فرضيات أسباب التغيرات المناخية

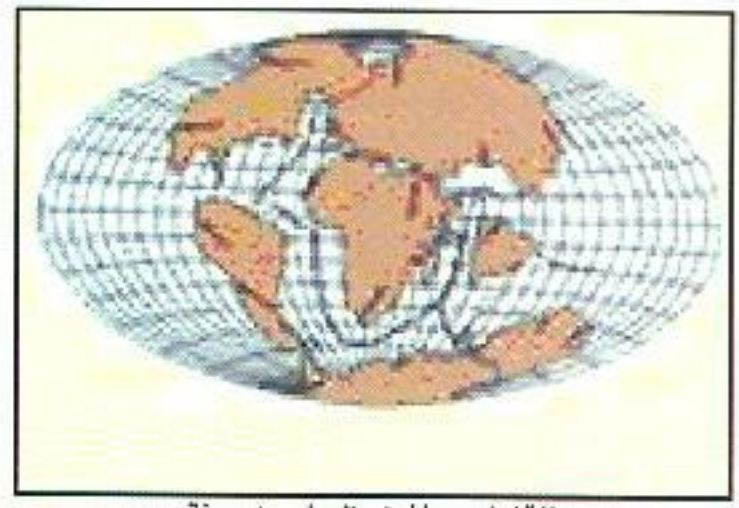
إعداد

أحمد عطية الجعفرى

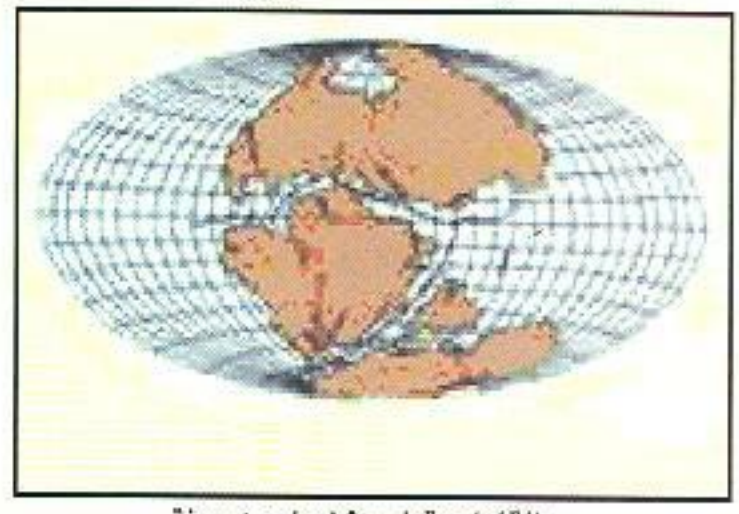
مدير إدارة البيانات المناخية

التحولات والتغيرات والتذبذبات المناخية التى انتابت كوكب الأرض منذ نشأته (٤٦٠٠ مليون سنة) بشكل منتظم أو غير منتظم والتى أدت أحيانا إلى تكون عصور جليدية مختلفة ترجع إلى عوامل طبيعية وبشرية ولذلك كرس علماء وخبراء المناخ أوقاتهم فى وضع ودراسة فرضيات أسباب التحولات والتغيرات والتذبذبات المناخية.

التحولات المناخية: تحدث كل ٢٥٠ مليون سنة وتستمر لفترة حوالى ٢٠ مليون سنة وهى راجعة إلى عوامل فلكية وعلاقات حركة القارات والمحيطات حيث أن موقع وشكل القارات والمحيطات فى الأزمنة القديمة تختلف عن الزمن الحالى (شكل ١).



القارات منذ ٢٠٥ مليون سنة



القارات قبل ١٩٠ مليون سنة

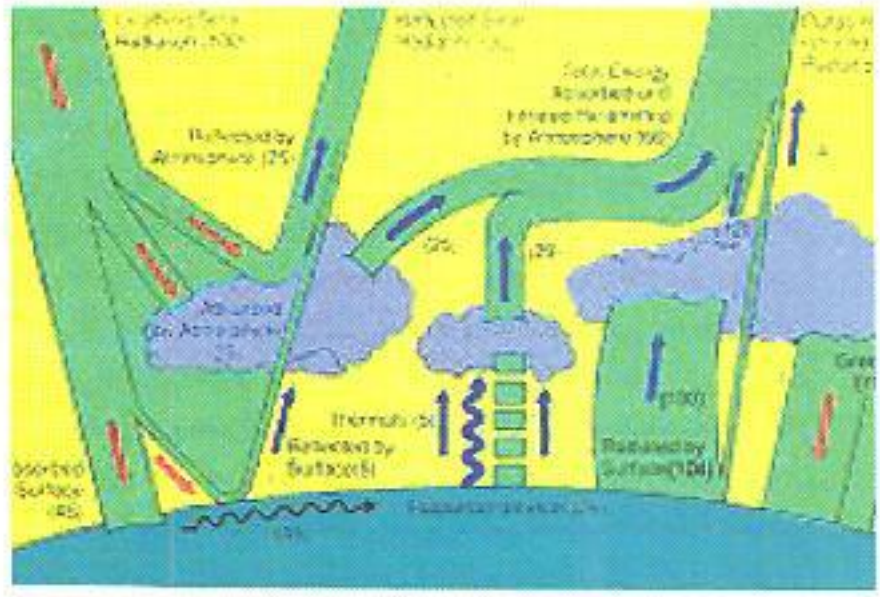
القارات فى شكلها الحالى

تعتبر دراسة بعض أنواع الصخور الرسوبية (من تحليل البيانات البديلة) مؤشرا لمعرفة المناخ الذى كان سائدا أثناء ترسيبها. وعلى سبيل المثال فإن طبقات الرمل الأحمر تترسب فى المناطق الدافئة والقاحلة أما فى المناطق الباردة فانه يترسب خليط من الجلاميد والرمل والغرين والطين المعروف باسم التليت (هو صخر رسوبى يترسب مباشرة من المثالج وأغطية الجليد).. ووجود طبقات من الرمل الأحمر التابع لعصر الترياسى فى انجلترا يدل على أن انجلترا كانت فى العصر الترياسى فى مناطق تتمتع بمناخ دافئ وقاحل ومعنى هذا انها كانت فى موقع قريب من خط الاستواء ثم زحفت إلى مكانها الحالى. وكانت الصحراء الكبرى فى يوم ما جنوب خط الاستواء فى منطقة جليدية ضمن قطعة هائلة من اليابسة كونت قارة عملاقة سميت قارة بانجى يدل على أن مناخ هذه المناطق كان باردا ومتجمدا ثم زحفت وتباعدت حتى وصلت إلى موقعها الحالى.

التغيرات المناخية: تحدث كل ١٠٠ ألف سنة خلال العشرين مليون سنة للنوع الأول وهى ناتجة من العلاقات الأساسية بين الشمس والأرض.

التذبذبات المناخية: تحدث كل بضع مئات أو عشرات من السنين وهى راجعة إلى تغيرات فى توزيع كمية الإشعاع الشمسى الواصلة للأرض وأيضاً النشاطات البشرية.

١- فرضيات حركات الأرض
٢- فرضيات المغناطيسية الأرضية
٣- فرضيات شفافية الغلاف الجوى للأرض
٤- فرضيات جغرافيا الأرض
٥- فرضيات التغذية الاسترجاعية
٦- دور الإنسان فى التغيرات المناخية



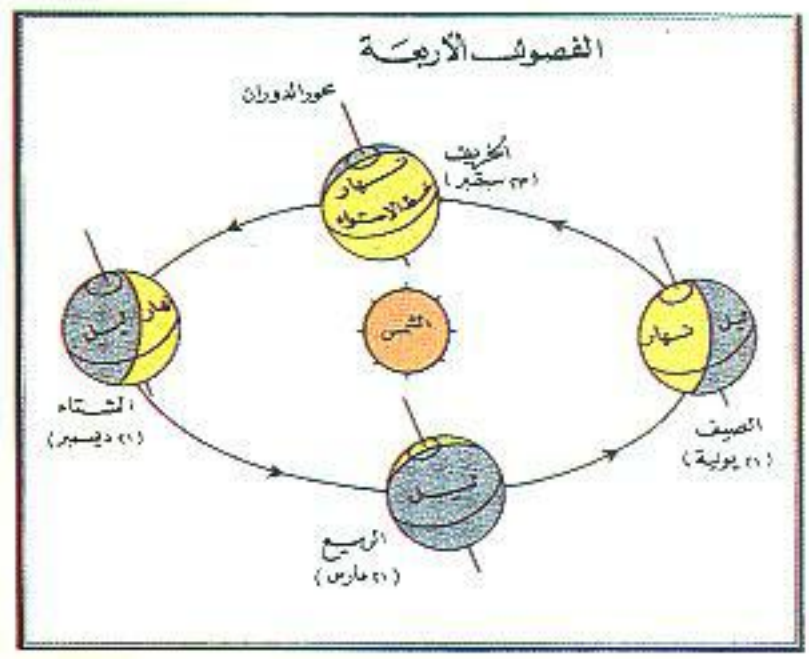
إتزان الطاقة على الأرض - (شكل ٢)

فرضيات حركات الأرض

افترض العالم أدهمير فى عام ١٨٤٢م أن التغيرات المناخية طويلة المدى على كوكب الأرض تتأثر بالتذبذبات الفلكية الناتجة من العوامل الآتية:

أ- التغيرات فى الاختلاف المركزى لمدار الأرض:

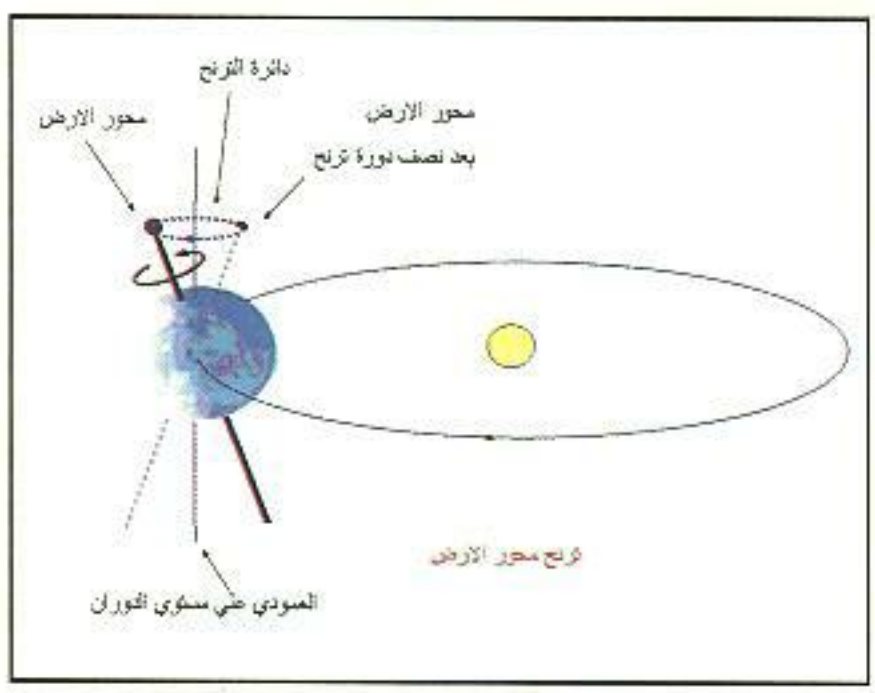
من المعروف أن حركة دوران الأرض حول الشمس (شكل رقم ٣) تتم على شكل مدار قطع ناقص تكون الشمس إحدى بؤرتيه (القطع الناقص هو شكل هندسى له بؤرتان) لذلك يتغير بعد الأرض عن الشمس طوال السنة. وهذا المدار ليس ثابتا بل يتغير بشكل دورى يتكرر كل ١٠٠٠٠٠ سنة. تكون الأرض أقرب ما يمكن من الشمس فى الرابع من يناير على بعد ١٤٧ مليون كم (الحضيض). تكون الأرض أبعد ما يمكن من الشمس فى الثالث من يوليو على بعد ١٥٢ مليون كم (الأوج). كلما نقص الفرق بين مركزى مدار الأرض حول الشمس أدى ذلك إلى نقص الفرق فى أطوال فصول السنة، وكلما زاد الفرق بين مركزى مدار الأرض حول الشمس أدى ذلك إلى ازدياد التباين فى أطوال فصول السنة. مدة دورة هذه التغيرات ١٠٠٠٠٠ سنة.



شكل (٣)

ب- دقة الإعتدالين :

هى الفترة من السنة التى تكون بين الإعتدال 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، فمحور الأرض يتحرك حركة مخروطية حول الاتجاه العمودى على مستوى المدار وتزيح هذه الحركة ببطء موضع الاعتدالين بالنسبة لنقطة الحضيض وينتج عن ذلك أن محور الأرض يصل إلى الوضعية التى يصبح فيها عمودياً على أشعة الشمس قبل الموعد المحدد له بقليل ولذا فالاعتدال الخريفى يحدث قبل موعده النظرى ويتغير بالتالى تأثير الميلان على التشمس الفصلى وذلك عبر دورتين من ١٩٠٠٠ إلى ٢٣٠٠٠ سنة بالإضافة إلى ذلك فإن سعة مبادرة الاعتدالين تتأثر هى نفسها بدرجة تفلطح مدار الأرض فكلما كان مدار الأرض أقل تفلطحاً فإن تغيرات التشمس تكون أقل ويكون المناخ أكثر استقراراً. وتعادل قيمة دقة الاعتدالين فى السنة الواحدة ١/٢١٠٠٠ من الدائرة. ومدة دورة المباكرة ٢١٠٠٠ سنة.

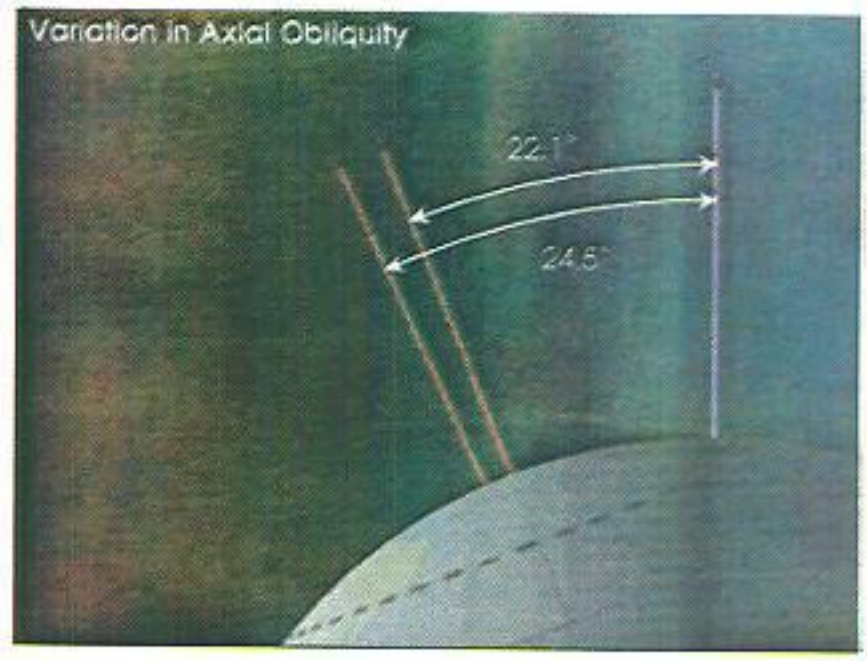


شكل (٤)

ج- ميل المحور على مدار الأرض :

- الأرض تدور حول محورها الذى يمر بمركزها ويصل بين قطبيها الشمالى والجنوبى (شكل رقم ٤)، وهذه الحركة ينتج عنها تعاقب الليل والنهار.

- من المعروف أن زاوية ميل محور دوران الأرض على العمود على مستوى مدار الأرض حول الشمس تتراوح بصورة دورية ما بين ٣٩° ٢١' و٣٦° ٢٤' كما فى شكل رقم (٥) وطول فترة التراوح الدورية ٤٠ ألف سنة ومقدار زاوية الميل حالياً ٤٤° ٢٣' وهى فى حالة تناقص نحو حدها الأدنى بمقدار ٠,٠٠٠١٣° سنوياً.



شكل (٥)

فرضية ميلانكوفيتش :

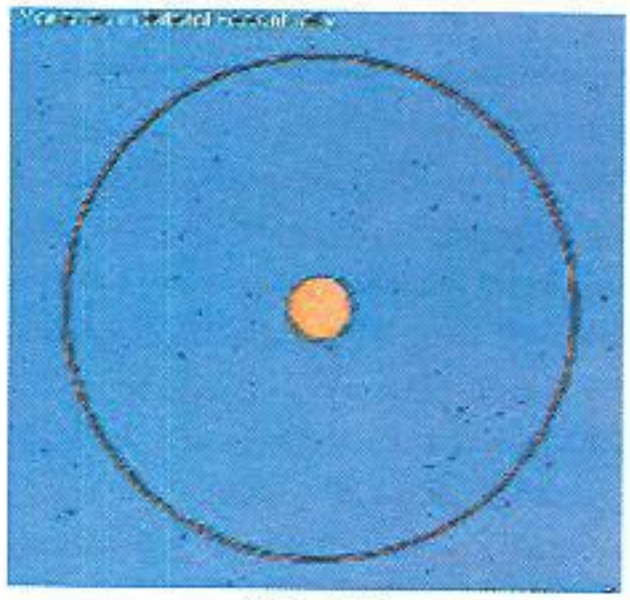
- وبعد دراسة ميلانكوفيتش (عام ١٩٢٣) العوامل الثلاثة السابقة توصل إلى:

١- التغير فى الاختلاف المركزى لمدار الأرض:

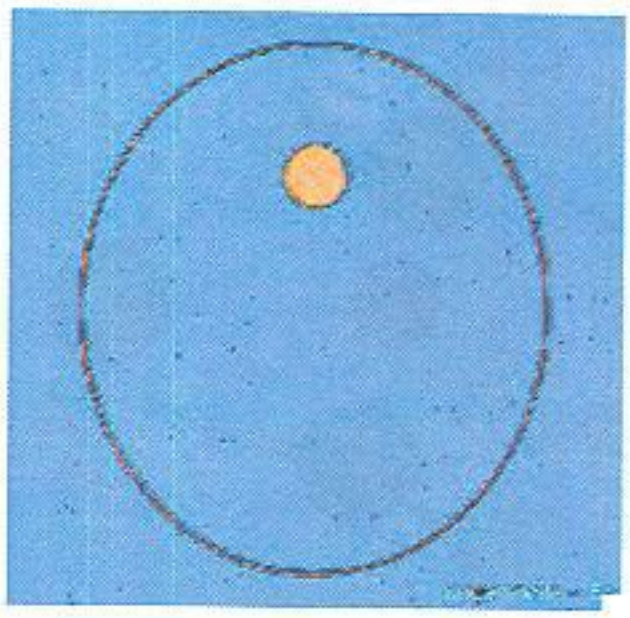
أ- الفرق فى الاختلاف المركزى لمدار الأرض يتغير من صفر إلى ٦٪ كما فى المنحنى الأسفل من شكل رقم (٦). عندما تكون قيمة الفرق = صفر يصبح مدار الأرض حول الشمس على شكل دائرة شكل رقم (٧) وفى هذه الحالة تستقبل الأرض كميات متساوية من إشعاع الشمس، الشتاء فى نصف الكرة الشمالى يكون أكثر برودة، بينما يتميز الصيف فى نصف الكرة الجنوبى بحرارة منخفضة بسبب الشكل الدائرى لمدار الأرض حول الشمس، بالمثل يكون الصيف أعلى حرارة فى نصف الكرة الشمالى والشتاء دافىء الحرارة فى نصف الكرة الجنوبى.

ب- فى الوضع الحالى (شكل ٨) قيمة الفرق فى الاختلاف المركزى = ٣٪ وفى هذه الحالة تستقبل الأرض إشعاع شمسى فى شتاء نصف الكرة الشمالى أكثر شدة مما يعنى أن الأرض أكثر دفئاً وفى نفس الوقت يكون الإشعاع الواصل إلى سطح الأرض خلال صيف نصف الكرة الشمالى أقل شدة مما يعنى أن صيف نصف الكرة الشمالى يكون أكثر لطفاً أى أن يحدث انخفاض فى التغير السنوى فى درجة الحرارة.

ج- فى حالة زيادة اللامركزية (الفرق يصل إلى قيمة ٦٪) يصبح مدار الأرض حول الشمس فى مسار بيضاوى تتلقى الأرض كمية أكبر من الحرارة لدى اقترابها من الشمس وكمية أقل فى الحالة المناظرة، يعني ذلك أن الشتاء فى نصف الكرة الشمالى يكون أكثر اعتدالاً، بينما يتميز الصيف فى نصف الكرة الجنوبى بحرارة زائدة بسبب الشكل البيضاوى لمدار الأرض حول الشمس، بالمثل يكون الصيف أقل حرارة فى نصف الكرة الشمالى والشتاء أخفض حرارة فى نصف الكرة الجنوبى، إذ تكون الأرض أبعد عن الشمس آنذاك، 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 اشعاعاً أقل فى شتاء نصف الكرة الشمالى مما يعنى زيادة التسخين وبالتالى زيادة التغير السنوى فى درجات الحرارة على سطح الأرض.



شكل (٧)

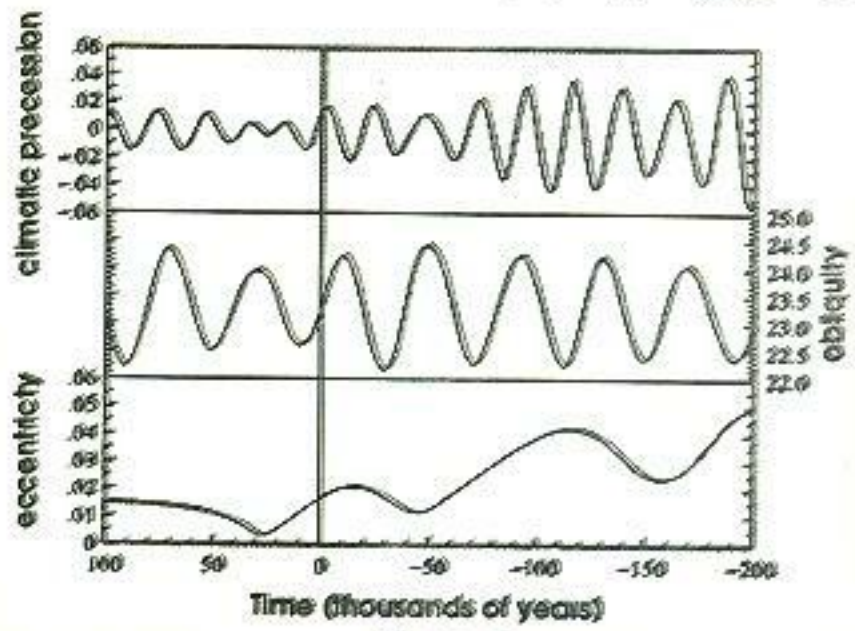


شكل (٨)

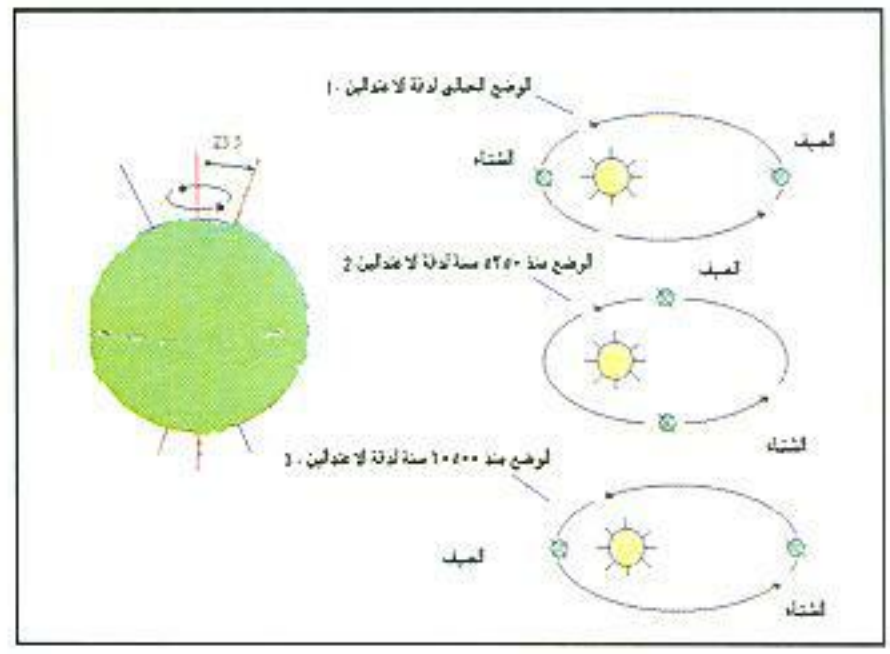
د- من الشكل رقم (٦) التغيرات فى الماضى والتغيرات المتوقعة للمستقبل بالنسبة لمدار الأرض (فى الأعلى)، وللتشمس عند خط العرض ٦٥ شمالاً (فى الوسط)، وبالنسبة لحجم الجليد فى نصف الكرة الشمالى (فى الأسفل).

٢- دقة الاعتدالين :

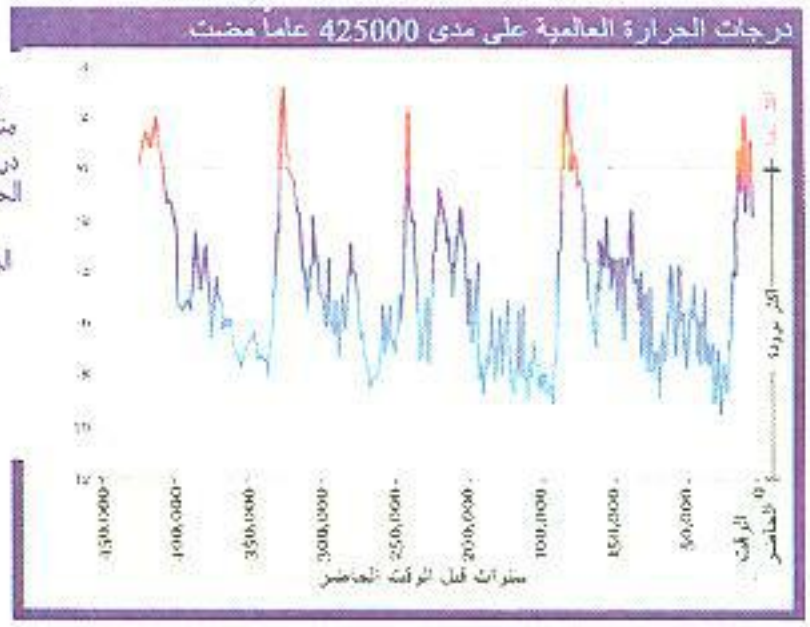
- التغير فى دورة دقة الاعتدالين تؤثر فى بدايات



شكل (٦)



شكل (٩)



شكل (١٠)

فصول السنة. محور الأرض حالياً فى اتجاه النجم القطبى، لكن منذ ١٠٥٠٠ سنة كان اتجاه محور الأرض فى اتجاه النجم ألفا قنطورس بمعنى أن فصل الشتاء للنصف الشمالى للأرض كان صيفاً كما فى شكل رقم (٩). وكانت الأرض أقرب للشمس حينئذ كانت الرياح الموسمية أشد قوة وفصل الشتاء أكثر برودة فى النصف الشمالى للأرض.

٣- ميل المحور على مدار الأرض :

– يرى ميلانكوفيتش فى نظريته أن ميل محور الأرض لا يبقى دائماً عند ٢٣,٥ درجة. فهناك بعض التذبذب بمرور الوقت. ووفقاً لحساباته، يتغير ذلك الميل ما بين ٢٢,١ و٢٤,٥ درجة كما فى شكل (٥) ضمن دورة يبلغ طولها قرابة ٤٠٠٠٠ عام. فعندما يقل الميل يصبح الصيف أكثر برودة والشتاء أكثر اعتدالاً. وعندما يزيد الميل تصبح الفصول أكثر شدة.

– فصول الشتاء قد تكون أكثر اعتدالاً، إلا أنها تظل باردة إلى الحد الكافى لسقوط الثلج فى المناطق البعيدة عن خط الاستواء. وعندما تكون فصول الصيف أكثر برودة، فمن الممكن ألا تذوب ثلوج الشتاء فى خطوط العرض البعيدة عن خط الاستواء بسهولة. وستتراكم الثلوج عاماً بعد عام مكونة أنهاراً 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 ونمو الأنهار الجليدية. ويؤدى ذلك إلى زيادة الانعكاس، ومن ثم مزيدا من الانخفاض فى درجة الحرارة، وهلم جرا. وربما يبين ذلك كيفية بداية العصور الجليدية.

– شكل رقم (١٠) رسم بيانى لدرجات الحرارة المقدرة لفترة ٤٢٥٠٠٠ عاماً مضت. وقد تم حساب هذا السجل لدرجات الحرارة من تحليل البيانات البديلة لعينة جليد جوفية من محطة فوستوك وهى قاعدة أبحاث روسية تقع شرق القارة القطبية الجنوبية، وهى عينة يبلغ عمقها ٣,٢ كيلو متر. لقد بقى الجليد فى قاعدة هذا اللوح الجليدى دون تغيير ودون أن يمس لما يقرب من نصف مليون عام. ظهرت خلال تلك الفترة أربعة عصور جليدية.

– تغيرات درجات الحرارة العالمية على مدى ٤٢٥٠٠٠ عاماً مضت. إلى اليمين، يظهر الزمن الحاضر ويمثل خط الصفر الأفقى معدل درجة الحرارة العالمية عن الفترة من ١٩٦١ – ١٩٩٠. وتبين الأرقام التى إلى اليسار التغيرات مقارنة بخط الأساس المرجعى بالدرجات المئوية. أما البيانات الحالية فتظهر فى أقصى يمين المخطط البيانى.

– وتأثير هذه الدورات الثلاثة يظهر فى تكوينات الطبقات الجليدية، وقد غطى الجليد مساحات شاسعة من الأرض خلال العصر الجليدى الأخير الذى بدأ قبل ٣,٢ مليون سنة وقد استغرقت الدورة الجليدية الباردة الأخيرة حوالى ٩٠ ألف سنة وبلغت كمية الجليد ٧٠ مليون كم، وكان مستوى سطح مياه البحر والمحيطات حوالى ١٢٥ متر تحت المستوى الحالى.

– الاختلافات المدارية لميلانكوفيتش هى من أهم الدراسات الآلية لتغير المناخ على الجداول الزمنية لعشرات الآلاف من السنين حيث بينت الأثر المباشر على تغيير التعرض للشمس فى الطبقة السفلى من الغلاف الجوى للأرض.

المراجع :

1- Mousa, A, AO Climatic Change (Al-Fikr 1986).

2- Lockwood, J, GO Causes of Climate (London - 1979).

٣- وحدة البحوث المناخية – جامعة إيست أنجليا (إنجلترا).

٤- المركز القومى الأمريكى لعلوم الفضاء.