6

العدسة المضطربة

لا يرى الأحمق نفس الشجرة التي يراها رجل عاقل

ـ وليام بليك

Proverbs of Hell» The Marriage of Heaven and Hell, 1790

من كان بإمكانه، عندما رأى الرمل والرماد أول مرة. . . أن يتصور
أنهما تحولا إلى معدن، وأن هذه الكتلة المعدنية توفر الكثير
من الفوائد للناس.

ـ صاموئيل جونسون، 1750

★ ★ ★

في فيلم Zelig، يُرى الممثل وودي ألن Woody Allen يتبادل الأنخاب مع ف. سكوت فيتزجيرالد F. Scott Fitzgerald، ثم يحييان المصورين القريبين من جوزفين بيكر Josephine Baker، وفي الوقت نفسه يحيّى ألن من شرفة في الفاتيكان من قبل البابا نفسه. ويظهر ألن ماشياً بتباهٍ خلال هذه المشاهد، لا مع الممثلين، وإنما مع الشخصيات التاريخية نفسها. أما نحن المتفرجون، فإننا نظن أننا نشهد حيلة بصرية سينمائية. نحن نعرف أن الصور غير حقيقية، وأن هذا الأمر لم يحدث. ونحن لا نقيم وزناً لما شاهدته

عيوننا، لأن دماغنا يذكّرنا أن وودي ألن لم يكن إلا طفلاً حين صوّر فيلم Zelig. وعلى أي حال، فهل من الممكن أن يكون وودي ألن مع البابا؟ هذا غير محتمل. إننا على درجة من الحكمة تجعلنا لا نقبل «الحقيقة» كما نراها.

في الحقيقة، إن رؤية شيء لا يعني تصديقه بالضرورة. خلال العصور الوسطى، كانت طبيعة الضوء وآلية الرؤية غير مفهومتين. كان علم الضوء لا يزال في مهده، وكان يستند، إلى أعمال الفيزيائي العربي ابن الهيثم، الذي عاش في مصر في القرن الحادي عشر. وفي القرن الثالث عشر، نشر الراهبان الفرنسيسكانيان روجر بيكون Roger Bacon، وجون بيكهام John Peckham، والفيزيائي البولوني فيتيليوس Vitellius رسائل خيالية تتعلق بالضوء والآلات الضوئية. كانت النظريات الضوئية غالباً ما تتسم بالخرافات والمفاهيم التي اعتمدها الأقدمون، بدلاً من اعتمادها على التجربة والرصد الموضوعي. وفي هذا الجو المشحون بالمعلومات غير الصحيحة عن عملية الرؤية، وبعدم الثقة بالتجهيزات المصممة «لمساعدة» الناس على الرؤية السليمة، جرى ابتكار النظارات spectacles. وكان صانعو النظارات الأولى في القرن الثالث عشر لا يفهمون تماماً التفسيرات التي قدمت لهم عن كيفية عمل زجاج النظارات؛ لكن النظارات، التي ساعدت عيون كبار السن على الرؤية الواضحة مرة أخرى، جعلت العلماء ينكبون على دراستها دراسة عميقة وجدية.

في القرون الثلاثة التالية، صار صانعو العدسات يزودون الناس بالنظارات، دون أن يعرفوا أنه يوجد بين أيديهم العناصر الرئيسية اللازمة لمجموعة من التجهيزات المبنية على العدسات، والتي تساعد على اكتشاف الطبيعة. وقد وجب الانتظار إلى حلول مطلع القرن السابع عشر الذي ظهرت فيه مثل هذه التجهيزات الضوئية، والذي جرى فيه ردم هوة لم يسبق لها مثيل بين ميداني الدراسات النظرية والعملية. كان أهم هذه التجهيزات والمقراب (التلسكوب) هو بالضبط، الذي مكّن الفلكيين من

جعل اختلاف المنظر النجمي في متناولهم. كان جهابذة العلم القدماء، مثل أفلاطون وبطليموس، يذهبون إلى أن العين هي التي تصدر أشعة تجعل الأجسام مرئية. (تذكّر الأشعة السينية التي يطلقها سوبرمان في الأفلام السينمائية). أما ديموقريط Democritus، فقد كان، هو وآخرون، يملكون اعتقاداً معاكساً، هو أن العين جهاز سلبي، وأن الأجسام العادية تبعث أشعة يمكن رؤيتها. صارت الأسئلة المتعلقة بهذا الموضوع أكثر من أن تُعدّ: كيف يمكن لجسم صغير توليد إصدارات تكفي لأن يراها مجموعة كبيرة من الناس في آن واحد؟ كيف تتولّد الألوان؟ ما سبب أقواس قزح؟ كيف تنضغط صورة جسم ضخم - وليكن جبلاً، مثلاً - في العين الصغيرة؟ لم يكن أحد يعرف، في ذلك الوقت، أن الأجسام غير المنيرة تُرى لأنها تعكس الضوء المحيط بها إلى العين. ولما كانت آلية الرؤية ما تزال غامضة في أيام تيخو، فلن نستغرب طلبه من الواقفين معه، حين رأى المستعر الفائق لأول مرة سنة 1572، أن يثبّتوا له حقيقة ما كان يراه.

لا بد أن يكون المشهد، عبر اللوح الزجاجي لنافذة نموذجية في القرون الوسطى، مشوّهاً وغير شفاف أبداً، بسبب الشذوذات الموجودة على سطح الزجاج، والشوائب الكيميائية الكامنة فيه. فإذا قَرَّبْتَ قطعة بلورية شفافة من عينيك، فإنك ترى للأشياء التي تحيط بك منظراً تغشاه الشقوق وألوان قوس قزح. لذا فلن نصاب بالدهشة إذا عرفنا أنه كان يُنْظَرُ إلى قطع زجاجية لها أشكال خاصة - وهي العدسات - بالكثير من التشكك. الكلمة lens (أي عدسة)، المأخوذة من الكلمة اللاتينية lentil (أي نبتة العدس) مصطلح جذاب، لكنه فني. من الواضح أن معظم علماء القرون الوسطى لم يكونوا مهتمين بالعدسات. وقد بيّن بحث حديث واسع في سجلات القدماء أنه لا يوجد سوى ثلاثة مقالات صغيرة عن العدسات بين سنتي 1280 و1580. لم يكن أحد يفهم كيفية عمل العدسات، ويبدو أنه لم يزعج أحد نفسه، خلال هذه المدة، في دراستها. كان يظن كثير من العلماء أن ما تقوم به العدسات، أساساً، لا يتعدى تغيير الإدراك الحقيقي للعالم. وقد عبّر أحد

فلاسفة القرن الثالث عشر عن الرأي الذي كان سائداً في العدسات عندما كتب ما يلي: «الغرض من النظر هو معرفة الحقيقة: لكن العدسات الزجاجية تظهر صوراً أكبر أو أصغر من الأجسام الحقيقية التي نراها بدون عدسات؛ إنها تبين أجساماً أقرب أو أبعد من المسافة الحقيقية التي تفصلها عنا، وأحياناً نرى هذه الأجسام مقلوبة أو مشوهة ومتقزحة اللون؛ لذا فإنها لا تُظْهِرُ الحقيقة؛ وهكذا يجب ألاّ نرى عبر العدسات، إذا أردنا ألاّ نُخْدَع».

كي يتمكن الدماغ من إدراك صورة مجعدة، يتعيّن على الضوء الداخل إلى العين أن يركّز بواسطة عدسة العين على خلايا الشبكية التي تمتد على القسم الخلفي من مقلة العين. من المعلوم أن عدسة العين محدبة، أي أن سمكها في الوسط أكبر منه في محيطها. ولو كانت صلبة تماماً، لما كان بإمكان الدماغ أن يدرك بوضوح إلا الأشياء الواقعة ضمن مجالٍ معين للمسافة التي تفصل العين عن هذه الأشياء. القدرة الاستثنائية للعين على تبئير الضوء الوارد من أجسام بعيدة وقريبة معاً، تنشأ من حقيقة كون العدسة مرنة. وتقوم عضلات الأهداب بتغيير تحدب عدسة العين تبعاً للمسافة التي تفصلها عن الجسم الذي تنظر إليه العين: فكلما ازداد تحدب العدسة، ازدادت قوة كسرها للأشعة الضوئية. وعلى سبيل المثال، لجعل جسمٍ قريبٍ موجوداً في البؤرة، تتقلص عضلات الأهداب، وهذا يزيد من تقوّس عدسة العين. ويحدث العكس تماماً في حالة الأجسام البعيدة. (تساعد القرنية والسائل الموجود في مقلة العين العدسة على تبئير الضوء على الشبكية، لكن قوة كسرها الكلية للضوء ثابتة).

حين بلغت الخامسة والأربعين تقريباً، لاحظت انحداراً في حدة بصري، وهذا حدث غير سارٍّ في تاريخ الفلكي. لاحظت أن عليّ أن أحدّق بعينيين نصف مغمضتين فيما اقرأ. أصبح إدخال خيط في سُمِّ إبرة تحدياً. وحتى عندما توفر لديّ المال والشجاعة لأدخل في سوقٍ للأسهم، كنت أرى الأرقام وكأنها مكتوبة بالحروف الهيروغليفيّة. إنه لأمر طبيعي، أن تفقد العين قدرتها على التركيز على الأجسام القريبة مع تقدم الإنسان في السن. هذه

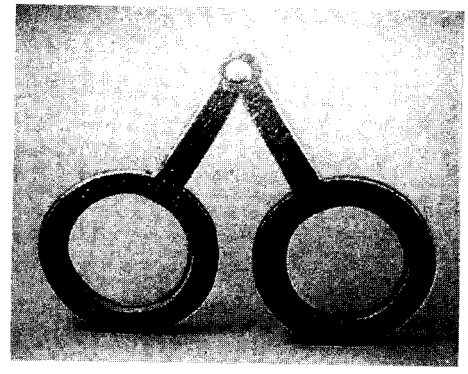
الحالة تسمى بصر الشيخوخة presbyopia، أو، بعد البصر، كما تسمى في اللغة الدارجة. ومثلما هو الحال في أعضاء جسم إنسان في أواسط عمره، فإن العين تفقد شيئاً من مرونتها، فلا تستطيع أن تنتفخ بقدر كافٍ لكسر الضوء الوارد من أجسام قريبة وإيصاله إلى الشبكية؛ وعندئذٍ تصبح الصورة التي يدركها الدماغ ضبابية. (وتقنياً، فإن النقطة البؤرية focal point لعدسة العين التي أصبحت ضعيفة تقع في مكان ما خلف الشبكية، أو، بعبارة أخرى، فإن الطول البؤري focal length يصبح كبيراً). يستطيع معظم الأطفال تركيز نظرهم في نقطة قريبة جداً أمام أرنبة أنوفهم، لكن كثيراً من الناس المتوسطي العمر يجدون صعوبة في التركيز على الأجسام التي تبعد عنهم بأقل من عشرة إنشات تقريباً. عندما لا تتمكن العين من التركيز على الأجسام التي تبعد عنها مسافة أقل من طول الذراع، تصبح القراءة والكتابة عمليتين صعبتين. وجدير بالذكر أن إبداع كثير من علماء القرون الوسطى تراجع بسبب الفقدان المستمر لحدة بصرهم. وفي الحقيقة، فإن الشاعر الإيطالي الذي عاش في القرن الرابع عشر، بتراك Petrach، كان يشكو من تدهور بصره حين قارب الستين من عمره.

مبدئياً، كانت الطريقة الوحيدة لمواجهة آثار بصر الشيخوخة تتجلى بوضع قطعة مدورة من الكوارتز أو الزجاج على صفحة القراءة لتكبير الكلمات واحدة بعد أخرى. كان هذا الحل معروفاً للقدماء؛ وفعلاً، يقال عن نيرو Nero إنه استعمل زمرّدة كمكبّر. وقد وُجِدَتْ أحياناً بلوراتٌ مكبرةٌ مدفونة مع رفات الأموات. ووفقاً للوثائق التاريخية، التي كتبت في وقت ما بين سنتي 1280 و 1290، قام صانع إيطالي ماهر، لم يعرف اسمه، بوضع زوج من العدسات الرقيقة في إطار سلكي ينحني فوق أنفه. ويُروى عن راهب من الدومينيكان، اسمه ألسّاندرو دلاّ سبينا Allesandro della Spina كان يقيم في مدينة بيزا، أنه أُطْلِعَ على أول نظارات صنعها مخترع مجهول، وأنه سرعان ما قلدها وجعلها متاحةً للناس. وقام راهب دومينيكاني آخر من بيزا، اسمه جيوردانو دا ريفالتو Giordano da Rivalto، بتقديم موعظة في 23 فبراير / شباط سنة 1305 زعم خلالها أنه قابل نفس المخترع قبل عشرين سنة،

لكنه لم يعرف اسمه. ونسبت لوحة من المرصد موجودة في كنيسة فلورنتين Florentine اختراع النظارات إلى أحد سكان تلك المدينة اسمه سالفينو دِلْ أرماتي Salvino degl' Armati، لكنْ تبيّن أن هذا الزعم باطل. وقد لخص المؤرخ فاسكورونكي Vasco Ronchi هذا الوضع بالكلمات التالية: «كتب الكثير عن اختراع النظارات، بعضه قيّم، وبعضه الآخر لا قيمة له؛ بيد أنه عند جمع كل ما كتب، نرى أن العالم وَجَدَ عدسات مثبتةً على أنفه دون أن يعرف الشخص الذي يجب أن يتوجه إليه بالشكر على هذا الاختراع». ما هو مؤكد أن هذا كله مهد السبيل لنشوء صناعة النظارات الحالية التي حجمها عدة بلايين من الدولارات.

لم تكن النظارات الأولى اكثر من زجاجتين مكبرتين مثبتتين بإطار. كانت الأطر تصنع من الخشب، أو المعادن، أو العظام، أو الجلد، وكانت العدسات تصنع من الزجاج، أو الكوارتز، أو البريل Beryl، ولهذه المادة الأخيرة لون ضارب إلى الخضرة أو الزرقة. كانت العدسات تشحذ يدوياً بفركها بالرمل أو السنباذج. وفيما بعد، صارت تستعمل المخارط لتسريع عملية الشحذ. وكانت عملية الصقل النهائية تنجز باستعمال مسحوق للكشط مصنوع من أحجار الجير أو مادة الطرابلسية tripoli.

كانت النظارات في أوائل عهد استعمالها تستند إلى عظمة الأنف. ولما كانت هذه الطريقة تبقي النظارات في وضع متقلقل وغير مستقر على الأنف، ابتكرت طرائق كثيرة لتثبيت النظارات على نحو أكثر استقراراً أمام العينين: إما بشبكها بحافة قبعة، أو بوصلها بصفيحة معدنية تطوّق الجبهة، أو بربطها بخيوط تدور حول الأذنين، أو بربطها بشعر الرأس، أو بربط طرفيها بخيط يدور حول الرأس. وبقطع النظر عن الجهود التي بذلت في تصميم النظارات وصنعها، فإن المنتَج النهائي كان يفتقر غالباً إلى الكمال. وفي سنة 1770 شكا واحد من الذين كانوا يستعملون النظارات بقوله: «إن صقلها سيئ، وهذا يؤثر في شفافيتها؛ لا وجود البتة لزجاجتي نظارة لهما سمك واحد، ثم إن مادتهما تكون عادة هشة، ومملوءة بالفقاقيع وشوائب أخرى».



نسخة من نظارة ثنائية العينية ومبرشمة، يعود تاريخها إلى القرن الرابع عشر.
المصدر: متحف البصريات، مؤسسة إرنست آبي، ألمانيا.

كان ابتكار النظارة التي تسمى بالإيطالية occhali، وبالألمانية brillen هبة إلّهية لأكاديميي ذلك الزمان المصابين ببصر الشيخوخة. فبوضعهم عدسة محدبة بسيطة أمام كل عين، أصبحت الكلمات المكتوبة في الصفحة التي يقرؤونها تندفع مباشرة إلى البؤرة، وصار الكتاب يُقرأ من مسافة مريحة عنهم. لم تعد الكتابة عملاً شاقاً كما كانت سابقاً. ونحن نفهم في هذه الأيام أن الزجاجة المحدبة الشكل تحسّن من قوة العين في كسر الضوء الوارد إليها، وأن عدسة النظارة وعدسة العين تعملان معاً لتبئير الضوء بدقة على الشبكية. بيد أن قوة النظارات التوضيحية لا بد أن تكون بدت في القرون الوسطى وكأنها ضرب من السحر، إن لم تكن من المعجزات. وهكذا فإن الشكوك التي أحاطت بتحسين الرؤية اعتماداً على العدسات تضاءلت، وغدت النظارات رمزاً للحكمة، بل للورع. ثم أصبحت الشخصيات الموقرة تظهر في الأعمال الفنية وهي تضع النظارات. وقد رسمت لفيثاغورس وفيرجيل، وللقديسين بطرس وجيروم وأوغسطين، بل وللسيد المسيح في طفولته، لوحات يظهرون فيها بنظارات. وأول صورة تظهر فيها نظارة تعود إلى سنة 1352، رسمها توماسو باريسينو Tommaso Barisino من مودينا. وتمثل الصورة التي أوردناها في بداية هذا الفصل، الكاردينال يوكون Ugone منكباً على مخطوطة وهو يضع نظارة مثبتة بإحكام. (هذه اللوحة خيالية تماماً، ذلك أن الكاردينال يوكون مات قبل عشرين سنة من البدء باستعمال مثل هذه النظارة). إن أقدم نظارة بقيت

obeikandl.com

حتى الآن، تعود إلى أواخر القرن الرابع عشر، وجرى اكتشافها خلال ترميم دير في فاينهاوزن بألمانيا.

افتُتحت متاجر للنظارات لأول مرة في شمال إيطاليا، ثم انتشرت في هولندا، ومن هناك امتدت إلى أوروبا. وبحلول نهاية القرن الرابع عشر، صار بالإمكان شراء أهم جزء من المقراب الفلكي - وهو العدسة المحدبة - من حوانيت في كثير من المدن الأوروبية.

يحدث قصر البصر myopia، الذي يشغل المرتبة الثانية بين الأمراض المزمنة التي تصيب العيون، عندما تصبح عدسة العين غير قادرة على تخفيض سمكها بقدر يكفي لتبئير الضوء الوارد من أجسام بعيدة أو عندما تتوسع مقلة العين نفسها. في هذه الحالة، تصبح عدسة العين كاسرة للضوء بشدة. عندئذٍ لا تسقط الصورة التي تولدها العدسة على الشبكية نفسها، بل على مكان ما قبلها. وخلافاً لطول البصر، فإن النقطة البؤرية في هذه الحالة تقع أمام الشبكية، ويكون الطول البؤري لعدسة العين صغيراً جداً. يمكن للمصاب بقصر البصر القراءة جيداً، لكن الأماكن البعيدة تصبح ضبابية.

بحلول الخمسينيات من القرن الخامس عشر، كان صانعو النظارات تعلموا علاج قصر البصر بالعدسات المقعرة، وهي عدسات سمكها في وسطها أقل مما هو في محيطها. تقوم العدسة المقعرة بتشتيت (تبديد) الضوء قبل دخوله إلى العين، وبذا تعوّض عن الكسر الشديد لعدسة العين. (يتصوّر الفيزيائيون المعاصرون جيلاً جديداً من عدسات لاصقة دقيقة وجراحات لضبط كسر العدسات توفر للعين رؤية سليمة).

ظهرت النظارات المقعرة بأعداد لا بأس بها بعد انتشار النمط القابل للنقل من آلات الطباعة، ثم انتشار الكتب في أوروبا. وبوضوح، كان أهل العلم يتحولون إلى مجموعة من المصابين بقصر النظر؛ وقد عرفنا منذ ذلك الحين أن القراءة والكتابة بكثافة هما سبب لحدوث هذا المرض. أثبتت دراسة أجريت في مطلع القرن العشرين أن نسبة المصابين بقصر البصر بين الأكاديميين والكتبة أعلى من نسبتهم بين الناس غير المتعلمين. وقد رأى

المؤرخ ألبرت فان هلدن Albert Van Helden أن ارتفاع نسبة المصابين بقصر البصر يمكن اعتباره مؤشراً، إلى حد ما، إلى معرفة القراءة والكتابة في مجموعة من الناس.

بحلول بداية القرن السادس عشر صارت الحوانيت التي تبيع النظارات في أوروبا تحوي عدسات مقعرة ومحدبة، أقطارها إنش أو إنشان. ولسد حاجات الزبائن من النظارات، كانت الأطوال البؤرية للعدسات المقعرة لا تتجاوز عشرين إنشاً. فالعدسات التي لها أطوال بؤرية أكبر، يكون كسرها للضوء أضعف مما يلزم لتصحيح الرؤية تصحيحاً جوهرياً. وبالمثل، كان للعدسات المقعرة المستعملة آنذاك أطوال بؤرية تقع بين ثمانية إنشات واثني عشر إنشاً، لأن هذه هي الأطوال البؤرية المستعملة في معالجة قصر البصر. وبفضل الجهود التي بذلت لعلاج التدهور الطبيعي والطارئ في رؤية البشر، كان كل صانع أوروبي للنظارات في مطالع القرن السادس عشر يقتني العناصر الأساسية اللازمة لصنع مقراب غير دقيق. فإذا كان المقراب ليس أكثر من عدستين توضعان في أنبوب إحداهما أمام الأخرى، فلماذا لم يستطع أحد أن يقوم بهذا العمل إلاّ بعد انقضاء جزء كبير من ذلك القرن؟

لدينا من الشواهد ما يجعلنا نعتقد أن نفراً قليلاً من صانعي النظارات والفلكيين فكروا في صناعة مقراب. لكن مقراباً على الورق شيء، وصنع مقراب شيء آخر. كان على صانع النظارات أن يختار، من مجموعة واسعة من العدسات، تلك التي لها شكل وطول بؤري مناسبان. (لا يمكن صنع مقراب من أي زوج من العدسات). فلا بد أن يكون الأداء الضوئي لمقراب مجمّع من عدسات النظارات التي كانت متوفرة قبل القرن السابع عشر سيئاً جداً، ثم إن جودة عدسات النظارات كانت سيئة عموماً. كانت تقنيات الصقل في ذلك الوقت بدائية، ولم يكن وجود لتقنيات موضوعية لإجراء اختبارات. وقد تبيّن أن جعل الأقراص الزجاجية تملك سطوحاً دقيقة الانحناء، ثم صقلها لتخليصها من الثّلم والحفر الصغيرة، أمر صعب جداً. وبالطبع، كانت هناك مشكلة الزجاج نفسه.

المكوّن الأساسي للزجاج العادي هو الرمل. فالزجاج هو، عملياً،

سليكا Silica مصهورة، والرمل هو مصدر ملائم للسليكا. يسمي الكيميائيون السليكا ثنائي أكسيد السليكون لأنها مكوّنة من السليكون والأكسجين. وتوجد السليكا بأشكال مختلفة. والشكلان البلوري وغير البلوري هما مثالان على الكوارتز المعدني العام والأوبال غير الثمين، بالترتيب. بينما ابن العم غير الشرعي لهما هو شكل غير نقي موجود أينما كان من السليكا؛ إنه ذاك الشيء الذي يعلق بين أصابع رجليك على شاطئ البحر. وهكذا فإن المكوّن الأساسي للزجاج يمكن أن تغرفه بيديك من الملعب أو الصحراء، أو من شواطئ البحار. لكن تحويل السليكا إلى زجاج يتطلب كمية كبيرة من الحرارة إضافة إلى بعض المواد السرية، التي لو كشفتها على هذه الصفحات لَقُتِلْتُ قبل عدة قرون.

وجد الزجاج الطبيعي منذ خلقت الأرض. فالزجاج البركاني الأسود obsidian مثلاً، استعمل في الثقافات البدائية لصنع أدوات للقص ورؤوس للأسهم. وتولّد النيازك والكويكبات أحياناً شظايا من الزجاج، خلال سقوطها الناريّ عبر جو الكوكب، وعند صدمها للأرض. الحرارة التي يولّدها البرق كافية لتحويل قطعة من الكوارتز إلى زجاج في لحظة واحدة.

نشأت صناعة الزجاج قبل 4،000 سنة على الأقل، وكان ذلك في الشرق الأوسط. ووفقاً لما ورد في مقالة كتبها بليني Pliny قبل زمن طويل، فإن أول ظهور للزجاج حدث مصادفةً تحت موقد في مخيّم تجار من الفينيقيين قرب ساحل البحر المتوسط. يُفْترض أن تكون حرارة النار صهرت الرمل الموجود في أسفل الموقد، وكوّنت كتلة زجاجية معتمة. ويرى علماء الآثار المعاصرون أن أول زجاج من صنع الإنسان ظهر في مملكة الأكاديين القديمة في جنوب شرق بلاد ما بين النهرين.

ربما كانت أقدم قطعة مصنوعة من الزجاج، ما زالت موجودة حتى الآن، تعود إلى نحو سنة 2000 قبل الميلاد، وقد عثر عليها علماء الآثار في حفرياتهم التي قاموا بها خارج مدينة أور Ur القديمة قرب تلاقي نهري دجلة والفرات. وصف هذه القطعة ر. هـ. هول R.H. Hall رئيس بعثة المتحف البريطاني، التي أوفدت سنة 1918 إلى هناك، بأنها «كتلة زرقاء معتمة من

معجون زجاجي اكتشفناها في نفاياتٍ وجدت تحت حافة إحدى الحفر».

أقدم وثيقة مؤرخة تتحدث عن صناعة الزجاج هي لوحة من العظام تعود إلى القرن السابع عشر قبل الميلاد، اكتشفت قرب الموقع القديم لبابل. ومن بلاد ما بين النهرين، انتشرت صناعة الزجاج إلى الشاطئ الشرقي للبحر المتوسط، حيث ابتكرت عملية نفخ الزجاج في وقت لاحق خلال القرن الأول قبل الميلاد. أما الزجاج الشفاف فقد ابتكر بعد ذلك في الإسكندرية. ونَقلت الحملات المصرية فنّ صناعة الزجاج من هناك إلى أرض الفراعنة.

نقل التجار الفينيقيون، ثم الغزاةُ الرومان في وقت لاحق، منتجات الزجاج، ثم صانعي الزجاج أنفسهم، عبر البحر المتوسط إلى أوروبا. كانت النوافذ الزجاجية من بين الصناعات الفنية التي اكتشفت بين أنقاض مدينتي بومبي Pompii وهيركولانيوم Herculaneum، اللتين دُفنتا تحت الأرض سنة 79 بعد الميلاد إثر ثوران بركان فيزوف Vesuvius. في شمال إيطاليا، أنشئ مركز عظيم لصناعة الزجاج في البندقية. وقد توفر لهذه المدينة موقع مثالي، فكان الخشب المستعمل للوقود يأتي من غابات يوغسلافيا القريبة منها، والرمل من ليدو Lido وفيرونا Verona، والطين الذي تصنع منه الأفران من فنشنزا Vencenza. وكانت سفن تجار البندقية تحضر الصودا من مصر. وبحلول نهاية القرن السادس عشر، كان يعمل في صناعة الزجاج بمدينة البندقية 3،000 شخص.

صناعة الزجاج عملية معقدة تتطلب مزج عناصر متباينة في أحوال وشروط استثنائية. إنها قطعاً عملية تحويل شبه سحرية لمواد متلألئة، ملساء كالحرير، وهذا أدّى إلى نشوء بعض الاعتقادات التي أحيطت بالسرية عن الزجاج. كانت أسرار صناعة الزجاج لا يعرفها إلا العائلات التي تنتجه، وطائفة من الحرفيين المهرة. اتخذت الحكومات، أحياناً، قوانين صارمة لحماية مصالحها الاقتصادية في صناعة الزجاج المربحة. وعلى سبيل المثال، فإن صنّاع الزجاج في مدينة البندقية، في أواخر القرن الثالث عشر، أُجبروا على الانتقال إلى جزيرة مورانو Murano القريبة من البندقية. ادّعى

المسؤولون هناك أن السبب هو أن أفران صناعة الزجاج تُلْحِقُ الأذى بسكان المدينة. أما الحقيقة، فهي إبعاد صنّاع الزجاج المهرة عن عيون الفضوليين، وعن الإغراءات التي يتعرضون لها كي يعملوا عند منافسين خارجيين. كان المسؤولون في البندقية يرسلون لكل صانع ماهر يغادر البندقية أشخاصاً لاغتياله، وإذا نجحوا في مهمتهم، كانت تقرع أجراس الكنائس في مورانو احتفالاً بالحدث. حتى في أيامنا هذه، فإن السرية ما زالت تحيط بواحد على الأقل من مصانع الزجاج في البندقية:

> كانت الغرفة، التي تحضّر فيها المواد الأولية للزجاج، مقسمة إلى قسمين منفصلين. كان العاملون في أحد القسمين يضعون مقداراً من كلٍّ من المواد الأولية على ميزان، دون أن يعرفوا وزن ما يضعونه. أما قراءة الوزن فكانت تجري في القسم الآخر، الذي كان يوجد فيه مالك المصنع، الذي كان يصرخ بأعلى صوته «كفى !» حينئذ كان يسجل الميزان الوزن المضبوط اللازم، ولم يكن يَرَى هذه القراءة سواه. ليس من المفاجئ أن نعرف أن عمل بعض صانعي الزجاج في البندقية ـ الذين كانوا يجرون تجارب على الزجاج ـ كان محاطاً بحراسة قوية. لهذا كان يطلق عليهم اسم رجال الليل l'umo di notte، لأنهم نادراً ما كانوا يظهرون أمام الناس.

لا يمكن استعمال أي نوع من الرمل يختار بطريقة عشوائية في صناعة الزجاج. وسواءً أكان الرمل من الشاطئ، أو الصحراء، أو ضفة نهر، فإنه يحوي، من وجهة نظر صانع الزجاج، شوائب، من ضمنها مواد غير سليكاتية nonsiliceous. هذه الشوائب تضفي على الزجاج لوناً خفيفاً، بل تجعله معتماً أحياناً. (أقدم قطعة زجاجية، مازالت موجودة حتى الآن، غير شفافة). كان صانعو الزجاج يفتشون عن الرمل الدقيق الأبيض، النادر نسبياً، الموجود على ضفاف الأنهر، ذلك إذا تيسّر لهم مثل هذا الرمل. حتى في القرن التاسع عشر، كانت شركات الزجاج الأمريكية تمنح مكافآت لأولئك الذين يكتشفون هذا النوع من الرمل قريباً من معاملهم. أما في أيامنا هذه، فإن الرمل الخام يُغسل بعناية، ثم يسخَّن لطرد الشوائب الطيارة منه.

لو عَرَفْتَ شدةَ الحرارةِ اللازمة لصهر الرمل، لأمكنك إدراك الصعوبة

البالغة التي كانت تجابهها صناعة الزجاج قديماً. وربما كانت الأفران التي تستعمل الخشب أو الفحم، قادرة على بلوغ درجات حرارة قدرها 2،000 درجة فرنهايتية. ودرجة الحرارة هذه كانت أعلى مما يلزم لصهر مواد مثل النحاس، والبرونز، والحديد. لكنْ، حتى 2،000 درجة، لا تكفي لتحويل الرمل العادي إلى زجاج. بيد أن ثمة اكتشافاً رائعاً نهض بصناعة الزجاج، هو ملاحظة وجود مواد معينة، تسمى صَهُورات fluxes تولّد، عند دمجها بالرمل، خليطةً درجة حرارة انصهارها أقل كثيراً من درجة حرارة انصهار الرمل وحده.

إحدى المواد التي تخفض درجة الانصهار، تخفيضاً شديداً، هي السليكا، أو الصودا (هذه المادة تختلف عن المشروب غير الكحولي الذي نشربه، فهي مادة كربونات الصوديوم sodium carbonate أو أكسيد الصوديوم sodium oxide. وقد استخرج القدماء الصودا من بقايا الماء المالح بعد تبخيره، أو من حرق أنواع معينة من النباتات التي تكثر في الأراضي السّبخة. تضمّ بدائل الصودا البوتاس (كربونات البوتاسيوم)، الذي يُستخرج من رماد الأشجار القاسية الخشب؛ والنطرون natron، وهو صودا معدنّية توجد في ترسبات صحراوية استعملها قدماء المصريين كمادة مجففة لحفظ المومياء. استعمال الصودا في مكوِّنات صنع الزجاج يخفض الدرجة العالية لانصهار السليكا من 3،000 درجة فرنهايتية إلى أقلّ من 2،000 درجة. ولما كان الزجاج الناتج ينحلّ في الماء، فقد سمي «الزجاج المائي». ولو أضفنا إليه الجير (كربونات الكالسيوم، أو أكسيد الكالسيوم)، الذي كان يستخرجه الحرفيون القدماء من العظام والصدف، لأصبح الزجاج أقوى وغير نَفُوذٍ للرطوبة. هذا النوع من الزجاج، هو الذي يستعمل على نطاق واسع في النوافذ والقناني. (يعرف هذا الزجاج أيضاً باسم «الزجاج التاجيّ»، ذلك أن الزجاج المستعمل قديماً في صنع النوافذ كان يُنْفَخُ، ليتحوّل إلى فقاعة تشبه التاج قبل أن يُبْسَطَ لقصّه). ولإضفاء لونٍ على الزجاج الذي تدخل فيه الصودا، تضاف إليه عدة عناصر، شريطة ألاّ تلوث الرمل الخام وهي: الحديد أو الكروم للّون الأخضر، والكوبالت للّون الأزرق، والمنغنيز للّون

الأرجواني، والسيلينيوم للّون الأحمر. وأفضل زجاج شفاف صنعه القدماء، مع بعض الاستثناءات، هو أخضر وضبابيّ.

عُرِفَ في وقت لاحق أن إضافة بعض قطع الزجاج المصنوعة سابقاً، أي كسارة الزجاج cullet، تحفز عملية الصهر. فالتسخين الطويل الأمد لهذا الخليط ـ الذي يحوي السليكا، والصودا، والجير ـ بدرجات حرارة عالية عدة أيام، ضروري لتحويل الخلط الكلي إلى زجاج. وإن لم ينفذ ذلك، كانت النتيجة هي فَرِيتَةً frit، أي مجموعة من المواد مختلطة بغير نظام، لها بنية زجاجية على السطح فقط. هذا ولا بد من تبريد الخليط بعد تسخينه تدريجياً على مدى عدة أيام لمنع الزجاج خلال تصلبه من التشقق.

ما من أحد يعرف الظروف التي جرت فيها جميع هذه الاكتشافات التي ترقى إلى عهد بعيد، كما لا يعرف أحد من أنجز هذه الاكتشافات. بيد أن عملية الزجاج المعقّدة هذه تطوّرت تدريجياً من قبل القدماء على مر القرون، برغم كل العوائق التي تعيّن على هذه العملية أن تتغلب عليها. فلم يكن مظهر المكوّنات يقدم أي تلميح إلى ما ستكون عليه النتيجة؛ ولم يكن من الممكن العثور على المكونات مجتمعةً في مكان واحد في الطبيعة؛ وكان من الضروري استعمال الحجر السليكاني الصحيح؛ وإضافة مادة قلوية للمساعدة على صهر الحجر الذي سبق سحقه؛ وإعادة تسخين الفريتة الناتجة؛ وبلوغ درجة حرارة عالية ثم الحفاظ عليها مدة كافية للوصول إلى زجاج كامل؛ وإضافة كسارة الزجاج لحفز العملية. عند تنفيذ كل هذه الخطوات، بالترتيب الصحيح، وبالنسب الصحيحة، عند ذلك فقط، ينتج الزجاج.

وهكذا فإن ما ورثه صانعو النظارات في العصور الوسطى عن القدماء هو هذه المادة الزجاجية التي أساسها الصودا والجير. كان هذا الزجاج غير الكامل الذي استُعمل في النظارات، هو الذي صُنِع منه، في نهاية المطاف، الجهاز البدائي لرصد السماوات.

انظر عبر نافذة في بناية يعود عهدها إلى العصر الوسيط لتدرك سبب عدم صلاحية زجاج تلك الأيام لصنع العدسات اللازمة للآلات الضوئية.

كان الزجاج غير متجانس، فكان يحوي فقاعات هوائية وعروقاً، ولم يكن شفافاً تماماً. وقد تطلب إنتاج زجاج من جودة أعلى أفضلَ نوع من الرمل الأبيض أو الكوارتز، والقيامَ بإجراءات معينة في عمليتي التسخين والتبريد.

أبدى علماء ما قبل عصر النهضة اهتماماً طفيفاً بصنع آلات ضوئية عالية الجودة، واهتماماً أقل بكثير بتسخيرها للاستعمالات العلمية. كانوا يعتقدون أن كل ما يريدون معرفته يمكن أن يوجد في ثنايا كتابات القدماء. كان فضولهم لمعرفة الطبيعة يشبعه الأحكام التي أطلقها الأقدمون على صحة ـ أو خطأ ـ أمر ما، وليس الملاحظة المباشرة. وبسبب غياب الدعوة إلى إنتاج أجهزة ضوئية أكثر تطوراً من النظارات، فإن قوى الأسواق التجارية خلال القرن السادس عشر كانت تعارض إجراء تحسينات على المواد المستعملة في صنع العدسات، والقيامَ بتجارب باستعمال العدسات. بيد أن الوضع كان على وشك التغير بسرعة مذهلة.

بعد سنة 1600 بوقت قصير، خَطَرَ لعدة صانعين للنظارات، في وقت واحد تقريباً، فكرة مفادها أن المنظار المنخفض التكبير قد يكون له قيمة تجارية. (ويقدم هذا التطور مثالاً مهماً على ما يصفه الكاتب مالكوم كلادويل Malcolm Gladwell بأنه نقطة انعطاف في انتشار فكرة في مجتمع ما). رأى صانعو النظارات في مناظيرهم أداة مسح عسكرية للتجسس على العدو. ويعتقد بعضهم أن هذه المناظير هي السلف الذي طوّر في عصر النهضة اللعبة الضوئية التي شاعت في القرن التاسع عشر، وهي المشكال Kaleidoscope.

يمكنني أن أتصور واحداً من مبتكري المنظار القدماء وهو جالس، كما أفعل أنا الآن، أمام نافذة. وقريباً منه توجد صينية، مثل التي وضعتها على طاولة كتابتي، تحوي مجموعة متنوعة من عدسات عصر النهضة. كلانا يعرف كيف تؤثر عدسة وحيدة في رؤيتنا: فهو يصنع منها نظارة ليكسب قوته، وأنا أستعين بها لتدريس طلابي موضوع علم الضوء (علم البصريات)

optics. لكن ما الذي نراه عندما ننظر عبر النافذة إلى الخارج باستعمال أزواج مختلفة من العدسات؟

يمكننا أن نختار من مجموعة عدساتنا القديمة الطراز عينات من ثلاث زمر أساسية وهي:

* عدسات محدبة قوية (طولها البؤري ستة إنشات، مثلاً)
* عدسات محدبة ضعيفة (طولها البؤري نحو عشرين إنشاً)
* عدسات محدبة (لمجموع مخزوننا من العدسات المقعرة أطوال بؤرية تقع بين ثمانية إنشات واثني عشر إنشاً، لذا فإننا نضعها جميعاً في زمرة واحدة)

هذه الأنماط الثلاثة من العدسات تكفي لرسم صورة كاملة نسبياً لخاصيات الأزواج المختلفة من العدسات. ويمكننا، انطلاقاً من هذه الأنماط، اعتماد تسعة أزواج مختلفة لاختبارها. (يبيّن هذا أن ابتكار المقراب ـ التلسكوب ـ لم يكن سهلاً عموماً). الخطة هي وضع عدسة واحدة أمام العين ـ «العينية» eyepiece ـ ثم نضع بعدها العدسة الثانية ـ المعروفة تقنياً باسم عدسة «الجسيمة» objective lens، ثم نلاحظ ما نراه عند فصلهما إحداهما عن الأخرى. ونورد في الجدول التالي التشكيلات التسعة الممكنة لأزواج العدسات:

العدسة الجسمية	العدسة العينية
1. محدبة قوية	محدبة قوية
2. محدبة ضعيفة	محدبة ضعيفة
3. محدبة قوية	محدبة ضعيفة
4. محدبة ضعيفة	محدبة قوية
5. مقعرة	مقعرة
6. مقعرة	محدبة قوية
7. محدبة قوية	مقعرة
8. مقعرة	محدبة ضعيفة
9. محدبة ضعيفة	مقعرة

openkandil.com

حان الوقت الآن للقيام بالتجريب. لنبدأ بالتشكيل 1، الذي فيه زوج من العدسات المحدبة القوية. إنني أضع أمام عيني عدسة محدبة وحيدة (العدسة العينية)، وأنظر عبر النافذة إلى بيت جيراني. يبدو البيت بحجمه الطبيعي، مع أن الصورة ضبابية. عند وضع العدسة الأخرى (العدسة الجسمية) قريبة من الأولى، تزداد ضبابية صورة البيت. ويصبح الوضع أسوأ عندما أحرك العدسة الجسمية بعيداً عن العدسة العينية. وعندما تفصل بين العدستين بضعة إنشات، تفقد صورة البيت شكلها كلياً. لكنْ، مهلاً. عندما أحرك العدسة الرئيسية مسافة أبعد، يعود البيت للظهور، بحجم أكبر قليلاً، لكنه يبدو ضبابياً إلى حد ما ـ ويكون الآن مقلوباً رأساً على عقب. فصْل العدستين بمقدار أكبر، لا يسفر إلا عن جعل البيت ضبابياً مرة أخرى. لذا فإننا نتوصل إلى نتيجة مخالفة للحدس، مفادها أنه إذا وضعنا عدستين مكبرتين، إحداهما خلف الأخرى، فإنهما لا تكوّنان نظاماً مكبِّراً يمكن الاستفادة منه. وهكذا فإن زوجاً من العدسات المحدبة القوية لم يكن من شأنه إثارة الفضول لدى مبتكري المناظير المقربة.

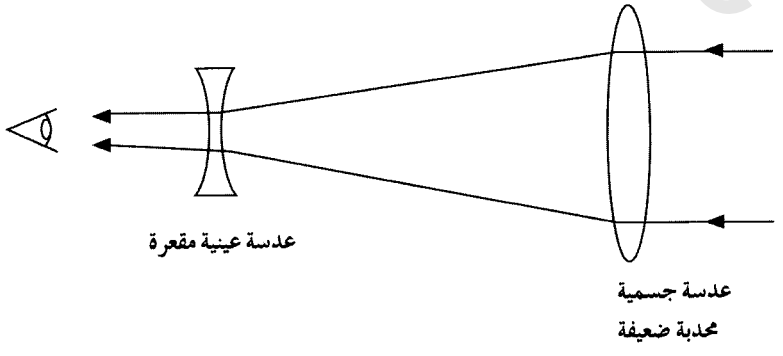
عند الانتقال إلى التشكيلين التاليين في الجدول ـ محدبة ضعيفة / محدبة ضعيفة، و محدبة قوية / محدبة ضعيفة ـ فإنهما لا يثيران الفضول أيضاً. بيد أن التشكيل الرابع، الذي يضم عدسة جسمية محدبة ضعيفة وعدسة عينية محدبة قوية، يبدو واعداً. فعندما أضع العدستين، إحداهما مقابل الأخرى أمام عيني، يبدو بيت جيراني في وضع عمودي، ومكبَّراً قليلاً، لكنْ ضبابياً جداً. وإبعاد عدسة الجسمية الضعيفة عن العدسة العينية القوية لا يحسِّن الأمور إلاّ عندما تبتعد الجسمية بطول ذراع عن العدسة العينية. عندئذٍ يبدو بيت جيراننا مقلوباً، ومكبراً بنحو ثلاث مرات.

هل هذا مقراب؟ قطعاً. هل هو عملي؟ لو كنت محل صانع النظارات القديم، لكان جوابي لا. فالجهاز طويل جداً، لأن طوله سيكون أكثر من قدمين. وإبقاء مثل هاتين العدستين البعيدتين إحداهما عن الأخرى متراصفتين تماماً قد يكون أمراً صعباً. ثم إن الصورة لا تظل واضحة إلاّ عندما تكون

المسافة الفاصلة بين العدستين مضبوطة تماماً، وهذه عقبة أخرى من وجهة نظر إنتاجية. وأخيراً، من هو الذي سيدفع قدراً كبيراً من المال ليرى العالم مقلوباً رأساً على عقب؟ لنعد الآن إلى صينية العدسات. (في الحقيقة، كان هذا التصميم هو الذي انتصر في النهاية، وأصبح المقرابَ الكاسر refractor telescope). وقد جرى التوصل إلى تكبيرات مذهلة عندما عرف صانعو العدسات طريقة إنتاج كل من العدسة الجسمية المحدبة الضعيفة جداً، والعدسة العينية المحدبة القوية جداً. ولم يكن يهم الفلكيين رؤية العالم مقلوباً رأساً على عقب.

بالعودة الآن إلى مجموعتنا من العدسات المقعرة، فإن المجموعة مقعرة / مقعرة (التشكيل 5) تقوم بمجرد تقليص الكون، بقطع النظر عن طريقة ترتيب العدستين أمام العين. وكذلك يفعل التشكيل 6، حيث توضع عدسة جسمية مقعّرة مع عدسة عينية محدبة قوية. أما التشكيل 7، الذي يحوي عدسة جسمية محدبة قوية مع عدسة عينية مقعرة، فهو يكبِّر عندما لا تكون العدستان بعيدتين جداً إحداهما عن الأخرى، مع أن مشهد بيت جيراننا ضبابي دوماً؛ وفصل هاتين العدستين بمسافة أكبر يوضح الصورة، لكنه يعطل تكبيرها. وبالمثل، فلا يوجد للتشكيل 8 ـ عدسة مقعرة وأخرى محدبة ضعيفة ـ أثر مقرابي.

فيما يتعلق بالتشكيل 9، فإنني أضع العدسة المقعرة أمام عيني، وأضع الجسمية المحدبة الضعيفة عليها. عندئذٍ يظهر بيت جيراننا محدّد المعالم



عدستان محدبة ومقعرة مرتبتان كما في التشكيل 9

وبوضع رأسي، إنما دون تكبير. بعد ذلك أُبْعِدُ العدسة الجسمية المحدبة عني. لقد وجدتها ! فقد بدأت صورة البيت تكبر، مع بقائه في وضع قائم وواضح. أصبحت الآن المسافة الفاصلة بين العدستين زهاء قدم واحد. عندئذٍ يبدو البيت أكبر بنحو ثلاث مرات؛ ثم إنه واضح. ولدى تكبير المسافة الفاصلة أكثر، تصبح الصورة ضبابية.

هذا هو التشكيل الذي كان يبحث عنه صانعو نظارات عصر النهضة: جسمية محدبة ضعيفة بعينية مقعرة أقوى، تفصلهما مسافة قدرها قدم تقريباً. كانوا يبحثون عن منظار مقرِّب محكم، يعطي مشهداً مكبَّراً، إلى حد ما، للعالم. ليس هذا هو بالضبط ما كان يدور في ذهن روجر بيكون Roger Bacon عندما كتب في أواسط القرن الثالث عشر ما يلي: «وهكذا، فعلى مسافةٍ كبيرة جداً، يمكننا قراءة أصغر الحروف، وإحصاء عدد ذرات الرمل والغبار... ثم إنه يمكننا أيضاً جعل مظهر الشمس والقمر والنجوم يهبط إلى الأسفل لتصبح هذه الأجرام قريبة منا».

بيد أن المنظار المقرب، المذكور آنفاً، لم يَرْقَ إلى مستوى الآلة التي تخيلها روجر بيكون. فقد يمكن القول عنه إنه مقراب بنفس القدر الذي يسمح لنا بالقول عن منظار أوبرا ثنائي العينيّتين إنه مقراب: فالمبدأ الضوئي واحد في الحالتين؛ لكن قدرة التكبير غير موجودة. مع ذلك، اعتقد صانعو النظارات أنهم في طريقهم إلى إنتاج آلة تدر عليهم الربح، وأن أول من يسوِّقها هو الذي سيحصل على نصيب الأسد من الأرباح.

في 25 سبتمبر / أيلول سنة 1608، تقدم هانز ليبرهيي Hans Lipperhey من ميدلبيرك Middelberg بهولندا، بطلب إلى اللجنة الحكومية المختصة التابعة للاتحاد الهولندي لتسجيل اختراع «جهاز معين يمكن بواسطته رؤية جميع الأشياء البعيدة جداً كما لو كانت قريبة».

هنا، في هذه الوثيقة، نقع على أول وصف واضح لآلة عملية شبيهة بالمقراب. (ثمة حكاية، لم تثبت صحتها، تروي أن أطفال ليبرهيي اكتشفوا مصادفة، أثناء لعبهم في ورشة والدهم، خاصيات تكبير المجموعة المكونة من

عدستين). أثار منظار ليبرهيي قدراً كبيراً من الاهتمام. فقد اجتمعت لجنة فاحصة بسرعة، وقررت، كما ادعى ليبرهيي، أن الأجسام البعيدة تبدو أقرب فعلاً عند النظر إليها عبر جهازه. لاشك في أن هذا المقراب الهولندي كان يتسم بجميع العيوب الموجودة في منظار حديث مخصص للعب الأطفال سعره دولار واحد؛ وهذه العيوب هي: عدم الوضوح، وتشوه الصورة قرب محيط المنطقة المشاهدة، وتَكَوُّنُ هالاتٍ من ألوان قوس قزح حول الصور. لكن آلة ليبرهيي مثلث في عصر النهضة شيئاً لا يدانيه شيء آخر شوهد من قبل.

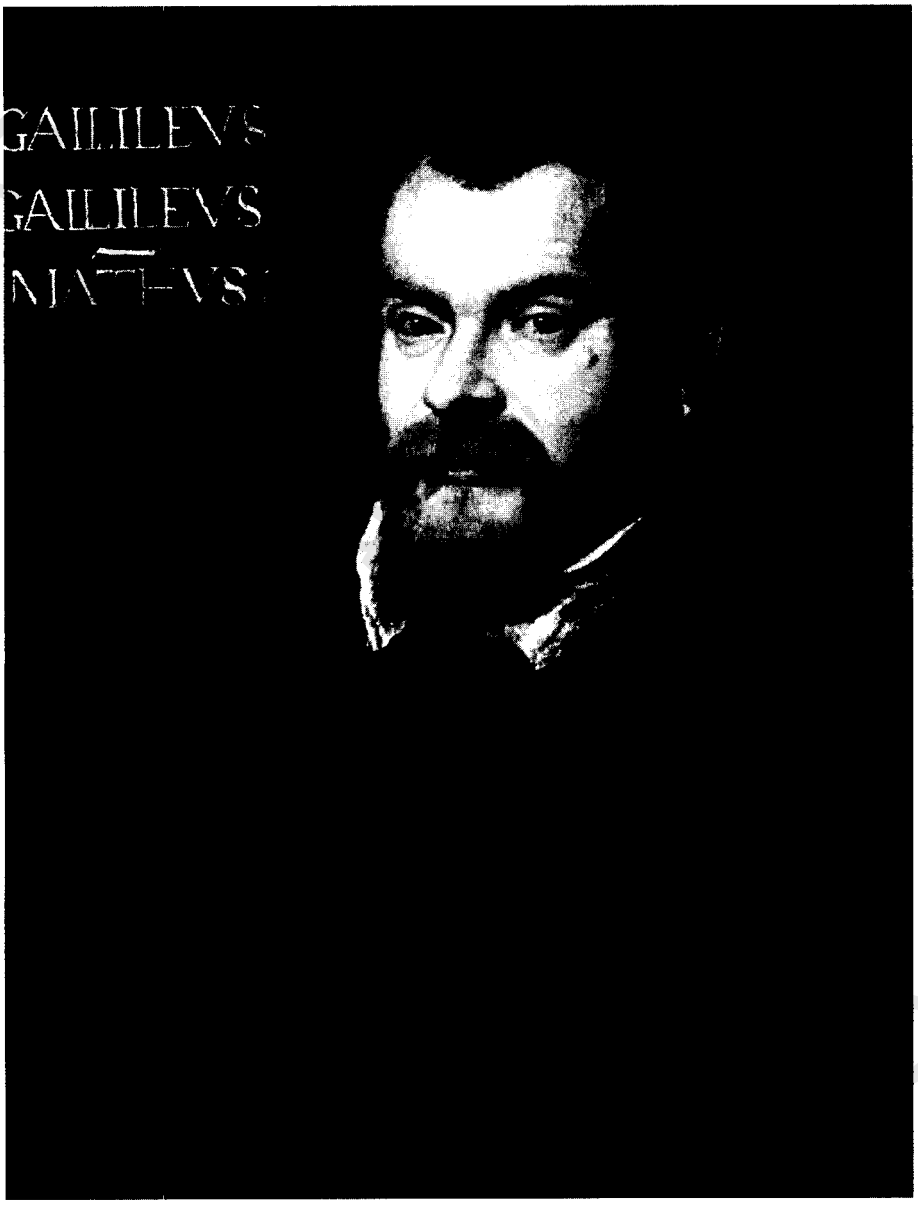
قدمت اللجنة الفاحصة توصيتين: أولاهما أن ليبرهيي قدم منظار تقريب مطوَّراً عدستاه من الكوارتز بدلاً من الزجاج؛ والثانية هي أن الآلة الجديدة كانت ثنائية العينيّة، لذا لم يكن من الضروري على مستعملها التحديق فيها وإحدى عينيه مغمضة. وبرغم توسلات ليبرهيي لإبقاء آلته طي الكتمان، فقد رُوِّجَتْ رسالةٌ إخبارية دبلوماسية من لاهاي إلى جميع أنحاء أوروبا تصف المنظار، وتنص على أن «هذه الآلة مفيدة جداً في حالات الحصار وما يماثلها، لأنها تمكن المرء من رؤية الأشياء، التي تبعد عنا فرسخاً أو أكثر، بوضوح وكأنها قريبة جداً منا؛ وحتى النجوم التي لا تراها أعيننا بسبب صغرها وضعف بصرنا، فمن الممكن مشاهدتها بواسطة هذه الآلة».

في 14 أكتوبر / تشرين الأول سنة 1608، وذلك بعد ثلاثة أسابيع تماماً من تقديم ليبرهيي لطلبه، تلقت اللجنة طلباً آخر لبراءة اختراع منظار، وكان مقدم الطلب من نفس بلدة ليبرهيي، عمره عشرون عاماً، واسمه زاخارياس جانسن Sacharias Janssen. ادعى صانع النظارات جانسن، الذي كان تاجراً متجولاً سبق أن حكم عليه بتهمة التزوير، أنه ابتكر المنظار قبل ليبرهيي بسنوات (أقسم ابن جانسن في المحكمة فيما بعد أن ليبرهيي سرق الفكرة من أبيه سنة 1590. ومن الواضح أن الابن أهمل إجراء الحسابات الصحيحة: ففي سنة 1590 كان عمر زاخارياس جانسن سنتين فقط !) وبعد ذلك بيوم واحد، أي في 15 أكتوبر / تشرين الأول سنة 1608، تقدم

جيكوب ميتيوس Jacob Metius بطلب ثالث لمنحه براءة اختراع نظارة، وميتيوس هو صانع نظارات مرموق من بلدة ألكمار Alkmaar في شمال هولندا. وفي خضم هذه المجموعة من الادعاءات المتنافسة على حق الاختراع، وصل نبأ يفيد بأن تاجراً هولندياً عرض منظاراً مقرباً في معرض كان يقام في كل خريف بمدينة فرانكفورت.

قررت الحكومة الهولندية أن المنظار غير جدير بأن يمنح براءة اختراع، ذلك أن صنعه أمر سهل جداً ! أما ليبرهيي، فقد مُنِحَ تعويضاً سخياً مقابل ثلاثة من المناظر ذوات العينيّتين أنتجها لمصلحة الدولة. وقد بينت شهادة لاحقة أن المناظير الهولندية كانت في الواقع، غير أصلية، وأنها كانت نسخاً من عينة استوردت سنة 1590 من إيطاليا. وفعلاً، كان يدير مصهر الزجاج في ميدلبيرك، المؤسَّس سنة 1581، إيطالي يعمل عنده عدة عاملين إيطاليين؛ وربما صنع أحدهم منظاراً أو استلم منظاراً من إيطاليا. ومن سوء الحظ، فإن قاعة عرض مدينة ميدلبيرك، التي تحوي ثروة من الوثائق المتعلقة بهذا الموضوع، دمرها الجيش الألماني خلال الحرب العالمية الثانية.

غزت المناظير أوروبا كلها. وبحلول شهر أبريل / نيسان سنة 1609، صارت المناظير تباع في باريس، وفي شهر مايو / أيار في ميلانو، وفي شهر أغسطس / آب في نابولي والبندقية. وكما تنبأ صانعوها، فقد اعتمدت الدول هذه الآلة باعتبارها «نظاماً للإنذار المبكر» عالي التقانة لكشف جنود العدو أو سفنه. واندفعت الجماهير لاقتناء هذه الآلة الجديدة غير المألوفة، التي تختصر المسافات بطريقة سحرية. والعلماء وحدهم هم الذين لم يُفْتنوا بها، لأنهم رأوا في تلك المناظير شيئاً مثيراً للفضول، لكنه لم يكن من الممكن توظيفها في بحوثهم لكونها لا تتسم بالقوة الكافية التي تجعلها جديرة بثقتهم. حتى الفلكيون لم يبدوا اهتماماً بها. وبالطبع، فإن المناظير تجعل الأجرام السماوية تبدو أقرب. لكن ما الفائدة التي يجنونها من تسديدها إلى السماء الليلية؟ وما هي الأشياء التي تسمح للفلكيين بمعرفتها، والتي لم يكونوا يعرفونها من قبل؟



صورة لكاليليو كاليلي وهو في الثانية والأربعين من عمره، رسمها دومينيكو روبستي (تنتوريتو).
المصدر: المتحف البحري الوطني، لندن.