الفترات الدافئة فى العصور القديمة

الفترة الدافئة التى نعيشها الآن بدأت منذ حوالى ١١٦٠٠ سنة وهى ليست الأولى حيث تعرض كوكب الأرض للعديد من الفترات الدافئة وكانت أول فترة دافئة حدثت بعد انتهاء أول فترة جليدية فى أثناء عصر ما قبل الكامبرى والفترات الدافئة تحدث ضمن الدورة المناخية الأرضية وتسمى بالفترات بين الجليدية لأنها تحدث بين كل عصرين جليدين. الفترات الدافئة تحدث بسبب عوامل فلكية تتعلق بمدار الأرض حول الشمس أو بتغير زاوية دوران الأرض حول محورها وبفعل الغازات المنبعثة من الانفجارات البركانية. الفترة من ٤,٦ بليون سنة مضت إلى ٣,٨ بليون سنة مضت وقدرها ٨٠٠ مليون سنة اعتبرت فترة إعداد الأرض لاستقبال الحياة وكانت تلك الفترة أشبه بالجحيم البركانى البحرى فسطح الأرض كان مغطى بالحمم البركانية وهذه الفترة لا تعتبر من الفترات الدافئة.

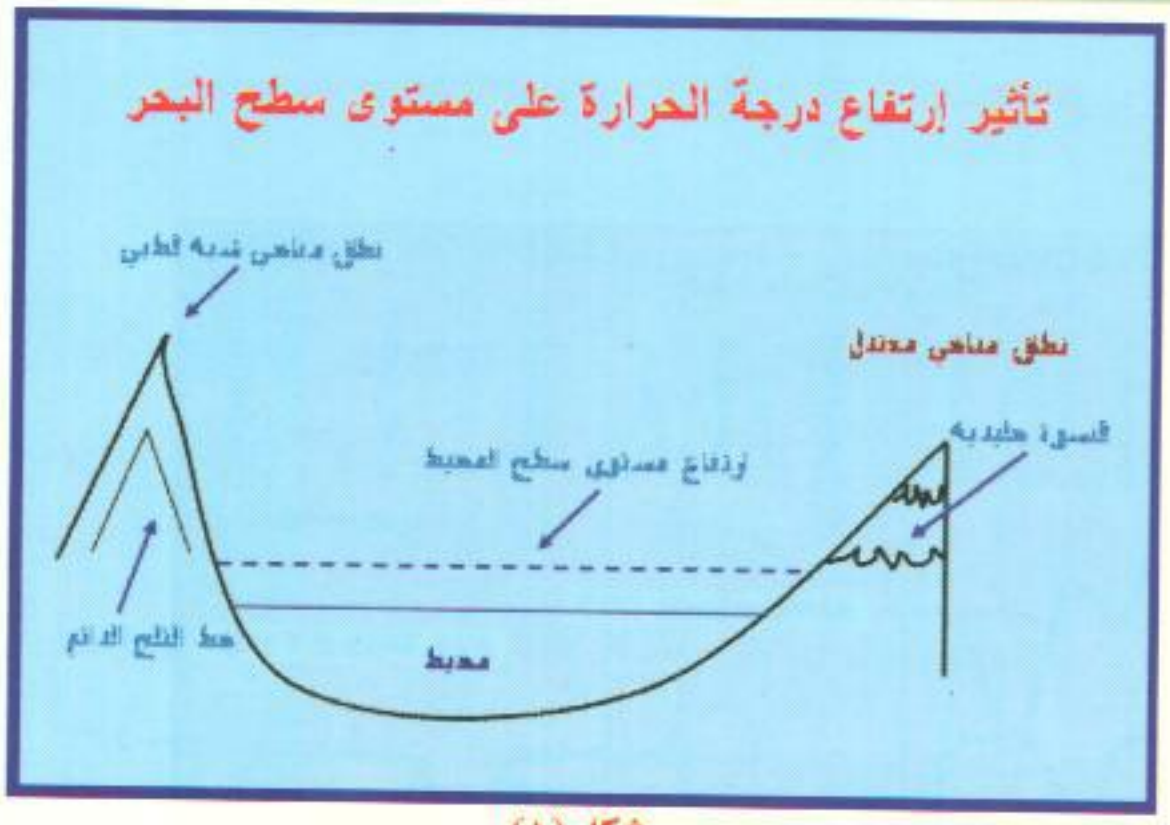
إعداد:
أحمد عطية الجعفرى
مدير إدارة البيانات المناخية

تزداد الفترات الدافئة قوة من خلال العوامل الإيجابية للتغذية المرتدة وعندما يصبح المناخ دافئا يتم إطلاق المزيد من ثانى أكسيد الكربون فى الغلاف الجوى مما يزيد من درجات الحرارة ثم انصهار أجزاء من الغطاء الجليدى يؤدى ذلك إلى ارتفاع مستوى سطح الماء فى البحار والمحيطات، وعند ارتفاع درجة الحرارة فى المناطق القطبية تذوب التندرا المتجمدة فينطلق غاز الميثان بكميات كبيرة ويؤدى ذلك إلى زيادة فى ارتفاع درجة الحرارة وهذا مثال للتغذية المرتدة الموجبة. انصهار الجليد البحرى يعطى تغذية مرتدة موجبة لاحترار المناخ عند المناطق القطبية وعلاوة على ذلك زيادة البخر فوق المحيطات نتيجة زيادة درجات الحرارة تؤدى إلى زيادة تركيز المحتوى الملحى (الملوحة) وكثافة الطبقة السطحية فى المحيط ويزيد ذلك من تبادل الماء مع الطبقات الأعمق من المحيط مما يؤثر فى دوران المحيط.

وللجليد انعاكسية لأشعة الشمس أعلى من سطح الماء ومن ثم فإن انحسار الغطاء الجليدى يؤدى إلى تغذية مرتدة موجبة. وتشكل الزيادة فى مستوى ثانى أكسيد الكربون فى الجوء جزءا من دورة الكربون التى تعد عملية معقدة ينتقل فيها الكربون فيما بين الغلاف الجوى والكائنات البيولوجية والمحيطات ويتبين أن الحجم النسبى لعمليات التغذية المرتدة الداخلة فى دورة الكربون عن طريق المحيطات والغلاف الحيوى للأرض يتغير بزيادة درجات الحرارة بسبب زيادة انبعاث غاز ثانى أكسيد الكربون. لكن أسباب انبعاث غاز ثانى أكسيد الكربون اختلفت ففى الماضى كان الابنعاث بسبب البراكين التى كانت تملأ الأرض ويملأ الجو على حساب الأكسجين، ثم ينتقل من الجو إلى البحار أو العكس حيث يخرج الكربون من البراكين فى قيعان البحار وينتشر فى المياه على حساب الأكسجين الموجود فى المياه، ثم ينطلق من مياه المحيطات إلى الهواء لأن الدورة واحدة من الهواء إلى الماء والعكس. والفرق بين الاحترار العالمى الناشىء من انبعاث كميات كبيرة من غاز ثانى أكسيد الكربون من البراكين الموجودة فى قيعان البحار، وتلك الموجودة على اليابسة - إن تركيز مستويات الأكسجين فى الحالة الأولى يقل فى الماء من اسفل إلى أعلى يقابله زيادة ثانى أكسيد الكربون فى نفس الاتجاه ثم تنتقل دورة ثانى أكسيد الكربون من الماء إلى الهواء. حالة انبعاث غاز ثانى أكسيد الكربون سواء أكان ذلك بفعل الإنسان أو من جراء الأنشطة البركانية السطحية أو نتيجة حرائق الغابات المدارية فإن نحو ٤٠٪ من غاز ثانى أكسيد الكربون يتبقى فى الغلاف الهوائى أما الباقى فتمتصه النباتات على اليابسة أو مياه المحيطات.

ونظرا لأن غاز ثانى أكسيد الكربون والميثان وبخار الماء لهم القدرة على امتصاص الأشعة تحت الحمراء ثم إعادة بثها مرة ثانية إلى سطح الأرض - لذا فإنها تعد بمثابة مصايد للحرارة

في الغلاف الجوى، حيث ترفع بدورها درجة حرارة الغلاف الهوائى ثم تقوم كوسيط بإعادة توزيع الأشعة تحت الحمراء من المناطق الساخنة من سطح الأرض بالقرب من خطوط العرض المنخفضة إلى المناطق الباردة عند خطوط العرض العالية. وبازدياد حجم الانبعاثات من هذه الغازات ترتفع درجة حرارة البحار والمحيطات عند خط الاستواء اولا ثم يعاد توزيع الطاقة الاستوائية نحو القطبين. وكنتيجة لارتفاع درجة حرارة مياه البحار والمحيطات فإن المياه تصبح أكثر دفئا ومن ثم تقل قدرتها على امتصاص الأكسجين من الغلاف الهوائى وباستمرار نقص الأكسجين فى المياه من أعلى إلى اسفل تبدأ الظروف المختزلة كتلك الموجودة فى الطبقة المائية السفلى فى البحر الأسود والبحر الميت - تبدأ فى التكوين وهذه الظروف المختزلة تسمح بازدهار وتنوع كبير للكائنات اللاهوائية الكارهة للأكسجين فى العمود المائى كالبكتريا الخضراء والبكتريات الكبريتية الأرجوانية وهى أنواع تتصف بالسمية الشديدة وتفرز كميات كبيرة من كبريتيد الأيدروجين الذى يتحل فى مياه البحر، وبازدياد تركيز كبريتيد الأيدروجين يبدأ فى الانتشار من أسفل إلى أعلى، حيث يلتقى الأكسجين الذى تمتصه البحار



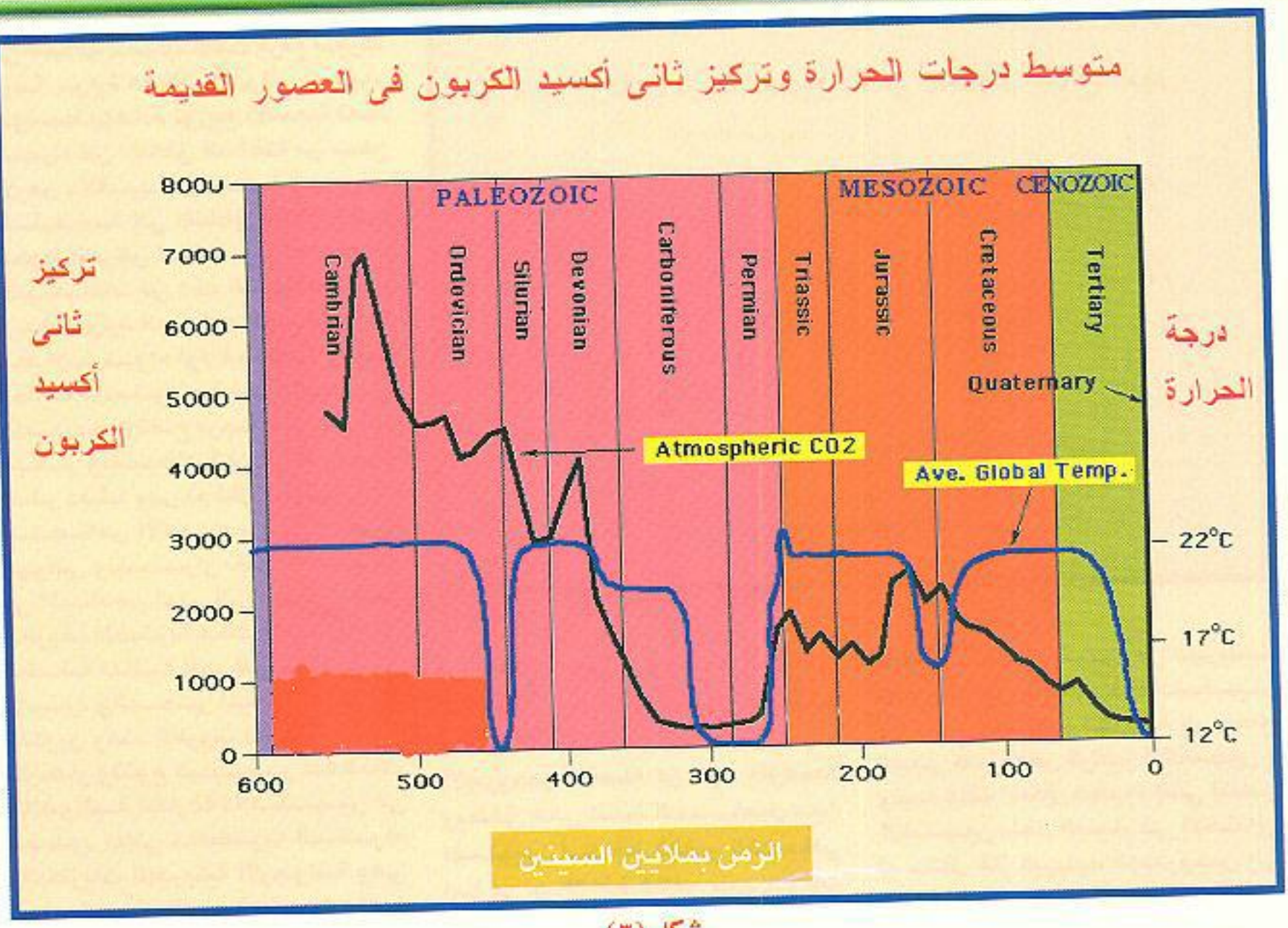
شكل (١)

من الغلاف الهوائى والمنتشر من أعلى إلى أسفل. وطالما أن التوزان مستقر تبقى المياه المشبعة بكبريتيد الأيدروجين منفصلة عن المياه المؤكسدة ويطلق على الخط الفاصل بين المستويين اسم خط التغير الكيميائى أما فى حالة انخفاض مستويات الأكسجين فى البحار نتيجة زيادة درجات الحرارة وانخفاض قدرة المياه على امتصاص الأكسجين من الغلاف الهوائى فإن الشروط تصبح ملائمة للبكتريات اللاهوائية العميقة لتوليد عمليات صعود غزيرة من كبريتيد الأيدروجين ويرتفع خط التغير الكيميائى بصورة مفاجئة إلى سطح البحر كلما نقص تركيز الأكسجين - وتبدأ كافة أشكال الحياة التى تتنفس الأكسجين داخل البحار فى الاختناق، ثم ينتقل غاز كبريتيد الهيدروجين إلى الهواء مؤديا إلى قتل كل الحيوانات والنباتات على اليابسة. ويعتقد العلماء أن هذا السيناريو هو المسئول عن انقراض الحياة فى نهاية العصر البرمى من نحو ٢٥٠ مليون سنة حيث سجل العلماء وجود كميات كبيرة من الكبريت فى كل المواقع التى يوجد فيها تتابع صخرى يميز نهاية العصر البرمى.

يتحدد مستوى سطح البحر عند خط الساحل بفعل الكثير من العوامل التى تعمل على نطاق كبير من الفترات الزمنية ابتداء من ساعات (المد) إلى ملايين السنين مثل التغيرات فى حوض المحيط نتيجة لحركة الصفائح الأرضية والترسيب والتغيرات المناخية والتمدد الحرارى لمياه المحيطات وكذلك تغيرات جيوديسية (نتيجة اختلاف الجاذبية الأرضية وموقع القطبين) كما فى شكل رقم (١) ورقم (٢).

يعتقد معظم العلماء أن البيئة الجيميية التى بدأت منذ ٤,٦ بليون سنة مضت إلى ٣,٨ بليون سنة مضت

شكل (٢)



شكل (٣)

وقدرها ٨٠٠ مليون عام هى المعروفة باسم حقبة الهاديان فى العصور القديمة ثم حدث منذ حوالى ٣,٥ بليون سنة بعد ظهور البكتريا على الأرض انخفاض فى متوسط درجة حرارة الأرض من ٢٨ درجة مئوية إلى ١٥ درجة مئوية بسبب تناقص تركيزات ثانى أكسيد الكربون لأن البكتريا استخدمته فى بناء أجسامها ولكن الحرارة لم تنخفض أكثر من ذلك لأن هذه الكائنات كانت تطلق غاز الميثاق وهو من غازات الاحتباس الحرارى ويعتبر ذلك مثال للتغذية المرتدة البيولوجية سالبة.

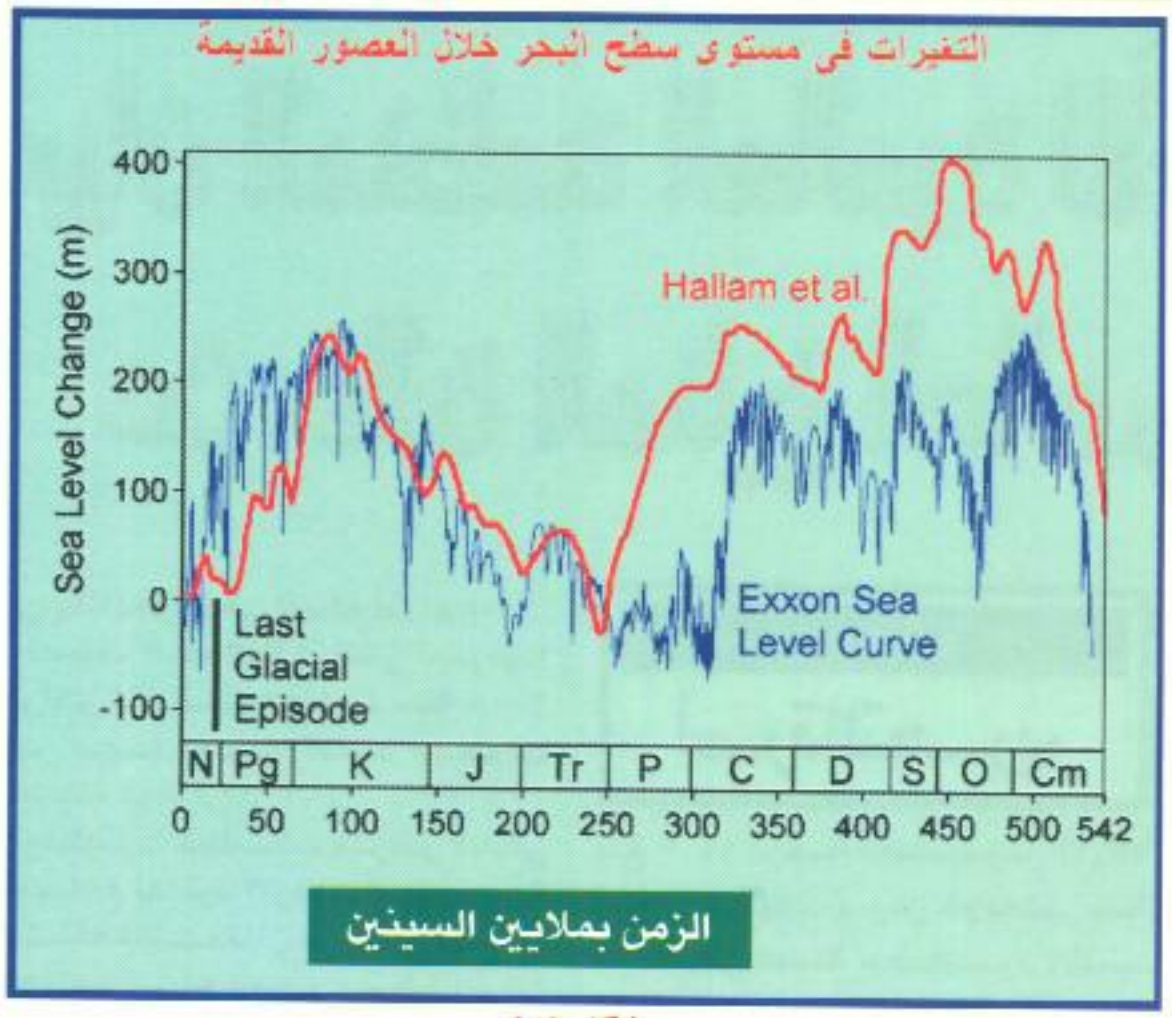
- أول فترة دافئة حدثت فى خلال الفترة ١٥٠٠:١١٠٠ مليون سنة مضت بعد انتهاء أول فترة جليدية فى أثناء عصر ما قبل الكامبرى، ثانى فترة دافئة حدثت فى العصر الأوردوفيشى خلال الفترة ٥٥٠:٤٤٠ مليون سنة مضت بعد انتهاء ثانى فترة جليدية فى نهاية عصر ما قبل الكامبرى وكان متوسط درجة الحرارة عالميا حوالى ٢٢° س وذلك بفعل الغازات الناتجة من الانفجارات البركانية وكان تركيز ثانى أكسيد الكربون فى الغلاف الجوى ٧٠٠٠ جزء فى المليون كما فى شكل رقم (٣) وهو ما يمثل أكثر من ١٨ ضعفا لما هو عليه اليوم وذلك قبل الفترة الجليدية التى حدثت فى نهاية العصر الأردوفيشى، فى العصر السيلورى منذ ٤٠٠ مليون سنة وكان المناخ فى هذا العصر بشكل عام شديد الحرارة وكان متوسط درجة الحرارة عالميا حوالى ٢١,٥°س وذلك بفعل الغازات الناتجة من الانفجارات البركانية، وعند بداية هذا العصر انصهرت كميات كبيرة من التكوينات الجليدية نتيجة ارتفاع متوسط درجة الحرارة مما أدى إلى ارتفاع منسوب سطح الماء فى البحار والمحيطات كما فى شكل رقم (٤).

وتعرضت الأرض فى بداية العصر الكربونى إلى فترة دافئة وكان متوسط درجة حرارة الأرض ٢٠°س، وكان تركيز غاز ثانى أكسيد الكربون ٦٠٠ جزء من المليون قبل حدوث فترة جليدية حيث انخفض متوسط درجة حرارة الأرض إلى ١٢°س ووصل تركيز ثانى أكسيد الكربون إلى ٢٨٠ جزء من المليون، وتعرضت الأرض فى نهاية العصر البرمى إلى فترة دافئة امتدت إلى العصر الترياسى بعد فترة جليدية، وفى العصر الجوراسى تعرضت الأرض إلى فترة دافئة ووصل متوسط درجة حرارة الأرض إلى ٢١°س وكان تركيز غاز ثانى أكسيد الكربون ٢٦٠٠ جزء من المليون.

- فى عصر البلايوستوسين الذى بدأ منذ حوالى ٢,١ مليون عام مضت حدثت ثلاث فترات دافئة فى أوروبا

وهى بالترتيب (جونز- مندل)، (مندل- ريس)، (ريس- فورم)، عاد المناخ للتحسين التدريجى خلال فترة الدفء الأولى (جونز- مندل) فاصبح معتدلا فى معظم شمال أوروبا فى فترة الدفء الثانية (مندل- ريس) تقهقر جليد اسكندیناوه وانفصاله عن جليد إنجلترا، وساد فى العروض العليا خلال تلك الفترة مناخ معتدل استمر قرابة ربع مليون سنة. تحسن مناخ أوروبا، خلال فترة الدفء الثالثة (ريس- فورم) وقد خلصت الدراسات التى أجريت فى قارة أمريكا الشمالية إلى وجود ثلاث فترات دافئة وهى من الأقدم إلى الأحداث على النحو التالى: فترة افتونيا بين دورى جليد نبراسكا وكانسان، والثانية يارموث بين جليد كانسان وجليد الينوى، والثالثة والأخيرة سانجامون بعد جليد الينوى.

وقد قدر منسوب سطح البحر عند بداية البليستوسين بحوالى مائة متر أعلى من مستواه الحالى، وفى خلال فترة جليد جونز هبط مستوى سطح البحر إلى أقل من مستواه الحالى بنحو عشرة أمتار، أى أنه انخفض بمقدار ١١٠ متر عما كان عليه فى بداية البلايوستوسين، ثم عاد البحر إلى الارتفاع التدريجى مرة أخرى مع ذوبان الجليد فى فترة الدفء الأولى (جونز- مندل) وقدر بنحو ٥٥ متر فوق مستواه الحالى، وعاد بعد ذلك للهبوط مرة أخرى فى فترة جليد مندل حتى وصل إلى أقل من مستواه الحالى بنحو ٤٥ متر وهكذا استمرت ذبذبة البحر بين انخفاض وارتفاع فى الفترات الجليدية والدافئة التى تلت جليد مندل. وقبل انتهاء دور فورم الجليدى منذ حوالى ١٥٠٠٠ سنة تحولت كميات كبيرة من مياه البحار والمحيطات إلى غطاءات وثلاجات جليدية ومن ثم حدث انخفاض واضح وملحوظ فى مستوى سطح البحر إذ هبط عن مستواه الحالى بنحو ١٣ مترا، وبعد حلول الفترة الدافئة عادت المياه إلى البحار والمحيطات بعد ذوبان الجليد ونتج عن ذلك ارتفاع مستوى سطح البحر فى المائة عام



شكل (٤)

الأخيرة بما يراوح بين ١٠-١٥ سنتيمتر، ارتبطت بالتغيرات فى مستوى سطح البحر خلال الزمن الرابع تكون عدد من الظاهرات أهمها الأرصفة البحرى والمدرجات النهرية.

١- الأرصفة البحرية

تعكس الأرصفة البحرية التذبذب فى مستوى سطح البحر فى الزمن الرابع خاصة فى العصر الجليدى البلايوستوسين، وعلى أساس منسوب سطح البحر فى بداية البلايوستوسين والذى بلغ نحو مائة متر فوق مستواه الحالى، فالأرصفة البحرية البلايوستوسينية يشترط أن تقع فى مناسيب أدنى من مائة متر، وإذا وجدت خطوط للشواطىء فى أى منطقة أعلى من هذا المنسوب فهى إما أنها قد تكونت بفعل البحر قبل البلايوستوسين أو تكون قد تكونت بفعل عوامل تكتونية.

وقد أمكن التعرف على عدة أرصفة قديمة فى سواحل الريفييرا الإيطالية والفرنسية وسواحل الجزائر وتقع على مناسيب ٢٦٥، ٢٠٤ و١٤٨ و١٠٣ و٦٠ و٣٠ و٢٥ و١٨ متر، وبناء على منسوب البحر فى بداية البلايوستوسين تنسب الدرجات الأربع الأولى إلى فترات سابقة للبلايوستوسين فى حين يخص البلايوستوسين الدرجات الأربع الأخيرة.

٢- المدرجات النهرية

يقابل الأرصفة البحرية على السواحل ظاهرة المدرجات النهرية فوق اليابس على جوانب الأنهار، والتى تنشأ بفعل هبوط مستوى سطح البحر، ووجود المدرجات النهرية يشير إلى قدرة النهر على النقل والنحت. لا يقتصر وجود المدرجات النهرية على الجهات التى مرت بفترات مطر بل توجد أيضا على جنبات الأودية النهرية التى تعرضت للجليد، فعندما بدأت الثلاجات فى الزوال أخذت تغذى الثلوج الذائبة الأنهار بالمياه التى تحمل معها كميات كبيرة من الحصباء، فإذا ارتفع مستوى البحر ركد الماء فى الأنهار وترسبت الحصباء فى قاع الوادى ونتيجة لذلك يرتفع مستوى الماء فى الوادى وبالتالى يزداد عرضه.