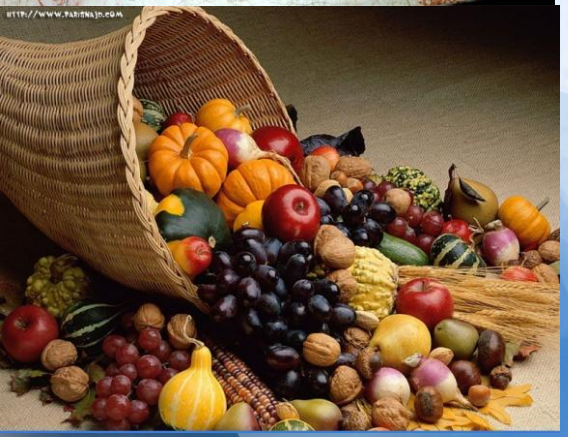
٦- أثر التغيرات البيئية في الإنسان :

أثرت التغيرات المناخية والبيئية على الإنسان من حيث :

- تطوره البيولوجي
- وتطوره الحضاري
  - والغزو الحضاري
  - وإنجازات الإنسان

أما عن أثر التغيرات البيئية في تطور الإنسان الحضاري وانتشاره :

- فقد كانت أقدم صناعات الإنسان صناعة العصى في شرق وشمال إفريقيا .
- ثم تطورت إلى الفأس اليدوية وانتقلت إلى أوربا وجنوب إفريقيا والهند .
- وبعد أن تغير المناخ وحل الجفاف في البليستوسين الأوسط تطورت صناعة الفأس إلى صناعة الشظايا .
- ثم عرف الإنسان صناعة النصال مثل (المدي ، المكاشط ، المحافر ، المثاقب) .



تابع أثـر التغـيرات البيئيـة في تطـور الإنسـان الحضـاري وانتشاره :

- بعد انتهاء الدور الجليدي الأخير حل الجفاف في شمال إفريقيا ، والدفء والأمطار في غرب أوربا ومع هذا التغير المناخي صغرت أحجام الحيوانات فغير الإنسان أدواته فأصبحت قزمية في (العصر الحجري القديم الأوسط) .
- بعد ذلك عرف الإنسان الزراعة واستئناس الحيوانات واستقر في قرى ثابتة في العصر الحجري الحديث .

ومن هنا كانت الزراعة واستئناس الحيوان أهم إنجازات الإنسان لتأثير التغيرات البيئية :

- وكان للتغيرات البيئية وانتشار الإنسان وممارساته حرف مختلفة أثر واضح في تطور حجم السكان حيث أدت الثورة الزراعية والصناعية والحضرية خلال الـ ٦٠٠٠ سنة الماضية إلى تغير كبير في حجم السكان وكثافتهم ...