الفصل الأول

الأرض

١ - الأرض كجسم سماوى

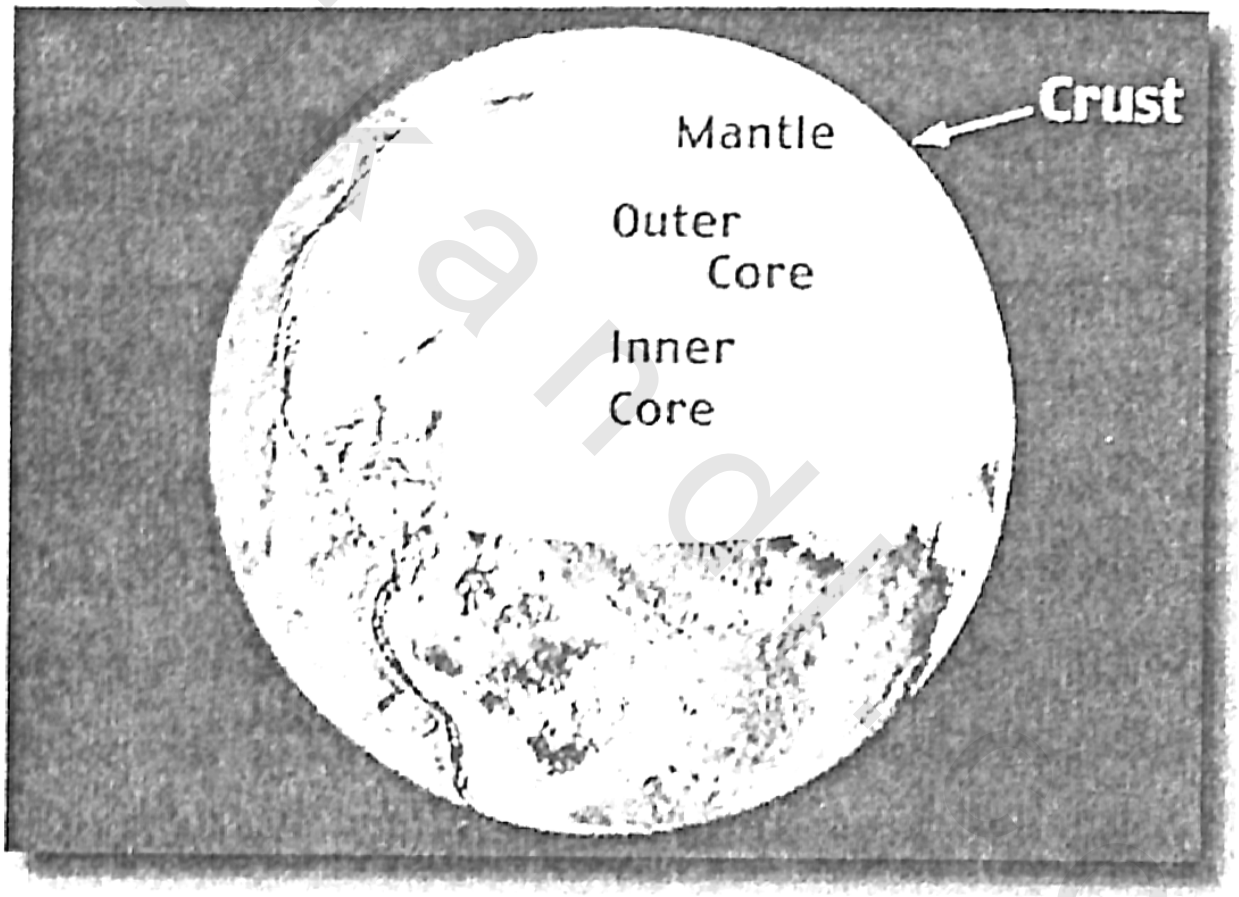
الأرض هو الكوكب الثالث من حيث البعد عن الشمس ضمن المجموعة الشمسية، والمجموعة الشمسية هى عبارة عن نجم مركزى هو الشمس، تدور حوله ثمانية كواكب وعشرات الأقمار وآلاف الكويكبات، بالإضافة إلى أعداد وفيرة من المذنبات والشهب (كان كوكب بلوتو يعتبر الكوكب رقم ٩، لكن فى اجتماع الاتحاد الدولى الفلكى فى براغ بالتشيك سنة ٢٠٠٨ تم تحديد تعريف الكواكب وتم رفع اسم كوكب عن بلوتو ليكون عدد الكواكب ٨).

وحسب الخواص الفيزيائية يمكن تقسيم كواكب المجموعة الشمسية إلى مجموعتين، تضم المجموعة الأولى كواكب عطارد والزهرة والأرض والمريخ وتسمى مجموعة «الكواكب الشبيهة بالأرض». والمجموعة الثانية تضم المشترى وزحل ويورانوس ونبتون وتسمى هذه المجموعة «الكواكب الشبيهة بالمشترى» أو تسمى أحيانًا «السيارات العظمى»

نظراً لضخامة حجمها مقارنة بالكواكب الأخرى. والأرض هو كوكب فريد من ناحية توفر كمية كبيرة من المياه على سطحه حيث تمثل المياه أكثر من ٧٠٪ من مساحة سطح الأرض. وقد ساعد على توفر الماء وفى حالته السائلة أن حرارة الأرض أقل من درجة غليان الماء وأعلى من درجة تجمد الماء فى مناطق كثيرة من سطح الأرض.وتتكون الأرض من باطن وسطح وغلاف جوى.

باطن الأرض يتكون من لب (Liquid Core) من الحديد والنيكل تصل حرارته إلى ٥٠ ألف درجة مئوية تحت ضغط يصل إلى ٣×١٠^{١١} نيوتن/م^{٢}. من المعروف أن النيوتن وحدة لقياس القوة، والنيوتن فى المتر المربع وحدة قياس ضغط. وكثافة اللب عالية جداً تصل إلى ١٢٠٠٠كجم/م^{٣} (ن المعلوم أن كثافة المياه ١، وكثافة الرمل ٨)،. وهذا اللب فى حالة انصهار حيث يصل نصف قطر هذا اللب ٣٥٧٠كم. كما أن هناك فى مركز الكرة الأرضية جزءًا داخليًا صلبا (Solid inner Core) يصل نصف قطره إلى ١٢٠٠كم وبذلك يكون سمك الجزء المنصهر = ٣٥٧٠ - ١٢٠٠ = ٢٣٧٠كم. يلى لب الأرض طبقة تسمى وشاح أو دثار (Mantle) وهى فى معظم تكوينها من السيليكات، يصل سمكها إلى ٢٩٠٠كم وهذه الطبقة ونتيجة للضغط الشديد تبدو وكأنها سائل لزج، ويعلوها الطبقة الأخيرة من الأرض وهى السطح (Crust). وهذه القشرة الرقيقة يتراوح سمكها من ٨كم فقط تحت سطح المحيط إلى ٧٠ كم تحت القارات واليابسة. وتتسبب

حركة المادة فى منطقة تسمى الوشاح إلى تفكك اليابسة، فمنذ حوالى ٢٠٠ مليون سنة كانت اليابسة جزءًا واحدا وتفككت، إلى أن وصلت لشكل القارات الحالى على الكرة الأرضية. ومازال المحيط الأطلنطى يتسع بينما تطفو مادة جديدة فى الحافة الوسطى. ومازالت قارة أمريكا الشمالية تتباعد عن قارة أوروبا عدة سنتيمترات كل سنة. الشكل رقم (١) يوضح طبقات الأرض المختلفة من الباطن وحتى السطح.



الشكل رقم (١) :طبقات الأرض المختلفة من الباطن الداخلى والخارجى وحتى القشرة والسطح يظهر فى باقى الدائرة.

وإذا كانت حرارة باطن الأرض تصل إلى ٥٠٠٠٠ درجة مئوية فإن درجة حرارة سطحه تصل فى أقصاها إلى ٥٨ درجة مئوية، وأقل درجة حرارة سجلت على السطح تصل إلى -٥٢ درجة مئوية (تحت الصفر). وللأرض مجال مغناطيسى ضعيف يبلغ شدته ٠,٣ جاوس وينطبق قطباه على قطبى الأرض الشمالى والجنوبى. وقد نشأ هذا المجال نتيجة لوجود لب منصهر فى باطن الأرض مما ساعد على وجود شحنات حرة تتوزع مع دوران الأرض بحيث يحدث مجالا مغناطيسياً، وهو يحمى الأرض من الجسيمات المشحونة الآتية إليه، وخاصة من الرياح الشمسية، حيث تحملها خطوط القوى المغناطيسية إلى منطقة القطبين، حيث تحدث تفريغا كهربائيا عند القطبين، وينشأ نتيجة لذلك ظاهرة تسمى الشفق القطبى (Oroura)، والتى لا توجد فى بقية المناطق.

قشرة الأرض:

يقول الشاعر الإنجليزى «وليم بريانت» فى وصف التلال «أنها قديمة قدم الشمس». فهناك اعتقاد لدى البشر، أن سطح الأرض ثابت لا يتغير، فهل هو فعلاً لا يتغير ؟. ليست الأرض الصلبة والتى تحت أقدامنا، صلبة تماماً. إن كثافة القشرة الأرضية تصل إلى ٥ جرامات فى السنتمتر المكعب ، إلا إنه يمكن أن يحدث تهشم لهذه القشرة بفعل بركان هائج، أو زلزال. ومن الحقائق أيضاً أن سطح الأرض اليابسة نسبتة لا تتعدى ٢١٪، والباقى هو المياه والجليد، والتى تغطى نسبة

٧٩ ٪ الباقية البحار والمحيطات، و أراض أخرى واسعة عند القطبين، يغطيها الجليد. وقارات الأرض الست عبارة عن هضاب عظمى من الصخر ترتفع فى المتوسط بنحو ٨٠٠ متر فوق مستوى سطح البحر، بيد أن أعماق المياه فى المحيطات تصل إلى متوسط عمق ٣٧٥٠ متراً، وقاع المحيطات له أشكال مختلفة، فمثلاً حافة وسط الأطلنطى، عبارة عن سلسلة من الجبال العريضة، تجرى تحت المحيط من أيسلندا جنوبا إلى القطب الجنوبى. وتبرز تلك السلسلة، والتى لا يراها الملاحون وهم على سفح المياه على ارتفاع آلاف الأمتار من قاع المحيط، والتى يصل ارتفاعها فى بعض المناطق إلى ١٥٠٠ متر فوق قاع المحيط، وأحياناً ترى بعض الجزر الصغيرة داخل المحيطات من هذه السلسلة طافية فوق الماء، مثل جزر الأزور وأسنسيون وغيرها. وقاع المحيطات يتشابه مع اليابسة، فيها جبال وهضاب مثل جبال «إفرست» داخل المياه فى قاع المحيطات.

وقد قسمت الصخور إلى ثلاث مجموعات هى: النارية، والرسوبية، والمتحولة: إن الصخور النارية كانت فى يوم ما منصهرة، وهى آتية من باطن الأرض، ثم بردت مع مرور الزمن، وأخذت أشكالا مختلفة مثل البازلت الأملس، والجرانيت. أما الصخور الرسوبية فهى تتكون من مواد مترسبة على هيئة طبقات ثم تعرضت للضغط الشديد، وهى عبارة عن أحجار رملية أو طينية، والقواقع والأصداف تكون بداخلها. والأحجار الجيرية والطفيلية هى أيضاً من النوع الرسوبى. ويعتقد بعض

الجيولوجيين بأن الجرانيت من الصخور المتحولة، وأهم عنصر يكون القشرة الأرضية هو الأكسيجين فإن حوالى ٤٧٪ من القشرة الأرضية عبارة عن الأكسيجين ويكون السيليكون نسبة ٢٨٪، فى المرتبة الثانية، والألونيوم بنسبة ٨٪، والحديد بنسبة ٥٪ وكل من الصوديوم، والماغنسيوم والكالسيوم والبوتاسيوم بنسبة تصل إلى ٤٪. وتسود مركبات الأكسيجين، والسليكون معظم تركيبات القشرة الأرضية.

ونظرية تباعد القارات عن بعضها والتى قال عنها عالم الجيوفيزياء المعاصر «فيجنز». أنا لا أعرف قوى تكفى لتحريك القارات. ناهيك عن تقسيم القشرة إلى قارات، أو تقسيم القارات إلى أجزاء. وقد دلت القياسات، إلى عدم وجود أية حركة مستعرضة للقارات فى هذا الصدد، على رغم أن النظرية تؤكد بأن القارات ما زالت تتباعد، وقد اعتمدت هذه النظرية على أن القارات تكون طافية، فوق سوائل ولها أن تنجرف. ولكن لأسباب عديدة، فقد عدل معظم الجيولوجيين عن نظرية انجراف القارات.

والغريب مثلاً، أن فكرة كل القشرة الأرضية قد زحزحت بالنسبة لمحور دوران الأرض، تعد أكثر قبولا من أن كل قارة تزحزحت على حدة، وذلك نظراً لأن قيعان المحيطات صلبة للدرجة الكافية، لإمساك القارات فى مكانها، بينما القشرة غير محكمة التماسك والترابط مع ما تحتها من لافا .Lava. ولذلك نجد أن سطح الأرض لا يبقى على حاله

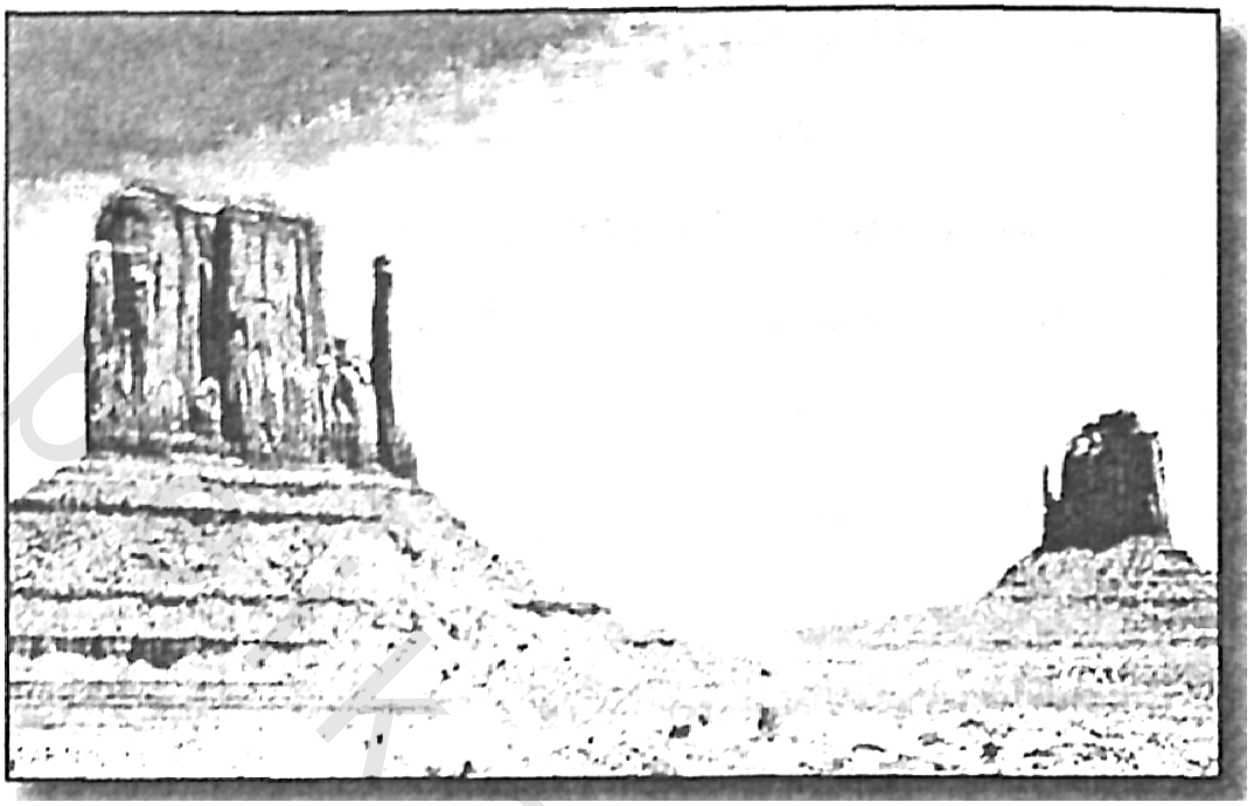
مـن جبال وتلال حيث إننا لا نرى تغـيرا كبيرا يحدث على مدى حياة الإنسان، ولكن ذلك يحدث على فترات طويلة مقارنة بحياة الإنسان، إن البراكين أو الزلازل قليلة الحدوث ولا تحدث إلا فى أماكن محدودة على سطح الأرض، ولذلك لا تحدث تغيرات ملحوظة للإنسان .

يلاحظ العلماء ويقومون برصد تقدم خطـوط الساحل أو تقهقـره فضلا عن التعرية والتى تعتبر من العوامل الهامة فى تغيير قشرة الأرض، فمثلاً الماء الجارى (السـيول) يجرف معه جزءًا من قشرة الأرض، وكذلك مياه الأنهار. وعملية النحت والتعرية التى تحدث للقشـرة، ليسـت متوقفة فقـط على الماء، بل على ما يحمله الماء من جسـيمات ومواد كيماوية. أما المياه التى تكون الأنهـار، فهى تكون فى العادة آتية من قنوات صغيرة عديدة تكونت نتيجة للأسـطح الهشـة فى القشـرة الأرضية، وأحيانا الأنهـار تكون ما يعرف بالدلتـا والتى تكون على هيئة حرف (V)، كما فـى دلتا نهر النيل، وبمرور الزمن تتـآكل مجارى الأنهار أى أن تصبح ارتفاعاتهـا وانخفاضاتهـا متساوية فى مجـرى واحد ثابت ومستديم.

وتجرى الأنهار وروافدها، بينما تزحف الثلوج أو الجليد فى المناطق الباردة، فهى أيضاً عامل من عوامل التعرية وتغير طبيعة قشرة الأرض. فالثلـوج عبارة عن كتل ضخمة ثقيلة متراكمة، ونتيجة لهذا الثقل فإنها تنجرف إلى أسـفل الجبال أو تحدث عملية نحت وتهشـم للصخور التى تحتها، أثناء مرورها عليها وبذلك يتم تسـوية التربة تحت هذا الجليد ويجعلها بدون نتوءات، أو مناطق مرتفعة وأخرى منخفضة.

ونظـراً لثقل الجليد نجد أن الضغط يكون عاليـاً جداً، وبالتالى يكون تأثير تحركه على قشرة الأرض تأثيراً عالياً. وحالياً لا توجد جبال جليد إلا فى القطبين الشـمالى (جرينلند) والقطب الجنوبى. والقشرة الأرضية تحـت هذه الثلـوج، وخاصـة فى جرينلنـد تكون ملساء نتيجة لاكتساح الجليد المتحـرك لهذه النتوءات، هـذه الكتل الجليدية معروفه باسـم «لورنت». قد انسـابت هذه الكتل الجليدية إلى أمريكا الجنوبية وخطت معظم كندا وقد سوت كل الصخور السفلى الموجودة فى هذه المنطقة. حيث إنها الآن لا تصلح للزراعة، نتيجة لهذه التعرية. وإذا كان هناك اعتقاد بأن «إسـكندناوا» مازالـت تعلو وتطفو صاعدة، بعد أثقـال الجليد أثناء العصـر الجليدى، فإن كندا كذلك، هناك اعتقاد أنها تطفو وتعلو بعد أن كان الجليد يغطيها حتى مدينة نيويورك، ويسـمى هذا الجليد بالجليد لورنت، وكان هذا هو السبب الرئيسى فى نقل التربة الخصبة الصالحة للزراعة إلى الجنوب فى قارة أمريكا الشمالية. ويعتقد أن الأرض هبطت فى بعض المناطق لأكثر ١٣٠ متراً تحت سطح الأرض.

صورة لبعض عوامل التعرية على الصخور الصلبة مثال ذلك فى وادى الأريزونا. شكل رقم (٢).



شكل (٢): تأثير عوامل التعرية على الصخور الصلبة فى وادى الأريزونا بالولايات المتحدة الأمريكية

تحتوى الصخور المكونة لقشرة الأرض على معادن تذوب فى الماء، وهى المسئولة عن طعم الماء المالح فى البحار، وأكبر الصخور القابلة للذوبان هى الحجر الجيرى، وهى تدخل فى تركيب حيوانات وقواقع البحار. ومجرى المياه الذى يعترضه حجر جيرى يذوب تماماً ويتحول مكانه إلى أنهار وقنوات فى قاع المحيط، وكذلك تكون مغارات وتكون خالية من المياه أحيانا، وبالتالى فإن المياه تتساقط من أسقفه وتتحول فى الداخل إلى صخور جليدية، وهذه الكهوف تقوم ببناء ما يعرف «ستالا جميت» أو «الستالا كتين» فيكونان معا عمودا واحدًا.

ولا تستطيع المحيطات أن تساير قوى التعرية الكلية لجميع مجارى الماء السريعة التى على الأرض والتى تصب فيه. والبحار الثائرة لها قدرة عظيمة لضرب الشاطئ بقوة والتأثير عليه، مع مرور الزمن، ويستطيع البحر أن يهدم الشواطئ. وكذلك عنده الاستطاعة أن يبنى أيضا، حيث يبعد الشاطئ تدريجياً، ويكون قاعا عميقاً ويمكن أن يحمل موج البحر الرمال وبقايا القاع إلى الشاطئ بعيداً، وعندما تأتى الرياح برمال أكثر فهذه المناطق تكون ما يعرف بالكثبان الرملية والتى يمكن أن تملأ مرة أخرى البحيرة أو جوار الشاطئ، لتبنى مرة أخرى شواطئ جديدة، وعليه يمكن أن يحدث العكس بأن تزحف الأرض والشاطئ إلى البحر.

٢ - مفهوم زمن الأرض وعلاقته بظواهر الطبيعة

يمكن أن نسمى الزمن الذى نقيسه الآن بالزمن الأرضى أو الزمن الخاص بكوكب الأرض، لأن الزمن فى الأجسام والكواكب الأخرى مختلف تماماً عن زمن الأرض، ويمكن تعريف الزمن ببساطة بأنة كمية فيزيائية تتغير بتغير العوامل المحيطة، فلا يوجد زمن فى الكون رتم أو سرعة مروره مثل رتم مرور زمن الأرض. إن زمن الأرض يتأثر بجاذبيتها وكتلتها ومجالها الجوى، وحتى إنه يتأثر بحرارة وضغط الأرض. ومن المعلوم أن الزمن الأرضى كمية غير متجهة، ولكن يمكن وصف الزمن

بأنه متجه إلى المستقبل دائماً وليس له اتجاه آخر، بل إنه لا يتوقف عن التدفق، والزمن ليس كأى كمية متجهة، كالسرعة مثلا، فسرعة جسم يتحرك مثل سيارة، يمكن أن تتجه إلى الأمام أو إلى الخلف أو تتوقف. وحيث إن قياس أى كمية فيزيائية هو مكمل للتعريف فإن قياس الزمن جزء من تعريفه، وقد اتفق أن وحدة قياس الزمن هى الثانية. ويمكن تعريف الثانية كجزء من ٨٦٤٠٠ جزء من متوسط اليوم الشمسى، واليوم الشمسى هو الزمن الذى تقطعه الشمس بين مرورين متتالين من أعلى نقطة فى السماء. وطول هذا اليوم ليس ٢٤ ساعة بالضبط، ولكنه يختلف من يوم إلى يوم بعدة دقائق ولكن لو أخذنا متوسطات سنة كاملة نجد أن طول اليوم يكون ٢٤ ساعة. والرقم ٨٦٤٠٠ يأتى من حاصل ضرب ٢٤ × ٦٠ × ٦٠، وهذا التعريف كان معتمدا حتى سنة ١٩٥٥، ولكن فى هذه السنة قام الاتحاد الدولى الفلكى بتعريف الثانية على أنها ١/ ٣١,٥٥٦٥,٩٢٥,٩٧٤٧ من السنة الشمسية.

وفى مؤتمر المقاييس والموازين الذى عقد فى باريس سنة ١٩٦٧ تم تعريف الثانية بطريقة أكثر دقة، وذلك بواسطة الساعة الذرية، وبتعريف الاهتزازات الدورية لبعض العناصر، وبالتالى يكون تعريف الثانية بأنها الوقت الذى يأخذه عدد محدد من الإشعاعات التى تصدر من ذرة السيزيوم ١٣٣ (Cesum-133). وتعرف هذه الثانية بأنها الوقت الذى يأخذه عدد ٩١٩٢٦٣١٧٧٠ دورة من الانتقال بين المدار الأول والمدار

الذى يليه من ذرة السيزيوم ١٣٣، كل هذه الانتقالات لا تأخذ زمنًا إلا ثانية واحدة، وبالتالى تكون نسبة الخطأ لا تتعدى جزءًا من مائة ألف مليون جزء من الثانية، وهكذا يمكن أن يصل الخطأ فى خلال ٥ آلاف سنة إلى ثانية واحدة فقط إذا حسبنا الثانية بهذه الطريقة.

هذا هو الزمن الذى يحسب على سطح الأرض ويتحكم فى قياس الفترة الزمنية بين حدثين. فهل الزمن هو مطلق ووحيد ؟ أو أن هناك أزمانًا أخرى وحسابات أخرى للزمان، وهل هناك زمن تخيلى، وهل يمكن بدلا من أن نتجه بالزمن نحو المستقبل، أن نتجه به نحو الماضى، أى إنه كما أننا يمكن أن نتجه شمالاً فى المكان يمكن أيضاً أن نتجه جنوباً نحو المكان، وحيث إن المكان له سالب وموجب فهل يمكن أن يكون للزمن سالب وموجب فى أى لحظة حساب.

إن قوانين العلم الحديثة لا تميز بين الماضى والمستقبل، غير أن هناك فارقا كبيرا بين اتجاهى الأمام والوراء للزمان الحقيقى فى حياتنا اليومية، فالأمام يعنى المستقبل والوراء يعنى الماضى وحتى الآن لم يحدث أن رجع الزمان إلى الماضى، أى إن الزمان على سطح الأرض له اتجاه واحد إلى المستقبل، وله رتم واحد لا يتغير منذ نشأة الأرض.

منذ نشأة الإنسان ولغز الزمن ورتم سرعته من الموضوعات التى شغلت تفكيره آلاف السنين، فقال أفلاطون منذ عام ٣٢٥ قبل الميلاد «إن الزمن قائم بذاته ولكننا نقسمه إلى ماض وحاضر ومستقبل أو كان

ويكون وسيكون» ويقول آخرون: إن الزمن ثابت ونحن الذين نتحرك، وإن الأحداث لا تقع بل نحن الذين نلحق بها فى مراحل معينة. إن البعد التاريخى له أهمية خاصة لتصورنا للزمن، والذى يستند فى مروره عند البشر إلى عوامل نفسية عديدة، إلى جانب تأثره بعوامل اجتماعية وثقافية، فان الزمن ناتج من نواتج أو معطيات تاريخية. وكانت فكرة الزمان والمكان المطلق هى المسيطرة على الفكر الإنسانى، حتى أتى اسحاق نيوتن سنة ١٦٨٧، وتخلص من فكرة المكان مطلق إلى الأبد وكانت هذه هى الفاتحة الحقيقية لتطور العلوم، لكنه لم يخطر بفكره أن الزمن أيضاً غير مطلق، وظلت هذه المعضلة معلقة حتى وضع ألبرت أينيشتين، Albert Einshtien نظريته فى النسبية العامة، حيث أكد أن الزمان غير مطلق، كما أن المكان غير مطلق أيضاً. يقول ألبرت أينيشتين فى سرد تعريفه للزمن «نحن نشعر بمرور الزمن من خلال مشاهدتنا لأحداث العالم من حولنا، ومن خلال خبرتنا وتجاربنا نشعر بمروره وتدفقه دائماً إلى الأمام، ولم نلحظ قط توقف الزمن أو عودته إلى الوراء، إن الزمن الذى نعرفه من خلال الساعات والتقاويم، زمن محدد من خلال تعريفنا المبدئى له وليس الزمن الحقيقى. وكان عالم الفيزياء هيرمان مينكويسكى Hermann Minkowski – وهو أستاذ ألبرت أينشتين ومعلمه فى جامعة زيورخ، ففى سنة ١٩٠٨ – أقترح أن الفراغ والزمن متآلفان وأن الأحداث التى تقع يجب أن تعتبر نقاطًا فى إحداثيات رباعية الأبعاد، ولكن القدر لم يسعفه إلى أن يضع القوانين المفسرة لذلك وتوفى

سنة ١٩٠٩ مما أتاح الفرصة لألبرت أينشتين لصياغة هذا سنة ١٩١٥ فى نظريـــته عن النســـبيـــة العامة. إن فكرة الزمـــان والمكان المطلق كانت قيـــودا على التقدم العلمى منذ الأزل وحتى أقل من مائة عام مضت. ولكن طبقاً لنظرية النســبية بشقيها العام والخاص، فإن الزمن نسبى، وإن كل شـــىء متحرك فى الكـــون يحمـــل زمنه الخاص به. فمثلاً تدور الأرض حول الشمس فى سنة كاملة ولكن نفس الدورة للمشترى تستمر ١٢ سنة تقريباً، وبلوتو يصل طول ســنته إلى ٢٤٨ ســنة أرضية. وطبقاً للنظرية النســبية فإن الزمن يبطئ كلما ازدادت سرعة الجسم خاصة كلما اقتربت من سرعة الضوء، فلو فرضنا مثلاً أن رائد فضاء فى مركبة فضائية انطلق بسرعة تبلغ ٩٩٪ من سرعة الضوء وذهب لجسم سماوى يبعد ١٠ سنوات ضوئية ثم عاد إلى الأرض، فعلى رغم أن الرحلة اســتغرقت ٢٠ ســنة فى الذهاب والعودة على حســاب الأرض إلا إنه لم يشــعر إلا بمرور أقل من سنة واحدة وبالتالى ينقص عمره ١٩ سنة دفعة واحدة. ويبطئ الزمن أيضاً عند مروره فى مجال جاذبية جســم سماوى ذى جاذبية عالية. وبقياس زمـــن انعكاس نبضات مـــن موجات الرادار تخرج من ســطح الأرض إلى كوكب الزهرة، تتبين أن هناك تأخيرًا فى مرور الزمن إذا قيس من سطح الزهرة وبالتالى يكون الزمن نســبيًا وليس مطلقًا وكذلك المكان نســبى إلى محاور معينة.

وهناك فكرة أن يتوقف الزمن عن التقدم أو أن يكون فى حالة سكون، فعلى رغم أنه موجود مثل الجسم الذى يحمله إلا إنه لا يتقدم، ويحدث

هــذا فقط فى نجــوم ذات مــادة متحولة مثل نجــوم النيوترون، ونجوم البولســار والأقزام البيضاء والثقوب السوداء، ويحدث أن الزمن يحتبس فى مثل هذه المادة نظرا لكثافة المادة فى هذه الأجســام والتى تصل إلى أن الأرض لو أصبحت فى كثافة هذه الأجســام يصل حجمها إلى حجم ثمرة الليمون الصغير. وفى هذه الأجســام لا يكون الزمن أسيرا وحده بل حتى الضــوء، وإذا حدث وانفجرت هذه الأجســام أو زادت مــن كثافتها فإن الزمن والضوء يبدآن فى التقدم والســرعة إلى الأمام. إذن يمكن أن يتقدم الزمن بســرعات مختلفة حســب الجســم الحامل للزمن. ويمكن أيضاً أن يسكن ولا يتقدم فى أماكن أخرى من الكون. عودة الزمان إلى الماضى شىء ممكــن، ولكن ذلك ينطبق على الجســيمات التى تكاد تكــون ذات كتلة متناهيــة فى الصغر، ولها مميزات خاصــة وبالتالى يمكنها أن تفلت من العوامل المؤثرة على سير الزمن، مثل الجاذبية والضغط والكثافة وغيرها من العوامل التى تســاعد الزمن على التباطؤ أو الســير بســرعات كبيرة والتى أجبرت الزمن فى ظروف أخرى على التوقف، لكنها أيضًا يمكنها أن تجبر الزمن على العودة إلى الماضى.

٣ - الظواهر الطبيعية وتحديد الزمن

إن تحديــد طول اليوم يتبع قياس ظاهرة فلكية، وهى دوران الأرض حول نفســها. وكذلك الأســبوع يحدد نتيجة ظاهــرة فلكية، وهى فى حالــة القمر عندما يبــدأ فى الميلاد ليكمل نصف دائرة يســمى تربيعا

أولَ (أسبوع أول) وتربيعا ثانيا (أسبوع ثانى) وتربيعا ثالثا (أسبوع ثالث) وتربيعا رابعا (أسبوع رابع) ثم تعود الكرة وهكذا. إذن الأسبوع يتبع ظاهرة فلكية والشهر الهجرى له ظاهرة فلكية، وهى ميلاد هلال القمر، وميلاد الهلال ظاهرة كونية تحدث ليلاحظها سكان الأرض جميعا فى نفس اللحظة.

الشهر الميلادى ليس ظاهرة فلكية، بل السنة الميلادية ظاهرة فلكية، وهو ناتج من دوران الأرض حول الشمس دورة كاملة، ولكن السنة الهجرية ليست لها أى تحديد كظاهرة فلكية. إذن تحديد الزمن غالباً ما يتبع إحدى الظواهر الطبيعية وسوف نحاول تعريف هذه الظواهر وكيفية قياس الزمن من خلالها فى هذا الجزء من الكتاب.

لرصد حركات الأرض المختلفة، والتى هى أساس قياس الزمن نذكر هذه الحركات المنتظمة للأرض كالتالى:

١ – دوران الأرض حول نفسها فى يوم طوله حوالى ٢٤ ساعة، والأرض وهى تدور حول محورها تسبب تتابع الليل والنهار وبالتالى شروق وغروب النجوم والشمس، ويمكن تتبع الحركة الظاهرية للشمس والتى تختلف من مكان ما على سطح الأرض إلى مكان آخر. ويؤدى محور دوران الأرض حول محورها إلى عمل حركة مخروطية، ويكمل دائرة كاملة فى السماء كل ٣٦ ألف سنة وتسمى هذه الظاهرة بظاهرة التبادر، بمعنى أن تبادر محور الأرض يأخذ مدة قدرها ٣٦ ألف سنة. أى هناك خطأ مقداره يوم كامل كل ٣٦ ألف سنة.

٢ – تدور الأرض حول الشمس فى مدار شبه دائرى (على هيئة قطع ناقص) وتكمل الأرض دورتها كل سنة كاملة. من المعلوم أيضاً أن القمر يدور حول الأرض فى شهر قمرى. وسوف نعود لأطوال اليوم والشهر والسنة لاحقاً.

٣ – وحيث إن الشمس تسبح فى طريق شبه دائرى حول مركز مجرة سكة التبانة، فبالتالى الأرض تشارك الشمس فى هذه الرحلة فى فترة تصل إلى ٢٥٠ مليون سنة، لذا فإن الأرض وهى تدور حول الشمس لا تعود أبدا إلى نفس النقطة فى الفراغ ولا تعيد رسم نفس القطع الناقص ولكن تشارك فى حركة تشبه البريمة التى تستخدم فى نزع سدادة الزجاجات المقفلة بسدادة فلين.

٤ – وتشارك الأرض والشمس ومجرتنا حركة جديدة حول مركز الكون، ويمكن رصد ذلك من خلال دراسة الإزاحة ناحية اللون الأحمر لأطياف هذه المجرات.

كل هذه الظواهر تتوفر فيها صفة الثبات والدورية المنتظمة ويجب أن تتناغم قياساتنا للزمن مع هذه الظواهر الفلكية، وأى خلل فى القياس يوجب علينا تصحيح هذه الخلل أو الخطأ ويحدث ذلك بين الحين والآخر من مراكز علمية متخصصة على مستوى العالم بأن تقدم الساعات عدة دقائق أو ثوان أو تأخرها. لكى نقيس الزمان أو المكان لابد من إحداثيات وعليه وجب علينا تعريف الإحداثيات الأرضية والسماوية.

الإحداثيات الأرضية: يتطلب قياس الزمان والمكان إحداثيات فى الأرض أو الفضاء بحيث تكون هذه الإحداثيات ثابتة. إن دوران الأرض حول محورها يمكن أن يمدنا بإحداثيات ثابتة على سطح الأرض، حيث سمى المحور العمودى على محور دوران الأرض بخط الاستواء Equator، ولو رسمنا دوائر وهمية موازية لخط الاستواء، يكون بداية الحساب عند خط الاستواء وبالتالى يمكن تحديد خط عرض موجب وحتى ٩٠° عند القطب الشمالى، وسالب ٩٠° عند القطب الجنوبى وأخذ من خط الاستواء بداية المحاور بحيث يكون عنده الخط صفر وهكذا. ولو قسمنا الكرة الأرضية بمستويات عمودية على خط الاستواء لنتج عن هذا التقسيم خطوط وهمية طولية على سطح الأرض. وقد تم تحديد الخط الواصل بين القطبين والعمودى على خط الاستواء والمار بمدينة جرينتش هو بداية حساب خطوط الطول وعنده الخط صفر وبذلك يمكن حساب خط الطول لأى مكان على سطح الأرض على أساس أنه عند العودة لخط جرينتش نكون قد أكملنا دورة كاملة عبارة عن ٣٦٠°. وبذلك يمكن تحديد أى مدينة بواسطة خط الطول وخط العرض وبذلك نحدد المكان تحديداً جيداً على سطح الأرض. الخطوط الطولية والعرضية الوهمية التى تقطع الأرض تسمى بالإحداثيات الاستوائية "Equatorial Coordinates".

ولتعيين «الإحداثيات السماوية» "Celestial coordinates" فإننا

نتصور الخطوط الاستوائية وكذا الطولية تمتد فى السماء لنرى خط استواء سماويا موازيا لخط استواء الأرض ويمثل هذا الخط المرجع لعمل إحداثيات سماوية كما فى الأرض. وبذلك يمكن تحديد المكان، وبالتالى الزمان، فى أى موقع فى الأرض وفى السماء. فمثلاً عندما تشرق الشمس عند جرينتش فإن شروقها يتحرك إلى أن يعود إلى جرينتش بعد يوم كامل أى إن الأرض تقطع ٣٦٠ ° فى ٢٤ ساعة بواقع ١٥ ° كل ساعة ، وبواقع ربع درجة كل ثانية وبذلك يمكن تحديد وقت شروق كل مدينة على سطح الأرض من خلال خطوط الطول. أما خطوط العرض فيمكن أن تحدد ارتفاع الشمس فى السماء فى أى مدينة على سطح الأرض، بمعنى أن المدينة التى تقع على خط الاستواء مثل مدينة نيروبى بكينيا أو مدينة ماكاو بالكونغو فإن الشمس تكون على ارتفاع ٩٠ ° من الأفق أى فى منتصف السماء، والمدينة التى تقع عند القطب الشمالى أو الجنوبى فإن الشمس تكون مرتفعة عن الأفق بصفر درجة أى على الأفق، وبذلك تكون فى حالة غروب دائم فى القطب الشمالى وشروق دائم عند القطب الجنوبى فى فصل الشتاء والعكس بالعكس فى فصل الصيف. وإن الشمس تكون ٦ شهور فى غروب دائم عند القطب الشمالى فى الشتاء، و ٦ شهور الأخرى عند القطب الجنوبى فى غروب دائم فى فصل الصيف. ولذلك نجد أن طول الليل والنهار متساوٍ عند خط الاستواء على مدار العام بيد أن طول الليل يكون أطول فى الشتاء

على شمال خط الاستواء وطول الليل أقصر جنوب خط الاستواء. أما فى الصيف فإن طول النهار أطول فى النصف الشمالى من الكرة الأرضية والنهار أقصر فى نصف الكرة الجنوبى، ويتدرج هذا الطول والقصر حسب بعد المدينة عن خط الاستواء لدرجة يكون طول النهار فى مدينة هلسنكى ذات خط العرض ٦٠ درجة شمالا، أكثر من ٢٠ ساعة يوم ٢١ يوليو من كل عام.

من ذلك نجد أن طول النهار والليل على سطح الأرض غير متساو ولكن المتوسط وعلى مدار العام نجد أنه متساوٍ بمعنى أنه إذا كان طول الليل فى الشتاء طويلا على نصف الكرة الشمالى فإن طول النهار يكون طويلا فى الصيف. وهناك بعض المدن فى الشتاء يكون طول الليل فيها أكثر من ٢٠ ساعة مثل مدينة أسلو وخاصة فى شهر ديسمبر والسبب فى ذلك يرجع إلى أن خطوط العرض للمكان تكون قريبة من ٩٠°. وهناك ظاهرة عند القطب الشمالى أن طول الليل فى الشتاء يكون عبارة عن ٦ شهور وطول النهار فى الصيف ستة الشهور التالية والعكس بالعكس عند القطب الجنوبى، حيث خط العرض ٩٠° عند الأقطاب. أى إن السنة كاملة عند الأقطاب تنقسم إلى يوم واحد (٦ شهور نهارًا وأخرى ليلاً). ويتساوى طول الليل والنهار على مدار العام عند خط الاستواء حيث يكون خط العرض صفرًا. أما خطوط الطول فلها خاصية، وهى أن ساعة شروق الشمس تختلف من مكان إلى مكان حسب خط

الطول والبداية تكون عند خط جرينتش حيث خط الطول صفر ولتوحيد الساعات فى مناطق معينة فقد تم الافتراض أن الزمن ثابت فى كل خط الطول كل ٣٠ ° بمعنى أن المنطقة من صفر وحتى ٣٠ ° يكون الزمن عندها متساويًا على رغم اختلاف شروق الشمس على مدار خطوط الطول ومن ٣٠ ° حتى ٦٠ ° نزيد الزمن ساعتين وهكذا حتى نصل إلى مدينة جرينتش حيث من ٣٣٠ ° وحتى ٣٦٠ ° = صفر ° عند خط جرينتش نكون زدنا الساعة ٢٤ ساعة، أى عند هذه النقطة يكون الفارق فى التوقيت يومًا كاملاً، أى يحتفل سكان مدينة جرينتش بعيد رأس السنة ومدينة مجاورة لا يتعدى بعدها عدة كيلومترات تحتفل برأس السنة بعد يوم كامل. ولذلك نجد أن لكل مدينة توقيتها الخاص، ونظراً لكبر مساحة الولايات المتحدة الأمريكية فإن فروق التوقيت قد تصل من مدينة أمريكية إلى أخرى إلى ثماني ساعات كاملة. وكذلك الحال فى روسيا حيث المساحات الشاسعة. ولذا وجب حين تأخذ الرحال إلى مدينة غير مدينتك، ضبط ساعة يدك حسب التوقيت المحلى لهذه المدينة، والغريب فى الأمر أنه يمكن أن تأخذ الطائرة من مدينة عربية أو أوربية إلى أمريكا وبعد الوصول نجد أن الزمن تأخر للوراء بمعنى أنه لو كان ميعاد إقلاع طائرتك الساعة الثامنة صباحاً، لتصل فى نفس التاريخ لكن الساعة السابعة صباحاً على رغم أنك قطعت فى هذه الرحلة أكثر من ١٠ ساعات متواصلة. وهذا يعنى أن الطائرة كانت تطير بسرعة

أكبر من سرعة دوران الأرض حول نفسها، ولكن فى الاتجاه المعاكس لدوران الأرض ويحدث العكس فى رحلة العودة فعلى رغم أنك قطعت أكثر من عشرة ساعات فى الطائرة إلا إنك تجد أنك تصل بعد أكثر من ٢٠ ساعة وليس بعد عشر ساعات فقط. كل ذلك نتيجة لاختلاف خطوط الطول والعرض من مكان إلى مكان. وعليه فإن خطوط الطول والعرض تؤثر فى قياس الزمن على سطح الأرض، فخط العرض يغير من طول الليل والنهار على مدار السنة وكذلك الفصول الأربعة، فمثلا حين يكون الصيف فى شهر أغسطس فى نصف الكرة الشمالى يناظره شتاء قارس فى أغسطس فى نصف الكرة الجنوبى وهكذا، أما خطوط الطول فهى التى تحدد الزمان فى كل مدينة على سطح الأرض فكل المدن التى تقع على خط طول واحد يكون لها نفس التوقيت على رغم وقوع هذه المدن فى قارات مختلفة مثل مدن وارسو ببولندا وبنغازى بليبيا وكيب تون بجنوب أفريقيا كلها تقع تقريبا عند خط طول ٢٠، وبذلك لها نفس التوقيت.

ومن هذا المنطلق نجد أن هناك مدنا تغرب عنها الشمس قبل مدن أخرى وبالتالى فى شهر رمضان نجد أن غروب الشمس وبالتالى الفطور يختلف من مدينة عربية إلى مدينة أخرى، وبالتالى نجد أن الإرسال التليفزيونى من المدن المختلفة يعلن عن الفطور فى رمضان فى مدينة معينة كل بضع دقائق وأحيانا كل بضع ساعات، ويضيف مع مراعاة فروق التوقيت.

وهنـاك إحداثيات أخرى للأرض تعتمد على مكان المشـاهد من على سـطح الأرض تسـمى «بالإحداثيات الأفقية الارتفاعية» Altazimuth Coodsinates وتسـمى الكـرة التى تمر من فـوق رأس الناظر من على سـطح الأرض، وتحدد نقطة فى السماء تسمى السمت Zenith وأخرى عند قدم الناظر فى سـطح الأرض تسـمى نديـر Nadir وطبيعى أن يمر قطر هذه الدائرة بمركز الأرض. وتسـاعد هـذه الإحداثيات الراصدين للسـماء للقيام بالأبحـاث العلمية الفلكية من سـطح الأرض، وبالطبع يمكن تحويل هذه الإحداثيات إلى الإحداثيات الثابتة على الأرض.

تعريف اليوم:

اليوم هو الفترة الزمنية بين مرور جرم سماوى فى عبورين متتاليين ومتشـابهين لخط محدد فى السماء. إذا فرضنا أن الخط الوهمى هو خط الزوال (فوق رأس الناظر Nadir) والجسم الذى يعبر هو الشمس يسمى ذلك باليوم الشمسى الظاهرى "Apparent Solar day" وإذا قيست هذه الفـترة بين عبورين لنجم معين سمـى باليـوم النجمـى Sidereal day، بالطبـع كل ذلك ناتـج لدوران الأرض حول محورها.

(أ) اليوم الشمسى الظاهرى:

بعد ظهور سـاعات تعمل بدقة معقولة مثل الساعات الذرية، اتضح أن طول اليوم الشمسـى غير ثابت. لأن حركة الشـمس الظاهرية حول

الأرض غير منتظمة، فهذه الحركة سريعة عندما تكون الأرض قريبة من الشمس (في الشتاء)، وبطيئة عندما تكون الأرض بعيدة عن الشمس (في الصيف) وهذه الفروق لا تزيد عن دقيقة واحدة بالسالب من طول اليوم في الصيف، وكذلك دقيقة واحدة زيادة عن ٢٤ ساعة (اليوم) في فصل الشتاء وهذا اليوم هو الذي نستخدمه في حياتنا اليومية، وهو يختلف عن اليوم مقاسا بحركة الشمس الحقيقية. وهذه الفروق في طول اليوم بين اليوم الشمسي الظاهري والحقيقي يسمى بمعادلة الزمن (Equation of time). و قد دونت معادلات الزمن في جداول فلكية تصدر سنويا تسمى (Ephemeres) وتصدر من مكتب الألمانك الدولي بالولايات المتحدة وإنجلترا، وهذه الجداول لا تحتوي فقط على معادلات الزمن بل تحتوي أيضا على مواقع النجوم و مواعيد الكسوف والخسوف ومولد الأهلة وغيرها من الظواهر الفلكية الأخرى. ويمكن حساب ذلك لعدة مئات من السنين القادمة بدقة كبيرة، نظرا لتقدم الحسابات بواسطة الحاسب الآلي.

ب - اليوم النجمي:

ناهيك عن الاختلاف الحادث في التناغم بين قياساتنا للزمن وحركة الشمس و القمر، يكون الأمر أكثر اختلافا في اليوم النجمي والذي يعرف بأنه الفترة الزمنية لعبورين متتاليين لنجم معين في مكان ثابت في السماء، الاختلاف هنا يصل إلى ساعتين كل شهر بمعنى

أنه لو رصد نجم معين فى السماء وعرف مكانه فإنه و بعد شهر كامل لابد وأن تبكر ساعتين حتى تراه فى نفس المكان، ولو رصد هذا النجم بعد عام لابد وأن تبكر يوما كاملا حتى تراه فى مكانه. وعليه يكون طول العام الشمسى ٣٦٥,٢٤٢٢ يوما والعام النجمى ٣٦٦,٢٤٤٢ يوما، بفرق يوم كامل. و الزمن النجمى يعتبر هو الأساس فى تعيين الزمن عند العلماء، لأنه الأكثر دقة نظرا لبعد النجوم.

من العرض السابق نلاحظ أن حسابات الزمن لليوم والعام، بهما اختلافات وجب تصحيحها بين الحين والآخر، والعوامل التى تؤدى إلى تغيير طول اليوم ترجع إلى الاحتكاك بين المياه و اليابسة أثناء المد والجزر وأثناء دوران الأرض حول نفسها، فضلا عن التغيرات المنتظمة وغير المنتظمة والموسمية الناشئة عن الكتل الهوائية على سطح الأرض، وكذلك طبيعة القشرة الأرضية والشقوق والفوالق الموجودة فى قاع المحيطات .

ويعنى المركز الدولى للساعة فى باريس بإذاعة الأخطاء الدورية سنويا ويقدمها إلى جميع مراصد العالم وللجهات العلمية والاقتصادية لتصحيح الزمن. والغرض من ذلك هو إيجاد معيار جيد نسبيا للزمن يستخدم فى الأعمال المدنية والحياة اليومية، وتكون الأحداث الفلكية مثل الكسوف والخسوف واستتارة نجوم معينة خلف القمر فرصا جيدة لهذه المراكز العلمية لتصحيح الاختلافات القياسية للزمن، وهذه الاختلافات التى تحدث فى قياس ذلك تمثل مشكلة كبيرة فى الحياة

العلميـــة، نظرا لأهمية الزمن فى حـــالات مثل غزو الفضاء، ناهيك عن العمليات الإشـــعاعية و الانفجارات النووية ودراسة الذرة، لأن الزمن فى مثل هذه الحالات يقاس بجزء من مليون من الثانية، وبدون المعرفة الحقيقية للزمن تكون المشكلة كبيرة.

إن هذا التصحيح يسمى بالزمن العالى الثانى UT2، وعلى رغم دقته فإنه مازال هناك أخطاء أخرى فى قياس الزمن، وذلك لأننا لم نأخذ فـــى الاعتبار التغيرات غير المنتظمة، وعليه تم اســـتحداث زمن جديد يســـمى Ephemeris time، وهذا الزمن يوضع فى جداول وتصدر سنويا من الجداول الفلكية ســـابقة الذكر، ويضـــاف هذا التصحيح الجديد إلى الزمن المســـمى بالزمن العالى الثانى UT2 حتى يكون أكثر دقة، ليكون هذا الزمن هو الأصح بعد الزيادات المطلوبة.

٤- أجهزة قياس الزمن

اســـتمرت المحاولات لقياس الزمن منذ فجـــر التاريخ وحتى يومنا هـــذا، ففى البداية كانت المحاولات بقياس طول ظل عمود منصوب فى أرض فضـــاء، ومن طوله كان يمكنهـــم تحديد الفصول الأربعة فضلاً عن طول اليوم، وكان هذا منتشـــرا فى قبائل بورينو Borneo وتسمى هذه الطريقة بالمزولة وبالطبع لا تصلح ليلاً وتعتبر أقدم ســـاعة فى التاريخ. وفـــى حوالى عـــام ١٣٠٠ قبل الميلاد تطـــورت المزولة واكتســـبت دقتها

بواسطة الفراعنة فى مصر وكانت منتشرة بين الملوك والفقراء والكل امتلك العلم الكافى لقراءة ما تشير إليه المزولة.

كان القدماء المصريون هم أول من استخدم الساعات المائية فى قياس الزمن وكانت ساعتهم عبارة عن وعاءين متصلين ببعض حتى ينسكب الماء من الوعاء الأعلى إلى الوعاء الأقل ارتفاعات، وكانت هذه الأوعية مقسمة إلى عدة مستويات وكل مستوى يحدد مرور الزمن ، وكانوا يستخدمون أوعية عديدة، أى ثلاثة أو أربعة أوعية لزيادة طول الفترة الزمنية المقاسة. ولزيادة دقة حساب الزمن من خلال ساعات الماء، كان مصممو هذه الساعات يأخذون فى الاعتبار خاصية أن المياه – والوعاء ملىء – تتدفق أسرع من أن يكون الوعاء غير ملىء، وذلك نظراً لضغط المياه العالى فى حالة الوعاء الملىء. وكانت الساعات المائية تبنى فى الميادين والساحات بالمدن، وكان لها منظر جمالى رائع فضلاً عن ضخامة هذه الساعات، فكانت تستخدم ليس فقط لقياس الزمن بل للزينة والتجميل. وكانت أيضاً تستخدم ليس فقط لقياس زمن اليوم الواحد بل يصل قياسها إلى العام الكامل، وكذلك كتقويم لمعرفة الأحداث الفلكية المختلفة والفصول. وكان الفيلسوف أفلاطون أول من اخترع المنبه المائى الذى استخدمه لدعوة تلامذته لدرس أو محاضرة.

أما الخليفة هارون الرشيد فى القرن التاسع الميلادى فقد أهدى الملك شارلمان ساعة مائية مصنوعة من البرونز الدمشقى المذهب، وكانت ميكانيكية حركة أجزاء الساعة غاية فى الجمال، خاصة أنه كانت

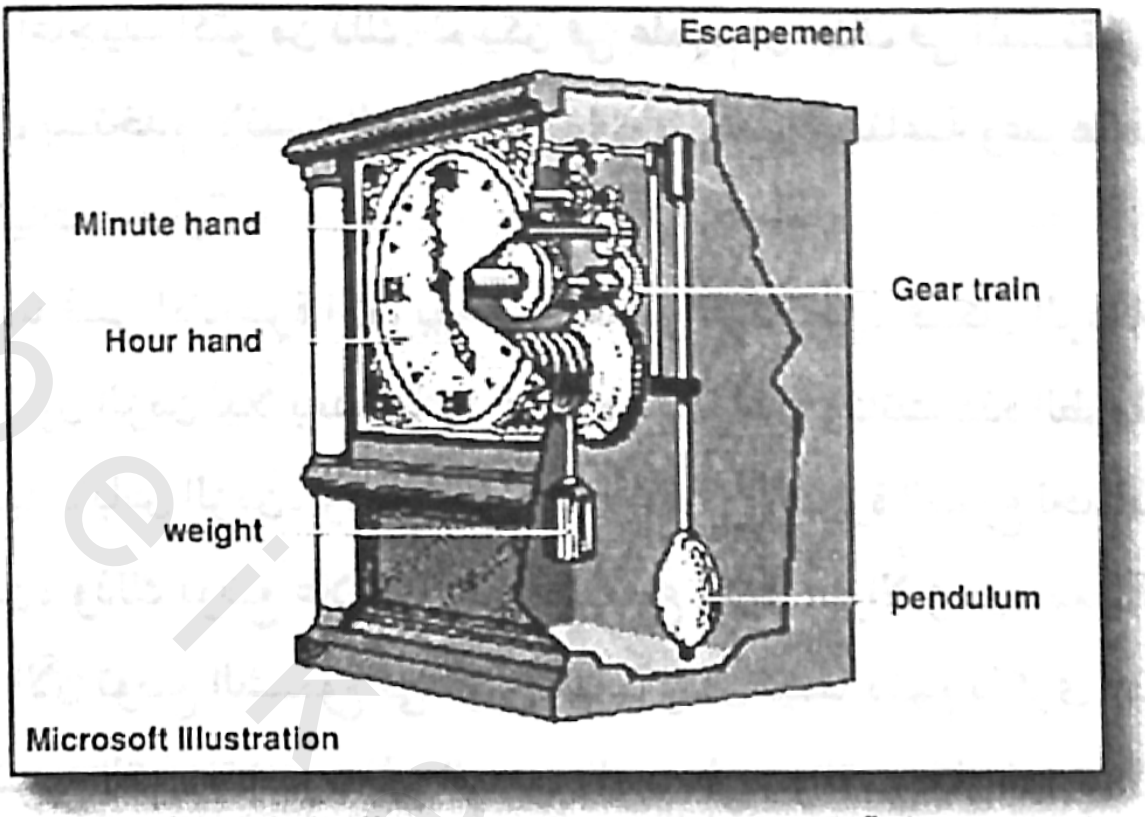
هنـاك تماثيل تتحرك مـع حركة السـاعة ولها بريـق ذهبى جميل. أما الخليفـة المأمون فكانت لديه سـاعة مائية معلـق بها طيور جميلة من الذهب الخالص، وكانت هذه الطيور تحدث همسـاً عند سقوط المياه عليها وكأنها تغنى، وكان صوت هذه الطيور يزداد عند شروق الشمس. وكانت هذه الطيور معلقة على أغصان صنعت من الفضة الخالصة.

وكانت صناعة هذه الساعات وقياس الزمن من الأمور العليا للدولة، وركن من أركان أمن واسـتقرار الحكم، ولذا أولى الملوك اهتمامهم بهذه السـاعات، ولذلك تطورت تطورا كبيرا على مر العصور، وسـاعد ذلك فـى تطور العلوم الأخـرى بصورة عامة، وأحياناً تكون هذه السـاعات ليـس فقط لقياس الزمن ولكن للزينة كما فى مسـلات مصر الفرعونية، أو السـاعات الشمسـية التى كانت تبنى فى الميادين، وكذلك الأبنـية الجميلة التى كانت كسـاعة شمسية. ولم تكن فقط للزينة ولكنها كانت تستخدم أيضاً فى التسلية حيث وضع الميكانيكى الإيطالى «رينيه» ساعة شمسـية تحدث رنينا فى منتصـف النهار، وذلك باسـتخدام زجاج وأجراس، وأيضاً الميكانيكى الإيطالى «روسـو» فقد وضع مؤشـرا للزمن بحيث إن الظل عندما يمر على مكان محدود فى منتصف النهار يتحكم هـذا الظل فى مدفع ينطلـق ويحدث صوتا عاليـا. وكان الملوك فى ذلك العهد ينظرون إلى هذه الأسـاليب ويقولـون: إن الحياة تطورت بصـورة مذهلـة، وإنهم وصلوا إلى أرقى نواصى العلـم والتكنولوجيا، وإنهم لن

يروا أعاجيب أكثر من ذلك. لم يكن فى علمهم أن هناك فى المستقبل، سوف يستخدم الإنسان العادى الطائرات والأقمار الصناعية وغيرها من التقنيات الحالية.

أما فى الأديرة الأوربية فى العصور الوسطى، فكان الرهبان يحسبون الزمن ليلاً بعدد ما يقرءونه من صلوات، وكانت هذه الطريقة بدائية لقياس الزمن، وبعد ذلك استخدمت فى الأديرة الشموع لحساب الزمن، وذلك بوضع علامات على الشموع تقابل أطوالاً زمنية معينة. وإلى الآن توضع الشموع فى دور العبادة ولكن تيمناً منهم بذكرى هذه الشموع التى انتشرت فى العصور الوسطى، والتى كان لها هدف الإضاءة. فضلاً عن قياس الزمن. أما الآن فتعتبر نوعا من أنواع التبرك والتقرب إلى الله.

إن أقدم ساعة آلية كانت موجودة فى كاتدرائية ساليسبورى بانجلترا سنة ١٣٨٦، وفى القرن الرابع عشر أصبحت الساعات الآلية منتشرة فى أوروبا. إن انتشار الساعات فى أوروبا قد دفع إلى تحديد الساعة الواحدة بستين دقيقة، وانظر الشكل رقم (٣) لساعة من تلك الساعات التى كانت تستخدم. والتى تعتمد على التسلسل المتتالى لعمود يتحرك يميناً وشمالاً ليس مثل البندول لأنه لا يملك فترة زمنية محددة، ولا يتوقف نتيجة لوجود ثقلين موضوعين فى أطراف القضيب الأفقى والذى يسمى الموازن.



شكل (٣): ساعة Weight-Driven Clock من تلك الساعات التى كانت تستخدم وبها فكرة البندول.

وعلى رغم كل ذلك ظل الزمن غامضاً ولا يهتم به الناس إلا من أجل تحديد مواعيد الصلاة بطريقة تقريبية. وكان يصدر ما يسمى بكتاب الساعات لتحديد مواقيت الصلاة طيلة العام وكانت فى مجملها تقريبية وليست دقيقة والهدف منها تحديد مواقيت الصلاة.

أما فى المناطق الريفية فكان الناس مرتبطين بالطبيعة لمعرفة الزمن بمعنى غروب الشمس تعنى موعدا محددا وشروق الشمس كذلك وكانت زهرة عباد الشمس التى تتفتح فى الصباح ثم تنغلق فى المساء لها مدلول زمنى عند سكان المناطق الريفية، فضلاً على تعاقب الفصول، فمعنى أن الشتاء يعود ثانية أنه قد مرت سنة كاملة وهكذا.

إن ارتباط الإنسان بالزمن وخاصة أنه يحيا فترة زمنية محددة ثم يموت، وكأن الزمن هو المسئول عن ذلك جعل البعض يبدى استياءه منه مثل رابليس Rabelais سنة ١٥٣٥ الذى قال «ولد الزمن خدمة للإنسان وليس العكس».

وصنعت أول ساعة التى كانت تدور بما يسمى الزنبرك فى سنة ١٤٣٠ بإنجلترا، مما قد ساعد الإنسان على حمل مثل هذه الساعات بالجيب وأصبحت تلازمه حتى يومنا هذا. إن الساعة الآن أصبحت ملازمة تلازماً دائما للإنسان مهما كان عمره ومهما كان مكانه ومنها ما يوضع فى اليد والأخرى فى الجيب، وهناك البعض الذى يقتنى الساعات ذات المناظر الجميلة أو القديمة ذات الطابع الأثرى، انظر الشكل رقم (٤) لمثل هذه الساعات.

الشكل (٤): ساعات الجيب Pocket Watch التى كانت مشهورة ومنتشرة فى القرن السابع عشر والثامن عشر عند الأثرياء فى أوروبا.

وبواسطة الساعة الذرية والتى تعرف بالاهتزازات الدورية لبعض العناصر مثل ذرة السيزيوم ،Cesum-133 133. أمكن تحديد الزمن بدقة، حيث نسبة الخطأ فى حساب الزمن فى استخدام مثل هذه الساعات، لا تتعدى جزءا من مائة ألف مليون جزء من الثانية، أى فى خلال ٥ آلاف سنة يكون الخطأ ثانية واحدة فقط، وهذه الساعات على رغم دقتها المتناهية فإنه ما يزال يجرى التطوير لحساب زمن أكثر دقة.

obeikandl.com