شكل الارض و بناؤها

خلاصة من خطبة الاستاذ هوراس لام رئيس مجمع تقدم العلوم البريطاني لسنة ١٩٢٥

ينتظر من رئيس هذا المجمع ان يذكر في خطبته ما يتعلق بالموضوع الذي يشتغل به . وهذا ليس بالامر السهل على من اشتغاله بالعلوم الرياضية اذا اراد ان لا يُتعب سامعيه . ومرادي ان اتكلم بالاختصار على بعض المسائل الرياضية والطبيعية المرتبطة ببعض المباحث الارضية ولاسيما المسائل المتعلقة ببنية الارض . هذا الموضوع اهتمّ به مجمعنا في الزمن الماضي وحسبي دليلاً على ذلك ان اذكر اسم لورد كلفن وجورج دارون والمناظرات التي اشتبكا فيها . واذا نظرنا اليه نظراً تاريخيًّا رأيناهُ مما يُعنى به علماء الرياضيات وعلماء الطبيعيات لان البحث في شكل الكرة الارضية قاد لابلاس الى القول بقوة الجاذبية في الارض فوضع العبارة الجبرية الدالة عليها ومهّد الطريق بذلك لجماعة العلماء الذين توسعوا في علم الكهربائية ثم في علم النور . واذا نظرنا الى ما قبل ذلك رأينا نيوتن قد وجد في هذا الامر ما يحقق ناموس الجاذبية الذي كشفهُ . ومنذ عهد قريب بسط الدكتور جفريس هذا الموضوع في كتابه القيم ووصل الى نتائج مقررة

وليس من غرضي البحث في الموضوع الخلاّب المتعلق بتاريخ الارض القديم والقمر المحسوب ولداً لها لان هذا الموضوع صار مألوفاً وانما اقصد ان آتي على خلاصة ما عُلم حديثاً بالبحث عن تاريخ الكرة الارضية لان هذا البحث يمكن تكرارهُ ولا مجال فيه لعمل الخيال من غير قيد

ان البحث المدقق عن شكل الكرة الارضية مرتبط باختلاف الجاذبية على سطحها فقد وجدت ادارات المساحة في بلاد الهند واوربا والولايات المتحدة ان مقدار الجاذبية الارضية قليل في الاماكن الجبلية وكثير جدًّا في جزائر الاوقيانوسات وفي البحر نفسه اذا حُسب حساب الارتفاع والعرض . وكون هذا واقعاً في اماكن كثيرة مختلفة يدل على انهُ ليس امراً عرضيًّا

وقد عُلّل ذلك بانا اذا نظرنا الى طبقة من كرة الارض سمكها ١٠٠ كيلومتر فثقل ما فيها من الجبال تعدلهُ خفة ما تحت هذه الجبال من المواد الخفة . وغور البحور تعدلهُ كثافة ما تحتهُ ويرجح ان ما تحت هذه الطبقة يضغط ويتضغط بالتساوي في كل

ناحية كأنهُ سائل وكأن الطبقة المذكورة آنفاً طافية على كرة سائلة . ويظهر من بحث الاستاذ لف وغيرهِ ان هذه الطبقة مع ما فيها من البحور واغوارها متانتها كافية لحمل ما عليها من القارّات

الاَّ ان اختلاف مقدار الجاذبية على سطح الارض لا يدل على اختلاف مقدارها في باطن الارض ومن رأي ويشرت المبني على ما ارتآهُ طمسن وتايت في كتابهما الفلسفة الطبيعية ان الارض مؤلفة من كرة باطنة قطرها اربعة اخماس قطر الارض كلها وهذه الكرة الباطنة كثيفة جدًّا ثقلها النوعي مثل ثقل الحديد والقشرة التي تحيط بها خفيفة ثقلها النوعي هو ثقل الصخور الارضية

ولا بدَّ في كل ما يرتأى في هذا الموضوع من الالتفات الى عمر الارض المبني على حرارتها في الماضي وحرارتها في الوقت الحاضر وقد اشتد الخلاف بين العلماء على ما يقتضيه علم الطبيعيات وعلم الجيولوجيا من هذا القبيل فقلَّل لورد كلفن عمر الارض بناء على ما يعلم من مقدار ارتفاع حرارتها بالغور فيها (ونافضهُ في ذلك علماء الجيولوجيا الذين وجدوا مما فيها من المتحجرات ان عمرها يقتضي ان يكون اكثر من ذلك كثيراً) ولكن ما كشف في الارض حديثاً من المواد المشعة التي تولد الحرارة وُجد كافياً لتعليل الحرارة الارضية مالم تكن هذه المواد اقل كثيراً مما ينتظر . فاذا كانت هذه المواد منتشرة في كرة الارض كما هي منتشرة قرب سطحها فطبقة سطحية منها سمكها ٦٠ كيلومتراً يكفي ما فيها من المواد المشعة لتعليل كل الحرارة الارضية . واذا قوبل بين مقدار عنصر الاورانيوم ومقادير ما يتولد منهُ في السنة امكن معرفة الزمن الذي انقضى منذ جمدت قشرة الارض وهو بين الف مليون سنة وعشرة آلاف مليون سنة . واقل هذين المقدارين يحسبهُ الجيولوجيون والبيولوجيون على ما اظن كافياً لحدوث كل ما حدث على وجه الارض في العصور الغابرة ولذلك فعلم الطبيعيات قد كفَّر عمَّا اظهرهُ من البخل قبلاً في تقليله عمر الارض تقليلاً انكرهُ الجيولوجيون والبيولوجيون لانهم رأوهُ غير كافٍ لحدوث كل ما حدث فيها من الافعال الجيولوجية وتولد ما تولد فيها من انواع الاحياء

ثم ان الزمن الاطول من الزمنين المذكورين آنفاً وهو عشرة آلاف مليون سنة يرضى به علماء الطبيعيات اكثر مما يرضون بالزمن الاقصر وينضلون ان يكون اطول من ذلك لانهُ ان لم يكن اطول رأينا في حرارة باطن الارض ما يصعب التوفيق بينهُ وبين تحديد عمر الارض بعشرة آلاف مليون سنة فقط لان هذا الزمن على طوله قلما يكفي لان تبرد

فيهِ الارض الى الدرجة التي بلغتها الآن بعد ان كانت مصهورة من شدة حمو باطنها لانهُ مهما كانت مادتهُ ومهما كان موصلاً للحرارة ومهما كانت حرارتهُ شديدة يحيط بهِ غلاف سميك قليل الايصال للحرارة كأنهُ مرجل آلة بخارية احيط بغلاف من الاسبستس. ويمكننا ان نجاري ويشرت ونحسب باطن الارض كرةً قطرها ثلاثة ارباع قطر الارض تحيط بها قشرة من الصخور وحينئذٍ فحرارة باطنها لا تهبط الى نصف ما كانت عليهِ الاَّ في عشرة اضعاف الزمن الاطول المذكور آنفاً (اي في مائة الف مليون سنة)

اما من جهة صلابة الارض او تماسك اجزائها بعضها ببعض فقد بيَّن لورد كلفن سنة ١٨٦٢ انهُ اذا كانت اجزاؤها متماسكة بعضها ببعض تماسك دقائق الزجاج او دقائق الفولاذ (الحديد الصلب) فلا بدَّ من ان شكلها يتغير بجذب الشمس والقمر لها مدًّا وجزراً كما يتغير سطح البحر. وقد ثبت من بحث ابني دارون وبحث هكر وارلوف في روسيا ان فعل الشمس والقمر في المد والجزر هو الآن ثلاثة اخماس فعلها لو كانت الارض لا تنفعل بجذبهما

وفي العشرين سنة الماضية عرفنا شيئاً عن مرونة الارض من بحث لم يكن ينتظر ان تكون لهُ علاقة بها وهو درس امتداد الزلازل. ومما يسرنا انهُ كان لجمعنا اليد الطولى في تشجيع هذا الدرس وان لجون ملن الفضل في انهُ اول من قال بانشاء مراصد الزلازل. والآلات التي استنبطها لهذا الرصد قد اصلحها غيرهُ ولكن ما نعرفهُ الآن عن مرونة الارض يبقى الفضل فيهِ لابتكاره آلات رصد الزلازل فقد عرفنا بها مرونة الارض الى ما عمقهُ الى ميل

واول ما يقتضيهِ البحث في امر الزلازل عملُ جداول مبنية على رصدها يعرف بها الوقت الذي تسير بهِ امواج الزلزلة في حركتها الطولية والعرضية من نقطة في سطح الارض الى نقطة اخرى فانهُ اذا عُرف ذلك معرفة دقيقة امكن الوصول بالحساب الى معرفة سرعة هاتين الحركتين في باطن الارض. وقد شاع استعمال هذه الجداول لتحديد موقع الزلازل البعيدة اذا كان موقعها مجهولاً ولكنها ليست على تمام الدقة لصعوبة تحديد النقطة التي ابتدأت منها الزلزلة ولاسيما اذا كانت عميقة. وسيبقى الوصول الى وضع جداول دقيقة من اهم الاغراض في هذا الموضوع

ومنذ بضع سنوات عني الاستاذ نوت في استخراج سرعة الحركتين الباطنتين الطولية والعرضية من سرعة الحركتين السطحيتين. وقد ظهر بالاستقراء ان سرعة الحركة

الطولية نحو سبعة كيلو مترات وخمس في الثانية من الزمان وسرعة الحركة العرضية ٤ كيلومترات في الثانية هذا في الحركتين السطحيتين . ثم ان هذه السرعة تتزايد بالتعمق في الارض الى ان تصل الى عمق سدس قطر الارض و بعد ذلك تصير السرعة متساوية فتكون سرعة الحركة الطولية ١٢ كيلو متراً وسبعة اعشار في الثانية والسرعة العرضية ٦ كيلومترات وثمانية اعشار فهي اشد من سرعة انتقال الحركة في الحديد . اما قلب الارض الباطن من مركزها الى نحو ربع نصف قطرها فلا يزال امرهُ غامضاً

الاَّ ان سرعة الامواج في مادة لا تدل على مقدار مرونتها ولا على مقدار كثافتها بل على ما بين المرونة والكثافة من النسبة ولكن نسبة المرونة الى الكثافة شأن كبير في الارض كما في المعادن والزجاج

يظهر مما ذكرتهُ بالاختصار التام ان لدينا وجهتي نظر مختلفتين ولو حسب الظاهر فمن الجهة الواحدة تدل ظواهر الحرارة على ان باطن الارض الى عمق غير بعيد شديد الحمو جداً حتى كأنهُ مصهور لشدة حمومهِ فينفعل كما تنفعل المواد اللينة ومن الجهة الاخرى يدل المد والجزر وانتشار امواج الزلازل حتى في اعمق اعماق الارض الى ان باطنها مرن بل تام المرونة . لكن الضغط على باطن الارض يفوق كل ما نعرفهُ ولعل فيهِ التوفيق بين الامرين السابقين اي بين ليونة بطن الارض وبين مرونتهِ فاننا نعرف مواد تصير لينة تحت الضغط الشديد اذا طالت مدتهُ ولكنها تفعل كالاجسام الصلبة اذا ارتجَّت الاَّ ان هاتين الصفتين لا تجتمعان فيها اعلم الاَّ اذا كانت درجة الحرارة معتدلة

ولقد اخترت الكلام على هذا الموضوع لان الكلام فيهِ اهمل في اجتماعاتنا الحديثة ولاني ارى فيهِ سبيلاً لتوجيه النظر الى امر او امرين خصوصيين ولان فيهِ مثالاً من المباحث التي يظهر في اول الامر ان لا شأن لها ثم يظهر لها شأن كبير في تقدم العلم . فلما بحث لابلاس في شكل سطح الارض لم يخطر على بال احد ان بحثهُ هذا سيكون اساساً لما عرف بعد ذلك من نواميس الكهربائية . وتاريخ العلم مفعم من الامثلة الدالة على ان الفرع الواحد منهُ يستفيد من البحث في غيرهِ على اسلوب لم يكن منتظراً كما استفاد علم الطيران من المباحث الرياضية في حركات السائلات

وان من اهم اغراض المجمع البريطاني التي تميزهُ عن غيرهِ من المجامع العلمية انهُ يعنى بتقوية الروابط بين العلوم المختلفة وارجو ان اجتماعنا هذا ينتج هذه النتيجة ككل الاجتماعات السالفة