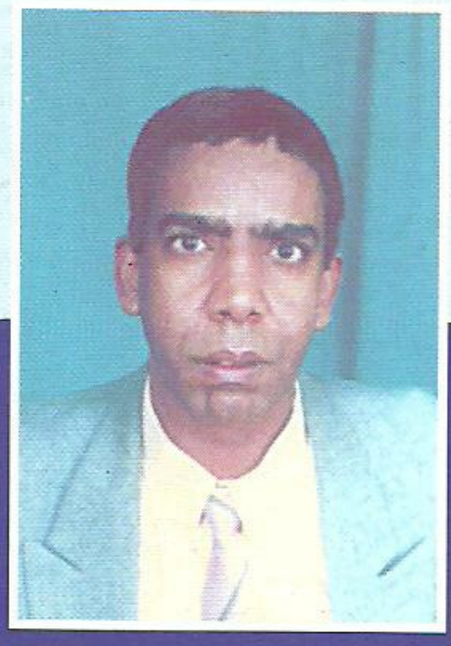
العصور الجليدية



إعـــــداد:

أحمد عطية الجعفرى

مدير إدارة البيانات المناخية

تعرضت الكرة الأرضية منذ نشأتها للعديد من الفترات الجليدية يعود أقدمها منذ حوالى ٣٠٠ مليون سنة وذلك أثناء عصر ما قبل الكمبرى وأحدثها فى عصر البليستوسين ومر على الأرض أيضا فترات جليدية قصيرة مثل العصر الجليدى الصغير خلال الفترة (١٦٤٥م :١٧١٥م) حيث كان الغطاء الجليدى منتشرا انتشارا كبيرا فى قارتى أوروبا وأمريكا الشمالية وفى خلال ذلك الفترات الجليدية تنخفض درجات الحرارة ويصاحب ذلك انخفاض منسوب سطح البحر بسبب تحول كميات ضخمة من مياهه إلى جليد وبين كل فترة وأخرى يتراجع وينكمش الغطاء الجليدى ويصاحب ذلك ارتفاع درجات الحرارة وارتفاع مستوى سطح البحر (الفترات الدافئة أو غير الجليدية) والفترة الجليدية يتكون خلالها مراحل شبه جليدية، فى أثناء حدوث الفترات الجليدية أدى إلى انتشار الغطاء الجليدى فوق أوروبا إلى زحزحة نطاق المطر إلى الجنوب فتدخل شبه الجزيرة العربية والصحراء الكبرى بشمال إفريقيا فى نطاق الرياح الغربية الممطرة وفى الفترات الدافئة يتراجع وينكمش الغطاء الجليدى فيؤدى إلى تحرك نطاق الأمطار إلى الشمال فتصبح شبه الجزيرة العربية وشمال افريقيا ضمن نطاق الرياح التجارية ويسودها مناخ مشابه لمناخها اليوم.

أنواع الفترات الجليدية:

النوع الأول الفترات الجليدية الطويلة (العظمى) وهى تستغرق عشرات ومئات الملايين من السنين مثل الفترة الجليدية فى نهاية عصر ما قبل الكامبرى التى استغرقت أكثر من ٣٠٠ مليون سنة والنوع الثانى الفترات الجليدية المتوسطة وهى تستغرق الملايين من السنين مثل الفترة الجليدية فى عصر البليستوسين التى استغرقت أكثر من مليون ونصف مليون سنة والنوع الثالث الفترات الجليدية القصيرة وهى تستغرق العشرات والمئات من السنين مثل العصر الجليدى الصغير فى القرن السادس عشر على قارتى أوروبا وأمريكا الشمالية ويعتبر النوعان الأول والثانى من الكوارث الطبيعية التى ادت إلى انقراض العديد من الكائنات الحية.

أسباب حدوث الفترات الجليدية:

تمكن العلماء من تحديد العوامل الأساسية التى أدت إلى تكوين وتكرار الفترات الجليدية وهى مرتبطة ارتباطا مباشرا بالنظام الطبيعى للمجموعة الشمسية وبالتغيرات التى طرأت وستطرأ على الكرة الأرضية وهى خارجة عن الأنشطة البشرية.

١- دورات ميلانكوفيش:

وهى تمثل بعض التغيرات الدورية فى خصائص المدار الأرضى حول الشمس كما فى شكل (١) وتأثير تلك الدورات على الفترات الجليدية يتمثل فى الآتى

■ التغيرات فى الاختلاف المركزى لمدار الأرض Eccentricity:

وهو تعبير عن التغيرات فى مدار الأرض حول الشمس، وهى تحدث خلال دورة يبلغ طولها (١٠٠٠٠٠) سنة، الفرق فى الاختلاف المركزى لمدار الأرض حول الشمس يتغير من صفر إلى ٦٪ فى حالة زيادة اللامركزية (الفرق يصل إلى قيمة ٦٪) يصبح مدار الأرض حول الشمس فى مسار بيضوى تتلقى الأرض كمية أكبر من الحرارة لدى اقترابها من الشمس وكمية أقل فى الحالة المناظرة يعنى ذلك أن الشتاء فى نصف الكرة الشمالى يكون أكثر اعتدالا، بينما يتميز الصيف فى نصف الكرة الجنوبى بحرارة زائدة بسبب الشكل البيضوى لمدار الأرض حول الشمس، بالمثل يكون الصيف اقل حرارة فى نصف الكرة الشمالى والشتاء اخفض حرارة فى نصف الكرة الجنوبى إذ تكون الأرض أبعد عن الشمس آنداك، باختصار تزداد الفروق فى درجات الحرارة بين فصلى الصيف والشتاء فى نصف الكرة الجنوبى بالمقارنة مع نصف الكرة الشمالى، يترتب على ذلك عدم تناظر فى تقدم وتراجع الكتل الجليدية فى القطبين، ففى شتاء نصف الكرة الشمالى تتقدم الكتل الجليدية من القطب الشمالى باتجاه الجنوب، ويتزامن ذلك مع تراجع الكتل الجليدية فى نصف الكرة الجنوبى صوب القطب الجنوبى فإن الأرض تستقبل إشعاعا أقل فى شتاء

دورات ميلانكوفيتش

نصف الكرة الشمالى مما يعنى زيادة التسخين وبالتالى زيادة التغير السنوى فى درجات الحرارة على سطح الأرض، من الشكل رقم (٩) التغيرات فى الماضى والتغيرات المتوقعة للمستقبل بالنسبة لمدار الأرض (فى الأعلى) وللتشمس عند خط العرض ٦٥ شمالا (فى الوسط) وبالنسبة لحجم الجليد فى نصف الكرة الشمالى (فى الأسفل).

■ ميل المحور على مدار الأرض Tilt:

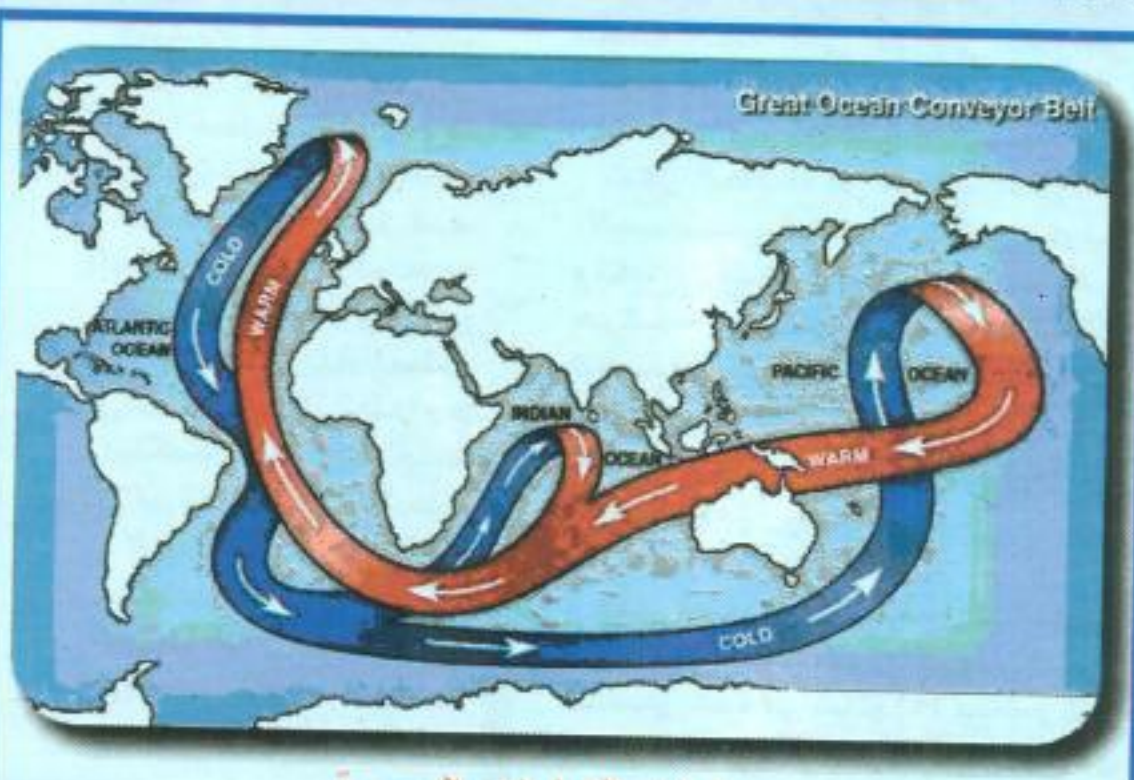
الأرض تدور حول محورها الذى يمر بمركزها ويصل بين قطبيها الشمالى والجنوبى وهذه الحركة ينتج عنها تعاقب الليل والنهار ومن المعروف أن زاوية ميل محور دوران الأرض العمودى على مستوى مدار الأرض حول الشمس تتراوح بصورة دورية ما بين ٣٩ ٢١َ و٣٦ ٢٤َ وطول فترة التراوح الدورية ٤٠ الف سنة ومقدار زاوية الميل حاليا ٤٤ ٢٣َ وهى فى حالة تناقص حدها الأدنى ٠,٠٠١٣° سنويا وعندما يقل الميل يصبح الصيف معتدل الحرارة والشتاء مائل للبرودة وعندما يزيد الميل تصبح الفصول أكثر شدة.

- فصول الشتاء قد تكون مائلة للبرودة بشكل عام وتسمح لسقوط الثلوج فى المناطق القطبية، وعندما تكون فصول الصيف معتدلة الحرارة فمن الممكن ألا تذوب ثلوج الشتاء فى خطوط العرض البعيدة عن خط الاستواء بسهولة وتتراكم الثلوج عاما بعد عام مكونة مناطق جليدية وتعكس الثلوج كمية أكبر من طاقة الشمس فى الفضاء مقارنة بالماء واليابسة مما يؤدى إلى مزيد من البرودة وعند هذه النقطة يتم تفعيل دور آلية تغذية ارتجاعية ايجابية حيث يؤدى الانخفاض فى درجة الحرارة إلى زيادة تراكم الثلوج ويؤدى ذلك إلى زيادة الانعكاس ومزيدا من الانخفاض فى درجة الحرارة وربما يبين ذلك كيفية بداية الفترات الجليدية.

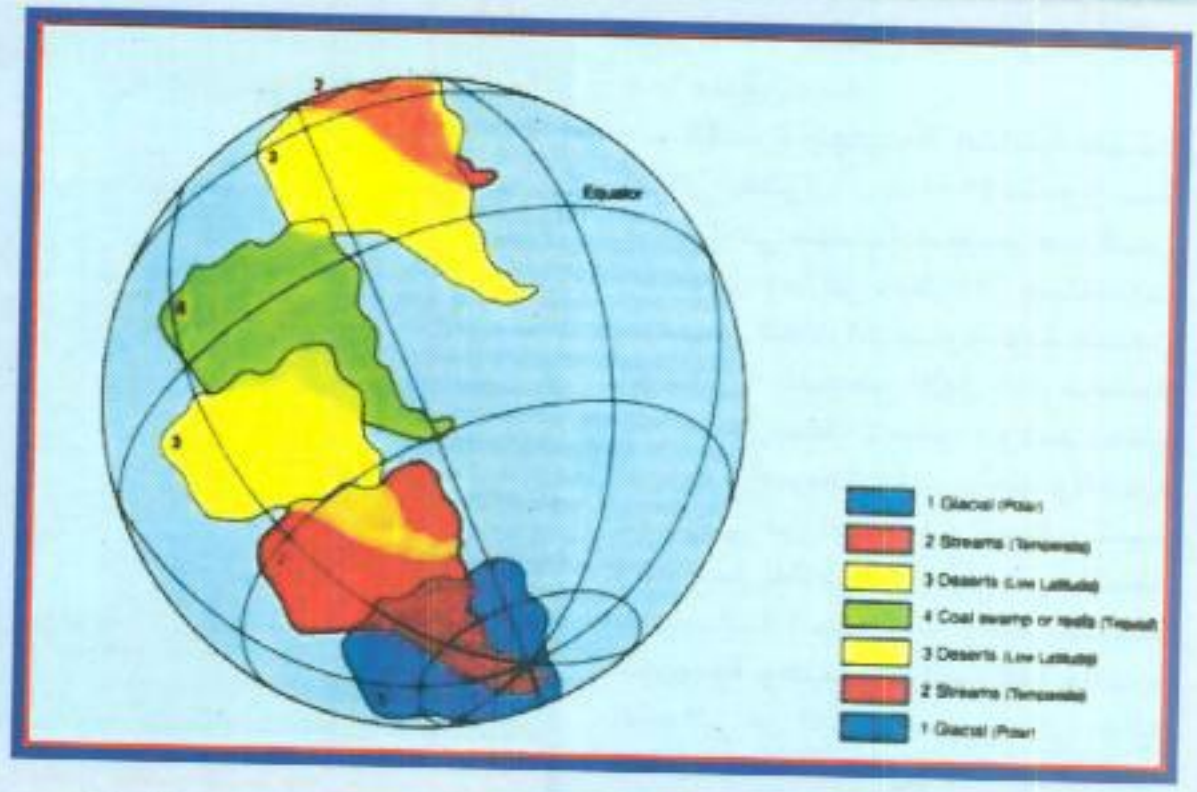
■ دقة الاعتدالين Precession:

وهو تعبير عن دوران محور الأرض وهو يحدث كل (٢١٠٠٠) سنة وهى الفترة من السنة التى تكون بين الاعتدال الخريفى وأقرب نقطة بين الشمس والأرض (عندما تكون الأرض فى وضع الحضيض) تلك الفترة تختلف من سنة إلى أخرى والسبب فى ذلك يعود إلى أن الأرض تتمايل فى حركتها مماثلة فى ذلك حركة دوامية، التغير فى دورة دقة الاعتدالين تؤثر فى بدايات فصول السنة، محور الأرض حاليا فى اتجاه النجم القطبى لكن منذ ١٠٥٠٠ سنة كان اتجاه محور الأرض فى اتجاه النجم الفا قنطورس بمعنى أن فصل الشتاء للنصف الشمالى للأرض كان صيفا.

- التغير الرئيسى فى دورات ميلانكوفيتش يتمثل بتغير الفرق بين درجة حرارة فصول السنة وليس فى تغير الإشعاع الشمسى الواصل للأرض، هذا الفرق يسمح فى بعض مراحله بان تكون درجة حرارة الشتاء شديدة البرودة بحيث تسمح بتكون الثلوج أما درجة حرارة الصيف فتكون منخفضة بحيث إنها لا تقدر إلا على إذابة القليل من الثلوج المتجمعة خلال الشتاء وبذلك تكون نسبة تجمع الثلوج أكبر من نسبة إذابتها ولذلك تتكون التجمعات الجليدية المسئولة عن تكون الفترات الجليدية.



مسارات التيارات البحرية



٢ـ تغير مسارات التيارات البحرية:

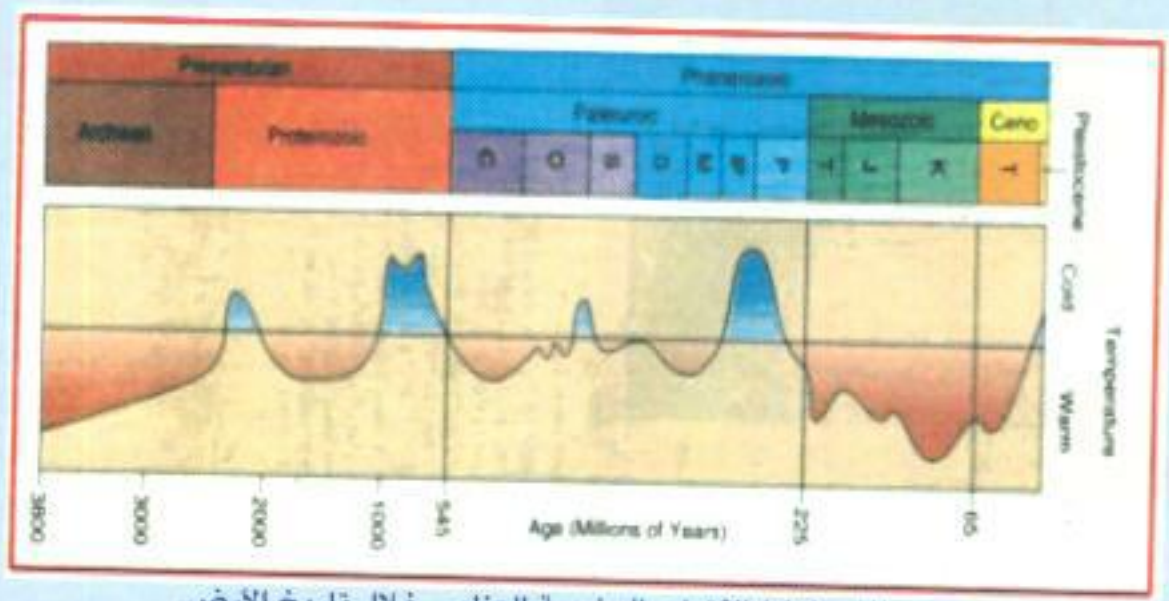
تنشأ التيارات البحرية نتيجة تغير كثافة الماء بسبب زيادة درجة حرارة الماء أو زيادة الملوحة وبالتالى تتحرك المياه من المناطق الاكثر كثافة إلى الاقل كثافة وتتم هذه الحركة إما فى مستوى أفقى أو مستوى رأسى والتيارات البحرية تؤثر على جميع المحطات والبحار المفتوحة وفق نظام دقيق فهى تبدأ دائما عند خط الاستواء ثم تتجه غربا حتى تصطدم بشواطىء قارة من القارات وعندما تنشطر إلى قسمين يتجه كلا منهما نحو قطب من قطبيى الأرض ثم يعود كلا منهما فيقطع المحيط مرة أخرى إلى الشاطىء الشرقى ثم يعود مرة أخرى لتتم الدائرة التى بدأتها عند خط الاستواء ومن التيارات المعروفة هو «تيار الخليج الدافىء» الذى يحمل الماء الدافىء من خليج المكسيك إلى سواحل بريطانيا وفرنسا فى حين تقوم التيارات الأخرى بإعادة الماء البارد من القطبين وللتيارات البحرية الأثر الكبير فى تعديل المناخ فى المناطق التى تمر بها حيث إن هذه المياه عند خط الاستواء تكون دافئة ولذا فانها تلطف كثيرا من برودة المناطق التى تمر بها. تاريخ الفترات الجليدية ارتبط بتغير مسارات التيارات الدفيئة المتجهة شمالا من المنطقة الاستوائية نحو سواحل أمريكا الشمالية وشمال أوروبا مما كان يؤدى إلى زيادة رقعة مساحة الجليد شمالا وحدوث الفترات الجليدية فى الشكل رقم (٢) حركة هذه التيارات فاللون الأحمر يمثل التيارات الدافئة واللون الأزرق يمثل التيارات الباردة.

٣ـ زحف القارات:

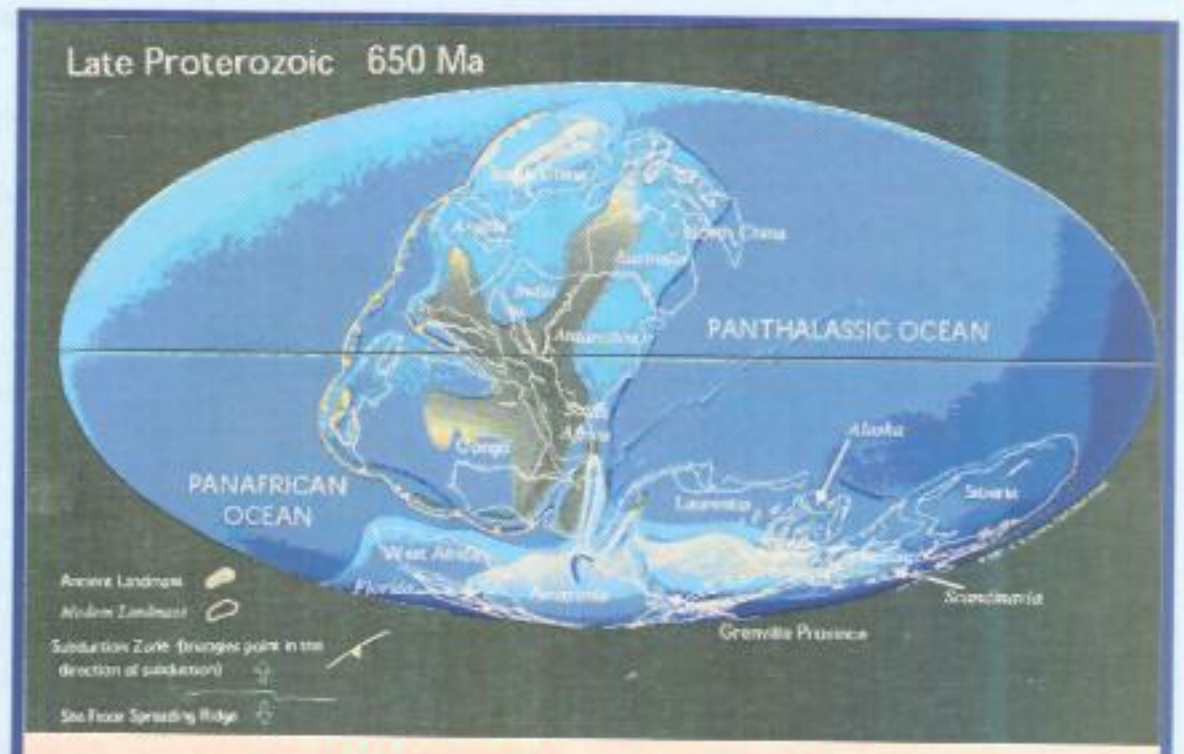
لان القارات تتحرك بصورة مستمرة نتيجة للحركة البطيئة للغلاف الصخرى فإنها تنتقل من نطاق مناخى إلى آخر مثال لذلك نفترض وجود قارة تنتقل من القطب الجنوبى فى اتجاه القطب الشمالى (الشكل ٣)، عند القطب الجنوبى تكون القارة مغطاة بالجليديات مكونة رواسب جليدية، عند حركة القارة باتجاه الشمال إلى النطاق الدفىء داخل حزام الضغط العالى شبه المدارى الذى يمتاز بوجود الصحارى هذا التتابع النظرى يتكون خلال (٤٠٠) مليون سنة وتوجد علاقة واضحة بين تكوين المناطق الجليدية والحركات التكتونية للقارات، ويستدلون على ذلك بان كل حركة تكتونية يتبعها تغيرات مناخية وحدوث فترات جليدية فالفترة الجليدية فى العصر الكربونى حدثت لاحقا لحدوث الحركات التكنونية الكاليدونية وحدثت الفترة الجليدية فى العصر البلايوستوسينى بهد انتهاء حدوث الحركات التكتونية الألبية عند نهاية الزمن الجيولوجى الثالث.

٤ـ مكونات الغلاف الجوى:

الدراسات التى أجريت على نسبة غاز أكسيد الكربون الموجود فى الفقاعات الهوائية داخل جليديات عصر البلايستوسين الموجودة فى جرينلاند تؤيد أن المحتوى العالى لثانى أكسيد الكربون يتوافق وجوده مع الفترات الدافئة، أما المحتوى المنخفض فيتوافق مع الفترات الجليدية ففى الفترات الجليدية الأولى كان تركيز غاز ثانى أكسيد الكربون ٢٠٠ جزء من مليون وفى الفترات الدافئة وصل إلى ٢٨٠ ومنذ عام ١٧٥٠م مع بداية النمو الصناعى ارتفع التركيز إلى ٣٨٠ جزء من مليون وفى عام ٢٠٠٠م ٣٦٨ جزءا فى المليون وفى عام ٢٠٠٦م بلغ ٣٨٢ جزء فى المليون ومن المعروف ان التغيرات



الشكل (٤) مخطط الفترات الجليدية العظمى خلال تاريخ الأرض.



الفترة الجليدية الثانية فى نهاية عصر مافبل الكامبرى

فى تركيز ثانى أكسيد الكربون تسبق التغيرات فى الغطاء الجليدى. لا تقتصر التغيرات فى الغلاف الجوى على نسبة ثانى أكسيد الكربون ولكنها تمتد إلى الغبار الذى تقذفه البراكين إلى الغلاف الجوى والذى يعمل على منع وصول اشعة الشمس إلى الأرض وبالتالى انخفاض درجة حرارتها وتكون الفترات الجليدية وتلعب التغذية الا سترجاعية دور مهم فى زيادة مساحة الغطاء الجليدى حيث يعمل الغطاء الجليدى، على زيادة انعكس الاشعاع الشمسى فيؤدى ذلك إلى انخفاض درجة حرارة الهواء وهطول وتراكم الثلوج مما يؤدى إلى زيادة مساحة الغطاء الجليدى وهذه العمليات تتطلب مساحات واسعة من اليابس.

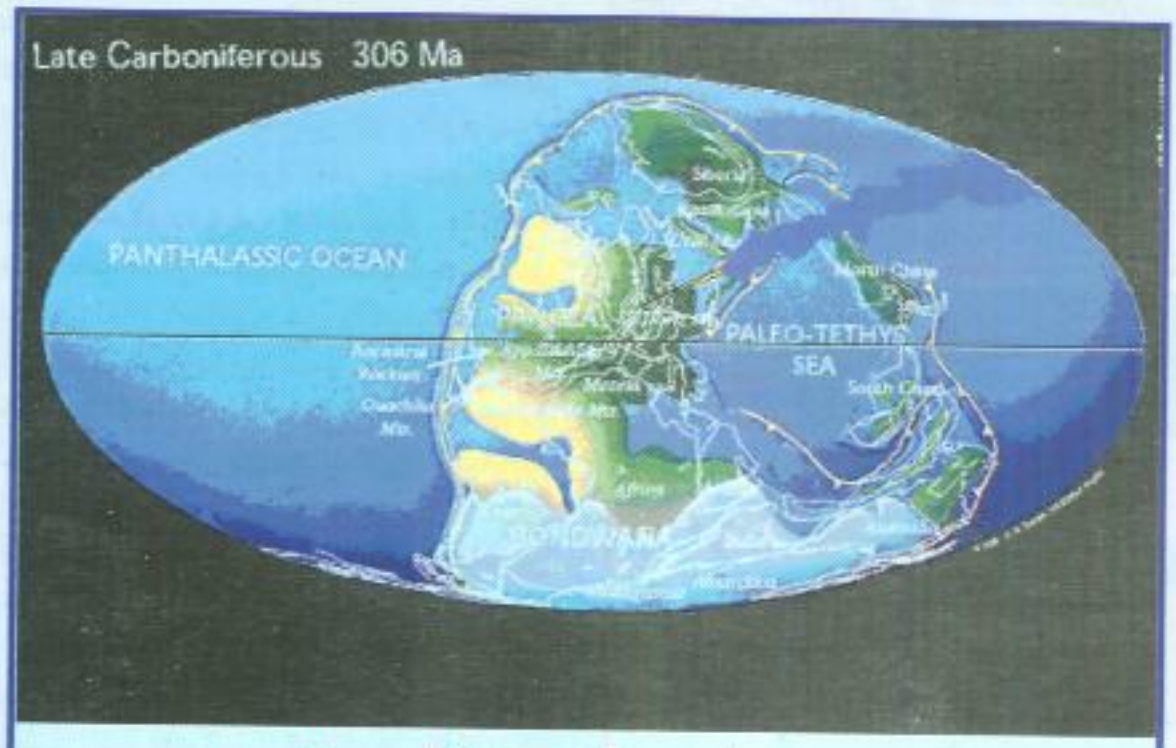
أولا: الفترات الجليدية خلال العصور الجيولوجية:

الأدلة الجيولوجية تشير إلى حدوث خمسة فترات جليدية عظمى خلال الـ(٢٥٠٠) مليون سنة الماضية من عمر الأرض البالغ (٤٦٠٠) مليون سنة (الشكل ٤) وذلك بالإضافة إلى العديد من الفترات الجليدية القصيرة. الفترة الاولى فى أثناء عصر ما قبل الكامبرى والثانية فى نهاية عصر ما قبل الكامبرى والثالثة فى نهاية عصر الأوردوفيشى وامتدت إلى بداية عصر السيلورى والرابعة فى نهاية عصر الكربونى وامتدت إلى بداية عصر البرمى والفترة الخامسةمن الفترات الجليدية العظمى هى فترة البلايستوسين الجليدية.

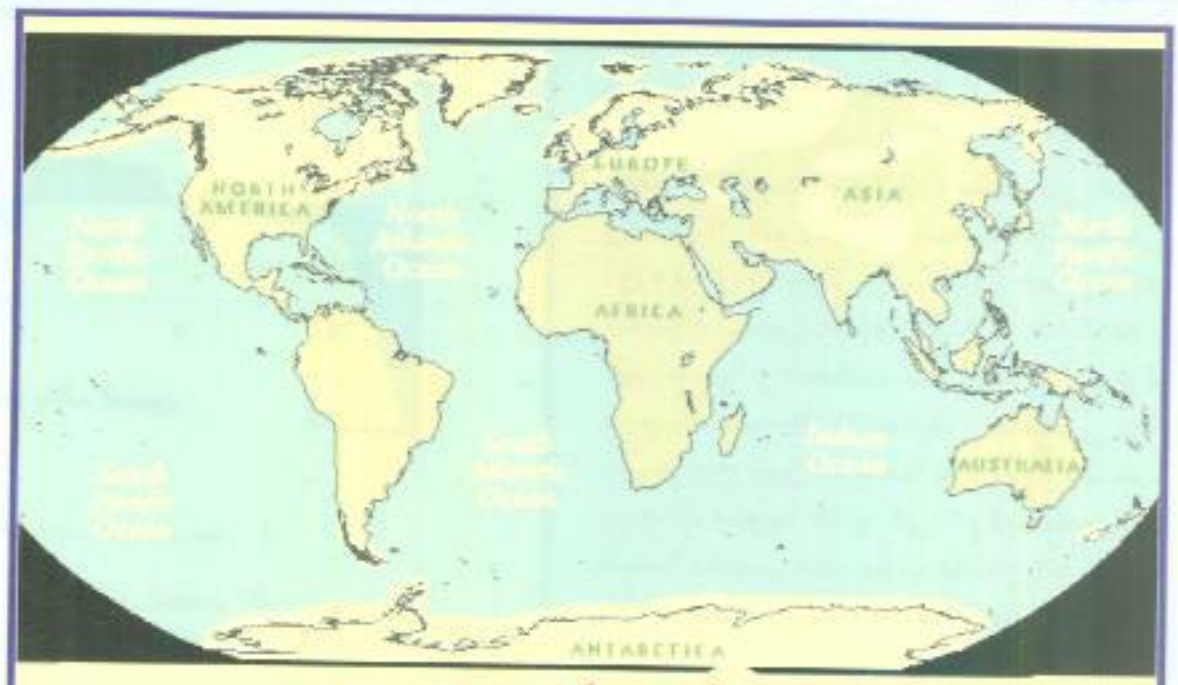
- الفترة الجليدية الأولى حدثت منذ حوالى ٢٣٠٠ مليون سنة مضت أثناء عصر ما قبل الكامبرى حيث كانت الأرض تتكون من مجموعات من الجزر وقارات صغيرة مشتتة يفصل بينها أحواض محيطية وذلك فى حقبة البروتيروزويك الذى امتد من قبل ٣٢٠٠ مليون سنة إلى ما قبل ٦٠٠ مليون سنة.

- الفترة الجليدية الثانية حدثت خلال الفترة (٨٠٠:٦٠٠) مليون سنة مضت فى نهاية عصر ما قبل الكامبرى كما فى شكل (٥) حيث كانت جميع القارات موجودة ضمن تجمعين: التجمع الاول كان معظمه يقع شمال خط الاستواء وضم معظم أوروبا وامريكا الشمالية والجزء الجنوبى من آسيا واستراليا والتجمع الثانى كان يقع فى المنطقة القطبية الجنوبية وضم أمريكا الجنوبية وأفريقيا واستراليا والجزء الشمالى من آسيا وسيبريا. فى نهاية ما قبل الكامبرى امتد الغطاء الجليدى ليغطى قارات النصف الجنوبى من الأرض التى كانت يابسا واحدا متصلا حول القطب الجنوبى وهذا يوضح الامتداد الواسع للغطاءات الجليدية تحت تأثير التغذية الاسترجاعية.

- الفترة الجليدية الثالثة حدثت خلال الفترة (٤٦٠:٤٣٠) مليون سنة مضت بدأت فى نهاية عصر الأوردوفيشى وامتدت حتى بداية عصر السيلورى غطت معظم مناطق افريقيا وشرق أمريكا الشمالية والجنوبية حيث كانت قارة افريقيا تحتل مكان المنطقة القطبية الجنوبية



الفترة الجليدية الرابعة فى نهاية العصر الكربونى



الفترة الجليدية الخامسة في عصر البليستوسين

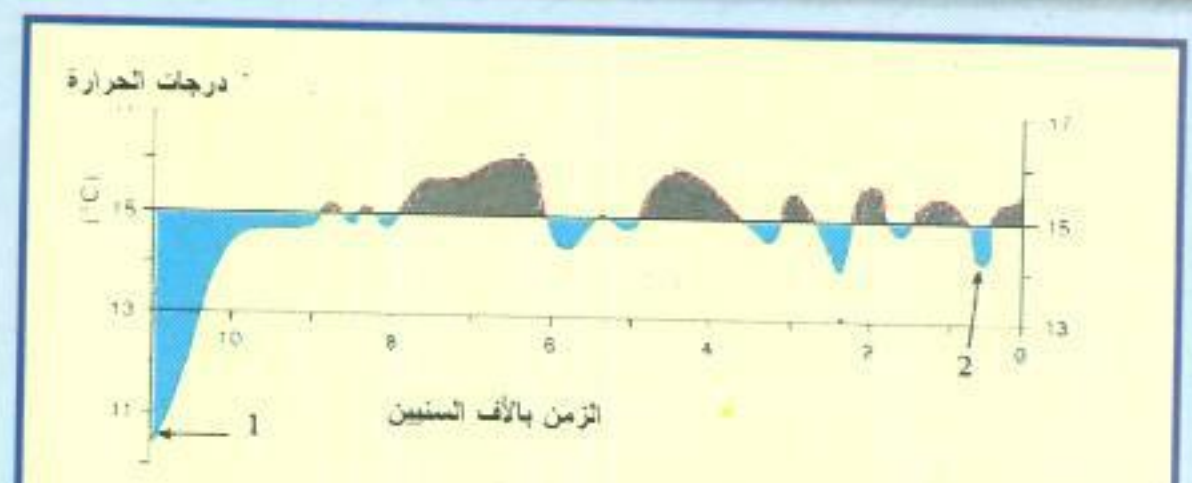
وادت إلى انخفاض مستوى سطح البحر ٥٠ مترا من المعدل الحالى. وضع وشكل القارات والمحيطات فى نهاية الاورودفيشى يختلف عن وضع وشكل القارات والمحيطات فى بداية الأورودفيشى.

- الفترة الجليدية الرابعة حدثت خلال الفترة (٣٥٠:٢٥٠) مليون سنة مضت بدأت فى نهاية العصر الكربونى كما فى شكل (٦) وامتدت إلى أوائل العصر البرمى وخلال هذه الفترة غطى الجليد كلا من افريقيا وامريكا الجنوبية إضافة إلى الهند وصحارى استراليا فى نصف الكرة الجنوبى والتى معظمها تقع حاليا فى المناطق المدارية وتحت المدارية.

التجمعات الجليدية فى نهاية عصر البرمى عُدت دليلا مهما على حركة القارات وتحطم قارة كوندوانا والتى اصبحت فى نهاية البرمى تمثل الجزء الجنوبى من قارة أكبر هى قارة بانجيا.

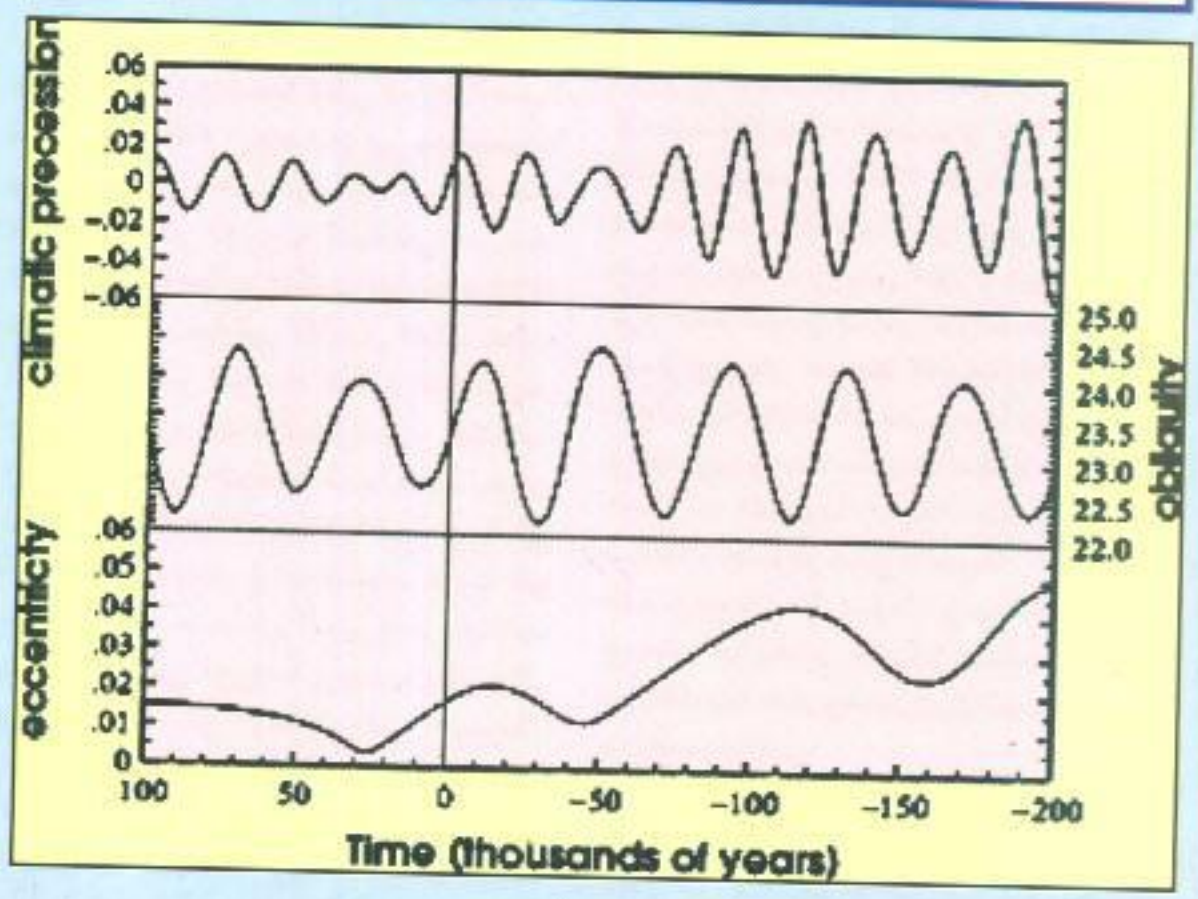
- الفترة الجليدية الخامسة حدثت خلال الفترة (٦٠٠ : ١٥) ألف سنة مضت فى عصر البليستوسين كما فى شكل (٧) الذى بدأ منذ حوالى ٢.١ مليون عام مضت غطى الجليد مساحات كبيرة فى شمال أوروبا وزحف نحو الجنوب ليغطى معظم الجزر البريطانية وهولندا وبلجيكا وشمالى المانيا وبولندا كما امتد نحو الشرق ليغطى مساحات كبيرة من شمال روسيا وفى قارة آسيا تمركز الغطاء الجليدى فى سيبيريا وان تميز بسمك أقل من الغطاء الجليدى فى أوروبا أما فى امريكا الشمالية فقد اتخذ الجليد ثلاثة مراكز رئيسية فى الشرق امتد غطاء لبرادور وفى الوسط غطاء الباتريش وفى الغرب غطاء كيواتين، إضافة إلى ذلك غطى الجليد مساحات أخرى فى قارات العالم المختلفة خاصة فى مناطق الجبال والهضاب كما هو الحال فى جبال البرانس والألب والبلقان فى أوروبا وجبال الروكى وبعض مناطق الأبلاش فى أمريكا الشمالية وهضبة بتاجونيا فى أمريكا الجنوبية وجبال أطلس وهضبة الحبشة وقمم جبال كينيا وكلمنجاور فى أفريقيا ومرتفعات شرق استراليا والقارتين الشمالية والجنوبية القطبيتين وقد اصبح الجليد مستقرا طوال العام وقد صاحب ذلك انخفاض منسوب سطح البحر بسبب تحول كميات ضخمة من مياهه إلى جليد نتيجة لتراكم الجليد فوق مساحات واسعة فى الشمال حيث انحدرت الثلاجات الدائمة اسفل من مستواها الحالى فتكونت فوق أوروبا وشمال آسيا وشمال أمريكا الشمالية منطقة ضغط مرتفع فاصحبت مساحات واسعة من شمال افريقيا والصحراء الكبرى عرضة لهبوب الرياح العكسية الممطرة وتخلل عصر البليستوسين أربع أدوارجليدية وهى من الأقدم إلى الاحدث فى أوروبا دور جونز بدأ منذ حوالى ٦٠٠ ألف سنة مضت ودور مندل استغرق الفترة من ٤٣٠ ألف سنة قبل الميلاد إلى ٢٧٠ ألف سنة قبل الميلاد (نحو ستين ألف عام) ودور ريس استغرق الفترة من ١٣٠ الف سنة قبل الميلاد إلى ١٠٠ ألف سنة قبل الميلاد وأخيرا دور فورم وهو أقل أدوار الجليد الأربعة عمرا إذ استغرق الفترة من ٧٠ ألف سنة قبل الميلاد إلى ١٥ ألف سنة قبل الميلاد على ثلاثة مراحل وكانت مساحات الغطاء الجليدى خلال تلك الأدوار مختلفة وبشكل عام كانت مساحة الغطاء الجليدى خلال عصر البليستوسين ثلاثة أضعاف الغطاء والجليدى الحالى وأدوار الجليد جونز، مندل وريس فورم هى اسماء لروافد نهر الدنوب ولقد سمى جيولوجيو أمريكا الشمالية الأدوار الجليدية بأسماء نبراسكا وكنساس وإلينوى ووسكنسن وأعطيت ما بين الدورات المثلجية اسماء محلية فمثلا سماها جيولوجيو أمريكا الشمالية افتونيان، يارموث، وسانجامون وسمى ما يقابل ما بين المثلجيات فى بريطانيا الكروميرى والهوكسنى والإبسويتشى.

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 انه انخفض بمقدار ١١٠ متر عما كان عليه فى بداية البلاتوستوسين، 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



متوسط درجه حراره الأرض فى نهايه عصر البليستوسين - 1

متوسط درجه حراره الأرض فى نهايه العصر الجليدى الأصغر - 2



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 متر وبعد حلول الفترة الدافئة عادت المياه إلى البحار والمحيطات بعد ذوبان الجليد ونتج عن ذلك ارتفاع مستوى سطح البحر فى المائة عام الاخيرة بما يتراوح بين ١٠ - ١٥ سبتمبر وقد اجتاح الأرض انقراض كبير منذ ١١ الف سنة بسبب استمرار العصر الجليدى الأخير الذى قضى على ثلثى الأحياء بشمال أمريكا وبقية القارات. فترة انحسار الجليد فى نهاية عصر البليستوسين بدأت من ١٨ ألف إلى ١٠ آلاف سنة قبل الميلاد ويرجع ذلك إلى قلة هطول الثلوج - سرعة ذوبان الجليد بفعل ارتفاع درجة الحرارة. وقد تراجع الغطاء الجليدى خلال تلك الأدوار الأربعة على عدة مراحل تتفق مع التغير المناخى وهى فترة جليدية قصيرة بصفة عامة إذ استغرقت الفترة بين عامى ١٦٤٥م، ١٧١٥م وقد غطى الجليد معظم المناطق فى كندا وشمال الولايات المتحدة وشمال أوروبا وروسيا. وقد تميز مناخ هذه الفترة بالبرودة إذ اتسعت الغطاءات الجليدية وانخفضت درجات حرارة مياه شمال المحيط الاطلنطى بما يتراوح بين درجة واحدة وثلاث درجات مئوية عنها فى الوقت الحاضر كما تغير منسوب بعض البحار والأنهار فارتفع منسوب بحر قزوين كما زاد تصريف نهر النيل بسبب زيادة مياه الأمطار على هضبة الحبشة وكان متوسط درجات الحرارة لتلك الفترة فى السواحل الجنوبية لجرينلاند أقل من المعدل فى الوقت الحاضر بنحو درجتين مئويتين، وفى نهاية العصر الجليدى الأصغر تراجعت النطاقات المناخية مرة أخرى إلى مواقعها الحالية ليمر العالم بفترة دفء مازالت مستمرة حتى الوقت الحاضر بصفة عامة منذ عام ١٩٠٠م مع وجود بعض التباينات من مكان إلى آخر ففى شمال سيبيريا وشرق كندا والاسكا - على سبيل المثال - زادت درجات الحرارة ما بين درجتين إلى ثلاث درجات وكانت درجة الحرارة أعلى من ذلك فى غرب الولايات المتحدة وشرق أوروبا واليابان وبلغت الزيادة فى متوسط درجة الحرارة على مستوى العالم ٠,٣ درجة مئوية فى المائة سنة الأخيرة مما أدى إلى تراجع الغطاء الجليدى وبلغت مساحة الغطاء الجليدى (٧٠ مليون كم٢) وكان مستوى مياه البحار والمحيطات حوالى ١٢٠م تحت المستوى الحالى للمياه وتقدر مساحة الغطاء الجليدى الحالى بحوالى (٢٧ مليون كم٢) أى تمت إذابة (٤٣ مليون كم٢) من الجليد خلال هذه الفترة وأدت إلى ارتفاع منسوب مياه البحار والمحيطات إلى الوضع الحالى ويقدر العلماء بان اذابة المتبقى (٢٧ مليون كم٢) ستؤدى إلى ارتفاع منسوب مياه البحار والمحيطات بحوالى ٦٠م وسنغرق نسبة كبيرة من اليابسة.