حركات الأرض

عبدالعزيز سلطان الشمري

الأرض أحد تسعة كواكب تدور حول الشمس ، وهي الكوكب الثالث من حيث قربها من الشمس وتأتي بعد عطارد والزهرة ، وشكلها الخارجي شبه كروي ، فهي مضغوطة قليلا قرب قطبيها ، ومنبعجة قليلا قرب منتصفها مما يجعلها تميل إلى الشكل البيضاوي وليست كرة تامة الاستدارة ، ولذلك فإن قطر الأرض في الخط المار بالقطبين يقل عن قطرها في مستوى خط الإستواء بمقدار ٤٢ كيلومتراً ، ولا شك أن هذا الفرق يعد طفيفاً بالنسبة لقطر الأرض نفسه ، لذا فانه يمكن إفتراض كروية الأرض دون خطأ كبير .

ويرجع سبب تضاغط الأرض عند قطبيها إلى دورانها ، ويقابل هذا التضاغط بروز إنبعاج عند خط الإستواء. كما أن هذا يعطي برهانا عملياً بأن الأرض كانت كرة لينة المادة عند إنفصالها عن الشمس ، وبقدرة الله سبحانه وتعالى تشكلت على هذا النحو ، قال تعالى : ﴿ أولم ير الذين كفروا أن السماوات والأرض كانتا رتقا ففتقناهما وجعلنا من الماء كل شيء حي، أفلا يؤمنون ... ﴾ . الأنبياء الآية ٣٠ .

وقد استطاع أحد علماء الفلك العرب «البتاني» (٨٥٠ ــ ٩٢٩م) بقياساته الدقيقة ضبط مدد السنوات الإستوائية والقطبية ، وقياس دورة الأرض حول الشمس ، وتصحيح تحقيقات الخوارزمي حول ظهور الهلال الجديد وكسوف الشمس وخسوف القمر .. وقد قال البتاني في أحد مؤلفاته : « إن علم النجوم واجب على كل إمريء أن يتعلمه مثلما يجب على المؤمن أن يلم بأمور الدين وقوانينه ، لأن علم الفلك يوصل الى برهان وحدانية الله والى معرفة عظمته الهائلة وحكمته السامية » . ويعد العالم الفلكي البولندي نيكولاي كوبر نيكوس (١٤٧٣ ــ ١٥٤٣م) من أوائل العلماء الفلكيين الغربيين الذين قالوا بدوران الأرض حول الشمس ، وذلك بعد أن قرأ كثيرا عن البتاني واقتنع بصحة أفكاره حول ذلك.

وقد قال جاليليو جاليلي (١٥٦٤ ـ ١٦٤٢م) العالم الفلكي الإيطالي أن الأرض تدور حول الشمس ، فعارضته الكنيسة حيث كانت ترى في مثل هذه الأفكار مروقا وإلحادا لا يغفر ، واتهمه رجالها بالجنون كما أجبروه على نبذ أفكاره هذه أمام الملأ ففعل مرغما مضطرا لكنه كان يردد همسا « مهما كان من أمر فإن الأرض تدور » .

وأخيراً في نوفمبر عام ١٩٩٢م اعترفت الكنيسة بخطئها في الحكم على جاليليو واعتبروا ما قاله صحيحاً بعد ثبوت ما قاله بالادلة العلمية القاطعة وأصدرت بياناً في هذا الموضوع .

إن المتطلع إلى السماء في الليل يرى النجوم التي فوقه تغير مواضعها ساعة بعد أخرى ، فما معنى ذلك ؟ هل هي التي تتحرك أم نحن على الأرض في حركة ؟ الحقيقة أن الأرض تدور وما حولها ثابت نسبياً .

تدور الأرض حول محورها بسرعة ثابتة ، ونتيجة لهذا الدوران يتعاقب الليل والنهار . قال الله تعالى : ﴿ وآية لهم الليل نسلخ منه النهار فإذا هم مظلمون والشمس تجري لمستقر لها ذلك تقدير العزيز العليم والقمر قدرناه منازل حتى عاد كالعرجون القديم لا الشمس ينبغي لها أن تدرك القمر ولا الليل سابق النهار وكل في فلك يسبحون﴾. سورة يس الآيات من ٣٧ إلى ٤٠ .

يعيش سكان المناطق القريبة من القطبين الشمالي والجنوبي في بعض السنة أوقاتاً غريبة بالنسبة لنا ولكنها تبدو عادية بالنسبة لهم ، حيث أن بعض لياليهم مضيئة تسطع فيها الشمس الى أوقات متأخرة ، ولا تعدو المدة بين غروبها وعودتها للشروق إلا ساعات قليلة. بل قد تنعدم ساعات الإظلام وتظل الشمس ساطعة تهبط إلى خط الأفق ولا تختفي تحته ، بل تسبح فوقه ثم تعود ثانية

للصعود . كما قد يعم الظلام مثل هذه المناطق أياما كاملة أو عدة أسابيع بل شهور كاملة عند الشتاء في القطبين . ومثال لذلك فإن الناس في موسكو ولننجراد وأوسلو واستكهولم يعرفون الليالي التي يغمرها الضياء ، والنهار الذي يعمه الظلام ، ويتحكمون في عاداتهم بترتيب مواعيد عملهم ونومهم بالتوقيت بحيث لا يزعجهم أن ينام وأرضهم يغمرها الضياء لأن ليلهم في الصيف لا يزيد عن ساعات قصيرة أو ربما يكون جزءا من الساعة ، أو قد لا يظهر لهم ليل عدة أيام متتالية .

تتحرك الأرض حركات عديدة نذكر منها مايلي :-

الدوران حول المحور

تدور الأرض حول محورها دورة كاملة من الغرب الى الشرق في ٢٣ ساعة و ٥٦ دقيقة و ٤ ثوان ، وهذه المدة هي الزمن الفاصل بين رؤية نجم ثابت من على سطح الأرض ثم رؤيته مرة أخرى في نفس الموقع في اليوم التالي . وهذه المدة هي التي يطلق عليها اليوم النجمي ، ونتيجة لهذه الحركة التي تحدث بقدرة الله سبحانه وتعالى الخالق لهذا الكون والمدبر له ، فإنه يحدث الليل والنهار ، حيث أن الجزء من الأرض المواجه للشمس يكون مضيئا بينما الجزء الآخر مظلماً ، شكل (١) . وهكذا تتوالى الأيام والشهور والسنون نتيجة لهذه الحركة الدائبة والدقيقة .

ويطلق على النقطتين المتقابلتين في الكرة السماوية التي يتجه اليها محور دوران الأرض بالقطبين السماويين وهما « القطب الشمالي » الذي يحدد إتجاه الشمال الجغرافي ، و« القطب الجنوبي » الذي يحدد إتجاه الجنوب الجغرافي .

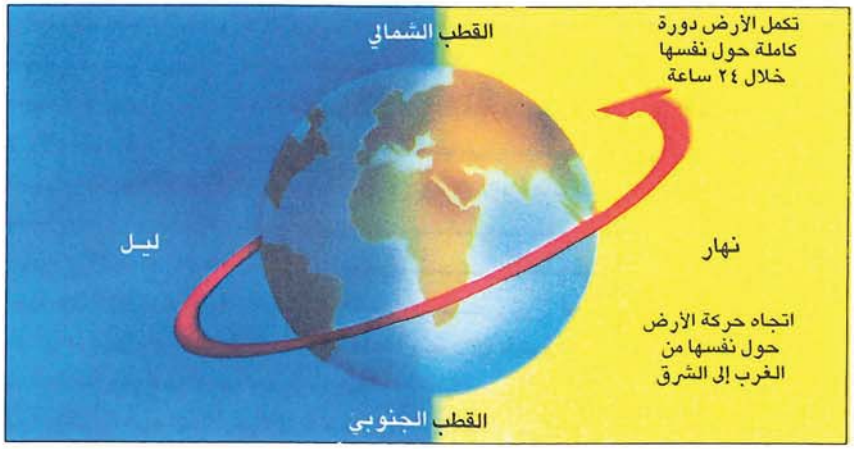
● تجربة فوكو

ومن أهم الأدلة والتجارب العلمية التي يستدل بها على دوران الأرض حول محورها التجربة التي قام بها العالم الفرنسي فوكو في منتصف القرن التاسع عشر الميلادي ، حيث أثبت فيها دوران الأرض حول نفسها مرة في اليوم مما ينتج عنه الحركة اليومية للأجرام السماوية ، فقد قام العالم الفرنسي المذكور بتعليق بندول كبير جداً في مكان معين ، ويتكون هذا البندول من سلك معدني طويل تتدلى في نهايته كرة ثقيلة من النحاس في آخرها سن مدببة وذلك لكي تكون الذبذبة (الحركة) بطيئة ولتقليل تأثير قوى الاحتكاك بالهواء في إضعاف الذبذبة ، وبعد أن وضع طبقة رقيقة من الرمل تحت البندول أخذ يراقب حركة البندول وهو يتذبذب حيث رسمت السن المدببة في نهاية الكرة النحاسية في باديء الأمر خطاً صغيراً على الرمل مبينة إتجاه مستوى ذبذبة البندول ، وبعد فترة من الزمن لاحظ فوكو أن هذا الاتجاه ـ كما يدل عليه أثر السن المدبب على الرمل ـ يتغير باستمرار وفي إتجاه معين هو إتجاه عقارب الساعة ، ولما لم يكن هناك قوى أخرى قد ينشأ عنها هذا التغير في إتجاه ذبذبة البندول إستنتج أن هذا التغير في إتجاه ذبذبة البندول ناشيء عن دوران الأرض حول محورها . ومما يجدر ذكره أن أثر هذه التجربة يظهر بوضوح عند القطبين ثم يقل تدريجيا حتى ينعدم عند خط الاستواء حيث يكون أثر السن المدبب في موضعه دون تغير ، ولذلك لا يصلح تنفيذ التجربة عند خط الاستواء .

ومن الأدلة العلمية على دوران الأرض حول محورها أنه في حالة توجيه آلة تصوير فوتوغرافي ليلا نحو القطب السماوي الشمالي وتثبيتها في موضعها لمدة ٨ ساعات (وذلك لكي يكون زمن التعريض طويلا) لوجدنا أن الآثار التي تتركها النجوم على اللوح الفوتوغرافي عبارة عن أقواس من دوائر .

ويلاحظ من الصور الناتجة أثر سميك بالقرب من مركز تلك الدوائر وهو ناتج عن وجود النجم القطبي الشمالي بالقرب من المركز ، وهذا ناتج عن حركة الارض حول محورها ، ويستنتج أيضا أن النجم القطبي الشمالي ليس واقعا تماما عند القطب الشمالي السماوي (الجغرافي) بل تفصل بينهما مسافة تقدر بضعف القطر الظاهري للقمر عندما يكون بدراً ، ويعد النجم القطبي هو أقرب النجوم الساطعة الدالة على القطب الشمالي وهو على وجه التقريب موضع هذه النقطة الهامة ، ويدل دائما على اتجاه الشمال وهو ثابت في مكانه لا يتغير عند موضعه تقريباً .

ومن الأدلة الأخرى على دوران الأرض حول نفسها أننا لو تركنا جسما يسقط إلى الأرض من أعلى برج شاهق الارتفاع ، فإن النقطة التي يلامس فيها سطح الأرض تكون منحرفة قليلا إلى ناحية الشرق عن النقطة التي تقع رأسياً تحت النقطة التي أسقط منها من أعلى البرج ، مما يدل على أن سرعة النقطة الأخيرة في الفضاء ـــ وهي سرعة الجسم نفسه عند تركه يسقط ـ أكبر من سرعة النقطة التي تقع رأسيا تحتها ، ويلاحظ فضلاً عن ذلك أن مقدار الانحراف ـ ناشيء عن اختلاف السرعتين ـ يزيد بازدياد ارتفاع البرج ، فلو أن الأرض غير



● شكل (١) حركة دوران الأرض حول محورها .

متحركة لكانت النقطة التي يلامس الجسم فيها سطح الأرض هي النقطة التي تقع رأسيا تحت النقطة التي أسقط منها من أعلى البرج .

أوضح التاريخ الجيولوجي والفلكي أن الأرض بعد إنفصالها عن الشمس كانت تدور حول نفسها بسرعة أكثر مما هي عليه الآن ، إذ كان الليل والنهار في مجموعهما أربع ساعات ، وبتوالي النقص في سرعة دورانها (نتيجة لبرودتها ببطء) زادت مدة الليل والنهار حتى وصلت الى حدود ٢٤ ساعة المعروفة الآن ، حيث يقدر عمر الأرض الآن بما يزيد عن ٤٥٠٠ مليون سنة .

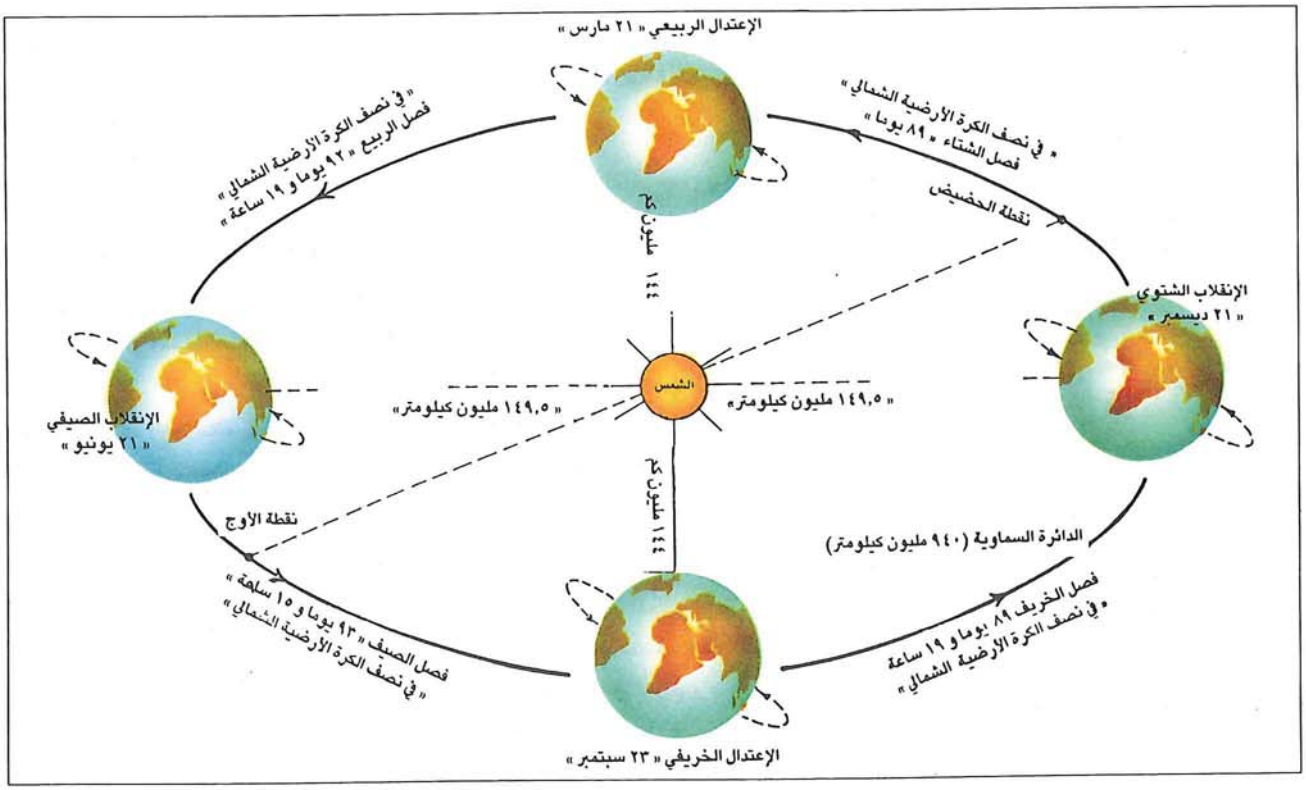
ومن المعلوم أن أطوال الليل والنهار تختلف في اليوم الواحد باختلاف مكان الراصد من سطح الأرض ، كما تختلف في المكان الواحد من يوم الى آخر ، وذلك نتيجة لميل محور الأرض بالنسبة لمستوى مدارها حول الشمس المسمى (الدائرة الكسوفية) ، حيث أن محور الأرض ليس عموديا على الدائرة الكسوفية الا عند الاعتدالين (تعامد الشمس على خط الإستواء) ، فنجد من هذا أنه نتيجة لحركة الأرض حول نفسها يتعاقب الليل والنهار، وبذلك يمكن معرفة الوقت (الثانية والدقيقة والساعة واليوم)، وينتج عن هذه الحركة تحديد شروق وغروب الشمس ، ومعرفة أوقات الصلاة في أي مكان على الكرة الأرضية.

الدوران حول الشمس

الحركة الثانية من حركات الارض هي دورانها حول الشمس حيث كانت نظرية بطليموس (العالم اليوناني المشهور) تقول بأن الأرض هي مركز الكون وأن جميع ما حولها من كواكب ونجوم بما فيها الشمس تدور حول الأرض . وهذا خطأ كبير وقع فيه هذا العالم ومن أخذ عنه من العلماء الفلكيين المتأخرين ، وخاصة أثناء فترة الترجمة للكتب العلمية اليونانية في الخلافة الأموية والخلافة العباسية .

جاء بعد ذلك عدد من العلماء والمفكرين المسلمين لتصحيح هذه النظرية الخاطئة كان أشهرهم العالم المسلم علاء الدين علي ابن ابراهيم بن محمد الأنصاري المعروف «بابن الشاطر» الذي عاش بين سنتي ٧٠٤ و ٧٧٧ هجرية (١٣٠٤-١٣٧٥ م) ، حيث قدم عدة نماذج فلكية في الزيج ـ الذي قام باعداده ـ معتمداً على التجارب والمشاهدة والاستنتاج الصحيح الذي يثبت دوران الأرض حول الشمس ذاكراً : أن الأرض والكواكب المتميزة تدور حول الشمس بانتظام ، والقمر يدور حول الأرض .

وقد أكدت الدراسات اللاحقة لذلك إن الأرض تدور حول الشمس في مدار بيضاوي إهليلجي ، شكل (٢)، وتكمل دورة كاملة في مدة قدرها ٣٦٥ يوما و ٥ ساعات و ٤٨ دقيقة و٤٦ ثانية . وهي ما يطلق عليها السنة الشمسية (السنة المدارية) ، وهي الفترة التي تستغرقها دورة الأرض حول الشمس من مدار الى مدار. أما السنة النجمية ومدتها ٣٦٥ يوما و٦ ساعات و ٩ دقائق و ١٠ ثوان ، فهي المدة التي يستغرقها دوران الأرض حول الشمس مأخوذا في الحسبان رؤية نجم ثابت بنفس زاوية الرصد .



● شكل (٢) مسار الأرض حول الشمس خلال عام واحد موضحاً عليه فصول السنة في نصف الكرة الشمالي .

وهناك السنة الحضيضية ومدتها ٣٦٥ يوما و ٦ ساعات و ١٣ دقيقة و ٥٣ ثانية وهي الفترة التي تستغرقها الأرض في دورتها حول الشمس من نقطة الحضيض (عندما تكون الأرض في أقرب مسافة الى الشمس أثناء مسارها حولها) الى عودتها لنفس النقطة ، شكل (٢) .

والأرض أثناء دورانها حول الشمس ، شكل (٢) تسرع في حركتها عندما تكون قريبة من الشمس ، بينما تقل سرعتها عندما تكون بعيدة عنها ، وبعد الأرض وقربها من الشمس ناتج عن مدار الأرض الاهليلجي ، الذي تحتل الشمس إحدى بؤرتيه والذي يبلغ محيطه ٩٤٠ مليون كيلومتر ، كما يبلغ طول قطره الكبير ٢٩٩ مليون كيلومتر ويبلغ قطره الصغير ٢٨٨ مليون كيلومتر ، مع الأخذ في الحسبان أن هذا لايعني أن الشمس ثابتة بل هي متحركة ومعها الأرض والمجموعة الشمسية بسرعة ٢٠٦ كيلو متر/ ثانية حول المجرة (طريق التبانة) وتكمل دورة كاملة كل ٢٥٠ مليون سنة . قال تعالى : ﴿ يولج الليل في النهار ويولج النهار في الليل وسخر الشمس والقمر كل يجري لأجل مسمى ذلكم الله ربكم له الملك والذي تدعون من دونه لايملكون من قطمير ﴾ سورة فاطرة الآية ١٣ .

وتأخذ الأرض طيلة دورتها الانتقالية على مدارها الاهليلجي الوضعين التاليين :-

(أ) يظل محورها مشكلا مع العمود النازل على مستوى مدارها زاوية قدرها ٢٣,٥ درجة .

(ب) يظل محورها متجها نحو القطب الشمالي في الوقت الحاضر .

ويعود تشكل الفصول الأربعة على الكرة الأرضية نتيجة لحركتها حول الشمس وعدة عوامل أخرى بقدرة الله سبحانه وتعالى نلخصها فيما يلي : -

(أ) دوران الأرض حول الشمس ، على مدار إهليلجي شكله قريب من الدائرة تحتل الشمس إحدى بؤرتيه .

(ب) ميل محور الأرض على مستوى مدارها بزاوية قدرها ٦٦,٥ درجة ، أي أن المحور يصنع مع العمود النازل على مستوى ذلك المدار زاوية قدرها ٢٣,٥ درجة .

(جـ) ثبات ميل محور الأرض باتجاه النجم القطبي طيلة دورتها الانتقالية خلال هذه الفترة .

ومن أهم النتائج المترتبة على حركة الأرض حول الشمس تعاقب فصول السنة، ونلخصها فيما يلي :-

● الربيع

ويبدأ في نصف الكرة الشمالي عندما تدخل الشمس في برج الحمل ، وتتعامد في ٢١ مارس على خط الإستواء ، ويتساوى الليل والنهار في جميع أجزاء الكرة الأرضية، ولهذا يطلق عليه « الاعتدال الربيعي » أما في نصف الكرة الجنوبي فيكون هذا التاريخ بداية فصل الخريف .

● الصيف

يبدأ حينما تدخل الشمس برج السرطان وتتعامد على مدار السرطان في ٢١ يونيو تقريبا في نصف الكرة الارضية الشمالي ، أما في نصف الكرة الارضية الجنوبي فيكون هذا التاريخ بداية فصل الشتاء .

● الخريف

ويبدأ بدخول الشمس برج الميزان وتعامدها على خط الإستواء في ٢٣ سبتمبر ، فيتساوى الليل والنهار في كل أنحاء الكرة الأرضية ، ويطلق على اليومين اللذين تتعامد فيهما الشمس على خط الاستواء (٢١ مارس و ٢٣ سبتمبر) الإعتدالان . أما في نصف الكرة الارضية الجنوبي فيكون هذا بداية فصل الربيع .

● الشتاء

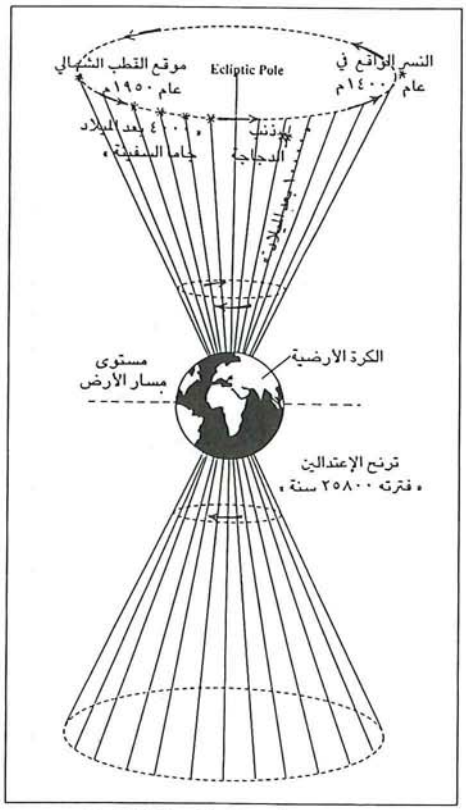
ويبدأ عندما تدخل الشمس برج الجدي، وتتعامد على مدار الجدي في ٢٢ ديسمبر فيزيد طول الليل في نصف الكرة الشمالي في هذا الفصل. ويطلق على يوم ٢٢ ديسمبر حين تتعامد الشمس على مدار الجدي تعبير « الإنقلاب الشتوي » ، وذلك بالنسبة لنصف الكرة الشمالي ، ويطلق على يوم ٢١ يونية حين تتعامد الشمس على مدار السرطان تعبير « الإنقلاب الصيفي » . أما في نصف الكرة الارضية الجنوبي فيكون هذا التاريخ بداية فصل الصيف .

حركات الأرض الاخرى

تتحرك الأرض حركات أخرى مثل حركة الترنح ، حركة النودان ، حركة تغير شكل المدار ، حركة تغير نقطة التوازن ، الحركة حول المجرة ، الحركة باتجاه كوكبة الجاثي، الحركة في فلك المجرة وذلك كما يلي :-

● حركة الترنح

حركة الترنح (ترنح الاعتدالين) ، هي حركة للأرض ناتجة عن تأثر الأرض بجاذبية الشمس وبجاذبية القمر خلال الحركتين السابقتين ، حيث تترنح الكرة الأرضية من تأثرها بذلك ، ويؤدي الترنح للكرة الأرضية إلى زحزحة النهاية الشمالية لمحور الأرض الوهمي عن إتجاهه الأصلي باتجاه النجم القطبي ، شكل (٣) .



● شكل (٣) حركة الترنح للكرة الأرضية .

وينتج عن هذه الزحزحة تغير موقع القطبين السماويين الشمالي والجنوبي وبالتالي مباكرة الاعتدالين ، وهذا يعني زحزحة محور الأرض قليلا عند نقطة القطب الجغرافي ، وتعد نظريا نقطة ثابتة لا يتغير مكانها بالنسبة للمشاهد من على سطح الارض ونستدل عليها حاليا بالنجم القطبي (الشمالي) في كوكبة الدب الأصغر ، ولا ينطبق الشمال الجغرافي الآن على النجم القطبي تماما بل يبعد عنه حوالي درجة واحدة ، وهذا يؤثر على تغيير مواعيد فصول السنة بالنسبة للبروج (السنة الشمسية) على مدى آلاف السنين ، حيث أنه بعد مرور أكثر من سبعة آلاف سنة من الآن فإن فصول السنة ستتغير مواعيدها فيكون الربيع في فصل الشتاء والشتاء يأتي في موعد فصل الخريف .. وهكذا والله أعلم.

ويؤدي ترنح الأرض أثناء دورتها الانتقالية وبعد مدة ٢٥٨٠٠ سنة (أي بعد دورانها ٢٥٨٠٠) مرة حول الشمس الى رسم مخروطين وهميين في الفضاء بوساطة محورها الوهمي الذي يغير مكانه في كل عام ، وأحد المخروطين ترسمه في القبة الشمالية للسماء والثاني في القبة الجنوبية للسماء، ويكون إلتقاء رأسيهما عند مركز الأرض.

● حركة النودان

تحدث حركة النودان ، شكل (٤) نتيجة لجذب الشمس والقمر للأرض أثناء حركتها حول الشمس وأثناء دورانها حول نفسها ، فإنه يحصل لمسارها تذبذبا (نودانا) ، وهذا يعني إبتعاد الأرض عن الدائرة التي ترسمها في مسارها حول الشمس الى أقواس متساوية، (بعضها يكون الى يمين تلك الدائرة السماوية وبعضها الى يساره) ، حيث يستغرق رسم القوس الواحد (الذبذبة الواحدة للأرض) مدة ١٨ر٦ سنة، ويقدر عدد الذبذبات التي ترسمها الأرض بدءا من مغادرة محورها لنقطة القطب السماوي وحتى عودته اليها بحوالي ١٤٠٠ ذبذبة ، أي أنه يرسم ١٤٠٠ قوس نصفها الى يمين الدائرة السماوية الوهمية التي يرسمها المحور الأرضي ونصفها إلى يسار تلك الدائرة .

● تغير شكل المدار

أثناء حركة الأرض حول الشمس فإنها تكوِّن مداراً شبه إهليلجي وليس دائرة كاملة ، ومع مرور الوقت يقرب هذا المسار إلى أن يكون دائرياً ، ويقدر الوقت الذي قد يستغرقه بأكثر من ٩٢ ألف سنة من الآن لكي يصبح مسار الأرض دائرياً .

نظرا لكون الأرض أكبر من القمر بمقدار ٨١ مرة ، فإن نقطة توازن القمر مع الأرض تقع داخل الكرة الأرضية على بعد ٤٤٢٥ كيلومتر عن مركزها وعلى بعد ١٩٦٢ كيلومتر عن سطحها ، ويقدر بعد مركز الأرض عن مركز القمر بـ ٣٧٩٣٢٨ كيلومتر. أما مركز ثقل الأرض، أي نقطة توازنها مع القمر، فتقع داخله أيضا على بعد ٣٥٣,٨٥ كيلومتر عن مركز القمر وعلى بعد ١٣٨٤ كيلومتر عن سطحه .

● الحركة حول المجرة

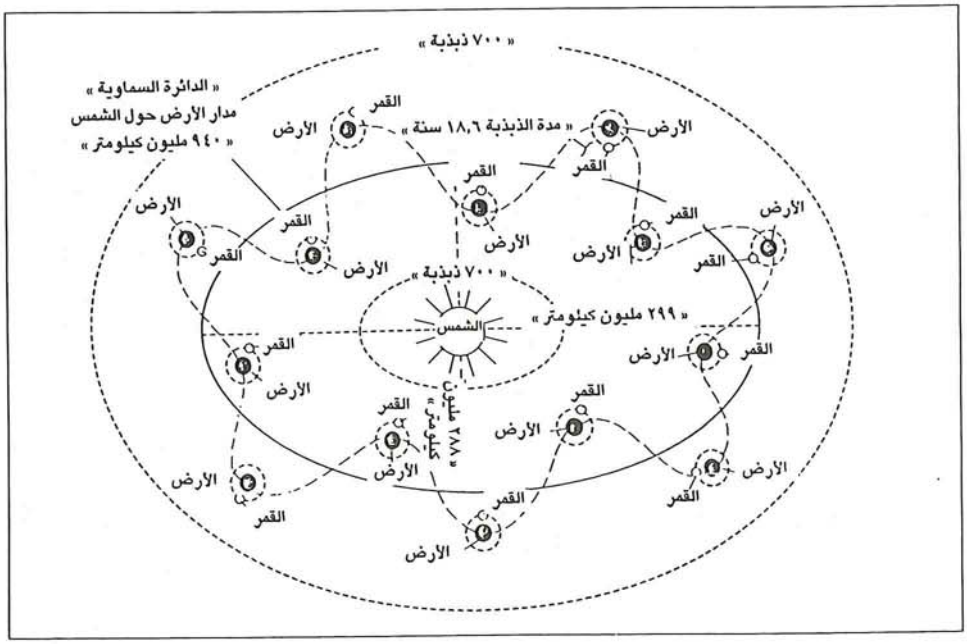
تدور الأرض مع الشمس وبقية المجموعة الشمسية دورة واحدة حول مركز مجرة طريق التبانة بسرعة قدرها ٢٠٦ كيلومتر/ثانية ، وتكمل الدورة في ٢٥٠ مليون سنة تقريباً .

● الحركة باتجاه كوكبة الجاثي

أثناء دوران الأرض والشمس والمجموعة الشمسية بأجمعها في مجرة طريق التبانة فإنهم يتجهون نحو كوكبة الجاثي (أحد كوكبات مجرة طريق التبانة) بسرعة قدرها ٢٠ كيلومتر/ثانية ، وذلك في حركة لولبية .

● الحركة في فلك المجرة

وهي حركة تشمل الأرض والشمس والمجموعة الشمسية كاملة مع مجرة طريق التبانة في فلكها ، وتكون هذه الحركة في تباعد عن المجرات الأخرى بسرعة تقدر بـ ٩٨٠ كيلومتر/ثانية حسب تقدير العالم الفلكي (هوبل) والله أعلم .



● شكل (٤) حركة النوادن في مسار الأرض حول الشمس .