بناة العوالم

كوبرنيكوس

—

كبلر

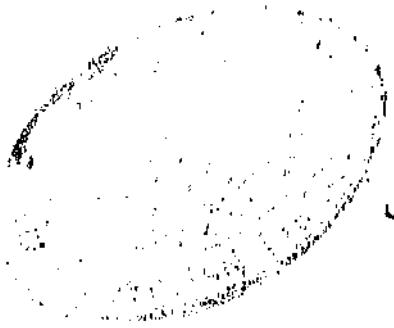
—

جليليو

—

نيوتن

—



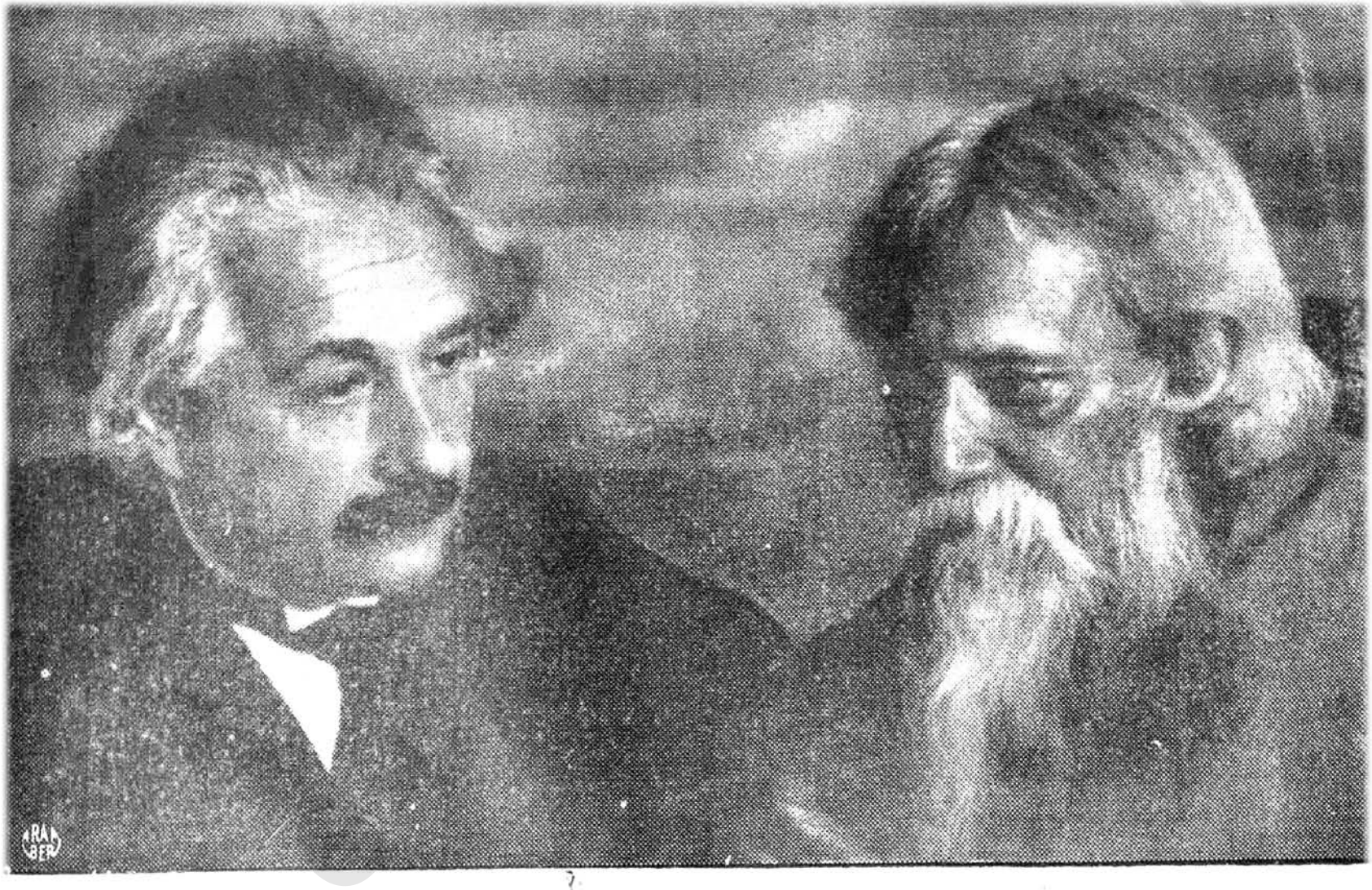
هرشل

—

أينشتين

obeikandl.com

obeikandl.com



طاهور ايفشتين

obeikandl.com

كوبرنيكوس

في القرن الثالث عشر انطلقت روح البحث ، بعد أن طوتها القرون في أقطلة الاستعباد لأقوال الائمة في العصور القديمة . ومضت هذه الروح ، نامية مترعرعة يرسخ أصحابها أقدامها حيث لا تعارض آراؤهم والمعتقدات القديمة التي تمسُّ الدين والكون ، أو حائرة مترددة منخذلة ، حيث تصطدم الآراء الجديدة بالعقائد القديمة . ولكنها مع ذلك كسبت رويداً رويداً ، بين إقدامها ونكوصها ، قوة حملتها على أجنحة العقل الى القرنين السابع عشر والثامن عشر ، عندما أزهرت وأينعت ، وكانت أزهارها وأثمارها فتنةً للناظرين

وكان علم الفلك ، من العلوم القليلة التي لم تهمل في عهود الظلم والجهل ، ولعلَّ سبب ذلك ، حاجةُ الكنيسة الى علم الفلك ، في تعيين مواعيد الاعياد الكنسية . وقد كان الاحتفال بها احتفالاً مضبوطاً ذا شأن كبير في القرون الوسطى . ثم لا يخفى أن أبناء تلك القرون كانوا يؤمنون بالتنجيم ، فربطت مقدرات الناس بالنجوم والكواكب والابراج وكان علم التنجيم هذا مقدماً في اعتبارهم على علم الفلك الحقيقي . بل أن قيمة علم الفلك كانت تعيَّن في الغالب بمدى ما يؤديه من خدمة لعلم التنجيم . فاما فضح المنجمون وأقيم الدليل على فساد دعاويهم أصاب علم الفلك نفسه رشاشٌ من هذه الفضيحة . ولكن أحداً لا يماري ، في أن علم التنجيم كان ذا شان في ترقية علم الفلك في العهود القديمة . اذ هيأ الباعث للباحثين على البحث

NICOLAUS
COPERNICUS

١٤٧٣ – ١٥٤٣

في خلال هذه الفترة كان المقام الاول في علم الفلك لبطليموس والنظام البطليموسي وفي العلوم الاخرى لارسطوطاليس . ثم اتسع نطاق نفوذهم باختراع الآلة الطابعة في القرن الخامس عشر . وقد عُني عالمان من علماء ذلك العهد بكتابات بطليموس فأقدم پرباخ

Purbach أستاذ الفلك في جامعة ڤينا حوالي سنة ١٤٥٠ على ترجمتها ترجمة دقيقة ولكنه مات قبل أن يبلغ شأواً بعيداً في عمله ، فأتم عمله ، تلميذه جون مُلَر المشهور باسمه اللاتيني ريجيو مونتانُس . ويقول العلماء أن ريجيو مونتانس هذا ، كان بلا شك يرتاب في صحة القاعدة الاساسية التي بني عليها النظام البطليموسي . وهي ان الارض ثابتة لا تتحرك ، وانها مركز الكون . ولكنه أحجم عن تحدّي هذا القول ، فخسر بذلك فرصة فذة في تاريخ الفكر الانساني ، لانه لو فعل لكان الرائد الاول من رواد علم الفلك الحديث

وكذلك اتيح لراهب يدعى نيقولا كوپرنيكوس ، أن يخرج على الاعتقاد السائد الذي وضع بطليموس قواعده ، وان يمهد للعالم ، الطريق الى نظام كوني جديد . فكوپرنيكوس هو الرجل الذي أحدث أول ثورة في علم الفلك في العصور الحديثة ، اذ أسقط النظام البطليموسي عن عرشه ، فلم تقم له قائمة بعده

* * *

ولد كوپرنيكوس في بلدة ثورن على نهر الڤستولا عند حدود بروسيا في ١٩ فبراير سنة ١٤٧٣ وكان أبوه نيقولا تاجراً ، وأمه شقيقة رجل يدعى لوقا ڤاتسلْرود ، وهو الذي سيم بعد ذلك اسقفاً لارملاند . وقد كان لصلة النسب هذه شأن كبير في حياة صاحبنا

ان ما يعرف عن طفولة كوپرنيكوس وحداثته نزر لا يروي غليلاً . ولكن يظهر انه تلقى مبادىء اللغتين اليونانية واللاتينية في داره . فلما نال منهما نصيباً وافياً ، بُعِثَ به الى جامعة كراكوْ ، ليتعلم صناعة الطب فيها . فما لبث حتى تبين في ذهنه ميلاً خاصًّا الى العلوم الرياضية والفلسفة والطبيعة ، فأقبل عليها من دون أن يهمل علوم الطب

فلما تخرج من جامعة كراكوْ بلقب دكتور فى الفنون وعلوم الطب ، أقام مدة وجيزة في داره بثورن ثم سافر الى بولونا (ايطاليا) حيث تتلمذ للفلكي المشهور في ذلك العصر دومنيكو ماريا نوڤارا ، ومنها رحل الى روما . وكان اسم ريجيو مونتانس ، يتردد في محافلها مقروناً بالاجلال والاعجاب . وكان كوپرنيكوس عند وصوله الى روما في الثالثة والعشرين من عمره

لم يطل عليه المطال فيها ، حتى أقام الدليل على انه رياضيٌّ وفلكيٌّ يعتدُّ به . وحظي بعيد ذلك بشرف تعيينه استاذاً للرياضة في جامعة روما في حفل مشهود من العلماء والكبراء

الاَّ ان اقامته في روما لم تطل لان خاله ، الاسقف لوقا ڤاتسلْرود ، اغتبط بما اصابه ابن

شقيقته من المقام العالي في المدينة الخالدة ، فدعاه الى العودة الى وطنه ليقلده منصب « قانون » فرونبورغ . فقبل ما عُرض عليه . ولكنه قضى قبل إيابه فترة في جامعة بادوى يستزيد من المعرفة في مدرستها الطبية ، ثم عرّج على قصر خاله في هيلزبرغ حيث أقام طبيباً خاصًّا له

والرجل في الغالب ، اذا فاز بمنصب كبير يكثر حاسدوه وشانئوه ، ولكن كوپرنيكوس كان متفوقًا في عقله ، ممتازاً بدماثة خلقه وحبه للطمأنينة والسلام . فلما توفي خالهُ عين قانونًا لكاتدرائية فرونبورغ . وأجمع الرأى على حبهِ واحترامهِ

ومع شدة رغبتهِ في العلم والاستطلاع ، كان لا يني عن النهوض بالتبعات الدينية الملقاة على عاتقه ، بل كان يتعدى دائرة التبعة الدينية الرسمية ، الى زيارة فقراء المرضى ومؤاساتهم ، والاشتراك مع رجال الدولة في تدبير شؤونها وكثيراً ما كانوا يلجأون اليه في الملمات . بل ليقال انهُ استشير في أزمة اقتصادية حلّت بالبلاد فعمد الى تدبير لا يختلف كثيراً عن تدبير بعض الحكومات الحديثة في خفض سعر النقد ، وبوجهٍ خاص كتدبير الرئيس روزفلت في نقص مقدار الذهب في الريال الاميركي

***

على اننا اذا ذكرنا كوپرنيكوس اليوم ، فاننا لا نذكره اسقفًا ورعًا ولا طبيبًا مؤاسيًا ولا مصلحًا اقتصاديًا واسع الحيلة ، بل نذكره فلكيًّا المعيًّا ، او بالحري علمًا من مقدمي اعلام الفلك الحديث . فقد وقف الاستاذ والطبيب وقت فراغه على دراسة السموات والاجرام . نعم كانت الأدوات الفلكية التي يعتمد عليها ، قليلة لا تفي بالغرض ، ولكن ذلك لم يضعف من عزمهِ المشبوب بحب المعرفة . بل شحذه . وقد ثبت من النتائج التي توصل اليها ، انهُ كان راصداً مدققًا ، بارعًا في استعمال ادواته القاصرة ، على اوفى وجه وأتمه

نحن نعلم ان المرصد الحديث مجهز بمرقب (تلسكوب) يدعى مرقب العبور Transit instrument وهو قائم على عمودين ضخمين ولا يتحرك الاّ في سطح عمودي هو سطح خط الهاجرة . وحدود هذا السطح دائرة كبرى تمتد من الشمال الى الجنوب وتمر في القبة وكذلك يعبره كل نجم مرة في كل اربع وعشرين ساعة . فتعيين الوقت الذي يعبر فيه اي نجم خط الهاجرة كل يوم ، من القياسات الاساسية في علم الفلك

ولكن صاحبنا لم يكن يملك مرقب العبور ، لانهُ اشتغل بالفلك قبل اختراع المراقب .

ولذلك عمد الى بعض الجدران في داره ، فأحدث فيها شقوقاً ، وجعل يراقب من خلالها عبور النجوم لخط الهاجرة . ثم أنهُ قاس ارتفاع هـذه النجوم فوق الافق عند عبورها بواسطة رُبع Quadrant اخترعه وأقامه وراء الشقوق التي أحدثها في الجدران

ولم يلبث كوپرنيكوس حتى مال الى درس حركة السيارات ، ودوَّن مشاهداته في جداول كانت أفضل ما عرف في عصره ، بل ظلت معتمد الفلكيين قروناً بعد وفاته . ولكن العبقري من الرجال لا يكتفي بما يدونهُ من المشاهدات . اذ لابدَّ ان يحمله كل ذلك على التفكير بما بين المشاهدات الظاهرة من الصلات الخفية . وقد كانت جداول كوپرنيكوس باعثاً لهُ على إخراج النظام الكوپرنيكي الذي ثل بهِ عرش النظام البطلميوسي

***

من أمتع ما يعرض له المؤرخ العلمي ، عند ما يكتب تاريخ اكتشاف خطير ، او ترجمة عالم عظيم ، هو ان يسأل ما الباعث الذي بعث هذا العالم او ذاك المستنبط على العنـاية بموضوع خاص ، وما السبيل الذي سلكه في تفكيره قبل بلوغه الى النتيجة المبتغاة . بل ان بحثاً من هذا القبيل من اهم ما يعرض له الباحث النفسي او كاتب التراجم على طريقة التحليل النفسي

والجواب عن سؤال من هذا القبيل ، يكون في الغالب ، وفي سير العلمـاء والمستنبطين المتقدمين خاصةً ، مما يبعث على الدهشة والاستغراب . فقد يكون الباعث صدفة من الصدف ، او حلماً من الاحلام ، او دقيقة غبار على آلةٍ ، او تفاحة ساقطة من شجرة ، او كلمة يهمس بها رفيق على غير قصد . وتاريخ العلم طافح بما أُلهمه العباقرة من هذه التوافه

ونحن اذا حاولنا ان نجيب عن هـذا السؤال فيما يختص بصاحبنا كوپرنيكوس ، وجدنا الجواب عند رتيكوس ، تلميذه وصديقه وكاتب سيرته ومعلق الحواشي على مؤلفاته . وهو يروي لنا سلسلة المباحث التي أفضت الى آرائه الثورية الخطيرة في علم الفلك ، وكيف دفعه اليهـا رصده الاول للمريخ

فقد هالهُ ما رآه في المريخ من التقلب العظيم في اشراقه في اوقات مختلفة . وقد كان النظام البطلميوسي ينصُّ على ان الارض في مركز الكون وان الشمس والسيارات تدور حولهـا ولكن هذا الدوران لم يكن دورانًا بسيطاً بل كان دورانًا معقداً . فقد كان كل من السيارات يدور في الفضاء حول نقطة معينة ، وهذه النقطة تدور بدورها حول الأرض . وقد دعي هـذا

بفلك التدوير epicyclic orbit . واذن فالسيار الدائر حول الأرض لا يمكن ان يكون على بعد واحد عنها ، بل يختلف بُعده عنها فيقترب منها آناً و يبعد عنها آناً آخر . على ان الفرق بين البعد والقرب ليس عظيماً

ولما شاهد كوپرنيكوس الاختلاف الكبير في اشراق المريخ وقدره — وقد لاحظ هذا الاختلاف في سائر السيارات — احسَّ انهُ لا يتفق مطلقاً مع الاختلاف في البعد والقرب اللذين يقتضيهما النظام البطلميوسي . وكان كوپرنيكوس يعلم مما قرأه من كتابات اليونان الاقدمين امثال فيثاغوراس (٥٧٢ — ٤١٧ ق . م .) وارسترخس (٣١٠ — ٢٣٠ ق . م) ان الشمس لا الأرض مركز الكون وان السيارات ومنها الأرض تدور حول الشمس دورة سنوية وعلى محاورها دورة يومية

ولكن تعاليم فيثاغوراس وارسترخس طغى عليها سيل من آراء ارسطوطاليس و بطلميوس فأُهملت . وقد ظلّت هذه التعاليم منبوذة في زوايا الاهمال حتى أخرجها كوپرنيكوس ونفض عنها غبار النسيان . والواقع أن كوپرنيكوس لم يبتدع النظام الذي ينسب اليهِ و يعرف باسمهِ ، وقد كان هو يعلم أن قواعد هذا النظام كانت من مبتدعات فيثاغوراس وارسترخس ، ولكن الناس أهملوا ما قالا حتى بعثه كوپرنيكوس وأيّده بأدلة حملت بعض معاصريه وأبناء العصور التالية على التسليم بصحتها

فكان عمله هذا مفتتح عصر جديد في الفكر العلمي

فكيف فعل كوپرنيكوس ذلك ؟ أقبل على كتابات بطلميوس ، وتبحَّر في درسها ، فاستوقف نظرهُ أولاً العنت والتحكُّم في الذهاب إلى أن الأرض مركز الكون . وان السموات العلى بما فيها من الكواكب والسيارات ، والفضاء الذي لا يحدُّ ، تدور جميعاً حول الأرض دورة كاملة كل يوم . فقال في نفسهِ ، إذا لم نستطع أن نجد تعليلاً آخر ، أبسط من هذا وأقرب إلى العقل ، سلّمنا بهِ

ولكن كوپرنيكوس كان قد أدرك في ذلك العهد السحيق أصول الحركة النسبية ، وقد ضرب على ذلك مثلاً كأنهُ منتزع من اينشتين فقال ، يبدو لمسافر على ظهر سفينة تسير موازية للشاطىء في ماء راكد ، ان السفينة مستقرّة لا تتحرك وأن الأجسام على الشاطىء هي المتحركة في اتجاه مخالف لاتجاه مقدم السفينة

كذلك الاجرام السموية في حركتها اليومية ، نستطيع أن نفسّر حركتها بفرضنا دوران الأرض لا دوران القبة الفلكية

هنا تعليلان ، أحدهما معقّد والآخر سهل بسيط ، فأيهما يختار ؟

وقد اختار كوپرنيكوس ثانيهما ، ثم نظر في مقتضياته والنتائج المنطقية التي يمكن استخراجها منهُ

* * *

ليس في وسع القارىء ان يدرك خطر هذه الخطوة الجريئة التي خطاها كوپرنيكوس الاّ اذا تذكر ان آراء ارسطوطاليس وبطلميوس كانت لا تزال مسيطرة على دوائر العلم في ذلك العصر ، وكل رأي يتحدى رأيًا لها أو يخالفهُ أو يرتاب فيهِ جحود والحاد . ولو لم يتّح لكوپرنيكوس ان يجد مغمزاً واحداً في نظامهما الكوني ، لما تجرأ على الارتياب في سائر الاسس التي قام عليها ذلك النظام . كان ارسطوطاليس قد عَلّم ان الارض ثابتة ومستقرة لا تتحرك وانها مركز الكون . ولكن كوپرنيكوس كان قد اقتنع بعد بحث ضافٍ بأن الأرض على الضد من ذلك ليست ثابتة ولا مستقرة وانها سائرة في الفضاء وهي دائرة على محورها . لذلك كان من الطبيعي ان يناجي كوپرنيكوس نفسهُ بقولهِ « اذا كان ارسطوطاليس مخطئًا في قولهِ ان الارض ثابتة ومستقرة ، فلعلهُ مخطىء كذلك في قوله انها مركز الكون » . وكان رصده للاختلاف في اشراق المريخ وقدره قد عزّز عنده هذا الريب في صحة ما ذهب اليه ارسطوطاليس . فلما اطلع على آراء فيثاغوراس في هذا الموضوع ، انتفت من ذهنهِ كلُّ شبهة في خطإِ أرسطو وبطلميوس

وكذلك نرى انهُ بعد انقضاء ثمانية عشر قرنًا على أرسطوطاليس ، وتعاليمهُ المرجع الاخير ، قام من تحداها وخرج عليها . فقال كوپرنيكوس ان الشمس مركز النظام الشمسي وحواليها تدور السيارات على ابعاد مختلفة ، وان السيارات تدور على محاورها . ولكن كوپرنيكوس مع ما عرف بهِ من استقلال في الرأي ، وجرأة في الخروج على الآراء السائدة ، عجز عن الانطلاق كلَّ الانطلاق من نفوذ ارسطوطاليس ومدرستهِ . فانهُ لم يحاول مثلاً أن يغير ما قيل عن دوران السيارات في أفلاك دائرية ، فقال قوله في ان افلاك السيارات حول الشمس دوائر . فلما تبين له بالرصد ان حركة السيارات لا تتفق والقول بأن أفلاكها دوائر ، عاد الى طريقة

بطليموس المعروفة بفلك التدوير epicycle ومالبث حتى أصبحت حركات السيارات حول الشمس معقدة كل التعقيد ، لان كوپرنيكوس مع فهمهِ لقواعد النظام الشمسي كما نعرفها الآن لم يتوصل الى القول بالافلاك الاهليلجية ، وهو ما كشفهُ كپلر في القرن التالي

واذاً فأثر كوپرنيكوس في علم الفلك يُلخَّص في انهُ وضع الارض في مكانها من الكون . ومع ان مقترحاتهِ الخاصة بتغيير النظام الكوني ، افرغت في قالب الحذر ، الاّ انهُ لاريب في انهُ كان اول من انفلت من قيد عبادة الارسطية التي عاقت التقدم العلمي قروناً متوالية

* * *

نشر الكتاب الذي بسط فيهِ كوپرنيكوس رأيه بأن الشمس مركز النظام الشمسي ، في السنة التي توفي فيها أي سنة ١٥٤٣ وقد كان عنوانهُ «دوران الاجرام السموية» ويحسب نشره من الخُطوى البارزة في طريق التقدم العلمي . ولكننا نعلم ان كوپرنيكوس كان قد بدأ يتأمل في هذا الموضوع قبل ثلاثين سنة وان الكتاب نفسه كان قد تم تأليفه حوالي سنة ١٥٣٠ أي قبل نشره بنحو ثلاث عشرة سنة . فما كان الباعث على تأخير نشره هذه المدة الطويلة ؟

اشرنا في مستهل هذا الفصل الى ما كان للكنيسة من المقام في نفوس الناس في ذلك العصر . وقد كان من مقتضيات العقيدة الدينية حينئذ ان تكون الارض ، موطنُ الانسان ، مركزَ الكون ، وان تكون كذلك ثابتة لا تتحرك . ويكاد الباحثون في تاريخ الفكر العلمي يقطعون ، بأنهُ لو حاول كوپرنيكوس اذاعة آرائه الجديدة على رؤوس الاشهاد والاسراع في طبع الكتاب ونشره ، لصودر الكتاب ونُدِّد بالآراء التي يحتوي عليها تنديداً رسمياً وعوقب صاحبها . ولكن كوپرنيكوس لم يرمِ الى الفوز بالشهرة من وراء هذا الكتاب ، واخصاؤه فقط كانوا يعرفون شيئاً يسيراً عن اتجاههِ الفكري

وكان ثمة باعث آخر ، من شأنه تأخير طبع الكتاب ونشره . ذلك ان كوپرنيكوس كان اسقفاً من اساقفة الكنيسة ، وكان بطبعه رجلاً شديد التدين ، ومع انهُ كان عالماً يدرك قيمة الحرية في ارتقاء العلم ، الاّ ان حكمتهُ همست له بأن نشر الكتاب قد يحدث حدثاً تجب محاذرته . وقد كان دمث الطبع ، يكره النزاع ، فمضت سنوات وهو راغب عن الطبع والنشر ، واصدقاؤه يحثونه ويحاولون اقناعه بجميع وسائل الاقناع ، حتى فازوا منهُ اخيراً بالموافقة

والانصاف يقتضي منا ان نقول ان احجام كوپرنيكوس عن اذاعة آرائهِ لم يكن ناشئاً

عن خوف او عدم ثقة في النفس . فقد رفع كتابهُ الى البابا برلس الثالث . واليك فقرة مما قاله في مقدمتهِ

« اذا وجد اناس ، أخذوا على عاتقهم ، رغم جهلهم بالرياضيات ، ان يحكموا على هذه الآراء وفقًا لآية من الكتاب المقدس شوّهوا صفوها حتى يوافق هواهم ، فانني لا اقيم لهم وزنًا بل احتقر حكمهم الاحمق . . . . وانني لأرفع بحثي في هذا الموضوع الى قداستكم ثم الى اعلام الرياضيين ليحكموا فيهِ . . . . »

وسلّم كوبرنيكوس اصول كتابهِ الى تلميذهِ رتيكوس فذهب بهِ الى مطبعة في نورمبرج ، حيث كان كوبرنيكوس قد طبع قبل بضع سنوات رسالة لهُ في « الاضلاع والزوايا والمثلثات والسطوح والكرات » فطبع الكتاب في نورمبرج وارسلت نسخة منهُ الى مؤلفها الممتاز . ولكن كوبرنيكوس كان قد اصيب وهو في السبعين بشلل أقعده في فراش السقام ، وتمشى الضعف في جسمه . واذ كانت النسخة المرسلة اليهِ ، من الكتاب الذي اودعهُ زبدة مباحثهِ ، في الطريق اليهِ ، كان هو في النزع ، فوصلتهُ في ٢٣ مايو سنة ١٥٤٣ قبل أن يلفظ النفس الاخير ببضع ساعات

كبلر

العماد الذي تقوم عليه شهرة كبلر هو استخراجهُ نواميس حركة السيارات بدرس ارصادها التي دوّنها تيخو براهي . ان سيرة هذا الخادم الامين للعلم من اعجب السير . فحياتهُ من المهد الى اللحد كانت سلسلة متصلة الحلقات من الضعف الصحي والقلق المالي والنكد العائلي . ولكنهُ اثبت فيها كلها اخلاصاً للعلم ونبوغاً في الرياضيات والفلك رفعاهُ الى ذرى الابداع. أضف الى ذلك ان الرصد الفلكي كان متعذراً عليهِ لانهُ اصيب بداء في صغره ترك غشاوة على عينيهِ. فالمرقب وغيرهُ من ادوات الرصد كانت « ثماراً محرمة » عليهِ ولكنهُ مع ذلك فاز ، انما فوزهُ كان في ميدان الهندسة والاحصاء حيث تمكن بواسطة حساباتهِ الدقيقة المعقدة وادوات الرسم وجلده الغريب وصبره في النوائب من الوصول الى الصف الاول بين اعظم العلماء في كل العصور

JOHANNES
KEPLER

١٥٧١ – ١٦٣٩

وُلد جوهان كبلر في بلدويل في دوقية ڤرتمبرج في ٢١ دسمبر ١٥٧١ وكان ابوهُ ، على كرم محتدهِ ، خاملاً لا يعتمد عليهِ وأمهُ جاهلة نزقة الطبع وكان هو في طفولتهِ سقيم الجسم ضعيف البنية . أصيب في الرابعة من عمره بالجدري فكاد يقضي عليهِ ولم يشف منهُ الاّ وقد ترك جسمهُ سقيماً معتلاً . وأرسل من صغره الى المدرسة ولكنه لم يلبث فيها طويلاً لان اباه كان قد ضمن صديقاً يبلغ من المال فثبت انهُ مختلس فافتقدَ بذلك كل ما يملك واضطرّ ان يفتح حانة يرتزق منها هو واسرتهُ . فاستخدم فيها هذا الطفل السقيم الذي اعدتهُ الطبيعة ليكون عالماً مبدعاً واستاذاً للفلك . فأرغم ان يترك المدرسة ويعمل في خمارة ابيه . وظلّ الامر كذلك ثلاث سنوات توسط في نهايتها نفر من اصدقاء ابيهِ ومكنوا الفتى من حضور مدرسة الدير في بلدة مُلبرُنْ فاظهر من البراعة والذكاء فيها ما مكنهُ من

دخول جامعة توبنجن وهو في السابعة عشرة من العمر ، قاصداً ان يعدّ نفسهُ ليصير ايّاً من آباء الكنيسة . وانتظم في سلك التلاميذ الذين يتلقون العلوم على ميخائيل ميستلن استاذ الرياضيات في الجامعة فأدرك هذا النبوغ الكامن في تلميذهِ فأدناه ووجّه اليهِ عناية خاصة . وكان ميستلن من اتباع مذهب كوپرنيكوس القائل بأن الشمس مركز النظام الشمسي والارض سيّار يدور حولها . فنشأ كپلر على هذا المذهب واصبح بعدئذٍ من اشدّ انصاره شكيمة وامتنهم حجة في المناقشات العلمية . فذاعت شهرتهُ في دوائر العلم الفلكي ولما خلا منصب استاذ للرياضيات في جامعة غراتز عُرض عليهِ فقبله متلكئاً . وفي سنة ١٥٩٧ اذ كان في السادسة والعشرين من عمره تزوج سيدة من ستيريا مغترًّا ببالتها على ما يقال لانها كانت قد تزوجت مرتين من قبل . ومهما يكن في الأمر فان هذا الزواج كان شؤماً عليهِ . ولما ولد لهُ منها ثلاثة اولاد ارتبكت احواله المعاشية ارتباكاً اقلق بالهُ واقضّ مضجعهُ

***

في غراتز اشتغل بالنظر في تركيب النظام الشمسي . وكانت السيارات المعروفة حينئذٍ ستة هي عطارد والزهرة والارض والمريخ والمشتري وزحل . وكان هو يعرف انهُ كلما بَعُد سيّار عن الشمس زاد ما بينهُ وبين السيّار السابق له عما بين هذا والذي قبله . وكان يعلم أيضاً انهُ كلما بَعُد سيّار عن الشمس بطؤت سرعتهُ . فأحسّ ان هناك نظاماً بديعاً مسيطراً على كل هذا . فجعل الكشف عن اسرار هذا النظام غرضهُ من الحياة . ومع ان مباحثهُ توّجت في النهاية بتاج الظفر إلا ان نظريتهُ الاولى التي اخرجها في غراتز كانت مبنية على التصوُّر ، يجنحهُ الخيال ولا تؤيدهُ الحقائق . فقد كان كپلر عالماً من علماء الهندسة . ولكن هندسة تلك الايام ، وخصوصاً ما كان منها متعلقاً بعلم الهيئة ، كانت مشوبة بكثير من التصوف . والظاهر انهُ قال لنفسهِ هذه السيارات الستة التي تدور حول الشمس بينها خمس فسحات . وفي هذا العدد ، رأى كپلر لسبب مجهول ، سرّ النظام . فقادهُ ذلك الى ذكر الأجسام النظامية الهندسية المعروفة وهي أجسام أولها ذو اربعة سطوح والثاني ذو ستة والثالث ذو ثمانية والرابع ذو اثني عشر سطحاً والخامس ذو عشرين سطحاً فبنى لفلك الارض حول الشمس كرة وحولها رسم جسماً ذا اثنى عشر سطحاً وحوله رسم كرة لتمثل فلك المريخ وحولها رسم جسماً ذا أربعة سطوح وحوله كرة تمثل فلك المشتري وحولها رسم جسماً ذا ستة سطوح (مكعب) وحوله كرة تمثل فلك زحل . ثم عاد الى

الكرة التي تمثل فلك الارض ورسم داخلها جسماً ذا عشرين سطحاً ثم رسم داخل ذلك كرة تمثل فلك الزهرة وداخلها رسم جسماً ذا ثمانية سطوح وداخل الكل كرة تمثل فلك عطارد

ولما أتم كپلر ذلك كان فرحهُ لا يوصف . ونشر نظريته هذه سنة ١٥٩٦ ويكفينا في بيان غرابتها وسخفها وبعدها عن الصواب ان السيارات التي كانت ستة اصبحت تسعة الآن يضاف اليها الوف من النجيمات تجرى في فلك بين المريخ والمشتري . ودهش النـاس لهذا المذهب الجريء فوقفوا من المؤلف المبدع ونظريتهِ موقف الاعجاب والاجلال . على ان الذي يهمنا هو ان تيخو براهي Tycho Brahe الفلكي الدنماركي لم يكد يطلع عليهـا حتى بعث يدعوه اليهِ فكانت الدعوة نقطة تحوُّل في حياة المترجم لهُ

لا نعدو الحقيقة اذا قلنا ان تيخو براهي هو رائد الارصاد الفلكية الدقيقة وهو دانمركي من اصل شريف اشترك مع ملكهِ فردريك الثاني في بناء مرصدٍ وتجهيزه بأدوات الرصد المعروفة حينئذٍ فتمَّ بناؤه وتجهيزهُ سنة ١٥٧٦ ودعي « الاورانبرج » . هنا وقف تيخو براهي عشرين سنة من حياتهِ على الرصد ، فجمع لديهِ اتمَّ مجموعة لارصاد السيارات عُرفت الى ذلك العصر . فمن الطبيعي ان يكون هدفاً لحسد الحساد بعد ما أدناه ملكه ورفع من شأنهِ . فلما مات الملك فردريك سنة ١٥٩٦ سوَّل الحساد للملك الذي خلفهُ ان يسلك رعايتهُ عن تيخو براهي فترك هذا بلاده وذهب الى براغ عاصمة بوهيميا وهنا استأنف عمله العلمي في ظل رودولف الثاني ملكها

فالدعوة التي وجهها تيخو براهي الى كپلر كان الغرض منها استقدام كپلر الى براغ لامتحان نظريتهِ الجريئة بما لدى تيخو من مدوّنات الارصاد الدقيقة . ذلك ان تيخو لم يكن من اتباع كوپرنيكس مثل كپلر . فلم يمنعه ذلك من اسداء النصح والارشاد لضيفهِ اذ قال له « لا تبنِ نظريات خيالية لنظام الأفلاك ولـكن ابنِ أولا أساساً متيناً من الرصد ثم شيِّد فوقهُ ما يمكِّنك من الوصول الى عالم الاشياء »

لبَّى كپلر الدعوة وعكف على درس السجلات فعرف فساد نظريتهِ وبادر الى التصريح بأنها لا تتفق قط والحقائق التي تثبتها الارصاد . فأحرز بعمله هذا احترام مضيفهِ ولمـا أصبح منصبهُ في جامعة غراتز لا يطاق لتغير النظام الديني فيها لبى كپلر دعوة الملك رودولف الثاني ليكون رياضيًا امبراطوريًا لهُ ومعاونًا لتيخو براهي

هنا اجتمعت مواهب رجلين مختلفين اجتماعًا غريبًا . فتيخو براهي كان بارعًا في الرصـد

ضميناً في الرياضيات . وكپلر على الضد من ذلك كان نابغة في الرياضيات لا تلين في يديه أدوات الرصد والمراقبة . وكان كلاهما متحمساً لعمله أشدَّ التحمس يكنُّ لرفيقه اعظم الاحترام . فماذا يمتنع عليهما من المكتشفات اذا دام تحالفهما !! ولكن التحالف لم يدم لان تيخو براهي لم يقوَ على صدمة الطرد من الاورانبرج فمات سنة ١٦٠١ ولحق به كپلر سنة ١٦٣٠

وفي أثناء ذلك كان كپلر يعاني مضض الفقة وألم المرض . فإن سخاء تيخو كان يمكنهُ من رد غائلة الحاجة عن اسرته . فلما توفي هذا أفضَّت شؤونهُ المالية المرتبكة مضجعهُ من جديد . وكانت بوهيميا في حالة اضطراب وفرضي وخزينتها خالية خاوية . وكان مرتب كپلر وعوداً لا نقوداً . ولكنهُ مع ذلك لزم عمله لان تيخو براهي عهد اليهِ وهو على فراش الموت في انجاز جداول السيارات التي شرع فيها . وانجازها على الوجه الذي يرضاهُ كان يقتضي عملاً مضنياً وبذلاً كثيراً . ولما كان المال الموقوف عليها ضئيلاً كان كپلر يقضي فترات فراغهِ منها في درس مسائل اخرى علق بها ذهنهِ

وكذلك تمكن من ان يخرج سنة ١٦٠٤ كتاباً جديداً عرض فيهِ لانكسار النور لدى بحثهِ في العدسات . ذلك ان المرقب كان حينئذٍ في مهدهِ فرأى كپلر ضرورة البحث في العدسات التي يتألف منها محاولاً ان يجد علاقة بين زاوية سقوط الشعاع وزاوية الانكسار . فطالب العلم الآن يعرف ناموس «سنل» الذي ينص على أن نسبة جيب زاوية السقوط الى جيب زاوية الانكسار واحدة لاتتغير لمادة واحدة . ان كپلر لم يكتشف هذا الناموس ولكن الأمر الذي لا ريب فيه ان بحثه أوحى الى « سنل » درس الموضوع درساً أسفر عن النتيجة المذكورة . وعني كپلر كذلك بدرس انكسار الاشعة الضوئية في الهواء متقدماً في معالجتهِ على معالجة بطليموس لها . أضف الى ذلك أثرهُ في أحياء العناية بالهندسة في القرن السابع عشر بعد ما أهملها العلماء للانصراف الى الجبر . ومن مبتدعاته في هذا الميدان مبدأ الاستمرار (Continuity) يمثل ذلك قوله ان الدائرة حالة خاصة من حالات الشكل الاهليلجي

وفي سنة ١٦١٥ اصدر كتاباً جديداً تناول فيهِ بحث الطرق الهندسية لمعرفة اجرام الاجسام المختلفة . حدا به الى هذا البحث خطأ ارتكبه احدهم في قياس اوعية الخمر عنده . وفي هذا الكتاب عرض كپلر على علماء الهندسة اجساماً مختلفة الاشكال لابتداع طرق تمكنهم من معرفة اجرامها . وحل هو بعضها . يدلك على المقام السامي الذي كان يتمتع بهِ حينئذٍ انهُ ما كاد

يذيع دعوتهُ حتى أقبل علماء الهندسة على تناولها . ومما هو جدير بالذكر ان كپلر نفسه استعمل في حلوله الكميات المتناهية (Infinitesimals) فمهد الطريق لاستنباط حساب التمام والتفاضل على ايدي نيوتن وليبنتز

* * *

وكان كپلر لا يزال يعاني نكد المعيشة وهم الارتباك المالي . وكانت زوجته مصابة حينئذ بغموم اظلمت الدنيا في عينيها ، فلما جاءت سنة ١٦١٢ تعاقبت عليه الحوادث المريرة تعاقب الصور على الستار الفضي . ذلك ان نصيره وسيده الملك رودولف مات فحبس مرتبه عنهُ . ثم مرض اولاده الثلاثة فمات احدهم ولم تلبث زوجته ايامًا حتى تبعتــه . واذ هو يعاني هذا الشقاء وحلقات البؤس مستحكمة عرض عليــه منصب في جامعة لنتز فقبله بلا تردد وفي الحال حزم امتعته وسافر مع ولديهِ اليها تاركاً وراءه ثمانية آلاف كرون مما تأخر له من مرتبه . وعمد في لنتز الى اصدار تقويم فيه شيء كثير من التدجيل لا يتفق ومقام عالم واستاذ في الرياضيات والفلك . والظاهر ان غرضه من اصداره كان ماليًّا بحتًا . وتزوج ثانية فتاة يتيمة فقيرة فسعد بزواجه منها وولد له منها سبعة أولاد . ولــكن ذلك القى عليــه عبئًا معاشيًّا ثقيلاً . ثم بلغه ان امهُ اتهمت بالسحر وحكم عليها بالتعذيب في السجن فسافر الى ڤرتمبرج ليسعى في العفو عنهــا فلم يفز الاّ باعفائها من التعذيب . وبعد سنة تمكن من اطلاق سراحها فماتت بعيد ذلك فاجرة الى النهاية

جميع هذه المتاعب لم تصرفه عن التأمل في النظام الشمسي تأملاً انتهى منــهُ الى اخراج نواميسه الثلاثة في حركة السيارات وهو عمل يصح وضعهُ في مستوى واحد مع استخراج نيوتن لناموس الجاذبية العظيم

ولم ينس ان صديقه المحسن اليه تيخو براهي عهد اليه وهو على فراش الموت باتمام الجداول الرودولفية ونشرها . فأكبَّ عليها سنة بعد سنة وهو لا يدري من أين يجيئه المال لاذاعتها لانهُ عبئًا حاول ان ينال عونًا ماليًّا من البلاط . ومع ذلك رفض منصبًا علميًّا في انكلترا ذا راتب كبير لان قبولهُ لهُ يقضي بمغادرتهِ لوطنه ذلك ان السر هنري وُطُن سفير انكلترا في البندقية وقد كان رجلاً واسع الثقافة وشاعراً لا يستهان به ، عرض على كپلر سنة ١٦٢٠ ان يذهب الى انكلترا ضامنًا له منصبًا كبيراً وحفاوة عظيمة فرفض كپلر ذلك على الرغم من عداوة الــكنيسة

لهُ على اثر صدور كتابهِ في النظام الكوپرنيكي . فانها حرمت قراءة هذا الكتاب على ابنائها فلم يبع منهُ مؤلفهُ ما يوفّي بهِ بعض نفقاته

وبعدما اخفق في جميع محاولاتهِ للحصول على مدد مالي من البلاط والحكومة لنشر الجداول الرودولفية عزم على ان يجمع المال بنفسه . والغريب ، ان هذا العالم المهدد بالافلاس مدى حياته ، فاز في تحقيق ما عزم عليه . اما كيف جمع المال فسرٌّ لم يكشف حتى الآن وقد تضاربت فيه الاقوال . ولكن المهم ان الجداول ظهرت سنة ١٦٢٧ في طبعة انيقة فنزلت المحال في المقام الاسمى لدى الملاّحين لان دقتها جعلتها عندهم كالتقويم البحري عند الملاّحين المعاصرين . ولو لم يخرج كپلر الاّ هذه الجداول لكفاه ذلك فخراً

* * *

وقبل اختتام هذا الفصل في سيرة كپلر وبيان مآثره العلمية نأتي على خلاصة نواميس حركة السيارات التي استخرجها . فاننا قد قدمنا انهُ كان يشعر من حداثتهِ بأن هناك ناموساً طبيعيًّا يسيطر على حركة السيارات حول الشمس فقد كتب وهو في لنتز : « هنالك ثلاثة أشياء سعيت الى معرفة عللها سعيًا متواصلاً وهي معرفة عدد السيارات واحجامها وحركاتها » وكان يدرك خطورة هذا العمل الذي تصدى له . فلم يقبل عليه مستخفاً به . لذلك كتب في مؤلفهِ المدعو « رسالة في حركة السيار المريخ » محذراً مقاومي كوپرنيكس قائلاً « اذا كان أحد بليداً لا يفهم علم الفلك أو سخيفاً لظنهِ انهُ يستطيع أن يؤمن بكوپرنيكس من غير أن تتسرب الريبة الى عقيدته فنصيحتي له ان يصرف النظر عن علم الهيئة »

وكانت الاصول التي استمد منها اصول مذهبهِ في حركة السيارات جداول تيخو براهي وبراعتهُ الهندسية . والخطة التي جرى عليها كانت خطة التجربة والخطإ . فانه نظر في كل العلاقات التي يمكن وجودها بين الشمس وسياراتها من حيث البعد وسرعة الحركة وشكل الفلك وامتحن ذلك بمجموعة الارصاد التي دونها تيخو براهي فنبذها لانها لم تتفق مع الحقيقة المشاهدة . ولكنهُ تبين في بحثه شعاعًا من الامل اذ لاحظ ان حركة السيار مرتبطة ببعده وانهُ اذا وجد فراغ كبير بين سيارين وجد مثله بين حركتيهما . وتابع كوپرنيكس في حصر معظم بحثهِ في المريخ لان سرعة حركته تمكن الباحث من الحصول على الحقائق اللازمة له في الامتحان . فسأل نفسه ما شكل فلك المريخ ؟ وبعد بحث قليل اقتنع بأنهُ اذا كان فلك المريخ

دائرة فلا يمكن أن تكون الشمس في مركزها . ثم خطا خطوة أخرى بعد بحث طويل مضنٍ اذ لاحظ انهُ اذا نقص بعد السيار عن الشمس زادت سرعتهُ ، واذا زادت المسافة نقصت السرعة ، فخطر له المبدأ القائل بأن السيار في دورانه حول الشمس يقطع سطوحًا متساوية المساحة بينه وبينها في أوقات متساوية . فكان ذلك الناموس الأول من نواميس حركة السيارات . وطبق هذا المبدأ على فلك في شكل دائرة جاعلاً الشمس في غير المركز فوجد أن السيار لا يستطيع أن يقتطع منها سطوحًا متساوية المساحات في أوقات متساوية . ثم توصل الى القول بأن مدارات السيارات اهليلجية الشكل وان الشمس في أحد محترقي الشكل الاهليلجي. وطبق ذلك على ارصاد تيخو براهي فتطابق الاثنان

فكتب حينئذٍ والغبطة تستخفُّ القلم : ليس ثمة ما يعيقني . سوف اطلق عنان غضبي المقدس . سوف أنتصر على الانسانية باعترافي انني سرقت الاواني الذهبية من المصريين لابني بها خيمة الرب في مكان بعيد عن حدود مصر . فاذا اغفرتم لي فانني اغتبط واتهلل . واذا حنقتم تحملت الحنق بالصبر . لقد سبق السيف العذل . لقد كتب الكتاب . فإما أن يقرأ الآن واما أن تقرأه الذريات المقبلة . لا هذا يهمني ولا ذاك . وقد يحسن أن ينتظر قرنًا كاملاً قبل ان يفوز بقارئ كما انتظر الله ستة آلاف سنة ليفوز بمراقب (راصد او مكتشف) . . . . »

لكن عمله لم ينتهِ بهذا الفوز العلمي الخطير . فانه كان يشعر شعوراً باطنيًّا بأن هناك علاقة بين أبعاد السيارات ومتوسط سرعتها . ما أوحى اليه بهذا الشعور ؟ وكيف يستطيع أن يستخرج هذه العلاقة والمادة العلمية في يديه ضئيلة ، والجسم عليلٌ ، ونكد العيش متواصل ؟ الفخر الاول انه ادرك ان هناك علاقة ما . والفخر الاعظم انه كشف عنها . وهذه العلاقة تلخص ، على ما حققها ، بأن المربع لمتوسط زمن الدورة حول الشمس يتناسب مع مكعب متوسط المسافة بين السيار والشمس . فنواميسهُ الثلاثة لحركة السيارات هي هذه

(اولاً) جميع السيارات تدور حول الشمس في مدار اهليلجي الشمسُ في أحد محترقيهِ

(ثانيا) الخط الذي يصل الشمس بالسيار يمسح سطوحًا متساوية المساحات في أوقات متساوية في خلال دوران السيار حول الشمس

(ثالثًا) مربع سنة كل سيَّار (أي زمن دورة كاملة حول الشمس) يختلف كمكعَّب مسافته عنها

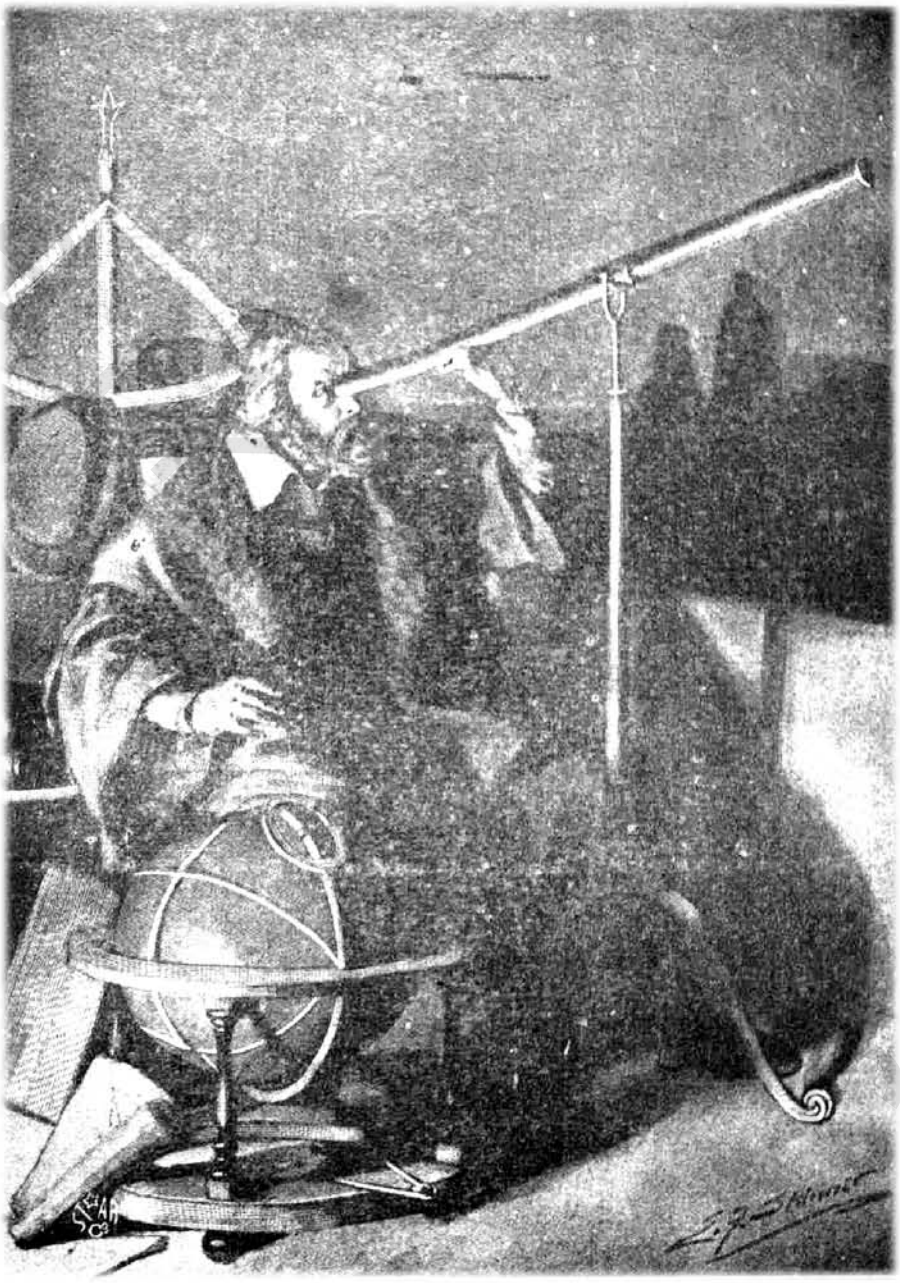
* * *

على ان نشر الجداول الرودولفية تركهُ رجلاً مفلساً . ها هو ذا قد بلغ الستين وهو ضعيف البصر ، عليل الجسم ، خالي الوفاض . فلما اصيب بزكام في نوفمبر سنة ١٦٣٠ وهو عائد من براغ ، حيث خاب في محاولة الحصول على المتأخر من مرتبه ، لم يقوَ عليه . فمات ودفن في كنيسة القديس بطرس في بلدة راتسبون ثم هدمَت الكنيسة ودرست معالم القبر

من العار على بلاد راقية كبلاد الالمان ، اهمال رجل ككبلر . قال السر اولفر لدج في كتابهِ روّاد العلم : « تقدّم اقتراح من نحو قرن لاقامة تمثال رخامي لذكراهُ فنسي الاقتراح والتمثال . ان ذلك لا يهمّ . لا يهمنا أن تقيم له المانيا نصباً حجرياً بعد انقضاء قرنين ونصف قرن على وفاته وهي التي كادت تحبس عنه الخبز الذي يتبلغ به في حياته » . والواقع ان ذلك لا يهم . ان ذكر كبلر الحقيقي لا يخلده حجرٌ . ان اسمهُ يطلُّ علينا من مقام الخلود الرائع ، في نواميس حركات السيارات التي استخرجها مبيناً بها نظام الكون على ما يظهر في النظام الشمسي

یوهانس کپلر

نیقولا کوپرنیکوس



جليليو ومرقبه

غليليو

مات كفيفاً وهو الرجل الذى فتح عيوننا على عجائب السموات !

* * *

في ليلة من ليالي التاريخ المعدودة — ٧ يناير سنة ١٦١٠ — جلس كهل ملتح في مدينة پادوى الايطالية المشهورة بجامعتها امام مرقب (تلسكوب) من صنع يديه . فكانت تلك الليلة من الحدود الفاصلة في تاريخ الفكر وتطوّر المعرفة الانسانية. فقد ختمت عهداً طال من أيام الاغريق ، وفتحت عهداً جديداً

GALILEO
GALILEI

١٥٦٤ — ١٦٤٢

قبل ذلك بثلاثة قرون كان روجر بايكون (Roger Bacon) مستنبط المناظر (النظارات . والمناظر لفظ اشار به سليمان البستاني نقلا عن بدوية سألها ما تدعو قطعتيّ الزجاج على عينيه) قد بين كيف يمكن صنع مرقب يمد في قوة العين البشرية و « يقرب النجوم إلينا ما نشاء » . ومع ذلك لم يصنع المرقب الاول الاّ سنة ١٦٠٨ صنعه رجل فلمنكي يدعى ليپرشي Lippershey فلما سمع صاحبنا ، كهل پادوى الملتحي ، بهذه الآلة العجيبة ، اخذ يبحث محاولاً الكشف عن المبادىء والقواعد التي ينطوي عليها بناؤها ثم شرع في بناء مرقب لنفسه ، جرياً على هذه القواعد، فاما اتمه فاق مرقبه في قوته ما أثر عن مرقب ليپرشي . وما ذاع نبأ هذا المرقب الجديد ، حتى سرت هزّة في اندية ايطاليا الفكرية ، فدعى صاحبه الى البندقية ليعرضهُ على الدوج — صاحب البندقية — واعضاء مجلسه . وفي ذات صباح شاهد سكان البندقية حكامهم الشيوخ يصعدون الى قمة برج هناك ، اقيم المرقب عليه ، ليروا سفناً في عرض البحر ، او عند الافق لا تتبينها العين المجردة

كان صاحبنا كهل پادوى الملتحي غليليو غليلي ، احد الاركان التي شيد عليها صرح العلم الحديث بل هو يعرف بحق بأبي الاسلوب التجريبي في البحث

والظاهر ان بناء هذا المرقب كان قد استغرق من عنايته ما كاد ينسيه المسألة التي شغل بحلها . ذلك ان فيثاغوراس وفيلولاوس كانا قد علما قبل الفي سنة تقريباً ان الارض ليست ثابتة في الفضاء ، بل تدور على محورها مرة كل ٢٤ ساعة ، فيحدث دورانها هذا اختلاف الليل والنهار . وذهب ارسترخس ، وهو في رأي جينز اعظم رياضيي اليونان ، الى ان الارض تدور على محورها وتدور كذلك دورة سنوية حول الشمس فتحدث هذه الدورة السنوية تعاقب الفصول

ثم أسدل الستار على هذه الآراء التي ايدتها المكتشفات الحديثة ، لان ارسطوطاليس قال بخطإها مؤكداً ان الارض ثابتة في مركز الكون . ثم جاء بطلميوس الاسكندري ، صاحب المجسطي ، وعلل افلاك السيارات في الفضاء بنظامه المشهور بأفلاك التدوير epicycles (راجع كوپرنيكوس في هذا الكتاب) ووافقت الدوائر الروحية على هذا القول ، اذ كيف السبيل الى الاعتقاد بان الفداء المسيحيّ قد تمّ في غير الصميم من هذا الكون العظيم

وقد اعترض على النظام البطلميوسي رجال من ارباب الفقه المسيحي ، منهم الكردينال نيقولا كوزا فقال سنة ١٤٤٠ « لقد ظننت ان الارض ليست ثابتة ولكنها تتحرك كالنجوم الاخرى . واني ارى ان الارض تدور على محورها كل يوم »

ولكن اقوى اعتراض اعترض به على هذا المذهب جاء من الفلكي البولوني كوپرنيكوس اذ أثبت في مؤلفه الكبير ، ان النظام المعقد الذي ابتدعهُ بطلميوس لتعليل حركات السيارات لا داعي له . بل في الامكان تعليل افلاك السيارات ، بحسبان الارض وسائر السيارات تدور حول الشمس . ومضت ست وستون سنة على ظهور الرأي الكوپرنيكي (نسبة الى كوپرنيكوس) والجدال محتدم حوله ، ففريق يستند الى امام الائمة ارسطوطاليس ، وفريق قليل يجاري كوپرنيكوس وحساباته الرياضية ، والمفكرون لا يهتدون سبيلا لاثبات القول او نفيه

هنا دخل غاليليو الميدان ، بأداة لا عهد لعلماء الهيئة بها من قبل ، فقال لعلها تكون اداة فعالة في امتحان بعض المذاهب الفلكية . وكذلك لما وجّه غاليليو مرقبهُ الى درب التبان (المجرة) قضى في لمحة واحدة على كثير من الخرافات والاساطير والظنون التي تدور حول بنائها، اذ ثبت لهُ ان ما يبدو للعين المجردة لطخًا او غيومًا ليس الاّ مجموعة كثيفة من النجوم منثورة في الفضاء يتعذر علينا تمييز احداها عن الأخرى ، لبعدها الشاسع . وحوّل مرقبهُ الى القمر

فشاهد الجبال وظلالها ، فأثبت ما كان الفيلسوف برونو Bruno قد ذهب اليهِ حديثًا وهو ان القمر عالم يشبه الارض

أفلا يستطيع هذا المرقب ، ان يبين لنا الصحيح من الفاسد في مذهب بطليموس وكوپرنيكوس ؟ هل الارض مركز الكون كما يقول الاول او هي سيّار يدور حول الشمس شأنها شأن سائر السيارات ؟

واذ كان غاليليو يرصد المشتري بمرقبهِ كشف اربعة اجسام صغيرة تدور حولهُ ، كفراشات تدور حول شمعةٍ على قول جينز ، فخطر له أن المشتري والاجسام التي تدور حوله ، ليس إلاَّ مثالاً دقيقًا للنظام الشمسي الذي يقول به كوپرنيكوس . ولكن غاليليو لم يدرك أثر مشاهدتهِ هذه من الناحية الفلسفية ، بل اكتفى — وهو الرجل المطبوع بروح العلم الصحيح — بقوله انه كشف أربعة سيارات صغيرة يتبع بعضها بعضًا حول المشتري

وبعد انقضاء تسعة أشهر على ذلك أثبت أن للزهرة أوجهًا كأوجه القمر . وهذا قول كان كوپرنيكوس قد سبق اليه إذ قال — وقوله مبنيٌّ على النظر الرياضي — ان تركيب النظام الشمسي على المثال الذي قال بهِ يقتضي أن يكون لعطارد والزهرة أوجه كأوجه القمر

وهذا مرقب غاليليو يؤيد بالمشاهدة قول كوپرنيكوس النظري . فكانت مشاهداتهُ هذه حدًّا فاصلاً بين القديم والحديث في تاريخ الفكر العلمي

* * *

وُلد بمدينة پيزا في ١٥ فبراير سنة ١٥٦٤ وتعلّق من صغره بعمل الآلات فكان لا يرى آلة إلاّ حاول بناء أخرى مثلها على غاية من الاتقان والدقة واذا أعوزتهُ الأدوات لعملها اخترع أدوات من عنده ولا ينفكُّ عنها حتى يتمها . وكان أبوه من أشراف النسب ولكنهُ فقير الحال فلذلك ولكبر عائلتهِ لم يستطع أن يوفي أولاده حق التعليم فأرسل بغاليليو الى معلّم قليل البضاعة فجد غاليليو في تعلُّم اليونانية واللاتينية حتى نال منهما حظًّا وافرًا ومن حسن الانشاء وانسجام العبارة درجة سامية مع قصور معلمهِ . وأتقن في صغره صناعة الرسم والتصوير وكان أبوه موسيقيًّا ماهرًا فتعلم منه الموسيقى وكان يرتاح اليها كثيرًا في حياتهِ

فلما رأى أبوه ما عنده من ذكاء القريحة والحزم والاقدام عزم على تعليمهِ الطب رجاء أن يعيش عيشة راضية بمزاولة هذه الصناعة الشريفة فبعثهُ الى مدرسة پيزا الكلية وهو ابن ثماني

عشرة سنة . فاندفع غليليو بجملته الى تحصيل العلوم الطبية وفلسفة ارسطوطاليس التي كان المعوّل عليها حينئذٍ . ولكنهُ لما رأى بجلاء بصيرته ان جلّ الاعتماد في فلسفة ارسطوطاليس على أقوال المتقدمين ولا مكان فيها لاعمال الفكرة واقامة دليل التجربة ، نفر منها وازدرى تعاليمها في كثير من مباحثاته وجاهر بمقاومة أنصارها حتى صاروا يلقبونهُ المكابر والمعاند . وفي غضون ذلك أي في سنة ١٥٨٢ إذ كان يوماً في كنيسة پيزا حانت منه التفاتة الى قنديل مدلّى من القبة فرآه يخطر ذهاباً وإياباً فعرف بدقة نظره انه يخطر خطرات متساوية في أوقات متساوية ثم برهن ذلك بالتجربة وفطن منه إلى أمر تقسيم الوقت إلى أقسام متساوية . فاكتشف بذلك الرقّاص وشاع استعماله بين الأطباء لعد النبض واستعمله بعد خمسين سنة في ساعة فلكية صنعها لرصد النجوم

وكان حينئذٍ لا يعرف شيئاً من العلوم الرياضية ولا بدا له أن يدرسها حتى ذكرها أبوهُ مراراً في كلامهِ عن الموسيقى والرسم . فطلب منهُ غليليو أن يطلعهُ على شيء من مبادئها فأبى أبوه مخافة أن يلهو بها عن دروسهِ الطبية إذ كان يعد الطب أنفع منها لابنهِ ولذلك كان كلما طلب منهُ ابنهُ معرفة شيء من الرياضيات يرده فارغاً . واتفق يوماً أن زار أباهُ صديق لهُ يسمّى أُصطيليوس رِكشي وكان يدرّس الرياضيات لفتيان الفراندوق هناك . فالتمس منه غليليو أن يعلمه شيئاً منها سرًّا فأجابه إلى ذلك بعد أن استشار أباهُ خفيةً عنه . فلما ذاق لذتها سحر بها لبهُ وشغف بحبها قلبهُ وكثرت لها هواجسهُ حتى غفل عن الطب وذهل عن الفلسفة فشعر أبوه بما كان من أمره فحرم عليه الكلام مع الاستاذ وأصرّ على وجوب تركه للرياضيات

ولما شعر غليليو بضنك المجاهرة عمد الى الخفاء والمخاتلة فكان يفتح امامهُ بقراط وجالينوس في الطب ويوهم أباهُ بالجد والمطالعة حتى اذا غابت عنهُ عين الرقيب وأمن عذاب التأنيب القى جالينوس على بقراط وعكف على كتاب اقليدس في الهندسة . وما زال على تلك الحال حتى انتهى الى الكتاب السادس فراعهُ ما في الهندسة من الأدلة الساطعة والبراهين القاطعة وملّ من طول التستّر فذهب إلى أبيه واستحلفهُ ألاّ يمنعه من الاشتغال بما أخذ بمجامع قلبهِ فوافقهُ أبوه على ذلك ففاض غليليو في علوم القدماء حتى عثر على كتابات ارخميدس في الأجسام المغطّسة في السوائل . فاستحسن الطريقة التي استنبطها ارخميدس لمعرفة النسبة بين الذهب والفضة في مصوغ من كليهما . ودقّق البحث في ذلك فاخترع آلة شبيهة بالميزان المائي

وكان في ذلك الزمان رجل شهير في الميكانيكيات والرياضيات اسمهُ كيدو اوبلدي فلما سمع باكتشاف غليليو ومناقشاتهِ الفلسفية مالت نفسهُ اليه وأخلص له المودة والتمس منه أن يكتب رسالة في الثقل النوعي للجامدات فحصَّل له بها رتبة استاذٍ للرياضيات في مدرسة بيزا وهو يومئذ ابن أربع وعشرين سنة . فاكتشف في اثناء تعليمهِ هنالك أن الأجسام تسقط كلها بسرعة واحدة خلافاً لما كان شائعاً حينئذٍ من ان سرعة الأجسام الساقطة تختلف بالنسبة الى ثقلها وأثبت اكتشافهُ هذا باسقاط الحجارة عن جنح برج بيزا المائل واظهار كونها تسقط جميعاً . وانما زيادة سرعة بعضها على بعض ناتجة عن مقاومة الهواء لها لا عن ثقلها . فحنق أصحاب فلسفة تلك الأيام من تعاليمهِ وكادوا له حتى اضطرَّ أن يترك مدرسة بيزا ويرجع الى فلورنسا سنة ١٥٩٢ . فقصد صديقهُ اوبلدي المذكور وحصل بمساعيه على رتبة استاذ للرياضيات في مدرسة پادوى الكلية مدة ست سنوات وكانت الأجرة فيها أوفر من الأجرة في بيزا بحيث لا يحتاج الى تعليم الافراد خارجاً عن المدرسة كما كان يفعل في بيزا فتفرَّغ للاشتغال بما يهوى فكتب كتباً في معرفة ارتفاع الشمس من طول ظل سارية على سطح مستوٍ ، وفي علم الهيئة الكروية والميكانيكيات والبناء والتحصين واخترع الثرمومتر ، أي مقياس الحرارة وعدة آلات نافعة للدولة . فلما انتهت المدة جددتها الحكومة مدة ست سنين اخرى وزادت اجرتهُ من ١٨٠ فلورينًا الى ٣٢٠ مكافأة على افضاله ومخترعاتهِ

***

وفي خلال اقامتهِ في پادوى بدأت شهرتهُ تذيع على انهُ من اتباع الفلسفة الكوپرنيكية وكان في محاضراته العامة قبل ذلك ، اي حتى نهاية سنته الاولى فيها ، لم يحاول ان يخرج على النظام البطليموسي . وقد كانت اشارته الاولى الى اتجاههِ الجديد منطوية في رسالة بعث بها الى كپلر عندما اهدى اليه هذا نسخة من كتابهِ «الكون الخفي» فقال : « لقد مضت عليَّ سنوات وأنا من اتباع النظام الكوپرنيكي ، وهو يفسر لي اسباب كثير من الظاهرات الطبيعية التي لا يمكن فهمها بالاستناد الى النظرية المسلم بها . ثم ذكر في رسالتهِ الاسباب التي ثنتهُ عن المجاهرة بها خشية ان يكون مصيري مصير استاذنا كوپرنيكوس ، الذى غدا ، على الرغم مما أصابهُ من الشهرة الخالدة ، هدفاً لسهام السخرية والازدراء »

والواقع ان الجرأة المطلقة لم تعوز غليليو . ولكن تعيينهُ في پادوى كان لمدة ست سنوات

فلم يشأ ان يقطع على نفسهِ بمجاهرتهِ بهذه الآراء ، تجديد انتخابهِ لهذا المنصب . وفي سنة ١٦٩٨ اعيد انتخابهُ وزيد مرتبهُ

ومما لا ريب فيهِ ان ما حدث للفيلسوف برونو في ذلك العهد كان لهُ اثر عظيم في نفسهِ . فقد جهر برونو بقبوله للنظام الكوپرنيكي ، فعد ذلك منهُ خروجًا وهرطقة على الكنيسة فلجأ الى جمهورية البندقية ولكنهُ مع ذلك حوكم سنة ١٥٩٤ وحكم عليهِ والقي في غياهب السجن وبعد ان قضى فيهِ ست سنوات ، وهو يرفض ان يتزحزح ، رأى اولو الامر ان السجن لا يكفي في معاقبتهِ فحكم عليهِ بالموت حرقًا وقد كانت عبارتهُ الاخيرة : « انكم وانتم الحاكمون عليّ ، اشد خوفًا مني ، أنا المحكوم عليهِ . لقد كافحت وهذا كثير . اما النصر ففي ايدي القدر . اما كيف يكون حكم القدر فالمصور المقبلة ان تنكر عليّ ، ايًّا كان المنتصر ، انني لم اخش الموت فآثرت الموت على حياة الجبن »

وقد ترك مصرع برونو اثرًا كبيرًا في أذهان الناس المثقفين الذين كانوا يجرؤون على التفكير ولا بدَّ ان يكون غليليو نفسهُ قد تأثر تأثرًا عظيمًا بهِ . فالتاريخ يحدثنا انهُ كان من أتباع كوپرنيكوس ولكن انقضت عليهِ بضع سنوات قبلما تجرأ على الجهر بآرائهِ في الموضوع

وقد حصر اقواله في البدء في تنديده بما انطوت عليهِ الفلسفة الارسطية من ثبات السموات ولكن في سنة ١٦٠٤ ظهر نجم غريب في السماء ، وقد كان من النجوم التي نطلق عليها الآن اسم النجوم الجديدة Novae فبرهن على انهُ خارج عن فلكنا ، بل قال ، هنا نجم يفوق المشتري اشراقًا ، وقد ظهر في سماء قيل انها ثابتة لا تتغير . هنا نجم حيث لم يكن نجم من قبل ! فأين سماء ارسطوطاليس الثابتة المستقرة التي لا يأتيها التغيير والتحول من خلفها ولا من بين يديها ؟

ومضى غليليو في محاضرتهِ ، يشرح لجمهور من السماع المأخوذين ، هذه الظاهرة العجيبة ومغزاها . فكأنهُ رمى الى خصومهِ بقفازه متحديًا ، فلم يترددوا عن مناجزتهِ ، وأصبحت پادوى مركز النزاع ، فخرج عندئذ عن حذره وأعلن تأييده للنظام الكوپرنيكي فكان خصومهُ في هذا النزاع قوى الكنيسة مؤتلفة ، فلم يقو عليها في زمنهِ ، وكانت النتيجة انهُ مات سجينًا كفيفًا

***

على اننا سبقنا حوادث حياتهِ . ذلك ان القدر ، جاءه حينئذ بأداة النصر . ففي سنة

١٦٠٩ صمم بآلة عجيبة استنبطت في هولندا تكبر الاجسام البعيدة الصغيرة ، وتقربها . فأكب على دراسة القواعد التي بنيت عليها ، وصنع مرقباً بيديهِ فكانت تلك الليلة التاريخية المشهودة في يناير سنة ١٩١٠ التي صدرنا بوصفها هذا الفصل

وما كاد يصنع هذه الآلة العجيبة حتى توالت مكتشفاتهُ الفلكية ، فوجهها الى القمر فرأى فيهِ منخفضات ومرتفعات فحكم بوجود جبال ووهاد وسهول على سطحهِ . ووجهها الى المجرة فرأى فيها من الكواكب ما لا يحصى ، ورأى الثريا اربعين نجما وكشف للمشتري اربعة اقمار تدور حوله ووجد في دورانها حوله دليلا على دوران الارض حول الشمس ، وكان اول من رأى جانبين من حلقات زحل كنقطتين نيرتين فظن زحل نجماً مثلثاً ، وسبق جميع الناس طرًّا الى القول بأن للزهرة اوجيًا كأوجه القمر ، وحكم بأن وجهاً واحداً من وجهي القمر يظهر لنا ، وان الجانب المظلم من سطح القمر وهو هلال حاصل من انعكاس النور عن الارض اليه ، وتبين من ظهور الكلف على الشمس دوران الشمس على محورها ، وراقب انخساف اقمار المشتري

ولكن خصومه الارسطوطاليين مضوا في مقاومتهم لهُ . فمنهم من يقول انهُ لما كانت اقمار المشتري غير ظاهرة للعين المجردة فلا يمكن ان يكون لها اي تأثير في الارض ، وهي اذن لا توجد . ويروى عن خصم آخر من خصومه ، انه حاول ان يدحض آراء غاليليو بالمنطق ولما قيل له هوذا المرقب ، رفض ان ينظر به الى عجائب السموات ، وقال ثالث عن كلف الشمس : لقد جددت في البحث في مؤلفات ارسطوطاليس فلم أجد ذكراً لشيء من هذا القبيل فتأكد اذن انها من خداع الحواس أو من خداع الزجاج

* * *

استفاضت شهرة غاليليو من پادوى وترامت الى ابعد الآفاق . وفي سنة ١٦٠٩ ثبت في منصبهِ بجامعتها وضوعف مرتبهُ ، وقرر له معاش مدى الحياة . وقد ولد له فيها ابن وابنتان . ولكنهُ كان من اصل طوسكانيّ . فالبندقية كانت بمثابة منفىً له عن موطنهِ الاصلي . فكان يحنُّ الى طوسكانا وبيزا ، ولم يقطع صلتهُ بهما . فلما عرض عليهِ دوق طوسكانا الكبير ، كوزيمو الثاني ، ان يعود الى مسقط رأسهِ ، بعد اكتشافه لاقمار المشتري سنة ١٦١٠ قبل ذلك ، فكان لقراره هذا شأن كبير فى ما اترع بهِ كأس شيخوختهِ من الهم والالم

ذلك ان غاليليو كان في فلورنسة كوپرنيكيًا في بلاد معارضة لكوپرنيكوس . وقد كان

الكنيسة سيطرة تامة عليها . فتناولهُ الآراء المخالفة للعقائد المسلّم بها حينئذٍ كان هرطقة ، بل كان لعبًا بالنار. ألم يحرق الفيلسوف «برونو» حيًّا قبل عشر و بضع سنوات ؟ وعلى الضد من ذلك كان غاليليو في البندقية بأمن من معظم ذلك . لان الحرية كانت اطلق عنانًا فيها منها في سائر مقاطعات ايطاليا ، وكان قومها وحكامها الى التساهل اقرب

وقد حنق البندقيون عليهِ عودتهُ الى فلورنسة ، لانهم كانوا قد احاطوهُ بجميع أسباب العناية والرعاية ، فلما فضَّل فلورنسة على البندقية ، ترك البندقية وله فيها أعداء كثرٌ بدلاً من اصدقاء كثر

وفي سنة ١٦١١ زار روما ، فقوبل فيها بحفاوة عظيمة ، وعند عودتهِ الى فلورنسة اتجهت عنايتهُ الى المائيات hydrostatics ونشر رسالة علمية نفيسة في الأجسام الطافية . وكذلك اكتشف « ذيول » زحل المعروفة الآن بحلقاتهِ . وكتب في موضوع تعيين خطوط الطول . وكشف ظاهرة تذبذب القمر ، وكان في خلال ذلك لا ينيَ عن مهاجمة الفلاسفة الارسطيين

على ان خصومه في روما لم ينوا عن مقاومتهِ واعداد العدّة لمهاجمتهِ ، فاستطاعوا في سنة ١٦١٥ ان يستصدروا أمراً بطلبهِ الى روما فجاءها ، وواجه فيها اكبر العلماء الارسطيين ولكنهُ كان ابرع منهم في الجدل ، وارسخ منهم في العلم ، فخرج من الاجتماع ظافراً . الاّ انهُ ما كاد يخرج من حجرة الاجتماع ، حتى زال تأثير شخصيتهِ الساحرة ، وفعل حجتهِ القوية ، فقرَّر مجمع الكرادلة ان يوقفوا الحرم على كتابات كوپرنيكوس وكپلر وندبوا الكردينال بلرميني Bellarmine ان يقرّع غاليليو لتأييد تعاليمها . وقد فعل الكردينال ذلك وفي ٢٦ فبراير سنة ١٦١٦ اذ وجد غاليليو نفسهُ مخيَّراً بين السجن والعذاب من جهةٍ والتوقف عن تعليم آراء هرطقية فاسدة من جهة اخرى ، فسلّم بما لا بدَّ منهُ بُدٌّ فاذن له بالعودة الى فلورنسة

* * *

عاد غاليليو الى فلورنسة وقضى فيها بضع السنوات التالية ، باحثًا منقبًا ، متجنبًا كلَّ ما من شأنهِ إثارة خصومهِ عليهِ وتمكينهم منهُ

ولكن في سنة ١٦٢٣ توفى البابا پولس الخامس وخلفهُ على الكرسي المقدس البابا اربان الثامن ، وكان قبل اعتلائه الكرسي البابوي الكردينال مانيو بار بريني ، ومن اصدق اصدقاء غاليليو ، فجاء انتخابهُ باعثًا من بواعث الاغتباط في نفس غاليليو ، ظنًّا منهُ ان العهد الجديد ، يكون

عهد تساهل . وقد عمد احد اصدقاء غاليليو الى سبر غور البابا في هذا الصدد ، فكانت النتيجة ان ذهب غاليليو الى روما لرفع تهانئه الى مقام البابا ، وعاد من روما وهو يظن ان زيارتهُ لها توّجت بالنجاح ، وعند بلوغهِ فلورنسا وجد رسالة من البابا الى الدوق فرديناند خليفة كوزيمو الثاني يطري فيها غاليليو اطراء عظيماً قاصراً اطراءه على خلق غاليليو وتفوقهِ الادبي ، من دون اية اشارة – فيما رأيناه من هذه الرسالة – الى مباحثه العلمية وآرائه الفلسفية

فظن غاليليو ان التيار قد انقلب ، وانهُ يستطيع الجهر بآرائه ، قولاً وكتابة . فأخطأ في التفريق بين البابا واعوانه اصحاب القول النافذ في المسائل الدينية ، فدفع ثمن هذا الخطأ فادحاً

وكان قد شرع في تأليف كتاب على نمط المحاورة بين ثلاثة رجال أحدهم سالفياتي من اتباع كوپرنيكوس وسمبليشيو من اتباع أرسطوطاليس وثالث يدعى ساغريدو بمثابة مدير المناقشة والحوار . ويدعي بعض الكتّاب ، ان هذه المحاورة جاءت مناقضة للوعد الذي قطعهُ غاليليو سنة ١٦١٦ عند زيارتهِ لروما بان يمتنع عن تعليم النظرية الكوپرنيكية . والواقع انهُ مناقض لروح الوعد الذي قطعهُ ان لم يكن مناقضاً لحرفه

وقد غلّب غاليليو في محاوراته هذه سلفياتي الكوپرنيكي على سمبليشيو الارسطي وقد كان الكتاب آية في قوة الحجة وبلاغة الاسلوب . ولكن خصومه لم يخدعوا بطريقته السقراطية . وكان من العجيب ان صدر الامر بطبع الكتاب على الاطلاق . وظهر في سنة ١٦٣٢ مرفوعاً الى دوق طوسكانا . فأقبل عليه الجمهور أيما اقبال ، فأدرك « امير القصر المقدّس» الذي صدرت رخصة طبع الكتاب باسمه ، انهُ اخطأ ، فأمر بمصادرته ، وادرك غاليليو حينئذ قوة خصومه ، فاستجار بصديقه وحاميه دوق طوسكانا ، فلم تجد الاستجارة شيئاً ، بل ان صديقه القديم البابا اربان الثامن انقلب عليه اذ اقنعه بعضهم ان سمبليشيو في الكتاب لا يمثل الاّ شخص قداسته ، تمثيلاً لا يرفع من مقامه . فاستدعى غاليليو الى روما

كان غاليليو حينئذ شيخاً طاعناً في السن . عليل الجسم ، وكان الطاعون متفشياً في البلاد ، والفصل شتاء ، والجو بارداً ، والسفر من فلورنسا الى روما من اشق الامور عليهِ ، فرجا ان يؤجل سفره قليلاً فرفض رجاؤه . وفي فبراير سنة ١٦٣٣ وصل الى روما فسمح له ان ينزل في ضيافة صديقه نيقوليني ، سفير طوسكانا في روما ، ولكن طلب اليه ان لا يخرج من الدار . وكان في خلال ذلك يحضر جلسات متوالية بديوان التفتيش Inquisition وكان اصحابه يشيرون عليه

بالخضوع. لا ريب ان المعركة النفسية التي دارت في نفسه بين الاعتصام بما يعتقده حقاً ، والخضوع لخصومه ، كانت معركة أليمة . ها هوذا شيخ على حافة القبر ، وها هي ذي صورة برونو يحرق حياً قائمة في ذهنه . ما العمل ؟ لم يكن امامهُ سبيل ، وضعف الجسد من شأنه ان يضعف العزم ، الاّ التسليم والارتداد . فألبس لباس التائبين واتي به امام مجمع الكرادلة ، ليتلقى قرار ديوان التفتيش . فحكموا على مؤلفاته ، ولكن نظراً الى توبته عفوا عن حياته ، ولم يحكموا الا بالسجن ففادر روما وهو اسير ديوان التفتيش ومات وهو اسيرهُ

وقد روي عنهُ انهُ قال وهو خارج من المحاكمة «ومع ذلك فهي تدور» مشيراً الى الارض . ولكن من المتعذر الآن تحقيق كل ما دار في المحاكمة وما قيل فيها . وسبب ذلك في رأي العلامة لنارد Lenard ان الوثائق الخاصة بالمحاكمة لم تُبح للجمهور الاّ بعد انقضاء قرنين ونصف قرن ، وتبدو عليها آثار المحو والابدال مما يحمل على الشك فيها

وفي خلال سجنه وضع غاليليو مؤلفهُ الثاني والاخير ، وجعل عنوانهُ « أحاديث حول علمين جديدين » بسط فيهِ مباحثه فيما يتعلق بنواميس الحركة ، وهو بحث مفصل في السقوط الحر ، والسقوط على سطح مائل ، وحركة المقذوفات والرقاصات ، وغيرها من ظاهرات الحركة . ولكن ديوان التفتيش حظر طبع هذا الكتاب ونشره ، فتم الاتفاق بواسطة احد اصدقاء غاليليو على ان يتولى نشرهُ كتبيٌّ بهولندا

فلما ظهر هذا الكتاب كان غاليليو قد بلغ الرابعة والسبعين من العمر ، وكان قبلها بسنة قد اصيب بداء كفَّ بصرهُ فتوسل بعض اصدقائه الى البابا ان يبدل سجنه حيث يتعذر العناية بصحته بداره في فلورنسة فرفض طلبهم . واخيراً بعث ديوان التفتيش بطبيب لفحصه فوجده اعمى لا يرجى لهُ إبصار ، واقرب الى الموت منهُ الى الحياة . فسمح لهُ ان يسافر الى فلورنسة للمعالجة على ان لا يغادر الدار وان يمتنع عن الكلام في نظرية حركة الارض . ولكنه عاد الى مقر سجنه في ارتشرتي حيث توفي في ٨ يناير سنة ١٦٤٢ ، ولم يبنَ لهُ مدفن يليق بمقامه الاّ بعد انقضاء تسعين سنة على وفاته

نيوتن

اذا تريثنا قليلاً للتأمل في حالة العلم في القرن السابع عشر ، ثبت لنا انها تختلف اختلافاً كبيراً عن حالتهِ في القرن السابق او القرنين السابقين . والحقيقة البارزة في هذا الاختلاف ، هي ان كوپرنيكوس وكپلر وغليليو وغابرت ومن جرى مجراهم من اعلام العلماء والفلاسفة كانوا قد هدموا مكانة ارسطوطاليس ، كمرجع اصيل في قضايا العلم . كان النزاع بين الطريقة الجديدة والطريقة القديمة نزاعاً عنيفاً ، لانهُ كان نزاعاً بين العقل والهوى ، ومع ان قوى الهوى كانت عظيمة ، غلبتها قوى المنطق على امرها وفازت بتاج الظفر

وليس ثمة شكٌّ في اتساع عناية الناس بالمباحث العلمية وارتقائها في ذلك العهد . وقد كان الباعث على الجانب الاكبر من هذه العناية ، كتابات فرنسيس باكون Francis Bacon (١٥٦١ — ١٦٢٦) في انكلترا ، ورنيه ديكارت René Descartes (١٥٩٦ — ١٦٥٠) في فرنسا وهولندا . وقد ثار جدل عقيم حول مقام باكون كزعيم من زعماء الفكر العلمي . والحقيقة انهُ لم يكن عالماً ، ولكنهُ كتب في الاسلوب العلمي في مؤلفهِ الكبير Novum Organum ووضع قواعد حسبها اصولاً يجب ان تراعى في كل بحث علمي . ونحن اذا نظرنا في كتاباتهِ الآن ، فالراجح اننا لا نجدها ذات قيمة خاصةٍ . ولكن فائدتها العظمى نشأت عن كثرة تداولها في عصرها . ولذلك يصح ان نقول ان باكون استرعى بكتاباتهِ عناية الجمهور بالعلم والبحث العلمي . وكذلك مهَّد الطريق الوعر الذي كان يتعين سلوكه على الباحث

اما ديكارت فقد كان كتابهُ Discourse on Method من حوافز البحث العلمي في البر الاوربي ، وآيته فيه ان القول لا يُلتفت فيه الى من قال ، وانَّ صحتهُ لا يمكن ان تثبت باسنادهِ الى إمام من الائمة ايًّا كان

ومما امتاز به هذا العصر انشاء جمعيات علمية في مختلف الحواضر الاوربية . غايتها ان تضمّ رجال البحث العلمي والفلسفي ، للمباحثة والمناقشة حثًّا للهمم وشحذاً للاذهان فتألفت في ايطاليا سنة ١٨٠٣ الجمعية اللينوسية (Linnean نسبة إلى لينيوس العالم النباتي) برعاية المركيز فردريجو شيزي وكان غاليلو عضواً فيها ثم انحطّت فحلّت محلّها الجمعية المشهورة باسم مدرسة الطبيعيين الفلورنسيين (نسبة إلى فلورنسة) في سنة ١٦٥٧ ومن أشهر أعضائها توريشلّي صاحب التجارب المشهورة في ضغط الهواء . وفي فرنسا انشئت أكادمية العلوم الملكية سنة ١٦٦٦ في عهد الملك لويس الرابع عشر . وتألفت جماعة في اكسفرد سنة ١٦٤٥ تحوّلت في عهد الملك تشارلز الثاني سنة ١٦٦٣ الى معهد ملكي يعرف باسم الجمعية الملكية لتقدم العلوم واسمهُ المتداول الآن الجمعية الملكية فقط . ومما يتصل بانشاء هذه الهيئات العلمية تأسيس مرصد باريس القومي سنة ١٦٦٧ ومرصد غرينتش سنة ١٦٧٥

أما وهذه هي الأحوال المؤاتية للعلم والبحث ، فلا عجب أن يتصف النصف الثاني من القرن السابع عشر بنشاط عجيب في البحث العلمي ، و بتقدم أعجب في الرياضة والطبيعة ، و بطائفة ممتازة من أكبر العلماء والفلاسفة الطبيعيين أمثال بويل Boyle وهوك Hooke وهالي Halley في انكلترا . وليبنتز Leibnitz وهوجنس Huygheus وتوريشلي Torricelli و باسكال Pascal في المانيا وهولندا وايطاليا وفرنسا . ولكن نيوتن كان بين معاصريهِ ، كالجبل الشامخ ، كان جباراً بين جبابرة ، كان عالمًا لا يدانيه عالم آخر في تنوُّع مباحثه وجملة ما أضافهُ من الحقائق والقواعد الأساسية الى علوم الطبيعة . كان حقًّا أميراً لفلاسفة الطبيعيين بلا منازع

وقد اعترف له أعلام العصور التالية بهذا المقام الممتاز من ليبنتز ندّه في الرياضة الى اينشتين ندّه في الطبيعة . فقال فيه فولتير : لو اجتمع جميع نوابغ العالم لكان نيوتن في مقدمتهم . وقال لابلاس : ان لكتاب المبادىء Principia الذي وضعهُ نيوتن مقامًا فوق كل ما أنتجهُ العقل البشري . وقال لاجرانج ما قاله لابلاس . وقال الفيلسوف ليبنتز وقد كان ندّ نيوتن في استنباط حساب التمام والتفاضل لما سألتهُ ملكة بروسيا عن رأيهِ فيهِ : « لو جمعتِ كل ما كشفهُ علماء الرياضيات منذ فجر التاريخ الى الآن لوجدتِ أن ما كشفهُ نيوتن هو النصف الأهم » . وقال برنوبي الرياضي السويسري لما رأى حلاًّ غفلاً من الامضاء لمسألة رياضية عويصة كان قد اقترحها وقضى ليبنتز ستة أشهر فلم يفلح في حلّها : « ان نيوتن صاحب هذا الحلّ . عرفتهُ

كما يعرف الأسد ببراثنه » . وقال بلايفير : « لقد أضاف نيوتن الى مستنبطاته البديعة في الرياضة المحضة أهم المكتشفات الطبيعية . مرّت علوم الهيئة والبصريات والميكانيكا في يديهِ فخرجت منها وقد لبست من حلل التجدّد والحياة أثوابًا قشيبة . ليس ثمة رجل رقى المعارف في عصره كما رقّاها نيوتن . انهُ لم يكتف بكشف حقائق جديدة ونشرها بل علّم الناس اسلوبًا جديداً للبحث عنها » . وقال جينز : « انه أعظم رجال العلم على الاطلاق » . وقال اينشتين : « كلُّ ما تمَّ في علم الطبيعيات النظري بعده لم يكن سوى نموّ طبيعيّ لآرائهِ » . ومع ذلك أثر عن هذا العالم العظيم قولهُ انهُ كان يرى نفسهُ « طفلاً واقفًا على الشاطئ يكشف من حين إلى آخر صدفة براقة أو حجراً صقيلاً وامامه بحر المعرفة الزاخر لا يزال مجهولاً »

* * *

ولد في عيد الميلاد سنة ١٦٤٢ وهي السنة التي توفي فيها غاليليو ، ومسقط رأسهُ بيت حقير بولثروب وهي دسكرة من دساكر لنكشير ببلاد الانكليز . ومات لعشر بقين من شهر مارس سنة ١٧٢٧ . ولد قبل أوانه كالفيلسوف كپلر وكان صغير الجسم ضعيف البنية حتى لم يرجوا له الحياة . واختلفوا في أصله فنقل قوم عنهُ انه من نسل السر جون نيوتن من وستبي بلنكشير ونقل آخرون انه اسكوتسي الأصل . ومات أبوه قبل ولادته بثلاثة أشهر فتزوجت امهُ ثانية وهو على ثلاث سنين من العمر . ولم تنفك عن الاهتمام بهِ والقيام بتربيته وكانت ترسله إلى المدارس البسيطة ليتعلم مبادىء المعارف ولما صار ابن اثنتي عشرة سنة نقلته إلى مدرسة أعلى بمدينة جرانتهام وهي أقرب مدينة الى ضيعتهم فظهر منهُ فيها ما دل على سمو فكره وتوقد ذهنهِ وقوة ميله الى الاكتشاف والاختراع وتقليد المصنوعات . قيل انه كان لا يلتذ بمعاشرة رفقائه التلامذة وملاعبتهم بل كان ينفرد عنهم ويلهو بالملاعب الميكانيكية وتقليد ما يراهُ من الأعمال فاصطنع بيده منشاراً وقدّوماً ومطرقة وسائر أدوات الصناعة بحجم يناسب سنهُ وكان يستعملها بحذق غريب وفطنة عجيبة وصنع بها ساعات يديرها الماء على غاية الضبط والاتقان واتفق انهم أقاموا في المدينة مطحنة هوائية غريبة الاختراع فعلقها وما زال عاكفاً على البحث عن سرّها حتى كشفهُ وجعل يتردد على الفعلة يتبينها ثم يذهب إلى مكانهِ ويصنع ما يجد له فيها حتى صنع مطحنة صغيرة مثلها يديرها الهواء فتطحن وزاد عليها انه وضع فيها فاراً بمقام الطحان يدير الطحين ويأكله

وعرض له في أعماله أمر يحتاج إلى الرسم فأخذ يرسم من ساعته حتى أتقن الرسم وكان لا يترك مكانًا طالته يده إلا رسم عليه فكنت ترى جدران غرفته مغطاة بالرسوم منها صور ناس وصور حيوانات وطيور ومراكب بعضها منقول عن الطبيعة و بعضها عن صور أخرى

وكان حسن النظم . فشُغل بهذه الملاهي عن درسه وكاد يتأخر عن فريقه لو لم يتخاصم مع التلميذ الذي فوقه فعيره فلعبت به الحمية وأنف من العار وحث مطايا فكره في ميادين درسه حتى أحرز قصب السبق على أترابه أجمعين . وكان يؤخذ بمراقبة الأجرام السماوية من صغره بعد أن راقبها زمانًا غرس دبابيس وقضبانًا في جدران البيوت المجاورة ليستدل منها على الوقت وهي تعرف عندهم بمزولة اسحق (والمزولة هي الساعة الشمسية) وصنع في بيته مزولتين احداهما لا تزال على خارج الحائط والاخرى قدمت هدية الى الجمعية الملكية سنة ١٨٤٤ . ولما مات زوج امه عنها رجعت به سنة ١٦٥٦ الى ولسثروب مسقط رأسه . وكانت تقصد من تعليمه ان يطلع على مبادىء العلم لا ان يبرع فيها كأنه لم يخطرها ببال انه سيكون فريد عصره ونابغة دهره فسلمته اراضي ابيه ليديرها حاذيًا حذوه . وكان حب العلم قد أخذ منه كل مأخذ واشتد به الميل الى الاختراع والاكتشاف ولم يكن له ميل الى حراثة الاراضي والزراعة فلم يحسن العمل في أراضيه وكان دون سائر الناس اقتدارًا على ذلك مع كل فطنته وسموّ فكره

وكانت ترسله في بعض السبوت الى مدينة جرانتهام ليبيع غلة اراضيه و يبتاع لوازم البيت وتصحبه لصغر سنه بشيخ خادم عندهم . فكان اذا وصل جرانتهام يسلم قضاء اشغاله الى الشيخ و يأوي الى بيت صيدليّ يسمى كلارك حيث كان نازلا ايام دراسته فيشرع يقرأ في الكتب التي يجدها هناك حتى يعود الشيخ اليه فيرجعا معًا . وكان احيانًا لا يصل الى المدينة بل يتخلف عنه في الطريق و يطالب مكانًا يقرأ فيه حتى يرجع فيرجعا . وكان لا تسنح له الفرصة الاّ انفرد تحت شجرة او غاب يطالع او يعمل في الخشب ما يقع تحت نظره في مجرى اشغاله . ومرّ به خاله ذات يوم وقد انعم النظر في كتاب امامه فتطلع في الكتاب فاذا به قضية رياضية يحلها فأعجبه ما رأى فيه من الذكاء والغرام بالمعارف وما زال بأمه حتى ارجعته الى مدرسة جرانتهام فبقي فيها الى ان بلغ سن الثماني عشرة

وفي سنة ١٦٦٠ دخل مدرسة ترنيتي الكلية من جامعة كمبردج وبرع فيها وصار له قيمة ومكانة في اعين اساتيذ الرياضيات هناك واشتغل اولا بدرس الهندسة في كتب اقليدس .

قيل وكان اذا اطلع على حد القضية ادركها كانها اولية لا تحتاج عنـده الى برهان فلم يقف لاستكمال برهانها . وندم على ذلك لما كبر وكان يود لو اطلع عليها وتروى في اتساقها وسرد براهينها وذلك دأب كل عالم اذا لم يحرز علمه بالتروية والتأني . وفي شتاء سنة ١٦٦٤ او قبله اكتشف الطريقة المختصرة لترقية الكميات الثنائية المشهورة في علم الجبر والمقابلة . وبعد ذلك اي في سنة ١٦٦٥ انهى دروسه وتقلد رتبة بكلوريوس في العلوم والراجح انه وضع حينئذ فن السيالة (fluxions) ولكن لم يشهره اتضاعاً ومحافظة على السلام لانه اعترض له نظراء وحساد كثيرون . وحينئذ اكتشف ان النور مركب من سبعة الوان قوس قزح بادخال شعاعة من النور في منشور من البلور واعمل فكرته في نوعي النظارة الكاسرة والعاكسة . وفي سنة ١٦٦٦ تفشّى الوباء فرجع الى ضيعته وهناك خطر له اول خاطر باكتشاف أسمى النواميس الطبيعية اي نواميس الجاذبية العامة التي بها تثبت الكواكب في باطن السماء وترتبط بعضها ببعض

قال بيرتون احد معاصريه ، وبينما نيوتن جالس ذات يوم تحت شجرة من التفاح يتأمل سقطت تفاحة امامه فقال في بالهِ ، ما الذي اسقط هذه التفاحة سقوطاً متسارعاً الى الارض ، وما هي القوة التي لا نراها تختلف شيئاً مهما ارتفعنا عن سطح الارض فاذا رمينا الحجر من رأس أرفع الابراج او عن قمة أعلى الجبال هوى الى الارض متسارعاً . الا ان هذه القوة تمتد ايضاً الى القمر وسائر الكواكب كما تمتد الى أعالي الجبال وبها يدور القمر حول الارض والاّ لسار في خط مستقيم كسائر المرميات لو انقطعت عنهـا جاذبية الارض . ثم اخذ في الحساب لتحقيق ما خطر لهُ فأخطأ جاعلا طول الدرجة من الهاجرة ستين ميلا والصواب ان تكون ٦٩ ½ ميل فظن ان لدوران القمر حول الارض اسباباً أخرى وترك القضية

ولما انتهى الوباء عاد الى جامعة كمبردج معاوناً لاستاذ المدركين وكان ذلك سنة ١٦٦٧ ثم صار معاوناً لاستاذ المنتهين سنة ١٦٦٨ وتقلد رتبة معلم في العلوم في شهر يونيو منهـا واكمل نظارته العاكسة وكانت تكبر الاشباح اربعين مرة وهو اول من صنع النظارة العاكسة وصنع اخرى غيرها في ١٦٧١ أخذها الملك ولا تزال الى اليوم في الجمعية الملكية . ثم عكف على درس الكيمياء والظاهر انه كان يعتقد اعتقاد القدماء فيها وصار استاذاً للرياضيات سنة ١٦٦٩ وهو ابن سبع وعشرين سنة . وانتخب عضواً في الجمعيـة الملكية ١٦٧٢ ثم استعفى في السنة التالية ولعله كان يشكو الفاقة حينئذ فان الجمعية أعفتهُ مع نفر آخرين من دفع المرتب وهو ستة قروش

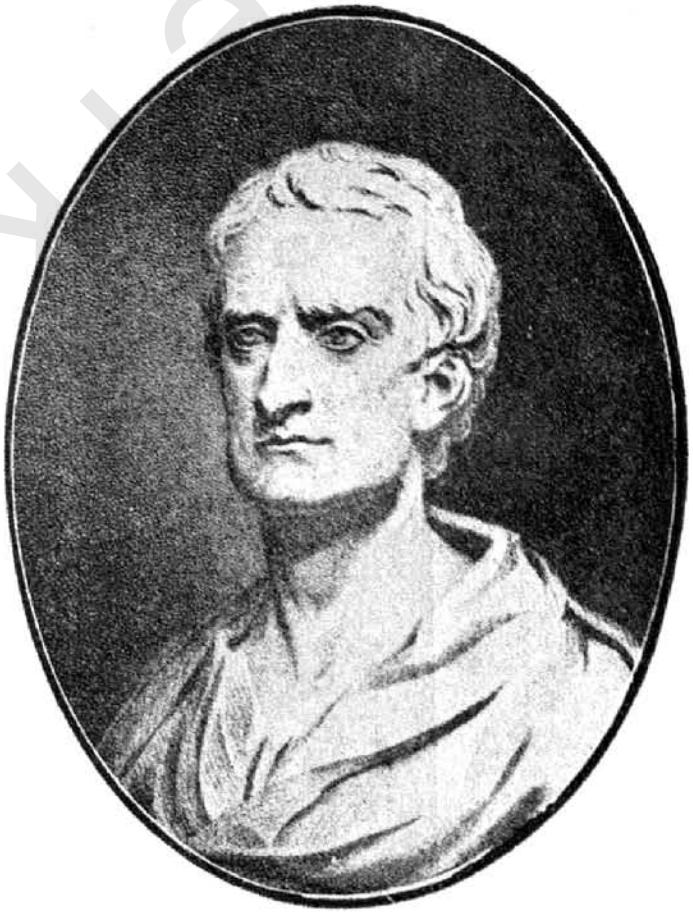
في الاسبوع . ووجه فكرته الى تربية الاشجار المثمرة في سنة ١٦٧٦ وعاد الى مسألة الجاذبية العامة في ١٦٧٩ وكان تركها سبع عشرة سنة منذ خطرت على باله في ضيعته . وبنى حسابه على قياس الدرجة الصحيح من الاميال بحسب ما قررتهُ لجنة قاستها حينئذ فوجده صحيحاً فجعله اساساً وانبأ بناء عليه بتسطيح الارض من قطبيها وحسب مقدار تسطيحها . وانبأ ايضاً بتغيير ثقل الاجسام على سطح الارض باختلاف العرض وعلل مبادرة الاعتدالين والمد والجزر وقال بمعرفة حجم السيارات من معرفة جذبها بعضها لبعض ومعرفة جاذبيتهـا من اضطراب حركاتها وعلّل معادلة الاختلاف والمعادلة السنوية للقمر وتقدُّم نقطة الرأس وانتقال العقدتين وقد برهن ذلك كلهُ الفلاسفة العظام الذين قاموا بعده . واعلن مكتشفاته هذه للجمعية الملكية في ١٦٨٥ وابتدأ في ابريل منها يؤلف كتابه الشهير المعروف بكتاب المبادىء . قالوا صنفهُ في سنة ونصف سنة . وكان يناقض اقوال الفلاسفة الشائعة حينئذٍ فانبرى له منهم كثيرون وتواردت عليـه المجادلات من كل جهة باوربا

قال فولتير : ولم يكن لنيوتن اكثر من عشرين تابعاً يوم موته مع ان كتابهُ كان له اربعون سنة في العالم . وذلك لسمو مباحثه وطموّ سيل معانيه فلم يقدر حتى فحول فلاسفة ذلك الزمان على فهمه الاّ بعد الجهد وانعام النظر . غير انه لم يقم لنيوتن مقاوم الاّ اذعن اخيراً واقرّ بفضله وغزارة علمه واما حساده فكانوا يشتعلون بنيران حسدهم وانكفأوا خاسرين وجلبوا على انفسهم المذمة والملامة

وفي ابتداء ١٦٩٢ الّمت به نائبة اعدمتهُ الصحة وقال بعضهم انها اورثت عقلهُ خللاً . ذلك انه كان قد صرف زماناً طويلا وقاسى اتعاباً كثيرة في تصنيف كتاب يحوي تجاربهُ الكيميائية والفلسفية وغيرها وكان قد قارب الكمال فعرضت لهُ حاجة مساء يوم وهو في مكتبهِ فخرج تاركاً هناك شمعة مشتعلة بجانب كتابهِ . وكان لهُ كلب صغير يسمّى ديامند وكان حينئذٍ في المكتب فلما أغلق نيوتن الباب اغلقهُ عليهِ سهواً فاتفق انهُ رمى شمعة بين الاوراق فاحرقت كل ذلك الكتاب الثمين . ورجع نيوتن فاذا الكتاب قد احترق ولم يبقَ منهُ الاّ الرماد . قيل فالتفت الى الكلب وقال لهُ يا ديامند يا ديامند انك لا تعلم الشرّ الذي عملت . وكذب بروستر ذلك . وقال تلميذ ممن كان حينئذٍ في المدرسة « وكنا جميعاً نتوقع الجنون لنيوتن فانهُ بقي شهراً كانهُ غير ما هو » . وفي ١٦٩٥ أقيم رقيباً على معمل المسكوكات ثم معلماً فيهِ بعد ذلك باربع سنين

صورة زيتية

اسحق نيوتن



تمثال نصفي

ولیم هرشل

فأفاد كثيراً بمعارفه الكيميائية . وانتخب عضواً مراسلاً لأكادمية العلوم بباريس وانتخب رئيساً للجمعية الملكية بلندن ١٧٠٣ وبقي في الرآسة باقي ايامه وتقلد رتبة فارس بانعام من حنة ملكة الانكليز في ١٧٠٥ وكتب نبذة في السنين المستعملة عند القدماء وتقريراً في المسكوكات وكتاباً في ملخص تاريخ القرون اتمه بطلب امرأة ولي العهد لمطالعتها الشخصية وكانت من افضل جنسها واعلمهن فاستحوذ عليه بعضهم وطبعه في باريس على غير علمه وارادته فحملهُ ذلك على تأليف كتاب اتمّ واوسع مات ولم يكمله

ولهُ رسائل في الحساب والجبر والمقابلة كان يقدمها وهو استاذ وطبعت ايضاً بغير رضى منهُ على ما قيل فكملها و بيضها وطبعها ثانية وكلنا الطبعتين باللاتينية وقد ترجمتا الى الانكليزية . وكان لاهوتيًّا فاضلاً طويل الباع في المعارف الدينيـــة كتب فيها كتبًا وشروحًا وتفاسير وكتب أيضًا في وجوب الاعتقاد بوجود الله ضد الكفرة . ولهُ كتابات في الكيمياء ايضًا ورسائل وتعليقات شتى في فنون متعدّدة عدا تصانيفه التي تجلُّ قدراً عما سواها في الفلسفة الطبيعية وعلم الهيئة والعلوم الرياضية السامية لما فيها من الاكتشاف الباهر والعلم الزاخر

وقضى نيوتن ثمانين سنة من عمره معتدل المزاج صحيح البدن سليم العقل ثم تناوشتهُ العلل واشتدَّ عليه ألم المثانة فمات بحصاة فيها . واعتراه قبل موته سعال شديد والتهاب في الرئة فخرج من لندن الى كنسنجتن فلاءمه الهواء فيها . وسنة ١٧٢٧ اتى يحضر اجتماع الجمعية الملكية في لندن فعاودهُ الالم عنيفًا متناوبًا وكان اذا جاءته النوبة سال عَرقه قطرات كبيرة من الألم . وكان يلقى ذلك بالصبر الجميل ولم يتحوّل عن بشاشته وحسن اخلاقه ولم يبدُ منهُ ضجر ولم يتشكَّ بكلمة . توفي ولهُ من العمر خمس وثمانون سنة ودفن في كنيسة وستمنستر مدفن العلماء والاشراف . وجرى له عند دفنه احتفال عظيم وحمله ستة من اكابر اشراف المملكة والدولة وتحسر عليه عالم المعارف ونصب لهُ ذووه تمثالاً نقشوا عليه باللاتينية ما ترجمته :

هنا يرقد السر اسحق نيوتن ، الفارس ، الذي تمكن
بقوة عقل تكاد تكون فوق الطبيعة ، من اثبات
حركة السيارات واشكالها ، ومسارات المذنبات ، وأسرار
المد والجزر ، لقد بحث جاهداً في معرفة انكسار اشعة
النور وخواص الألوان التي تنشأ منه . كان مفسراً بارعًا

حكيما امينًا للطبيعة والتاريخ وآيات الكتاب ، اكّد في
فلسفته جلال الله وكشف في سلوكه عن بساطة الانجيل ،
فليفتخر الاحياء انه قام في العالم انسان كان فخرًا عظيماً
للجنس البشري ، ولد في ٢٥ دسمبر سنة ١٦٤٢ وتوفي
في ٢٠ مارس سنة ١٧٢٧

* * *

الاّ ان الباحث لا يكتفي بما تقدم من مآثر نيوتن في الرياضة والطبيعة والفلك . بل هو يجب أن يعلم ما مقام نيوتن ومباحثه في العصر الحديث وخاصة بعد المباحث الجديدة التي قيل فيها انها ثلمت عرش نيوتن ، او على الاقل أنزلته عن عرشه ؟

طبّق نيوتن نواميس الحركة على كل جسم في الكون المادي،من ذرات الارض وجزيئاتها الى سيارات النظام الشمسي وتوابعها ، الى النجوم على تعددها واختلافها . فقد فسر لاول مرة في التاريخ ، بنواميس ميكانيكية بسيطة ، ظاهرات فلكية وطبيعية مختلفة ، كانت اشبه بالألغاز قبله . فسّر بهذه النواميس ، مبادرة الاعتدالين ، وحدوث المد والجزر ، وانتقال الصوت ، كما فسر حركة السيارات والقمر تفسيراً مفصلاً ، بل انه سلك المذنبات في النظام الشمسي ، وكانت تحسب من قبل زوّاراً غرباء عنهُ

ثم انهُ بيّن كيف نستطيع ان نعين كتلة جسم من الاجسام ، كائنًا بُعدهُ عنا ما كان ، ولو كانت تدور حولهُ الاقمار والتوابع ، وأيّد بناموس الجاذبية الذي استخرجهُ ، مستنتجات كبلر الخاصة بحركة السيارات ، وتنبأ بشكل الارض بانيًا على طول يومها ، وعرف تسطحها عند القطبين وحسب مقدارهُ ، وأثر ذلك في حركتها الناشئة عن جذب الشمس والقمر لجسم كروي مسطح عند القطبين منتفخ قليلاً عند خط الاستواء

ان طرائق التفكير التي استخدمها في الوصول الى هذه النتائج الباهرة ، تكاد تكون باعتراف معاصريهِ ، فوق طاقة العقل البشري ، وقد استنبط لذلك اسلوبًا رياضيًّا عجيبًا ، هو حساب التمام والتفاضل ، ولكنهُ أفرغ نتائجه في كتاب المبادىء ، في قوالب قضايا هندسية جريًا على عادة ذلك العصر

لم يكتف بدراسة حركة السيارات والقمر ، بل شرع في درس ما يطرأ عليها من

الاضطراب ، فطبّق ناموس « مكفوء المربع » ثم بين ان كلّ خروج عليه يحدث اضطراباً معيّناً ، و بعد ذلك اثبت ان الكرة المتجانسة ، تفعل في الاجسام خارجها كأن كتلتها مجتمعة في المركز . ولما كانت الأجرام ليست كرات تامة ، فهي تخرج على ناموس « مكفوء المربّع » فتنشأ عن ذلك اضطرابات تحير العقل لولا معرفة أسبابها ونتائجها

والواقع ان كتاب المبادىء حافل بالمكتشفات العلمية الخطيرة ، و يقول السر اولفر لدج انهُ لا يغالي إذا قال ، أنهُ ليس في تاريخ الفكر الانساني ، كتاب آخر يساويه في قوة الابتكار

وقد عني نيوتن على ما مرّ بنا بالظاهرات البصرية ، ووضع نظرية لتفسير اللون ، وحل النور بمنشور ، فوضع بذلك أساس ما يعرف في عصرنا « بالحل الطيفي » . وقد عنى كذلك بدراسة ظاهرات بصرية أخرى ، كتعارض الضوء ، جامعاً في دراسته بين النظر والتجربة . وقد نشأ عن دراسته ظاهرة الحواشي الملونة التي تظهر عند اختراق النور للزجاج ، عنايته بصنع المرقب العاكس تحاشياً لما قد يطرأ على الرصد من خلل ، سببه مرور ضوء النجوم في العدسات . فكان بذلك أول من صنع المرقب العاكس في التاريخ ، وأعظم مراقب العالم مبنية الآن على هذه القاعدة ، ولا يزال أول مرقب عاكس محفوظاً عند الجمعية الملكية بلندن وقد صنعه نيوتن بيديه

أما طبيعة الضوء فكان محيّر الرأي فيها . فبعض الحقائق كانت تحدوه إلى القول بأن الضوء أمواج ، و بعض آخر كان يحدوه الى القول بأنهُ دقائق ، وقد كان إلى هذا أميل . ومن عجيب الأمر أن هذه الحيرة لا تزال ملازمة للعلم في نظره إلى الضوء . ثم تعاقب على علم البصريات طائفة من العلماء أثبتوا انه أمواج مستعرضة ، ولكن الاتجاه في العهد الأخير ، إلى احياء القول بأن الضوء دقائق ، وان هذه الدقائق تسير سيراً موجباً أو رتيباً منسقاً . فالرأي الحديث يكاد يكون عوداً إلى قول نيوتن المحيّر بين الأمواج والذرّات

وكان نيوتن طبعاً يجهل ظاهرة الكهربائية . ولكن السر جوزف طمسن مكتشف الكهرب ، طبق نواميس نيوتن ، على الدقائق الكهربائية المعروفة باسم كهارب ، وهي متطايرة في فراغ أنبوب مفرغ ، فاستخرج بتطبيقها كتلة هذه الدقائق وسرعتها . مثبتاً ان الفلسفة النيوتونية مسيطرة كل السيطرة على الكون المادي

فكيف شاع الميل في القرن العشرين إلى إحلال فلسفة غير نيوتونية محلها ؟ يقول السر أولفر لدج ، ان الأساليب الجديدة لم تجىء لتهدم فلسفة نيوتن بل لتكملها

فقد كان في فلسفة نيوتن فجوات . ذلك ان الدقائق التي بنى عليها جميع فلسفته الطبيعية كانت تفعل بعضها ببعض عن بعد . أي انه كان بينها تجاذب ، لم يمكن تفسيرهُ وتعليله

ولكن نيوتن نفسه لم يكن راضياً عن القول « بالتفاعل عن بعد » . كان يعلم ان التفاحة تقع الى الأرض والمذنب ينجذب نحو الشمس ، بقوة ما ، ولكنه لم يفهم كيف تفعل هذه القوة بالتفاحة الساقطة أو المذنّب المنجذب . وكان نيوتن عاجزاً عن أن يتصوّر فعل جسم بآخر عن بعد ، من دون وسط أو وسيط بينهما . ولكنه كان يجهل طبيعة هذا الوسط ولذلك كان شديد الحذر في الاشارة اليه ، بل بالحري ، لم يجعل له مقاماً ما في نظامه الكوني

فقد كفاه حينئذٍ انه استخرج نواميس الحركة والقصور الذاتي inertia

أما الأساليب الجديدة التي استحدثت في هذا القرن ، فتعنى عناية خاصة بما يحدث في الفضاء المجاور لدقيقة من الدقائق المادية سواء أكهرباً كانت أم شمساً كبيرة . ففي الفلسفة الطبيعية الجديدة ، لا يفرض أن دقيقةً ما تجذب دقيقة أخرى مفصولة عنها . بل يفرض أن الدقيقة المادية تتأثر بشيء أو بصفة خاصة في الفضاء الملاصق لها ، فتسير في أهون سبيل تقتضيه هذه الصفة . فالكرة الصغيرة اذا وضعت في طرف أرض مقعرة سارت بطبيعة تقعير الأرض إلى أوطأ نقطة فيها . ودقائق الماء في الجدول تُدفَع وتوجّه في سبيلها بالضغط عليها من جميع جوانبها

أما ما هو الوسط الذي يدفع الشموس والسيارات ، إلى المضيّ في ما يبدو لنا فضاء فراغاً فلا نعلم . ولكن جميع الباحثين يسلّمون ، بأنه فضاء متصف بصفات طبيعية ، وان هذا الفضا المتصف بهذه الصفات ، أو هذا الاثير ، إذا كنت ممن يعنى بالاسماء ، يتأثر في جوار الكتل المادية الكبيرة – الشموس – تأثراً يحدث نوعاً من التجميد أو التغضن في الفضاء ، كما تتجعّد الورقة عند ضغطها قليلاً فتسير الأجرام في مسارات يقتضيها هذا التحوّل في شكل الفضاء كما تسير الكرات الصغيرة في غضون ورقة مجعّدة .

ولو كان نيوتن حياً لسلّم بكل هذا ، ولكنه لم يستطع في عصره ، أن يخرج نظرية تفسّر التأثير المتبادل بين جسمين متفاعلين عن بعد ، فترك المشكلة للأجيال التي تليه ، وها هو علماء القرن العشرين ، يوجهون العناية اليها ويجرون في حلبتها شوطاً مع أن هذا الشوط لا يزال محصوراً في المعادلات الرياضية في الغالب

والميل الغالب بين طائفة كبيرة من العلماء الآن هو إلى إثبات موافقة الأساليب الجديدة

فلسفة نيوتن ، موافقة تبدو الآن أعظم مما كانت تبدو من نحو عقدين من السنين . ويقول السر اولفر لدج ، انهُ لا يرتاب في أن نيوتن نفسهُ كان يرحب بهذه الاضافات الجديدة إلى نظامهِ الكوني ، وتحقيقها البديع بالتجربة . فقد كان غير راض عن القول بالتفاعل عن بعد ولكن العلم والرياضة لم يبلغا في عصرهِ مبلغًا يمكنه أو يمكن غيره من معالجة الموضوع

فثمة حقائق لم تكن معروفة في عهده . فقد كان مثلاً لا يعرف سرّ قصور الجسم الذاتي فذهب إلى انهُ كمية ثابتة . ولكننا نعلم الآن أن المادة مبنية بناءً كهربائياً ، وأن كتلتها وقصورها يفسّران بالجذب الكهربائي للدقائق المادية أو الكهربائية الصغيرة ، أي الكهرب وما اليهِ . فاذا سلمنا بهذا ، نجم عنه أن قصور المادة ليس كمية ثابتة ، بل تميل الى الزيادة ، بزيادة سرعتها . والرأي السائد الآن أن هناك سرعة واحدة في الكون لا يمكن أن تتعداها سرعة الدقائق المادية ، وهي سرعة الضوء . فالكمية الثابتة الوحيدة في الكون بحسب الرأي الحديث هي سرعة الضوء . وقد كان نيوتن يجهل هذه الحقيقة . واذاً فالنتائج التي تسفر عنها لا بدَّ أن يكون لها أكبر الأثر في تطور الفلسفة الكونية . والراجح أن تقدم العلم في هذه الناحية يثبت أن كل جديد فيها ، ليس إلا امتداداً لفلسفة نيوتن مضافاً اليها نواميس الكهربائية والمغناطيسية التي كشفها مكسول . والى ذلك أشار اينشتين سنة ١٩٢٧ عند الاحتفال بانقضاء مائتي سنة على وفاة نيوتن عندما قال : « كل ما تمَّ في علم الطبيعيات النظري بعده لم يكن سوى نموّ طبيعي لآرائه »

* * *

جميع هذه الحقائق الجديدة ، كانت جانباً من بحر المعرفة المجهول الذي أشار اليه نيوتن في عبارته المشهورة المأثورة عنه . فقد كان هو عارفاً بمدى جهله ، ولم يظن في يوم من الأيام أن النواميس التي استخرجها ، والأساليب التي استعملها ، كافية لحل جميع القضايا الخاصة بالكون المادي ، دع عنك العقليّ والروحي . فليس من بواعث العجب أن تحتاج أساليبه إلى سدّ ما فيها من النقص ، وهذا العصر ، المتسم بسمة التقدم والتحوُّل ، كفيل بذلك ، بفضل الروّاد ، الذين يحدوهم حبُّ الحقيقة الى اقتحام اللجج في بحر الحقيقة الزاخر

هرشل

لا تكمل سيطرة الانسان على الأرض إلاّ إذا راد ببصره ، وغزا بسلمه ، رحاب الفضاء . وروعةُ العلم إنما هي في غزواته . يتسلح الانسان بحواسه الخمس ويرود بها الكون . ولكن ريادة الحواس تقتصر على الظاهر من سطح الأرض وما عليه ، والقريب الكبير من أجرام السماء . لذلك يقتنع في ريادة أقاصي الفضاء بدرس أشعة النور وحلها وتحليل ما تحمله من الرسائل في طيات أمواجها.

جرى الانسان على هذه الطريقة فعرف أن الشمس انما هي أحد الكواكب التي لاعداد لها منثورة في النظام النجمي المعروف بالمجرة . ومن مقره في هذا النظام تطلع الى ماهو خارجه من عوالم ومن أسرار . على أن أدوات الارتياد ، من مراقب ومطايف ومصورات ، لم تبلغ قبل العصر الأخير من الدقة والاتقان مرتبة تمكنه من تحقيق بعض غرضه هذا

وضع علماء اليونان أول نظام فلكي تام فكانت أكبر حقيقة كشفوا عنها أن الأرض كرة . وكانوا يعتقدون - إلاّ أفراد منهم - انها كرة مستقرة في مركز الكون وان على مسافات بعيدة عنها ، تدور الشمس والقمر وسائر السيارات . وان النجوم مصابيح معلقة بباطن فضاء كروي كالقبة يدور حول الأرض مرة كل يوم . وان هذه القبة كانت وراء فلك أبعد السيارات ولكن على مقربة منه ، وانها هي حدّ الكون الذي يرى

وظلّ الكون الذي تصوره اليونان الأقدمون بمقاييسه وشكله مسيطراً على أذهان الناس عصوراً متوالية إلى عهد كوبرنيكوس الذي جاء بشيراً للعصر الجديد . حينئذ أدرك الباحثون أن دورة القبة التي تصورها اليونان انما هي من بنات الخيال وأحلوا محلها دورة الأرض حول الشمس ، وصرفوا النظر عن حسبان حدود الكون قبة تدور حولها . فلما تمّ ذلك زال ما يمنع أن تكون النجوم بعيدة بعداً شاسعاً

عن الأرض وعزلوا في الفضاء المجاور لنا ، المجموعة الشمسية وقوامها الشمس والسيارات الستة والتوابع الأخرى

فلما عزل النظام الشمسي عن الكون الذي يحيط به اتجهت الأنظار إلى الكشف عن أسراره واستنبط المرقب فصحبته دقة في القياس لا عهد للعلماء بمثلها من قبل ، وكشف عن نواميس الحركة ، وناموس الجاذبية العام ، فاستعملت ادوات لغزو الفضاء . فنشأ عن كل هذا علم جديد أُطلق عليه لقب « فلك المكان » فقيست المسافات بين السيارات قياساً دقيقاً ، كأنك تقيس خطاً على صفحة امامك بالمكرومتر ، وعينت المواقع ، وعرفت سرعة هذه الاجرام ، وعللت حركاتها تعليلا ينطبق على ناموس الجاذبية العام . وأصبحت النجوم في نظر كهنة العلم الجديد نقطاً من النور ثابتة في القبة الزرقاء تقاس بثبوتها حركة السيارات والمذنبات . وظلّ علم الفلك الذي يعني بمواقع السيارات مسيطراً على دوائر البحث طوال القرن الثامن عشر وجانب من القرن التاسع عشر وكان المكرومتر رمز العلم الجديد فمقاييسه لا تقبل الريبة في صحتها ودقتها

ولكن في الحين الذي كان فيه علماء الفلك معنيين بتعيين مواقع السيارات وابعادها واقمارها وجمع الحقائق التي اعتبرت في نظرهم معرفة يقينية ، كان نفر من الباحثين المتصفين بالخيال الوثّاب يرودون رحاب الفضاء خارج النظام الشمسي بين النجوم الثوابت . وكانت ادوات الرصد المستعملة حينئذٍ لا تستطيع ان تكشف عن اجرام النجوم ومقاييسها بمثل الدقة التي قيست بها اجرام النظام الشمسي . لذلك أهملها الفلكيون الذين يقدرون كرامتهم العلمية ! ولكنّ الجريئين من علماء الفلك الذين لا يكتفون بالسير على الطرق المطروقة اعتمدوا على مبدإ التماثل في الكون ، وقالوا ان النجوم هي شموس بعيدة كشمسنا . وفي بدء خطوتهم الجريئة حسبوا ان اشراق جميع الشموس متساوٍ وان الاختلاف الظاهر في اشراقها سببهُ الاختلاف في بعدها . فبنوا على ذلك مذهبهم في قياس ابعادها بالموازنة بين اقدارها (درجات اشراقها ازاء اشراق الشمس و بعدها معروف) و بنيت على ذلك نظريات متعددة لتعليل الظاهرات المختلفة ، منها ان النجوم كلما بعدت قلّ عددها وان مجموعها على عظم البعد بينها يؤلف عالماً معزولا في الفضاء اطلقوا عليه اسم المجرة . كل هذا كان تكهناً خارجاً عن نطاق العلم اليقيني . فنفيهُ او اثباته بوسائل العلم يجب ان ينتظر حتى تتقن هذه و يدق احساسها . والصنّاع عادة يتبعون الروّاد . فلم يلبثوا ان رأوا الحاجة تدعو الى قياس النجوم خارج النظام الشمسي ، فشحذوا الاذهان والعزائم

والحاجة تفتق الحيلة ، فأخذوا رويداً رويداً يتقنون وسائل الرصد لدرس هذا العالم الخارجي . وفي العقد الرابع من القرن الماضي انتقل علم الفلك خطوة اخرى على طريق التقدم — من فلك النظام الشمسي ، الى فلك المجرّة والنجوم .

***

في مقدمة علماء الفلك الذين مهّدوا للانتقال من دراسة النظام الشمسي الى دراسة المجموعة النجمية المعروفة بالمجرّة ، وليم هرشل . مهّد لذلك ، باتقانهِ صنع المراقب ، وبمباحثهِ في دراسة النجوم . يضاف الى ذلك ان مكتشفاتهِ الخاصة بالنظـام الشمسي نفسه — كاكتشافه للسيار اورانوس والبقعتين البيضاوين على قطبي المريخ وغيرهما — تحله في اعلى محل بين رواد الفلك الحديث

***

بعـد ما كشف غاليليو مكتشفاتهِ البديعة في علم الفلك ، عني رجال كثيرون باتقان صنع النظارات الفلكية او المراقب ورصد النجوم بها . ولم تأت سنة ١٦٦٩ حتى صنعت نظارات تكبر الاجسام ثمانية وثلاثين ضعفاً . وبعد ذلك بخمسين سنة صنع مرقب يكبّرها مائتي ضعف . واكبر المراقب اليوم يكبر الاجسام اكثر من الف ضعف

والغرض الاول الذي يستعمل لهُ المرقب ، كما قدمنا ، تقريب الاجسام البعيدة أي انهُ يمكننا من رؤية جسم يبعد عنا اميالاً كأنهُ على اذرع قليلة منا . والمراقب تحقق هـذا الغرض بواسطة عدسات كبيرة مصقولة كالعدسات التي في نظارات العيون ولكنها أكبر واكثر اتقاناً . هـذه العدسات تلتقط اشعة الضوء القادمة من جسم وتجمعها لتكوين شبح أو صورة لهذا الجسم

فالمراقب الكاسرة (أي التي تستعمل فيها العدسات لا المرايا) تشتمل على عدسة كبيرة في طرف الأنبوب الواحد وعدسة صغيرة تعرف بالعينية في الطرف الآخر . والغرض من استعمال العدسة الكبيرة ان تكون كعين جبـارة . فتلتقط قدراً كبيراً من الضوء وتجمعهُ في محترق داخل الأنبوب ، فتكوّن شبحاً جلياً أو صورة للجسم ، ثم ان العينية تكبر هذا الشبح أو الصورة . وقد كان جميع صانعي المراقب من رجال الفن . وفي طليعتهم كان وليم هرشل

وُلِد هرشل في المانيا سنة ١٧٣٨ وكان أبوه موسيقياً في الجيش . ففي سني حداثتهِ كان هرشـل الفتى يسمع كثيراً من الموسيقى في داره . وكان راتب الأب ضئيـلاً ، وكثيراً

ما كان الأولاد في حاجة الى الطعام والملابس . ولكن اسرتهم كانت اكثر الأسر سعادة هناك

وكان الوالد شديد الولع بالموسيقى . فكان اذا انتهت ساعات عمله في تعليمها ، يجمع اولاده حواليهِ ، ومع كلٍّ آلة موسيقية ، فيقيمون حفلة موسيقية عائلية . وكان يمرّن اولئك الصغار بعناية كبيرة ، لانهُ رأى ، انهُ مهما يقع لهم في المستقبل ، فانهُ يبقى في استطاعتهم ان يكسبوا رزقهم من طريق عزف الموسيقى

وابدى وليم منذ حداثة سنهِ ميلاً الى الموسيقى وبراعة فائقة في البحث والجدل . وكان الوالد يحدث أعضاء اسرتهِ في كل موضوع يلذُّ لهم . وفي بعض الاحيان ، قبل النوم ، كانوا يخرجون الى الهواء ويقضون ساعة في درس النجوم ، ولكن كان المتفق عليهِ بينهم ان جميع الاولاد سوف يكونون موسيقيين

ولكي يمهد لهم السبيل ، باكراً الى اتقان هذه المهنة كان الوالد يسمح لهم غالباً بالاشتراك في الحفلات الموسيقية العامة ، فتجلت مواهبهم الفائقة ، رغم حداثة سنهم ، حتى كان يسمح لهم في ان يعزفوا على حدة Solo بدلاً من ان يعزفوا في جوقة

وحضروا مدرسة الحامية في هانوفر وظلَّ والدهم يساعدهم في اعداد دروسهم في المساء

ولما كان لا ندحة للاولاد عن الاشتراك في اعانة الاسرة في اول فرصة ممكنة ، انتظم وليم في فرقة الحرس ، وهو لا يزال فتىً ، عازفاً على آلة موسيقية تعرف (بالاوبو) . ولكن الاسرة مضت في اقامة حفلاتها الموسيقية الليلية

وظلَّ وليم في الجيش اربع سنوات قضى منها سنة واحدة في انكلترا

ولما كان في السنة التاسعة عشرة من عمره ، ترك فرقة الحرس ، لضعف صحتهِ وعاد الى انكلترا املاً منهُ ان يتمكن من الارتزاق فيها . لم يثنهِ عن عزمهِ انهُ سوف يكون في بلد غريب من غير بيت او اصدقاء . ولكنهُ كان يعرف الانكليزية معرفة تمكنهُ من الافصاح عما يريد وكان يجيد العزف على الاوبو والكمان والارغن فكان واثقاً من ان يجد عملاً يكسب بهِ رزقه . وكذلك بدأ حياته في انكلترا بعزم مقدام

مضت بضع سنوات وهذا الموسيقي الفتى ينتقل في انكلترا من بلد الى بلد . حتى اتيح لهُ العزف امام رجل يدعى الدكتور ملر وهو عازف مشهور على الارغن في درهام ، فاعجب

هذا بعزفهِ فدعاه لكي يجيء ويسكن معهُ . فقبل هرشل الدعوة فرحًا ، وبذل الدكتور ملر ما في وسعهِ لترقية الفتى في الاوساط الموسيقية حتى يصبح نجاحهُ موثوقًا به

ولم يلبث هرشل حتى اصبح عازف الكمنجة الاول في حفلات درهام الموسيقية ، فلما ذاع صيتهُ جاءتهُ طائفة كبيرة من التلاميذ لتتلقى علم الموسيقى عليهِ فلم يقبل منهم الاّ ما يسمح بهِ وقتهُ ثم عين عازفًا على الارغن في كنيسة من اكبر كنائس باث . وبدأ ينشر مؤلفاته الموسيقية فاستقبلها الجمهور استقبالاً حسنًا فكان ذلك من بواعث غبطتهِ

* * *

في مدينة باث عثر هرشل بكتاب في علم الفلك ففتن به واكبَّ على مطالعته كل دقيقة من دقائق فراغه في النهار وانفق ساعات الليل الطويلة في درسه . حتى لقد كان يأخذه معهُ الى سريرهِ . فاتجهت عنايتهُ الى علم الفلك وقد ملَك درس النجوم لبّه حتى اصبح توّاقًا الى رصد الفلك بنفسه ولكن لم يجد مرقبًا في متناوله وبعد البحث عجز عن وجود مرقب في وسعهِ ان يبتاعه . فانصرف عن الموسيقى الى درس الرياضيات اللازمة لتصميم مرقب وصنعه

فبعد ما رسخت قدمهُ في موضوع تصميم المرقب بدأ يصقل المرايا بيديه اللتين لم تتقنا هذا العمل . وصقل المرايا كان اسهل عليه من صقل العدسات فكانت النتائج الاولى لا بأس بها ولكنها كانت تبعث على العناية والتشجيع . وكان اذا صفا الجوّ في الليل يرود الفضاء ويرصد النجوم فاذا كان الجوُّ غائمًا ، والرصد متعذرًا ، اشتغل بصقل مرايا جديدة . وهكذا اخذ يتقدم في اتقان صنعها وكان اذا حاول شيئًا يضع له خطته بعناية ثم يتقن عمله . وهذا كان سر نجاحه العظيم

بلغ من عنايتهِ بالنجوم ان صرَف بعض تلاميذه في تعلُّم الموسيقى ليتاح لهُ وقت اطول ينفقهُ في رصد السماء بمرقبهِ . وكان اخوهُ واختهُ قد قدما ليسكنا معهُ . فصرفهما عن العناية بالموسيقى ودفعهما الى الاشتغال بصنع المراقب . ولم يلبث حتى انقلب بيتهُ الى ورشة حيث تصنع القواعد والانابيب والمرايا على أسرع وأدقّ وجهٍ مستطاع واصبحت احدى اخواتهِ — كارولين — تنافسهُ في حماستها للفلك . فكانت تعاونه في اثناء حياتهِ . وبعد وفاته اعدَّت ارصاده المتعلقة بالسُدُم ومجاميع النجوم للنشر . وهي اكتشفت ما لا يقلُّ عن ثمانية مذنبات ومنحت وهي في الخامسة والسبعين من العمر المدالية الذهبية من الجمعية الفلكية الملكية

قلنا ان المراقب الاولى كانت مراقب كاسرة . اي ان الاشعة تخترق العدسات ثم ترسم

شبحاً للجسم الذي صدرت منهُ . ولكن نيوتن رأى حواشي ملوّنة تتكوّن في الاشعة التي تخترق بعض العدسات ، فصنع المرقب العاكس . في هذا الطراز من المراقب ، تقع اشعة الضوء على مرآة مقعرة ، فتنعكس الاشعة عنها وتلتقي في محترق يبعد قليلا عن الاشعة الساقطة على المرآة ، فيرى شبح النجم او السيارة بأشعتهِ بعد انعكاسها عن المرآة

كان هرشل قد صنع مرقبًا رصد بهِ سديم الجبّار قبل سنة ١٧٧٥ . وقد يبدو لنا هذا العمل أمراً مألوفًا الآن . ولكن اذا علمنا ان هرشل حاول ذلك ، مائتي مرة قبل الفوز بهِ أدركنا الجهد الذي يبذلهُ الروّاد في تمهيد الطريق للعابرين بعدهم

وقد أسفر رصد هرشل للفضاء سنة ١٧٧٥ عن تمكين اعتقادهِ بأن أدوات الرصد عنده قاصرة لا يعتمد عليها . فقضى ست سنوات يحاول صنع المراقب ، وتكبير مرائيها فصنع في خلال ذلك ما لا يقل عن ٢٠٠ مرآة تعكس الاشعة مدى سبع أقدام قبل اجتماعها في المحترق (وتعرف هذه المسافة ببعد المحترق) و ١٥٠ مرآة بعد المحترق في كلٍّ منها عشر اقدام و ٨٠ مرآة بعد المحترق في كل منها ٢٠ قدمًا

وبلغ من استغراق هرشل في عمله حتى لم يكن يغادر ورشتهُ لتناول طعامه . ويقال أن اخته كانت تقدمه احيانًا بتناول الطعام بالوقوف الى جنبه ووضع الطعام في فمه في أثناء العمل . واذ كان يدير جوقات موسيقية كبيرة ، كان يسرع في الفترات بين العزف والعزف ، الى المراء ليسترق اللمح الى السماء ، واكبابهُ هذا مكّنهُ من اتقان المراقب التي صنعها فتفوقت على أي مرقب صُنع من قبل فبدأ يبيعها لزيادة دخلهِ

ولما كان يرغب في أن يدرس جميع النجوم درسًا منتظما دقيقًا صنع خريطة للسماء مقسمة اقسامًا لكي يتمكن من توجيه العناية الى كل قسم منها على حدة . وكان يندر أن ينام في ليلة صافية الاديم صيفًا او شتاء ، ما دامت رؤية النجوم في الأمكان

* * *

واذ كان معنيًا بدرس السيارات لاحظ ظاهرة غريبة في شكل بقعة بيضاء على كلّ من قطبي المريخ . وبعد درس وافر استقرّ رأيه على ان الفصول على سطح المريخ شبيهة كل الشبه بالفصول على سطح الأرض ، وان البقع البيض هي في الراجح ثلج او جمد . وهذا هو الرأي السائد اليوم

وفي ذات ليلة لاحظ هرشل نجماً غريب المنظر اكبر من النجوم التي حولهُ في كوكبة التوأمين (الجوزاء) . فرصده رصداً دقيقاً ليلتين أو ثلاث ليال ، فلاحظ انهُ لا يتلألأ مثل باقي النجوم بل هو يشرق بنور ثابت وظهر عليه انهُ متنقل تنقل السيارات فقرّر انهُ كشف مذنباً جديداً وبعث بنبإ كشفهِ هذا الى الجمعية الملكية فانتخب رفيقاً فيها سنة ١٧٨١ ومنح مدالية كوبلي

فلما أعلن هرشل ما كشف ، وجّه الفلكيون الأوربيون مراقبهم الى هذا الجرم الغريب لرصد حركاته وتقدير طول فلكهِ وشكلهِ (مدارهِ) فثبت حالاً ان هذا المذنب لا يسير في فلك مستطيل مثل سائر المذنبات بل انهُ يسير في فلك مستدير تقريباً مثل فلك الارض وسائر السيارات . ولم ينقض وقت طويل حتى اتفق علماء الفلك على ان هذا الجرم ليس مذنباً وان هرشل انما اكتشف سياراً جديداً

فاهتمّ العلماء بهذا الاكتشاف اهتماماً كبيراً لانهُ لم يكن اكبر اكتشاف فلكي تمّ بعد عهد غاليليو الحافل فحسب ، بل اعظم اكتشاف فلكي على الاطلاق . فقد كانت السيارات المعروفة من أقدم الأزمنة ستّةً ، ولكن هذا سيار جديد يدور حول الشمس ، لم يعرف ولم يُرَ في خلال العصور العديدة السابقة فكشفهُ بمثابة مدّ لحدود النظام الشمسي

وكان من شأن هذا الاكتشاف ان خلق عناية كبيرة بعلم الفلك ، واتجهت جميع العيون ، وفيها نظرة الشوق ، الى رحاب السماء المرصعة بالنجوم ، اذ من يستطيع ان ينبىء عن أية عجيبة جديدة قد تكشَف في رحاب الفضاء البعيدة القاصية ؟

وانهالت ألقاب الشرف على الرجل الذي أماط اللثام عن هذا السرّ . ورغب هرشل في أن يدعو السيار الجديد باسم الملك جورج الثالث ، ولكن علماء الفلك عارضوا في ذلك . فقال بعضهم انهُ يفضل ان يطلق عليه اسم الهٍ من آلهة اليونان القدماء مثل سائر السيارات . وكذلك دعي السيّار اورانوس وهو اسم اقدم الآلهة

كُشِف عن اورانوس في ١٣ مارس سنة ١٧٨١ فرأى المفكرون ان وقت عبقريّ كهرشل يجب ان ينفق في سبيل العلم ، فعينه الملك « فلكيًّا ملكيًّا » (وهو منصب علمي رسميّ) براتب يظهر الآن ضئيلا – وهو مائتا جنيه في السنة

بعيد ذلك بنى هرشل مرقباً كبيراً طوله اربعون قدماً وبُعد المحترق في مرآتهِ ٣٠ قدماً فكان ذا اثر كبير في رصد السماء . وفي اليوم التالي لاتمامه حوّله الى زحل فوجد ان للسيّار

ستة اقمار بدلاً من الخمسة الأقمار المعروفة حتى ذلك الوقت . وبعد بضعة اسابيع كشف عن قمره السابع وهو أقرب الاقمار الى جرم السيار . وبعد بضع سنوات كشف ان لأورانوس قمرين . وهذا الاكتشاف بعث في هرشل نشوة سرور لانهُ كان دليلا جديداً على اتساق الكون العجيب . ولكن قبل ان يعلنه ، ولكي يكون واثقاً من انهُ لم يخطئ ، رسم صورة لاورانوس واقماره كما يجب أن تبدو في ليلة معينة ، ولما جاءت الساعة المعينة للرصد وجد السيّار وقمريه كما تصوَّرها

وقد اكتشف هرشل مكتشفات عديدة تتعلق بالشمس والنجوم . فنيوتن كان قد اثبت ان السيارات ، واقمارها ، تدور جميعها حول الشمس ، مرتبطة بها بناموس الجاذبيـة . ولكن هرشل بعد درس عميق ، اثبت ان الشمس وما حولها من السيارات سائرة في الفضاء ، بسرعة غريبة ، نحو احد النجوم البعيدة ، ولكنه لم يعين اي هذه النجوم

واثبت هرشل ان جميع النجوم التي كان يُظَنُّ انها ثوابت تتحرك حقيقة . ولكنها بعيدة جدًّا حتى أننا لا نستطيع ان نحسب افلاكها . ويقول العلماء انهُ اذا كنا نستطيع ان نرى السماء على حقيقتها ، فلا بدَّ أن نرى انظمة عديدة تشبه الشمس وسياراتها ، تتحرك كلها وفقاً لنظام عجيب . وهو اول من كشف ظاهرة النجوم المزدوجة وفهمها على وجهها الصحيح . وهذا الاكتشاف وحده كاف لتخليد ذكره بين اكبر علماء الفلك

وفي سنة ١٨٢٢ ، مات وهو في سن الرابعة والثمانين محتفظاً بقواهُ العقلية الى آخر نسمة من حياته مدعيًا بحق انهُ في ريادة الكون امتدَّ بصره الى أبعد مما بلغه بصر أي انسان سبقه

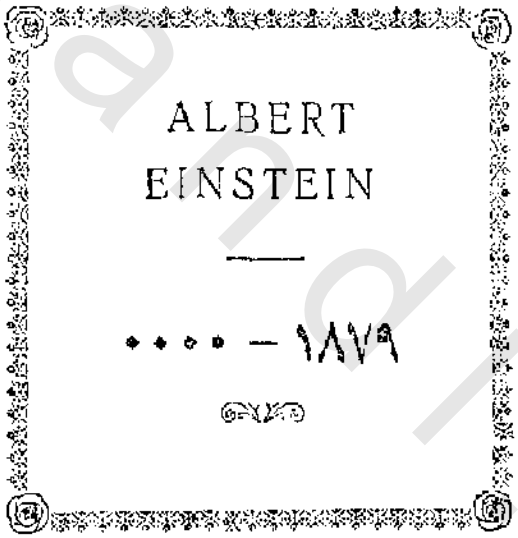
اينشتين

أجمع أهل الرأي على ان اينشتين عبقريٌّ من الطبقة الأولى . وقد سلكه برنارد شو في نفر قليل من عظماء التاريخ وسمّاهم بقوله « بُناةُ العوالم » . ويرى الكاتب العلمي الانكليزي صليڤن انهُ احد ثلاثة أو اربعة فقط في تاريخ العلم يجلسون على القمة مع الارباب

ان اينشتين عالم طبيعيّ والركنان اللذان تقوم عليهما البحوث الطبيعية هما رياضة والتجربة . والبحثُ في تاريخ العلم يسفر عن رياضيين أبرع من اينشتين ومجربين اكثر لباقة وابداعاً . ولكن الصفة التي رفعته الى القمة ، هي هذا الخيال الوثّاب الذي قلب بهِ نظرتنا الكونية رأساً على عقب . ان نظرية النسبية ، وهي أعظم آثارهِ ، هي كذلك أعظم المبتدَعات في تاريخ العلم

ومما يدلك على صفة الابتداع أو الابتكار فيها originality تهجُّم طوائف من العلماء عليها ، في مراحل مختلفة من تاريخها ، على حدّ قول الشاعر العربي « كفى المرء نبلا ان تعدّ معايبه » . فبعضهم عارضها لانهُ لم يدرك مقتضياتها كلّ الادراك . وبعضهم نقم عليها ان صاحبها ذو عقل لايتّسق وعقولهم . فنظرة اينشتين المبتكرة الى الكون لم تحيرهم فقط بل وأغضبتهم كذلك . خذ مثلاً على ذلك اعتراضاً نشره جماعة من علماء الالمان وفلاسفتهم قالوا فيهِ : — ان موقعي هذه الرسالة يعتبرون ان اذاعة نظرية معرّضة اشدّ التعرّض للنقد ، أمر لا يتفق وكرامة العلم الالماني ، وانهُ لمن الهون ان تستخدم جمعية العلماء والاطباء الألمان لتعزيز هذه المحاولة » . وفي هذا ما يدلّنا على ان وجوه الاختلاف التي تمسّ شعور الانسان لا تقتصر على الآراء المتعارضة في الدين وأدب النفس فقط

ولكن الاعتراض الذي من هذا القبيل قد سكنت عاصفتهُ الآن . وأصبحت



نظرة اينشتين المجرّدة الى الكون كلون الزجاج في المناظر يلوّن جميع المرئيّات ، وغدا علماء الطبيعة الرياضية ينظرون الى الكون نظرة اينشتين اليهِ . ولسنا نغالي اذا قلنا ان اينشتين بتغييره النظرة الكونية قد ادخل تعديلاً كذلك على طبيعة التفكير العلمي . وهذا أثر لا يستطيع ان يحدثه الاَّ عبقريّ من الطبقة الاولى

ما أشد الوحدة التي يشعر بها عبقريٌّ من طبقة اينشتين ! انهُ لا يكره الناس ولكن المجتمع الذي يتجنبه ، هو المجتمع ، الذي يودُّ كل عاقل ان يتجنبه ، لو كان ذلك في وسعهِ . على ان الذين كانوا على صلة باينشتين في حداثته رأوا فيهِ هذا الميل الظاهر الى العزلة والعكوف على نفسه . تنظر اليهِ فترى عينيهِ تترقرق فيها احلام الدهور وأسرار الكون . فهو يمثل لك الرجل الذي قضى أيام حياته متأملاً ذاهلاً عن شؤون الحياة الدنيا . حتى في دارهِ تراهُ كأنه محفوف بهالة تقصيهِ عنك وانت جليسهُ. فان آراءه المبتكرة قد جعلته يحسُّ بوحدة تبدو في عينيهِ واساريرهِ موجعة مستعطفة . ويقوّي هذه الوحدة فيهِ حياته دونهُ حياة الطفل . قضى حياتهُ غارقاً في الشؤون النظرية فأصبح ذلك طبعاً فيه ، وأمسى والحياة العملية لا تسترعي انتباهه . ولكننا مع ذلك ، نراهُ الآن يقف لمصوّري الصحف في رحلاتهِ العديدة ولا يبخل عليهم احياناً بالرد على أسئلتهم في حديث ، او ممازحتهم في نكتة ، ولكنَّ هذه الملاءمة بينهُ و بين البيئة الاجتماعية في اوروبا واميركا ، اقتضت منهُ جهداً عظيماً

كان في طفولتهِ بطيء النمو ، فتأخر نطقهُ ، عن العمر المعتاد بين الاطفال . فظنَّ والدهُ ان في عقله ضعفاً . يقابل ذلك انه – على ما يقال – لما رأى بوصلة (حِكًّا) وهو في الرابعة من عمره ارتجف وأصيب بقشعريرة . فلما كان في السادسة من العمر انتظم في مدرسة اولية في مونيخ حيث كان النظام صارماً بل وحشياً في صرامته . هنا أحس للمرة الأولى في حياته بالفروق بين الفقراء والاغنياء ، ولمسَ ما أوغرت بهِ بعض الصدور على الساميين – أي اليهود – فتضافر كل هذا مع بطئهِ في النمو العقلي وحيائهِ الطبيعي على توسيع الهوّة بينه و بين الناس . فظلَّ طول حداثتهُ ، بعيداً عن أبناء جيله ، غير مختلط بغيرهم ممن يتقدمونه سناً . فكأنهُ أحس من صغره ، ان العالم دار لا تؤاتيهِ سكناها

* * *

تنبهت فيه حاسة الشعور بعظمة الطبيعة وجمالها ، على أثر زيارة قام بها جماعة من ابناء

عمومته الى جنوى . وصفوا لهُ عند أوبتهم شمسها المشرقة ، ومشاهدها الطبيعية الفخمة ، وبرقأها والسفن فيهِ ، فأصغى الى وصفهم وكأن كلامهم تنطوي على رؤيا رائعة لعظمة الله . فمال الى التعليم الديني ، وتاق الى ان يعيش معيشة الرهبان والنساك . فازداد شعوره بالوحدة ، لانه لم يجد في بيئته من يفهمه و يعطف عليه

وكان والدهُ على جانب من الثروة ، يفاخر بانطلاقهِ من قيود العقيدة اليهودية وشعائرها ، مجاريًا عصره في قبول الفلسفة المادية السائدة في أواخر القرن التاسع عشر . فحمل كلٌّ هذا ابنه اينشتين على نظم أناشيد في مدح العزة الالهية . ثم وقّع هذه الأناشيد ، وجعل ينشدها في بيتهِ أو في الشارع . وكذلك جعلت الموسيقى ، تحتلُّ رويداً رويداً ، مقاماً ساميًا في نفسه . ولكن شوقهُ إلى التوقيع على الكمان لم يحفز إلاَّ وهو في الثانية عشرة من العمر ، مع انهُ بدأ يتعلم التوقيع عليهِ قبل ذلك بست سنوات

إلاَّ ان عبقرية اينشتين لم تتجلّ في الموسيقى ولا في الأدب ، بل في العلوم الرياضية ، حيث أبدع الابداع كله . كان في صغره قد حلَّ القضية الفيثاغورية وحده . وقبل أن يبلغ في دراسته النظامية علم الهندسة المسطحة ، وقع كتاب فيها في يديه ، فانكبَّ عليه . فقال في نفسهِ ، هنا مفتاح الحقيقة ، متمثلاً في أشكال كلها اتقان وجمال . ومن الهندسة انتقل الى فروع أخرى في العلوم الرياضية . وقد وصف هذه الفترة من حياته بأنها الفترة التي أصاب فيها أكبر قسط من النعيم . فلما كان في الرابعة عشرة من عمره ، ثبت لمعلميهِ ولرفاقهِ في الدراسة ، أن هذا الفتى الحالم عبقريٌّ رياضيٌّ . هنا أخذ الوهن يتطرق إلى عقيدتهِ الدينية ، وبدأ احساسهُ بالرياء الذي يقوم عليهِ المجتمع يزداد دقة وإرهافاً

وإذ كان في هذا العمر ، انتقلت أسرتهُ إلى سكنى ميلان ، فظل بضعة أشهر مطلقاً من قيود الدرس . فوجد في ايطاليا فردوسه المنشود . كان يطالع ما طابت له المطالعة ، و يختلف إلى متاحف الفنون ، و يتنزه في الحقول وأرباض الجبال يكرع من خمر الجمال الطبيعي . فازداد فيهِ شروده الذهني ، وتعززت نزعته الى الابتعاد عن ميدان الحياة العملي . هنا تخلى عن رعويتهِ الالمانية ورفض أن يتقيد بمذهبهِ الاسرائيلي . كان لا يطمع بالمجد والشهرة ولا يبغي « النجاح » الدنيويّ . كان مَثَلُه الحرية المطلقة من جميع القيود ، والابتعاد كل الابتعاد عن العمل ، والانصراف عن حمل أي تبعة إلاّ تبعته نحو نفسهِ

ولكن ثروة الأسرة كانت آخذةً في النقصان فاقتضى الدهر من اينشتين أن يتمّ دروسه النظامية ، لكي يعمل عملاً ما يرتزق منه . وكذلك بعث به الى سويسرا ليحاول الانتظام في أكادمية زوريخ . فأخفق في الامتحان واضطر أن يبقى سنة في مدرسة تجهيزية يستعدّ فيها لدخول الأكادمية ، وبعد سنة فاز بأمنيته

* * *

هنا أتى على اينشتين تحوّل ذهني غريب . فالبطء في نمو ملكاته الذهنية ، تحوّل اقبالاً شديداً على المطالعة في مختلف العلوم ، فالتهم حقائق الطبيعة والبيولوجيا والجيولوجيا التهاماً ، واقتنع ان المشاهدة والتجربة هما مفتاحا الحقيقة . ولكن موجة من الريب في العلوم الرياضية طغت عليه ، فحجز كل أحد عن اقناعه بحضور الدروس الرياضية . فلما انقضت عليه ثلاث سنوات أو أربع ، أدرك أن حشد الحقائق لا يفضي به الى الحقيقة التي ينشدها ، وان ما يحتاج اليه ، انما هو البصيرة النفّاذة . فوقف عند ذلك ، من المحاولات العلمية المختلفة موقف المتشكك المرتاب . وظل على ذلك بضع سنوات ، أقبل في خلالها على درس الفلسفة مفضلاً المرتابين منهم ، وفي مقدمتهم الفيلسوف الانكليزي هيوم Hume

في هذه الفترة من حياته ، عاش عيشة انفراد وعزلة ، مقتنعاً بالكفاف من الرزق ، وعمد إلى نقص غذائه حتى يكفيه دخل يسير ، فأفضى هذا الى اضطراب معدته في ما تلا من حياته ولم يكن يجد سلوى له إلاّ في الموسيقى

كانت نية والده ، أن ينتظم ابنهُ في مكتب هندسي ، ولكن تحقيق هذا الاقتراح ، كان يقتضي أن يتصل اينشتين بالناس في ميادين العمل والمال ، فانصرف عنه . لذلك لما تخرّج من أكادمية زوريخ جعل يردّ على الاعلانات التي يطلب أصحابها معلمين للتدريس في معاهد مختلفة . وعين فعلاً في غير منصب واحد ، ولكنهُ عجز عن القيام بما طلب منه . لهذا النفور الأصيل في طبعه ، من الناس . فلما كانت سنة ١٩٠٤ عين في خريفها ، وهو في الثالثة والعشرين من عمره ، في منصب صغير ، بمكتب « الپاتنة » في برن عاصمة جمهورية سويسرا

كان اينشتين ولا يزال ، يرى رأي الفيلسوف سپينوزا ، ان العبقرية يجب أن تصان ، من عواصف الحياة المالية . ولكنه يرى كذلك أن العلماء الشبان يجب أن يتقلدوا عملاً لا صلة له بعلمهم ليرتزقوا منه . لأن شغل المناصب في معاهد التدريس مرهقٌ وقلما يفسح للعالم الوقت

والمجال للتأمل والابتكار . والظاهر أن عمله في مكتب « البانتنة » ، كان من نوع العمل الذي يطلبه . بل أنه في خلال عمله هناك أخرج للعالم سنة ١٩٠٥ نظريته في النسبية الخاصة . كانت المسألة التي ابتدع هذه النظرية لحلها ، قد خطرت له وهو في السنة الثانية في أكاديمية زوريخ ، ولكن الحلّ ظل متعذراً عليه بضع سنوات . وليس هذا بالامر العجيب ، متى عرفنا ان الحلّ الذي اقترحه ، كان عملاً قليل النظير في تاريخ الخيال العلمي وتطوره ، لا يقابله في العصر الحديث ، إلاّ ابتداع الهندسة غير الاقليدسية قبل مائة سنة تقريباً

أما المسألة التي خطرت فكانت كما يلي : ان المباحث التجريبية تثبت أن سرعة الضوء لا تتغير سواء أكان المشاهد ساكناً أم متحركاً . فكيف ذلك ؟

وقد وصل إلى الحلّ الذي اقترحه عن طريق تحليل فكرة « التواقت » . فأدرك أن « التواقت » ليس مطلقاً . أي أن حادثتين تحدثان في وقت واحد ، في نظر مشاهدٍ ما ، قد تسبق إحداها الأخرى في نظر مشاهد آخر ، متحرك والأول ساكن ، أو متحرك حركة تختلف عن حركة الآخر . وهذه الحقيقة ، تفضي حتماً ، الى تنقيح نظرنا في الزمان والمكان . فاذا أفرغ هذا التنقيح في القالب الرياضي الملائم ، ظهر أن سرعة الضوء ثابتة لا تتغير

هذا هو المبدأ . ولكن مقتضيات المبدأ ، تفضي إلى نتائج خطيرة جدًّا ، منها أن كتلة الجسم تزداد بازدياد سرعته ، وان الكتلة تتحول إلى طاقة ، والطاقة تتحوّل الى كتلة

نشرت هذه النظرية سنة ١٩٠٥ فثبت لطائفة من أكبر العلماء المعاصرين ، أمثال لورنتز وبوانكاره وبلانك ، أن نجماً من القدر الأول قد لمع في القبة العلمية . إلا أن هذه الرسالة لم تستنفد قوة الابتكار من صاحبها . فما لبثت حتى تلتها رسائل أخرى في « الحركة البرونية » و « نظرية المقدار (الكونتم) » . فكأن تلك السنوات التي قضاها اينشتين ، متأملاً متحيراً ، مرتاباً ، آنًا يؤمن وآنًا لا يؤمن ، قد أعدّته حتى يطلّ على العالم العلمي عبقرياً كامل العبقرية . وقد وصف اينشتين تلك الفترة من حياته بقوله : — « كأن عاصفة قد انطلقت في رأسي »

قبل ذلك بسنتين كان اينشتين قد تزوج فتاة صربية الأصل تدعى ميليقا ماريك كانت زميلة له في الدرس وفي سنة ١٩٠٤ رزق منها بابنٍ فاضطرّه ذلك أن يرضخ لحكم الواجب عليه والرضا بعمله في مكتب « البانتنة » بدلاً من أن يطلق لنفسه العنان يطالع متى شاء ويفكر

فيما يشاء . وفي سنة ١٩٠٩ قبل أن يشغل منصب استاذ من الطبقة الثانية في زوريخ ، ولكن مهام هذا المنصب أقلقت باله لكثرتها وقد وصف محاضراته في تلك السنوات بأنها « أعمال بهلوانية على المائدة » وانها ليست بصلة ذهنية حقيقية بينهُ وبين تلاميذه كما يجب أن تكون ، فندم ندامة شديدة على تركه مدينة برن ومكتب الباتنة فيها

سارت حياتهُ في هذه الفترة سيرَها المألوف بين رجال العلم . ها هو ذا أصبح معروفًا في الدوائر العلمية وها هي الدعوات تترى عليه لإلقاء المحاضرات في معاهد مختلفة في اوربا ، بل لقد عرض عليه غير منصب واحد يفوق منصبه في زوريخ ، فقبل منصب استاذ في «براغ» ولكنه بعد سنة ونصف عاد استاذاً من الطبقة الأولى الى أكادمية زوريخ فاذا شهرتهُ قد اجتذبت الى زوريخ طوائف كبيرة من الطلاب لتلقي العلم عليه ، فكانت أعماله مرهقة كل الارهاق ، وبوجهٍ خاص لأنه كان ينفق ساعات الفراغ متأملاً في تعميم نظرية النسبية الخاصة

بيد ان جامعة برلين كانت ترقب هذا النجم اللامع في سماء العلم ، يزداد سنىً وتألقًا ، فدعته إلى أن يتقلّد فيها منصب استاذ من دون أن يعمل فيها عمل استاذ . أي انها عرضت عليهِ أن تقلده منصبًا وتمنحه مرتبًا وافيًا للمضي في بحوثهِ . فقبل ما عرض عليه وانتقل إلى برلين في ربيع سنة ١٩١٤ ، فلم تنقض عليهِ سنة واحدة حتى أخرج نظريته الثانية وهي المعروفة بنظرية النسبية العامة

قضى عشر سنوات يعدُّ العدات لاتخاذ هذه الخطوة الجديدة الجريئة . كان قد أحسَّ بأنها خطوة محتومة لا ندحة عنها بعيد اصدار رسالتهِ في النسبية الخاصة سنة ١٩٠٥ . ففي تلك الرسالة بيَّن اينشتين أن نواميس الطبيعة مستقلة تمام الاستقلال عن حركة المُشاهد القياسية فاذا تراءى للمشاهد في ظاهرات الطبيعة تغيُّرٌ شاذ عن نواميسها فليس ذلك لأن تغيُّراً طرأ على الناموس بل لأن التغير طارىء على حركة المشاهد . ولذلك فالظاهرات البصرية « النور » والظاهرات الكهرطيسية تتغير بتغير مكان المشاهد المتحرك وبتغير اتجاه حركته ولا سيما بتسارع حركته . وقد كان قوله هذا غير مألوف فاقتضى تنقيح نظرنا الى الزمان والمكان

ثم خطر له أن هذا القول لا يكفي . أي أنه لا يشمل كلّ ما يجب أن يكون مشمولاً به ، فلماذا لا يطلَق مثلاً على جميع أنواع الحركة . وقد لا يدرك القارىء مقام هذا السؤال في تاريخ العلم الحديث . ونحن لا نعلم هل خطر على بال أحد من معاصري اينشتين . وانما نعلم انه إذا كان

قد خطر فعلاً على بال أحد ، فانهُ ولا ريب قد أهمل كل الاهمال ، إذ لا نجد له أثراً في بحث أحدهم . لأن الردَّ عليه كان يقتضي نظرة جديدة إلى الكون ، والجاذبية ، تختلف عن النظرة المألوفة السائدة . ولم يكن عند اينشتين أركان يبني عليها إلاَّ الحقائق المعروفة . فانه لم يجرب تجارب في الخفاء . بل لعله لم يجرب تجارب على الاطلاق . ثم ان الاساليب الرياضية التي احتاج اليها في بحوثه لم يبتدعها كما فعل نيوتن بحساب التكامل والتفاضل . بل تعلمها شأنه في ذلك شأن سائر الطلاب ورسالته التي نشرها سنة ١٩٠٥ فهمها سائر العلماء كما فهمها هو

ولكنه كان يختلف عن سائر معاصريه في خياله الالمعيّ الوثَّاب

في هذه الرسالة الثانية التي قرر اينشتين فيها فيما قرره ، أن الجاذبية ليست إلا صفة هندسية من الكون الزماني المكاني space-time continuum قفز اينشتين إلى المكان الأول بين علماء عصره حتى أصبحت الصحف التي لا تعنى بعويص المسائل العلمية ، تذيع كل ما يتصل به في صفحاتها الأولى . فانه ما لبثت أن وضعت الحرب أوزارها ، حتى أعلن أن جماعة من علماء الانكليز قد أعدت المعدات لامتحان أقوال اينشتين في اثناء كسوف الشمس في ٢٩ مايو سنة ١٩١٩ فذهب وفد منها إلى شمال البرازيل وآخر إلى غرب افريقية . فأيد الرصد ما قاله اينشتين . وأصبح من يومئذ على المسرح العلمي العالمي في ملتقى الأنوار . ومع هذه الشهرة الواسعة لا يستطيع الكاتب أن يقول أن نظريته قد فهمت فهماً واسع النطاق لأن صعوبتين تحولان دون ذلك . أولاهما فنية وهي وجوب الالمام بالرياضة العالية لفهم رموزها . وثانيتهما أن الصورة الكونية التي ترسمها غير مألوفة

لقد تغيرت نظرة اينشتين العلمية . فهو في سنة ١٩٣٠ غيره في سنة ١٩٠٠ لما كان في زوريخ لا يعتمد في نظرتهِ العلمية الاَّ على التجربة . بل أنه صرّح في محاضرة القاها سنة ١٩١٨ ان الشأن الأول في الاكتشاف العلمي للبداهة . فعندهُ ان بداهة العالم ، في اكتشاف نواميس الطبيعة هي من قبيل بداهة الفنان . ثم تقابل الحقائق التي تستنتج من هذه النواميس بالحقائق المشاهدة ، وبذلك تمتحن بداهة العالم . فأما أن تؤيد وأما أن تنهار . والأصل الذي تنبع منه عملية الابداع والخلق في العالم والفنان هو الشعور الديني

وقد انهالت الدعوات على اينشتين بعد ان وضعت الحرب أوزارها لحضور المآدب والحفلات والقاء المحاضرات ومقابلة الصحافيين والمصورين ، واتسع نطاق بريده اتساعاً عظيماً .

ومع ان هذا لم يتفق ونزعتهُ الخاصة التي ظهرت في حداثته في مظهر ميله الى العزلة ، الاّ انه لم يتجنبه كل التجنب لسببين : فهو يعتقد ان رجالاً مثله ، لا تعرف بحوثهم الحدودَ القومية ،لابد أن يكون لهم شأن عظيم في التقريب بين الأمم المتعادية ، فهم سفراء السلام والصداقة بين الشعوب . كانت « دولية العلم » في نظره غاية ، يقضي عليه الواجب نحو الانسانية ، أن يبرزها للناس . وقد كان أول العلماء الالمان الذين زاروا عواصم الدول التي كانت معادية للالمان في الحرب ، فلقي في لندن عند ما زارها سنة ١٩٢١ ترحيباً عظيماً على لسان السر ارنست باركر في حفلة جامعة لندن اذ قال : نرحب بك ترحيباً مزدوجاً . اما اولاً فلأنك كشفت حقيقة جديدة وسعت نطاق ما نعرفه عن الكون . وأما ثانياً فلأنك اتيت الينا من بلاد كانت عدونا إلى عهد قريب ، وغرضك توثيق العرى العلمية الدولية المنفصمة . . . . »

وعلى ذلك احتمل اينشتين ما احتمل من الارهاق والسآمة في هذه الحفلات والدعوات خدمة لهذا الغرض النبيل . أما السبب الآخر فهو اقتناعه بوجوب خدمة القضية اليهودية. ففي سنة ١٩١٩ اجتمعت طائفة من مفكري اليهود في مطعم ببرلين للبحث في عقد مؤتمر يهودي فخض اينشتين الاجتماع ، وجلس مصغياً كل الاصغاء لما قيل فيه . فاقتنع بما قيل . وزال ما كان معروفاً عنهُ من التعالي عن الخوض في سبيل جنسه ، وأصبحت النزعة اليهودية ، في نظره حقيقة حية ولكنهُ رأى ببصيرته النفاذة ، المخاطر التي تنشأ عن تشجيع النزعة اليهودية ، كنزعة قومية، فكان جلُّ عنايته موجهاً الى الناحية الثقافية

***

وعناية اينشتين بهذه المسائل العامة تعلل لنا حبه للسفر . فقد زار حتى الآن معظم بلدان أوربا وأميركا الشمالية وأميركا الجنوبية والشرق الأدنى . وهو يعلق شأناً خطيراً ، بفهم الفروق بين حضارات الشعوب المختلفة وثقافاتها . وله يومية دوّن فيها في خلال اسفاره ، ما استرعى نظره من المشاهد الطبيعية والاجتماعية وأثرها في نفسه

وهو بعد كل هذا الناثر الحقيقي . نعم هذا الرجل المسالم ، المحب للسلام ، الداعي اليه ثائر كبير . ثائر في ميدان العلم . بل هو يعيش في ثورة دائمة على الصور الكونية القديمة ، على الحقائق المعروفة ، بل على نظرياته ، هو – وهذا ادعى ما يكون للعجب – أخرج نظريته في النسبية الخاصة هادماً بها بعض الآراء والاوليات القديمة الراسخة ، وكأنه لم يقنع بهذه الثورة الصغيرة ،

فأخرج نظريته في النسبية العامة التي تناولت في نتائجها الفلك والطبيعة وبنى بها كوناً يختلف عن الكون النيوتوني وهدم بها في نظر بعضهم ، بعض ما أثبته في نظريته الاولى . كان الكون في نظريته الاولى كوناً ساكناً ينتهي ولكن لا حدود له . فما كاد الأب لمتر يخرج نظريته في « الكون الآخذ في الاتساع » حتى تخلى عن فكرة السكون والاستقرار في الكون مسلماً بفكرة الحركة والاتساع . ولكنه لم يقف عند هذا الحد . فنسبيته العامة فسرت الجاذبية تفسيراً معقولاً ، ولكنها لم تفسر « المجال الكهرطيسي » فابتدع اينشتين نظرية جديدة لتوحيد الظاهرتين . ولتحقيق هذا نقح المعادلات التي انطوت عليها نظريته الاولى

من الثورات ثورة تفيد وثورة تضر . ولكن طالع اينشتين كان مرتبطاً بكوكب السعد . ففي التاريخ علماء كبار لم يفوزوا بشهرتهم الاّ بعد جهاد عظيم ودهر طويل . ومنهم من لم يعرف قدرُه الاّ بعد وفاته وما أكثر العلماء الذين ماتوا مجهولين ! ولكن اينشتين فاز هو ونظرياته بالشهرة وهو لا يزال دارجًا من الشباب الى الكهولة . ففي خلال عشرة أعوام ، رفع موظف « البتنتة » الصغير الى مستوى الاعاظم — الى مستوى كوپرنيكوس وغاليليو ونيوتن . بل هو في نظر بعضهم نصف الآلهة . فكيف نعلل كلّ هذا ؟

لا تعليل وافي له الاّ بطبيعة عبقريته . ان عبقرية اينشتين مؤلفة من عناصر مختلفة ومتناقضة : — ثورة على التقاليد وعدم التقيُّد بها — ملكةٌ للنقد الصائب وبوجه خاص لنقد نفسه ونظرياته — عدم اكتفاء دائم — حبُّ الهدم والعناية بالبناء — نظرة شاملة تتناول جميع نواحي الموضوع وترمي الى تفسير عام شامل بتصريح علمي واحد ، تخدمها مقدرة عجيبة في الرياضة العالية . انهُ لا يسمح لحائل ما ان يحول دون استرساله في تفكيره الرياضي الطبيعي مع انهُ يعترف انه في مباحثه الاخيرة ، قد بلغ منطقةً ، فيها للاعتبارات الفلسفية والفنية شأن كبير . هنا حدود التكهن العلمي . وسواء أخرج اينشتين من هذا التيه ، بآراء تساوي نظرياته السابقة ، أم لم يخرج الاّ بأحكام أقرب الى الصوفية منها الى العلم كما نفهمه ، فان له من مباحثه السابقة وأثرها في توجيه الفكر العلمي الحديث ما يجعله من جبابرة الفكر في التاريخ