

На арабском языке

١٩٧٦



الباب الاول

قبل اقليدس - فى عصور ما قبل التاريخ



ان البداية الحقيقية لهذه القصة مفقودة فى ظلمات الأزمان الغابرة .

فأين ، وكيف ، ومتى بدأت الهندسة ... وأين ، وكيف ، ومتى اكتسبت شكلها النهائى ، واستحقت تسميتها بالعلم ...

اننا لا نعرف ، ولربما سوف لن نعرف ، ذلك الشخص المجهول ، الذى كان أول من اقترح تركيبها البديهى .

والمعتقد عموما أنها من ابتكار الاغريق . ولكن ربما كان الكهنة المصريون الشهيرون ، أو ربما كان السحرة الكلدانيون الذين لا يقلون عنهم شهرة ، هم الآباء الحقيقيين للعلم .

على كل حال فقد وصلت الهندسة إلى اليونان فى القرن السابع قبل الميلاد.

وهناك قام الاغريق ، عشاق المنطق المثلوج ، والجمال الأخاذ للذهن البحث ، بشحذ (أو تكوين) واحدة من أروع الابداعات الخالدة للفكر الانسانى هى — الهندسة .

أما بشأن الجمال الأخاذ — فهو قول جميل ، لكن الأمر فى واقع الحال ، وبالطبع ، كان اكثر دهاء وتعقيدا . ومما لا شك فيه ، أن تطور الهندسة قد أملته بالدرجة الأولى الحاجات العملية للانسان .

ولقد أثر على تطور المنطق (وبالتالى على الهندسة) ، إلى حد ما ، ولع الاغريق بالقانون ، وفن الخطابة . ولكن فى مصر ، مثلا ، كان رجال العمل فى حاجة ماسة جدا للهندسة أيضا ، أما فيما يتعلق باجراءات إقامة الدعاوى التى لا نهاية لها ولا آخر ، والمحاكمات ، فان الاغريق ما كانوا لينافسون فيها بلاد الفراعنة .

وباختصار ، فان التحليل الجدى لهذه المسألة كلها — أمر شاق ، لذا فسنكتفى بحقيقة الحال .

وحتى لا نسئ أكثر الى روعة البداية ، فلنعد الى الأسلوب الرفيع .

إن الهندسة ظهرت فحسب . وعندئذ بدأت اللعبة المشوقة والدراماتيكية فى المنطق البحت ، التى استمرت فترة ٢٥٠٠ سنة .

وتعود إلى نفس هذه الفترة الزمنية بالتقريب قصة المسلمة الخامسة ، وهى قصة دراماتيكية مليئة بالعبر ، قصة مغامرات ذات نهاية مفاجئة ، لكنها سعيدة .

ولنعد الآن بعد هذه المقدمة ، إلى منابع القصة — إلى ظلمات العصور القديمة .

لقد بدأت الهندسة ، كما نعتقد ، بالمدرسة الأيونية . وبتحديد أكثر فان مؤسسها هو ثاليس من أعمال ميليتوس (الملطى) ، الذى عاش حوالى المئة عام (إما من ٦٤٠ — ٥٤٠ ق . م ، واما من ٦٤٠ — ٥٤٦ ق . م) .

نحن لا نعرف عنه إلا القليل .

لكننا نعرف تماما بانه كان يحمل « لقب » أحد حكماء اليونان السبعة ، ونعرف بأنه ، وفقا لما تعارف عليه الناس ، كان أول فيلسوف ، وأول عالم رياضة ، وأول عالم فلك ، وبشكل عام كان الأول فى جميع العلوم التى عرفها الاغريق . وباختصار ، لقد كان بالنسبة للاغريق ، ما هو عليه لومونوسوف بالنسبة للروس .

وأغلب الظن أنه زار فى شبابه مصر ، لأسباب تتعلق بالتجارة (فقد بدأ عمله كتاجر) ، فى الوقت الذى كان فيه الفرعون بسامتحب قد أزال لتوه « الستار الحديدى » وأخذ يمنح الأجانب تأشيرات دخول البلاد .

وقد اضطر ثاليس أن يعيش فى مصر فترة سنوات عديدة ، درس خلالها العلوم فى طيبة وممفيس . ثم عاد الى وطنه ، وأسس مدرسة فلسفية ، وظهر ، كما يبدو ، لا كمفكر مستقل بذاته ، بل كداعية ينشر الحكمة المصرية .

والمعتقد أنه جاء بالهندسة ، وعلم الفلك إلى اليونان .

وعلى أى حال ، فان جميع الفلاسفة يستطيعون أن يتعلموا منه أمرا واحدا هو — الايجاز . فقد كانت مؤلفاته الكاملة (التى لم تصل إلى أيامنا طبعا) تتألف ، كما يقال ، من ٢٠٠ بيت شعر .

أما ما قام به فى الهندسة فيمكننا التكهن به فحسب ، رغم أن المؤلفين الاغريق قد نسبوا إليه أقوالا كثيرة .

فمثلا ، يؤكد بروكلوس ديادوخوس (سوف نعود إلى ذكره مرة أخرى) بأن ثاليس بالذات هو الذى أثبت النظريات التالية :

أ) أن الزوايا الرأسية متساوية .

ب) أن الزاويتين فى قاعدة المثلث المتساوى الساقين متساويتان .

ح) أن القطر يقسم الدائرة إلى نصفين ... وغيرها من النظريات الأخرى .

وحتى إذا ما افترضنا بأن جميع المؤرخين قد كتبوا الحقيقة التامة ، فنحن لا نعرف بالضبط : هل توصل ثاليس لوحده إلى هذه النظريات ، أم أنه أعاد رواية أفكار المصريين ؟

لربما أن التنبؤ بخسوف الشمس عام ٥٨٥ قبل الميلاد ، هى الحقيقة الأكيدة الوحيدة من النشاط العلمى لثاليس الميليتوسى .

لكن الأساطير التى دارت حوله كانت كثيرة . وهذا وحده يكفى للشهادة على أنه كان عالما كبيرا .

وهناك سفر من الأسفار قريب الى قلوب رجال العلم ، ونحن لا نستطيع أن نمنع أنفسنا من إيراده هنا ، ويرويه أرسطو :

« عندما عيّر البعض ثاليس بفقره ، لأن دراسة الفلسفة لم تكن لتدر أى ربح ، يقال انه تنبأ على أساس المعطيات الفلكية بجنى محصول غنى من الزيتون ، فاخذ قبل انتهاء الشتاء يعطى المبالغ القليلة التى وفرها كمقدم أجر إلى اصحاب جميع معاصر الزيت فى ميليتوس وفى جزيرة كيوس . وتعاقد مع أصحابها باجور رخيصة ، لأنه لم يكن هناك من ينافسه . وعندما حان موعد قطاف الزيتون ، بدأ فجأة إقبال كثير من الناس على معاصر الزيت فى آن واحد ، فاخذ ثاليس يطلب بالسعر الذى يرغب به لقاء تأجير المعاصر .

وهكذا جمع ثاليس بهذه الطريقة أموالا طائلة ، وأثبت بذلك أنه ليس من العسير على الفلاسفة تحقيق الثراء ، إلا أن هذا الأمر لا يدخل فى مجال اهتماماتهم » .

إن التاريخ لا يعرف ماذا عمل ثاليس بالأموال التى كسبها نتيجة الاستخدام العملى الناجح لعلم الفلك . ونأمل أنه صرفها كفيلسوف حقيقى .

ويبدو أن مريديه وأتباعه قد أولوا الهندسة إهتماما بالغا فى دراساتهم الفلسفية . ومع ذلك فان المدرسة الرياضية المركزية فى القرنين السادس والخامس قبل الميلاد كانت مدرسة فيثاغورس .

وتقودنا المعطيات الموثوق بها عن حياة فيثاغورس بشكل أساسى إلى بعض الأقاصيص الطريفة . وهو يشبه فى ذلك كثيرا ثاليس الميليتوسى . ويبدأ الغموض منذ السؤال عن أصله .

إن برتراند راسل ، الذى جمع المعطيات المتوفرة ، قد أجملها فيما يلى : « يقول البعض أنه كان إبن مواطن موسر إسمه منيسارخ ، بينما يعتقد البعض بأنه كان إبن الاله أبولو . وأنا أترك للقارئ أن يختار أحد هذين الرأيين المتناقضين » .

وبعد ذلك افترض أن فيثاغورس عاش فترة طويلة من الزمن مثل ثاليس — أى حوالى المئة عام (يعتقد أنها من ٥٦٩ إلى ٤٧٠ قبل الميلاد).

وهو مثل ثاليس قد نهل من معين الحكمة المصرية لفترة زهاء عشرين عاما ، وبعد ذلك (وهو فى هذا قد تفوق على ثاليس) عاش عشرة أعوام أخرى فى بابل ، حيث نهل من معين الحكمة أكثر .

كما يؤكد البعض أنه جاب أيضا أطراف وربوع الهند ، لكن ليس هناك من يصدق هذه الرواية .

وفى خاتمة المطاف ، يستطيع القارئ أن يجد فى كل كراسة حول الملاكمة ذكر فيثاغورس كبطل أولمبى فى القتال بالقبضات ، رغم أنه لا يذكر المصدر الاول لمثل هذه المعلومات الطريفة ، أو أننى لا أعرفه على أقل تقدير . لكن الأمر الذى يجذبنا إلى الموضوع ، هو كما فى قصة ثاليس ، الجمع غير المتوقع بين أن يكون الفيلسوف وعالم الرياضة ملاكما من الطراز الأول .

وعلى أى حال ، فاذا لم يكن فيثاغورس قد مارس الملاكمة ، فانه كان يمارس السياسة بنشاط فائق ، ولو بصورة غير موفقة .

اذ أن مواطنى مدينة كروتون فى صقلية ، حيث أسس مدرسته بعد عودته من رحلاته فى البلدان البعيدة ، وزج المدينة فى نفس الوقت فى حرب شديدة الوطأة ، قد طلبوا منه أن يتركها سوية مع مدرسته . وكان هذا ما فعله. وقد فعل ذلك بعجلة ، وقد كان ذلك أمرا حكيما وجاء فى وقته . ويبدو أنه كان رياضيا ، وعالما كبيرا جدا ، ومع ذلك فهذا أمر لا يبعث على الاعجاب بشكل خاص .

فان جماعته الفيثاغورية من الفلاسفة وعلماء الرياضة يذكروننا كثيرا بالثكنة ، وفيثاغورس نفسه يشبه بصورة مريبة فوهررا ، ولو أنه أكثر ثقافة بدرجة كبيرة من اولئك الذين حققوا النجاح فى القرن العشرين .

ومن المؤكد أن فيثاغورس نفسه — أغلب الظن رغبة منه فى تكوين سمعة وطيدة لنفسه — هو الذى نشر وأشاع فكرة أن أبيه الحبيب هو حامل الضوء وناقل الشعاع أبولو . وكان الأب الحقيقى للتقليد الشائع إلى يومنا هذا — فى أن ينسب الاستاذ لنفسه النتائج العلمية لمريديه . مع العلم أن هذه المسألة كانت ذات طابع رسمي تماما ، فقد كان يوجد مرسوم ، تنسب وفقا له جميع الاعمال الرياضية للمدرسة إلى فيثاغورس باعتباره واضعها .

ورغم أن المرء يستطيع تكرار القول بأن مثل هذه الأشياء كثيرة الحدوث فى أيامنا أيضا ، لكن الخمسة وعشرين قرنا الماضية قد

صقلت التقاليد نوعا ما وصبغتها بطابع حضارى. وبقى الجوهر ثابتا ، لكن الشكل قد أصبح أكثر نبلاً .

غير أن فيثاغورس عموما كان فارسا لا يشق له غبار فى هذا المضمار ، إذ دبر أموره بشكل جعل مريديه الأوفياء يدعون أنه صاحب عدد من الأعمال التى أنجزت بعد وفاته بوقت طويل . فمن المفهوم ، ما دام وضع الأمور بهذا الشكل فى مدرسة فيثاغورس ، أن يعتبر القول الفصل الذى لا مرد فيه فى شئون العلم مجرد الاستشهاد بـ (فيثاغورس) « الحجة نفسه » .

وهكذا شاع باللغة الاغريقية الرصينة — « لقد قال ذلك هو نفسه » . وبعد هذا القول ، يكون الجدال فى غير محله ، بل ويتصف بالخطر بعض الشئ .

وقد حافظ « هو » وأتباعه الظرفاء على أسرار طرائق حل المسائل الرياضية ، كما وضع لأفراد جماعته كشفا تفصيليا بالمحرمات ، يذكر نوعا ما بابداعات مدير مجنون لروضة اطفال .

وخوفا من أن أبدو بدون حجة ودليل ، أورد أدناه قواعد السلوك الجيد للسادة الأفاضل من نادى فيثاغورس :

« ١ — الامتناع عن تناول البقوليات فى طعامك .

٢ — لا تلتقط ما سقط .

٣ — لا تمس الديك الابيض .

٤ — لا تقضم قطعة من رغيف كامل .

٥ — لا تمش فى الطريق العام .

٦ — عندما ترفع القدر عن النار لا تترك أثرا له فى الرماد ، بل اخلط الرماد » .

وهكذا دواليك ... وعلى هذا المنوال .

وكانت هذه الطغمة من الأفراد تستولى على السلطة من وقت لآخر فى هذه المدينة الاغريقية أو تلك ، مقيمة هناك تقديس فيثاغورس ، وبالتالى تطالب بتنفيذ ميثاقه . ويشير برتراند راسل بشئ من الكآبة الى « أن أولئك الذين لم يبعثوا بالعقيدة الجديدة ، كانوا يتعطشون إلى أكل البقوليات ، ويحملون سلاح التمرد ان عاجلا أو آجلا » .

وفى نهاية المطاف يقال أنه كان يعظ الدواب ، لأنه كان لا يفرق بينهم وبين الناس .

ولكن مدرسة فيثاغورس قد دفعت الهندسة وكذلك الرياضيات عموما إلى الأمام كثيرا جدا . وهذا كله سوية ، يعطى صورة لا بأس بها لخطر إسباغ صفات المثالية على رجال العلوم الدقيقة ورجال الفكر .

وعلى أى حال ، ففيثاغورس بالنسبة لنا يعتبر عالما رياضيا بشكل أساسى .

وكان نفسه ، وكذلك معاصروه ، يفترضون أن مهنته الحقيقية هى — النبوة .

على كل حال ، فهذه المسألة تهمهم أكثر من غيرهم . لكن المعروف أن كل مدع للنبوة يجب أن يكون ، بقدر ما ، ساحرا ، وديماغوجيا ومشعوذا .

ويبدو أن فيثاغورس كان يتقن كل هذه الامور مجتمعة ، أما مريدوه فقد كانوا يحاولون فى هذه المجالات ، العمل كل حسب مقدرته . وتقول الروايات أن أحد فخذيه كان من الذهب وأن أفرادا يوثق بهم قد شاهدوه فى مكانين مختلفين فى آن واحد ، وتقول رواية ثالثة أيضا أنه بينما كان يعبر جدولا خرجت المياه إلى الضفتين وهى تهتف بفرح : « ليحيا فيثاغورس ! » .

وفى اعتقادى أن إله الأنهار ، ما اختار أفضل سبل التمجيد ، فقد كان لا بد لفيثاغورس أولا من التبلل بالماء تماما ، لكن هذا ما رواه تلاميذه .

صحيح أنه كان من بين الاغريق عدد كبير من الرجال الحكماء .

فكتب عن فيثاغورس بأسلوب آخر الفيلسوف والكاتب كسينوفان ، الكثير الترحال فى أرجاء العالم ، والواقعى بما فيه الكفاية ، والحر التفكير ، واللذق اللسان إلى درجة كبيرة . وقد جاء فى إحدى قصصه الساخرة ما يلى :

حدث مرة أن شاهد فيثاغورس بعضهم يضرب كلبا ، فصرخ قائلا : « كفى ، لقد عرفت من صوته أن فيه روح صديقى ! »

إن فكرة تقمص الأرواح تعتبر من العناصر الأساسية لكل مفاهيم فيثاغورس ، وأن كسينوفان ، كما ترون ، ما كان ليتخذ موقفا لا يخلو من السخرية فى هذا الصدد .

أما هرقليط فلقد كان صارما جدا فى وصفه لفيثاغورس إذ قال عنه « أنه معرفة كبيرة بدون عقل » .



وقبل أن نختتم حديثنا عن فيثاغورس نورد مقطعا طريفا من تاريخ حياته التى كتبها أحد معجبيه المبجلين .

وما أكثر تعرج الطرق التى يسلكها العلم أحيانا .

فمن الطبيعى تماما ، أن تخفى جماعة فيثاغورس عن الناس العاديين الهندسة ، مثلها مثل جميع فروع المعرفة الأخرى . ومن يدرى ، فلربما بقيت الهندسة مجهولة بالنسبة للبشرية جمعاء حتى أيامنا هذه (فيما عدا جماعة فيثاغورس) ، لو لم ... ولنراجع ما تقوله الأسطورة .

تفسر جماعة فيثاغورس سبب إنتشار الهندسة علانية ، بأن المسئول عن ذلك هو أحد أفراد الجماعة المغفلين الذى أضاع نقودا تعود للجماعة . وبعد هذه النكبة ، سمحت له الجماعة بأن يكسب النقود عن طريق تدريس علم الهندسة ، وأطلق عليها إسم « أسطورة فيثاغورس » .

والطريف أنه كان هناك ، كما يبدو ، كتابا مدرسيا يحمل نفس هذه التسمية .

أما فيما يتعلق بالقصة نفسها ، إن كانت فيها ذرة من الحقيقة ، فاننى ، رغم كونى لا أعتبر نفسى من الشامتين ، ساكون سعيدا بمعرفة أن الفيثاغورى المغفل لم يضيع النقود أبدا ، بل بذرها فى أقرب خمارة فى الميناء ، وتلذذ باحتساء النبيذ ، وتمتع بتناول حساء الديك الأبيض مع الفاصوليا ، وقضم بارتياح من رغيف كامل ، وأنشد بعد ذلك أغانى نشازا فى الطريق العام .

وقدم خدمات جليلة لعلم الهندسة رجل آخر لا يتقبله ذوقى .

هو أفلاطون (سنة ٤٢٨ — ٣٤٨ قبل الميلاد) .

وينبغى القول أن أفلاطون كان يشبه فيثاغورس كثيرا فى أفكاره ، وأساليب تنظيمه لمدرسته ، وحبه للدعاية لنفسه . ولكن قبل أن أشرح سبب عدم حبى له ، أود الاشارة أولا ، فيم يكمن فعلا دوره الكبير فى علم الهندسة .

يعتبر أفلاطون ، وربما عن حق — فلست أخصائيا — ، أحد عظماء فلاسفة اليونان . وقد قام فعلا بالكثير من أجل تطوير الرياضيات ، وقدرها أعظم تقدير . وقد نقش عند مدخل أكاديميته الشعار المطلق : « لا يدخل المكان من ليست له معرفة بالهندسة » . ومجمل القضية ، أن أفلاطون كان يعتقد بأن : « دراسة الرياضيات تقرب المرء من الآلهة الخالدين » . وقد علم تلامذته هذه الروح مدخلا الرياضيات حيث ينبغى وحيث لا ينبغى . وأصبح بعضهم فيما بعد من علماء الهندسة الضالعين . وكان عدد تلاميذ أفلاطون كبيرا ، وقد نشروا طبعا الكثير من الأقاصيص التى تثنى على معلمهم .

ويبدو أن أفلاطون كان أول من طالب بشكل دقيق : بأن الرياضيات عموما ، والهندسة بشكل خاص ، يجب أن تبنى على أساس الاستنتاج . وبتعبير آخر ، فان جميع التأكيدات « النظريات » يجب أن تستنتج منطقيا من عدد قليل من الموضوعات الأساسية هى البديهيات .

كانت هذه خطوة كبرى إلى الأمام .

وعندما ظهر أفلاطون ، كان علم الهندسة متطورا جدا .

فقد حلت الكثير من المسائل المعقدة للغاية ، وأثبتت أكثر النظريات تعقيدا . غير انه بدا كما لو كان ينعدم الموقف الواضح ، من حيث الصورة العامة لتركيبها . وكما يحدث فى العلم فى غالب الأحيان ، فقد استحثت تطور الهندسة كثيرا ثلاث مسائل لم يتم التوصل إلى اكتشاف حلولها .

وبما أننا قد توغلنا بعض الشئ فى التاريخ ، فسأورد هذه المسائل .

المطلوب : أن يتم باستخدام الفرجار والمسطرة فقط دون استعمال أى أدوات هندسية أخرى ...

١ ــ تقسيم زاوية معينة إلى ثلاثة أجزاء متساوية (تقسيم الزاوية ثلاثيا).

٢ ــ رسم مربع مساحته تساوى مساحة دائرة معينة (تربيع الدائرة).

٣ ــ رسم مكعب يبلغ حجمه ضعف حجم مكعب معين (« مسألة دلف ») .



وفى أواخر القرن التاسع عشر فقط تم إثبات أنه لا يمكن حل أى من هذه المسائل ، رغم أنه يمكن حل هذه المسائل الثلاثة بسهولة ، باستخدام أدوات هندسية أخرى . أو يمكن حلها إذا ما إستخدمت فى الرسم المحال الهندسية للنقط التى تختلف عن المستقيم ، أو باستخدام أقواس الدائرة .

لكن القواعد المعمول بها لدى الاغريق لم تكن لتسمح سوى باستعمال الفرجار والمسطرة .

وقد بلغ الأمر إلى حد أن أفلاطون قد أثبت هذا المطلب بالاستشهاد بقرار من الآلهة .

لذلك لم يتم حل أى مسألة من المسائل ، غير أنه جرى تطوير الهندسة كثيرا فى نفس الوقت . ولمزيد الأسف فاننى أغفل هنا ذكر جميع النكات والنوادر المتصلة بهذة المسائل . فالقصص كثيرة ولطيفة ، ولكن لا يجوز لنا الخروج عن الموضوع أكثر مما يجب .

ونذكر فقط إحدى الروايات التى تبين النظرة الموضوعية تجاه أفلاطون . وفى رواية أخرى يبدو رجلا حكيما للغاية .

يذكر أرسطوفان أنه انتشر مرة فى جزيرة ديلوس وباء الطاعون . فتوجه سكان الجزيرة ، بالطبع ، إلى عراف دلف ، الذى أمر بمضاعفة حجم مذبح أبولو الذهبى المكعب الشكل ، دون تغيير شكله . وعندها جاءوا إلى أفلاطون طلبا للمشورة .

لم يحل أفلاطون المسألة، لكنه فسر قول العراف فى أن الآلهة غاضبة على الاغريق بسبب الحروب بين أهالى المناطق المتجاورة التى لا نهاية لها ، وأنها ترغب فى أن يمارس الاغريق دراسة العلوم وبالاخص علم الهندسة بدلا من القيام بالمذابح الدموية . وعندئذ سيزول الطاعون .

غير ان الأساطير هى أساطير . أما أفلاطون كفيلسوف ، وإنسان فقد كان غير محبوب للغاية . وحتى إن القضية لا تكمن فى أنه كان مدافعا عن المثالية المتطرفة وكان يتوجه فى كل مناسبة إلى الآلهة .

لكنه وضع نظرية عن الدولة ، وأخذ نموذجا لها بلادا مجاورة ذات نظام حكم فاشى تماما هى — إسبارطة . كما ان الأفكار الأساسية لمثاليته (طوباويته) تتفق تماما مع مطالب النازيين .

وقد ناضل طيلة حياته بضراوة ضد الديموقراطية فى الحياة السياسية ، وضد المادية فى الحياة الروحية .

ولم يقتصر الأمر على توجيهه الشتائم المجردة فى مؤلفاته الفلسفية إلى الفلاسفة الماديين فقط ، بل إنه لاظهار معالجة عملية جدا للامور ، كثيرا ما كان يلجأ إلى أسلوب الوشاية السياسية فى المناقشات العلمية — السلاح الأثير فى مختلف العصور .

وبالاضافة إلى ذلك ، فهناك رواية تفيد بأنه اشترى مؤلفات عدوه اللدود ديموقريطس ، بهدف إفنائها .

وينبغى الحديث بشكل خاص عن ديموقريطس .

فاذا ما اعتبرنا أنه يجب البحث عن مصادر فيزيائنا الحديثة لدى الاغريق (وأغلب الظن أن هذه حقيقة الحال) ، فان عدد السنين التى سنحصل عليها كثيرة للغاية — إذ تقارب الألفى سنة . من أرسطو إلى نيوتن . وكانت العناصر الأولية الأربعة للمادة كما ذكرها أرسطو — وهى الهواء والماء والأرض والنار — من أولى المحاولات لتحديد مفهوم « الجسيمات الدقيقة الأولية » فى الفيزياء .

حقا ، إن الفيزياء عند الاغريق لم تكن فيزياء بمعنى الكلمة الدقيق . وتكمن فى أساسها لا التجربة بل المحاججات التأملية ، غير أن هذا ليس مهما جدا بالنسبة لنا الآن .

ولربما أن غياب التجربة تماما على وجه التقريب هو الذى أوجد النبوءة العجيبة تماما ، للفيلسوف الحكيم البعيد النظر ديموقريطس من أبديرا .

فقد سبق أرسطو بحوالى نصف قرن فى القول بأن جميع المواد تتألف من جسيمات صغيرة جدا لا تقبل التجزئة هى الذرات ، وتتحدد صفاتها المختلفة ، أى صفات المواد ، باختلاف صفات هذه الذرات .

وفى المادة المعينة تكون جميع الذرات متطابقة ومعدومة الذات .

إن هذه الافكار قريبة جدا روحا من الأفكار المعاصرة إلى درجة أن أحد مؤسسى ميكانيكا الكم ، وهو ايروين شريدنجر ، أثار فى محاضراته دهشة سامعيه بالعبارة التالية المتناقضة ظاهريا : « إن

أول فيزيائيى الكم لم يكن ماكس بلانك ، بل ديموقريطس من أبديرا » .

ربما كان ديموقريطس أكثر الناس عجبا لو سمع هذا المديح لشخصه ، لكن ، بالمناسبة ، لا بد لنا وأن نوافق بأن شريدنجر له بعض الحق عندما يتعلق الأمر ببحث نظرية الكم .

كما أن مصير أفكار ديموقريطس يتصف بحقيقتين على أقل تقدير تكسبه بعض التقدير . أولاهما ، أنه لم يصلنا شئ من أعماله . ربما لأن أفلاطون نجح فعلا فى أساليبه « اللطيفة » للنقاش العلمى ، أو لمجرد أن كتبه فقدت فى طيات الزمن . ولكن ، مع الاسف ، لا نستطيع الحكم على أفكار أحد أوائل الماديين فى العالم إلا إعتمادا على بعض المقتطفات ، وعلى الروايات المتناقلة فى وقت لاحق .

وثانيا ، (أما دعاة العلم فهم ، طبعا ، لا يستطيعون أن ينسوا ذلك) إن أول رسالة علمية مبسطة معروفة لنا كانت مكرسة للدعاية لأفكاره .

علاوة على ذلك ، ففى هذا الكتاب ضرب رقم قياسى عالمى لم يتجاوزه أحد حتى الآن ، فهو عبارة عن قصيدة طويلة للغاية . وأقصد بها ، طبعا ، قصيدة « طبيعة الاشياء » تأليف تيتوس لوكريتيوس كاروس ، التى كتبت بعد مضى ثلثمائة عام على وفاة ديموقريطس ، أى قبل الفى عام .

وبالمناسبة ، فان الحظ قد حالف ديموقريطس نوعا ما ، لان آثار الكثير من العلماء الآخرين (وبالأخص الماديين) قد فقدت تماما

بشكل عام . فمثلا ، لا يزال هناك حتى الآن شك كبير فيما إذا كان هناك وجود لمعلم ديموقريطس ليكيبوس ؟ أما مدى إعتبار ليكيبوس شريكا لصاحب (أو كونه نفسه صاحب) فكرة المذهب الذرى فهو لغز محير .

وتقول بعض الروايات أن ديموقريطس إقتبس أو إستعار أفكاره من المجوس الكلدانيين الذين أهداهم الملك الفارسى كسيركس إلى أبيه.



وإذا ما سمحنا لأنفسنا الحديث عن الأخلاق والمسائل الأخلاقية ، فتجدر الاشارة هنا إلى أن الأفكار فى العلم أكثر خلودا على الدوام من ذكرى واضعيها . وبالمناسبة فان السواد الأعظم من العلماء مهما

كان مجال تخصصهم ، يستطيع إستيعاب كل شئ ، فيما عدا هذه الفكرة المتوقعة إلى حد ما .

ولكن مهما كان صاحب المذهب الذرى — وفيما إذا وجب البحث عن منابع ميكانيكا الكم لدى ديموقريطس أو الكلدانيين — فان وجهات نظر هذه المدرسة كانت بالشكل التالى تقريبا :

يتألف العالم من ذرات وفراغ . والذرات غير قابلة للانقسام . وهى بسيطة وغير قابلة للتغيير من الناحية النوعية . ولا تخضع الذرات لأى تأثيرات ، ولا تستحدث ولا تفنى . وهناك إختلافات أولية بين الذرات ، وتحدد هذه الاختلافات إختلاف جميع الأشياء فى الصفات .

وما نعتبره اليوم بالجسيمات الأولية ، هى كيانات قائمة بذاتها لا تشبه فى كثير ذرات ديموقريطس من حيث الصفات .

وهى تستحدث وتفنى ، وتتحول من شكل إلى آخر ، ويمكن التأثير عليها ببساطة — وباختصار ينبغى الاعتراف بأن مفهوم الاغريق حول الجسيم الأولى كان أكثر منطقية من فيزيائيى القرن العشرين .

وهناك رأى موثوق به لأرخميدس نفسه يتيح الاعتقاد بأن ديموقريطس كان عالما هندسيا عظيما . وبدا الأمر كما لو أنه نفسه أجرى حساب حجم المخروط والهرم . وهذه نتيجة باهرة ، لكن التفاصيل مجهولة تقريبا للاسف . ومع ذلك فانه يمكن إعتبار ديموقريطس من أوائل المبشرين ، كما يبدو ، بحساب التكامل .

ومما يزيد الأمر تعقيدا ، أن مصدرنا الأساسى تقريبا هو كتاب بروكلوس ديادوخوس . وبما أن بروكلوس كان من أتباع أفلاطون ، فانه كان إما لا يشير عموما إلى خصومه العلميين ، واما يورد مقتطفات موجزة جدا عنهم .

لذا ، فمن الطبيعى أن يطرد ديموقريطس ، الذى كان عدوه رقم واحد ، من التاريخ قبل غيره .

كما أننا بنفس الصورة لم نعرف أى شئ تقريبا عن الأعمال الهندسية للفيلسوف الرائع ، وأحد أوائل الفلاسفة الماديين ، أناكساجوراس . وكل ما نعرفه أنه قام فى غياهب السجن ، حيث زج به بسبب أفكاره ، بدراسة مشكلة تربيع الدائرة . وأفكاره الفلسفية جديرة بأن تذكر بكلمة طيبة .

وبالمناسبة فان خير من سيفعل ذلك هو أفلاطون ، ففى أحد مؤلفاته نجد حوارا بين أثينى (هو لسان أفلاطون نفسه) وأسبارطى . ويهاجم فيه أناكساجوراس .

الأثينى : « عندما نسعى للحصول على أدلة على وجود الآلهة ، ونستشهد بالشمس ، والقمر ، والنجوم ، والارض باعتبارها من صنع الآلهة ، فان مريدى هؤلاء الحكماء الجدد يعارضوننا قائلين بأنها جميعا مجرد تراب وأحجار ، وانها (أى الأحجار) غير قادرة أبدا على العناية بشئون الناس » .

ونرى من ذلك أن أناكساجوراس وتلاميذه ليسوا إلا نتاج تارتاروس * العابس .

وكأنما أدرك الأسبارطى فجأة ما يتضمن هذا الرأى من هرطقة فصرخ باستنكار : « ما أكبر الضرر على العائلة ، والدولة الذى ينجم عن أفكار الشباب هذه ! »

هكذا كانت مناقشة أفلاطون .

ولكم كنت أود لو يتضح أن أفضاله فى تطوير علم الهندسة مبالغ فيها كثيرا .

لكن يجب الاعتراف فى يومنا هذا . أن مدرسته قد خرّجت عددا من علماء الرياضة اللامعين ، كما أنه كان أول من ذكر طريقة البديهيات .

وباختصار ، فان علم الهندسة كان قد أصبح فى القرنين الرابع والثالث قبل الميلاد علما متكاملا .

فقد كانت له تقاليد ، وطرائق لحل المسائل موضوعة بشكل تفصيلى ، وإنجازات كبيرة ، وعدة كتب دراسية ، ومدارس علمية .

ومن المستحيل طبعا أن نتحدث هنا عن جميع الاختصاصيين فى علم الهندسة لفترة ما قبل إقليدس ، وعن أعمالهم .

---

* تارتاروس – الجحيم فى الميثولوجيا اليونانية القديمة (المترجم) .

ويكفى أن نورد قائمة بأسماء كبار علماء الرياضة للفترة التى سبقت إقليدس بهدف واحد – هو تبيان مدى إتساع هذا الكشف .

فنجد بينهم ثاليس الميليتوسى ، وأناكسيماندر ، وأميريست ، وماندريات ، ويونيبيدوس ، وأناكسيمديس ، وديموقريطس ، وأناكساجوراس ، وفيثاغورس ، وهيبياس ، وأرخيتاس ، وهيبوقراط الخيوسى (وهو ليس الطبيب المشهور) ، وأنتيغون ، أوفلاطون ، وثياتيتوس ، ويودوكسوس الكنيدوس ، (والأخيران من كبار العلماء . وبالأخص يودوكسوس الذى عاش فى فترة ٤٠٠ – ٣٣٧ ق . م ، وكان أيضا عالما فلكيا ، وطبيبا ، وخطيبا ، وفيلسوفا ، وجغرافيا) .

وهناك أيضا مينايخموس ، والليوداتوس ، وديونوستراتوس ، وأريستايوس ، ويوديموس ، وثيوفراستوس ، وثيوديوس ... وحوالى عشرين إسما آخر .

وكذلك أرسطوطاليس .

ويعتبر أرسطوطاليس ، بلاشك ، من أعظم العلماء فى تاريخ البشرية .

حقا ، إننا لو وازنا بين الضرر الذى أحدثته أعماله مع فائدتها ، لوجدنا أنه يكاد يزيد عن الأخيرة . وأرسطو نفسه غير مسئول عن ذلك كليا ، لكن أعماله كانت فى القرون الوسطى السلاح الأساسى للرجعية ، بعد أن شذبت وأفرغت من كل ما يبعث على التفكير العلمى .

ولكن تقييم أعماله يعتبر قصة خاصة قائمة بذاتها . وكل ما ينبغى علينا ذكره الآن هو أنه أبدى إهتماما كبيرا بعلم الهندسة . مع العلم أنه اهتم بشكل خاص بنظرية الخطوط المتوازية .

وبالاضافة إلى ذلك ، فانه قدم فى هذا المجال تأكيدين هامين جدا . صحيح أننا لا نجدهما فى أعماله التى وصلت إلى أيامنا هذه ، لكن جميع علماء الرياضة اللاحقين ينسبون بالاجماع إلى أرسطو الفضل فى إيجاد هذين التأكيدين .

واذا ما تقدمنا إلى الأمام فى التاريخ للاحظنا بأن أكثر البراهين ذكاء على صحة المسلمة الخامسة لاقليدس ، انما تعتمد على « مبدأ » أرسطوطاليس بالذات . أما ما قال به أرسطو بشأن خصائص الخطوط المتوازية فسنأتى على ذكره فيما بعد .

أما الآن ..... ف



الباب الثانى

اقليـدس



يكفينا الحديث عن الأسلاف من الرواد ولنبدأ الحساب من إقليدس .

فقد عاش وعمل فى زمن عجيب للغاية .

فى عام ٣٢٣ قبل الميلاد ذهب الاسكندر المقدونى ملك ملوك الأرض ، الشاب البالغ من العمر ٣٣ عاما والمتعب المرهق ، للقاء أبيه زيوس * . وقد حدث ذلك إما نتيجة حمى شديدة ، وإما نتيجة الاغراق فى شرب الخمر أو على أثر جرعة كبيرة من السم .

وقبل أن يتسنى وداع نصف الاله حتى كما ينبغى ، انتقل اخلافه الى تسيير المهام العاجلة اليومية للدولة .

---

* زيوس – رب الارباب عند اليونان القدماء (المترجم) .

فقد كان ينبغى تقسيم الامبراطورية. وكانت إمبراطورية شاسعة واسعة . اذ تم خلال عشر سنوات فقط غزو بلدان ، أكبر بمئات المرات من مقدونيا الصغيرة شبه المعدمة .

ولا يهمنا كثيرا الآن — كيف ، ولماذا حدث كل ذلك . ولو أن أسباب ذلك كانت كثيرة . منها أن الاسكندر المقدونى كان ، كما هو معروف ، من الأبطال .

ومهما يكن الحال ، فان العالم قد تغير خلال عشر سنوات . واتسعت حدود المعروفة بمقدار أربع مرات ، وقد حان الحين الآن لهضم ما جرى ابتلاعه . وكان واضحا أن الارث كان كبيراً للغاية بالنسبة لشخص واحد . وبدا من المضحك إعطاء كل شئ إلى إبن الاسكندر الصغير فى السن ، الذى ولد بعد مضى عدة أشهر من وفاة والده ، أو إلى الوريث الثانى — شقيق الاسكندر من زوجة أبيه الثانية ، الذى كان معتوها . فتمزقت الامبراطورية إلى أجزاء اقتطعها قادة الاسكندر المحبوبون الذين لم تتسن له الفرصة لاعدامهم .

فعقدوا فيما بينهم صلحا أبديا ، وأقسموا كذلك على الوفاء للصداقة إلى الأبد ، وشربوا كثيرا فى الأفراح ، وصافحوا أيدى بعضهم البعض بقبضات قوية تنم عن الرجولة ، ومضى كل لحاله مودعا . وبعد ذلك بدأ طبعا الذبح والقتال فيما بينهم .

كان زمانا مثيرا . يبرز فيه القياصرة كالفطر بعد المطر ، ثم سرعان ما يتم القضاء عليهم . وكان الورثة الشرعيون يخنقون ، أو

يذبحون فى بداية العقد الثانى دون أن تكون لهم جريرة سوى انحدارهم العائلى . واستمرت حروب السلالات والقتل طيلة عشرات السنين التالية بنشاط مضاعف .

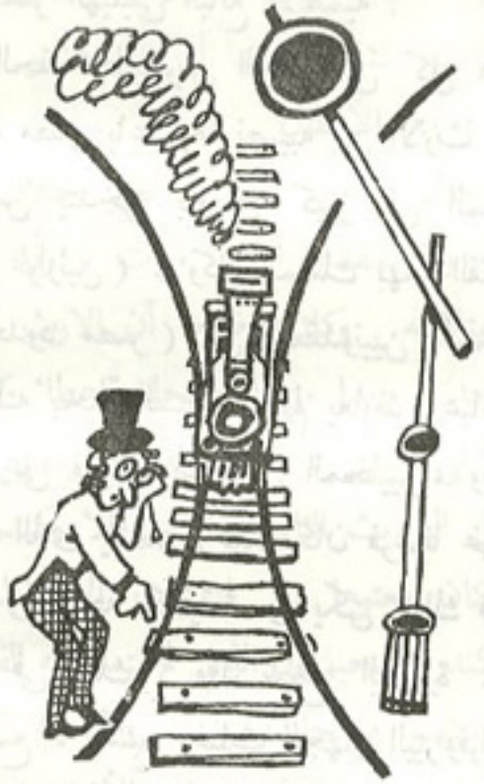
هكذا بدأ العصر الهيلينى البالغ الأهمية .

وقد حالف الحظ بطليموس الحذر فى كل هذه المنازعات ، الذى اقتطع لنفسه مصر باعتبارها نصيبه من الارث .

كان بطليموس يتدخل بنجاح كبير فى المشاجرات الجارية بين الديادوخيين (الوارثين) ، وكان يمسك بهذا القدر أو ذاك بزمام أتباعه (ضمن حدود مصر) من المقدونيين المخلصين ، الذين كانوا يسندون سلطته بحدّ السيف . ولم يعارض عبادة القطط السوداء والتماسيح العزيزة على قلوب المثقفين المحليين، وأصبح نفسه إلها بموجب المنصب الذى يشغله (فقد كان فرعونا على كل حال) . وكان ينهب البلاد وبدرجة كافية . ولم يكن هناك فى الواقع ما يثير عجب المصريين فى ذلك . وقد شجع التجارة ، وأعدم بعض الساخطين على الوضع ، وأشبع رغبات الجهاز البيروقراطى .. وطاب له المقام على ضفاف النيل ، فى المدينة التى سماها الاسكندر باسمه — وهى الاسكندرية . واستقر ورثته تدريجيا ، وأصبحت سلالته وطيدة الأركان ولأمد طويل جدا . كما أنه ذاع صيتها بمنحها العالم شخصية كليوباتره التى غدت موضوعا للأدب طيلة ألفى عام .

وكان أول أفراد السلالة المدعو بطليموس الأول وجميع أفراد

السلالة الآخرين معروفين بكونهم حماة العلم . ومن الصعب أن نتصور الآن ماهية دوافعهم ، وما الذى جعل أفراد السلالة يبدون ولعا بالعلوم .



ربما كان ذلك نوعا من الدلال الذهنى . وربما كان بطليموس الأول يريد بحمايته لعلماء الرياضيات والفلاسفة أن يقلد الاسكندر — فقد كان الاسكندر تلميذ أرسطوطاليس وأكرم العلماء (حقا ، بأشكال غريبة جدا) . وفى نهاية الأمر ، ربما كان القصد الاستفادة

عمليا بصورة ما من رجال الحكمة . على أى حال إن هذه الرواية تبعث على الشك كثيرا .

لندع جانبا أعمال الحدس النفسى ، ولنتمسك بالحقائق .

لقد تحولت الاسكندرية فى القرنين الثالث والثانى قبل الميلاد إلى المركز العلمى الأساسى للعالم الهيلينى . وكانت أهم مؤسسة علمية فيه هو متحف الاسكندرية المعروف الذى يضم مكتبة الاسكندرية التى طبقت شهرتها الآفاق . وللأسف ، فقد جرى نهبها مرات عديدة ، وفى النهاية أحرقت جميع السبعين ألف لفيفة البردى التى تضمها فى القرن السابع من قبل حاكم عربى قيل أنه مجنون .

وبالمناسبة ، فلا جدوى من « الصاق » تهمة القيام بذلك بهذا الحاكم . فقد كان قيصر العظيم أول من طالت يده هذه المؤسسة . وهو نفس جايوس يوليوس قيصر . وكان ناثرا لا بأس به ، لكنه كان بالدرجة الأولى قائدا عسكريا ومن رجال السياسة الدهماء ، وذا طموح كبير ليس له حدود .

كما أن هناك معلومات قاطعة ، تبعث على التفكير بأن الكنيسة المسيحية الأولى (التى كانت تتسامح آنذاك ايضا مع العقائد الأخرى كثيرا) هى التى قامت بذلك بشكل أساسى ، وقبل مجىء الحاكم العربى بأكثر من قرنين . ولم يتبق لدى ذلك الحاكم سوى تطهير المكان من المخلفات . على أى حال فقد كان ينتظر خيرة أعمال البطالسة مصيرا مشئوما .

ومهما يكن ، فاذا ما أردنا التطرق إلى ما عمله البطالسة من خير لا بد لنا من ذكر حمايتهم للعلم .

لقد عرف تاريخ البشرية ممالك كثيرة ، وعددا أكبر من ذلك من الملوك . وربما سيقوم المؤرخون بتتبع العلاقة بين أعمال حاكم الولاية هذا أو ذاك وما يتبع ذلك من أحداث . غير أنه لا يتبقى فى الذاكرة الحية للناس سوى نسبة ضئيلة من كل هذا القطيع المتوج . ورغم ذلك فنادرا ما تكون الذكرى جيدة .

وأكثر ما يحالف الحظ منهم ، من حيث الشهرة ، هم السفاحون والمغامرون أمثال تيمورلنك أو نابليون .

لكن دورهم المباشر فى حياتنا العملية اليوم هو والعدم سواء .

وبما أننى قد انغمرت نوعا ما فى الأقاصيص الشاعرية ذات الموضوعات الموغلة فى القدم حول فناء الممالك وأمجادها جميعا ، فسأحاول أن اختتمها بحكاية ذات مغزى .

فقبل بضع عشرات السنين من غزو الأسبان للمكسيك قام أحد زعماء الأزتيك الذى له إسم يصعب على اللسان تلفظه (ولنرمز له بالحرف « س ») بتوحيد جميع القبائل فى مملكته ، وقضى الى درجة ما على الانقسام ، والتبعثر الذى يتصف به النظام الاقطاعى . فكان من الطبيعى أن يسود الاعتقاد بأن المملكة وسلالة ملوكها ستزدهر على مدى القرون . أما الملك « س » نفسه فقد حكم لفترة طويلة وبسعادة .

وسرعان ما جاء إلى المكسيك قطاع الطرق من رجال كورتيز ، فلم يتبق من إمبراطورية الأزتيك الآن سوى خرائب غارقة وسط الأحراش لمدن كانت عامرة يوما ما . لكن هذا هو نصف القصة فحسب .

فقد كان لدى الملك « س » حريما ، وهو أمر طبيعى ، كما أن الملك « س » كان شغوفا (جدا) بالنساء .

وكان رجلا غير عادى حقا ، وشاعرا غنائيا موهوبا . فمن الطبيعى أن يمارس ، إضافة إلى عمله المباشر ، كتابة الشعر لنسائه الكثيرات . ويمكن سماع أغانيه فى قرى المكسيك حتى يومنا هذا . ويمكن أيضا الابتهاج مرة اخرى ، بكون الأعمال الفنية الحقيقية خالدة دوما أكثر من الامبراطوريات .

وربما كان من الأفضل تذكر إسم الشاعر . لكن للأسف لا أذكر عنه سوى أنه معقد جدا .

وهكذا دعا بطليموس الأول سوتر إقليدس للمجئ إلى الاسكندرية . وقد كتب فيها إقليدس « المبادئ » ، وهو كتاب نادر ليس له مثيل فى تاريخ البشرية .

ومرة أخرى يجب على أن ابدأ الحديث من الاعتراف بأنه لا يعرف أى شئ عن إقليدس فى واقع الأمر . بالطبع ، يوجد لدينا زوج من الأبوكريفا (الكتابات المشكوك فى صحة نسبتها إلى مؤلفيها) .

ويقال أن بطليموس أراد بنفسه فى أول الأمر أن يتضلع فى تعقيدات علم الهندسة . لكن سرعان ما اكتشف بأن دراسة الرياضيات عبء ثقيل للغاية بالنسبة له كفرعون . وعندها دعا اقليدس ، وطلب منه ، كما افترض ، كرجل مهذب يرجو رجلا مهذبا آخر قائلا : « ألا يمكن بلوغ أسرار العلم بشكل أكثر بساطة ؟ » . فاجابه إقليدس باعتزاز وخشونه : « لا طريق هناك للملوك إلى علم الهندسة » . ونحن لا نعرف فيما إذا واصل بطليموس دراسة علم الهندسة . وأغلب الظن أنه اكتفى بممارسة الأعمال المناسبة للملوك (كحفلات الاستقبال ، والصيد ، والسكر ، والحريم) .

أما القصة الأخرى فتقول أنه جاء إلى إقليدس لدراسة علم الهندسة شاب يؤمن بفلسفة الذرائع . وكان البادئ بالسؤال فقال : « ما هى الفائدة العملية من دراسة « المبادئ » ؟ عند ذلك دعا إقليدس ، الذى تأثر للغاية ، عبده وقال له : « إعطه قرشا ، إنه يبحث عن الربح لا المعرفة » .

وبالمناسبة ينبغى الاعتراف بأن كلتا الروايتين متميزتان باسلوبهما التقليدى ، إذا ما أخذنا بنظر الاعتبار تصورات الاغريق حول رجال الحكمة ، وحول علم الرياضة . لذا فلا ينبغى تصديقهما تماما .

فاذا ما كانت القصة الأولى تسر كثيرا السامع حتى من أبناء عصرنا ، فان القصة الثانية تثير الاعتراضات الشديدة . وينبغى على المرء مراعاة أن الاغريق كانوا يفكرون ... لكننى لا أزمع القول بماذا

كانوا يفكرون بالذات ، وأخشى أن يقول بعضهم شيئا ، بينما يقول البعض الآخر شيئا مغايرا . ونحن نعرف (بالأحرى نعتقد أننا نعرف) ، أنهم كانوا يحتقرون أى إستخدام لعلم الرياضيات فى الحياة العملية ، وربما نجد فعلا فى أعمال فلاسفة تلك القرون (بالاخص لدى أتباع أفلاطون) تأكيدات لهذا ، ولاكثر من مرة . ويكون الأمر كذلك . وكل ذلك صحيح . لكن عالم الرياضيات العبقرى العظيم فى القدم — ارخميدس — كان عالما فيزيائيا ، مجربا وليس نظريا . وهذا لا يكفى فهناك المزيد . فلقد كان مهندسا حربيا من الدرجة الاولى ، أمضى السنوات الطوال والجهود الكبيرة فى أن يجعل من مدينة — سيراكوز — التى كانت مسقط رأسه ، حصنا منيعا لا يمكن اقتحامه عمليا .

بالطبع ، أن بلوتارخ الذى أخذ على عاتقه مهمة تبرير أرخميدس قد اعترف خجلا ، بأن كل ذلك كان ، كما يزعم ، طرائف — وألعاب ذهنية بالنسبة للفيلسوف . ولا حاجة هناك للمرء لأن يكون ثاقب الفكر ، لكى يدرك الحقيقة التالية : إن الانسان عندما يلهو باللعب لا يخطط تحصينات منطقة مجهزة بسلاح يخترعه بنفسه ، — وأكرر أنها منطقة منيعة لا يمكن إقتحامها إطلاقا بالنسبة لتلك الأزمنة. وليسمح لى القارئ بالخروج قليلا عن الموضوع لنقول: إن مثال ارخميدس يبين بشكل رائع أن الفيزياء والعلوم الأخرى كانت فى تلك العصور الساذجة البعيدة تلعب فى الحرب دورا لا يقل عما تلعبة الآن .

أما الموقف الحقيقى الذى كان قائما فى العالم الهيلينى من إستخدام الرياضيات فى الحياة العملية فهو غامض .

وبشكل عام ، يبرز أحيانا نفور لا ارادى ، عندما يقابل المرء الأحكام المطلقة الزائدة حول ذلك العصر الموغل فى القدم . فنحن لا نعرف إلا القليل جدا ، والمعلومات المتفرقة والاعتباطية جدا ، من أجل الحكم عن ثقة على نفسية ، وأخلاقيات ، وعادات الناس فى تلك الأزمان . وبالمناسبة فاننى أطرق هنا دربا زلقا جدا ، وابدأ بالتأمل فى أشياء لا أعرفها جيدا . لكن قبل العودة إلى علم الهندسة ، وإقليدس ، سأسمح لنفسى بابداء ملاحظة واحدة فقط ، فأكثر ما يبعث على الاغراء لدى المرء هو — الثرثرات السطحية .

عندما نريد كيل المديح للقدماء ، غالبا ما يتنافس إتجاهان متناقضان . فاما أنه يجرى تصوير الاغريق (بالاخص العالم الهيلينى) بشكل مثالى للغاية ، ويبدى أنصار هذا الاتجاه أسفهم المرير على إنحطاط الأخلاق خلال فترة الـ ٢٥٠٠ سنة المنصرمة ولا عودة للأزمان الخالية لطفولة البشرية ، عندما كان البشر طاهرين ، وسذج ، ولا يعرفون المكر والخداع . وهذا النهج شائع لسبب ما لدى المثقفين المتحذلقين من ذوى الميول الأدبية .

أما أنصار الاتجاه الابداعى الآخر ، اذا لجأنا الى الاستعارة ، فهم يفترضون أنه يكفى أن يتعلم المرء تشغيل المكنسة الكهربائية ، والتلفزيون ، ليدرك تفوقه المعنوى التام على الناس فى أى حضارة مبكرة أخرى.

وهذا هو أسلوب تفكير المهندسين ، والعسكريين ، وغيرهم من العاملين فى المهن « الدقيقة » (وأرجو المعذرة لعدم استطاعتى إضافة الفيزيائيين إلى المجموعة) .

وكما يحدث عادة فان المدافعين عن وجهات النظر المتناقضة يشتركون فى الواقع بشكل تام فى عدم رغبتهم فى استكناه جوهر القضية بأى قدر كان ، ويؤمنون تماما بانطباعاتهم الذاتية العابرة .

بالاضافة إلى ذلك فهناك أنصار « المدرسة الشكيّة » ، الذين يعتقدون بأن الناس كانوا دائما ، وفى جميع العصور ، أنفسهم ، وأن المستوى الفكرى ، والصفات الأخلاقية لم تجد الفرصة لأن تتغير خلال ٢٥٠٠ عام .

ومؤلف هذا الكتاب يميل لتأييد وجهة النظر هذه أكثر من الأخرى ، ولو أنه يمكن القول اعتمادا على كافة ما قرأه — ولا شك يمكن افتراض ذلك — إن البشرية تطورت بدأب ، ولو بصورة بطيئة ، خلال هذه الـ ٢٥٠٠ عام . وأود بالطبع أن تكون هذه الحركة أكثر نشاطا ، لكنها مسألة اخرى .

ولربما قد حان الحين لأن أشرح للقراء المتعبين — بهذه الدرجة أو الأخرى ما الذى يدفع مؤلف كتاب خاص بعلم الهندسة إلى الحديث عن مختلف الأمور فيما عدا علم الهندسة نفسه .

سأشرح ذلك فيما بعد ، أما الآن فلنعد مرة أخرى إلى إقليدس .

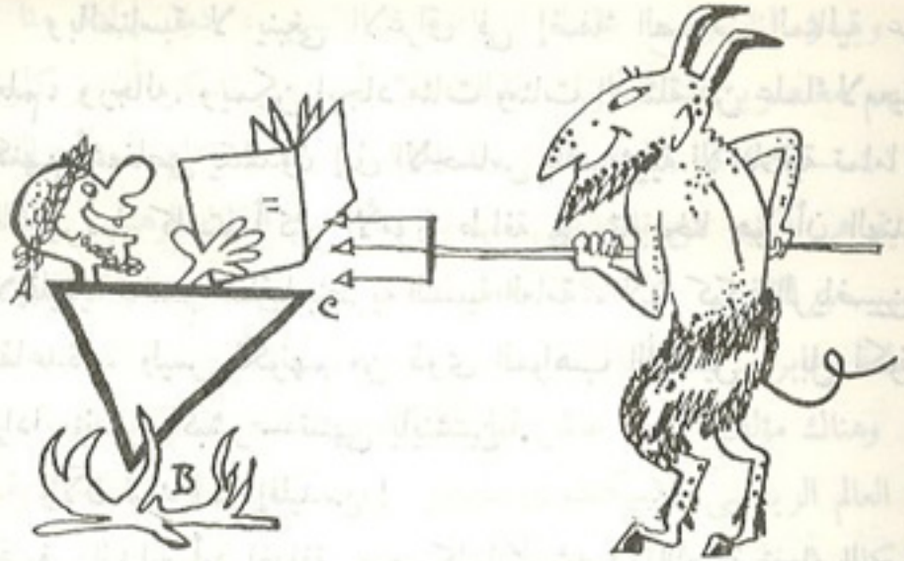
واليكم ما يشبه المقدمة .

حقا إن الحديث سيدور فيما بعد عن الهندسة اللااقليدية ، وعن نظرية النسبية العامة ، التى يعتبر ظهورها ، دون حرج ، كنتيجة منطقية أخيرة لكل تاريخ المسلمة الخامسة .

لكننى اعتقد أن أهم شئ فى كل ذلك ليس هو علم الهندسة ، ولا نظرية النسبية .

ففى نهاية المطاف ، إن كل قصة المسلمة الخامسة إنما تشهد على قوة الفكر الانسانى ، وكذلك على ضيق عقل علماء الرياضيات العجيب إلى حد الفكاهة تقريبا . وبالمناسبة ، فليس من العبث أن أتاح ماكس بلانك لنفسه القول ، ربما بشكل قاطع أكثر مما ينبغى ، لكنه قول صائب عموما ، بأنه « بالمقارنة مع نظرية النسبية يعتبر تكوين علم الهندسة اللااقليدية لا أكثر من لعب أطفال » . على أى حال ، دعنا لا نغرق فى الابتهاج. فالشئ المهم هو غير ذلك.

إن أهم شئ ، والملئ بالعبر ، والمؤثر ، إذا أردتم ذلك ، هو أن القصة التى نحاول متابعتها ذات رمز ، فهى كتصوير لاحدى خيرة الصفات التى تميز البشر عن المخلوقات الأساسية الأخرى ، وتوحد جميع الأجناس فى رتبة واحدة . ويدرك القارئ اللبيب أن المؤلف يكيل آيات المديح للمسعى الدائب فى كشف ما يلى : فى أى عالم نعيش حقا ، وكيف تم بناء الكون ؟ إن هذا النوع من الأممية الذى يوحد بين الناس ، أممية العصور والبلدان والقوميات ، تعارضه دوما



الأخوة الأبدية للبرجوازية الصغيرة ، وجماعة الحكام الصغار المستبدين ، والنفعيين ، والغزاة ، وعشاق المجد ، والمتهافتين وأسوأ قسم من المتحمسين للعبة كرة القدم بين المتفرجين .

اذا ما تصور المرء صورة خيالية ما يجلس فيها فى غرفة واحدة كل من إقليدس ، والخيام ، وجاوس ، ولوباتشيفسكى ، وأينشتين ، فليس من المحتمل أن يعانى نيكولاى إيفانوفيتش لوباتشيفسكى من الحاجة للبحث عن معارف أو أن يقول لدى غياب المادة المناسبة للحديث : « والآن دعنا نستمع إلى بعض النكات » .

ومن ناحية أخرى يجب الاعتراف عن مضض بأن النكات فى أيام إقليدس (مع إجراء تغيير طفيف فى تلاوينها طبعا) تستنفد بشكل تام تقريبا الترسانة الروحية لكثير وكثير من أبناء عصرنا .

وبالمناسبة لا ينبغى الاغراق فى إضفاء الصفات المثالية على العلم، ورجاله. ويمكن إيجاد مئات ومئات الأمثلة عن علماء لامعين، لكنهم أشخاص يفتقدون إلى الاحساس بالمسئولية الأخلاقية تماما .

ولربما كانت أكثر الأمور طرافة فى تاريخنا هو أن الهندسة اللاإقليدية تختتم منطقيا بنظرية النسبية العامة ، لأن كوكبة الرياضيين — كقاعدة ، وليس لكونهم من ذوى المواهب اللامعين ، بل لكونهم أفرادا مؤنسين كبشر — تنتهى باينشتين .

والآن لنعد إلى إقليدس !

فى البداية أود إضافة بضع كلمات شديدة اللهجة تجاه الوحوش التى قضت على مكتبة الاسكندرية . فلو بقيت كاملة لتسنى لنا أن نعرف عن عوالم اليونان، والرومان بعشرات المرات أكثر مما نعرفه الآن.

وأغلب الظن ، لكنا قد عرفنا المزيد عن إقليدس. لكن ، للأسف ، يعتبر المصدر الأساسى حول إقليدس ، حتى يومنا هذا ، هو بروكلوس ديادوخوس من أعمال القسطنطينية ، وكان عالما هندسيا كتب « تعليقات » مسهبة حول الكتاب الأول من « المبادئ » . وما دمنا نشير باستمرار إلى المصادر فلا بد لنا من إبداء ملاحظة صغيرة .

عندما نتجه إلى تاريخ العالم القديم ، يتكون لدينا بدون وعى نفس التأثير الذى يحدثه التطلع إلى سلاسل الجبال من الطائرة . فيتساوى كل شئ ، وتبدو المسافات صغيرة ، وتختفى التفاصيل نهائيا . ولا تبدو عند ذاك سوى صورة عامة للمنظر .

ويبدو لنا جميع علماء الرياضة اليونانيين ، دون إرادة منا ، وكأنهم معاصرين لنا تقريبا . لذلك فلا بأس من تذكر أن بروكلوس (٤١٢ — ٤٨٥ ق . م) عاش بعد إقليدس بـ ٧٠٠ عام . وهذه الفترة الزمنية هى أكبر من تلك التى تفصلنا مثلا عن إيفان الرهيب . لذلك فليس من الغريب أن تكون معلومات بروكلوس عن حياة إقليدس متقطعة وعابرة .

وهناك مؤلف آخر عاش قبل بروكلوس ببضع عشرات من السنين هو العالم الرياضى الاسكندرى بابوس . وقد كتب عن إقليدس يقول أنه كان شخصا لطيفا ، معتدلا ، متواضعا ، وفى الوقت نفسه مستقلا بذاته . وكلاهما يوردان ما حدث لبطليموس . أما المعطيات « الدقيقة » لترجمة حياته ، فانها تستند عمليا على ملاحظات عالم رياضى عربى مجهول من القرن الثانى عشر : « إقليدس ، بن ناوقراطوس ، بن زيناركوس ، المعروف باسم العالم فى الهندسة ، وهو من علماء قديم الزمان ، يونانى الأصل ، وعاش فى سوريا ، وقد ولد بمدينة صور ... » .

وهذا كل ما هناك .

لقد اختفى هذا الرجل فى ظلمات القرون دون أن يترك أثرا . وبقيت أعماله فقط .

ونكرر القول أن « المبادئ » كتاب فريد من نوعه . وقد كان طيلة أكثر من ألفى عام المرشد الرئيسى والوحيد عمليا فى علم



الهندسة لعلماء الغرب والشرق . وحتى فى نهاية القرن التاسع عشر ، كان علم الهندسة يدرس فى الكثير من المدارس الانجليزية بموجب الطبعة المعدلة من « المبادئ » ، ومن المستبعد أن نجد شاهدا أكثر سطوعا على سعة إنتشار هذا الكتاب . ولا ينافس كتاب « مبادئ علم الهندسة» فى ذلك سوى التوراة والانجيل . لكنه يختلف عن هذين الكتابين المقدسين فى كونه يقوم على أساس منطق صارم وصلب . وبتعبير أدق ، إن إقليدس كان يسعى دوما إلى تحقيق ذلك .

ويجوز الاعتقاد بأن إقليدس كان من أتباع أفلاطون وأرسطو . وأفلاطون كما تذكرون ، كان يطالب ببناء علم الرياضيات إعتمادا على الاستنتاجات .

فى الأساس تقوم ــ البديهيات : وهى الأوضاع الأساسية التى لا تحتاج إلى برهان ، وما يتبع ذلك يجب أن يستنتج منطقيا من هذه البديهيات ، ودون حرج .

وهذا هو المثل الذى كان يحاول إقليدس تطبيقه . نقول حاول ذلك لأن جميع بديهياته تعتبر غير مرضية من وجهة النظر العصرية .

لكن من السهل قول ذلك الآن ، بعد مرور ٢٥ قرنا من الأبحاث . بينما كان منطق إقليدس فى زمانه قد ترك أثرا طاغيا .

بدأت محاولات وصف علم الهندسة على أساس طريقة البديهيات قبل إقليدس . وكانت محاولات لابأس بها . غير أنه يمكن القول بثقة أن عمل إقليدس كان أكثر تلك المحاولات توفيقا . والشاهد على ذلك ــ الشهرة الواسعة لكتابه فى العالم القديم ، وبفضل هذا الانتشار وصل الكتاب إلى أيامنا .

ويمكن للمرء قول الكثير من الكلمات الفظة (والصائبة) بشأن بديهيات إقليدس . لكنه يجب أن لا ينسى أبدا بأن هذا النهج قد أصبح نموذجا قانونيا لبناء أى فرع فى الرياضيات . ومن الضرورى ، طبعا ، عدم نسيان أن « المبادئ » قد كتبت بشكل رائع ، وكتبها أستاذ فى صنعته ، وعالم حاذق ، ومعلم مدهش . وهذا يفسر ويبرر اعجاب علماء الرياضيات كلهم باقليدس وبـ « مبادئه » . ودعنا نضيف إلى ذلك ، أن هذا الكتاب قد جذب إلى « العقيدة الرياضية » العشرات من الشباب ، الذين أضحوا فيما بعد من كبار علماء الرياضيات فى العالم .

كان تأثير إقليدس عجيبا عبر كل القرون ، وفى جميع أنحاء العالم . واليكم ، مثلا ، واحدا من أكبر وأبرز علماء الرياضيات فى عصر النهضة كاردانو (Cardano) فانه تحدث باعجاب كبير عن

إقليدس . ومن الجدير بالذكر أن كاردانو نفسه كان مغامرا لا يشق له غبار ، إذا أردنا تجنب وصفه بالخبث ، لكن ليس هناك شك فى موهبته وثقافته الرياضية . وقد كتب حول كتاب « المبادئ » يقول :

« إن قوة أحكامها التى لا تقبل الجدل ، وكمالها ثابتان إلى درجة أنه ما من مؤلف آخر يمكن مقارنته ، بحق ، مع هذا الكتاب . ونتيجة لذلك ينعكس فى « المبادئ » ضوء من الحقيقة لا يمكن فيه ، كما يبدو ، أن يدرك الحق من الباطل فى مشاكل الهندسة المعقدة ، إلا من استوعب إقليدس » .

وفى أواسط القرن التاسع عشر ، قال أحد علماء الهندسة الانجليز البارزين ما يلى :

« لم يكن هناك أبدا نهجا لعلم الهندسة يختلف فى سماته الرئيسية عن خطة إقليدس ، وحتى يحين الوقت الذى سأرى فيه ذلك بأم عينى ، فاننى لن أصدق بوجود مثل هذا النهج » .

والحق ، أنه يجب القول ، أن على عالم الهندسة فى أواسط القرن التاسع عشر أن يكون ذا نزعة أكثر تقدمية ، وهذه الكلمات تكشف ، إضافة إلى الركوع أمام إقليدس ، عن روح المحافظة بعناد لدى قائلها .

ويمكن إيراد الكثير من الاستشهادات المماثلة ، لكننا سنكتفى بالخاتمة الفعالة . ولربما كان أسطع شاهد على تأثير « المبادئ » على

جميع مجالات الفكر على الاطلاق ، هو أن أحد مشاهير الفلاسفة فى تاريخ العالم الغربى ، بينيديكت سبينوزا ، قد اقتبس كل خطة مؤلفه الكبير « الاخلاق » باكمله من إقليدس .

ربما أن سمعة سبينوزا لن تقنع القراء كثيرا ، لذا فمن أجل تقديم خاتمة أصيلة لما قلته من ثناء لكتاب « المبادئ » ساستشهد باسحاق نيوتن .

فان مؤلفه الأساسى « مبادئ الفلسفة الطبيعية » يحاكى إقليدس فى العنوان وفى المخطط التمهيدى . وتقوم فى اساسه البديهيات التى ينبع منها كل شئ . ويتجلى الشبه أيضا فى أن بديهيات نيوتن قد ظهر أنها قصيرة الأجل مثل بديهيات إقليدس .

والمعلومات الأخيرة التى أوردها ، أنه حتى عام ١٨٨٠ قد تم إصدار ٤٦٠ طبعة من كتاب « المبادئ » !

لربما يجب ، قبل التعمق فى المسألة ، قول بضع كلمات حول طريقة البديهيات نفسها .

ولم يتم تفهم المخططات الاستنتاجية بشكل واضح ودقيق إلا فى بداية القرن العشرين . ويعود الفضل فى ذلك بصورة أساسية إلى العالم الألمانى هلبرت !

ويتلخص الأمر بشكل موجز وبسيط للغاية كما يرد أدناه على وجه التقريب. وسنقتصر فيما بعد على مادة علم الهندسة المحددة ، فى سبيل أن نتجنب الاغراق فى التجريد !

المرحلة الأولى — تعداد المفاهيم الأساسية

الأساس — « المفاهيم الأساسية » (أو العناصر الأساسية) . وتعتبر نتيجة الدراسة التجريبية المديدة للطبيعة ، وهى دراسة معقدة ومتشابكة وغامضة ... الخ .

فى النتيجة تظهر « المفاهيم الأساسية» كانعكاس ما مجرد للواقع. ولا يرد فى البديهية أى ذكر لها، كما لو أنها جاءت إلى الوجود كاملة.

وهذا شئ طبيعى . فلا يمكن تعريف « المفاهيم الأساسية » إلا بمساعدة المفاهيم الجديدة الأخرى ، وتعرف هذه بدورها بمساعدة... وهكذا إلى ما لا نهاية . فلا بد من البدء من شئ ما . ويقول الفرنسيون « لا بد لصنع اليخنة من لحم الأرنب من اصطياد ولو قطة » .



إذن فتتوفر لدينا « المفاهيم الأساسية » . ويقول عنها علماء الرياضيات بابتهاج : إنها الكيانات الأولية ، التى لا يمكن تعريفها ، بل يمكن تسميتها فقط . وبالمناسبة ، لدينا إضافة صغيرة على ذلك . ففى البديهيات الحديثة لعلم الهندسة تقسم « المفاهيم الأساسية » إلى مجموعتين :

أ) الصور الأساسية ؛

ب) العلاقات الأساسية .

وبشكل عام ، يوجد هناك الآن نظامان على الأقل للبديهيات مختلفان بصورة جذرية . وفيما بعد سنستخدم النظام الذى تكون فيه « الصور الأساسية » كالآتى :

١) النقطة . ٢) المستقيم . ٣) المستوى .

ولنر الآن ما هى « العلاقات الأساسية » . إنها تتشكل كالآتى :

١) أن تكون ضمن ٢) أن تقع بين ٣) الحركة .

وبذلك تحددت « المفاهيم الأساسية » . ولننتقل الآن إلى المرحلة الثانية .

المرحلة الثانية — البديهيات الأساسية

نورد من أجل « المفاهيم الاساسية » هذه عددا كاملا من التأكيدات التى نتقبلها دون أى براهين . وتدعى بالبديهيات . ومن

الناحية الشكلية نقول أن البديهيات فقط يمكن أن تكسب « المفاهيم الأساسية » محتوى حيا . فهى وحدها تعطى هذه المفاهيم الحياة . وبشكل عام ، إن « المفاهيم الأساسية » تكون خالية من أى مضمون بدون البديهيات . إنها العدم نفسه ، وأشباح تخرج من جرة أثرية قديمة . وتحدد البديهيات قواعد اللعب لهذه « الأشباح » . وتضع لها نظاما منطقيا دقيقا . وكل ما يستطيع قوله عالم الرياضيات حول « مفاهيمه الأساسية » ، إنها تخضع لهذه البديهيات أو تلك . وهذا كل ما فى الأمر . فقط !

لهذا السبب ، فان عالم الرياضيات لا يعرف بالضبط ما يتحدث به . والشئ الوحيد الذى يطالب به هو تنفيذ بديهياته .

الشئ الوحيد !

وعندما تصل طريقة البديهيات إلى حد الكمال ، يتحول علم الهندسة ، شكليا ، إلى لعبة منطقية تجريدية .

إذ يختفى ورا' تعابير « النقطة » ، و« المستقيم » و« المستوى » و« الحركة » أى شئ ، وأية كيانات .

ودعنا نبنى لها علم الهندسة . وسنسمى هذا العلم بهندسة إقليدس ، إذا ما استجابت للبديهيات الموضوعة لعلم الهندسة « الحقيقى » لاقليدس .

فمثلا : لا يمكن أن يوصل بين نقطتين مختلفتين سوى مستقيم واحد لا غيره . وهذه بديهية جرت صياغتها باللغة العادية .

لكن ، إذا ما التزمنا بالمصطلحات التى أوردناها قبل قليل ، كان ينبغى علينا قول الآتى :

لا يمكن أن تنتمى نقطتين مختلفتين سوى لمستقيم واحد فقط .

وهكذا وعلى هذا المنوال . وأوصى على أساس هذه البديهية إثبات النظرية التالية كتمرين جيد : « لا يكون للمستقيمين سوى نقطة مشتركة واحدة » .

ويمكن الآن تمييز خمس مجموعات من البديهيات فى علم الهندسة لاقليدس . وهى :

١) بديهيات الاتصال .

٢) بديهيات الانتظام .

٣) بديهيات الحركة .

٤) بديهية الاستمرارية .

٥) بديهية المتوازيات .

ولا اعتقد أن هناك ضرورة الآن لتعداد جميع هذ البديهيات ، لذا فسنشير إليها فى ملحق لأنه ، كما قال هيرودتس مرة ، ليس هناك من شئ يكسب الكتاب وزنا واحتراما مثل الملحق .

وسوف نعود إلى الحديث عن البديهيات أكثر من مرة ، أما الآن فسنشير إلى ...

نستخدم « المفاهيم الأساسية » فى تكوين مفاهيم أخرى أكثر تعقيدا . فمثلا : الزاوية – هى شكل يتألف من مستقيمين نصفيين (شعاعين) ، ينطلقان من نقطة واحدة .

اذا ما قرأت هذه العبارة بامعان ، يتضح لك أنه فى تحديد الزاوية يستخدم مفهوم معقد واحد وهو : « الشعاع » – المستقيم النصفى .

ومن الواضح أنه كان ينبغى علينا اعطاء تحديد لهذا المفهوم من قبل بمساعدة « المفاهيم الأساسية » . ويمكن تحقيق ذلك بكل سهولة . ويستطيع القراء التأكد من مدى توغلهم فى روح الاستدلال ، والاستنتاج ، فاذا بهم يتسلحون بكشف من البديهيات ، ويحاولون حل هذه المسألة .

واذا ما ظهر أنه لا يمكن تعريف ما هو الشعاع باستخدام « المفاهيم الأساسية » ، لوجب عندئذ أن ينسب هذا المفهوم إلى المفاهيم الأساسية .

وبشكل عام ، فان جميع المفاهيم ، والتعاريف الباقية تورد بمساعدة « المفاهيم الأساسية » وكذلك (انتباه !) تلك البديهيات ، التى عيناها فى « المفاهيم الأساسية » . وبقى لدينا شئ آخير هو ...

بالنسبة لمفاهيمنا (الأساسية وغير الأساسية) سنورد الفرضيات والنظريات التى نقوم باثباتها .

وهذا ، فى الواقع ، يؤلف مادة علم الهندسة .

وأود الآن أن أكرر مرة اخرى أن علم الهندسة يتحول فى هذا الوضع إلى لعبة تجريدية تماما تشبه النرد أو الشطرنج .

كما أنه توجد هناك « مفاهيم أساسية » – قطع الشطرنج . وتوجد بديهيات – مجمل قواعد اللعبة . وأخيرا ، هناك النظريات . هى فى الحقيقة نظرية واحدة : كيف يميت الملك لدى خصمه فى اللعبة .

ولحل هذه « النظرية » يجب على اللاعب أثناء اللعب أن يبرهن على عشرات الفرضيات الثانوية (النظريات المساعدة) ، ويختار فى كل مرة أفضل حركة ، باعتقاده ، فى الحالة المعطاة .

بالمناسبة فهناك اختلاف بين الألعاب وعلم الهندسة . ويكمن فى أن الشركاء غالبا ما يصيغون « براهين » خاطئة . ففى الشطرنج على سبيل المثال لم تكن (مجهولة) المعايير المنطقية الصارمة لكل حركة أو وضع ، بينما هذا الأمر متوفر فى علم الهندسة . ففيها يمكن القول دائما أن النظرية المصاغة مجددا تناقض النظريات السابقة ، ومعنى ذلك أنها تناقض النظريات الأكثر قدما ، ومعنى ذلك ... أننا بفك اللفة حتى النهاية نصل إلى إحتمالين : إما أننا اخطأنا فى الاستنتاج ، وإما أن تكون النظرية المصاغة مجددا خاطئة .

والاحتمال الأول لايهم العلم كثيرا ، فهو لا يبين سوى أننا استوعبنا الرياضيات بشكل سيئ .

بينما يتضمن الاحتمال الثانى نتيجة محددة ، وهامة جدا . فاذا ما اقتنعنا بأن فرضيتنا (النظرية) خاطئة ، فستكون صحيحة ، بالتالى ، جميع النظريات التى تناقض نظريتنا بالذات . واذا ما كانت هذه النظريات المتناقضة هى واحدة فقط ، فاننا قد اثبتناها باستنتاجنا .

وفى الفقرة الأخيرة ، شرحنا — ربما بشكل غامض ومجرد — نهجا كثير الانتشار جدا فى علم الهندسة (وكذلك فى الرياضيات عموما) لطريقة « الاثبات من التضاد » . أو تسمى ايضا بطريقة الاثبات غير المباشر ، وتدعى باللاتينية (reductio ad absurdum).

ولئلا نوغل فى الخيال ، دعنا نأخذ مثالا محددا نقوم باثباته .

لنفرض أنه أقيم على مستقيم خطان متعامدان . ولنستخدم القياس بالزاوية القطرية لقياس الزوايا فنكتب $\frac{\pi}{2}$ بدلا من ٩٠ درجة .

وهناك إحتمالان إثنان فقط هما : إما أن يتقاطعا فى نقطة ما مثل النقطة C ، وإما أن لا يلتقيا ابدا .

لنبرهن على أن النظرية الثانية هى الصحيحة . فنقوم بالبرهان من إثبات العكس .

لنفرض ، أنه يجرى تنفيذ الاقتراح الأول : أى أن المستقيمين

المتعامدين يتقاطعان . فعندئذ يتكون المثلث* ABC . وهو يلفت النظر فى أن $\sphericalangle B$ الخارجية تساوى $\sphericalangle A$ الداخلية ، بالطبع فان $\sphericalangle A$ الخارجية تساوى $\sphericalangle B$ الداخلية .

ولكن توجد نظرية (نفترض الآن انها صحيحة) هى : « أن الزاوية الخارجية للمثلث تكون دائما أكبر من أى زاوية داخلية ، غير مجاورة لها » .

والمثلث المذكور لا يحقق النظرية . وبالتالى لا يمكن أن يوجد مثل هذا المثلث . إذن فقد اخطأنا فى أحد الامور .

لنختبر صحة هذا الاستنتاج ، فنجد أن كل شئ صحيح . أى أننا ارتكبنا الخطأ منذ البداية عندما افترضنا بأن المستقيمين المتعامدين يتقاطعان .

بذلك فان المستقيمين المتعامدين لا يتقاطعان . وقد برهنا على ذلك بشكل صارم ثابت . ولقد سمى إقليدس المستقيمات غير المتقاطعة بالمتوازية. وسنستخدم نحن هذا التعبير فى الوقت الحاضر أيضا.

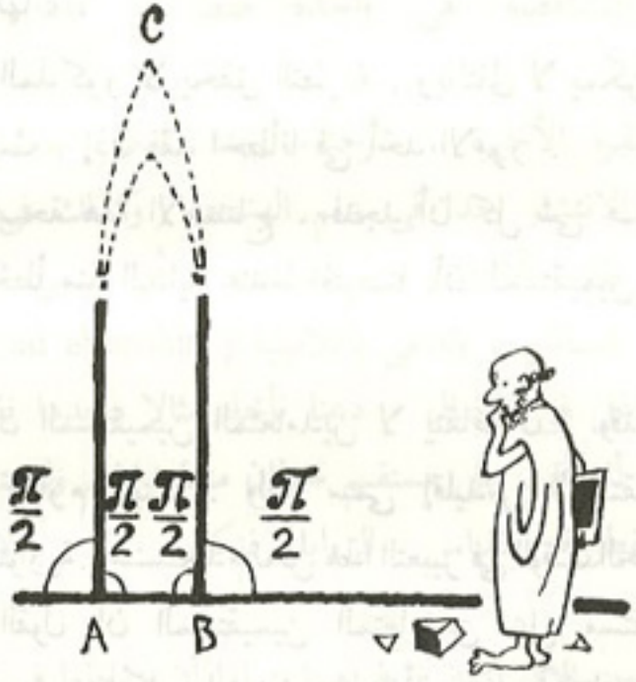
مجمل القول أن المستقيمين المتعامدين على مستقيم مشترك يكونان متوازيين . وبشكل عام ينبغى علينا أن نبرهن أيضا على أن هذين المستقيمين لا يتقاطعان فى نصف المستوى الأسفل . لكن هذا

---

* فيما بعد سنستخدم الرمز Δ بدلا من كلمة « المثلث » فى احيان كثيرة فى النص . وبدلا من كلمة « الزاوية » الرمز $\sphericalangle$.

تكرار مجرد للبرهان السابق ، وسوف لا نضيع الوقت في دراسته .

لقد اعتمدنا في إجراء البرهان على نظرية الزاوية الخارجية للمثلث . وبما أن القارئ اللبيب قد فهم ، طبعا ، أن هذا المثال كله مهم جدا للموضوعات اللاحقة ، لذا فاننا سنبرهن على هذه النظرية دون مناقشة . وهي مهمة للغاية بالنسبة لنا ، ولكل القصة المتعلقة بالمسلمة الخامسة ...



صحيح أن المسلمة نفسها لم تأخذ صيغة ما بعد ، غير أن قصة المسلمة الخامسة بأجمعها قد بدأت من هذه النظرية بالذات .

نفرض أن لدينا $\triangle ABC$. فانظروا ! إن الزاوية الخارجية $\sphericalangle C_{exr}$ محددة بقوس . لنبرهن على أنها أكبر من أي زاوية داخلية ، غير

مجاورة لها ، أي أكبر من $\sphericalangle A$ وأكبر من $\sphericalangle B$. وسنورد الآن البرهان بالنسبة لـ $\sphericalangle B$.

نقسم الضلع BC بالنقطة D نصفيا ، ونمد مستقيما عبر A و D :

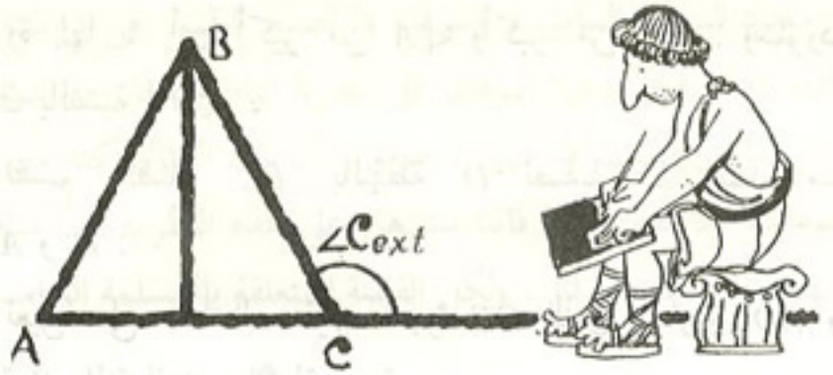
نعين على هذا المستقيم الجزء DE الذي يساوي AD ونربط النقطة E بالنقطة C بواسطة مستقيم .

يكون المثلثان ABD و DEC متساويين . حقا ان الأجزاء $AD=DE$ و $BD=DC$ معطاة تبعا للرسم . والزاويتان CDE و ADB متساويتان باعتبارهما زاويتين رأسيتين .

أي أن المثلثين متساويان حسب القاعدة المعروفة . لكن عندها $\sphericalangle B$ (أو الزاوية ABC) تساوي الزاوية BCE . ويالها من مفاجأة سارة ! فان $\sphericalangle BCE$ ما هي إلا جزء من $\sphericalangle C_{ext}$.

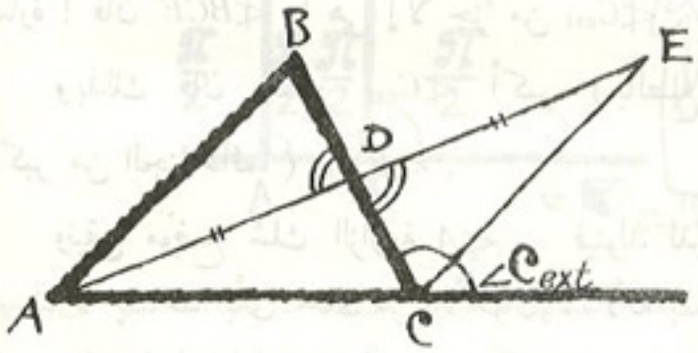
وبذلك فان جميع $\sphericalangle C_{ext}$ أكبر (بالطبع أكبر ، فالكل أكبر من الجزء دائما) من $\sphericalangle B$.

وتبقى موضع شك الزاوية $\sphericalangle A$. فيتولد لدينا فورا شعور بأن رسمنا لا يساعد بأي حال من الأحوال ، لأنه يقسم الزاوية $\sphericalangle A$ في الرسم التخطيطي إلى جزئين . وسيكون خيرا لو وضعناها في الوضع $\sphericalangle B$. ولربما نمد مستقيما من الرأس B ونكرر الرسم والبرهان ؟ لكن وضع $\sphericalangle C_{ext}$ يكون مغايرا .



وسنحصل على نتيجة مشابهة إذا مددنا أيضا الضلع BC ، ودرسنا الزاوية الجديدة N .

فالزاوية N ، طبعا ، أكبر من $\measuredangle A$. وقد برهنا على ذلك توا .





يالله من إيحاء ! فالزاوية $\measuredangle N$ تساوى الزاوية $\measuredangle C_{ext}$ لأنهما زاويتان قائمتان . وهذا كل ما فى الأمر .

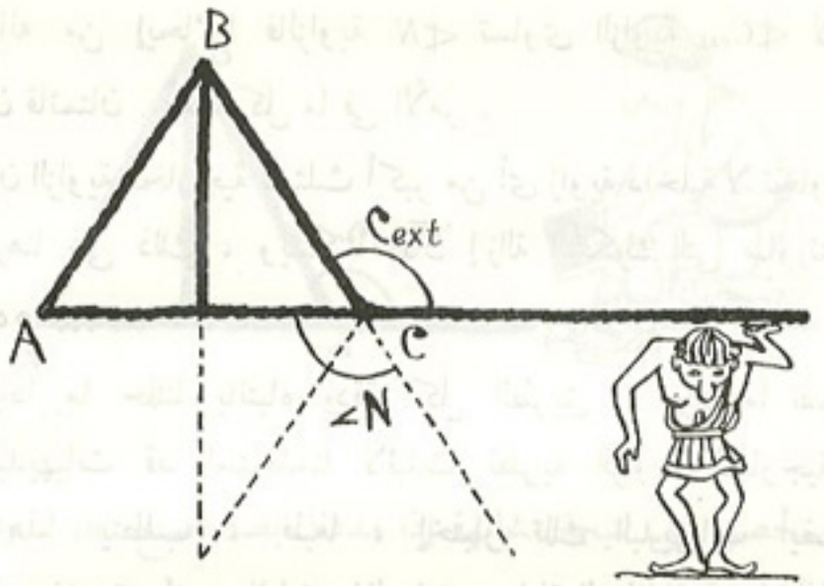
إن الزاوية الخارجية للمثلث أكبر من أى زاوية داخلية لا تجاورها . وقد برهنا على ذلك ، ويمكننا الآن إزالة الشكوك التى ساورتنا فى ص ٥٥ ...

واذا ما حللنا بانتباه ودقة كل الطريق ... واذا ما تفحصنا أى البديهيات قد استخدمنا لاثبات نظرية الزاوية الخارجية ... فان هذا يتطلب ، طبعا ، إختبار تلك البديهيات أيضا ، التى استخدمت لدى إثبات نظريات مساواة المثلثات ومساواة الزوايا القائمة .

واذا ما قمنا بكل ذلك ، لتجلى لنا بأننا قد استخدمنا عمليا جميع البديهيات تقريبا .

لكننا لم نستخدم فى أى مكان فى الطريق أى مفهوم حول المستقيمات غير المتقاطعة (المتوازية) ، ولا (وهو الأدهى !) النظريات أو البديهيات المتعلقة بهذه المستقيمات .

ويمكن لأى شخص التأكد من ذلك ببساطة إذا أخذ قائمة البديهيات ، وحلل جميع « المفاهيم » ، الضرورية لنظرية الزاوية الخارجية ، وجميع النظريات المساعدة .



إن رحلتنا قد طالت ، وحان الحين لأن نعود إلى البديهيات .

فأولا ، نثبت لأى المتطلبات المنطقية ينبغى أن تستجيب .

وهما اثنان :

١) التمام أو الكمال .

٢) عدم الارتباط (الاستقلال) .

والأول ، يعنى أن البديهية يجب أن تكون كافية من أجل إثبات أو دحض أى تأكيد محتمل حول « مفاهيمنا الأساسية » الأولية أو « المفاهيم الأكثر تعقيدا » ، المتكونة من الأولية .

والثانى ، يعنى أننا لم نأخذ عددا كبيرا جدا من البديهيات .

فلدينا العدد اللازم منها فقط لا أكثر . ولا يمكن لأى من هذه البديهيات أن تثبت أو تدحض بواسطة البديهيات الأخرى .

ويمكن صياغة هذين المتطلبين فى عبارة واحدة . يجب أن تكون البديهيات ضرورية وكافية .

فالضرورة — هى مطلب الكمال .

والكفاية — هى مطلب الاستقلال .

باختصار إن مطلبى الضرورة والكفاية يرمزان إلى أنه يجب أن تكون البديهيات بالعدد اللازم لا أكثر ولا أقل .

والآن يمكن إيراد تعديل هام للغاية .

فينبع من استقلالية البديهيات على الفور عدم تناقضها . وفى الواقع ، فاذا ما طورنا علم الهندسة ، وحصلنا فى مرحلة ما على نظرية تناقض النظريات الباقية ، فان ذلك سيكون علامة غير سارة تنبئ بأن هناك خطأ ما فى الأساس . أى أن إحدى البديهيات (أو عدة بديهيات) تناقض الباقية .

واذا ما كانت تتناقض فمعنى ذلك أنها غير مستقلة .

إن جميع هذه التأملات المنطقية هى فى الواقع بسيطة للغاية . لكنها قد تبدو بعد القراءة الأولى صعبة الفهم . وفى هذه الحالة أوصى القارئ بقراءتها للمرة الثانية .

أما الآن فنأكد مرة أخرى على أن مطلب استقلال البديهيات أقوى وأكثر صرامة من مطلب عدم التناقض .

وقد تكون البديهيات غير متناقضة لكن لا يتضح من عدم التناقض بعد ، أن أيا منها هى نتيجة للأخريات ، وفيما إذا كانت هى بالذات نظرية . ومن الطبيعى أنه بتقديم أى مجموعة من البديهيات الهندسية ، ينبغى لعالم الرياضيات أن يثبت استقلالها ! وهنا سنوقف مؤقتا جميع تأملاتنا . وستكون لدينا الفرصة والوقت للعودة إليها من جديد . وأستطيع التأكيد على اننا سوف لن نفوت الفرصة ، ولن نضيع الوقت .

رغم أن كل ما كتب قبل ذلك بفترة وجيزة كان بسيطا للغاية ، فانا أميل إلى الاعتقاد ، والقارئ يشاركنى الرأى فى هذا ، بأن إقليدس لم يعلم شيئا عنه . وعموما كان يتحسس بالبديهة والحدس كل ذلك ، لكنه لم يستطع صياغته فى برنامج منطقى واضح.

ولم يتم التوصل إلى وضع مشكلة إستقلال البديهيات بصورة دقيقة ، أو إدخال « المفاهيم الأساسية » بشكل دقيق ، لا لدى الاغريق فقط ، بل ولدى جميع علماء الرياضيات فى مختلف العصور والشعوب ، حتى القرن التاسع عشر .

وفى الواقع إن البديهيات والبراهين التى طرحها اقليدس ، تؤلف خليطا متمايزا للغاية من البديهيات والثغرات المنطقية ، إذا ما ... أعطينا تقديرا لها من وجهة النظر المعاصرة .

لكن إقليدس تقدم بشكل حاد وبخطوات كبيرة جدا فى الطريق نحو المنطق الدقيق ، إلى حد أن جميع المراجع الدراسية الأخرى ،

وجميع « المبادئ » الأخرى ، الشائعة فى القدم ، تبدو باهته لدى مقارنتها بـ « المبادئ » .

واذا ما كان الاغريق يسمون هوميروس بـ « الشاعر » فقط ، معتقدين بأن لا ضرورة لذكر إسمه ، فانهم كانوا يسمون إقليدس بـ « صاحب المبادئ » .

ونسى جميع أسلافه فى طريق استنتاج بناء علم الهندسة .

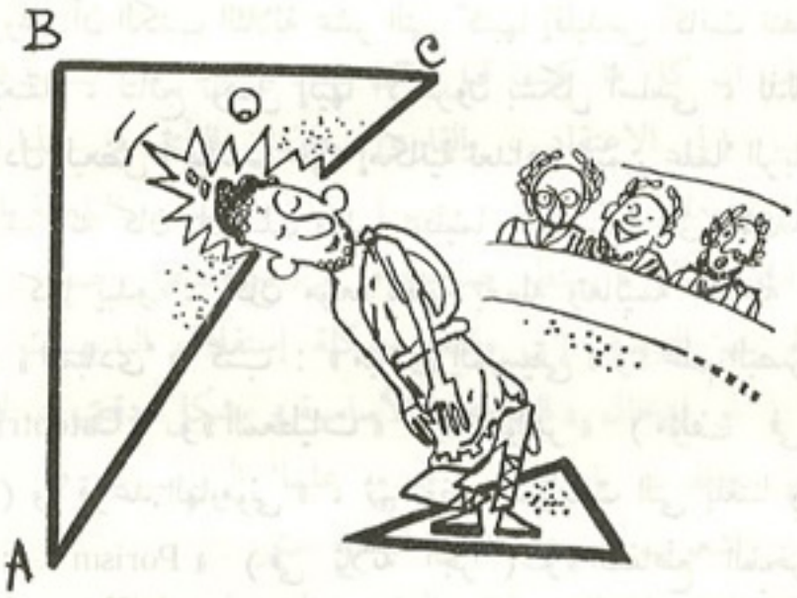
فقد كانت هناك « مبادئ » ، وصاحبها إقليدس .

ورغم أن الكتب الثلاثة عشر التى كتبها إقليدس كانت تتضمن ، كما يعتقد ، نتائج توصل إليها الآخرون بشكل أساسى ، لذلك فاذا ما تجادل البعض أحيانا — حول إمكانية تعداده ضمن علماء الرياضيات العظام — فانه كان بلا شك معلما عظيما . ونضيف إلى ذلك أيضا ، أنه ، كما يبدو ، كان مولعا للغاية بعمله وتعاليمه الشاملة ، فالى جانب « المبادئ » كتب : « مبادئ الموسيقى » و« علم البصريات » و« Catoptrica » و« المعطيات » و« الظواهر » (مؤلف فى علم الفلك) و« قواعد الهارمونى » ، ثم بعض المؤلفات التى بلغتنا واختفت مثل : « Porism » (فى ثلاثة أجزاء) و« المقاطع المخروطية » (فى أربعة أجزاء) و« المنظورى » (فى جزئين) و« المواقع فى السطوح » و« التقسيم » و « المغالطات والاباطيل » .

وهذه قائمة محترمة جدا .

صحيح ، أن غالبية الكتب غير أصيلة فى المحتوى ، لكن العمل المنجز هائل . وبالمناسبة إن كتاب « المعطيات » قد حاز

على تقدير كبير من قبل نيوتن نفسه ، وهى توصية كبيرة الشأن . ويبدو أن إقليدس نفسه قد طور القسم البالغ التعقيد والمثير لعلم الهندسة اليونانى الخاص بالأفكار حول المقاطع المخروطية . لكنه لم يذكر هذه النتائج فى كتاب « المبادئ » ، لأنه كان هناك رأى شائع يقول بأن هذا المجال غير جدير « بالرياضيات الصرفة ، التى تهدف الى تقريب الانسان من الألوهية » .



وكان أفلاطون هو الذى قرر سبب كون نظرية المقاطع المخروطية بالذات لم تقرب من الألوهية . فقد اعتبر أن من الهرطقة استخدام أى أدوات فى الهندسة ، فيما عدا الفرجار والمسطرة ، أو — وهو نفس الشئ — استخدام المحال الهندسية للنقط ، فيما عدا الدائرة والمستقيم

(وقد كانت مثل هذه المحال الهندسية ضرورية لدى دراسة المقاطع المخروطية) . وهاجم بكل حماس عالم الهندسة اللامع مينايخموس (وهو بالمناسبة صديقه) الذى أظهر بأن حل المسألة السيئة الصيت حول مضاعفة المكعب هو بسيط مثل تقسيم الزاوية إلى ثلاثة أقسام ، إذا ما استخدمت أدوات هندسية جديدة .

وكان أفلاطون يؤكد بأن كل ذلك « يفسد ويحطم خير علم الهندسة ، لأنه عندئذ يبتعد عن الأشياء الروحية والمحسوسة ذهنيا ، ويلجأ الى الأجسام التى تحتاج لاستخدام أدوات الحرف المبتذلة الشائعة » .

والظاهر أن هذا التعنيف قد أرهب إقليدس المسكين ، فاختفى مؤلفه « حول المقاطع المخروطية » كليا دون أثر بالنسبة لنا .

وربما هناك شئ فى « المبادئ » يتعلق بدراسة قواعد الأجسام المتعددة السطوح. ففى الكتاب الثالث عشر ، يبرهن على أنه توجد خمسة أنواع فقط من هذه الأجسام . وهذه نتيجة باهرة ، وغير متوقعة ، ورائعة .... وباختصار إنها نتيجة كلاسيكية .

إن « المبادئ » لا تتناول علم الهندسة عموما فقط . ففيها توجد عناصر نظرية الأعداد ، والنظرية الهندسية الخاصة بالكميات الكسرية . والكتب الثلاثة الأخيرة تبحث فى الهندسة المجسمة . وسبق كل فصل فيها بديهيات ومسلمات .

وعموما يجرى شرح الهندسة المستوية فى الكتب الستة الاولى . ويبدأ أولها بالبديهيات والمسلمات .

ولم يتمكن مؤرخو الرياضيات حتى الآن من الاتفاق نهائيا حول كيف فرق إقليدس بين البديهيات والمسلمات .

وبشكل عام كانت البديهيات بالنسبة لاقليدس (وكان نفسه يسميها بـ « الصفات المميزة العامة لعقلنا ») هى حقائق ، تتعلق بجميع الأشياء (وليس الهندسية فقط) . فمثلا إذا كان A يساوى C و B يساوى C ، فان A يساوى B . ويمكن أن يكون A و B هنا عددين أو جزأين من مستقيم ، أو من أوزان الأجسام ، أو مثلثين ، وغير ذلك .

أما المسلمات فهى بديهيات هندسية صرفة . فمثلا تنص المسلمة الأولى لاقليدس على ما يلى : « يمكن مد خط مستقيم من نقطة إلى نقطة أخرى » .

كما توجد لدى إقليدس « المبادئ الأساسية » .

ولاحاجه لأن نورد هنا جميع نظام بديهياته ، لأننا تحدثنا عن ذلك عشرات المرات — وهو نظام غير مقبول . وعلى أى حال ، إن عدد البديهيات فى الهندسة المستوية لاقليدس هو ست ، وسوف لا نتطرق إليها . لكن المسلمات تستحق الذكر ، وعددها أربع ، وهى :

« يجب المطالبة :

١ — بأن يمد خط مستقيم من كل نقطة إلى أى نقطة أخرى .

٢ — أنه يمكن مد أى مستقيم محدد إلى ما لانهاية .

٣ — أنه يمكن أن ترسم من أى نقطة ، كمركز ، دائرة ذات أى نصف قطر .

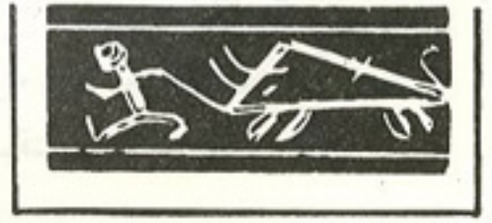
٤ — أن تكون جميع الزوايا القائمة متساوية فيما بينها .

وسوف لا نشير إلى المساوئ فى هذه المسلمات الآن . وكما قال العالم نيكولاى لوباتشيفسكى لنغفر لاقليدس و « المبادئ » جميع « النواقص البدائية » . وما يهمنا فى الوقت الحاضر هو أن جميع المسلمات الأربع بسيطة للغاية من حيث المحتوى . وقد افترض إقليدس فيها حقائق طبيعية ومفهومة على الاطلاق ، ولا تنفصل عن إدراكنا ، وعن حدسنا . وكل هذا أمر طيب ، و ... وبعد ذلك تأتى المسلمة الخامسة .



الباب الثالث

المسلمة الخامسة



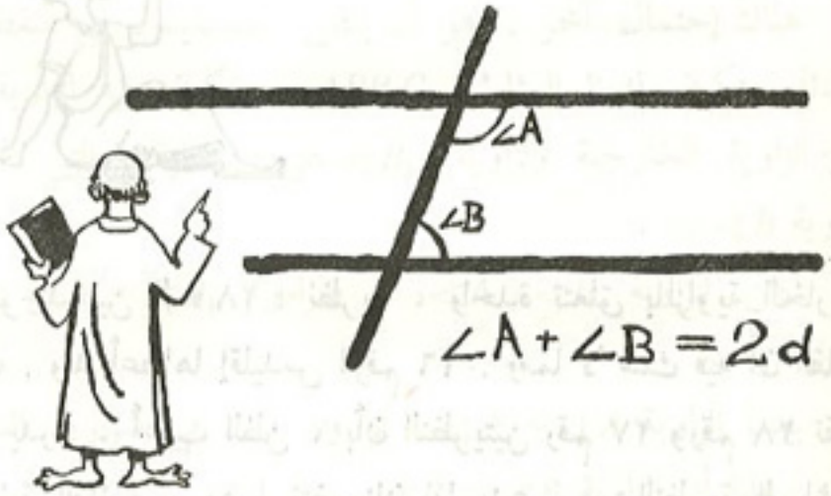
تنص المسلمة الخامسة على ما يلى :

« اذا ما قطع مستقيم خطين مستقيمين، واقعين فى مستوى واحد ، وكان مجموع الزاويتين الداخليتين فى جانب واحد أقل من $2d$ (١٨٠°) ، فان هذين المستقيمين يلتقيان، لدى مدهما بما فيه الكفاية، من الجانب الذى يكون فيه هذا المجموع أقل من $2d$ ».

فما قيمة صيغة واحدة ! إنها — أولا — على كل حال مجموعة كبيرة من الكلمات . وثانيا ، ما أكثر المفاهيم الهندسية ! والانسان الذى لا يعرف أسس علم الهندسة لا يفهم منها شيئا على الاطلاق . وهذه المسلمة تختلف جذريا عن الأخريات . فهى تبدو وكأنها

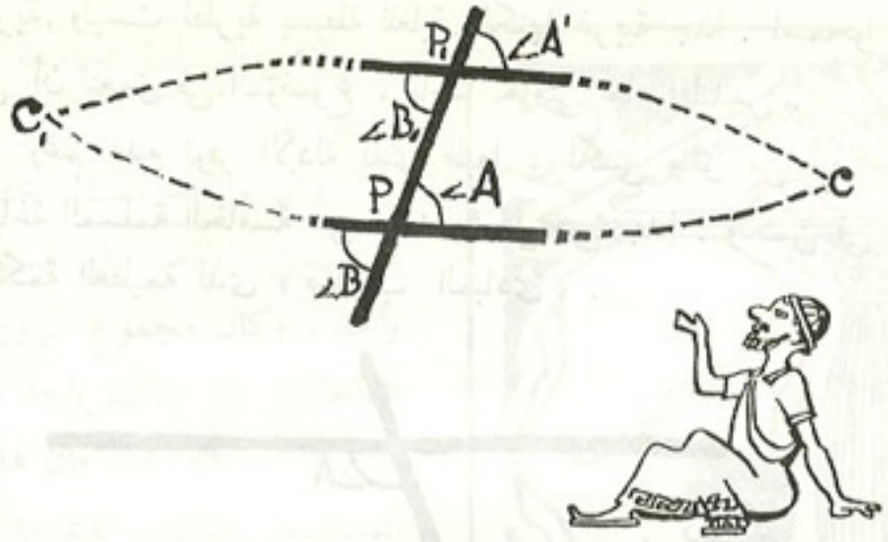
نظرية. وليست نظرية بسيطة للغاية. لكنها غريبة جدا . اسمحوا لى، قبل أن نتعمق فى الموضوع ، باحناء هامتى أمام إقليدس .

رغم عدم توفر الأدلة لدى طبعا ، لكننى واثق من أنه جرت صياغة المسلمة الخامسة عن قصد بشكل سئ جدا . وتكمن فى هذا الحكمة العظيمة لدى « صاحب المبادئ » .



لقد اختار إقليدس من بين جميع الصيغ الممكنة للمسلمة الخامسة أكثرها تعقيدا وازعاجا . فما السبب ؟ لغرض الاجابة على ذلك لنبحث كيف بنى إقليدس علم الهندسة .

برهن إقليدس النظريات ، طبعا ، بعد البديهيات والمسلمات . وقد برهن النظريات الثمانى والعشرين الأولى دون أن يتعرض للمسلمة الخامسة . فهى غير ضرورية لها . ولا علاقة لهذه النظريات الـ « ٢٨ » بالمسلمة الخامسة ، لأنها — كما يقال — تتعلق بالهندسة المطلقة .



وتوجد بين الـ « ٢٨ » نظرية ، واحدة تتعلق بالزاوية الخارجية للمثلث . وقد أعطاها إقليدس الرقم ١٦ . ومما لا شك فيه أن القارئ اللبيب يدرك ، أغلب الظن ، بأن النظريتين رقم ٢٧ ورقم ٢٨ تقعان فى نهاية القائمة . وهما تتضمنان ما يدعى بـ « النظرية المباشرة » للخطوط المتوازية. وسنبرهن عليهما مع توحيدهما سوية فى نظرية واحدة.

لنفرض أن خطين مستقيمين يتقاطعان مع مستقيم ثالث فى النقطتين P و P_1 .

يؤكد أنه : إذا كانت الزاوية $\sphericalangle A$ = الزاوية $\sphericalangle A_1$ فان المستقيمين متوازيان .

ولنثبت ذلك من العكس . لنفرض فى البداية أن المستقيمين يتقاطعان فى النقطة C . عندئذ يتكون لدينا المثلث ΔPP_1C الذى

تكون الزاوية الخارجية $\sphericalangle A_1$ فيه مساوية للزاوية الداخلية $\sphericalangle A$ غير المجاورة لها . لكن هذا مستحيل . لأنه يعارض النظرية القائلة « إن الزاوية الخارجية للمثلث تكون دائما أكبر من أى زاوية داخلية فيه غير مجاورة للزاوية الخارجية » ! إذن ، لا يمكن للمستقيمين أن يتلاقيا إذا مدا إلى الجهة اليمنى .

هناك إحتمال آخر . وهو أن يلتقى المستقيمان فى النقطة C_1 . عندئذ يتكون لدينا المثلث ΔPP_1C_1 . وتكون فيه الزاوية $\sphericalangle B$ هى الزاوية الخارجية والزاوية $\sphericalangle B_1$ هى الداخلية ، التى لا تجاور الزاوية $\sphericalangle B$.

لكن الزاوية $\sphericalangle A = \sphericalangle B$ ، والزاوية $\sphericalangle A_1 = \sphericalangle B_1$ ، نظرا لكونها رأسية .

بينما الزاوية $\sphericalangle A = \sphericalangle A_1$ — لورود ذلك فى شروط النظرية . ومعنى هذا أن الزاوية $\sphericalangle B = \sphericalangle B_1$.

وبهذا يتم إثبات النظرية .

فى المثلث الفرضى PP_1C_1 تكون الزاوية $\sphericalangle B$ هى الخارجية والزاوية $\sphericalangle B_1$ هى الداخلية ، التى لا تجاورها . وكلتا الزاويتين متساويتان . لكن هذا مستحيل . وهذا يعنى أن المثلث ΔPP_1C_1 غير قابل التحقيق . ومعنى هذا أن المستقيمين لا يلتقيان فى النقطة C_1.

وبذلك تثبت النظرية تماما .

من الواضح للقراء ، طبعا ، أن B و B_1 قد جرى إدخالهما هنا فى سبيل أن نتمكن من تقليد نفس الوضع الذى ظهر فورا بالنسبة للمثلث ΔPP_1C (المثلث الأول) تماما ، وذلك بالنسبة للمثلث الفرضى ΔPP_1C_1 .

الآن ، ولغرض تكرار إقليدس تماما ، لندخل فى رسمنا أربع زوايا اخرى . ويكفى إلقاء نظرة على الشكل لمعرفتها .

فمن المتساوية الزاوية $\sphericalangle A = \sphericalangle A_1$ — نحصل فورا على مجموعة كاملة من المتساويات .

١ . $\sphericalangle B = \sphericalangle A_1$ ، $\sphericalangle C = \sphericalangle D_1$ وهذه الزوايا تدعى بـ « الزوايا الخارجية المتصالبة ».

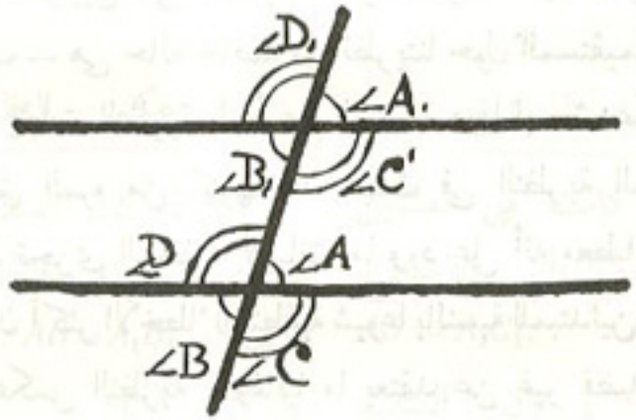
٢ . $\sphericalangle A = \sphericalangle B_1$ ، $\sphericalangle D = \sphericalangle C_1$ — وهذه الزوايا تدعى بـ « الزوايا الداخلية المتصالبة » .

٣ . $\sphericalangle D = \sphericalangle D_1$ ، $\sphericalangle C = \sphericalangle C_1$ ، $\sphericalangle B = \sphericalangle B_1$ وبالطبع فان $\sphericalangle A = \sphericalangle A_1$. وجميع هذه الزوايا تدعى بالزوايا المناظرة .

$$\sphericalangle D + \sphericalangle B_1 = \Pi$$
$$\sphericalangle A + \sphericalangle C_1 = \Pi$$
$$\sphericalangle C + \sphericalangle A_1 = \Pi$$
$$\sphericalangle B + \sphericalangle D_1 = \Pi$$

لدينا هنا زوايا داخلية وخارجية منتسبة لجهة واحدة .

لقد أوردت ، ممتثلا لوضع الأمور السائد عموما ، جميع المتساويات الاثنتى عشرة ، والآن آسف نوعا ما لذلك . إن وفرة المتساويات قد تحيط المسألة الواضحة بالغموض . وكل واحدة منها تفى بالغرض . أما الاحدى عشرة الباقية فيتم الحصول عليها فورا ،





إذا كانت ولو واحدة منها صحيحة . وقد بدأنا من المتساوية $\sphericalangle A = \sphericalangle A_1$ ، لكن كان بالمستطاع الانطلاق من أية واحدة منها .

أثبتنا أنه إذا ما تحققت أية واحدة من متساوياتنا الاثنتى عشرة ، تكون المستقيمات متوازية . وهذه هى روح نظريتين من نظريات إقليدس : رقم ٢٧ ورقم ٢٨ .

وبالمناسبة ، نجد من الملائم الآن التذكر أن نظرية توازى مستقيمين عموديين على مستقيم آخر مشترك — أول نظرية أثبتناها فى هذا الكتاب — هى حالة خاصة من نظريتنا حول المستقيمات المتوازية .

ولدى إثبات النظرية يلجأ عالم الهندسة دوما لبحث عكس النظرية . ففيها ينطلق المرء من كونها قد أثبتت فى النظرية المباشرة ، ومن الطبيعى أن تجرى المحاولة لاثبات ما ورد على أنه معطيات فى النظرية المباشرة. إن أكثر الأخطاء المنطقية شيوعا بالنسبة للمبتدئين ترتبط بالنظرية المباشرة وعكس النظرية . وغالبا ما يعتقد عن غير قصد ، أنه يعقب النظرية المباشرة عكسها أوتوماتيكيا .

ويمكننى أن اورد كمثال يثبت خطأ ذلك الرأى للكابتن فرونجل المشهور ، الذى احتفظت فيه بعناية فى ذاكرتى سنوات طويلة لمثل هذه المناسبة .

النظرية المباشرة	عكس النظرية
إن كل رنكه° هى سمكة .	(نظرية الكابتن فرونجل) إن كل سمكة هى رنكه .

° الرنكه نوع من السردين (المعرب) .

ولو تمسكت بتقاليد المؤلفات المبسطة ، لوجب على الاستطراد قائلا أن هذا المثال يتسم بطابع الفكاهة ، لكننى لن ألجأ الى ذلك .

أمثلة مستقاة من الهندسة (الاقليدية) :

النظريات المباشرة	عكس النظرية
١) اذا كانت فى المثلثين ABC و $A_1B_1C_1$ الاضلاع $AB = A_1B_1$ و $AC = A_1C_1$ ، $\sphericalangle A = \sphericalangle A_1$ ، فان المثلث $\triangle ABC = \triangle A_1B_1C_1$.	١) اذا كان المثلث $\triangle ABC$ يساوى المثلث $\triangle A_1B_1C_1$ فان الاضلاع $AC = A_1C_1$, $AB = A_1B_1$, $\sphericalangle A = \sphericalangle A_1$.
٢) المستقيمان العموديان على مستقيم واحد يكونان متوازيين .	٢) اذا تقاطع مستقيمان متوازيان بمستقيم ثالث فانهما يكونان عموديين عليه .
٣) اذا كان المثلث $\triangle ABC$ يشبه المثلث $\triangle A_1B_1C_1$ فان $\frac{AB}{A_1B_1} = \frac{AC}{A_1C_1}$.	٣) اذا كانت النسبة $\frac{AB}{A_1B_1} = \frac{AC}{A_1C_1}$ تصح بالنسبة للمثلثين ABC و $A_1B_1C_1$ فان المثلثين متشابهان .

وفى المثال الرابع سنجمع أربع نظريات فورا تكريما لهذا الرقم .

٤) إذا كان المثلث $\triangle ABC$ متساوى الساقين $(AB = BC)$ ، فانه :

١ ــ الزاوية $\sphericalangle A = \sphericalangle C$

٢ ــ تتساوى الارتفاعات أو المستقيمات الوسطية أو منصفا الزاويتين A و C .

٤) اذا كان فى المثلث $\triangle ABC$ ،

١ ــ الزاوية $\sphericalangle C = \sphericalangle A$ ،

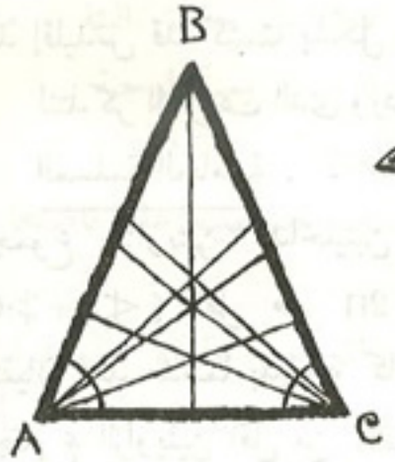
٢ ــ الارتفاعات أو المستقيمات الوسطية أو منصفا الزاويتين A و C متساوية فان المثلث ABC يكون متساوى الساقين $(AB = BC)$.

إن جميع النظريات المباشرة فى هذه الأمثلة صحيحة . أما الحالات التى تصح فيها النظريات العكسية فنترك تقريرها للقارئ .

ومن الطريف ، بالمناسبة ، أنه فى غالب الأحيان يكون عكس النظرية صحيحا تماما ، لكن إثباته أمر فى غاية الصعوبة ، مما هو الحال بالنسبة للنظرية المباشرة . وطبيعى أن توجد مثل هذه الحالة فيما أوردناه من أمثلة .

فالنظرية الثانية من المثال الرابع ــ تساوى منصفات الزوايا فى المثلث المتساوى الساقين ــ يتم إثباتها بسهولة . أما عكسها (ونكشف سرا هو أنها نظرية صحيحة تماما) فيؤلف مسألة هندسية عويصة جدا .





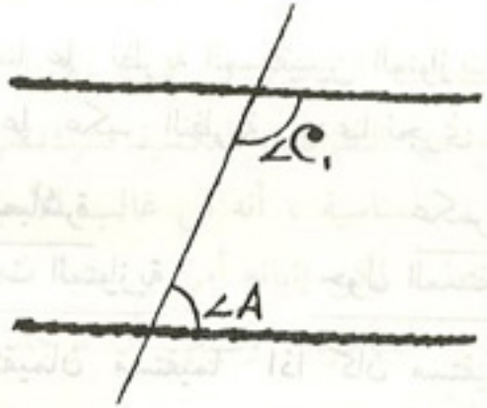
وبعد أن برهنا على نظرية المستقيمين المتوازيين ، فمن الطبيعى أنه ينبغى البرهان على عكس النظرية . ودعنا نجرى صياغتها .

النظرية المباشرة	عكس النظرية
حول المستقيمات المتوازية	حول المستقيمات المتوازية
اذا ما قطع مستقيمان مستقيما ثالثا ، بحيث ان $\sphericalangle A + \sphericalangle C_1 = \Pi$ (اى انه تتحقق أية متساوية من المتساويات الـ ١٢ الواردة سابقا) فان المستقيمين يكونان متوازيين .	اذا كان مستقيمان متوازيين ، فانه عندما يتقاطع معهما مستقيم ثالث يكون $\sphericalangle A + \sphericalangle C_1 = \Pi$ (أى أنه تتحقق أية متساوية من المتساويات الـ ١٢ الواردة سابقا) .

وقد أخذ إقليدس عكس النظرية حول الخطوط المتوازية باعتبارها المسلمة الخامسة . واذا ما توخينا الدقة فى التعبير فان المسلمة الخامسة عند إقليدس قد كتبت بشكل مختلف نوعا ما .

لنتذكر التعريف الذى ورد فى مطلع هذا الباب. وهوجدير بذلك.

المسلمة الخامسة . اذا ما قطع مستقيم خطين مستقيمين ، وكان مجموع الزاويتين الداخليتين فى جانب واحد (أى مجموع $\sphericalangle A + \sphericalangle C_1$) أقل من 2П (١٨٠°) ، فان هذين المستقيمين يلتقيان عند مدهما بدرجة كافية ، وذلك فى الجهة التى يكون فيها مجموع الزاويتين أقل من 2П .



إن الطريقة المرهقة والهادفة التى أورد فيها إقليدس المسلمة الخامسة ، وكذلك النظريات الثمانى والعشرين التى أعقبتها ، النظريات التى أثبتت بمعزل تام عنها ، تشهد على قوة الايحاء العجيبة التى كان يتمتع بها إقليدس أو ذلك الشخص المجهول الذى استعار منه

إقليدس هذه الفكرة (إن كان له وجود) . وسأحاول الآن شرح إثبات ما أقول به . وهى مهمة سارة حقا ، بشكل خاص ، لأنه من المستحيل دحض ما سآتى به . وليس هناك من حقائق البتة ، مما يفتح الافاق الواسعة للقيام باستقصاءات تاريخية وسيكولوجية .

لنستعرض مجموعة القضايا المسلم بها .

كان علم الهندسة حين كتابة « المبادئ » قد أصبح علما ناضجا ، وجرت دراسته باسهاب .

إذ خلف وراءه ثلاثة قرون على الأقل من تطوره ، وعشرات المسائل المعقدة التى حلت ، وبضع مسائل « ملعونة » مثل مسألة صنع نموذج ضعف الأصل من مكعب « دلف » . وبفضل أفلاطون وأرسطوطاليس تم وضع المنهج الاستدلالى فى البحث ، والاعتراف به وسيادته .

ويمكن لمؤرخ علم الهندسة أن يكيل عبارات التمجيد لحوالى أربعين عالما من علماء الرياضيات الموهوبين . وعندما أذكر هذا الرقم فاننى أشير إلى أسماء أولئك الذين عرفناهم . وخلف كل واحد منهم يوجد ، بلا شك ، عشرة من علماء الهندسة الأقل أهمية منهم والمجهولين ، على أقل تقدير .

تتفق جميع الآراء عمليا على وجوب تطوير علم الهندسة على أساس البديهيات . ويبدو أن الغالبية تتفق مع أرسطو فى أن البديهيات والمفاهيم الأساسية ينبغى أن تستجيب لمطلب كونها واضحة للعيان .

ويؤكد أرسطو أن صياغة البديهيات نفسها مسألة ذات مسئولية كبيرة للغاية ، بحيث لا يمكن أن يؤتمن عليها علماء الرياضيات . إنها المسألة العظمى .

فمن الطبيعى أن لا يعهد بها الا لمن هو جدير بها. أى إلى الفلاسفة.

ولا ندرى فيما إذا كان علماء الهندسة قد صدقوا كلام أرسطو أم لا ، فان هذه قضية لا تهمنا ، لكن جرت العادة على الاتفاق مع كلامه المذكور .

مما لا شك فيه أنه جرت قبل إقليدس ، ولأكثر من مرة ، محاولات لاثبات عكس نظرية المستقيمات المتوازية . وأعتقد أنه قد اتضح فى زمان اقليدس أن هناك حلان :

١ ــ إثبات عكس نظرية المستقيمات المتوازية على أساس مسلمات علم الهندسة الأخرى . وعندها لن يسمح ، حسب قواعد اللعب ، بادخال أية مسلمات جديدة .

وكان يجب على أنصار هذه المدرسة إفتراض أن « عكس نظرية المستقيمات المتوازية » ليست إلا نظرية معقدة ونابعة حتما من المسلمات الاخرى .

٢ ــ يمكن أن نضيف إلى مسلماتنا الأربع الأخرى مسلمة أخرى يسمح بواسطتها بالحصول على عكس نظرية المستقيمات المتوازية فورا . مع العلم أنه يمكن صياغة هذه المسلمة الاضافية بحيث تبدو طبيعية وواضحة للغاية .

ومن الصعب التصديق أن أسلاف ومعاصرى إقليدس ــ من علماء الهندسة البارزين فى عصر ازدهار العلم ــ قد عجزوا عن التوصل إلى مجموعة كاملة من صيغ المسلمة الخامسة المكافئة و « البينة » . ومن الصعب تصديق ذلك ، وقبل كل شئ ، بسبب أن بعضها يفرض نفسه بنفسه .

وفى بداية الطريق لم تتحقق ، طبعا ، أية نجاحات عندئذ ، وكذلك فى الألفى سنة التى أعقبت ظهور إقليدس . ونحن الآن نعرف بفضل لوباتشيفسكى أنه لم يكن من الممكن النجاح . لكن ... هذا شئ عرفناه الآن فحسب .

ويبدو الاحتمال الثانى أكثر جاذبية : بتقديم مسلمة مكافئة ، لكنها بسيطة وطبيعية ــ ومحو وتغطية بقعة كريهة ، والاخلاد للهدوء .

ان الكثيرين من دارسى اقليدس الذين بحثوا المسلمة الخامسة قد فعلوا ذلك بشكل مباشر او غير مباشر .

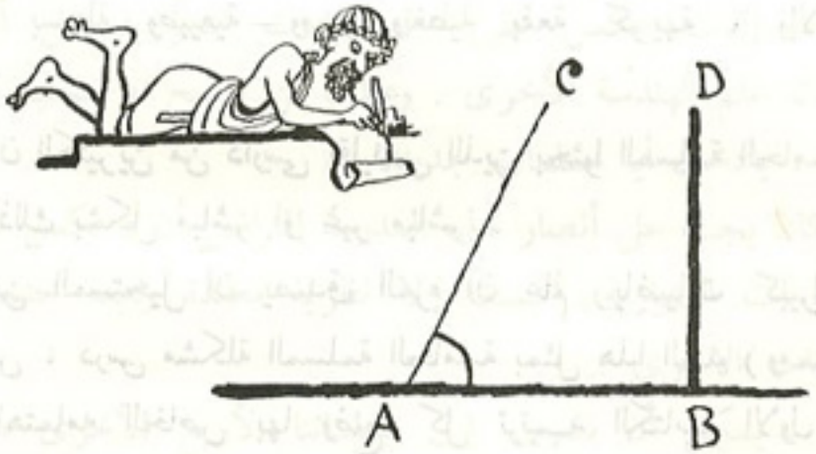
من المستحيل ان يصدق المرء ان عالم رياضيات كبيرا مثل اقليدس ، درس مشكلة المسلمة الخامسة بمثل هذا الجد (ومما يدل على اهتمامه الخاص بها وضع كل ترتيب الكتاب الاول من « المبادئ ») ، ومن المستحيل الافتراض ــ واصر على ذلك ــ بانه لم يلق فى طريقة عددا من صيغ المسلمة الخامسة ، المكافئة والطبيعية للغاية . فمثلا ، اذا ما وحدنا النظرية المباشرة عن الخطوط

المتوازية والمسلمة الخامسة بشكلها الذى وضعه اقليدس ، فنحصل فورا على ما يلى :

الصيغة الجديدة للمسلمة الخامسة : لا يمكن أن نمد عبر النقطة C ، الواقعة خارج المستقيم AB فى المستوى ABC ، إلا مستقيما واحدا لا يتقاطع مع المستقيم AB .

وتنسب هذه الصيغة عادة إلى العالم الرياضى الانجليزى بليفير ، الذى عاش فى القرن الثامن عشر ، لكن من البديهى أن كثيرا من دارسى إقليدس قد أوردوها قبل بليفير بقرون عديدة .

إن « بديهية بليفير » تبدو أكثر طبيعية وجاذبية من مسلمة إقليدس ، أليس كذلك ؟



واليكم صيغة أخرى . وتنسب عادة إلى ليجاندر ، رغم أن علماء الهندسة الأوروبيين والشرقيين قد استخدموها قبل ذلك بوقت طويل .

مسلمة ليجاندر : يتقاطع المستقيمان الواقعان فى مستوى واحد حتما إذا كان أحدهما عموديا على مستقيم قاطع AB والآخر مائلا على هذا المستقيم القاطع (من الطبيعى من جهة المستقيم القاطع AB التى يكون فيها المستقيم المائل معه زاوية حادة) .

وهذا أيضا تأكيد جلى للعيان تماما . وبدلا من مسلمة إقليدس يجرى التسليم لحالة خاصة منها . ومن السهل أن نرى بأن ذلك كاف كليا ، لأن نثبت المسلمة الخامسة بالشكل الذى أوردها به إقليدس (النظرية العكسية حول المستقيمات المتوازية) . بالمناسبة فان هذه المسألة القيمة ، والمعقدة للغاية تستحق الاهتمام تماما من قبل من يخطو خطواته الأولى فى التعرف على علم الهندسة . وسأورد هنا بعض التلميحات ، وأترك الباقى للقارئ .

وبالنسبة لمن لا يثير هذا الاقتراح حماسهم ، يمكن أن يتجاوزوا كل الرياضيات بهدوء . لكننا سنتقبل مسلمة ليجاندر — يتقاطع المستقيم العمودى والمستقيم المائل على مستقيم قاطع واحد — وسنبرهن المسلمة الخامسة بالشكل الذى أوردها به إقليدس — النظرية العكسية حول المستقيمات المتوازية .

وفى البداية سنبرهن نظرية مساعدة — فرضية مساعدة .

لنفرض أنه لدى تقاطع المستقيمين I و II مع مستقيم ثالث ، كان $\sphericalangle A < \frac{\pi}{2}$ والمجموع $\sphericalangle A_1 + \sphericalangle C_1 = \Pi$. عندئذ نعرف بموجب « النظرية المباشرة » ، أن هذين المستقيمين لا يمكن أن يتقاطعا لأنهما متوازيان .

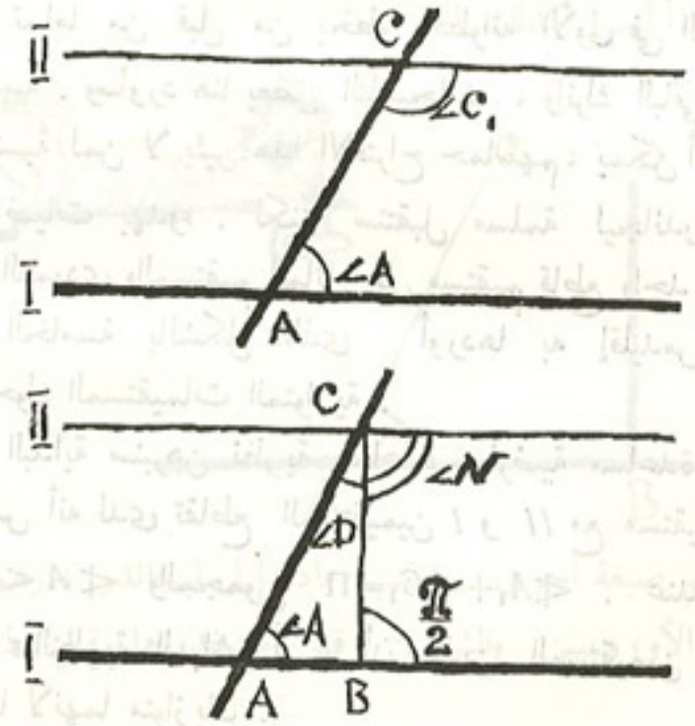
أنظر مرة أخرى إثبات « النظرية المباشرة » .

ومن النقطة C نسقط عمودا على المستقيم I .

يمكن عمل ذلك دوما . وقد تم إثبات النظرية المناظرة دون أية مشاركة من مفهوم المستقيمات المتوازية .

برهن على أنه لدى توفر الشرط ($\sphericalangle A<\frac{\pi}{2}$) يكون العمود CB واقعا كما هو مبين فى الرسم .

يتم البرهان من الوضع المضاد وتستخدم نظرية الزاوية الخارجية للمثلث . بعد ذلك يكون لدينا : $\sphericalangle D+\sphericalangle N=\sphericalangle C_1$. وقد



جرى إختيار الحرف N للتذكير بكلمة « مجهول » ° . ثم يكون لدينا : $\sphericalangle A+\sphericalangle D+\sphericalangle N=\Pi$ (تذكر الشرط !) .

ابحث الآن المثلث ΔABC .

فهناك ثلاث حالات ممكنة بالنسبة لمجموع زواياه .

$$\sphericalangle A+\sphericalangle D+\frac{\Pi}{2}\gtreqless\Pi$$

والآن إنتبه ! لا يجوز إستخدام النظرية التالية : مجموع زوايا المثلث تساوى Π . وهذه النظرية نتيجة للمسلمة الخاصة بالمستقيمات المتوازية . إبحث أولا الفرضية :

$$\sphericalangle A+\sphericalangle D+\frac{\Pi}{2}>\Pi$$

قارن هذه اللامتساوية بالمتساوية $\sphericalangle A+\sphericalangle D+\sphericalangle N=\Pi$

فتحصل على : $\sphericalangle N<\frac{\Pi}{2}$.

وعندما نستخدم الآن مسلمة ليجاندر ، فسنحصل عندئذ على أن المستقيمين I و II يلتقيان يمين النقطة B . وهذا يتناقض مع الشرط . وبالتالى فان الفرضية خاطئة .

الآن ابحث الفرضية $\sphericalangle A+\sphericalangle D+\sphericalangle N<\Pi$.

وبين بنفس الطريقة بأنه فى هذه الحالة يتقاطع المستقيمان I و II يسار النقطة B . وأهمل هذه الفرضية أيضا .

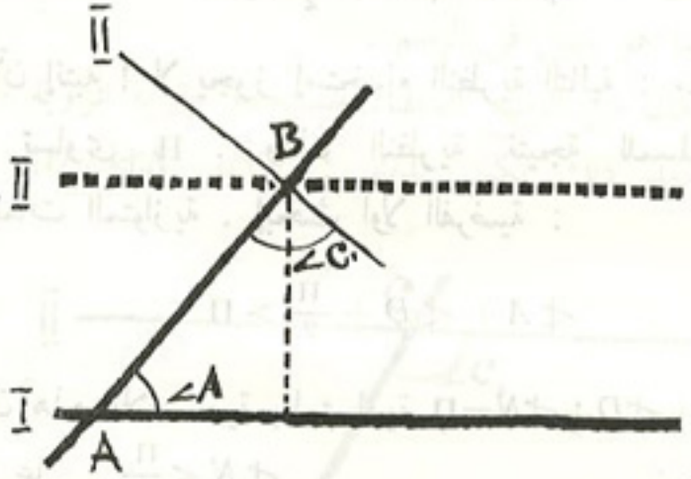
° كلمة مجهول بالروسية تبدأ بالحرف ن .

لقد أثبتنا ، أولا ، نظريتين هامتين فورا :

١ – إن مجموع زوايا المثلث ABC تساوى Π .

٢ – إن الزاوية N تساوى ٩٠° .

والآن أثبت « النظرية العكسية حول المستقيمات المتوازية » ، باستخدام التراكيب المساعدة التالية .





المعطى : نفترض أنه لدى تقاطع I و II مع مستقيم ثالث ، اتضح أن $\sphericalangle A + \sphericalangle C_1 < \Pi$ ، مع العلم أن $\sphericalangle A < \frac{\Pi}{2}$.

١ – أسقط من النقطة B عمودا على المستقيم I .

٢ – مد عبر النقطة B مستقيما موازيا للمستقيم II ، أى المستقيم الذى يحقق « النظرية المباشرة حول المستقيمات المتوازية » . برهن على أنه يمر كما بالشكل الوارد فى الرسم .

الآن ، فكر لحظة من الزمن ، ثم برهن باستخدام مسلمة ليجاندر أن المستقيم II يقطع المستقيم I .

وبذلك تكون قد « برهنت » مسلمة إقليدس . لكن لا تنسى أنك قد إستخدمت مسلمة مكافئة .

واذا ما أصابتك الحيرة نوعا ما بسبب الشرط $\sphericalangle A < \frac{\Pi}{2}$ ، فاقنع نفسك أنه لا يحدد عمومية تفكيرك .

الآن اختبر فيما إذا كان هناك خطأ فى تفكيرك . إن البرهان المذكور يتميز بخاصيتين ثمينتين على أقل تقدير .

أولا ، لقد برهنا بصورة غير مباشرة ، على أنه حالما أخذنا مسلمة ليجاندر – التى تكافئ مسلمة إقليدس ، حتى حصلنا على المثلث الذى مجموع زواياه يساوى Π .

ثانيا ، إننى لم اقرأ شيئا حول هذا البرهان مطلقا ، بل ابتدعته خلال عدة دقائق . وأنا أكتب هذا لا بدافع الرغبة الطموحة فى كسب إعجاب القارئ بموهبتى الرياضية .

فيمكن أن نبرهن على تكافؤ مسلمتى ليجاندر واقليدس بشكل أكثر بساطة وحذاقة فى سطرين . ويكفى أن تؤخذ المسلمة الخامسة فى شكل بديهية بليفير (« لا يمكن أن يرسم عبر نقطة معلومة سوى مستقيم واحد فقط يوازى مستقيما معلوما ») .

وهكذا يمكن القول عموما أن نظريتنا غير ذات فائدة وغير عملية. ولا يبرر وجودها سوى لكونها تفترض نظرية أخرى وهى نظرية هامة حقا : تكون المسلمة الخامسة صحيحة إذا كان مجموع زوايا المثلث يساوى π . بالاضافة إلى ذلك فانها تفيد فى « التمارين » . وباعتقادى أن الشئ الأساسى هو كون مثل هذه « الابحاث » تبين كيف أن أولى الخطوات وأكثرها سذاجة تقود فورا إلى مكافئات جديدة وجديدة للمسلمة الخامسة . ومما لا شك فيه ، طبعا ، أن خيط أفكارنا البسيط قد اختبره الكثيرون من دارسى إقليدس .

ولكن بعد الاقتناع بسهولة تبسيط صياغة المسلمة الخامسة لابد وأن نفكر دون وعى بما يلى : لماذا لم يفعل إقليدس نفسه ذلك ؟

ولا يسع المؤلف التزام الصمت حيال هذا السؤال . فالموقف يطرح عدداً من التساؤلات البليغة . وإليك إياها .

هل من المعقول أن إقليدس لم يحاول إثبات نظريته ؟

هل يصدق أن عالما من هذا الطراز ، ومحللا بهذا القدر من الدقة ، قد عجز عن الحصول على بضع نتائج بسيطة أولية ، واختيار أكثرها طبيعية ووضوحا ؟

هل يصدق أنه استطاع تضييع مثل هذه الفرصة ، وهو الذى واصل أفكار أرسطو وأفلاطون ؟

هل من المعقول أنه استطاع القضاء على كل تجانس علم الهندسة ، وأثار بذلك نقمة آلهة الأولمب الخالدين ؟

هل يصدق أن أى فرد من حشد الدارسين العظيم قد تفهم المسألة بشكل أعمق وأفضل منه ؟

إن القراء يدركون جيدا طبعا ، أن المؤلف لا يورد هذه التساؤلات التى تنطوى على الايغال فى المديح والاطراء بنفاق ، إلا بهدف التأكيد على لا معقولية مثل هذه الافتراضات . واذا ما توخينا الجد فى الكلام ، فان أكثر الاحتمالات قربا للواقع هو ما يلى :

لقد حاول إقليدس وكذلك أسلافه بلا شك وضع المسلمة الخامسة فى إطار النظرية — أى إثباتها ، دون إيراد أية افتراضات أخرى .

ويمكن القول باعتبار الوضع المتميز جدا الذى تحتله المسلمة الخامسة فى « المبادئ » ، وكذلك النظريات الـ ٢٨ السيئة الصيت التى سبقتها ، القول بثقة أن هذه المشكلة كانت تقلق إقليدس ، وأنه أولاها إهتماما خاصا .

وإذا ما تذكرنا أن جميع طرق الهندسة الأولية إنما درست تماما فى تلك الأزمان ، واذا ما تذكرنا ، مثلا ، أن الأبحاث الخاصة بنظرية المقاطع المخروطية هى أكثر تعقيدا بما لا يقاس من غالبية الأفكار المتعلقة بالمسلمة الخامسة ...

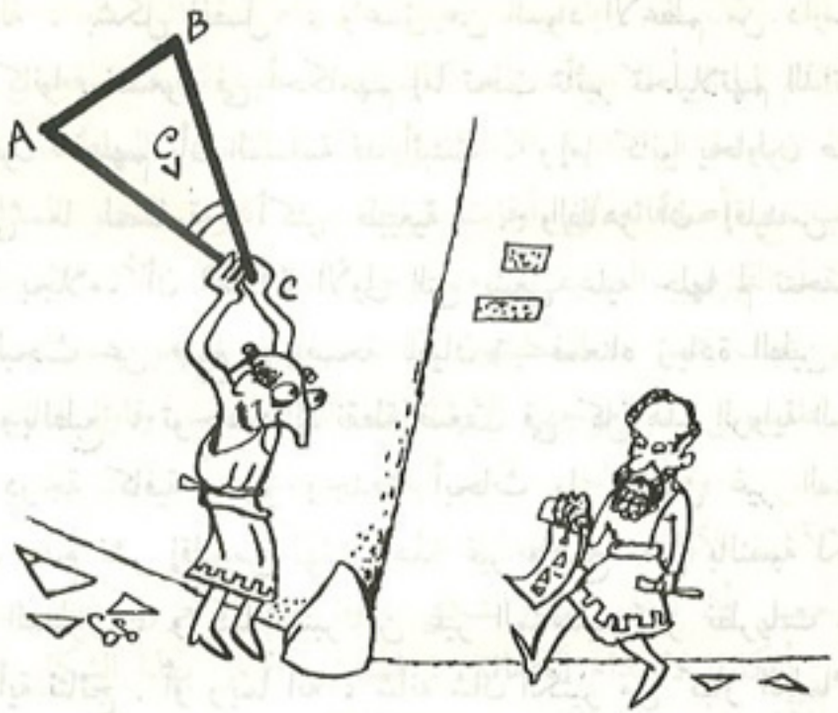
واذا ما تذكرنا (مرة أخرى) أن المسلمة الخامسة بالشكل الذى يوردها به إقليدس ، — هى تحد يقارب الاستهانة لكل مطالب أفلاطون وارسطو ...

واذا ما تذكرنا أن إقليدس كان ، كما تدل على ذلك جميع الدلائل ، من اتباعهما المخلصين ...

واذا ما تذكرنا أخيرا أن إقليدس كان عالم هندسة حاذق ... فسنأتى عندئذ الى إستنتاج وحيد .

يبدو أن إقليدس قد وجد عدة صيغ مكافئة أثناء محاولاته الدائبة لاثبات المسلمة الخامسة . صيغ بسيطة ، وواضحة . ولكن إقليدس كان يعرف جيدا ما وراء الأكمة .

فقد كان يدرك بجلاء ، من جهة ، أنه لا يمكن إثبات المسلمة دون استخدام إفتراض مكافئ . ومن جهة أخرى ، فما من شكل مكافئ للمسلمة الخامسة كان يستجيب ، حسب ذوقه ، لمطلب الوضوح . لذلك فقد توصل الى إستنتاج بأن الوضع بائس والمسألة بدون حل . وباعتباره عالم هندسة نزيه ، فقد قرر أن يؤكد بشكل خاص على أن : المسلمة الخامسة هى فرد منبوذ ومحتقر فى أسرة البديهيات المتحابة . وما دام الأمر كذلك ، فان اختيار أكثر الأشكال تعقيدا يعتبر مناسبا ومبررا تماما .



وبدا كما لو أن إقليدس يدفع زملاءه عن قصد ، قائلا : لا تعللوا أنفسكم بالآمال ، ولا تبحثوا عن متنفس فى مكافئات مسلمتى الأكثر تقبلا ، ولا تحاولوا إخفاء العيوب . فانكم لن تبلغوا ، رغم كل شئ ، ذلك الوضوح المرجو من البديهيات . وليست هذه المسلمة إلا « عكس نظرية الخطوط المستقيمة المتوازية » . يجب إثباتها بمساعدة المسلمات الأخرى . والا فسيقضى على جمال ، وانسجام علم الهندسة . لقد عجزت عن وضع هذه المسلمة فى إطار النظرية . فحاولوا انتم ذلك .

باختصار ، أعتقد أن إقليدس كان متبحرا ببواطن الأمور لهذه

المسألة ، بشكل أفضل ، وأعمق من السواد الأعظم من دارسيه . فقد كانوا يخضعون فى أحكامهم إما تحت تأثير تحليلاتهم الذاتية ، ويقنعون أنفسهم بأن المسلمة قد أثبتت ، وإما كانوا يحاولون صياغة مكافئ ما لمسلمة « أكثر طبيعية » . والظاهر أن إقليدس كان يدرك بجلاء، أن المسألة الأولى التى ينبغى عليه حلها لم تتحقق ، أما البحث عن صيغ « واضحة للعيان » — فمعناه زيادة الطين بلة .

وبالطبع ، توجد هناك نقطة ضعف فى كل هذه الرواية السليمة إلى درجة كافية . ولو وجدت أبحاث ما ، فمن غير المفهوم سبب عدم نشر إقليدس لها . وهذا غير واضح حتى بالنسبة لكاتب هذه السطور ، وربما اعتبر من غير المناسب نشر نظريات لم تؤد إلى أية نتائج . أو ربما أنه ، شأنه شأن الكثير من كبار العلماء ، لم يكن يحب نشر الأعمال التى لم تكتمل . فلم ينشر جاوس أبحاثه حول الهندسة غير الاقليدية ! ولربما وجدت مخطوطة ما .

ترون من ذلك أن لدى حجة مناسبة جدا . والحقيقة أن معلوماتنا ضئيلة للغاية فى سبيل إثبات أو دحض هذا الامر .

ومن الناحية العملية ، فان أقدم وخير مصدر حول قصة المسلمة الخامسة هو تعليقات بروكلوس عن أعمال إقليدس . وقد كان ذلك ، كما يتذكر القارئ ، فى القرن الخامس بعد الميلاد .

وهنا نفترق عن إقليدس . وقبل أن نفارقه لنقل بشأنه بعض الكلمات الودية .

لقد كان عالم رياضيات جيدا ، ورائعا . وكان معلما عظيما . وأود رغم ارادتى الاعتقاد بأنه كان انسانا طيبا للغاية ، فعاش حياة طويلة وسعيدة فى مدينة الاسكندرية ذات الشمس الساطعة ، وكان يشرب مع أصدقائه فى أوقات الراحة نبيذ كيوس الحلو المذاق ، أو النبيذ القبرصى الحريف — ممزوجا بالماء طبعا ، لأن الافراط فى السكر عيب يتميز به السكيثيون لا اليونانيون ، — وهو يتندر متسامحا على بطليموس ، وموجها الارشادات لتلاميذه ، وقارئا لمؤلفات هوميروس ، وعاملا حتى آخر أيامه . ونعتقد أنه كان يكيل الثناء يوميا لآلهة الأولمب إذ جعلته عالم هندسة .

جميل أن نفكر بهذا الشكل . وما دام الآخرون عاجزون عن دحض أفكارنا لانعدام الحقائق ، فسنعتبر الأمر بهذا الشكل .

والآن ... وداعا ياإقليدس بن ناوقراط .

إن المسألة غدت مطروحة الآن .

فلنتتبع ما جرى بعد ذلك .

الملحق الموعود

كشف ببديهيات الهندسة المستوية

هناك ستة مفاهيم أساسية خاضعة للبحث ، وهى : الصور الأساسية الثلاث (الكينونات) : النقطة ، والمستقيم ، والمستوى . العلاقات الأساسية الثلاث : التبعية «الوقوع» ، و « تقع بين » (للنقط) ، والحركة أو الموضع .

أ) بديهيات التوصيل (الاقتران) :

١ ــ لا يمكن أن يوصل بين نقطتين سوى مستقيم واحد فقط .

٢ ــ يحتوى كل مستقيم على نقطتين على أقل تقدير .

٣ ــ توجد ثلاث نقط على أقل تقدير ، غير موجودة على مستقيم واحد .

ب) بديهيات الانتظام (الترتيب) :

١ ــ هناك نقطة واحدة فقط من بين ثلاث نقط لمستقيم واحد تقع بين النقطتين الأخريين .

٢ ــ إذا كانت A و B نقطتين مختلفتين من مستقيم فانه توجد بينهما نقطة واحدة C على أقل تقدير تقع بين A و B .

٣ ــ اذا كان مستقيم يقطع أحد أضلاع مثلث (أى أن إحدى نقاطه تقع بين رأسين منه) ، فانه إما أن يمر عبر رأس الزاوية المقابلة ، واما أن يقطع ضلعا آخر من أضلاع المثلث .

باستخدام بديهيات الانتظام يمكن تحديد مفاهيم هامة جدا بالنسبة للمستقبل . وهى مفاهيم : « جزء المستقيم » و« نصف المستقيم » (أو الشعاع) و « الزاوية » .

جـ) بديهيات الحركة :

إن الحركة بالنسبة لعلماء الرياضيات مفهوم أساسى (أولى) . وتحدد البديهيات صفات هذه الحركة الرياضية .

١ ــ فى أى تحويل معلوم للحركة (نرمز له بالرمز D) تمر أية نقطة A ، للمستوى المحول ، إلى نقطة محددة A' .

٢ ــ عند التحويل المعلوم للحركة D ، تنتقل نقطة A' ما من المستوى المذكور الى أية نقطة A .

٣ ــ عند التحويل المعلوم للحركة D تنتقل النقطتان المختلفتان A و B الى نقطتين مختلفتين A' و B' .

وتبين هذه البديهيات الثلاث ، أن الحركة تحول وحيد القيمة للمستوى الى نفسه .

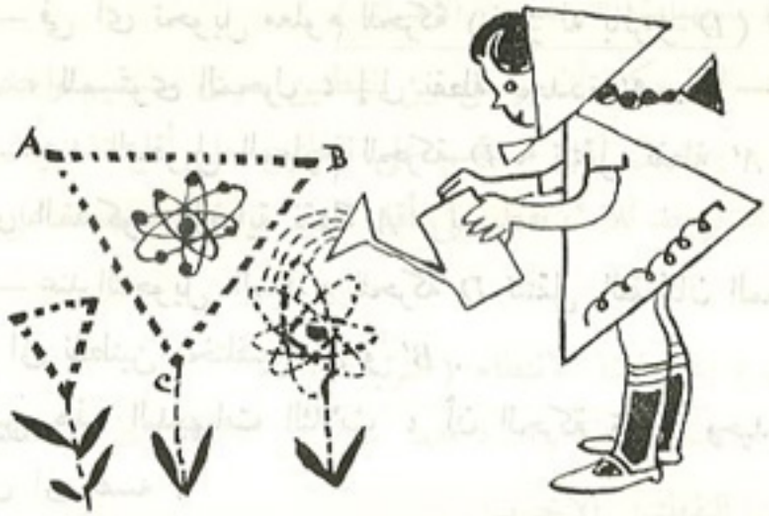
٤ ــ إن التنفيذ الدائب لأى تحويلين للحركة D_1 و D_2 هو أيضا تغير فى الحركة . وسنرمز له $D_1 \cdot D_2$.

٥ ــ يكون لكل حركة D حركة معاكسة لها D^{-1} ، بحيث تكون المحصلة $D^{-1} \cdot D$ حركة تجعل جميع نقاط المستوى فى مكانها ، أى ما يسمى بالتحويل المتطابق .

ومن البديهية ٤ يتضح أن التحويل المتطابق (السكون) يجب أن يعتبر حالة خاصة من تحويل الحركة .

ويتبع ذلك البديهيات التى تبين أنه لا تحدث « تشوهات » فى المستوى لدى الحركة .

٦ ــ إذا ما كانت الحركة تحول طرفى جزء المستقيم AB إلى طرفى جزء المستقيم $A'B'$. فان أية نقطة داخلية فى جزء المستقيم AB تنتقل عندئذ إلى نقطة داخلية من جزء المستقيم $A'B'$.



ثم تأتى بعد ذلك أهم البديهيات . وبدونها لا يمكن تحديد مفهوم مساواة الأشكال .

٧ ــ إذا كانت A و B و C ثلاث نقاط فى شكل ما ، لا تقع على إستقامة واحدة ، فيمكن نقل هذا الشكل ، بحيث يكون :

أ ــ النقطة A تنطبق على أية نقطة A' معطاة مسبقا فى المستوى .

ب ــ الشعاع AB ينطبق على أى شعاع آخر $A'B'$ معطى مسبقا ، وممتدا من النقطة A' .

حـ ــ النقطة C تنطبق على نقطة C' ما فى أى شبه مستوى يشار إليه مسبقا ، ويستند على الشعاع $A'B'$ (عدد أشباه المستويات هذه هو إثنان طبعا) . وبعد ذلك تستحيل مواصلة حركة الشكل .

وأخيرا ، البديهية ، التى تظهر أن الانعكاسات المرآوية هى حالة خاصة من تحويل الحركة .

٨ ــ توجد حركات تنقل جزء المستقيم AB إلى BA ، والزاوية AOB إلى الزاوية BOA .

والبديهيات الثمان هذه تحدد جميع صفات الحركة ، والان يمكن ايراد مفهوم المساواة بشكل دقيق ، او بتعبير علمى هو تطابق الاشكال.

« يسمى الشكل S مساويا للشكل S' إذا أمكن بواسطة الحركة مطابقته مع الشكل S' » .



والان يمكن بسهولة اثبات النظريات الاتية :

١ ـ الشكل S يساوى نفسه .

٢ ــ اذا كان S يساوى S' ، فان S' يساوى S .

٣ ــ اذا كان S يساوى S' ، وان S' يساوى S'' ، فان S يساوى S'' .

وبذلك فان بديهيات الهندسة المستوية تعتبر منتهية تقريبا .

اما الباقى فهو :

د) بديهية الاستمرارية (بديهية ديديكيند) :

اذا ما جرى تقسيم جميع نقط المستقيم الى مرتبتين : الاولى والثانية ، بحيث ان اية نقطة من المرتبة الثانية تقع الى يمين اية نقطة من المرتبة الاولى ، فاما انه فى المرتبة الاولى توجد النقطة الواقعة فى اقصى اليمين ، وعندئذ لا توجد فى المرتبة الثانية نقطة واقعة فى اقصى اليسار ، او بالعكس ، تقع فى المرتبة الثانية النقطة الموجودة فى اقصى اليسار ، فعندئذ لا توجد فى المرتبة الاولى نقطة واقعة فى اقصى اليمين .

باختصار ان هذه البديهية تعنى انه لا توجد فى المستقيم فجوات او « مناطق فراغ » .

ولابد من تقديم هذه البديهية فى سبيل توفير امكانية صياغة نظرية صارمة لقياس اجزاء المستقيمات .

وفى الختام تأتى :

ه) بديهية التوازى :

يمكن رسم مستقيم واحد ، وواحد فقط ، لا يتقاطع مع المستقيم A ويمر خلال اية نقطة غير واقعة على هذا المستقيم .

ويمكننا ان نتعجل فى الحديث فنقول ان البديهيات فى هندسة لوباتشيفسكى تختلف عن بديهيات اقليدس فى البديهية الاخيرة فقط . اما البديهيات الباقية فى هندستهما فتتطابق .



الباب الرابع

بداية عصر البراهين



لنبدأ بايراد قائمة موجزة من الاسماء . لقد حاول ايجاد حل لقضية الخطوط المتوازية كل من ارسطو وبوسيدونيوس ، وبطليموس ، وبروكلوس ، وسمبليسيوس ، واجانيس فى العصور القديمة ، والخازن ، والجوزى ، والنيروزى ، وعمر الخيام ، وابن الهيثم وناصر الدين فى الشرق .

كما حاول ذلك كلافيوس ، ووااليس ، وليبنيتز ، وديكارت ، وبليفير ، ولاجرانج ، وساكيرى ، وليجاندر ، ولامبرت ، وبرتراند ، وفوربيه ، وامبير ، ودالامبير ، وشفيكارت ، وتاورينوس ، وجاكوبى فى اوروبا .

بالاضافة الى بضع عشرات من علماء الرياضيات المشهورين ، وبضعة الاف من غير المشهورين .

لقد خربت قضية المسلمة الخامسة عقولا كثيرة بحيث انه كان من الممكن شغل مستشفى كاملة للامراض العقلية .

وليس فى ذلك مبالغة البتة . فقد انفق كثير من الناس حياتهم كلها عبثا فى محاولات البحث عن البراهين ، واصابهم رعب خفى او الابتلاء بمرض نفسى .

وتعتبر ملاحظة القديس توماس اكويناس من اكثر الشواهد الغريبة على الشهرة الفائقة التى تتمتع بها هذه القضية .

كان القديس توماس من كبار علماء اللاهوت فى العالم المسيحى . ولقد وجد فى احد ابحاثه انه من الضرورى حل مسألة فى غاية التعقيد هى : « ما هو فوق قدرة الله ؟ » .

وذكر عدة امور فى هذا المجال .

وحسب اقوال توماس فان الله لا يستطيع الاخلال بقوانين الطبيعة الاساسية اخلالا شديدا . ومثال ذلك انه لا يستطيع تحويل الانسان الى حمار ، (وتنبغى الاشارة هنا الى ان الكثيرين يحلون هذه المسألة يوميا وبشكل مستقل دون اللجوء الى المعونة الالهية) .

ومن ثم : ان الله لا يستطيع ان يتعب ، ويغضب ، ويحزن ، ويحرم الانسان من روحه (فالروح خالدة) وما شاكل ذلك .

كما تتضمن القائمة مادة قال فيها ان الله لا يستطيع ان يجعل مجموع زوايا المثلث اقل من زاويتين قائمتين .

اننى واثق تقريبا من ان هذا المثال لم يأت عفويا . وكان بمقدرة

توماس اكويناس ان يختار اية نظرية اخرى اكثر وضوحا . اغلب الظن ان اختياره وقع على هذه المسألة لانه كان على علم بالمحاولات الخائبة فى اثبات المسلمة الخامسة ، وبالرأى القائل بان مجموع زوايا المثلث يساوى زاويتين قائمتين — يكافئ المسلمة الخامسة نفسها .

وعادة يقال ان هذه النظرية اصبحت معروفة فى اوروبا فى القرن الثامن عشر ، بينما عاش توماس اكويناس فى القرن الثالث عشر .

وينبغى القول ان علماء الرياضيات العرب قد بحثوا مسألة الخطوط المتوازية باسهاب ، وانهم توصلوا الى هذه النتيجة بشكل خاص .

كان من الممكن فى مطلع القرون الوسطى ان تعرف اعمال كثيرة ، لكنها فقدت فيما بعد دون ان تترك لها اثرا .

وفى ايامنا هذه من الصعب ان نفهم الى اى مدى كانت نظرية الخطوط المتوازية مشوشة للغاية قبل لوباتشيفسكى .

اما الان فيستطيع اى طالب جيد يدرس الرياضيات ان يبرهن خلال اسبوعين او ثلاثة من العمل الهادئ الطبيعى ، كحد اقصى ، هذه النظرية : اذا كان مجموع زوايا المثلث يساوى π ، فان المسلمة الخامسة صحيحة .

انه يبرهن على صحتها حتى لو كان لا يعرف عمليا الهندسة

اللااقليدية ، وبالتالى يكون من الناحية الشكلية فى نفس الوضع الذى كان فيه علماء الهندسة فى الماضى .

كانت هذه النظرية منذ القرن الثامن عشر تعتبر من اكبر انجازات العلم ، وقد كانت كذلك حقا . ولا اريد البتة ان ادافع عن الموضوعة المعترف بها بلا جدال فى ان « البشر اصبحوا اكثر ذكاء وموهبة » . فالمسألة لا تكمن فى ذلك . ليست هذه هى المسألة اطلاقا . وببساطة ، ان الثقة بالنتيجة النهائية ، وبالمعرفة الوطيدة ، بان المرء يسير فى الدرب الصحيح فى العمل العلمى ، انما هو عامل حاسم تقريبا .

اشار عالم فيزيائى اميركى فى حينه الى ان سر انتاج القنبلة الذرية اصبح معروفا حال تفجيرها . ربما كان هذا القول يتصف بالمبالغة بعض الشئ ، لكنه صحيح من حيث المبدأ .

وبالمناسبة ، اعتقد ان اى قارئ قد لاحظ اكثر من مرة مدى بساطة حل مسألة او اثبات نظرية ، اذا ما كان جوابها معروفا مقدما .

ولا نحتاج فى كل قضية الخطوط المتوازية الا الى فكرة قائدة واحدة هى : « ان المسلمة الخامسة لاقليدس مستقلة عن غيرها » . وتكفى معرفة ذلك من اجل ان يكرر اى عالم رياضيات فى ايامنا ، وبسهولة ، غالبية نتائج لوباتشيفسكى خلال فترة قصيرة نسبيا . لكنه سيبقى عالم رياضيات عاديا . فهو يعرف فقط : « انه يلزم الحفر هنا » . وهذا سيحل كل شى تقريبا .

ولاثبات هذا القول سأورد مثالا واحدا ، مقنعا ، بالنسبة لكل من يحسن اللعب بالشطرنج على اغلب الظن . فكثيرا ما تنشر المجلات مواقف من لعبات لاعبى الشطرنج المحنكين ، وتقترح ايجاد النقلة التى تؤدى الى فوز الطرف الذى يلعب بالبيادق البيضاء . وعادة يجب فى مثل هذا الموقف ايجاد افضل النقلات . ان اى لاعب شطرنج من المرتبة الاولى يمعن الفكر باجهاد خلال نصف ساعة او ساعة ، ويحل ٩٠ بالمئة من المسائل التى من هذا النوع . لكنه قد لا يلاحظ فى ٩٠ بالمئة من الحالات امكانية اداء مثل هذا الترتيب ، لو انه قابله لاول مرة فى اللعب .

اردت بهذه الملاحظات ان امنع مقدما تولد مشاعر حمقاء فى التفوق تجاه علماء الرياضيات فى العصور الماضية . والواقع ان الغالبية الساحقة من النظريات المتعلقة باثباتات المسلمة الخامسة ، هى بسيطة للغاية من حيث المنطق . ويتفهمها حتى تلاميذ الصفين الثامن والتاسع .

كما ان الاخطاء المنطقية للمؤلفين ، الذين اعتقدوا بانهم اثبتوا المسلمة الخامسة ، غالبا ما تكون اولية وبسيطة للغاية . لكن هذه البساطة ترى الان . وبنفس الشكل فان بعض المسائل التى يجهد العلماء فى حلها فى ايامنا هذه ، ستبدو بعد مرور عشرين عاما بسيطة وساذجة بشكل مضحك . ويحدث هذا الشئ على الاخص مع علماء الفيزياء .

بعد هذه الجرعة الثقيلة من المناقشة الهامة ، حان الحين لان نعود الى المسلمة الخامسة .

قلت اكثر من مرة (وارجو المعذرة من القراء – فسأكرر ذلك اكثر من مرة) ، ان كل محاولات البراهين مبعثها ، فى الواقع ، سبب وحيد هو : انعدام مسحة الجمال كما يقول الرسامون .

فهى قد اثارت الاضطراب فى المشاعر الاستيتيكية لدى العلماء لتعقيدها . وكان رد الفعل تجاهها واحدا فى اليونان وبلاد فارس واوروبا .

تأملوا كيف يبهج سخط احد اعاظم علماء الرياضيات فى العالم العربى هو عمر الخيام .

« ... لقد اعتقد اقليدس ان سبب تقاطع المستقيمات هو ان مقدارى الزاويتين (الزاويتان الداخليتان من جهة واحدة – المؤلف) اقل من الزاويتين القائمتين .

باعتبار ذلك فانه كان على حق ، لكن ذلك لا يمكن اثباته الا بمعونة حجج اضافية (كان الخيام يظن انه قد اثبت المسلمة الخامسة – المؤلف) ... وقد تقبل اقليدس هذه المقدمة المنطقية واستند اليها بدون برهان . اقسم بحياتى ... اننا هنا نحتاج الى معونة الحكمة والعقل ، وهذا حقه (اى العقل وليس اقليدس – المؤلف) ...



كيف سمح اقليدس لنفسه ان يدرج هذا البيان فى المقدمة (المقصود به اختيارها كبديهية – المؤلف) فى الوقت الذى يثبت فيه حقائق ابسط بكثير ... » .

لننظر كيف جرى الصراع مع المسلمة الخامسة . كانت هناك ثلاث طرق حتمية :

١ – ان قدمت علانية مسلمة ما تكافئ مسلمة اقليدس . وقد كوّن اصحابها من المؤلفين جماعة سميت بالاتجاه « المتواضع » او « المتشائم » .

٢ – الاثبات من العكس (reductio ad absurdum) . وتعتبر هذه الطريقة من اروع واقوى الطرق المنطقية فى حل المسائل الرياضية . ولم تقدم هنا مسلمات جديدة .

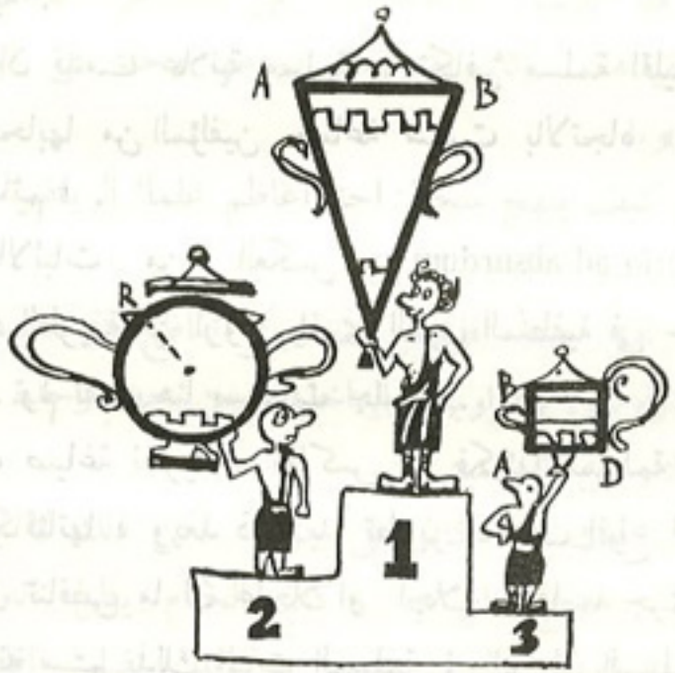
وتمت صياغة نظرية ، تعاكس فى فكرتها المسلمة الخامسة ، او احد مكافئاتها ، وبعد ذلك بدأ تطوير مختلف انواع النتائج بأمل التوصل الى تناقض ما ان عاجلا او آجلا . واذا ما جرى الحصول عليه ، فانه سيتم بذلك اثبات المسلمة ، اى ان المسلمة الخامسة ناجمة عن البديهيات الباقية ، – وبذلك تحل المسألة .

ويدعى هذا الاتجاه بـ « الافتراضى » او « التفاؤلى » .

٣ – وفى الختام تأتى طائفة « الاصطفائيين » .

وقام اتباعها باثبات نظرية ما مكافئة للمسلمة الخامسة . واثبتوها باستخدام مكافئ اخر ما لمسلمة اقليدس بشكل مستور وغير ملحوظ .

كان « المتفائلون » « السائرون فى الاتجاه رقم ٢ » يلقون اكبر المشاق . فشدوا اكثر فاكثر اطراف نظرياتهم ، وتخبطوا اكثر فاكثر فى ابحاثهم ، دون ان يتوصلوا الى التناقض .



وندرك من مواقفنا اليوم ، ان هذه الطائفة من علماء الرياضيات قد اثبتت فى الحقيقة النظريات الاولية من الهندسة اللااقليدية ، وكانت فى اكثر الدروب مبعثا على الامل ، لانه بهذه الطريقة

فقط كان بالمستطاع القدوم الى فكرة استقلال مسلمة اقليدس عن المسلمات الباقية . لكن هذا لم يجعل الامور سهلة بالنسبة لهم .

وكقاعدة ، كانوا فى نهاية المطاف اما يستسلمون لليأس ، او يتحولون الى معسكر « الاصطفائيين » .

لابد من الاشارة الى ان الكثير من البراهين التى جاءت بها « طائفة الاصطفائيين » كانت رائعة من حيث الفطنة .

واذا ما وضعنا التاريخ الواقع بشكل اكثر بساطة ، لامكن القول انهم حاولوا اساسا اثبات الشكلين الاساسيين للمسلمة الخامسة :

١ — ان الخط العمودى والخط المائل يتقاطعان .

٢ — ان مجموع زوايا المثلث تساوى Π .

وفى هذه الطريقة وجدت عدة مكافئات جلية تماما للمسلمة الخامسة . وكان اصحابها يدركون احيانا انهم وجدوا مكافئا ، وفى احيان اخرى كانوا يخدعون فيظنون انهم قد اثبتوا المسلمة الخامسة .

واليكم بعض « بدائل » * المسلمات :

١ — « المحل الهندسى لنقط ، تقع على مسافة واحدة من مستقيم معطى هو مستقيم » .

---

* لدى صياغة مكافئات المسلمة الخامسة ، فسأرمى دوما الى القول بأن ذلك يجرى فى مستوى واحد ، ولا ضرورة لذكر هذا بشكل خاص .

٢ ــ المسافة بين مستقيمين غير متقاطعين تظل محددة * .

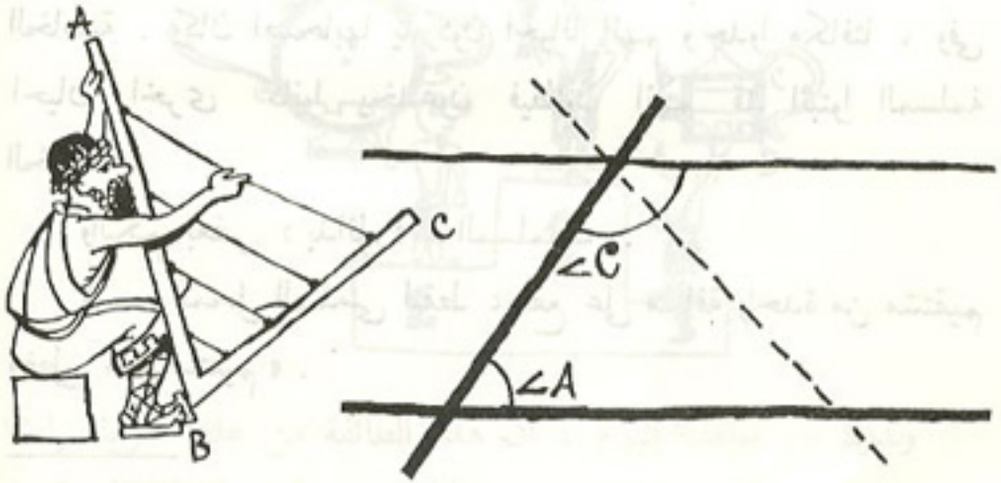
٣ ــ هناك اشكال متشابهة .

٤ ــ اذا كانت المسافة بين مستقيمين تتناقص فى البداية عند الحركة بمحاذاة هذين المستقيمين فى اتجاه ما ، فانها لا يمكن ان تأخذ فى الازدياد لحين تقاطع المستقيمين .

وهكذا .

ان عدد هذه الصيغ يزيد على ٣٠ صيغة .

ولغرض الترفية عن القراء ساورد عدة « براهين » للمسلمة الخامسة دون اية تعليقات انتقادية . ويمكن للقراء (اذا رغبوا فى ذلك طبعا) ان يحددوا بشكل مستقل اية مسلمة استخدم هذا المؤلف او ذاك بدلا من المسلمة الخامسة .



* هذا مطلب أخف صرامة من المطلب فى رقم ١ .

١ ــ برهان بروكلوس . يعتبر من اوائل البراهين وابسطها واكثرها ذكاء .

ويتخذ بروكلوس كأساس مقولة ارسطو التالية : اذا مد مستقيمان متقاطعان من نقطة التقاطع ، فان المسافة بينهما تزداد الى ما لانهاية .

وهو يعتقد انها بديهية .

لكنها فى الواقع نظرية ، وهى مستقلة تماما عن المسلمة الخامسة . لهذا يمكن للمرء ان يثق بهذه النظرية تماما . فانها تتبع « الهندسة المطلقة » ، وبالتالى فهى ، حسب مفهومنا اليوم ، تصح فى هندسة اقليدس وهندسة لوباتشيفسكى . اما المسلمة ــ مكافئة بروكلوس ــ فهى شئ آخر .

واليكم البرهان . او بالاحرى ، مخططا له . (سوف لا التزم فى هذا البرهان ولا فى البرهان التالى بالتخطيط الشكلى الدقيق له) .

لنرسم مستقيمين متوازيين قطعا . اى بحيث يكون $\sphericalangle A + \sphericalangle C_1 = \Pi$.

ثم نمد مستقيما ثالثا . كيف ؟ انه يبدو على الرسم بشكل نقط .

ان المسافة بين الخط المنقط والخط الاعلى (اذا ما تحركنا الى اليسار) تزداد الى ما لانهاية .

وبالتالى فانها ستزيد على المسافة بين مستقيمين متوازيين .

اذن يكون من الجلى عندئذ ، ان المستقيم المنقط سيتقاطع مع المستقيم الاسفل .

ونقترح صياغة كل شئ بدقة ، والاشارة الى المسلمة التى استخدمها بروكلوس ضمنا .

٢ — برهان واليس .

نبرهن على ان العمود والخط المائل على قاطع مشترك يتقاطعان .

نسقط من النقطة B خطا عموديا على القاطع . فنحصل على المثلث $\triangle ABC$. ثم نأخذ مثلثا مشابها له ، بحيث ان ضلعه الذى يناظر الضلع AC ، يساوى جزء المستقيم AD .

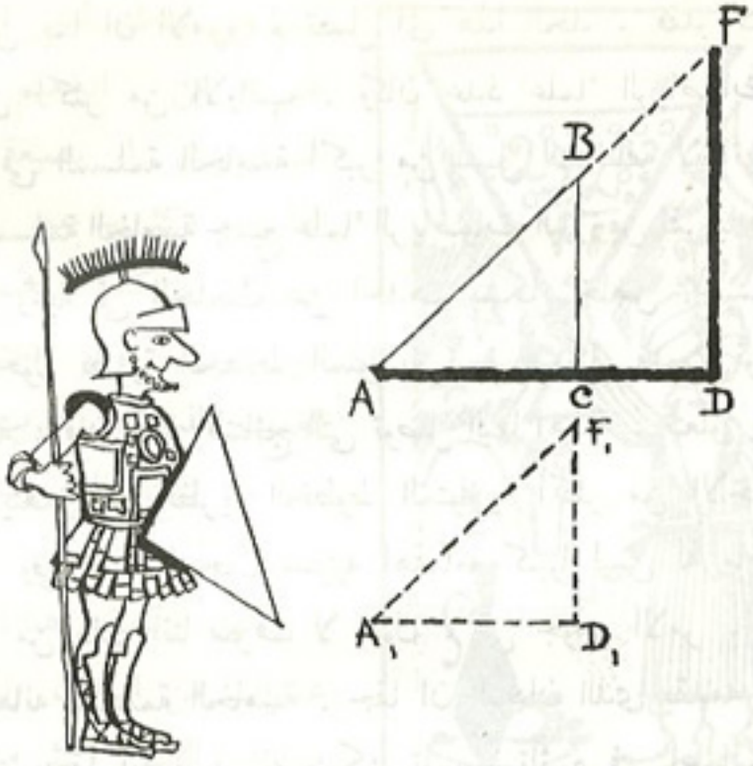
ونظرا لاهميته فسنفرد له رسما مستقلا ، هو المثلث $\triangle A_1D_1F_1$.

والان نضع هذا المثلث المنقط على المثلث $\triangle ABC$ بحيث ينطبق الضلع A_1D_1 على الضلع AC .

عندئذ ينطبق الضلع A_1F_1 على الخط المائل ، والضلع D_1F_1 على الخط العمودى .

فى الواقع اننا اثبتنا كل شئ ، وبقى علينا اجراء بعض الشكليات . وسأتركها للقراء .

دعنا لا نغرق انفسنا بالامثلة . والمسألة الاكثر اهمية وطرافة هى ما يلى :



ان العشرات من علماء الرياضيات ، من الرجال على اختلاف ثقافاتهم ، ومن الرجال الذين تفصل ما بينهم القرون ، نجدهم فى غالب الاحيان يفكرون بنفس الشكل ، دون ان يعرفوا بعضهم البعض ، ويكررون بالضبط السبيل الذى سار فيه اسلافهم .

وقبل القرن الثامن عشر ، لم يجر البرهان على المسلمة الخامسة من ضدها ولم يمدوا بعيدا سلسلة النتائج ، ولم يتم التعمق فى التحليل كثيرا . وفى لحظة ما اعلن ما يلى : ها قد وجدنا التناقض . لكن فى واقع الحال لم يكن هذا التناقض ، طبعا ، سوى مكافئ للمسلمة الخامسة .

لكن بما ان الامور لم تصل الى هذا الحد ، فقد كان عدد الصيادين اكثر من الارانب . وكان عدد علماء الرياضيات الذين يبحثون فى المسلمة الخامسة اكبر من السبل المختلفة لاثباتها . وقد بحث المسلمة الخامسة جميع علماء الرياضيات البارزين تقريبا فى العالم.

ولى رغبة فى الحديث عن احدهم بشكل خاص . ليس لكون ابحاثه حول نظرية الخطوط المتوازية تبرز بشكل متميز نوعا ما . كلا البتة ، فان اكثر النتائج التى توصل اليها اهمية ، تتعلق بالجبر . فهو لم يتعمق فى نظرية الخطوط المتوازية اكثر من الاخرين فى الواقع . وفى هذا المجال سنوليه اهتماما كبيرا ليس له ما يبرره . والاكثر من ذلك اننا سوف لا نقول ، فى جوهر الامر ، اى شئ حول برهانه للمسلمة الخامسة . حقا ان البرهان الذى يقدمه فى غاية الذكاء . وحقا ايضا ، انه يمكن تلمس تأثيره فى اعمال علماء الرياضيات الشرقيين التالية بشكل واضح . واخيرا ، ان الاسلوب الذى اتبعه موفق للغاية ويتقدم على علماء الرياضيات الغربيين بستمائة عام (سنتحدث عن ذلك بتفصيل اكبر فيما بعد) . وعلى اى حال ان المسلمة الخامسة لا تهمنا كثيرا فى هذا الكتاب .

لكن ما يثيرنا حول هذا الرجل هو كونه ، حالة تصور بشكل بديع ضآلة الفروق بين الناس على اختلاف اقوامهم وعصورهم .

وسأتحدث الان عن عالم رياضيات يعرف عندنا باسم الشاعر عمر الخيام .



الباب الخامس

غياث الدين ابو الفتح عمر بن ابراهيم الخيام النيسابورى



هو غياث الدين ابو الفتح عمر بن ابراهيم الخيام النيسابورى . او بصيغة اعتادها القارىء اكثر — عمر الخيام .

الشرق كما يعرف الجميع هو الشرق . وهو يختلف عن الغرب الذى هو غرب .

مع ذلك فلم يكن هناك شرق ابدا .

لقد كان هناك بضع عشرات من البلدان واكثر من مليار من البشر. اكثر من مليار. واستطيع القول ان هؤلاء البشر يختلفون عن بعضهم البعض كليا .

ويجوز الاعتقاد ايضا ان عالمهم النفسى لا يختلف عن عالم « اهل الغرب » .

بالمناسبة ان كبلنج نفسه — صاحب الفكرة الشهيرة حول الشرق

والغرب — كان يعتقد بنفس الشئ . وهو يدافع عن فكرته هذه فى قصيدته الثلاثية الشهيرة التى لا يذكر منها عادة (للاسف هذا هو نصيب الشعراء البارزين) الا المقطع الاول .

وما دمنا سنتواجد فى هذا الباب فى « جو الشعر » باستمرار ، فلا بأس من ايراد شعر كبلنج . خصوصا والابيات رائعة النظم .

« الغرب غرب والشرق شرق ، ولن يلتقيا ابدا ، الى ان تمتثل السماء والارض امام قضاء الخالق الرهيب . لكن ليس هناك من شرق ولا غرب ، لا عشيرة ولا وطن ولا اصل ، اذا ما وقف رجلان قويان وجها لوجه ، رغم انهما جاءا من اطراف الارض القصية» .

لا حاجة بنا للاستمرار فى الاستشهاد بالشاعر ، لان ما يعقب ذلك سئ وبائس . والشعر رائع كالسابق ، غير ان محتواه ونظمه يذكراننى بالنماذج المبتذلة فى افلام « رعاة البقر» التى تنتجها هوليوود .

لقد اكتفى روديارد كبلنج بالتغنى بالوحدة الروحية التى يتحلى بها المحاربون الابطال الاقوياء جسدا وروحا . وما هؤلاء — اذا ما كان حكمنا موضوعيا — سوى نموذج اصيل لرجال العصابات الطيبين فى افلام هوليوود . ولكن اذا غضضنا النظر عن الابطال ، فيمكن موافقة كبلنج دون قيد او شرط . فقطاع الطرق ورجال العصابات من كل ارجاء الارض يجدون لغة مشتركة بنفس السهولة التى يجد بها لغة مشتركة العلماء الانسانيون .

وللاسف فان كبلنج تغنى بالاولين . ومنحهم موهبته الشعرية الفذة .

ان جميع هذه المحاكمات قد جاءت فى محلها ، اذا ما تذكرنا ان بطلنا الان هو غياث الدين ابو الفتح عمر بن ابراهيم الخيام النيسابورى .

غزا عمر الخيام الغرب فى القرن التاسع عشر كشاعر .

وقد جرت ترجمة اشعاره للانجليزية اول الامر ، وصدرت منها ٢٥ طبعة فى القرن المنصرم . واتخذ الاعجاب الشامل بالخيام فى انجلترا واميركا طابع الوباء. فكان يجرى الاستشهاد به فى الكلام، وتكال له آيات المديح والثناء ، وتأسست نواد تحمل اسمه . وسواء اردنا ام لم نرد فعلينا دراسته كباحثين فى الادب ، لذا اود القول فورا انه رغم ما تتصف به اشعار الخيام من ابداع ، فان شهرته الفائقة ترتبط ، ربما ، ببعض « الصراحة العجيبة » التى تميزه . وتبين ان الانسان الذى كان يعيش منذ الف عام فى مكان ما من تركيا ، او الهند قادر على ادراك الافكار والشكوك التى تساور الانسان فى عصر النور (اى القرن التاسع عشر) . بالاضافة الى ذلك فانه صاغ هذه الشكوك بقوالب شعرية رائعة ، الامر الذى يبعث على الدهشة حقا .

بالمناسبة ، فان عمر الخيام لم يكن معروفا كشاعر تقريبا فى موطنه .

وهكذا ظهر الى الوجود خيامان .

احدهما فى الغرب — كشاعر .

والاخر فى الشرق – كعالم رياضيات وفلك وفيلسوف . والغرب غرب ، والشرق شرق .

فمن هو عمر الخيام ؟



بما ان كاتب هذه السطور يتعاطف اكثر مع « رواية الشرق » ، فلنبدأ الحديث بصورة هادئة وبطيئة مع احيائه فى حدود مقدراتنا المتواضعة، عن الحكيم الجليل والامام غياث الدين عمر الخيام النيسابورى ، سائلين البارى ان يرحم روحه الطاهرة .

« بسم الله الرحمن الرحيم . الحمد لله رب العالمين ، وتبارك جميع انبيائه المرسلين » .

بهذه العبارة المرصوصة الصارمة والحازمة والتقليدية يبدأ عمر الخيام مؤلفه الرائع : « رسائل حول براهين مسائل الجبر والمقابلة » . وهو كتاب فى الرياضيات سبق بحوالى خمسة قرون ما بلغه علماء الرياضيات فى الغرب .

ان هذا المؤلف الذى كتبه « اعظم عالم رياضى فى الشرق » ، وهو ما وصفه به احد كبار الباحثين العرب فى الشرق بن خلدون ، يحتوى على اول نظرية منهجية للمعادلات الجبرية من الدرجة الثالثة . وقد اشتهر كثيرا لدى علماء الرياضيات العرب ، واثر بلا شك تأثيرا عظيما على تطور الرياضيات فى الشرق . وقد جاء ذكره فى اوروبا لاول مرة وبشكل مبهم للغاية فى عام ١٧٤٢ .

وكل ما يشير اليه المؤرخ بهذا الشأن هو : يبدو من عنوان المخطوطة المحفوظة فى متحف ليبدين ان هناك احتمال فى كونها تتضمن اشياء تتعلق بالمعادلات من الدرجة الثالثة ، لكن ... « للاسف الشديد ، ان ليس من احد ممن يتقنون العربية له اهتمام بالرياضيات ، وما من احد ممن يتقنون الرياضيات له اهتمام بالادب العربى » .

وعندما جرت قراءة رسالة الخيام فى نهاية الامر ، تبين ان نتائجه قد توصل اليها (وتجاوزه فى مجالات كثيرة) الفيلسوف ديكارت . لربما ان الخيام نفسه قد تعمق فى ابحاثه اكثر فى رسالة اخرى فقدت نهائيا . من يعرف ...

لكن الذى يهمنا الان هو بحث رسالة اخرى للخيام هى : « تعليقات على المصاعب فى مقدمات كتب اقليدس » . ويتألف هذا الكتاب للشيخ الجليل والامام ، ولصاحب « برهان الحقيقة » ، ابو الفتح عمر بن ابراهيم الخيام من ثلاثة مجلدات .

وتبدأ هذه الرسالة بمطلع تقليدى ايضا : « بسم الله الرحمن الرحيم . الحمد لله مولانا العطوف الرحيم ، السلام على عباده الاخيار وسيد المرسلين محمد وآله الطاهرين » .

وبعد ذلك تبدأ فورا وبشكل مفاجئ العبارة التالية : « ان دراسة العلوم واستيعابها بمساعدة البراهين الحقة امر ضرورى لمن يريد الخلاص والسعادة الابدية » .

مهلا ! ان من كان عليه ان يفهم قد فهم مغزى هذا القول . وبعد ذلك تأتى الابتهالات والدعوات لخلاص الروح .

« وبشكل خاص (بالطبع ، ومن البديهى تماما !) فان هذا يتعلق بالمفاهيم والقوانين ، التى يلجأ اليها لدراسة الحياة الآخرة ، واثبات وجود الروح وخلودها ، واستيعاب المزايا اللازمة لوجود البارى وجبروته ، والملائكة ، واسلوب نزول النبوءات على سيدنا النبى واثباتها (المقصود به النبى محمد (ص)) وما امر به ونهى عنه ، وهو ما ينحنى له اجلالا الخلق كله ، وفق ارادة البارى عز وجل وقوة البشر » .

وبعد ذلك ترد الرسالة نفسها ...

نحن لا نعرف الا القليل والقليل جدا عن عمر الخيام ... وباختصار نحن لا نعرف عنه شيئا تقريبا . فالمعلومات المتوفرة لدينا عنه قليلة ومتناثرة . وقد ثبت تاريخ ولادته عن طريق الحسابات « الفلكية » المعقدة على اساس المعطيات غير المباشرة ، على انه ١٠٤٨ — ١١٣١ او ١٠٤٠ — ١١٢٢ او ١٠٤٨ — ١١٢٢ م .

ولد فى نيسابور . وكانت هذه المدينة تابعة آنذاك لامارة خراسان . ونيسابور الان تقع ضمن الاراضى الايرانية . وكتب الخيام اشعاره باللغة الفارسية الفصحى ، اما اعماله فكتبها باللغة العربية . وكما يوضح بحاثة الادب فان اللغة الفارسية الحديثة واللغة الطاجيكية الحديثة قد تطورا عن اللغة الفارسية القديمة ، لذا يجوز القول بحرية ان الخيام كان شاعرا فارسيا وطاجيكيا .

قبل عدة سنوات من مولد الخيام كانت منطقة مسقط رأسه من الشرق « النائم والساكن » ميدانا للمعارك الطاحنة ، وقام زعماء القبائل الرحل من السلجوقيين (التركمان) بعد هزيمة السلاطين السابقين بتأسيس امبراطورية شاسعة الاطراف وسلالة جديدة من السلاطين السلجوقيين .

بعد ذلك تطورت الاحوال حسب المخطط المعروف فى مثل هذه الاحوال . فجرى الصراع بين الطامعين فى تسنم العرش . كما جرى صراع بين السلاطين والاقطاعيين ، وبان طموح الاقطاعيين اليائس للسيطرة حتى فى مقاطعة صغيرة ، على ان تكون مستقلة .

وبعد مرور مائة وعشرين عاما انهارت الامبراطورية نهائيا ، لكن هذه الفترة ، القصيرة بالنسبة للتاريخ ، كانت كافية تماما بالنسبة لحياة انسان واحد .

عاش الخيام فى الامبراطورية السلجوقية بهدوء وفترة طويلة ، وذلك لتمتعه بمن يبسط حمايته عليه . وهو رجل قوى .

انه الوزير نظام الملك .

كان نظام الملك اسيرا لفكرة الدولة القوية . وعمل على تأسيسها بكل السبل . ويبدو انه كان يعتقد ان الثقافة والعلم سيساعدان على توطيد اركان الامبراطورية ، فعمد ، مثله مثل افراد اسرة بطليموس القديمة ، الى بسط حمايته على العلماء .

ولم يكن نفسه غريبا على الادب ، فكتب مؤلفا لا يخلو من فطنة ، وجامعا ، ومفيدا للغاية ، هو « كتاب الادارة » — كمرشد للسلاطين الذين كانوا بحاجة الى التدريب (وكانوا فعلا بحاجة اليه) . وقد دعا علماءه للمشاركة فى هذا العمل التبسيطى ، وبالاخص الخيام .

ولكن قبل ان ينال الخيام حماية نظام الملك عانى الكثير من المصاعب. فعندما يبنى السلاطين الامبراطوريات كثيرا ما يلاقى سكان البلاد الامرين .

ان المعلومات المتوفرة حول سنى فتوة الخيام ضئيلة جدا . واغلب الظن انه درس فى نيسابور .

وقد ورد فى الكتب انه « حصل فى سن السابعة عشرة على معارف عميقة فى جميع ميادين الفلسفة » .

كما قيل انه « كان حجة كبيرة فى علوم اللغة والشريعة الاسلامية والتاريخ » وكان من اتباع بن سينا (ابو على بن سينا) .

وتروى الاحاديث انه كان يتمتع بذاكرة عجيبة ، وحدث مرة انه حفظ كتابا عن ظهر قلب بعد ان قرأه سبع مرات .

كما يروى ايضا انه كان « حكيما ، مطلعا على جميع ميادين الفلسفة ، وبالاخص فى علم الرياضيات » .

وباختصار ، ان جميع المصادر (وكذلك اعمال الخيام نفسه) تبين ، انه كان انسانا ذا ثقافة موسوعية وموهبة فائقة وعقلا نيرا .

ولكن هذا لم يساعده فى البداية قدر ما افسد عليه حياته . فاضطر لترك خراسان ، فنلتقى به فى سمرقند .

ومن الطبيعى ان يجد الحماية الضرورية . ولا نعرف كيف وجدها. وتتمثل « بالسيد الجليل الذى لا مثيل له ، قاضى القضاة الامام السيد ابو طاهر ، ليواصل الله رفعته ولينبذ من يحسده ويناصبه العداء ». بعبارة بسيطة انه كبير قضاة سمرقند . وهو موظف عظيم الشأن . لكن الله وحده يعلم فيما اذا كان هذا الرجل يتسم بذرة من تلك الصفات الكريمة التى يوسمه بها الخيام بمثل هذا الحماس والقول الجميل فى رسالته حول الجبر . وقبل ذلك بقليل يكتب الخيام فى نفس الرسالة بشكل كئيب وبمرارة :

« ... لقد حرمت من امكانية القيام بهذا العمل بانتظام (ويقصد بذلك الجبر – المؤلف) ، وحتى لم استطع تركيز افكارى حوله بسبب تقلبات الدهر التى اعاقتنى .

وشاهدنا هلاك علماء لم يبق منهم إلا حفنة ضئيلة العدد تحملت الكثير من المصائب والالام . ان قسوة الدهر فى هذه الازمان تعوق العلماء كليا عن التفرغ لتطوير وتعميق علمهم .

ان السواد الاعظم من اولئك الذين يتخذون مسحة العلماء فى ايامنا ، يغلفون الحقيقة بالزيف ، ولا يبلغوا فى العلم ما وراء حدود التقليد والتظاهر بالمعرفة .

اما ما فى جعبتهم من معارف ، فانهم يستخدمونها لتحقيق الاهداف السطحية الزائلة . واذا ما التقوا برجل يتميز بكونه يبحث عن الحقيقة ويحب الصدق ، ويحاول دحض الكذب والنفاق والامتناع عن التفاخر والخداع ، فانهم يجعلونه مادة لاحتقارهم وسخريتهم » .

وعندما يقرأ المرء هذا المقطع تزول لديه الرغبة فى رواية قصة الخيام بلهجة هادئة ، تقرب من الهزل مما يتسم به المراقب الموضوعى . فهى لا تحوى تأملات حول الخالق الجبار والرحيم . بل نجد هنا الحياة الواقعية والقاسية ، وقد كتب هذه الكلمات المرة وهو فى عنفوان شبابه ، ويكاد يكون صبيا . ولم تكن سنه آنذاك لتزيد على الخمس وعشرين سنة . كما وتزول تلك الرغبة اكثر ، لانه بعد مرور

اربعة قرون يكتب غاليلو نفس الشئ تقريبا ، وبعد مرور خمسة قرون يكرره اينشتين .

وانا لا اعرف ما كان يريد الخيام قوله بنفسه ، لكن العبارة التالية : « ليساعدنا الله فى جميع الاحوال ، فهو ملاذنا » ومن ثم المقطع الطويل ، والطويل جدا الذى يليه ، وكله ثناء على القاضى السمرقندى الجليل ، يبدو كسخرية مهينة ، قاسية وشديدة .

لكن دعنا لا نشرد فى الحديث .

ومع ذلك فقد حالف الخيام الحظ . اذ وجد الحماية مع العلم . وقد كان حاميه بحيث « ... ان وجوده قد اثلج صدرى ، وصحبته زادت مجدى ، واتسع علمى بنوره ، وتدعم ظهرى من اعماله الطيبة » .

ترون ان ليس بالامكان احسن مما كان ، لكن هذه هى البداية فقط . ولا يبخل الله على عباده بكرمه !

ثم نال الخيام بعد ذلك شرف الصداقة مع خاقان بخارى (والحمد لله !) . فماذا يعنى هذا اللقب بالذات ، اننى لا اعرف جيدا ، ولم احاول معرفة ذلك . على كل حال انه قيصر صغير . وكتب احد المؤرخين (من معاصرى الخيام) بلهجة حسد مفهومه ، يقول « ... ان الخاقان شمس الملوك قد رفع من شأنه كثيرا ، فاجلس الامام عمر على عرشه » .

لكن اعمال الله الكريمة ليس لها حدود . ففى عام ١٠٧٤ دعا

مالك شاه نفسه (وما كان الخاقان سوى احد تابعيه) ، دعا الخيام الى بلاطه فى اصفهان ، وجعله نديمه .

او تريدون ان تعرفوا من هو النديم ؟

انها وظيفة غريبة نوعا ما .

السلطان يحتاج الى محدثين ، ومؤتمنين على الاسرار ، علاوة على عملهم الاصلى ، وحراس شخصيين . وهذه جميعا من واجبات النديم . والنديم يشارك فى الولائم التى يقيمها الحاكم ، ويتحدث معه ، ويسليه. ويبتدع مختلف الامور من اجل قتل الوقت. وبالطبع ، عليه ان يبدى اعجابه. اعجابه بالحاكم، بحكمته، وبجرأته، وبجماله، وبموهبته الشعرية ، وبجياده ، وبصقوره ، وبجواريه ، ولا ادرى ان كان يسمح له برؤية اجمل الحسان فى الحريم ، ولكن ...



لا حاجة الى الكلام على لسان غير العارفين ببواطن الامور ، ولنعط الكلمة الى حامى عمر الخيام ذى العقل النير ... نظام الملك .

ولنستشهد بـ « كتاب الادارة » — « سياست نامه » .

« للنديم عدة فوائد : انه يكون الصديق الحميم للحاكم ، ولكونه يصاحب سيده ليل نهار ، فانه يغدو كحارسه الشخصى ، وعند الضرورة تكون له فائدة اخرى — ليقينا الله شرها — فاذا ما جرى خطر ما فانه يضحى بجسده ، ويجعل منه درعا يمنع ذلك الخطر ، والفائدة الرابعة، هى انه يمكن قول الف نوع من الكلمات مع النديم، بدلا من قولها لمن يشغل منصب الامين وموظفى الحاكم ، والفائدة الخامسة هى انهم يعلمونه بشئون الملوك ، مثل الجواسيس ، والسادسة ، هى انهم يجرون مختلف انواع الاحاديث بدون اكراه حول الخير والشر ، فى حالة السكر والصحو ، التى تتضمن الكثير من الفائدة والقصد » .

كما ترون ان هناك ست فوائد مختلفة . لكن لا يستطيع اى فرد ان يشغل هذا المنصب . بلا شك ، ليس كل فرد .

« ينبغى ان يكون النديم من الطبيعة موهوبا ، وفاضلا ، وحسن الطلعة ، وصافى العقيدة ، ويكتم الاسرار وحسن السلوك ، وان يكون محدثا بارعا ، ويجيد قراءة ما هو هزل وما هو جد ، وان يذكر الكثير من الاساطير ، وان يكون دوما حاضر البديهة ، وناقلا للانباء السارة ، ويحسن اللعب فى النرد والشطرنج ، ويكون خيرا لو يجيد

العزف على آلة موسيقية ما ، ويتقن استخدام السلاح . ويجب ان يكون النديم على وفاق مع الحاكم . وينبغى عليه ان يجيب على كل ما يتحدث به او يقوله الحاكم بترديد : « ممتاز ، رائع » ، ويجب ان لا يرشد الحاكم معلما اياه : « ان افعل هذا ، ولا تفعل ذاك ، لماذا قمت بذلك ؟ » . ويجب ان لا يفعل ذلك ، والا فسيضيق الحاكم به ذرعا ، ويحدث نفور منه . ومن واجب الندماء اقامة كل ما له علاقة بالنبيذ ، والانس ، ومشاهد التسلية ، والجلسات الودية ، والصيد ، وما شابه ذلك ، فهم انما وجدوا لهذا الغرض » .

هذا كل ما هناك .

وهذا ما يقول به نظام الملك الذى قدم الخيام الى مالك شاه كنديم. ان هذا المنصب طيب للغاية .



ويخفف المؤرخون من قلقنا بعض الشئ . فتقول طائفة منهم ان هناك احتمال ضئيل بان الخيام قد منح هذا الشرف الرفيع ، وتعتقد ان كاتب السيرة قد بالغ فى ما ذهب اليه . ولربما اراد ان يرفع من قدر زميله العالم امام اعين القراء ، وتفاخر بعض الشئ . بينما ترى طائفة اخرى ان الخيام كان نديما ، ولا شك فى ذلك ، لكنه كان نديما من نوع آخر بقدر ما .

اذ يستطرد نظام الملك فيما بعد قائلا : « ان الكثير من الحكام جعلوا ندماءهم من الاطباء والمنجمين ، ليعرف رأى كل منهم ، وما يجب على الحاكم ان يعمله فى سبيل الحفاظ على الطبيعة وصحة الحاكم . بينما يتابع المنجمون الزمن والساعة ، ويعطون فى كل قضية تقرر رأيهم ويختارون لذلك الوقت المناسب » .

وبشكل عام هناك امل ضعيف فى ان الخيام لم يقم حفلات الشراب لمالك شاه ، ولم يبحث عن الجوارى له — لكن من يعرف ؟ لكننا على ثقة من امر واحد ، هو انه كان مجبرا على عمل كل ما يشتهى ويأمر به سيده .

وعلى كل حال فقد مارس التنجيم ولا جدال فى ذلك ، رغم اعتقاده بلا شك بان ذلك هراء .

وكان الخيام يتمتع كمنجم بسمعة لا تطال ، اما كيف تسنى له بلوغها ، فهو سر لا يعرفه احد غيره .

وما اعظم مهارته فى احناء هامته فى بلاطات الشرق !

وما اكثرها .

وعموما فان كل حياته ، التى كانت ممتعة بالنسبة للكثيرين ، لم تكن بالنسبة للخيام نفسه تبعث على الرضى ، غير انها على اغلب الظن كانت بغيضة بشكل لايطاق .

لكنه حصل على بعض الاشياء مقابل ذلك .

فاولا ، كان حكيم القصر لدى مالك شاه ، والشخص الذى اولاه ثقته ، وكاد يصبح صديقه ، ولم يناله احد من خدم كتاب الله . وكان هؤلاء تواقين لاجبار الخيام على الامتثال للطاعة .

ثانيا ، تأمين معيشته . لم تكن لدى الخيام اسرة فى الواقع ، لكن وضع العالم فى تلك الازمان كان غير ثابت الى درجة انه من المستحيل العيش بدون شخص يرعاه . فمن الافضل ان يكون هذا ملكا من كونه احد افراد الجماعة الصغار .

ثالثا ، واعتقد انه الشئ الاساسى — توفر امكانية العمل . فقد وضع تحت تصرف الخيام مرصد اصفهان ، وهو مرصد من الدرجة الاولى فى تلك الايام . ويبدو ان الشاه كان يعتقد — وقد اصاب فى اعتقاده — ان الحكيم بحاجة الى وقت للتأمل . وعلى كل حال فقد انجز الخيام الكثير فى سنوات مكوثه فى البلاط . وبعد مضى ثلاث سنوات من مجيئه الى البلاط انهى كتابه « تعليقات على المصاعب فى مقدمات كتاب اقليدس. »، حيث برهن فيه، علاوة على التعديلات الاخرى ، على صحة المسلمة الخامسة كما كان يعتقد .

لقد عمل فى المرصد كثيرا وحصل على نتائج باهرة . وفى الواقع انه نفسه الذى اسس المرصد ، اذ كان يطلب النقود باستمرار من مالك شاه لغرض بنائه .

ونجد انفسنا مرة اخرى امام وضع مألوف .

فلم تكن اعماله الفلكية لتثير اهتمام احد عمليا . ووضع تقويما رائعا من حيث دقته ، لكن لم يتقبله احد . اما اعماله فى علم التنجيم فقد لقيت التقدير فعلا وبلا شك .

وبعد مرور عدة قرون اعاد كبلر ، الذى اهتم بعلم التنجيم مثل الخيام ، نفس الطريق . وبممارسته التنجيم فقط حصل على المنزلة الاجتماعية ، ووسيلة العيش ، وامكانية ممارسة العمل العلمى .

ولم يكن الخيام يؤمن بعلم التنجيم . وان المؤرخين لم يقرروا بعد ما كان يؤمن به . لكن هناك شئ واحد على اقل تقدير ، يعتبر الرمز الاساسى لعقيدته وهو : ان الانسان يجب ان يدرس العلم ، وان يتوصل الى معرفة كيفية تنظيم الكون . وهنا تتعقد الامور نوعا ما . ومن المفيد ان نرجع هنا الى القصائد . وبشكل عام ، فلو عرفنا بالضبط الاشعار التى كتبها الخيام حقا، لكانت وثائق هامة للغاية فعلا.

لم يكن يعتبر نفسه شاعرا . وكان يكتب على ما يبدو بشكل اساسى لذاته ، فمن الطبيعى ان يكون اكثر صراحة مما ورد فى رسائله الفلسفية . وهناك وجب عليه ان يكون طيله الوقت منتبها الى اقصى حد ، فان اى انحراف ، مهما كان قليل الشأن ، عن الافكار

التقليدية قد اجراه بحذر شديد ، وشديد جدا . اما عن صحة نسب هذه الاشعار او تلك اليه ، فان المجادلات الحادة بين بحاثة الادب حولها لا زالت مستمرة .

ويعتبر النص المؤلف من ٢٥٢ رباعية اصيلا وغير منتحل . لكن هنا ايضا يشتد الخلاف فى الرأى . ويبلغ مجموع ما ينسب الى الخيام حوالى الف رباعية .

ولنفترض ان الاشعار اصيلة ! ومع هذا فمن الصعب جدا ايضا تحديد الافكار الفلسفية للخيام . وحتى المختصين يعجزون عن التوصل الى رأى موحد ، وهو بالمناسبة ، شئ معتاد للغاية .

ان بعض الاشعار رائعة حتى وهى مترجمة ، ويقال ان الا صل افضل . صحيح ان موضوعات الخيام محدودة جدا ، واذا ما توخينا الصراحة ــ فان عشرين او ثلاثين قصيدة تكفى تماما لاستنفاد كل ما كان يريد الخيام قوله .

ولغرض منح القرا٬ قسطا من الراحة فى مطالعة النثر الجيد ، ثم مطالعة الشعر الجيد ، فسأورد فى البداية تحليلا ليس شائعا جدا لادب الخيام ، ومن بعده سأورد بعض الرباعيات .

يبدو ان أوهنرى قد هاجم الخيام بقسوة لاول وهلة بعد ان اثارت انفعاله « الموضة » الهستيرية فى الولع بالخيام .

ان البطل الرئيسى لقصة « مرجع هايمن » هو راعى البقر الشجاع ساندرسون برات الذى حجزته العواصف الثلجية شتا٬ فى كوخ صغير

مع راعى بقر اقل منه جرأة هو إيداهو . انهما لم يتفقا فى الحالة النفسية ، وكاد الامر يصل الى حدوث مأساة . لكنهما عثرا لحسن الحظ على كتابين .

احدهما ــ مرجع فى الاحصا٬ ، والاخر ــ اشعار عمر الخيام . وبعد ان لعبا الورق فاز ايداهو فاختار كتاب الخيام ، بينما كان مرجع الاحصا٬ من نصيب البطل . وعكف البائسان كل على دراسة كتابه خلال اسابيع طويلة ومملة .

وبعد خلاصهما من اسار الثلوج ، عادا الى حياتهما العادية ، واخذا يغازلان ارملة جميلة وثرية . وكل واحد منهما يتفاخر بما كسبه من ثقافة جديدة ، ويستغل ما قرأه كليا . ومن الطبيعى ان يكون المرشد الثرى لايداهو ــ وهو ديوان شعر عمر الخيام ــ قد لقى الهزيمة وتحطم وانسحق على يد المرجع فى الاحصا٬ ، وكان الزواج السعيد لساندرسون برات هو خير مكافأة لحامل العقل السليم ...

ولنعطى الان الكلمة لساندرسون برات .

« جلست وقرأت هذا الكتاب اربع ساعات . وقد تجمعت فيه بشكل مضغوط كل عجائب المعرفة . ونسيت الثلوج وخلافى مع ايداهو . اما هو فجلس بهدو٬ على مقعد صغير ، بينما كان يتجلى تعبير مرهف وغامض ما على وجهه ذى اللحية الحمرا٬ .

فقلت له :

ــ ايداهو ، ما هو الكتاب الذى تقرأه ؟

بدا ان ايداهو قد نسى ايضا خلافنا القديم ، لانه اجاب بلهجة معتدلة ، دون اى شتائم او غيظ .

قال :

ـ الكتاب الذى اقرأه ؟ يبدو انه ديوان لعمر خ . م .

فسألته :

ـ عمر خ . م . ، وبعده ؟

واجاب :

ـ لا شئ بعد ذلك ، عمر خ . م . فقط .

قلت له ، وقد تملكنى الغيظ نوعا ما لاعتقادى انه يريد استغفالى .

ـ انت تكذب . فاى احمق يوقع على كتابه بالاحرف الاولى . واذا كان هو عمر خ . م . سبوبينداك ، او عمر خ . م . ماك ـ سوينى ، او عمر خ . م . جونز فقل لى كالبشر ، ولا تمضغ نهاية العبارة ، مثل عجل يمضغ طرف ثوب علق لتجفيفه .

وقال ايداهو هادئا :

ـ قلت لك يا ساندى كل شئ على حقيقته . انه ديوان شعر كتبه عمر خ . م . وفى البداية لم افهم محتواه ، لكن بعد ان امعنت النظر فيه ادركت انه عميق المحتوى . اننى لا ارضى باستبدال هذا الكتاب حتى بزوج من البطانيات الحمراء » .

بعد ذلك اخذ ايداهو المنتمى حديثا الى طائفة المعجبين بعمر الخيام يحلل شعره .

« ـ انه يشبه وكيل لبيع النبيذ . والنخب الذى يطلقه دوما هو « العبث دون جدوى » . ويبدو انه يعانى من فرط الضجر ، لكنه يخففه بالكحول بجرعات كبيرة جدا ، بحيث ان اسوأ شتائمه يظهر كدعوة لمقارعة الخمر . هذا هو الشعر ، وانا احتقر دكانك للمقايضة ، حيث تقاس الحكمة بالاقدام والبوصات .

واذا ما تطلب الامر تفسير الجوهر الفلسفى لاسرار الطبيعة ، فان الشيخ خ . م . سيفحم فتاك فى كل المجالات الى حد مقاس الصدر والمعدل السنوى المتوسط لهطول الامطار » .

لكن ساندرسون برات لم يكن من النوع الذى يستسلم بسهولة .

« ان عمر خ . م . هذا ، اعتمادا على ما در به كتيبه عن طريق ايداهو ، يترائى لى لسبب ما ككلب ينظر الى الحياة وكانها علبة محفوظات ربطت بذيله . فيجرى حتى الانهاك ، ثم يمد لسانه ، وينظر الى العلبة قائلا :

« حسنا ما دمنا لا نستطيع منها خلاصا ، فدعنا نذهب الى حانة فى ركن من الشارع ولنسقها على حسابى » .

بالاضافة الى ذلك فانه يبدو ان صاحبنا كان فارسيا . وانا لم اسمع يوما ان فارس قد انتجت شيئا يستحق الذكرى فيما عدا السجاد التركى والقطط المالطية » . ورغم استياء المعجبين بعمر الخيام وسخطهم الشديد ، فلا بد لنا من الاعتراف بان كلا الرجلين قد امسكا بالموضوع الاساسى بصورة دقيقة جدا .

لكن لا يعرف القارئ ابدا ماذا يريد اوهنرى قوله بالضبط .

ولا يستبعد انه ، باعتباره من المعجبين الحقيقيين بعمر الخيام ، قد صور بكل بساطة الفكرة القديمة والمحزنة القائلة : اذا اردت بلوغ النجاح لدى النساء الفاتنات ، فانس الشعر . انسه او افقد الامل .

بالاخص اذا كانت السيدة صاحبة بيت من طابقين فى بلدة ريفية صغيرة طيبة السمعة .



لنأت الان الى اشعار عمر الخيام . ويمكن تصنيفها كلها ايجازا الى ثلاث فئات : ١) اشعار الخمر والغزل ، ٢) الاشعار الفلسفية ، ٣) الشعر الوجدانى — وهى رباعيات اورد فيها الخيام بهذا القدر او ذاك موقفه من الاشياء التى تحيطه .

وبما ان كاتب هذه السطور يتوازن باستمرار فى الدرب المنزلق لحل المعضلات السيكولوجية ، فلنحاول هذه المرة ان نتبين الى اى مدى تعكس اشعار الخيام نمط حياته الحقيقى .

لعل اكثر الاشعار تعبيرا عن هذا المحتوى هى الاشعار من الفئة الثالثة : فهى تعكس النزق والضجر والغيظ بشكل سافر .

ولا تجد من بين الـ ٢٥٢ رباعية شيئا مقبولا قيل بشأن مخلوقات الله المفكرة . ولا يترك الخيام منهم احدا . لكنه يبدى مشاعر المرارة بشكل خاص تجاه رجال الدين* .

يريد عبيد الصيغ الجامدة اكتشاف جوهر الحياة .
وتفوح من مناقشاتهم روح الموت والعفونة .
فاشرب الخمر واترك لهم العنب الحامض .
ومضغ الاراء والزبيب الجاف لاسترجاع وترديد اقوال غيرهم .
لا تتشاجر مع حفنة من الجهلاء ، الذين يحكمون عالمنا
ويضعون انفسهم فوق الناس اجمعين منزلة .
انهم سينعتون من ليس من عشيرة الحمير
بالمارق والكافر .

ومن الطبيعى ان ينتقل من رجال الدين الى البارى عز وجل . فلسبب ما نجد ان الخيام يقف موقفا عنيفا فى شعره من الخالق ، لا كما فى رسائله .

---

*ترد الابيات الشعرية هنا وفى الصفحات التالية نقلا عن الترجمة الروسية (المعرب)

انت وحدك .. مالك الاموات والاحياء
فمن يدير السماء فوق رؤوسنا بجنون ؟ انت .
اننى نطفة غارقة بالذنوب ، بينما انت خالق الكون ؟
فمن منا المذنب ؟ احكم انت بنفسك .
لقد خلقت الحياة وجئت بالموت من بعدها ،
وحكمت بالفناء على كل خلقك .
فهل اسأت صنعهم ؟ اذن من هو المسؤول ؟
وان احسنت صنعهم ، فلم تحطمهم ؟

بالمناسبة فانه اولى الحكام اهتمامه ايضا .

اذا ما اردت ارضاء القدر واخماد الهدير
ولكى ترضى الناس ، فالتزم الهمس .
وكثيرا ما حاولت التزام الحيلة والخداع ،
لكن كانت تحول دون ذلك خبرة الدنيا فى كل مرة .

واخيرا تأتى اقواله المعممة حول حماقة الانسان . ونجده هنا ينظم بذوق رفيع ، وحتى بشئ من الارتياح .

هناك برج « الثور » معلق فى السماء
بينما يحمل اخر الارض فوق ظهره .
وبينهما يقف الله راعيا – انظر –
هذا العدد الكبير من الحمير !
اذا ما اجتمعت باحمق ، فلن تنجو من الخزى والعار
لذا فاسمع نصيحة الخيام :
خذ السم اذا ما اعطاك اياه حكيم ،
ولا تأخذ البلسم من يد الاحمق .

ويمكن ان نختتم كل هذه المجموعة من الناحية المنطقية ، بايراد الرباعيات التى يشرح فيها الخيام الوضع الذى حكم به عليه لان يعيش ويعمل فى ظله .

الذنب ليس ذنبى ، ان اضطر لسد
قرطاسى الموعود :
فان جهل الجهلاء شئ معروف بالنسبة لى
لكى لا اكشف اسرار نفسى امامهم .

من الطبيعى ان يكون صاحب مثل هذه الاشعار « المفعمة بالبهجة » رجلا ذا تفكير غير متفائل جدا . ويتصف بالعزلة الروحية التامة . وليس امامه من بصيص امل . ويبدو كما لو ان الخيام يعمم فى رباعياته من « المجموعة الفلسفية » كل خبرته فى الحياة .

ما العالم بالنسبة اليك . انه لاشئ .
وما وجودك سوى ضباب ، وعدم .
وتحيطك هوتان تفغران فاهما من الجانبين
بينما تقف انت بينهما كالعدم .
لقد كرسنا للعلم اكثر من عام
وحان الحين لكى نعلم الاخرين .
فما هى العبرة من كل هذا العلم ؟
لقد جئنا من الطين ، وستحملنا معها الرياح .
يدعوننى الاعداء فيلسوفا ،
لكن يرى الخالق ان حكمهم ظالم .
فانا من الخلق ابسطهم : وكل شئ بالنسبة لى غارق فى الظلام
ويلف الظلام حتى لم انا موجود ، ومن انا .

ومرة اخرى لا يجد من بصيص امل واحد ، ولا نأمة واحدة تبعث على الامل . ولا توجد فى المجموعة الاولى اية وصفات لتدبير شئون الحياة . وقد توصل بطلا قصة أوهنرى بدقة (واستطيع تكرار ذلك مرة اخرى) الى لب افكاره . وبالمناسبة ففى الترجمة الانجليزية الاولى له التى قام بها فيتزجرالد اولى اهتمام فائق بهذا الاتجاه بالذات .

لقد جئنا الى هذا العالم لكى ننال قسطا من النوم
ومن عرف الحكمة فلن يخرج من الحانة ابدا .
فاطفئى يا خمرة لهيب آلامى
قبل ان تحمل الرياح رمادى .
لقد تحسست بعقلى كل حكمة الكون .
وبلغت كل ما يفعم روح البشر من احلام رفيعة .
ورغم ذلك اقول عن ثقة :
ليس هناك من امر اكثر بهجة من السكر .
اريد ان اشرب حتى الثمالة ،
الى درجة ان تفوح من قبرى ،
عندما ارقد فيه ،
رائحة النبيذ العطرة
لكى تسكرنى وتسقطنى ارضا الى الابد .
ويمر بى رفاق الكأس .

ولا يمكن للمرء ان يصف هذه الاشعار ايضا بانها تبعث على الابتهاج والتفاؤل . فاية بهجة هنا !

لنصدق بسبب عدم وجود فرضيات اخرى ان صاحب جميع الرباعيات المذكورة سابقا هو الخيام فعلا .

او حتى ولو نصفها . وهذا يكفى .

ان صورة الانسان الذى كتب هذه الابيات واضحة كما يبدو . فهو ذكى وقائق الموهبة ، وينفر من صحبة الناس ، وكثير الارتياب . وهو يتمتع بثقافة وافرة دون جدال — لكنه لا يبدى اقل اهتمام بشئون الفكر . ويقضى ايامه ولياليه مع الجوارى والخمر ، وفى صحبة السكارى المعربدين ، وفى لحظات الصحو النادرة يجد متنفسا للواعج روحه فى كتابة اشعار رائعة لكنها متشائمة جدا . كما وانه لا يثمن اى شئ فى العالم سوى ايجاد الفرصة للاسراف فى شرب الخمر فى جلسة شراب ، وينفذ برنامجه طبعا اعتماداً على ما له من قوة ، وما فى جعبته من مال .

وعموما ، انه خليط معقد لبطل بايرونى ، وشريف رومانى من اوطأ منزلة ، ومفستوفيليس لجوته ، وتاجر روسى من المرتبة الثانية ، والارستقراطيين الفرنسيين فى عهد الانحطاط .

ان افكار الخيام ليست بالجديدة تماما .

ففى كل العصور وجد افراد ينفرون من صحبة الناس ومتشائمون ، وليست هناك من ضرورة للتهليل لافكاره بشكل خاص .

ويبدو احيانا انه قريب من المادية الفوضوية . على كل حال انه يخاطب الله محاججا فى احيان كثيرة . ولكن ، اولا ، هناك الكثير

من الغموض — اذ ان هناك عدد كاف من الرباعيات ذات طابع غيبى ، وثانيا ، ما الذى يستدعى ابداء الاعجاب هنا بشكل خاص ؟

فان الافكار المادية كانت تثير الكثير من المفكرين فى جميع القرون وجميع العصور .

ولدى الحديث عن الخيام فلا ضرورة لتقديم تنازلات ما على اساس السذاجة الفكرية التى كان يتصف بها عصره بالمقارنة مع عصرنا . ولا حاجة لان نبدى الثناء من عليائنا على القرون الماضية .

ولكن اذا ما تحدثنا على « اساس المساواة » ، وان نبدى حكمنا اعتمادا على الاشعار فقط ، فان شخصية الخيام كمفكر تفقد الكثير من بريقها . ويبقى الشاعر المبدع ، لكنه ليس انسانا عميق التفكير او محبوبا كثيرا . ويمكن تفهمه وتبرير مواقفه ، ولكن لا يجوز الاتفاق معه .

وربما لا يكتب الباحثون الادبيون عنه بهذه الصراحة ، لان شعر الخيام قد وضع الى الابد مع الكنوز الذهبية للادب العالمى ، وبالتالى فان الخيام نفسه غدا شخصا تحيطه هالة التقديس والتمجيد .

مع هذا فاذا عرفت الخيام كشاعر فقط ، فاننى بعد فترة الحماس لتشاؤمه فى سن يتراوح بين ١٥ و ٢٥ سنة اتفق مع أوهنرى ، وفى الوقت نفسه ابدى ، طبعا ، اجلالى لمهارته الشعرية الرائعة .

لكن كل السحر يكمن فى ان صورتنا المفروضة ليست الا رسم كاريكاتورى . وهو وحيد الجانب تماما .

اولا ، ان الخيام لم يكن شاعرا محترفا . فهو عالم ، وعمله — العلم .

اما الشعر ؟ فلم يكن الا تسلية . للراحة من العمل .

والجوارى والنبيذ ؟ ماذا لو ان الخيام شرب نسبة واحد بالمائة من النبيذ ، الذى سكب فى اشعاره ...

واذا ما احتوى حريمه عشر الحسان اللواتى تغنى بهن فى شعره ... لما كانت له القوة على عمل اى شئ آخر .

ويتفق كافة معاصريه — من انصاره او خصومه — على ان الحاج الامام عمر كان احد اعاظم العلماء الافذاذ فى الشرق .

فلننظر من هو .

انه ...

عالم رياضيات . وربما اكبر عالم رياضيات فى كل تاريخ الشرق . على اقل تقدير هذا ما يعتقده الكثير من مؤرخى الرياضيات . ويمكن القول مرة اخرى ان اعمال الخيام فى الجبر رائعة . وقد درس بحماس تراث الاغريق فى الرياضيات . وهو جهد ليس بالقليل . ويتطلب عمل سنين .

وعالم فلك . فكما تتذكرون قام خلال سنوات عديدة بتأسيس مرصد اصفهان ، واجرى بنفسه اعمال مراقبة فلكية مستمرة ولفترة طويلة ، وقام باصلاح التقويم ، ووضع طريقة جديدة لحساب التواريخ.

وعالم فيزيا بدرجة ما . وقد كتب رسالة طريفة جدا كرسها لمسألة ارخميدس الشهيرة حول تاج الملك جيرون . وهى المسألة

التى ظهر فى نتيجتها ليس فقط قانون ارخميدس ، وانما كذلك « الشارة » التى تحملها الكتب العلمية المبسطة لدار النشر السوفييتية (مولودايا جفارديا) .

لكن هذا ليس كل ما فى الامر . يبدو من اعماله انه يتقن كل الاتقان العربية وكذلك الفلسفة الاغريقية ، وبالاخص فلسفة ارسطو . وكان الخيام معجبا بارسطو حتى انه كان يبدى اعجابه علانية . وربما كان خير شاهد على ذلك اسلوب الاستشهاد لديه : فان الخيام يكتب باقتضاب وجفاف . وكان يضع دوما بدلا من اسمه كلمة — فيلسوف .

وفيلسوف — وليست هناك اية عبارات مجاملة ، مما يتميز بها ابناء الشرق . وكان الخيام يجيد الادلاء بها كما ينبغى . لكنه لم يفعل ذلك هنا . فهو لم يكن يريد الكلمات الطنانة التى يشعر بتضخمها اكثر ممن يحيط به من الناس ، ولم يكن يريد للعبارات المعسولة المزيفة ان تلصق بالاسماء التى كانت عزيزة عليه حقا .

ويكفيه هذا كفيلسوف .

وعموما ، فحالما يبدأ الخيام مناقشة القضايا بجد ، فان الاسلوب الشعرى والبلاطى والمتسم بالفخامة يزول دون ان يترك وراءه اثرا . فنجد بين عبارات التمجيد التقليدية تجاه الله ومحمد ، وراعيه الجديد ، فى بداية العمل ونهايته ، نصا جافا مقتضب المحتوى .

وهناك استشهادات ومحاكمات ورسوم ومعادلات . واقليدس — مجرد اقليدس ، وليس ملك علماء الرياضيات او منار المعرفة . وابوللونيوس مجرد ابوللونيوس . وبطليموس — بطليموس . ويكفى ان تراجع النص قليلا ، حتى يبدو امامك اسلوب القرن العشرين . وارسطو — فيلسوف .

لقد ابتعدنا عن الموضوع قليلا ، وما يهم الان هو شئ آخر . لنتذكر ان « الفيلسوف » كان يكتب بشكل معقد وصعب ، حتى ان اسلوبه اصبح مضرب الامثال . وان دراسة اعماله دراسة وافية تعتبر لوحدها مهمة شاقة للغاية . واعتقد انه بين المختصين فى تاريخ الفلسفة فى ايامنا لا نجد الكثير ممن تعمقوا فى دراسة كل تراث ارسطو فى الاصل اليونانى ، فيما عدا بعض ذوى الاختصاص الضيق — اى من « المختصين بدراسة ارسطو » . ولاجدال فى ان الخيام قد درس جميع اعمال هذا الفيلسوف . لكن ارسطو مجرد جزء صغير من التراث الفلسفى فى الغرب والشرق ، الذى درسه الخيام ، ومما يشهد على ذلك بجلاء الرجوع الى عشرات من مختلف الاعمال الكبيرة .

واذا ما اخذنا كقياس عدد الكتب المدروسة ، فان اى دكتور فى العلوم الفلسفية يحسد الخيام عليه .

ولم يكتف الخيام بدراسة الفلسفة وحدها ابدا . فبالاضافة الى ذلك يعتبر حجة فى القرآن وفى الفقه الاسلامى .

فهو عالم تنجيم ايضا . وقد قلنا سابقا ان الخيام يعرف جيدا قيمة علم التنجيم ، وانه لغرض الالمام بقواعده ، كان عليه ان يستوعب الكثير من المعلومات اللازمة .

وبهذه المناسبة نورد احدى الروايات حول مآثر الخيام فى علم التنجيم ، والتى تجبرنا على الافتراض بانه كان يعرف اسس الارصاد الجوية.

فكتب النظامى السمرقندى يقول :

« ... بعث السلطان الى ميرف فى طلب الحاج العظيم (وهنا يورد اسم الحاج الطويل) ، فى سبيل ان يطلب هذا من الامام عمر التنبؤ فيما اذا كان سيكون هناك ثلوج وامطار فى الايام التى يخرج فيها للصيد » .

ففكر الخيام طيلة يومين ، وحدد الوقت ، ثم « ذهب واجلس السلطان على سرج حصانه » .

بعد ذلك تتطور الاحداث لدى النظامى كما فى اعمال كاتب مسرحى جيد . وبالطبع فما ان تحرك السلطان خارجا لصيده حتى ... « انتشرت السحب فوق الارض ، وهبت الرياح ، وسقط الثلج ، وخيم الضباب فوق كل شئ . وضحك الجميع . واراد السلطان ان يقفل راجعا . لكن الحاج الامام (اى الخيام) طلب ان لا يقلق السلطان من ذلك ، لان الايام الخمسة التالية ستكون غير ممطرة . فتوجه السلطان الى الصيد ، وانحسرت الغيوم ، ولم تهطل الامطار طيلة خمسة ايام ، ولم ير احد الغيوم » .

وفى النهاية يضيف المتحدث ان الخيام كان حسب علمه لا يؤمن بعلم التنجيم البتة . لكنه كان يتنبأ بالجو جيدا — وكان ذلك من المطاليب الاساسية للسلاطين من حكمائهم . اذن فقد كان يحسن معرفة الارصاد الجوية الى درجة ما . (اعتقد ان هذه خير مناسبة للمقارنة بين حكماء الشرق ودائرة الارصاد الجوية الحديثة ، لكننى سوف امتنع عن ذلك) .

اذن دعنا نضيف للقائمة الارصاد الجوية .

وفى الختام كان طبيبا . ويذكر ذلك كاتبو ترجمة حياته اكثر من مرة .

بالاضافة الى ذلك فان الخيام كان يدرس نظرية الموسيقى .

كما انه كان يترجم المؤلفات من العربية الى الفارسية .

واخيرا ، لنتذكر ، انه كان يقوم بمختلف الاعمال اليومية الصغيرة التى يكلفه بها الشاه — مثل التنبؤ بالجو او تفسير الاحلام .

اوه نعم . لقد نسينا كذلك الشئ الذى بدأنا كل حديثنا منه . فهو شاعر . وشاعر مبدع .

وهنا يتساءل المرء : متى اذن وجد الوقت لمعاقرة الخمر مع الحسناوات؟

اما بالنسبة للحسناوات فلا ادرى مدى تضلعه بالحسناوات ، لكننى اجزم انه كان ذواقة جيد فيما يتعلق بالخمر .

ويشهد على ذلك التحليل الجدى للغاية الذى كان يجريه لصفات مختلف انواع النبيذ ، وهو التحليل الذى يورده فى كتاب «نوروز — نامه».

ولكن اذا ما تذكرنا كافة واجباته ، فاننا اردنا ام لم نرد ، نصل الى الافتراض بانه ما كان ليقضى الوقت الكثير فى تأدية فروض العبادة تجاه باخوس إله الخمر . بالطبع كان يرتكب المعصية . وليس هناك اى شك فى ذلك . لكن لا اعتقد انه كان يغالى فى الامر .

وعلى اى حال فان اهتماماته اوسع بما لا يقاس مما كان يعتقد استرشادا بالرباعيات فقط .

ومما يثير الدهشة ، اننا لا نجد فى اشعار الخيام كلمة واحدة



حول العلم . فالرجل يكتب ترجمة حياته الشاعرية . او وصيته كما يقال . بينما يلتزم الصمت تماما عن الشئ الرئيسى حقا فى حياته .

ويجوز الاعتقاد ان طرق هذا الموضوع يتنافى وتقاليد الشعر فى الشرق . لكن ، اولا ، ان الحكمة والحكماء كثيرا ما يقابلون بالثناء والمديح ، وثانيا ، لم يكن الخيام فى شعره ليعبأ كثيرا بالتقاليد ، ما دام كان يخاطب الله الجبار والرحيم بمثل تلك الجرأة . والشئ الوحيد الذى يمكن ان ينسب الى الموضوع العلمى فى شعره ، — هى الملاحظات المتشككة بصدد محاولات ادراك مغزى الوجود . ان ادراك الخيام للعالم ليس بائسا وقاتما بهذه الدرجة .

والسبيل الوحيد لربط الامور سوية هو الافتراض بان الخيام كان يتدلل الى حد ما امام نفسه ، بانكاره كل شئ وعدم ايجاده اى كلمة طيبة حول الرياضيات مثلا . ومثل هذا الدلال يحدث فى احيان كثيرة تزيد على ما يعتقده الناس عادة . وبالاخص لدى الشعراء . ولا يجدر الوثوق بافراط فيما يبديه من شكوك .

وان اكثر ما يحوز على الثقة من اعماله هو المجموعة الثالثة من الاشعار المسماة « بالشعر الوجدانى » . يبدو ان الخيام كان فعلا رجلا سريع التهيج للغاية . وكان سئ الظن جدا بمن يحيطه من الناس . ولكن حاول ان لا تكون سريع التهيج اذا ما كنت محاطا بالانذال والدجالين واللصوص ... واذا ما كنت ترتجف خوفا على مستقبلك . واذا ما كانت منزلتك فى القصر تردع حفنة من المتزمتين الاغبياء ،

المستعدين لتمزيقك فى اية لحظة . واذا ما امكن ان تفقد هذه المنزلة فى اى وقت بسبب زلة لسان بدرت منك صدفة ، او ابتسامة جاءت فى غير محلها .

حاول الاحتفاظ بالمزاج المرح ، والاحترام تجاه الناس ، اذا لم تعرف فى كل صباح بم سينتهى يومك ، واذا ما كنت عاجزا عن ان تصبح مثل الاخرين ممن يحيطون بك ، واذا ما وجب عليك الكذب فى كل لحظة ، وكل ثانية ، وان ترى الاخرين يفعلون نفس الشئ بمبالغة وباستمتاع ظاهر تقريبا . حاول كل ذلك ولاحظ ايضا انك لا تستطيع ان تقاسم اى شخص ما تعانيه ، لان ائتمان مثل هذه الافكار — يعادل النفى الطوعى تقريبا — بافضل اشكاله . حاول ! واذا ما كنت تتمتع بموهبة شاعر ، فلنر ، كيف سيكون وقع اشعارك .

لكن اذا ما ادركت كل شئ بوضوح ، فستتمكن من مواصلة العمل المرهق الدؤوب ، وتصبح متشائما ، وساخرا وسكيرا فى الشعر فقط ، اما فى الحياة الواقعية فستنفق الوقت والجهد والاعصاب ، فى سبيل تأسيس مرصد ، ودراسة المعادلات من الدرجة الثالثة ، وكتابة التعليقات على اقليدس ، ودراسة ارسطوطاليس والعمل مع المريدين ... فاذا ما كانت لك المقدرة على كل ذلك ، فسأقرأ اشعارك بكل متعة . وبالاخص اذا ما كتبتها وانت فى سن الشيخوخة ، واذا ما خلفت مريدين يحبونك .

بدأت فى حياة عمر الخيام منذ عام ١٠٩٢ فترة عصيبة تتسم بالاخفاقات .

فقد قتل نظام الملك — حاميه الاساسى — فى هذا العام .

ويبدو ان ذلك قد جرى من قبل الاقطاعيين . وقد قتله احد اعضاء طائفة من اكثر الطوائف قتامة وتعصبا وغرابة فى كل تاريخ البشرية ، هى الاسماعيلية . وانا اذكر هذا لانه توجد اسطورة طريفة ، لكن يبدو انها غير موثوق بها ، تقول بان الخيام ونظام الملك ومؤسس طائفة الاسماعيلية حسن الصباح قد درسوا فى طفولتهم بمدرسة واحدة وكانوا اصدقاء .

وفى نفس العام توفى مالك شاه ، الذى كان الخيام مقربا اليه .

ساءت الاحوال تماما فى ايام من تولى العهد بعده ، ثم امكن تسوية الامور بشكل ما . وتطلب المرصد اموالا كثيرا ، بينما توقفت المخصصات . فكان لابد من التوسل بهذا الشكل او ذاك .

وتطلب الامر حتى كتابه رسالة تاريخية وتعليمية هى « نوروز نامه » ، ونجد فيها وسط الكثير من النوادر ، والحكايات حول الصقور ، والوجوه الجميلة ، والجياد ، والنبيذ ، فكرة تتكرر بالحاح هى ان : « مالك شاه كان يعطى المال لبناء المرصد . وكان يحمى العلماء » .

ثم ، واكرر هذا ، تسنى له تسوية الامور بشكل ما . وتولى الوزارة فى البداية ابن نظام الملك ثم ابن اخيه . ويبدو انهما ساندا الخيام بحكم العادة القديمة .

وفى الوقت نفسه كان رجال الدين ينظرون اليه بعين الشك . وكان قد وضح منذ زمن بعيد انه يقف بعيدا ، وبعيدا جدا ، عن العقيدة الرسمية . وكان العداء المكتوم يخمد فى وقت ما ، ثم يستعر من جديد بشكل ثابت . واضطر عمر لكتابه رسائل يبدى فيها بعض الولاء ، لكن هذا لم يساعده كثيرا .

فقد كان فى بعض الاحيان لا يحتمل . اذ عندما كان يتطلب المقام السكوت — نجده يدخل فى نقاشات لا يحجم فيها عن ان يقول للشيوخ والائمة وجها لوجه ما يراه فيهم . وعندما بلغ من السن عتيا فسد مزاجه ، واصبح حادا للغاية ، ومع هذا ، ورغم مجده وحماته ذوى المقام الرفيع ، كان يضطر للحج الى مكة المكرمة . « وعندما كان يعود الى مدينته بعد اداء فريضة الحج ، كان يزور صباح مساء اماكن اداء الصلوات ويخفى اسراره ، التى ستبرز حتما . لم يكن هناك من احد يضاهيه فى معارفه بعلم الفلك والفلسفة ، وكان يضرب به المثل فى هذين المجالين . هيهات لو كانت له موهبة القدرة على تجنب طاعة الله » .

هذا ما يأسف عليه المسلم المؤمن جمال الدين بن القفطى * فى كتابه « تاريخ الحكماء » .

* بن القفطى — فيلسوف ومؤرخ عربى (١١٧٢ — ١٢٤٨) (المترجم) .

ويقال ايضا انه عندما بلغ سن الشيخوخة عزف عن اخذ المريدين وغدا « مقلا فى كتابة الكتب » .

وفى السنوات العشرة — الخمس عشرة الاخيرة من حياته لم يعد يعيش فى القصر . فلم يرض عنه لسبب ما السلطان الجديد ، وربما طلب منه الاستقالة بشئ من الاحترام نسبيا ، او عزل من منصبه ببساطة . او انه ترك القصر بنفسه ، دون ان ينتظر الوقت لعزله . ولم تكن لديه اسرة . كان شيخا وحيدا . ولعل القسم الاكبر من اشعاره الاكثر تشاؤما قد كتبت فى هذا الوقت بالذات .

كان تلاميذه يبدون فرحتهم كالسابق لدى رؤيته ، لكنه بدا كما لو كان لا يرغب كثيرا فى زيارتهم له .

لا بد من ان نضيف الى كل ذلك ان الخيام كان معجبا بنفسه ، مغرورا دائما ، على اغلب الظن ، وقد تحول هذا الغرور بمرور السنين الى اعتزاز بالرأى ، والشيخوخة بالنسبة لهذا النوع من الناس ، بالاخص اذا كانت شيخوخة غير موفقة ، تكون ثقيلة الوطأة دائما .

كما يذكر المؤرخون ايضا انه كان مغرورا بنفسه. ويمكن استنتاج ذلك من رسائله. وحتى وفق معايير الشرق يعتبر مبالغا فى مدح شخصه.

واليكم على سبيل المثال مطلع احدى رسائله : « هذه اشعاعات نابعة من عرش ملك الفلاسفة ، ونور حكمة نقى لسيد عارف ، ومتضلع ، وبارز ، ورفيع ، وحكيم ، وعظيم ، وسماوى ، ومجيد ، وقدير ، وبرهان الحقيقة والقناعة ، وناصر الفلسفة والعقيدة ،

وفيلسوف العالمين ، والسيد الحكيم فى الشرقين ابو الفتح عمر بن ابراهيم الخيام ... »

نجد فى هذا المقطع اربع عشرة كلمة مديح لذاته . وبعد هذه يبدو مطلع رسالته الاخرى كنموذج للتواضع يقارب تحقير الذات .



« ... السيد المبجل ، برهان الحقيقة ، والفيلسوف والعالم وعماد العقيدة وملك فلاسفة الشرق والغرب ... »

كما يصف نفسه باحتشام فى مطلع رسالة « نوروز نامه » التى كتبها ، كما تذكرون ، لمن تولى العهد بعد وفاة مالك شاه .

« ... الحاج الفيلسوف ، فيلسوف القرن ، ورئيس البحاثة ، وملك العلماء ... »

بالمناسبة هناك ناحية تثير الاهتمام : فان جميع الرسائل « الخاصة » — فى الرياضيات والفيزياء — التى كتبها الخيام تبدأ بشكل جاف وبتحفظ .

ويظهر التمجيد فى الرسائل ذات الطابع العام . وبذلك فان القضية ربما تكمن جزئيا فى انه ادرك ان : « لا ازدهار بدون دعاية وشهرة » ، فاخذ يبث الدعاية لنفسه فى تلك الحالات التى يقرأ فيها رسالته من بيدهم الامر . ومن الطبيعى ان مثل هذه الخدع تضيف مهانة جديدة لتلك القائمة الطويلة لما عاناه الخيام من آلام . وان اكثر ما كانت تعافه نفسه هو بث الدعاية لشخصه . ثم حدث ان لم يحالفه التوفيق اخيرا ، فاذا به يعانى فى نهاية الامر من مصاعب مادية كبيرة .

هناك شك فى انه عاش حياة املاق حقا ، كما يكتب ذلك كتاب سيرته المحدثون . فمهما كان الحال لا ينكر انه شغل مناصب رفيعة لسنوات عديدة ، ولابد ان بقيت لدية بعض الموارد . واعترف به حتى آخر ايام حياته ، وعلى الرغم من هجمات رجال الدين عليه ، بكونه « ملك العلماء » . بالاضافة الى ذلك فان كثيرا من تلاميذه كانوا قادرين على مساندته لدى اشتداد حاجته .

لذا فانى اعتقد ان الخيام لم يتضور جوعا ، وعاش عموما ليس اسوأ من اى تاجر صغير على اغلب الظن ، لكن يبدو انه قلص مجالات

الانفاق بشكل حاد . على اى حال نجده فى بعض الرباعيات يشكو من الفقر ، ومن الحياة بشكل عام :

يا الهى لقد مللت الحياة .
انى شبعت من الاملاق والآلام المرة ،
فاذا كنت تخلق العدم من الوجود
فاكفنى اذن شر الوجود .

ويقضى الشيخ ايامه الاخيرة ، ويبدو ان هناك القليل مما يجلب المسرة الى نفسه .

والشئ الوحيد الذى تبقى له هو الكتب . ويقال انه مات وبيديه كتاب لمؤلفه المحبوب ابو على بن سينا .

بالطبع ، لا ضرورة للافتراض انه كان يتشكى ويتنهد دائما ، بل لقد كان انسانا محطما . واغلب الظن انه لم يكن يعمل فى السنوات العشرين الاخيرة من حياته ، اما لعدم توفر القوة على ذلك ، او لعدم رغبته فى العمل . وهكذا انتهت حياته .

توفى عمر الخيام فى عام ١١٢٨ ، وحتى هذا عرفناه صدفة من حديث تلميذه النظامى السمرقندى . واورده بالكامل فهو اهم من جميع تخمينات معاصريه ، وذلك لكى نفهم الخيام كانسان .

يقول النظامى السمرقندى :

« فى عام ٥٠٦ هـ (١١١٢/١١١٣ م) كان الحاج الامام الخيام والحاج مظفر الاسفزارى فى قصر الامير ابو سعد بحى تجار العبيد

فى بالحة . وقد جمعنى بهما مجلس انس . وهناك سمعت برهان الحقيقة عمر يقول : « سيكون مثواى فى ارض تهب عليها ريح الشمال مرتين فى العام فتنثر على الزهور » .

بدت لى هذه الكلمات امرا مستحيلا ، لكننى كنت اعرف انه ليس من الرجال الذين يلقون الكلام على عواهنه .

وفى عام ٥٣٠ هـ (١١٣٥/١١٣٦ م) عندما زرت نيسابور كانت قد مضت عدة اعوام على اليوم الذى غطى فيه التراب وجه هذا الرجل العظيم وحرم العالم منه . لقد كان معلمى . وفى يوم الجمعة توجهت الى قبره ، واصطحبت معى رجلا يدلنى عليه . فقادنى الى مقبرة الحيرة . استدرت الى اليسار ورأيت عند جدار الحديقة قبرا . كانت هناك اشجار المشمش والكمثرى تمد اغصانها فوق الجدار ، ونثرت القبر بازهارها بشكل وافر الى درجة ان الارض قد غطيت بها . عندئذ تذكرت الكلمات التى سمعتها فى بالحة ، فبكيت ، اذ لم ار فى العالم اجمع ، من اقصاها لاقصاها ، رجلا يماثله » .

يمكن الوثوق ان النظامى قد كتب الحقيقة الخالصة . ولا اعتقد انه كان سيرفع من سمعته امام خدم الدين بايراد مثل هذه الذكريات عن الخيام ، لكن عندما يتذكر تلاميذه انسانا ما بهذا الشكل ، فانك ستؤمن انه كان انسانا طيبا . وهذا هو الشئ الاساسى كما اعتقد . ولا بد من تصديق كلام النظامى ، فمن جميع ما قيل عن

الخيام يعتبر هذا الكلام شهادة صديق . ومن هنا فقط يمكننا الحكم على موقف الناس ، القريبين منه روحا ، تجاهه .

وبشكل عام فان الخيام يشبه كثيرا جدا غاليلو فى شخصه ومزاجه وافكاره وكثير من ظروف حياته .

كما لو ان شخصين قريبين من بعضهما البعض عاشا فى طرفين مختلفين من العالم ويفصل بينهما ٥٠٠ عام .

واريد هنا التأكيد على هذا التشابه بشكل خاص . فكل امرئ يستطيع ان يحكم بنفسة ان كان الامر كذلك . لكننى اعتقد انهما قريبين ، وقريبين للغاية من بعضهما البعض فى كل شئ . ولا ختتم حديثى بالعبارة التى بدأت بها من قول كيبلنج :

الشرق شرق ... وهو يختلف عن الغرب الذى هو غرب ...



الباب السادس

عصر البراهين . تتمة



كان عددهم كبيرا ... وكبيرا جدا ، لا يقل عن الالف.

على اى حال فان القدر قد جمعهم ، ان عاجلا ام اجلا ، بالمسلمة الخامسة ، واقحمهم فى شرك تيه النظريات ...

ولم يستطع احد ايجاد مخرج منه .

فالبعض تعثر منذ البداية ، بينما واصل البعض الاخر السير ، لكن النتيجة كانت واحدة لا تتغير .

كما ان البعض وهب كل حياته لحل هذه المسألة العسيرة الحل ، بينما تراجع البعض الاخر فى الوقت المناسب .

وهناك نفر آخر بلغ الامر بافراده حد الاصابة بالانهيار العصبى ، والايمان بالغيبية والاستسلام لليأس ، بينما لجأ

نفر آخر الى رمى اوراقهم المخربشة الى سلة المهملات بروح الفلاسفة . لكن النتيجة كانت واحدة .

والبعض الاخر كان يتبع السراب ، وذاقوا طعم سعادة الوثوق ببلوغهم شاطئ الخلاص لكن النتائج بقيت على حالها دون تغيير .

فقد اعادوا السير فى الطرق التى سلكها من سبقهم دون ان يعرفوا انهم انما كانوا يسيرون فى دروب مطروقة واهملت ، وغالبا ما كان يداعبهم الامل ، وبدا لهم ، انه ينبغى بذل جهد حاسم فقط .

كانت فى انتظار الجميع نهاية واحدة ، سواء اكانوا هواة ام محترفين ، وبسطاء سذج ام علماء رياضيات خارقى الموهبة ، من يونان وعرب وفرس واوروبيين — منهم من ضل السبيل منذ الخطوات الاولى ، ومنهم من ناضل طويلا وبعناد وابداع — طيلة الفى عام .

غير ان المسلمة الخامسة كانت عقبة كؤود لا تقهر . وبدا انها من المسائل التى سوف لن يحلها العقل البشرى ابدا .

ربما جاز لنا القول ان علماء الرياضيات قد التزموا بدقة بالشعار المنقوش على قبر الكابتن سكوت :

« ناضل وابحث ،
وجد ولا تستسلم »

وابتلعت المسلمة الخامسة الباحث بعد الاخر مثل ثلوج الشمال الفسيحة التى لا نهاية لها .

واكثرهم لم يخلفوا بعدهم اية آثار . اذ انهم اختفوا دون اثر . لكن بعضهم لقى مصرعه بشرف ، وترك وراءه ذكرى طيبة .

ويحتل هنرى ليجاندر بحق أشرف مكانة فى مقبرة ضحايا المسلمة الخامسة .

ربما ليجاندر من اكبر علماء الرياضيات الذين وقعوا فى اسر قوة التنويم المغناطيسي للمسلمة الخامسة . فقد درسها طيلة سنوات طويلة ، مهاجما هذا الوحش تارة من هذه الجهة وتارة من الجهة الاخرى . فوجد وانكر واقترح البرهان تلو البرهان ، وتنقل من الثقة بالنجاح الى خيبة الامل الشاملة ، ثم آمل ثانية بان يحالفه الحظ ، غير انه اعترف فى نهاية المطاف بان الحل الدقيق لم يوجد بعد . ويوجد هذا الاعتراف فى نفس تسمية مؤلفه الموجز الذى نشره فى آخر سنوات حياته (عام ١٨٣٣) « تأملات حول مختلف طرق البرهان على نظرية المستقيمات المتوازية او نظرية مجموع زوايا المثلث » .

وكما يحدث غالبا فى العلم ، فان هذا البحث الحذر والواسع والمتشائم فى النتيجة انما ظهر عندما تم ايجاد الحل ونشر فى « اخبار جامعة قازان » اول عمل للوباتشيفسكى .

وفى الواقع ، ينبغى ان لا يدهش المرء لذلك . بل ما يدهش له انه بعد مرور عشرين عاما تماما قام الاكاديمى الروسى ف . بونياكوفسكى ، الذى كان ينبغى ان يعرف اعمال لوباتشيفسكى ، على

كل حال ، بنشر بحث مشابه ، وهى حقيقة محزنة . واجذب مرة اخرى اهتمامكم الى الطابع العجيب وحتى المضحك لهذا الحدث . على كل حال فسنتحدث عن ذلك فيما بعد .

لقد ابدى ليجاندر فى محاولاته الكثيرة لاثبات المسلمة الخامسة اصرارا وابداعا رائعا .

فاولا ، اثبت بشكل حاذق عدة نظريات من « الهندسة المطلقة » . ثانيا ، انه باثباته المسلمة الخامسة من نقيضها وجد ، فى الواقع ، عددا من نظريات هندسة لوباتشيفسكى . وهو لم يبرهن المسلمة الخامسة مباشرة بل مكافئ لها هو «مجموع زوايا المثلث تساوى π».

لقد برهن قبل كل شئ على التكافؤ .

وحتى فى النظريات التى ظهرت عندنا ، حيث جرت دراسة المسلمة : « المستقيمان العمودى والمائل يتقاطعان » ، باعتبارها مكافئة للمسلمة الخامسة ، كان بالمستطاع تلمس مدى الارتباط الوثيق بين المسلمة الخامسة ونظرية مجموع زوايا المثلث .

وبالطبع نحن لم نقدم اثباتات عن تكافؤ هذه النظرية مع المسلمة الخامسة .

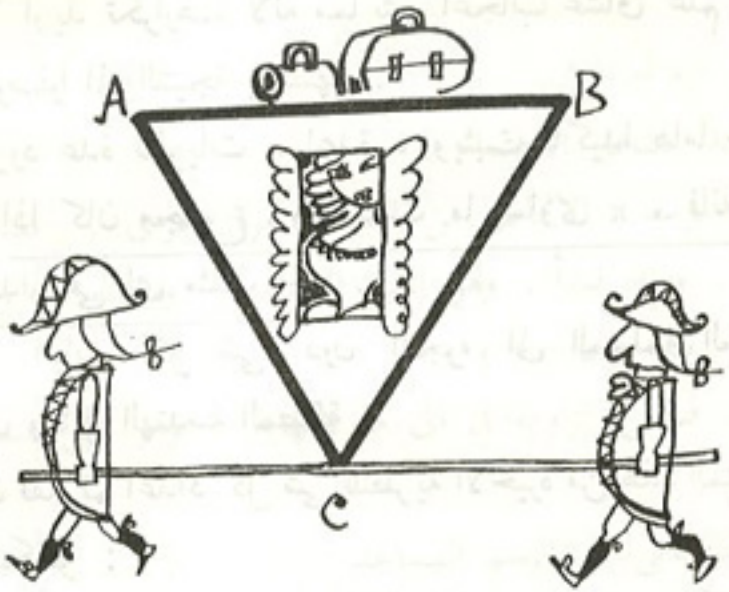
الاثبات التام لتكافؤ اى من التأكيدين يتألف من قسمين:

١ ــ أثبات : « اذا اخذنا التأكيد A فمنه نحصل على التأكيد B» .

٢ ــ اثبات عكس النظرية « اذا اخذنا التأكيد B، نحصل منه على التأكيد A » .

فى الحالة المعطاة ينبغى اثبات انه :

اذا كانت المسلمة الخامسة صحيحة فان مجموع زوايا المثلث يساوى π .



ان القسم الاول من البرهان هو نظرية معروفة مذكورة فى جميع الكتب المدرسية الخاصة بالهندسة . اما النصف الثانى من المسألة فقد حله ليجاندر بشكل واف وبدون لبس . فلننظر كيف قام بذلك . اولا ، اثبت :

١ ــ ان مجموع زوايا المثلث لا يمكن ان يكون اكثر من π .

وقد اثبت ذلك بشكل واف وبدون لبس وبالطبع بدون استخدام المسلمة الخامسة . وحتى انه قدم نوعين من الاثباتات . وكلاهما صحيحان .

اما طريقة الحل – فهو السلاح المجرب reductio ad absurdum وقد افترض وجود مثلث مجموع زواياه يساوى $(\pi + \alpha)$ ، وتبين اننا نصل فى هذه الحالة حتما الى التناقض . والاثباتان بسيطان للغاية . ولا اريد تكرارهما لانه مما يثير اعجاب عشاق علم الهندسة التام ان يتوصلوا الى النتيجة بانفسهم .

ثم تورد عدة نظريات مساعدة ، ويثبت تأكيدا هاما جدا :

٢ – اذا كان مجموع زوايا مثلث ما يساوى π ، فانه يساوى نفس المقدار فى اى مثلث اخر .

ويتم اثبات كل شئ دون اللجوء الى المسلمة الخامسة . وباستعمال وسائل الهندسة المطلقة .

والان فقد تم اعداد كل شئ للنظرية الاخيرة من هذه المتسلسلة – لاثبات التكافؤ :

٣ – اذا كان مجموع زوايا المثلث يساوى π ، تكون مسلمة اقليدس صحيحة . وبشكل عام فاذا ما اخذنا التأكيدين الاولين لامكن فورا اثبات التكافؤ باستخدام نظرية « نا ». واترك للقارىء ان يختبر صحة هذا التأكيد بنفسه . وبالمناسبة يمكن القول ان ليجاندر قد اثبتها بنفس الاسلوب تقريبا . وما تبقى لدينا هو الحصول على شئ واحد :

٤ – ان مجموع زوايا المثلث لا يمكن ان يقل عن π .

هذا فقط ، وتكون المسلمة الخامسة قد اثبتت .

ان اثبات ليجاندر شئ رائع .

انه دقيق ، وبسيط ، وغير متوقع .

ويتضمن كل ما يعجبنا فى الرياضيات . فيما عدا امر واحد .

هو انه خاطئ .

لكنه يستحق الاهتمام .

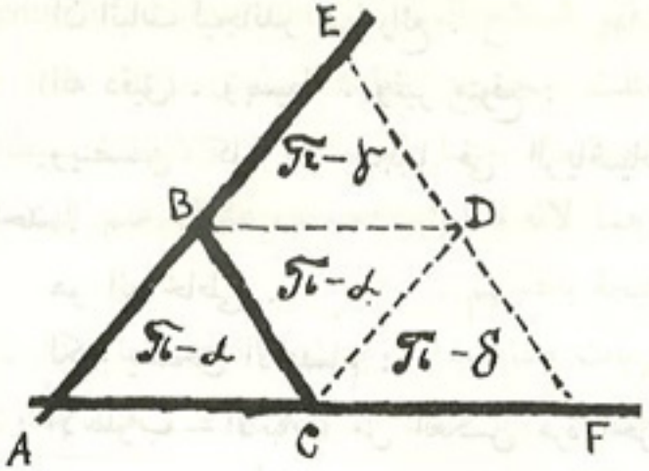
الاسلوب – الاثبات من العكس مرة اخرى . فلدينا المثلث ΔABC . ومنه نبدأ . وهو الشئ الاساسى . ومجموع زواياه حسب الافتراض يبلغ $(\pi - \alpha)$.

نمد ضلعى الزاوية A الى ما لانهاية . وهو شئ سنحتاجه فى المستقبل .

والان نأتى الى الرسم المساعد .

نقيم على الضلع BC مثلثا آخر بنفس الشكل تماما . ويبدو فى الرسم – وهو المثلث ΔBCD .

ونرسمه بحيث يكون الضلع $BD=AC$ ، والضلع $CD=AB$. ومن السهل التأكد من انه يمكن عمل ذلك دائما . ونظرية الخطوط المستقيمة لا تتدخل بعد فى محاججاتنا . الان نمد من النقطة D مستقيما ما . ويراد منه شئ واحد ، هو ان يقطع ضلعى الزاوية A . ويبدو جليا انه يمكن ايجاد لا مستقيم واحد بل مستقيمات كثيرة تستجيب لهذا الشرط .





وهذا كاف . فالمسألة قد حلت المسلمة الخامسة . وما تبقى مجرد امور فنية بسيطة . لننظر الى الرسم . ان مجموع الزوايا فى المثلث CDF والمثلث BED هو اقل من π حتما . والواقع ان النظرية الاولى تحرم عليه ان يكون اكثر من π ، اما النظرية الثانية علاوة على وجود المثلث ΔABC فتبعد امكانية ان يغدو مساويا لـ π .

اما ما مقدار كونه اقل فهو لايهم ابدا . بالاضافة الى ذلك ، فما نحتاجه فى الواقع هو فقط ما يلى : ان مجموع زوايا هذه المثلثات يجب ان لا يزيد عن π . وبقيت الان توافه الامور . لننظر الى المثلث الكبير ΔAEF . ولنجد مجموع زواياه . فنقوم بذلك بشكل غير مباشر .

ان كل ما لدينا هو اربعة مثلثات صغيرة . ومجموع كافة زواياها يساوى : $2(\pi-\alpha)+(\pi-\gamma)+(\pi-\delta)=4\pi-2\alpha-\gamma-\delta$.

الان لننتبه الى انه يمكن كتابة هذا المجموع بشكل آخر بعض الشئ. فمن رؤوس مثلثاتنا الصغيرة عند النقط C و B و D تتكون ثلاث زوايا مجموع كل ثلاثة منها π. وتتبقى لدينا ايضا الزوايا فى الرؤوس A و E و F. لكن مجموع هذه الزوايا يساوى مجموع زوايا المثلث ΔAEF. اذن :

ان مجموع زوايا المثلث ΔAEF $+ 3\pi = 4\pi-2\alpha-\gamma-\delta$

ولذلك فان :

مجموع زوايا المثلث ΔAEF $+ 3\pi = 4\pi-2\alpha-\gamma-\delta$

والان يحدث تفاعل متسلسل . فبتكرار الرسم المذكور بالضبط بالنسبة للمثلث ΔAEF ، نرسم مثلثا مجموع زواياه اقل من $(\pi-4\alpha)$. بعد ذلك نرسم مثلثا مجموع زواياه اقل من $(\pi-8\alpha)$. باختصار ، مهما كان مقدار α قليلا ، فاننا نستطيع رسم مثل هذا المثلث الذى يكون مجموع زواياه سالبا . لكن هذا شئ لا معقول ابدا . اذن فان افتراضنا قادنا الى اللامعقول . وهو المطلوب اثباته . فان مجموع زوايا المثلث لا يمكن ان يقل عن π . ان هذا الاثبات رائع حقا . ويمكن للاختصاصى ان يكتبه فى ثلاثة سطور . وهناك فى الرسم الاضافى عمليتان فقط .

لكن ... لنفرض انه يمكن دائما ان نمد مستقيما عبر نقطة داخل

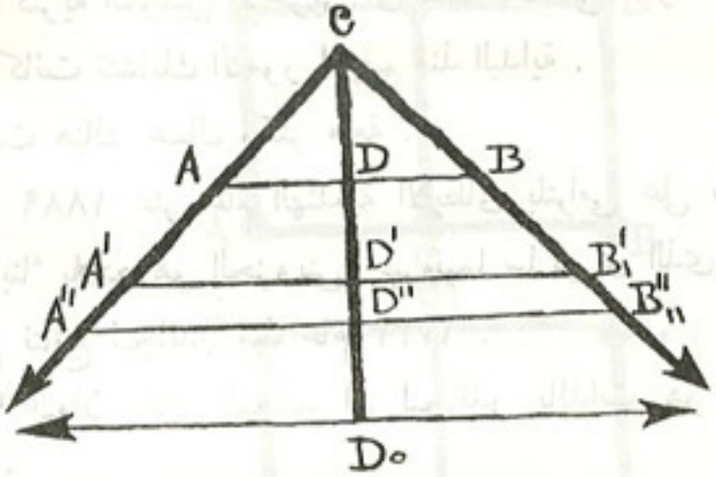
الزاوية ، ويتقاطع هذا المستقيم مع كلا ضلعيها ، فان معنى ذلك هو اننا نقدم مكافئ المسلمة الخامسة بدلا منها . وليجاندر يفهم ذلك . غير انه لمما يؤسف له التخلى عن هذا البرهان الجميل . لهذا فهو يشرح لنا ، بصورة انسانية حقا ، وبشئ من التوسل ، انه بالنسبة للزاوية $\sphericalangle A$ فقد اختيرت الزاوية التى تقل عن $٦٠° \times (\frac{\pi}{٣})$. عندئذ يسهل تصديق فرضه التمهيدى . حقا ان تصديقه اسهل . لكن هذا لا يغير من الامر شيئا . فلا يجوز البرهان على هذا التأكيد بدون استخدام المسلمة الخامسة . وبالنتيجة تراجع ليجاندر عن برهانه .

بالاضافة الى ذلك ، لنفرض ان الزاوية $\sphericalangle A$ صغيرة اختياريا . واصغر من اى رقم معطى مسبقا . ولنقل اصغر من $١٠^{-١٠^{١٠}}$ ثانية ، مثلا . وحتى فى هذه الحالة لا يجوز اثبات الافتراض الذى قدمه ليجاندر . ولو امكن ذلك لتم فورا اثبات المسلمة الخامسة . وبالنسبة للنقط داخل الزاوية ، القريبة بدرجة كافية من رأسها ، فيمكن طبعا اثبات فرضية ليجاندر بشكل قاطع . لكن بالنسبة للنقط القريبة فقط . وبالنسبة لرسمنا فيجب لغرض الحصول على تناقض ان نبتعد عن الرأس اكثر فاكثر .

اذا واصلنا التحليل على طريقه ليجاندر فستظهر مكافئات للمسلمة الخامسة طريفة وكثيرة .

وفى الواقع يمكن ان نلاقى فى هذا الطريق كثيرا من نظريات الهندسة اللااقليدية . وسأورد المسألة التالية على سبيل التسلية . لدى

تحليل فرضية ليجاندر بين ما يلى : لتكن الزاوية $\sphericalangle C$ رأس مجموعة المثلثات المتساوية الاضلاع ACB و $A'CB'$ و $A''CB''$ وهكذا .





فبافتراض انه يوجد فى هذه المجموعة دائما مثلث ارتفاعه اكبر من اى عدد معطى مسبقا ، فاننا سنبرهن عندئذ المسلمة الخامسة . الا يبدو هذا للوهلة الاولى مكافئا للمسلمة الخامسة غير متوقع حقا ، وطبيعيا جدا ! وهو يظهر بكل بساطة لدى تحليل البرهان

الذى يقدمه ليجاندر . وعندما نواصل السير قليلا فى بحثنا ، فسيلاحظ ان عكس النظرية صحيح فى هندسة لوباتشيفسكى .

لم يتوغل اكثرية المؤلفين الاخرين الى هذا الحد فى الدراسة مثل ليجاندر . اذ كانت تتشابك الامور لديهم منذ البداية .

لكن كانت هناك اعمال اكثر متعة .

ففى عام ١٨٨٩ عثر عالم الهندسة الايطالى بلترامى على مؤلف منسى لاحد ابناء بلاده هو الجزويتى جيرونيما ساكيرى الذى سبق وتجاوز جميع نتائج ليجاندر منذ عام ١٧٣٣ .

قبل هذا الزمان كان المعتقد ان ليجاندر بالذات هو الذى اثبت ما يلى :

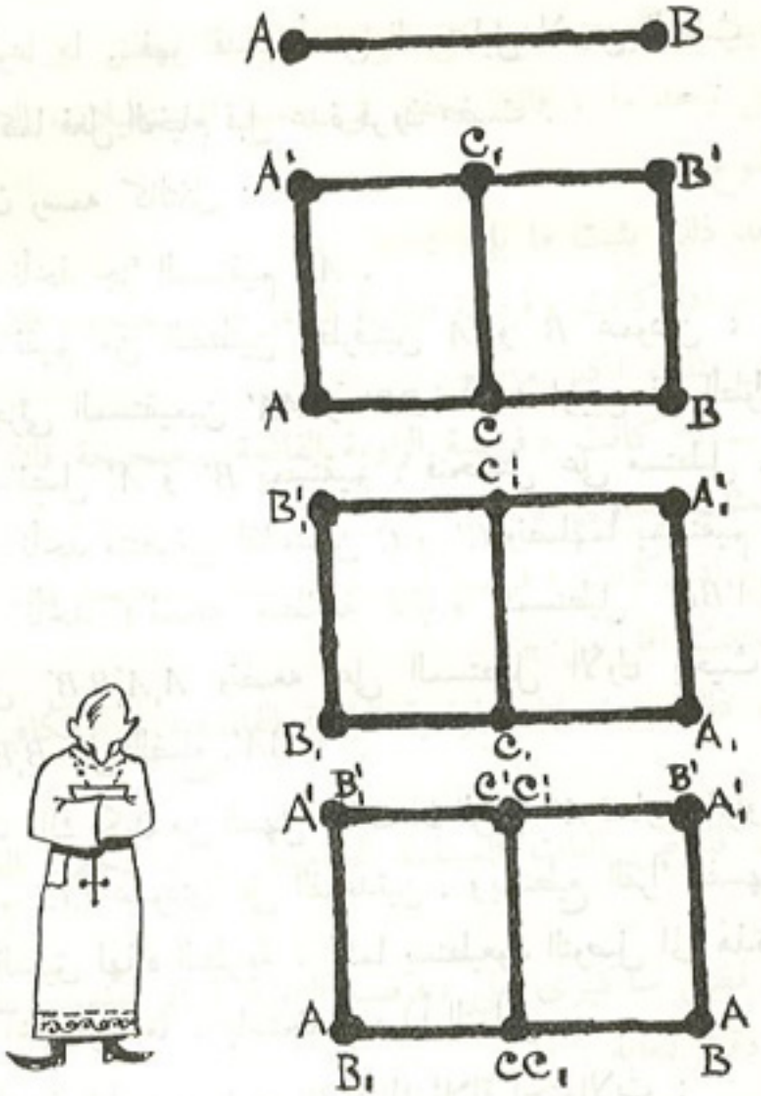
١ ــ يمكن ان نثبت بواسطة البديهيات الاخرى ان مجموع زوايا المثلث لا يمكن ان يزيد على زاويتين قائمتين ، اى اكثر من ١٨٠° ($\pi <$) ، دون اللجوء الى المسلمة الخامسة لاقليدس .

٢ ــ اذا كانت المسلمة الخامسة صحيحة فان مجموع الزوايا حتى ولو فى مثلث واحد يساوى بالضبط ١٨٠° (اى يساوى π) .

من ذلك نستنتج الاتى :

اذا كانت المسلمة الخامسة غير صحيحة فان مجموع الزوايا فى جميع المثلثات اقل من ١٨٠° ($\pi >$) .

كان ليجاندر يود الاعتقاد بانه قد دحض هذا الاحتمال ايضا ، لكن ... لقد تحدثنا عن ذلك من قبل .



اذن تبين بان ساكيرى قد توصل الى هذه النتائج قبل هذا الوقت بكثير . وبالاضافة الى ذلك فان بحثه، سلسلة نظرياته، تمتد لفترة اكبر مما هى لدى ليجاندر . صحيح ان نقطة انطلاقه كانت

تختلف نوعا ما . فهو قد بدأ من المستطيل لا من المثلث ، اى بالضبط كما فعل الخيام قبل عدة قرون مضت .

وكان رسمه كالتالى :

١ ــ نأخذ جزء المستقيم AB .

٢ ــ نقيم من النقطتين الطرفيتين A و B عمودين ، ونحدد عليهما جزئى المستقيمين AA' و BB' ، المتساويين فى الطول .

٣ ــ نصل A' و B' بمستقيم . فنحصل على مستطيل .

٤ ــ نأخذ منتصفى القاعدتين C و C' ونصلهما بمستقيم .

٥ ــ نأخذ « نسخة متطابقة ثانيا » للمستطيل $AA'BB'$ وهو المستطيل $A_1A_1'B_1B_1'$ ونضعه على المستطيل الاول بحيث ينطبق الضلع B_1B_1' على الضلع AA' .

عند ذاك يكون من السهل اثبات ان الزاوية A' تساوى الزاوية B' ، والمستقيم CC' عمودى على القاعدتين . ويستطيع القراء انفسهم اتمام البرهان الدقيق لهذه النظرية ، كما يستطيعون التوصل الى هذه النتيجة بشكل آخر نوعا ما ، باستخدام مبدأ التماثل .

فبالنسبة للزاويتين A' و B' هناك ثلاثة احتمالات :

١ ــ انهما تساويان ٩٠° ($= \frac{\pi}{٢}$) .

٢ ــ انهما حادتان ، اى اقل من ٩٠° ($< \frac{\pi}{٢}$) .

٣ ــ انهما منفرجتان، اى اكثر من ٩٠° ($> \frac{\pi}{٢}$) .

يبين ساكيرى قبل كل شىء انه اذا ما تحقق اى احتمال فى مستطيل واحد ما ، فانه يتحقق فى جميع المستطيلات الممكنة من هذا النوع .

بعد ذلك يثبت ما يلى :

١ ــ اذا كانت « فرضية الزاوية المنفرجة صحيحة » فان مجموع زوايا اى مثلث اكبر من π .

٢ ــ اذا كانت « فرضية الزاوية القائمة » صحيحة فان مجموع زوايا المثلث يساوى π .

٣ ــ اذا كانت « فرضية الزاوية الحادة » صحيحة فان مجموع زوايا المثلث اقل من π .

بعد ذلك يثبت ان « فرضية الزاوية القائمة » هى مكافئ مسلمة اقليدس .

اذن فلغرض اثبات المسلمة الخامسة يجب دحض الفرضيتين الاخريين .

وقد قضى ساكيرى على « فرضية الزاوية المنفرجة» بسرعة كبيرة وبشكل دقيق للغاية .

فتبقى « فرضية الزاوية الحادة » . وهنا يظهر ان كل ما قيل هو على سبيل المقدمة ، اما القصة الحقيقية فستأتى فيما بعد .

ويبحث ساكيرى فى مائة صفحة تقريبا نتائج « فرضية الزاوية الحادة » الشيطانية حقا هذه .

وحصل على نظريات واحدتها اغرب من الاخرى ، لكنه فهم جيدا انه لا يوجد بينها تناقض داخلى . وترائى له فجأة انه وجد البرهان ، الشرارة الالهية ، التى ستحيل هذه الفرضية الى رماد .

« ان فرضية الزاوية الحادة كاذبة تماما ، لانها تناقض طبيعة الخط المستقيم » .

وهنا اصبح جيرونيما سيكيرى اسير عدو البشرية . فقد ارتكب خطأ ... خطأ فاحشا .

لكننا لا نسرع بايراد الاستنتاجات . فان ساكيرى لا يزال يشعر بشئ من الخديعة وقد كتب يقول :

« كان باستطاعتى التوقف هنا بهدوء ، لكننى لا اريد الامتناع عن محاولة اثبات ان هذه الفرضية العنيدة للزاوية الحادة ، التى اجتثثتها من الجذور ، تناقض نفسها بنفسها » .

وهكذا بدأت اللعبة من جديد .

وبدأ ساكيرى مرة اخرى البحث عن برهان ، لكن فى اتجاه آخر .

وبرهن على انه اذا ما اتفقنا مع « فرضية الزاوية الحادة « فيتبين ان » المحل الهندسى للنقط التى تبعد بمسافة واحدة عن خط مستقيم معطى ، هو خط منحن » .

ان كل هذا قد اثبت .

لاحظ ان الاستنتاج يبدو غير معقول الى حد يضطر المرء للتوقف.

كلا ، ان ساكيرى كان يدرك جيدا بان هذا غير كاف .

وهنا ، لننسى لحظة ساكيرى ، ولنتذكر شيخنا الجليل غياث الدين ابو الفتح عمر بن ابراهيم الخيام النيسابورى .

لقد حان الوقت لان نقوم بواجبنا فى الحديث عما فعله بالذات من اجل اثبات المسلمة الخامسة .

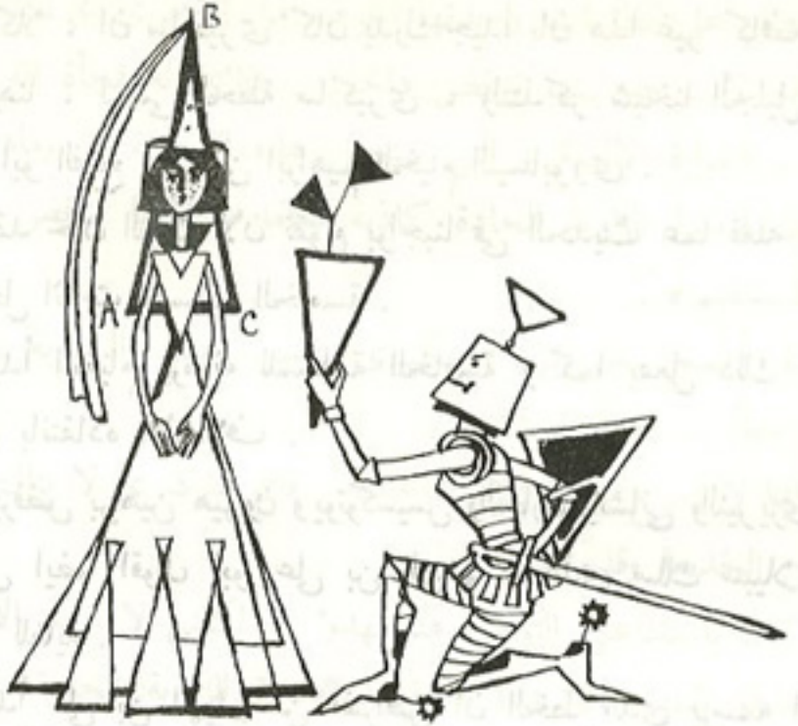
يبدأ الخيام برهانه للمسلمة الخامسة (كما يفعل ذلك الجميع عادة) بانتقاده الاسلاف .

فيرفض براهين هيرون ويوتوكسيس والخازن والشانى والنيريزى. كما يدحض ايضا اقوال ابو على بن الهيثم ، الذى سلك سبيلا طريفا واصيلا للغاية .

يبدأ على بن الهيثم من افتراض ان الخط الذى يرسمه الطرف العلوى لعمود بطول معلوم لدى حركة طرفه الاسفل على المستقيم المعطى يكون خطا مستقيما ايضا . (يظهر فى الرسم بشكل عصى ودحراج وخط منقط . بذلك فان المؤلف يحاول تصوير مسلمة ابى على بن الهيثم بشكل جلى واضح) .

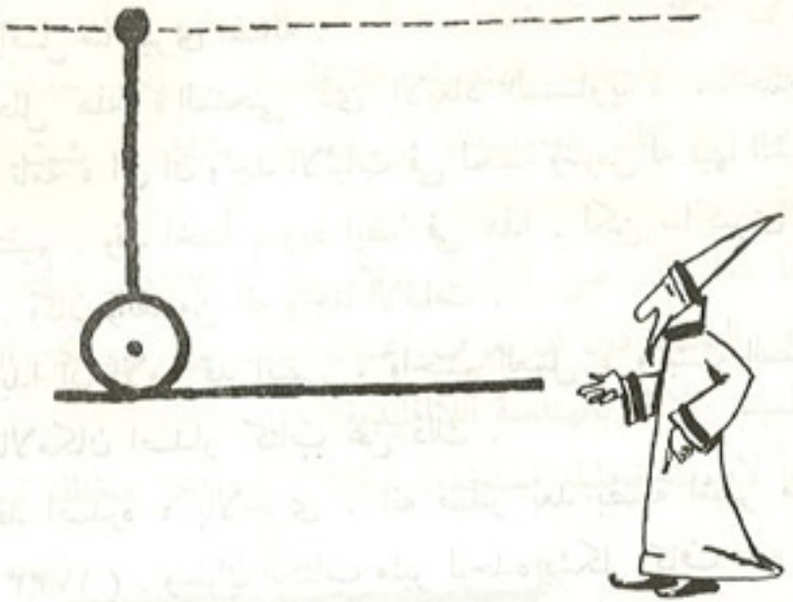
لقد حاول ابو على بن الهيثم نفسه اثبات هذا التأكيد بالتأمل فى صفات الحركة .

وهذا بالذات هو ما يثير بعض سخط الخيام . وقد هاجم ابو على لانه يدخل الحركة فى علم الهندسة . وهنا يخطئ الخيام .



كما ان ابا على نفسه قد اخطأ ايضا . ففى الحقيقة انه استخدم فى برهانه مسلمة مكافئة لمسلمة اقليدس . وهى فرضيته المكافئة للمسلمة المعروفة لدينا والقائلة : « ان المحل الهندسى للنقط التى تبعد بمسافة واحدة عن خط مستقيم معطى ، هو خط مستقيم ايضا » . لكنه كان يأمل فى انه لم يطرح مسلمة بل اثبت ذلك .

لكن الله قد عاقب الخيام ايضا على تكبّره . وفى نهاية المطاف تلبّس الخيام بهذه القضية بالذات . وقد استخدم هنا ايضا نفس مكافئ المسلمة الخامسة الذى استخدمه ابو على . وسوف لا نحلل برهان



الخيام ، لانه عادى بين البراهين الاخرى . غير اننا نشير الى ان كل هذا قد قيل من اجل القيام باستطراد شاعرى : فعلماء الرياضيات يفكرون مع كل ذلك بشكل لا بأس به . سواء اكانوا فى اليونان ام فى خراسان ام فى ايطاليا ... وسواء اكانوا يطلبون معونة زيوس ام الله ام عيسى المسيح ، فانهم يسعون الى منطق ثابت ، واذا ما اخطأوا فانهم يخطأون مع ذلك على مستوى رفيع . وكان كثير منهم يدركون جيدا انه: ينبغى اثبات التأكيد القائل بان المحل الهندسى للنقط التى تبعد بمسافة واحدة عن مستقيم ما ، هو مستقيم .

لتكن الرواية المضادة غريبة كما يبدو ، لكن لا ترى فيها تناقضات داخلية. ولن تدحض الفرضية الا عندما تكون نتيجتها غير معقولة.

وواصل ساكيرى نضاله .

فحلل هذا « المنحنى ذى الابعاد المتساوية » ، حلله بدقة وصرامة تامة ، الى ان وجد الاثبات فى لحظة وسوس له فيها الشيطان . انه مستقيم . وقد اخطأ بدوره ايضا فى هذا . لكن ساكيرى لم ير الخطأ . وكان واثقا من انه وجد الاثبات .

وبدا ان الامر قد انتهى ، واختتم العمل ، واثبتت المسلمة ، وغدا بالامكان اصدار كتاب عن ذلك .

وقد اصدره ، بالاحرى ، انه صدر بعد بضعة اشهر من وفاته (عام ١٧٣٣) . وعنوان الكتاب مثير لوحده بشكل كاف ، « اقليدس بعد تخليصه من جميع الشوائب ، او التجربة التى تحدد اولى مبادئ الهندسة العامة » .

لكن ضمير العالم لم يكن هادئا جدا كما يبدو . فكتب فى الخاتمة يقول : « لا يسعنى ان اغض النظر هنا عن الفروق بين التفنيدات المذكورة لكلتا الفرضيتين . والامر واضح فى فرضية الزاوية المنفرجة مثل نور الله ... لكننى لا استطيع تفنيد ودحض فرضية الزاوية الحادة بغير اثبات ... » .

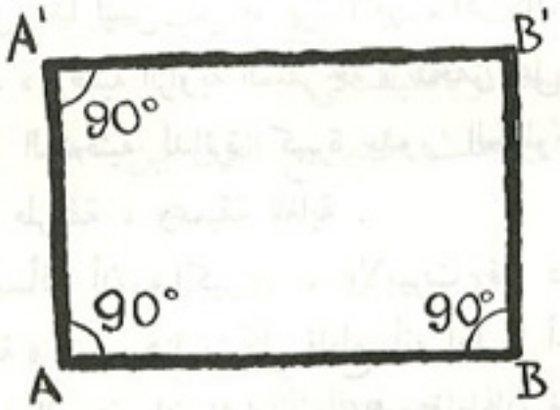
عموما ، ان ساكيرى غير قانع . ويمكن تحسس ذلك بوضوح .

لكن الشيطان لعب معه لعبته الاخيرة والشريرة حقا . فقد ظل عمله غير معروف عمليا حتى عام ١٨٨٩ ، عندما اصبحت له قيمة تاريخية بحتة .

وفى الواقع ان جيرونيما ساكيرى قد برهن بشكل ساطع بضع عشرات من نظريات الهندسة اللااقليدية ، لكن خذلته مواقع انطلاقه . اذ كان دوما واثقا من انه على وشك ان يثبت المسلمة الخامسة .

اما العالم الرياضى الالمانى لامبرت (١٧٢٨ — ١٧٧٧) فقد تعمق فى البحث دون ان يعرف اعمال ساكيرى . ويمكن ان يعتبر بحق المبشر الاول بالهندسة اللااقليدية .

بدأ لامبرت تحليله مستخدما شكلا رباعيا اخر مختلفا نوعا ما .





وهو يحتوى على اربع زوايا قائمة A و A' و B . اما الزاوية B' فيمكن ان تتوفر بصددها ثلاث فرضيات .

فهى اما ان تكون :

١ — حادة .

٢ — قائمة .

٣ — منفرجة .

ويفند لامبرت بكل بساطة « فرضية الزاوية المنفرجة » كذلك .

اما كيف حقق ذلك ، فاننا سوف لا نتطرق اليه لضيق الوقت .

لكن هذا ليس كل ما فى الامر . اذ كان لامبرت يفهم ذلك ، وقال بان « فرضية الزاوية المنفرجة » تتحقق على الكرة ، اذا ما قامت الخطوط المنحنية لدائرة كبيرة بدور الخطوط المستقيمة . وهذه ملاحظة طريفة ، وعميقة للغاية .

والمسألة أن ساكيرى ، ولامبرت قد دحضا « فرضية الزاوية المنفرجة » ، وبرهنا بشكل قاطع أنه إذا ما أخذ بها فسنحصل على ما يلى : المستقيمان AA' و BB' يتقاطعان فى نقطتين .

لكن هذا يناقض البديهية المعروفة : لا يمر بنقطتين مختلفتين سوى مستقيم واحد فقط لا غيره .

بالمناسبة يكفى حتى إثبات أن AA' و BB' يتقاطعان فى نقطة واحدة لدحض « فرضية الزاوية المنفرجة » .

ويمكن للقراء أن يسلوا أنفسهم باختبار صحة المقولة الأخيرة .

وعلى الكرة ، حيث تتقاطع منحنيات الدائرة الكبيرة فى نقطتين ، تتحقق « فرضية الزاوية المنفرجة » .

بعد هذا الاستطراد الصغير ، يعود لامبرت الى المستوى .

ويبين أن « فرضية الزاوية القائمة » تكافئ مسلمة اقليدس .

ومن جديد يكون من الضرورى إختبار صحة ، ودحض « فرضية الزاوية الحادة » .

بدأ لامبرت تحليله مؤملا فى التوصل الى اللا معقول ، ومد سلسلة نظرياته فى دائرة أوسع مما كان عليه الامر لدى ساكيرى .

بالمناسبة ، فانه أثبت احدى أروع وأغرب النظريات ، بالنسبة للنظرية الاعتيادية لهندسة لوباتشيفسكى :

تتناسب مساحة أى مثلث طرديا مع الفرق بين ١٨٠° ومجموع زواياه :

$$S = A \cdot (\pi - \Sigma)$$

حيث :

A — مقدار ثابت ، فى جميع المثلثات .

Σ — مجموع زوايا المثلث .

ومن هنا نستنتج فورا أن مساحة أى مثلث لا يمكن أن تزيد عن :

$$S_{max} = A \cdot \pi$$

وهذه الحالة مناسبة جدا بالنسبة لنا ، حيث مجموع زوايا المثلث يساوى الصفر .

ومن هنا ينبع بدوره على الفور ذلك انه ما أن يسمح بوجود مثلث بمساحة كبيرة كهذه — حتى نبرهن على مسلمة اقليدس .

بعد ذلك يتضح بجلاء أنه عند « فرضية الزاوية الحادة » ، أو ، ببساطة ، فى هندسة لوباتشيفسكى ، تنعدم مثل هذه المثلثات ، إذ لا يجوز تواجد مثلثين غير متساويين بزوايا متساوية .

إذن يمكن استخدام النظرية التى أثبتها لامبرت ، فى سبيل طرح صيغتين جديدتين للمسلمة الخامسة .

١ — يوجد مثلث مساحته أكبر من أى عدد معطى مسبقا .

او :

٢ — يوجد مثلثان على أقل تقدير متشابهان ، أى مثلثان مساحتاهما مختلفتان ، وجميع الزوايا متساوية على التناظر . (فى الحقيقة أن مكافئ المسلمة الخامسة هذا قد استخدم قبل ذلك بوقت طويل كما أشرنا اليه سابقا) .

إن كلتا الصيغتين طبيعيتان للغاية ، وواضحتان للغاية .

مما لا شك فيه أن النتائج الأولية لنظرية المساحات كانت واضحة بالنسبة للامبرت . لكنه لا يستسلم لسحر المظهر الخبيث والمخادع . بل بالعكس . فانه ولع بـ « فرضية الزاوية الحادة » هذه ، الصعبة المراس .

« إننى أميل حتى الى الاعتقاد بأن الفرضية الثالثة (« فرضية الزاوية الحادة » — المؤلف) تتحقق على كرة تخيلية ما . ويجب أن

يكون هناك سبب يدعو الى عدم تقبلها التفنيد بسهولة فى المستوى ، كما هو الحال مع الفرضية الثانية » .

إن ما قيل صحيح للغاية . وبالفعل ، فباعتبار هندسة إقليدس صحيحة بالنسبة للمستوى ، يمكن الاشارة إلى بعض السطوح التى تتحقق عليها الهندسة المستوية للوباتشيفسكى .



وهى السطوح التى تسمى بالسطوح شبه الكروية . وكان بلترامى أول من اكتشفها . (سنعود الى هذه السطوح مرة أخرى ، أما الآن فلننظر الى ما قاله لامبرت) .

كانت مهمته الأساسية إثبات ان هندسة اقليدس تتحقق على المستوى. أما ملاحظته حول أشباه الكرات فهى استنتاج ثانوى .

وكان لامبرت يفهم بجلاء — يمكننا مرة اخرى إبداء إعجابنا بمنطق هذا الرجل — أنه لم يبرّهن أى شئ .

« يمكن تطوير براهين مسلمة إقليدس الى درجة أنه لا يتبقى ، كما يبدو ، سوى أمور تافهة . لكن عند التحليل الدقيق يظهر أن جوهر المسألة يكمن فى ما يبدو أمرا تافها بالذات . ويتضمن عادة إما الاقتراح المثبت ، أو المسلمة المكافئة له » .

هذا هو الاستنتاج الذى جاء . وهو إستنتاج دقيق لا عيب فيه .

مما لا شك فيه أنه درس المشكلة خيرا من أسلافه ، وتعمق فى التحليل أكثر من الجميع ، وأورد عددا من الاستنتاجات غير المعقولة ، من وجهة نظر الحدس « الاقليدى » ، التى تنسب اليها « فرضية الزاوية الحادة » ، ولم يجد برهانا لا تشوبه شائبة من الناحية المنطقية .

أما « المحاججات ، التى مبعثها الحب ، أو سوء النية » ، كما وصفها ، — فهى ليست بمحاججات بالنسبة لعالم الهندسة .

الأدهى من ذلك ، أن لامبرت يتشكك فى أعماق روحه من أنه ربما يستحيل إثبات المسلمة الخامسة . فيناقش إمكانية صحة « فرضية الزاوية الحادة » .

وقد انغمر بلا وعى فى سلسلة نظرياته ، فأخذ حتى فى تجاوز الاسلوب الاكاديمى الوقور :

« فى هذا أمر يبعث على العجب ، مما يثير حتى الرغبة فى أن تكون الفرضية الثالثة صحيحة .

ومع ذلك فاننى أود ، رغم هذه الأفضلية ، أن لا يكون الامر كذلك ، لأنه سيكون مقترنا بعدد كبير من المضايقات الاخرى .

اذ لاصبحت الجداول فى المثلثات طويلة الى مالانهاية ، ولانعدم كليا التشابه والتناسب بين الأشكال ، ولما أمكن لأى شكل أن يصور سوى فى حجمه المطلق ، ولجابهت المصاعب عالم الفلك».

إن كلمات « رغم هذه الأفضلية » تعود الى الاستنتاج الرائع للهندسة اللااقليدية — وجود الوحدة المطلقة للطول .

كان لامبرت ، كما نرى ، قد استوعب هذا المفهوم (سنعود الى ذكر الوحدة المطلقة للطول بعد قليل) . وللأسف فان العلماء قد أغفلوا عمل لامبرت أيضا ، ولم يعرف لوباتشيفسكى به حتى آخر أيام حياته .

بالمناسبة لا يزال غير واضح فيما إذا يجدر بنا إبداء الأسف على ذلك . صحيح أنه لو عرف لوباتشيفسكى بعمل لامبرت لاقتصد عمل سنتين ، لكن ذلك ربما كان يؤدى الى خمود حماسه واهتمامه بالمسألة ، بعد اقتناعه أن كل نتائجه الأولية كانت معروفة منذ زمن بعيد.

على كل حال ، إنه لم يكن يعرف هذا العمل .

بقى أمام لامبرت عمل القليل جدا من أجل أن يغدو صاحب الهندسة اللااقليدية . وكان عليه القيام بشئ واحد فقط .

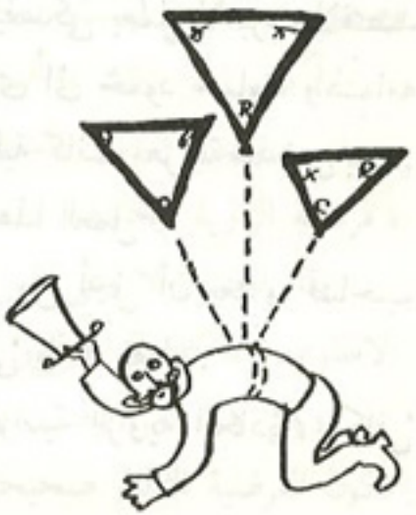
كان عليه أن يعلن بثقة أن : « فرضية الزاوية الحادة » تكافئ المسلمة الخامسة .

وما كانت المسلمة الخامسة ، ولا التأكيد المضاد لها (« فرضية الزاوية الحادة » — بموجب اصطلاح لامبرت) نابعين من البديهيات الباقية . فهما منفصلتان تماما . أما أيهما يتحقق فى الكون — فمسألة تتعلق بالتجربة .

وكان يكفى المرء صياغة هذه الأفكار البسيطة جدا ، كما يبدو ، ويكفى أن يؤمن بكون الأمور بهذا الشكل ، فى سبيل أن يغدو ما بقى منها مجرد مسائل تكنيكية .

إن عالما رياضيا يتمتع بموهبة لامبرت كان يستطيع ببساطة نسبيا أن يبرهن على بضع عشرات من النظريات الأخرى ، وأن ينظمها منهجيا دونما صعوبة تذكر — وكان يستطيع وضع كل نظام الهندسة اللااقليدية .

ولنتوقف هنا برهة من الزمن .



إن قوانين الابداع العلمى — شئ غامض حقا. فتارة يتم التوصل الى الاكتشاف من طريق ما ، وتارة من طريق مغاير تماما . ويحدث أن يتم ذلك صدفة تقريبا ، ويحدث أن يجرى ذلك نتيجة عشرات السنين من العمل الشاق الدؤوب. وكل شئ محتمل . ولا يسود قانون واحد فى جميع الاحوال .

فان أى بصيرة نافذة تفوق الحدود ، التى لا يفهمها أبناء العصر وتبدو لهم غامضة وغريبة وعجيبة ، تصبح بعد مرور نصف قرن (أو قرن على أقصى تقدير) طبيعية ، وبسيطة ، وربما تافهة .

وفى سبيل تقدير أهمية هذا العمل ، أو ذاك ، يجب أن نحاول التخلص من كل مجموعة المعارف المتراكمة منذ زمن ظهوره ، ونتصور انفسنا فى ذلك العهد .

لنحاول تخيل انفسنا كعالم هندسة من نهاية القرن الثامن عشر ، وبداية القرن التاسع عشر ، يقوم ببحث المسلمة الخامسة .

منذ السنوات المبكرة من حياتنا يجرى تعليمنا بأن هندسة إقليدس هى اكثر ما توصل اليه العقل البشرى من كمال . ولا يقتصر الأمر على تعليمنا ، بل إننا أنفسنا نخضع بمرور السنين أكثر فاكثر إلى منطق البراهين المثير ، وننغمر فى الجمال البارد للرسوم التخطيطية ، والفرضيات الأولية ، والنظريات — وفى المملكة الرائقة للمنطق ، والذهن .

إننا نعيش فى هذا العالم المغلق ، والقوانين الوحيدة التى تتحكم بوعينا هى قوانين هذا العالم .

ولم تعد الهندسة منذ زمن بعيد ما كانت عليه فى العصور السحيقة فى القدم باعتبارها « علم قياس الارض » . وقد جرى حل مسألة واقعيتها ، وتطبيقها عمليا فى عالمنا منذ زمن بعيد ، بحيث أن ذلك لم يعد يثير اهتمام احد .

إن الهندسة أخذت منذ زمن بعيد تتصاعد من ارضنا الاثمة الى ذرى جبال التجريد المثالى .

ولا تخطر ببال أحد فكرة أن الهندسة يمكن بل ويجب أن تختبر بالتجربة ، وأن الهندسة هى فى واقع الحال أحد أجزاء الفيزياء ، لاننا عرفنا منذ الايام الاولى لتعليمنا أن الهندسة تخدم البشرية باخلاص منذ الاف السنين .

حقا ، إن كل مجموعة البديهيات بدأت فى الآونة الأخيرة تتعرض للنقد .

وأن المسلمة الخامسة السيئة الصيت تثير ، وبشكل خطير ، مشاعرنا الاستيتيكية .

لكن هذا كل ما فى الامر .

ليست لدينا أية شكوك فى صحة المسلمة الخامسة ، ولا يمكن أن توجد . ونحن لا نشك الا فى كونها مسلمة. وما يبعث على الشك فقط هو أن النظرية قد نفذت الى البديهيات .

إن التشكك فى المسلمة الخامسة ، عموما ، معناه التشكك فى علم الهندسة . واذا ما كان الحال كذلك ، فاننا سنشك مثلا على هذا الاساس فى البديهية: « لا يمر بين نقطتين سوى مستقيم واحد فقط» .

وكذلك فى أى بديهية اخرى . وبعد ذلك يحق للمرء أن يغير مفهوم الخط أيضا . وماذا عن البديهيات الرياضية . يمكن تحويل كل شئ مثالى وصرح التناسبات القديمة الى حطام متراكم لا شكل له . وهذا ممكن . لكن هذا عمل يقوم به البربرى المتوحش ، وليس عالم الرياضيات .

ليس هناك من شئ فى العالم أكثر كمالا من علم الهندسة ، لكن فيها ثغرة صغيرة واحدة تضايقنا هى — المسلمة الخامسة .

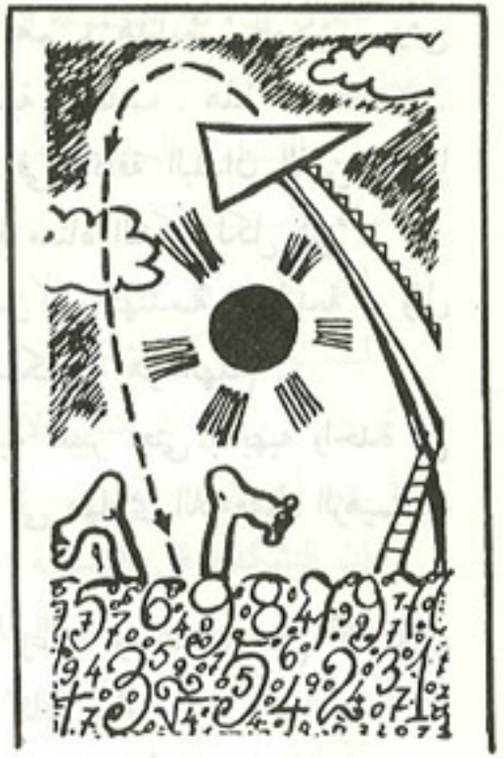
أما فيما يتعلق بالبديهيات الأخرى — فهى واضحة جدا ، الى حد أنه لا يمكن أن ترتبط بها أية مسائل هامة . وماذا عن التغيرات

الخفيفة ، والصياغات الأكثر دقة ؟ نعم ، هذا شئ ممكن . وهى عديمة الأهمية حين يبلغها المرء فى نهاية المطاف . هذا ما نعتقد به . وهذا ما كان يراه علماء الرياضيات فى كافة البلدان الذين عاشوا قبلنا بـ ٢٥ قرنا . والتنكر لايماننا هذا معناه التنكر لكل شئ .

نحن نسعى الى الجمال ، والتناسق فى الهندسة الاقليدية ، والى إكمال بناء صرحها نهائيا . وأبعد ما نفكر به هو الهدم .

ونحن مقتنعون بأن التسليم بامكانية تغيير حتى بديهية واحدة فى هندسة اقليدس ، دون الانزلاق عندئذ فى مهاوى اللامعقول الرهيب — معناه نسف كل شئ .

نحن بحاجة الى فكرة واحدة ، وعبارة واحدة ، على أن تكون الفكرة التى تغير وجهة النظر الى العالم كلها تماما .



الباب السَابع

الهندسة اللا اقليدية. الحل



كانت ببليوغرافيا الهندسة اللااقليدية تتضمن فى عام ١٩١١ قائمة باسماء ٤٢٠٠ مؤلف . ويمكن القول أن عددها الان يقارب ٢٠ ــ ٢٥ الف كتاب .

ونجد بينها أقل من ألف كتاب ذات طابع تاريخى ، وترجمة حياة اشخاص .

للأسف لم أعثر على أرقام دقيقة ، لكن التقديرات الواردة أعلاه ، تستند على فرضيات راسخة تماما ، بحيث أن الأرقام الفعلية لابد وأن تكون أكبر بكثير .

ولنأخذ الألف كأساس .

أغلب الظن أن ما لا يقل عن مائتى كتاب ومقالة قد كرست للوباتشيفسكى فقط .

وقد يتساءل المرء : وما الحاجة الى المزيد ؟

يعترف المؤلف بأن هذا السؤال التراجيدى قد برز أكثر من مرة بكل جبروته الطاغية قبل بداية العمل ، وأثناءه وبعد الانتهاء منه .

بالطبع ، يمكن تبرير ذلك بأن مثل هذا النوع من الأسئلة يبرز دوما ، مهما كان الموضوع الذى يتناوله الكاتب .

فى حوالى عام ١٩٦٨ قبل الميلاد ، اشتكى بمرارة احد المتشائمين والمتشككين من قدامى المصريين قائلا : « لكم أتمنى لو أستطيع قول شئ لم يردد من قبلى مرات كثيرة ! » .

لكن هذا التخفيف قليل ، والاكثر من ذلك فانه خلال ٤ الاف سنة أغرق البشرية سيل السطور المطبوعة تقريبا ، ولو أن الكتاب العظيم لا يكتب الا مرة فى القرن ، على حد قول المؤلفين الكلاسيكيين . لكن لا ينبغى للرجل الحكيم الذى بلغ سن الكهولة (كما هو حال كاتب هذه السطور مثلا) أن يفكر بمثل هذا الشكل .

عندئذ ينبغى ، سواء أردنا ذلك أم أبينا ، أن يجيب نفسه على السؤال التالى : « لماذا ؟ » .

ماذا يمكننى أن أضيف أنا ــ مؤلف هذا الكتاب ــ الى المجلدات الكثيرة ، والكثيرة المكرسة لتاريخ علم الهندسة عموما ، والهندسة اللااقليدية ، والنظرية النسبية العامة بشكل خاص ؟

أولا ، يمكننا القول بأن هذا الكتاب سطحى . سطحى للغاية . ولا يمكن أن يكون غير ذلك .

وحتى إذا ما أسقطنا الموضوعات الخاصة البحتة لوجب إنفاق

عامين من العمل اليومى الشاق ، لغرض الكشف والاطلاع على أهم المصادر الخاصة بسير الرجال . وهذا غير كاف بلا شك . فان كاتب السيرة النزيه ، والجاد يجب أن يدرس باهتمام جميع أعمال أولئك الرجال الذين يدور عنهم الحديث ، وأن يبحث بدأب أقوال رفاقهم من رجال العلم الذين لهم معرفة بنشاط هؤلاء الرجال العلمى ، كما يجب عليه ... الله اعلم ما يجب عليه ايضا .

ومن الجدير بالذكر ، أنه وجد مثل هذا الكاتب لترجمة حياة لوباتشيفسكى .

لقد كتب الأكاديمى ف . كاجان ترجمة حياة لوباتشيفسكى بشكل رائع وجدّى . صحيح أنها جادة للغاية . وقد كتبت بشكل غير سهل المنال بالنسبة لكل قارئ .

ونظرا لكونى غير مختص بالرياضيات ، فانا هاو فى هذا الحقل ، (وكذلك لاسباب كثيرة غيرها) ، فقد أدركت أننى سوف لا أستطيع أن أنافس كاجان من ناحية الجدية ، والتأهيل . وهذا هو الحال مع كثير من كتاب تراجم الحياة والباحثين ممن درسوا لوباتشيفسكى ، وكذلك غيره من العلماء ، الذين يدور الكلام عنهم هنا.

فما هو اذن سبب كتابتى للكتاب ؟

كانت معرفة ذلك أمرا ضرورية تماما . والا لما كتبت كل هذه الصفحات . (ربما كان خيرا لى عدم كتابتها) .

ومما هدأ خاطرى أنه لم يكتب احد عن جميع أبطال هذه القصة باعتبارهم من البشر . لا بكونهم علماء رياضيات أفذاذ ، وعباقرة ... الخ ، بل بكونهم من الناس العاديين (وبالاحرى — العاديين تقريبا) .

بالطبع ، حاولت أن أكتب ... بحيث أن أقدم كل ... ما ... باختصار ، وكما ترى ، فان كاتب هذه السطور عاجز عن مواصلة الكلام بسبب إمتلاء الحواس .

وقد حاول هنا أن يكتب عن كل ذلك .

وكذلك عن العمل .

عن العمل الحقيقى لرجال حقيقيين .

وباعتبارى من المؤلفين — دعاة الفكر العلمى ، فاننى لا أستطيع تفويت فرصة إستخدام إصطلاح جدير ، واجتاز الاختبار (بالاخص بالنسبة لأدب الشباب) .

إن الرجال الأقوياء يسيرون بثقة على الشاشات ، وفوق الصفحات .

والرجال الأقوياء يصفعون الأنذال الأشرار ، ويبسطون حمايتهم على الفتيات الحسناوات ذوات القوام الرياضى الممشوق ، والعقلية غير الرياضية .

والرجال الأقوياء يأتون من القرى النائية الى العاصمة ، فيغزونها ، كما ويغزون قلوب الفتيات .

والرجال الأقوياء يسافرون من العاصمة الى الريف فيغزونه أيضا ، كما ... (انظر اعلاه) .

والرجال الأقوياء يخفون المشاعر القوية تحت قناع من الكلمات التافهة ظاهريا .

والرجال الأقوياء يشربون كثيرا من الخمر احيانا فى اللحظات الصعبة جدا . وهذا واجب ، لكن لا يعتبر ذلك صفة مميزة .

لقد غزا الرجال الأقوياء الجميع ، وكل شئ ، وأغلب الظن أن المؤلف مفعم أيضا بالسعى للكتابة عن رجال حقيقيين .

عن رجال حقيقيين ، وليس عن أبطال إريك ماريا ريمارك ، مثلا ، الذى لا يعجبنى كثيراً ، وأرجو المعذرة ، اذ اعتبره كاتبا نسائيا نوعا ما . وبالمناسبة ، إنه يكتب بسلاسة وبشكل مثير ، أما كتابه « كل شئ هادئ فى الجبهة الغربية » فهو كتاب رائع حقا .

لنعد الى صلب الموضوع .

لنتحدث عن البشر . وكل هذا قد شرحته من قبل بشكل ما . لكن لا ضرر من التكرار . لنتحدث عن البشر بالذات ، وليس عن العباقرة .

فاننى لا أحب « العباقرة » كثيرا ايضا .

لكن يوجد تقليد راسخ لا يحاد عنه . فعندما يكتب عن لوباتشيفسكى واينشتين وجاوس ، يأخذ فى الانبعاث من الصفحات ذلك البريق الأزرق الحالم المشوب بالولاء .

إن دواعى الانحناء أمام هؤلاء الرجال تمليها عواطف طيبة عموما ، ولا شك فى أنهم جديرون بها .

ومن الجدير بالذكر أن مثل هذا الاسلوب يقلل من شأن المؤلف ، والقارئ ، والعلماء أنفسهم .

واذا ما كان هؤلاء العلماء (لنتذكر الشيخ فيثاغورس) بحاجة الى مثل تراجم الحياة هذه ، فليكتبها غيرى . فاننى لا أكن لهم احتراما ولا ودا .

وسأجازف بايراد فكرة نيرة للغاية .

يجب على الانسان أن يكون إنسانا قبل كل شئ ، وأنه حتى صغائر الامور مثل سلوك العالم الصعب والمشاكس ، قد تؤدى الى القضاء على كل الود الذى يكنه الناس له .

فمثلا لا ادرك بنفسى الاحاسيس التى يبعثها فى العالم المجرى يانوش بوليايى . لذلك سنبدأ به .

إن موهبته خارقة . غير مفهومة . وتبرز فى كافة المجالات . وأسلوب عمله فقط يظهر أنه عالم رياضيات « يتمتع بعناية الله » . فى بداية القرن العشرين تقريبا بدأ العلماء يكتبون مثله الاعمال الخاصة بالمنطق الرياضى . ولا تجد عنده كلمة زائدة واحدة . وكلامه مضغوط الى أقصى حد . ومنطقه لا يقبل الجدل . وأفكاره واضحة للغاية . وفى المسألة الرئيسية بالنسبة لكل المشكلة ، وهى مسألة عدم تناقض الهندسة اللااقليدية ، نجده قد تجاوز فى البحث كل من جاوس ولوباتشيفسكى . فى الواقع كان قريب جدا من فكرة البرهان الأساسية . صحيح أنه لم يجد البرهان ، لكنه كان يدرك بوضوح ، كيفية إيجاده ، وفى أى طريق ينبغى البحث .

وفى هذا المجال يتفوق على الجميع .

ومن الممكن تماما أنه قد صاغ أفكار الهندسة اللااقليدية لنفسه قبل لوباتشيفسكى . فى حوالى عام ١٨٢٣ .

حقا أن عمله قد نشر بعد مضى عامين من اول عمل نشره لوباتشيفسكي (عام ١٨٣١) .

لكن عموما لندع عشاق الجدال والنقاش يتحاورون حول هذا الموضوع .

ففى نهاية المطاف نجد أن الحقوقى الألمانى (كان يوما ما أستاذا للحقوق فى جامعة خاركوف) فرديناند شفيكارت قد توصل الى التصورات الأساسية الأولية للهندسة اللااقليدية . صحيح أنه لم ينشر شيئا منها ، لكن ابن أخيه تاورينوس الذى أغراه بدراسة هذه القضية ، قد نشر كتيبا حول الموضوع .

ورغم ان تاورينوس كان عالم رياضيات أكثر ضعفا ، من الشخوص الاساسية لهذه المسرحية ، فانه اقترب من الحل كثيرا جدا . وطور الهندسة اللااقليدية باسهاب بالغ ، وحل الكثير من المسائل الدقيقة ، الا أنه لم يكن يتمتع بادراك واضح لها . وفى النهاية اقترب من النتيجة المعتادة لدى دارسى المسلمة الخامسة — فحاول إثباتها ، أى إثبات صحة الهندسة الاقليدية .

إنه لشئ عجيب ، لأنه بدا فى الوقت نفسه كما لو كان يفهم جيدا جدا التناقض بين تركيباته اللااقليدية ، لكن ...

قلنا سابقا ، أنه لابد من أجل إثبات الهندسة اللااقليدية من توفر فكرة واحدة فقط . ومن الحتمى أن يصل الى نظريات الهندسة اللااقليدية كل من بدأ فى إثبات المسلمة الخامسة «من نقيضها». فمثلا ، كتب لوباتشيفسكى عن ليجاندر يقول :

« أرى أن ليجاندر قد طرق مرات عديدة نفس الطريق الذى اخترته بمثل هذا التوفيق » .

غير أنه لم تتوفر لدى ليجاندر الفكرة الأساسية بالذات . ولم توجد هذه الفكرة الواحدة لدى علماء الرياضيات عموما لفترة تزيد على ألفى عام .

وقد بدرت لاول مرة عند لامبرت بصورة شكوك لم تدرك بعد ، ولدى شفيكارت وتاورينوس بشكل غامض ، وكان جاوس ينحنى اجلالا لها بصمت منذ زمن بعيد ... بينما وجدت لها صياغة واضحة ودقيقة لدى بوليايى ولوباتشيفسكى فقط .

ان عمل بوليايى الاول (والوحيد) يتفوق على اعمال الجميع من حيث الدقة والعمق .

وفيما بعد ، وبالعمل الدائب ، قام لوباتشيفسكى بدراسة الهندسة اللااقليدية بشكل أوسع وأكثر تفصيلا بما لا يقاس ، إلا أنه لدى مقارنة الأعمال الأولى له فان بوليايى يترك إنطباعا أكثر سطوعا .

ان بريق المواهب يلاحظ فى كل شئ .

فلم يكن بوليايى عالم رياضيات فذا فقط ، بل كان موسيقيا موهوبا .

ففى سن العاشرة قام بتأليف بعض القطع الموسيقية . وأصبح فيما بعد عازف كمان لامعا ذا مستوى احتراف رفيع .

لكن مواهبه لم تنضب عند هذا الحد . فقد كان ، كما يبدو ، من خيرة لاعبى السيف (السلاح) فى البلاد . وليس هذا بالامر الهين فى أى بلد ، وبالاخص فى المجر .

وأخيرا ، إن بوليايى كان بأفكاره الاجتماعية أقرب الينا بما لا يقاس من شخوص مسرحيتنا الاخرين .

لقد كان من أعداء التعصب القومى ، ومن الأنصار المتحمسين للثورة المجرية فى عام ١٨٤٨ ، وكان يفكر كثيرا وباجهاد فى مشاكل بناء المجتمع . وكان قريبا جدا من أفكار الشيوعية المثالية (الطوباوية). وفى آخر أيام حياته أخذ يفكر فى وضع نظرية رياضية حول الدولة المثالية ، آملا فى أنها ستقدم وصفة صائبة لنيل السعادة الشاملة العميمة.

وقد سمى « نظريته » هذه بـ « أفكار حول الخير العميم » .

أما فى الرياضيات فقد جمع بين الحساب الدقيق للاعب السيف (السلاح) ، وبين شاعرية وإلهام الموسيقى .

لكن هناك جانب يفسد كليا هذه الصورة الساحرة لشخصيته .

فيبدو أن الصفة الشخصية الأساسية لدى بوليايى هى الطموح الغيور والمرضى والانانى المقرون بمزاج ثقيل . وهو الذى يحدد كل شئ فى حياته . ويؤدى فى نهاية الأمر الى القضاء عليه .

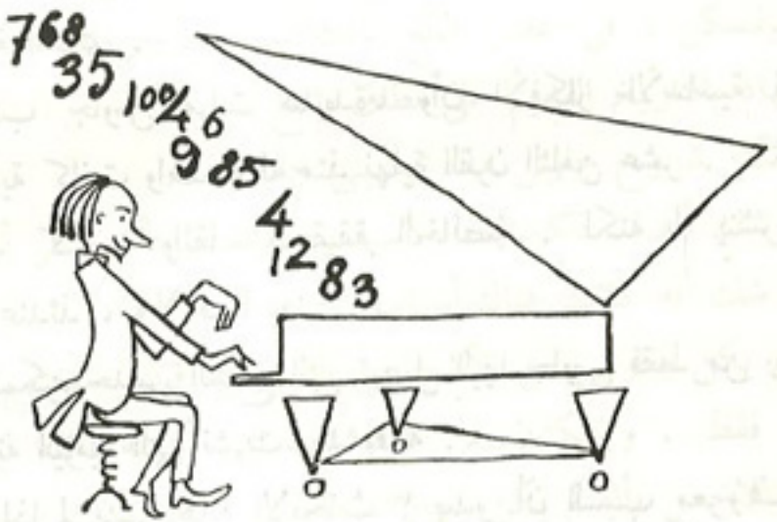
صحيح أننى أخاف إعطاء حكم قطعى فى مثل هذه الاحوال ،

كما أن ذلك ليس له آهمية البتة ، لكن بالنسبة للموقف من الرجل فان هذا كله هام . ويبدو لى أن بوليايى كان من أولئك الناس الذين ينظرون لأنفسهم ولبقية العالم وفق معايير مختلفة جدا . لذلك فاننى لا أوده كثيرا .

الا أننى ارغب جدا فى أن أكون مخطئا فى تقديرى .

إن مكانة بوليايى فى تاريخ الرياضيات جلية . إذ يعتبر سوية مع لوباتشيفسكى ، بكل حق ، مؤسسان للهندسة اللااقليدية .

حقا ، كان هناك رجل ثالث .



هنا نجد أنفسنا على أعتاب الاسبقية فى المقاضاة . ورغم أن مثل هذه المسائل لا تستحق جزءا من مائة من الاهتمام الذى تحظى به عادة ، فان قصة الهندسة اللااقليدية طريفة للغاية من الجانب الانسانى البحت . ولهذا فقط يستحق الحديث عنها .

كان أول من توصل إلى أفكار الهندسة اللااقليدية هو « عبقرى جوتنجن » و « ملك علماء الرياضيات » و « الجبار » و « المارد » و « أول عالم رياضى فى العالم » — كارل فريدريك جاوس (١٧٧٧ — ١٨٥٥) .

لقد ذكرت هنا جزءا فقط من الألقاب التى أغدقت عليه فى حياته ، وكلها جديرة به — ولا يختلف فى ذلك اثنان .

كان جاوس شخصية ذات موهبة نادرة . وكعالم رياضيات كان بلا جدال أسمى بما لا يقاس من بوليايى ولوباتشيفسكى . فهو عالم من مرتبة أخرى .

كتب جاوس مرات عديدة، وأن الأفكار الأساسية للهندسة اللااقليدية كانت واضحة له منذ نهاية القرن الثامن عشر .

وقد كتب — واثقا — الحقيقة الخالصة . لكنه لم ينشر نتائج أبحاثه عندئذ ، ولا فيما بعد .

ويمكن حدس النتائج التى توصل اليها جاوس فقط من رسائله ، ومذكراته اليومية التى نشرت بعد وفاته .

لماذا لم ينشر هذه الابحاث ؟ يبدو أن السبب معروف . وقد أورده نفسه أكثر من مرة .

واليكم مثلا مقطعا من رسالته الى عالم الرياضيات الألمانى الكبير بيسيل . وقد كتب ذلك بعد أن نشر لوباتشيفسكى عمله . صحيح أن جاوس لم يكن يعلم به بعد .

« ربما أننى لن أستطيع فى وقت قريب إعداد أبحاثى الواسعة حول هذه المسألة ، فى سبيل أن أتمكن من نشرها . ولربما لن أقدم حتى على ذلك ، لأننى أخاف صراخ البيوثيين ، الذى سيتعالى عند ما سأدلى بوجهات نظرى » .

هكذا خاف كارل فريدريك جاوس « صراخ البيوثيين » .

ان الكلاسيكية تحتاج فى ايامنا لفك رموزها .

لا اعرف مدى صحة الأمر ، لكن سكان بيوثيا كانوا يعتبرون فى اليونان القديمة من أكثر الناس غباء وضيق عقل ، وفى أيام جاوس ولوباتشيفسكى ، فى عصر الولع بالكلاسيكية، جرت الموضة على الاستشهاد بالتاريخ القديم على نطاق واسع .

لم تكن شروح جاوس هذه ترضينى جدا دوما .

لا شك أنه قد ذكر أحد الأسباب . ولنفرض أنه ذكر أحدها . لكن لا شك أنه كانت هناك أسباب اخرى .

فلم يكن جاوس من الأشخاص الذين يجازفون بسمعتهم بسبب الخوف فقط ، ويسكتون عن اكتشاف ذى أهمية فائقة ليس له مثيل . بالاخص وأنه لم يكن يجازف بالكثير . إذ كانت سمعته فى عالم علماء الرياضيات عظيمة جدا ، بحيث أنه لو ظهرت مذكرات لوباتشيفسكى تحمل توقيعه ، لاعترف جميع « البيوثيين » بالهندسة اللااقليدية ، وأثنوا عليها ، وانحنوا إجلالا مرة اخرى أمام عبقرية جاوس .

بالمناسبة وهذا ما حدث . فقد جرى الانتباه الى أعمال لوباتشيفسكى فقط عندما تبين بعد وفاة جاوس موقفه من الهندسة اللااقليدية . وغدت أفكارها فى لمح البصر مفهومة وشائعة . ولو ظهر عمل بتوقيع جاوس لما برزت أية شكوك .

وتشير جميع الدلائل الى أن جاوس لم يكن يعانى من سوء فهم ، أو عدم تقدير مكانته فى عالم رجال الرياضيات . ولى الجرأة على الاعتقاد بأنه كان يفهم أيضا أنه سيتمكن ، باعتباره الملك الشرعى الحقيقى ، من دعوة أتباعه للامتثال للنظام ، اذا ما تجاسروا على التذمر . اذن فان « صراخ البيوثيين » السئ الصيت ، ما كان ليخيف جاوس الى هذا الحد .

وهكذا فالمسألة تكمن فى شئ آخر .

وسواء أكان كارل فريدريك جاوس إنسانا طيبا أم رديئا (إن كاتبى ترجمة حياته يتجادلون منذ حوالى القرن حول هذا الموضوع) ، فان هناك شئ لاجدال فيه . لقد وهب جاوس كل حياته للرياضيات .

كانت الرياضيات بالنسبة له كل شئ .

وكان يحتاج الى حل المسائل حاجته الى التنفس ، والاكل ، والشراب . كان ذلك غريزة لديه . ولم تكن لديه مشاكل غير جذابة .

كان بامكانه قضاء الأشهر فى أداء عمل حسابى ممل للغاية ، ويمضى الأسابيع فى وضع الجداول ، ويقوم بمتعة بالعمل الذى يعهد به فى أيامنا عادة الى المساعدين . فيكتب أعمدة الأرقام

المرهقة ، التى عاشت ، كما يبدو ، بالنسبة له حياتها الآسرة الفذة .

ليس هناك من فرع فى الرياضيات لم يسهم فيه باستنتاجاته الأساسية الكبرى . ولو قمنا بمجرد تعدادها لملأت عدة صفحات .

كان فى طراز شخصيته ، ونمط حياته يشبه اسحق نيوتن غاية الشبه ، ولم تكن صدفة أن يغدو نيوتن بطله المحبوب .

كما أن جاوس كان مثل نيوتن طموحا بصورة فائقة . لكنه ليس الطموح الذى قضى على يانوش بوليايى .

فقد وجب عليه أن يقدر نفسه ما ينجزه من عمل . ووجب عليه أن يكون واثقا . ووجب ان يقول لنفسه : « هذا حسن يا جاوس ».

وهناك اعمال كثيرة تنتظر عشرات السنين لنشرها ، لأنها غير مكتملة ، والأعمال التى تشغل أصحابها كثيرة . وينبغى أن يبعد من الحياة كل ما يمكن أن يلهى ، ويشتت الذهن . وكان جاوس يصلى فى معبد الاله القاسى ، ويتعصب فى إيمانه ، ولكن شأنه شأن أى متعصب ، فهو ضيق الافق .

كان قاسيا صارما مع الناس ، رغم انه من وجهة نظره كان عادلا . لكن هذا التساهل البارد كان يؤخذ عن حق تماما باعتباره عدم اهتمام يقارب الفظاظة . وكان من الطراز المعقد ، والصعب من الناس . فقد يثيرون الاعجاب ، والتبجيل ، لكنهم لا ينالون الحب ابدا .

ومن علماء الرياضيات اللامعين الذين أساء إليهم جاوس — آبل وجاكوبى وبوليايى ، ويمكن الاشارة الى كثيرين آخرين غيرهم .

غير أنه لم يكن يسعى مطلقا لتوجيه الاساءة . وعبثا يكتبون واصفين إياه بالأنانى الكبير ، وأنه يتألم عندما يحقق احد ما غيره نتائج باهرة . وهذا غير صحيح . انه تلفيق أشر . فقد كان دوما يحترم عبقرية زملائه . وليس الذنب ذنبه أن نتائجهم غالبا ما كانت تتطابق مع النتائج التى كان يتوصل اليها ، ولم تسنح له الفرصة لنشرها . لأنه كان يعرف ان أمامه الكثير لعمله ، وأن العمل لم يكتمل بعد .

هذا ويوجه العتاب اليه لانتقاده أعمال آبل . لماذا ؟

كتب يقول : « إن أعمال آبل أرفع من مديحى ، لأنها أرفع من أعمالى » .

فكيف يعتقد الناس فى العالم أن كارل فريدريك جاوس يكذب ببساطة ؟ وأنه لم تدرس يوما المسائل المماثلة ، ولم يحصل على نتائج مماثلة ؟ أم « أنهم » يريدونه أن يلعب دور رب الأسرة الطيب ؟ وهل من الأمور الهينة أن عشرات النظريات الهامة جدا ، التى برهن عليها جاوس ، لم تنشر لهذا السبب او ذاك ، بينما قام آخرون بنشرها ، وحصلوا على مجد الاكتشاف مناصفة !

ولم يكن جاوس يقرأ الأعمال التى ترسل اليه لابداء رأيه فيها ، وحرم على أصدقائه إعطائه مذكرات الآخرين .

وأراد أن يخدم إلهه بحيث أن ما من أحد (وفى المقدمة هو بالذات) كان يمكن أن يشك فى وجود عبارات فى تنبؤاته ، هى ملك لاخرين .

كان حبه للرياضيات يرتبط كل الارتباط بالغيرة . انه حب رجل . حب غيور ، لا يرضى بأن تبتسم محبوبته لشخص اخر .

فى الظاهر كانت حياة هذا الرجل تبدو هادئة ، ومملة ، ومستقرة . بينما كانت تبرز فى عقله باستمرار وتختفى عوالم عجيبة أكثر جمالا بكثير ، حسب ذوقه ، من تلك التى يوجد فيها .

يمكننى أن أكرر مرة أخرى أن جاوس يستحق التبجيل ، لكن من الصعب أن يحبه المرء . ولولا أرخميدس وأينشتين لجاز الاعتقاد بان عالم الرياضيات العبقرى لا يمكن أن يكون غير هذا النوع من الرجال.

أظن ان ايمرسون قال قبل مائة عام كلمات طريفة جدا ، اصبحت الان من الاقوال المأثورة : « ليأخذ كل فرد ما يود أخذه ، وليدفع مقابل ذلك الثمن كاملا » .

كان ثمن جاوس ، ونيوتن غاليا جدا . أما أينشتين ، وأرخميدس بقدر ما نستطيع الحكم به ، فقد حصلا على كل ما كان لدى هؤلاء الاثنين ، واحتالا لعدم الدفع مقابل ذلك .

كما ان نيكولاى ايفانوفيتش لوباتشيفسكى كان رجلا من هذا الطراز أيضا ، رغم أنه بكل موهبته اللامعة كان عالما من مرتبة أخرى تختلف عن مرتبة الأربعة هؤلاء فانه أقرب الى بما لا يقاس وأكثر لطافة من جاوس .

لكننى ، وأكرر هذا ، كنت سأصدق أن جاوس كائن أعلى ، وإنسان المستقبل ، أو ربيب أهل المريخ الحكماء ، لولا أينشتين .

إن من الأشياء التى كان يعشقها جاوس هى الهندسة اللااقليدية . فما الذى كان لا يرضى جاوس ، ولماذا أحجم عن نشر اعماله ؟

وهنا ندخل مرة اخرى فى الطريق الكثير المزالق للتحليل النفسى والبوليسى ، لكن الوقت فات كى نتراجع . قبل كل شئ ، لننظر الى الحقائق كما يجب على المحققين البوليسيين .

١ ــ كتب جاوس فى رسائل خاصة ، وقد كتب الحقيقة طبعا ، أن الأفكار الأساسية للهندسة اللااقليدية كانت واضحة بالنسبة له منذ فترة نهاية القرن الثامن عشر. ولم يكن لوباتشيفسكى قد التحق بالمدرسة بعد ، بينما لم يولد بوليايى اصلا .

٢ ــ المعرفة الفائقة للمسألة نفسها جلية للعيان . ومن العبث أن يكون جاوس قد أخطأ فى تقديرها .

٣ ــ من المعروف ، وسنتحدث عن ذلك مرة ثانية ، أن جاوس قد قام بمحاولات لقياس مجموع زوايا المثلث ، المتكون من رؤوس ثلاث جبال ، وبالتالى فانه اعتقد باحتمال تحقيق الهندسة اللااقليدية فى الطبيعة .

٤ ــ وجدت فى أرشيف جاوس بعد وفاته ملاحظات مقتضبة قليلة . ولم يوجد بينها أى دراسة منهجية للهندسة اللااقليدية .

٥ ــ قرأ جاوس اعمال لوباتشيفسكى وبوليايى ، وأكد فى الحالتين أنه لم يجد ، فى الجوهر ، أى شئ جديد فيها بالنسبة له .

حقا هنا نلتقى ببعض التعقيد . والمسألة أن لوباتشيفسكى قد

درس بشكل أوسع جدا النتائج الممكنة للهندسة اللااقليدية ، مما درس بوليايى . ولا يمكن مقارنة أعمالهما من هذه الناحية .

فمثلا ، أوصل لوباتشيفسكى أبحاثه الى مرحلة ينبغى فيها استخدام اداة التحليل الرياضى. وقد كرس أحد اعماله بشكل خاص لاستخدام « الهندسة التخيلية فى حساب التكاملات المحددة » .

ولا نجد فى المقتطفات التى بقيت بعد جاوس أية إشارات إلى أنه توصل إلى مثل هذه القضايا . ومع ذلك يمكن الاعتقاد بأن جاوس كان مخلصا تماما فى رسائله . فاذا لم يطور الهندسة اللااقليدية بمثل الاسهاب الذى طورها به لوباتشيفسكى فانه بلا أية شكوك ، كان يستطيع القيام بذلك بكل سهولة ... لو أراد .

ومن الناحية المبدئية فانه قد تنبأ طبعا بجميع « دروب » الهندسة اللااقليدية الى التحليل . وأغلب الظن أنه كان يستطيع أن يطور بلا أية صعوبة خاصة نظام الهندسة اللااقليدية بصور أعمق وباسهاب أكبر بكثير جدا ، لأنه لم يوجد له نظير من حيث العبقرية ، والثقافة الرياضية .

والموضوعة الأخيرة لا تقبل اى شك .

٦ ــ لكن جاوس لم يكسب أفكاره أى شكل متكامل ، ولم ينشر أعماله . ويلحظ من الرسائل فقط أنه كان يمتلك الكثير منها .

ولنحاول تفهم سبب ذلك .

لنلق جانبا تفسير جاوس نفسه ، الذى له قناعة تفسير قائد السفينة الذى لم ينفذ مهمة قتالية هامة جدا ، خوفا من رد الفعل السئ المحتمل الذى قد يتولد لدى بضعة زوارق لصيد السمك ، التى يمكن تواجدها وراء الأفق .

صحيح ، أننى أبالغ فى الأمر قليلا . وربما أن شبحا واحدا كان يمكن أن يطارد جاوس فعلا . وما من احد كان ليجرأ طبعا على اتهامه بالجهل والغباء ، كما اتهم لوباتشيفسكى . لكن كان من الممكن أن يتولد شك لدى البعض فى أن جاوس قد اصابته لوثة عقلية . ويجب على المرء أن لا يقلل من قدر روح المحافظة لدى علماء الرياضيات (والعلماء بشكل عام) .

وخير مثال على ذلك قصة الهندسة اللااقليدية .

ففى السبعينيات من القرن التاسع عشر ، وعندما وضح كل شئ ، وجرى إثبات عدم تناقض الهندسة اللاقليدية ، وتطورت أفكارها بشكل رائع ، وساندت هذه الأفكار ودعمتها المكانة المرموقة لجميع كبار علماء الرياضيات فى العالم ، كان هناك فى تلك السنوات عدد كبير من علماء الرياضيات المحترفين ، علماء رياضيات بمستوى اكاديميين يقدمون البراهين الجديدة ، والجديدة على صحة المسلمة الخامسة وحتى أنهم لم يرغبوا جديا ، وموضوعيا فى التأمل بهندسة لوباتشيفسكى .

بالمناسبة كان أحد أكبر الأعداء الألداء المتصلبين للافكار

الجديدة نفس بونياكوفسكى الذى تجاهل كليا فى عام ١٨٥٣ أفكار لوباتشيفسكى .

لكن لا يجب المغالاة فى روح المحافظة لدى علماء الرياضيات . وكان جاوس يدرك جيدا جدا أن الفئة الطليعية من العلماء ، وفى مقدمتهم الشباب ، ستفهم ، وتقدر قيمة الأفكار الجديدة .

كما ان خلقه لم يكن ليسمح له بالتراجع امام المصاعب المحتملة .

فأولا ، إن السمة الرئيسية لشخصيته هى الكبرياء الصارمة والمتعنتة ، التى تكاد تقارب الغطرسة .

ثانيا ، أنه ما كان ليخون الرياضيات . فكان يخر أمامها خاشعا بالعاطفة الباردة التى تميز الناسك (المتعبد). وكان على استعداد للقيام بأى شئ فى سبيلها . وما كانت أى أشباح بقادرة على بث الخوف فى قلبه .

أما عن الفرضية الثانية التى : « لم يعتبرها جاوس مسألة ذات شأن ، ولهذا السبب لم يجد الوقت لبحث الهندسة اللاقليدية أكثر » فقد كانت غير معقولة بنفس القدر كذلك .

لكن هذا يعنى أن جاوس ليس أكثر من عالم رياضيات ضيق الأفق ، وبدون ثقافة رياضية حقيقية .

بالاضافة الى ذلك ، ففى رسائل جاوس الكثيرة ، التى يكتب فيها عن الهندسة اللاقليدية ، نجده يردد باستمرار أن هذه قضية ذات أهمية أولية ، ومسألة رئيسية بالنسبة للرياضيات .

ومرة اخرى تبرز بحدة ضرورة المسائل البلاغية .
فما هو السبب الحقيقى ؟



ولماذا لم يوجه جاوس الى هذا الموضوع كل ما لديه من قوة ، وطاقة موهبته الفذة العجيبة ؟ ولماذا لم يستنفد المسألة بحثا ؟ ولماذا لزم الصمت السنوات الطوال ، وفى النهاية سمح للوباتشيفسكى وبوليايى بان يسبقاه ؟

لغرض بيان الأمور بشكل أفضل فسأقدم صورة لكل مسألة الهندسة اللااقليدية .

كما تذكرون فاننا عندما تحدثنا عن البديهيات ، والفكرة البديهية اشترطنا فرض مطلبين فقط على بديهيات أى نظرية رياضية ، هما — الكمال ، والاستقلال . ومعنى كمال البديهيات أنه بواسطتها يمكن إثبات أى تأكيد ممكن تصوره حول المفاهيم الأولية .

وتتيح البديهيات دراسة كل شئ . ولغرض تجنب الايغال فى المنطق التجريدى ، ننتقل الى الأمثلة المحددة .

تصوروا لاعبى شطرنج تعلما اللعبة بواسطة كتاب تعليمى ، لا يتضمن شيئا حول الوضع الذى لا يمكن فيه لاحد اللاعبين القيام بنقلة فى دوره دون خرق قواعد اللعب. وبحيث لا يهاجم بيدق الخصم الملك (« بدون (كش) للملك ») .

كما ترون تطلب الامر استخدام كلمات كثيرة فى سبيل أن نحدد بشكل دقيق مفهوم يعرفه كل مبتدئ فى لعبة الشطرنج وهو « بات » — اى احراج الملك .

يكون اللاعبان فى موقف عسير . ويستحيل الاستمرار فى اللعب ، وينبغى عليهما إدخال قاعدة إضافية ، أو بديهية ما جديدة . ويتمثل هذا الوضع فى الشطرنج بتعادل الطرفين .

ويجب عليهما اختيار قاعدة اضافية ما — بديهية ما .

ولو انهما لعبا « الداما » او اية لعبة اخرى من هذا القبيل ، فلا

بد وان كانا قد اتفقا على اعتبار ان من وصل الى وضع «بات» يكون هو الكاسب . *

فان نظام لعبهما غير كامل .

اذ لم يأخذ بنظر الاعتبار جميع الاوضاع المحتملة .

وفى لعبة مشهورة أخرى هى كرة القدم تكون المفاهيم الأساسية (المواد) هى اللاعبون والكرة . باختصار ، هناك عشرة لاعبين فى الساحة ، وحارس مرمى ، وحكم ، وحكمان جانبيان ، ومرميان ، وساحة اللعب بما فيها من خطوط وكرة .

هنا ايضا يجب وضع البديهيات (قواعد اللعبة) بحيث يمكن الحكم بدون التباس حول أى وضع محتمل بالنسبة للمواد الأولية .

ونجد فى المباريات الجارية فى الحارات ، أن اللاعبين لا يعرفون تماما قواعد لعبة كرة القدم ، مما يولد الكثير من الشجار ، ويظهر ذلك بدوره بشكل مقنع ، خطر اهمال البديهيات . ورغم أن الفريقين يتفقان ، كقاعدة ، قبل بدء اللعب حول ضرورة توحيد قواعد اللعبة فى ظروف الحارة ، فان وضع مجموعة كاملة من البديهيات حتى فى لعبة بسيطة مثل كرة القدم شئ صعب جدا . ومن هنا تنبع كافة المآسى .

اخيرا ، يجب أن يكون فى كل قانون جنائى مجموعة كاملة من

---

* فى الشطرنج يعتبر الوضع « بات » ، وضع تعادل .

البديهيات تأخذ بنظر الاعتبار كافة الاوضاع المحتملة الخطيرة بالنسبة للمجتمع .

ويبدو أن الطريق لاختبار نظام البديهيات « التى تتجاوب مع متطلبات الكمال » قد اصبح واضحا الان .

لكن هيهات لو أن الأمر بالبساطة التى ذكرتها قبل قليل . إذن لكان علماء الرياضيات سعداء .

ولنسمح لأنفسنا الآن بممارسة الترف فى التحدث بسذاجة .

وهكذا :

فان نظام البديهيات بالنسبة للفئة المعطاة من المفاهيم الأساسية (الأولية) يكون كاملا ، إذا ما استطعنا بالنسبة لأى فرضية A عامة (لأية نظرية) ، تتعلق بالمفاهيم الأولية المعطاة ، وعلى أساس هذه البديهيات ، يمكن الاجابة على السؤال التالى : « هل أن A حقيقية أم كاذبة ؟ » .

والآن فكروا فيما قيل الآن . من أجل إختبار كمال البديهيات يجب علينا أن نثبت ، أو ندحض أية نظرية إفتراضية لا أكثر ولا أقل. وإذا ما أنجزنا ذلك فان أى موضوع فى الرياضيات سيستنفد نهائيا.

يبدو أن مطلبنا غير واقعى .

وحتى فى نظام بسيط نسبيا مثل لعبة « الداما » لا يمكننا أن ندرس بدقة النظرية الأساسية ، والاجابة على السؤال التالى : كيف ينبغى أن تكون نتيجة اللعبة عندما يلعب اللاعبان بشكل مثالى ؟

لاسيما أننا لا نعرف كيف حال الأمور فى الشطرنج .

ولا سيما أننا لا نستطيع التنبؤ ، أو تحليل جميع نظريات الهندسة ، والرياضيات ، أو اى موضوع فى الرياضيات عموما .

لذلك فانه يجب صياغة كل قضية كمال البديهيات بشكل مغاير تماما .

ونحن هنا لسنا قادرين على التوغل فى أعماق المنطق الرياضى العالى ، ولهذا السبب لا نستطيع قول شئ حول قضية الكمال (بتمام الكمال) .

إن كل ما أستطيع عمله هو قول العبارة الجميلة ، والغامضة التالية : إن نظام البديهيات يكون كاملا ، إذا ما كان أى تفسيرين ، لهما محتوى واقعى ، متماثلين فى الشكل .

ويمكن أن نضيف لغرض الدعاية أنه يختفى وراء الأصوات الجميلة مغزى أكثر جمالا .

تعتبر فكرة التماثل التى أوجدها جلبرت ، واحدة من أجمل الاكتشافات فى بداية القرن العشرين .

لكننا سوف لا نتحدث بشئ حول التماثل فى الشكل .

فلقد أوردنا مثالا يتضح فيه بجلاء أن نظام البديهيات غير كامل ، وأغلب الظن أن القارئ يمكن ان يستنبط عدة امثلة مشابهة اخرى .

ان الشرط الأساسى لعدم الارتباط (او عدم التناقض) * يبدو للوهلة الاولى اكثر وضوحا . دعنا نصيغ هذا الشرط بدقة تامة .

لتكن لدينا مجموعة من البديهيات — Σ (يستخدم هذا الحرف عادة للرمز الى المجموع) .

وليكن هناك تأكيد ما مثل A .

اما التأكيد المضاد له فهو $\bar{A}$ ** .

عندئذ يكون A غير مرتبط بمجموعة البديهيات Σ ، اذا لم يكن A نفسه ، ولا تأكيده المضاد $\bar{A}$ ، متناقضان مع المجموعة .

بتعبير آخر ، إن كلا من التأكيد A والتأكيد المضاد له $\bar{A}$ يكونان منسجمين مع مجموعة البديهيات Σ .

إن كل هذا شئ منطقى أولى جدا . لكنه منطق غير معتاد . لذلك قد يبدو معقدا للغاية .

لذلك سنشرح كل شئ من مثال على المسلمة الخامسة .

---

* قلنا فى الباب الثالث أن الشرط الأساسى لعدم تناقض البديهيات — هو حالة خاصة من شرط عدم الارتباط . غير أنه يرد فى كثير من الكتب الدراسية أن نظام البديهيات يجب أن يستجيب لشرط التناقض وشرط عدم الارتباط .

والمسألة هى أنه من الضرورى عمليا توفر عدم تناقض البديهيات . ويحدث أحيانا ان يكون حتى من الأنسب اختيار عدة بديهيات باعتبارها من البديهيات المرتبطة . لذلك فان شرطى عدم التناقض والاستقلال غالبا ما يجرى تفريقهما .

** الخط من الاعلى — رمز التأكيد المضاد الذى اعتاد المختصون فى الرياضيات استخدامه .

نحن نريد اثبات عدم ارتباطها بالبديهيات الأخرى لهندسة إقليدس (« المسلمة الخامسة » الآن هى مثال على التأكيد A الذى أوردناه) . ولنأت بتأكيد يناقض المسلمة الخامسة («التأكيد $\bar{A}$ ») . فمثلا ، نؤكد ما يلى : يمكن أن نمد من نقطة معينة الى مستقيم معين خطين متوازيين على اقل تقدير . (ولتبسيط المثال فاننا سنكتب المسلمة المضادة للمسلمة الخامسة بشكل مقلوب (« [illegible] ») .

بعد ذلك سنثبت ان « [illegible] » لا تتناقض مع بديهيات الهندسة الاخرى .

وهذا معناه أنه مهما طورنا بعيدا ، وبشكل واسع النتائج المحتملة لذلك ، فاننا لن نصل أبدا الى تناقض منطقى .

والآن ــ إنتباه ! إن كل شئ حتى الآن يبدو واضحا للعيان .

لكن قد يتساءل المرء، وكيف نقتنع أننا لن نصل إلى التناقض أبدا؟

لنفرض أننا أثبتنا عشرين نظرية غير متناقضة .

وهذا لا يضمن لنا ، أن التناقض قد لا يظهر فى النظرية الواحدة والعشرين .

واذا ما أثبتنا مائة نظرية ، فقد يظهر التناقض فى المثال الواحد بعد المائة ...

واذا ما اثبتنا الف نظرية ... باختصار : من الواضح أنه لا يمكننا الحصول فى هذا السبيل على أى اثبات دقيق لعدم التناقض .

والحصول عليه شئ ضرورى . فبدون ذلك لا تحل المسألة المطلوبة . لكن يبدو أنها مهمة لا أمل فيها . ولا ترى حتى السبل الأخرى الممكن تصورها، فيما عدا ما ذكرناه . أما سبيلنا فلا أمل فيه البتة مسبقا .

هنا نتوقف ، ونطلب الانتباه مرة اخرى .

فى النصف الثانى من القرن التاسع عشر ، أى بعد مرور حوالى ٢٠ عاما على وفاة لوباتشيفسكى ، وجاوس ، طرح اسلوب دقيق ، ومحدد لاثبات عدم تناقض الهندسة اللااقليدية . وهو اسلوب غير متوقع ، وغير عادى ، وغريب .

وسنتحدث عنه فى وقت لاحق .

لكن لم يشك لالوباتشيفسكى ، ولا جاوس بامكانيات من هذا النوع . ولنتذكر : فان إمكانية الأفكار الجديدة من حيث المبدأ ، التى يمكن بمساعدتها إثبات عدم تناقض الهندسة اللااقليدية، التى كانت غير محتملة جدا آنذاك ، تقريبا ، مثل امكانية تحديد التركيب الكيميائى للكواكب .

انها غير معقولة مثل دحض ميكانيكا نيوتن .

انها غير قابلة للتصور مثل التفاعل الحرارى النووى .

كما انه ليس هناك بعد تصور واضح عن البديهيات . ولا يزال تسود جميع التعاريف ، والبديهيات فى علم الهندسة الفوضى التى ورثتها عن إقليدس .

ولم يضع علماء الرياضيات بعد صيغ جميع ما ذكرناه أعلاه تقريبا .

لكن بوليايى العبقرى فقط كان يتحسس السبيل الصحيح . واخشى انه حتى جاوس لم يتقبل أفكاره كليا .

وكانت هناك فقط تصورات شبه حدسية حول مفاهيم عدم الارتباط وعدم التناقض .

لكن عندئذ ...

عند ذاك بدا واضحا انه من المستحيل عموما اثبات « عدم ارتباط المسلمة الخامسة » منطقيا . ومهما امتدت سلسلة النظريات غير المتناقضة التى جرى الحصول عليها بمساعدة «يسمى يجمع»، فقد كان باقيا دوما إحتمال كون التناقض مخفيا بشكل أعمق . ويتبقى الاحساس باننا لم نتوصل اليه .

بالطبع يمكن « بدافع اليأس » اللجوء الى سبيل « غريب » على الرياضيات هو النظر الى ما تعطيه التجربة . فاذا وجد فى مكان ما من الكون أن « الهندسة اللااقليدية » تتحقق ، فان مسألة عدم التناقض تنتفى من وحدها .

وكما تذكرون فان جاوس حاول إختبار ماذا يساوى مجموع زوايا المثلث . وطلب لوباتشيفسكى بمعزل عنه إجراء قياسات مماثلة . وكان الشئ الذى اختاره لوباتشيفسكى لذلك أكثر توفيقا . فبطلب منه ، جرى فى مرصد قازان قياس زوايا مثلث ، تؤلف رؤوسه ثلاث

نجوم ، لكن فى كلتا الحالتين تبين أن مجموع الزوايا يساوى π فى حدود أخطاء التجربة .

ولم تدحض هذه النتيجة شيئا ، لأنه حتى لو كانت هندسة إقليدس غير متحققة فى عالمنا ، فان الانحراف عن π يجوز أن يكون ضئيلا جدا .

وعندها تكون المصيبة أعظم فهو لم يثبت شيئا .



إذن ؟ إذن ، إذا ما فكرنا تفكيرا منطقيا صارما ، فقد بقى لدينا شئ واحد . هو القول بأن السؤال سيبقى بدون جواب . وأغلب الظن سيبقى كذلك الى الأبد . وقد تحدث جاوس مرة بهذه الروح بالذات . (طبعا فى رسالة خاصة أيضا) . « إننى أميل أكثر فأكثر إلى الاقتناع بأنه لا يمكن إثبات ضرورة علم الهندسة بشكل دقيق . على أى حال يستحيل ذلك بالعقل البشرى ، وللعقل البشرى » .

يمكن قراءة هذه العبارة بشكل آخر . إننى لا أتصور أية إمكانية يقبلها التخيل فى إثبات أن المسلمة التى هى عكس المسلمة الخامسة (« يسمى يجمع ») لا تناقض بديهيات الهندسة الأخرى.

ورغم أن الحدس ، طبعا ، يملى على جاوس الجواب الصحيح : وهو أن الهندسة اللااقليدية غير متناقضة بقدر الهندسة الاقليدية ، فانه ليس هناك من اثبات .

وهكذا فالمسألة لم تحل .

لكن إذا ما كان الأمر كذلك ، فمن الطبيعى ، إعتمادا على روح جاوس أنه لم ينشر نتائج أبحاثه . فلم يكن ليستطيع المجازفة بسمعته ونشر عمل ، لا يثق فيه مائة بالمائة . ولم تكن تتوفر لديه الفكرة القادرة على حل العقدة ، الفكرة التى تحل كل شئ . وبعد ؟ بعد ذلك تدخل اللعبة عوامل ، لا علاقة لها بالعلم الخالص مباشرة .

فكان من يراسله من الناس (شفيكارت ، وتاورينوس ، وبوبايى) يبعثون له برسائل يطرحون له بشكل واضح ، بهذا القدر أو ذاك ، الافتراض بأنه لا يجوز إثبات المسلمة الخامسة ، وأن المسلمة المضادة لا تناقض البديهيات الباقية لاقليدس .

عندها كانت هذه الفكرة على أقصى تقدير بالنسبة لشفيكارت ، وتاورينوس فى غاية الابهام ، ومصاغة بشكل مشوه جدا ، أكثر مما يراه هو — كارل فريدريك جاوس .

تصوروا حالة جاوس للحظة من الزمن . فليس بهذه البساطة الاجابة بصراحة تامة وبنزاهة . وليس من البساطة إهداء أفكاره لشفيكارت هذا ، والعدول نهائيا عن الأمل الذى يراوده فى حل هذه المسألة الملعونة كليا يوما ما ، فيشرح الوضع ، ويقدم نصيحته قائلا —

طور أفكارك بدقة قدر الامكان ، وبشمول أكبر قدر الامكان ، فكلما كثرت أنواع النتائج ، والنظريات التى تحصل عليها إعتمادا على «[illegible]» كلما كان الايمان الداخلى فى عدم تناقضها أشد . ادرس حساب المثلثات اللااقليدى ، وحاول حساب أطوال المنحنيات فى الهندسة اللااقليدية ستحصل ، مثلا ، على صيغة لطول الدائرة .

كان جاوس يعرف ما هو طول الدائرة فى الهندسة اللااقليدية . وقد أورد معادلتها فى إحدى رسائله .

لكن « جاوس المثالى » لم يكتب طبعا لمراسله شيئا عن ذلك .

وقد التزم الصمت عن نتائج أبحاثه الخاصة . ورسم برنامجا واسعا للابحاث الضرورية ، وساند وشجع زميله الشاب قائلا فى الختام :

« إن هذه الفكرة تبدو لى شخصيا مثيرة للغاية . لكن هيهات ، فمهما طورت نظرياتك ، ستجد فى نهاية المطاف أن مسألة عدم تناقض الهندسة اللااقليدية هى مسألة إيمان . ومن المستحيل التوصل الى برهان دقيق . ويمكن فقط تصديق الحدس الذاتى .

واحتمال الخطأ باق دوما . إنك شاب . واسمك غير مدرج فى عداد الحجج ، ويمكنك نشر السخافات . وأنا أوصيك بالحاح أن تكرس جميع قواك لدراسة هذه القضية . أنتظر رسائلك » .

أو ليس نطلب نحن الكثير جدا من جاوس ؟

كثيرا . لكن ليس كثيرا جدا .

وجد فى العلم مثل هؤلاء الافراد ، ومثل هذه الاحوال . وعبارة : « إنك شاب بقدر كاف من أجل أن تجيز لنفسك نشر السخافات » — لم تأت اعتباطا . فقد قال هذه الكلمات بالذات إنسان فذّ ، ومعلم ، وفيزيائى هو ايرينفيست لاثنين من الشباب هما اولينبيك وجاودسميث ، عندما أرادا سحب مقالة لهما من المجلة . وأصبحت هذه المقالة فيما بعد العمل الأساسى الذى أنجزاه فى العلم . بالمناسبة فان اينشتين منحهما أهم افكاره بروح الايثار التام ، دون أن يهتم بمصلحته فى الاسبقية .

لكن جاوس لم يكن المثال فى روح الايثار العلمى . رغم أنه ، وهذا شئ ينبغى الاعتراف به ، لم يسمح لنفسه أبدا القيام بأعمال غير لائقة . وكان نزيها دوما ولاغبار عليه . ويمكن القول دوما تقريبا ، اذا توخينا الدقة فى التعبير .

فهو لم يدل برأيه كاملا أبدا فيما يتعلق بالهندسة اللااقليدية ، ولم يفسر السبب الحقيقى الذى جعله يحجم عن نشر عمله .

ونجد فى كافة رسائله أنه يبين بالحاح طفولى مدى خوفه من « البيوثيين » البائسين الكثيرى الصراخ .

ويظهر هؤلاء « البيوثيون » عنده مثل أيقونات الخلاص فى كل رسالة يرد فيها الحديث عن الهندسة اللااقليدية .

حتى يمكننى القول أن جاوس نفسه قد صدق فى نهاية المطاف باخلاص فى الفكرة التى ابتدعها .

هل يغير هذا من الأمر شيئا ؟ كلا البتة .

إن أحد أنواع الكذب الحاذق ، والمقنّع ، الكثير الانتشار ، هو الكذب الذى يصدق به صاحبه نفسه .

فالايمان ضرورى للمؤلف ، وهو بالذات الذى يقنع الآخرين .

والهندسة اللااقليدية هى أيضا وليدة الاعتقاد بها .

فقد صدقها بوليايى ولوباتشيفسكى .

واذا أردنا الدقة فى التعبير فان المسألة الحاسمة أساسا قد فكر أصحابها بها كشعراء ، وليس كعشاق للمنطق الجامد .

واستنتاجهم الأساسى هو فى الجوهر : « هذا صحيح لأنه جميل ».

هنا يشعر كاتب هذه السطور بحاجة ملحة الى التأمل قليلا .

ذكرت قبل قليل عبارة « قد فكر بها أصحابها كشعراء » . وبتعبير أدق ، وأفضل ، وأصوب القول « كعلماء رياضيات » .

واذا ما توخينا الدقة اكثر لقلنا : « كالرجال أصحاب الفكر المبدع ».

إن طبيعة العملية الابداعية هى واحدة فى سماتها الحاسمة الأساسية .

ويختلف علماء الرياضيات ، والفيزياء ، والشعراء ، والفنانون ، والمهندسون ، والموسيقيون عن بعضهم البعض بقدر أقل بكثير مما يعتقد به فى قرننا .

بالمناسبة، إن قدماء الاغريق كانوا يفكرون حول هذه المسألة بشكل أدق . فهم لم يحددوا تقريبا طبيعة مختلف ضروب الابداع .

ربما كانوا يقعون ضحية شئ من المبالغة ، عندما كانوا يعتبرون أن الموسيقى بحاجة الى أن يدرس الفلسفة ، والرياضيات على أساس الاحتراف . لكن هذه المبالغة برزت على أساس أكثر سلامة من الموقف المضاد .

صحيح ، يجب الاشارة الى أن التقسيم الحاد للعلوم الدقيقة ، والفن لا يمكن أن يعتبر موقفا مميزا لعصرنا ، دون قيد أو شرط . وهذه مجرد نظرة شائعة جدا ، وبالمناسبة نجدها منتشرة أساسا بين أولئك الذين ليست لديهم أية علاقة بأى ضرب من ضروب الابداع .

ومن الصعب جدا أن نفسر لهؤلاء الناس طبيعة العملية الابداعية ، وكلما صعب الأمر ، كلما كانت مكانتهم الرسمية أكبر . وهذا صعب ، بنفس القدر ، عندما تريد أن تفسر لأحد عشاق فن الباليه أن لاعب كرة القدم الماهر يستحق إعجابا لا يقل عن الاعجاب براقصة الباليه الأولى المبدعة . واذا ما اضفنا الى ذلك أن إبداع اللاعب فى هجوم الوسط ، وراقصة الباليه الأولى يتشابه كثيرا فى الأساس ، وواحد فى جوهره ، وفى غرضه ، وفى نتائجه ، فالمحتمل أن عاشق الباليه المثقف سينهى الحديث ببساطة . ولكن إذا ما توجهت بمثل هذه الأحاديث الى أحد عشاق كرة القدم ، فستلقى منه الجواب التالى : « إن كرة القدم ليست رقص بالية » ، مؤكدا هذه الفكرة بمجموعة من تعابير الفولكلور الروسى . ناهيك عن أنه يجب القضاء على هذا التحديد الجامد البائس الذى شاع على نطاق واسع .

لنعد الى الهندسة مرة اخرى . إن أحد المعايير الأساسية لأى فن هو الجمال ، كما هو معروف .

ويربط خيط موحد كل تاريخ المسلمة الخامسة ، إبتداء من إقليدس ، وحتى لوباتشيفسكى ، هو الطموح الى الجمال .

إن قبح المسلمة الاقليدية قد حدد مقدما المحاولات الدائبة التى دامت الفى عام فى سبيل إثباتها .

وان جمال تراكيب الهندسة اللااقليدية قد سيطر على عقل لامبرت ، واقنع جاوس تقريبا ، وأجبر بوليايى ولوباتشيفسكى على القول : ما أجمل أن يكون للهندسة اللااقليدية الحق فى الحياة كهندسة اقليدس .

يحتل بوليايى المكانة الأولى دون شك من حيث الايمان والولع بها . واسم عمله متواضع جدا هو :

« ملحق
يتضمن العلم الخاص بالفراغ ،
الحقيقى بشكل مطلق ،
الذى لا يتوقف على صحة أو خطأ
البديهية الحادية عشرة لاقليدس ،
وهى a priori لا يمكن أن تحل أبدا ... »

وقد كتب بشكل غير مشروط تماما .

بالمناسبة ، إن التاريخ قد سخر بشكل طريف من بوليايى على تسميته الطنانة .

فقد نشر عمله كملحق لكتاب الهندسة الذى وضعة والده فركاش بوليايى . ومن الطبيعى أن يكون كل شئ فيه مكتوبا باللغة اللاتينية الكلاسيكية — لغة العلماء والفلاسفة . وعندما يشار الى العمل تورد كلمة ملحق اللاتينية « Appendix » فقط . ونحن نعرفه بهذه التسمية التى دخل بها التاريخ .

ومن الطريف جدا ، وربما هو امر له دلالته ، أنه عند « مهد » الهندسة اللاقليدية اصطدمت ثلاثة أمزجة بشرية وعلمية ، وثلاثة أنواع من التفكير العلمى .

ويقف فى المواقع المضادة كل من جاوس وبوليايى .

كارل فريدريك جاوس . جاوس — واقعى حذر . وهو بلا جدال أكثر الثلاثة جميعا تمسكا بالمنطق ، وأكثرهم أكاديمية . بالنسبة اليه لم تحل المسألة نهائيا ، ويسمح لنفسه بترف متابعة الحدس — بالتصديق ، وليس بالاثبات — كلا ، فهذا ما لا يقدر عليه . وهو يفهم كل شئ ، ويعرف أنه إذا ما رغب فيمكنه ، على الأكثر ، أن يتفوق على بوليايى ولوباتشيفسكى . وهو يعرف ، لكنه قليل الايمان . لذا فهو الخاسر .

ولايهم ما سيقوله المؤرخون فيما بعد . ولايهم أنه سيكرر فيما بعد فى رسائله بالحاح : « إننى أعرف ذلك منذ أربعين عاما » .

وفى خلوة مع نفسه يعلن موافقا أنهما قد سبقاه . بالاضافة الى ذلك فانه نزية بما فيه الكفاية ، وصارم تجاه نفسه ، فى سبيل الاعتراف بذلك دون قيد أو شرط . وهكذا لازمه الخسران .

يانوش بوليايى . بوليايى — رومانتيكى. انه واقع فى أسر الجمال والروعة . كما أنه معجب بموهبته الذاتية . فقد قام بكل ذلك هو ، يانوش بوليايى . وكان أن كوفئ على إيمانه . ودفعه ذلك للتقدم نحو الأمام . وفورا ، فى أول عمل له أدرك واستوعب المسألة أعمق من الآخرين جميعا . مع العلم أنه لم يتقدم فى نتائج أبحاثه فيما بعد . ربما لان كل شئ كان قد تقرر بالنسبة له جزئيا . وربما كان ذلك فى اللاوعى ، لكن المهم ان كل شئ قد تقرر .

وقد بلغ مأربه . وهو عبقرى . وقدم البرهان على ذلك .

نيكولاى إيفانوفيتش لوباتشيفسكى . يقترب فى قصتنا هذه من مثال العالم . ولو خلطنا بنسب متساوية الحماس العلمى لبوليايى ، والحذر المتشكك لجاوس ، ثم اضفنا اليه الالحاح ، الذى يقارب العناد ، والقناعة الداخلية الغريزية تقريبا فى صحة أفكاره بدون أى تشكك ... زد على ذلك مطلب أن لا يتأرجح هذا الكمال العلمى نتيجة عشرين عاما من عدم تفهم الزملاء له بصورة تامة ، عدم التفهم الذى يتجلى أحيانا بصورة استهزاء مباشر ، فسنحصل على صورة تقريبية لمواقف لوباتشيفسكى فى تكوين الهندسة اللاقليدية .

كان قد صدق ، واختبر افكاره .

ومن العدالة بمكان أن تسمى الهندسة اللااقليدية التى يدور عنها الحديث ، وفى العالم أجمع ، بهندسة لوباتشيفسكى . وسنعود الى الحديث عن هؤلاء الرجال مرة اخرى .

لنبدأ من جديد ببوليايى .

كتبت من قبل أننى لا أستلطف بوليايى كثيرا ، وأنا لا أتراجع عما قلت . لكننى أحتفظ بين قوسين بحقيقة بسيطة هى أنه كان عالم رياضيات ذا موهبة لامعة . وقد أثبت ذلك بشكل رائع ، ولاداعى للافاضة فى الحديث عن ذلك . لكن يبدو أن بوليايى كان رجلا صعب المراس جدا .

فهو من سلالة « العباقرة » .

نحن نجد فى كل مدرسة « نيوتنين ، أو ثلاثة » ، وهم موهوبون جدا ، ومن ذوى الذكاء اللامع والحاد ، ويتفوقون من حيث تطورهم على أقرانهم ، ولهم عقل حاد ، وسريعى البديهة .

وفى أحيان كثيرة يؤدى إدراك هذا التفوق العقلى بأصحابه من الجيل الناشئ من هذا الطراز الى نوع من « النيتشية » .

فهم نزقون ، وينفذ صبرهم بسرعة ، ويعتادون على الوثوق بنفسهم فقط ، ولا يأخذون بعين الاعتبار سوى مطامحهم الشخصية ، ويعتادون على النظر الى من يحيطهم من الناس باعتبارهم جماهير جاهلة ، ورعاعا ، وظيفتهم رفع البطل الى القمة .

مما لا شك فيه أنهم قد يكونون ، بسبب مزاج شخصى ما ،

طيبى القلب ومتعاطفين ، وفى أحيان كثيرة يغمرهم سحر دافق ، لكن فلسفتهم فى اللاشعور (اللاوعى) وفى الشعور (الوعى) فيما بعد، هى فلسفة « القادة » و « الجماهير » . وهذا الشكل من تطور الفتيان الموهوبين يبعث على الأسى ، لكنه ممكن طبعا ، لأن تربية الثقافة البشرية الروحية عملية أطول ، وأعقد ، وادق حتى من كشف الموهبة . ويكون هذا الصدام بين الموهبة ، والثقافة أكثر حدة ، وبلا هوادة كلما ظهر التفوق فى وقت مبكر أكثر . واذا ما سمح ببعض الفلسفة ، فيمكن الاعتقاد ، بأنه يبدو أن القسم الأكبر من مصائب البشرية كلها ترتبط بالغرور الذى هو للاسف السمة المميزة للسواد الاعظم من الناس . واذا ما كان الرجل موهوبا وأضيف الى غروره شئ من الطموح فان حياته إما ان تكون شاقة ، واما ان تصعب حياة المحيطين به ، واما ، أخيرا تكتنفه ومن يحيطون ويرتبطون به المصاعب .

وقد هيأت الاقدار لبوليايى النوع الأخير من الحياة . إذ برزت موهبته فى وقت مبكر ، وفى مجالات شتى . وكان خير من يمثل ذلك الطراز من الأمزجة التى اعتاد الناس على تسميتها لسبب ما بالطبيعة « الفنية » و « الشاعرية » . فهو جميل ، وعصبى المزاج ، ومتألق .

إن خير وصف لموهبته وحدسه الرياضى هو أنه استوعب فى سن ٢١ — ٢٣ عاما أسس الهندسة اللااقليدية ، والشئ الأساسى

هو كما يبدو أنه كان مقتنعا بثبات من صحة أفكاره تماما . وكان أبوه فاركاش عالم رياضيات مجريا كبيرا ، وصديق جاوس منذ ايام التلمذة ، وبعد أن علم ان فتاه البالغ الثامنة عشرة من العمر قد شغف بنظرية الخطوط المتوازية ، كتب اليه رسالة يائسة محاولا اقناعه فيها بحماس بالعدول عن هذه الرغبة المجنونة .

والرسالة مكتوبة باسلوب طنان جدا ، الى حد أنها ربما تثير لدى أبناء عصرنا بعض النفور والشك فى إخلاص مشاعر كاتبها . والجدير بالذكر ، حسب إعتقادى ، هو أنها تكشف بشكل جيد اسلوب العلاقات الانسانية المتبادلة فى أسرة بوليايى .

« أبتهل اليك أن لا تحاول عبور مشاق نظرية الخطوط المتوازية : إنك ستضيع على ذلك كل وقتك ، ومع ذلك فلن تستطيع إثبات الفرضية هذه كلها . لا تحاول التغلب على نظرية الخطوط المتوازية لا بالطريقة التى اخبرتنى بها ، ولا بأى طريقة اخرى . لقد درست جميع هذه الطرق حتى النهاية : ولم تصادفنى فكرة لم أقم بدراستها . وسرت عبر كل الظلمة الحالكة لهذا الليل ، ودفنت فيها كل شعلة نيرة ، وكل بهجة فى الحياة . أبتهل اليك ، بحق الله ، أترك هذا الموضوع لشأنه ، ولتخف منه بما لا يقل عن خوفك من العواطف الحسية ، لأنه يستطيع أيضا أن يحرمك من كل وقتك ، وصحتك ، وهدوئك ، وكل سعادة فى حياتك . إن هذا الظلام الحالك قادر على أن يغرق آلاف الابراج النيوتنية . وسوف لا ينقشع عن الأرض

أبدا ، وسوف لا يطوع هذا النوع الانسانى التعيس أبدا أى شئ كامل حتى فى الهندسة . إن هذا جرح عظيم وأبدى فى روحى ...»

ومن الجدير بالذكر أن فاركاش قد درس فى شبابه قليلا نظرية الخطوط المتوازية ، وحتى بعث مرتين الى جاوس « ببراهينه » على المسلمة الخامسة . ومما لا شك فيه ان الأب قد أصابه القلق حقا على يانوش . ومن الغرابة ، أنه بدأ من تنبؤات خاطئة ، وتنبأ بشكل صحيح بالنتيجة النهائية وهى : أن نظرية الخطوط المتوازية غدت حقا لعنة أصابت حياة يانوش بوليايى ، ولو أن ذلك قد حدث لأسباب اخرى تماما ، غير التى تنبأ بها الاب .

عندما يكون هناك مس من الشيطان، فلا بد من وجود روح شريرة.

وكان جاوس ابليساً يراود يانوش بوليايى منذ سنوات حياته المبكرة ، وحتى آخر أيام حياته .

رغم أن جاوس من الناحية الذاتية لم يكن مذنبا فى أى شئ تقريبا .

بدأ كل شئ من أن الأب أرسل فتاه الموهوب للدراسة فى جوتنجن تحت إشراف جاوس حيث تتاح له الفرصة لنيل التعليم الرياضى ، وذلك تحقيقا لحلم الاب الطموح . وكتب فاركاش الى صديقه الطيب القديم رسالة يرجوه فيها أن يضع إبنه تحت رعايته واشرافه . وانه على استعداد لدفع جميع النفقات المترتبة عن ذلك طبعا .

كان الصمت جوابا على الرسالة .

وعموما قد تكون لدى جاوس مختلف الأسباب الوجيهة للرفض ، لكن ما يعاتب عليه هو فقط عدم التزامه بآداب المجاملة تجاه فاركاش .

الحقيقة انه من الصعب اعطاء حكم فى الامر .

فان رسالة فاركاش كانت أيضا مفعمة بالخشونة بدرجة كافية . ولا يمكن القول بأنه وجه أسئلة غير معقولة جدا . لكن نستطيع أن نفهم كونها قد لا تعجب المرسل اليه . فمثلا اهتم بنشاط ، وبشكل مباشر بما يلى : « هل ان قرينتك تعتبر استثناء بالنسبة لكل الجنس اللطيف ؟ ... وهل يتغير مزاجها مثل تغير الطقس ؟ » . اذ وجب أن يعيش يانوش فى كنفها ، وينبغى معرفة ما سيكون عليه حاله فى بيتها . ولا بد أن يجفل جاوس طبعا من مثل هذه الصراحة الحلوة .

لكن ما يهمنى فى هذه القصة ليس جاوس ، ولا فاركاش بوليايى . وحسب ما أتصور جاوس ، فانه ما كان ليأخذ صبيا غريبا ، حتى لو كتب تلك الرسالة التعيسة تاليران ببراعته الدبلوماسية . وهذا من حقه . ولا يهمنا من هذا القيل والقال ، إلا كونه يظهر مرة أخرى قلة وسوء تفهم الكبار للصغار . ولا يوجد فى هذه القصة ما يبرر سلوك كلا الرجلين .

لنتصور حال الصبى البالغ الأربعة عشر ربيعا ، الذى وعده

أبوه بلا شك بالآمال الكبار . ولم يكن عارفا بشكل جيد بوضع العلاقات المتبادلة بين جاوس وأبيه . ولم يكن يعرف ما يمكن ، وما لا يمكن أن يثير إزعاج جاوس .

وكل ما كان يعرفه ولتكن على ثقة من أن الأب كان يردد له ذلك عدة مرات فى اليوم – أن والده كان فى التلمذة صديقا حميما لجاوس العظيم ، وأنهما أقسما باجلال على الالتزام بالصداقة الى الأبد .

بالطبع كان الاب واثقا من أن كارل سيجيبه فى اليوم نفسه . والفتيان فى سن الرابعة عشرة يصدقون عادة ما يقوله آباؤهم . بالاخص اذا كان الأب هو معلمك فى الوقت نفسه ، وهو انسان موهوب متعدد المهارات ، ويثير الاهتمام . وينبغى الاشارة الى أن فاركاش بوليايى لم يكن عالم رياضيات موهوباً وعميق التفكير . وقد ورد فى كتابه حول الهندسة لأول مرة الشرط الأساسى لعدم ارتباط البديهيات . ولا جدال فى أن فضله يكمن فى أن يانوش كان فى العشرين من عمره يتفهم أعمق الفهم قضايا البديهيات .

وما كان للصبى أن لا يحترم أباه فى هذه الاعوام .

كان واثقا ، وينتظر .

كان صبيا من منطقة ريفية نائية فى أوروبا ، اعتبر نفسه تلميذا ، ومن يدرى ، فلربما يصبح بمرور الزمن زميلا لجاوس ،

وكان ينتظر على أحرّ من الجمر طيلة شهور عديدة مجئ كل بريد جديد ، ويعد ويحصى الأيام ، اللازمة من أجل أن يأتى جواب من جاوس ، وكان يمدد المواعيد ، ويختلق مختلف الاعذار ، والاعذار الجديدة التى تبرر عدم وصول الأنباء ، ومن جديد كان ينتظر البريد ويأمل ثانية ، وكان يأمل أيضا عندما أخذه أبوه الى فيينا للالتحاق باكاديمية الهندسة العسكرية ، وعندما بدا واضحا ان كل شىء قد انتهى ، وأن جاوس مجرد لم يرغب فى الاجابة على الخطاب ، ومع ذلك كانت تكمن هناك الفكرة ، فى أنه ربما يجرى فى أعقابهم خببا البشير المجهول الذى يحمل الرسالة المتأخرة ... لكن الرسالة لم تأت اليه .

ويجب القول بأنه رغم أننى لا أملك البتة أية معطيات ، وأننى لا أعرف كيف انعكست هذه القصة على الصبى يانوش ، لكننى أفهم جيدا ، أن فترة شهر ونصف من مثل هذه الحياة فى سن الرابعة عشرة ، كفيلة باتلاف أى جهاز عصبى الى دون رجعة . بالأخص إذا كان الشخص فتى موهوبا مولعا ، متحمسا ، مرهف الحس.

لكننا لن نعطى حكما قاسيا على جاوس أيضا . إذ كان باستطاعته أن يستاء أيضا . أما التفكير بشأن هدوء أعصاب طفل مجهول ما ، كما نفعل ذلك الآن ... سوف لا نطلب أكثر مما يجب .

كانت سنوات الدراسة ، وبالأخص الخدمة فى حاميات المجر النائية ــ سنوات وحدة عاصفة بالنسبة ليانوش بوليايى .

حقا إنه كان يوجد لديه فى الأكاديمية رفيقان. وقد جمعهم حب الرياضيات . لا اكثر . ثم لن يبقى من أحد .

وانا لا أميل الى الاعتقاد بأن ضباط الأقاليم كانوا من الأصحاب الذين يلائمونه . لكن يبدو أنه لم يخف ، بل كان يؤكد إحتقاره بكبرياء لكل هذه الجماعة . وكانت النتيجة حدوث فضائح ، ومشاجرات ، ودعوات للمبارزة باستمرار . وقد أنقذته مهارته فى استعمال السيف . وعموما كان على حق فى موقفه من « زملائه » . لكن مما يبعث على الشك أيضا أنه استطاع طيلة كل السنوات من إيجاد عدد من الأصحاب الطيبين ، ولو أنهم غير متعلمين وليسوا مثقفين جدا ، بل هم مجرد فتيان طيبين . والظاهر أنه كان يعتقد أنه لا يحتاج اليهم . وكان على خطأ . غير أنه لم يخطئ فى نظرية الخطوط المتوازية . وقبل خروجه الى المعاش (وذلك نتيجة حدوث مشاجرة ما أيضا) قام بصياغة أبحاثه فى « ملحقه » الشهير .

كتب مؤلفه هذا بشكل مركز للغاية ، وقراءته صعبة .

وينبغى القول أن الحظ لم يحالف الهندسة اللااقليدية من هذه الناحية. وأعمال لوباتشيفسكى قد كتبت بصورة غامضة جدا، واذا حكمنا عليها من وجهة نظر التحرير العلمى فانها كتبت بشكل سئ حقا .

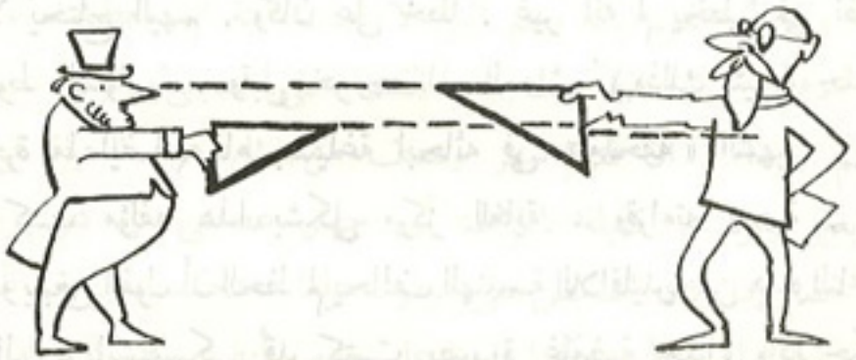
إن الكثير من الأشياء البسيطة فى جوهرها ، تبدو متشابكة الى أقصى حد . لكن وجد لدى علماء الرياضيات منذ زمن بعيد قول

مأثور بهذا الصدد : « تتحدد سمعة العالم الرياضى بعدد البراهين الخائبة ، التى استنبطها فى حياته » .

ومغزى الأمر أن المكتشفين الأوائل لا يعثرون ، كقاعدة ، على أكثر الطرق بساطة وجمالا . إنهم يمهدون الطريق ، وعليهم المرور به . أما الجمال ، والبهاء فيأتى بهما اللاحقون السائرون فى أعقابهم .

وتوجد إستثناءات عن هذه القاعدة ، لكن هذه إستثناءات فعلا . وهى نادرة الحدوث .

مهما يكن الأمر فان فاركاش بوليايى لم يفهم البتة عمل ولده . وبما أنه كان المقرر نشره كملحق لكتاب الهندسة الذى كتبه فاركاش ، فان النزاع بلغ حدا بالغا من التوتر .



وحدث بعد مرور خمسة عشر عاما ان توجه فاركاش مرة أخرى الى جاوس طالبا منه أن يكون حكما ثالثا بينهما . (كان ذلك فى عام ١٨٣٢) . فكتب له يقول : « إن ولدى يحترم رأيك أكثر من رأى أوروبا كلها » .

عندئذ أجاب جاوس على الرسالة ،.. حقا بعد مرور شهر . ولكنه قرأ عمل يانوش فورا ، وقرأه بامعان وبنية طيبة. ومهما كان حاله ، فقد كان يقدر المواهب . يقدرها فى الآخرين . وكتب فى اليوم التالى تقريبا الى أحد أصدقائه يقول :

« استلمت قبل عدة أيام من المجر مؤلفا صغيرا حول الهندسة اللااقليدية . وقد وجدت فيه كل نتائجى الذاتية ، مستنتجة بدقة كبيرة » .

حسنا ، إنه يكتب الحقيقة كما هى . الحقيقة الواقعة تقريبا . وليس لدينا الحق فى لومه ، ليس لنا الحق تقريبا .

لكن ها هو الأب والابن يستلمان الجواب . وقد تضمنت المقدمة المعتادة ، والكلمات المعتادة ، ثم يقول فيه :

« والآن سأورد بعض الملاحظات حول عمل ولدك . إذا ما بدأت من أننى يجب ان لا أثنى على هذا العمل ، فانك ستدهش للحظة . لكن ليس لدى خيار . إننى اذ أثنى عليه — فمعنى ذلك أننى أثنى على نفسى : لأن جميع محتوى المؤلف ، والطريق الذى سار فيه ولدك ، والنتائج التى توصل اليها ، تتطابق تماما تقريبا مع إنجازاتى الذاتية ، التى مضى على بعضها ٣٥ عاما . وأنا مندهش للغاية حقا لذلك ، الى أقصى درجة . وكنت عازما أن لا أنشر شيئا فى حياتى حول عملى ، الذى ما كتبت منه على الورق حتى الآن إلا القليل . إن غالبية الناس لا ينظرون نظرات صحيحة الى المسائل

التى يدور عنها الحديث هنا : لقد وجدت قليلا من الناس الذين اهتموا بما أبلغتهم به حول هذا الموضوع . ولابد للمرء من أجل أن يصبح قادرا على إستيعاب ذلك من أن يتحسس قبل كل شئ بصورة حيوية جدا ما ينعدم هنا بشكل خاص . وهذا الشئ غير واضح لأكثرية الناس . لكننى كنت عازما على أن أسطر كل ذلك على الورق بمرور الزمن بشكل لا يؤدى الى فناء هذه الأفكار بوفاتى على أقل تقدير . لهذا فاننى مندهش للغاية لكون هذا العمل قد انتزع منى ، لكننى مسرور الى أقصى حد لكون إبن صديقى القديم بالذات هو الذى سبقنى بهذا الشكل الرائع » .

القول بأن يانوش بوليبى قد أصابه الكرب ، يعنى أننا لم نقل شيئا . إذ جن جنونه ، وأصابه القهر ، والانسحاق . وكان مؤمنا أن كل ما جاء فى رسالة جاوس هو كذب من أول الرسالة الى آخرها . كذب هدفه الوحيد سرقة فكرته النيرة .

وكانت هذه الضربة الثانية من قبل جاوس أوجع من الاولى . لقد بلغ هو ، يانوش بوليبى ، مبتغاه ، وأصبح عالم رياضيات . وأدرك ما لم يستطع إدراكه مئات كبار علماء الهندسة طيلة الفى عام وأكثر . وأنه الوحيد فى الكون اجمع الذى يعرف الجواب (ولم يكن يعرف أنه فى مكان ما « على حدود آسيا » قد نشر عمل لوباتشيفسكى) . وإذا بهذا العجوز المتغطرس يريد أن يسلبه قضية حياته ، ومجده ، ويدفن عبقريته .

لكن ما على المرء أن يحكم على جاوس بصرامة شديدة . فقد كتب الحقيقة . الحقيقة تقريبا . وهو يتظاهر عندما يشرح الأسباب التى جعلته يمتنع عن إعداد ونشر نتائج أبحاثه . ومما لا جدال فيه ، أن ذنب جاوس تجاه علم الرياضيات ، وأمام بوليبى ، وأمام نفسه ، أنه لم يقل شيئا فى الصحافة عن عمل يانوش . وهنا بالذات لم يجازف لا باسمه ذى السمعة الطيبة ، ولا بأى شئ آخر عموما . وهذا هو منطق الطموح (إن جاء عمدا ام عفوا) . اما يانوش فانه بكل ما اعتراه من غضب ، طبعا ، غير الصائب فى كثير من النواحى ، قد تحسس بدقه ان جاوس إنما يخاتل فى بعض الامور ، وأن هناك إتجاه غير طيب ومزيف فى جميع ما يفكر به .

ولدينا بعض الملاحظات التى تبين رد فعله ، ويمكن الاتفاق مع نصه كله بلا قيد أو شرط . وهى كلمات صحيحة ، وطيبة حول العلم ، وحول أخلاقيات العالم . وهنا تصح جميع إتهاماته الى جاوس .

« باعتقادى ، وكما أؤمن به ، وباعتقاد كل إنسان غير متحيز ، فان جميع الحجج التى يوردها جاوس فى شرح أسباب عدم رغبته التامة فى نشر شئ من أعماله الخاصة بشأن هذه القضية فى أيام حياته ، هى حجج باطلة وتافهة . فالهدف فى العلم ، كما فى الحياة اليومية ، يكمن بالذات فى أن الأشياء الضرورية والمفيدة

عموما ، وعلى الأخص التى ما زالت غير واضحة بعد تماما ، يجب أن توقظ بصورة كافية وشاملة وعى الحقيقة الذي ما يزال غير كاف بعد بل وحتى خامدا ... إن تفهم الرياضيات ، بالنسبة للضرر العام وسوء الحظ ، لا يزال مع الأسف قصرا على قلة من الناس فقط . وعلى هذا الأساس ، وبهذه الحجة إستطاع جاوس أن يحتفظ بجزء كبير من أعماله الرائعة ... ومما يولد إنطباعا سيئا للغاية هو أن جاوس بدلا من أن يورد بصدد « الملحق » وكل ال « Tentamen » الاعتراف الصريح والنزيه بقيمتها الرفيعة ... والتفكير بالوسائل الكفيلة بفتح الطريق واسعا أمام قضية طيبة ، — نرى أن جاوس بدلا من كل ذلك يسعى إلى تفادى الطريق المباشر ، ويسرع فى صب رغباته الطيبة، بأن يبدى أسفة لضعف مستوى تعليم الناس. لكن ليست هذه هى الحياة ... »

بيد أن بوليايى لا يفكر بهذا القدر من الاتساع فى نفسه مع نفسه . وتعذبه الرغبة فى المجد ، والاعتراف به . وما يحتاجه هو الاعتراف به ، من أجل أن يعرف العالم أجمع أن يانوش بوليايى « عبقرى من الدرجة الاولى » (هكذا وصفه جاوس فى إحدى رسائله ، لكن ... ليس فى رسالة الى بوليايى . ولا على صفحات المجلات) .

والنتيجة العملية لرسالة جاوس هو — الانهيار العصبى الذى أصاب يانوش بوليايى . وحتى بدأ يرتاب فى خيانة والده له .

لا أريد القول بأن رد فعل يانوش قد أثار فى نوعا من الفرح .

ويمكن فهمه نفسه طبعا . لكن من الصعب موافقته ، وتبرير موقفه . ولو أنه إتبع نفسه كلماته التى قالها حول العلم ، لكان سلوكه وكل حياته فى المستقبل بشكل آخر . وبوليايى الآن ليس بالصبى — اذ يبلغ الثلاثين من العمر ، وكان قادرا على تقبل كل شئ كرجل . كان قادرا . لكننا نريد محاكمة بوليايى . فهو لم يتحطم بعد . فقد واصل العمل ، وحل نفس المسألة التى كان يعمل على حلها لوباتشيفسكى على بعد بضعة الاف من الكيلومترات . ويقوم ببناء كل علم الهندسة على أسس جديدة .

لكن طاقته القوية على العمل قد نقصت . ومن الجدير بالذكر أنه ما زال يهتم بحماس بمختلف أنواع القضايا ، وكان يحلم مع أبيه سوية فى وضع لغة عامة مشتركة . وحاول العمل فى فروع الرياضيات الأخرى . وحاول عمل أشياء أخرى ، لكن ذلك كان أبعد ما يكون عن العمل الجدى العادى ، بل رغبة مريضة فى إنجاز شئ خارق ، ليثبت للعالم انه عبقرى حقا .

وساءت علاقاته بأبيه للغاية فى ذلك الوقت . ويبدو أن بوليايى الأصغر لم يكن ليستطيع تقبل مشاركة احد له فى عمل ما . صحيح أن بوليايى الأكبر لم يكن كذلك مثالا للحكمة ، والنية الطيبة . وقادته الغيرة العلمية المتبادلة، والمصائب الأخرى الى نتيجة مدهشة . وفى أحد الأيام دعى الابن المبجل والده الى المبارزة . وبعد فترة قليلة أصبح مريضا عصبيا بكل معنى الكلمة .

ثم وجه الضربة القاصمة جاوس اللعين نفسه .

فى عام ١٨٤١ قام فاركاش بوليايى بناء على نصيحة جاوس بطلب كتيب من تأليف لوباتشيفسكى صدر باللغة الالمانية ، واسمه : « الأبحاث الهندسية حول نظرية الخطوط المتوازية » . وتذكر جاوس يانوش بمناسبة عمل لوباتشيفسكى ، ربما ليكفر عن إهماله القديم له ، ولاجدال فى أنه كان مدفوعا فى ذلك بأطيب الدوافع .

لكن وعى يانوش المريض اعتبر كل ذلك دسيسة ميكافيلية شيطانية . وكان مقتنعا بأن هذا الاسم المستعار الروسى الخيالى يخفى وراءه أحد أتباع جاوس ، إن لم يكن هو نفسه .

وقام يانوش بوليايى بتحليل كل دقيقة فى هذا المؤلف الصغير بامعان ودقة وبسوء نية مقصودة ، وباسهاب شديد .

كان عالما بدرجة كافية من أجل أن يقدر العمل ، لكنه كان يسر لكل سهو فيه وبشكل عام كان ينظر للمؤلف وكأنه عدوه الشخصى .

وقدر له ان يعيش عشرين سنة اخرى .

إنه الان فى سن التاسعة والثلاثين . وهى سنوات الازدهار — هكذا اعتاد الناس وصفها ، كما أظن .

لكن يانوش بوليايى كان محطما نهائيا .

كان مصابا بداء عضال من الأمراض العصبية . والفكرة التى تلح عليه هي نظرية الخطوط المتوازية . وكانت هذه السنوات

العشرون ثقيلة الوطأة بالنسبة له ولاترابه . وكان قد انفصل عن ابيه تماما . واكتفى بمراسلته فقط حول الموضوعات العلمية . وهكذا استمرا بالمراسلة ، رغم أنهما كانا يعيشان فى مدينة واحدة . وعملت الرياضيات على اثارة النزاع بينهما كليا . وكانت آخر مرة يبعث فيها الى الحيوية الكابتن المحال على التقاعد يانوش بوليايى هى عام ١٨٤٨ . فقد اندلعت نيران الثورة فى المجر . ووقف معها بكل روحه . لكنه كان مريض من جهة ، ومن جهة أخرى لم يود أن يغدو أحد المشاركين العاديين فيها . أراد أن يقود . بالمناسبة ، يمكن تصديق أنه كان باستطاعته أن يصبح قائدا عسكريا ممتازا . لكن لم يكن يعرفه أحد . فبقى فى بيته . وكان إندحار الثورة ضربة معنوية جديدة له . وأخذت الامراض تعذب بوليايى أكثر فاكثر . ولم يعد يعمل .

وفى الواقع لم يعمل أى شئ خلال السنوات الباقية ، وأخذ يمضى الوقت فى بحث الأفكار الطوباوية . وشئ جميل أن تبرز موهبة لامعة غير متوقعة فى ما أبدعه عقله المريض . وكانت آخر الأفكار التى سيطرت عليه هى الأمل فى تكوين نظرية رياضية مثالية للدولة ، وبذلك تقاد البشرية الى الخير العميم . ولم يستطع عمل أى شئ واقعى ، بالطبع ، لكن الفكرة نفسها قريبة جدا من الأفكار الحديثة لعلماء السيبيرنيتيكا المعاصرين .

كانت نهايته قد اقتربت ، وساءت حالته كثيرا .

كان كئيبا ، ومتشككا ، ورغم أنه كان يحب البشرية عموما ، لكنه ما كان ليطيق المقربين اليه . فترك زوجته . ولم يهتم كثيرا باولاده . وتشاجر لآخر مرة مع أبيه المحتضر العجوز . لكنه نفسه كان عجوزا جدا وهو فى الرابعة والخمسين من عمره .

ربما كان أكثر سعادة لو توفى قبل ذلك .

كان عالم رياضيات لامعا — لا شك فى ذلك ، لكنه كان يقدر فى المرتبة الاولى لا العلم ، بل شخصه فى العلم .

ربما يكون القول قاسيا ، لكننى أخشى أن يكون نفسه قد رسم مصيره بنفسه .



الباب الثامن

نيكولاى ايفانوفيتش لوباتشيفسكى



فى بداية القرن العشرين حصل نيكولاى إيفانوفيتش لوباتشيفسكى على اعتراف الجميع .

وهو فخر العلم الروسى . وأعظم عبقرية فى تاريخ علم الرياضيات ، ولم يكن يفهمه المحيطون به، ويحتقرونه . لقد كان ضحية للطغمة الأكاديمية البيروقراطية الدواوينية. عانى ما عانى طيلة حياته ، ثم مات عبقريا لم يفهمه احد، وهو فى حالة تقرب من الفقر .

هذه بعض الأفكار التى تحدد بناء تلك الميلودراما الرخيصة جدا ، التى غالبا ما تمثل على صفحات المقالات والكتب المبسطة الشائعة. وأكثر ما يبعث على الفضول ، أن كل هذا صحيح جدا فى الأساس ، رغم أن فيه بعض المبالغة .

لكن هناك شئ صحيح بدون جدال . وهو ان لوباتشيفسكى يعتبر فعلا فخر العلم الروسى .

بالمناسبة هناك ترجمة حياة لوباتشيفسكى التفصيلية والجدية الرائعة ، التى كتبها ف . كاجان . ولا يسعنا إلا نصح القارئ بالحاح أن يطالعها . ولنمر بسرعة على المراحل الأساسية من حياته .

مدينة قازان — ركن غير بعيد من الامبراطورنة الروسية ، فبراير عام ألف وثمانمائة وخمسة وستون .

فى العشرين من فبراير توفى هنا ، بعد مرض طويل ، النبيل نيكولاى إيفانوفيتش لوباتشيفسكى ، الذى أخلى منذ فترة وجيزة فقط لسوء صحته منصب مساعد مدير المنطقة التعليمية فى قازان ، الذى عمل سنوات طويلة ، وبصورة دائمة عميدا للجامعة الامبراطورية ، والأستاذ القدير فى الرياضيات البحتة ، والعضو المراسل لجمعية جوتنجن الملكية ، والعضو الفخرى لجامعتى موسكو ، وقازان ، وكذلك لكثير من الهيئات التعليمية ، والمستشار الفعلى للدولة ، وحامل أوسمة القديس ستانسلاف من الدرجتين الثالثة والاولى ، والقديسة آنا من الدرجة الثانية ، والقديسة آنا من الدرجة الاولى المزين بالتاج الامبراطورى ، وحامل وسام القديس الأمير فلاديمير من الدرجتين الرابعة والثالثة ، الذى منح الأوسمة مكررا لتفانيه فى الخدمة الممتازة ، والأعمال ، والجهود الخاصة لصاحب الجلالة الملكية .

سار كل أهل الثقافة فى قازان وراء نعش الفقيد . وكانت مراسيم الدفن ذات جلال وجمال . كان الناس يحبونه ويجلونه فى المدينة . وقال أحد الخطباء : « إن حياته النبيلة كانت سجلا حيا للجامعة ، وآمالها وطموحها ، ونموها وتطورها » .

وفى كنيسة الجامعة مرت جموع الناس مودعة الفقيد العزيز الى مثواه الأخير .

ونشرت صحيفة « أخبار محافظة قازان » مقالة تأبينية موجزة تنعى فيها الفقيد بأسلوب احتفالى وقور يلائم هذه المناسبة .

إن المرء يتحدث عن الاموات « إما خيرا ، أو لا يقول شيئا » .

وهذا ما يعرفه حتى كل تلميذ مدرسة .

وبعد تقدمة ليست طويلة ، كتبت الصحيفة تقول :

« إن أعماله وخدماته فى مجال العلم ، التى غدت الآن من سجلات العالم العلمى ، ستجد بلا شك قريبا الشخص الجدير بتقييمها . ونحن نعتبر أنفسنا سعداء لأننا استطعنا كتابة هذه السطور القلائل فى ذكرى الفقيد ، ونورد أدناه تحية الوداع التأبينية التى القاها أستاذ فصيح اللسان » .

ان المرء يتحدث عن الاموات « اما خيرا ، او لا يقول شيئا » .

ربما هنأ كاتب المقالة التأبينية نفسه من أعماق القلب من أجل أسلوبه البلاغى البارع ، الذى تخلص بواسطته بمثل هذا النجاح من أخطر موضع .

كان كل إنسان فى قازان يعرف أن المتضلعين فى العلم ، وكبار النقاد إعتبروا أعمال لوباتشيفسكى وليدة عقل مريض . ولسنوات طويلة كان الجواب الوحيد على سؤال أحد الطلاب المتحمسين : « هل صحيح أن مدير جامعتنا عالم الرياضيات الأول فى روسيا ؟ » هو التزام الأستاذ الصمت . وهو صمت فيه احراج وحيرة وتجهم اذا كان طيب النية . وصمت فيه سخرية لدى الخصوم .

لا شك أن الفقيد كان من خيرة مواطنى قازان . وكان رجل إدارة ممتازاً . وكان حارما حزما أبويا مع الطلاب ، وصديقا ودودا مع زملائه ، ودبلوماسيا حاذقا مع الأقوياء فى العالم ، ومعلما مربيا محترما ، وأثقف عالم رياضيات ، حريصا على إدارة الجامعة ، ومؤسسها وفخرها .

لكن كانت هناك شائبة أيضا . هى أعماله الحمقاء ، وتمسكه العجيب لسنوات طويلة بأفكاره الطائشة . وكان ينبغى السكوت عن ذلك بلباقة .

وبالنسبة للعارفين فانه توجد فى مقالة التأبين ثغرة دقيقة ، اخفيت جيدا ، من ازدواج المعنى :

« ... بلا شك ستجد قريبا الشخص الجدير بتقييمها » .

وسواء أراد الكاتب أم أبى فيمكن للقارئ أن يلاحظ هنا وجود إيماءة ما . وهو ليس طيب القصد مطلقا . فمن لا يعرف قيمة

أعمال الفقيد . أما الاشخاص الذين قيموا أعماله فهم جديرون بذلك ، انهم من الاكاديميين .

وللاسف ، يجب علينا أن نعترف انه لم يتسن للمتكلمين تفادى الشعاب الكريهة كليا .

صحيح أن بوليتش الذى ألقى كلمة رثاء مقتضبة لم يتفاد المنزلق بنجاح كبير . إذ اقتصر فى حديثه عن أعمال الفقيد ، وهو الأستاذ فى علوم اللغة ، بعبارة ناعمة واحدة فقط :

« ... وليس لنا أن نتحدث هنا عن أعماله العلمية المستقلة حول الرياضيات ، التى جلبت له الشهرة والمجد ... »

أما كل ما تبقى من أمور ، فقد تحدث عنها الخطيب المثقف ، المتعلم ، الحسن النية باخلاص ، بود ، وبساطة ، وحسنا . وأنهى كلمته باسلوب رفيع ومؤثر ، وحتى بشئ من الحماسة الشاعرية .

لكن هنا أيضا ، ومهما قلّبت المسالة ، تجد أمامك إلتباسا آخر . حتى أنه التباس بغيض .

إذ أن الشهرة العلمية التى حصل عليها قد اقترنت بشئ من السخرية والفضيحة . فليعفنا الله من مثل هذه الشهرة .

حقا أن نيكولاى لوباتشيفسكى قد وجه لأصدقائه سؤالا صعبا . اذ لا يجوز عدم الاجابة عليه (فهو فوق كل شئ عالم رياضيات وليس مجرد مسئول رسمى) فلا بد أن يقولوا شيئا ما ، لكن ما هو هذا الشئ . هذا مالم يعرفوه .

ولم يحالف الحظ بوليتش فى كلمته . إذ وجد كبير القسس بصورة غريبة تثير العجب ان كلمة التأبين التى القاها بوليتش تمثل جريمة ضد الرقابة وحتى ضد الاخلاق، باختصار — انها الحاد.

أما كيف لاحظ ذلك، فهو أمر غير مفهوم. وأغلب الظن أنه اغتاظ لعدم ذكر أى شئ عن الدين وعن إسم الله .

بالطبع قام أحدهم بوشاية ، وشاية تم إيصالها الى المراجع العليا جدا . فكتب بوليتش إلى أصدقائه ، وطلب مساعدتهم ، وأكد أنه لم يتفوه باية كلمة يحاسب عليها القانون « فيما عدا الحقيقة عن الفقيد ، واحترام الفكر والعلم ، وهو أمر طبيعى للغاية فى هذه الأيام ، وبعض العبارات البلاغية التى لابد منها » .

لحسن الحظ وجد بعض أهل الخير فى بطرسبورج ، فقاموا بطمس القضية .

وهكذا ، ففى شتاء عام ١٨٥٦ ودعت قازان الى « طريق الخلود الجرداء » ، حسب تعبير بوليتش ، فخرها وابنها العظيم .

وبعد عام تقريبا كتب أحد تلاميذ الفقيد وهو أ. بوبوف مقالة تابينية وجد فيها حلا أفضل لهذه المشكلة الصعبة .

فذكر حول رسالته الحقيقية فى الحياة عبارة واحدة لا غيرها مرة أخرى ، وهى : « إن المحاضرات التى ألقاها لوباتشيفسكى على نخبة من الأفراد ، والتى طور فيها مبادئه الجديدة للهندسة ، يجب أن توصف بحق بكونها عميقة التفكير » .

وهو لم يقل شيئا فى الواقع ، لكن كلامه يخلو من أية تلميحات.

أما الان فيمكن التوقف فى الحديث عن مأساة حياة لوباتشيفسكى. وان ظروف دفنه ، وكلمات التأبين التى قيلت تخليدا لذكراه توضح الأمور خيرا من أى مجموعة من علامات التعجب ، والعبارات حول الفترات المأساوية من حياته .

لننس لبعض الوقت أنه كان عالم رياضيات فذا . ولنرجع الى المعطيات الأولية، والنهائية إنطلاقا من المعايير العادية، وبدون مبالغة.

ولد لوباتشيفسكى فى ٢٠ نوفمبر عام ١٧٩٢ فى أسرة فقيرة متواضعة ، وكان رب هذه الاسرة إيفان لوباتشيفسكى يعمل موظفا صغيرا . وهذا اللقب يعادل فى سلم الخدمة للامبراطورية الروسية آنذاك الملازم ثانى . وكتب احد معاصريه يقول باسلوب رومانتيكى وحزين كما كانت « الموضة » الشائعة فى الكتابة انذاك : « احاط الفقر والفاقة والعوز بمهد لوباتشيفسكى » .

كانت الأسرة مؤلفة من ثلاثة صبيان ، وعندما توفى عائلها إيفان ماكسيموفيتش لوباتشيفسكى فى عام ١٧٩٧ بقيت أرملته الشابة براسكوفيا الكساندرفنا ، نصف الأمية والبرجوازية الصغيرة ، والبالغة من العمر ٢٤ عاما ، لوحدها على حافة الكارثة .

ولن نعرف أبدا كيف تسنى لها تربية أبنائها الثلاثة والحاقهم بمدرسة قازان ، للدراسة على حساب الدولة ، وكم كلفها ذلك ، وبأى دموع وطرق ملتوية .

وكل ما بقى لدينا ، عريضة استرحام كتبها لها أحد أهل الخير ، أو محام سكير لقاء قدح من الشراب ، وأمثالهم كثيرون دوما فى روسيا القديمة المسيحية .

ويبدو فيها من كمال الشكل الذى كتبت فيه ، أنه قد املاها إنسان مجرب .

كانت تتضمن عبارات الحاجة النبيلة ، والاحترام ، والعناية ، والحزن المكتوم لامرأة تعيسة ، ومشاعر الولاء ، والاخلاص لصاحب الجلالة وتوقيع

« وتقبلوا فائق الاحترام !

خادمتكم المخلصة

براسكوفيا لوباتشيفسكايا »

وقد كتب التوقيع فى سطرين دليلا على الدماثة الرفيعة ، والاحترام العميق .

لكن من كانت براسكوفيا لوباتشيفسكايا ، وكيف ومن أى الموارد كانت تعيش .. هذا ما لا نعرفه .

ومهما يكن ، ففى ١٧ نوفمبر عام ١٨٠٢ التحق أبناؤها الكسندر (١١ سنة) ، ونيكولاى (٩ سنوات) ، واليكسى (٧ سنوات) « بالمدرسة للدراسة على حساب الحكومة » .

وهكذا فتحت فى هذا اليوم على مصراعيها الأبواب للاخوة لوباتشيفسكى للوصول الى الأعمال الناجحة فى المستقبل .

لنعد الآن الى الجنازة .

لم يحقق أحد فى روسيا الامبراطورية ، إلا النوادر والقلائل من الناس ، ما حققه نيكولاى لوباتشيفسكى فى حياته .

طبعا ، كانت هناك نجاحات باهرة فى بلوغ المناصب ... توصل اليها من هو فى الأسرة المالكة ومتين الجسم ، وقام بقفزات من فلاح بسيط إلى منصب مستشار القيصر دون مراعاة منحدره العائلى ، وحصل على ضياع فيها . عشرات آلاف الانفس .

كما حدث أيام الامبراطور بافل ان الخادم قد تحول الى كونت فى اللحظة المناسبة . لكن بالنسبة لرجل العلم يعتبر الحصول على المنصب الادارى الذى بلغه لوباتشيفسكى أمرا بارزا جدا ، ان لم نقل أمرا لا مثيل له . واذا ما أضفنا الى ذلك أنه سلك الطرق النزيهة الشريفة ، وقلما حاد عن الدرب ، وبالاخص انه « لم يبحث عن حماية » ، ولم يتملق أو يتهافت كثيرا على الألقاب ، لاعتبرناه محظوظا للغاية .

بالطبع لم يكن لوباتشيفسكى ملاكا طاهرا . بل كان إنسانا طليعيا بالنسبة لقرنه لا أكثر . وقد ارتكب أعمالا خجل منها نفسه ، وكان من الصعب على المرء ان يبقى نقيا من الناحية الأخلاقية فى ذلك الزمان ، أثناء الاستمرار فى الخدمة . لقد عاش حياة معقدة ، وحصل بشكل كامل على كل ما يعطى الانسان فى هذا العالم .

عاش سنوات شباب حرة خالية من المتاعب عموما ، لكنه عانى فيها من خسائر أليمة . فكانت فيها فرحة النجاحات الاولى ، ونشوة الابداع ، والمشاكل الخطيرة فى سنوات حياة الطلبة . والعمل العلمى السعيد الخالى من المتاعب فى البداية ، وهجمات الأعداء الشرسة ، والساخرة ، والذكية . والعمل الادارى والاجتماعى المجهد ودسائس زملائه . وأقوال المديح والتمجيد لهذا الرجل الادارى ، والوخزات لاعتداده بنفسه . وكلمات الاعتراف التى جاءت من جاوس العظيم نفسه ، والزهو السار بالمكافآت . ومرارة الاساءات ، والحب المقرون بالسعادة العائلية .

فى نهاية المطاف ، وعندما بلغته الشيخوخة حملت له الاقدار المتاعب فى العمل ، بموت إبنه المحبوب ، واصابة زوجته بمرض عصبى ، واصابته بالامراض ، والعمى ... لكنه كان حتى آخر أيام حياته يتمتع بمسرة كبرى فى العمل .

لننتقل الى الترتيب الزمنى لحياته .

درس فى المدرسة فى فترة ١٨٠٢ ــ ١٨٠٤ .

وكانت البرامج التى يلزم التلاميذ بدراستها هى :

قواعد اللغة الروسية ، الادب ، التاريخ ، الجغرافية .

الرياضيات ، الجبر ، الهندسة ، علم المثلثات ، الميكانيكا ، الفيزياء ، الكيمياء ، الايدروليكا ، المساحة ، الهندسة المدنية .

المنطق ، الفلسفة التطبيقية .

اللغات الاجنبية : الالمانية ، الفرنسية ، اليونانية ، اللاتينية حتما ، بالاضافة الى التتارية .

الفن العسكرى ويتضمن التكتيك ، وعلم المدفعية ، والاستحكامات .

كما أدرجت أيضا المعارف المدنية . فتضمن المقرر التشريعات القانونية .

بالاضافة الى المواد التى تكسب المهارات فى الحياة الاجتماعية للنبلاء مثل :

المبارزة ، والرسم ، وفن الرقص ، ومبادئ الموسيقى .

وكل هذا المقرر مخصص لثلاث سنوات ، وليس لعشر سنوات . ولم ينهه جميع التلاميذ . لكن ابناء أسرة لوباتشيفسكى أنهوه . ويبدو أنهم كانوا يدركون جيدا أن ما من سبيل آخر أمامهم ، بالاضافة الى أن الدراسة كانت أسهل بالنسبة لهم ، لكونهم يعيشون الثلاثة سوية .

كان نيكولاى صبيا لعوبا . ودرس جيدا . كان صبيا موهوبا عاديا . والفرق الوحيد بينه وبين الصبيان الآخرين من أبناء النبلاء الناعمين اكثر منه ، هو أنه كان يعالج الأمور بصورة عملية وصارمة ، تميز حياة الناس بسطاء الاصل .

وكان هناك بين المعلمين أناس مثقفون موهوبون ، وحتى أفذاذ بالنسبة لذلك الزمن . منهم عالم الرياضيات اللامع والفذ كارتاشيفسكى .

فى يناير عام ١٨٠٧ .

قبل لوباتشيفسكى فى الجامعة بعد عدد من المصاعب الصغيرة المختلفة بالنسبة للغة اللاتينية ، وكان فى الرابعة عشرة من العمر .

فى يوليو عام ١٨٠٧ . اصابته اول ضربة شديدة . فقد مات غرقا أخوه الأكبر الحبيب الكسندر .

وكانت النتيجة أن أصيب نيكولاى برجة عصبية ، ورقد فى المستشفى ، وقرر بحزم أن يصبح طبيبا .

درس الطب فترة تزيد على السنتين . صحيح ، أنه كان الرياضى الأول فى الجامعة ، لكنه قرر بحزم أن الرياضيات ليست سبيله فى الحياة . ونجد الصبى يحتار مترددا بين « الواجب » والموهبة التى خلق من أجلها . وكانت سنه لا تزيد عن ١٥ — ١٦ عاما ، وقد أثر به كثيرا موت أخيه ، ويبدو أن خلقه فى تلك الفترة كان عنيدا ، متمردا ، وصعبا للغاية . لكنه كان حدثا عاديا تماما . وهو مستقيم للغاية . ويلتزم بصرامة بقانون الشرف الطلابى . وكان يجد ولعا فى كل ما ينبغى عادة أن يثير إهتمام الطالب . فهناك الحفلات التنكرية ، والمسرح ، والمشاجرات . وأعمال العبث الحمقاء المجردة . فمثلا ، الحادثة الشهيرة عندما دخل الجامعة ممتطيا بقرة ، الامر الذى أثار حنان النصف الأكبر من كاتبى ترجمة حياته الى درجة بالغة ، معتبرين اياها احتجاجا عفويا ضد الرجعية .

فى تلك السنوات ساء الوضع حقا فى الجامعة ، وقد أفسد حياة لوباتشيفسكى شخصيا رجل بغيض جدا — وهو نفعى ماهر وعديم المبادئ اسمه كونديريف .

كما أن لوباتشيفسكى نفسه كان ، ولابد لنا من الاعتراف بذلك ، يبدى حماقات صبيانية ساذجة ، مماثلة وبنفس الشكل ، الذى يقوم به مئات آلاف الصبية العاديين الثائرين ، والمتعجرفين ، والسريعى الانفعال ، والواثقين فى أعماق نفوسهم بصورة ما ، بأنهم سوف لا يعاقبون على كل ما يقومون به .

لكن كونديريف كاد أن يقضى عليه . وقد حالفه الحظ اذ دافع الاساتذة الأجانب بارتيلس ، وليتروف ، وبرونر ، الذين كانوا مدعوين للتدريس فى الجامعة ، عن هذا الفتى الموهوب .

وطرحت مسألة إرساله الى الجيش للخدمة كجندى ، لا أقل ولا أكثر من ذلك . وقد اتهم كونديريف لوباتشيفسكى معتمدا على خيرة تقاليد هذا الطراز من الناس ، بالالحاد وبالخروج عن مبادئ المجتمع تقريبا . ولم يتضح فيما إذا كان نيكولاى ملحدا . لكن الذى لا شك فيه أنه كان طيلة حياته يكره النفاق ورجال الدين .

عموما ، يبدو أن لوباتشيفسكى كان فى ذلك الوقت ، وفى وقت لاحق ، ذلك الطراز من الرجال الموسوم بـ « التقدمى المعتدل » القريب من الانسانيين فى تفكيره، ولكن ليس مطابقا كليا لهم.

ولغرض أن ينتهى كل شئ بسلام ، وجب عليه مع ذلك اعلان

ندمه ، والقاء خطاب يعرب فيه عن ولائه ، وأن يعترف ويشجب أخطاءه . وأن يقدم وعدا بأنه فى المستقبل سوف ...

لكن الصبيانية هى الصبيانية ، غير أن لوباتشيفسكى قد قرر فى تلك السنوات مصيره فى أن يصبح عالم رياضيات . وحقق نجاحا كبيرا فى هذا المضمار . ولا شك أنه كان أول عالم رياضيات فى جامعة قازان ، وكان بارتلس مسرورا دائما فى إبراز نجاحاته وموهبته .

كما ان القيم على المؤسسات التعليمية فى المنطقة (وهو شخصية كبيرة جدا فى سلم الخدمة الادارية) كان يقدر الشباب الموهوب . واذا ما تذكرنا أنه كان فى روسيا كلها عدة آلاف من الطلاب ، فليس كثيرا القول أن لوباتشيفسكى كان معروفا فى كل الامبراطورية الروسية ، وليس فى نطاق منطقته وحدها .

ولكى ندرك اهمية جامعة قازان بالنسبة لروسيا آنذاك فأفضل شئ هو أن نأخذ جامعة مماثلة فى أيامنا . فنذكر شبيها مماثلا للغاية هو فرع سيبيريا لأكاديمية العلوم السوفييتية . أما لوباتشيفسكى فهو عالم شاب ذو مستقبل باهر فى هذا الفرع .

أنهى الدراسة بنجاح .

أغسطس عام ١٨١١ .

حصل على لقب الماجستير من بين خيرة المتخرجين . وكان يبلغ الثامنة عشرة من العمر . وهذا يعتبر نجاحا ، حقا أنه غير

باهر ، لكن لا شك فيه . ثم بدأت سنوات طيبة فى حياة لوباتشيفسكى . فعمل كثيرا ، وبصورة طيبة . ولم تخلو حياته من اللهو . اذ جرى قبوله فى « أحسن مجتمع » فى قازان . وكان فتى طريفا من أبناء المدينة . يتمتع بسلوك « جنتلمان » . وحتى اذا ما نظرنا اليه من مفاهيمنا لاعتبرناه من (المتحذلقين) بشكل واضح . وكان يجيد اختيار ملبسه ، ويحب الملابس الانيقة .

لم تمسه الحرب مع نابليون تقريبا . وحاول أخوه الاصغر أليكسى الالتحاق بالجيش المحارب ، لكن رد على أعقابه . حقا أنه بث الرعب فى القلوب لاختفائه بهذا الشكل ، فمرض بسبب ذلك نيكولاى . وبشكل عام يمكن القول أن مشاعر القرابة لدى لوباتشيفسكى كانت قوية جدا دائما .

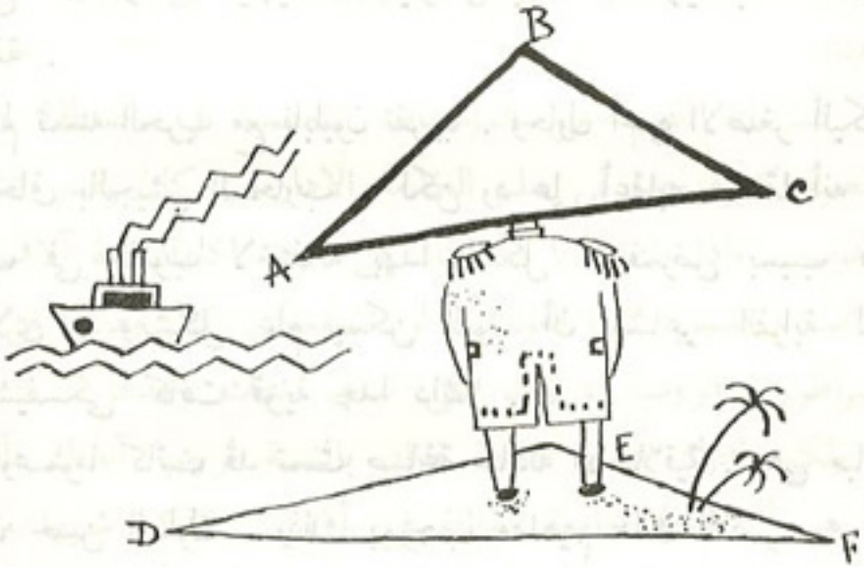
وعموما كانت قد تمت صياغة مبادئه الاخلاقية . وهى مبادئ إنسان حسن السلوك . وذلك بموجب مفاهيم ذلك العصر .

قام بارتلس — وهو معلم مثقف جيد ، ولو انه رياضى متوسط الكفاءة — باجباره على دراسة كبار رجال العلم . ويبدو أن العيب الوحيد ، والخطير لدى لوباتشيفسكى ، هو حدة مزاجه بشكل يفوق الحد ، وكذلك بغروره فى علاقاته بمن يحيطونه من الناس . وقيل عنه مرة أنه « يحلم بنفسه أكثر مما ينبغى » . لكن كان لا بد من ظهور الغرور ، ومن جهة أخرى فان لوباتشيفسكى رأى

بوضوح ، وبتبصر ان امامه الكثير حتى يبلغ مرتبة كبار علماء الرياضيات العظام فى عصره .

فى مارس عام ١٨١٤ ، جرى منحه لقب أستاذ مساعد فى علوم الفيزياء والرياضيات .

وبدأ يقرأ المحاضرات بصورة مستقلة .



وفى يوليو عام ١٨١٦ منح لقب أستاذ فوق العادة ، وكان يبلغ الرابعة والعشرين من العمر . وبذلك بدأت نجاحاته التى لا يتطرق اليها الشك فى عمله . فى تلك الاعوام تغيرت أمور كثيرة فى الجامعة ، ولاكثر من مرة . وكان يدور صراع فى ما وراء الكواليس . ودسائس . وانتصر الرجعيون مؤقتا . ثم انتقم « التقدميون » لأنفسهم .

كما جرى تغيير القيمين على المؤسسات التعليمية فى المنطقة . باختصار كانت الحياة « العادية » تسير فى طريقها .

كان لدى لوباتشيفسكى اعداء فى الحزب الرجعى ، كما كان لديه حماة أقوياء .

وفى هذه الاعوام بدأ اهتمامه بمسألة الخطوط المتوازية . انها بداية عادية . وأجرى المحاولات لايجاد البرهان . وحتى قام فى عام ١٨١٥ أثناء محاضراته بالتحدث الى التلاميذ عن برهان توصل اليه . لكن يبدو أنه سرعان ما اكتشف خطأه. وهو بالمناسبة خطأ بديهى .

جاء عام ١٨١٩ .

امتدت يد الرجعية ، التى ازدهرت فى روسيا خلال تلك الفترة ، لتمس قازان ايضا . فاتى قيم جديد — وهو رجل نفعى ذكى ، لا مبدئى تماما ، وبارد ، وقاس ، إسمه ماجنيتسكى .

كان من أولئك الناس الذين لاتهمهم مطلقا الوسيلة التى يحققون بها منافعهم الشخصية . المهم هو الصعود الى القمة . فاذا تطلب الأمر اجراء اصلاحات ، فأهلا بها . واذا ما وجب تطبيق أقصى أشكال الرجعية المتطرفة — فسيتم تطبيقها . لكنه كان ، واكرر ذلك ، ذكيا جدا ، وله كفاءة إدارية . فى البداية ظهر كمفتش عام ، وكنتيجة لعمله التفتيشى اقترح إغلاق جامعة قازان بسبب حرية الفكر ، والفساد الأخلاقى العام فيها .

لكن الكسندر الاول قرر عدم غلق الجامعة ، بل تعديل الأوضاع فيها ، وكلف ماجنيتسكى بهذه المهمة .

بدأت سنوات عصيبة بالنسبة للجامعة ، لكن ماجنيتسكى أبدى تودداً فى البداية تجاه لوباتشيفسكى . ربما كان يفكر فى أن يجعله أحد المنظمين تحت لوائه .

وفى الفترة ١٨١٩ — ١٨٢١ واصلت منزلة لوباتشيفسكى تطورها . فجرى انتخابه رئيسا . وأصبح أمينا للمكتبة ، وعضواً للجنة البناء أيضا . كما توالت عليه الألقاب ايضا .

ففى فبراير عام ١٨٢٢ انتخب كأستاذ . وفى هذه الاعوام بالذات كان لوباتشيفسكى يتصرف ضد ما يمليه وازع الضمير . صحيح أن العمل مع رجل مثل ماجنيتسكى لا يمكن المرء من التمسك حتى النهاية بالسبل القويمة .

لكن لوباتشيفسكى كان يتميز بشخصية مستقلة فى تفكيرها وحادة المزاج ، وبصراحة ، إنه إنسان صعب للغاية . وكان بعيدا جدا عن ماجنيتسكى فى أفكاره ، فى الوضع الراهن ، لأن أفكار لوباتشيفسكى لو نالت فجأة الاستحسان من الجهات العليا ، ومن بيدهم الأمر والنهى ... فان ماجنيتسكى كان سيغدو رجلا تقدميا جدا حقا . باختصار ، بحلول فترة ١٨٢٢ — ١٨٢٣ لم يتبق الكثير من الود الذى يكنه نحو ماجنيتسكى .

وجاء عام ١٨٢٣ . وفيه لقى لوباتشيفسكى بداية المتاعب

الخطيرة فى العمل . اذ رفض الأكاديمى فوس كتابه الدراسى الجديد « علم الهندسة » . ربما لم يكن فوس على حق تماما ، رغم أن جميع الباحثين الجديين يتفقون على أن الكتاب يتضمن فعلا عيوبا كبيرة ، وأن بعض ملاحظات فوس صحيحة تماما . لكن لوباتشيفسكى تأثر لذلك بصورة بالغة ، ولم يود الاجابة على ملاحظات فوس ، ولا اصلاح النواقص ، وحتى لم يسترجع مسودة الكتاب . ولا بد لنا من الاشارة الى أن كبرياءه كانت تجلب عليه الضرر أحيانا . لكنه أخذ يعمل كثيرا طيلة الوقت . وفى هذه السنوات تولدت لديه قناعة باستحالة اثبات المسلمة الخامسة إعتمادا على الهندسة اللااقليدية .

وفى فترة ١٨٢٥ — ١٨٢٦ جرت فورا عدة أحداث سارة . إذ تم تعيين لوباتشيفسكى رئيسا للجنة البناء فى الجامعة . وانتخب امينا لمكتبة الجامعة . وازداد راتبه كثيرا ، فأخذ يستلم اربعة الاف روبل سنويا . وهذا مبلغ محترم جدا .

وفى ١٤ ديسمبر عام ١٨٢٥ أزيح ماجنيتسكى من منصبه . وجرى ذلك ، رغم انه قد يبدو غريبا ، اذ لم يدرك حقيقة الوضع بعد موت الكسندر الأول . فبدأ يجازف ويجازف كلاعب القمار ، وأراد أن يحصل على الترقية بسرعة خاطفة . واعتقد أن الوقت ملائما لذلك . لكنه أخفق فى ذلك . ووضع كل أمله فى قسطنطين ، بينما جاء نيكولاى للعرش . وعندئذ برزت من طيات الماضى مذكرة

قديمة كان يتشكى فيها من ليبرالية نيكولاى الذى كان انذاك كبير الامراء . وهذا الأمر من المفارقات الغريبة التى لا تحدث الا فى روسيا .

من الطبيعى أن يبدأ التحقيق فى الأمر . وتبين أن مبالغ معينة من المال التى كانت كما يبدو قيد الوجود وقد اختفت . ولم يكن نظام الجامعة الصارم غريبا عن روح القيصر نيكولاى ، لكن ماجنيتسكى قد بالغ فى لعبته ، والشئ الرئيسى أنه لم يحدس أهمية احداث ديسمبر عام ١٨٢٥ . وهكذا ضاع الرجل . فأقيل من منصبه ، ثم بدأ تحقيق إضافى بشأن الاموال ، ونفى الى ريفيل قبل اتمامه .

وكان ذلك بالنسبة لكل الجامعة ، وبالطبع بالنسبة الى لوباتشيفسكى مبعث سرور عظيم .

لقد حان الوقت لنتوقف . اذ حل يوم ٢٣ فبراير عام ١٨٢٦ .

اذ روينا حتى الآن قصة مناصب الخدمة لعالم رياضيات في مدينة قازان موهوب ، ومحبوب ، وطريف ، رغم أنه لا يخلو من عيوب . ولو تتبعنا القصة برغبة طيبة ، دون أن يكون هناك مجال لانفعال خاص ، وبدون ابتهاج خاص . لوجدنا ان هذا التدرج فى المناصب لا بأس به ، ووجدنا أن بطلنا قد صعد من منصب إلى آخر تدريجيا ، واكتسب بمرور السنين خبرة وحكمة فى تسيير شئون الحياة ، ونسى نزق الشباب ، وأعمال التمرد الطائشة له . وشيئا فشيئا أخذ يكتسب تلك النظرة العاقلة المتأنية التى يتميز بها

الرجل الناجح فى عمله . وفى سن الرابعة والثلاثين أصبح رجلا معتدلا فى سلوكه ، وحتى مع شئ من الكياسة المقرونة بتعالى السادة . وكانت تنتظره ترقيات أخرى فى المناصب . وبعد مرور عام جرى تنصيبه رئيسا للجامعة (فى ٣٠ يونيو عام ١٨٢٧) ...

وابتداء من ٢٣ فبراير عام ١٨٢٦ يتضح أن كل ذلك من تفاهات الحياة لا اكثر ولا اقل . تفاهات كبيرة ، وحتى الى أقصى حد . لكن بالطبع ليس بشكل أساسى .

فى هذا اليوم ألقى هذا الرياضى العبقرى تقريرا عن الهندسة اللااقليدية أمام أناس لا يفهمون شيئا ، وقد سادهم الملل وتملكتهم روح اللامبالاة مسبقاً من التقرير . بالطبع ، لو نزل ملاك من السماء فى هذه اللحظة وقال : « هذا رجلكم ! » لتغيرت الأمور عندئذ ، وعند ذاك ربما كانوا سينسون أن لجنة تفتيش قد بدأت عملها فى الجامعة قبل يومين . والآن ، كان أقل ما يهم المستمعين هو اجتهادات السيد الجليل — بلا شك — نيكولاى إيفانوفيتش لوباتشيفسكى حول نظرية الخطوط المتوازية .

بينما يدرك لوباتشيفسكى وحده ، أن تلك كانت لحظة انتصاره .

وأرسل التقرير لاستطلاع رأى اللجنة المختصة بشأن امكانية نشره . لكن اللجنة لم تفهم منه شيئا ، ويبدو أنها لم تدل برأيها . ربما كان أفرادها غير راغبين فى تعريض زميلهم للهجمات ، أو لأسباب أخرى . وبذلك لم يتسن نشر هذا العمل .

فى عام ١٨٢٧ ، جاء القيم الجديد على الشئون التعليمية فى المنطقة وهو أبله من اول طراز وجاهل أيضا ، وكان يدعى : موسين — بوشكين . لكن كانت تربطه بلوباتشيفسكى معرفة قديمة . ولعل لوباتشيفسكى كان أنسب شخصية قادرة على إعادة تنظيم الجامعة ، التى قادها ماجنيتسكى الى مهاوى الانحطاط .

وبتوجيه من موسين — بوشكين تم انتخاب لوباتشيفسكى رئيسا للجامعة ، وبقى فى هذا المنصب حتى عام ١٨٤٦ دون تغيير .

فقد أعيد انتخابه لهذا المنصب ست مرات ، وذلك باغلبية ضئيلة فى البداية ثم بالاغلبية الساحقة من الأصوات . واذا ما أخذنا بنظر الاعتبار جو الدسائس المستمرة داخل الجامعة ، فان هذا الأمر له مغزاه الكبير . كان بلا شك رئيسا فذّا ألمعياً ، وبذل فى عمله طاقة وحب عظيمين ، وكان رجلا إداريا طليعيا ومقتدرا للغاية . وفى الحقيقة أنه هو الذى أسس الجامعة . وقام بمهارة بادارة الأعمال الانشائية ، وتنظيم المكتبة ، وأرسى أركان نظام حياة ودراسة الطلاب ، وسوى بشكل ما العلاقات بين مجموعتى الأساتذة الروس والألمان .

أما كيف وجد الوقت لممارسة البحث العلمى رغم الأعمال الادارية الكثيرة لديه ، فهذا أمر غير مفهوم . ومع هذا فان جميع النتائج العلمية الأساسية قد توصل اليها فى سنوات توليه منصب رئيس الجامعة بالذات .

فى عام ١٨٢٩ نشرت مجلة « انباء قازان » مذكراته « حول مبادئ الهندسة » وهو أول عرض منهجى للهندسة اللااقليدية .

وحل عام ١٨٣٠ .

فى هذا العام اصبح لوباتشيفسكى بطل قازان .

إذ أصيبت المدينة بوباء الكوليرا . وهو ذلك الوباء الرهيب الذى اجتاح روسيا ، وكتب بصدده بوشكين ، الحبيس فى بولدينو ، مسرحيته « مأدبة فى زمن الطاعون » .

وفى وقت لاحق اعترف بوشكين انه لم يكن عند ذاك يفرق جيدا بين الكوليرا والطاعون . كان الوباء ثقيل الوطأة جدا ، علاوة على انه لم تتوفر آنذاك ، إلا تصورات مبهمة جدا عن وسائل الوقاية من المرض . وكانت عامة الناس تتكل بصورة أساسية على « عضة اللصوص الثلاثة » .

أخذ لوباتشيفسكى صلاحيات دكتاتور . فتم جمع وعزل كافة الافراد العاملين فى الجامعة مع أسرهم عن العالم الخارجى فى المدينة الجامعية ، وجرى بشكل دقيق تنظيم نقل المواد الغذائية ، اما المرضى فقد تم عزلهم فورا (من مجموع ٥٦٠ شخصا أصيب بالمرض ١٢ شخصا) . وكانت النتيجة اكثر بقليل من نسبة ٢ بالمائة من المرضى . إنها نتيجة باهرة .

وفى عام ١٨٣٢ تزوج من شابة فتية إسمها فارا مويسييفا . تزوج عن حب متبادل ، ولو من جانبه ، وهو حب هادئ جدا ، وتأملى نوعا ما .



إن فترة سنوات ١٨٢٧ – ١٨٣٤ كانت تبدو ظاهريا سنوات نضوج ، وموفقة جدا بالنسبة الى لوباتشيفسكى . وقد حالفه الحظ فيها حتى أكثر من اللزوم . اذ حالفه التوفيق فى كل شئ ، ونجح فى كل عمل .

وقد لقى عمله وقت الوبا' التقدير بمنحه مناصب أعلى، وحتى حصل على تقدير القيصر . فرغم أن لوباتشيفسكى كان رجلا مدنيا الا أنه أبدى حزم ومقدرة رجل عسكرى تقريبا ، الأمر الذى كان يقدره القيصر نيقولاى .

كان لا بد من ان يكافأ على ذلك .

وسرعان ما جاء « إكرام صاحب الجلالة الامبراطور » تقديرا لجهوده . اذ أكرمه جلالته الكريمة بخاتم محلى بالجواهر ، وبلقب

مستشار دولة ، وبوسام القديس ستانيسلاف على خدماته المتفانية الممتازة ، علاوة على امتنان القيصر شخصيا . وليس بالامكان أحسن مما كان . وبذلك أصبحت قائمة أعمال لوباتشيفسكى الذى غدا مستشار دولة تتضمن كل ما يبعث على الفخار والسرور .

فى عام ١٨٣٢ تلقى عالم الرياضيات لوباتشيفسكى أول واقسى ضربة . اذ بعثت جامعة قازان مذكرته « حول مبادئ الهندسة » « الى أكاديمية العلوم » تطلب رأيها فيها. وكلف الأكاديمى أوستروجرادسكى باعطاء رأيه شفويا . وقد تأخر فى إبدائه لبعض الوقت ، وبعدها قال : « إن ما هو صحيح غير جديد . وما هو جديد غير صحيح . إن المذكرة غير جديرة باهتمام اكاديمية العلوم » .

ومنذ هذه اللحظة أصبح اوستروجرادسكى من اشد الأعداء الألداء العلميين بالنسبة الى لوباتشيفسكى . اذ كان يرى بأن لوباتشيفسكى دجال من منطقة نائية ويجب طرده من مجال العلم دون تأخير .

كان أستروجرادسكى عالم رياضيات كبيرا حقا ، لكن بولغ كثيرا فى تقدير أهمية اعماله . وبالطبع لا يمكن أن نضعه الى جانب كبار علماء الرياضيات الروس فى القرن التاسع عشر مثل تشبيشيف ، وماركوف ، وحتى لوباتشيفسكى نفسه . وكان باستطاعته التمعن فى مذكرة لوباتشيفسكى لو توفرت لديه رغبة شديدة فى

ذلك . والحق أن لوباتشيفسكى كان مسئولا جزئيا . اذ كتب عمله بشكل جعل من الصعب إدراكه حتى لو توفر الاهتمام به النابع عن حسن نية . وكان أسلوبه مقتضبا جدا ، وغير دقيق أبدا . لكن أستروجرادسكى كان يستطيع الامساك بالفكرة الرئيسية . لكنه لم يدركها ، واحتدم غيظا ، فلم يكتف برأيه الشفوى .

فى عام ١٨٣٤ نشرت فى مجلة « ابن الوطن » المعروفة التى كان يصدرها فادى بولوجارين مقالة حطم فيها عمل لوباتشيفسكى وشخصه كعالم . وقد ثبت الآن أن هذه المقالة إنما كتبت بايحاء من أوستروجرادسكى . لكننى أعتقد ان هذه المقالة لها أهمية مستقلة ، وذات عبرة كبيرة . وهى تستحق إهتماما دائبا ، وخاصا .

وعلة العلل فيها أنها تبدو لغير المختصين ، وحتى بالنسبة للمختصين مقنعة للغاية . ومن الصعب إختيار مثال أفضل منها فى قوة المحاججة الديماغوجية الشيطانية ، وقوة الاقناع لا بالمنطق ، ولا بالاستنتاجات ، بل بالنبرة ، واللهجة ، والفلسفة ، والأساليب البلاغية غير الشريفة .

كما أن السخرية الفظّة ، والرخيصة ، والسهلة الادراك تقنع القارئ ، وتؤثر فى الغريزة ، وتجبر على التصديق بأن لوباتشيفسكى هذا ليس غير إنسان تافه ، ومدع ، وجاهل . وتبدو فكرة المؤلف هذه واضحة بشكل مباشر تقريبا . ولاجدال أن كاتب هذه المقالة

صحفى ماهر ، وأكرر أنه من الصعب إيجاد مثال أفضل من هذا فى الانتصار التام ، الذى يحققه التعالى مع الغرور والثرثرة الفارغة على عالم عبقرى .

وكان مطلعها يتسم حتى بروح بلاغية نوعا ما :

« هناك أفراد يقولون بعد قراءة كتاب : أنه بسيط جدا ، وعادى جدا ، ليس فيه ما يبعث على التفكير . إننى أنصح هواة هذه الأفكار بقراءة كتاب الهندسة الذى كتبه السيد لوباتشيفسكى ، ففيه ما يبعث على التفكير حقا . وقد قرأه كثير من خيرة علماء الرياضيات عندنا ، وتأملوا فيه فلم يفهموا شيئا . وبعد هذا لا أرى من الضرورى الاشارة الى أننى بعد أن فكرت فى أمر هذا الكتاب بعض الوقت لم أتوصل الى شئ ، أى أننى لم أفهم أية فكرة فيه . وحتى صعب على أن أدرك كيف استطاع السيد لوباتشيفسكى أن يجعل من أكثر فروع الرياضيات سهولة ووضوحا ، وهو الهندسة ، شيئا صعبا كهذا ، ومبهما وغير قابل للفهم كأفكاره ، لو لم يوعز إلينا نفسه بأن هندسته تختلف عن تلك « المستعملة » ، التى درسناها جميعا ، والتى فى أغلب الاحتمال لا نستطيع نسيانها ، وأنها هندسة « تخيلية » . نعم ، إن الأمر الآن مفهوم تماما .

ما الذى لا يستطيع أن يتصورة الخيال ، إذا كان حيا ومشوها فى آن واحد ! لماذا لا نتصور مثلا أن الأسود أبيض ، والدائرة مستطيلا ، ومجموع زوايا المثلث القائم الزاوية أقل من مجموع

زاويتين قائمتين، وأن نفس التكامل المحدد يساوى إما $\frac{\pi}{4}$ واما ∞ ؟ هذا ممكن ، وممكن جدا ، لكن لا يستوعبه العقل » .

ألا ترون أن المقالة كتبت بأسلوب صحفى لاذع ، ومحترف ، ومثير ؟فالقول « الخيال ، اذا كان حيا ومشوها فى آن واحد » هو صورة قلمية لا بأس بها جدا ! لكن ليس هذا سوى مقدمة . او فى الواقع أنه التقدم الى المواقع القتالية ، والاستطلاع عن طريق المعركة ، وبعده يبدأ القصف . ومن الطبيعى أن تبدأ المعركة بمعونة سلاح يعتبر من أمضى الأسلحة وهو السؤال البلاغى .

« لكن قد يتساءل المرء لماذا تكتب ، ثم تطبع مثل هذه الخيالات الحمقاء ؟ أعترف أن من الصعوبة بمكان الاجابة على مثل هذا السؤال . فالمؤلف لا يشير فى أى مكان إلى هدفه من طبع مؤلفه هذا ، إذن ينبغى علينا أن نلجأ إلى حدسنا . فى الحقيقة أنه يشير بوضوح فى أحد الأماكن الى ما يزعمه من وجود عيوب قد لاحظها فى مواضيع علم الهندسة المستخدمة ، الأمر الذى اضطره الى أن يؤلف وينشر علم الهندسة الجديد هذا . لكن من الواضح أن هذا خطأ ، وأغلب الظن أن المؤلف قد أراد به أن يخفى أكثر هدفه الحقيقى من كتابة هذا المؤلف » .

لكن بعد هذا « القصف المدفعى التمهيدى » الشديد ، وبعد جميع الصليات القاتلة من السخرية ، يكون القارئ قد استعد للهجوم المباشر بالحراب المشرعة . وسرعان ما بدأ .

« علاوة على هذا إسمحوا لنا أن نضيف بضع كلمات عن شخصية المؤلف نفسه . كيف يمكن للمرء أن يتصور أن السيد لوباتشيفسكى ، البروفسور العادى فى الرياضيات ، قام بكتابة كتاب بهدف جدى ما، لا يمكن أن يعتبره حتى آخر المعلمين منزلة ، عملا يشرفه ؟ وينبغى على كل معلم أن يتمتع بالتفكير السليم على الاقل إذ ما حرم من العلم ، ونحن نجد أن الهندسة الجديدة تخلو من الصفة الاولى بالذات . واذا ما جمعنا كل هذه الحقائق سوية نتوصل ، على أغلب الظن ، الى الاعتقاد بأن الهدف الحقيقى الذى دفع السيد لوباتشيفسكى الى كتابة واصدار كتابه فى علم الهندسة ، هو مجرد التندر ، والفكاهة ، أو الأفضل الهزء بعلماء الرياضيات ، وربما بالعلماء من مؤلفين فى الوقت الحالى عموما . لذلك فاننى لا أخمن فقط ، بل أعتقد بكل ثقة أن الولع المجنون بكتابة المؤلفات بشكل غريب لا يقبله العقل ، قد لوحظ بشكل بين منذ فترة لدى الكثير من كتابنا ، وكذلك الرغبة المجنونة فى اكتشاف الجديد من قبل مواهب لا تكاد تكفى حتى لاستيعاب القديم بالشكل المطلوب ، هما العيبان اللذان أراد المؤلف أن يصورهما فى كتابه ، وقد فعل ذلك بأفضل ما يمكن » .

تالله إن ما كتبه هذا الكويتب المجهول الاسم قد أثر تأثيرا لاباس به . وقد حافظ تماما على أسلوب وتقاليد فادى بولجارين — « قلم قطاع الطرق » الجرئ الذى لا يشق له غبار . لكن على المرء ان

لا ينقاد اليه كثيرا . فينبغى إبداء النظرة العلمية . ولا يجوز السماح بان تظهر لدى القارئ شكوك فى اللحظة الحاسمة من المعركة . وتبدأ العملية من اعتراف فيه شئ من المجازفة . لكن المقاتل المجرب يتمتع ، كما يبدو ، بثقة فى نفسه .

« ثانيا ، إن الهندسة الجديدة هى كما أشرت سابقا ، قد كتبت بحيث لا يمكن لأى قارئ لها أن يفهم محتواها . ورغبة منى فى اطلاع القراء عليها بايجاز ، فقد ركزت كل انتباهى ، ووجهته الى كل فاصلة وكل كلمة ، وحتى الى كل حرف ، ومع هذا لم يتسن لى كثيرا أن أكشف الابهام الذى يلف هذا الكتاب من كل الجوانب ، بحيث لا اجد نفسى قادرا لأن أحدثكم عن مضمونه ، ناهيك عن قول كلمة واحدة عما هو مكتوب فيه ...».

وهذا الكلام تراجع ظاهرى ، لكن ينبغى فورا التحذير من ورود سؤال طبيعى : « اذا لم تفهم ، فكيف تسول لك نفسك اعطاء حكم على العمل ؟ » . كلا ! فهو قد فهم كل شئ ، وما قام به هو مناورة فقط ، من أجل أن يبين لرفاقه القراء ، أن كل بناء خصمه غير متين ، ومشوه للغاية . ومن أجل أن يؤكد على روحه الموضوعية فى البحث ، فانظروا قوله : « هل لديكم رغبة فى مطالعة الأصل؟» ، ثم يورد مقطعا كبيرا من مذكرة لوباتشيفسكى . والمؤلف يعلم أن ذلك مناورة عسكرية دقيقة .

هذا بالاضافة الى أن المذكرة قد كتبت باسلوب معقد ، وصعب

جدا ، ولغرض تفهم أفكار لوباتشيفسكى لابد من أن تتوفر فى ذلك الزمن الثقافة الرياضية الرفيعة ، والاهتمام الدائب والدقيق . كما أنه لا يجوز الحكم على عمل علمى ما بأخذ مقطع واحد منه . فان المقطع المنفرد ، وبالاخص بعد مثل هذا الاعداد النفسى ، يمكن أن يأخذ المرء على حين غرة تماما . وهذا أسلوب محكم لكسب النصر . والان يمكن انهاء العملية . والأمر يتطلب مجهودا صغيرا اضافيا .

« وأرجو المعذرة لكونى لا أستطيع أن أورد كل كلمة فيه ، إذ قدمت ما فيه الكفاية منه . كما أننى لا أستطيع أن أتحدث عنه بكلمات مقتضبة ، لأنه من هنا بالذات أكثر الاشياء إبهاما . ويتراءى لى أن المؤلف يورد بعد بضعة تعاريف ، صيغت بنفس المهارة وبنفس الدقة كسابقاتها ، الحديث عن مثلثات ما ، وعن تبعية الزوايا فيها للاضلاع ، وبذلك تختلف بصورة أساسية الهندسة التى يتحدث فيها عن الهندسة المعروفة ، ثم يطرح نظرية جديدة حول الخطوط المتوازية ، التى لا يمكن لأحد — باعترافه شخصيا — أن يبرهن عليها سواء أكانت موجودة أو غير موجودة فى الطبيعة . ثم يلى ذلك كيف يتم فى هذه الهندسة التخيلية إثبات مقدار الخطوط المنحنية ، والمساحات ، والسطوح المنحنية ، وحجوم الأجسام ، — وكل هذا مكتوب ، وأكرر ذلك ، بأسلوب لا يمكن لأحد أن يفهم منه شيئا ... ».

والطريف أنه رغم استيعاب الكاتب المجهول الاسم لعناوين نظريات لوباتشيفسكى ، لكنه لم يكن قادرا على تفهم أن هندسة لوباتشيفسكى « لا تختلف عن هندستنا » الا فى نظرية الخطوط المتوازية . ولكن ما حاجة المرء الى تفهم الأمر ؟ فالعدو قد هزم ، وهو يتراجع مرعوبا ، وكل ما ينبغى عمله هو تدعيم النجاح .

« مرحى للسيد لوباتشيفسكى الذى تحمل مشاق تبيان وقاحة ولاحياء المخترعين المزيفين الجدد ، من ناحية ، ومن ناحية أخرى الجهل الساذج الذى يتميز به المعجبون باختراعاتهم المزيفة . لكنى ، إذ أدرك كل قيمة مؤلف السيد لوباتشيفسكى لا يسعنى الا أن أعاتبه مع هذا ، لانه لم يطلق على كتابه التسمية المناسبة ، واضطررنا للتفكير طويلا دون جدوى . ولو لم يكتب بدلا من عنوان « مبادئ علم الهندسة » ، مثلا ، السخرية بالهندسة ، أو كاريكاتير عن الهندسة ، أو ما شابه ذلك ؟ عندئذ لرأى كل انسان من النظرة الاولى مغزى الكتاب ، ولتجنب المؤلف الكثير من التفسيرات ، والاحكام التى ليست فى صالحه . وخيراً أن تسنى لى التوغل الى الهدف الحقيقى ، الذى كتب من أجله هذا الكتاب ، والا فالله يعلم ما كان يفكر به الناس بشأن الكتاب ومؤلفه . والآن أعتقد ، بل حتى أنا واثق من أن المؤلف المحترم يعتبر نفسه مدينا لى لاظهارى وجهة النظر الحقيقية التى يجب أن ينظر بها الى هذا الكتاب ...»

ويورد هذا الهجاء فى كل ترجمة حياة تصدر عن لوباتشيفسكى بهذا القدر أو ذاك من التفصيل . لكن مؤلفى هذه التراجم ينسون عادة الشىء الرئيسى فى غمرة غضبهم واستنكارهم من كاتب المقالة بكل السبل ، وهو أن المقالة ذات طابع مؤثر فعلا . ولا يهمنى البتة المؤلف (أو المؤلفين) الذى كتبها . ويمكن للمرء أن يفترض نظريا أن صاحبها يدافع باخلاص عن نقاوة العلم .

لكن يمكن أيضا ان نفهم رد الفعل الذى قابل به المحيطون بلوباتشيفسكى هذه المقالة ، وما كلفته نفسه بالذات .

فالناس عادة يقومون بعد نشر مثل هذه المقالات بالاقدام على الانتحار ، أو يصابون بالمرض ، أو يتركون العمل نهائيا .

وان رسالة جاوس إلى بوليايى تبدو بالمقارنة مع هذه المقالة وكأنها رسالة بعث بها أب عطوف ، وودود ، وحنون . كما ان تاورينوس — وهو « ضحية » أخرى من ضحايا جاوس — قام باحراق عمله لمجرد أن جاوس توقف عن مراسلته بعد أن استاء منه .

إن هذه القصة تبدو من الناحية الظاهرية وكأنها لا علاقة لها بلوباتشيفسكى . فقد كان رد فعله عليها يتصف حتى بالفتور العجيب . اذ جرت بعض الاستجوابات ، كما نشر بعد عام فى منشورات الجامعة جوابا هادئا ومتحفظا جدا . كما بعث أيضا بجواب متحفظ للغاية الى مجلة « ابن الوطن » . ولم ينشر فادى

الجواب طبعا . لم ينشره . ولم يصر لوباتشيفسكى على ذلك بشكل خاص . وهذا كل ما فى الامر .

من الخطأ الاعتقاد أنه لم يكن عموما رجل عمل .

فان كل حياته ، وفترة التسعة عشر عاما التى تولى فيها منصب رئيس الجامعة تثبت العكس . لكن فى هذه الحالة اعتبر أن الدخول فى مجادلات هو دون مكانته . وبشكل عام كان قليل العناية للغاية بنشر أفكاره . ويعتبر هذا أحجية سيكولوجية ، لأنه كان إنسانا عمليا جدا فى الأمور الباقية .

وكانت لديه المقدرة على أن يكم أفواه خصومه إلى الأبد ؛

فى عام ١٨٤٠ نشر أحد أعماله باللغة الالمانية .

وفى عام ١٨٤٢ إنتخب ، بترشيح من جاوس نفسه ، عضوا مراسلا فى جمعية جوتنجن الملكية .

بعد ان قرأ جاوس عمل لوباتشيفسكى أبدى إهتماما عظيما به ، ولكن بطريقة خاصة . وكتب تقريظا يفيض إعجابا به فى رسائله الى أصدقائه . ومن ناحية أخرى هاجم مقالة نشرت عندئذ فى مجلة ألمانية بخصوص عمل لوباتشيفسكى . وكانت هذه المقالة لا تختلف فى محتواها عن النقد الذى نشرته مجلة « ابن الوطن » ، وقد وجه جاوس مختلف النعوت القاسية الى كاتب المقالة . وأخيرا أخذ يهتم دوما بلوباتشيفسكى فى رسائله الى مراسليه الروس ، وحتى كان يرجو أن ينقلوا اليه التحيات .

لكن لم يكتب عنه حتى كلمة واحدة فى الصحف ، وحتى لم يرسل رسالة واحدة الى لوباتشيفسكى نفسه ، فيما عدا المراسلات الرسمية بمناسبة انتخابه . حقا أنه عزم على أن يكتب له رسائل يطلب فيها نسخاً مطبوعة من أعماله . وقد عزم على ذلك فقط ! لكنه لم يكتب شيئا .

حسنا ، كانت لدى جاوس إجتهاداته . لكن كيف نفسر سكوت لوباتشيفسكى ؟

بعد إنتخابه عضوا مراسلا اتضح له طبعا ، بما لا يقبل الشك ، أن جاوس قد قرأ عمله واستحسنه . ولا شك أن هذا الاعتراف به كان أمرا مهما للغاية ، ومبهجا للغاية بالنسبة له . وبدا أن من الطبيعى جدا أن يبعث بنفسه بأعماله الى جاوس ، أو أن يكتب له على أقل تقدير رسالة يرجوه فيها إبداء رأيه فى افكاره .

ناهيك عن أنه لواستلم لوباتشيفسكى مثل هذه الرسالة فان جميع أساتذة قازان ، وكذلك كل أكاديمية العلوم ، كانوا سيتخلون عن هجماتهم السابقة ، ولاعترفوا بسرور بلوباتشيفسكى باعتباره أكبر عالم رياضيات فى روسيا .

لنفترض أنه كان لا يهتم كليا بآراء المحيطين به ، ولو أنه من الصعب إفتراض ذلك . لكن لا بد وأنه نفسه كان يهتم بمعرفة التقدير المسهب الذى يعطيه جاوس لاعماله .

ولم يكتب مثل هذه الرسالة الى جاوس حتى آخر ايام حياته .

فما السبب ؟ هل هو التواضع ؟ الكبرياء ؟ ام الخوف من أن يبدو مملا ولجوجا ؟ لا ادرى .

ربما كان مستاء بدرجة شديدة من جاوس ؟ هل كان يستطيع أن يكتب إلى العضو المراسل لجمعية جوتنجن بضع كلمات ودية بصدد أبحاثه ؟ ربما ...

ليس لدىّ أىّ رواية ما أخرى تفى بالمطلوب . لكن الشئ الوحيد الذى يمكننى قوله هو أن هذه القصة الغامضة تبين أى رجل معقد ، وغريب الأطوار كان لوباتشيفسكى . لانه كان ينبغى ، بلا جدال ، أن يفهم منذ نوفمبر عام ١٨٤٢ أن الاعتراف به فى وطنه كعالم رياضيات يمكن أن يحدث متى ما اراد ذلك . فهو لا يكتب . وعندما يدور الحديث عن حياته كان متحفظا بعفة نوعا ما . اما لوباتشيفسكى العالم الرياضى فكان شخصا آخر تماما ، يختلف عن لوباتشيفسكى رئيسا للجامعة . فهو غير عملى ، ومنطو على نفسه ، وهادئ هدوء الفلاسفة .

وكان يعمل طيلة تلك السنين ، وحاول ان يجد برهانا دقيقا على عدم التناقض .

أما اعماله وحياته فى الأسرة فكانت تسير فى طريقها . فكانت لديه أفراحه وأتراحه . وكانت زوجته ذات طبيعة جدية للغاية . ونادرا ما كانت تحدث مشادات عائلية فى بيته . فكان يتقبل كل شئ وفق خيرة تقاليد الفلاسفة الرواقيين . فكان يقول : « اوه ، يا عزيزتى

فارفارا الكسييفنا ...» ثم يختفى فى قلعته — فى غرفة مكتبه . أو كان يلتزم الصمت ويدخن غليونه .

وكان فى الأسرة عدد كبير من الأطفال . ويبدو أنه كان قليل الاهتمام بالبنات ، لكنه كان يحب أولاده حبا غيورا ، وصارما ، ومتعنتا . وبالاخص إبنه البكر اليكسى ، الموهوب الذى كان يذكره جدا بأيام شبابه .

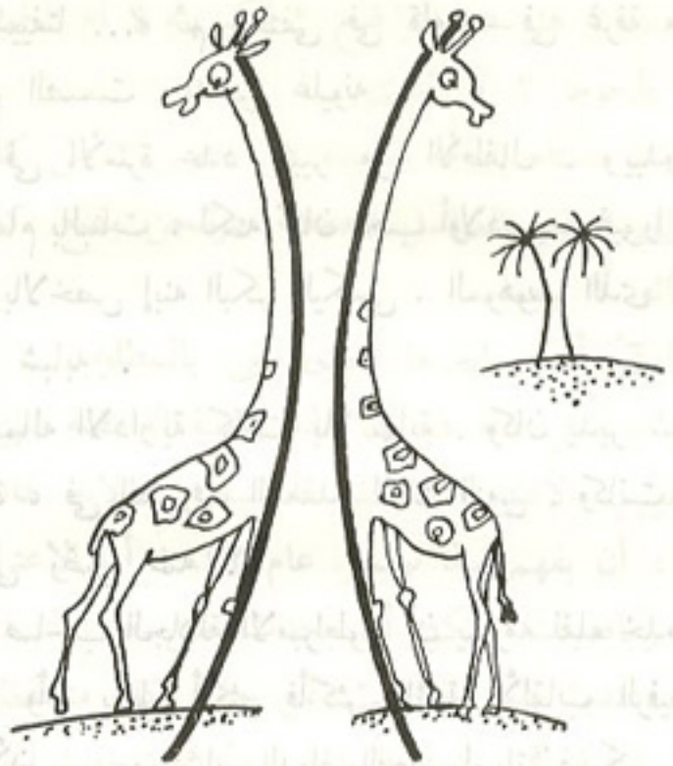
إن أعماله الادارية كانت بلا نهاية . وكان يدير شئون الجامعة بصورة فذة ، فى الظروف المعقدة لذلك الزمن . وكانت الحكومة ، والقيصر فى رضى عنه .

فقرر صاحب الجلالة الامبراطور أن يكرمه لقاء خدماته الممتازة المتفانية ، وأن يحلى أكثر فأكثر قائمة الألقاب الرفيعة لصاحب الفخامة الأن ... مستشار الدولة الفعلى لوباتشيفسكى .

وغدا ينتظره فى المستقبل لقب المستشار الخاص .

وقد تصدعت شئونه المالية نوعا ما ، لكنه ما يزال شابا ، ويتمتع بكامل قواه .

كما أن دسائس ووشايات الزملاء لا زالت موجودة باستمرار . لكن هذه ظاهرة اعتيادية ، ومن طبيعة الاشياء. وغدا صارما ، وقليل الكلام ، ومتزنا فى سلوكه بشكل دقيق. وهذا شئ عادى جدا لدى اقتراب الانسان من سن الشيخوخة . فكل شئ لديه عادى . وحتى عاداته عادية. وكان يكرم الضيف ، بالاضافة الى تضلعه فى شئون الطبخ.



وكان أحيانا يمارس لعبة الورق ـ البريفرانس .
وغالبا ما كان يترجم لغرض الاستجمام من اللغة اليونانية او اللاتينية.
كما كان يحب جامعته ، كما أحبه طلابه . وغدا عمله يأخذ منه كل نشاطه واهتمامه .
سارت أموره كما لدى جميع الناس فى روسيا . فقد كان شقيقه اليكسى مدمنا على شرب الخمر . بينما كان أحد اقارب زوجته لاعب قمار ، وخسر مبلغا ضخما من أمواله فى اللعب . وشب أولاده . فاصبحوا طلابا . وكان إبنه الاكبر المحبوب يبعث البهجة فى القلب .

أما الثانى فكان يبعث فيه الكرب . إنه ليس رجل رياضيات وهذا واضح . واضح جدا .
بم كان يفكر ؟ وبم كان يعيش ؟ وما الذى يمنحه القوة للاستمرار فى أبحاثه حول هندسته ؟ وكيف استطاع أن يحتفظ طيلة حياته كلها ، وعبر جميع المشاغل والتفاهات ، بولعه بهندسته ، وكيف لم يتحول الى مستشار دولة فعلى عادى ؟ كيف وجد قوة الارادة التى أسندته ؟ بم كان يفكر بعد أن يغلق على نفسه باب غرفة مكتبه ؟ ما هى احلامه ؟ وبماذا كان يأمل ؟
لن يستطيع أحد أبدا أن يجيب على هذه الاسئلة .
وأعتقد أن لوباتشيفسكى كان من أكثر الرجال غموضا فى تاريخ العلم فى العالم .
فقد كان موظفا ناجحا عموما ، ومحترما ، كما كان « مغفلا فقد صوابه » و« مجنون قازان الشهير » ، وهو ما كان يراه كثير من الناس المثقفين جدا فى ذلك العهد .
طبعا ، إن حياته الحقة بدأت وراء أبواب غرفة مكتبه . هذا أمر لا ريب فيه. لكن ما الذى كان يعضده فى ذلك ، وأى تركيز للارادة ، وقوة تدفعه للعمل ؟ وما الذى كان يبعثه لذلك . هل هو الحب ، أم الحقد ، أم الأمل ، أم الكبرياء ، أم مجرد العادة التى اكتسبها خلال سنوات طويلة ، العادة التى تحولت الى غريزة ، ـ هذا ما لا اجرؤ على الحكم به .

وأخشى أنه ليس هناك من إنسان يستطيع قول ذلك . لأن جميع كنوز مواد الأرشيف لا يمكن أن تضيف شيئا عن حياته الثانية والأساسية ، التى كانت تبدأ فى غرفة مكتبه ، عندما كان يبقى منفردا مع حساباته . لكن هناك شئ واحد ربما سيكشف شخصيته لنا قليلا .

فى عام ١٨٥٣ توفى إبنه المحبوب اليكسى . فتحول نيكولاى ايفانوفيتش لوباتشيفسكى خلال بضعة شهور الى رجل عجوز محطم ومريض . وبدأ يصيبه العمى ، وتفاقم المرض عليه بسرعة ، ودون توقف .

وبقيت له ثلاث سنوات من الحياة . وكان بحكم الروتين يحاول الحفاظ على نمط حياته المعتاد ، ويحاول عمل شئ ما بحكم وظيفته ، لكن الحياة كانت قد ولت .

دعنا نسترجع كيف كان يجبر ولده على دراسة الرياضيات . وكان يبدو كعادته هادئا رابط الجأش ، واذا ما كان هذا يتكاسل فانه يعنفه بالصراخ والشتائم . بينما يظهر مبتهجا بجلال عند باب غرفته للحظة ، عندما يحتفل الابن مع أصدقائه باجتياز أحد الامتحانات بنجاح ، فيقول : « استمروا ايها السادة ، فلن اضايقكم ». وعندما نسترجع كل ذلك فى أذهاننا يتراءى لنا أن ما كان يبعث القوى فى هذا الرجل المنغلق على نفسه ، والصارم هو حلم رومانتيكى فقط فى أن يواصل إبنه تطوير علم الهندسة الذى بدأه .

وما كانت وفاة ابنه لتعنى سوى وفاته هو . والمصيبة لا تأتى لوحدها مطلقا . فتعاقبت المصائب على لوباتشيفسكى طيلة هذه السنين الثلاث الواحدة تلو الاخرى .

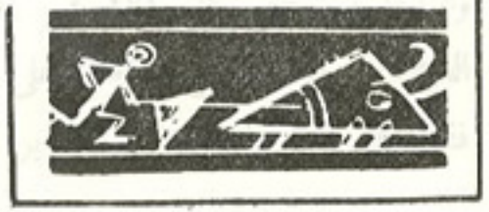
أغلب الظن أنه لم يكن يراها كثيرا . فكل شئ قد انتهى بالنسبة له . والشئ الوحيد الذى ما زال باقيا هو هندسته .

كان ضريرا ، عندما أكمل إملاء عمله الاخير ، وعندئذ لم يتبق شئ تقريبا من ايامه .



الباب التاسع

الهندسة اللا اقليدية
بعض الصور



دعنا ننظر قليلا فى متحف « العجائب » . ونقول العجائب فقط لأن حدسنا ، الذى تربى على أساس الهندسة الاقليدية ، سيكون فى تناقض دائم مع هندسة لوباتشيفسكى .

لهذا فلغرض إجبار أحاسيسنا على الوقوف الى جانب المساواة النظرية التامة بين الهندستين ، لا بد وأن ندرس هندسة لوباتشيفسكى بشكل جدى ولفترة طويلة .

عندئذ فان ما تصورناه للوهلة الأولى غير معقول ، ومتناقض ، بدأ يشع بجمال المنطق والحقيقة ، الهادئ ، والبارد .

وبالمناسبة ، فما دمنا سنتحدث الآن ، ولزمن طويل عن الجمال ، فيمكن الاشارة

الى أن الأشياء المتماثلة تماما توجد فى الفن أيضا ، فى غالب الأحيان .

إن صور الانطباعيين التى يبدو أنها تثير الآن إعجاب غالبية المشاهدين ، كانت تثير لدى زائرى الصالونات الفنية فى نهاية القرن الماضى القهقهة الساخرة . وهذا هو نفس طبيعة موقف معاصرى لوباتشيفسكى من اعماله . وعموما تجب الاشارة الى أنه ، للأسف الشديد ، لا تزال الفكرة البسيطة « حاول أن تفهم قبل أن تحكم » تعتبر حتى الآن شيئا جديدا بالنسبة لكثير من الناس .

وفى أحيان كثيرة جدا تؤخذ المقاطع المشوهة والمحرفة من المعلومات ، التى نحصل عليها صدفة ، باعتبارها أساسا كافيا لاعطاء أحكام موثوق بها . ولا يهم أن يكون غرضها طيبا ، أم سيئا . بالمناسبة ، نجد أن هندسة لوباتشيفسكى كانت من هذه الناحية سيئة الحظ بشكل غريب ، مرة أخرى .

منذ سنوات طويلة مضت ، وجدت فى مقالات كاتب ما ، جليل جدا ، العبارة الآتية : « أثبت لوباتشيفسكى أن الخطوط المتوازية حسب هندسة إقليدس تتلاقى فى المالانهاية » . ثم جرت حول ذلك تأملات حكيمة تماما ، وواسعة ومعممة . ولا أذكر عن أى شئ . وقد يكون نفس الشئ الذى أكتب عنه الآن .

وقررت ، إعتمادا على ما أشرت إليه من ميل إلى إطلاق الأحكام السطحية ، أن المؤلف لم يسمع عموما بهندسة لوباتشيفسكى . لكن

هذه العبارة نفسها وردت بالحاح شديد فى مقالات ، وكتب مؤلفين ، آخرين ، بدرجة أنارت لى الطريق فى أحد الايام ، فالمقصود بالخطوط المتوازية كما يفهمها لوباتشيفسكى .. اما كون هذه الخطوط ليست « خطوط اقليدس المتوازية » ، فسنجد عنه نصف صفحة فيما بعد . ونجد بينها نفس العلاقة تقريبا التى نجدها بين الطيار فى القرون الوسطى (ملاح السفينة) والطيار حسب المفهوم الحديث . والاصطلاح الوحيد الذى يستخدم للاشارة الى مختلف المفاهيم ، قد خلق تشويشا فى عقول الناس البعيدين عن علم الرياضيات . ربما هم لا يستحقون حكما صارما جدا ، لكنهم لا يستحقون ايضا التشجيع بلا شك .

ولانهاء هذا النقاش ، يمكننى القول أنه تم العثور فيما بعد على المصدر الاولى كما يبدو « للنسخة المنقحة من هندسة لوباتشيفسكى » .

لقد تبين ان المذنب هو الكاتب الروائى فيودور ميخائيلوفيتش دوستويفسكى بعينه . إذ كتب أشياء جديرة بالاعتبار جدا . ففى رواية « الأخوة كارامازوف » يشرح إيفان فيودوروفيتش لأليوشا عقيدته الأخلاقية والفلسفية ، ويقول بشكل خاص :

« ومع هذا لابد أن نلاحظ ما يلى : إذا كان الله موجودا فعلا ، واذا كان قد خلق الأرض فعلا ، فانه كما نعرف ذلك تماما ، كان قد خلقها حسب هندسة إقليدس ، أما العقل البشرى فقد خلقه حسب مفهوم الأبعاد الثلاثة فى الفراغ فقط . ومع هذا

وجد ولا يزال يوجد حتى الآن علماء هندسة وفلاسفة ، وحتى من الرجال الأفذاذ ، يتشككون فى أن الكون كله ، أو على نطاق أوسع ، الوجود كله قد خلق بموجب هندسة إقليدس فقط ، ويتجرأون حتى على الحلم بأن الخطين المتوازيين اللذين لا يلتقيان حسب هندسة إقليدس أبدا على الأرض ، ربما يلتقيان فى مكان ما فى اللانهاية . وعندها قررت ، يا عزيزى ، أنه ما دمت لا أستطيع أن أفهم حتى هذا ، فمن أين لى أن أفهم ما يخص الله . وأنا أعترف خاضعا ، أنه لا تتوفر لدى القدرات لحل مثل هذه المسائل ، وأن عقلى إقليدى ، وأرضى ، ولهذا فمن أين نستطيع حل المسائل التى لا تتعلق بهذا العالم » .

إننى لا أبغى هنا مطابقة دوستويفسكى نفسه مع إيفان كارامازوف ، والآن يمكن عموما تجاهل مناقشة مشكلة وجود الله . لكن الذى يكتب عن علم الهندسة هو نفس دوستويفسكى . وهذه هى تصوراته . وأن ما كتب بشكل رائع يظهر أن ما كتبه بحدس سطحى غير عميق وما هو وسطى يتحول الى شئ مطلق بصورة لا إرادية . ففى العبارة كلها لا نجد ، إذا ما توخينا الدقة فى بحثها ، أية فكرة صحيحة واحدة . ومما يزيد من طرافه الأمر أن عقل المؤلف الرائع والتحليلى الصرف يتحسس أيضا فى كل كلمة .

بعد ذلك يوصل إيفان فيودوروفيتش سذاجته الفكرية فى علم

الهندسة الى حد المنطق ، شاملا إياه حتى علم الفيزياء فيقول :

« ولنفرض حتى أن الخطوط المتوازية تتقاطع ، وأنا أرى ذلك بعينى ، فسأرى وأقول أنهما يلتقيان ، لكننى لا أتقبل الأمر مع كل هذا » .

آمل ، أنه قد فهم ، أننى لا أريد بما قلته إيراد أى استنتاجات مهما قل شأنها بصدد أدب دوستويفسكى عموما . ولابد من أن يؤخذ بعين الاعتبار كون إيفان كارامازوف لا يهتم مطلقا بعلم الهندسة . ولذلك فهذا بالنسبة له مجرد مثال عرضى — وتصوير لافكاره .

لكنها بالنسبة لنا صورة وتصور مشوه عن العلم ، وتأملات غير جادة حول أشياء غير مفهومة ، وبالطبع إنها دليل واضح جدا على تطرف إيفان كارامازوف فى الرجعية .

بالمناسبة ، يمكن أن نعذر دوستويفسكى على أقل تقدير من حيث أنه ربما لم يرتكب خطأ فعليا .

فلم تذكر أسماء علماء الهندسة ، ولذا يمكن للمرء أن يأمل فى الاعتقاد بأن إيفان كان يصف عناصر هندسة (ريمان) ، أو الهندسة التخطيطية .

لكن بما أن عبارة « الهندسة اللااقليدية » ترتبط من جهة باسم لوباتشيفسكى ، ومن جهة أخرى فان جميع الأدباء المثقفين قد قرأوا بلا شك أعمال دوستويفسكى بامعان ، فان أقوال إيفان قد أخذت فيما بعد بكونها موجهة حتما الى لوباتشيفسكى .

إن كل هذه الاستكشافات والمعالجات الأدبية ، والنفسية ربما تكون مفيدة ، فيما عدا الأفكار العامة ذات الطابع الارشادى ، من حيث أنها تساعدنا على إدراك الشجاعة الذهنية التى كان يتحلى بها بوليايى ، ولوباتشيفسكى بشكل أفضل .

أما الآن ، وبعد أن هدأت نفوسنا ، فلنرجع الى متحفنا .

من الطبيعى أننا سنقتصر على بعض النظريات فقط ، ولن نتحدث على الاطلاق عن الهندسة الفراغية . لذلك سوف لا نذكر فيما بعد وفى أى مكان ، أن الأمر يدور فى مستوى واحد .

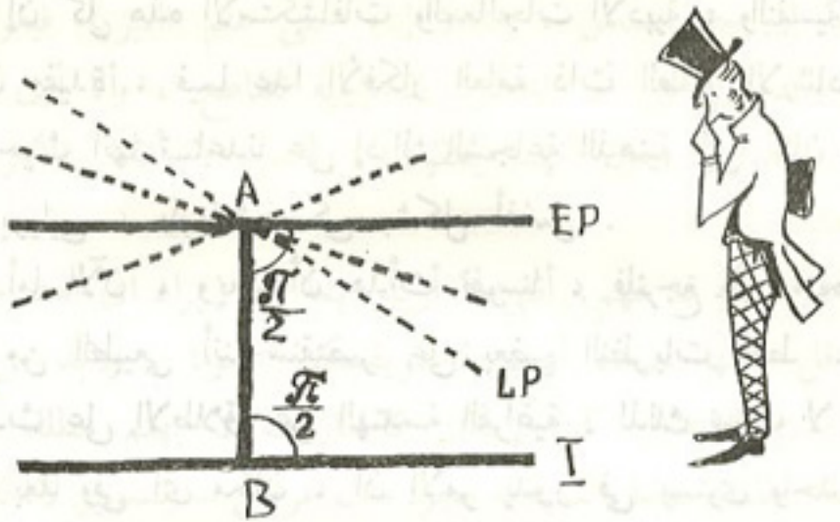
وسنأخذ فى البداية ، طبعا ، مسلمة بوليايى — أو لوباتشيفسكى — العدو اللدود لمسلمة « إقليدس الخامسة » .

« يمكن أن نمد عبر نقطة معلومة الى مستقيم معلوم ، فيما عدا « الخط المتوازى الاقليدى » ، مستقيما واحدا آخر على الأقل لا يلتقى بالمستقيم المعلوم » .

من هنا نتوصل على الفور الى الاستنتاج بانه يمكن مد عدد لانهائى من مثل هذه المستقيمات .

لننظر الى المخطط . انزل من النقطة A عمودا على المستقيم I . فالخط المتوازى الاقليدى — وهو المستقيم EP يكون طبعا عموديا على هذا العمود .

ويرمز بالخط المنقط الى مستقيم لوباتشيفسكى (LP) الذى لا يتقاطع مع I .

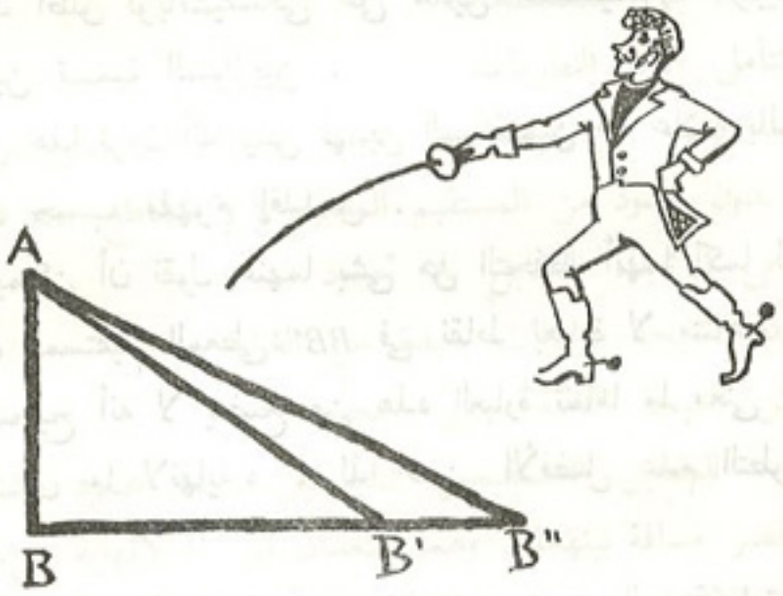


وانطلاقا من فكرة التماثل يتضح (بثنى الرسم التخطيطى على طول العمود AB) أنه سيكون هناك مستقيم آخر مثله تماما . ويظهر أيضا بشكل مستقيم منقط . بعد ذلك يتضح أن أى عدد لانهائى من المستقيمات، الممدودة عبر النقطة A داخل الزاوية المحصورة بين المستقيمين EP و LP، لا تلتقى بالمستقيم I. إذن: «يمكن مد عدد لانهائى من المستقيمات عبر نقطة معلومة، لا تلتقى بمستقيم معلوم».

لكن ، بالطبع ، يمكن مد عدد لا نهائى من المستقيمات أيضا تلتقى بالمستقيم المعلوم . ويمكن مدها الى أية نقطة من المستقيم مهما كانت بعيدة عن الاساس . وفعلا ، لنأخذ أية نقطة B' ونصلها بالنقطة A بواسطة مستقيم . ويمكن عمل ذلك دائما بفضل البديهية المعلومة .

إذن يوجد لدينا خط مستقيم يمر عبر A و B' .

لكن نظرا لاستمرارية حزمة الخطوط المستقيمة، فلا بد أن يوجد حد فاصل بين الطبقتين . وهو اما ان يكون الخط المستقيم الأخير (« المتقاطع ») الذى « يلاقى » المستقيم BB'' ، واما المستقيم الأول « لا يلاقى » . ومن السهولة إدراك أنه من المستحيل تواجد الخط « المتقاطع » الأخير . ولنفترض أنه موجود



فعلا — ولنفترض أنه المستقيم AB' فى الرسم التخطيطى عندنا . لكن بأخذ النقطة B'' بعد النقطة B' وتوصيلها بالنقطة A ، فسنحصل على مستقيم جديد يقع وراء B' ويلتقى مع (يقاطع) المستقيم I .

بالتالى ، يكون المستقيم الفاصل — المستقيم الأول الذى لا يلاقى المستقيم I .

ومن الطبيعى أن يكون هناك مستقيمان إثنان — واحد فى كل اتجاه . ويمكن أن نمد داخل الزاوية ، المتكونة عن هذين المستقيمين ، مجموعة لاحصر لها من المستقيمات ، لا تلتقى بالمستقيم I ، وسيكون من بينها المستقيم المتوازى لاقليدس .

لقد أطلق لوباتشيفسكى على هذين المستقيمين الطرفيين غير المتلاقيين تسمية المتوازيين .

من هذا ترون أنه ليس لهذين المستقيمين أية علاقة بالمستقيم المتوازى حسب مفهوم إقليدس .

ويمكن أن نقول عنهما بشئ من التحفظ أنهما كما لو كانا يقطعان المستقيم المعطى BB'' فى نقاط بعيدة لا متناهية .

صحيح أنه لا يتضح من هذه العبارة تماما ما معنى « النقطة البعيدة الى ما لانهاية » ، لذا فمن الأفضل عدم التطرق اليها اصلا .

وفى تعابير لوباتشيفسكى « تتفرع » جميع المستقيمات داخل الزاوية من المستقيم I .

إذن ، توجد بالنسبة الى المستقيم قيد البحث ثلاثة أنواع من المستقيمات التى يمكن إمرارها عبر أية نقطة ، وهى :

١ — المتلاقية (المتقاطعة) ، وعددها لانهائى .

٢ — المتوازية ، وعددها إثنان . كما يقال أيضا عن كل واحد منهما : أن المستقيم الموازى II يوازى المستقيم I باتجاه BB' والمستقيم الموازى III يوازى المستقيم I باتجاه $B'B$. ويفهم مغزى هذه الكلمات من النظر الى الرسم التخطيطى .

٣ — المستقيمات المتفرعة . وهى مجموعة لانهاية لها من المستقيمات داخل حزمة . وبشكل خاص « الخط الموازى الاقليدى » . كانت هذه هى المصطلحات .

ولنتأمل الان النظريات .

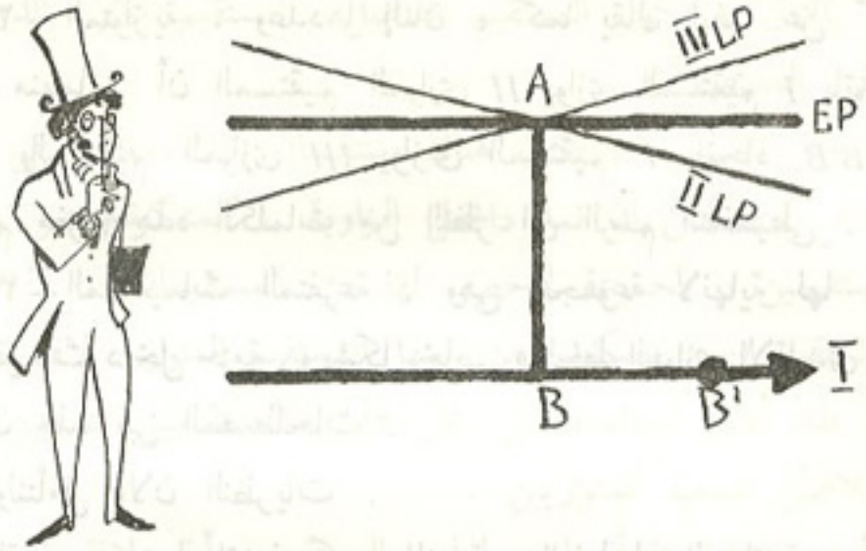
لقد برهن لوباتشيفسكى بالنسبة « للخطوط المتوازية » أنها تقترب بدون حدود من المستقيم المعلوم (لا تتقاطع معه ابدا) ، وتبتعد فى الاتجاه المقابل بلا حدود .

وهذه النتيجة ما زالت بعيدة عن الغرابة .

لكن النتيجة التالية ستثير العجب .

يوجد للخطين المستقيمين المتفرعين دائما عمود مشترك ، يمثل أقصر مسافة بينهما . وهما يبتعدان الى ما لانهاية عن العمود فى كلا الاتجاهين . فمن الطبيعى أن يصبح ذلك أيضا بالنسبة للحالة الخاصة « للخطوط المتوازية الاقليدية » .

وهكذا فان العمود النازل من أية نقطة على المستقيم II باتجاه المستقيم I يكون ، أولا ، اكبر من العمود AB المشترك ، وثانيا لا يمكن عندئذ تكوين زاوية قائمة من المستقيم II .



إن هذا أمر غريب حقا . لكن البرهان عليه خال من الأخطاء والعيوب .

إذن يكون المحل الهندسى للنقط التى تبعد عن المستقيم بابعاد متساوية هو خط منحن .

ليس ما أوردناه سوى الخطوات الاولى .

بعد ذلك يورد لوباتشيفسكى مفهوما جديدا ، وهاما جدا حول زاوية التوازى .

وهى الزاوية الحادة بين المستقيم الموازى لـ I والمار عبر النقطة A ، والعمود AB النازل من هذه النقطة على المستقيم I . أى أن زاوية التوازى هى CAB . وبموجب مفاهيم إقليدس فانه من الطبيعى آن يساوى دوما $\frac{\pi}{2}$.

ويمكننا أن نرى فورا أن هذه الزاوية تتوقف على البعد عن النقطة A حتى المستقيم I ، مع العلم أنها تقل بازدياد المسافة .

بالفعل ، لنأخذ على امتداد العمود AB النقطة A' ، ونمرر من هذه النقطة « المستقيم المتوازى الاقليدى » للمستقيم AC . فنجد أنه يقطع العمود AB بنفس الزاوية التى يقطع فيها المستقيم AC .

$$\sphericalangle DA'B = \sphericalangle CAB$$

لكننا نعرف أنه يمكن أن نمد من النقطة A' مستقيما آخر هو $A'C'$ يوازى المستقيم AC حسب مفهوم لوباتشيفسكى .

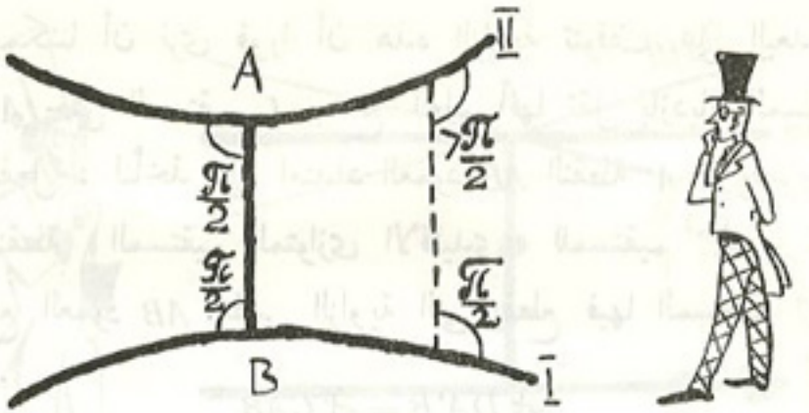
ومن الواضح أن الزاوية $C'A'B'$ أقل من الزاوية $DA'B$.

ومن البين أنه إذا كان المستقيم $A'C'$ لا يقطع المستقيم AC ، فانه حتما لا يقطع المستقيم I . وهو إما يبتعد عنه ، واما يوازيه . (من الآن فصاعد سأكف عن إيراد الجملة الاعتراضية « بموجب تعريف لوباتشيفسكى » . وبعدها سنلتزم فى كل مكان من هذا الباب بهندسته وتعاريفه) .

فى الواقع أن لوباتشيفسكى قد أثبت النظرية التالية :

« اذا كان مستقيمان يوازيان مستقيما ثالثا فى اتجاه واحد ، فانهما يكونان متوازيين فيما بينهما فى نفس هذا الاتجاه » . اذن ، فالزاوية $CA'B$ هى زاوية التوازى للمستقيم I فى النقطة A' .

إن زاوية التوازى هى دالة المسافة حتى المستقيم . وقد رمز



لوباتشيفسكى الى هذه الدالة بالرمز $\Pi(x)$ ، حيث x — هنا المسافة — اى المقطع AB .

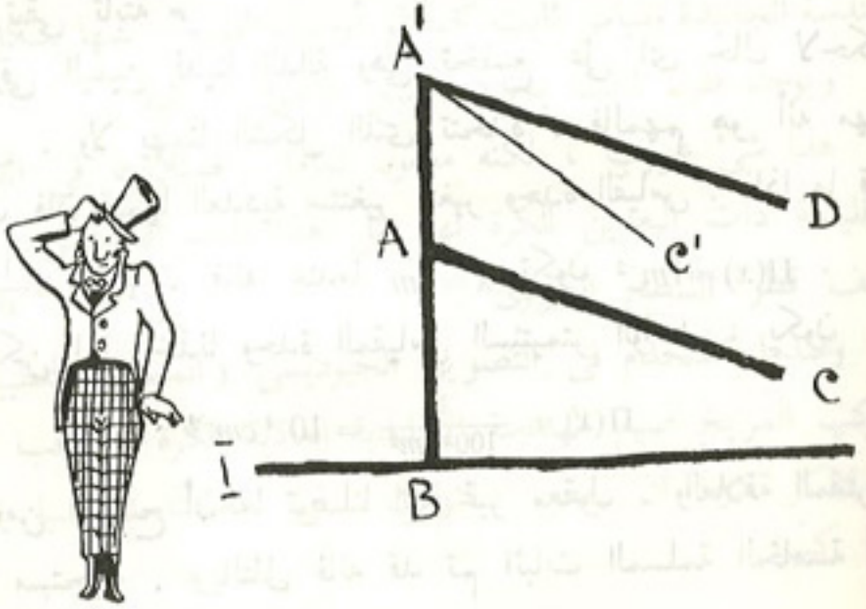
ولقد اقتنعنا بأن هذه الدالة تنقص بازدياد x . وقد درس لوباتشيفسكى سلوكها عند نقصان المسافة x ، وأظهر أن زاوية التوازى $\Pi(x)$ تتجه عندئذ بلا حدود نحو الزاوية القائمة . ومن الناحية العلمية ، فان ذلك يبدو بالرمز كالتالى : $\lim_{x\to 0}\Pi(x)=\frac{\pi}{2}$. لكن اذا ما تذكرنا أن زاوية التوازى القائمة تتفق مع أسس هندسة إقليدس ، فيكون واضحا أن هندسة لوباتشيفسكى لا تختلف فى المسافات الصغيرة عمليا عن هندسة إقليدس .

هذا واضح . لكن من غير الواضح تماما معنى كلمات « فى المسافات الصغيرة » .

فلا يكون لكلمتى « صغير » أو « كبير » من معنى إلا بعد الاشارة الى مقارنتهما بشئ ما . وبدون ذلك يفقدان أى محتوى .

ومن الواضح أنه لابد من توفر طول معين — مقياس ما ، يمكن أن يقارن به كل ما عدا ذلك .

فكيف يوجد هذا المقياس ؟ هنا ، من المناسب مرة أخرى ، أن نتذكر ليجاندر . فقد وجد فى أبحاثه أيضا أن زاوية التوازى تتوقف على المسافة . والواقع أنه يكفى لذلك (كما أشرنا لهذا سابقا) أن يحلل قليلا إثباته بصدد مجموع زوايا المثلث . وأن حقيقة ظهور مثل هذه العلاقة لوحدها كانت تبدو بالنسبة لليجاندر أمرا غير معقول الى حد أنه وصفها مرة باللا معقول المنتظر ، الذى يثبت صحة المسلمة الخامسة . كان تفكير ليجاندر ذكيا جدا ، وهو تفكير فيزيائى أكثر مما هو تفكير رياضى .



الواقع أنه قد استخدم طريقة قوية جدا لتحليل المسائل الفيزيائية نوعيا — وهى طريقة القياس . وقد يبدو أسلوب تفكيره كالآتى لو أسبغنا عليه سمات العصر .

نحن نرى أن زاوية التوازى تعتبر دالة جزء وحيد هو المسافة حتى المستقيم . ولا تدخل أية أبعاد خطية أخرى فى المسألة . ولنكتب $\varphi = \Pi(x)$.

الآن ، لننظر ماذا كتبنا . إن أية زاوية φ — هى كمية غير قياسية (فى القياس الشعاعى تكون الزاوية — هى نسبة القوس فى منحنى وحيد الى نصف القطر) .

لدينا من اليسار كمية غير قياسية . فمهما كانت وحدة القياس التى نختارها — السنتيمتر ، أو المتر ، أو الانج (البوصة) فانها تبقى ثابتة .

وفى اليمين لدينا الدالة وهى تخضع على اى حال لاحكام القياس . ولا يهمنا الشكل الذى تتخذه . فالمهم هو أنه مهما كانت فان قيمها العددية ستتغير بتغير وحدة القياس . فاذا ما قلنا ان $\Pi(x) = \frac{1}{x^2}$ ، فانه عندما $x = 1m$ تكون $\Pi(x) = 1m^{-2}$.

لكن اذا أخذنا وحدة المقياس السنتيمتر الواحد ، يكون

$$\Pi(x) = \frac{1}{100^2\, cm^2} = 10^{-4}\, cm^{-2}$$

ومن الواضح أن ما توصلنا اليه غير معقول . والعلاقة المقترحة علينا مستحيلة . وبالتالى فانه قد تم اثبات المسلمة الخامسة .

إن كل هذه المحاججات صحيحة تماما . فيما عدا الاستنتاج . فهو يجب أن يكون شيئا اخر . ويتضح من نفس الاستدلالات حول القياس أنه يجب أن يكون فى الجزء الأيمن من معادلتنا فى دليل الدالة مقدار لا قياسى . ويجب ان تكون المعادلة بالشكل التالى :

$$\varphi = \Pi\left(\frac{x}{k}\right)$$

حيث k — جزء مجهول بالنسبة لنا حتى الآن . لكن يتبادر الى الذهن السؤال التالى : من أين لنا بهذا الجزء k ؟ إذ أن كل التحليل يبين أن زاوية التوازى φ تتوقف على مسافة وحيدة فقط ، هى المسافة بين النقطة والمستقيم .

ويتبقى لنا مخرج واحد فقط . يجب الافتراض أنه يوجد فى الهندسة الجديدة مقياس ثابت كما لو أوجدته الطبيعة نفسها بشكل ما .

ويوجد طول ثابت يحدد جميع الأطوال الباقية .

هذا شئ غريب ، لكنه معقول تماما . فمثلا ، فى الهندسة الاقليدية ذات البعدين للكرة لها مثل هذا البعد المنفصل . وهو نصف قطر السطح الكروى .

وعندما نستخدم فى التصوير الجيوديسى (المساحة التطبيقية) لكوكب المريخ صيغ الهندسة الاقليدية العادية للكرة ، يجب علينا أن نتذكر دوما أن بعض « الثوابت » فى جداولنا الأرضية تتغير تغيرا كبيرا .

لم تخامر لوباتشيفسكى الحيرة بسبب التناقض الظاهرى ، فادخل مفهوم الجزء ، أو المقطع الثابت k وأوجد معادلة لزاوية التوازى . وهى بسيطة للغاية ويمكن إيرادها أدناه :

$$\cot \frac{1}{2}\varphi = e^{\frac{x}{k}}$$

حيث e — هى اساس اللوغاريثمات الطبيعية .

ومن هذه المعادلة يتضح فورا ، أنه عندما يكون $\frac{x}{k} \to 0$ ، فان $\cot \frac{1}{2}\varphi \approx e^{0} = 1$ ، او $\frac{1}{2}\varphi \approx \frac{\pi}{4}$ و $\varphi = \frac{\pi}{2}$. وعندما يكون $\varphi = 90°$ ، تتحقق هندسة إقليدس بدقة عالية .

لكن $\frac{x}{k}$ قريبة من الصفر ، إذن فان $x \ll k$.

والآن فان أقوالنا حول الأجزاء الصغيرة ، التى أوردناها سابقا قد اكتسبت معنى دقيقا .

فاذا كانت المسافة من النقطة التى نمرر عبرها الى مستقيم معلوم خطا موازيا له ، وأصغر بكثير من ثابت الجزء k — تتحقق عندئذ هندسة إقليدس بصورة تقريبية .

وفى الحالة القصوى ، عندما $k = \infty$ ، فان هندسة إقليدس تتحقق دوما وبدقة تامة .

من الطبيعى أن أول سؤال برز لدى لوباتشيفسكى كان : كيف نجد الجزء k ؟

وهنا يظهر أن هندسته « أفضل » فى ناحية معينة من هندسة اقليدس .

وليست هناك أية اجتهادات نظرية قد تساعد على تحديد k : وهو ما يسميه الفيزيائيون بـ « ثابت النظرية » . ولا يمكن إيجاده إلا عن طريق التجربة ، وبالاستعانة ببعض القياسات الفيزيائية المعينة .



إن زاوية التوازى لا يمكن أن تقاس مباشرة طبعا ، لكن يمكن مثلا ، قياس مجموع زوايا المثلث . و« عيب المجموع » فى المثلث المعطى يتوقف على مقدار k .

وكما يذكر القارئ فان لوباتشيفسكى ، وجاوس قد دفعا الى إيجاد مثل هذه القياسات ، لكن لم يتوصلا الى شئ .

وبشكل عام ، فان لوباتشيفسكى نفسه لم يؤكد أبدا أن هندسته بالذات تصف العالم . بل بالعكس ، فقد كان يميل الى الاعتقاد بانه تتحقق فى عالمنا هندسة إقليدس بالذات .

لكن هذا ليس مهما جدا . والشئ الرائع أن الهندسة الجديدة ارتبطت منذ خطواتها الأولى برابطة وثيقة بالفيزياء ، الى حد أنه يستحيل عزلها عن التجربة .

من الطبيعى أن هذا يدفع مباشرة للتفكير باهم مسألة حول علاقة الهندسة عموما بالعالم الواقعى . وحول إمكانية علوم الهندسة المختلفة لهذا العالم .

وهى مسألة لم تطرح نفسها بالحاح ، بل وعموما كان علماء الرياضيات يتصورونها جوفاء ، غير معقولة خلال أكثر من الفى عام.

سواء أردنا ام لم نرد ، فان ظهور الهندسة اللااقليدية يولد مشكلة التجربة . وهل صحيح فعلا ما نعرفه تماما من « أن الرب قد خلق الأرض بموجب قواعد الهندسة الاقليدية » ، كما كان يعتقد ذلك إيفان كارامازوف ؟

إنه لشئ جميل دوما ، عندما تقودنا الصيغ المجردة فجأة الى افكار غير متوقعة كليا ، أفكار لم يشك صاحبها فيها لدى استنتاجه لهذه الصيغ .

وهذه الاستنتاجات جذابة وساحرة للغاية ، لهذا يمكن أن نتفهم كلا من بوليايى ولوباتشيفسكى ، اللذين صدقا كمال منهجهما المنطقى.

مع العلم أننا قد ناقشنا الآن استنتاجا واحدا فقط من عمل لوباتشيفسكى الاول — وهو تقريره لعام ١٨٢٦ .

وقد طور فكرته فورا بشكل أعمق ، وكانت النتائج الباقية لا تقل عنها جمالا. مع ذلك ففى الرياضيات لا تعتبر قضايا الايمان حاسمة.

فلم يكن هناك ضمان بعدم اصطدام المرء بتناقض منطقى فى مكان ما فيما بعد .

وقد عمل لوباتشيفسكى طيلة السنوات الباقية بدأب بغية إيجاد هذا البرهان .

وسعى الى أن يبين بشكل دقيق : أن نظامه خال من العيوب . وفى طريقه لذلك درس مختلف نتائج هندسته وأكثرها مفاجئة ، وتوغل الى أعماق جديدة لها .

وكان واضحا أنه فى هذا أعلى من منافسيه لا ريب . فلم يمر لا بوليايى ، ولا جاوس فى الطريق الذى مرّ هو فيه .

ولم يجد البرهان . رغم انه كان قريبا جدا من الفكرة الأساسية .

لكن من وجهة النظر الانسانية البحتة فان عمله المثابر المستمر الذى اخضعه لهدف واحد يثير مشاعر الاعجاب .



الباب العَاشر

افكار جديدة • ريمان • النتيجة - عدم التناقض



لو كنت من هواة الاعلان لبدأت حديثى هنا من القول بأن الكلام فى هذا الباب سيدور حول أشياء ذات جمال أخاذ .

لكن بدلا من ذلك أعلم القارئ بنزاهة ، أن النصف الأول من هذا الباب على أقل تقدير — هو رياضيات جافة للغاية .

اذن ، لنبدأ من الحديث عن نظرية السطوح .

كان مبتدعها هو جاوس نفسه . ولغرض الابقاء ولو على مظهر ما للكلام المبسط ، فسنصيغ المسائل التى تهمنا بالشكل التالى .

لنفرض أنه تعيش على سطح ما متعرج كيفما اتفق مخلوقات عاقلة ذات بعدين. فماذا تكون هندستها قبل كل شئ ، أولا؟

وثانيا ، كيف ستستطيع (اذا ما استطاعت ذلك) ملاحظة أن سطحها متعرج ؟

ربما أن السؤال الثانى يبدو لأول وهلة ساذجا للغاية ، وربما تتبادر الى أذهان القراء فورا البراهين على كروية الارض ، التى تورد فى كتب الجغرافيا المدرسية الخاصة بالسنة الرابعة . لكن اذا ما أمعنا الفكر قليلا فى البراهين من هذا النوع ، لأتضح لنا أنه تستخدم فيها حقيقة كوننا مخلوقات ذات ثلاثة أبعاد — تعيش على سطح ذى بعدين .

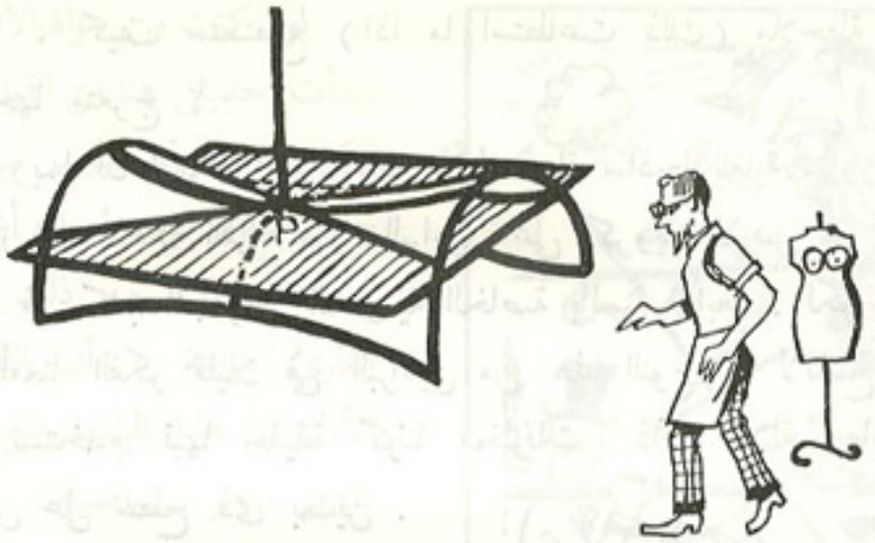
وبغية إزالة الوهم بالسذاجة يكفى التفكير بالصورة التالية: كيف يمكن كشف أن عالمنا الثلاثى الأبعاد متعرج ، وكذلك ماذا تعنى هذه العبارة عموما ، التى كثيرا ما يجرى إستخدامها ؟

سنتحدث عن العالم ذى الثلاثة أو الأربعة أبعاد فى وقت لاحق ، أما الآن فلنعد الى السطوح .

بدأ جاوس من استحداث قيمة رائعة ، تحدد هندسة السطح . هو منحنى جاوس .

قبل كل شئ دعنا نبين المميزة الهامة جدا التى يتصف بها منحنى جاوس .

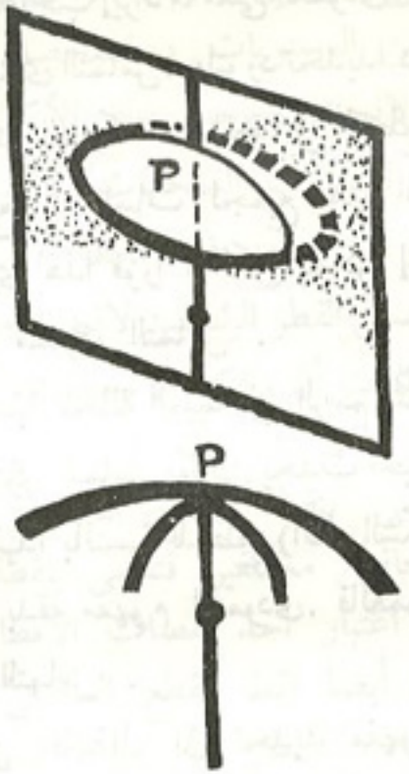
ان منحنى جاوس يبقى ثابتا مهما كان انحناء السطح ، شرط عدم حدوث اى تمدد أو شد فيه .



فماذا يعنى عدم حدوث تمدد ؟ إنه واضح بالحدس ، واذا ماتوخينا الدقة ، فيمكن صياغته كالآتى : إذا انعدم التمدد لدى إنحناء السطح ، فانه – أولا – تبقى ثابتة اطوال جميع المنحنيات ، الممدودة على السطح ، وثانيا – تبقى ثابتة – جميع الزوايا فيما بينها .

ويمكن صياغة نفس الكلام بشكل آخر . لنأخذ قطعة من الورق. ولنطويها . وقس فى نقط ما منحنى جاوس . والآن يمكن أن نفعل بقطعة الورق كل ما نريد (دون أن نشدها ، أو نمزقها) ، ونحنيها بشكل عشوائى جدا. ففى هذه النقطة لا يتغير مقدار منحنى جاوس.

لغرض تحديد مفهوم منحنى جاوس الهام جدا ، بالنسبة لنا ، وذلك بصورة أكثر دقة ، ينبغى ان نفسر ماهية انصاف اقطار المنحنيات فى النقطة المعطاة من السطح .





لنبحث نقطة ما من السطح المستوى ، ونمد عليها عموديا .

الآن يبدو أنه من الواجب إيراد ما معنى العمودى. ويتطلب هذا إضافة مفهوم آخر هو— مستوى التماس. ولنورد تحديدا دقيقا تقريبا. فنبحث جميع الخطوط المنحنية الممكنة، الواقعة على السطح والمارة بالنقطة P.

ويظهر أن جميع المماسات لجميع هذه المنحنيات تقع فى مستوى واحد . ولا يرى هذا فورا ، لكن يمكن إثباته بدقة . ومجمل المماسات ، تؤلف مستوى التماس .

يبدو بجلاء بالنسبة للحالة المبينة فى الرسم الأعلى على ص ٣١٠، كيف يكون وضع مستوى التماس. ولكن يحدث أحيانا أن مستوى التماس يقع بصورة أكثر تعقيدا بالنسبة للسطح (انظر الشكل على ص ٣٠٦) .

الآن سنحدد بدقة مفهوم العمودى. فالعمودى هو خط مستقيم يتعامد مع مستوى التماس .

بعد هذا يمكن الانتقال الى تحديد مفهوم أنصاف الأقطار الرئيسية للمنحنى . فنمد مستوى ما عبر العمودى .

من الواضح أنه يمكن مد عدد لانهائى من هذه المستويات لكن دعنا نختار أحدها كبداية . ويتكون عند تقاطع المستوى بالسطح منحنى التماس المستوى .

ويمكن دوما اختيار دائرة ما تمر قريبا جدا من هذا المنحنى فى النقطة P . وسوف لا نشرح المعنى الدقيق لهذه الكلمات ، آملين فى أن الحدس سيقدم الصورة المطلوبة .

ونصف قطر هذا القوس R الملامس (المماس) يسمى بنصف قطر إنحناء المنحنى المستوى . وبما أنه يمكن أن نمرر بالعمودى عددا لانهاية له من المستويات ، فسنحصل على عدد لانهاية له من أنصاف أقطار الانحناء. ويوجد بينها الأكبر والأصغر فى القيمة المطلقة. ويمكن إثبات أن المنحنيات المستوية، التى تناظر أصغر وأكبر نصفى القطر ، تتعامد فى النقطة P . ونصفا القطر هذان R_1 و R_2 يسميان بنصفى القطر الرئيسيين لانحناء مستوانا فى النقطة P .

ويمكن أيضا إثبات أن مراكز الانحناء تقع دائما على العمودى .

اذا كانت مراكز الانحناء تقع فى جانب واحد من السطح ، فان النقطة P تسمى بنقطة القطع الناقص (الاهليلجية) . واذا كانت واقعة على جانبين مختلفين فتسمى بنقطة القطع الزائد . وفى هذه الحالة يجب اعتبار أحد أنصاف الأقطار الأساسية سالبا .

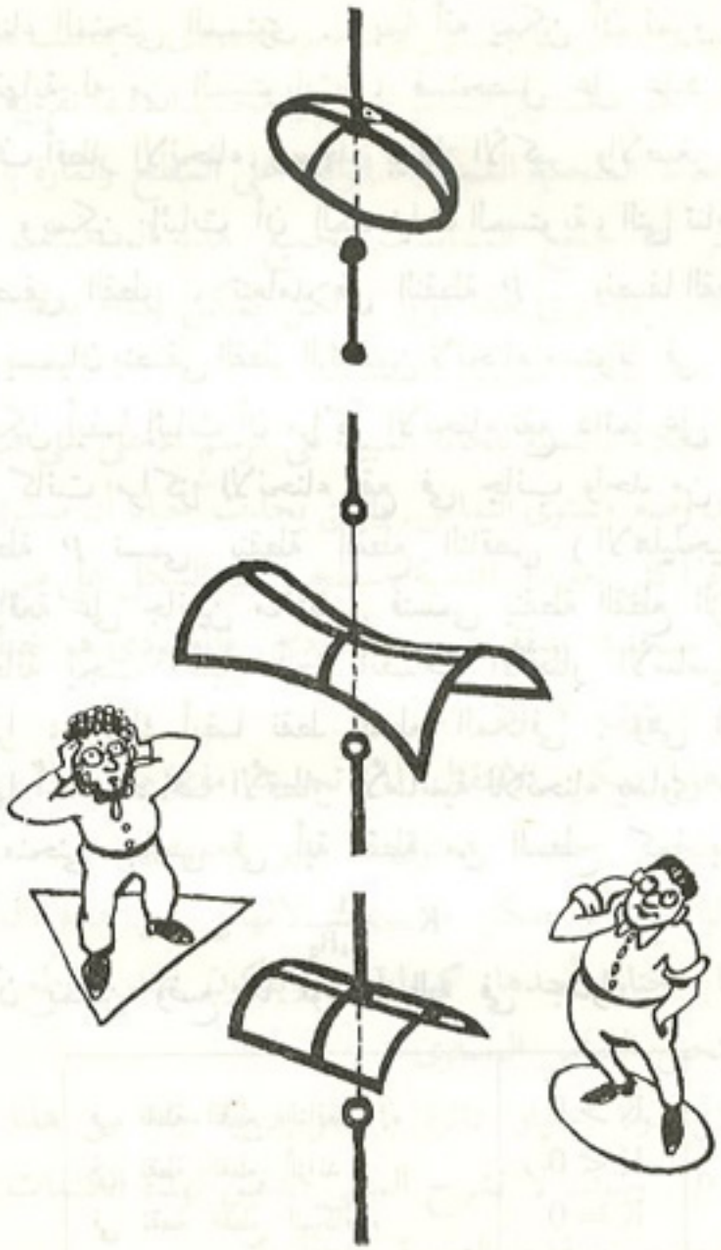
أخيرا ، هناك أيضا نقط القطع المكافئ . وهى النقط التى يكون فيها أحد أنصاف الأقطار الأساسية للانحناء يساوى مالانهاية .

ويحدد منحنى جاوس فى أية نقطة من السطح كما يلى :

$$K=\frac{1}{R_1R_2}$$

والآن يمكن وضع ما توصلنا اليه فى جدول :

فى نقطة القطع الناقص	$K>0$
فى نقطة القطع الزائد	$K<0$
فى نقطة القطع المكافىء	$K=0$



دعنا ننظر فى الصفات التى يمكن أن يتمتع بها السطح بأكمله . لنتصور سطحا ما ، ولنحاول تغطيته بقطعة قماش ملاصقة له جدا .

وشروط اللعبة كالتالى : لا يجوز بالنسبة لقطعة القماش (طبعا إذا كانت قطعة مستوية منذ البداية) :

أ ــ القطع ،

ب ــ التمديد ،

حـ ــ يجب أن تغطى السطح بدون حدوث طيات .

لو أن سيدة ما قدمت مثل هذه المطاليب الى الترزى (الخياط) لطردها دون أن يواصل معها الحديث . ولكان على حق فى ذلك .

قبل أن أستطرد فى الكلام ، أدعو القراء الى أن يتوقفوا عن القراءة لحظة ، وليتصوروا لوحدهم ، ماهية الصفات التى يتمتع بها قوام السيدة الأنيقة المفترضة ، بغية التمكن من الاجابة الى طلبها .

بعد هذه المعطيات عن منحنى جاوس ، الموجودة لدينا ، يصبح الجواب بسيطا للغاية .

فاولا إن قطعة القماش كانت مستوية . ومعنى هذا أن انحناءها فى كل نقطة منها يساوى الصفر . ولدى ثنيها دون تمدد فان المنحنى لا يتغير . معنى ذلك أن قطعة القماش المستوية يمكن أن تطوى فقط الى السطح ، الذى يبلغ الانحناء فى كل نقطة من نقطه الصفر تماما .

مثلا ، أن يتم ذلك على اسطوانة . فيمكن أن نتصور بسهولة أن إنحناء جاوس يساوى الصفر تماما على السطح الجانبى للأسطوانة . أو ، بصورة أخرى ، أن كل نقطة فى سطحه هى نقطة قطع مكافئ . واذا ما استوعب القارئ مفهوم الانحناء فمن السهولة أن يقتنع أن المثال الثانى للسطح المناسب هو المخروط.



أما على الكرة فمن المستحيل ثنى السطح كما نريد ذلك . إن إنحناء الكرة ثابت وموجب . وهذا الشئ بالذات يثير العذاب لدى راسمى الخرائط .

يجب علينا أن نضيف ، بشئ من التأخير ، بأننا نقصد فى كلامنا السابق واللاحق السطوح « الجيدة » . ولن أوضح بدقة معنى ذلك ، لكن سأقول عموما أننا سنعتبر السطوح « جيدة » إذا إنعدمت فيها الأضلاع والرؤوس الحادة . فمثلا ، رأس المخروط نقطة « غير جيدة » .

وفيما بعد يجب أن يؤخذ بعين الاعتبار أنه عندما نتحدث عن ثنى سطح على آخر ، فاننا نقصد بذلك ، مع توخى الدقة ، إمكانية إنثناء جزء كبير منه ، وليس كل السطح المقفل . فمثلا ، لا يمكن فتح السطح الجانبى لمخروط ، ووضعه على مستوى إلا بعد أن نقوم بمقطع آخر على راسم السطح . والآن فان المفهوم الأخير اللازم لنا هو مفهوم الخط الجيوديسى . فالخط الجيوديسى — هو الخط المنحنى الذى يرسم على السطح بين نقطتين ، بحيث أن أى خط آخر يبدو أطول منه . وعموما فان هذا التعريف من التعاريف « الصارمة تقريبا » ، لكننى اهدئ نفسى بالقول أن من يعرف الرياضيات جيدا ، لن يقرأ هذا الفصل ، فليس هناك من يوجه الىّ الاتهام بالكذب .

ان المخلوقين الفرضيين ، ذوى البعدين اللذين يقطنان على

السطح المعطى ، سيقولان أن الخط الجيوديسى — هو أقصر مسافة بين نقطتين . بالمناسبة ، إن هذا هو نفس ما ستقوله المخلوقات ذات الأبعاد الثلاثة أيضا ، إذا ما اشترط عليها البقاء على السطح .

أما بالنسبة لنا ، نحن الذين نعيش فوق كرة ، فان أقصر المسافات بين نقطتين على الأرض هى أقواس الدائرة الكبرى . فعلى ضابط الملاحة فى السفينة ان يوجه سفينته على قوس الدائرة الكبرى بالذات ليمكنه الوصول من ميناء الى اخر بصورة أسرع . ولنناقش الان مسألة طريفة للغاية . لقد اتفقنا على أنه يمكن ثنى المستوى على سطح يبلغ انحناؤه الصفر ، وهو ثابت . او — وهو نفس الشئ — إن مثل هذا السطح يمكن مطابقته على مستوى .

إن أى شكل نرسمه على المستوى، يتحول الى شكل مشابه على سطحنا . والزوايا بين الخطوط لا تتغير عند الانثناء . وأقصر الخطوط على السطح — الخطوط المستقيمة — تتحول الى خطوط جيوديسية على السطح . لذلك فبالنسبة للمثلث الاسطوانى ، مثلا (مفهوم أن جوانبه مكونة من خطوط منحنية) يبقى مجموع الزوايا نفسه كما فى حالة المثلث المستوى . ويمكن مواصلة التفكير على هذا المنوال . ويمكن مقابلة كل مفهوم هندسى على المستوى بصورة مناظرة له على السطح .

ويمكن أن نتصور بسهولة كبيرة ، أن جميع النظريات التى تصح على المستوى ، يمكن نقلها دون تغيير الى السطح .

لكن يجب أن نتذكر فقط بأن هذه النظريات صحيحة الآن بالنسبة لـ « الاشكال » فقط . ولو تحققت على المستوى فى هندسة إقليدس ، فانها ستتحقق أيضا بالنسبة لـ « الاشكال » على الأسطوانة .

فى الواقع أننا إلتقينا الآن باحدى أروع ، وأجمل جوانب الرياضيات . وما دمنا لانهتم بعد بالمطابقة العملية ، فلا تهمنا البتة ما تقول به نظرياتنا . فالمهم انها تطابق متطلبات المنطق . بالاضافة الى ذلك فاننا حتى لا نعرف ما نتحدث عنه بالذات . فالفيزيائى فقط يحتاج إلى معرفة ما يدور « فى واقع الحال » . فهذا شأن عالمه .

فالمستقيم فى الفيزياء هو — شعاع من النور . أما بالنسبة للرياضيات فانه من المفاهيم الأساسية غير المحددة . ومن المستحيل التفريق بين المستقيمات فى المستوى الاقليدى والخطوط الجيوديسية على سطح الأسطوانة، إذا ما جرت المقارنة بينها من وجهة النظر البديهية.

لنتصور لوحة خيالية تصور عالمين ذوى بعدين . أحدهما فى مستوى . والآخر على سطح أسطوانة . وتعيش فيهما مخلوقات عاقلة . ولنفترض أنهما أقاما إتصالات فيما بينهما بشكل ما .

فان العالم الرياضى « المستوى » ذى البعدين ، والعالم الرياضى « الاسطوانى » ذى البعدين كانا سيشيران بارتياح الى أن الهندسة لديهما واحدة .

واذا كان نظام البديهيات متناقضا فى المستوى الاقليدى ، فاننا كنا سنعرف حالا أنه متناقض على الأسطوانة أيضا .

ولكن باستطاعة أحدهما أن يشرح للآخر النظريات التى برهن على صحتها ، أما الثانى فكان يأخذها دونما تغيير . ولكان باستطاعتهما العمل دون أقل خلافات . أما لدى العالمين الفيزيائيين « المستوى » و « الأسطوانى » فان الأمر كان سيختلف كليا ، ولانعدم أى إتصال وثيق فيما بينهما . ولكانا قد أعلنا منذ البداية أن قوانين الطبيعة فى عالميهما مختلفة .

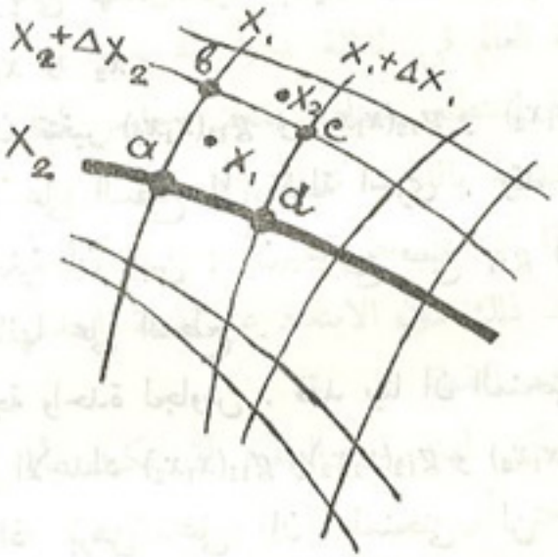
بالمناسبة ، لو كان شعاع الضوء ينتشر فى العالم « الأسطوانى » فى خط جيوديسى ، فانهما ما كانا ليلاحظا الفرق فورا .

بالطبع ، إن القراء يدركون باننا نقف فى مكان ما غير بعيد عن مشكلة عدم تناقض الهندسة اللااقليدية . فلو تسنى فى الفراغ الاقليدى العادى إيجاد السطوح التى تتحقق فيها هندسة لوباتشيفسكى ... ولو أمكن جعل هذه السطوح بشكل بحيث أنه إنعكس فوقها كل مستوى لوباتشيفسكى ... لكانت المسألة محلولة عندئذ ؟

ان « إذا ... » الأولى قابلة للتحقيق . فمثل هذه السطوح (أشباه الكرة) موجودة . وهى سطوح ذات منحنى سالب دائم . لكن ها هو الشرط الثانى يودى بنا الى الهلاك . فكل سطح شبه الكرة لا يطابق الا جزءا من مستوى لوباتشيفسكى . لننس فترة من الوقت

عدم التناقض ولو بشكل عابر ، ولكن لنتحدث عن ريمان . فهذا الفتى الخجول للغاية ، قام فى عام ١٨٥٤ بفتح آفاق جديدة أمام علماء الرياضيات ، وينبغى علينا الآن أن نعود من جديد الى منحنى جاوس ، ولكن بلغة رياضية تماما هذه المرة ، لنبحث مجموعتين





اختياريتين من المنحنيات على سطح . وأكرر أن المجموعتين يمكن ان تكونا اختياريتين البتة . فهاتان المجموعتان تكونان شبكة احداثيات . لنفرض اننا نود الآن إيجاد المسافة بين النقطتين x_1 و x_2 القريبتين جدا من بعضهما البعض ، وفيما عدا ذلك فهما اختياريتان كليا .

درس جاوس الصيغة التالية :

$$\Delta S_{12} = g_{11}(x_1x_2)\Delta x_1 + 2g_{12}(x_1x_2)\Delta x_1\Delta x_2 + g_{22}(x_1x_2)\Delta x_2^2$$

وتسمى بالشكل العيارى الأساسى . وتبدو هذه المعادلة ثقيلة الوطأة جدا بالنسبة للأفراد غير المطلعين على الرياضيات جيدا . لكننا سوف لا نلجأ اليها كثيرا بشكل خاص . وسنقدم الملاحظتين الآتيتين فقط .

١ — إن المعنى الفيزيائى لهذه الصيغة بسيط جدا . وهو مربع المسافة بين النقطتين x_1 و x_2 .

٢ — من الطبيعى ان تتغير $g_{11}(x_1x_2)$ و $g_{12}(x_1x_2)$ و $g_{22}(x_1x_2)$ لدى الانتقال من نقطة على السطح الى نقطة اخرى . وقد كتبنا x_1 و x_2 داخل قوسين بغية أن نبين : أن جميع صيغ g_{11} و g_{12} و g_{22} تتوقف على مكانها على السطح .

وما تهمنا الان نتيجة واحدة لجاوس . فقد بينا ان المنحنى فى السطح يتوقف كليا على الاعداد $g_{11}(x_1x_2)$ و$g_{12}(x_1x_2)$ و $g_{22}(x_1x_2)$. لكن هذا قليل . اذ برهن على ان المنحنى لن يتغير مهما كان نظام الإحداثيات الجارى اختياره . وهذا غير واضح البتة . وفعلا فان جميع اعداد g_{11} و g_{12} و g_{22} ، عموما ، تتغير لدى اختيار شبكة إحداثيات جديدة . لكن منحنى جاوس يتشكل فى مجموعة من هذه الأعداد بصورة تجعله غير متغير . أى أن منحنى جاوس لا يتوقف البتة على طريقة الوصف .

وهذه احدى الصفات الداخلية للسطح . وبذلك فان كل هندسة للسطوح المستوية تتحدد بنسبة واحدة فقط هى — الشكل

القياسى الأساسى . وكان هذا الشكل يتوقف على متغيرين . وبمعرفة المكافئات فاننا نستطيع حساب منحنى جاوس للسطح فى أية نقطة .

يمكن إيراد فكرة ريمان فى كلمتين لا غيرهما . فدعنا نبحث من الناحية الشكلية الصرفة مثل هذه الصيغ من متغيرات ثلاثة ، وأربعة ، و π — متغيرات . ولنقل ان هذه الأشكال القياسية تحدد هندسة العالم فى ثلاثة ، وأربعة ، و π من الابعاد . ومن الناحية الشكلية نستطيع حساب منحنى جاوس لهذه العوالم . ونستطيع القول اى هندسة بالذات تتحقق فى اى منها .

اذا كان المنحنى غير الصفر فسنقول أن مثل هذا العالم منحنى . ونلاحظ ذلك دون الابتعاد عن نقطة واحدة . ويكفينا معرفة الانحناء فى هذه النقطة .

يمكن لهندسة « العالم » أن تكون بأى شكل . ولايهم الآن كثيراً حتى أى منها . ونظرية ريمان تبحث جميع الحالات المحتملة . وهذا باختصار مجمل القضية .

انه مجرد تعميم لنظرية جاوس عن السطوح فى حالة تواجد متغيرات كثيرة . وفى بداية القرن العشرين تبين أننا نحتاج الى هندسة ريمان لغرض وصف عالمنا الواقعى . مع العلم أن ذلك يتم لا بالنسبة لثلاثة أبعاد ، بل بالنسبة لأربعة أبعاد . وقد ظهر أن البعد الرابع هو الزمن .

وبهذا نودع ريمان .

ومهمتنا الأساسية الآن ــ أن نتجنب قدر الامكان صيحات الفرح والابتهاج .

حقا ، من غير المحتمل أن تجد فى كل علم الرياضيات عشر أفكار أخرى ، تكافئ فى جمالها البرهان على عدم تناقض هندسة لوباتشيفسكى .

ويبنى كل شئ على كون الأمر سيان بالنسبة لعالم الرياضيات ، ماذا يكمن بالذات وراء « مفاهيمه الأساسية » . والمهم أن تتحقق البديهيات .

إن الهندسة ليست أكثر من لعبة منطقية ، الى حد معين . و « المستقيم » و « النقطة » و « المستوى » و « الحركة » ــ هى بيادق هذه اللعبة . وكل ما يعرف عنها عالم الرياضيات ــ هى البديهيات ــ أى قواعد اللعب بهذه البيادق .

وفى هذه المرحلة يعتبر علم الهندسة ، عموما ، غير ذى فائدة بالنسبة لعالم الفيزياء ، مثلها مثل الشطرنج أو الدومينو . ولكنه عندما يثبت ــ أى عالم الفيزياء ــ تجريبيا فقط أن مستقيماته ، ونقاطه الواقعية ، وغيرها تصفها بدقة كبيرة التجريدات الرياضية ، وعندما يرى فقط أن بديهيات الرياضيات تصف فعلا سلوك مستقيماته ، ونقطه ، ومستوياته الواقعية ... عندئذ فقط تتحول الهندسة الى أحد أبواب الفيزياء ــ العلم الذى يبحث العالم المحيط بنا . وقبل هذه اللحظة كان علم الهندسة ــ لعبة منطقية .

لكن هذا الوضع غير المتوقع بالذات هو الذى يهيئ إمكانية إثبات عدم تناقض هندسة لوباتشيفسكى .

تبدو المسألة كالآتى : هناك لعبتان ــ هندسة إقليدس ، وهندسة لوباتشيفسكى .

لنحاول إثبات أنه لو كان هناك فى قواعد إحداها تناقض داخلى خفى ، فانه لابد وأن يوجد ذلك فى القواعد الاخرى .

ونكرر مرة أخرى أن قواعد اللعبة هى كشف البديهيات .

كما ترون فاننا قد غيرنا نوعا ما وضع المسألة .

نحن نفهم أن حل مشكلة عدم التناقض مباشرة ، ووجها لوجه ، وبشكل صارم ــ هو مهمة لا امل منها .

ومهما كان عدد مئات ملايين النظريات التى اثبتناها ، فلا يمكن أن تتوفر هناك الثقة ، من أن التناقض لن يصادفنا فى النظرية القادمة.

أما الآن فنحن نريد إثبات ما يلى : إذا كانت هندسة لوباتشيفسكى متناقضة ، فلابد وأن تكون هندسة إقليدس متناقضة .

لكن لا يبدو هنا أيضا طريق واضح للوهلة الأولى .

ان قواعد اللعبة (البديهيات) مختلفة . صحيح ، أن الهندستين لا تختلفان الا فى بديهية واحدة ــ هى بديهية الخطوط المتوازية ، لكن هذا لا يغير من جوهر القضية فى المبدأ .

كانت اللعبتان مختلفتين . وكان من غير الواضح تماما كيف يمكن عموما مد جسر يوصل بينهما .

رغم ذلك فان الامر بدا ممكن التحقيق .

وأخشى أن التماثلات المختلفة الواجب شرحها لا تؤدى الا الى تعمية الجوهر ، لذلك فاننى سأنتقل الى البرهان مباشرة . وصاحبه أحد اكبر علماء الرياضيات فى القرن التاسع عشر واسمه فيلكس كلين . وبالطبع أنه جدير بالتحدث عنه . كان رجلا طريفا ومعقدا ، لكن للاسف لا نستطيع الايغال فى التاريخ . وكل ما أوده هو إيراد حقيقة هزتنى فى حينه .

عاش كلين حياة مديدة . واذا ما أخذنا أعماله التى نفذها بعد سن الـ ٣٠ — ٣٥ عاما فقط ، لبرز أمامنا وفق جميع المقاييس — عالم فذ وضليع . وكان رياضيا نشيطا ، ومرهفا ، وكثير العطاء ، ومتضلعا بشكل رائع فى ماضى علمه ، ومن خيرة التربويين فى كل تاريخ علم الرياضيات .

وقد كتب نفسه بلهجة جافة وحازمة ، أنه بعد سن الثلاثين ، غدا عاجزا البتة عن القيام بالنشاط الابداعى نتيجة الارهاق العصبى ، الذى سببته دراسة احدى قضايا الرياضيات . ولم يكن يتحذلق فى كلامه . كان يعتقد ذلك حقا . واعترف أن أمثال هذا الرجل يؤثرون فى حقا . والمسألة الثانية هى — هل أن مثل هذه القسوة تجاه الذات تجعل حياتنا أسهل ؟

لنأت الى البرهان .

فى البداية « نلعب » بهندسة إقليدس . ولنبحث الدائرة المعتادة .

فنرسم وترا . ونأخذ نقطة ما ، لا تقع على هذا الوتر . من الواضح أننا نستطيع أن نمد عبر هذه النقطة عددا لانهاية له من الأوتار الاخرى ، لا تتقاطع مع الاول. وتقع جميع هذه الاوتار بين الوترين اللذين يقطعان وترنا فى نقطتيها الطرفيتين : هناك ، حيث يتقاطع مع الدائرة.

وما يزال كل ذلك واضحا بالنسبة لنا الى درجة السذاجة . والشئ الغامض هو علاقة هذه الدائرة بهندسة لوباتشيفسكى .

والآن يحدث شئ عجيب .

إن فكرة كلين هى أنه يحول هذه الدائرة التافهة الى نموذج لمستوى لوباتشيفسكى .

وإليكم كيفية حدوث ذلك .

لنكرر اللعنة القديمة .

لأن الامر سيان بالنسبة لعالم الرياضيات ماهية « مفاهيمه الأساسية » . المهم أن تتحقق بديهياته .

وتبدأ اللعبة المزدوجة .

فنحن نسمى :

الدائرة — بمستوى لوباتشيفسكى .

وكل وتر فى الدائرة — بمستقيم لوباتشيفسكى .

والنقطة — بنقطة لوباتشيفسكى .

ومن الطبيعى أنه يجب علينا أن نضيف مفاهيم جديدة : « النسب » و « واقعة بين » و « تعود الى » و « الحركة » .

فنضيفها . وبعد ذلك لنحاول اللعب بـ « هندسة لوباتشيفسكى » مستخدمين هذه العناصر الاقليدية .

وبغية عمل ذلك يجب الرجوع الى كشف البديهيات ، والتيقن مما إذا كانت عناصرنا هذه تحقق بديهيات هندسة لوباتشيفسكى .

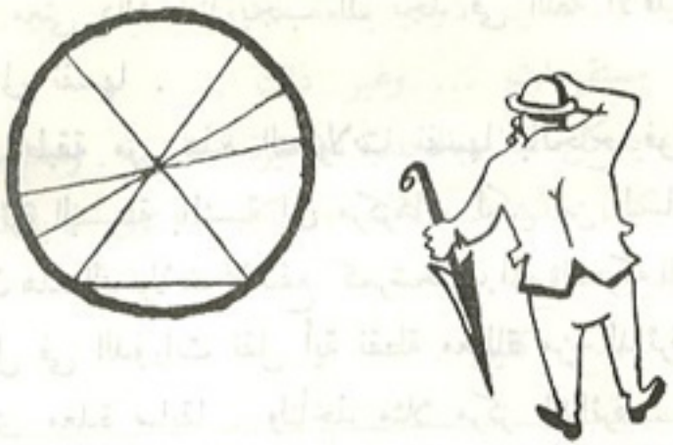
ويمكن الاقتناع بسهولة نسبية من أن الأمور على ما يرام فيما يتعلق بأغلبية البديهيات .

كما أن الأحوال على خير ما يرام بالنسبة لبديهية الخطوط المتوازية — وهى البديهية الوحيدة التى تميز هندسة لوباتشيفسكى عن هندسة إقليدس : « يمكن أن نمرر عبر نقطة معلومة الى « مستقيم » معلوم عدد كبير لا يحصى من « المستقيمات » المتقاطعة فيما بينها » .

وللوقت الحاضر ما زلت أضع كلمة « مستقيم » بين قوسين صغيرين بدافع الحذر . وسيمكن رفع هذين القوسين بجرأة حالما يتم إثبات أنه تتحقق جميع بديهيات هندسة لوباتشيفسكى بالنسبة لمفاهيمنا .

لكن لا تنسوا — أن هناك لعبة مزدوجة . ويجب علينا أن « نتحول » طيلة الوقت من لغة هندسة إقليدس إلى لغة هندسة لوباتشيفسكى . والعكس بالعكس .

والامر على ما يرام فيما يتعلق بمفهومى « يعود الى » و« واقع



بين » . فهما لا يتغيران فى اللغتين . لكن الصعوبات تبرز لدى إنتقالنا إلى الحركة .

إن مفهوم « الحركة » يجب أن يحقق كل مجموعة بديهيات الحركة .

لقد أعلنا أن دائرتنا هى مستوى لوباتشيفسكى . حسنا جدا . فيمكننا تحديد الحركة فى مستوى لوباتشيفسكى هذا. وهذه الحركة يجب أن تحقق كل البديهيات الموضوعة الخاصة بها . (ويجدر مراجعتها الآن فى الملحق التابع للباب الثالث) .

وهذا حسن أيضا . لكن من غير الواضح ، هل يمكن صياغة هذا المفهوم للحركة فى المستوى اللاإقليدى بلغة الهندسة الاقليدية .

إن المستوى اللااقليدى فى حالتنا يعنى باللغة الاقليدية — دائرة . والحركة كما نذكرها ، عبارة عن تحول متبادل ووحيد الرمز للمستوى

الى نفسه . معنى ذلك أننا يجب أن نجد فى اللغة الاقليدية تحولا ما للدائرة الى نفسها .

وتطرح طبقة من هذه التحولات نفسها بالحاح فورا . وهى دورات الدائرة البسيطة بالنسبة الى مركزها . لكن من البساطة بمكان التيقن من ان هذه التحولات لا تنفع كمرشحات الى «الحركة اللااقليدية».

يستحيل فى الدورات نقل أية نقطة معطاة من الدائرة إلى نقطة معطاة أخرى معدة سابقا . ولنأخذ مثلا مركز الدائرة . فهو نقطة ثابتة فى ظل كافة التحولات . وهو يتحول الى ذاته . أما البديهيات التى تحدد الحركة فتتطلب تحويل أية نقطة معطاة عند الحركة الى أية نقطة اخرى . لذلك فلا ترضينا الدورات .

لكن تتوفر التحولات فى الدائرة الضرورية بالنسبة لنا .

وهذه لحظة رئيسية ومبهجة فى مخطط كلين .

وقد ذكر عددا كبيرا لا يحصى من تحولات الدائرة هذه (وتسمى بتحولات المساقط) ، التى تحول الدائرة الى « دائرة جديدة » مثل الاولى تماما وبدقة. أى تحويل اية نقطة داخلية «للدائرة القديمة» الى نقطة داخلية فى « الدائرة الجديدة » . وأن أى نقطة من محيط « الدائرة القديمة » تترك على المحيط « دائرة جديدَة » .

وتتحول أوتار « الدائرة القديمة » الى اوتار « للدائرة الجديدة » .

وتحولات الدائرة هذه (بلغة إقليدس — هى تحولات المساقط) تحقق باللغة اللااقليدية جميع بديهيات الحركة .

فمثلا ، إن تحول الأوتار باللغة اللااقليدية يعنى أن المستقيمات تتحول الى مستقيمات ... وغير ذلك .

والآن ، يمكن القيام بالخطوة الاخيرة الحاسمة . وهذا ما نقوم به .

فنعلن كون هذه التحولات « حركة لمستوى لوباتشيفسكى » .

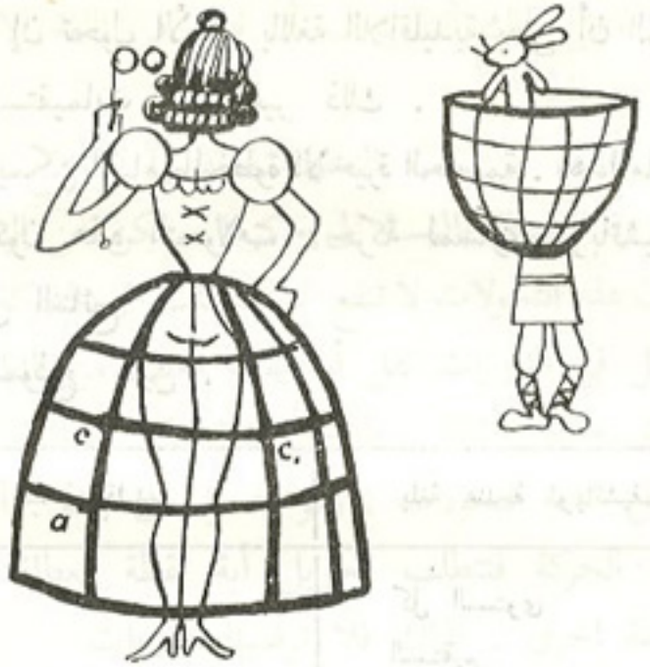
لنستعرض النتائج .

واليكم نموذج كلين .

بلغة هندسة اقليدس	بلغة هندسة لوباتشيفسكى
الدائرة	كل المستوى
الوتر	المستقيم
نقطة	نقطة
"يعود الى"	"يعود الى"
"تقع بين"	"تقع بين"
"تحول المساقط للدائرة الى نفسها"	"الحركة"

بالطبع أن جميع صفات تحولات المساقط معروفة ، لكن ، عموما ، يجب علينا أن لا نعرفها . ويكفى الايمان بأن مثل هذه التحولات قائمة فى الوجود .

ها هى — لحظة الانتصار ! اذا ما كان ممكنا الاعلان بكون الدائرة هى مستوى لوباتشيفسكى ... وهذا ممكن ، فقد اثبتناه ... وما دام الامر كذلك ... فان المسألة محلولة .



بالفعل ، لنفرض أننا وصلنا الى تناقض ، وليكن هذا التناقض لدى إثبات إحدى النظريات فى هندسة لوباتشيفسكى ، لنفترض ذلك . لكن كل نظرية فى هندسة لوباتشيفسكى تعنى الآن فى الوقت نفسه نظرية ما فى هندسة إقليدس بالنسبة لدائرتنا ، واوتارها ولتحولات المساقط . ويمكننا صياغة كل نظرية بلغتين . وبحصولنا على تناقض فى هندسة لوباتشيفسكى ، نحصل فى الوقت نفسه على تناقض فى هندسة إقليدس .

بالطبع إن هذا التناقض بلغة إقليدس سيبدو بشكل مغاير ،

ويتكشف فى نظرية أخرى ، لكن هذا غير مهم البتة . المهم ، أنه إذا وجد تناقض منطقى خفى فى إحدى الهندستين ، فانه يكون خفيا فى الهندسة الأخرى .

فالهندستان متساويتان .

وبذلك اثبتت استقلالية المسلمة الخامسة عن بقية بديهيات هندسة إقليدس .

هذا كل ما فى الأمر !

لكن فى العلم تكون نهاية أية قصة هى بداية القصة التالية ، كما فى حكايات شهرزاد .

ان اثبات عدم تناقض هندسة لوباتشيفسكى كان سيعنى بالنسبة لعلماء الرياضيات بداية سلسلة هائلة من أعمال بحث قضايا البديهيات ، وتكوين جهاز معقد جدا ، وصارم للغاية ، وتجريدى مطلق من المنطق الرياضى ، وهو جهاز بعيد الى ما لانهاية عن الملحقات التطبيقية الصغيرة جدا، لحين ظهور الحاسبات الالكترونية ... بالمناسبة ، من الصعب إيجاد لحظة أكثر ملاءمة لنهاية تأملاتنا .

والأفضل أن نعود إلى نموذج كلين ، فى سبيل أن نشير إلى مكان طريف .

لنأخذ نقطتين داخل دائرتنا. ولنمرر وترا فيما بينهما. وتساوى المسافة بينهما فى لغة إقليدس طول جزء الوتر. فما هى المسافة باللغة اللااقليدية؟

ويتضح حدسا أنها ، على أى حال ، لا يمكن أن تساوى طول هذا الجزء . والواقع ، أن المسافة بين النقطتين فى مستوى لوباتشيفسكى اللانهائى قد تكون كبيرة الى أى قدر . أما « المسافة الاقليدية » بين نقطتى دائرتنا فتحدد بقطرها . ومن البين ان « المسافة اللااقليدية » يجب أن تحدد بشكل آخر ما . لكن كيف ؟ يمكن إيجاد الجواب بسهولة . إذا ما تذكرنا ، كيف يورد مفهوم الطول فى الهندسة .

باختصار ، ان ذلك يتم كالاتى :

يأخذ جزء معيارى ويطابق مع الجزء المقاس عن طريق الحركة . ويتحدد طول الجزء المقاس بعدد المرات التى يمكن فيها مطابقة الجزء المعيارى عليه .

سوف لا نتوقف الآن على دقائق الامور . وما يهمنا هو فقط أن تحديد مساواة الاجزاء (وبالتالى تحديد مفهوم الطول) ، وكذلك ، بالمناسبة ، مساواة أى أشكال هندسية ، يتم بواسطة مفهوم الحركة .

وهذا هو الوضع نفسه فى هندسة إقليدس ، وفى هندسة لوباتشيفسكى .

لكن فى نموذجنا تكون الحركة فى مستوى لوباتشيفسكى بلغة إقليدس — هى تحويل المساقط للدائرة . إذن يظهر ، فى لغة هندسة لوباتشيفسكى ، أن الجزئين متساويان ، إذا تحول أحدهما إلى الآخر عند تحويل المساقط . وعندما نتذكر أيضا أن

الطول يجب أن لا يتغير لدى تحول الحركة ، ندرك أن « الطول اللاإقليدى » يجب أن يبقى ثابتا عند تحول المساقط . ويجب أن يكون الحال ، كما يقال فى الرياضيات ، لزوم ثابت التحويل . وهذا المقدار معروف ، طبعا ، بالنسبة لتحويلات المساقط للدائرة. واذا ما اخذ بعين الاعتبار أيضا أن طول مجموع جزئين يجب أن يساوى مجموع طولى هذين الجزئين ، يتبين ، أن تحديد « المسافة اللااقليدية » يتم بقيمة واحدة. وبالطبع ، إنها تسلك السلوك المطلوب ، أى تتحول الى المالانهاية ، عندما تكون إحدى النقطتين واقعة على محيط الدائرة .

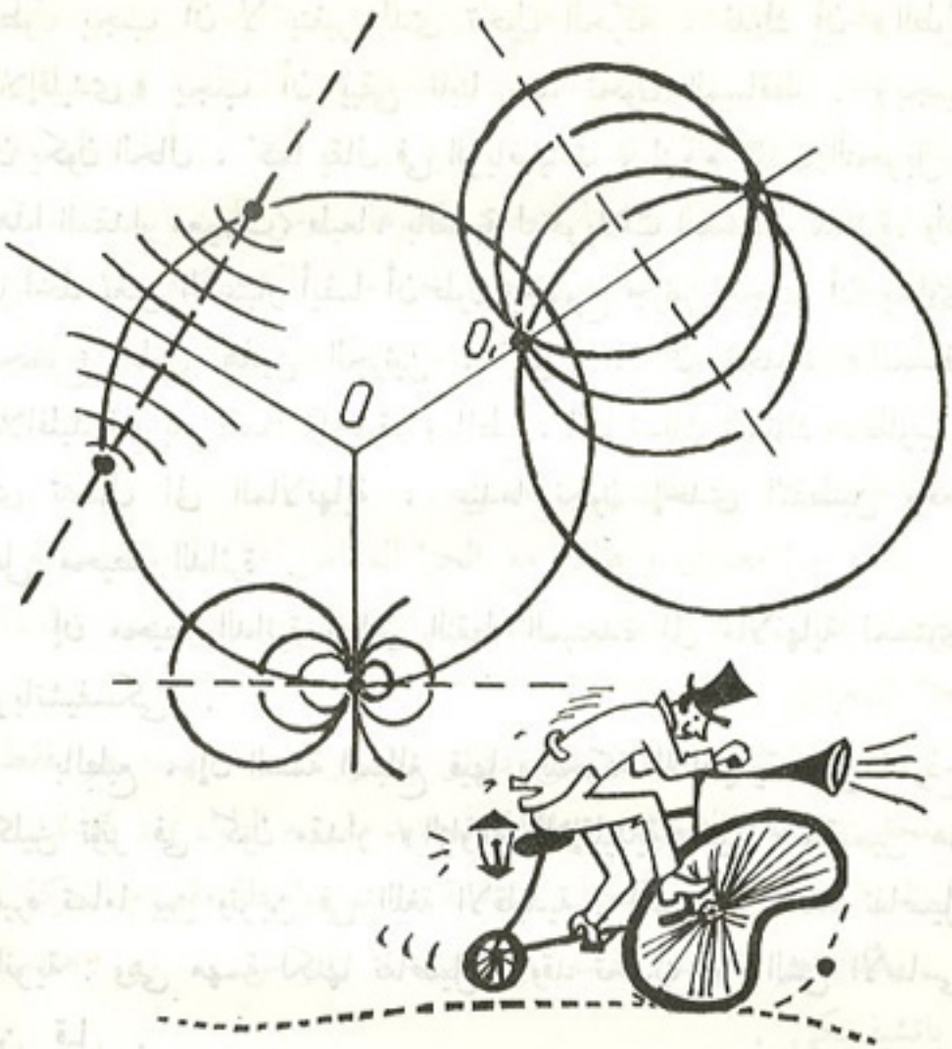
إن محيط الدائرة يطابق النقط المبتعدة الى مالانهاية لمستوى لوباتشيفسكى .

بالطبع ، إن السمة المبالغ فيها « للحركة اللاإقليدية » فى نموذج كلين تؤثر فى كون مقدار « الزاوية اللاإقليدية » بين مستقيمين هو غيره تماما بين وترين فى اللغة الاقليدية . لكن كل هذه تفاصيل ثانوية . وهى مهمة لكنها تفاصيل . وقد تحدثنا عن الشئ الأساسى من قبل .

والآن نأتى الى النقطة الاخيرة .

لكى نثبت عدم تناقض الهندسة الفراغية للوباتشيفسكى ، يكفى تحويل دائرة كلين الى كرة .

بعد مرور عدة سنوات بعد كلين ، اقترح عالم الرياضيات



الفرنسى بوانكاريه نموذجا آخر لهندسة لوباتشيفسكى . فى الكرة أيضا . ربما يكون أفضل بكثير . علاوة على ذلك ، فان بوانكاريه إبتكر أيضا عالما من الأشياء عجيبا فى خصائصه الفيزياوية ، الأشياء التى كانت ستحيا من وجهة النظر الاقليدية فى دائرة بوانكاريه

الضيقة ، بينما كانت تؤكد من مواقعها أنها موجودة فى المستوى اللانهائى للوباتشيفسكى .

وفى هذا العالم تكون « مستقيمات لوباتشيفسكى » بلغة إقليدس عبارة عن أقواس الدوائر ، المتعامدة مع سطح الكرة . ويمكن للقارئ ان يتأمل نموذج بوانكاريه فى الصفحة السابقة .

لكن مهما كانت « كرة بوانكاريه » ممتعة ، فيجب علينا التوقف عن الكلام .

ونلتزم بخيرة تقاليد الروايات البوليسية فنتوقف عن الكلام فى أكثر اللحظات إثارة .



الباب الحادى عشر

نهاية مفاجئة.
نظرية النسبية العامة



أصابنا هذه المرة وضع عسير للغاية . فقد كنا نحتاج قبل ظهور هندسة ريمان — شكليا — الى معلومات فى مستوى الصف السابع ، أو الثامن من المدرسة الثانوية ، بغية تفهم نص الكتاب .

كما كان ممكنا أن نحاول بشكل ما ، وأن ننقل بشكل منطقى ، بهذا القدر أو ذاك ، جوهر برهان عدم تناقض هندسة لوباتشيفسكى ، وكذلك أفكار ريمان. أما الآن فالامور سيئة للغاية. فمن أجل أن نتحسس واقعيا ، وفى واقع الحال محتوى نظرية النسبية العامة ، ينبغى أن نتصور بقدر كاف معنى النظرية الخاصة . وليس للمؤلف الحق فى مطالبة القراء بأن يتمتعوا بهذا القدر الكبير من

المعارف . كما انه ليست لديه الامكانية لبحث النظرية الخاصة بالتفصيل .

عموما ، إن أكثر المخارج نزاهة من هذا الوضع هو عدم كتابة شئ اطلاقا . لكن الاغراء ، كما تدركون عظيم .

وكان هذا يعنى أن نهمل من كل « سيمفونية » المسلمة الخامسة نهايتها الفخمة ، والبيتهوفينية الصرفة .

آمل أن مثل هذه العبارة المؤثرة قد أقنعت القراء : أن مثل هذا الحل مستحيل . لذلك فان كل ما أستطيع عمله هو تحذير القراء من أن الكلام التالى هو استعراض عام ، وسطحى للغاية .

ان نظرية النسبية العامة تبنى على فكرة الفراغ « اللاإقليدى » مباشرة . وهذا أكثر ما يهمنا . لذلك سنسعى الى أن لا نمس كليا محتوى نظرية النسبية الخاصة وأن لا نتطرق بكلمة واحدة اليها ... وسنقتصر فى ذلك على بعض العبارات .

علم الهندسة بعد عام ١٩٠٥ ... وكانت نظرية النسبية الخاصة قد غيرت كثيرا نظرتنا الى الهندسة . وسنبدأ من محاولة تفسير العلاقة بين الهندسة والفيزياء عموما ، وكذلك من مشاهدة التغييرات التى طرأت على الهندسة نتيجة تكوين النظرية النسبية الخاصة .

كانت تعم قبل اينشتين قناعة عامة وصلبة ، أنه تسود فى كوننا الواقعى هندسة إقليدس وحدها دون منازع . فلم يكن هناك

من داع للاعتقاد بغير ذلك . والامكانية النظرية : فى وصف عالمنا بهندسة ما لااقليدية — كانت إمكانية نظرية بحتة ، أما شكوك لوباتشيفسكى وريمان — فلم تكن أكثر من شكوك تأملية . وكان الوضع يشبه الحال فيما إذا قيل : « أن المنطق الشكلى لا يعارض كليا الفرضية القائلة بأن السيد « س » هو من أهل المريخ » .

ولسمعت الجواب التالى على ذلك : « لنفرض ذلك ، لكن جميع التجارب تبين أن « س » هو من ابناء الارض » .

وهكذا ظهرت بعد وضع النظرية الخاصة ، الشكوك الواقعية الأولى بأن « قضية أصل الجنتلمان « س « ليست واضحة تماما » .

قبل أن نتحدث عن جوهر التغيير فى مواقف الفيزيائيين ، يجب أن ننسى باننا قضينا فترة طويلة من الزمن فى معسكر علماء الرياضيات ، ومن ثم رحلنا الى مرابع الفيزيائيين .

لننظر ما هى الهندسة بالنسبة للرياضيين وللفيزيائيين .

فبالنسبة لعالم الرياضيات تعتبر الهندسة ، فى الواقع ، وكما أشرنا الى ذلك أكثر من مرة قبل هذا ، هى لعبة شكلية مع « المفاهيم الأساسية » والبديهيات المختارة من أجل هذه « المفاهيم » . وما يحتاجه أن تستجيب هذه «اللعبة » لقواعد المنطق الشكلى ، وفى هذه المرحلة لا يهمه ، فيما إذا تستطيع هذه الهندسة إ يجاد رابطة مع العالم الواقعى الذى نعيش فيه جميعا أم لا .

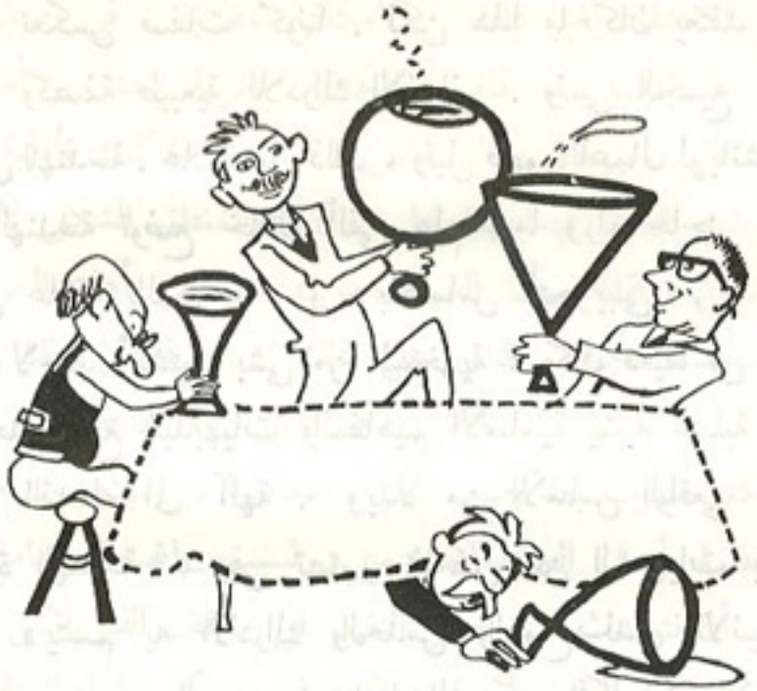
بالطبع ، كان الجميع موقنين بلا قيد أو شرط أن الهندسة

الاقليدية تعكس صفات كوننا . لكن هذا ما كان يعتقد به دون جدال . وكصفة طبيعية للادراك الانسانى . ونسى الجميع الأساس التجريبى للهندسة . علاوة على ذلك ، وقبل ظهور أعمال لوباتشيفسكى كانت الهندسة توضع خلال ألفى عام دوما وراء حاجز ، وتبعد عن كل علاقة بالتجربة ، و « بالاساس التجريبى » .

وقد لاحظ أينشتين بشئ من السخرية ، وكان دقيقا فى ذلك ، أن ما حدث مع البديهيات والمفاهيم الأساسية يشبه عملية تحويل الأبطال القدماء الى آلهة . وبدلا من الأساس الواقعى ظهرت « أسطورة الهندسة » — وهى تصور غامض عن البديهيات باعتبارها شيئا ما « يتسم به الادراك والحدس والروح لدى الانسان ولا يتجزأ عنه » . ومن الصعب جدا إدراك كنه الكلمات الأخيرة ، ربما لأنه ليس له وجود. لكن لا بد من القول أن سحر التجرد كان عظيما جدا الى درجة أنه قد سيطر على عدد كبير من العقلاء بدرجة كافية . وكان بضمنهم علماء الفيزياء . ويمكن أن نجد بينهم حتى أسماء علماء لا يخلون من بعض المواهب . مثل إسحاق نيوتن .

فان « مفاهيمه الاساسية » التى فتحت الدرب « لمبادئ الفلسفة الطبيعية » — لم تدرس ولم تدرك مبدئيا .

و« الفراغ المطلق » و « الزمن المطلق » عند نيوتن يشبهان امرا « يميز الوعى البشرى (وربما الالهى) ولا يتجزأ عنه » . ولا



تتضمن هذه العبارة ذرة واحدة من المزاح . فهى تكشف بدقة تامه محتوى مفهومى « الفراغ المطلق » و« الزمن المطلق » .

إذن إن تحويل « الأبطال الى آلهة » قد شمل الفيزياء أيضا لكن إذا ما واصلنا التشبيه الالهى ، فلا بد من الاشارة ، الى أن الفيزيائيين ، بحكم ما يتميزون به من « إهمال وعدم انتظام » ، كانوا يعترفون ويبشرون بدين « المطلق » ، دون أن يوجهوا اليه عمليا أى إهتمام . ولم يتوصلوا الى أية إستنتاجات واقعية .

وكان اول من اعطى المثال هو نيوتن .

فانه بعد ان صاغ قوانينه فى الميكانيكا « للمطلقات » ، أخذ

يستخدمها لحل المسائل الواقعية المحددة تماما . وبما أن البديهيات كانت لا تؤلف عائقا عمليا ، فلم تكن تولى فى الواقع أى إهتمام .

وكان علماء الرياضيات من هذه الناحية أكثر التزاما . فقد درسوا تماما لحالهم مشكلة البديهيات كلها ، فى الوقت الذى كان فيه الفيزيائيون قد بدأوا لتوهم الاهتمام جديا بأسس علمهم — أسس تصوراتهم حول الفراغ والزمن .

لكنهم قاموا بخطوات كبيرة جدا إلى الأمام . ويعود الفضل فى ذلك الى رجل واحد تقريبا هو أينشتين .

وفى هذا الوقت على وجه التقريب صيغت بدقة علاقة الفيزيائيين بالهندسة . فقد كانوا يعتبرون دوما ، بدون وعى ، وبالحدس ، أن كل مشكلة العلاقات المتبادلة بين الهندسة والفيزياء مصطنعة للغاية .

لكن الوضع قد ثبت الآن بشكل صارم .

ويكمن مغزاه فيما يلى :

إن المفاهيم الأساسية للهندسة عبارة عن تجريد لتصوراتنا حول الأشياء الفيزيائية الواقعية . مثلا : « إن الأجسام الصلبة التى علمت باشارات مع الالتزام ببعض الحذر تعطى المفهوم الهندسى لجزء المستقيم ، وشعاع الضوء يعطى مفهوم الخط المستقيم » .

كنت أشير الان الى أقوال أينشتين . ويستطرد بعد ذلك قائلا أنه لو لم يلتزم بهذا الرأى عمليا لما استطاع التوصل الى نظرية النسبية .

لكن ما دام الامر كذلك فان علم الهندسة – ليس سوى أحد أبواب الفيزياء ! الباب الأول فيها !

ان ما اوردناه لم يغير الأشياء كثيرا عمليا . فقد أنزلنا البديهيات والمفاهيم الأساسية عن عرشها ، وقصرنا الهندسة على تعميم الظواهر الفيزيائية ، وفهمنا ان صحة الهندسة او عدم صحتها – هى مسألة تقررها التجربة ، أما جميع الأفكار المحددة فقد بقيت على حالها دون تغيير .

ونحن نتذكر أن جاوس ، ولوباتشيفسكى ، وريمان كانوا فى الواقع يفكرون بأسلوب مشابه . وكانوا يدافعون عن الفيزياء فى التطبيق .

لكن إذا ما تابعنا تطور أفكارنا بدأب ، لظهر لنا أننا قلنا فكرة جديدة وهامة . بالاضافة الى ذلك فان آراءنا تقود بشكل مفاجئ إلى بعض الشكوك فى تحقيق الهندسة واقعيا . وفى هذه الحالة يتطور الهجوم من مواقع جديدة تماما ، سنوردها أدناه .

إن أحد الأبواب الأساسية لأية هندسة – هى نظرية القياس الهندسية . ولغرض تطوير الهندسة يجب أن نحدد مفهوم الطول رياضيا بدقة . وهذا ما قام به علماء الهندسة طبعا . ويقوم تحديدهم لمفهوم الطول على « حوتين مختلفين تماما » . والكلمات الأخيرة لا تعطى الجوهر بشكل صحيح فقط ، لكنها تحير القارئ أيضا لكونها غير مفهومة . لذلك وضعت داخل قوسين صغيرين .

وما نحتاج اليه هو :

١ – جزء من مستقيم يتخذ طوله كوحدة قياس للطول .

٢ – وصفة للقياس ، تؤدى فى علم الهندسة ، باختصار ، الى ما يلى : يجب وضع الجزء العيارى للمستقيم على المستقيم الجارى قياسه ، وحساب عدد المرات الذى يتطلبه . والعدد الكسرى «للمرات» الذى نحصل عليه (وقد يكون عدد صحيح من المرات) يؤلف طول الجزء المقاس.

بهذه الطريقة يمكن قياس طول أضلاع مثلث ما على سبيل المثال . وعندئذ لا يهمنا بأى حال فيما إذا كان هذا المثلث ثابتا بالنسبة « للجزء القياسى » أم متحركا ، ما دامت النتيجة لم تتغير . لكن إذا ما قلنا أن جميع الأشكال الهندسية هى تمثيل نموذجى للأجسام الفيزيائية الواقعية ، فان الكلمات التى أوردناها أعلاه تغدوا عديمة الوضوح الى هذا القدر .

واذا ما كان المثلث المقاس يتحرك بالنسبة الى جزء المستقيم القياسى ، فان وصفتنا فى القياس لا تنفع فى شئ . واذا ما أردنا ونحن نقف على رصيف محطة للقطار أن نقيس عرض الباب فى قطار ينطلق بسرعة ، فلن نستطيع « وضع المقياس العيارى عليها » . ولتحقيق ذلك يجب علينا أن نركض بنفس سرعة القطار (شرط أن نحمل بالطبع المقياس بايدينا) . لكن فى هذه الحالة يكون « المقياس » و « الشئ المقاس » فى حالة سكون بالنسبة الى بعضهما البعض ، وعندئذ نعود الى نفس الحالة قيد البحث .

من الواضح أن قياس الأجسام المتحركة يتطلب وصفة ما جديدة .

لكن إذا كانت الوصفة جديدة (لايهم ماذا تكون — ما دامت جديدة) فليس لدينا ضمانية البتة بأن هذا « الطول » الجديد (بين قوسين) يتطابق مع الطول السابق .



إذ أننا فى الواقع نستحدث مفهوما جديدا تماما . ومن وجهة نظر المنطق الشكلى فليس هناك أساس للاعتقاد بأنه سيتطابق مع سابقه .

ويمكن تقرير ذلك عن طريق التجربة فقط .

لنتوقف برهة من الزمن .

اذا ما أمعنا الفكر لا تضح لنا اننا قلنا كلمات غير طيبة البتة بالنسبة لبديهيات الهندسة .

فنحن نؤكد على أن مفاهيمنا الهندسية عموما يمكن أن تتغير إذا ما تحركت الأجسام الواقعية التى ندرس صفاتها الهندسية بالنسبة الينا .

ونقول نحن : « يمكن عندئذ أن يتغير شئ ما » . وبهذا بالذات نحن نطلب أن تضاف إلى مجموعة البديهيات الهندسية بديهيات جديدة ذات طبيعة فيزيائية .

وبالتعمق فى أفكارنا باستمرار نتوصل إلى القناعة بأن مثل هذه البديهيات لا بد وأن تكون كثيرة العدد جدا . وفعلا : إن جميع أجزاء المستقيمات لدينا (وبضمنها القياسية ، طبعا) — عبارة عن تجريد للأجسام الصلبة الواقعية . لكن ، كما هو معروف ، إن الأجسام تتمدد عند التسخين ، وتتغير أطوالها . وفى حالة قيامنا بقياس الأشياء بجزء قياسى « بارد » و« حار » نحصل على نتائج مختلفة .

بالتالى، يجب علينا، بغية الحصول على دقة مثالية (وهو ما نسعى اليه) مثلا، من إدخال « درجة الحرارة الثابتة للجزء القياسى » فى الهندسة .

لكن ليست درجة الحرارة وحدها تؤثر على الصفات الفيزيائية . إذن لا بد من إيراد جميع الشروط الفيزيائية . وينتج من ذلك أنه

فقط فى حالة الالتزام بجميع المحاذير المسبقة نستطيع أن نأمل فى كون بديهيات « الهندسة الخالصة » تصف كوننا بشكل صحيح .

وهذا ما يهمنا فقط الآن .

وبشكل عام فان هذا العمل لم ينجز بعد بكل تفاصيله . من المحتمل انه ليست هناك حاجة ماسة إليه ، رغم أنه من الممكن أن يكون ضروريا بشكل حاد . على أقل تقدير تبين مرتين أن ضبط الشروط الفيزيائية ، التى تبنى فيها هندسة العالم ، قد غيرت تصورنا حول الطبيعة بصورة تامة .

كان ذلك أول مرة لدى ظهور نظرية النسبية الخاصة ، حيث ظهر أن طول الجزء المتحرك هو غير طول الجزء الساكن .

وسوف لا نحلل الآن بالتفصيل ، كيف جرى كل ذلك . ونكتفى بايراد الملاحظات العامة فقط .

١ — نحن لا يقلقنا أن طول الجزء المتحرك قد ظهر مختلفا عن طول جزء المستقيم المستقر . ونحن ندرك أن تحديد طول الأجسام المتحركة يرتبط بالوصفة الجديدة للقياس ، ومعنى ذلك بدقة ، وجود مفهوم جديد . وليس المفروض فيه أن يطابق المفهوم القديم .

كما ندرك أيضا ، أنه فى جميع الأحوال لابد من إدخال هذا المفهوم ، اذ اننا لا نلعب لعبة المنطق المجرد فقط ، بل نكون اداة لدراسة العالم الواقعى . ويجب أن تصف مفاهيمنا هذا العالم جيدا وبصورة شاملة . وما وجدت الا لهذا الغرض .

وهى تظهر كنتيجة لدراسة العالم الفيزيائى الواقعى . لكن توجد فى العالم أجسام متحركة . ولا بد من توفر المقدرة على وصفها .

٢ — تبين أن من المستحيل تحديد « طول الجسم المتحرك » منطقيا وجيدا ، بدون استخدام مفاهيم الزمن .

وهذا يثير مخاوفنا بعض الشئ .

يخيفنا بالدرجة الأولى ، لأنه يدخل فى علم الهندسة مفهوم جديد ، وهام جدا هو — الزمن . وكان علم الهندسة حتى الآن مرتبطا بالفراغ فقط .

ونستطرد تأملاتنا قائلين : « على أى حال فقد يسير كل شئ على ما يرام . واذا تطابق طول الاجزاء المتحركة مع طول الساكنة ، فانه فى الواقع لم يحدث أى تغيير .

عندئذ ، فى واقع الحال ، لا يرتبط مفهوم الزمن بأى صورة كانت مع مفهوم الفراغ .

واذا ما أظهرت التجربة أن طول الجزء المتحرك يختلف ، واذا ما تبين أنه يتوقف على سرعة الجزء القياسى ، مثلا ، فانه يتقلص حسب القانون

$$l_q = \frac{l_m}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

حيث l_m — طول الجسم المتحرك ، l_q — طول الجسم الساكن ، v — سرعة الجزء المتحرك ، و c — سرعة الضوء ... واذا ما دخلت السرعة ، وعن طريقها الزمن ، الى علم الهندسة ... فينبغى

علينا آنئذ القول : أن الزمن والفراغ مرتبطان . وعند ذاك لا يجوز دراسة الفراغ بمعزل عن الزمن فى علم الهندسة .

وهذا بالذات ما أظهره اينشتين .

إن أطوال الأجسام المتحركة تعتمد فعلا على السرعة : وقد دخل الزمن علم الهندسة ، وتبين أن خواص الزمن ترتبط بخواص الفراغ ، وأن جميع تصوراتنا القديمة حول الكون والهندسة قد ثبت كونها خلاصات تقريبية ساذجة . واذا ما اقتصرنا فقط على دراسة الحالات التى تكون فيها السرعات النسبية للاشياء ضئيلة ، عند ذاك فقط تتحقق تصوراتنا القديمة جيدا ، ونستطيع آنئذ دراسة الفراغ بمعزل عن الزمن ، والزمن بمعزل عن الفراغ .

فى هذه الحالة تفيد بشكل رائع لبحث الفراغ بدون أية تغييرات ، هندسة اقليدس القديمة المخلصة . وعندئذ يمكن إعتبار أن خصائص الفراغ لا تعتمد على الزمن .

لقد برزت هذه الايديولوجية عام ١٩٠٥ نتيجة لظهور نظرية النسبية الخاصة .

ان نظرية أينشتين ، إضافة إلى كل ميزاتها الاخرى ، قد ملكت العقول بحكم منطقها الداخلى ، وجمالها ، حيث أنه لم تمض سوى ثلاثة ، أو أربعة اعوام حتى غدا جميع كبار الفيزيائيين النظريين من المتحمسين المعجبين المخلصين لها . وعند ذاك (فى عام ١٩٠٩) ، قال ماكس بلانك متعجبا : « لا ضرورة إلى القول



أن الموقف الجديد — الأينشتينى — من مفهوم الزمن يتطلب من الفيزيائى قدرة عالية على التجريد وقوة هائلة للتصور والخيال .

إن هذه النظرية تفوق من حيث جرأتها جميع ما تم تحقيقه حتى أيامنا هذه ...

وتعتبر الهندسة اللاإقليدية بالمقارنة معها — مجرد لعب اطفال . ومع هذا ، وعلى نقيض الهندسة اللااقليدية التى تمكن دراستها حتى الآن بشكل جدى فقط فى الرياضيات البحتة ، فان مبدأ النسبية يتمتع بجميع الأسس للتطلع الى الأهمية الفيزيائية الواقعية .

ولا يمكن مقارنة الانقلاب الذى أحدثه مبدأ النسبية من حيث عمقه وآثاره إلا بذلك الانقلاب الذى أحدثه ... كوبرنيكوس » .

كان بلانك محقا فيما كتب ، لكنه لم يكن يعرف أن هذه لم تكن سوى البداية .

هكذا ظهر سوية مع نظرية النسبية الخاصة ، ودخل علم الفيزياء مفهوم الفراغ ذى الابعاد الأربعة — الزمن . لكن هندسة إقليدس تصف كالسابق الفراغ الثلاثى الأبعاد . صحيح أنه كشفت فى عام ١٩٠٩ نفسه حقيقة مثيرة جدا . اذ تبين أن قانون جمع السرعات فى نظرية النسبية الخاصة يتطابق بدقة مع قانون جمع المتجهات فى فراغ لوباتشيفسكى .

اى ان الفراغ الشكلى للسرعات النسبية هو فراغ لوباتشيفسكى . لكن جرى الاعتقاد بأن ذلك تطابق شكلى محض . ولم يكشف عند ذاك ولا الآن فى هذا التشابه أى مغزى فيزيائى عميق .

ثم جرت بعد ذلك أحداث اكثر إثارة ومفاجأة .

الفيزياء والهندسة (بعد عام ١٩١٦) . لا ينبغى توجيه اللوم الى بلانك. فاذا ما أردنا أخذ مثال لأكثر الاكتشافات مفاجأة فى التاريخ لوقع اختيارنا على نظرية النسبية العامة .

لقد بقيت اسس نظرية الجاذبية فى حالة سكون مطلق لفترة ثلاثة قرون . وقد أعطى نيوتن قانونها . وكان هذا كل ما هناك . وفى جوهر الأمر كانت هناك فى أساس جميع حسابات حركة الأجرام السماوية — فى جميع المجلدات الكثيرة للأبحاث الدقيقة ، والجميلة ، والرائعة حول الميكانيكا السماوية كانت هناك معادلة واحدة هى :

$$F = \gamma \frac{m_1 m_2}{r^2}$$

اى أن قوة تجاذب أى جسمين فى الكون تتناسب طرديا مع حاصل ضرب كتلتيهما ، وعكسيا مع مربع المسافة بينهما .

مع العلم أن γ — مقدار ثابت قياسى يساوى $٦,٦٦ \times ١٠^{-٨}$ داين سم^{٢} جم$^{-٢}$.

واجد صعوبة فى تمالك نفسى عن مقاومة اغراء التحدث باسهاب اكثر عن قانون الجاذبية فى الكون . إنه لشئ ممتع جدا . لكن ليكن النصر حليف رباطة الجأش .

وتجب الاشارة فقط الى أنه ليس هناك من عمل أكثر سخفا من الاشادة بـ « بساطة » أفكار نيوتن .

البساطة — فقط فى الشكل التحليلى للقانون ، لكن هذه المعادلة « الساذجة » تجمع عدة تنبؤات فيزيائية دقيقة غير واضحة البتة و — وهو الادهى من ذلك — التى تبدو غريبة . لأول وهلة . لذلك كان لا بد من وجود نيوتن فى سبيل أن تظهر . ومضت فترة تزيد على المائة عام ، قبل أن يسلم بقانون الجاذبية بلا قيد او شرط . مع العلم أنه كان يعارضه رجال لايعتبرون من الرجعيين المتطرفين الجهلة الذين يفتقرون للمعرفة ، بل كبار العلماء وانبغهم فى ذلك العصر . اذن فكلمة « البساطة » لا يمكن أن تنسب الا الى الانسجام الرائع فى الطبيعة ، والى جمال وسحر قوانينها الأساسية .

أبلغنا نيوتن كيف تؤثر الجاذبية .

لكن لم يقل كلمة عن سبب تأثيرها بهذه الصورة بالذات .

وعند حلول القرن العشرين كان الناس قد سكنوا الى هذا الوضع. كما هو الامر عندما ينظر الانسان الى موبيليا جرى طليها خلال سنوات . فمن الصعب أن يتصور وجود خشب غليظ غير مصقول تحتها .

بالمناسبة ، لقد جرت محاولات لاكساب قانون الجاذبية ميكانزما ما ، لكنها كانت جميعا تبوء دوما وبسرعة بالفشل الذريع .

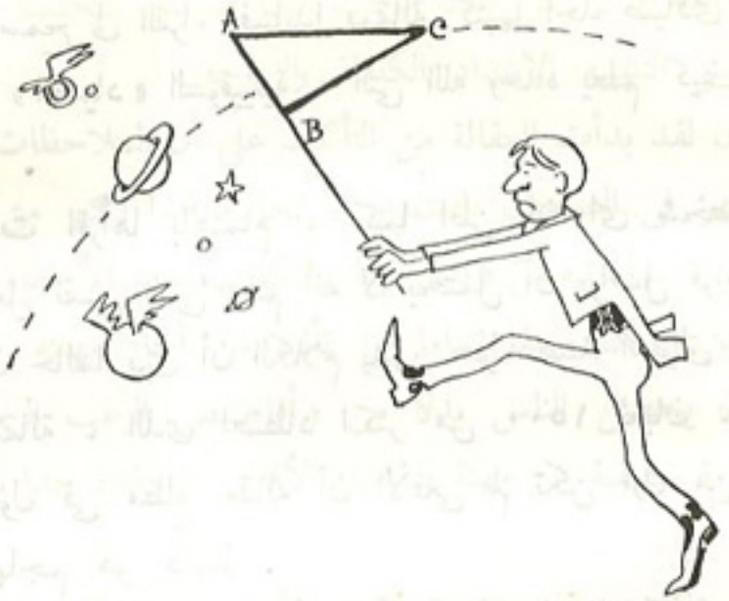
بالاضافة الى ذلك كانت لدى الفيزيائيين فى فترات إزدهار العلم دوما مسائل محددة كثيرة تحتل المكانة الأولى فى الأهمية ، أما فى فترات السقوط والخمود فكان هناك دوما نقص فى الحماس والطاقة المعنوية ، من أجل المخاطرة ببحث مشكلة أساسية ولا أمل فى حلها تقريبا .

واذا ما كانت البداية تحتاج الى وجود نيوتن ، فان مواصلة الأمر كانت تتطلب عقلا من مستوى ربما اكبر .

باختصار قد ينبغى ، الاتفاق مع رأى اينشتين نفسه من ان نظرية الجاذبية ربما ما كانت لتوجد بدونه حتى ايامنا هذه .

ان دور الرجل العبقرى فى العلم (وكذلك فى الفن) هو أكبر منه فى المجالات الأخرى . ويستطيع رجل واحد أن ينجز أكثر من مئات الجماعات الكبيرة للبحث العلمى . فالمهم ليس الكمية بل الكيفية .

وهكذا قام أينشتين منذ ١٩٠٥ الى ١٩١٦ بدراسة مشكلة



الجاذبية . وفى عام ١٩١٦ كان العمل قد تمت صياغته نهائيا . وكان يبحث فى تلك الأعوام عن أشياء كثيرة أخرى، وحصل بصورة غير مباشرة على نتائج أساسية جدا فى نظرية الأجسام الصلبة . لكن نظرية النسبية العامة كانت تحتل المكانة الأولى طيلة ذلك الوقت . كما أنها بقيت حتى وفاته المسألة التى كرس لها حياته .

طبعا ، ينبغى علينا قبل البدء بالحديث عن نظرية النسبية نفسها ، واتباعا للتقاليد المأخوذ بها ، أن نبدأ بالحديث عن بعض الأفكار العامة وفى نفس الوقت نتذكر حتى بعض النوادر . وهذا شئ ضرورى تقريبا لدى الحديث عن أينشتين وعن اعماله ، لانه ... على كل حال سوف نتجنب استباق الكلام .

واذا سمح لى القراء فسابدأ بمقالة كتبها احد صيادى الثعابين فى مجلة « الصياد » السوفييتية ، التى الله وحده يعلم كيف وقعت بين يدى .

فأخذت اقرأها باهتمام ، كما اظن ان اى شخص اخر كان سيفعل نفس الشئ رغم أنه لا يحتمل أن يواصل قراءة اكثر من العنوان حالما يرى أن الكلام يدور حول صيد السوالق . وكتب مؤلف المقالة ، الذى اصطاد اكثر من ١٥٠٠ ثعبان ، بشكل خاص يقول فى مطلع مقاله أن الأفعى لم تكن أول من يهاجم وكان المهاجم هو دائما .

وكان هذا شيئا مثيرا ، فأتيت على قراءة المقالة كلها . كانت مقالة تنم عن ثقافة ، وجد ، ومعرفة جيدة بالمهنة . وحلل صياد الثعابين مختلف المشاكل الخاصة ، وأكد بطرق متغايرة على أهمية الحصول على سم الأفاعى بالنسبة لاقتصاد بلادنا ، وانتقد بشدة الوضع القائم حاليا ، والطريف فى الأمر على الأخص ، ان القارئ يستشف من كلامه أنه ينظر الى جميع أنواع الأفاعى السامة باعتبارها مفيدة ، وحتى مخلوقات محبوبة .

وكان يناقش مشكلة استخلاص السم من كوبرا آسيا الوسطى ، أو غيرها من الأفاعى ، بنفس الطريقة التى تناقش فيها المشكلة المتعلقة ببقر « خولموجورى » . وأتذكر بهذه المناسبة وصفا رائعا لعالم رياضى هندى فذ ، وأخصائى فى مجال نظرية الأعداد ،

إذ قيل عنه « أن كل عدد موجب كان صديقا شخصيا له » . آمل أن يشمل التشبيه الاعداد الكاملة والزواحف .

إذن لقد بدأت المقالة من التأكيد على أن الملاحظات المثيرة ، التى تظهر فى الصحف باستمرار ، تجلب قدرا أكبر من الضرر ، اذا ما قورن بما تأتيه من فائدة. وأورد الكاتب بعض الأخطاء المضحكة للصحفيين. وكان محقا تماما فى تأثره من أجل مهنته . وكان يود كثيرا أن يحصل الناس بدلا من « أقاصيص الرعب الرومانتيكية » على صورة حقيقية عن مهنة صيادى الأفاعى المعقدة جدا والمرهقة ، والمملة احيانا .

لقد تذكرت هذه القصة لا من أجل تسلية القراء فقط .

اذ اقتنعت بنفسى إلى أى مدى نكون أحيانا تصورات مشوهة ، وغير واقعية أحيان ، عن كل ما لا نحتك به بصورة مباشرة .

وللأسف ففى أحيان كثيرة ينظر الى خصائص مهنة العالم (وبالأخص الفيزيائى) كما ينظر الى عمل صياد الأفاعى بصورة مماثلة تماما .

رغم أنه لا بد من القول أن الاهتمام العام بالعلم المحفوف بالخطر ولكن الناجم عن المودة ، إنما يكون مبعثه كقاعدة النيات الطيبة .

وقد عانت نظرية النسبية ، وأينشتين نفسه طبعا ، أكثر من غيرها بسبب الأخبار المثيرة .

لحسن حظه أنه كان يقف من الضجة المتواصلة حول إسمه — وهى الضجة التى لم تفارقه منذ عام ١٩١٩ — موقف السخرية الهادئة واللامبالاة . ولا يسعنا إلا أن نتوجه بصلوات الشكر ، لكون هذه الدعاية كلها لم تؤثر على شخصيته عمليا .

لكن قيلت حول نظرية النسبية ، سواء العامة أم الخاصة ، سخافات كثيرة جدا ، الى حد أن المرء يشعر بالحيرة والارتباك نوعا ما .

والجدير بالذكر أن الفيزيائيين مسئولون أنفسهم أيضا ، الى حد ما ، عن ذلك .

ساد الاعتقاد لسنوات طويلة ، حتى فى أوساط المختصين ، ولا يزال يعتقد حتى الآن ، أن أفكار النظرية النسبية معقدة جدا . بالأخص إذا كان الحديث يدور عن النظرية العامة .

وكان ذلك أمرا طبيعيا تماما فى السنوات الأولى بعد ظهور أعمال أينشتين . وهذا هو الحال دائما . وكما رأيتم فى هذا الكتاب فآمل أنكم قد لاحظتم بوضوح أن فكرة أولية تماما ، هى فكرة لوباتشيفسكى ، قد عرضت بشكل معقد للغاية ولا يصدق .

لكن ها قد مضت فترة أربعين عاما على زمن تكوين النظرية العامة وفترة ستين عاما على تكوين النظرية النسبية الخاصة . وقد حان الحين منذ وقت طويل لوضع كل شئ فى مكانه ، والأعتراف بأن أسس ميكانيكا نيوتن ، هى على أى حال اكثر غموضا ، وربما ، اكثر تعقيدا ، من أسس نظرية النسبية .

بالمناسبة يتضح من الأفكار العامة ، أنه ما كان ليوجد وضع آخر . فهنا وهناك يدور الحديث حول الشئ نفسه — حول الأسس المكونة للأفكار الخاصة بالفراغ والزمن .

وكلما نتوغل أكثر فأكثر فى الجوهر ، تتضح تصوراتنا أكثر ، وتغدو أبسط وأكثر تناسقا .

ولدى وضع النظرية العامة انطلق أينشتين ، باعترافه بنفسه ، من سؤال « طفولى » و« ساذج » ، كان يشغل فكره منذ أن كان تلميذا ، وهو :

« ماذا يحدث فى المصعد الساقط ؟ »

وتطلب الأمر بعد هذا أحد عشر عاما من العمل المرهق ، وعشرات البدائل الخاطئة ، التى كان يؤمل منها النجاح ، وعدة أعمال أولية يتحسس فيها الجواب ، وفى عام ١٩١٦ جاء الحل .

لكن عند ذاك لم يكن قد تم الحصول على نتيجة تستوعب تماما ، وتختتم المسألة ، مثل قانون نيوتن مثلا . لم يكن العمل قد أختتم بعد أبدا . لكن الأسس كانت قد وضعت فعلا .

هكذا كان الوضع تقريبا .

اليكم كيف بدا الجانب الظاهرى كما تصوره إثنان من الناس لا يمكن اتهامهما ابدا بتشويه الحقيقة .

وسأورد مقطعا من مذكرات شابلن :



« حدثتنى السيدة أينشتين فى المساء على مائدة العشاء عن ذلك الصباح المشهود الذى ولدت فيه فكرة نظرية النسبية .

« نزل البروفسور ، كالعادة ، لابسا الروب لتناول الفطور . لكنه لم يمس الطعام تقريبا . واعتقدت أنه كان متوعكا ، فسألته عن الامر .

فقال :

« عزيزتى . لقد ظهرت لدى فكرة رائعة » ، وبعد أن شرب القهوة ، جلس الى البيانو وبدأ بالعزف . وكان يتوقف عن العزف بين حين وآخر ، ويكتب بعض الملاحظات على الورق ثم يكرر من جديد : « انها فكرة فاخرة ورائعة ! »

فتوسلت اليه قائلة :

« بحق الله ، قل لى ما الأمر » .

وأجاب :

« ان الامر معقد جدا ، يجب على التفكير بكل القضية » .

وروت السيدة أينشتين تقول : واصل البروفسور العزف وكتابة الملاحظات طيلة نصف ساعة ، ثم صعد الى غرفته ، وطلب أن لا يزعجه أحد ، ولم يترك غرفته طيلة أسبوعين . وكنت حتى أرسل اليه الطعام الى فوق . وكان فى الأمسيات فقط يخرج للنزهة قليلا ثم يعود للعمل من جديد . وأخيرا نزل الى غرفة الاستقبال وقد أصابه شحوب شديد خلال تلك الايام . وقال لى متعبا وهو يضع على المائدة ورقتين مكتوبتين « ها هى ذى » . وكانت تلك هى نظريته فى النسبية » .

أغلب الظن أن هذا الكلام شبيه جدا بكل المشهد الذى جرى فى الواقع . وربما أنه دقيق للغاية . وقد كتب شابلن القصة كما فهمها . غير أن هذا لا يغير من الأمر شيئا . واذا كان هذا حقيقة ، فانه جزء ضئيل منها فقط .

لقد تفهم شابلن القصة كلها ، أغلب الظن ، بدون وعى ، وحتى خارج الوعى ، باعتباره مخرجا سينمائيا . وامامنا الآن مسودة موجزة ومؤثرة جدا ، بلا شك ، لسيناريو غير عميق .

والآن سأتناول بالبحث ما انتقدته نفسى بفظاظه ، وبدأب .

ساتحدث بشكل سطحى ، ولذلك سيكون حديثى مشوها حتما ، عن نظرية النسبية العامة ، وعن علاقاتها المتبادلة بالهندسة .

كانت لدى أينشتين فكرتان أساسيتان ، الأولى تبدو للنظرة الأولى وكأنها لا تمت بصلة الى الهندسة . وهى مسالة المصعد او بتعبير آخر مسألة مساواة الكتلتين الخاملة وذات الجاذبية . وهذه هى الحقيقة التجريبية الوحيدة التى قامت عليها النظرية .

ولم يعرف تاريخ العلم أى شئ آخر أكثر إثارة وغرابة .

ويجب علينا أن نفسر معنى الكتلة الخاملة والكتلة ذات الجاذبية .

إن قانون نيوتن الثانى معروف لدى الجميع .

حقا أننى أشك فى أن غالبية القراء يتفهمون حقا هذا القانون ، وغيره من القوانين الأخرى ، وعموما أسس الميكانيكا الكلاسيكية . وللأسف أن المناهج المدرسية لا تتضمن سوى بعض التعريفات الشكلية الصرفة بقوانين نيوتن ، لا تطلب من التلاميذ شيئا آخر عداها . بالمناسبة — وأنا مستعد لتكرار ذلك الى ما لانهاية — إن تفهم أسس الفيزياء الكلاسيكية بشكل تام يعنى فى الوقت نفسه أن يعد المرء ذاته لتقبل نظرية النسبية مثلا . لأنه ما أن تكف مفاهيم الفراغ ،

والزمن ، والقوة ، والكتلة عن الوجود كأشياء غامضة ومحسوسة بالحدس فحسب ، وما أن يتضح جوهرها الدقيق ، فان أى نظرية فيزيائية أخرى تصبح نتيجة لنظام بديهيات معين . ويتحدد اختيار البديهيات بالتجربة .

يجب على المؤلف أن يعترف بأنه جرى الآن التطرق الى نقطة ضعفه ، وبما أنه ليس لدينا المجال الكافى لتقديم تحليل واضح عن المفاهيم الأساسية للفيزياء ، فاننى أقترح على القارئ مراجعة الامر فى الكتب المعنية .

أما الآن فلنفترض أن قانون نيوتن الثانى معروف ، بل ومفهوم من قبل الجميع .

ويحدد مكافئ التناسب بين القوة والعجلة m — وهى الكتلة — خمول الجسم المعطى . وسنسميها فيما بعد بكتلة الخمول m_i .

ان قانون الجاذبية العام لنيوتن يعود الى تأثير الجاذبية المتبادل بين الاجسام .

وبديهى مسبقا أنه ليس هناك أى أسس مطلقا ، ولا أقل إشارة بصدد أن المعادلة ، التى تحدد قوة التأثير المتبادل ، يجب أن تتوقف بشكل ما على كتلة الخمول . وبالنسبة للفيزياء الكلاسيكية يعتبر ذلك حقيقة غير متوقعة ، وغير قابلة للتفسير كثيرا ، من مثال اعتماد عدد حفلات الزفاف فى فلاديفوستوك على المناخ فى سواحل القطب الجنوبى .

وفى الحالة الثانية ، من السهل أن نمد التسلسل المنطقى : اذ يتخذ فلاديفستوك قاعدة له هى أسطول صيد الحيتان .

ولم يكن هناك قبل أينشتين من وضوح فى حالة الكتل الثقيلة والخاملة .

كانت هناك حقيقة تجريبية عجيبة . وقد أشار الجميع ، وأولهم نيوتن ، طبعا ، الى ذلك التطابق العجيب . وقد أجريت قبل بداية القرن العشرين تجارب كثيرة . وكانت آخر التجارب — تجارب رولاند ايتفيش عجيبة من حيث دقتها . وفكرة جميع التجارب بسيطة للغاية ، وسنبحثها الآن . وقبل كل شئ سنكتب قانون الجاذبية .

وللحذر فسنكتب الكتلة باعتبارها ثقيلة — m_h لاننا لا نعرف فيما اذا كانت هذه الكتل هى نفسها m_i . ونريد أن نجد كيف يمكن إختبار ذلك وبأية تجربة .

هكذا اذن :

$$F = \gamma \frac{m_{1h}\, m_{2h}}{r^2}$$

لنبحث الآن حالة معينة لسقوط جسم سقوطا حرا على الأرض .

إن القوة التى تجبره على السقوط — قوة تأثير الجاذبية المتبادل — هى قوة الجذب .

ومن جانب آخر فاذا كانت معلومة لدينا العجلة ، وكتلة الخمول

للجسم الساقط ، ومثاله كرة صغيرة ، فيمكننا إيجاد هذا القوة بمعونة قانون نيوتن الثانى . اذن توجد لدينا متساويتان :

$$1)\ F = \gamma \frac{m_h\, M_h}{r^2}$$

حيث M_h هنا هى الكتلة « الثقيلة » للأرض ، و r^2 — المسافة بين كرتنا ، ومركز الارض . وقد أثبت نيوتن : أن الكرة الثقيلة تنجذب بشكل ، كما لو ان كل كتلتها كانت متجمعة فى المركز . وكانت هذه مسألة رياضية بحته .

$$2)\ F = m_i\, g$$

حيث g — عجلة السقوط الحر .

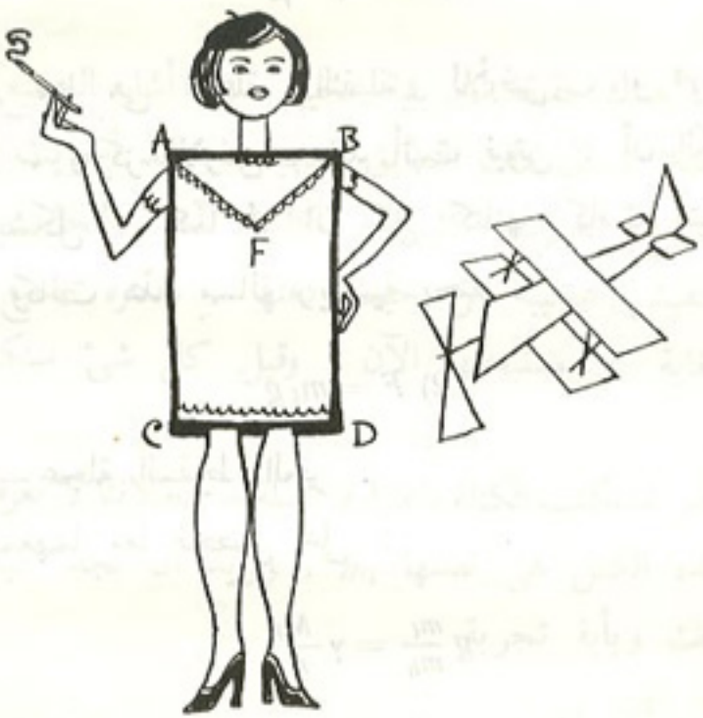
وبجمعهما معا نحصل على :

$$g \frac{m_i}{m_h} = \gamma \frac{M_h}{r^2}$$

اذا كانت $m_i = m_h$ بالنسبة لجميع الأجسام التى يدركها العقل ، واذا كانت متساوية فى الصلب ، والخشب ، والغازات ، والسوائل ، والعناصر المشعة ، والبوليمرات ، وكل شئ عموما ، يمكن تصوره فان $g = \gamma \frac{M}{r^2}$.

بتعبير آخر ، إن عجلة الجذب الأرضى واحدة بالنسبة لجميع الأجسام .

وكان جاليلو أول من أثبت ذلك . وقد أثبتت عشرات التجارب مساواة كتلة الخمول والكتلة الثقيلة ، كما أوردنا ذلك من قبل ، إثباتا لا يتطرق اليه الشك .



وبعد ظهور النظرية الخاصة، وعندما اتضح أن أى طاقة لها كتلة خمول ، أجريت تجارب خاصة على المواد المشعة .

فتبين أن المساواة بين كتلة الخمول والكتلة الثقيلة تتحقق بالنسبة لها أيضا . أى أن الطاقة تتمتع بكتلة ثقيلة كذلك ، تشبه بالضبط كتلة الخمول . باختصار إن التجربة قد أثبتت بدقة تطابق مساواة الكتلة الثقيلة وكتلة الخمول . لكن معرفة الشئ غير تفهمه . وما كان

يبغيه أينشتين هو الاجابة على السؤال : لماذا هما متساويتان ؟

ربما ما يزال غير واضح جدا لحد الآن ، ما هى علاقة كل ذلك بالهندسة .

ومع هذا فان تلك الحقيقة التجريبية الوحيدة ، زائدا نظرية النسبية الخاصة زائدا شرط آخر ذى طابع نظرى بحت هى جميعا قادت أينشتين الى أن يغير تماما تصوراتنا حول هندسة الكون — الى النظرية العامة .

لقد أشرنا بصورة عابرة الى شرط آخر ما . ويمكن حتى صياغته . وهو ما يدعى بـ « شرط التغاير العام لقوانين الطبيعة » او بتعبير اخر « شرط التكافؤ الفيزيائى لجميع أنظمة العد » .

لكننى أعترف تماما أن هذه الكلمة لم تعط أى تفسير للامر ، وأننى إنما جئت بها لمجرد إرضاء ضميرى الشخصى .

ونحن لا نملك الوقت الكافى الآن بغية أن نتابع بشكل جدى ، قدر الامكان ، كيفية نشوء نظرية النسبية العامة . وليست لدى رغبة فى التظاهر باعطاء التفسير (مع العلم أن ذلك أمر بسيط دائما) . وأرجو أن تصدقوا كلامى فقط من أن « تكافؤ أنظمة العد» — هو شرط أملته الاستيتيكا الى درجة كبيرة . وبالنسبة لأينشتين كان المنطق الداخلى ، وجمال النظرية الفيزيائية عموما من أهم الاستنتاجات الحاسمة .

لربما أنه كان يبالغ أحيانا فى قيمة الوزن النوعى لمثل هذه

الاستنتاجات . لكنه كان يرى بأن قوانين الكون يجب أن تكون مبدئيا طبيعية ومنطقية جدا ، لكن غالبا ما تشوه نظريا ، وينظر الى واقع الحال كما لو كان منعكسا فى مرآة معوجة . طبعا يمكن توجيه النقد الى اسلوب تفكيره . وعموما ليست هناك أشياء لا يمكن أن يعثر فيها على مناطق ضعف . لكن النتائج قد أثبتت أن مثل هذا الاسلوب فى التفكير كان جيدا بالنسبة له . اذن :

« إن نظرية مجالات الجاذبية ، القائمة على أساس النظرية النسبية ، تسمى بنظرية النسبية العامة . وقد أوجدها أينشتين (وأتم صياغتها فى عام ١٩١٦) وتعتبر بحق أجمل النظريات الفيزيائية الموجودة . والطريف فى الأمر أن أينشتين قد صاغها بطريقة استدلالية بحتة ، ثم تأكدت فيما بعد عن طريق الملاحظة والمراقبة الفلكية » . هذه العبارة مأخوذة من احسن كتاب فى الادب العلمى المعاصر فى العالم يختص بالفيزياء النظرية من تأليف ل . لانداو و ى . ليفشيتس — وتعتبر المكان الوحيد فى الكتاب المؤلف من ستة مجلدات ، الذى يبدى فيه المؤلفان انفعالا فى التعبير .

يبدو لى أن هذه الحقيقة بليغة بدرجة كافية ، لكن يستطيع المرء ان يجد حقائق مشابهة كثيرة إذا رغب فى ذلك .

دعنا نرجع الى الحكايات المنتحلة .

عندما سأل الابن البالغ من العمر تسعة اعوام قائلا : « بابا ، ماذا يجعلك شهيرا هكذا ؟ » ، أجابه أينشتين بكل جد : « أتعلم

عندما يزحف صرصار أعمى على سطح الكرة ، فانه لا يلاحظ أن الطريق الذى ساره منحن . بينما أنا بالعكس ، اسعدنى الحظ بان الاحظ ذلك » .

غالبا ما يردد الناس هذه العبارة . ومن الطبيعى ، يجب أن لا نظن أنها توفى محتوى النظرية العامة حق قدره من الشرح .

لكن من الواضح أن أينشتين نفسه كان يعتقد أن النتيجة الأساسية لعمله هو تغيير تصوراتنا عن علم الهندسة تغييرا جذريا .

وقد قيل أنه بعد ظهور النظرية الخاصة تحطم التصور القائل باستقلال الصفات الهندسية عن الفراغ والزمن .



ودخل الزمن الى علم الهندسة .

لكن خصائص الزمن قد أثرت على هندسة الأجسام المتحركة فقط.

اما بالنسبة للاجسام الموجودة فى حالة السكون ، فبقيت هندسة إقليدس صحيحة .

وظهر فى نظرية النسبية العامة عامل فيزيائى جديد يحدد علم الهندسة .

ولقد بقيت طبعا النتيجة القديمة ــ حول التشابك والعلاقة المتبادلة بين صفات الفراغ والزمن . لكن هذا قليل . إذ تبين أن الصفات الهندسية للعالم فى النقطة المعطاة وفى اللحظة المعطاة من الزمن تتحدد بمجال الجاذبية فى هذه النقطة .

من الواضح أن العبارة السابقة لم توضح الكثير من الأشياء . لذلك لنحاول أولا قول بضع كلمات أكثر دقة ، ثم نورد تشبيها عاما للغاية ، لكنه يوضح الأمر .

إن هندسة ريمان تصف العالم فى نظرية النسبية العامة .

وعند ذاك ، ولما جرى الحديث عن « العالم » وعن « هندسته » كان المقصود طيلة الوقت العالم ذى الأبعاد الأربعة . وكان الزمن متشابكا بصورة غير منفصلة مع الصفات الهندسية للفراغ .

كما تذكرون فان المنحنى الخصائصى المحدد عند جاوس وريمان كان منحنى الفراغ فى النقطة المعطاة .

وكذلك فان « المنحنى الخصائصى الداخلى للفراغ » الاخر ــ من خصائص الخطوط القصيرة جدا (الجيوديسية) .

وتتحدد هذه الخطوط فيزيائيا بالمسار ، الذى تتحرك فيه النقطة المادية بمعزل عن تأثير القوى .

وحسب نظرية أينشتين فان المنحنى فى النقطة المعطاة ،

وخصائص الخطوط الجيوديسية إنما تتحددان بنوعية مجال الجاذبية. وتشغل الجاذبية مكانة خاصة فى نظرية النسبية العامة .

باختصار يمكن القول : أنها « التأثير الأساسى » من بين جميع التأثيرات المتبادلة .

فهى التى تحدد هندسة الكون .

كما يمكن التعبير عن ذلك بشكل آخر . تتحدد الجاذبية بالهندسة.

ومهما قلنا فقد ظهر أن الصفات الهندسية للعالم تتحدد بتوزيع الكتل المتجاذبة .

نكرر مرة أخرى أننا عندما نتحدث عن الصفات الهندسية ، فاننا نقصد طيلة الوقت العالم ذى الأبعاد الأربعة . وهكذا كان يمكن قول ذلك « باللغة العادية » كما يلى :

إن الصفات الهندسية ، وصفات الزمن تتحدد تماما بتوزيع الكتل فى الكون .

كما هو الحال فى الهندسة المستوية حيث تتحقق تقريبيا بالنسبة للأجزاء الصغيرة من السطح المشوه ، فان الاجزاء الصغيرة من العالم ذى الابعاد الأربعة يمكن أن تبحث تقريبا كأجزاء يساوى الانحناء فيها صفرا .

وهذا يعنى من الناحية الفيزيائية أنه يمكن فى الاجزاء الصغيرة من الفراغ والزمن إبعاد مجال الجاذبية ، والانتقال الى نظرية النسبية الخاصة .

وبموجب نظرية أينشتين فان الصفات الهندسية للفراغ والزمن لا تظهر الا عندما توجد أجسام مادية فى الكون .

هذا عرض عام ومشوه حتما لأفكار نظرية النسبية العامة .

وهناك جانبان هامان على أقل تقدير فى كل تاريخ ظهورها :

١) لم يكن أينشتين فى البداية حتى ليعرف أفكار ريمان. وكان يريد تفسير مساواة كتلة الخمول والكتلة الثقيلة، فظهر له عرضا أن هندسة ريمان — هى شكل رياضى ضرورى لوصف أفكاره الفيزيائية البحتة .



٢) إن النظرية العامة — هى ربما المثال الوحيد للنظرية الفيزيائية، التى تكونت بأسلوب إستدلالى بحت. ولم يكن هناك فى أساس كل النظرية سوى حقيقة تجريبية واحدة .

اما الان فقد ثبتت النظرية العامة بعدة تجارب ، كما أنه تسنى منذ فترة وجيزة إختبارها فى الظروف المعملية .

والان لنأتى الى التشابه الموعود .

تصور أن هناك قطعة قماش مشدودة بقوة . إنها تشكل مستوى . وتكون الخطوط الجيوديسية فيه مستقيمة . ويبلغ الانحناء الصفر . والنقطة المادية الحرة ستتحرك على مثل هذا السطح بصورة مستقيمة . بالنسبة الينا ان هذا شبيه بالفراغ والزمن فى النظرية النسبية الخاصة . والآن لنلق بحجر وسط القماش . فيتكون إنضغاط فى القماش حوالى الحجر . ويتشوه شكل قطعة القماش . وعندئذ لا تعد الخطوط الجيوديسية مستقيمة . أما النقطة المادية فانها عندما تتحرك على مثل هذا السطح تنحرف عن الخط المستقيم ، حتى فى حالة انعدام القوى .

والجدير بالذكر ، أن التشويه يقل كلما ابتعدنا عن الحجر . وفى اللانهاية تصبح قطعة القماش مستوية مرة أخرى . إن قطعة القماش المشوهة هذه تمثل نموذجا تقريبيا للفراغ والزمن فى وجود الكتل المتجاذبة . والآن نأتى الى السؤال الأخير . ما هى الهندسة الحقيقية لعالمنا ؟ تظهر التجربة على أن منحنى الفراغ والزمن ايجابى فى جزء الكون الذى نحن فيه على أقصى تقدير .

مع العلم أن هذه العبارة أيضا عامة جدا . إن السؤال حول هندسة الكون الحقيقية — سؤال حساس جدا وجدا . ويضطر الفيزيائيون هنا حتما الى اللجوء للخيال . وهو عالم تسوده التنبؤات والافتراضات .

ومن الناحية الشكلية فان كل المشكلة لا تكمن إلا فى تحديد المعاملات فى الصيغة التى تحدد مربع المسافة فى العالم الرباعى الابعاد : الفراغ + الزمن . وهذا كل ما هناك !

وقد تم حتى الوقت الحاضر إستنباط حتى عدة نماذج للعوالم . وهى عدة أكوان افتراضية .

لكن فى أى منها نعيش فعلا ، هذا ما لا نعرفه بعد . إن جزء الكون الذى تبلغه تلسكوباتنا ضئيل جدا (هو عبارة عن عدة عشرات المليارات من السنين الضوئية لا اكثر) .

مع العلم أن الهندسة الموضعية للفراغ والزمن تتغير ، طبعا ، من نقطة لأخرى . إنها تتغير بشكل عجيب بالقرب من كتل الجاذبية .

ولنأخذ مثالا آخر . قارن وضعنا مع أحد ساكنى المناطق الجبلية فى الارض الذى يحاول أن يثبت كون الارض كروية باستخدام وسائل المراقبة الجيوديسية (المساحة) . عندئذ يكون مجال ملاحظته محدودا ومحدودا جدا ، لا يزيد عن بضعة كيلومترات . ومن الواضح أن الفيزيائى يكون فى وضع عسير .

فحتى اذا ما استطاع أن يثبت بقياساته بأن متوسط نصف قطر منحنى المنطقة العائدة له من سطح الارض يساوى ٦٤٠٠ كيلومتر (وهو نصف القطر التقريبى للارض) ، فلن تكون لديه ثقة كاملة بأن نفس المنحنى يوجد فى مناطق سطح الارض الاخرى

التى يستطيع بلوغها . وسيسير حتما فى نفس الدرب الذى طرقه بلا ارتياح اسحاق نيوتن . فيأخذ فى طرح الفرضيات .

هذا هو الوضع الفعلى للفيزيائيين ، عندما يسئلون عن علم الهندسة فى العالم اجمع .

وهنا افضّل التوقف من جديد ، لأنه من المستحيل إيجاد موضع اكثر أهمية وإثارة لتعميم أفكارنا .

تواجهنا الآن مشاكل ، إذا ما فكر أى إنسان فيها فان البرودة تسرى فى عروقه . ومثل هذه الامور تستحق ان نتحدث عنها جيدا وباسهاب . فلا يمكن الحديث عنها كما اتفق .

كما أن علينا أن نستعرض بعض النتائج ، وأن نقوم بما نكره : وهو الحديث عن أحد العيوب الأساسية لهذا الكتاب كله ، على أقل تقدير .

هناك نتيجتان رئيسيتان جاءت بهما الهندسة اللااقليدية بصورة مباشرة .

الأولى — تكوين البديهيات ومن ثم تكوين المنطق الرياضى . وقد قام بذلك العالم هلبرت — وقد ذكرنا اسمه قبل هذا . وجاء الحديث عنه بفظاظة وبلا دقة . ويتعلق هذا بشكل خاص بمشكلة اكتمال البديهيات . وكان بالامكان القيام بذلك بشكل أفضل ، لكن مع الأسف ، ما كان هذا الا ليطيل حديثنا كثيرا . بالاخص اذا ما كان المؤلف ، كاتب هذه السطور ، غير قادر على أن يتصور كيف يمكن الحديث عن البديهيات باقتضاب ، وبدقة ، وبشكل مفهوم .



إذن، قيل القليل جدا عن البديهيات. وبصورة غير دقيقة لذا فالشئ الوحيد الذى يبقى لتهدئة خاطرى أن أقوم باعمال دعاية صغيرة.

إن كل دائرة المسائل المتعلقة بالبديهيات ، تثير الاعجاب بجمالها . وحتى أن طرح كثير من المشاكل يبدو أحيانا غير متوقع الى حد بعيد وغير معقول. وبالاخص بالنسبة لقضية الاكتمال .

ومن جديد سوف لا أتحدث فى جوهر الموضوع ، لكننى سأورد ، لغرض تصوير المسألة ، نتيجة واحدة . ففى الثلاثينيات من قرننا تم إثبات النظرية التالية :

نفرض أن لديك منهجا معينا فى المنطق . وأساس هذا المنهج — المفاهيم الأساسية والبديهيات . مثلا ، الهندسة الاقليدية . فاذا

كان هذا المنهج المنطقى « قويا بدرجة كافية » (سوف لا نشرح طبعا معنى ذلك) ، فانه يمكننا دوما صياغة بعض النظريات ، التى لا يمكن إثباتها أو دحضها فى نطاق هذا المنهج .

ويبدو الأمر لأول وهلة أنه عائد لنقص فى عدد البديهيات . لكن ليس هذا جوهر المسألة . فمهما كان عدد البديهيات التى نأخذها كأساس ، ومهما اضفنا الى منهجنا ، فستبقى مع ذلك التأكيدات الغريبة التى لا يمكن قول شئ محدد عنها .

بعد أن أثبتت هذه النظرية العجيبة ، غدت كل مشكلة عدم التناقض تتخذ شكلا اخر .

لكننا لزمنا الصمت عن كل ذلك . كما فعلنا ذلك تجاه الاستخدام المفاجئ تماما للمنطق الرياضى فى التطبيق . طبعا ، المقصود بذلك الحاسبات الالكترونية .

كما أننا تحدثنا اكثر قليلا، ولو أنه قليل جدا طبعا، عن خط التطور الثانى. الخط الذى يمر عبر هندسة ريمان الى نظرية النسبية العامة.

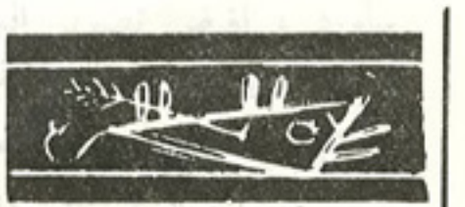
وهنا من الضرورى جدا أن نضيف شيئا واحدا فقط . ان كل تاريخ تطور الهندسة اللااقليدية ربما يكون اسطع مثال على الانعطافات المفاجئة فى تطور العلم .

لقد تبين ان التأملات المجردة للغاية ، والمعتمدة على العقل ، والنظرية البحتة التى تمارسها الرياضيات هى ذات أهمية فائقة بشكل عجيب بالنسبة لعلماء الفيزياء ، وكذلك بالنسبة للمهندسين .



الباب الثانى عشر

اينشتين



إن الغموض يحيط بجوهر وطبيعة أية موهبة خارقة .

وهذه حقيقة معروفة .

لكن نجد أنفسنا مضطرين للاعتراف بمرارة أن ميكانزم عمل، وحتى الدائرة التخطيطية التقريبية لمراحل ذلك الحاسب العجيب الذى هو مخ الانسان لا يزال يعتبر من الأسرار المغلقة بالنسبة للعلم. ونحن لا نتصور البتة كيف توحد، وبموجب أى مخطط عبقرى للتطور، حوالى ١٤ — ١٧ مليار نيرون — أى الخلايا الأولية لهذا الحاسب.

كما أننا لا نستطيع الاجابة بوضوح على السؤال التالى الذى يطرح نفسه بالحاح : « بم يختلف مخ الانسان عن مخ أى حيوان آخر ؟ » ، فنجد أنفسنا مضطرين للاكتفاء بالتعليلات

الظاهرية للبيولوجيين ، أو بالتشبيهات المتناقضة ظاهريا ، والرائعة ، والذكية ، لكنها — ويا للاسف — فارغة ، والتى يوردها الكتاب .

ونحن بلا شك غير قادرين على القول بم يختلف مخ الانسان العبقرى (أو حتى الموهوب) عن مخ ساكن الأرض العادى . بالاضافة إلى ذلك فليس لدينا أى أساس للتأكيد بأن هناك أية اختلافات عضوية من هذا النوع بينهما .

ربما ، تموت فى كل فرد موهبة فائقة لم يعرف العالم لها نظير . وكان مارك توين قد طور هذه الفكرة بمتعة كبيرة ، وهى فكرة جذابة للغاية وتعمل على تهدئة ومواساة حب الذات لدينا .

وهى ، بلا شك ، فكرة يشك فى أمرها للغاية . لكن لا تتوفر المعطيات الموضوعية التى تبين أن كل ذلك سخافة .

الحقيقة أن من الصعب ان نصور بشكل أفضل مستوى معلوماتنا حول ميكانزم وبيولوجيا التفكير .

فنحن لا نعرف شيئا تقريبا ، وكل ما نقدر عليه هو الاشارة الى الخصائص الخارجية البحتة للموهبة .

وتنتشر على نطاق واسع فكرة تقول : « إن الموهبة هى العمل » ، ولكنها تعين خاصية واحدة فقط من جملة هذه الخصائص . ويعتقد البعض احيانا ، عن خطأ ، أن هذه الكلمات تعطى تفسيرا لامر

ما ، ويعتقدون بقناعة أكبر أن الموهوبين أنفسهم يصرحون انطلاقا من التظاهر بالتواضع ، واحتراما للتقاليد ، ولو أنهم يقومون أحيانا بالتقليل من شأنهم وذلك باخلاص ، بأن العمل هو المصدر الأساسى لانجازاتهم الباهرة .

توجد مثل هذه الأقوال بالعشرات . لكنها تتضمن جزءا (ضئيلا !) من الحقيقة فقط .

لقد عزا باجانينى (عازف الكمان الايطالى الشهير) مهارته الفنية الى العمل المرهق والمجهد فقط ، الذى استطاع بفضله إستيعاب كل قدرات آلته .

وقد أخطأ فى تفسيره هذا طبعا .

كان ليف نيكولايفيتش تولستوى يحب الحديث عن أن موهبته فى الكتابة ليست كبيرة جدا ، وعموما ليست بارزة ، اما المهم فعلا والثمين فعلا ، فهو تلك الافكار الأخلاقية العادية والبسيطة جدا التى يبشر بها .

ولا أعتقد أن تولستوى قد صرح بما يتنافى وحقيقة أفكاره .

أما أينشتين نفسه فقد قال عن عبقريته شيئا رائعا حقا ، وسنعود الى هذه العبارة مرة أخرى ، لكنه تحدث كما أعتقد عن شئ آخر تماما ، وأن الظروف قد أجبرته (متمثلة برجال الصحافة النشيطين) على قول شيئا ما لاسكات فضولهم .

إذن ، لا يمكن على أغلب الظن تصديق أقوال العباقرة حول

هذه المسألة . وربما تقدم لنا غضبة ساليرى * الحزينة والابدية (بالمناسبة ، كان رجلا موهوبا) صورة أفضل وأكثر دقة عن معنى العبقرية .

انه أمر يصعب إدراكه .

وعندما يجابهنا شخص ذو موهبة عادية ، فيمكننا أن نتفهم بعض الأمور ونحللها ونفك رموزها . وعندئذ يمكن أن نلتقط ، بهذا القدر أو ذاك من الوضوح ، أساليب العمل ، والخبرة ، والذوق ، وكل ما يحصل عليه الانسان فعلا بالعمل الشاق والجاد .

فمثلا ، يمكن أن نلاحظ دوما لدى بلزاك الجوانب الجيدة ، والرديئة فى كتبه .

لكن عندما يفتتن المرء ، دون أن يشعر ، بعبارات تولستوى التى لا نهاية لها ، والمعقدة جدا ، واحيانا (ويالللفظاعة !) مجرد عبارات مملوءة بالاخطاء اللغوية ، فانه لا يتابع عندئذ الأسلوب ، والتكنيك ، والصور الفنية — ولا يتابع سوى قصة كيف عاش ومات الحصان الابقع (خولستوميير) ، وما هو عدد وأصناف الخيول التى كانت فى حوزة آخر مالك له ... وعند ذاك يمكن إيجاد

---

* ساليرى — إحدى شخصيات مسرحية (موزارت وساليرى) تأليف شاعر روسيا الأكبر بوشكين . ويروى فيها المؤلف عن الغيرة التى كانت تأكل قلب ساليرى من موزارت الذى كان أكثر منه موهبة . وقادته هذه الغيرة إلى أن يدس السم لصديقه ، وقتله . (المترجم) .

عشرات التفسيرات المناسبة بهذا القدر أو ذاك ـ عن السبب والدافع الى كتابة كل فقرة ، وعن المزايا الأدبية والفنية التى يتصف بها ، وغير ذلك ، ومع ذلك يستحيل على المرء أن يفهم شيئا واحدا ، هو كيف أمكن أن يرد فى خاطر إنسان ما أن يكتب كل ما كتب بهذه الصورة ، ولماذا تتبقى لدى المرء تلك القناعة المحيرة بأنه كان لا بد من التعبير عن كل ذلك بالشكل الوارد هناك بالذات .

وآنئذ نجد انفسنا قبالة نوع من الشذوذ ، الذى يمكننا تحديده ولكن ... لا يمكننا تفسيره . والطريف أن عبقرية الانسان فى مجال معين واحد لا يفهم منها فى أحوال كثيرة نسبيا ، كونه صاحب مواهب متجانسة .

يمكننا ايراد أمثلة متناقضة كثيرة ، ولعل خيرها ـ مثال تولستوى نفسه ، تولستوى ـ الفيلسوف ـ الذى كان ضيق الأفق ، ولا يتسم بالنظرة الشمولية ، كما كان عاطفيا ونزقا أيضا .

ولكى نختتم كل تأملاتنا هذه بشكل موفق ، لا بد لنا من أن نضيف الى ذلك أن مفهوم العبقرية نفسه غامض وذاتى ، بالأخص عندما يتعلق الأمر بالفن ، حيث تكون المقاييس الموضوعية غير دقيقة بصورة كافية عموما .

وفى خاتمة المطاف ، إن المعايير التى تتحكم فى العلم هى نفسها التى تتحكم فى الفن (بتعبير أدق ، انعدام هذه المعايير) ،

لذلك فغالبا ما يحدث أن النجمة الساطعة اليوم تخبو يوم غد دون أن يلحظها احد والى غير رجعة .

صحيح أن هناك حالات لا تحتمل المناقشة .

واحداها ـ مثال ألبرت أينشتين .

فحسب ما يمكننا الحكم به اعتمادا على الذكريات ، إن أينشتين لم يتمتع فى طفولته بصفات تدفع الى الافتراض بانه سيغدو أينشتينا فى المستقبل .

لقد كان طفلا هادئا صموتا .

نعم ، إن الاطفال عادة يميلون إلى المرح والنشاط ، ويكثرون من الضجيج . ويسرعون ، يسرعون كثيرا ، فى أن يعلنوا للعالم عن « الأنا » فى كل واحد منهم .

لكن يوجد من بين كل عشرة أطفال واحد أو اثنان من هذا النوع . فهم لا يشاركون تقريبا فى الألعاب . ويتجنبون أقرانهم . ويبدو أنهم يهتمون أكثر بعالمهم الداخلى لا الخارجى . ولربما هناك شئ ما قد ولد عدم الثقة فى وعيهم ، ولهذا يتجنبون المحيطين بهم بدافع الحذر ، ويفترضون غريزيا أن ذلك هو الأفضل بالنسبة لهم . ولا يحوز مثل هؤلاء الاطفال على ود الآخرين كثيرا فى عالم الأطفال الذى لا يعرف الرحمة . فيلقون المعاكسة من بقية الاطفال .

إن التعابير الشائعة فى وصف الطفل بانه « هادئ » و « مسكين »

و« صموت » و « الابن المدلل لامه » غالبا ما تجلب لصاحبها فى الكبر مضايقات اكثر من تلك التى قد تجلبه له انتقادات رؤسائه فيما بعد . على كل حال إن الأثر الذى تتركه هذه المضايقات فى الحياة اكثر عمقا .

كان أينشتين هادئا .

ويتذكر أقاربه أنه « كان يدعى بالولد الهادئ بسبب حبه الشديد للحقيقة والعدالة ...».

كما لم يكن يحب الجنود .. لا الجنود الحقيقيين الوسيمين بالبزات البراقة والخوذات ، الذين يسيرون بخطوات ثابتة منتظمة عبر المدن الهادئة فى وطنه ، ولا الجنود الوسيمين بنفس القدر ، المصنوعين من القصدير ، الذين يمثلون مختلف أصناف القوات ، والمحفوظين فى علب جميلة .

حقا إن « الحب الشديد للحقيقة والعدالة » ليس من الصفات النادرة لدى الأطفال . والمسألة تكمن فى أى سن يفقده المرء عادة .

فمثلا ، لنأخذ هذا البغض الغريزى تجاه العسكريين — إنه والحق يقال ، شئ غريب .

وعدد مثل هؤلاء الاطفال قليل جدا ، وربما يثير الأمر الشكوك فى كون الطفل يعانى من شئ ما غير إعتيادى . لكن ليس هناك أى دافع مهما صغر شأنه للاعتقاد بأن هذا « الشئ ما » سيتكشف بعد مرور ١٥ عاما بصورة نظرية النسبية .



وفى هذه السن كان أينشتين يهتم بأمور أخرى .

لا أعلم فيما إذا لاحظ المحيطون به أن هذا الصبى قد عانى فى سن العاشرة أو الحادية عشرة من العمر ، وقد كان صبيا من عائلة موسرة ومحترمة ، عانى من مأساة نفسية مؤثرة جدا ، حددت إلى حد كبير كل مجرى حياته فى المستقبل .

على كل حال لقد تذكر أينشتين الحادث ، فكتب فى الثامنة والستين من العمر ما يلى :

« عندما كنت ما أزال صبيا يافعا ، أدركت جيدا تفاهة الآمال والمطامح ، التى يطاردها غالبية الناس طيلة حياتهم ، دون أن يعرفوا طعم الراحة . والاكثر من ذلك عرفت قسوة هذا السباق التى

تتخفى آنذاك وراء الكلمات المنافقة ، والجميلة بشكل أكثر دقة مما هو الحال الآن . وكأن كل واحد مدينا بوجود معدته الى المشاركة فى هذا السباق . فالمشاركة كانت قد تؤدى الى إرضاء المعدة ، لكنها ما كانت لترضى أبدا الانسان بكامله باعتباره كائنا يتسم بالتفكير والحس . وكان الدين قبل غيره يشير الى المخرج من هذا الحال ، والدين تغرسه فى جميع الاطفال الماكينة التقليدية للتربية .

بهذا السبيل وصلت الى الايمان العميق بالدين ، رغم أننى كنت ابن والدين غير متدينين البتة (كانا يهوديين) ، لكن هذا الايمان تحطم بشدة فى سن ١٢ عاما . إذ سرعان ما قادتنى مطالعة الكتب العلمية المبسطة الى الاقتناع بأن أقاصيص الكتاب المقدس تتضمن أشياء كثيرة لا يمكن ان تعتبر صحيحة . وكانت نتيجة ذلك الانطلاق فى حرية التفكير الى حد التعصب ، مع ربطها باستنتاج يقول ان الدولة تخدع الشباب عن عمد : وكان استنتاجا مروعا . وولدت هذه المعاناة عدم الثقة بكل أصناف أعلام الرجال ، واتخاذ موقف التشكك من عناصر الايمان والقناعة ، التى كانت تحيا فى الوسط الاجتماعى المحيط بى آنذاك . ولم تفارقنى روح التشكك هذه أبدا ، رغم أنها فقدت حدتها ، عندما أخذت أتفهم بشكل أفضل سبب ترابط الظواهر » .

إن هذا المقطع الصعب يحتاج إلى شئ أكثر من المطالعة السريعة العابرة . بل ويتطلب التحليل بعناية كبيرة .

قبل كل شئ لاحظ أن أينشتين كتب ترجمة حياته كعالم ، وحاول باخلاص أن ينتقى من حياته الداخلية فقط ما يستحق ذلك حسب رأيه . وكان يدرك جيدا مدى صعوبة القيام به بعد أن بلغ أعتاب السبعين من عمره . لذلك جاءت حتى تسمية ترجمة حياته مقرونة بالحذر الأكاديمى : « ملاحظات من سيرتى » . وكتب بصورة أساسية عن الشئ الهام الوحيد فى حياته ، كما كان يعتقد ذلك ، — وهو صياغة أفكاره العلمية . وكذلك عن عمله .

ولا تجد فى نعيه لذاته كلمة واحدة حول أى شئ آخر . كما لا يلاحظ فيها السعى لان يبدو بشكل أفضل مما هو ، وليس هناك أى تزويق . فى الواقع إنها مقالة علمية . ويظهر وراء كل سطر ، السعى لأن يوصل للقارئ بصدق وموضوعية الكيفية التى كان هو — أينشتين — يفكر بها .

بما أنه بدأ ترجمة حياته بفقرة مقتبسة ، فيمكن تصديق أن الصبى البالغ من العمر عشرة أعوام كان يعانى من أمور تقارب جدا ما رواه ، وذلك عند عودته الى البيت من المدرسة الابتدائية أول الأمر ، ثم من المدرسة الثانوية . لم تكن المدرسة لتعمر قلبه بالفرح كثيرا .

وقال فيما بعد عن ذلك : « بدا لى فى المدرسة أن المعلم كان رقيبا ، أما فى المدرسة الثانوية فملازم » .

وهنا نصطدم بأول لغز يحيط أينشتين . كثيرا ما نلتقى بأناس

لا يفكرون مطلقا ، مهما بلغت درجة ثقافتهم وتعلمهم ، بأن الانسان يحتاج الى « شئ ما » ، غير الرفاهية السطحية . ويدرك البعض هذا الاستنتاج فى سن النضوج ، أى كما جرت العادة على تسميتها بمنحدر الحياة .

إن السعى الى هذا « الشئ ما » الغامض ، موجود الى حد ما لدى كافة الأولاد ، لكنه يكون حدسيا وغير واع .

وأينشتين يفكر بصورة منطقية حازمة . ثم يتوصل فى النتيجة الى نوع من الورع الدينى له ما يبرره تماما .

على أى حال ، فما يزال كل شئ إعتياديا جدا .

لكن الشئ الذى يبعث على العجب هو أنه بعد ان قرأ عدة كتب علمية مبسطة ، أخذ — وهو الصبى — يجرى بصورة مستقلة تماما تحليلا منطقيا صرفا ، وينصرف عن الدين بحدة ، باعتباره عقيدة لا ترضيه ابدا ، والأدهى من ذلك — أنه يتوغل الى أبعد من هذا . فيكون لنفسه إستنتاجا دقيقا جدا ذا طابع اجتماعى : « إن الدولة تخدع الشباب عن عمد » .

كان آنذاك يبلغ الثانية عشر من العمر .

وقد احتفظ بهذا المفهوم فى الحياة طيلة حياته .

لكن اذا ما كان الحال كذلك ، فبأى شئ يكمن فيه — هو ألبرت أينشتين — « العامل المميز » ؟

كتب بحذر شديد جدا ، وجدا ، خشية أن يشوه الحقيقة بشكل

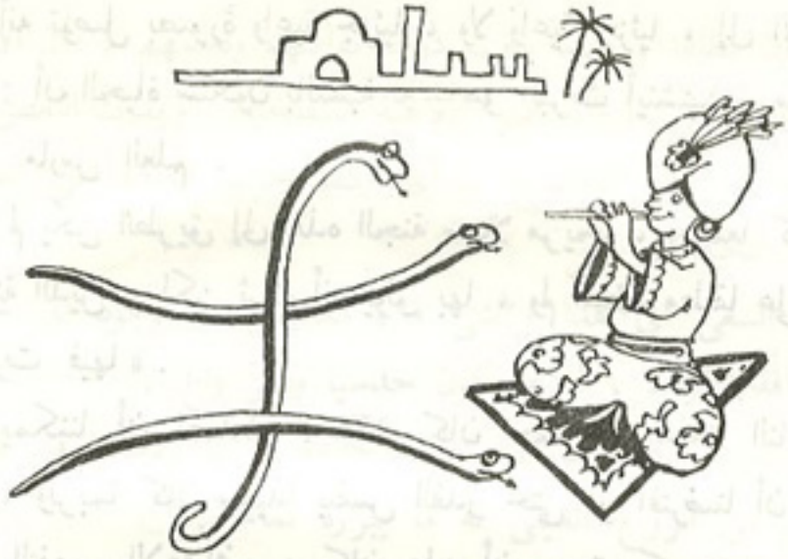
ما ، أنه توصل بصورة واعية جزئيا ، ولا واعية جزئيا ، إلى الاستنتاج التالى : أن الحياة ستكون بالنسبة له — هو ألبرت أينشتين — سعيدة ، إذا ما مارس العلم .

« لم يكن الطريق إلى هذه الجنة سهلا مريحا ، وممتعا كالطريق الى جنة الدين ، لكن ثبت أنه يوثق بها ، ولم آسف مطلقا على كونى قد سرت فيها » .

ويمكننا أن نصدقه : فقد كان حقا من أسعد الناس فى زماننا ، ولربما كان سعيدا بنفس القدر حتى لو افترضنا أن أعماله لم تلق التفهم والاعتراف ، وكان عليه أن يموت كمهندس مغمور غريب الاطوار فى مكتب تسجيل براءات الاختراع بمدينة برن السويسرية ، حيث وضع نظرية النسبية عندما كان فى الخامسة والعشرين من عمره . بالمناسبة ، لقد عاش فى أواخر أيام حياته بصورة مماثلة ، لحد ما .

ليس من حيث الشهرة طبعا . كلا ، ابدا . فقد كان من أشهر علماء العالم ، واعترف به أكثر من أى عالم آخر . كان مشهورا مثل مارلين مونرو تقريبا أو من لاعب كرة القدم دى ستيفانو ، وغدا اسمه رمزا للذكاء البشرى .

لكن الفيزيائيين لم يهتموا كثيرا بالأعمال التى قام بها فى سنوات حياته الأخيرة . ورأيهم فقط كان يتمتع بوزن ما بالنسبة لأينشتين .



بالمناسبة ، فلم يكن ذلك الوزن كبيرا جدا . فقد كان رأى ألبرت أينشتين بالنسبة لهم هو الحاسم دائما .

فلماذا اختار العلم ؟

من يدرى ، فلربما لو لم ينصحه طالب الطب ماكس تالمى بقراءة الكتب العلمية المبسطة ، لاصبح موسيقيا جيدا بدلا من العالم الفيزيائى النابغة . فقد كان يعزف على آلة الكمان منذ السادسة من عمره وأحب الموسيقى بجد طوال حياته . او لربما قد أصبح مخترعا — اذ كان ذلك من هواياته المحببة الأخرى .

مهما يكن من أمر فان مثل هذه الفرضيات لا تسوى شيئا .

كان أينشتين يؤكد لنفسه دائما بعد أن بلغ سن النضوج ، أن الانسان إذا ما ولد فيزيائيا ، وكان ذلك يسرى فى عروقه ، فسيصبح إياه مهما كانت مسيرته فى الحياة .

لا أدرى . ربما كان ينظر للآخرين بمقياس نفسه . ومن الجدير بالذكر أنه تحدث مرة بروح تناقض ذلك تماما لدى استرجاعه لذكريات الشباب .

على كل حال ، إن وجود الكتب العلمية المبسطة كله فى مختلف العصور والأقوام كان قد جرى تبريره بحقيقة واحدة هى أنها قد أثرت نوعا ما على الصبى البالغ الثانية عشرة من العمر ، الذى كان يتجول فى عام ١٨٩١ فى الضواحى الجميلة لمدينة أولم باقليم (شواب) الريفى .

وكان الجنود يسيرون بخطوات منتظمة فى شوارع (أولم) . وهم أخلاف مقاتلى (مولتكه) الظافرين ، الذين هزموا فرنسا قبل ٢٠ عاما.

بالمناسبة ، إن تقاليد أولم العسكرية تعود الى فترة أقدم نوعا ما . ففى عام ١٨٠٥ كانت أولم قلعة من الدرجة الأولى بالنسبة لتلك العصور ، وقد استسلم فيها الجيش السويسرى المجهز خير تجهيز الى نابليون بصورة مخزية جدا ، وفى الواقع دون قتال .

لكن ، أولا ، كان الجيش سويسريا ، وبالتالى ، إذا ما تحدثنا بصورة شكلية ، فلم يكن ألمانيا البتة ، وهذا يعنى أنه لم يكن المانيا أبدا .

وثانيا ، إن الجنود لا يذكرون الهزائم . فذاكرتهم محشوة بالانتصارات .

والهزائم مصادفات محزنة ، لا غير .

إنهم يسيرون بخطوات منتظمة .

أغلب الظن ، أن أينشتين قد اكتسب الحقد فى سنوات الطفولة تلك .

إن بغض النزعة العسكرية ، والحرب ، والقتل ، باعتبارها أعلى المظاهر المكثفة للغباء البشرى كان يسرى عبر حياته الماضية كلها بثبات ، وهو بغض مكبوت وهادئ يمتزج بشئ من التأمل والبرود .

لقد اتضح ذلك له فى تلك السنوات ، ولم يغير قراره بصدده فيما بعد .

كان ذلك عام ١٨٩١ . ولم تظهر الفاشية بعد . ولم يتم بعد إنشاء المحارق فى معسكرى الاعتقال (أوسفينتسيم) و (مايدانيك) النازيين .

اذ جرى ذلك فى وقت لاحق .

وكان على المانيا أن تواجه فى المستقبل خطة شليفين . والحرب العالمية الأولى . والجيوش الزاحفة . والنساء الباكيات فرحا اللواتى يرمين الزهور على ازواجهن ومحبيهن . والقطارات المحملة بالجنود التى تمر بلا نهاية . وصنع بديل المواد الغذائية . ونفس النساء اللواتى يبكين وينتحبن الان لكن ليس عن فرح لدى استلامهن بلاغات الوفاة القادمة باستمرار من الجبتهين الشرقية والغربية ، الهزيمة والاطاحة بقيصر المانيا . ومعاهدة الصلح فى فرساى . والتضخم . والافلاس ،

والجوع ، ووباء الأنفلونزا — كل هذا سيراه الألمان فيما بعد ، قبل أن يأتى الفوهرر الى السلطة .

لكن كان يوجد حقا بعض الاشياء . مثل البزات اللامعة ، وهيئة الأركان العامة البروسية . ومعاداة السامية . والأناشيد العسكرية الحماسية . وكان يوجد أيضا (وربما هو الشئ الأساسى) الاحترام المطلق للألقاب .

ولا يهم نوع تلك الألقاب — مدنية كانت أم عسكرية .

« الهر المستشار السرى ! ... أوه ! ...».

كما أنه حتى الأولمبى العظيم ، جوته نفسه (وكتب جوته تقبع ، طبعا ، فى بيت كل أسرة محترمة) . فحتى جوته نفسه ، سيداتى وسادتى ، كان يفخر بمنصبه الوزارى فى إمارة فايمار الحقيرة ، ربما ، بدرجة لا تقل عن فخره بشعره .

اما هيجل ؟ « المستشار السرى » العظيم هيجل ومبدأه حول نظام الحكم الملكى البروسى ؟

باختصار ، إن الدولة الالمانية كانت تسعى بدأب الى القضاء على القدرة على التفكير المستقل (وبالتالى الانتقادى) ، التى تميز كل إنسان عادى ، واستبدالها بشعارات دقيقة مقولبة يؤمن بها الجميع ، ومثلها من القواعد والتقاليد .

ولا بد من الاعتراف أن ذلك كان يجرى بصورة طيبة . وكان الصناع يصقلون النظام بمهارة وولع .

ان انشودة «Wacht am Rhein» * والـ «Lieder» ** العاطفية عن الفتيات ذوات العيون الزرقاء ، وأوبرات فاجنر ، ودروس الجمباز فى المدارس ، والحكايات عن الأبطال النورديين القدماء في دروس التاريخ ، والنوادر المبتذلة التقليدية فى الطبعات الرخيصة ، وما يغرس منذ الطفولة فى الناس من دقة متحذلقة ، والاحترام المطلق لرئيس أصغر خلية فى الدولة — وهى الأسرة . « اوه ، قال أبى ...».

وأخيرا ، تدرج الألقاب والمراتب المتنوعة بلا نهاية ، الرسمى منها ، وشبه الرسمى ، وغير الرسمى .

إن هذا التدرج قد يكون عائليا ، وعسكريا ، وبيروقراطيا ، أو تدرج عدد لا يحصى من الهيئات ، والجمعيات ، والاتحادات — الرياضية ، والانتاجية ، والموسيقية ، والفنية ، والعلمية ، والادبية ، والدينية ، واتحادات هواة الصيد ، وهواة الطيور المغردة ، واتحاد مربى النحل ، واتحاد هواة رياضة اليخوت ، وغير ذلك ، وهلم جرا .

لقد أدى كل هذا الى تكوين البرجوازية الصغيرة ، وانتعاشها — وهى راضية عن نفسها ، وذليلة فى نفس الوقت ، والى تكوين أفراد نسوا المقدرة على التفكير ، وأفراد يتصورون الدكتاتورية وكأنها

---

* « حارس الراين » — بالالمانية (المترجم) .

** الاغانى — بالالمانية (المترجم) .

شكلا طبيعيا للسلطة لأن كل واحد منهم كان دكتاتورا فى دخيلة نفسه لكن على نطاق صغير .

وكانت درجة السمية (السم) الدائمة لكل هذه الماكينة الشيطانية تتجلى فى الدرجة الأولى ، فى كونها تغذى بأحاسيس وآمال طيبة جدا فعلا .

لأنه من الصعب ... أن تعارض الروح الوطنية ، واحترام الأكبر ، والرياضة ، بأى شئ ...

والشعب ؟

إنه لم يختلف عن الشعوب الأخرى فى شئ ، لا فى بداية القرن الخامس عشر ، ولا فى بداية القرن العشرين ، وحتى فى سنوات الفاشية . ولا جدال فى أنه يمكن إيجاد مائة الف نذل يكمن فى اية بلاد كبيرة . وحدث أن الوضع التاريخى فى المانيا فى نهاية العشرينيات من قرننا الحالى كان بشكل جعل هذه الفئة بالذات تأتى الى السلطة . ربما ، لعبت هنا الظروف الطارئة دورا كبيرا .

بالطبع ، كانت الممهدات لذلك قد أعدت مسبقا . بالمناسبة ، فاننى لا آتى بأى شئ جديد ، أو أصيل إذا ما أضفت أن مثل هذه الممهدات تقريبا قد وجدت فى كل بلاد إمبريالية كبرى . وقد أشير الى ذلك مرات كثيرة . فمثلا ، روى كل من سنكلير لويس ، وهربرت ويلز بشكل مقنع تماما كيف يمكن أن تأتى الفاشية إلى أمريكا أو إنجلترا (فى الروايات الخيالية ، طبعا) . ولربما أن

الخطر الأساسى لهيمنة الفاشية يكمن فى أنها لا تمثل أى شئ جديد ، أو خارق .

اذا ما كانت الفاشية هى مرض البشرية ، فانها مرض قديم . وقد وجدت الدولة ذات الطراز الفاشى فى جميع القرون . ففى مصر ، واسبارطة ، وروما — استخدمت عموما فى كافة هذه الدول القديمة جدا نفس الايديولوجية التى لجأ اليها النازيون . لذا فلم يكن هتلر ليحتاج الى إستحداث كثير من الامور الجديدة . فيما عدا كونه قد أضاف قدرا لا يستهان به من الديماغوجيا الاجتماعية ، التى أستغنى عنها فى مصر ، لكنها كانت ضرورية فى روما القديمة .

وبالطبع كانت النزعة القومية من البديهيات الأساسية للنظام .

ولم يكن ليبتدع هنا أى شئ أصيل بصورة خاصة . فقد كان معروفا منذ أزمان ما قبل التاريخ أن التملق ، حتى لو كان خشنا جدا ، ومن الطراز الذى يلجأ اليه « الفيلدفيبيل » والجندرمة . يأسر بشكل عام ودون خطأ قلوب أبناء النوع الانسانى . فمما يسر النفس أن يسمع المرء أنه خير من الآخرين فى شئ ما .

وتتضاعف المسرة عندما يشك المرء فى ذلك بدخيلة نفسه .

لكن اذا ما كان التملق يتردد كثيرا وبالحاح ، فليس من المعقول أن لا يصدق المرء ذلك .

وقد استغلت كافة الدول الامبريالية إبتداء من فراعنة مصر ، النزعة القومية كوسيلة لجذب ، وتوحيد الشعب .

فالفكرة بسيطة ، وساذجة .

وغدت أمرا مسلما به .

فالأباطرة الرومان ، وجنكيزخان ، ونابليون ، وهتلر — إستخدموا جميعا نفس الأسلوب المبتذل ، وربما القديم ، وذلك بتقديم توصية الى المرء بان لا يبخل فى كيل آيات المديح الى المرأة التى يرغب فى كسب ودها ، وأسر قلبها .

قال اينشتين فى أواخر أيام حياته بأسى : « أن الناس لا يتعلمون من دروس التاريخ الا القليل ، لأن كل حماقة جديدة تتخذ شكلا جديدا بالنسبة لهم » .

وأظهرت الحرب العالمية الثانية أن مثل هذا النظام يعطى ثماره حتى فى قرننا « المتنور » مع الأسف . لكن من الضرورى أن نكرر ما يلى : إن حقيقة قبول أكثرية الشعب الالمانى للفاشية بهذا الشكل ، أو ذاك لا يعنى ، طبعا ، أن الالمان كبشر يتقبلون القواعد الأخلاقية لعامة البشرية بدرجة اقل من الروس ، أو الفرنسيين .

واذا ما طرحنا السؤال حول مسئولية الشعب الألمانى عموما عن الفاشية ، فانه يمكن اعتمادا على نفس هذا الأساس تقريبا توجيهه الى الدول الرأسمالية على كوكبنا ، التى كانت تراقب ، بهدوء نسبيا ، السبيل الذى قطعه هتلر من التمرد فى « صالات البيرة »

فى بافاريا ، الى أفران معسكرات الاعتقال وأعمال القتل الجماعى فى روسيا ، وبولندا ، ويوغوسلافيا ...

كما أن منطق « عدم التدخل » كان نفس المنطق ...

أما الآن ، وبعد مرور ما يزيد على ثلاثين عاما بعد إنتهاء الحرب ، الآن بعد أن أصبح ممكنا الحكم بشكل موضوعى نسبيا ، من الصعب أن يلقى المرء كل عبء المسئولية الثقيلة على عاتق الشعب الألمانى .

بالأخص وأنه قد دفع الثمن غاليا أيضا بدرجة كافية عن كل ذلك . ويمكن أن تدرج مع ضحايا النازية أيضا أولئك الصبيان من أبناء برلين ، الذين كانوا يبكون رعبا فى الأيام الاخيرة من أبريل عام ١٩٤٥ ، لكنهم كانوا يهاجمون مع ذلك الدبابات السوفييتية بقذائف فاوست ، مؤمنين باخلاص بانهم إنما يحاربون ويموتون من أجل الوطن .

وربما ، أن هذه المحاججات تصح أيضا فيما يخص ضرورة أن يقدم رجال قوات الامن النازية «SS» النشيطين ، والرجال ذوى روح المبادرة و « الابداع » من فصائل التنكيل ومعسكرات الابادة ، الى المحاكمة ويعدمون رميا بالرصاص الآن ، وبعد مرور أكثر من ثلاثين عاما ، يعدمون دون ان يثير ذلك غضب وانفعالهم ، إنطلاقا من نفس المحاججات القائلة بمحاكمة ، واعدام القتلة المحترفين .

ويمكن أن نعيد إلى الذاكرة أن أحد هؤلاء الأفراد قد فطن فى حينه الى أن يكتب على بوابة معسكر اعتقال بوخنفالد عبارة « Jedem das seine » ، التى تعنى — كما هو معروف — لكل إنسان قدره .

ما الداعى إلى كتابة كل هذا الان ؟

لأننى أعتقد أن هذا ما كان يفكر به أينشتين تقريبا ، فقد كانت الفاشية الحقد الرئيسى فى حياته .

أما الانسانية ، وطيبة أينشتين الذائعة الصيت فانها لا تتفق كثيرا مع التسامح التام العاطفى ، الذى تمليه ، عادة ، اللامبالاة ، وتقترب بروعة من حب الذات الخالى من العاطفة .

أعتقد أن ليوبولد إنفيلد قد كتب فى مذكراته كلاما ذكيا جدا ، ودقيقا للغاية . وأفضل شئ أن أورد هذا المقطع بدلا من إعادة رواية أفكاره .

للأسف ، غالبا ما يظهر أينشتين فى المذكرات ، والتراجم كرجل غريب الاطوار طيب السريرة ، تشع منه الطيبة اللامتناهية ، وبعيد دوما عن التصورات القائلة بأن هناك فى العالم الدنيوى المعتاد نذالة وخداع وحقد .

إن مثل هذا النوع من الكتابات يثير الضجر ، بهذا القدر أو ذاك ، لان المؤلفين ، أرادوا أم أبوا ، إنما يتهمون أينشتين بصورة مباشرة بكونه أحمق مبتذلا .

فالأفضل أن نستمع إلى أقوال إنفيلد :

« تعلمت من أينشتين الكثير فى مجال الفيزياء . لكننى أقدر أكثر من أى شئ آخر ما تعلمته منه ، إلى جانب الفيزياء . كان أينشتين — أعرف أن ما سأقوله يبدو مبتذلا تماما — أفضل رجل فى العالم . بالمناسبة ، إن هذا التحديد ليس بسيطا أبدا ، وأعتقد أنه يتطلب بعض الايضاحات .

إن الحنان هو مصدر الطيبة لدى البشر . فالحنان مع الآخرين ، والحنان مع المحتاجين ، ومع مصائب البشر — هى مصادر الطيبة التى تؤثر عبر صدى التعاطف . والتمسك بالحياة ، والناس عبر روابطنا مع العالم الخارجى سيترك صدى فى أحاسيسنا ، عندما نتطلع الى نضال ومعاناة الآخرين .

غير أن هناك مصدراً للطيبة يختلف تماما . إنه يكمن فى الشعور بالواجب ، الذى يستند على التأمل الواضح للفرد . إن الفكرة الطيبة الواضحة تقود الانسان الى الطيبة ، والى الموالاة ، لأن هذه الصفات تجعل الحياة اكثر بساطة ، وشمولا ، وثراء ...

فاتخاذ الموقف السليم فى القضايا الاجتماعية ، وكذلك روح المساعدة ، والصداقة ، والطيبة يمكنها جميعا أن تنبع من المصدرين المذكورين ، واذا ما توخينا التعبير السائد فى علم التشريح لقلنا — من القلب ، أو من العقل . وبمرور السنين تعلمت بصورة أشد الضرب الثانى من الطيبة ، النابع من التفكير الواضح . وقد تسنى لى مرات عديدة أن أرى العواطف التى لا يساندها التفكير الواضح ، وقد غدت مدمرة » .

بصراحة إننى أشعر بالأسى لكونى لم أكتب أنا هذه الكلمات .

ربما إن إنفيلد يصيغ هنا خير ما يمكن أن يسعى اليه كل انسان بالمنطق الهادئ الذى يتحلى به عالم الفيزياء ، وبدون عواطف ، وانفعالات ، وبدون ميلودراما ، وتراجيديا وتحليل الذات الذى يقطع أوصال الروح .

لكن من المعروف منذ زمن بعيد أن الطريق الى جهنم معبد بالنيات الطيبة . فالسعى الى الشئ لا يعنى بعد تحقيقه .

والآن ، مهلا — انتبه . لنعد الى إنفيلد من جديد .

« وهنا يبدو أينشتين مرة اخرى مثالا خارقا .

لم يتسن لى فى حياتى أبدا أن أرى هذا القدر من الطيبة ، الخالية من أية احاسيس تماما . ورغم أن الفيزياء ، وقوانين الطبيعة فقط كانت تثير الأحاسيس الحقة لدى أينشتين ، فلم يكن يرفض أبدا تقديم المساعدة اذا ما وجد أنها ضرورية ، وكان يعتقد أن هذه المساعدة ستكون فعالة . فكتب آلاف رسائل التوصية ، وأعطى النصائح الى مئات من الناس ، وتحدث لساعات طوال مع مجنون ، كتبت أسرته الى أينشتين بأنه وحده يمكن أن يساعد هذا المريض . كان طيبا ، رقيقا ، محدثا جيدا ، ويبتسم ، لكنه كان ينتظر بفارغ الصبر تلك اللحظات التى سيبقى فيها ، فى نهاية المطاف ، وحده ويعود الى عمله » .

من الصعب أن نفترض ما هى المتعة التى اكتسبها أينشتين فى

حديثه مع الرجل المصاب بلوثة عقلية ، الذى تطرق اليه إنفيلد . كما أنه من السذاجة بمكان الاعتقاد بأن أينشتين كان يأمل أن يؤدى ذلك الى شفاء محدثه فورا . لكن ، ربما عمد الى موازنة الموضوع وتحليله ، فتوصل الى احتمال ضئيل ما بوجود إمكانية للتأثير بشكل مؤقت ، وضعيف على حالة المريض ، وبذلك تتحسن حياة اسرته . واعتبر من الضرورى ، من أجل هذه الامكانية الفرضية البحتة ، أن ينقطع عن العمل — الاله الوحيد الذى يعبده .

وعندما توصل أينشتين فى دخليته الى إستنتاج معين ، نراه لا يتخلى عنه باعتباره عقيدة جامدة نظرية وتأملية ، فالفكرة بالنسبة اليه تعنى الفعل قبل كل شئ ، الفعل الذى يتفق مع هذه الفكرة .

ها أنذا أكتب شيئا من قبيل ترجمة حياة ، بينما تتردد فى ذاكرتى ملاحظة هادئة أوردها أينشتين فى ترجمة حياته الذاتية من أنه لم يأمل نفسه فى أن يعبر بدقة تامة عن أفكاره ، وعن عالمه الداخلى . فمن الطبيعى أن نجاح أى كاتب لترجمة حياته يكون أقل نجاحا فى ذلك .

وحتى عندما يدور الحديث عن رجل عادى ، لا يبرز وسط الجمهور للناس ، فان هذه المهمة تتجاوز طاقة المرء . وتصبح غير قابلة للحل مطلقا عندما يكتب المرء عن رجل من وزن أينشتين .

مع العلم أن أقوال أينشتين نفسه تكون ، طبعا ، فى أحيان كثيرة متناقضة ، فتراجم الحياة تكون ذاتية حتما .

لكن فى حالة أينشتين يظهر ذلك بصورة غير مألوفة نوعا ما (او يتراءى لنا ذلك) أكثر بساطة ، من حتى ترجمة حياة رجل مثل أحد الاعضاء المنسيين « الخالدين» فى الاكاديمية الفرنسية .

وأغلب الظن أن ذلك يرتبط من جديد بأن أينشتين كان يتبع فى حياته العاطفية ، بما جبل عليه من روح الالتزام بالدقة التى يتصف بها الألمان ، المعايير المنطقية الدقيقة للانسان الثابت والواقعى ، التى وضعها لنفسه فى سنوات الطفولة والشباب .

وكان التشكيك بهذه المبادئ أصعب بكثير ، من التشكيك بأسس نظرية النسبية العامة ، رغم أنه نفسه لم يبالغ البتة فى تقدير فضائله الشخصية .

إن الشك الهادئ ، والحزين لدى العالم الرقيق ، والذكى ، والطيب القلب قضى فيه كليا ، وبلا رجعة ، على ما يحتمل وجوده جدا فى مثل هذا الطراز من الرجال من القناعة الضيقة للرجل الورع الذى أدرك الحقيقة وأخذ يبشر بها العالم الضال .

وقد كتب قبل وفاته بفترة وجيزة الى ماكس بورن يقول :

« ماذا يجب أن يقوم به كل إنسان — هو أن يقدم مثالا للنقاوة ، وأن يتمتع بالشجاعة على أن يحافظ بجد على القناعات الأخلاقية فى مجتمع يسوده المتشككون . إننى أسعى منذ زمن بعيد إلى سلوك هذا السبيل — وقد حققت بعض النجاحات بين فترة وأخرى » .

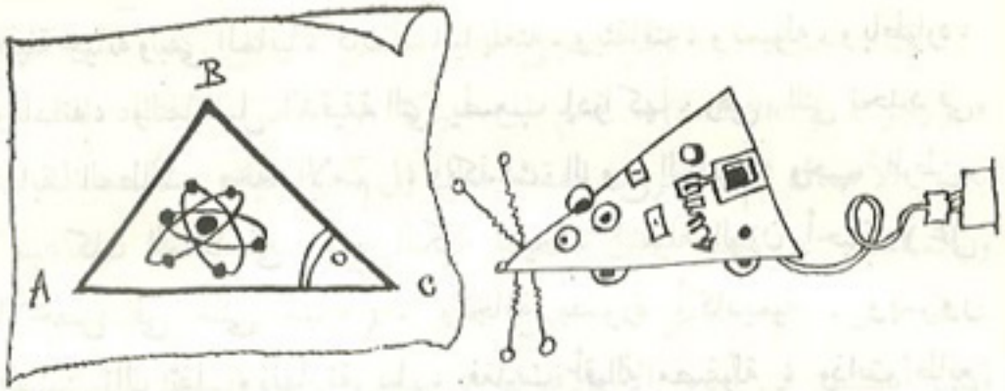
إن هذه الكلمات الحزينة والواهنة التى قالها رجل ، أجمع كافة الناس على أنه يثير العجب دوما بما يتمتع به من ابتهاج طبيعى ، داخلى لا يقهر ، تدعو الى الاعتقاد بأن أينشتين قد أحس طيلة حياته الواعية بشئ من الارتباك النفسى الثقيل الوطأة . وكان مما يقلقه على الدوام أنه هو نفسه ، ألبرت أينشتين ، يناضل بصورة تأميلية ، وسلبية جدا ضد الدناءة والسخافة ، اللتين لا زالتا تتمتعان بوزن كبير فى العالم المحيط به . زد على ذلك ، فان ما كان يثير اكتئابه وانقباض نفسه قبل كل شئ ، كما يبدو ، هو سخافة الأمور الجارية حوله بالذات .

فلماذا وكيف قرر أينشتين أن النشاط الاجتماعى ليس من الأعمال التى يمكنه ممارستها مباشرة ... هذا ما لا أدريه .

ربما أنه لم ير السبل الواقعية . ولربما اتخذت هذا القرار « إنفعالاته » و « أحاسيسه » . وقد وجد الـ « انا » فى الفيزياء دون وعى لديه بدرجة ما ، « بدافع من واعز القلب » كما يقال فى الروايات.

ولربما لعب دورا ما انطواؤه على نفسه ، وفردية تفكيره . وعندما جرى الاختيار ، أبعد جانبا والى مكان بعيد كل ما تعدى ذلك الأمر الذى شغل تفكيره بصورة أساسية فى الحياة .

لكن العالم المحيط به لم يبعد عن وعيه حتى ولو لحظة واحدة . ففى الحياة الواقعية كان يصطدم دوما بالدسائس السياسية ، والخبث ، والعواطف البشرية ، ولم يكن ليستطيع الوقوف بعيدا عن كل ذلك .



لأنه هو ، ألبرت أينشتين ، كان يدرك بجلاء ، وثبات فى وقت ما : بأن الانسان لا يملك الحق فى القيام بذلك .

ليست هذه الفكرة سوى تكرار للكلمات التى قيلت أعلاه ، وأغلب الظن أنه كتبت هناك كلمات حادة حول « الحذلقة الألمانية » التى كان يتصف بها اينشتين . والمسألة طبعا ليست فى التعريف ، ولا أظن أن هناك حاجة لشرح كون « الحذلقة » فى الحالة المعطاة تعنى كمال الشخصية ، ومنطقيتها إلى أقصى حد .

وبما أنه جرت العادة على إعتبار هاتين السمتين تميزان الطابع القومى للألمان أكثر من غيرهم ، لذا فقد استخدمت صفة « الألمانية » .

لكن ، بشكل عام ، إننى لا أميل الى تبرير تعريفى ، لأن ألبرت أينشتين — وينبغى هنا الاشارة الى الامر . كما اعتقد — اليهودى الاصل ، والمواطن الاميركى الجنسية ، والاممى الثابت وبدون تحفظ فى معتقداته ، والاممى « عقلا » و « قلبا » ، كان

طيلة حياته وبقى ألمانيا ، كان ألمانيا بلغته ، وبثقافته ، وبميوله ، وباطواره ، وعاداته ، والتفاصيل الدقيقة التى يصعب إدراكها ، وهى التى تحدد فى نهاية المطاف وجه الامم ، وكذلك الروح الوطنية ، وحب الوطن.

كان المانيا فى روح النكتة لديه ، الثقيلة الوزن أحيانا (على الأخص فى سنى شبابه) ، والجافة بصورة أكاديمية . وبمرور السنين زال ثقل وزنها تقريبا ، فغدت أقواله مصقولة ، وذات طابع رياضى ، لكنها بقيت كالسابق روح النكتة التى تميز هينه ، وليس توين ، أو شيدرين .

كما كان ألمانيا فى حبه الصوفى للطبيعة الهادئة ، واليخوت والنزهات السياحية : وفى عاداته البيتية ، وولعه بموزارت ، وبميله الى تحليل القضايا الفلسفية ، وفى حبه للغته .

وكانت كلماته الأخيرة التى تلفظ بها هى بلغة طفولته ، بلغة بلاده — باللغة الالمانية ، وبقيت غير مفهومة بالنسبة للممرضة التى كانت فى غرفته آنذاك .

وخلال عشرين عاما من حياته فى أميركا ، كان بالكاد (ومن الصعب ان يتصور المرء أمرا اكثر تناقضا ظاهريا من هذا) يبلغ مرحلة « اتقان اللغة الانجليزية بشكل مقبول » (كما شهد بذلك أحد مؤرخى الفيزياء) .

كما أنه كان يفضل فى سنى حياته الأخيرة أن يتكلم باللغة الالمانية ، اذا ما كان محدثه يتقن هذه اللغة .

وكان حنينه الى الوطن يتجلى تماما بنفس الشكل كما لدى اى « بورجر » (burgher) ، قدم الى أميركا من ارض الأجداد لقضاء بعض الأعمال ثم استقر به المقام هناك إلى آخر حياته . لأن هناك — وبالمناسبة ، يعتبر ذلك عقيدة أينشتين نفسه — أشياء ومفاهيم عامة لدى كافة الناس ، بغض النظر عن عقليتهم ، وثقافتهم . وكان أينشتين فى أمور الأخلاقيات ، بمعنى قواعد السلوك البشرى ، ديموقراطيا متكاملا وعن إيمان بذلك ، وكان يعترف ، قولا وفعلا ، بالمساواة التامة بين البشر .

وما دمت قد خرجت عن الموضوع قليلا ، فلا بد لى من تذكر قصة تميز بدقة فعلا موقف ، واسلوب أينشتين فى علاقاته بالناس ، رغم أنها تبدو وكأنها نكتة .

فقد حدث أن جاءه أربعة أشخاص على التعاقب ، طالبين منه توصيات لشغل منصب ما .

فمنحهم أينشتين جميعا خطابات توصية .

وقد أجاب على تساؤلات الدهشة لدى أصدقاءه فيما بعد شارحا بهدوء أنه لا يرى أية غرابة أو مبالغة فيما قام به ، لأنه فسر دوافعه فى التوصية بكل حالة بأفكار مختلفة . وعلى صاحب المؤسسة أن يقرر أى المرشحين يناسبه أكثر من الآخرين .

لنرجع الى عام ١٨٩١ . كان فى مدينة أولم صبى يبلغ الثانية عشرة من العمر يعيش تجربة تعتبر معجزة . وكانت هذه المعجزة

تتمثل فى كتيب أهدى إليه حول هندسة إقليدس المستوية . وقد ملك إقليدس ألباب أينشتين ، واحتفظ بهذا الاحساس طيلة حياته أيضا . وقبل وفاته بقليل قال :

« اذا لم يستطع عمل إقليدس أن يثير فيك لهيب الحماس فى سن الفتوة ــ فانك لم تولد لأن تصبح عالما نظريا » .

كان مخلصا فى ذلك .

أظن أن ذكر هذا فى الصفحة الرابعة أو الخامسة من ترجمة حياته ، يعتبر آخر المذكرات الشخصية البحتة .

بعد ذلك ترد بضع كلمات عن بداية دراسته فى معهد البوليتكنيك بمدينة زيوريخ ، ثم تذكر ملاحظتان عابرتان عن نظام التعليم ... وحوالى خمسين صفحة من أفكار أينشتين حول سبيل التفكير ، ونظرية المعرفة ، وطبعا ، حول الفيزياء قبل كل شئ ، كما هو حاله دائما .

لكن لا داعى للافتراض بأن هذا الأسلوب فى بناء ترجمة الحياة ــ هو سهو طريف ، ومحبوب ، وغريب آخر لهذا الراهب الناسك المنعزل عن العالم . وعلى القارئ أن لا يحاول أبدا تصور ألبرت أينشتين وكأنه « جاك باجانيل » * الفيزياء .

---

* هو أحد أبطال رواية « القبطان الصبى » تأليف الروائى الخيالى جول فيرن . وتتصف شخصية عالم النبات جاك باجانيل بأنها غريبة الاطوار وذاهلة وخجولة .

ثم يقدم هو نفسه ، بهدوء وبدقة ، فى عدة صفحات تفسيرا لأسلوبه المفرط نوعا ما ، لكنه يفهم مع ذلك على أنه ضرورى .

وقد يسأل القارئ عجبا : « هل هذا نعى ؟ » . أود الاجابة على ذلك بالايجاب ، فى جوهر الأمر . لأن الشئ الأساسى فى حياة الانسان الذى من طرازى يكمن فى ماذا يفكر ، وكيف يفكر ، وليس فى ماذا يعمل أو يعانى .

لذلك فان أينشتين يعتقد انه من الضرورى الحديث عن المعجزة ، « معجزة الاندهاش » بالهندسة ، ويسمح لنفسه تجاهل ذكر جائزة نوبل كليا .

وفكرة « الاندهاش » او كما عبر عنها « فعل الاندهاش » عندما يصطدم الوعى البشرى بشئ يناقض مجموعة المفاهيم الموضوعة ، كانت من الأفكار التى رددها أينشتين بالحاح طيلة حياته .

حدث مرة أنه أجاب أحد الصحفيين شبه مازح على سؤال لبق وبليغ إلى أقصى درجة : « كيف يفسر هو ، أينشتين ، أنه هو نفسه ، وليس إنسانا آخر ، قد اكتشف نظرية النسبية الخاصة » مشيرا، الى انه عموما قد تطور ذهنيا بصورة بطيئة جدا ، لذلك فقد احتفظ فى سن ٢٠ ــ ٢٥ عاما بانطباعات الاطفال ، لهذا السبب فانه عندما أمعن الفكر ، بصورة موضوعية ، فى وضع الأمور بعلم الفيزياء ، فانه قد دهش طبعا كما يدهش أى طفل عادى ، وبما أنه كان آنذاك يبلغ العشرين من عمره ، بينما كان

ذهنه أكثر تطورا (وقد اعترف بذلك) من أى صبى عادى فى العاشرة من العمر ، فقد تسنى له الحصول على النتائج التى تؤلف نظرية النسبية الخاصة .

ولو طرحنا جانبا من هذا القول كل طابع المزاح ، لبقيت لدينا فكرة هامة وبليغة حقا ، هى أن على العالم أن يعانى دوما من شعور الدهشة ، وأنه يجب أن يعالج كل ظاهرة فى الطبيعة معالجة موضوعية ، ويجب أن يترك جميع الأفكار الجامدة ، وكافة الشخصيات المشهورة من العلماء ... باختصار ، يجب عليه أن يفكر بنفسه ، لا أن يقتبس أفكار الاخرين . لكننا لا يمكن أن نقول أن هذه الفكرة غير متوقعة جدا . فقد صاغها أفلاطون من قبل باسلوب بليغ وجميل حين قال : « الدهشة — أم العلم » .

والان غدت هذه الفكرة حقيقة بدهية ، بحيث أن أى صحفى يحترم نفسه لا يلجأ عندما يكتب مقالة عن عالم ما حتى الى تكرارها ، ما دام لا يظهر بعد أينشتين اخر . ويبدو أن القضية هى أننا نشبه الى حد ما ، ومهما كان أسفنا على الاعتراف بذلك ، ذلك الخصى الذى يشرح له ما هو الحب .

بايجاز إن هذا الصبى يعانى من معجزة تلو الأخرى . ومنذ سن ١٢ عاما وحتى ١٦ عاما كشف لنفسه الرياضيات ، والانطباع الانفعالى الصرف الذى ولده فيه هذا العالم الجديد ، عالم المنطق الدقيق والخيال الخصب ، — وهو إنطباع فذ .

لكن حدثت فى نفس هذا الوقت تقريبا لأينشتين « معجزة » أخرى ، وهى معجزة ذات صفة سيكولوجية بحتة .

فقد أحس ، حسب تعبيره بالذات ، أن الرياضيات كثيرة الأبعاد جدا ، وتنقسم الى أبواب خاصة كثيرة للغاية ، بحيث أن دراسة أى منها تشغل كل حياة الانسان القصيرة ، للأسف .

ومن جانب آخر ، فقد أدرك ، عن وعى أو بدون وعى ، أن حدسه فى مجال الرياضيات البحتة غير كاف بغية تحديد الشئ الأساسى وهو — ما الذى يستحق أن يدرس فعلا .

ولم يكن فى وضع يسمح له بان « يميز بثقة بين الأساسى والهام وبين بقية المعرفة الواسعة ، التى ما زال يمكن الاستغناء عنها » .

أما فيما يخص الفيزياء ، فانه « تعلم بسرعة للغاية البحث عما يمكنه التوغل فى أعماقه ، طارحا جانبا كل ما عداه ، وعما يرهق العقل ويلهيه عن الشئ الأساسى » . لذلك نجده يختار الفيزياء ، وحتى يهمل الرياضيات بدرجة تتجاوز الحد نوعا ما ، وهو ما أسف عليه فى وقت لا حق .

وكل هذا يثير العجب .

مع العلم أنه ليس من المهم جدا معرفة هل صاغ أينشتين ذلك بدقة تامة لنفسه فى تلك السنين (سن ١٦ — ٢٠ عاما) ، أم أنه إتخذ قراره ذلك بدون وعى إلى حد ما ؟

ويثير هذا العجب ، لأن مثل هذا النضوج فى الاختيار ، ومثل

هذا الأسلوب فى التفكير النقدى الدقيق شئ نادر جدا لدى الناس عموما، فكيف الحال إذا ما كان لانسان فى سن ١٦ــ ١٨ عاما.

حقا ، لنتطلع الى المعلومات الأولية . أمامنا صبى فى سن السادسة عشرة ، له شغف شديد بالرياضيات . ويثير فيه مفهوم التكامل وأسس الهندسة التحليلية كل المتعة ، ويولد أشد البهجة فى الحياة ، الى حد أنه لا يمكن أن يقارن بها أى شئ اخر . وبالطبع ، أنه يرى كونه يتمتع بموهبة فذة ، ويدرك أن موهبته تبرز بشكل براق فوق المستوى العام .

وقد توفرت لديه (وهذا شئ أساسى) إمكانية الاختيار الحر ، ولم تحدد هذا الاختيار أى مصادفات جابهته فى الحياة ، علاوة على ذلك ، فاذا ما فكرنا بالتأثيرات الخارجية المحتملة ، فان كل شئ كان فى صالح الرياضيات أكثر من غيرها . وكان يقوم بالتدريس فى معهد البوليتيكنيك فى زيوريخ أساتذة رياضيات لامعون ــ وفى مقدمتهم مينكوفسكى . بينما لم يكن هناك بين الأساتذة فيزيائيون كبار . وقال أينشتين نفسه فيما بعد أنه لم ير حتى بلوغه الثلاثين أى عالم فيزياء نظرى فى الفيزياء .

كان من المستبعد فى ظل جميع هذه الممهدات أن يستبدل الفتى علم الرياضيات بعلم الفيزياء النظرية الخبيبة الى قلبه .

ولو حدث الانتقال من الرياضيات الى الشعر أو إلى الموسيقى ، مثلا ، لكان أمرا مفهوما أو اعتياديا أكثر من الناحية السيكولوجية .

أعتقد أن ما حدد هذه المسألة الى حد كبير سمة عجيبة كان يتسم بها أينشتين ، وأغلب الظن أنها قد تحددت تماما خلال تلك الاعوام ، ــ وهى إنعدام حب الذات الذهنى الذى يعتبر شيئا طبيعيا جدا ، وكثير الحدوث لدى الفتيان الموهوبين .

فقد كان دائما يقيم بوعى ، وهدوء إمكانياته ، ونتائج أبحاثه . ولم يتظاهر أبدا بالتواضع ، وكان يعرف ، وقال صراحة ، أن أعماله هى من أعظم إنجازات العلم فى القرن العشرين .

وفى الوقت نفسه كان يعرف (أو إعتقد أنه كان يعرف) جيدا أنه لن يصبح عالم رياضيات بارزا .

هكذا هجر الرياضيات .

بشكل عام إن علاقات أينشتين بالرياضيات كانت طيلة حياته علاقات معقدة جدا . فمن ناحية ، كان فى سنوات نضوجه قد أعرب ، أكثر من مرة ، عن أسفه للاستنتاج الواثق الذى توصل اليه أيام شبابه من أنه يكفى أن يعرف أسس الفيزياء ، أما بقية الأشياء الدقيقة أكثر فيمكن تركها لعلماء الرياضيات المحترفين . وقد اقتنع بخطأه عندما بدأ العمل فى وضع نظرية النسبية العامة . وقد احتاج فى البداية الى مساعدة صديقه مارسيل جروسمان لغرض الصياغة الرياضية .

وبمرور السنين تغيرت نظرة أينشتين . وغدت أعماله الأساسية ــ ظاهريا على اقل تقدير ــ تبدو كمؤلفات فى الرياضيات .

مع ذلك فانه من حيث الأسلوب ، وطابع التفكير ، ومبدأ معالجة المسائل ، بقى رجل فيزياء دوما .

ولن أجازف بالدخول فى مناقشات حول نقاط التشابه والاختلاف بين العالم ـ الفيزيائى النظرى وعالم الرياضيات الصرف .

تكفى فقط الاشارة الى أنه يوجد هناك فارق بينهما . وهو فارق كبير جدا . وهناك شهادة طريفة على ذلك هى حوار مرتجل جرى بين أينشتين وهلبرت .

ففى عام ١٩١٥ اصاب هلبرت نوعا ما الولع بنظرية النسبية ، وقرر أن يجرب حظه فى الفيزياء ، معتقدا ، أنه لا يمكن تحقيق تقدم يذكر بدون علماء الرياضيات .

وقال آنذاك دون إفراط فى التواضع ، ولكن بذكاء كبير : « إن الفيزياء فى جوهرها صعبة جدا بالنسبة للفيزيائيين » . وقد أنجز عمله ، طبعا ، بأعلى مستوى فى الرياضيات لكنه بدا خاليا من المحتوى من حيث الجوهر الفيزيائى .

فاجاب اينشتين باسم الفيزيائيين فى رسالة بعث بها الى اهرينفيست واصفا عمل هلبرت بانه « خداع يقوم به سوبرمان » . وفى أواخر أيام حياته كتب يقول : « إن الرياضيات ـ هى الأسلوب الكامل الوحيد لأن يخدع المرء نفسه » .

ولن نختتم كلامنا هذا بايراد أى موعظة ، بل سنكتفى

بالقول مرة أخرى : مهما كانت أعمال أينشتين قريبة من الرياضيات ، فانه بقى دوما عالم فيزياء .

الآن ، حان الحين لايراد ملاحظة هامة . فرغم أن أينشتين قد كرر أكثر من مرة ، أن استجابة الرأى العام ـ أى إعتراف زملائه بأعماله ـ شئ هام للغاية بالنسبة اليه . وهذا ، طبعا ، أمر يطابق الحقيقة ، لكن مع هذا كان حكمه الخاص على عمله هو الشئ الحاسم دائما .

لم يستطع أن يقبل حتى أواخر أيامه بالأفكار الرئيسية لميكانيكا الكم (التى اعتبرها من نوع الفيزياء السريع الزوال) ، ورغم بقاءه وحيدا فى هذه الفكرة ، فانه لم يغيرها .

وبنفس الشكل فانه كان الوحيد من بين جميع علماء الفيزياء فى العالم الذى عمل مدة عشر سنوات (١٩٠٥ ـ ١٩١٦) فى بحث قضية مجال الجاذبية ، دون أن تكون لديه أية مقدمات خارجية ، وكان آنذاك قد كسب الشهرة والاعتراف .

كان يقف بمعزل تماما عن اهتمامات الفيزياء فى زمانه فوضع النظرية النسبية العامة .

لربما أصبح بحكم الظروف الطارئة من أشهر علماء العالم . وصمد بهدوء وبشئ من السخرية أمام سيل مراسيم التكريم ، والدبلومات ، والميداليات والامتيازات (منها ، مثلا ، لقب ورداء الزعيم الفخرى لاحدى القبائل الهندية فى شمال أمريكا) . ثم عمل

خلال ٣٥ عاما بعناد ودأب لتطوير نظرية النسبية العامة ، باقيا لوحده عمليا ، دون أن يتوفر له فى الواقع الاعتراف ، ولا المساندة المعنوية ، وبدا لحد ما فى نظر الشباب والعلماء النظريين الواثقين بانفسهم لفترة ١٩٣٠ ــ ١٩٥٠ كنصب تذكارى قديم ولى زمانه .

وبالمناسبة ، فقد قال نفسه محدثا زوجته فى أحد الأيام أن النتائج التى توصل اليها فى الأربعينيات ، تعتبر من أكبر ما حققه من أعمال .

ولا يعرف أحد مدى صحة قوله ، فقد كان هذا حاله دائما عندما يتعلق الأمر بالفيزياء ، أو عندما يخطأ . والشئ الوحيد الذى تمكن الاشارة إليه ، أن اهتمامه المتزايد باستمرار بالنظرية النسبية العامة ، وبشكل خاص ، بأبحاث أينشتين فى السنوات الاخيرة من حياته . ربما ، ليس هذا سوى بدعة من البدع التى يتبعها الفيزيائيون منصاعين ، مثل اتباع النساء لتغيرات الموضة ، لكن بشكل أكثر تقنعا ؟ ولربما ، أنه تعبير عن خيبة الأمل المعلومة ، والأزمة التى حلت فى الفيزياء النظرية هذه الأيام .

ولربما أن أسس فيزياء المستقبل قد وضعت فعلا وكل ما ينبغى هو البحث عنها فى أعمال أينشتين حول نظرية المجال الموحدة .

على كل حال ، إن الشئ الذى لاجدال فيه ، هو واحد : أن الطريق العلمى الذى سار فيه أينشتين ابتداء من العمل فى نظرية النسبية العامة ــ هو ظاهرة شاذة للغاية فى تاريخ العلم .

واذا ما تحدثنا عن الجانب الانسانى الوحيد من المسألة ، فان هذا التاريخ ككل يبعث على الاعجاب والدهشة ، ويثير الاحترام أكثر من الموهبة الرياضية البحتة التى كان يتحلى بها أينشتين ، والتى لم تكن لترتبط فى نهاية المطاف بالصفات البشرية إرتباطا مباشرا .

صحيح ، أنه تنبغى الاشارة الى أن أينشتين كان يقوم فى غمرة الأعمال الاخرى ، وحتى فى عام ١٩٢٠ ، بعدد من الاعمال التى لم تكن لها أية علاقة بنظرية النسبية ، لكنها كانت كافية تماما ، لكى يتقاسمها مختلف البحاث ، ولكى تشغل خمسة أو ستة مناصب شاغرة أثناء إنتخابات أكاديمية العلوم .

ويجوز القول أن نتائجه حول نظرية الحركة البراونية ، ونظرية التأثير الضوئى (كان ذلك فى عام ١٩٠٥) قد ضمنتا لصاحبها مكانة فائقة فى تاريخ الفيزياء .

ويجوز أن يستعيد المرء فى ذاكرته حقيقة أن الاتجاه الأكثر شيوعا وسعة أفق فى الاحصاء الكمى يبدأ من نظرية السعات الحرارية للبلورات ، التى اقترحها اينشتين فى غمرة أعماله سنة ١٩٠٨ .

أخيرا ، إن عدم تفهم أينشتين لميكانيكا الكم ــ وتناقضاته ــ قد أعطى من أجل توضيح مبادئها الشئ الكثير ، الأمر الذى يعتبر بحد ذاته من الأعمال العلمية الكبيرة جدا . كما توصل بعد عام ١٩١٦ إلى عدد من النتائج الهامة فى الأقسام المختلفة لنظرية الكم مباشرة .

لكن كان كل ذلك بالنسبة له ليس أكثر ولا أقل من مصنوعات جميلة ، وتسلية ، وراحة ، ولعب فى التفكير ، ولهو طريف ينسيه فكرته الأساسية — النظرية الموحدة للمجال .

... إذن ، كان أينشتين يدرس فى معهد البوليتكنيك بزيوريخ ، ويبدى ولعا بشئون الفيزياء ، ويتجاهل الرياضيات .

وكان حتى يتخلف عن حضور المحاضرات . يتخلف عنها ، دون أن يذهب للنزهة ، لأنه لم يكن يضيع ذلك الوقت عبثا . وكان قبل أن يأتى إلى زيوريخ مع أسرته ، يعيش فى ميلانو ، وعانى من مختلف المتاعب الصغيرة — فطرد من المدرسة فى ميونيخ بسبب سخريته اللاذعة . كما رسب فى الامتحانات مرة واحدة فى علم الحيوان ، والنبات فى معهد البوليتكنيك فى زيوريخ .

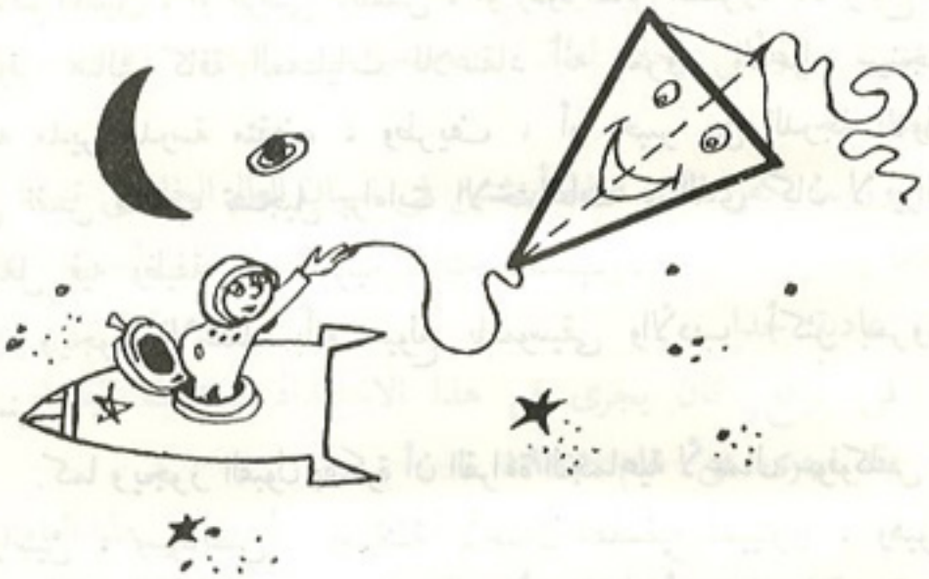
لكن هذه الأحداث التى كان يمكن أن تكون حاسمة بالنسبة لشخص آخر ، لكنها لم تكن بالنسبة إلى أينشتين سوى تفاهات صغيرة وممجوجة .

لقد كان كل شئ مقررا ، وأدى مرحه الطبيعى الغامر ، وعقله النير الهادئ الى أنه لم يلق بالا الى هذه التفاهات وغيرها من مظاهر عنت الحياة .

« أنا شرشور مرح ، ولا أستطيع الاستسلام للأمزجة السوداوية ، ما لم تضطرب معدتى ... »

كان اينشتين فى سن ٢٠ — ٢٥ عاما ، كما تشهد على ذلك

رسائله وذكريات أقاربه ، شابا مرحا ، وقويا ، ومبتهجا . كان يهوى الموسيقى ، والتصوير الزيتى ، والادب ، والسياحة . وكان يحب كثيرا رواية النوادر ، ويقوم بذلك بسرور ، رغم أن النجاح لم يكن حليفه دوما ، إذا ما أردنا ذكر الحقيقة .



وكان يغالى فى تصرفاته . فقد يظهر بعد مأدبة الزفاف أنه نسى مفاتيح الشقة التى سيأخذ عروسه الشابة اليها ، أو قد يأتى لزيارة أحدهم وقد لف عنقه بغطاء لصيوان الملابس . لكن مغالاته كانت طبيعية وغير مرهقة . وكانت تمليها عليه رغبته فى اكتساب المزيد من الحرية النفسية ، على أننى يجب أن أؤكد انه ليس لدى أية تلميحات فى القول بتنامى هذا الاستقلال النفسى الى أنانية —

والى عدم الرغبة فى مراعاة وضع المحيطين به . وكان يستبعد الأنانية ، ولديه رقته النفسية التى جبل عليها منذ الولادة ، ونعومته التى صقلها عن وعى .

بشكل عام ، كان شابا مثقفا محبوبا . ولم تكن تبدو عليه علائم الضيق ، أو الرضى بالنفس ، أو ردود الفعل المقرونة بالانزعاج ، وتتوفر هناك كافة المعطيات للاعتقاد أنه بمرور الأعوام سينجم عنه مدير مدرسة مثقف ، وطريف ، أو خبير من الدرجة الاولى فى نفس مكتب تسجيل براءات الاختراعات ، الذى كان لا يزال يشغل فيه وظيفة من المرتبة الثالثة فحسب .

ويجوز الاعتقاد بأنه سيولع بالموسيقى والأدب أكثر بمرور السنين .

كما ويجوز القبول بفكرة أن القراءة الجماعية لأعمال سوفوكلس ، وراسين ، وسرفانتس ، ومناقشة الأعمال الفلسفية لسبينوزا ، وهيوم التى كان يقرأها آنئذ مع صديقين أو ثلاثة أصدقاء ، ستصبح عادة لديه .

ويجوز أن نتخيل أينشتين برفقة مجموعة من الشباب فى نزهة وسط الجبال ، وهو يورد تأملاته بحماس كبير حول موزارت ، والاسكندر المقدونى ، واسخيلوس ، وبيتهوفن ، وكانت ، وأرخميدس ، وكلبوباترا ، ونيوتن ، وكوفيير ، وكونفوشيوس ، وفرانس ...

ويجوز تصوره بهيئة مؤلف صاحب مجموعة من المقالات

التقدمية والذكية بلاشك ، حول تاريخ العلم والموسيقى ، او فلنقل حول نظرية التربية .

باختصار ، إن مذكراته ورسائله لهذه الفترة تترك إنطباعا إعتياديا جميلا ، وحلوا ، ومثبطا للعزم نوعا ما .

ومن الصعب الافتراض ، بقراءة هذه الملاحظات ، بأن امامنا أينشتين ، وليس رجلا لطيفا ، ومهذبا ، وذكيا ، وعموما رجلا مثقفا فذا .

وربما يكفى ذكر صفة أينشتين فى نسيان العالم الخارجى تماما ، عندما يدور نقاش فلسفى ، أو فيزيائى . كلا ، إنها ليست صفة غير عادية جدا .

فى الواقع كان يجرى فى هذا الاستعداد لحدوث انفجار .

وقد جرى فى عام ١٩٠٥ .

أكرر ، إن جميع أعمال أينشتين الثلاثة التى ظهرت فى هذا العام — نظرية حركة براون ، نظرية التأثير الضوئى ، وأخيرا ، نظرية النسبية — تضع صاحبها فى منزلة العالم النظرى من الدرجة الاولى .

ويبقى هناك لغز سيكولوجى :

هل أدرك أينشتين نفسه بوضوح أم لم يدرك ما قام به بالذات ؟

فاذا ما افترضنا الجواب « نعم ، لقد ادرك » — وكل الصورة المتكونة لدينا عن أينشتين وأقواله اللاحقة تؤكد ذلك — ، عندئذ

لجاز القول أنه كان وحيدا جدا فكريا أنذاك ، وأن الناس الطيبين واللطيفين المحيطين به لم يدركوا أى شخص جمعتهم به الأقدار . وكان أينشتين بما اتصف به من أدب جم يسعى بكل قواه أن لا يبرز كثيرا ، وأن لا يطغى كثيرا على رفاقه الذين أحبهم كمجرد بشر . وبغير ذلك لا يمكن أن نفسر ، مثلا ، مغزى رسالته الى هابيشت (صديقه فى فترة برن) .

فهذه الرسالة الفريدة من نوعها تبدأ كالتالى :

« عزيزى هابيشت ، إن الصمت السائد بيننا صمت مقدس ، وقد يبدو خرقى له بالثرثرة التافهة أمرا مدنسا » .

بعد ذلك يصف أينشتين باسلوبه القديم المليء بالتلاعب بالالفاظ هابيشت بأنه « حوت مجمد » ويعنفه بأسلوب منمق لأنه ، هابيشت ، لم يبعث اليه ، أينشتين ، أطروحته ، التى ينتظرها هو ، أينشتين ، بفارغ الصبر ليقرأها « بكل سرور واهتمام » .

لكن تكمن فى بداية الرسالة خير وأروع نكتة ، نكتة جديرة بهينريخ هينه . ففى خضم الثرثرة الفارغة التى ترد فيما بعد نجد الكلام التالى :

« ومقابل ذلك (مقابل أطروحة هابيشت ــ المؤلف) أعد بان أبعث اليك أربعة اعمال لى ، وسأبعث بالأول قريبا ، حالما أستلم نسخى كمؤلف .

وهو مكرس لدراسة الاشعاع والطاقة الضوئيين ، ويعتبر عملا

ثوريا جدا ، كما سترى ذلك بنفسك ، إذا ما بعثت الى بعملك أولا .

أما العمل الثانى فيتضمن تحديد القيمة الحقيقية للذرات بمساعدة دراسة الانتشار والاحتكاك الداخلى فى المحاليل السائلة .

والعمل الثالث يبرهن على أنه وفقا لنظرية الجزيئات حول الحرارة فان الأجسام العالقة فى سائل والتى يبلغ حجمها حوالى $١٠^{-٣}$ مم تتحرك بصورة غير منتظمة ومرئية بسبب الحركة الحرارية للجزيئات . وقد لاحظ علماء البيولوجيا هذه الحركة فعلا التى تطرأ على الأجسام العالقة ــ وقد أطلقوا عليها اسم حركة براون للجزيئات .

وينطلق العمل الرابع من مفهوم الكهروديناميكا للأجسام المتحركة ، ويحدث تغييرا فى شكل الفكرة الخاصة بالفراغ والزمن . سيثير اهتمامك فى هذا العمل ، الجزء الخاص بالكينيماتيكا ...»

كما نرى أن هابيشت لم يكن ليخسر كثيرا فى عملية التبادل المعروضة عليه .

لا ادرى ما هو الشئ المتصنع ، وغير المتصنع هنا ؟

واجرأ على القول أن مخاطبة هابيشت بتواضع مقصود كما لو كان عالما فى نفس مستوى أينشتين ، هو بلا شك إما أسلوب نابع عن تصنع ، واما عن إحترام التقاليد ، والأدب ، وغير ذلك . فمن غير الممكن أن يؤخذ على محمل الجد قول أينشتين بأسلوب عابر ووجل للغاية أنه يأمل أن يحوز عمله ، حيث « هكذا ، وبالمناسبة » ، تتغير المفاهيم حول الفراغ والزمن ، على اهتمام هابيشت . اذ

تقترن شخصية أينشتين هنا دون عمد بالشخصية المضحكة للرجل الريفى البسيط .

لكنه — كما تظهر ذلك رسائله التالية ، وكل حياة أينشتين عموما — كان يدرك بوعى حقيقى ، وثقة ، وقناعة — كما يحلو لك — بان هابيشت إنسان ، وشخصية ، وله نفس القدر الذى يتمتع به ألبرت أينشتين نفسه ، ولا فرق بينهما أمام أى قانون . وقبل كل شئ أمام ذلك القانون الداخلى الذى كان أينشتين يمتثل له أيام شبابه ، وفى سنوات نضوجه ، وشيخوخته على الدوام .

ويبدو أن الانطباع المتكون حول كون شخصية أينشتين عادية نوعا ما (وأنا أتحدث هنا عن شبابه عمدا ، حيث لم يكن محدثوه يعرفون بعد أنهم أمام أعظم فيزيائى فى العالم) يرجع الى حد كبير الى الروح الديموقراطية التى كانت تميز أينشتين ، الديموقراطية التى كانت صفة طبيعية جدا بالنسبة له ، مثل طموحه إلى مزاولة دراسة الفيزياء النظرية .

إننى أعود ثانية إلى ماكتبته من قبل ، لأنه قد يبدو بالنسبة لأبناء القرن العشرين ، أن هذه الصفة المميزة لشخصية بارزة بالذات عزيزة عليهم بدرجة أكبر ، ويحبونها أكثر . وهى أن إنسانا إحتل مكانة فائقة بفضل خدماته ، أو بحكم الظروف الطارئة ، بهذا القدر أو ذاك ، ومع ذلك يبقى ديموقراطيا وانسانيا ليس شكلا بل جوهرا .

وتجب الاشارة إلى أنه لدى عالم من مستوى أينشتين توجد مبررات ، وأسس ، وظروف ، لا تقل عن ذلك ، بل وأكثر ، لتجعل صاحبها فى محيط العلماء على أقل تقدير ، دكتاتورا مطلقا وقاسيا بدرجة أكبر فى مجال الذهن، من أى دكتاتور حقيقى فى مجال الحياة الاجتماعية .

وللأسف فان الثقة بالنفس المتنامية الى نزق ، ونفاد صبر ، وحب للذات كثيرا ما تلازم العلماء البارزين (وغير البارزين) ، الذين لا يفوقهم فى ذلك سوى الشعراء ، والراقصات الكبيرات .

عادة لا يقال شئ عن هذا فى الكتب والمذكرات ، لكنه مع هذا أمر واقع .

صحيح ، لا يمكننى الحكم على أينشتين سوى عبر المواد الخاصة بتراجم حياته فقط ، لكن هذا الجانب واضح للعيان تماما كما أعتقد : فلم تظهر لدى أينشتين أى من الصفات المذكورة ، ولو بقدر ضئيل .

وهذا لغز سيكولوجى آخر ، يتعلق بأينشتين ، وهو ليس آخر الألغار .

لقد اجتاز امتحان المجد بمثل السهولة والبساطة التى اجتاز بها محنة الرسوب فى امتحانات معهد البوليتكنيك فى زيوريخ ، وحتى دون أن يلحظ ذلك .

هذه هى الصورة التى كونتها عن أينشتين .

ويبقى أمر هام اخر .

هو موقف أينشتين من العنف والحرب .

لقد كان أينشتين مرتبطا ، أراد أم أبى ، برابطة وثيقة وطيدة بالحياة السياسية للبشرية منذ العشرينيات تقريبا ، عندما حصل على شهرة عالمية ، وبدأ الوحش القومى المعادى للسامية ، والفاشى فى المانيا بملاحقته وملاحقة أعماله . وبقى كذلك حتى اواخر حياته .

لا يمكن القول أنه كان يسعى الى تجنب ، والتهرب من كل ما يتعلق بالسياسة .

فقد كان يدرك بجلاء أن هذا ، أولا ، مستحيل التحقيق (أما إذا كان ذلك يعجبه أم لا ــ فهو شئ آخر) ، وثانيا ، لم يكن يرى أنه يمتلك حق تجنب الدخول فى مسألة قد يكون فيها ذا فائدة كما يعتقد .

لكنه وجد نفسه هنا فى مجال كانت ، من وجهة نظره ، ظواهر كثيرة فيه ، غير قابلة للادراك مسبقا ، وغير قابلة للتحكم والتفسير .

فان أينشتين كان عاجزا عن إدراك أمور كثيرة . ولربما كان يستطيع أن يتصور وأن يفسر حتى نفسية ضباط هيئة الأركان العامة البروسية ، لكنه لم يكن يفهم كيف يمكن أن يفكر ويعمل الكائن البشرى من طراز مدراء معسكرات الموت ، ورجال فصائل التنكيل ،

ومئات ومئات الآف من الرجال أعضاء منظمة « إس . إس » ، ولم يفهم ويتصور كيف يجوز لزعماء كثير من الدول أن يكونوا من حيث المستوى الأخلاقى والذهنى بنفس مستوى رجال « إس . إس » هؤلاء ــ لكنه لم يكن قادرا على تصور ذلك . إذ كان أينشتين يبالغ دوما فى تقدير قيمة العقلية البشرية .

وكان عليه فى الثلاثينيات ، وهو الرجل المسالم ، المؤمن ، والثابت فى موقفه ، أن يقول : « ليس الآن وقت الدفاع عن أفكار الدعوة للمسالمة » . لأن القوة العسكرية ــ كانت الامكانية الوحيدة لايقاف انتشار الفاشية (وهو الاستنتاج الطبيعى الذى سرعان ما توصل اليه طبعا) .

بعد هذا شهد لعبة سياسية معقدة ، وبليدة ، وقذرة : اذ رأى أن رجال السياسة فى القرن العشرين يلتزمون بمعايير بالية وساذجة عن الانسانية بنفس مستوى معايير جنكيزخان . فشهد الحرب العالمية الثانية ، وكيف أن البشرية واجهت بعدها ، فورا ، وبلا أية فترة توقف قصيرة ، خطر حرب جديدة ، وغدا مسئولا الى حد ما عن صنع القنبلة الذرية ، فكتب رسالته الشهيرة الى روزفلت .

وكثيرا ما ترد فى المذكرات عن أينشتين أقوال حول ما كان يعانيه بسبب هذه الرسالة ، وحول ما يدعى بـ « مأساة أينشتين بشأن القنبلة الذرية » .

إننى أعتقد أن الأمر لا يخص القنبلة هنا .

فمن وجهة نظر العقل والمنطق (وهما العاملان الحاسمان بالنسبة لأينشتين دائما) لم يكن ليلام فى شئ .

لقد كتب الرسالة المذكورة فى أغسطس عام ١٩٣٩ عندما خيم خطر مباشر فى أن يتم صنع القنبلة عند هتلر ، وكان القرار الحكيم الوحيد آنذاك هو الوقاية من الفاشية .

وكان يعرف جيدا بعقله أنه لا علاقة له البتة بقتل عشرات الاف السكان من أبناء هيروشيما وناجازاكى بكل برود وبلا أى مبرر ، ومع ذلك فقد كتب فى عام ١٩٤٥ رسالة الى روزفلت يطالبه فيها بعدم استخدام القنبلة فى الأغراض العسكرية .

كما كان قصف هاتين المدينتين بالقنبلة الذرية شاهدا أخيرا على انتصار البربرية لدى البشر ، وحجة أخيرة على كون العالم فى موقف لا مخرج منه ، وعلى حماقة النظام الاجتماعى ، وعلى لا اخلاقية البشر الذين يحكمون الدول بصورة مطلقة .

بالطبع ، إن ذلك الاستنتاج الأليم وحده كاف لكى يثقل عليه بشكل شعورى بحت ، إنه — هو ألبرت أينشتين — يرتبط بالانفجار ، ولو بصورة غير مباشرة . لكن هذه حقيقة ثانوية وطارئة . فالأدهى من ذلك ، والاصعب بما لايقاس ، أن أينشتين بدأ يفقد فى هذه الأعوام ، وأحيانا ، الايمان بامكانية تحقيق تقدم إجتماعى وأخلاقى . وقد قلب ذلك كل ما كان يؤمن به . لكنه بقى محافظا على موقفه وأسلوبه فى التحليل دون مبالاة ظاهريا ، وبهدوء .

سمع بالانفجار عن طريق المذياع . وذلك عندما أذيع بيان ترومان. لربما إن أكثر الكتاب سخرية ، ومهما أراد أن ينتقص بشكل لاذع من تفكير الانسان الأمريكى العادى ، كان عاجزا عن إيجاد تلك العبارة التى تثير العجب لوقاحتها والتى اختتم بها بيان ترومان .

« لقد وضعنا مليارى دولار على ورقة اللعب فى أكبر لعبة قمار علمية فى تاريخ العالم ، وربحنا » . كان أول رد فعل لدى أينشتين هو الاحساس بالاختناق والفاجعة . لكنه أدرك جيدا أن لا علاقة لهذه المأساة باكتشافه للتفاعل المتسلسل .

فكتب يقول :

« إن إكتشاف انشطار اليورانيوم لا يهدد المدنية والبشر أكثر من إكتشاف عيدان الكبريت . إن تطور البشرية اللاحق يتوقف على دعائمه الأخلاقية ، وليس على مستوى الانجازات التكنيكية » .

ويكرر هذه الفكرة مرات عديدة .

« يواجه عالمنا أزمة لم يدرك مغزاها بعد أولئك الذين منحوا سلطة الاختيار بين الخير والشر . لقد غيرت الطاقة الذرية المتحررة من قيودها كل شئ . ولم يبق على حاله سوى طراز أفكارنا ...».

ثم يستطرد قائلا ...

« إن حل هذه القضية يكمن فى قلوب الناس » .

لكن المسألة لا تغدو أسهل لكونه يدرك كل شئ بوضوح . وفى أواخر أيام حياته بدأ احتياطى إبتهاجه الطبيعى فى النفاد .

أما المزاج العكر فلا يؤدى سوى إلى المبالغة فى الشعور الانتقادى الذى لا يرحم ، والى المماحكة الدقيقة فى تقدير نفسه واعماله .

« ليس هناك من فكرة أثق فيها ، وتصمد لاختبار الزمن . ويخيم على أحيانا الشك فيما إذا كنت أسير فى الطريق الصحيح ؟ على الفور يرى أبناء عصرى فى متمردا وثوريا ... ولى زمانه ، اذا أردت التعبير مجازا . وبالطبع إن الباعث على ذلك هو « زوال الموضة » وقصر النظر ، لكن الاحساس بعدم الرضى ينبع من داخل النفس ».

عندما كتب هذه الرسالة الى احد أصدقائه القدامى فانه كان يحتفل بعيد ميلاده السبعين . ولم تكن احتفالات التمجيد لتؤثر فيه ، وبالأخص فى تلك الايام . فنجده يختتم رسالته بأسى قائلا :

« ان افضل ما أعطيناه فى الحياة هو عدة أصدقاء حقيقيين ، وأذكياء ومخلصين ، يفهمون بعضهم البعض ، مثلك ومثلى» .

وقبل عام من وفاته رفض الدعوة لحضور اليوبيل الخمسينى لايجاد نظرية النسبية الخاصة ، فكتب بنفس الروح :

« إن الشيخوخة ، والمرض لايهيئان لى الفرصة للمشاركة فى مثل هذه الاحتفالات . وينبغى لى أن أعترف بأننى أشكر الأقدار الى حد ما : فكل ما كان يتعلق بعبادة الفرد ولو قليلا كان يشكل عذابا بالنسبة الى دائما ... وخلال حياتى الطويلة أدركت بأننا نقف بعيدا جدا عن الادراك الصحيح للعمليات الجارية فى الطبيعة مما تعتقده غالبية أبناء عصرنا » .

ربما كانت تقديراته فى لحظات حياته الاخرى أكثر تفاؤلا ، لكنه كان عموما حزينا فى سنى حياته الاخيرة . ومع ذلك فقد واصل العمل . واذا ما خانته البهجة ، فان عقله المحلل الصافى وقد عمل حتى النهاية. ولم يغير شيئا من أفكاره ومعتقداته. لكن اصطبغ كل شئ بألوان معتمة قاتمة .

كان كشأنه دوما على استعداد للاجابة على أية رسالة ، وعلى استعداد كالسابق للدفاع عن مثله ، ولكن يمكن أن يسمع بعض العبارات منه مثل : « لقد أصاب البشر مس من الجنون » ، و « العالم يسير نحو الكارثة » . وفى هذه الاعوام، أعوام اشتداد « الحرب الباردة » ، كان الوضع فى امريكا عصيبا . وكما هو الحال فى مثل هذه الأزمان يبرز المتطرفون فى المقدمة . فعملت بنشاط لجنة التحقيق السيئة الصيت . وكان أى خروج على الأفكار السياسية الرسمية يعتبر أمرا خطيرا . ومن الطبيعى أن تلقى ظلال الشك على المثقفين قبل غيرهم باعتبارهم الجزء الاكثر تفكيرا من الشعب .

وتتجلى فى رسائل وخطب أينشتين فى هذه الفترة روح المرارة أكثر فأكثر ، لكنه يرى أيضا التفكير الرواقى الجرئ . ولا تجد لديه أثرا للنزعة العاطفية. فلم يكن يحبها فى شبابه، وهو لا يحبها الآن.

كما أنه كسابق عهده بعيد للغاية عن التسامح الودود تجاه كل شئ .

فكتب جوابا على سؤال لأحد المعلمين الامريكيين يقول :
« فى الحقيقة إننى أرى سبيلا واحدا هو السبيل الثورى فى المقاطعة الذى اتخذه غاندى . ويجب على كل مثقف أن يضحى برفاهه الذاتى فى سبيل مصلحة البلاد . واذا ما سار عدد كاف من الناس فى هذا الطريق الشاق ، فانه سيؤدى بهم الى النجاح . وبالعكس ، فان مثقفى هذه البلاد لن يستحقوا شيئا افضل من العبودية » .

والعبارة الاخيرة اعادة من حيث الفكرة لمثل انجليزى رصين :
« لكل شعب ، الحكومة التى يستحقها » .

كانت الرسائل تأتيه من كل الارجاء . ومهما كان يعتقد ، ومهما كان مزاجه ، فانه كان يجد نفسه ملزما بمساندة من يحتاج إليه حتى ولو بالكلمة. وقد كان ذلك يؤثر على عمله، لكن ما العمل.

وقبل عام من وفاته قال ساخرا من نفسه : « يجب على أن أسرق كلص محترف الوقت للتفكير والعمل » . ومهما كان الحال — سواء أصابته الخيبة فى البشرية أو فى مستوى معارفنا ، فقد عمل حتى النهاية .

إننى أرى جيدا مدى إخفاقى فى الحديث عنه .

لكن عند الحديث عن الأمور الباقية ، أدرك أن أينشتين يمتثل أمامى كرجل طيب بشكل لا يصدق ، ولا يرضاه الواقع .

ويبدو أنه كان كذلك فعلا .

لربما أن أكبر نقاط ضعفه — هو روحه الساخرة القاسية نوعا ما .

فقد كان يرى بشكل حاد الجوانب الضعيفة لدى البشر ، وفى بعض الاحيان كان يبالغ فى سخريته . وبالطبع لم يكن قديسا ، وأحيانا كان ينزعج لاسباب شخصية بحتة . وربما ، عبثا احيانا . وبالأخص أيام شبابه .

ولم يكن يخجل (بل كان يحب) من أن يكتب بهذه المناسبة أشعارا فظيعة يبعث بها لمعارفه . وكان يهوى العزف فى الحفلات ، رغم أنه لم يكن عازفا ممتازا .

اخيرا — وهو فى الحقيقة ليس أكثر من شك يقوم على أساس « أدلة عارضة » ، إذ لا يكتب عن « مثل هذه الاشياء » عادة — فأعتقد أنه كان يميل الى مغازلة النساء باساليب قديمة غير لبقة . وهذا كله يؤلف « كشف آثامه » .

والصفة المميزة له هو أنه كان يلتزم فى حياته الشخصية بصرامة بالمبادئ الرائعة التى كان يبشر بها علانية . ومثل هؤلاء الأفراد يمكن ملاقاتهم فى احوال كثيرة ، وربما اكثر مما يعتقده الناس عادة ، ومع ذلك فكلما قل عددهم ازدادت مكانتهم .

من الطبيعى أن الانسان يختبر بشكل أفضل فى الوضع العصيب والخطير ، وعلى الأخص فى مواجهة الموت .

ومنذ عام ١٩٤٨ عرف أينشتين ان عليه إنتظار نوبة الموت . وقال قبل ذلك مرات عديدة أنه لا يهاب الموت ، وان انتظار الموت ما كان ليغير شيئا فى حياته ، وقد أثبت ذلك الان .

فهو لم يغير شيئا حقا . ربما فقط التزم الحمية . وكما كان حاله قبل ثلاثين عاما مضت سخر بهدوء من احتمال انتقاله الى عالم الاخرة . وعندما حانت منيته فى عام ١٩٥٥ بقى على حاله كما كان دوما .

كان موته عسيرا ، ولم تفارقه الآلام الفظيعة تقريبا . وكان يعرف ان عليه أن يموت . لكن حالما تصبح حاله أفضل كان يعود الى سخريته المحبوبة ، وانتظر بثبات ، وبدون أى ظل من الخزى ، تطور الأحداث .

ومات نائما .

ربما كان احد أظرف الناس فى تاريخ البشرية .

المحتويات

ص

الباب الاول . قبل اقليدس – فى عصور ما قبل التاريخ ٥

الباب الثانى . اقليدس ٢٩

الباب الثالث . المسلمة الخامسة ٦٨

الباب الرابع . بداية عصر البراهين ٩٩

الباب الخامس . غياث الدين ابو الفتح عمر بن ابراهيم الخيام النيسابورى ١١٣

الباب السادس . عصر البراهين . تتمة ١٥٧

الباب السابع . الهندسة اللااقليدية . الحل ١٨٨

الباب الثامن . نيكولاى ايفانوفيتش لوباتشيفسكى ٢٤٣

الباب التاسع . الهندسة اللااقليدية . بعض الصور ٢٨٤

الباب العاشر . افكار جديدة – ريمان . النتيجة – عدم التناقض ٣٠٤

الباب الحادى عشر . نهاية مفاجئة – نظرية النسبية العامة ٣٣٤

الباب الثانى عشر . أينشتين ٣٧٤